

# SUMÁRIO – 10.3 PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS MARGINAIS E PROCESSOS EROSIVOS

---

|  |         |
|--|---------|
| 10. PLANO DE ACOMPANHAMENTO GEOLÓGICO / GEOTÉCNICO E DE RECURSOS MINERAIS .....                  | 10.3-1  |
| 10.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS MARGINAIS E PROCESSOS EROSIVOS..... | 10.3-1  |
| 10.3.1. ANTECEDENTES.....  | 10.3-1  |
| 10.3.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO .....                               | 10.3-2  |
| 10.3.2.1. GEOPROCESSAMENTO.....  | 10.3-2  |
| 10.3.2.2. INVESTIGAÇÕES E INSTALAÇÃO DE MONITORES .....  | 10.3-3  |
| 10.3.2.2.1. INSPEÇÕES TRIMESTRAIS.....   | 10.3-3  |
| 10.3.2.2.2. INSTALAÇÃO DE MONITORES .....  | 10.3-12 |
| 10.3.2.3. ACOMPANHAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS INVESTIGAÇÕES.....                   | 10.3-19 |
| 10.3.2.3.1. FENÔMENOS OBSERVADOS AO LONGO DOS PONTOS VISTORIADOS .....                           | 10.3-19 |
| 10.3.2.4. ESTUDO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO DAS ENCOSTAS MARGINAIS.....                             | 10.3-29 |
| 10.3.2.4.1. PROGNÓSTICO .....  | 10.3-30 |
| 10.3.2.5. CRONOGRAMA GRÁFICO .....   | 10.3-31 |
| 10.3.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS .....  | 10.3-33 |
| 10.3.4. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO .....                                   | 10.3-34 |
| 10.3.5. ANEXOS.....  | 10.3-34 |

## 10. PLANO DE ACOMPANHAMENTO GEOLÓGICO / GEOTÉCNICO E DE RECURSOS MINERAIS

### 10.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ESTABILIDADE DAS ENCOSTAS MARGINAIS E PROCESSOS EROSIVOS

#### 10.3.1. ANTECEDENTES

Este Programa de Monitoramento é desenvolvido considerando os possíveis impactos que podem ser gerados devido à implantação dos reservatórios Xingu e Intermediário, impactos estes relacionados, principalmente, ao desenvolvimento de processos de movimentos de massa devido ao embate das ondas, nas margens dos reservatórios, em aluviões ou solos de alteração de textura silto arenosa, assim como devido à elevação do lençol freático e aparecimento de surgências de água nos taludes da região afetada.

Em 2012, foram desenvolvidas atividades de geoprocessamento que envolveram a confecção e elaboração de mapas geológico-geotécnico, pedológico, hidrogeológico, potenciométrico (da área urbana de Altamira) e mapa de erodibilidade potencial da Área de Influência Direta (AID).

Adicionalmente, foram desenvolvidas as seguintes atividades de investigações estabelecidas no âmbito deste Programa: definição das unidades geológicas, pedológicas e geotécnicas; execução de sondagens a trado mecanizado para definição dos perfis de solo durante a etapa de mapeamento; levantamentos geofísicos complementares, utilizando-se o método eletromagnético *Ground-penetrating radar* (GPR); bem como as inspeções trimestrais, sendo inspecionados trechos do Reservatório Intermediário situados ao longo das estradas marginais da região (áreas prioritárias 1, 2 e 3, conforme definido no PBA) e também a região do Reservatório do Xingu e do trecho de jusante da Casa de Força Principal no rio Xingu, ao longo do perímetro de borda do futuro lago e da saída de água do Canal de Derivação, na AID da UHE Belo Monte.

Em 2013, procedeu-se à continuidade das atividades de monitoramento por meio de inspeções trimestrais, tendo sido realizadas quatro campanhas de campo nos meses de fevereiro (enchente), maio (cheia), agosto (vazante) e outubro (seca).

No âmbito das atividades de investigações, foram realizados levantamentos geofísicos complementares utilizando-se o método da eletrorresistividade (tomografia elétrica 2D), que se baseia no estudo da facilidade/dificuldade de propagação da corrente elétrica nos meios geológicos (rocha fresca, rocha alterada, saprolito, solo saturado e solo seco). Os principais objetivos para o uso da tomografia elétrica na zona urbana de Altamira referem-se à determinação da geometria das camadas sedimentares inconsolidadas, delimitação das interfaces geológico-geotécnicas ao longo da área

urbana e delineamento, com maior precisão, do topo da zona saturada entre os poços de monitoramento.

Foram realizados perfis em diferentes pontos da área urbana de Altamira, dois perfis no Travessão 55 e um perfil na área do módulo Rapeld 5, conforme detalhado no 5º Relatório Consolidado de Andamento do PBA e Atendimento de Condicionantes (RC), mais especificamente no relatório afeto a este Programa 10.3. Os resultados mostraram locais em que os materiais argilosos são dominantes e outros nos quais há maior risco de elevação de umidade por capilaridade. Na área urbana de Altamira, os locais próximos à margem do futuro reservatório, igarapés Altamira e Ambé apresentam domínio de materiais argilosos, com maior risco de elevação de umidade por capilaridade, o que pode causar maior risco de serem afetadas fundações de obras civis (notadamente nas faixas em que os níveis freáticos sejam muito rasos). Por outro lado, nos locais em que ocorre predominância de materiais arenosos, espera-se que este tipo de problema potencial seja minimizado. Os estudos geofísicos têm o maior potencial para a avaliação da distribuição vertical e lateral das variações dos materiais, fato que dificilmente poderia ser observado apenas com a integração das informações pontuais de sondagens para instalação de poços de monitoramento.

### **10.3.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO**

O Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos vem sendo desenvolvido de acordo com o cronograma discutido e aprovado junto ao IBAMA (conforme Ofício Nº 411/2012 COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 12 de julho de 2012), onde todas as atividades programadas no PBA original foram antecipadas.

Durante o primeiro semestre de 2014, conforme previsto no cronograma do PBA, foram realizadas as atividades de monitoramento das condições de erosão e de estabilidade das encostas marginais com a execução de duas inspeções trimestrais nos meses de janeiro (enchente) e abril (cheia).

Foram visitados trechos do Reservatório Intermediário situados ao longo das estradas marginais da região (áreas prioritárias 1, 2 e 3 conforme definido no PBA), bem como a região do Reservatório do Xingu e do trecho de jusante da Casa de Força Principal do rio Xingu, ao longo do perímetro de borda do futuro lago e da saída de água do Canal de Fuga, na região da AID UHE Belo Monte.

#### **10.3.2.1. GEOPROCESSAMENTO**

Semestralmente, os mapas de localização dos pontos monitorados são atualizados (**Anexos 10.3 - 1; 10.3 - 2 e 10.3 - 3**) e apresentados nos relatórios consolidados, sendo que referidos mapas podem apresentar ou não novos pontos incorporados ao monitoramento, caso haja a observação e constatação, durante as campanhas

trimestrais, de novas regiões potenciais ou efetivas para o aparecimento de processos erosivos ou instabilizatórios de qualquer natureza geotécnica.

Em relação à atualização do mapa geológico-geotécnico da AID, que é apresentado no **Anexo 10.3 - 4**, informa-se que as duas inspeções trimestrais realizadas durante o primeiro semestre de 2014 não apresentaram novas informações que indicassem a necessidade de alterações na classificação geotécnica e geológica definida no início dos trabalhos do presente Programa. Portanto, o produto apresentado no âmbito deste 6º RC, correspondente ao Anexo supracitado, é o mesmo de relatórios anteriores.

### 10.3.2.2. INVESTIGAÇÕES E INSTALAÇÃO DE MONITORES

#### 10.3.2.2.1. INSPEÇÕES TRIMESTRAIS

Durante o primeiro semestre de 2014, período que contempla o conteúdo deste 6º RC, foram realizadas mais 2 (duas) inspeções trimestrais nos meses de janeiro (enchente) e abril (cheia), totalizando 9 (nove) inspeções trimestrais desde o início desta atividade, em maio de 2012.

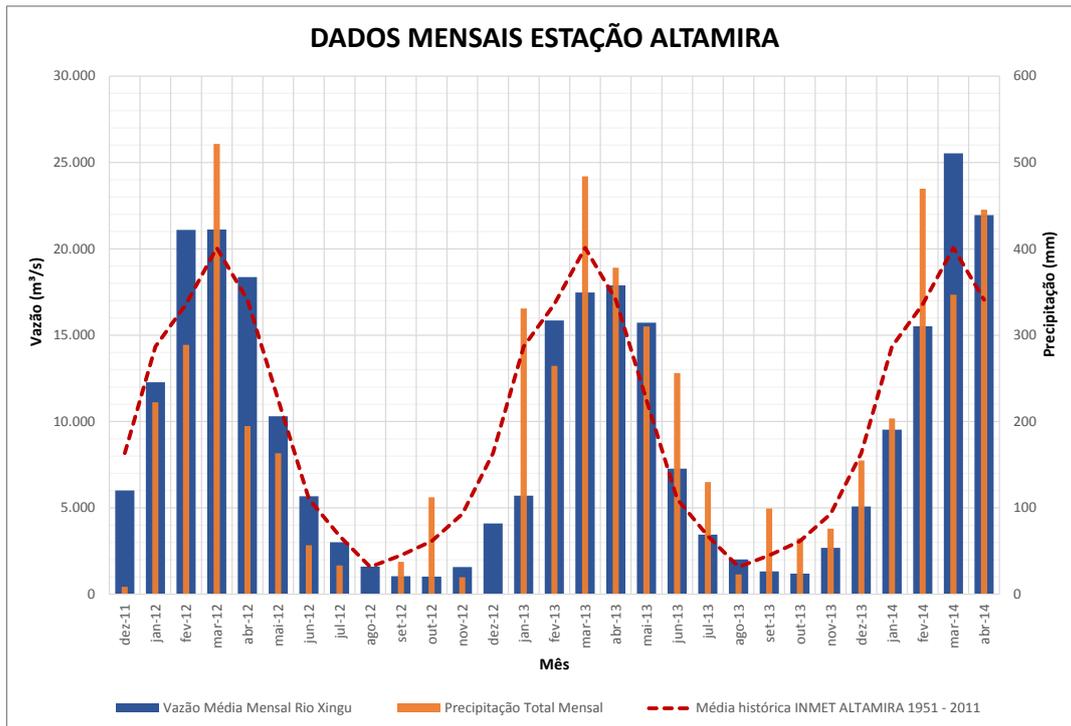
O **Quadro 10.3 – 1**, a seguir, caracteriza o período hidrológico de execução de cada uma destas campanhas de campo (9 inspeções trimestrais).

**Quadro 10.3 - 1 – Periodicidade das Inspeções executadas desde o início do PBA 10.3**

| INSPEÇÃO TRIMESTRAL | DATA DE EXECUÇÃO  | PERÍODO HIDROLÓGICO |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1                   | Maio de 2012      | Cheia               |
| 2                   | Agosto de 2012    | Vazante             |
| 3                   | Novembro de 2012  | Seca                |
| 4                   | Fevereiro de 2013 | Enchente            |
| 5                   | Maio de 2013      | Cheia               |
| 6                   | Agosto de 2013    | Vazante             |
| 7                   | Outubro de 2013   | Seca                |
| 8                   | Janeiro de 2014   | Enchente            |
| 9                   | Abril de 2014     | Cheia               |

Já a **Figura 10.3 - 1** evidencia os períodos hidrológicos com a apresentação correlacionada das precipitações totais mensais e das vazões médias mensais do rio Xingu no período de dezembro/2011 a abril/2014 oriundos da Estação Altamira. Verifica-se basicamente, na referida Figura, que o período hidrológico de enchente (aumento gradativo da precipitação pluviométrica e vazão do rio Xingu) é caracterizado no intervalo correspondente aos meses de dezembro a fevereiro, enquanto o período de cheia é definido no intervalo entre os meses de março a maio (picos da precipitação pluviométrica e da vazão do rio Xingu). Já o período de vazante, quando a precipitação pluviométrica e a vazão do rio Xingu começam a decrescer, corresponde ao intervalo entre os meses de junho a agosto, enquanto o período de

seca (menor precipitação pluviométrica e menor vazão) fica compreendido e caracterizado entre os meses de setembro a novembro.



**Figura 10.3 - 1 – Vazão média mensal do rio Xingu (m³/s) e precipitação total mensal (mm) em Altamira (PA), de dezembro de 2011 a abril de 2013.**

Os **Anexos 10.3 - 1; 10.3 - 2 e 10.3 - 3** apresentam os mapas com a localização dos pontos monitorados. O **Anexo 10.3 - 5** apresenta a documentação fotográfica, a caracterização geológico-geotécnica e as coordenadas UTM dos pontos vistoriados nas inspeções realizadas em janeiro e abril/2014.

Considerando as informações e dados obtidos desde o início do monitoramento, não foram observadas mudanças significativas nos pontos monitorados em relação às condições geológico-geotécnicas verificadas em inspeções anteriores, isto é, não ocorreu aparecimento, desenvolvimento ou reativação de processos erosivos/instabilizatórios na referida área de estudo.

Nas inspeções realizadas em janeiro (enchente) e abril (cheia) de 2014 na região do futuro Reservatório do Xingu, como esperado e já observado no ano de 2013, os taludes/afloramentos e zonas de praia das margens do rio Xingu encontravam-se praticamente cobertos (principalmente em abril, quando a lâmina de água estava ainda mais elevada).

Já na região do futuro Reservatório Intermediário, os pontos que apresentam maior suscetibilidade ou risco a algum tipo de processo geotécnico são os locais com estradas/vias de acesso (pontos denominados: RI 01, RI 02, RI 03, CS 24 CS 25), tendo em vista que estes locais sofreram movimentação de terra, gerando exposição de solo. Considerando a movimentação de terra e os cortes abertos, é recomendável a continuidade de monitoramento dessas áreas (que ficarão em parte submersas) para

que se possa avaliar a situação após o enchimento do reservatório e para se verificar a necessidade ou não de algum tipo de intervenção futura.

Vale destacar que as atividades de inspeções trimestrais caracterizam o desenvolvimento do item 7 “*Monitoramento das Condições de Erosão e de Estabilidade das Encostas*” do Cronograma deste PBA, mas que estão inclusas como subitem da atividade de “*Inspeções e Instalações de Monitores*” (item 3 do Cronograma do PBA) no âmbito deste 6º RC devido à interrelação entre os referidos itens 3 e 7 do Cronograma do Programa 10.3).

Como mencionado no 5º RC, alguns pontos (CS22, área próxima ao ponto monitorado ENC44, CS23, CS24 e CS25) foram destacados devido à necessidade de acompanhamento da eventual variabilidade das condições geotécnicas e, caso sejam observadas mudanças significativas, deverão ser propostas medidas mitigadoras. A continuidade das inspeções trimestrais é fundamental para o estabelecimento ou não de possíveis intervenções civis, caso necessário em todos os pontos monitorados.

Especificamente com relação ao ponto CS22, considerações a respeito do mesmo constam do item 10.3.2.2.2, mais à frente.

As **Figuras 10.3 - 2, 10.3 - 3 e 10.3 - 4** ilustram a evolução da área próxima ao ponto monitorado ENC44 (localização apresentada no **Anexo 10.3 - 2**), localizado na região de construção do Dique 14E, na qual foram detectados processos erosivos ativos em uma estrada antiga/desativada (inspeção realizada em maio/2013), próximo ao sítio Bela Vista (coordenadas UTM 416825 / 9637308), que apresentava muitos sulcos erosivos ativos em região recoberta por Nitossolo Háplico eutrófico.

Em outubro/2013, observou-se que foram realizadas ações corretivas de caráter temporário no local, não sendo mais observados os mesmos processos de degradação geotécnica identificados anteriormente (embora o potencial de risco erosivo local ainda permaneça). A **Figura 10.3 - 4** mostra a situação da área na inspeção realizada em abril/2014, onde se nota a sensível (embora ainda com potencial de deterioração no futuro) melhora em termos de estabilidade geotécnica em relação à prévia condição de outubro/2013. Ressalta-se que esta região está situada dentro do próprio Reservatório Intermediário e que estas medidas corretivas, de caráter provisório, foram tomadas para melhorias das condições de acesso à região de influência para construção dos Diques, no caso específico Dique 14D e, principalmente, Dique 14E.

É importante enfatizar que, apesar de se tratar de uma região que ficará dentro da área alagada do Reservatório Intermediário, recomenda-se a continuidade do monitoramento deste e dos outros pontos circunvizinhos (ENC41, ENC42, ENC43, ENC48) para acompanhamento e caracterização com mais acuidade dos materiais terrosos existentes nesta região e que formarão os futuros taludes e/ou encostas marginais do Reservatório Intermediário após seu enchimento. Este contínuo monitoramento possibilitará um entendimento geotécnico mais aprofundado dos mesmos frente a esta futura situação, o que propiciará a previsão do aparecimento ou não de possíveis processos erosivos nestes materiais terrosos.



**Figura 10.3 - 2 – Região próxima ao Canteiro Bela Vista (Diques 14E e 14D), com processos erosivos ativos, em solo *in situ* em função da remoção da vegetação que acarretou com ação das águas pluviais a movimentação de terra e o aparecimento de sulcos erosivos. Coordenadas UTM Sad69 – 22s 416.825 / 9.637.308.**



**Figura 10.3 - 3 – Situação da área ilustrada na Figura 10.3 - 6 em outubro de 2013.**



**Figura 10.3 - 4 – Situação da área ilustrada na Figura 10.3 - 3 em abril de 2014.**

A **Figura 10.3 - 5** ilustra o ponto CS23, situado a jusante da Casa de Força Principal, onde se verificou intensa ação antrópica na margem esquerda do rio Xingu, em uma área privativa, para construção de um atracadouro que não está relacionado ao empreendimento de Belo Monte, fora de seus limites (localização apresentada no **Anexo 10.3 - 3**). O monitoramento deste ponto tem como objetivo verificar suas condições em relação ao possível desenvolvimento de processos erosivos devido à retirada de cobertura vegetal e à movimentação de terra relacionada às obras para construção do referido atracadouro.

A última inspeção trimestral, realizada em abril/2014, indica uma sensível melhora das condições geotécnicas em relação às visitas anteriores, o que não elimina, entretanto, a eventual susceptibilidade de deflagração de problemas geotécnicos futuros, caso não haja uma manutenção das condições ora existentes pelo proprietário do terreno onde o atracadouro foi construído (em termos de cuidados de drenagem, conservação de margens, utilização por veículos e embarcações ou eventuais eventos acidentais como cheias inesperadas etc.).

Outubro/2013



Janeiro/2014



Abril/2014



**Figura 10.3 - 5 – Ilustrações do ponto cadastrado para monitoramento – CS23.**

A **Figura 10.3 - 6** ilustra o ponto cadastrado CS24 (localização apresentada no **Anexo 10.3 - 3**), que vem sendo monitorado desde outubro/2013. Em janeiro/2014, foi possível observar início de obras de implantação de drenagem pluvial. Em abril/2014, já se pode identificar o adensamento de gramíneas nos cortes (diminuindo a possibilidade de desenvolvimento de processos erosivos), porém é recomendável a continuidade do monitoramento, já que este ponto encontra-se nas margens do futuro Reservatório Intermediário.

Vale ressaltar que este ponto é monitorado no âmbito do Programa de Controle Ambiental Intrínseco – PCAI (PBA 3.1) e do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD (PBA 3.2), sendo que atividades de integração futura com este último são inerentes ao conteúdo do Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos (atividade 8 do cronograma – monitoramento das áreas revegetadas no âmbito do PRAD).

Outubro/2013



Janeiro/2014



Abril/2014



**Figura 10.3 - 6 – Ilustrações do ponto cadastrado para monitoramento – CS24.**

A **Figura 10.3 - 7** apresenta situação semelhante ao ponto anterior, com ilustrações do ponto CS25 (localização apresentada no **Anexo 10.3 - 2**), localizado na mesma estrada do ponto CS24, porém na entrada pelo Travessão 45, distante aproximadamente 1 km da margem do futuro reservatório. Considerando a movimentação de terra e os cortes abertos, o monitoramento desta área é executado no âmbito do PBA 3.1 – PCAI e do PBA 3.2 – PRAD, para verificar a estabilização da mesma. Entretanto, seu monitoramento também será acompanhado no contexto do presente Programa (atividade de integração entre Programas do PBA).

Nota-se, inclusive (ver fotos do lado esquerdo), que o talude marginal da estrada se deteriorou sob o ponto de vista geotécnico de janeiro a abril (notar depósitos de pé relativos à queda de detritos e erodibilidade superficial, além da menor inclinação do mesmo e do aparecimento de sulcos verticais de erosão laminar). Este é exemplo do efeito pluvial e da ausência de proteção de taludes marginais sujeitos às intempéries do ambiente local.

Ressalta-se que a localização e distribuição espacial de todos os pontos de monitoramento que compõem as inspeções trimestrais podem ser visualizadas nos mapas de localização apresentados nos **Anexos 10.3 - 1 a 10.3 - 3** deste Sexto RC.

Outubro/2013



Janeiro/2014



Abril/2014



**Figura 10.3 - 7 – Ilustrações do ponto cadastrado para monitoramento – CS25 (Travessão 45).**

#### 10.3.2.2.2. INSTALAÇÃO DE MONITORES

Como mencionado nos relatórios anteriores, a atividade de instalação de monitores foi interrompida até o enchimento do Reservatório Xingu, tendo em vista que os monitores instalados anteriormente, nos talude dos rio Xingu ficaram submersos em

pelo menos duas campanhas realizadas durante o ano, devido à grande elevação da lâmina de água no período de enchente e cheia. Além disso, as inspeções trimestrais que vêm sendo executadas não têm identificado mudanças significativas nos taludes marginais monitorados que justifiquem a necessidade de instalação de novos monitores em pontos específicos com ocorrência comprovada de processos erosivos.

Os taludes continuarão sendo monitorados trimestralmente, porém serão reavaliados na primeira inspeção trimestral a ser realizada após o total enchimento dos reservatórios. Nos casos onde forem identificados taludes nos quais seja viável e imprescindível à instalação e manutenção desses monitores, para auxílio no monitoramento das encostas, os mesmos serão instalados.

Ressalta-se que durante a terceira inspeção trimestral, foram instalados alguns monitores (vergalhões que funcionam como réguas, graduadas de 10 em 10 cm), visando auxiliar a observação e acompanhamento dos processos erosivos ativos durante o desenvolvimento do Programa. Inicialmente, foram instalados monitores em três pontos para verificação da viabilidade do uso, porém, durante as inspeções realizadas no período de cheia do rio Xingu, identificou-se que todos os monitores instalados nos taludes do rio Xingu ficam submersos devido a grande elevação da lâmina de água.

Já nos períodos de vazante e seca, com a redução da lâmina de água, observou-se que alguns taludes/margens apresentam-se mais expostos. Em alguns pontos, os monitores continuam no local de instalação, porém, devido à utilização e às atividades agropastoris nas margens do rio, muitos monitores foram removidos, em função da utilização da margem ou pela própria ação da água.

Considerando-se o exposto, optou-se por não substituir os monitores instalados, já que o período em que os mesmos se encontram submersos é extenso, não compensando sua utilização para o monitoramento proposto nos casos supracitados. Os taludes continuarão sendo monitorados trimestralmente, porém serão reavaliados após o enchimento do reservatório. Nos casos onde forem identificados taludes nos quais seja viável e imprescindível a instalação e manutenção desses monitores, para auxílio no monitoramento das encostas, os mesmos serão instalados/reinstalados. A seguir serão apresentadas fotografias dos três pontos nos quais já foram instalados monitores.

A **Figura 10.3 - 8** ilustra o Ponto R10 no qual, de novembro/2012 a agosto/2013, o monitor continuou intacto e sem exposição em sua base. Porém, em outubro de 2013 o mesmo não foi encontrado, tendo sido provavelmente removido por pisoteio do gado ou pelos próprios moradores da região. Nas inspeções de janeiro e abril/2014, observou-se que o talude se encontrava praticamente todo submerso, portanto o monitor não foi reinstalado por não ter sido identificada alteração no local e por ter sido identificado uso dessa região para dessedentação animal.



**Novembro/2012.**



**Fevereiro/2013.**



**Mai/2013.**



**Agosto/2013.**



**Outubro/2013.**



**Janeiro/2014.**



**Abril/2014.**

**Figura 10.3 - 8 – Ponto R10 (coordenadas UTM 391985/9624116).**

A **Figura 10.3 - 9** mostra que, após a instalação do monitor no ponto CS22 (novembro/2012), a lâmina de água não rebaixou o suficiente para sua exposição, mesmo na época de seca do ano de 2013, quando foi realizada mais uma campanha de campo (outubro/2013 – Campanha Trimestral 7). Destaca-se que, nas inspeções a serem realizadas no próximo período de seca, o local será vistoriado, em detalhe, para se verificar se o monitor instalado ainda se encontra no local e será avaliada a possibilidade de reinstalação do monitor caso o mesmo não seja localizado.

De forma geral, o desenvolvimento de processos erosivos é melhor observado nos períodos secos, pois é neste momento que os marcos e taludes ficam expostos. O desenvolvimento da erosão e de processos erosivos ocorre nos períodos de maior vazão ou de descargas instantâneas, nas épocas de enchente do rio.

A importância do monitoramento neste ponto tem sido relatada no contexto dos últimos relatórios consolidados e deve-se ao fato de estar localizado em uma região a jusante do Canal de Fuga da Casa de Força Principal (sítio Belo Monte) e formado por um talude de solo com alta susceptibilidade a processos erosivos. Entretanto, os resultados dos estudos do setor de engenharia da obra concluíram que o escoamento de água proveniente do Canal de Fuga, para quaisquer condições de operação, não terá energia suficiente para interferir nas linhas de fluxo na calha natural, que são controladas pela morfologia local, caracterizada pela presença marcante de um profundo canal junto à margem direita do rio. Portanto, de acordo com os estudos do setor de engenharia da obra, as águas turbinadas efluentes da Casa de Força Principal não interferirão com as condições naturais do rio junto à margem direita, não se justificando, assim, quaisquer intervenções ou implantação prévias de estruturas de proteção.

Mesmo em função destas premissas se fará a continuidade do monitoramento no referido ponto CS22 para avaliação detalhada do local, tanto no período antes quanto após a operação da UHE Belo Monte. Medidas de proteção serão recomendadas caso algum fato detectado no futuro as justifiquem.

Vistoria – novembro/2012



Vistoria – fevereiro/2013



Vistoria – maio/2013



Vistoria – agosto/2013



Vistoria – outubro/2013



Vistoria – janeiro/2014



Vistoria – abril/2014



**Figura 10.3 - 9 – Ilustrações da região em frente ao Canal de Fuga - inspeções trimestrais já realizadas.**

No ponto AI 05, nos períodos com lâmina de água reduzida, o monitor não apresentou alteração vertical. Portanto, desde o início do monitoramento no local não houve remoção de material da base devido à ação da elevação e/ou descida do nível da lâmina de água (**Figura 10.3 - 10**). Neste ponto foi coletada amostra indeformada para ensaios laboratoriais de caracterização de solo. A amostra foi classificada como de alto nível de erodibilidade. Os materiais pedogenéticos típicos dos neossolos flúvicos, relativos à amostra AI-05, são os que mais poderão apresentar fenômenos geotécnicos relativos à erodibilidade da camada superficial terrosa por ação pluviométrica (não se considerou aqui o efeito superposto, e agravante, de erosão por ação de variação de maré, de arraste fluvial ou de impacto de ondas). Portanto, a continuidade do monitoramento deste ponto durante as inspeções trimestrais é importante no âmbito do presente Programa.



**Abril/2014.**



**Janeiro/2014.**



**Outubro/2013.**



**Maio/2013.**



**Fevereiro/2013.**



**Novembro/2012.**

**Figura 10.3 - 10 – Ponto AI 05 (coordenadas UTM 364251/9642629), local de retirada de amostra indeformada e de instalação de monitor vertical.**

### 10.3.2.3. ACOMPANHAMENTO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS INVESTIGAÇÕES

Considerando os dados e informações obtidas continuamente durante as atividades de investigação realizadas desde o início do monitoramento, observa-se que os processos de risco observados na AID da UHE Belo Monte são associados a:

- (a) Aspectos relacionados (entre outros fatores) com a possibilidade de queda de blocos de pequenas e grandes dimensões junto às margens e encostas, acúmulo de blocos rochosos e cavidades naturais, predominantemente por suas características litológicas (tipos petrográficos) e estruturais (fraturas e falhas);
- (b) Erosão linear composta por sulcos ou ravinamentos em regiões de erodibilidade elevada ou onde já existem processos instalados em pontos da encosta, em função de suas características pedológicas, da elevada declividade e das características geotécnicas; e
- (c) Degradação superficial do solo, com ou sem processo incipiente de erosão laminar instalada, de forma localizada ou generalizada, processos estes causados, predominantemente, por fenômenos antrópicos associados ao uso do solo como culturas de subsistência, pastagens, criação de animais, ancoradouros, trilhas, vias de acesso aterros etc.

#### 10.3.2.3.1. FENÔMENOS OBSERVADOS AO LONGO DOS PONTOS VISTORIADOS

A análise comparativa das situações avaliadas nas inspeções trimestrais realizadas, até o momento, mostra que não são identificadas mudanças significativas no desenvolvimento de processos instabilizatórios nos pontos monitorados, ou seja, as condições estão estáveis ou pouco alteradas sob o ponto de vista geotécnico e da suscetibilidade de aparecimento de fenômenos degradatórios de erodibilidade, falta de estabilidade ou movimentação geotécnica.

O **Quadro 10.3 - 2** apresenta exemplos típicos da região, onde é nítida a redução do nível do rio Xingu durante o período de vazante (junho-agosto) e seca (setembro-novembro), fato que aumenta a exposição dos taludes e/ou blocos e afloramentos rochosos. A análise comparativa da documentação fotográfica, bem como das observações realizadas durante as inspeções, relacionadas a esta redução do nível de água, mostra que:

- Ocorrem mudanças na cobertura vegetal, principalmente em função da sazonalidade climática;

- Não ocorreram mudanças significativas nos aspectos e fenômenos geotécnicos diretamente relacionados ao risco geotécnico, seja este de erosão, de deslizamento ou de queda e rolamento de blocos/lascas rochosas;
- As mudanças perceptíveis nos taludes do rio Xingu pelo aparecimento de praias ou de zonas de deposição de depósitos aluvionares ou de taludes localizados, relacionadas ao regime de vazão do rio, tenderão a desaparecer quando o reservatório do rio Xingu for configurado. Já para a área do Reservatório Intermediário, este tipo de avaliação só poderá ser feita após a formação do mesmo; e
- Outra situação particular que é observada em campo, em pontos específicos de afloramentos rochosos, é o desenvolvimento e formação de cavidades naturais devido à variação da lâmina de água, que pode acarretar a individualização de camadas rochosas superiores e seu posterior colapso. Exemplos desta característica geológico-geotécnica podem ser observados nos pontos R42, ENC04 e ENC62/63 (**Anexo 10.3 - 5**).

No **Quadro 10.3 - 2** são apresentados comentários e comparações visuais diretas (ou “típicas”) de alguns pontos vistoriados durante as inspeções trimestrais, que compõem as atividades desenvolvidas no âmbito deste Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos.

**Quadro 10.3 - 2 – Exemplos típicos da comparação das situações analisadas durante as inspeções trimestrais realizadas em períodos hidrológicos distintos**

| DESCRIÇÃO | FOTOGRAFIA |
|-----------|------------|
|-----------|------------|

**Exemplo 1 – Ponto R03**



Inspeção Trimestral 1 (maio/2012 - cheia): nesta região nota-se a presença de um depósito de talus com possível risco de quedas de blocos rochosos, em região pouco vegetada (desmatamento por efeito antrópico) em encosta de declividade média de 20°. Notam-se ainda pontos de início de erosão linear por sulcos, dado por concentração de escoamento de água na base da encosta por efeito antrópico e pisoteio de animais.



Inspeção Trimestral 2 (agosto/2012 - vazante): observa-se que houve apenas a mudança da vegetação e o aparecimento de uma “praia” de blocos rochosos pelo rebaixamento do nível do rio. O risco geotécnico permanece o mesmo neste ponto, como em todos os outros casos semelhantes avaliados.

## DESCRIÇÃO

## FOTOGRAFIA



Inspeção Trimestral 3 (novembro/2012 - seca): o risco geotécnico permanece o mesmo, como em todos os outros casos semelhantes aqui avaliados.



Inspeção Trimestral 4 (fevereiro/2013 - enchente): maior densidade de gramíneas. Devido ao nível mais elevado do rio Xingu encobre as rochas aflorantes na base, observadas na inspeção anterior.



Inspeção Trimestral 5 (maio/2013 - cheia): área não apresenta potencialidade a instabilizações; pode-se notar o início do rebaixamento do nível do rio Xingu.



Inspeção Trimestral 6 (agosto/2013 - vazante): Área potencialmente estável, mas há necessidade de monitoramento devido à presença de blocos rochosos na base do talude. Maior exposição das rochas próximas à margem do rio Xingu (redução de nível).



Inspeção Trimestral 7 (outubro/2013 - seca): Área potencialmente estável. Maior exposição das rochas próximas à margem do rio Xingu, devido à redução de seu nível.



Inspeção Trimestral 8 (janeiro/2014 - enchente): Área potencialmente estável. Menor exposição das rochas próximas à margem do rio Xingu, devido à elevação de seu nível.

**DESCRIÇÃO**

**FOTOGRAFIA**



Inspeção Trimestral 9 (abril/2014 - cheia): Área potencialmente estável. Menor exposição das rochas próximas à margem do rio Xingu, devido à elevação de seu nível.

**Exemplo 2 – Ponto CS10**



Inspeção Trimestral 1 (maio/2012 - cheia): Margem degradada por ação antrópica e natural, face à presença abundante de drenagem no local. Em alguns pontos, nota-se uma leve erosão laminar associada à ação antrópica, fluvial e pluvial, todas interconectadas. Estende-se por pontos do talude de margem do canal em alturas inferiores a 2,0 m. Nota-se também, na saída do igarapé, a presença de erosão do tipo linear em sulco e canaletas de saída de água, em trechos com inclinação superior a 45° e altura próxima dos 3 m, em extensão de 30 m ao longo da margem do canal.



Inspeção Trimestral 2 (agosto/2012 - vazante): Igualmente ao caso do exemplo anterior, é perceptível o aumento da praia em função da vazante do rio. Há uma leve modificação da cobertura vegetal. Novamente não há mudanças consideráveis no risco geotécnico já definido anteriormente para este ponto.



Inspeção Trimestral 3 (novembro/2012 - seca): Novamente não há consideráveis mudanças no risco geotécnico já definido anteriormente para este ponto.



Inspeção Trimestral 4 (fevereiro/2013 - enchente): Só foi observada redução da zona de praia devido ao aumento do nível do rio.

**DESCRIÇÃO**

**FOTOGRAFIA**



Inspeção Trimestral 5 (maio/2013 - cheia): Área sem alterações perceptíveis em relação às vistorias anteriores.



Inspeção Trimestral 6 (agosto/2013 - vazante): Aumento da zona de praia devido à redução do nível do rio Xingu.



Inspeção Trimestral 7 (outubro/2013 - seca): Aumento da zona de praia devido à redução de nível do rio Xingu. Igualmente aos casos comentados anteriormente, sem mudanças perceptíveis do risco geotécnico original.



Inspeção Trimestral 8 (janeiro/2014 - enchente): Redução da zona de praia devido à elevação do nível do rio Xingu.



Inspeção Trimestral 9 (abril/2014 - cheia): Área potencialmente estável. Menor exposição das rochas próximas à margem do rio Xingu, devido à elevação de seu nível.

**DESCRIÇÃO**

**FOTOGRAFIA**

**Exemplo 3 – Ponto CS20**



Inspeção Trimestral 1 (maio/2012 - cheia): Região degradada pela existência de uma estrada e um embarcadouro de gado junto à margem. Região extensivamente desmatada e sujeita a ação antrópica. Nota-se a presença de uma estrada de uso local, com talude lateral vertical de cerca de 2 metros de altura máxima, onde há uma leve erosão linear pela presença de sulcos ou canaletas de concentração de água.



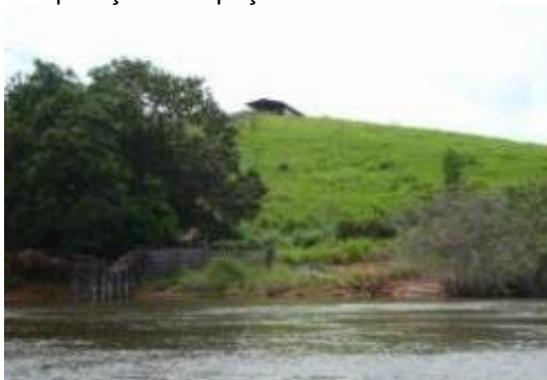
Inspeção Trimestral 2 (agosto/2012 - vazante): Neste local, ao contrário dos outros exemplos, houve um aparente aumento da densidade da cobertura vegetal (tornando menos visível a estrada lateral). A zona de praia junto ao rio Xingu aumentou, pelos motivos já citados, e o risco geotécnico continua idêntico ao já definido anteriormente.



Inspeção Trimestral 3 (novembro/2012 - seca): Não foram observadas alterações em comparação à inspeção anterior.



Inspeção Trimestral 4 (fevereiro/2013 - enchente): Foi observada redução da zona de praia devido ao aumento do nível do rio.



Inspeção Trimestral 5 (maio/2013 - cheia): Área aparentemente estável e sem grandes mudanças em relação às situações anteriores. Notar uma pequena modificação da densidade arbustiva ao lado direito da foto.



Inspeção Trimestral 6 (agosto/2013 - vazante): Região degradada devido ao desmatamento, uso e ocupação, abertura de estrada de acesso e embarcadouro de animais de corte à margem do rio.

## DESCRIÇÃO

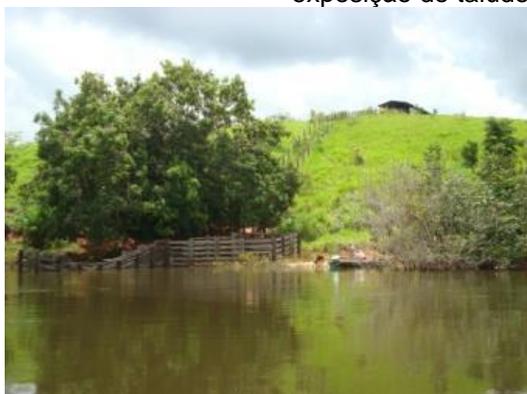
## FOTOGRAFIA



Inspeção Trimestral 7 (outubro/2013 - seca): Área aparentemente estável, sem mudança de risco geotécnico em relação aos valores originais.



Inspeção Trimestral 8 (janeiro/2014 - enchente): Área aparentemente estável, mesmo com a elevação do nível do rio, notando-se apenas uma redução da exposição do talude.



Inspeção Trimestral 9 (abril/2014 - cheia): Área aparentemente estável sob o ponto de vista geotécnico, observando-se ainda uma redução da exposição do talude, devido à elevação do nível do rio.

### Exemplo 4 – Ponto ENC50



Inspeção Trimestral 1 (maio/2012 - cheia): Encosta vegetada (pasto) com matacões residuais de rocha do embasamento cristalino quartzo-feldspática na superfície, com possível processo de risco geotécnico associado ao rolamento de matacões.



Inspeção Trimestral 2 (agosto/2012 - vazante): Há a perceptível mudança na cobertura vegetal nos casos comparados, sem haver, no entanto, qualquer mudança de origem geotécnica, ou seja, o aparecimento de processos relacionados à erosão, ao rolamento de blocos na encosta.

**DESCRIÇÃO**

**FOTOGRAFIA**



Inspeção Trimestral 3 (novembro/2012 - seca): Não foram observadas alterações em comparação à inspeção anterior.



Inspeção Trimestral 4 (fevereiro/2013 - enchente): Observa-se apenas maior densidade de gramíneas e crescimento de arbustos, devido ao aumento das chuvas.



Inspeção Trimestral 5 (maio/2013 - cheia): Área sem alterações.

Vistoria de Agosto de 2013: Inviabilizada, devido à interdição de trecho no Travessão 45.



Inspeção Trimestral 7 (outubro/2013 - seca): Área aparentemente estável, sem mudança de risco geotécnico.



Inspeção Trimestral 8 (janeiro/2014 - enchente): Área estável, sem mudança de risco geotécnico.

**DESCRIÇÃO**

**FOTOGRAFIA**



Inspeção Trimestral 9 (abril/2014 - cheia): Área estável, sem mudança de risco geotécnico.

**Exemplo 5 – ponto ENC52**



Inspeção Trimestral 1 (maio/2012 - cheia): Encosta vegetada (pasto) com matacões residuais de rocha cristalina quartzo-feldspática na superfície, com baixo risco geotécnico associado ao rolamento de matacões.



Inspeção Trimestral 2 (agosto/2012 - vazante): Nota-se na situação atual que há um pequeno aumento da cobertura vegetal que dá aparente “redução” da situação de risco geotécnico.



Inspeção Trimestral 3 (novembro/2012 - seca): Não foi observada alteração de origem geotécnica, ou seja, ao aparecimento de processos relacionados à erosão, ou ao rolamento de blocos no talude. Uma pequena redução da pastagem em pontos (lineares) localizados no talude se dá pela ação pastoril (passagem de gado), sem, no entanto, se configurar na mudança do potencial de risco geotécnico global da região.



Inspeção Trimestral 4 (fevereiro/2013 - enchente): É nítido o adensamento de gramíneas em toda a região, provavelmente devido à retirada do gado e pela ação das chuvas.

**DESCRIÇÃO**

**FOTOGRAFIA**



Vistoria de Agosto de 2013: Inviabilizada, devido à interdição de trecho no Travessão 45.

Inspeção Trimestral 5 (maio/2013 - cheia): Área sem alterações.



Inspeção Trimestral 7 (outubro/2013 - seca): Área aparentemente estável, sem mudança de risco geotécnico em relação aos valores originais. Vale destacar que o referido trecho do Travessão 45 ficou interditado durante o período de implantação de um bota-fora, sendo que a partir de outubro/2013 foi liberado seu acesso.



Inspeção Trimestral 8 (janeiro/2014 - enchente): Área aparentemente estável em relação ao risco geotécnico associado ao rolamento de matacões.



Inspeção Trimestral 9 (abril/2014 - cheia): Área aparentemente estável, sem mudança de risco geotécnico associado ao rolamento de matacões.

#### 10.3.2.4. ESTUDO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO DAS ENCOSTAS MARGINAIS

O desenvolvimento das atividades de monitoramento, principalmente as informações obtidas durante as inspeções trimestrais realizadas nas encostas marginais e áreas adjacentes aos futuros reservatórios do Xingu e Intermediário, bem como nas vias de acesso e no trecho de jusante da Casa de Força Principal, continuam mostrando razoável tendência de estabilização / manutenção das condições geotécnicas ali existentes (integridade ambiental) em relação ao surgimento e desenvolvimento de processos erosivos ou de instabilização (rolamento de blocos, deslizamento de camadas de terra e fenômenos associados).

A tendência de estabilidade geotécnica se deve à convergência de dois fatores principais: a textura e estrutura dos solos (que funcionam como proteção aos processos de instabilização) e a taxa pluviométrica elevada (que resulta na rápida recuperação da vegetação gramínea e arbustiva), mesmo considerando as intervenções de engenharia executadas continuamente para a implantação do empreendimento. Ressalta-se que a baixa declividade da região também auxilia na manutenção da estabilidade geotécnica. Os pontos mais críticos em termos de potencial erosivo são aqueles que tiveram a vegetação suprimida, como em vias de acesso, taludes de aterros e outras áreas com as obras em desenvolvimento, principalmente na área de entorno do futuro Reservatório Intermediário. Nestas áreas estão sendo tomadas medidas de proteção e drenagem pluvial.

No rio Xingu, os taludes que apresentam processos de desbarrancamento isolados geralmente estão associados ao uso antrópico da margem, principalmente com pontos para bebedouro do gado, pequenas roças e quintais de residências ribeirinhas e rampas de acesso de barcos e pessoas, e não se caracterizam em fenômenos normais ou induzidos de erodibilidade ou de instabilização de taludes marginais. Conforme estabelecido no 5º RC, constata-se que os processos erosivos lineares observados em pontos isolados são considerados incipientes e com desenvolvimento lento.

Os **Anexos 10.3 - 1, 10.3 - 2 e 10.3 - 3** apresentam, respectivamente, os mapas de localização e distribuição espacial dos pontos monitorados na área do Reservatório do Xingu, na área do Reservatório Intermediário e na área a jusante da Casa de Força Principal.

Em função dos aspectos observados, sugere-se, para a ampla maioria dos pontos monitorados em toda a AID, até o momento, a simples (e ora em andamento) continuidade das atividades de monitoramento, tendo em vista que só foram observados problemas locais, limitados e de amplitude reduzida, de erodibilidade e/ou desbarrancamento de solo (pequenos deslizamentos planares). Até o presente momento, não se observa a necessidade de elaboração e posterior implantação de medidas de mitigação e proteção das encostas marginais monitoradas.

#### 10.3.2.4.1. PROGNÓSTICO

Os resultados dos monitoramentos e do diagnóstico ambiental, que a cada período se tornam mais detalhados e pormenorizados, mostram de forma clara que, até o presente momento, não há necessidade de se estabelecer qualquer ação de intervenção ou prevenção frente aos processos de instabilização nas encostas naturais dos reservatórios.

A cobertura vegetal e solos existentes na AID da UHE Belo Monte são fundamentais à sua boa preservação e performance durante a vida útil do Reservatório, fato este direta ou indiretamente já observado ao longo das fotos comentadas no **Anexo 10.3 - 5**, donde se percebe claramente que processos erosivos e de instabilidade de talude superficial estão sempre associados aos trechos em que há a presença de atividade pastoril, antrópica ou agrônômica. Exceções existem com poucos ou limitados trechos onde há presença de blocos expostos, fraturamento e deslocamento da rocha local, porém tais processos não se caracterizam como a principal preocupação de risco geotécnico da área em estudo.

Ressalta-se que a maioria das áreas, nas quais são observados blocos rochosos, é representada por áreas utilizadas para pastagem. As observações feitas durante as inspeções trimestrais mostram que há perceptível mudança na cobertura vegetal, sem haver, no entanto, qualquer alteração de origem geotécnica, ou seja, relacionada ao aparecimento de processos relacionados à erosão, ao deslizamento ou ao rolamento de blocos no talude.

A capacidade de resiliência do meio ambiente na região estudada é elevada e em grande parte decorrente do tipo de solo e regime de chuvas que controla a rápida instalação da vegetação. Assim, a cobertura vegetal secundária funciona como uma camada protetora ao desenvolvimento de processos erosivos, escorregamentos e demais problemas de movimentação de massa encosta abaixo.

Apenas nos casos de manutenção de vias de acesso permanentes ou temporárias devem ser mantidas as ações de prevenção dos processos erosivos, como a instalação de drenos, revegetação, compactação de taludes, enrocamento e demais ações de proteção.

Caso as condições dos taludes (naturais e artificiais), das encostas (expostas ou cobertas por vegetação), das margens do rio Xingu (a montante ou a jusante do eixo Pimental) e da planície de inundação fluvial permaneçam como estão, as ações de mitigação ou de proteção deverão ser desenvolvidas apenas de forma pontual. Caso o monitoramento nas fases de enchimento e pós-enchimento dos reservatórios indique recrudescimento dos processos, as ações de proteção / mitigação deverão ser propostas para cada caso ou para conjunto de situações com causas similares. Para a área do Reservatório Intermediário, a situação só poderá ser avaliada após o enchimento, tendo em vista que o cenário será completamente modificado.

Na fase atual dos estudos ainda não se pode ter uma resposta inequívoca para alguns processos, como a elevação da umidade por capilaridade (depois da estabilização dos níveis em cotas mais elevadas) ou ao trabalho erosivo de ondas nas bases dos taludes em porções de remanso dos reservatórios. Esta resposta apenas poderá ser obtida depois da formação dos reservatórios e continuidade dos monitoramentos. Assim, as previsões ora feitas antes da formação dos reservatórios poderão ou não ser confirmadas apenas com a instalação dos novos cenários.

Em relação à área urbana da cidade de Altamira, pode-se afirmar que a formação do reservatório Xingu e a estabilização do nível de água para a formação do remanso não deverão mudar o que atualmente é observado de forma natural. A elevação e a permanência das águas deverão afetar apenas as faixas marginais da orla do reservatório. Espera-se que as áreas mais elevadas da cidade não sofram modificação com relação às propriedades geotécnicas e aos riscos de desenvolvimento de patologias em edificações. Mesmo nas áreas mais próximas às margens não se esperam mudanças em relação ao que já acontece anualmente com os ciclos de enchente e vazante do rio Xingu.

#### 10.3.2.5. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma gráfico inserido neste relatório ilustra o desenvolvimento das atividades que estão sendo executadas no âmbito do presente Programa, tendo sido aprovado junto ao IBAMA em março de 2012. As células preenchidas pela cor laranja representam o que foi estabelecido e proposto; e as células preenchidas em amarelo, o que já foi executado. Além disto, as células amarelas hachuradas são atividades previstas e ainda não executadas até o final do Programa.

Destaca-se que neste cronograma já foi estabelecido o prolongamento das atividades de “*Geoprocessamento, Fotointerpretação e Preparo de Mapas Base*” e “*Investigações e Instalação de Monitores*” até o quarto trimestre de 2019 como atividades contínuas a serem desenvolvidas em integração com os levantamentos e monitoramentos de campo trimestrais que são e serão realizadas até este período (T4/2019). Informa-se que o cronograma apresentado no âmbito do 5º RC não caracterizava esta alteração. De forma a corrigir e sanar esta questão, o cronograma apresentado a seguir, no contexto deste 6º RC, considera o prolongamento destas atividades para o restante do andamento deste PBA e está em consonância com o cronograma que foi proposto e encaminhado no 4º RC (encaminhamentos e cronograma estabelecidos).



### 10.3.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

O Programa de Monitoramento tem se desenvolvido conforme as premissas estabelecidas em suas metas e objetivos. Os resultados das observações pontuais, bem como as de forma ampla, abrangendo toda a AID, deverão subsidiar a discriminação de futuros e eventuais processos de instabilização que possam vir a se desenvolver devido às obras e/ou enchimento e operação dos reservatórios.

Reitera-se que em trechos de antigas e novas estradas marginais, ao longo dos futuros reservatórios e no entorno do empreendimento, há potencial para o surgimento, a continuação ou o desenvolvimento de processos erosivos (erosão linear, laminar ou generalizada), além de instabilidades localizadas de taludes associados ou não à movimentação de blocos rochosos. Nestes casos, os monitoramentos são conduzidos pelos seguintes programas do PBA: PCAI (3.1) e PRAD (3.2). Entretanto, conforme mencionado no item 10.3 .2.2.1 “*Inspeções Trimestrais*”, os pontos CS24 e CS25, que caracterizam esta situação, continuarão também a ser monitorados no contexto do presente Programa.

Na área urbana de Altamira, a continuidade do monitoramento dos níveis de água (Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas – PBA 11.3.1), principalmente nas áreas mais próximas ao reservatório, é a medida mais apropriada para se ter instrumentos para responder questões específicas após o enchimento do lago. Portanto, serão intensificadas as atividades de integração entre o presente Programa e o Projeto supracitado.

Uma preocupação atual deve ser considerada com relação às obras de infraestrutura que estão sendo implantadas na cidade, pois alguns problemas - erosão urbana, abatimento de terreno, desenvolvimento de patologias em edificações - podem ser decorrentes da abertura de galerias pluviais, instalação de redes de esgoto, pavimentação, tráfego de máquinas pesadas e não em função da formação e operação do Reservatório do Xingu. Portanto, as principais obras em desenvolvimento na cidade também devem ser acompanhadas no âmbito dos projetos do PBA que se relacionam diretamente às mesmas.

#### 10.3.4. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

| PROFISSIONAL                         | FORMAÇÃO              | FUNÇÃO  | REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE | CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF |
|--------------------------------------|-----------------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos | Geólogo, Dr.          | Coordenador Geral   | CREA - DF<br>7896/D      | 264969                         |
| Prof. Dr. Renato Pinto da Cunha      | Engenheiro Civil, Dr. | Coordenador Geotecnia   | CREA - RJ<br>861017995/D |                                |
| Leonardo de Melo Santos              | Geólogo               | Diretor Executivo; responsável por coletas de campo, vistorias técnicas, confecção de relatórios. | CREA - DF<br>12544/D     | 1698978                        |
| Joyce Pinheiro de Oliveira Fiori     | Geóloga, M. Sc        | Responsável por coletas de campo, vistorias técnicas, confecção de relatórios.                    | CREA - DF<br>10699/D     | 293922                         |
| Veldson de Souza Pinto               |                       | Auxiliar de campo   |                          |                                |

#### 10.3.5. ANEXOS

**Anexo 10.3 - 1 – Mapa com localização dos pontos monitorados na área do Reservatório Xingu**

**Anexo 10.3 - 2 – Mapa com localização dos pontos monitorados na área do Reservatório Intermediário**

**Anexo 10.3 - 3 – Mapa com localização dos pontos monitorados na área a jusante da Casa de Força Principal**

**Anexo 10.3 - 4 – Mapa Geológico-Geotécnico da AID da UHE Belo Monte**

**Anexo 10.3 - 5 – Registro Fotográfico dos Pontos de Monitoramento**