

BARRAGENS DA COPASA NA BACIA DO RIO VERDE GRANDE

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Segurança de Barragens:**

- ✓ **A lei mais antiga (de cerca de 2000 anos A.C) relacionada à segurança de barragens é o Código de HAMURABI, Babilônia (Carvalho, 2011), onde foi escrito:**
 - **Caso haja colapso no dique, o proprietário deve ressarcir todos os danos materiais causados;**
 - **Caso não tenha recursos para cobrir os danos, o proprietário transfere seus bens e escravos aos atingidos pela inundação;**
 - **Caso as duas condições acima ainda não cubrirem os danos causados, o proprietário se torna escravo dos atingidos.**
- ✓ **No ano de 2006, atendendo à Deliberação Normativa do COPAM nº 87, a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM disponibilizou em seu “site” o inventário sobre o cadastramento e segurança das barragens existentes no Estado de Minas Gerais. Foram registradas 606 estruturas de contenção de rejeitos, resíduos e reservatórios d’água, sendo 373 pertencentes à mineradoras e 233 à indústrias. Essa quantia não representa todo o universo de barragens existentes no Estado e também não contém as barragens cadastradas de propriedade da COPASA MG.**

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Segurança de barragens:**

- ✓ **Lei 12.334/2010: Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.**
- ✓ **Definições segundo a Lei 12.334/2010:**
 - **Barragem: qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.**
 - **Segurança de barragens: condição que vise a manter a sua integridade estrutural (estável) e operacional (utilização social) e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.**

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Segurança de barragens:**

✓ **A Lei 12.334/2010 aplica-se a barragens (Art. 1º):**

I - altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros);

II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³;

III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;

IV - categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 6º.

✓ **Responsabilidade pela Fiscalização (Art. 5º):**

▪ **à entidade que outorgou o direito de uso dos recursos hídricos → ANA (domínio federal) e entidades estaduais (domínio estadual – em MG: IGAM);**

▪ **à entidade que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico (obs.: uso preponderante de geração hidrelétrica) → ANEEL;**

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Segurança de barragens:**

✓ **Responsabilidade pela Fiscalização (Art. 5º):**

- **à entidade outorgante de direitos minerários → Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;**
- **à entidade que forneceu licença ambiental (LI e LO) para disposição de resíduos industriais → IBAMA (domínio federal) e entidades estaduais (domínio estadual – em MG: FEAM).**

✓ **Classificação das barragens (Art. 7º) – Matriz de Risco e Dano Potencial Associado:**

- a. Categoria de Risco - diz respeito aos aspectos da própria barragem que possam influenciar na probabilidade de um acidente: aspectos de projeto, integridade da estrutura, estado de conservação, operação e manutenção, atendimento ao Plano de Segurança, dentre outros;**
- b. Dano Potencial Associado – é o que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais.**

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ Segurança de barragens:

✓ Classificação das barragens (Art. 7º) – Matriz de Risco e Dano Potencial Associado:

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	A	C	D
BAIXO	A	C	E

✓ Consequências da Classificação:

- Periodicidade de inspeções regulares;
- Periodicidade de revisões periódicas de segurança;
- Obrigatoriedade do Plano de Ação de Emergência - PAE (Dano Alto).

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Segurança de barragens:**
- ✓ **Periodicidade de inspeções regulares:**

Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado

Categoria de Risco	Periodicidades - Inspeções (ANA)-(ANEEL)-(DNPM)		
	Alto	(S)-(S)-(A)	(S)-(A)-(A)
Médio	(S)-(A)-(A)	(A)-(B)-(A)	(A)-(B)-(A)
Baixo	(S)-(A)-(A)	(A)-(B)-(A)	(B)-(B)-(A)
Dano Potencial	Alto	Médio	Baixo

S: Semestral; A: Anual; B: Bianual

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Segurança de barragens:**
- ✓ **Periodicidade de revisões periódicas de segurança:**

Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado

Categoria de Risco	Periodicidades -Revisão Periódica de Segurança (Anos) (ANA)-(ANEEL)-(DNPM)		
	Alto	(5)-(5)-(5)	(5)-(7)-(5)
Médio	(5)-(7)-(5)	(7)-(10)-(7)	(10)-(10)-(10)
Baixo	(5)-(7)-(7)	(7)-(10)-(10)	(10)-(10)-(10)
Dano Potencial	Alto	Médio	Baixo

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ Segurança de barragens:

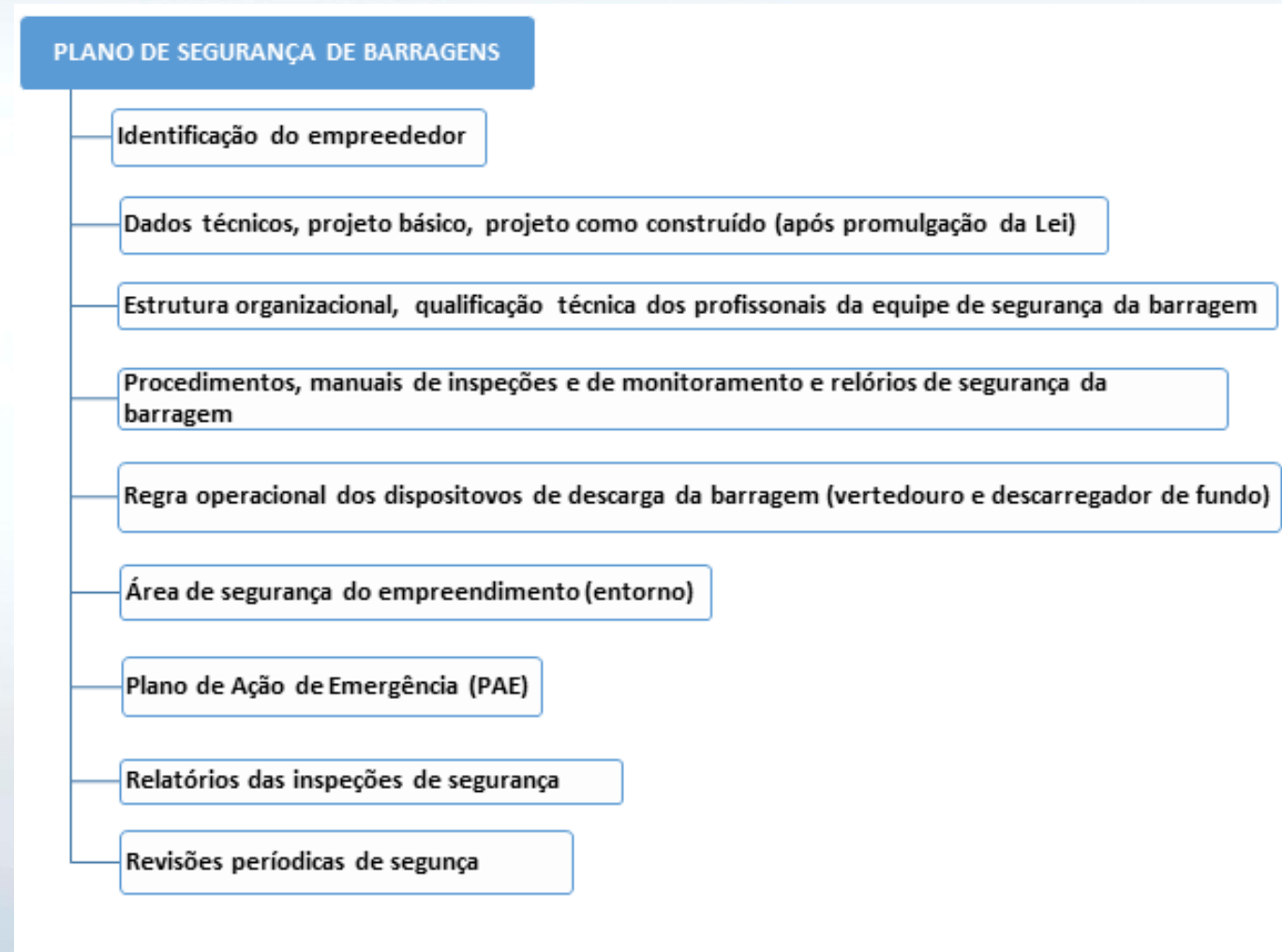
- ✓ Resolução ANA nº 91 – estabelece datas limites da Revisão de Segurança de Barragem, baseado no número de barragens que possui o empreendedor, conforme cronograma abaixo:

Número de Barragens por Empreendedor	Prazos para Elaboração das Revisões Periódicas de Segurança de Barragem (contados a partir de 20 de setembro de 2012)	
	Prazos Intermediários	Prazo Limite
1 barragem	-	1 ano
2 barragens	-	2 anos
3 a 5 barragens	3 barragens em até 2 anos	5 anos
6 a 10 barragens	4 barragens em até 3 anos	7 anos
11 a 20 barragens	6 barragens em até 3 anos	10 anos
Mais que 20 barragens	7 barragens em até 4 anos	12 anos

- ✓ COPASA possui 08 grandes barragens → tem até o dia 20 de setembro de 2019 para concluir a revisão periódica de segurança dessas barragens.

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Segurança de barragens:**
- ✓ **Conteúdo mínimo do Plano de Segurança de barragem (Art. 8º):**




Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Gestão de barragens na COPASA:**

- ✓ **Existência de equipe envolvida em segurança de barragem: as equipes dos sistemas operacionais de cada uma das barragens fazem a leitura dos instrumentos, e promovem a manutenção dos taludes e crista, com capina, limpeza das canaletas de drenagem, remoção de arbustos, formigueiros e cupinzeiros;**
- ✓ **Elaboração do Plano de Segurança de Barragem para as 07 grandes barragens existentes;**
- ✓ **Criação do Comitê de Gestão das Barragens da COPASA MG - CGBC;**
- ✓ **Contratação de serviços técnicos de engenharia em auditoria, gestão de riscos e segurança de barragens, contemplando: auditar as barragens a partir das informações disponíveis e/ou complementares que se fizerem necessárias; prover o treinamento em monitoramento e inspeção das equipes responsáveis pela segurança; elaborar e/ou revisar os Planos de Segurança, elaborar os Estudos de Rompimento Hipotético "Dam Break" e a Especificação Particular para implantação e/ou atualização dos Planos de Ação de Emergência (PAE) das grandes barragens da COPASA MG.**

Barragens da COPASA na Bacia do rio Verde Grande

 COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS CGBC - COMITÊ DE GESTÃO DAS BARRAGENS DA COPASA MG Relação das Grandes Barragens da COPASA									
Superintendência	Barragem	Município	Material de Construção	Coordenadas UTM			Altura (m)	Compr. (m)	Reservatório (m ³)
					E	N			
RMBH	Serra Azul	Juatuba	Terra Homogênea	23k	568.615	7.791.475	48,0	640,0	9,32E+07
	Vargem das Flores	Contagem	Terra Homogênea	23k	586.920	7.797.320	25,5	380,0	4,40E+07
	Rio Manso	Rio Manso	Terra Zonada	23k	577.675	7.772.265	54,0	580,0	1,51E+08
SPJM	Medina	Medina	Terra Homogênea	24k	229.600	8.207.896	25,0	150,0	2,37E+06
	Soberbo	Pedra Azul	Terra Homogênea	24L	255.840	8.245.944	27,0	224,5	3,10E+06
	Todos os Santos	Teófilo Otoni	Terra Homogênea	24k	225.844	8.245.940	32,0	180,0	1,28E+07
SPNT	Juramento	Montes Claros	Terra Homogênea	23k	642.208	8.145.315	38,0	670,0	4,25E+07
	Mato Verde	Mato Verde	Terra Zonada	23L	734.568	8.293.707	34,5	202,0	1,24E+06

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ BARRAGEM JURAMENTO



Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

DADOS GERAIS	
Nome	Juramento
Município	Montes Claros
Latitude	16°46'20"S
Longitude	43°39'56"W
Finalidade	Abastecimento de água
El. Crista da Barragem (m)	647,80
Empresa Projetista	Leme Engenharia
Construção - Etapa	Maciço final construído em 1 etapa
Altura Atual da Barragem	38,00 m
Comprimento Atual da Crista	670,00 m
Tipo de Seção	Homogênea
Drenagem Interna	Filtro vertical de areia / Tapete drenante tipo sanduiche / dreno de pé.
Instrumentação	Piezômetros, placas de recalque, medidores de vazão, marcos superficiais, medidores de nível de água e furos de alívio.

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

ESTUDOS GEOTÉCNICOS	
Sondagens	A percussão e rotativas, poços e trincheiras. Executados ensaios de perda d'água e infiltração.
Parâmetros dos Materiais do aterro	Provenientes de ensaios laboratoriais.
HIDROLOGIA / HIDRÁULICA	
Área da Bacia	335 km ²
N.A Normal (m)	640,25 m
N.A Máximo Maximorum (m)	646,30 m
ESTRUTURAS VERTENTES	
Tipo de Vertedouro	Soleira livre, perfil "Creager"

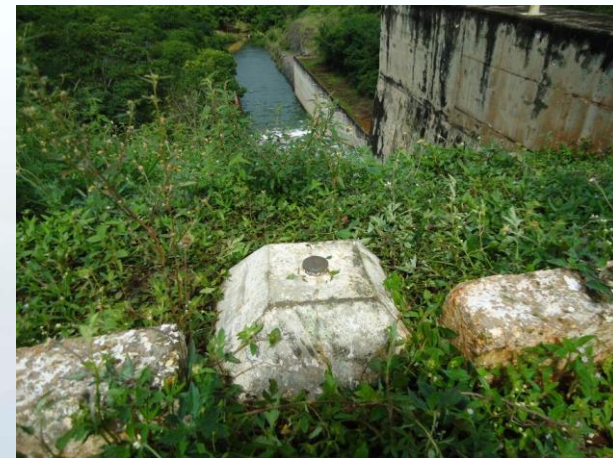
Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ Instrumentação implantada:

- ✓ Piezômetros pneumáticos: 20 unidades;
- ✓ Placas de recalque: 10 unidades;
- ✓ Medidores de nível de água: 02 unidades;
- ✓ Marcos superficiais de deformação: 10 unidades;
- ✓ Piezômetros de galeria: 06 unidades;
- ✓ Medidores de vazão: 03 unidades.

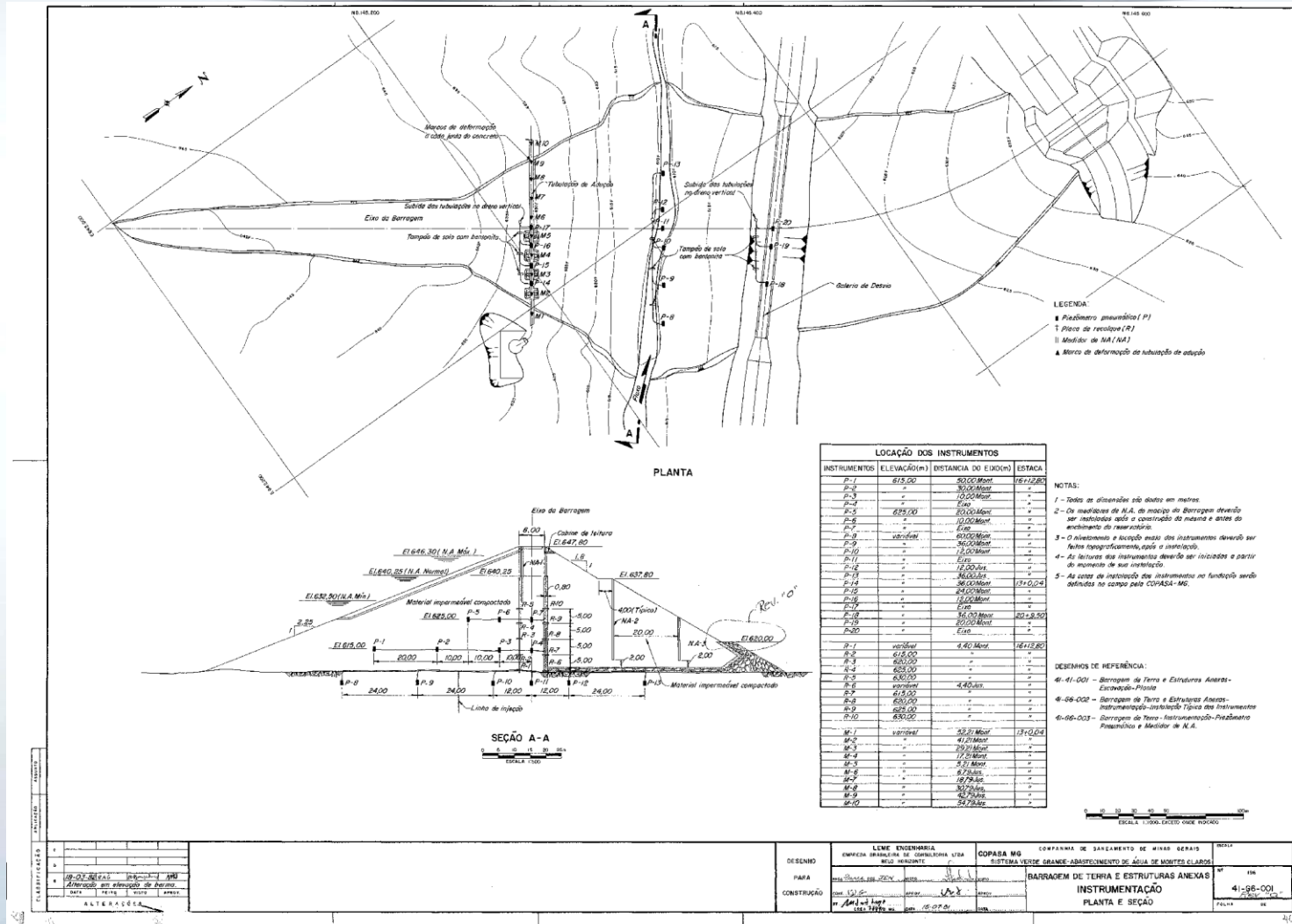


Vertedor triangular na base da barragem



Marco superficial de deformação

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande



Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Classificação da barragem:**

✓ **Critério de classificação conforme Deliberação Normativa COPAM Nº 87/2005:**

Parâmetros de Classificação da barragem Juramento				
Altura da Barragem H (m)	Volume do Reservatório (x)	Ocupação Humana a Jusante	Interesse Ambiental a Jusante	Instalações na Área a Jusante
H > 30	V > 5	Grande	Significativo	Alta concentração
V = 2	V = 2	V = 4	V = 1	V = 2

➔ O somatório dos valores V é igual a 11, o que classifica a Barragem Juramento na Classe III, com alto potencial de dano ambiental, devendo ser auditada anualmente.

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Classificação da barragem:**
- ✓ **Critério de classificação conforme Resolução ANA Nº 236/2017:**
- **A categoria de risco foi classificada como baixa e o dano potencial associado como alto, o que classifica a Barragem Juramento na Classe A.**

NOME DA BARRAGEM	Juramento
NOME DO EMPREENDEDOR	COPASA
DATA:	30/10/2018

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	16
2	Estado de Conservação (EC)	1
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	12
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		29

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO		CRI
	ALTO		> = 60 ou EC* = 8 (*)
	MÉDIO		35 a 60
	BAIXO		< = 35

(*) Pontuação (8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.

II.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO		Pontos
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		25

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		DPA
	ALTO		> = 16
	MÉDIO		10 < DP < 16
	BAIXO		< = 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

CATEGORIA DE RISCO	Baixo
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Alto

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Plano de Inspeção, Manutenção e Monitoramento:**
- ✓ **A barragem possui um Plano de Operação e Manutenção e Plano de Monitoramento e Instrumentação, elaborado pela Engesolo, em 2014, além do Manual de Leitura da Instrumentação, elaborado pela DAM Projetos de Engenharia, em julho de 1995, onde são estabelecidas as atividades envolvidas na operação, manutenção, monitoramento e instrumentação, com os níveis máximos admissíveis para a leitura dos instrumentos da Barragem Juramento, visando garantir a segurança da estrutura ao longo de sua operação.**
- ✓ **Atualmente, a COPASA mantém um programa de inspeção mensal na barragem, utilizando pessoal próprio. De acordo com o resultado das inspeções, são programados os serviços de manutenção das estruturas civis. Caso seja detectada alguma anomalia nestas inspeções que represente uma situação de risco, é feita uma avaliação técnica pela equipe técnica da COPASA.**

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ Avaliação de segurança mais recente:

- ✓ Visita técnica realizada em 26/09/2018, equipe formada por profissionais da consultoria contratada, com o acompanhamento de membros do Comitê de Gestão das Barragens da COPASA MG – CGBC;
- ✓ Declaração do nível de segurança da barragem:

“Com base nas conclusões sobre as anomalias encontradas e avaliação da documentação disponibilizada pela COPASA, declaro para os devidos fins que o nível de segurança da Barragem Juramento deve ser classificado como NORMAL, ou seja, as anomalias encontradas não representam risco à segurança da barragem, porém devem ser tratadas para manter a segurança das estruturas.

Recomenda-se, porém, dar continuidade ao presente estudo, atualizando os estudos hidrológico-hidráulicos existentes e avaliando a estabilidade das estruturas.”

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ Conclusão da avaliação de segurança:

- ✓ Do ponto de vista geotécnico, não foram observados sinais de mau comportamento na Barragem Juramento, tais como trincas, abatimentos, erosões ou surgências d'água, que possam comprometer a segurança das estruturas;
- ✓ Do ponto de vista hidráulico, a segurança da barragem pode ser considerada adequada, uma vez que o extravasor possui capacidade para a PMP amortecida no reservatório, com borda livre de 2,15 m;
- ✓ Do ponto de vista estrutural, não foram detectadas anomalias nas estruturas de concreto do sistema extravasor e da tomada d'água, que possam indicar sinal de mau comportamento das mesmas;
- ✓ De acordo com a classificação do COPAM, a Barragem Juramento enquadra-se na Classe III, devendo ser auditada anualmente;
- ✓ Em relação a classificação da Agência Nacional de Águas - ANA, a barragem enquadra-se na classe A e possui DPA alto;

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Conclusão da avaliação de segurança (continuidade):**
- ✓ **A barragem, em operação desde 1982, encontra-se em razoável estado de conservação, não tendo sido detectadas anomalias nas estruturas de concreto e terra, que possam indicar sinal de mau comportamento da mesma. De acordo com a documentação disponibilizada para análise, não existe registro de mau funcionamento da estrutura, durante todo esse período. Com base na inspeção visual pode-se dizer que a barragem e estruturas anexas encontram-se estáveis;**
- ✓ **Ressalta-se que, é escopo do estudo contratado pela COPASA, a atualização dos estudos hidrológico-hidráulicos da barragem e a verificação da estabilidade do maciço.**

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ BARRAGEM VIAMÃO *(em construção)*



Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

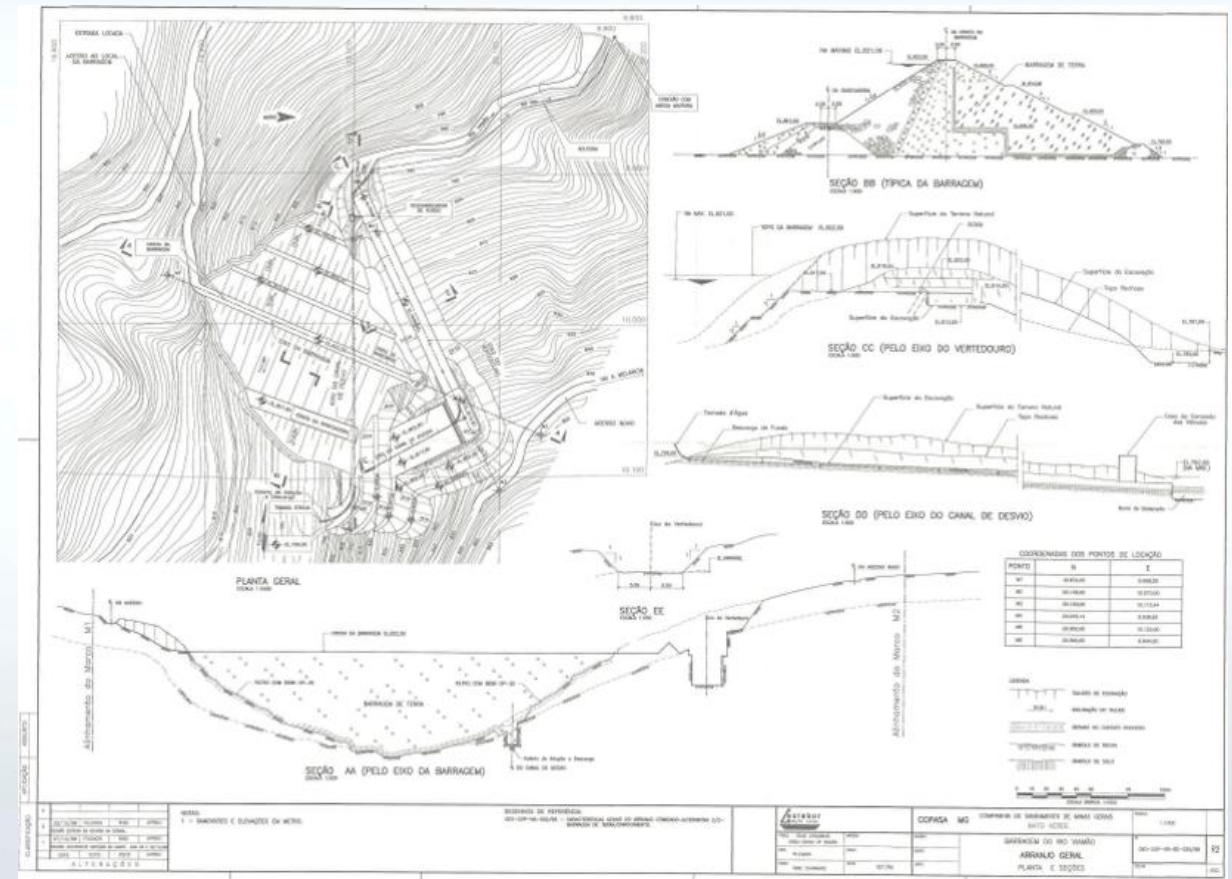
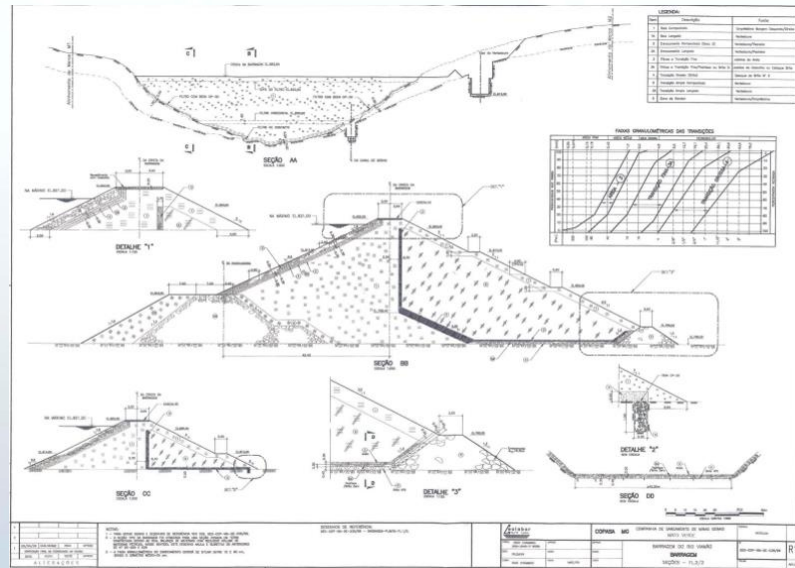
DADOS GERAIS	
Nome	Viamão
Município	Mato verde
Latitude	E 734563,86
Longitude	N 8293709,25
Finalidade	Abastecimento de água
El. Crista da Barragem (m)	648,50
Empresa Projetista	GEOLABOR/PLANEX
Construção - Etapa	Duas etapas
Altura da Barragem	35 m
Comprimento da Crista	155,00 m
Tipo de Seção	Zonada
Drenagem Interna	Filtro vertical / inclinado, Tapete drenante em areia
Instrumentação	Medidor de Vazão, Piezômetros Casagrande, Indicadores nível de água e marcos superficiais

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

ESTUDOS GEOTÉCNICOS	
Sondagens	Realizadas na fase de projeto.
Parâmetros dos Materiais do aterro	Ensaio laboratoriais, projeto e construção.
HIDROLOGIA / HIDRÁULICA	
Área da Bacia	42 km ²
N.A Normal (m)	644,00 m
N.A Máximo Moximorum (m)	646,50 m
ESTRUTURAS VERTENTES	
Tipo de vertedouro	Soleira livre

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- Instrumentação prevista:
- ✓ Piezômetros de tubo aberto: 09 unidades;
- ✓ Medidores de nível de água: 09 unidades;
- ✓ Marcos superficiais de recalque: 11 unidades;
- ✓ Medidor triangular de vazão: 01 unidade.



Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

➤ **Classificação da barragem:**

✓ **Critério de classificação conforme Deliberação Normativa COPAM Nº 87/2005:**

Parâmetros de Classificação da barragem Viamão				
Altura da Barragem H (m)	Volume do Reservatório (x)	Ocupação Humana a Jusante	Interesse Ambiental a Jusante	Instalações na Área a Jusante
H > 30	V > 5	Grande	Significativo	Alta concentração
V = 2	V = 2	V = 4	V = 1	V = 2

➔ O somatório dos valores V é igual a 11, o que classifica a Barragem Viamão na Classe III, com alto potencial de dano ambiental, devendo ser auditada anualmente.

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Classificação da barragem:**
- ✓ **Critério de classificação conforme Resolução ANA Nº 236/2017:**
 - **A categoria de risco foi classificada como baixa e o dano potencial associado como alto, o que classifica a Barragem Viamão na Classe A.**

NOME DA BARRAGEM	Viamão
NOME DO EMPREENDEDOR	COPASA
DATA:	19/10/2018

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	16
2	Estado de Conservação (EC)	6
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	11
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		33

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	> = 60 ou EC*=8 (*)
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	< = 35

(*) Pontuação (8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.

II.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO		Pontos
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		26

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	> = 16
	MÉDIO	10 < DP < 16
	BAIXO	< = 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

CATEGORIA DE RISCO	Baixo
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Alto

Barragens da COPASA na bacia do rio Verde Grande

- **Plano de Inspeção, Manutenção e Monitoramento:**
- ✓ **A Barragem possui as Especificações Técnicas para Instalação, Leituras e Análise e Funcionamento dos Instrumentos, elaborado pela Planex no Projeto Executivo, em 2013, onde são apresentados os instrumentos especificados para monitoramento da barragem, as especificações para instalação e análise do funcionamento, e a frequência de leituras dos mesmos durante o enchimento do reservatório e a operação do sistema;**
- ✓ **Após conclusão das obras e serviços, a COPASA manterá um programa de inspeção mensal na barragem, utilizando pessoal próprio. De acordo com o resultado das inspeções, serão programados os serviços de manutenção das estruturas civis. Caso seja detectada alguma anomalia nestas inspeções que represente uma situação de risco, será feita uma avaliação técnica pela equipe técnica da COPASA.**