




Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais

1º Relatório Semestral - Licença de Operação (LO) nº
1097/2012

Usina Hidrelétrica (UHE) Jirau

120441-0-001-00-PME-CON-RL-MA-0001-01

| Preparado Por | Preparado Para |
|---|---|
| <p>ICF Consultoria do Brasil Ltda. Av. das Américas, nº 700, Bloco 6, sala 251 Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ CEP 22640-100 Tel (21) 2117-2550 Fax (21) 2132-7354 www.icfi.com.br</p> |  <p>Rodovia BR-364 - km 824 Distrito de Jaci-Paraná - Porto Velho, RO CEP 76840-000 Tel (69) 2182-8600 www.energiasustentaveldobrasil.com.br</p> |
| Maio de 2013 | Revisão 00 |

ÍNDICE

| | |
|---|--------------|
| 1 - Introdução | 1/21 |
| 2 - Atendimento aos Objetivos do Programa..... | 1/21 |
| 3 - Atendimento às Metas do Programa | 3/21 |
| 4 - Resultados Consolidados | 4/21 |
| 4.1 - Resultados do Período de 01/mar/12 a 18/out/12 | 4/21 |
| 4.1.1 - Áreas com Processos Erosivos – Terras Caídas..... | 5/21 |
| 4.1.2 - Áreas com Processos Erosivos – Solo Exposto | 6/21 |
| 4.1.2.1 - Área de Empréstimo..... | 6/21 |
| 4.1.2.2 - Garimpo..... | 7/21 |
| 4.1.3 - Pastagem..... | 8/21 |
| 4.1.4 - Supressão de Vegetação..... | 9/21 |
| 4.2 - Resultados do Período de 18/out/12 a 30/abr/13..... | 10/21 |
| 4.2.1 - Análise Geoestatística | 11/21 |
| 4.2.2 - Potencial dos Processos Erosivos..... | 12/21 |
| 4.2.2.1 - Terras Caídas | 12/21 |
| 4.2.2.2 - Solo Exposto | 13/21 |
| 4.2.3 - Elaboração de Plano de Monitoramento a Jusante | 14/21 |
| 5 - Indicadores..... | 15/21 |
| 6 - Interfaces | 15/21 |
| 7 - Atendimento ao Cronograma do Programa | 16/21 |
| 8 - Atividades Futuras | 19/21 |
| 9 - Conclusões | 19/21 |
| 10 - Responsável Técnico..... | 20/21 |
| 11 - Equipe Técnica..... | 20/21 |
| 12 - Bibliografia | 20/21 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 4-1 – Distribuição das classes de uso de solo por área (hectares) e variação (%). | 10 |
| Tabela 4-2 – Percentual de distribuição dos tipos de processos erosivos por área (hectares) e variação (%). | 11 |
| Tabela 4-3 – Percentual de distribuição das classes de <u>potencial</u> a erosão por área (hectares) e variação (%) nos processos erosivos do tipo “Terras Caídas” | 13 |
| Tabela 4-4 – Percentual de distribuição das classes de potencial a erosão por área (hectares) e variação (%) nos processos erosivos do tipo Solo Exposto. | 13 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|---|
| Quadro 3-1 - Atendimento às Metas do Programa de Monitoramento do de pontos Propensos à instabilização de Encostas e Taludes(abril de 2013)..... | 3 |
|--|---|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 4-1 - Colapso de solo na margem direita do rio Madeira - depósito fluvial recente inconsolidado..... | 5 |
| Figura 4-2 - Colapso de solo na margem esquerda do rio Madeira com predominância de argila-siltosa..... | 5 |
| Figura 4-3 - Área de empréstimo desativada..... | 6 |
| Figura 4-4 - Área de empréstimo desativada..... | 6 |
| Figura 4-5 - Área de empréstimo com solo compactado. | 7 |
| Figura 4-6 - Concentração de fluxos formando sulcos superficiais..... | 7 |
| Figura 4-7 - Área de empréstimo em funcionamento contida na Macrorregião de Monitoramento 02. | 7 |
| Figura 4-8 - Área de empréstimo em funcionamento na Macrorregião de Monitoramento 02..... | 7 |
| Figura 4-9 - Área de garimpo desativada na margem esquerda do rio Madeira, com solo compactado..... | 8 |
| Figura 4-10 - Garimpo desativado na margem esquerda do rio Madeira. | 8 |
| Figura 4-11 - Garimpo em plena atividade na margem esquerda do rio Madeira..... | 8 |
| Figura 4-12 - Garimpo em atividade na margem esquerda do rio Madeira..... | 8 |
| Figura 4-13 - Pastagem com local para dessedentação de animais. | 9 |
| Figura 4-14 - Pastagem na margem direita do rio Madeira..... | 9 |
| Figura 4-15 - Área de supressão de vegetação..... | 9 |
| Figura 4-16 - Área de supressão de vegetação..... | 9 |
| Figura 4-17 - Distribuição percentual de das classes de uso do solo mapeadas..... | 10 |
| Figura 4-18 - Revegetação em área de pastagem situada na APP do reservatório..... | 11 |
| Figura 4-19 - Revegetação em área de pastagem situada na APP do reservatório..... | 11 |
| Figura 4-20 - Percentual de distribuição dos tipos de processos erosivos por área (hectares)..... | 12 |
| Figura 4-21 - Percentual de distribuição das classes de potencial a erosão para a classe Terras Caídas..... | 13 |
| Figura 4-22 - Percentual de distribuição dos tipos de processos erosivos por área (hectares)..... | 14 |

ANEXOS

Anexo 1 - Metodologia de Geoprocessamento

Anexo 2 - Plano de Monitoramento a Jusante da Barragem

Anexo 3 - Carta Imagens

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório semestral tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas, as metodologias empregadas e os resultados obtidos no âmbito do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais, previsto no item 4.33 do Projeto Básico Ambiental (PBA) da Usina Hidrelétrica (UHE) Jirau, no período compreendido entre os meses de março de 2012¹ a abril de 2013, em atendimento à condicionante 2.1 da Licença de Operação (LO) nº 1097/2012 e em conformidade com o Ofício nº 357/2012/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA.

Estão descritos os procedimentos relativos à implantação deste Programa, comprovando o atendimento ao previsto no PBA, abrangendo as atividades realizadas pela empresa ICF Consultoria do Brasil Ltda., contratada pela ESBR para dar continuidade à execução do Programa.

2 - ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROGRAMA

O objetivo principal deste Programa, conforme descrito no PBA, é caracterizar e acompanhar a evolução das condições naturais e a eventual ocorrência de processos erosivos/instabilizatórios de encostas e taludes das áreas de influência do reservatório da UHE Jirau.

Estes fenômenos estão associados à oscilação do nível d'água do reservatório (deplecionamento anual entre as cotas 82,5m e 90,0 m) durante a fase de operação da UHE Jirau e a dinâmica do possível aparecimento de focos erosivos na área do entorno do reservatório, ou seja, na Área de Preservação Permanente (APP). O acompanhamento dos fenômenos é feito por meio de estudos específicos associados a monitoramentos de longo prazo.

A seguir, são avaliados os atendimentos aos objetivos e às atividades propostas no PBA, no âmbito do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais.

- Elaboração de mapa-imagem da situação atual e da possibilidade de fenômenos de degradação geotécnica nas encostas marginais do futuro reservatório para cada ano do Programa.

¹ Tendo em vista que o Relatório Final deste Programa, que subsidiou a emissão da LO nº 1097/2012, contemplou as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos até o mês de fevereiro de 2012

Em atendimento. Durante a primeira etapa de execução do Programa, essa atividade foi desenvolvida para o período anterior ao enchimento do reservatório. , sendo o mapa resultante atualizado apresentado no **Anexo 3**.

- Instalação de marcos que permitam uma avaliação sistemática dos processos erosivos de maneira semi-qualitativa.

Não aplicável para o momento. Destaca-se que esta atividade somente poderá ser necessária em etapa posterior ao enchimento do reservatório (até a cota 90,0 m), uma vez que durante a fase pré-enchimento e no início do enchimento, não foram identificadas áreas nas quais fossem necessárias a instalação de marcos. Também não foram identificados locais com voçorocamento ou feições erosivas aceleradas, onde pudessem ser instalados tais marcos, dentro do limite da área onde ocorrerá o deplecionamento do reservatório (entre as cotas 82,5m e 90m). Cabe destacar que parte das áreas de solo exposto identificadas dentro dos limites da APP são áreas de empréstimo, sendo a recuperação das mesmas previstas no Programa de Recuperação da Infraestrutura Atingida da UHE Jirau. Além disso, as áreas degradadas da APP, nas quais a vegetação primária foi retirada antes da instalação do empreendimento e substituída por pastagens, no momento estão em processo de regeneração e revegetação, no âmbito das atividades executadas no Programa de Conservação da Flora (Subprograma de Revegetação da APP do Reservatório).

- Proposição de planos de mitigação e de recuperação de eventuais processos erosivos e/ou instabilizatórios pré-existent nas encostas marginais, ou que venham a se desenvolver no decorrer do enchimento do reservatório.

Não aplicável para o momento. Os planos de mitigação e/ou de recuperação de processos erosivos e instabilizatórios pré-existent nas encostas marginais serão, também, propostos em etapa pós-enchimento do reservatório da UHE Jirau (até a cota 90,0 m). Conforme indicado no item anterior, não foram identificadas feições erosivas que justifiquem a elaboração de tais planos na presente etapa de execução do Programa. Foram identificadas apenas áreas onde se observou o colapso das margens do rio Madeira, associados ao fenômeno de “terras caídas”, que ocorre naturalmente na região. Uma vez que essas áreas serão inundadas, não há justificativa técnica para que sejam elaborados planos de mitigação ou recuperação das mesmas. Somente após o enchimento do reservatório será possível propor planos de mitigação para áreas onde o fenômeno de “terras caídas” venha a se desenvolver, caso estes se mostrem necessários.

- Acompanhamento temporal dos marcos instalados, com a comparação dos mapas-imagem, de forma a se visualizar e quantificar a evolução temporal da borda do reservatório e possíveis fenômenos geotécnicos que se desenvolvam nestas áreas.

Não aplicável para o momento. Tal etapa será desenvolvida após o enchimento do reservatório da UHE Jirau (até a cota 90,0 m), durante a fase de operação do empreendimento, caso se verifique a necessidade de instalação dos marcos.

- Fornecimento de subsídios a outros programas previstos no Projeto Básico Ambiental (PBA), de forma a se melhor viabilizar o manejo do futuro reservatório e sempre de forma conjunta com informações a serem aqui adquiridas.

Em atendimento. Durante esta primeira etapa de execução do Programa, período anterior ao enchimento do reservatório, foram gerados uma carta-imagem e um mapa de potencial erosivo que poderão ser utilizados pelo PACUERA, pelo Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico e pelo Programa de Conservação da Flora (Subprograma de Revegetação da APP do Reservatório).

3 - ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROGRAMA

As metas definidas no Programa apresentado no PBA e o status de atendimento às mesmas, até o mês de abril de 2013, estão apresentados no **Quadro 3-1** a seguir.

Quadro 3-1 - Atendimento às Metas do Programa de Monitoramento do de pontos Propensos à instabilização de Encostas e Taludes (abril de 2013).

| Meta | Status | Justificativa |
|---|------------------------------|--|
| Definir as condições específicas de monitoramento que devem ser adotadas para o período pós-enchimento do reservatório devido às suas condições de sazonalidade. | Em atendimento | Apresentada no Item 8 - Proposta para a Fase de Operação do Relatório Consolidado, de outubro de 2011, e no Relatório Final de Implantação do Programa, encaminhado ao IBAMA para subsidiar a emissão da LO. |
| Determinar as unidades geotécnicas mais vulneráveis à instabilização e erodibilidade com a formação do futuro reservatório do AHE Jirau. | Em atendimento | O mapa de potencial erosivo, apresentado no Anexo 1 do Relatório Consolidado, de outubro de 2011, que delimitou zonas homogêneas em relação ao potencial erosivo, considerando os dados secundários disponíveis e a escala de apresentação (1:25.000). |
| Criar os mapas-imagem para cada ano, com cobertura total do reservatório. | Não aplicável para o momento | Para a fase pré-enchimento do futuro reservatório. O mapa-imagem é apresentado no Anexo 2 deste relatório e se refere ao período anterior ao enchimento do reservatório da UHE Jirau. Devido ao fato do enchimento do reservatório ter sido postergado, foi elaborado mapa-imagem complementar com fotos aéreas de outubro de 2011. |
| Prever aquisição de imagens de alta resolução espacial para todo o reservatório por meio de fotogrametria ou imageamento, ortorretificado que deverão ser obtidas logo após o enchimento do reservatório e 03 (três) anos após a formação do reservatório, sempre em períodos com vazão semelhante (conforme solicitado no PT nº 142/2011 - COHID/CGENE/DILIC/IBAMA). | Em atendimento | Foram levantadas pela ESBR, em outubro de 2008, fotos aéreas nas escalas 1:2.000 e 1:5.000, referentes ao período anterior a instalação da UHE Jirau, que abrange todo o entorno do empreendimento. Também foram adquiridas fotos aéreas em outubro de 2011 (reservatório e APP) e em outubro de 2012 (áreas de supressão de vegetação). As imagens dos demais períodos indicados serão adquiridas oportunamente. |
| Orientar a continuidade do monitoramento durante a operação do empreendimento. | Em atendimento | Foi apresentada no Item 8 - Proposta para a Fase de Operação do Relatório Consolidado, de outubro de 2011, e no Relatório Final de Implantação deste Programa, o qual subsidiou a emissão da LO. Vale destacar que, em atendimento à solicitação do Parecer Técnico (PT) nº 124/2012 - COHID/CGENE/DILIC/IBAMA e aos itens (a) e (b) da condicionante 2.13 da LO nº 1097/2012, foi proposto para a fase de operação um Plano de Monitoramento a jusante do barramento da UHE Jirau, o qual foi protocolado no órgão ambiental em 22/04/2013, por meio da correspondência IT/AT 687-2013. |

Analisando-se as metas propostas, pode-se afirmar que, aquelas que deveriam ser desenvolvidas durante as fases de pré-enchimento e início do enchimento do reservatório da UHE Jirau, foram devidamente alcançadas.

4 - RESULTADOS CONSOLIDADOS

A seguir estão descritas as principais atividades desenvolvidas e os resultados obtidos nos períodos de: (i) março de 2012 a 18 de outubro de 2012 (antes da emissão da LO) e (ii) 19 de outubro de 2012 a 30 de abril de 2013 (após a emissão da LO, em conformidade com o Ofício nº 357/2012/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA), no âmbito do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais.

4.1 - RESULTADOS DO PERÍODO DE 01/MAR/12 A 18/OUT/12

Para que as finalidades apresentadas anteriormente fossem atingidas de maneira completa e eficaz, foram adotados diferentes procedimentos metodológicos, conforme a seguir:

- Fotointerpretação de imagens de satélite de outubro de 2011 para identificação e classificação de uso de solo, e de processos erosivos ocorrentes. Este levantamento baseou-se na vetorização geométrica dos processos erosivos através da criação de *shapefile* de pontos, tendo como objetivo identificar e classificar os tipos de uso do solo e eventuais processos erosivos contidos nas 02 (duas) Macrorregiões de Monitoramento.
- Elaboração de ficha de campo para descrição sistemática das áreas identificadas e classificadas;
- Campanha de campo, em julho de 2012, para verificação e caracterização *in loco* das áreas potencialmente críticas para ocorrência de processos de erosão nas Macrorregiões de Monitoramento da UHE Jirau;
- Fotointerpretação de imagens de satélite para identificação e classificação de processos erosivos através de polígonos, que se baseou nas mesmas ferramentas e procedimentos adotados.
- Consolidação das informações de campo em ambiente SIG, contemplando diferentes dados alfanuméricos provenientes das etapas anteriores;

As Macrorregiões de monitoramento consideradas foram as seguintes: **Macrorregião de Monitoramento 1** com uma superfície aproximada de 341 km², contempla a área de depleção e remanso futuro reservatório. A **Macrorregião de Monitoramento 2** com uma superfície

aproximada de 352 km², é composta pela área que abrange a APP variável somada aos 500 metros de entorno (*buffer*) na margem esquerda do futuro reservatório excluindo-se a área da Macrorregião de Monitoramento1.

Após a realização das metodologias anteriores foi possível atingir resultados importantes sobre as Macrorregiões de Monitoramento da UHE Jirau através de diagnósticos que subsidiarão as ações futuras referentes à mitigação de seus processos erosivos presentes e futuros. Além disso, dados geoestatísticos preliminares sobre tais processos foram gerados visando estabelecer a compreensão do comportamento espacial dos mesmos.

Ao todo, foram identificadas e classificadas 106 áreas distintas, sendo classificadas de acordo com o uso do solo identificado. Foram definidas as seguintes classes de uso de solo: Áreas com Processos Erosivos (Solo Exposto e Terras Caídas); Supressão de Vegetação e Pastagem, sendo estas últimas, predominante na área levantada.

4.1.1 - Áreas com Processos Erosivos – Terras Caídas

O trecho vistoriado às margens do rio Madeira apresenta diversos pontos susceptíveis à erosão, pois essa região é naturalmente atingida pela erosão fluvial conhecida, regionalmente, como o fenômeno de “Terras Caídas”. As áreas colapsadas nas margens do rio Madeira, representadas pelo fenômeno das “Terras Caídas”, estão inteiramente contidas calha atual do rio Madeira, estando inseridas, portanto, na área do reservatório da UHE Jirau (**Figura 4-1 e Figura 4-2**).



Figura 4-1 - Colapso de solo na margem direita do rio Madeira - depósito fluvial recente inconsolidado.



Figura 4-2 - Colapso de solo na margem esquerda do rio Madeira com predominância de argila-siltosa.

4.1.2 - Áreas com Processos Erosivos – Solo Exposto

Os diferentes usos do solo que originaram as áreas de Solo Exposto, em geral, apresentam condições propícias para a degradação das mesmas. A retirada da cobertura vegetal nas áreas de Solo Exposto impedem o bom funcionamento de etapas essenciais do ciclo hidrológico como interceptação, fluxo de atravessamento, escoamento superficial e subsuperficial. Vale destacar que a ausência de decompostos orgânicos provenientes da cobertura vegetal sobre o solo também favorece a evolução de processos erosivos.

Desta forma, as áreas de Solo Exposto vistoriadas apresentam, predominantemente, a ocorrência de erosão hídrica. Fatores observados *in loco* como ausência de cobertura vegetal, perda de camadas superficiais de solo, erosão por salpico (GUERRA, 1993) e utilização de maquinário pesado potencializam a selagem e a compactação das áreas de Solo Exposto.

4.1.2.1 - Área de Empréstimo

As áreas de empréstimo vistoriadas estão em diferentes estágios pelo fato de terem sido utilizadas em momentos distintos para diversas finalidades, no âmbito do Programa de Recuperação da Infraestrutura Atingida. Também cabe ressaltar que os aspectos físicos que compõem essas áreas também são distintos, resultando em processos de degradação específicos entre algumas áreas (**Figura 4-3 – Figura 4-8**). Vale ressaltar que tais áreas serão objeto do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.



Figura 4-3 - Área de empréstimo desativada.



Figura 4-4 - Área de empréstimo desativada.



Figura 4-5 - Área de empréstimo com solo compactado.



Figura 4-6 - Concentração de fluxos formando sulcos superficiais.



Figura 4-7 - Área de empréstimo em funcionamento contida na Macrorregião de Monitoramento 02.



Figura 4-8 - Área de empréstimo em funcionamento na Macrorregião de Monitoramento 02.

4.1.2.2 - Garimpo

As áreas de garimpo vistoriadas apresentam degradação bastante intensa pela remoção da vegetação, do solo e das rochas do local, em função dos processos utilizados para realizar as extrações minerais como escavações, abertura de estradas de acesso e formação de áreas de rejeito (Figura 4-9 – Figura 4-12).



Figura 4-9 - Área de garimpo desativada na margem esquerda do rio Madeira, com solo compactado.



Figura 4-10 - Garimpo desativado na margem esquerda do rio Madeira.



Figura 4-11 - Garimpo em plena atividade na margem esquerda do rio Madeira.



Figura 4-12 - Garimpo em atividade na margem esquerda do rio Madeira..

4.1.3 - Pastagem

As etapas de fotointerpretação possibilitaram a identificação de diversas áreas de pastagens com pouca cobertura vegetal arbórea. A ausência de espécies forrageiras nas pastagens pode ser atribuída à queda gradual da fertilidade do solo causada, principalmente, pelo pisoteio e compactação do solo pelo gado e pela baixa diversidade da cobertura vegetal (**Figura 4-13** e **Figura 4-14**).



Figura 4-13 – Pastagem com local para dessedentação de animais.



Figura 4-14 – Pastagem na margem direita do rio Madeira.

4.1.4 - Supressão de Vegetação

As áreas de Supressão da Vegetação, que serão alagadas com a formação do futuro reservatório, representam a maior parcela das classes de uso de solo mapeadas (**Figura 4-15** e **Figura 4-16**). Nestas áreas predominará, de acordo com os estudos realizados Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, o regime de sedimentação, sendo portanto, áreas pouco suscetíveis à ocorrência de processos erosivos.



Figura 4-15 – Área de supressão de vegetação.



Figura 4-16 – Área de supressão de vegetação.

4.2 - RESULTADOS DO PERÍODO DE 18/OUT/12 A 30/ABR/13

Este período concentrou as atividades necessárias para o fechamento dos objetivos do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais para as fases de pré-enchimento e início do enchimento do reservatório da UHE Jirau.

Após fotointerpretação das imagens de outubro de 2012, levantadas com foco nas áreas de supressão de vegetação, foram identificados e vetorizados através de polígonos, sendo classificados de acordo com o uso de solo identificado. A área desses polígonos foram então calculadas utilizando a partir de ferramentas ArcGIS. Foram mapeadas as seguintes classes de uso de solo: Solo Exposto (área de empréstimo e garimpo), Supressão de Vegetação e pastagem.

Os dados levantados com base na fotointerpretação das imagens de outubro/2012 das áreas de supressão foram integrados aos dados levantados a partir das imagens de outubro/2011 em ambiente SIG. A área dos polígonos resultantes, integrados em ambiente SIG podem ser visualizados na **Tabela 4-1** e na **Figura 4-17** a seguir.

Tabela 4-1 – Distribuição das classes de uso de solo por área (hectares) e variação (%).

| Classes de uso de solo mapeadas | Área (ha) | Varição (%) |
|-----------------------------------|-----------|-------------|
| Solo Exposto – Garimpo | 34,78 | 0,4 |
| Solo Exposto – Área de Empréstimo | 87,31 | 1,0 |
| Supressão de vegetação | 7672,11 | 88,5 |
| Pastagem | 887,17 | 10,2 |
| Total | 1.131,45 | 100,0 |

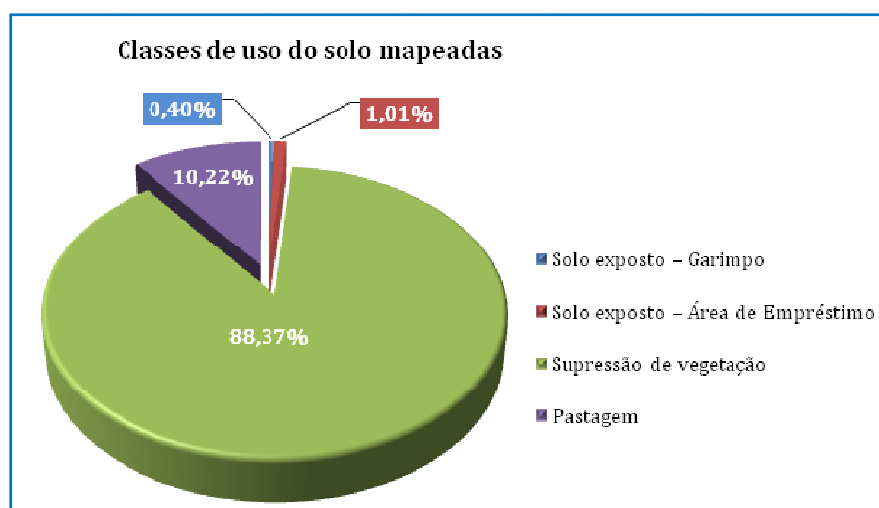


Figura 4-17 – Distribuição percentual de das classes de uso do solo mapeadas.

Cabe destacar que a recuperação das áreas classificadas como Solo Exposto, estão previstas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. As áreas de pastagem situadas na **Macrorregião 2**, estão incluídas no Programa de Conservação da Flora (Subprograma de Revegetação da APP do Reservatório (**Figura 4-18 e Figura 4-19**).



Figura 4-18 – Revegetação em área de pastagem situada na APP do reservatório.



Figura 4-19 – Revegetação em área de pastagem situada na APP do reservatório.

Conforme já mencionado no **Item 4.1.4 – Supressão da Vegetação**, essas áreas de estão inseridas na área do futuro reservatório. Com a formação do futuro reservatório, serão áreas predominantemente de sedimentação, sendo pouco suscetíveis à ocorrência de processos erosivos.

4.2.1 - Análise Geoestatística

A análise das imagens de outubro de 2011 e Outubro de 2012, permitiram a identificação de 76 (setenta e seis) pontos contendo processos erosivos. A **Tabela 4-2** a seguir apresenta a distribuição dos tipos de processos erosivos identificados. As áreas de Solo Exposto são predominantes com 89% de representatividade, sendo 61% áreas de empréstimo e 28% áreas de garimpo. As áreas de “Terras Caídas” nas margens do rio Madeira representam 11% dos processos erosivos.

Tabela 4-2 – Percentual de distribuição dos tipos de processos erosivos por área (hectares) e variação (%).

| Tipo de Erosão | Área (ha) | Variação (%) |
|-----------------------------------|-----------|--------------|
| Terras Caídas | 13,69 | 11 |
| Solo Exposto (área de empréstimo) | 76,09 | 61 |
| Solo Exposto (garimpo) | 34,78 | 28 |
| Total | 124,56 | 100,0 |

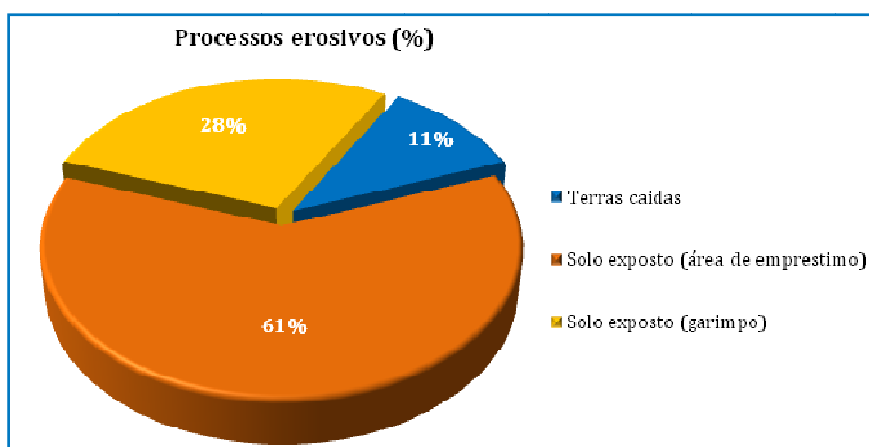


Figura 4-20 - Percentual de distribuição dos tipos de processos erosivos por área (hectares).

4.2.2 - Potencial dos Processos Erosivos

Pelo modelo conceitual do Mapa de Potencial Erosivo, elaborado a partir das imagens de outubro de 2011, considerou-se que toda formação geológica de origem sedimentar exposta a uma declividade crescente, em termos de graus de superfície, está mais propensa a desenvolver processos erosivos, especialmente, por colapso (“terras caídas”).

O cruzamento, através de ferramentas do software *ARC/GIS* 10.0 e fórmulas estatísticas, dos dados de declividade gerados com as características geológicas avaliadas, resultou em um mapa no formato *raster* o qual foi classificado utilizando-se desvios padrão. Tal fórmula estatística foi a que melhor representou a realidade local sendo, portanto, a solução escolhida para gerar modelo pretendido. Foram geradas 05 (cinco) classes de potencial ao desencadeamento de processos erosivos: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

4.2.2.1 - Terras Caídas

As áreas de margem do rio Madeira com “terras caídas” apresentam potencial erosivo muito alto e alto em sua maioria, com um total 60% de representatividade. As áreas com potencial médio representam 10% do total, e as de baixo e muito baixo, 30% do total (**Tabela 4-3** e **Figura 4-21**).

Tabela 4-3 - Percentual de distribuição das classes de potencial a erosão por área (hectares) e variação (%) nos processos erosivos do tipo “Terras Caídas”.

| Potencial Erosivo | Área (ha) | Varição (%) |
|-------------------|-----------|-------------|
| Muito Baixo | 0,76 | 6 |
| Baixo | 3,32 | 24 |
| Médio | 1,41 | 10 |
| Alto | 3,32 | 24 |
| Muito Alto | 4,87 | 36 |
| Total | 11,493 | 100,00 |

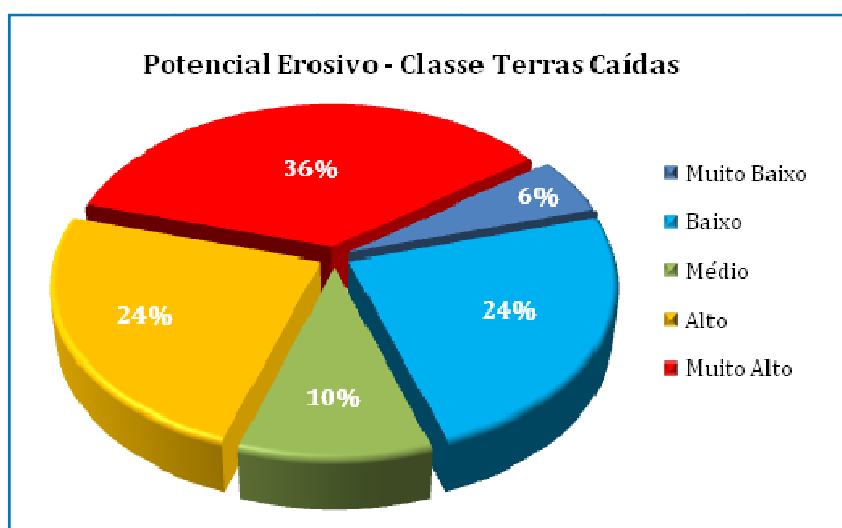


Figura 4-21 - Percentual de distribuição das classes de potencial a erosão para a classe Terras Caídas.

4.2.2.2 - Solo Exposto

As áreas de Solo Exposto apresentam potencial erosivo alto em sua maioria, com um total 46,3% de representatividade. As áreas com potencial médio representam 37,6% do total, as de baixo e muito baixo juntas representam 16,1%, e as de potencial muito alto apenas 0,1% do total (Tabela 4-4 e a Figura 4-22).

Tabela 4-4 - Percentual de distribuição das classes de potencial a erosão por área (hectares) e variação (%) nos processos erosivos do tipo Solo Exposto.

| Classes de Solo Exposto | Área (ha) | Varição (%) |
|-------------------------|-----------|-------------|
| Muito Baixo | 13,96 | 12,6 |
| Baixo | 3,84 | 3,5 |
| Médio | 41,65 | 37,6 |
| Alto | 51,32 | 46,3 |
| Muito Alto | 0,11 | 0,1 |
| Total | 110,87 | 100,00 |

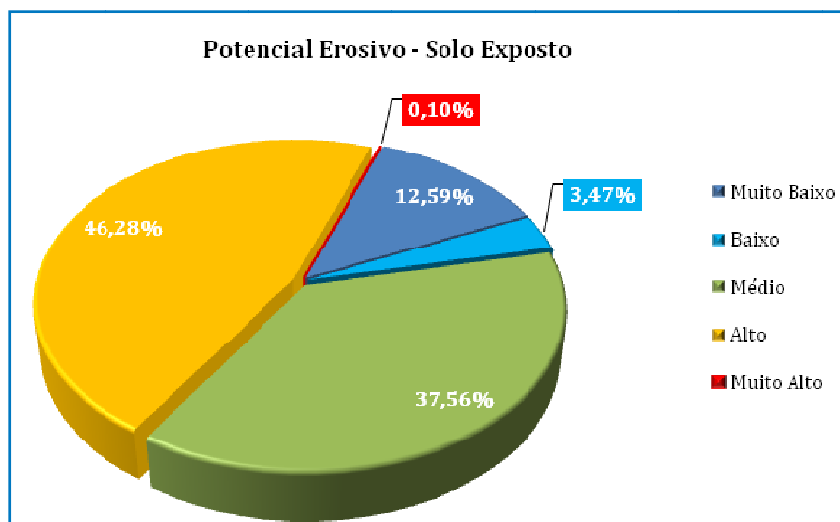


Figura 4-22 - Percentual de distribuição dos tipos de processos erosivos por área (hectares).

O término desta etapa permitiu a consolidação das informações em um Banco de Dados Geográfico com todos os *shapefiles* referentes a este Programa e suas devidas informações.

4.2.3 - Elaboração de Plano de Monitoramento a Jusante

O plano de monitoramento a jusante da barragem foi elaborado em atendimento ao Parecer Técnico (PT) nº 124/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA e aos itens (a) e (b) da condicionante 2.13 da LO nº 1097/2012. O plano tem como objetivo adequar as atividades e metodologias empregadas no âmbito do Programa, estendendo a área de monitoramento que passa a contemplar um trecho de 5 km a jusante da barragem de modo a monitorar os potenciais efeitos provocados pela implantação da UHE Jirau, nos taludes e barrancos do rio Madeira. Este plano foi protocolado no IBAMA em 22/04/2013, por meio da correspondência IT/AT 687-2013.

Recomenda-se que o monitoramento seja executado por intermédio de campanhas de campo para averiguação *in loco* a partir de embarcação do tipo “voadeira”, para verificação das condições de estabilidade das margens do rio. Propõe-se como sendo o melhor período para a realização da campanha, o período de cheia do rio, pois corresponde ao período mais crítico para a ocorrência de erosão fluvial.

5 - INDICADORES

Em relação aos indicadores propostos no Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais do PBA da UHE Jirau, foram atendidos aqueles que correspondem à fase de implantação e início do enchimento do reservatório do empreendimento, conforme pode ser observado a seguir.

- Mapas-imagem da fase rio, de logo após o enchimento e de 02 (dois) anos após a operação.

Em atendimento. Os mapas-imagem atualizados referente à fase de pré-enchimento estão apresentados no **Anexo 2** deste relatório. Os mapas-imagens da fase pós-enchimento e dos 02 (dois) anos após a operação, serão apresentados em momento oportuno, conforme descrito no Ítem 7 - Atendimento ao Cronograma do Programa.

- Cadastramento de processos existentes na futura borda do reservatório.

Não foram identificados processos erosivos existentes e que merecessem instalação de marcos de acompanhamento nas áreas da Macrorregião de Monitoramento 02, fora das margens do reservatório da UHE Jirau. As feições erosivas observadas nesta região foram principalmente a ocorrência de solo exposto em áreas de empréstimo, sendo sua recuperação prevista pelo Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

As demais feições erosivas observadas localizam-se nas margens da calha atual do rio Madeira. São decorrentes do fenômeno natural não induzido por ação antrópica conhecido como “terras caídas”. Destaca-se que a ocorrência deste de processo erosivo está restrito às áreas de maior declividade situadas na calha atual do rio Madeira, não sendo observado ao longo das margens do futuro reservatório qualquer evolução deste processo em direção a **Macrorregião de Monitoramento 1**.

6 - INTERFACES

Este Programa possui interface com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, Programa de Monitoramento Climatológico, Programa de Monitoramento de Lençol Freático, Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico e o Programa de Conservação da Flora (Subprograma de Revegetação da APP do Reservatório).

O Programa de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais possui interface direta com o Programa de Monitoramento Climatológico, e com Programa de Conservação da Flora. Destaca-se que o fator precipitação é o principal agente indutor de

processos erosivos, sendo a recomposição da cobertura vegetal, o melhor método para atenuar a ação erosiva das águas pluviais.

O Programa de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais possui interface indireta com o Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, uma vez que a mudança do regime erosão para regime parcialmente de sedimentação durante o período de cheia, funcionando como fator atenuante de eventuais processos erosivos na área de depleção do reservatório. O programa apresenta também interface indireta com o Programa de Monitoramento de Lençol Freático, pois eventuais elevações do nível freático podem provocar desestabilização do solo e induzir ou acelerar processos erosivos.

Eventuais elevações do nível freático podem localmente induzir ou acelerar processos erosivos, bem como provocar o alagamento parcial ou mesmo permanente de áreas reflorestadas.

No que se refere ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, destaca-se que a recuperação das com ocorrência de processos erosivos situadas na área de APP do futuro reservatório, estão incluídas neste Programa.

7 - ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA DO PROGRAMA

O cronograma do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais foi ajustado, em função do novo cronograma de enchimento do reservatório da UHE Jirau. Destaca-se que para a fase de pré-enchimento e início do enchimento, o cronograma do Programa está sendo integralmente cumprido.

| CRONOGRAMA DE OBRAS (PRINCIPAIS MARCOS) | ANO 1 | | | | | | | | | | | | ANO 2 | | | | | | | | | | | | ANO 3 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|--|
| | jun/09 | jul/09 | ago/09 | set/09 | out/09 | nov/09 | dez/09 | jan/10 | fev/10 | mar/10 | abr/10 | mai/10 | jun/10 | ju/10 | ago/10 | set/10 | out/10 | nov/10 | dez/10 | jan/11 | fev/11 | mar/11 | ab/11 | mai/11 | jun/11 | jul/11 | ago/11 | set/11 | out/11 | nov/11 | dez/11 | jan/12 | fev/12 | mar/12 | abr/12 | mai/12 | | | |
| Obtenção da LI | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mobilização da mão de obra | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desvio do Rio - Primeira Fase | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desvio do Rio - Segunda Fase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enchimento do Reservatório - Primeira Etapa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enchimento do Reservatório - Segunda Etapa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operação Comercial - Unidade 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operação Comercial - Unidade 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CRONOGRAMA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PONTOS PROPENSOS À INSTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES MARGINAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANEJAMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estudo de Material existente | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Elaboração de Modelos Digitais de Terreno (MDTs) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboração de mapas de declividade | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fotointerpretação e elaboração do mapa de feições geotécnicas | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| Consolidação dos dados e elaboração do mapa de Potencial Erosivo preliminar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campanhas de campo | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Integração dos dados de campo e elaboração do mapa de Potencial Erosivo final e do mapa de Macrorregiões de Monitoramento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relatórios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MONITORAMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análise de imagens de satélite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Campanhas de campo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Detalhamento geotécnico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fisais geotécnicos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análises de amostras indeformadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalação de marcos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Relatórios | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ Previsto
■ Realizado
■ Proposto Pós-enchimento

8 - ATIVIDADES FUTURAS

De acordo com os objetivos e metas previstas no PBA, para a fase de operação do empreendimento, estão propostos os seguintes tipos de monitoramento de acordo com a Macrorregião:

Para a **Macrorregião de Monitoramento 01**, compreendida entre os limites da atuação do remanso e a área de depleção do futuro reservatório, é recomendado que o monitoramento seja executado primeiramente por análises anuais criteriosas. Após essas análises, durante 03 anos subsequentes, após o enchimento do futuro reservatório, deverão ser executadas campanhas de campo para averiguação *in loco*. Propõe-se como sendo o melhor período para a realização de tal campanha a época de vazante do rio, pois corresponde aquele mais crítico para a ocorrência de colapso das margens do futuro reservatório, isto é, do fenômeno das “terras caídas”.

Para a **Macrorregião de Monitoramento 02**, compreendida entre os limites da APP variável somada a uma faixa de 500 m no entorno da margem esquerda do futuro reservatório, indica-se o monitoramento através de análises das referidas imagens, com periodicidade anual durante 03 anos subsequentes, após o enchimento do futuro reservatório.

9 - CONCLUSÕES

O **Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais** está sendo executado conforme os objetivos e metas apresentados no PBA. Destaca-se que em relação aos indicadores ambientais propostos no PBA, foram executados aqueles pertinentes a essa 1ª fase deste programa. As cartas-imagens referentes à fase de pré enchimento foram atualizadas com as ortofotocartas de outubro de 2011. Os demais mapas-imagem relativos à fase logo após o enchimento e de 03 (três) anos após a operação serão gerados no momento oportuno e seguindo o cronograma.

A análise feita a partir da fotointerpretação das imagens de outubro de 2011 e outubro de 2012, indicou que as áreas com processos erosivos abrangem uma área com cerca de 214,56 hectares, representam 0,19% da área de monitoramento (**Macrorregiões 1 e 2**).

As áreas de Solo Exposto são predominantes com 89% de representatividade, sendo 61% áreas de empréstimo e 28% áreas de garimpo. As áreas de “Terras Caídas” nas margens do rio Madeira representam 11% dos processos erosivos.

Para as áreas com processos erosivos do tipo Solo Exposto (áreas de empréstimos e garimpo), predomina a classe de potencial erosivo **alto e médio**, representando aproximadamente 84% da

área total com ocorrência de solo exposto. Para as áreas com processos erosivos do tipo “Terras Caídas”, predominam as classes de potencial erosivo **alto** e **muito alto** representando 60% da área mapeada com ocorrência deste tipo de processo.

10 - RESPONSÁVEL TÉCNICO

| Nome do Profissional | CTF | CREA | Qualificação | Função no Contrato |
|--------------------------------|-------|----------------------|--------------|------------------------|
| Marcelo Villela da Costa Braga | 38749 | 2001103805 - CREA/RJ | Geólogo | Coordenador do Projeto |
| Assinatura | | | | |

11 - EQUIPE TÉCNICA

| Nome do Profissional | RG | Qualificação | Função no Contrato |
|------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Davi Schulmann Miguens | 21214627-8 DIC-RJ | Geógrafo | Geoprocessamento |
| Maurício Nicodemos | 941024661 - CREA-RJ | Técnico em Cartografia | Geoprocessamento elaboração de mapas |
| Camila Zenke | 24227245-8 DIC-RJ | Trainee | Apoio Operacional |
| Rubens Toledo | 07719331-6 IFP-RJ | Técnico em formatação | Editoração de textos |

12 - BIBLIOGRAFIA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1994. **Execução de levantamento topográfico**: NBR 13133.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997. *NBR 13895 - Construção de poços de monitoramento e amostragem*.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2007. **Sondagens de reconhecimento Para Fins Ambientais**.

AMORIN, G. P. **Confiabilidade de rede GPS de referência cadastral municipal, estudo de caso: Rede do Município de Vitória (ES)**. São Carlos: USP, Escola de Engenharia de São Carlos, 2004. 149 p.

BRANDÃO, A. C.. **A precisão posicional no georreferenciamento dos imóveis rurais**. Irib, Salvador, 2002. Disponível em: <<http://www.irib.org.br/opiniaio/boletimel487b.asp>>.

BUENO, R. F. 2004. **Normas para georreferenciamento**. In.: Revista InfoGPS, Curitiba, n. 04, p. 34 -35.

CORSEUIL, W. C. & RIBAINA, A. D. 2003. **Determinação Altimétrica Através do Sistema de Posicionamento Global.** Santa Maria (RS): Ciência Rural, Vol. 33 n°4. pp. 673-78

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. **Relatório de Informação da Base ROGM - Guajará-Mirim. RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GNSS.** Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/RBMC/dados/2011/>.

ESBR - Energia Sustentável do Brasil. 2010. **Projeto Básico Ambiental - PBA.** GOMES, E.; PESSOA, L. M. C; SILVA JUNIOR, L. B. S. Medindo imóveis rurais com GPS. Brasília: Comunicação, 2001. 136 p.

Gutierrez, S. D. R. 2009. **Investigações sobre Posicionamentos pelo Método DGPS Usando Transmissão das Correções Diferenciais pelo NTRIP e pelo RDS.** Santa Maria (RS): Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Tecnologia da Geoinformação da Universidade Federal de Santa Maria.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR - GPS: descrição, fundamentos e aplicações.** 1.ed. São Paulo: UNESP, 2000. 287p.

MONICO, J. F. G; SILVA, E. F. **Controle de Qualidade em Levantamentos no Contexto da Lei nº 10.267/01.** In: COLÓQUIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 3., 2003. Anais ... Curitiba: ISBN 85887830405, 2003. p. 69-84.

RTCM - Radio **Technical Commission for Maritime Services - Special Committee 104** (RTCM, 1998).

RODRIGUES, V. A. **Uso do sistema de posicionamento global na caracterização planialtimétrica para projetos de irrigação e drenagem.** 2003. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

RODRIGUES, R. J. 2010. **Uso do Receptor GPS Topográfico na Obtenção de Cartas e Modelo Digital do Terreno.** Botucatu: Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia - Área de concentração em Energia na Agricultura.

CONAMA, 2008. **Resolução CONAMA nº 396, de 03/04/2008** - Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.



ICF Consultoria do Brasil Ltda.
120441-0-001-00-PME-CON-RL-MA-0001-01



Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais
1º Relatório Semestral - Licença de Operação (LO) nº 1097/2012

Anexos



ICF Consultoria do Brasil Ltda.
120441-0-001-00-PME-CON-RL-MA-0001-01



Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais
1º Relatório Semestral - Licença de Operação (LO) nº 1097/2012

Anexo 1 - Metodologia de Geoprocessamento

Foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos para que as finalidades apresentadas anteriormente fossem atingidas de maneira completa e eficaz. As metodologias descritas a seguir foram executadas de acordo com a ordem que estão apresentadas abaixo.

a) Análise Preliminar das Ortofotocartas

Esta etapa baseou-se na vetorização geométrica dos processos erosivos através da criação de *shapefile* de pontos, tendo como objetivo identificar e classificar processos erosivos contidos nas 02 (duas) Macrorregiões de Monitoramento. Para tal, estabeleceu-se como metodologia de produção a fotointerpretação em escala de 1:1.134 (valor definido pela ferramenta “Zoom to Raster Resolution”) ou maior, tendo em vista a resolução espacial das imagens de satélite fornecidas pela ESBR, visando a apresentação desses dados na melhor qualidade possível. Este serviço foi executado em sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator - UTM (datum: SAD 69 zona 20L).

Esta etapa foi essencial para os processos metodológicos seguintes deste projeto, pois possibilitou a identificação do tipo de informações a serem inseridas nas fichas de campo. Além disso, orientou a equipe de campo para localizar e vistoriar os pontos com processos erosivos identificados.

a.1) Fase 1

Para vetorizar os processos erosivos identificados nesta fase, foi necessária a definição de uma metodologia para padronizar a vetorização. Assim, definiram-se classes de processos erosivos a serem vetorizados. Esta metodologia buscou evitar a subjetividade na vetorização, evitando também erros e equívocos passíveis pela fotointerpretação. Seguem as chaves de classes definidas:

1. **Solo Exposto:** Áreas com solo exposto proveniente de atividade humana como, por exemplo, áreas de empréstimo.
2. **Terras Caídas:** Áreas com erosão e movimentos de massa nas margens do rio Madeira provenientes do processo natural de erosão fluvial.

a.2) Fase 2

Nesta etapa, após a identificação dos pontos com processos erosivos, foram adicionados campos na tabela de atributos para inserção de valores alfanuméricos referentes aos pontos de monitoramento de erosão identificados na primeira etapa (**Figura 1**). Desta forma, foram criadas as seguintes colunas para a tabela:

- **Código:** referente à identificação numérica de cada processo erosivo identificado

- **Classe de Erosão:** referente ao tipo de processo erosivo;
- **Coord_X:** valor do eixo de coordenadas X do ponto identificado;
- **Coord_Y:** valor do eixo de coordenadas Y do ponto identificado;
- **Articulação:** valor referente à imagem de satélite utilizada para vetorizar o processo erosivo;
- **Extensão:** valor aproximado da extensão de cada processo erosivo identificado;
- **Acesso:** referente à rota de acesso para realização de vistoria técnica de cada ponto de erosão.

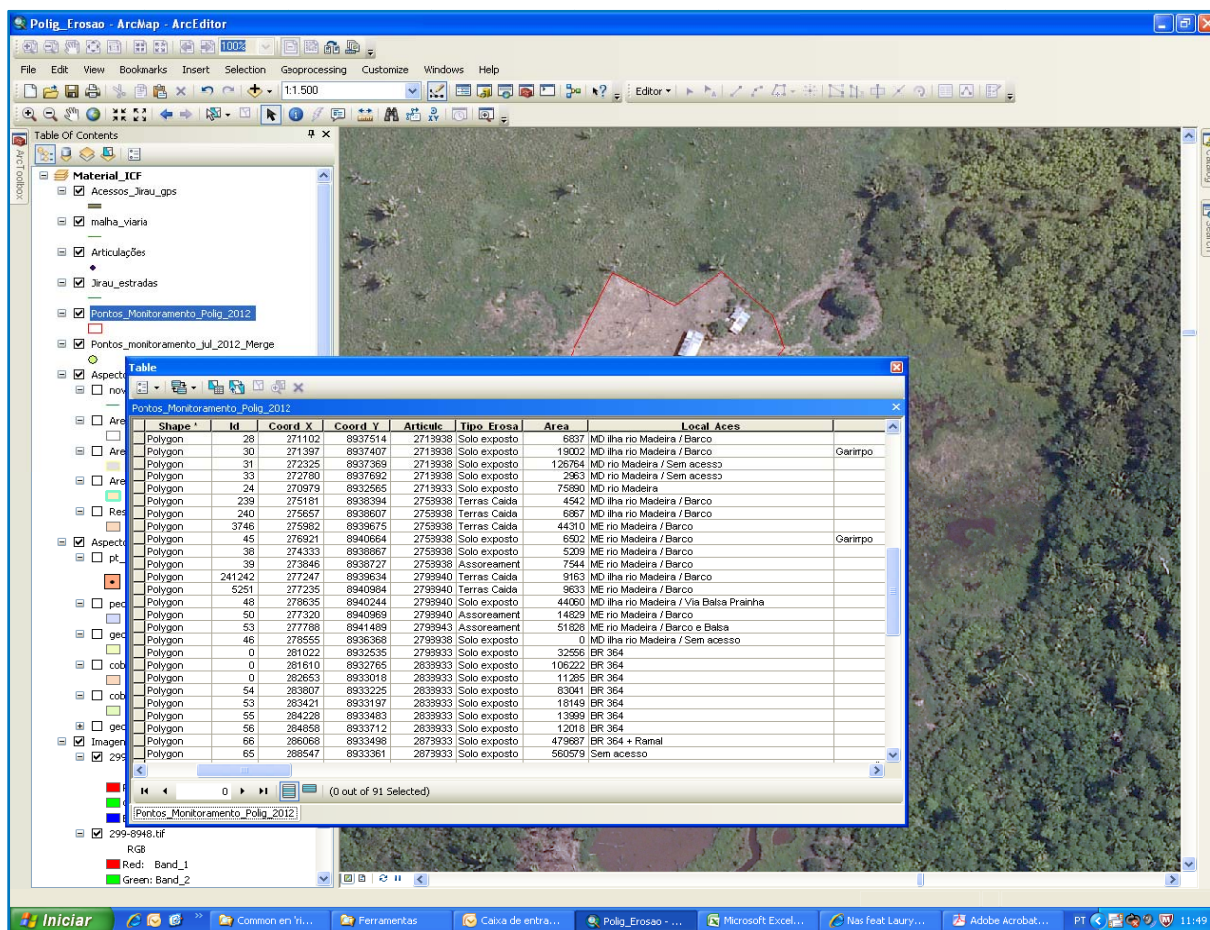


Figura 1 – Figura ilustrativa da tabela de atributos associada ao arquivo shapefile com os pontos com ocorrência de processos erosivos.

A seguir, encontra-se um exemplo de mapa criado para orientação das atividades em campo.

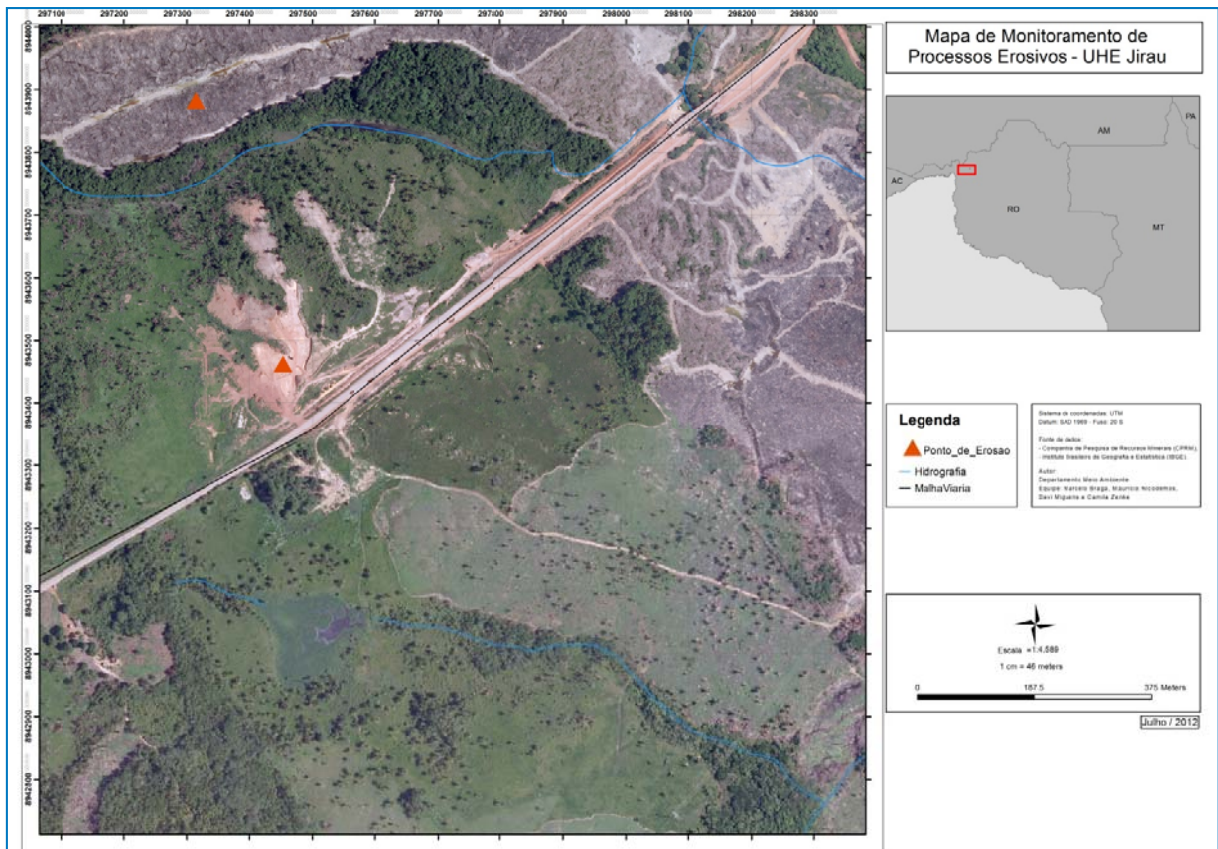


Figura 2 – Área de empréstimo às margens da Rodovia BR-364.

b) Elaboração de Fichas de Campo

Foi elaborado um modelo de ficha de campo (vide anexo) para sistematizar o processo de análise das vistorias técnicas realizadas nos pontos de processos erosivos identificados por fotointerpretação. Com isto, foi possível padronizar o diagnóstico em campo. Esta medida tem como objetivo otimizar a confecção dos relatórios referentes a cada ponto. Para cada ponto visitado em campo foi preenchida uma ficha de campo contemplando, pelo menos, as seguintes informações:

- Sigla para identificação do local;
- Georreferenciamento para marcação em documentos cartográficos;
- Descrição das feições erosivas e dos processos de desestabilização observados
- Descrição sucinta das características locais relacionadas à estabilidade e erosão:
- Situação de declividade, pendentes topográficas, cobertura vegetal, uso e tipo do solo superficial contemplando os aspectos críticos quanto à instabilidade das margens;

c) Campanha de Campo

A campanha de campo ocorreu no período de 26 a 31 de julho de 2012, para verificação e caracterização in loco das áreas potencialmente críticas para ocorrência de processos de erosão nas Áreas de Monitoramento do AHE Jirau.

Nesta campanha que ocorreu ao longo de 06 (seis) dias, foi feita uma vistoria dos pontos de processos erosivos identificados nas atividades pré-campo, contemplando 02 (dois) dias de vistoria de barco ao longo do rio Madeira, no trecho situado entre o salto de Jirau e o distrito de Abunã. Os 04 (quatro) dias restantes foram utilizados para acessar os pontos que necessitavam de vias terrestres para serem vistoriados como, por exemplo, áreas de empréstimo, áreas de bota-fora e garimpos. Desta forma, foi possível realizar vistoria técnica em todos os pontos acessíveis identificados por ortofotocartas e incluir novos pontos observados *in loco*.

d) Análise das Ortofotocartas de Outubro Vetorização de Processos Erosivos Através de Polígonos

Esta etapa baseou-se nas mesmas ferramentas e procedimentos adotados no **item B** do presente Anexo. Porém, novamente através de fotointerpretação, um novo *shapefile* foi gerado e vetores geométricos do tipo polígono foram criados para os processos erosivos identificados nas etapas correspondentes aos **itens B e C**. As ortofotocartas utilizadas nesta etapa foram levantadas em outubro de 2011. Este serviço foi executado em sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator - UTM (datum: SAD 69 zona 20S).

e) Consolidação das Informações de Campo em Ambiente SIG

Após realização das etapas anteriores foi necessário consolidar os resultados das mesmas para a elaboração de um material que levasse em consideração diferentes tipos e fontes de informações para facilitar a análise dos mesmos.

Desta forma, pela natureza dos dados geográficos (geométrica e descritiva), foram consolidados, em ambiente tabular do software *ARC/GIS 10.0*, dados alfanuméricos referentes às Áreas de Monitoramento previamente delimitadas do AHE Jirau. A tabela de atributos do *shapefile* de polígonos de processos erosivos foi preenchida com as seguintes informações:

e.1) Dados Gerais

- Localização Geográfica: coordenadas e acesso;
- Área de Monitoramento: área 1, área 2 ou ambas as áreas;
- Tipo de Erosão: Solo exposto ou Terras caídas;

- Classe de Erosão: Solo exposto/ Área de Empréstimo, por exemplo;
- Potencial Erosivo: baseado em valores de etapas anteriores;
- Extensão do Processo Erosivo: em metros quadrados e hectares.

e.2) Aspectos Físicos (CPRM, 2005):

- Geologia: Unidade geológica, tipo de depósito e litotipos;
- Pedologia: Tipo de solo e caracterização do mesmo. No caso de ocorrência de mais de uma classe, foram consideradas as duas classes predominantes;
- Geomorfologia: Unidade geomorfológica e caracterização da mesma;
- Uso e Cobertura do Solo: *Shapefile* disponibilizado pela ESBR contendo atributos levantados anteriormente ao período de instalações da UHE Jirau.

e.3) Aspectos de Campo:

- informações levantadas em campo pela equipe de consultores da ICF contendo aspectos contidos na Ficha Cadastral de Campo, relativos aos processos erosivos vistoriados.



ICF Consultoria do Brasil Ltda.
120441-0-001-00-PME-CON-RL-MA-0001-01



Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais
1º Relatório Semestral - Licença de Operação (LO) nº 1097/2012

Anexo 2 - Plano de Monitoramento a Jusante da Barragem



Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais

Plano de Monitoramento a Jusante da Barragem

120441-0-001-00-PME-PMJ-RL-0001-00

| Preparado Por | Preparado Para |
|--|--|
| <p>ICF Consultoria do Brasil Ltda Av. das Américas, nº 700, Bloco 6, sala 251 Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ CEP 22640-100 Tel (21) 2117-2550 Fax (21) 2132-7354 icfi.com.br</p> |  <p>Rua Joaquim Nabuco, 3200 - Sala 102 Bairro São João Bosco - Porto Velho - RO CEP: 76804-066 Tel.: (69) 3218-2000 www.energiasustentaveldobrasil.com.br</p> |
| Abril de 2013 | Revisão 00 |

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| 1 - Justificativas..... | 1/4 |
| 2 - Objetivos | 1/4 |
| 3 - Procedimentos para Monitoramento..... | 1/4 |
| 4 - Recomendações | 3/4 |
| 5 - Responsável Técnico..... | 4/4 |
| 6 - Equipe Técnica | 4/4 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 3-1 – Áreas de monitoramento a jusante..... | 2/4 |
|--|-----|

1 - JUSTIFICATIVAS

A intervenção humana em leito de rios em grande escala, como é o caso das construções e operação de grandes hidrelétricas, causa um desequilíbrio longitudinal do rio. De acordo com Brandt (2000) dois efeitos relacionados às alterações do regime hidrológico, podem ser observados a jusante das barragens. O primeiro diz respeito ao fluxo de água (efeitos semelhantes aos padrões de liberação) e o segundo ao fluxo de sedimento, ambos determinando, de acordo com a particularidade de cada represa, mudanças nos processos morfológicos do canal (erosão e deposição) a jusante da barragem.

Se não tomadas as medidas necessária em tempo, esse tipo de interferência pode gerar uma série de efeitos em cadeia que, dependendo da magnitude e área de abrangência, pode ser irreparável. Alterações no sistema de correntes podem ocasionar um aumento de turbulência no fluxo, bem como na intensidade de ondas induzindo ou acelerando processos de erosão de movimento de massa nas margens do rio.

2 - OBJETIVOS

O plano de monitoramento a jusante da barragem foi elaborado em atendimento ao Parecer Técnico Nº 124/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA (análise do Relatório Final de Implantação dos Programas Ambientais). O plano tem como objetivo adequar as atividades e metodologias empregadas no âmbito do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos a Instabilização de Encostas e Taludes Marginais do Aproveitamento Hidrelétrico Jirau (AHE Jirau), estendendo a área de monitoramento que passa a contemplar um trecho de 5 km a jusante da barragem de modo a monitorar os potenciais efeitos da mudança do ciclo hidrológico provocado pelo barramento, nos taludes e barrancos do rio Madeira.

3 - PROCEDIMENTOS PARA MONITORAMENTO

Para a região situada entre o eixo da barragem até 5 km a jusante (**Figura 3-1**), é recomendado que o monitoramento seja executado por intermédio de campanhas de campo para averiguação *in loco*. A vistoria deverá ser realizada utilizando embarcação do tipo “voadeira”, para verificação das condições de estabilidade das margens do rio.

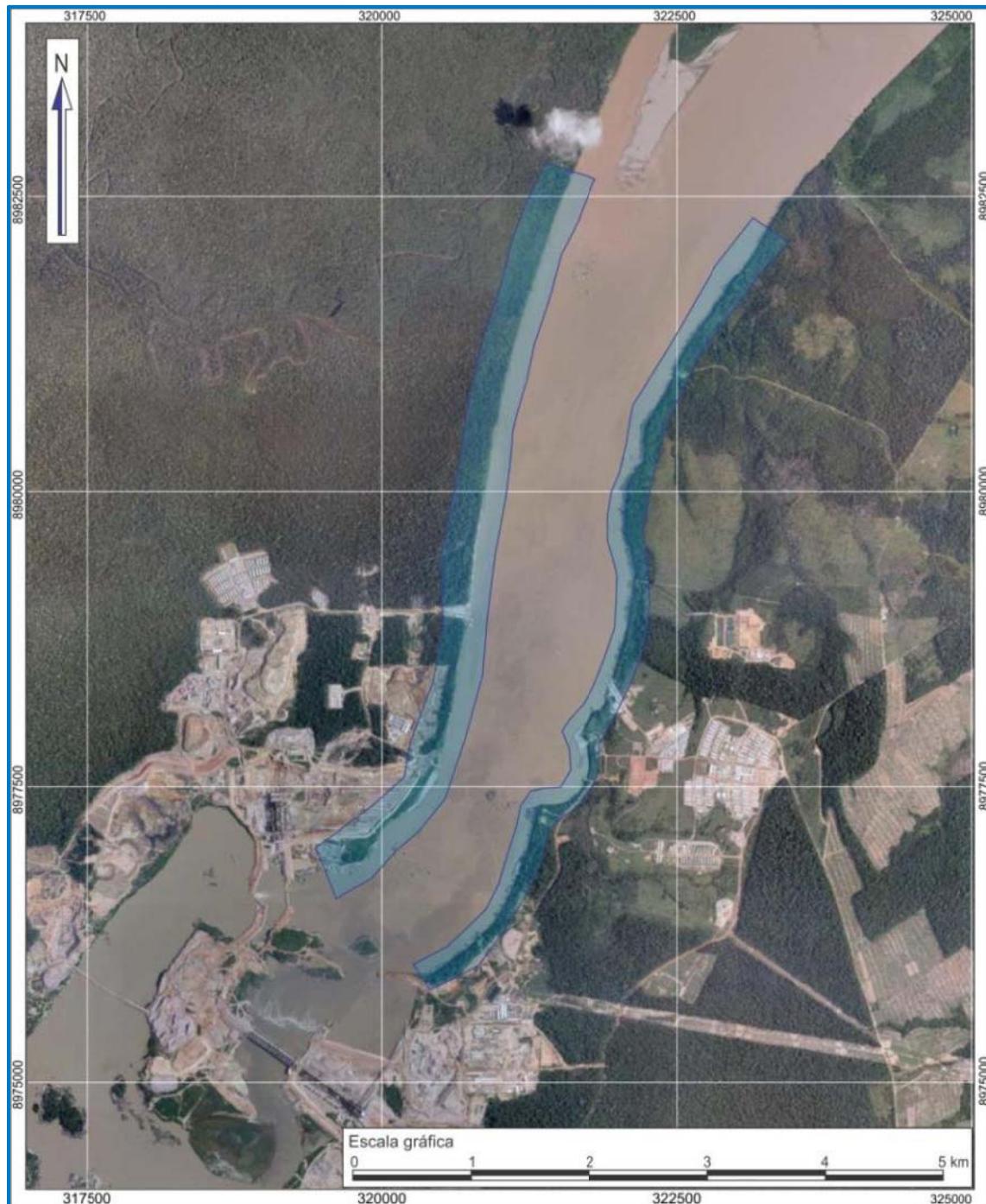


Figura 3-1 – Áreas de monitoramento a jusante.

Para o 1º ano de monitoramento na fase de operação, propõe-se para o período de cheia do rio, a realização de vistorias bimestrais. Este período (cheia) representa o período mais crítico para a ocorrência de erosão fluvial. Para o período de estiagem essas vistorias serão realizadas semestralmente.

Para o 2º e 3º ano da fase de operação caso não sejam identificados ocorrências de processos erosivos no trecho monitorado durante o 1º ano de monitoramento, serão adotados os mesmos procedimentos previstos para a Macrorregião de Monitoramento 01, que contempla a região de deplecionamento e remanso do reservatório do AHE Jirau.

4 - RECOMENDAÇÕES

Caso sejam identificadas a ocorrência de processos erosivos nas margens do rio. Todos os pontos identificados, deverão ser acompanhados nas campanhas seguintes para verificar a evolução dos processos erosivos. Caso a evolução desses processos esteja ocorrendo de forma acelerada, deverão ser adotadas mesmas medidas previstas para Macrorregião de Monitoramento 01, situada a montante da barragem, na qual contempla:

- Mapeamento geotécnico detalhado, abrangendo também seu entorno, quando necessário;
- Delimitação de unidades geotécnicas,
- Indicação (caso necessário) dos pontos adequados dentro dessas unidades para que sejam executados ensaios geotécnicos, análises granulométricas e mineralógicas dos sedimentos.

Esses procedimentos deverão ser precedidos de uma avaliação, delimitação e classificação (de acordo com o uso atual), das áreas potencialmente atingidas por esses processos, de maneira a definir as áreas de acordo com a classe de prioridade. Essas classes deverão ser definidas em função do grau, tipo de degradação, extensão de área degradada, risco patrimonial e impacto causado ao meio ambiente, devendo ser classificadas em Prioridade muito alta, prioridade alta, prioridade média e prioridade baixa, de acordo com as características descritas abaixo.

- **Prioridade Muito Alta:** Caracteriza as áreas degradadas com risco patrimonial eminente, sendo necessário a adoção de estratégias de recuperação, exclusivamente, por meio da elaboração de PRAD.
- **Prioridade Alta:** É caracterizada pela ocorrência de intensos processos erosivos, sem *risco patrimonial eminente*. Representam as áreas degradadas com *risco patrimonial*, sendo necessário a adoção de estratégias de uma recuperação planejada, ou elaboração de PRAD, respectivamente, combinados.
- **Prioridade Moderada:** É caracterizada pela ocorrência de solos expostos com processos erosivos de intensidade baixa e média. Representam áreas moderadamente degradadas com *risco patrimonial* baixo a médio, sendo necessário a adoção de estratégias de manutenção simples, uma recuperação planejada, ou elaboração de PRAD.

- **Prioridade Baixa:** É caracteriza as áreas apesar do baixo risco patrimonial funcionam como áreas fonte de sedimentos causando assoreamento de córregos. Representam áreas pouco degradadas, com risco patrimonial, baixo ou nulo, sendo suficiente para a recuperação a simples manutenção e/ou a adoção de medidas mitigadoras e estratégias de manutenção simples.

A necessidade de instalação de marcos em feições erosivas estará condicionada à análise da gênese da feição e da projeção de sua evolução.

5 - - RESPONSÁVEL TÉCNICO

| Nome do Profissional | CREA | Qualificação | Função no Contrato |
|--------------------------------|----------------------|--------------|------------------------|
| Marcelo Villela da Costa Braga | 2001103805 - CREA/RJ | Geólogo | Coordenador do Projeto |
| Assinatura | | | |

6 - EQUIPE TÉCNICA

| Nome do Profissional | RG | Qualificação | Função no Contrato |
|----------------------|------------------------|------------------------|---|
| Davi Miguens | 21214627-8 IFP-RJ | Geógrafo | Levantamento de campo Geoprocessamento |
| Maurício Nicodemos | 941024661 - CREA-RJ | Técnico em Cartografia | Geoprocessamento e elaboração de mapas |
| Camila Zenke | 24227245-8 DIC-RJ | Estagiária | Apoio Operacional |
| Rubens Toledo | 07719331-6 - DETRAN-RJ | Técnico em formatação | Editoração |



ICF Consultoria do Brasil Ltda.
120441-0-001-00-PME-CON-RL-MA-0001-01



Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais
1º Relatório Semestral - Licença de Operação (LO) nº 1097/2012

Anexo 3 - Carta Imagens