

# VISTORIA GEOTÉCNICA DOS TALUDES MARGINAIS DO RESERVATÓRIO DA UHE CANA BRAVA

**Contrato: UHCB.NARI.09.56180**

**TRACTEBEL ENERGIA SA.**

**Minaçu - GO**

FLORIANÓPOLIS, 28 DE DEZEMBRO DE 2010.

DOCUMENTO RE-TRB-CBV-010-02					
1	DEZ/10	Atendendo Comentários	HRO	VSC	SUOLI
0	OUT/10	Primeira Emissão	HRO/WHT	VSC	SUOLI
<b>Revisão</b>	<b>Data</b>	<b>Objeto da Revisão</b>	<b>Redação</b>	<b>Verificado</b>	<b>Aprovado</b>

---

## SUMÁRIO

1	OBJETIVO .....	3
2	HISTÓRICO .....	3
3	CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA DO RESERVATÓRIO.....	3
4	VISTORIA DE CAMPO .....	5
4.1	RIO BONITO .....	5
4.2	RIO TOCANTINS .....	10
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	33
6	RESUMO DOS PONTOS NOTÁVEIS.....	35
	ANEXOS.....	38
	ANEXO 1 – MAPA GERAL DOS PONTOS NOTÁVEIS .....	38

## 1 OBJETIVO

Apresentar os aspectos observados na vistoria geotécnica dos taludes marginais ao reservatório da UHE Cana Brava, localizada entre as cidades de Minaçu, Colinas do Sul e Cavalcante, estado de Goiás. As atividades de campo, incluindo reuniões e vistoria, foram realizadas nos dias 09 e 10 de setembro de 2010.

As atividades de campo foram realizadas pelo Geólogo Willy Heckrath pela SUOLI Engenharia, com acompanhamento dos técnicos Reginaldo e Mateus da Mirllan Segurança Patrimonial, responsável pela vigilância ambiental/sócio patrimonial da Usina.

## 2 HISTÓRICO

O Programa de Monitoramento Geológico de Taludes do Reservatório da UHE Cana Brava foi iniciado em Dezembro de 2001. O Programa foi baseado em Relatório Geológico elaborado pela GN Consult em Setembro de 2001, o qual, através de metodologia própria, definiu os setores de risco do reservatório e emitiu recomendações para o período pré e pós enchimento.

As atividades de monitoramento de campo dos pontos de risco identificados foram desenvolvidas a partir de janeiro de 2002. Vistorias de campo foram realizadas em Novembro de 2004, Março de 2005, Janeiro e Novembro de 2006.

Em suma, os taludes de risco identificados não sofreram movimentações significativas, sendo que, de uma maneira geral, as áreas tenderam para uma condição de estabilização natural, não sendo requeridas até o momento, obras especiais de contenção ou estabilização.

## 3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GEOLOGIA DO RESERVATÓRIO

Sob o aspecto geológico regional, a UHE Cana Brava insere-se no compartimento geotectônico denominado Província Tocantins, unidade tectônica Neoproterozóica desenvolvida durante a colagem orogênica Brasileira que ocorreu na região central do Brasil, sendo constituída por três cinturões dobrados, a citar: Faixa Brasília, Faixa Araguaia e Faixa Paraguai.

Do barramento da UHE Cana Brava, para montante, até aproximadamente o terço inferior de seu reservatório, o embasamento geológico dá-se pelo denominado Complexo Rio Maranhão, de idade Paleoproterozóica, formado por granitos-gnaisses-xistos, formando a borda oriental do Complexo Máfico-Ultramáfico de Cana Brava. A partir do terço mediano do reservatório, os terrenos são sustentados por litotipos pertencentes ao denominado Grupo Paranoá (Mesoproterozóico), representados por uma espessa sucessão psamo-pelítica e importante contribuição de rochas carbonáticas. O terço superior do reservatório, até o barramento da UHE Serra da Mesa, acha-se dominado predominantemente por metamorfitos relacionados às formações pertencentes ao Grupo Serra da Mesa (Paleoproterozóico), fácies quartzíticas e metapsamo-pelíticas, subordinadamente com porções do Granito Serra da Mesa (Granitos Anorogênicos do Paleopaleozóico) adjacentes ao barramento/ombreiras da UHE Serra da Mesa e, algumas porções do denominado Grupo Araí (Formação Traíras - Paleoproterozóico),

predominantemente quartzítica, na região entre o segundo e terceiro terço do reservatório, a montante da barragem Cana Brava.

Deve ser salientado que todo o arcabouço geológico da região onde se encaixa o rio Tocantins (Faixa Brasília) é estruturado por uma série de sistemas de dobramentos e empurrões de direção preferencial N-S, resultantes de esforços de oeste para este (vergência). A estas feições, associam-se sistemas transcorrentes menores, imprimindo, pelo intenso tectonismo, um relevo bastante enérgico à região.

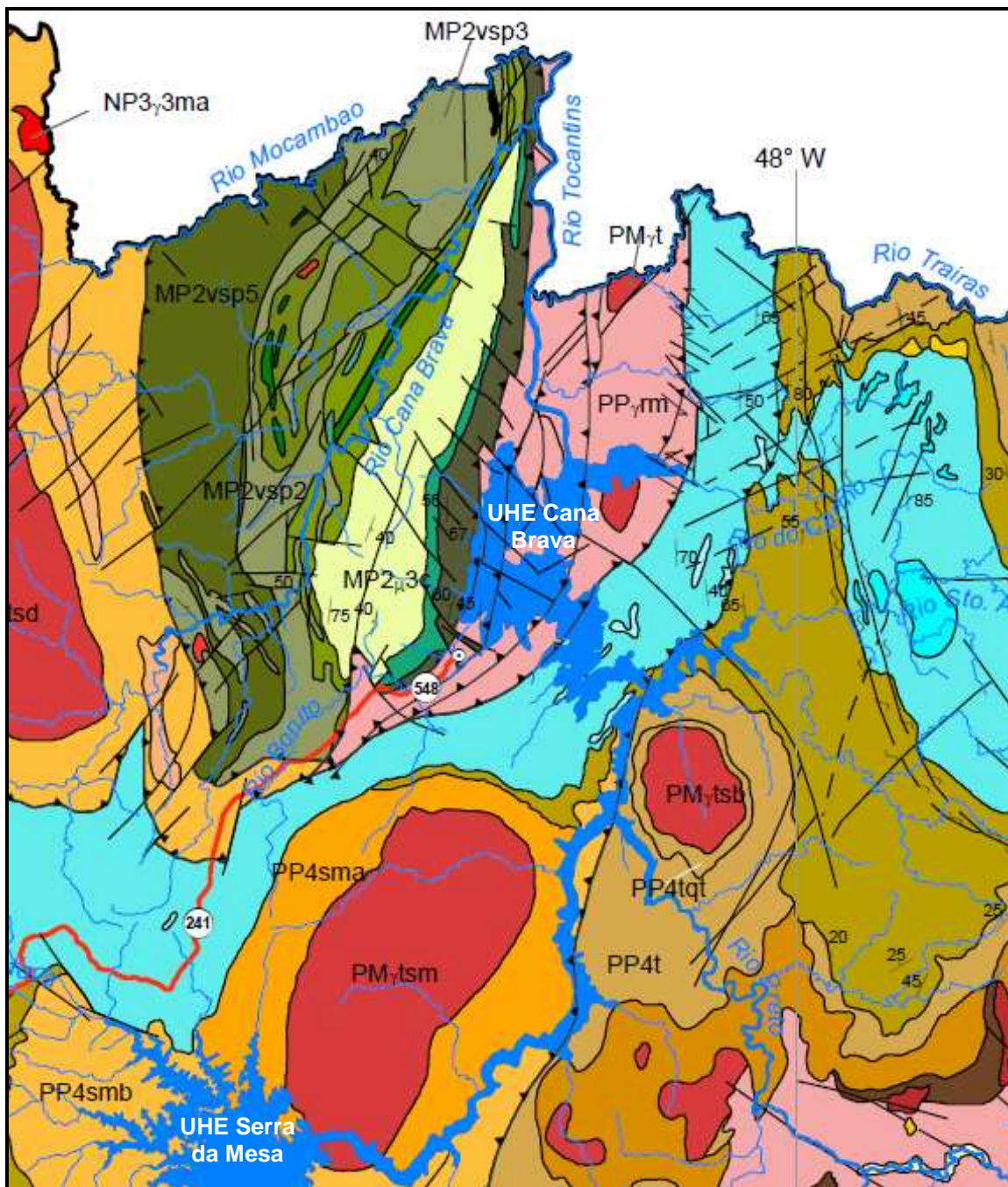


FIGURA 1 – MAPA GEOLÓGICO DE GOIÁS – ESCALA 1:500.000.

#### 4 VISTORIA DE CAMPO

A vistoria de campo foi realizada com barco pelo reservatório, o qual foi percorrido as principais áreas e pontos notáveis mapeados previamente como setores de risco e demais áreas de interesse.

##### 4.1 RIO BONITO

De modo geral, os taludes marginais no remanso do Rio Bonito possuem pequena altura e o risco que os mesmos impõem ao reservatório é baixo. Localmente observam-se alguns taludes com pequenos escorregamentos, sem maiores evoluções e conseqüências ao reservatório (Fotos 1 e 2). Nesse ponto, na margem direita do Rio Bonito, percebe-se a ocorrência de erosão em margem de barranca, em material silto-arenoso, com pequena evolução em relação à vistoria anterior, causado por ação de ondas do reservatório. Aconselhamos acompanhamento por vistorias periódicas.



FOTO 1 – MARGEM DIREITA DO RIO BONITO – EROSÕES POR ONDAS (PONTO NOTÁVEL 5) - PEQUENA EVOLUÇÃO NAS EROSÕES/ASSOREAMENTO.





FOTO 2 - MARGEM DIREITA DO RIO BONITO – EROSÕES POR ONDAS (PONTO 5) – PEQUENA EVOLUÇÃO NO PROCESSO EROSIVO/ASSOREAMENTO.

Cabe salientar que a região marginal do Rio Bonito, apresenta vários pontos que devem merecer atenção quanto às suas influências no reservatório, a citar os seguintes:

- a montante da ponte que liga o centro de Minaçu ao aeroporto, as ocorrências mais comuns são o uso inadequado das margens;
- a degradação progressiva das mesmas em suas baixas elevações, com solo superficial muito erodível por águas superficiais;
- a ocupação suburbana em progresso com abertura de acessos;
- antigos aproveitamentos de jazidas (areias), não recuperados ambientalmente;
- a disposição localizada de dejetos e lixo domiciliar;
- a famigerada utilização de queimadas, a progressiva destruição da cobertura vegetal arbórea e arbustiva, contribuindo substancialmente ao aumento da taxa de assoreamento do reservatório e desfiguração cênica e ambiental da paisagem.

Essas observações também foram feitas no baixo curso do Rio Bonito, evidenciando problemas de ocupação desordenada, contribuinte, por aumento de erosões superficiais ao crescimento do assoreamento do lago.

Notável é a localidade do Ponto 03 que se referem, no caso em pauta, como região de deságüe das águas tratadas pela ETE que serve à Vila de Furnas, apresentando, em continuidade, os mesmos problemas verificados na inspeção de Novembro de 2006, não tendo havido nenhuma melhoria nas estruturas inadequadas e danificadas desde então (Fotos 3 a 7).

Igualmente, cabe citar que a lagoa de despejos de águas servidas também apresenta-se continuamente assoreada, tomada amplamente por macrófitas aquáticas. Deverá pensar-se em um programa de revitalização dessa lagoa, fazendo-se gestões junto ao Poder Público, como recomendado anteriormente.



FOTO 3 – MARGEM ESQUERDA DO RIO BONITO - LAGOA ASSOREADA POR MACRÓFITAS AQUÁTICAS, JUNTO À ETE DA VILA DE FURNAS.





FOTO 4 – MARGEM ESQUERDA DO RIO BONITO - LAGOA ASSOREADA POR MACRÓFITAS AQUÁTICAS, JUNTO À ETE DA VILA DE FURNAS.



FOTO 5 – MARGEM ESQUERDA DO RIO BONITO - DESÁGÜE DA REDE PLUVIAL DA VILA DE FURNAS.





FOTO 6 – MARGEM ESQUERDA DO RIO BONITO - DESÁGÜE DA REDE PLUVIAL DA VILA DE FURNAS.



FOTO 7 – MARGEM ESQUERDA DO RIO BONITO - DESÁGÜE DA REDE PLUVIAL DA VILA DE FURNAS.

#### 4.2 RIO TOCANTINS

Na margem esquerda, ponto considerado como sítio arqueológico [Ponto Notável 13] (Fotos 8 a 10) consiste de afloramento de rocha carbonática em margem escarpada, cores variegadas, com cavidades de dissolução, com formação de caverna, localmente com talude negativo (mergulho aparente contrário ao leito do rio), NA um pouco abaixo do piso da caverna, extensão ao longo da margem de, aproximadamente 70 metros, podendo ocorrer deslocamentos e quedas de lascas e blocos, porém, não foi observada nenhuma evolução após a última vistoria.



FOTO 8 - MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS, SÍTIO ARQUEOLÓGICO (PONTO 13).



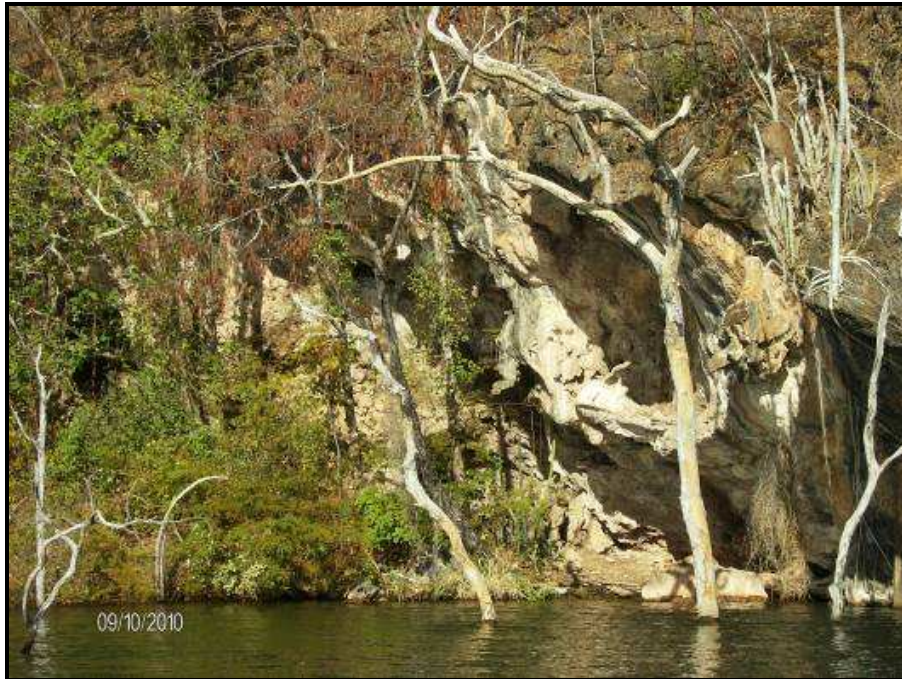


FOTO 9 – MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS, SÍTIO ARQUEOLÓGICO (PONTO 13).



FOTO 10 – MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS, SÍTIO ARQUEOLÓGICO (PONTO 13).

A recomendação para este ponto é manter conservação do local, preservando seu valor arqueológico/visual, bem como monitorar visualmente em cada vistoria periódica recomendada.

Na margem direita, no local denominado Estreito [Ponto Notável 14], contraforte da Serra da Bibiana, ocorre uma sucessão de escarpas rochosas em pacote mergulhante - flanco de dobra, associado a falhamento de empurrão, com grau de fraturamento médio (talude bastante íngreme, com



porções de taludes negativos), com cavidades de dissolução por infiltração de águas pluviais, considerada como área de risco, pois ocorrem(ram) deslocamentos de lascas e blocos de rocha calcária, devendo ser constantemente ser monitorada por inspeções visuais, embora nenhuma evolução tenha sido registrada desde a última vistoria. Recomendamos monitoramento empírico, através de postes verticais cravados ao longo das saias de colúvio/tálus ocorrentes na frente dos taludes, alinhados segundo a margem do reservatório.

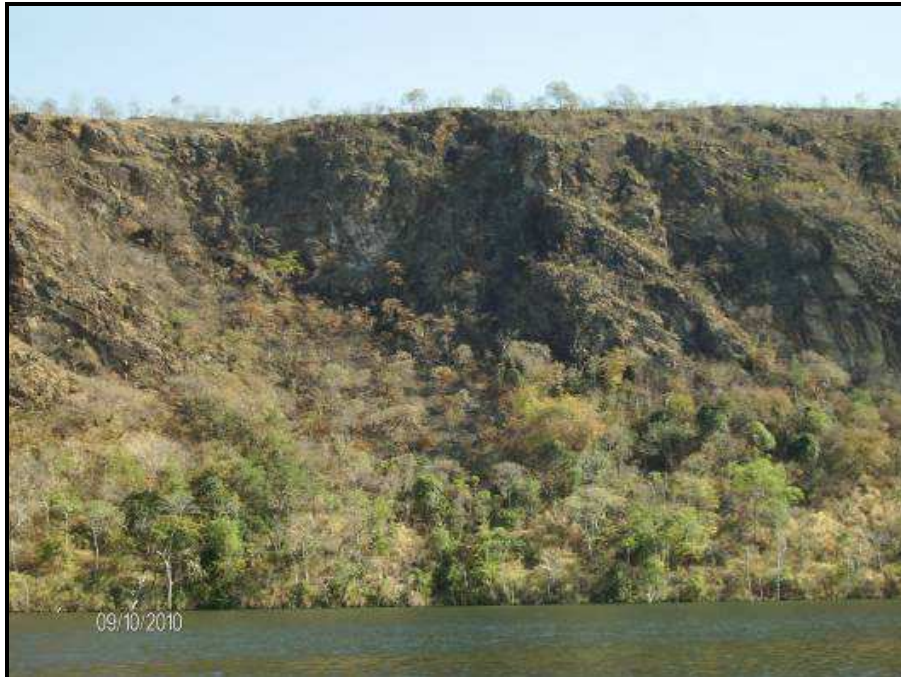


FOTO 11 – MARGEM DIREITA DO RIO TOCANTINS (PONTO 14). ESCARPAS COM QUEDAS LOCALIZADAS DE LASCAS E BLOCOS E CONES DE COLÚVIO/TÁLUS NA MEIA-ENCOSTA E BASE DO TALUDE.

Na margem esquerda do Rio Tocantins foi identificado o Ponto Extra A, onde ocorrem processos erosivos por ação de ondas, ocasionando quedas de blocos de rocha com xistosidade incipiente e saprolito, provavelmente relacionada a calcário bastante intemperizado. Extensão de aproximadamente 60m ao longo do rio. Manter observações rotineiras.



FOTO 12 – MARGEM DIREITA DO RIO TOCANTINS (PONTO 14). ESCARPAS COM TALUDES NEGATIVOS, QUEDAS LOCALIZADAS DE BLOCOS E LASCAS E PRESENÇA DE CONES DE COLÚVIO/TÁLUS NA MEIA-ENCOSTA E BASE DO TALUDE.

Nas proximidades do local conhecido como Rio das Pedras [Ponto Extra B], indicado nas Fotos 13 e 14, na margem direita do Rio Tocantins, afloramentos desfavoráveis em rocha alterada com xistosidade incipiente, com quedas de blocos e lascas, sem cobertura vegetal, ao longo de cerca de 150m ao longo da margem, deverá ser monitorado em vistorias de rotina para verificar possível progresso de erosão.





FOTO 13 – MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS (PONTO B). EROSÕES PROVOCADAS POR EMBATE DE ONDAS EM MATERIAL MUITO INSTÁVEL DE BAIXA COESÃO, PROVOCANDO ESCORREGAMENTO DE MATERIAL SAPROLÍTICO/ROCHA XISTOSA/BANDADA E ALTERADA, EM TALUDE SV. ASSOREAMENTO EM PROGRESSO.



FOTO 14 – DETALHE DA FOTO ANTERIOR (PONTO B).

Próximo à barra do Rio Preto, margem esquerda do Rio Tocantins [Ponto Notável 26], ocorre uma das áreas mais preocupantes na região, em relação ao desequilíbrio nas condições geotécnicas das margens do reservatório. Trata-se de um novo acesso executado para relocação de estradas



afetadas pelo enchimento do reservatório, sendo notável a associação com atividade antrópica nesse contexto. São notáveis as ocorrências nesse local, a citar:

- área bastante degradada, relativa ao corte e aterro do material superficial para instalação do acesso, sem recuperação ambiental, contribuindo ao progressivo deterioramento por erosão da estrutura viária, notavelmente evoluída desde a vistoria anterior;
- estruturas de drenagem, tais como bueiro de transposição da estrada, subdimensionado, danificado, com falta de estruturas de dissipação a jusante;
- erosões generalizadas por ação de águas superficiais sem drenagem superficial (canaletas de crista, de pé-de-talude de aterro, e talvez em espinha-de peixe etc.);
- manilhas de descarga pós-bueiro, danificadas, inoperantes;
- erosões no corpo de aterro da estrada;
- formação de trincas de tração no LE da estrada, com aberturas de 5,0cm e extensão longitudinal métrica, evidenciando ruptura do corpo de aterro da estrada;
- erosões ao longo de vários trechos da estrada, numa extensão de aproximadamente 50-60 metros.



FOTO 15 – MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS, PRÓXIMO À FOZ DO RIO DAS PEDRAS (PONTO 26). ÁREA INTENSAMENTE DEGRADADA, EROSÕES, ASSOREAMENTO ACELERADO.



FOTO 16 – MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS, PRÓXIMO À FOZ DO RIO DAS PEDRAS (PONTO 26). NOTÁVEL EVOLUÇÃO DE EROSÕES, ASSOREAMENTO EM PROGRESSO.



FOTO 17 – DETALHES DAS ESTRUTURAS DE DRENAGEM, INADEQUADAS E DETERIORADAS, A JUSANTE DO CORPO DE ATERRAMENTO DA ESTRADA (PONTO 26).





FOTO 18 – DETALHE DA TRINCA DE TRAÇÃO NO CORPO DE ATERRO DA ESTRADA (PONTO 26).



FOTO 19 – VISTA DA TRINCA NO LE DO CORPO DE ATERRO DA ESTRADA (PONTO 26).





FOTO 20 – VISTA GERAL DA ÁREA DEGRADADA E INTENSAMENTE ERODIDA/INSTABILIZADA JUNTO À ESTRADA, NAS PROXIMIDADES DA FOZ DO RIO DAS PEDRAS, MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS (PONTO 26).



FOTO 21 – ÁREA DEGRADA REFERENTE AO PONTO 26. MARGEM ESQUERDA DO RIO TOCANTINS, PRÓXIMO À FOZ DO RIO DAS PEDRAS.

Cabe salientar que, o local acima, apresenta-se formado por solo superficial, silto-arenoso, localmente com grânulos e pedregoso, cores claras, muito friável e erodível, com baixa coesão, devendo tratar-se de solo residual/solo saprolítico de rocha quartzítica xistosa.

Deve ser ressaltado, com importância, que, toda a carga de material proveniente das erosões superficiais está sendo carregada (em evolução) para o reservatório, contribuindo, sobremaneira, para o seu assoreamento. Recomenda-se rápida recuperação ambiental da área do entorno do Ponto 26, basicamente com reflorestamento com espécies locais.

No Ponto Notável 16, próximo à barra do Rio São Félix, MD do Rio Tocantins, ocorre barranca apresentando erosões e escorregamento translacional por ação das ondas e verticalidade do talude em material silto-arenoso fino, de baixa coesão (saprolito) de xisto ou rocha calcária muito alterada, com estruturas bandadas, convolutas, reliquiares. Igualmente observam-se pequenas falhas SV, que contribuem ao escorregamento no plano SV do talude de cerca de 9,0 metros de altura. Cobertura de solo residual bastante delgada (0,3-05m), apresentando sinais de rastejo incipiente. Acumulação de blocos centimétricos a decimétricos de material escorregado junto ao talude, junto à lâmina d'água. Pequena evolução dos processos de desagregação/escorregamento, notados desde a última vistoria. Pontos semelhantes, com menores feições de erosão/pequenos escorregamentos, localizam-se um pouco mais a jusante. Recomenda-se manter observações visuais rotineiras.



FOTO 22 – PUNTO 16 - BARRANCA NA MARGEM DIREITA DO RIO TOCANTINS. EROSÕES POR EMBATE DE ONDAS, MATERIAL SAPROLÍTICO, MUITO FRÁVEL, COM BAIXA COESÃO EM TALUDE SV. EVOLUÇÃO DO ASSOREAMENTO.





FOTO 23 – PONTO 16 - NOTAR A ESTRUTURA RELIQUIAR DA ROCHA NO MATERIAL SAPROLÍTICO, MUITO ERODÍVEL. ASSOREAMENTO EM PROGRESSO.



FOTO 24 – PONTO 16 - NOTAR A VERTICALIDADE DO TALUDE (BARRANCA) COM ESCORREGAMENTOS POR SOLAPAMENTO DA BASE DO TALUDE POR AÇÃO DE ONDAS DO RESERVATÓRIO. ASSOREAMENTO PROGRESSIVO.

Na margem direita do Rio Tocantins, nas proximidades da Serra da Bibiana, foi identificada na vistoria técnica de fevereiro de 2010 (Ponto Notável 15), uma encosta (Fotos 25 e 26) com presença de degrau de abatimento bastante significativo, levando preocupação quanto à ruptura e colapso futuro, podendo ocasionar, por grande escorregamento e/ou quedas, tanto impactar o aspecto visual da margem, bem como ocasionar uma onda de grande energia, colocando em risco o reservatório e as estruturas da usina a jusante.



FOTO 25 – MARGEM DIREITA DO RIO TOCANTINS, VISTA PARA MONTANTE DA ESCARPA (“CUESTA”), COM DEGRAUS DE ABATIMENTO E DEPÓSITO DE COLÚVIO/TÁLUS NO TALUDE MARGINAL (PONTO 15).





FOTO 26 – DETALHE DA FOTO ANTERIOR, MOSTRANDO O DEPÓSITO DE ENCOSTA (COLÚVIO/TÁLUS) NO TALUDE MARGINAL. VISTA PARA MONTANTE (PONTO 15).

Na vistoria realizada em 10.09.2010, dedicamos atenção especial a esta encosta. Trata-se de uma encosta que, sob o aspecto geomorfológico, apresenta características de uma “cuesta”- forma de relevo dissimétrico - sustentada por camadas mais resistentes ao intemperismo, mergulhando em torno de 30-35 graus, caracterizando o flanco de uma dobra, associada provavelmente a falhamento de empurrão. Sustentada por rocha calcária, apresenta o seu reverso para o interior do maciço, enquanto que a frente de cuesta (parte mais íngreme da estrutura) forma a encosta propriamente dita, de morfologia côncava, que delimita a margem direita, por aproximadamente 150-180 metros do Rio Tocantins que, nesse ponto, apresenta-se como um rio subsequente.

Percebeu-se a presença de material coluvionar/tálus, formando uma espécie de “rampa” ou “saia” de colúvio/tálus, que se estende desde a meia-encosta (frente da cuesta), até o nível d’água, relacionada a 3 a 4 patamares, escalonados (cornijas), produzidos por fendas longitudinais de abatimento, ao longo da encosta a montante (possível escorregamento plano/circular).

O depósito de encosta (na frente) é formado principalmente por material silto-argiloso, marrom-avermelhado (decomposição de calcário) dominando sobre blocos angulares a sub-angulares, médios a grandes, imersos, de rocha pouco alterada, que parecem sustentar o depósito em profundidade, com raras ocorrências superficiais.

Não foi observado nenhum sinal de recente movimentação, desde a última vistoria, sendo raros os sinais de antigos rastejos. Possíveis fendas de tração, caso tenham ocorrido, não foram detectadas ou acham-se bastante mascaradas, podendo estar totalmente obliteradas/estabilizadas.

O depósito detrítico de encosta parece estar em equilíbrio, devido à sua conformação côncava, porém, as constantes e recentes queimadas e a escassa e raquítica cobertura vegetal remanescente,

submetida à ação de queimadas, aliadas à porosidade e erodibilidade do material depositado, por águas superficiais e de infiltração, recomendam monitoramento visual constante, verificando, ao longo dos patamares da encosta, eventual surgimento de fendas de tração e/ou abatimento, assim como, a cravação de marcos ou postes alinhados ao longo da extensão do corpo coluvionar, para observação visual de alinhamento/verticalidade dos mesmos (monitoramento empírico), verificando se ocorrem novos sinais de rastejo ou aparecimento de trincas de tração, mormente, imediatamente após períodos de intensa pluviosidade.

Caso o monitoramento visual detecte alguma movimentação, imediatos trabalhos de investigação em subsuperfície deverão ser contemplados, tais como sondagens com instalação de instrumentação (inclinômetros e piezômetros), para melhor definição dos parâmetros geológico-geotécnicos, subsidiando possíveis intervenções.

Relacionam-se a esse ponto notável (16), com mais detalhes, as Fotos 27 a 32.



FOTO 27 – DETALHE DO DEPÓSITO DE ENCOSTA (COLÚVIO/TÁLUS) COM DEGRAUS DE ABATIMENTO NAS PARTES SUPERIORES DO TALUDE MARGINAL. VISTA PARA JUSANTE (PONTO 15).





FOTO 28 – VISTA PARA MONTANTE DO MATERIAL COLUVIAL/TÁLUS, CONFORMANDO A ENCOSTA CÔNCAVA DO TALUDE MARGINAL. NOTAR O DEGRAU DE ABATIMENTO NA PARTE MEDIANA DO TALUDE. PONTO 15.



FOTO 29 – PONTO 15 - VISTA PARA MONTANTE DO MATERIAL COLÚVIAL/TÁLUS EM ENCOSTA CÔNCAVA DO TALUDE MARGINAL.





FOTO 30 – DETALHE DOS DEGRAUS DE ABATIMENTO, ESCALONADOS, NAS PARTES SUPERIORES DO TALUDE MARGINAL, CONFORMANDO ENCOSTA CÔNCAVA DO MESMO. PONTO 15.

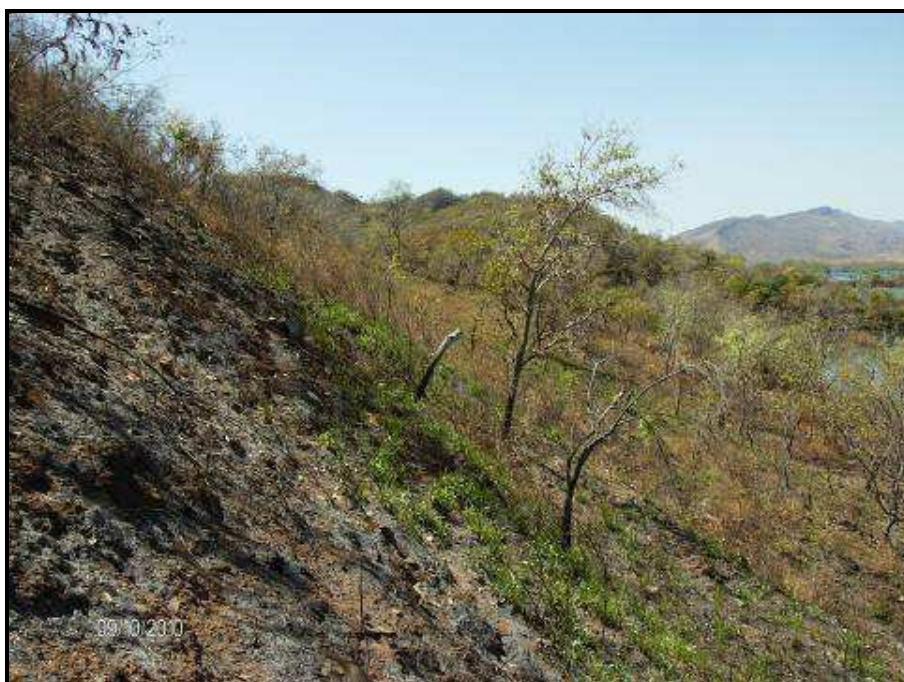


FOTO 31 – ENCOSTA CÔNCAVA SUSTENTADA POR MATERIAL COLÚVIONAR/TÁLUS, COM RAROS SINAIS DE RASTEJO. PONTO 15.





FOTO 32 – VISTA FRONTAL DA “CUESTA”, PODENDO-SE NOTAR OS DEGRAUS DE ABATIMENTO EM SUA PORÇÃO SUPERIOR, FORMANDO 3 A 4 PATAMARES DESCONTÍNUOS. A PARTE MÉDIO-INFERIOR DO TALUDE É SUSTENTADA SUPERFICIALMENTE POR COLÚVIO/TÁLUS, APARENTEMENTE EM PERFIL DE EQUILÍBRIO. PONTO 15.

Deve ser mencionado que, diversas elevações com taludes invertidos (negativos) com pequenas “rampas” de colúvio sobre rochas acamadadas (xistos ou calcários) com estruturas desfavoráveis, mergulhando para o corpo d’água, ocorrem a jusante e a montante do ponto referido acima, em estruturas de morfologia semelhante (flancos de dobras associadas a falhamentos diretos), merecendo inspeções visuais rotineiras, nas margens esquerda e direita direita do Rio Tocantins. Tais feições são facilmente observáveis nas imagens do GOOGLE EARTH, aparentando equilíbrio geotécnico em suas vertentes côncavas, recobertas por descontínuos leques coluviais.

Observa-se no Ponto 12, o local conhecido como Gruta da Bibiana, na serra homônima (Fotos 33 e 34) apresenta a encosta rochosa (MD) escarpada, formada por rocha calcária com desenvolvimento de ampla e complexa caverna de grande atratividade e beleza, apresentando em seu interior um variado conjunto de formas e ornamentações - espeleotemas. A caverna apresenta-se estabilizada, não ocorrendo influência no reservatório, cuja cota mais alta (NA) não alcança a entrada da caverna. Observar rotineiramente, manter controle e preservação ambiental do local.

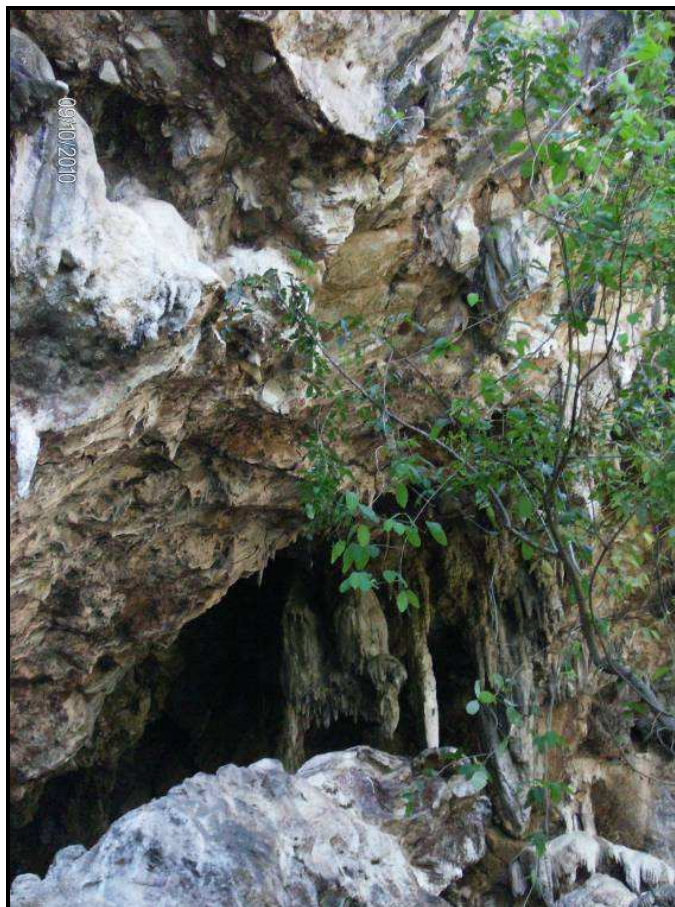


FOTO 33 – PUNTO 12. GRUTA DA BIBIANA. CAVERNA CALCÁRIA, RICA EM ESPELEOTEMAS.

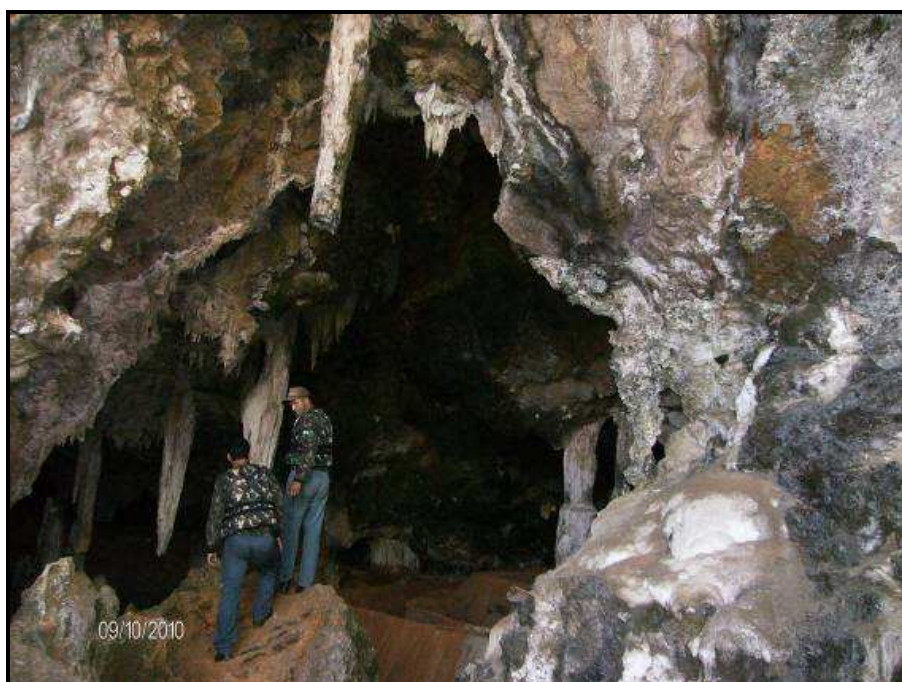


FOTO 34 – PUNTO 12. VISTA PARCIAL DO INTERIOR DA GRUTA DA BIBIANA, PODENDO-SE OBSERVAR A ABUNDÂNCIA DE ESPELEOTEMAS NAS PAREDES, TETO E PISO DA CAVERNA CALCÁRIA.



O reservatório, pouco acima da barragem, apresenta inúmeras ilhas sobressaindo acima de sua cota máxima, estando muitas delas com suas margens bastante afetadas pelo embate de ondas, ocasionando erosões de suas margens e assoreamento progressivo do lago. Nesse contexto, observou-se na denominada Ilha 75 [Ponto Extra C e D] (Fotos 35 a 38).



FOTO 35 – EROSÕES / ASSOREAMENTO, POR AÇÃO DE ONDAS EM TALUDES BAIXOS DE DIVERSAS ILHAS NO RESERVATÓRIO DA UHE CANA BRAVA. PONTO C (ILHA 75).



FOTO 36 - EROSÕES POR AÇÃO DE ONDAS NOS TALUDES MARGINAIS BAIXOS, DE DIVERSAS ILHAS NO LAGO DA UHE CANA BRAVA. ASSOREAMENTO EM MARCHA. PONTO D.





FOTO 37 - PONTO D, TALUDES MARGINAIS COM EROSÕES POR AÇÃO DE ONDAS. DIVERSAS ILHAS APRESENTAM ESSE PASSIVO GEOTÉCNICO LOCALMENTE, CONTRIBUINDO AO ASSOREAMENTO DO RESERVATÓRIO.



FOTO 38 – ILHA 75. EROSIÃO POR EMBATE DE ONDAS EM TALUDES MARGINAIS DE DIVERSAS ILHAS NO RESERVATÓRIO. NOTAR A ERODIBILIDADE DO SOLO SUPERFICIAL DE ROCHA XISTOSA/GNAÍSE (?). ASSOREAMENTO EM PROGRESSO.



Adicionalmente, foram verificados 2 (dois) novos pontos notáveis, conforme indicação/recomendação da Engenheira Andréia R.S. Szortyka, da TRACTEBEL ENERGIA, conforme descritos abaixo:

Ponto Extra E: consiste de erosão localizada, por embate de ondas, em talude marginal de 1,0-1,6m de altura, MD, situado entre o eixo da barragem e o Dique1, com cerca de 100m de extensão descontínua com afloramento de rocha xistosa/foliada (embasamento), medianamente alterada, friável, capeada por pequena espessura de solo residual (0,3-0,5m), em pequena elevação com escassa cobertura vegetal com processos de degradação em marcha. Provoca assoreamento localizado, salientando-se levar em conta, a pequena distância de transporte do material deteriorado e assoreado, em relação às estruturas da usina. Recomendação de acompanhamento do ponto (Fotos 39 a 41).



FOTO 39 – PONTO E - EROSÕES LOCALIZADAS EM TALUDES MARGINAIS. EFEITO EROSIVO POR AÇÃO DAS ONDAS, COM ASSOREAMENTO EM PROGRESSO.



FOTO 40 – PONTO E - EROSÕES/SOLAPAMENTO/ASSOREAMENTO.



FOTO 41 – PONTO E - EROSÕES POR ONDAS, SOLAPAMENTOS E ASSOREAMENTO EM EVOLUÇÃO.

Ponto Extra F: semelhante ao ponto notável anterior. Trata-se de erosões em talude marginal, ME, próximo (montante) do eixo da barragem, extensão descontínua de aproximadamente 100 metros, apresentando rocha gnáissica/foliada, alterada, erodida por ação das ondas, junto à lâmina d'água, provocando progressivo assoreamento do reservatório. Área degradada, influenciada por antiga estrada,



com rala cobertura vegetal sobre raso solo superficial silto-arenoso e pedregoso. Fotos 42 e 43. São válidas para esse ponto as mesmas recomendações aplicadas ao Ponto 12, mencionadas acima.



FOTO 42 – PONTO F - EROSÕES/SOLAPAMENTO/ASSOREAMENTO POR EFEITO DE ATAQUE DE ONDAS DO RESERVATÓRIO.



FOTO 43 – DETALHE DO PONTO F, COM INFLUÊNCIA DE ÁREA DEGRADADA (ANTIGA ESTRADA) EM SOLO RESIDUAL COLUVIONAR, MUITO ERODÍVEL. EM EVOLUÇÃO DE SEUS PROCESSOS EROSIVOS/ASSOREAMENTO A MONTANTE DA BARRAGEM, NA MARGEM ESQUERDA.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A recente vistoria geológico-geotécnica realizada ao longo dos taludes marginais do reservatório da UHE Cana Brava, evidenciou, em conjunto com as observações obtidas nas vistorias anteriores, que os taludes monitorados e as ocorrências geotécnicas são normais, não tendo havido notáveis instabilidades recentes que ofereçam risco de deslizamentos importantes. Localmente, alguns pontos apresentam relativo progresso em erosão, dando-se esse, por embate de ondas e carente cobertura vegetal em áreas degradadas por ação antrópica, acelerando processos de erosão por águas superficiais em solos residuais, muito erodíveis, de constituição silto-arenosa a arenosa e pedregosa.

Ressaltamos, enfaticamente, que um grande fator acelerador dos processos de erosão por rill-wash (escoamento em vertentes desnudadas) é a ação nefasta das queimadas, constantes na época seca, tal como foram observadas em vários pontos, nos limites do reservatório e em seu entorno (Fotos 44 e 45).

De modo geral, as recomendações apontadas anteriormente, aplicam-se aos pontos notáveis, reverificados na recente vistoria, bem como aos novos pontos, ora levantados.



FOTO 44 - GRANDES QUEIMADAS NA MARGEM DIREITA DO RIO TOCANTINS, ALCANÇANDO AS MARGENS DO RESERVATÓRIO, IMPACTANDO AMBIENTALMENTE, ACELERANDO OS PROCESSOS DE EROSÕES SUPERFICIAIS E O CONSEQÜENTE ASSOREAMENTO DO LAGO.





FOTO 45 - DETALHE DAS QUEIMADAS ATINGINDO OS LIMITES DOS TALUDES MARGINAIS DO LAGO, COM CONSEQUÊNCIAS DE MAIOR ERODIBILIDADE DO SOLO RESIDUAL (SEMPRE MUITO RASO).

Em relação a hierarquização dos pontos verificados, quanto aos seus possíveis riscos geotécnicos, apontamos o Ponto 15, como merecedor de regular acompanhamento por inspeções visuais, mensalmente, adicionando-se um monitoramento empírico, através de caminhamentos na encosta e observação de verticalidade de marcos/postes a serem instalados ao longo da encosta . Classificamos essa zona geotécnica com de risco médio/alto. Deverá ser realizado levantamento topográfico no local, onde serão instalados marcos de controle a fim de monitorar a evolução do processo erosivo.

Em termos de risco médio, urge recuperar e proteger a área intensamente degradada e erodida, com intensa contribuição ao assoreamento do reservatório, relacionada ao Ponto 26, que continua com as mesmas deficiências até a recente visita, necessitando de projeto e execução de estruturas de drenagem superficial, controle de amplas e generalizadas erosões, recuperação da estrada/corpo de aterro e revegetação/reconformação do terreno. Deverá ser realizada uma recomposição da área degradada através de um reflorestamento com espécies nativas. Referente à recuperação do aterro e dos bueiros, o município de Cavalcante deverá ser notificado para que sejam tomadas as providências necessárias.

É importante destacar que todos os pontos relacionados a áreas degradadas, anteriormente e recentemente vistoriadas, continuam sem recuperações ambientais-geotécnicas. São áreas degradadas os desmatamentos/queimadas/acessos municipais e vicinais, portos de balsas etc., contendo esparsa cobertura vegetal, contribuindo enormemente ao carreamento de seus solos superficiais, impactando visualmente a região do entorno do reservatório, aumentando substancialmente a sua taxa de assoreamento.

Os processos de assoreamento observados no Rio Bonito (proximidades de Minaçu) originam-se pela ocupação humana, assim como, referem-se também à ETE localizada junto à Vila de Furnas, devendo, nesse caso tratar-se de gestões junto ao Poder Público. Sugere-se que programas de educação ambiental sejam desenvolvidos pelo Poder Público e apresentado à população urbana e rural destas localidades, visando aumento da conscientização sobre a preservação do meio ambiente no entorno do lago.

## 6 RESUMO DOS PONTOS NOTÁVEIS

Ponto	Local	Descrição	Risco	Recomendação	Coordenadas	
					N	E
1	Foz do Rio Bonito	Assoreamento	B	Acompanhar	802.263	8.502.431
2	Foz do Rio Bonito	Antiga Jazida - Uso Inadequado de Margem	B	Recuperar	801.957	8.502.071
3	Foz do Rio Bonito	Deságüe Inadequado na Margem, Assoreamento de Lagoa	B	Formalizar Necessidade de Tratamento ao Poder Público	802.655	8.502.455
4	Rio Bonito	Escorregamento	B	Acompanhar	804.015	8.505.420
5	Rio Bonito	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	806.105	8.507.006
6	Rio Bonito	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	804.468	8.509.334
7	Rio Bonito	Erosões por Ação de Ondas	M	Reflorestar	804.989	8.512.010
8	Rio Bonito	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	804.918	8.512.406
9	Rio Bonito	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	804.467	8.516.768
10	Área entre BP e DQ1	Erosões por Ação de Ondas	B	Reflorestar	810.044	8.516.282
11	Proximidades Serra da Bibiana	Uso Inadequado de Margens – Erosões	B	Acompanhar	807.781	8.505.204
12	Serra da Bibiana	Gruta da Bibiana	B	Acompanhar	811.742	8.504.243
13	Proximidades Serra da Bibiana	Sítio Arqueológico	B	Acompanhar	809.175	8.499.981
14	Proximidades Serra da Bibiana	Queda de Blocos	B	Acompanhar	811.371	8.501.470
15	Proximidades Serra da Bibiana	Encosta com Fenda e Abatimento	A	Acompanhar com Monitoramento	813.550	8.501.490



16	Rio São Felix	Escorregamento	B	Acompanhar	814.687	8.500.640
17	Rio São Felix	Escarpa com Risco de Queda de Blocos	B	Acompanhar	175.734	8.500.926
18	Rio São Felix	Área de Garimpo Antiga	B	Acompanhar	824.849	8.501.238
19	Rio dos Macacos	Assoreamento	B	Acompanhar	816.900	8.498.299
20	Rio dos Macacos	Encosta com Afloramentos com Mergulho Desfavorável	B	Acompanhar	816.690	8.498.225
21	Rio Tocantins	Áreas Degradadas, Aterro com Erosões, Bueiro Inadequado	M	Acompanhar Notificar Município	813.573	8.497.648
22	Rio Tocantins	Porto de Balsa: Área sem Vegetação e com Erosões	M	Reflorestar	812.348	8.497.508
23	Rio Tocantins	Queda de Blocos	B	Acompanhar	812.855	8.496.330
24	Rio Tocantins	Queda de Blocos	B	Acompanhar	812.660	8.492.460
25	Rio Tocantins	Escorregamento	B	Acompanhar	810.869	8.492.460
26	Rio Tocantins	Passagem de Acesso junto Reservatório: Área Degradada e Erosões	M	Acompanhar Reflorestar Notificar Município	810.641	8.492.453
27	Rio Tocantins	Escorregamento	B	Acompanhar	808.708	8.484.964
28	Rio Tocantins	Ponte do Rubão	B	Acompanhar	808.739	8.476.778
29	Rio Tocantins	Encosta com afloramento	B	Acompanhar	808.026	8.475.649
30	Rio Preto – Córrego Formiga	Erosão nas Margens	B	Acompanhar	817.487	8.484.300
31	GO-132	Área Degradada e Erosões na Estrada	M	Notificar AGETOP	809.132	8.477.891
32	GO-132	Ponte do Rio Lajeado	B	Acompanhar	807.390	8.487.489

**Relação de Pontos Extras – Mapeados na Vistoria de Setembro/2010:**

Ponto	Local	Descrição	Risco	Recomendação	Coordenadas	
					N	E
A	Rio Tocantins	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	813.383	8.499.066

B	Rio Tocantins	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	812.753	8.494.916
C	Ilha 75 - Rio Tocantins	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	804.486	8.509.316
D	Ilha 75 - Rio Tocantins	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	804.469	8.509.316
E	Rio Tocantins	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	810.062	8.516.306
F	Rio Tocantins	Erosões por Ação de Ondas	B	Acompanhar	809.185	8.515.912

As recomendações acima apresentadas são especificadas conforme descrição a seguir:

Acompanhar: manter monitoramento visual mensal pela equipe de Vigilância Ambiental e Sócio Patrimonial da Usina.

Acompanhar com monitoramento: realizar levantamento topográfico no local, instalar marcos a serem monitorados por equipe de topografia para posterior avaliação da evolução do processo erosivo.

Recuperar / Proteger: consiste em desenvolver projeto de engenharia específico para cada ponto contendo dispositivos para adequação do sistema de drenagem superficial, recuperação de erosões e da cobertura vegetal, dentre outras intervenções necessárias nos pontos com esta recomendação. Após conclusão dos projetos de engenharia, recomenda-se executar as obras, em até dois anos a partir da emissão deste relatório.

Reflorestar: reflorestar área com espécies nativas ou gramíneas.

Notificar: notificar os órgãos públicos (município e estado) de responsabilidade da área afetada, para que sejam tomadas as providências necessárias.



**ANEXOS**

**ANEXO 1 – MAPA GERAL DOS PONTOS NOTÁVEIS**

# MAPA GERAL DOS PONTOS NOTÁVEIS – VISTORIA DE 10 DE SETEMBRO DE 2010.

