

Barragens e Diques

Finalidades e Justificativas

Fernando A. M. Marinho

2019

O que é um reservatório?

Reservatórios

Lago artificial



eletricidade,
irrigação,
abastecimento,
etc.



Caixa de água



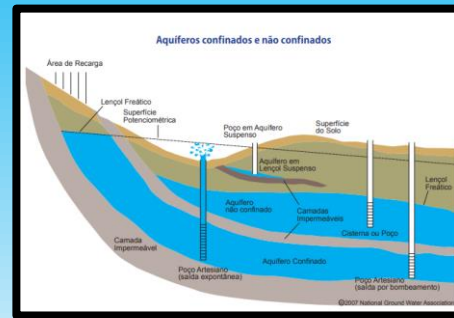
Armazenamento
de água
doméstico ou
industrial



Aquífero



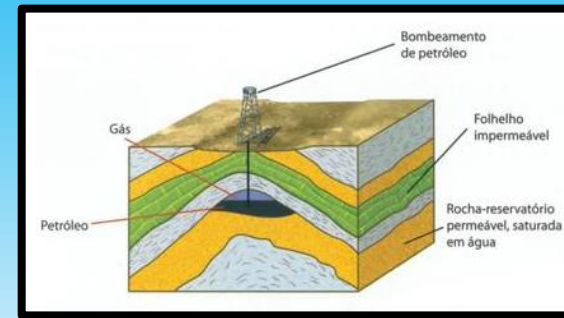
Armazenamento
de água natural



Rocha Reservatório



rocha que contém
petróleo com
exploração
comercial



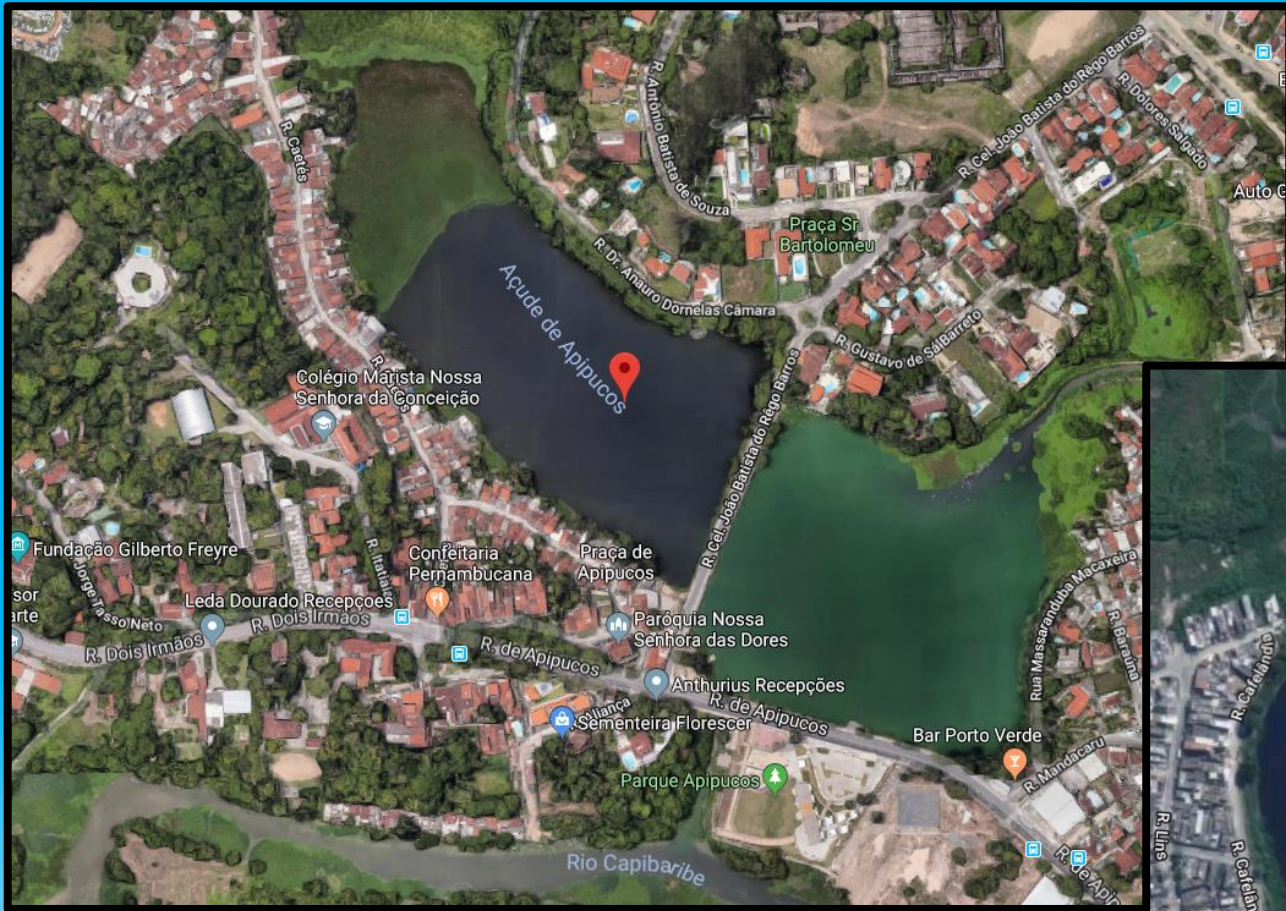
Tanque



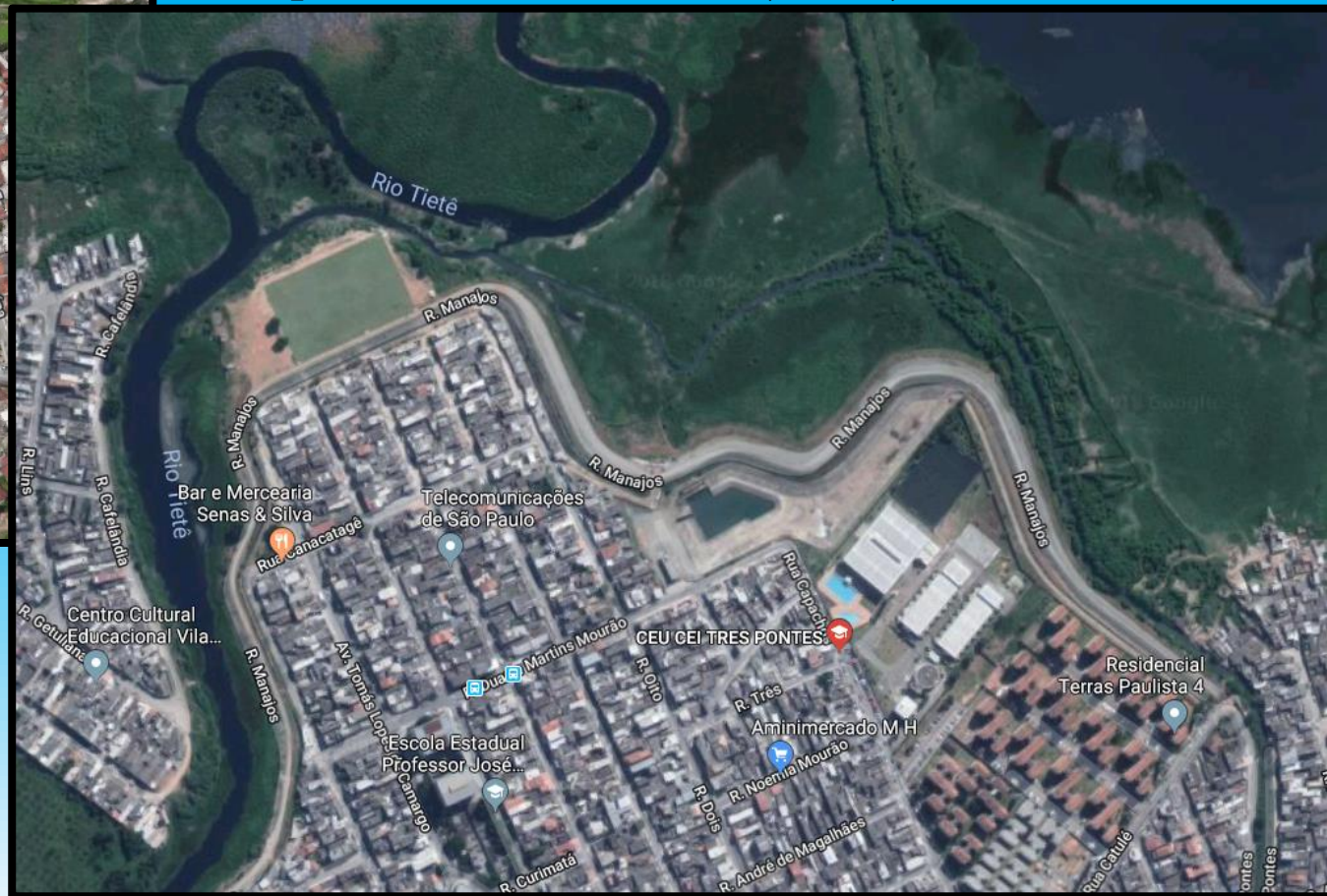
Gasolina,
água, etc.



Barragem de Apipucos (século XVI) - Recife



Dique Jardim Romano (2010) – São Paulo



Qual a diferença entre dique e barragem?

Dique: Normalmente é paralelo ao curso de água (rio ou mar).
Possui água apenas em um dos lados, protegendo o outro.

Barragem: Normalmente intercepta o curso de água.
A água está presente dos dois lados (montante e jusante).

Dique		Proteje
Barragem		Armazena, Proteje

Por que precisamos barrar a água?

Por que precisamos de um reservatório?

O que é um reservatório?

O que é uma barragem?

O que é um dique?

Barragens

- Água para uso doméstico
- Água para uso industrial
- Geração de energia
- Regularização de regime hidrológico
- Navegação
- Irrigação
- Recreação
- Controle de enchentes
- Rejeitos
- Retenção e controle de sedimentos

Salienta-se que o uso múltiplo não é tarefa simples.

Barragem de Terra

Uso

Atentar para



Tipo
Tamanho
Hidrologia
Geologia

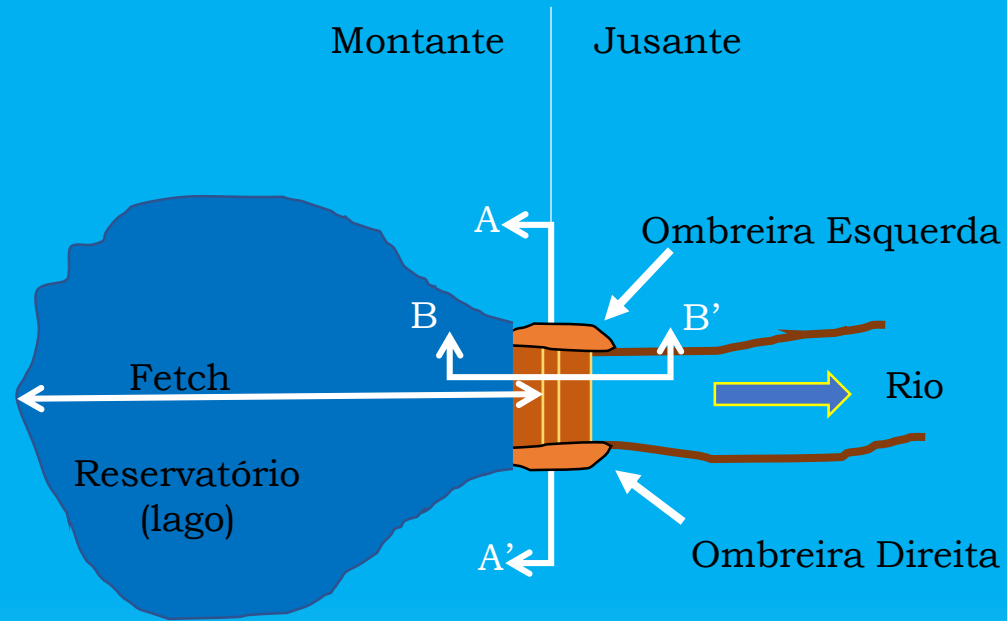
Local

Atentar para

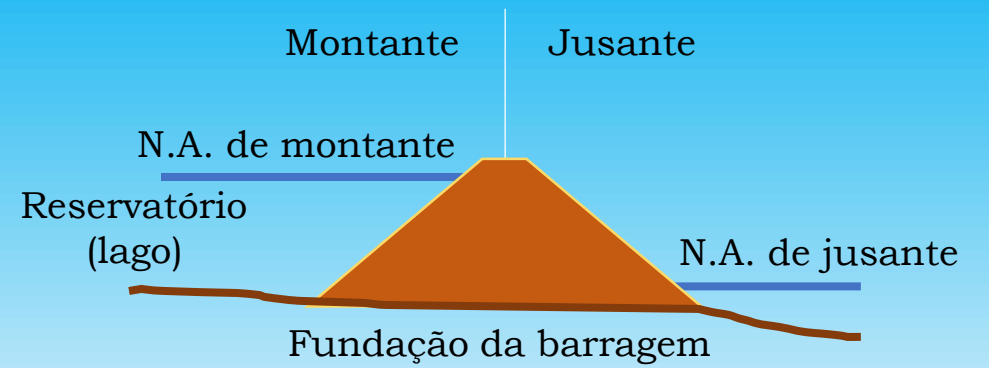


Hidrologia
Geologia/geotecnia
Tipo
Aspectos ambientais
Método construtivo

Nomenclatura básica de barragens

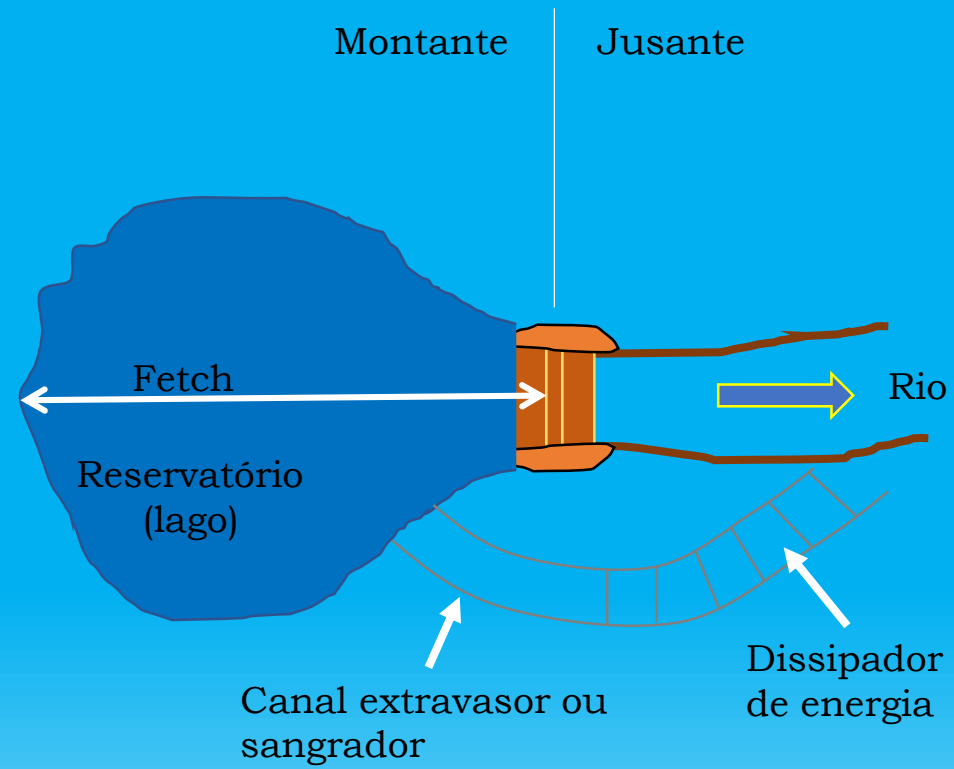


Sessão A-A'

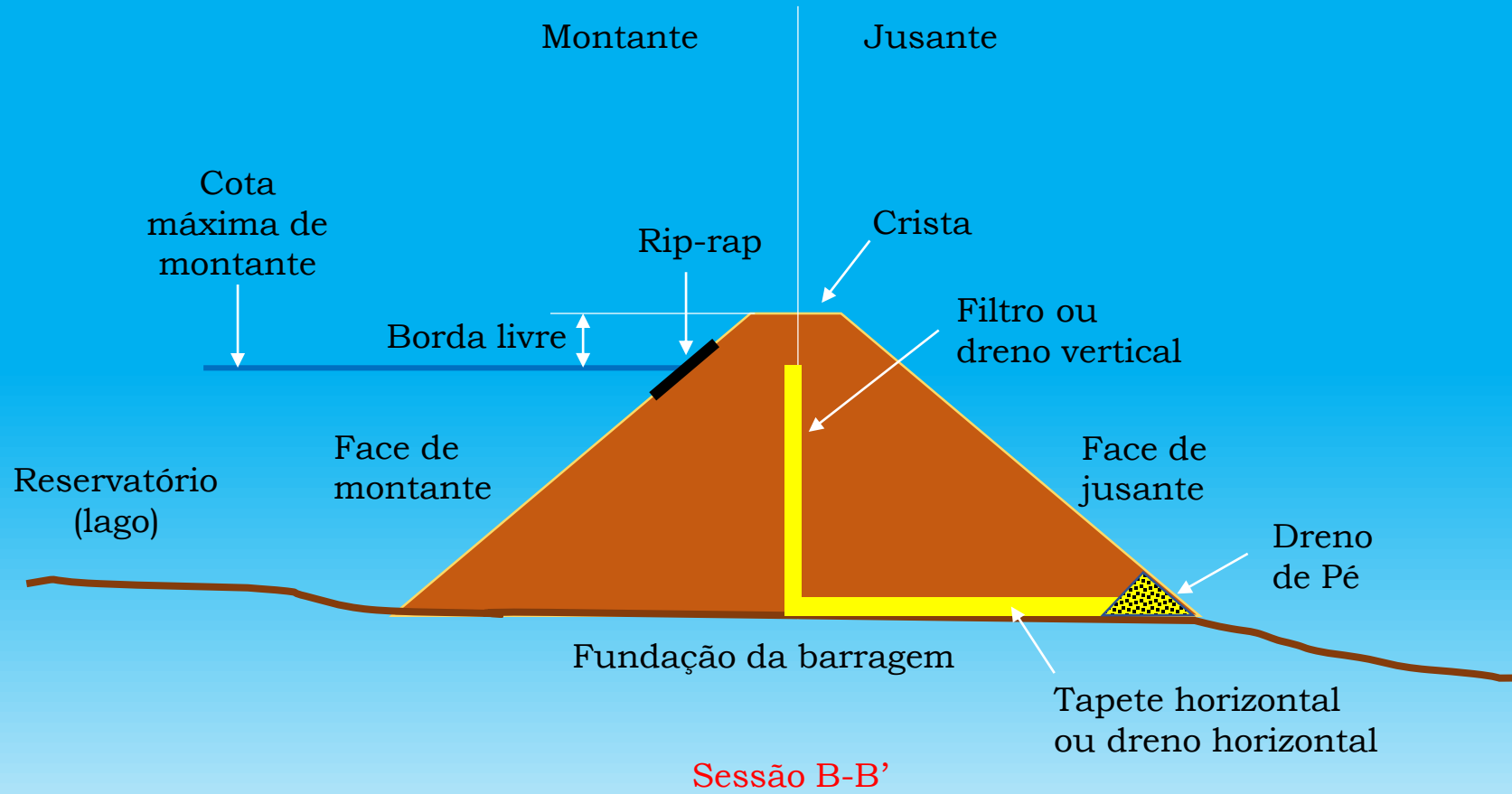


Sessão B-B'

Nomenclatura básica de barragens



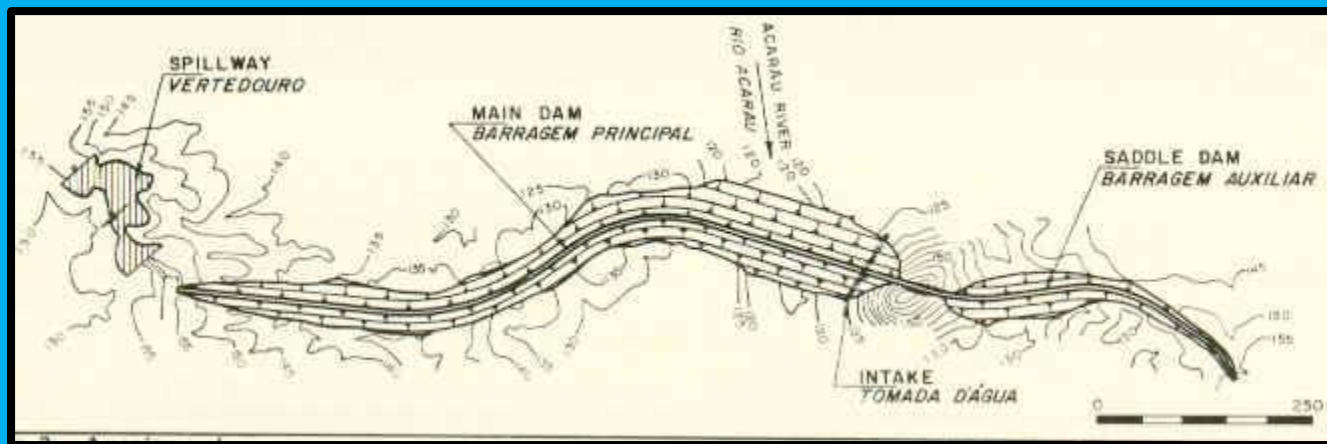
Nomenclatura básica de barragens



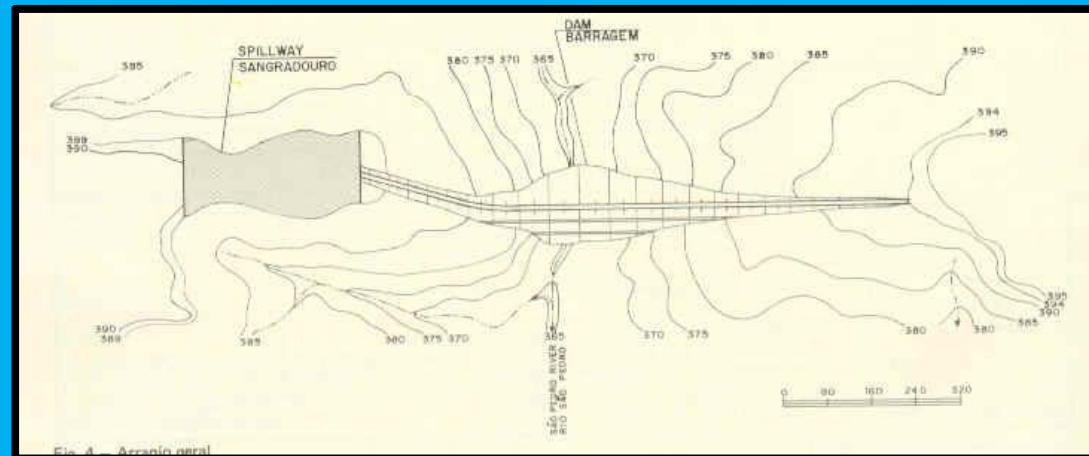
Outros detalhes serão apresentados ao longo do curso.

Barragens Implantadas

Barragem Paulo Sarasate, do Açude Araras – Ceará.

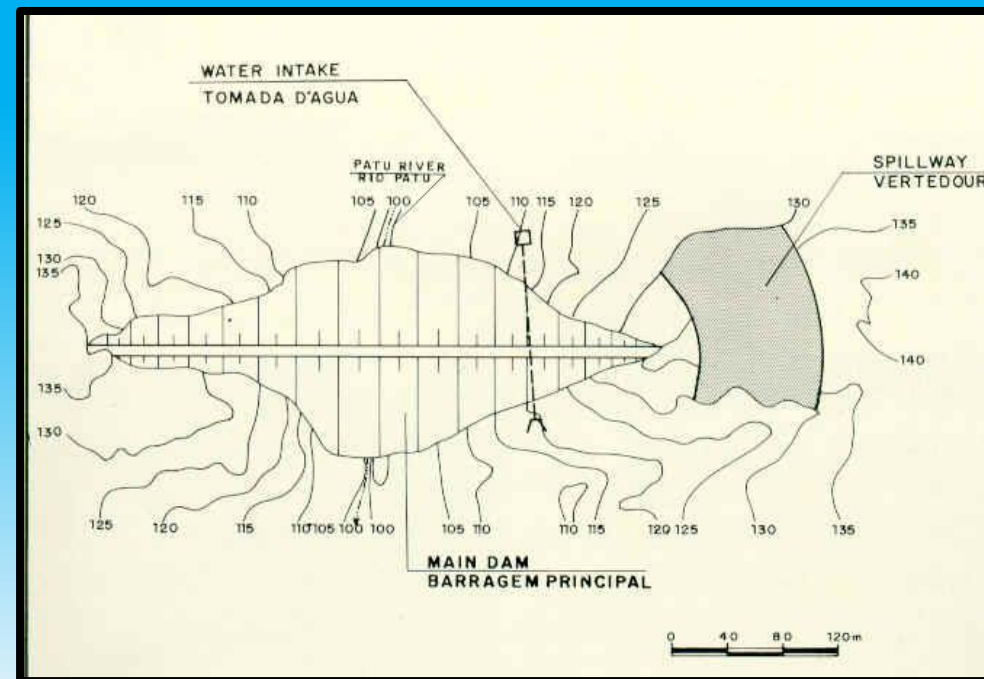
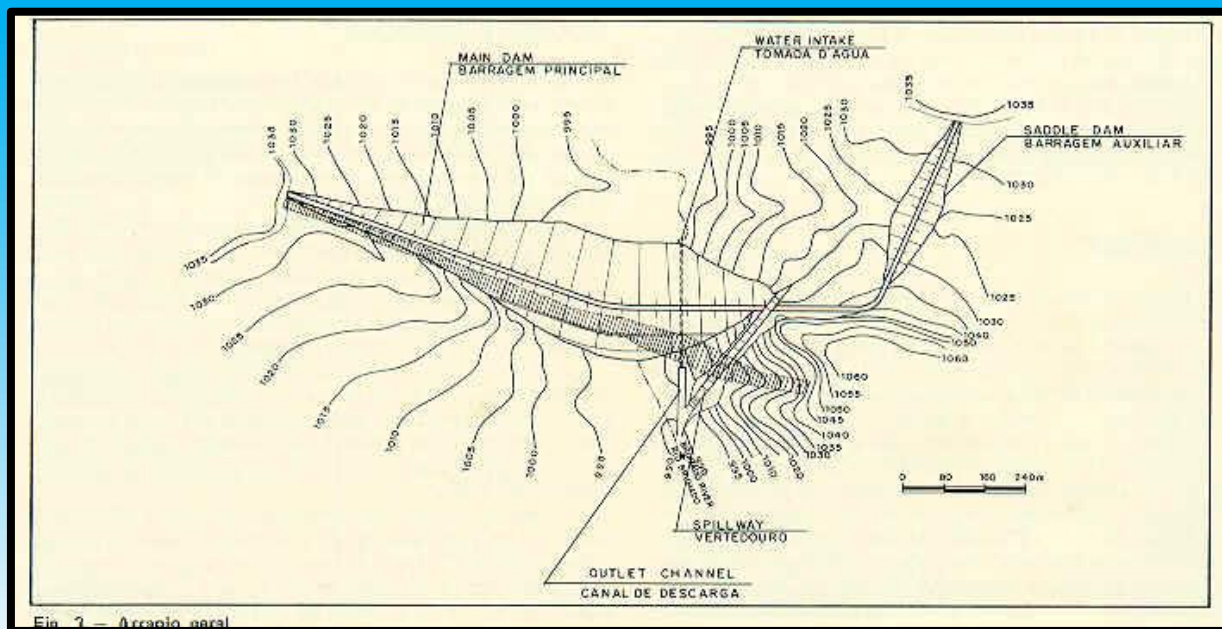


Barragem do Açude Entremontes - Pernambuco

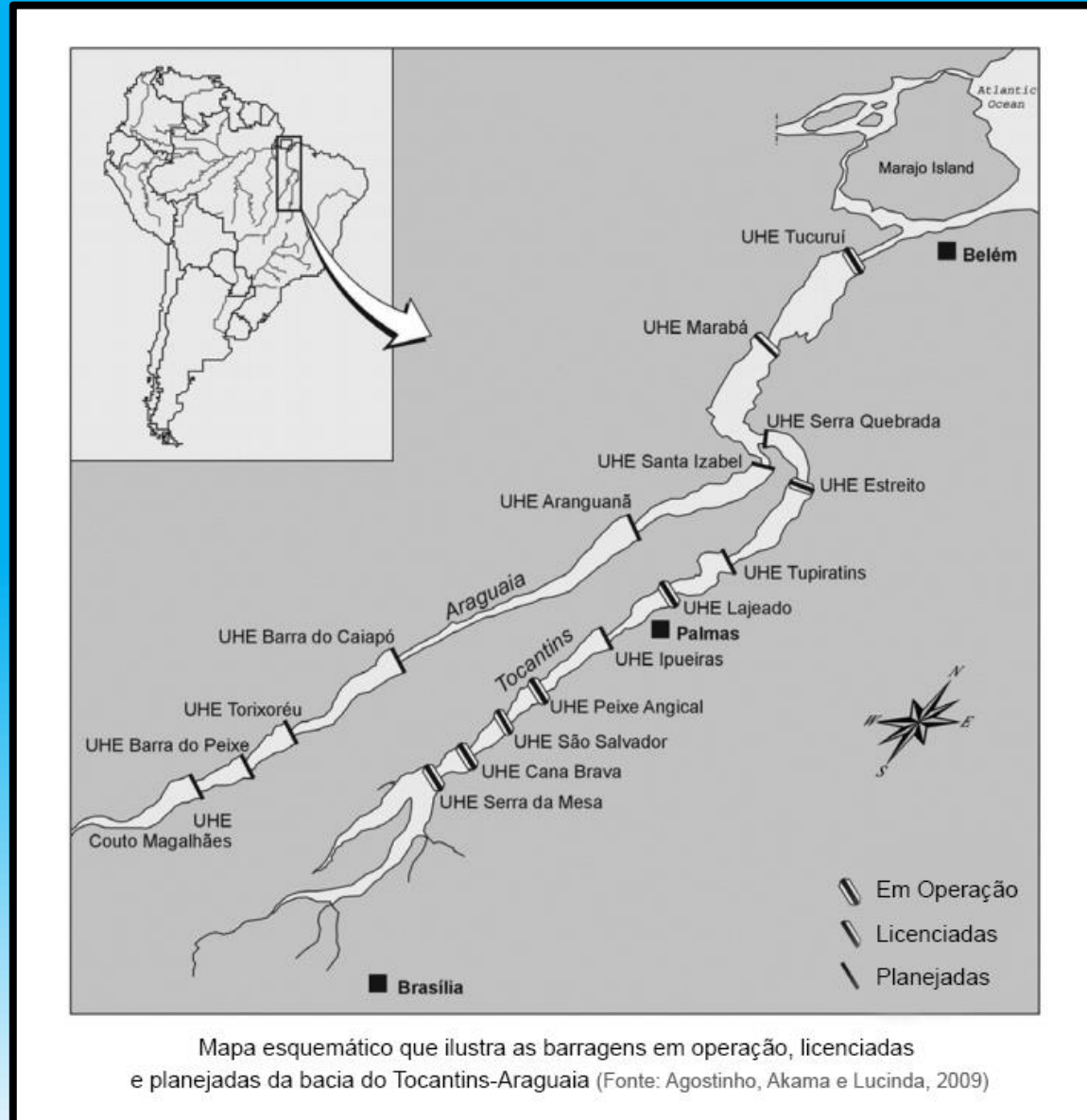


Barragem do Açude Patu – Ceará.

Barragem Luiz Vieira, do Açude Brumado – Bahia.



Barragens Implantadas ao longo de um rio



Plano diretor (ou inventário)

Viabilidade

Projeto básico

Projeto executivo

Inventário

- Identificação das bacias hidrográficas.
- Possíveis barramentos.
- Priorizar alternativas (objetivos e condicionantes geológicas e ambientais).

Inventário

FORMULÁRIO PARA SOLICITAÇÃO DE REGISTRO ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO



(O Formulário deve ser preenchido em meio digital e todas as folhas deverão estar rubricadas, inclusive os anexos)

DATA: / /

Página 1 de 3

1. - ETAPA DE ESTUDO/PROJETO

Estudo de Inventários

Revisão de Inventários

1.1. - EM CASO DE PEDIDO DE REVISÃO DE INVENTÁRIO APRESENTAR JUSTIFICATIVAS PARA A ELABORAÇÃO DA REVISÃO

Incluir resultados preliminares que indiquem a possibilidade de melhoria do aproveitamento ótimo já definido, incluindo tabelas comparativas que foquem potências, áreas alagadas, etc.

2. QUALIFICAÇÃO DO INTERESSADO

*Na hipótese de haver mais de uma empresa interessada, o item 2.1 deverá ser preenchido individualmente, sendo obrigatória a indicação de uma líder, que será responsável pela interlocução com a ANEEL, valendo a mesma orientação para a hipótese de constituição de consórcio.

O interessado deverá apresentar, juntamente com o formulário preenchido, cópia autenticada dos seguintes documentos:

..... **PESSOA JURÍDICA**

-Ata constitutivo da empresa, devidamente registrado no órgão competente (apenas a última versão consolidada);

-Contrato de constituição do consórcio, quando for o caso, com a indicação da participação de cada empresa e a designação da líder do consórcio;

-Comprovação de poderes para o representante legal signatário;

..... **PESSOA FÍSICA**

..... Documento de Identidade (RG)

2.1. INTERESSADO

Nome / Razão Social

CPF / CNPJ

CREA Nº

Endereço

CEP

Cidade

Estado

Telefone(s)

Fax

E-mail(s)

Representante Legal

Documento de Identidade (RG)

Cadastro de Pessoa Física (CPF)

Data de Nascimento

2.2. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome / Razão Social

CPF / CNPJ

Endereço

CEP

Cidade

Estado

Telefone(s)

Fax

E-mail(s)

(No caso de empresa informar o nome e o nº do CREA do engenheiro responsável)

Responsável Técnico

CREA Nº

As correspondências serão exclusivamente enviadas para o interessado, que é integralmente responsável pela veracidade das informações ora prestadas, bem como por comunicar eventuais alterações posteriores de endereço. A SCG/ANEEL não se responsabilizará por prejuízos decorrentes do não recebimento de correspondências oficiais por incorreção de dados fornecidos pelo interessado.

3. INFORMAÇÕES HIDROGRÁFICAS DO RIO A SER ESTUDADO

Caso o objetivo seja o inventário de toda a bacia hidrográfica, é necessário informar quais afluentes estarão incluídos no escopo dos estudos e justificar a eventual exclusão de outros rios.

Nome do Curso d'Águas

Afluente do rio

Nome da Sub-Bacia

Nº da Sub-Bacia

FORMULÁRIO PARA SOLICITAÇÃO DE REGISTRO ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO



(O Formulário deve ser preenchido em meio digital e todas as folhas deverão estar rubricadas, inclusive os anexos)

DATA: / /

Página 2 de 3

Nome da Bacia

Nº da Bacia

Estado(s)

Principais municípios impactados

Área de Drenagem Total a ser estudada (km²)

3.1. Coordenadas Geográficas do Trecho de Estudo

Informar as coordenadas geográficas (graus, minutos e segundos) do trecho de estudo.

Início

Latitude

Longitude

Fim

Latitude

Longitude

4. INFLUÊNCIA DO RIO PRINCIPAL

Verificar se há aproveitamento existente ou aprovado em inventário, localizado em trecho do rio principal que possa afetar o rio a ser estudado.

Rio principal

Possibilidade de interferência

SIM

NÃO

Aproveitamento com eventual interferência

Descrição da interferência

5. PRAZO PARA APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS

Deverão ser observados os prazos constantes da tabela abaixo para a apresentação dos Estudos de Inventário.

Área de Drenagem (km²)	Até 1.000	De 1.001 a 5.000	De 5.001 a 50.000	De 50.001 a 100.000	Acima de 100.000
Prazo (dias)	540	630	780	960	1.140

6. RELATÓRIO DE RECONHECIMENTO DO LOCAL

O interessado deverá apresentar, em arquivo digital, relatório com descrição e fotos da região a ser inventariada, incluindo informações sobre os acessos e eventuais interferências pré-identificadas com obras de infraestrutura existentes.

7. EXISTÊNCIA DE ESTUDOS DE INVENTÁRIO JÁ APROVADOS, EM ANÁLISE OU EM ELABORAÇÃO NO RIO BACIA A SER ESTUDADO

Informar os atos de aprovação ou autorização para elaboração de estudos de inventário do rio a ser estudado. CASO NÃO EXISTAM É NECESSÁRIO INFORMAR. As pesquisas devem ser feitas nas seguintes fontes:

- Pesquisa legislativa (clique aqui) para identificação de atos relacionados ao rio a ser inventariado, rio principal e aproveitamentos nele selecionados;
- Aproveitamentos em análise -- realizar pesquisa no Relatório de Acompanhamento de Processos na SCG (http://www.aneel.gov.br/scg), de forma a identificar os aproveitamentos existentes;
- Outras fontes consideradas relevantes para este propósito.

Indicar a partição de quejas já existente.

Informar sobre a sua utilização parcial ou total.

Identificar se existem interessados concorrentes com registro ativo.

Ano	Nº Data do ato	Data de publicação	Ementa

FORMULÁRIO PARA SOLICITAÇÃO DE REGISTRO ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO



(O Formulário deve ser preenchido em meio digital e todas as folhas deverão estar rubricadas, inclusive os anexos)

DATA: / /

Página 3 de 3

8. APROVEITAMENTOS EXISTENTES, JÁ OUTORGADOS, EM ANÁLISE, EM ESTUDO OU DISPONÍVEIS PARA ESTUDO NO RIO A SER INVENTARIADO

Informar os atos existentes relacionados a aproveitamentos localizados no rio a ser estudado, incluindo suas principais características técnicas (potência, níveis operacionais, área de reservatório, energias média e firme, etc.). CASO NÃO EXISTAM É NECESSÁRIO INFORMAR. As pesquisas devem ser feitas nas seguintes fontes, além de outras consideradas relevantes para este propósito:

- Pesquisa Banco de Informações de Geração -- BIG (clique aqui);
- Pesquisa legislativa (clique aqui) para identificação de atos relacionados ao rio a ser inventariado, rio principal e aproveitamentos neles;
- Aproveitamentos em análise -- realizar pesquisa no Relatório de Acompanhamento de Processos na SCG (http://www.aneel.gov.br/scg), de forma a identificar os aproveitamentos existentes;
- Outras fontes consideradas relevantes para este propósito.

Ano	Nº Data do ato	Data de publicação	Ementa

9. EM CASO DE PEDIDO DE SEGMENTAÇÃO DA BACIA APRESENTAR JUSTIFICATIVAS CABÍVEIS

A determinação do aproveitamento ótimo passa necessariamente pela visão da bacia ou sub-bacia como um todo, salvo quando existam condições específicas que imponham a segmentação natural da bacia.

Resalta-se que não são consideradas justificativas para a segmentação da bacia/rio a existência de pontes, cidades, aproveitamentos hidrelétricos ainda não aprovados ou outorgados pela ANEEL, dentre outros.

10. CARTA GEOGRÁFICA

O interessado deverá apresentar, em meio digital, cópia integral, legível e em cores, da última versão de carta planialtimétrica publicada por entidade oficial, disposta de escala, sistema de coordenadas geográficas, legendas e data de publicação, assim como da indicação do rio/bacia a ser inventariado.

11. DEVE SER APRESENTADO, EM MEIO DIGITAL, MAPA GEORREFERENCIADO, INDICANDO:

- o rio a ser estudado, seus principais afluentes e o seu rio principal;
- localização das coordenadas geográficas dos aproveitamentos existentes aprovados/identificados em inventário aprovado;
- localização das coordenadas geográficas dos aproveitamentos existentes aprovados/identificados em inventário aprovado no rio principal;
- caso o pedido esteja referido à segmentação da bacia/rio, deixar explícito no mapa as coordenadas geográficas dos limites do trecho a ser estudado.

12. DEVE SER APRESENTADO O COMPROVANTE DE APORTE DE GARANTIA DE REGISTRO NOS VALORES CONSTANTES DA TABELA A SEGUIR E NA FORMA E MODALIDADES CONSTANTES DO MANUAL DISPONÍVEL NO SITIO DA ANEEL NA INTERNET.

Área de Drenagem (km²)	Até 1.000	De 1.001 a 5.000	De 5.001 a 50.000	De 50.001 a 100.000	Acima de 100.000
Valor (R\$)	103.371,14	258.427,84	516.855,68	723.597,95	826.969,08

Ano	Nº Data do ato	Data de publicação	Ementa

TERMO-DE-OPÇÃO-DE-EIXOS-ENQUADRADOS-COMO-PCHS-CONFORME-RESOLUÇÃO-Nº-672/2015

A (empresa) titular de registro ativo para elaboração do (estudo/revisão) de inventário do rio (...), processo administrativo nº 48500.xxxxxx/20xx-xx, escolhe os eixos discriminados abaixo para exercer o direito de preferência previsto no art. 11 da Resolução Normativa nº 672/2015.

ITEM	POTÊNCIA (kW)
Potência total da alternativa selecionada	
Potência dos eixos identificados como PCH na alternativa selecionada	
Potência dos eixos identificados que promovam regularização	
Potência dos Eixos Identificados sem características de PCH	
Potência total da alternativa selecionada	

EIXOS-ESCOLHIDOS-NA-ALTERNATIVA-SELECIONADA	
NOME-DO-EIXO	POTÊNCIA [MW]
Eixo 1	
Eixo 2	
...	
Eixo n	
Somatório das potências dos n Eixos escolhidos	
Somatório das potências dos n Eixos escolhidos	
Potência dos eixos identificados como PCH na alternativa selecionada%

A tabela não representa uma lista de prioridades, mas sim os eixos efetivamente escolhidos pela empresa para a alternativa de partição de quedas selecionada.

Declaro ter ciência de que caso a alternativa de partição de quedas efetivamente aprovada seja uma composição de estudos ou de alternativas, poderá ser necessária a apresentação de novo termo de opção de eixos devidamente assinado, mediante solicitação da SCG.

(Data e local)

Responsável legal

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL

DESPACHO Nº 1.182, DE 11 DE ABRIL DE 2014.

[Texto Original](#)

[Nota Técnica nº 204/2014-SGH/ANEEL](#)

O SUPERINTENDENTE DE GESTÃO E ESTUDOS HIDROENERGÉTICOS DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso das atribuições estabelecidas nas Portarias nº 1.807, de 10 de maio de 2011 e nº 2.280, de 19 de junho de 2012, na Resolução Normativa ANEEL nº 393, de 4 de dezembro de 1998, e o que consta do Processo nº 48500.004043/2012-00, resolve: (i) aprovar os Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Apiaí-Guaçu, localizado na sub-bacia 64, bacia hidrográfica do rio Paraná, no Estado de São Paulo, apresentados pela empresa Maringá-Ferro Liga S.A., inscrita no CNPJ nº 61.082.988/0001-70; (ii) determinar que na etapa de projeto básico sejam atendidas as recomendações contidas na Nota Técnica que subsidiou a aprovação dos estudos; e (iii) informar que os aproveitamentos identificados possuem concessão, portanto, não podem ser objeto de solicitação de registro.

AHE	Coordenadas geográficas dos eixos dos barramentos e casas de força**	Distância aproximada da foz [km]	Área de Drenagem [km ²]	N.A máx. normal de montante [m]***	N.A normal de jusante [m]***	Potência Instalada [MW]	Área do Reservatório [km ²]
PCH Corredeira do Capote *	24°10'08,32''S 48°42'47,20''W	173,12	579,00	782,38	755,39	2,511	0,57
PCH Salto da Barra *	24°03'50,42''S 48°43'36,56''W	153,68	710,60	714,46	684,93	3,272	0,05
PCH Santa Maria *	24°01'12,67''S 48°43'18,91''W	143,61	758,60	670,15	636,01	4,008	0,35

* Aproveitamento existente.

** Coordenadas em SAD 69.

*** Altimetria determinada a partir do modelo MAPGEO2010.

ODENIR JOSÉ DOS REIS



BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BRANCO/RR



Bacia Hidrográfica do Rio Branco /RR

ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RELATÓRIO FINAL

AAI – AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA
VOLUME 1/2

EP510.RE.BR204
BCO-A-62-000.001-RE-R1



fev/2011

SUMÁRIO – VOLUME 1/2

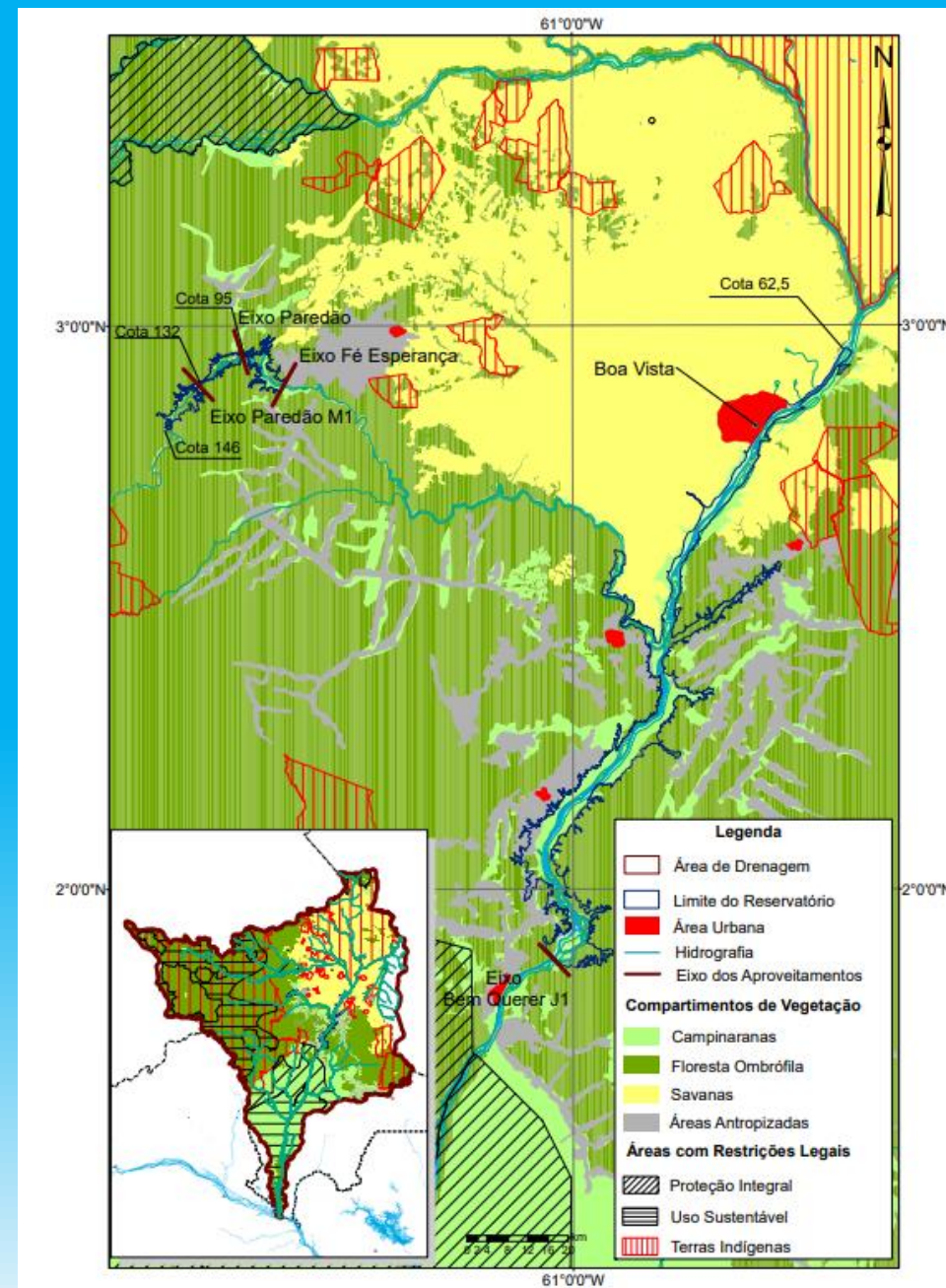
1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.2	ESTUDOS ANTERIORES	3
1.3	INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO DA BACIA DO RIO BRANCO	4
2	ESTRUTURA METODOLÓGICA	8
3	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	12
3.1	RECURSOS HÍDRICOS E ECOSISTEMAS AQUÁTICOS	12
3.2	MEIO FÍSICO E ECOSISTEMAS TERRESTRES	19
3.3	SOCIOECONOMIA	25
3.4	POPULAÇÕES INDÍGENAS	35
4	AValiação AMBIENTAL DISTRIBUÍDA (AAD)	39
4.1	AValiação DE SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL	39
4.1.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	39
4.1.2	METODOLOGIA	40
4.1.3	AValiação DE SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL POR TEMA E POR SUBÁREA	43
5	AValiação SOCIOAMBIENTAL INTEGRADA (AAI)	94
5.1	CENÁRIO PROSPECTIVO DA BACIA DO RIO BRANCO (TENDENCIAL)	94
5.1.1	METODOLOGIA	94
5.1.2	PARÂMETROS MACROECONÔMICOS	97
5.1.3	PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS	99
5.1.4	EVOLUÇÃO DO PIB DO ESTADO DE RORAIMA NO CONTEXTO DA REGIÃO NORTE	100
5.1.5	PRINCIPAIS TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO DO ESTADO DE RORAIMA E DA BACIA DO RIO BRANCO – FATORES ENDÓGENOS E EXÓGENOS	104
5.1.6	DELIMITAÇÃO DA ÁREA POTENCIAL DE EXPANSÃO DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS E DE EXTRATIVISMO VEGETAL NA BACIA DO RIO BRANCO	109
5.1.7	ESTIMAÇÃO DO VALOR AGREGADO CONSIDERANDO A EFETIVA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE EXPANSÃO E RECUPERAÇÃO/CONSOLIDAÇÃO DAS ÁREAS JÁ ANTROPIZADAS	119

5.1.8	ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO DE RORAIMA E DA BACIA DO RIO BRANCO E DA EVOLUÇÃO DE SUA ESTRUTURA PRODUTIVA NO CENÁRIO COM PLENA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE EXPANSÃO	123
5.2	AValiação DE SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL DE 2030	127
5.2.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	127
5.2.2	METODOLOGIA	127
5.2.3	AValiação DE SENSIBILIDADE SOCIOAMBIENTAL DE 2030 POR TEMA-SÍNTESE E POR SUBÁREA	128
5.3	AValiação DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	162
5.3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	162
5.3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS SELECIONADOS NOS ESTUDOS DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO	162
5.3.3	METODOLOGIA	178
5.3.4	SELEÇÃO DOS INDICADORES DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	181
5.3.5	AValiação DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	197
5.4	AValiação DA FRAGILIDADE E POTENCIALIDADE SOCIOAMBIENTAL	225
5.4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	225
5.4.2	METODOLOGIA	225
5.4.3	AValiação DAS FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES POR TEMA E SUBÁREA	227
5.5	ANÁLISE COMPARATIVA DE CENÁRIOS SOCIOAMBIENTAIS	241
6	CONCLUSÕES	246
6.1	QUADRO REFERENCIAL DE SUSTENTABILIDADE	246
6.2	DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES	254
6.2.1	DIRETRIZES AOS EMPREENDEDORES	255
6.2.2	DIRETRIZES AO SETOR ELÉTRICO	265
6.2.3	RECOMENDAÇÕES AOS DEMAIS ATORES RELACIONADOS À BACIA DO RIO BRANCO	266
7	ANEXOS	274
7.1	ANEXO 1 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	274
7.2	ANEXO 2 – SEMINÁRIO PÚBLICO DE DIVULGAÇÃO DA AAI	278
7.2.1	OBJETIVOS	278
7.2.2	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES	279
7.3	ANEXO 3 – COMPLEMENTOS	281
7.3.1	REDUÇÃO DOS LIMITES DA FLORESTA NACIONAL DE RORAIMA	281
7.3.2	BACIA DO RIO IRENG/MAU	284

Inventário

Tabela 1.3-1 – Alternativas selecionadas nos Estudos Preliminares do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Branco

Alternativa	Aproveitamento	Nível d'água (m)	Local	Reservatório (km ²)	Potência instalada (MW)
BR-R2-D4'	Bem Querer J1 A	62,5	rio Branco	559,1	708,39
	Parafuso A	200,0	rio Mucajaí	104,1	158,65
	Paredão M1	146,0	rio Mucajaí	23,6	69,93
	Paredão A	132,0	rio Mucajaí	16,7	199,33
	Fé Esperança	95,0	rio Mucajaí	25,2	71,72
BR-R2-D8'	Bem Querer J1 A	62,5	rio Branco	559,1	708,39
	Parafuso B	190,0	rio Mucajaí	51,4	113,28
	Paredão M1	146,0	rio Mucajaí	23,6	69,93
	Paredão A	132,0	rio Mucajaí	16,7	199,33
	Fé Esperança	95,0	rio Mucajaí	25,2	71,72
BR-R2-D17	Bem Querer J1 A	62,5	rio Branco	559,1	708,39
	Paredão M1	146,0	rio Mucajaí	23,6	69,93
	Paredão A	132,0	rio Mucajaí	16,7	199,33
	Fé Esperança	95,0	rio Mucajaí	25,2	71,72
BR-R2-D19	Bem Querer J1 B	60,0	rio Branco	369,6	584,50
	Paredão M1	146,0	rio Mucajaí	23,6	69,93
	Paredão A	132,0	rio Mucajaí	16,7	199,33
	Fé Esperança	95,0	rio Mucajaí	25,2	71,72
BR-R1-D18	Bem Querer A	62,5	rio Branco	544,9	645,32
	Paredão M1	146,0	rio Mucajaí	23,6	69,93
	Paredão B	127,0	rio Mucajaí	8,8	172,34
	Fé Esperança	95,0	rio Mucajaí	25,2	71,72





Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas

edição 2007

CEPEL 
Grupo Eletrobrás


ESTAL
Energia S.A.



**POLO DE EXCELÊNCIA
EM FLORESTAS**



**CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS PARA FINS DE
AGRICULTURA IRRIGADA
CENÁRIO REGULATÓRIO**



Viçosa, MG
Outubro/2014

Viabilidade (aprox. 2 anos)

- Estudos de uma das alternativas.
- Definição da posição do eixo da barragem.
- Definir o tipo de barragem.
- Arranjo para a obra.
- Viabilidade técnica e econômica.

Alternativas

- Quanto mais alta a barragem mais energia pode ser gerada.
- Quanto mais alta e mais longa mais material é utilizado e mais custosa será a barragem.
- Quanto maior e mais longa, maior o reservatório e maior interferência no meio ambiente e em áreas ocupadas.

Fatores que afetam a escolha do local da barragem:

- Topografia
- Geologia e condições de fundação e obreiras
- Disponibilidade de materiais
- Tamanho e localização do vertedouro
- Fatores sísmicos
- Altura da barragem.
- Custo de construção e manutenção.

Topografia

Vales estreitos sugerem barragens de concreto

Regiões mais planas sugerem barragens de terra com vertedouro afastado.

Vales em formato de V indicam barragem em arco.

Geologia e condições de fundação e obreiras

Estes aspectos devem ser profundamente investigados.

Alguns tipos comuns de fundação são:

- Rocha sã – praticamente todos os tipos de barragens podem ser construídos
- Material granular grosso - são adequados para barragens de terra ou enrocamento.
- Siltes e areia fina – são adequados para barragens de terra e pequenas barragens de gravidade.
- Argila – Devem gerar recalques elevados. Nem barragens de gravidade ou enrocamento devem ser consideradas. Barragens de terra com algum tratamento pode ser considerada.

Disponibilidade de materiais

Devem ser disponíveis e a uma distância viável.

Tamanho e localização do vertedouro

Uma adequada avaliação hidrológica é necessária. Sem vertedouro não há barragem!

Aspectos sísmicos

A estrutura escolhida deve suportar terremotos. Os tipos mais adequados a este tipo de solicitação são as barragens de terra e gravidade.

Altura da barragem

Projeto básico

- Dados necessários para licitação.
- Estudos detalhados
 - Topográficos.
 - Hidrológicos.
 - Geológicos.
 - Geotécnicos.
- Avaliação do tratamento de fundação.
- Instrumentação e monitoramento.
- Análise dos aspectos:
 - Sociais
 - Econômicos
 - Ambientais
- Avaliação dos impactos da obra.
- Estudos do eixo da barragem.
 - Aberturas de poços e trincheiras.
 - Sondagens (classificação e ensaios de perda d'água.
 - Mapeamento.
- Levantamento dos materiais envolvidos na obra.
 - Volumes e jazidas
 - Coleta de material para ensaios.

Projeto executivo

- Complementação do projeto básico.
- Avaliar a geologia com base nas escavações.
- Eventuais modificações do projeto básico.
- Sondagens complementares.
- Ensaios complementares.
- Soluções para eventuais problemas construtivos (jazidas, clima, compactação, desvio do rio, etc.)

Acompanhamento (obra e operação)

- Aterro (controle e pressão de água).
- Estabilidade dos taludes naturais do reservatório.
- Verifica erosões, superficiais e interna.
- Surgências.
- Sismos.
- Obter dados da instrumentação e analisar.
- Verificar a formação de trincas.

Table 2.2 Reservoir capacities of the failed embankment dams

Reservoir capacity ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	Number of cases	Percentage (%)
≥ 1000	7	0.7
1000–100	20	1.9
100–10	71	6.7
10–1	59	5.5
<1	112	10.5
Unknown	796	74.7
Sum	1065	100.0

Table 2.3 Heights of the failed embankment dams

Dam height (m)	Number of cases	Percentage (%)
≥ 100	3	0.3
100–60	10	0.9
60–30	53	5.0
30–15	186	17.5
<15	659	61.9
Unknown	154	14.5
Sum	1065	100.0

Table 2.6 Categories of dam failure causes involved in the dam failure database in Appendix A (based on MWR, 1993)

No.	Cause
1	Overtopping 1. Insufficient spillway capacity 2. Extreme flood exceeding design criteria
2	Quality problems 1. Internal erosion in dam 2. Sliding of dam 3. Internal erosion in foundation 4. Internal erosion around spillway 5. Quality issues in spillway 6. Internal erosion around culverts and other embedded structures 7. Quality issues with culverts and other embedded structures
3	Poor management 1. Loss of reservoir capacity for flood control due to over storage prior to flood season 2. Poor maintenance and operation 3. Temporary heightening of spillway crest not removed in time 4. Organization issue: unclear responsibility for dam management
4	Disasters 1. Earthquakes 2. Wars and terrorist attacks 3. Breaching of upstream dam 4. Reservoir landslides 5. Rodent den
5	Others 1. Spillway blockage due to bank slide in reservoir 2. Excavation on dam for discharging 3. Poor design options 4. Poor planning of project layout
6	Unknown

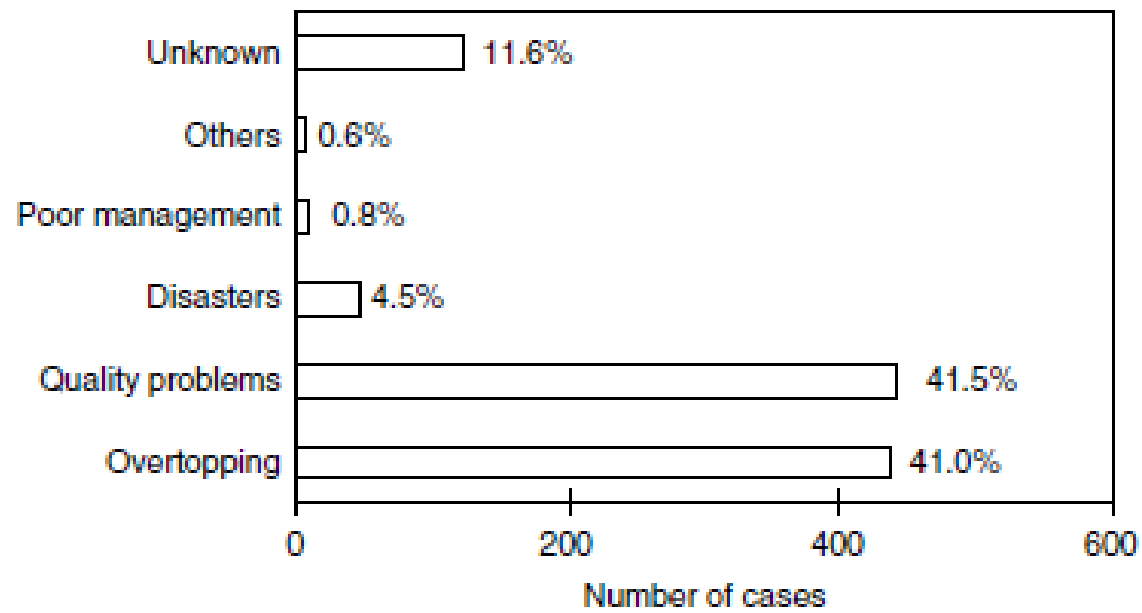
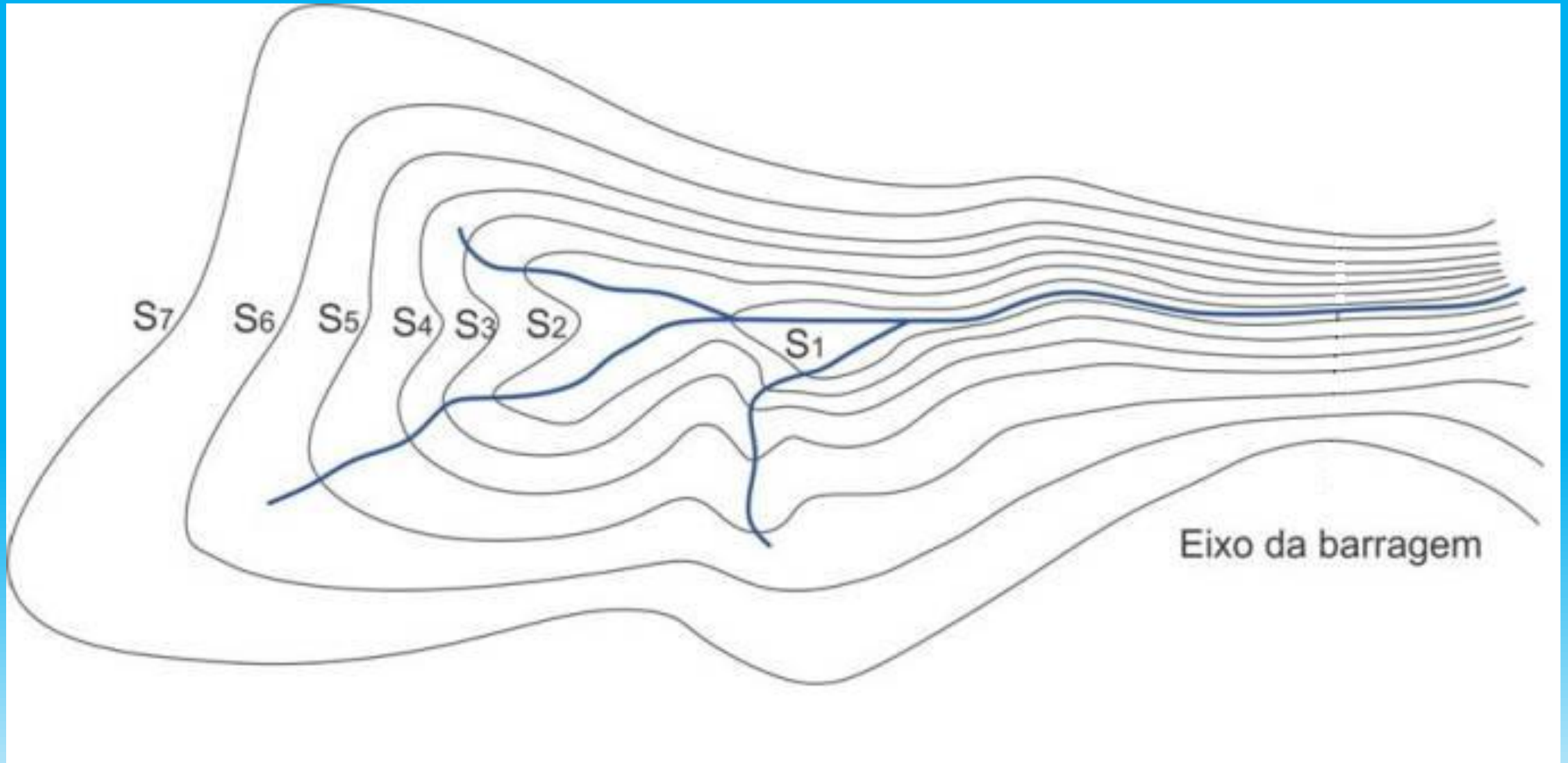


Figure 2.5 Percentages of causes for embankment dam failures. *Source:* Zhang et al. (2009). With permission from Taylor & Francis

Escolha o local e implante esquematicamente uma barragem de terra



Desenhe esquematicamente uma seção de uma barragem de terra com 20m de altura e fundação em rocha sã.

Leve em consideração aspectos sobre: estabilidade e fluxo

