



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA - NDAE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE BARRAGEM E GESTÃO
AMBIENTAL - PEBGA

RELATÓRIO FINAL PERÍCIA DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

***LOCAL: UHE-Tucuruí
EMPREENDEDOR: Centrais Elétricas do Norte do Brasil -
Eletronorte***

TUCURUÍ-PA
MARÇO/2018

LISTA DE FIGURAS

Figura 1= Classificação da Barragem quanto à categoria de risco e dano potencial associado	2
Figura 2= Mapa de localização da barragem da UHE Tucuruí e áreas urbanas à jusante.....	12

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1= Vertedouros desobstruídos (a) estruturas eletromecânicas em funcionamento (b)..	5
Fotografia 2= Estruturas civis da casa de força I	6
Fotografia 3- Drenos de fundação (a) e galeria de drenagem (b).....	7
Fotografia 4= Medidor triortogonal de junta da casa de força I.....	7
Fotografia 5= Paramento de concreto a jusante (a) e barragem de terra e enrocamento a jusante (b)	8

LISTA DE QUADROS

Quadro 1= Matriz de classificação de barragens, segundo a Resolução ANEEL 696/2015	1
Quadro 2= Equipe de segurança de barragem da UHE Tucuruí	10
Quadro 3= Pontuação para classificação da UHE Tucuruí proposta pela equipe pericial	14
Quadro 4= Análise do PSB elaborado pelo empreendedor com base nas exigências da Lei 12.334/2010.....	16
Quadro 5= Verificação das informações constantes no Relatório de Inspeção Regular, conforme Resolução ANEEL n.º 696/2015.....	20
Quadro 6= Programas de Manutenção Programada Periódica para estruturas de terra.....	21
Quadro 7= Inspeções realizadas nas estruturas de terra e rocha.....	22
Quadro 8= Inspeções realizadas nas estruturas de terra e rocha.....	22
Quadro 9= Inspeções nas comportas das tomadas d'água e do sistema de adução e descarga ...	24
Quadro 10 - Inspeções nas casas de força e falha da lagoa	25

SUMÁRIO

a) Análise da consistência das informações que subsidiaram a definição da autoclassificação da barragem UHE-Tucuruí, sendo definida pelo empreendo a Classe B, conforme critérios constantes na Resolução ANEEL nº. 696/2015.....	1
1.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (CT).....	3
1.1.1. Altura	3
1.1.2. Comprimento	3
1.1.3. Tipo de barragem quanto ao material de construção	3
1.1.4. Tipo de fundação.....	3
1.1.5. Idade da barragem.....	4
1.1.6. Vazão de projeto	4
1.1.7. Casas de força	4
1.2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO (EC).....	5
1.2.1. Confiabilidade das estruturas extravasoras	5
1.2.2. Confiabilidade das estruturas de adução	5
1.2.3. Percolação	6
1.2.4. Deformações e Recalques	7
1.2.5. Deterioração dos taludes/paramentos.....	8
1.2.6. Eclusa.....	8
1.3. PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PS).....	9
1.3.1. Existência de documento de projeto	9
1.3.2. Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança de barragem ...	9
1.3.3. Procedimentos e roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento	10
1.3.4. Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem	10
1.3.5. Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação	10
1.4. DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)	11
1.4.1. Volume total do reservatório	11
1.4.2. Potencial de perdas de vidas humanas	11
1.4.3. Impacto ambiental.....	12
1.4.4. Impacto socioeconômico	12
1.5. CONCLUSÕES DA PERÍCIA.....	13
b) Apuração do andamento da elaboração do documento do PSB (Plano de Segurança de Barragem), assim como do documento do PAE (Plano de Ação de Emergência), tendo em vista o prazo limite para a apresentação destes, estipulado pela Resolução ANEEL nº. 696/2015, até 22 de dezembro de 2017.	15
2.1. CONCLUSÕES DA PERÍCIA.....	18
c) Verificação da realização de inspeção regular de segurança de todas as estruturas de barramento por parte da equipe de Segurança de Barragem.....	18

d) Verificação da execução do monitoramento contínuo e sistemático da barragem de Tucuruí, assim como das estruturas de diques, independente dos procedimentos de inspeção regular	20
4.1. CONCLUSÕES DA PERÍCIA	26
e) Avaliação dos riscos à segurança da barragem da UHE-Tucuruí, causados por eventuais agentes externos ante ao tráfego irrestrito de veículos e pessoas pela barragem.....	27

a) **Análise da consistência das informações que subsidiaram a definição da autoclassificação da barragem UHE-Tucuruí, sendo definida pelo empreendo a Classe B, conforme critérios constantes na Resolução ANEEL nº. 696/2015**

Conforme a Resolução ANEEL nº. 696/2015 as barragens fiscalizadas por esta Agência devem ser classificadas (classes A, B, C ou D) por parte do empreendedor, por meio do preenchimento da **matriz de classificação**, a qual correlaciona a **categoria de risco e o dano potencial** verificados para o empreendimento em questão (Quadro 1).

Quadro 1= Matriz de classificação de barragens, segundo a Resolução ANEEL 696/2015.

	Dano potencial associado		
Categoria de Risco	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	B
Médio	B	C	C
Baixo	B	C	C

A matriz preenchida pela Eletronorte foi entregue à equipe pericial no dia dezesseis de novembro, estando disponível no Anexo A deste relatório. A Figura 1 apresenta a tabela contendo o resultado da classificação do empreendimento, o qual obteve **categoria de risco** baixa o **dano potencial alto**, o que corresponde à **classificação B** para a UHE-Tucuruí.

Figura 1= Classificação da Barragem quanto à categoria de risco e dano potencial associado.

NOME DA BARRAGEM	UHE TUCURUÍ 1 e II	
NOME DO EMPREENDEDOR	ELETROBRÁS ELETRONORTE	
DATA:	24/08/2012	

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	19
2	Estado de Conservação (EC)	2
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	5
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		26

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)		30

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

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

CATEGORIA DE RISCO	Alto / Médio / Baixo
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Alto / Médio / Baixo

De posse da matriz de classificação procedeu-se à verificação da compatibilidade de todas as informações contidas por meio da análise de documentos, sendo estes projetos de engenharia e memorial descritivo do empreendimento. A perícia também realizou vistorias técnicas *in loco* para complementação das análises consideradas pertinentes, sendo gerado na ocasião, levantamento fotográfico dos locais inspecionados.

A seguir serão detalhados cada critério da matriz de classificação, tendo a avaliação crítica da perícia acerca das informações registradas pelo empreendedor e a sua veracidade.

1.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (CT)

1.1.1. Altura

A partir da análise de projetos da UHE Tucuruí, o barramento apresenta altura máxima de noventa e cinco metros, portanto se enquadra dentro da classificação elaborada pela Eletrobras Eletronorte, onde altura superior a 60 metros atinge a pontuação de três (3) pontos na matriz de classificação.

1.1.2. Comprimento

A partir da análise de projetos da UHE Tucuruí, o barramento apresenta o comprimento total de 7.052,0 metros, portanto se enquadra dentro da classificação elaborada pela Eletrobras Eletronorte, onde o comprimento superior a duzentos metros atinge a pontuação de três (3) pontos na matriz de classificação.

1.1.3. Tipo de barragem quanto ao material de construção

As estruturas que compõem o barramento da UHE Tucuruí são compostas por concreto (vertedouros, casas de força 1 e 2 e eclusas) e terra e enrocamento nas margens direita e esquerda. Dentro da matriz de classificação, a Eletrobras Eletronorte adotou para o tipo de material terra homogênea/enrocamento/terra enrocamento, o que representa a pior situação do ponto de vista da segurança, com acréscimo de três pontos (3). De posse dos dados do projeto executivo e memorial descritivo da obra, a equipe pericial confirma tal classificação.

1.1.4. Tipo de fundação

Após a avaliação dos projetos da UHE Tucuruí e o memorial descritivo da obra, a equipe pericial percebeu que a fundação da barragem é composta por rocha sã e solo residual/aluvião. Dentro da matriz de classificação, a Eletrobras Eletronorte adotou a definição de solo residual/aluvião, uma vez que resulta em maior pontuação (5) e representa a pior situação do ponto de vista da segurança.

1.1.5. Idade da barragem

Conforme informações do Plano de Segurança de Barragem da UHE Tucuruí (2017), a mesma foi construída em duas etapas, sendo as obras da primeira etapa finalizadas em novembro de 1992. Em junho de 1998, foi iniciada a construção da segunda casa de força, com 11 unidades geradoras de 390 MW e potência instalada total de 4.125 MW, concluída em maio de 2007. Porém, o início da operação da UHE se deu em 1984. Portanto, constata-se que a barragem tem trinta e quatro anos, se encaixando na categoria de trinta a cinquenta anos da matriz de classificação, o que resulta em uma pontuação de um ponto. Na matriz de classificação elaborada pela Eletrobras Eletronorte não houve atualização de tal idade e, portanto, a pontuação está enquadrada na categoria de dez a trinta anos. A equipe pericial sugere a mudança neste quesito.

1.1.6. Vazão de projeto

De acordo com os dados do memorial descritivo da UHE Tucuruí, presentes no Plano de Segurança de Barragem, verificou-se que a vazão de projeto utilizada foi a decamilenar, ou seja, com tempo de retorno de vazão máxima para um período de 10.000 anos, o que configura uma boa confiabilidade para as estruturas extravasoras e acrescenta apenas três pontos na matriz de classificação.

1.1.7. Casas de força

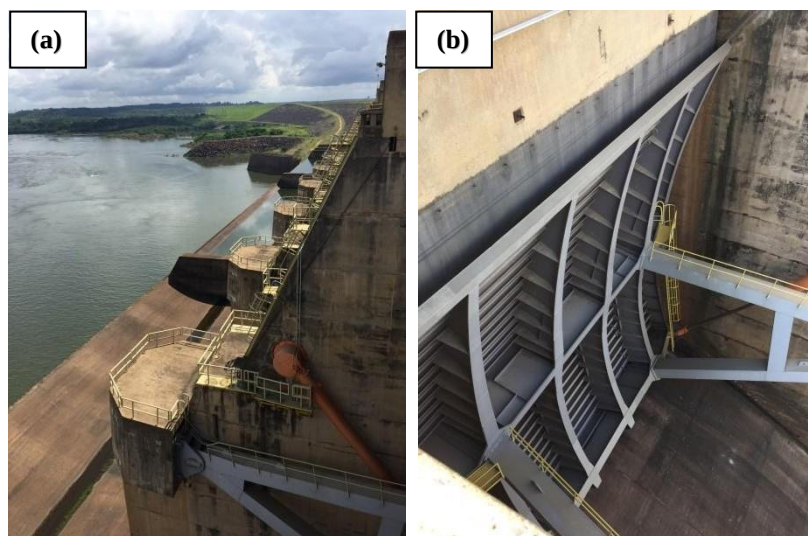
Ainda no item de características técnicas, a matriz de classificação indica a existência ou não de casas de força associadas à estrutura do barramento principal. Sendo assim, para este quesito, a Eletrobras Eletronorte indica que existe casa de força ao pé da barragem, o que é a pior situação do ponto de vista da segurança, com acréscimo de cinco pontos na matriz de classificação. Com base na análise dos projetos da UHE Tucuruí, a equipe pericial confirma tal afirmação.

1.2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO (EC)

1.2.1. Confiabilidade das estruturas extravasoras

Quando se trata da confiabilidade das estruturas extravasoras, especificamente vertedouros, a Eletrobras Eletronorte avalia suas estruturas civis e eletromecânicas como em pleno funcionamento e o canal de aproximação livre e vertedouro desobstruído, o que resulta em pontuação nula (0) para tal critério. A equipe pericial constatou, por meio de visita técnica e levantamento fotográfico, que a referida pontuação atribuída a este critério está de acordo com o observado *in loco* (Fotografia 1). Além disso, de posse do relatório de inspeção regular, elaborado pela equipe de segurança de barragem da Eletrobras Eletronorte, no ano de 2017, constatou-se mais uma vez que a pontuação do critério está adequada.

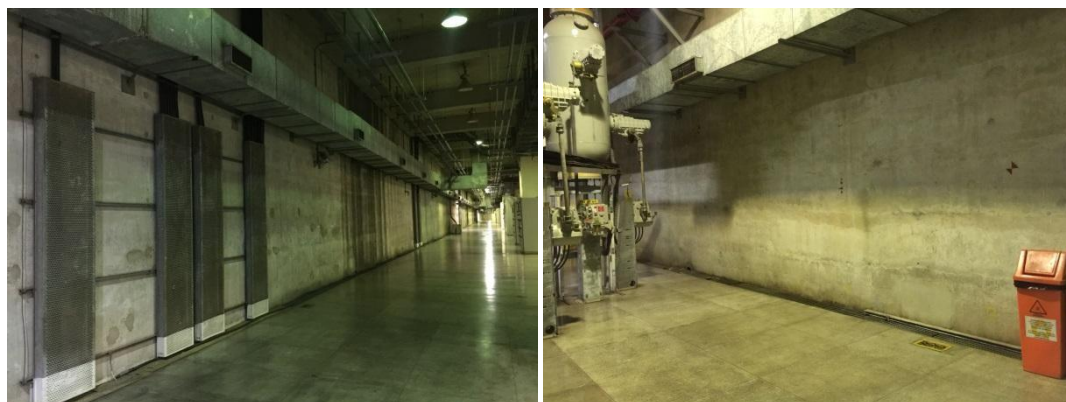
Fotografia 1 = Vertedouros desobstruídos (a) estruturas eletromecânicas em funcionamento (b).



1.2.2. Confiabilidade das estruturas de adução

Em relação às estruturas de adução, o estado de conservação apontado pela Eletrobras Eletronorte em sua matriz de autoclassificação, avalia suas estruturas civis e dispositivos hidroeletrônicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento, o que resulta em pontuação nula (0). Com base no relatório de inspeção regular elaborado no ano de 2017, verificou-se que tal avaliação é compatível com a situação real, que foi constatada também através de visita técnica no local pela equipe pericial (Fotografia 2).

Fotografia 2= Estruturas civis da casa de força I.



1.2.3. Percolação

No que se refere à percolação nas diversas estruturas que compõem a barragem da UHE Tucuruí, a Eletrobras Eletronorte avalia que a percolação encontra-se totalmente controlada pelo sistema de drenagem, resultando em pontuação nula (0). Para constatar tal informação, a equipe pericial teve acesso aos relatórios do sistema interno da empresa GESTIN presente no Plano de Segurança de Barragem, o qual armazena informações e leituras das inspeções nos instrumentos de drenagem da UHE Tucuruí. De posse de tais dados, percebeu-se que o sistema de drenagem consegue escoar a água que percola o corpo do barramento, sem causar aumento de pressão que seja prejudicial ao mesmo. Além disso, a equipe pericial teve acesso às galerias de drenagem e pôde verificar *in loco* a situação das estruturas das galerias e dos drenos de fundação (Fotografia 3).

Fotografia 3- Drenos de fundação (a) e galeria de drenagem (b).



1.2.4. Deformações e Recalques

Quando se trata de deformações e recalques existentes na estrutura, a Eletrobras Eletronorte afirma em sua matriz de classificação que há a existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo, o que equivale a um ponto para o sistema de classificação. A equipe pericial, com base nos relatórios do sistema GESTIN, verificou que de fato as deformações e recalques que existem na estrutura estão sob controle e são constantemente monitoradas. Além disso, a equipe também procedeu à visita e inspeção nos instrumentos utilizados para este fim, como é o caso do medidor triortogonal de juntas (Fotografia 4).

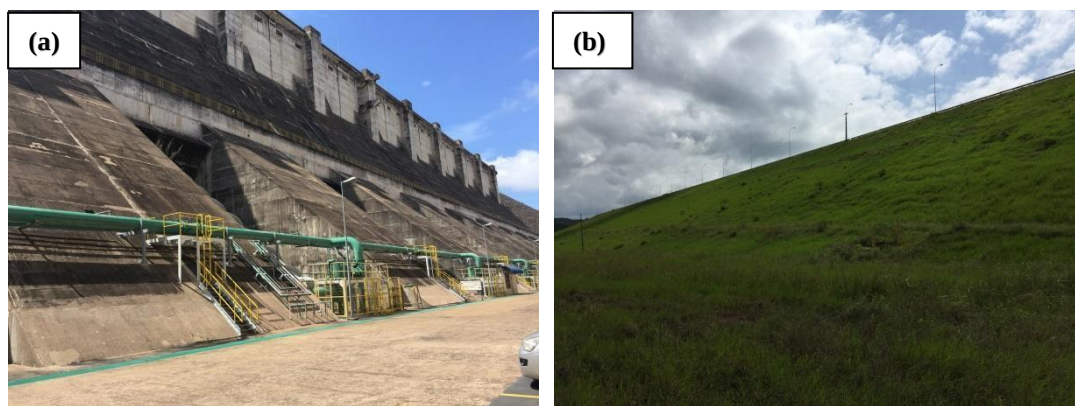
Fotografia 4= Medidor triortogonal de junta da casa de força I.



1.2.5. Deterioração dos taludes/paramentos

No que se refere ao estado de conservação dos taludes e paramentos, a Eletrobras Eletronorte afirma que não existem falhas na proteção dos taludes, erosões superficiais, tornando a pontuação nula (0) para esse parâmetro. A fim de analisar a consistência de tais informações, a equipe pericial realizou inspeção *in loco* e constatou que não há estruturais evidentes, destaca-se apenas o excessivo crescimento de vegetação nas barragens de terra e enrocamento (Fotografia 5). Tal conclusão também foi destacada no relatório de inspeção regular da barragem, elaborado no ano de 2017.

Fotografia 5= Paramento de concreto a jusante (a) e barragem de terra e enrocamento a jusante (b).



1.2.6. Eclusa

As Eclusas de Tucuruí são parte integrante da UHE Tucuruí, principalmente a Eclusa I, que se encontra integrada à barragem de terra da margem esquerda. Portanto, nesse quesito de avaliação, a Eletrobras Eletronorte preencheu a matriz com a informação de que as estruturas civis e eletromecânicas das Eclusas estão bem mantidas e funcionando, o que resulta em um ponto para a posterior classificação da barragem.

Entretanto, a Eletrobras Eletronorte já não realiza a manutenção dessas estruturas, desde o término do contrato nº 186/2011 (Anexo B) em 31/03/2017. Tal responsabilidade está atribuída ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), o qual não foi contatado por essa equipe pericial.

Vale destacar que as Eclusas possuem pouca utilização desde sua inauguração, em 2010, uma vez que a demanda de embarcações na hidrovia do Rio Tocantins ainda é muito reduzida. As estruturas civis e eletromecânicas são constantemente monitoradas e contam com um elevado grau de instrumentação, apesar de que na última inspeção regular (2017) as mesmas não foram vistoriadas, devido a limitação de tempo da equipe.

1.3. PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PS)

1.3.1. Existência de documento de projeto

Quando se trata da documentação técnica da UHE Tucuruí, a Eletrobras Eletronorte afirma a existência do projeto executivo ou como construído do empreendimento, o que implica em acréscimo de dois pontos ao sistema de classificação. A equipe pericial teve acesso aos projetos como construído das casas de força 1 e 2, o memorial descritivo e os projetos executivos encontram-se com a equipe do Departamento de Engenharia e Manutenção de Usinas (OEMU), em Brasília. Portanto, a avaliação feita pela empresa está adequada.

1.3.2. Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança de barragem

Nesse quesito a análise realizada consiste na verificação da existência de uma estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem, na qual a Eletrobras Eletronorte afirma possuir tal estrutura, o que torna sua pontuação nula (0). A equipe pericial solicitou informações ao gerente do OEMU, Engenheiro Gilson Machado da Luz, que encaminhou por e-mail o Quadro 2, com os responsáveis pela segurança de barragens da empresa.

Quadro 2= Equipe de segurança de barragem da UHE Tucuruí.

Equipe de Segurança de Barragem= Eletronorte Brasília		
Nome	Formação	Setor
GILSON MACHADO DA LUZ	ENGENHARIA CIVIL	DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DE USINAS - OEMU
SILVIO CALDAS	ENGENHARIA CIVIL	DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DE USINAS - OEMU
PAULO ROBERTO PAIVA COSTA	ENGENHARIA CIVIL	DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DE USINAS - OEMU
ROBERTA FONSECA SANTOS FERNANDES	ENGENHARIA CIVIL	DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DE USINAS - OEMU
LUCIENNE ANDRADE SILVA	ENGENHARIA CIVIL	DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO DE USINAS - OEMU

1.3.3. Procedimentos e roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento

A Eletrobras Eletronorte possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento da barragem, o que torna nula sua pontuação (0). Tal afirmação foi atestada pela equipe pericial através da análise dos Programas de Manutenção Planejada (PMP), documentos técnicos que indicam a equipe responsável pela realização da inspeção, assim como periodicidade e registros que devem ser anotados. Além destes, há também o Programa de Manutenção Autônoma (PMA), para manutenções preditivas sob a responsabilidade da equipe de operação.

1.3.4. Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem

Quando se trata da regra de operação dos vertedouros, a Eletrobras Eletronorte afirma em sua matriz de classificação que existe manual a ser seguido pela equipe de operação para controlar a abertura das comportas dos vertedouros, o que torna nula sua pontuação nesse quesito (0). A equipe pericial teve acesso ao referido documento, que inclusive está no Plano de Segurança da Barragem, e confirma as informações para este quesito.

1.3.5. Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação

A Eletrobras Eletronorte indica que emite relatórios de segurança sem periodicidade, o que acrescenta três pontos em sua matriz de classificação. Em entrevista com o Engenheiro Éden Carlos Moraes Alves, coordenador de segurança de barragem da UHE Tucuruí, afirmou que os relatórios de inspeção de segurança eram realizados por consultores contratados especificamente para este fim até o ano de 2015. A periodicidade de elaboração deste relatório era de dois anos e

o último elaborado em 2013 (a equipe pericial analisou tal documento). Após a promulgação da Resolução Normativa da ANEEL nº 696/2015, a empresa passou a realizar a inspeção regular de segurança com periodicidade anual, sendo que a responsabilidade de elaboração passou para a própria empresa. O relatório de inspeção regular de segurança mais recente data de 2017 e foi entregue à equipe pericial para análise. Logo, confirma-se que a empresa emite os relatórios e irá realiza-lo com periodicidade de um ano, seguindo o que foi instituído pela Resolução Normativa supracitada.

1.4. DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)

1.4.1. Volume total do reservatório

Nesse critério, a Eletrobras Eletronorte afirma que o reservatório é muito grande, com volume armazenado superior a duzentos hectômetros cúbicos, o que resulta em pontuação máxima (5) segundo a matriz de classificação da ANEEL. Tal afirmação está embasada em informações do documento técnico de projeto presente no Plano de Segurança de Barragem, o qual a equipe pericial teve acesso e constatou o volume total do reservatório igual a 50.280 (cinquenta mil, duzentos e oitenta) hectômetros cúbicos.

1.4.2. Potencial de perdas de vidas humanas

Para este quesito a Eletrobras Eletronorte afirma que existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas, o que acrescenta doze pontos na matriz de classificação. O fato pôde ser comprovado pela equipe pericial através do estudo do mapa de localização da barragem da UHE Tucuruí. O núcleo urbano da cidade de Tucuruí encontra-se a aproximadamente dez quilômetros do corpo do barramento. Já a Vila Residencial da Eletrobras Eletronorte está a menos de um quilômetro da barragem de terra da margem esquerda. Logo, o risco e potencial de perda de vidas é incontestável, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2= Mapa de localização da barragem da UHE Tucuruí e áreas urbanas à jusante.



1.4.3. Impacto ambiental

A Eletrobras Eletronorte classifica o impacto ambiental como muito significativo, uma vez que a área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica, o que resulta em cinco pontos a mais em sua matriz de classificação. Ao realizar a avaliação da área que possivelmente será afetada por um evento de rompimento, nota-se que importantes áreas de interesse ambiental serão afetadas à jusante do barramento. Além de que, deve-se considerar ainda os prejuízos para a região a montante da barragem (Lago de Tucuruí), região esta que é protegida por legislação específica e se configura como uma Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago de Tucuruí. Logo, a equipe pericial atesta que a classificação da Eletrobras Eletronorte está correta.

1.4.4. Impacto socioeconômico

A Eletrobras Eletronorte classifica o impacto socioeconômico da UHE Tucuruí como alto, pois existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou

instalações portuárias ou serviços de navegação, o que resulta em um acréscimo de oito pontos para a matriz de classificação. Com base na análise de imagens de satélite obtidas a partir do Google Earth Pro, a equipe pericial constata que tal classificação é adequada, uma vez que o núcleo urbano da cidade de Tucuruí encontra-se a cerca de dez quilômetros à jusante do barramento e qualquer evento de ruptura irá afetar a cidade. Essas informações também podem ser comprovadas pela análise da mancha hipotética de inundação apresentada no PAE (preliminar) elaborado pela empresa Intertéchne e no estudo de SANTOS (2017) elaborado no Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia (NDAE) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

1.5. CONCLUSÕES DA PERÍCIA

Após avaliar cada item da matriz de classificação disponibilizada pela Eletrobras Eletronorte, a equipe pericial verificou que a classificação da UHE-Tucuruí está coerente com a realidade do empreendimento, e sugere apenas a correção do item “~~Idade~~ da barragem” na matriz de características técnicas, uma vez que a idade atribuída pela empresa está desatualizada.

Além disso, no quesito estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança de barragem, apesar de a Eletronorte apresentar uma divisão que trate da segurança de barragem, o que torna nula a pontuação para o quesito, a mesma se localiza em Brasília, o que dificulta o processo de comunicação em caso de emergências. Sugere-se que se crie uma equipe especializada na segurança de barragem na própria planta (Tucuruí-PA).

Tal mudança não altera a classificação final da obra, uma vez que sua categoria de risco continua baixa e o DPA alto, enquadrando a barragem na categoria B. O Quadro 3 apresenta a pontuação para cada item da classificação, conforme a análise da equipe pericial.

Quadro 3= Pontuação para classificação da UHE Tucuruí proposta pela equipe pericial.

Parâmetros			Pontuação
Características técnicas	Altura do barramento [m]	92	3
	Comprimento do barramento [m]	7.052	3
	Tipo de barragem quanto ao material de construção	Terra homogênea/enrocamento/terra enrocamento	3
	Tipo de fundação	Solo residual/Aluvião	5
	Idade da barragem [anos]	Entre 30 e 50	1
	Vazão de projeto	Decamilenar	3
	Casa de força	Casa de força associada à barragem por meio de conduto forçado	2
	Total de pontos		20
Estado de Conservação	Confiabilidade das estruturas extravasoras	Estruturas civis e hidroeletrômecânicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos	0
	Confiabilidade das estruturas de adução	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrômecânicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento	0
	Percolação	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem	0
	Deformações e recalques	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo	1
	Deterioração dos taludes/paramentos	Inexistente	0
	Eclusa	Estruturas civis e hidroeletrômecânicas bem mantidas e funcionando	1
	Total de pontos		2
Plano de segurança da barragem	Existência de documentação de projeto	Projeto executivo ou como "como construído"	2
	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança de Barragem	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem	0
	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e monitoramento	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento	0
	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre	0
	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação	Emite os relatórios com periodicidade	3
	Total de pontos		5
DPA	Volume total do reservatório	50275 milhões de m³	5
	Potencial de perdas de vidas humanas	Existente	12
	Impacto ambiental	Muito significativo	5
	Impacto sócio-econômico	Alto	8
	Total de pontos		30

b) Apuração do andamento da elaboração do documento do PSB (Plano de Segurança de Barragem), assim como do documento do PAE (Plano de Ação de Emergência), tendo em vista o prazo limite para a apresentação destes, estipulado pela Resolução ANEEL nº. 696/2015, até 22 de dezembro de 2017.

A perícia averiguou que a Eletronorte procedeu à emissão do documento do PAE da UHE-Tucuruí (Volume IV = PSB) à Prefeitura do município de Tucuruí no dia 21/12/2017, comprovado por meio de registro de protocolo na sede da Prefeitura conforme documento em Anexo A. Na mesma data também foram protocoladas também cópias do referido documento nas sedes das Prefeituras dos municípios à jusante do empreendimento, sendo estes: Abaetetuba, Baião, Barcarena, Breu Branco, Cametá, Igarapé-Miri, Limoreiro do Ajuru, Mocajuba, Moju e Oeiras do Pará.

Neste contexto, os peritos buscaram verificar junto à Prefeitura de Tucuruí o documento do PAE protocolado pela Eletronorte, solicitando primeiramente a liberação do documento à secretária executiva do prefeito, a qual explicou que só poderia atender a requisição após análise do departamento jurídico. Neste caso então, foi feita a solicitação por via de ofício da Universidade Federal, sendo este protocolado no dia 23/01/2018 (Anexo B), não sendo recebida resposta até o presente momento.

Para apreciação do Plano de segurança (documento completo) a perícia solicitou ao empreendedor o envio de uma cópia para análise do conteúdo, no que diz respeito ao seu atendimento às exigências da legislação pertinente. Porém, apenas no dia 19/01/2018, a perícia obteve o arquivo, o qual foi enviado por e-mail (subdividido em quatro volumes e com diversos anexos) pelo engenheiro Gilson Machado da Luz do Departamento de Engenharia de Manutenção de Usinas= OEMU, Eletronorte Brasília.

A perícia avaliou o documento com base nas exigências descritas na Lei Federal 12.334/2010 tendo como resultado a análise descrita no Quadro 4.

Quadro 4= Análise do PSB elaborado pelo empreendedor com base nas exigências da Lei 12.334/2010.

Informações necessárias para o PSB, segundo a Lei Federal 12.234/2010 (Art. 8º).	O PSB da UHE-Tucuruí contempla as exigências da Lei Federal 12.334/2010?	Nome do documento disponibilizado pelo empreendedor
I - identificação do empreendedor	Sim	- UHE TUCURUÍ PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS VOLUME I: INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO TOMO I
II - dados técnicos referentes à implantação do empreendimento	Sim (entretanto, no PSB consta apenas a listagem dos nomes dos projetos da construção da UHE-Tucuruí, estando todos os documentos técnicos arquivados na Eletrobras Eletronorte em Brasília, no arquivo central, disponíveis em meio físico, sendo a maior parte em papel vegetal e Cartões Janela.	- UHE TUCURUÍ PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS VOLUME I= INFORMAÇÕES GERAIS TOMO II= LISTA DE DOCUMENTOS DE PROJETO DA 1ª ETAPA - UHE TUCURUÍ PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS VOLUME I= INFORMAÇÕES GERAIS TOMO III= LISTA DE DOCUMENTOS DE PROJETO DA 2ª ETAPA
III - estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem;	Não consta no PSB (porém, a perícia recebeu da Eletronorte de Brasília um arquivo avulso contendo as informações sobre a equipe de segurança de barragem, sendo que esta equipe não está lotada na UHE-Tucuruí e sim na Eletronorte sediada em Brasília. O Departamento de Manutenção Civil da UHE-Tucuruí representado pelo engenheiro Eden Carlos apenas dá apoio às demandas da área de segurança que ocorrem na usina de Tucuruí.	- FORMULÁRIO TÉCNICO DA SEGURANÇA DE BARRAGEM
IV - manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem; V - regra operacional dos dispositivos de descarga da	Sim	-UHE TUCURUÍ PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS VOLUME II= PLANOS E PROCEDIMENTOS - UHE TUCURUÍ PLANO DE SEGURANÇA DE

barragem		BARRAGENS VOLUME III= REGISTROS E CONTROLES
VI - indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos, a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes, exceto aqueles indispensáveis à manutenção e à operação da barragem	Não foi possível verificar	
VII - Plano de Ação de Emergência (PAE), quando exigido	Sim (porem faltou realizar o estudo de ruptura do barramento avaliando o cenário de ruptura mais provável. Também faz-se necessário proceder ao levantamento topobatimétrico do local, pois os estudo feitos para alimentar a simulação hipotética de ruptura tomaram como base dados da literatura e não dados reais topobatimétricos.	- UHE TUCURUI PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS VOLUME IV: PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA
VIII - relatórios das inspeções de segurança	Sim.	INSEPÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR NAS ESTRUTURAS CIVIS DA UHE= VOLUME I= INSPEÇÃO VISUAL INSEPÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR NAS ESTRUTURAS CIVIS DA UHE= VOLUME II= INSTRUMENTAÇÃO
IX - revisões periódicas de segurança	Não está contemplado no PSB da UHE-Tucuruí, porém estas revisões podem ser realizadas, conforme a Resolução ANEEL nº. 696/2015, por um período máximo de até 7 anos da data da publicação da Resolução para empreendimentos classe B.	-

Outra informação obtida na execução da perícia foi a respeito da contratação de uma empresa de consultoria especializada (Intertechne Consultores S.A) por parte da Eletronorte para que a mesma venha a elaborar a atualização do PSB, incluindo o PAE naturalmente. O engenheiro Gilberto Tannus Elias, gerente de Departamento de Engenharia Geração= EEGC da

Eletronorte de Brasília, afirmou ainda que a Intertéchne Consultores S.A. já iniciara os estudos necessários para a atualização do Plano.

2.1. CONCLUSÕES DA PERÍCIA

A equipe pericial sugere a melhoria da apresentação do conteúdo do PSB, no que se refere ao volume I, no qual o empreendedor apresenta apenas a listagem de projetos da UHE-Tucuruí, não compilando as informações pertinentes aos dados técnicos referentes à implantação do empreendimento.

Em relação à equipe técnica de segurança de barragem, é indicado que a mesma seja parte integrante do empreendimento em análise, no caso profissionais que atuam dentro da própria UHE-Tucuruí. O que ocorre é que os profissionais que trabalham nas demandas da segurança da barragem exercem seus ofício na Eletronorte sediada em Brasília, ficando apenas engenheiros da Manutenção Civil da UHE-Tucuruí na parte de apoio às atividades ligadas à segurança da barragem.

Deve-se também realizar os estudos necessários à elaboração do PAE, no que se refere à simulação de mais um cenário de ruptura de barragem e proceder ao levantamento topobatimétrico do local, a fim de adequar os resultados das simulações à realidade do sítio.

c) Verificação da realização de inspeção regular de segurança de todas as estruturas de barramento por parte da equipe de Segurança de Barragem.

De acordo com a Resolução ANEEL 696/2015 A inspeção de segurança regular devem ser realizadas por equipe de Segurança de Barragem, composta de profissionais treinados e capacitados devendo abranger todas as estruturas de barramento de empreendimento, retratando suas condições de segurança, conservação e operação. O prazo limite da 1ª inspeção regular para a UHE-Tucuruí deveria ser 22 de dezembro de 2017, de acordo com os critérios da Resolução da ANEEL.

Primeiramente, vale destacar que a equipe de segurança de barragem que atua no sítio de Tucuruí é àquela situada na Eletronorte com sede em Brasília. Anteriormente o empreendedor mantinha uma Gerência de Segurança de Barragens na Eletrobras Eletronorte, porém, esta

gerência foi extinta (não foi informado quando) e atualmente os profissionais estão lotados na OEMU, na Diretoria de Operações. Portanto, apesar de ocorrerem os serviços de inspeção da barragem, não existe equipe com função definida especificamente para as demandas de segurança de barragem, ou seja, simplesmente a OEMU desenvolve algumas atividades referentes à esta área.

A inspeção regular de segurança foi realizada nas estruturas de concreto e de solos da UHE TUCURUÍ no período compreendido entre os dias 03 e 06 de outubro de 2017, pela seguinte equipe da OEMU = Departamento de Engenharia de Manutenção de Usinas, da Eletrobras Eletronorte, situado em Brasília:

- ☐ Eng.º Gilson Machado da Luz - CREA Nº 10.660/D-PR
- ☐ Eng.ª Lucienne Andrade Silva= CREA Nº 11.671/D-DF
- ☐ Eng.ª Roberta Fonseca Santos Fernandes - CREA Nº 13.139/D-DF

O relatório da inspeção foi emitido no dia 11/12/2017, atendendo assim a data limite estipulada pela Resolução da Agencia reguladora, sendo que o referido documento foi analisado pela equipe de perícia, a qual obteve a seguinte análise compilada no Quadro 5.

Quadro 5= Verificação das informações constantes no Relatório de Inspeção Regular, conforme Resolução ANEEL n.º 696/2015.

Informações exigidas para o Relatório de Inspeção Regular, segundo Resolução ANEEL n.º 696/2015	O Relatório contempla as exigências da segundo a Resolução ANEEL n.º 696/2015?	Nome do documento disponibilizado pelo empreendedor
I = identificação do representante legal do empreendedor; II = identificação do responsável técnico; III = avaliação da instrumentação disponível na barragem, indicando necessidade de manutenção, reparo ou aquisição de equipamentos; IV = avaliação de anomalias que acarretem em mau funcionamento, em indícios de deterioração ou em defeitos construtivos da barragem; V = comparativo com inspeção de segurança regular anterior; VI = diagnóstico do nível de segurança da barragem (normal, atenção, alerta e emergência). VII = indicação de medidas necessárias à garantia da segurança da barragem.	Sim	- INSEPÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR NAS ESTRUTURAS CIVIS DA UHE = VOLUME I = INSPEÇÃO VISUAL - INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR NAS ESTRUTURAS CIVIS DA UHE = VOLUME II- INSTRUMENTAÇÃO

d) Verificação da execução do monitoramento contínuo e sistemático da barragem de Tucuruí, assim como das estruturas de diques, independente dos procedimentos de inspeção regular

No que se refere ao monitoramento contínuo e sistemático da barragem de Tucuruí, a perícia se concentrou na análise dos documentos referentes ao Programas de Manutenção Planejada Periódica (PMP's) disponibilizados pela empresa. A análise consistiu em definir quais documentos são utilizados para balizar as atividades de segurança de barragem, identificando as equipes responsáveis pela sua execução, assim como a periodicidade de avaliação e o detalhamento de que estruturas devem ser analisadas e quais as especificações de registro de possíveis anomalias identificadas.

A equipe pericial recebeu 17 (dezessete) arquivos de PMP's, sendo que após análise optou-se por considerar 13 (treze) arquivos, uma vez que os outros quatro são arquivos obsoletos. De maneira geral, observa-se que as inspeções contínuas aplicam-se à instrumentação

das estruturas de terra e rocha, como as barragens de terra das margens esquerda e direita, os diques do Mojú I e II e o dique do Caraipé. Além destas também são contempladas as estruturas de concreto dos vertedouros e casas de força I e II (comportas das tomadas d'água e sistemas de adução e descarga) e os sistemas de drenagem das estruturas de concreto, bem como o reservatório da UHE Tucuruí.

a) Barragens de terra e rocha

As inspeções realizadas nas estruturas de terra e rocha, que compreendem a barragem de terra da margem esquerda, a barragem de terra da margem direita, os diques do Mojú I e II e o dique do Caraipé, são realizadas conforme as diretrizes estabelecidas nos seus respectivos PMP's (Quadro 6).

Quadro 6= Programas de Manutenção Programada Periódica para estruturas de terra.

Nome do documento	Data da emissão inicial	Campo de aplicação
PMP-OC-102-UHTU	Novembro/2010	Instrumentação Civil (BTME, BTMD, Dique do Caraipé, Diques do Mojú I e II)
PMP-BR-101-UHTU	Agosto/2000	Barragem de terra da margem direita
PMP-BR-103-UHTU	Agosto/2000	Barragem de terra da margem esquerda
PMP-BR-102-UHTU	Agosto/2000	Diques do Mojú I e II
PMP-BR-104-UHTU	Agosto/2000	Dique do Caraipé

A equipe de manutenção civil é a responsável pela realização das inspeções em todas as estruturas de terra e rocha, devendo realizá-las com periodicidade mensal, sendo a única exceção relacionada à inspeção da instrumentação civil (PMP-OC-102-UHTU) que além da frequência mensal, deve ser inspecionada bimestralmente e semestralmente. Ademais, todas as anomalias e grandezas identificadas durante as inspeções devem ser registradas com a emissão de um cartão de anomalia (CA), registro de notas no módulo PM do R3 da SAP e registro de grandezas medidas nos pontos de medição do módulo PM do R3 da SAP.

Em consulta aos relatórios de serviços preventivos de segurança de barragem emitidos pelo sistema SAP e fornecidos à equipe pericial pela Eletrobras Eletronorte, para o período compreendido entre 2012 e setembro de 2017, verificou-se que as inspeções em todas as estruturas de terra e rocha não ocorreram com a periodicidade exigida pelos PMP's, conforme mostra o Quadro 7.

Quadro 7= Inspeções realizadas nas estruturas de terra e rocha.

Estrutura inspecionada	Quantidade anual de inspeções segundo PMP	Quantidade de inspeções registradas					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Instrumentação civil = BTME (Evapoclima)	12	12	11	12	12	11	7
Instrumentação civil = BTME	12	3	2	4	2	4	2
	6	2	4	2	4	2	3
	4	1	2	1	2	1	1
	2	1	1	2	1	2	1
Barragem de terra e rocha margem esquerda	4	10	10	11	5	4	4
Dique do Caraipé	12	10	11	10	10	12	4
Diques do Mojú I e II	12	10	11	11	10	11	7

* Até o mês de setembro.

b) Estruturas de concreto

As inspeções das estruturas de concreto da UHE Tucuruí compreendem as comportas dos vertedouros e das tomadas d'água e o sistema de adução e descarga da casa de força I e II, além dos instrumentos de leitura túneis de drenagem e da falha da lagoa, sendo realizadas conforme seus respectivos PMP's (Quadro 8).

Quadro 8= Inspeções realizadas nas estruturas de terra e rocha.

Nome do documento	Data da emissão inicial	Campo de aplicação
PMP-CM-101-UHTU	Novembro/2010	Vertedouros
PMP-SA-102-UHTU	Março/2004	Comportas tomada d'água e sistema de adução e descarga
PMP-OC-101-UHTU	Novembro/2010	Instrumentos de leitura das casas de força I, II, tomadas d'água I e II, vertedouro, túnel de drenagem do vertedouro, túnel de drenagem e falha da lagoa

A periodicidade de inspeção dos vertedouros (PMP-CM-101-UHTU) é bienal, tendo como responsáveis as equipes de Manutenção Civil, Manutenção Elétrica, Manutenção Eletrônica e Manutenção Mecânica. Dentre as atribuições da equipe, estão a verificação da comporta fechada, da estrutura civil da comporta (com stop log), indicador de posição, comporta em movimento, liberação da comporta para operação. Além disso, todas as anomalias e grandezas identificadas durante as inspeções devem ser registradas com a emissão de um cartão

de anomalia (CA), registro de notas no módulo PM do R3 da SAP e registro de grandezas medidas nos pontos de medição do módulo PM do R3 da SAP.

O sistema de adução e descarga (PMP-SA-102-UHTU) deve ser inspecionado anualmente (comporta da toma d'água) e a cada cinco anos (comporta da tomada d'água, conduto e caixa espiral, pré-distribuidor, tubo de sucção). As equipes responsáveis por tal inspeção são a Equipe de Manutenção Civil, Manutenção Elétrica e Manutenção Mecânica, as quais devem registrar todas as anomalias e grandezas identificadas durante as inspeções, registrando-as com a emissão de um cartão de anomalia (CA), registro de notas no módulo PM do R3 da SAP e registro de grandezas medidas nos pontos de medição do módulo PM do R3 da SAP.

Os instrumentos de leitura de todas as estruturas de concreto (PMP-OC-101-UHTU) devem ser inspecionados com a periodicidade mensal, bimestral e trimestral, obedecendo ao detalhamento imposto no PMP, sendo a equipe de Manutenção Civil responsável por tal inspeção. Assim como nos casos supracitados, todas as anomalias e grandezas identificadas durante as inspeções devem ser registradas com a emissão de um cartão de anomalia (CA), registro de notas no módulo PM do R3 da SAP e registro de grandezas medidas nos pontos de medição do módulo PM do R3 da SAP.

Após a consulta ao relatório de serviços preventivos de segurança de barragem emitidos pelo sistema SAP, constatou-se que as inspeções das estruturas de concreto não estão seguindo rigorosamente a periodicidade estabelecida em seus respectivos PMP's, com exceção das inspeções das comportas das tomadas d'água e do sistema de adução e descarga das unidades geradoras hidráulicas, conforme o apresentado no Quadro 9, que apresenta os registros de inspeção entre os anos de 2012 e setembro de 2017.

Quadro 9=Inspeções nas comportas das tomadas d'água e do sistema de adução e descarga.

Estrutura inspecionada	Periodicidade de inspeção segundo PMP	Quantidade de inspeções registradas					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Comportas VT-01, VT-12, VT-16 e VT-22	Bienal	-	-	-	-	1	-
Comporta VT-02		1	-	-	-	1	-
Comportas VT-02/03, VT-04, VT-08, VT-10, VT-14, VT-18 e VT-20		-	1	-	-	1	-
Unidade Geradora Hidráulica 01, 02, 03, 04, 07, 08, 11, 12, 18/19, 20/21, 23, 24 e 25 = Comporta Tomada d'água	Anual	1	1	1	1	1	1
Unidade Geradora Hidráulica 05 = Comporta Tomada d'água		1	1	1	-	-	-
Unidade Geradora Hidráulica 06, 09, 10, 13, 14/15= Comporta Tomada d'água		1	1	1	1	1	-
Unidade Geradora Hidráulica 16/17 = Comporta Tomada d'água		2	-	1	1	1	1
Unidade Geradora Hidráulica 02, 03, 04, 07, 08, 15, 17, 19, 20 e 22 = Sistema de Adução e Descarga	Quinquenal	1	-	-	-	-	-
Unidade Geradora Hidráulica 09, 13 e 18 = Sistema de Adução e Descarga		-	1	-	-	-	-
Unidade Geradora Hidráulica 11 e 23 = Sistema de Adução e Descarga		1	-	1	-	-	-
Unidade Geradora Hidráulica 24 = Sistema de Adução e Descarga		1	1	-	-	-	-
Unidade Geradora Hidráulica 25 = Sistema de Adução e Descarga		-	-	-	1	-	-

* Até o mês de setembro.

c) Sistemas de drenagem

Os sistemas de drenagem compreendem o conjunto de moto-bombas, painéis elétricos e poços de drenagem nas casas de força I e II, tomadas d'água e vertedouros. As inspeções são balizadas pelo PMP-SE-102-UHTU, tendo como responsável a equipe de Manutenção Mecânica, a qual deve realizá-las com a periodicidade mensal, semestral, anual e quinquenal. As anomalias identificadas devem ser registradas com a emissão de um cartão de anomalia (CA) e registro de notas no módulo PM do R3 da SAP.

Após a avaliação do relatório de serviços preventivos de segurança de barragem emitidos pelo sistema SAP, percebeu-se que para os sistemas de drenagem da das tomadas d'água todos os anos foram realizadas inspeções, exceto o ano de 2017. No que se refere às inspeções nas casas de força e falha da lagoa, a periodicidade anual é cumprida, de acordo com o exigido pelo PMP. Porém, algumas inspeções semestrais não foram realizadas, conforme o observado no Quadro 10.

Quadro 10 - Inspeções nas casas de força e falha da lagoa.

Estrutura inspecionada	Periodicidade de inspeção segundo PMP	Quantidade de inspeções registradas					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Central de drenagem TA-10	Anual	1	1	1	1	1	-
Sistema de drenagem CFA/CF-I BL.2 /3/5/6/8/9	Semestral	2	2	1	1	2	1
	Anual	1	1	1	1	1	-
Sistema de drenagem CF-II BL. 14/23/MCF23	Semestral	1	1	1	1	1	1
	Anual	1	1	1	1	1	-
Sistema de drenagem Falha/VMTD/VTa/TA8/BG1	Semestral	2	2	1	2	2	1
	Anual	1	1	1	1	1	1

* Até o mês de setembro.

d) Sistema de esgotamento

O sistema de esgotamento da UHE Tucuruí deve ser inspecionado de acordo com o PMP-SE-101-UHTU, sob responsabilidade das equipes de Manutenção Elétrica e Manutenção Mecânica e com periodicidade bienal. O campo de aplicação engloba a central de esgotamento (GA's, CF-01 BL 05, CF-01 BL08, CF-02 BL14, CF-02 BL21), sendo que todas as anomalias e grandezas identificadas durante as inspeções devem ser registradas com a emissão de um cartão

de anomalia (CA), registro de notas no módulo PM do R3 da SAP e registro de grandezas medidas nos pontos de medição do módulo PM do R3 da SAP.

No relatório de serviços preventivos de segurança de barragem fornecido pelo Eletrobras Eletronorte à equipe pericial não há registros de inspeções realizadas no sistema de esgotamento.

e) Reservatório

As inspeções ao reservatório da UHE Tucuruí devem ser realizadas de acordo com o PMP-BR-105-UHTU, sob responsabilidade da equipe de Manutenção Civil e com periodicidade anual. Todas as anomalias e grandezas identificadas durante as inspeções devem ser registradas com a emissão de um cartão de anomalia (CA), registro de notas no módulo PM do R3 da SAP e registro de grandezas medidas nos pontos de medição do módulo PM do R3 da SAP.

A análise do relatório de serviços preventivos de segurança de barragem emitidos pelo sistema SAP identificou que a Eletrobras Eletronorte cumpriu a periodicidade estabelecida pelo PMP-BR-105-UHTU apenas nos de 2015 e 2017, ou seja, nos demais anos (2012, 2013, 2014, 2016) não foram realizadas inspeções no reservatório.

4.1. CONCLUSÕES DA PERÍCIA

Após a análise dos procedimentos de inspeção e segurança instituídos pelos Programas de Manutenção Programada Periódica (PMP's), a equipe pericial conclui que a Eletronorte deve cumprir com maior rigor a periodicidade as inspeções, principalmente no reservatório e nas estruturas de rocha e enrocamento. Tais inspeções são de extrema relevância para o acompanhamento de possíveis situações que afetam a segurança da barragem.

e) Avaliação dos riscos à segurança da barragem da UHE-Tucuruí, causados por eventuais agentes externos ante ao tráfego irrestrito de veículos e pessoas pela barragem.

Para que seja realizada a avaliação dos riscos à segurança da barragem UHE-Tucuruí frente à ação de agentes externos devem ser elaborados estudos mais aprofundados e detalhados, pautados na simulação do comportamento estático e dinâmico do barramento, com o auxílio de ferramentas computacionais. A metodologia desta pesquisa passa por várias fases: a criação de modelos representativos da estrutura, a entrada dos dados referentes às propriedades de todos os materiais constituintes do barramento, as condições iniciais e as condições de contorno e etc. Ainda, deve-se acrescentar aos estudos os cenários que possam vir a colocar em risco a integridade da barragem, como por exemplo, a detonação de bombas causada por uma ação terrorista ou por ação de manifestantes entre outros.

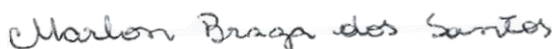
Diante do exposto os peritos entendem que a execução deste estudo só torna-se viável na modalidade de um projeto de pesquisa financiado, tendo em vista a complexidade da pesquisa e a necessidade da dedicação de elevada carga horária por parte dos docentes peritos.

Tucuruí, 13 de março de 2018.



Prof. Dr^a. Fernanda Pereira Gouveia
(Perita Coordenadora)

Prof. Dr. Aarão Ferreira Lima Neto
(Perito)



Prof. Me. Marlon Braga dos Santos
(Perito)

ANEXOS

ANEXO A - Termo de entrega do PAE UHE-Tucuruí à Prefeitura de Tucuruí.



TERMO DE ENTREGA / PROTOCOLO

REF.: PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS VOLUME IV: PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

☒ **Em mãos** ☐ **Sedex**

RECEBIMENTO: **CEP: 68458-000**

Prefeitura Municipal de Tucuruí
Gabinete do Prefeito
Recebi em 21/12/17 Horas 09:31h
KAROLINE AUGUSTINHA

SECRETARIA GERAL DA OGG
Fone: (94) 3787-7400

Tucuruí - PA, 21 de dezembro de 2017.

DESTINATÁRIO

Sr. Benedito Joaquim Campos Couto
Prefeito Municipal
Prefeitura Municipal de Tucuruí

Rua Raimundo Ribeiro de Souza, 01 - Bairro Sta. Izabel - Tucuruí/PA.
CEP: 68458-000

ANEXO B - Ofício enviado à Prefeitura de Tucuruí para a análise documental do PAE entregue pela Eletronorte.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA**

Ofício. Nº 05/2018 – NDAE/UFPa

Tucuruí/PA, 23 de janeiro de 2018.

Ao
Senhor Benedito Joaquim Campos
Prefeito em Exercício de Tucuruí

Assunto: Solicitação de cópia de documento

Senhor Prefeito,

Ao cumprimentar V. S.^a, solicitamos uma **cópia do Plano de Segurança de Barragens**, entregue pela Eletronorte - UHE - Tucuruí/Brasília a essa Prefeitura. Uma vez que os engenheiros civis Fernanda Pereira Gouvêa, Aarão Ferreira Lima Neto e Marlon Braga dos Santos, servidores desta Universidade, atuam como peritos, nomeados pelo **Ministério Público Federal**, para averiguação das atividades que norteiam a confecção deste documento assim como as informações contidas no mesmo, atendendo assim solicitação do **MPF**.

Atenciosamente,


Prof. Dr. Aarão Ferreira Lima Neto
Diretor Geral Núcleo de Des. Amazônico em Engenharia
Portaria nº 1516/2016
NDAE - UFPa

ANEXO C – Matriz de classificação de risco preenchida pela Eletronorte.

ANEXO II - MATRIZ PARA BARRAGENS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA

CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL

NOME DA BARRAGEM	UHE TUCURUÍ I e II
NOME DO EMPREENDEDOR	ELETOBRÁS ELETRONORTE
DATA:	24/08/2012

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	19
2	Estado de Conservação (EC)	2
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	5
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		26

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)		30
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	> = 16
	MÉDIO	10 < DP < 16
	BAIXO	< = 10

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:

CATEGORIA DE RISCO	Alto / Médio / Baixo
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Alto / Médio / Baixo

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)					
1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT					
Altura (a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da Barragem (e)	Vazão de Projeto (f)
Altura ≤ 15m (0)	comprimento ≤ 200m (2)	Concreto Convencional (1)	Rocha sã (1)	entre 30 e 50 anos (1)	Decamlienar ou CMP (Chela Máxima Provável) - TR = 10.000 anos (3)
15m < Altura < 30m (1)	Comprimento > 200m (3)	Alvenaria de Pedra / Concreto Cicolópio / Concreto Rolado - CCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	entre 10 e 30 anos (2)	Milenar - TR = 1.000 anos (5)
30m ≤ Altura ≤ 60m (2)	-	Terra Homogenea /Enrocamento / Terra Enrocamento (3)	Rocha alterada -sem tratamento / Rocha alterada fraturada com tratamento (3)	entre 5 e 10 anos (3)	TR = 500 anos (8)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole / Saprolito / Solo compacto (4)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	TR < 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)
-	-	-	Solo residual / aluvião (5)	-	-
CT = ∑ (a até f):		3+3+3+5+2+3=19			
Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.					

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC

Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Percolação (i)	Deformações e Recalques (j)	Deterioração dos Taludes / Paramentos (l)	Eclusa (*) (m)
Estruturas civis e eletromecânicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletromecânicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Não possui eclusa (0)
Estruturas civis e eletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente. (4)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação (4)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizada e/ou monitorada (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)	Estruturas civis e eletromecânicas bem mantidas e funcionando (1)
Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente. (7)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento. (5)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva. (5)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)
Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	-	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente. (8)	Trincas, abatimentos ou escoregamentos expressivos, com potencial de comprometimento aa segurança (8)	Depressões acentuadas nos taludes, escoregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento aa segurança. (7)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)
EC = $\sum$ (g até m):		0+0+0+1+0+1=2			

Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.

II.1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)				
3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS				
Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (0)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-
inexiste documentação de projeto (8)	-	-	-	-
PS = $\sum (n \text{ até } r)$:		2+0+0=0+3=5		
Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.				

II.2 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

Volume Total do Reservatório para barragens de uso múltiplo ou aproveitamento energético (s)	Potencial de perdas de vidas humanas (t)	Impacto ambiental (u)	Impacto sócio-econômico (v)
Pequeno < = 5hm³ (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE (Quando não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)
Médio 5 a 75hm³ (2)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local. (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO (quando existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem) (4)
Grande 75 a 200hm³ (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas. (8)	-	ALTO (quando existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)
Muito Grande > 200hm³ (5)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas. (12)	-	-

DPA = $\sum (s \text{ até } v)$: 5+12+5+8=30

Observação: Para cada coluna da matriz, hachurar/destacar a respectiva classificação do empreendimento.