



## TERMO DE REFERÊNCIA

**PROJETO: CAPACITAÇÃO DE TÉCNICOS DO DAEE E CETESB ENVOLVIDOS NO ATENDIMENTO À LEI FEDERAL 12.334/2010**

**PROPONENTE: DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**

### **1. INTRODUÇÃO**

As atividades concernentes aos processos de outorga, licenciamento, fiscalização e cobrança pelo uso da água tem sofrido um aumento de demanda significativo nos últimos anos. Em termos de fiscalização houve a inserção de novas atribuições para o atendimento da lei federal nº 12.334/10, aprovada em setembro de 2010, que institui a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Esta atribuição envolve o DAEE no que tange às barragens de aproveitamento dos recursos hídricos e a CETESB no que concerne às barragens que em caso de ruptura possam apresentar comprometimento ambiental. Uma segunda questão refere-se à exploração de águas subterrâneas que vem ocorrendo de forma crescente, obrigando estas mesmas instituições a se prepararem com relação a gestão destes recursos observando os aspectos quantitativos e qualitativos que definem a sua disponibilidade. Tendo em vista a falta de experiência dos analistas nesses novos temas viu-se a necessidade de providenciar uma capacitação básica dos técnicos dessas instituições, que pretende-se tenha um caráter continuado até que este corpo técnico atinja o ponto de maturidade para o enfrentamento destas questões. Como a pauta é muito ampla, neste primeiro momento serão tratados apenas os cursos referentes à Segurança de Barragens, visto a premência para a formação do pessoal para a aplicação da lei federal nº 12.334/10.

O presente Termo de Referência apresenta um programa de capacitação completa que se almeja desenvolver nos próximos dois anos, embora o presente projeto refira-se a **apenas ao Módulo I**, descrito a seguir, que é parte substancial deste programa. A razão disto é para que se tenha idéia do conjunto do programa sem que se tenha a falsa impressão de que os cursos elencados tratam apenas de alguns tópicos isolados. Sendo assim a seguir apresentam-se as ementas do conjunto de disciplinas do curso completo (3 MÓDULOS). A seguir, no item onde se trata da metodologia, serão apresentados os objetivos e estratégia do curso referente ao **MÓDULO I**.



## **2. EMENTAS DOS CURSOS SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS**

Por uma questão de uniformização de conteúdos, as ementas seguem o mesmo teor do curso oferecido pela ANA sobre segurança de barragens, com alguma adaptação quando for o caso para atender a estratégia do curso e a realidade do nosso estado.

### **MÓDULO I - OBJETO DESTES PROJETO**

#### **BARRAGENS - ASPECTOS TÉCNICOS E SÓCIO AMBIENTAIS - 144 h**

##### **UNIDADE 1: Diretrizes, Legislação e Regulamentação – 14h**

- Diretrizes preconizadas pelo International Commission on Large Dams (ICOLD);
- Diretrizes preconizadas pelo Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB); Diretrizes preconizadas pelo Ministério da Integração Nacional;
- Normas Técnicas Nacionais e Internacionais; Diretrizes do *United States Bureau of Reclamation* (USBR);
- Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) – (Lei nº. 12.334/2010 – abrangência e determinações);
- Normativas da ANA;
- Obrigações legais do proprietário do empreendimento.

##### **UNIDADE 2: Aspectos gerais da Segurança de Barragens – 8h**

- Finalidades e objetivos das barragens;
- A barragem e os meios social e ambiental;
- Tipos de barragens;
- Incidentes e acidentes, deteriorações;
- Rupturas de barragens; impactos sociais e ambientais;
- Causas, efeitos e consequências;
- Estatística a nível mundial e nacional sobre segurança de barragens;
- Alteração das condições de risco da barragem;
- Necessidade de monitoramento e inspeções;
- Procedimentos de emergência; medidas emergenciais.

##### **UNIDADE 3: Aspectos de projeto, construção, operação e manutenção de barragens – 14h**

- Estruturas componentes das barragens;
- Sistemas extravasores e sistemas de adução;
- Tipos de maciço (terra, enrocamento, concreto);
- Tipos de arranjos;
- Determinação da altura de uma barragem;



**SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS  
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**

Rua Boa Vista, 170-11º andar-☎ 3293-8200-CEP 01014-000

São Paulo – SP

[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)



- Classificação quanto ao tipo, a dimensão e o risco;
- Estudos básicos;
- Aspectos construtivos, de operação e de manutenção.

**UNIDADE 4: Barragens e seus Impactos Sócio-Ambientais – 19h**

- Impactos das barragens nos meios físico, biótico e antrópico;
- Legislação pertinente;
- Classificação das águas, noções básicas de ecologia;
- Engenharia ambiental aplicada a barragens;
- Diagnóstico ambiental de qualidade da água, efeitos ambientais a montante e a jusante, vazão ambiental;
- Impactos da oscilação de nível no reservatório;
- Assoreamento e Erosão de margens.
- Mitigação de impactos ambientais.

**UNIDADE 5: Aspectos Hidrológicos – 19h**

- Precipitação, escoamento superficial e subterrâneo;
- Período de Retorno;
- Hidrogramas;
- Previsão de Enchentes - Vazão de projeto, Routing, Curva cota x volume;
- Critérios para determinação de cheias – PMP e decamilenar;
- Fórmulas Empíricas;
- Noções básicas de estatística;
- Avaliação de cheias e determinação de vazões de projeto;
- Cheias excepcionais; operação de reservatórios;
- Noções sobre modelos computacionais de análise hidrológica aplicados a barragens.

**UNIDADE 6: Noções de Hidráulica - 14h**

- Hidráulica básica;
- Escoamento em canais e em condutos;
- Descarregadores: de superfície e de fundo;
- Vertedouros;
- Tomadas d'água;
- Canais de aproximação;
- Comportas: tipos e finalidades;
- Estruturas de dissipação de energia;



**SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS  
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**

Rua Boa Vista, 170-11º andar - ☎ 3293-8200-CEP 01014-000

São Paulo – SP

[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)



- Canais de restituição;
- Medidores de vazão;
- Critérios de dimensionamento de estruturas hidráulicas.
- Noções sobre modelos físicos e computacional aplicados a hidráulica de barragens;

**UNIDADE 7: Aspectos Hidromecânicos - 14h**

- Tipos de equipamentos (comportas, stop-logs, válvulas);
- Funcionamento dos equipamentos;
- Critérios de dimensionamento e de escolha;
- Tipo de operação (assistida e desassistida);
- Noções de projeto e construção dos equipamentos;
- Legislação;
- Normas e regulamentação;
- Instrumentação;
- Procedimentos de emergência;
- Operação, manutenção, conservação e reparo;
- Inspeções.

**UNIDADE 8: Aspectos Geológicos e Geotécnicos – 19h**

- Noções básicas de geologia e geotecnia;
- Determinação expedita das características dos materiais;
- Prospecções geológicas; Investigações geotécnicas;
- Fluxo hídrico em maciços de terra e em fundações;
- Noções de hidrogeologia;
- Noções de Mecânica das Rochas;
- Fatores determinantes no projeto dos materiais;
- Especificação e controle de compactação de aterros;
- Capacidade de suporte dos maciços e aterros (como especificar e como medir);

**UNIDADE 9: Barragens de Terra e Enrocamento– 23h**

- Concepção de projeto de barragens de terra e enrocamento;
- Fundações;
- Fatores condicionantes de projeto e seções típicas;
- Projeto e cálculo de barragens de terra;
- Propriedades de solos compactados e enrocamentos;
- Percolação;



**SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS  
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**

Rua Boa Vista, 170-11º andar-☎ 3293-8200-CEP 01014-000

São Paulo – SP

[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)



- Estabilidade de taludes e fundações;
- Construção e controle de execução de barragens de terra;
- Detalhes construtivos;
- Proteção dos taludes e coroamento;

**UNIDADE 10: Barragens de Concreto – 14h**

- Tipos de barragens de concreto: noções básicas de materiais construtivos; tecnologia de concreto;
- Forças que atuam nas estruturas, noções dos critérios de dimensionamento estrutural;
- Noções de projeto e construção de barragens de concreto;
- Noções de projeto das estruturas auxiliares;
- Fatores de segurança;
- Análise de Estabilidade e fundações;
- Noções de barragens de concreto compacto a rolo.
- Aspectos de Geologia e de Geotecnia de Fundações - Critérios de aceitação e tratamentos.
- Aspectos principais de construção.



## **MÓDULO II - REALIZAÇÃO FUTURA**

### **INSPEÇÃO E AUSCULTAÇÃO DE BARRAGENS - 78 h**

#### **UNIDADE 1: Deteriorações em Barragens de Concreto - 23h**

- Tipos de deteriorações em barragens e estruturas de concreto;
- Causas e consequências;
- Critérios de classificação das deteriorações;
- Manutenções preditivas, preventivas e corretivas;
- Efeitos das manutenções no desempenho das barragens e estruturas de concreto;
- Acidentes e incidentes em barragens e estruturas de concreto.

#### **UNIDADE 2: Deteriorações em Barragens de Terra/Enroncamento - 23h**

- Tipos de deteriorações em barragens de terra;
- Causas e consequências;
- Critérios de classificação das deteriorações;
- Manutenções preditivas, preventivas e corretivas;
- Efeitos das manutenções no desempenho das barragens de terra;
- Acidentes e incidentes em barragens de terra.

#### **UNIDADE 3: Instrumentação de Barragens - 18h**

- Objetivo da instrumentação, instrumentação para monitoramento de barragens de terra e de concreto, instalação e manutenção de instrumentos, reinstrumentação;
- Projeto de Instrumentação de barragens – noções gerais;
- Bancos de dados da instrumentação;
- Aquisição automática de dados;
- Valores de controle para alerta, análise dos dados da instrumentação.

#### **UNIDADE 4: Inspeções Visuais - 14h**

- Conceitos básicos;
- Tipos de inspeções visuais;
- Inspeção Regular de Barragem de Terra e Concreto: Procedimentos e Aplicação Prática



### **MÓDULO III - REALIZAÇÃO FUTURA**

#### **GESTÃO DE DESEMPENHO DE BARRAGENS - 98 h**

##### **UNIDADE 1: Análise e Gestão de Riscos - 18h**

- Incertezas e riscos associados a barragens;
- Riscos ligados a fatores ambientais (cheias superiores à de projeto, ações agressivas, sismicidade e probabilidade de deslizamento de taludes);
- Riscos ligados a fatores dependentes da barragem (tipos de fundações, dimensionamentos estrutural e geotécnico e volume do reservatório);
- Riscos ligados a fatores sócio econômicos (perdas de vidas e bens, ocupação indevida de áreas lindeiras).

##### **UNIDADE 2: Planos de Ações de Emergência - 18h**

- Plano de Ações de Emergência (institucionais e externos);
- Cartas de risco e ocupação do solo;
- Cenários potenciais de risco;
- Estudos de causa x efeito em cenários de ruptura;
- Estimativa dos danos;
- Critérios e ferramentas para mapeamento de planícies de inundação;
- Administração das ações em função do tempo de elevação do nível d'água a jusante;
- Administração das ações em função do tempo de rebaixamento do nível d'água do reservatório;
- Métodos de interação com a sociedade;
- Sistemas de alerta.

##### **UNIDADE 3: Fiscalização em Barragens - 14h (10h EaD - 4h presenciais)**

- Procedimentos de fiscalização;  
Planos operacionais: regras operacionais e registros de ocorrências;  
Órgão Fiscalizador de segurança de barragens;
- Tipos de vistorias: inspeções regulares e especiais – itens de verificação e periodicidade;  
Abrangência, conteúdo mínimo e periodicidade para revisões periódicas – discussões e sugestões com base na literatura e na experiência prática;
- Instrumentos de fiscalização (auto de infração, TAC, entre outros);  
Comparações de termos e conteúdos mínimos com as inspeções, auditorias e perícias tradicionais (anteriores à Lei Nº 12.334/2010) da prática de segurança de barragens, necessidades e possibilidades de adaptação;
- Como e quando aplicar esses instrumentos;



Vistorias e análise de documentação, especificidades (considerando a finalidade de uso da barragem);

- O que deve ser avaliado em campo;
- Atribuições e responsabilidades do fiscal; limites de atuação do fiscal.

#### **UNIDADE 4: Relatórios, Pareceres e Laudos Técnicos - 30h**

- Conceitos básicos;
- Conteúdos mínimos de relatórios, pareceres e laudos;
- Modelos de relatórios, de pareceres e de laudos técnicos.

### **3. OBJETIVOS**

Conforme foi mencionado anteriormente este projeto refere-se ao fornecimento dos cursos referentes ao **Módulo I**, do total elencado. Como Objetivo Geral do curso, pretende-se com o conjunto de disciplinas a serem oferecidas no **Módulo I** dar as informações básicas necessárias para que num primeiro momento os técnicos adquiram uma base mínima para desenvolver suas atividades de analistas e de fiscalização em Segurança de Barragens.

Em termos específicos deseja-se alcançar com este primeiro módulo uma capacitação do aluno em:

- Interpretar a legislação pertinente aplicando no processo de análise dos relatórios e pareceres técnicos; unidade 1
- Cadastrar as barragens com vistas à manutenção da base de dados; unidade 1
- Intercambiar experiências entre instituições governamentais que operem com barragens; unidade 1
- Explicar objetivo da construção, identificando os impactos sociais e ambientais; unidade 2 - geral
- Disseminar conceitos de segurança de barragens e sua importância; unidade 2 - geral e unidade 3
- Interpretar projetos identificando aspectos de construção, operação e manutenção; unidade 2
- Determinar/discutir medidas mitigadoras aos impactos sócios ambientais; unidade 3
- Examinar as condições hidrológicas relacionando com as medidas de segurança; unidade 4





- Identificar tipos de barragens descrevendo suas estruturas componentes; unidade 2, unidade 4, unidade 5, unidade 8, unidade 9
- Descrever os efeitos hidráulicos sobre as estruturas, especificando ações mitigatórias; unidade 5;
- Identificar equipamentos hidromecânicos descrevendo seu funcionamento; unidade 6
- Examinar as características geológicas e geotécnicas relacionando-as com as medidas de segurança; unidade 7
- Descrever projetos de barragens avaliando suas vulnerabilidades; unidade 8 e unidade 9
- Interpretar fatores condicionantes do projeto avaliando as soluções adotadas; unidade 8 e unidade 9

#### **4. ATIVIDADES, METODOLOGIA E ÁREA DE ABRANGÊNCIA**

Obedecendo à estratégia de fazer cursos modulares, o **MÓDULO I** será oferecido em quatro sedes do Estado de São Paulo, por uma questão de racionalidade e economia, uma vez que os deslocamentos do corpo discente ficará reduzido. Com isto evitam-se ou reduzem-se os custos de transporte e estadias, bem como o afastamento destes profissionais de suas atividades rotineiras de analistas e fiscais.

Conforme já foi mencionado, somente parte do curso será oferecido neste primeiro ano (**MÓDULO I**), face as limitações financeiras e de tempo. Da carga horária total de 320h previstas para os tres módulos, serão realizadas 144 h correspondente ao Módulo I, que representa a base de conhecimentos necessários para a compreensão do exercício desta nova atividade.

O Módulo I, assim como os demais, é composto de unidades de estudos e será adotada a modalidade presencial para o desenvolvimento utilizando-se das seguintes estratégias de ensino:

- Aulas expositivas com apoio de slides, fotografias, filmes e livro texto (produzido pela ANA e utilizados para o curso)
- Estudos de caso
- Palestras com especialistas na área
- Visitas técnicas/Trabalhos em campo
- Exercícios compartilhados a partir de estudos de caso.



**SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS  
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**

Rua Boa Vista, 170-11º andar-☎ 3293-8200-CEP 01014-000

São Paulo – SP

[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)



Será disponibilizado o livro texto em formato PDF para impressão e o conteúdo em formato digital para estudos *on line*, assim como livros digitais autorizados, artigos, links com reportagens e filmes pertinentes.

Os recursos utilizados no curso se configuram por:

- Estrutura física adequada de sala com capacidade para 30 pessoas,
- *Flip chart*,
- Computador e projetor multimídia,
- Dvds,

A avaliação da aprendizagem será construída em conjunto com os vários professores do curso, mas levará em conta o processo formativo contemplando:

- Estudos de caso
- Avaliações escritas ref. a cada unidade de estudos.
- Visitas a barragens (conforme definido no cronograma do curso).
- Atividade final – Realização de trabalho de campo em barragem a ser definida, culminando com a elaboração detalhada de um relatório técnico cujos critérios (para análise) serão definidos pelo GT/professores envolvidos.



## **5. PRODUTOS ESPERADOS E FORMA DE APRESENTAÇÃO**

O resultado esperado neste projeto é o de capacitar parcialmente os técnicos do DAEE e CETESB no prazo de 12 (doze meses) no que se refere às aptidões de:

- interpretação da legislação no processo de análise do material técnico em análise, do cadastramento de barragens;
- entendimento dos objetivos da construção de barragens envolvendo os impactos ambientais, construtivos, operacionais e de manutenção, considerando todos os aspectos relativos a questões hidrológicas, hidráulicas, hidromecânicas;
- entendimento das estruturas componentes de uma barragens, considerando aspectos estruturais, geológicas e geotécnicos e suas interações com o escoamento;
- avaliação das vulnerabilidades de projeto quanto à segurança de barragens, fatores de risco.

O curso será impresso e distribuído aos alunos, bem como será disponibilizado na página do DAEE para ser consultado pela comunidade interessada, constituindo-se assim num fator multiplicador de conhecimento sobre o assunto.

## **6. VALOR DO PROJETO E PRAZO DE EXECUÇÃO**

O valor de referência para a contratação do objeto deste TR é de **R\$ 400.000,00** (quatrocentos mil reais) valor este proveniente integralmente do FEHIDRO, sem contrapartida por parte do DAEE. O prazo para execução deste projeto é de **doze meses**. Este projeto refere-se ao **MÓDULO I** do total elencado no item 2. Pretende-se em continuidade, no segundo ano, completar o curso oferecendo o MÓDULO II e MÓDULO III e dentro das possibilidades também oferecer cursos referentes a ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.



## **7. DIMENSIONAMENTO DO PROJETO E CUSTOS**

O projeto deverá abranger as seguintes atividades já detalhadas no ítem2:

### **1 – Planejamento e Acompanhamento Geral**

Coordenador: 550 horas

Pessoal de apoio: 460 horas

Despesas de viagem

Despesas de edição do curso

Despesas de material de escritório

Duração estimada de 12 meses

**Custo de R\$221.564,00**

### **2 – Unidade 1: Diretrizes, Legislação e Regulamentação**

Preparação do curso: 45 horas

Realização do curso: 56 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$16.250,00**

### **3 – UNIDADE 2: Aspectos gerais da Segurança de Barragens**

Preparação do curso: 30 horas

Realização do curso: 32 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 10.012,00.**

### **4 - UNIDADE 3: Aspectos de projeto, construção, operação e manutenção de barragens**

Preparação do curso: 45 horas

Realização do curso: 56 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 16.250,00.**

### **5 - UNIDADE 4: Barragens e seus Impactos Sócio-Ambientais**

Preparação do curso: 60 horas

Realização do curso: 80 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 22.256,00.**

### **6 - UNIDADE 5: Aspectos Hidrológicos**

Preparação do curso: 60 horas

Realização do curso: 80 horas



**SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS  
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA**

Rua Boa Vista, 170-11º andar-☎ 3293-8200-CEP 01014-000

São Paulo – SP

[www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br)



Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 22.256,00.**

**7 - UNIDADE 6: Noções de Hidráulica**

Preparação do curso: 45 horas

Realização do curso: 56 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 16.018,00.**

**8 - UNIDADE 7: Aspectos Hidromecânicos**

Preparação do curso: 45 horas

Realização do curso: 56 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 16.018,00.**

**9 - UNIDADE 8: Aspectos Geológicos e Geotécnicos**

Preparação do curso: 45 horas

Realização do curso: 56 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 16.250,00.**

**10 - UNIDADE 9: Barragens de Terra e Enrocamento**

Preparação do curso: 70 horas

Realização do curso: 100 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 27.108,00.**

**11 - UNIDADE 10: Barragens de Concreto**

Preparação do curso: 45 horas

Realização do curso: 56 horas

Despesas de viagem

Duração estimada de 2 meses

**Custo de R\$ 16.018,00.**

A planilha de orçamento (anexo VIII) e o cronograma físico financeiro (anexo VII) apresentam o detalhamento destes custos e sua distribuição temporal.

