

Usina Hidrelétrica Jirau

7º RELATÓRIO SEMESTRAL

Solicitação de Renovação da Licença de Operação

nº 1097 / 2012

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

EMPRESA: ESTRATÉGIA GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE

PERÍODO DAS ATIVIDADES: 01/05/15 A 31/03/2016

RESPONSÁVEL DA CONTRATADA: MARCELO VILLELA DA COSTA BRAGA

RESPONSÁVEL DA ESBR: VERÍSSIMO ALVES DOS SANTOS NETO





SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	7
2 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS	7
3 ATENDIMENTO ÀS METAS	10
4 ATIVIDADES REALIZADAS NO SEMESTRE	12
4.1 RESULTADOS DO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2015 A MARÇO DE 2016	12
4.2 CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS GEORREFERENCIADA	13
4.3 ELABORAÇÃO DAS CARTAS IMAGENS DO RESERVATÓRIO	14
4.4 VISTORIA COMPLEMENTAR DE CAMPO	14
4.5 CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS HIDROLÓGICOS	15
5 RESULTADOS CONSOLIDADOS DO PERÍODO DA LO Nº 1097/2012	17
6 INDICADORES	26
7 INTERFACES	28
8 ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA	31
9 CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA A FASE PÓS-RENOVAÇÃO DA LO	32
9.1 PROPOSTA DE CRONOGRAMA PARA A FASE PÓS-RENOVAÇÃO DA LO	35
10 EQUIPE TÉCNICA	36
11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36



LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Fichas Cadastrais

Anexo II – Carta imagem



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4-1 – ATUALIZAÇÃO DA BASE DE DADOS EM AMBIENTE GIS	13
FIGURA 4-2 – CONVERSÃO DA BASE DE DADOS PARA PLATAFORMA GOOGLE EARTH.	14
FIGURA 4-3 – GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE A COTA DO NÍVEL D'ÁGUA DO RIO MADEIRA NO PERÍODO DE SETEMBRO/2011 – MARÇO/2016, NAS ESTAÇÕES DE BANANAL E ABUNÃ.	16
FIGURA 5-1 – FIGURA ESQUEMÁTICA DEMONSTRANDO A FORMAÇÃO DE ÁREA DE DEPLEÇÃO FORMADA PELAS CHEIAS DOS ÚLTIMOS MESES.	18
FIGURA 5-2 – GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE A DIFERENÇA DE COTA DO NÍVEL D'ÁGUA DO RIO MADEIRA NO PERÍODO DE SETEMBRO/2011 – MARÇO/2015, NAS ESTAÇÕES DE BANANAL E ABUNÃ. NO GRÁFICO É POSSÍVEL OBSERVAR A MAIOR DECLIVIDADE DA CURVA DE REBAIXAMENTO DO RIO NO PERÍODO DE JULHO E SETEMBRO DE 2014, DURANTE O PERÍODO DE VAZANTE POSTERIOR À CHEIA HISTÓRICA DE 2013/2014.	19
FIGURA 5-3 – FIGURA ESQUEMÁTICA MOSTRANDO A REDUÇÃO DE ÁREA DE DEPLEÇÃO FORMADA APÓS A CHEIA DE 2014/2015, COMPARADA COM A ÁREA FORMADA APÓS A CHEIA DE 2013/2014.	20
FIGURA 5-4 – FIGURA ESQUEMÁTICA MOSTRANDO O PROCESSO DE RECUPERAÇÃO NATURAL, NA ANTIGA ÁREA DE GARIMPO DO PONTO MME-20, SITUADO NA MARGEM ESQUERDA DO RIO MADEIRA.	22
FIGURA 5-5 – FIGURA ESQUEMÁTICA MOSTRANDO A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO RASTEIRA NOS TALUDES MARGINAIS E ÁREA DE DEPLEÇÃO DO RESERVATÓRIO, ENTRE O INÍCIO DO PERÍODO DE ESTIAGEM E O INÍCIO DA ESTAÇÃO CHUVOSA.	26
FIGURA 9-1 – GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE A DIFERENÇA DE COTA DO NÍVEL D'ÁGUA DO RIO MADEIRA NO PERÍODO DE OUTUBRO/2012 – MARÇO/2016, NAS ESTAÇÕES DE BANANAL E ABUNÃ. NO GRÁFICO É POSSÍVEL OBSERVAR O MENOR GRADIENTE ENTRE O NÍVEL DO RIO MADEIRA MEDIDO NAS DUAS	

ESTAÇÕES APÓS O ENCHIMENTO ATÉ A COTA 90,0M EM RELAÇÃO, EM
RELAÇÃO AOS PERÍODOS ANTERIORES. 33

FIGURA 9-2 – FIGURA ESQUEMÁTICA MOSTRANDO A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO
RASTEIRA NOS TALUDES MARGINAIS E ÁREA DE DEPLEÇÃO DO RESERVATÓRIO
ENTRE O INÍCIO DO PERÍODO DE ESTIAGEM E O INÍCIO DA ESTAÇÃO
CHUVOSA, COMO FATOR ATENUANTE DE PROCESSOS EROSIVOS. 33

LISTA DE FOTOS

FOTO 4-1 – RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO RASTEIRA EM ÁREA DE DEPLEÇÃO DO
RESERVATÓRIO. 15

FOTO 4-2 – RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO RASTEIRA E ARBUSTIVA ACIMA DO TALUDE
DO RIO MADEIRA. 15

FOTO 5-1 – RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO RASTEIRA E ARBUSTIVA ACIMA DO TALUDE
DO RIO MADEIRA. 21

FOTO 5-2 – RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO RASTEIRA E ARBUSTIVA ACIMA DO TALUDE
DO RIO MADEIRA NO PONTO MMD-08, ANTIGA ÁREA DE GARIMPO COM
BALSA. 21

FOTO 5-3 – CAVA DE GARIMPO ABANDONADO NO PONTO MME-20, NA MARGEM
ESQUERDA EM JULHO DE 2012. 21

FOTO 5-4 – A MESMA CAVA DE GARIMPO ABANDONADO PREENCHIDA POR
SEDIMENTOS, APÓS A CHEIA HISTÓRICA DE 2013/2014, EM JULHO DE 2014. 21

FOTO 5-5 – INÍCIO DA RECOMPOSIÇÃO VEGETAL NA ANTIGA CAVA DO PONTO MME-20,
EM JULHO DE 2015. 22

FOTO 5-6 – RECOMPOSIÇÃO VEGETAL NA ANTIGA CAVA DO PONTO MME-20, EM JULHO
DE 2015, JÁ MOSTRANDO UM AVANÇADO ESTÁGIO DE REGENERAÇÃO DA
VEGETAÇÃO RASTEIRA E ARBUSTIVA. 22

FOTO 5-7 – FOTO MOSTRANDO A RECOMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO RASTEIRA E
ARBUSTIVA ACIMA DO TALUDE MARGINAL DO RIO, NO PONTO JMD-12. 23

FOTO 5-8 – FOTO MOSTRANDO A EROÇÃO FLUVIAL, NO PONTO JMD-03. 23



FOTO 5-9 – FOTO MOSTRANDO A ÁREA DE DEPLEÇÃO DO RESERVATÓRIO COM SOLO EXPOSTO, NO PERÍODO DE ESTIAGEM.	24
FOTO 5-10 – FOTO MOSTRANDO A MESMA ÁREA DE DEPLEÇÃO COM VEGETAÇÃO RASTEIRA JÁ RECOMPOSTA, NO INÍCIO DA ESTAÇÃO CHUVOSA.	24
FOTO 5-11 – CAVA DE GARIMPO ABANDONADO NA MARGEM ESQUERDA PREENCHIDA POR SEDIMENTOS.	25
FOTO 5-12 – RECOMPOSIÇÃO VEGETAL EM CAVA DE GARIMPO ABANDONADO NA MARGEM ESQUERDA.	25
FOTO 5-13 – FOTO MOSTRANDO A MARGEM DO RIO MADEIRA COM SOLO EXPOSTO, NO PERÍODO DE ESTIAGEM.	25
FOTO 5-14 – FOTO MOSTRANDO A MARGEM DO RIO MADEIRA COM VEGETAÇÃO RASTEIRA JÁ RECOMPOSTA, NO INÍCIO DA ESTAÇÃO CHUVOSA.	25
 LISTA DE QUADROS	
QUADRO 2-1– STATUS DE ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS GERAIS	7
QUADRO 2-2 – STATUS DE ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
QUADRO 3-1 – STATUS DE ATENDIMENTO ÀS METAS	10
QUADRO 6-1 – STATUS DE ATENDIMENTO AOS INDICADORES DE DESEMPENHO	26
QUADRO 7-1– STATUS DE ATENDIMENTO ÀS PROPOSTAS DE INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS	28
QUADRO 8-1 – CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS PONTOS PROPENSOS À INSTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES MARGINAIS.	31
QUADRO 9-1– PROPOSTA DE CRONOGRAMA DE ATIVIDADES DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS PONTOS PROPENSOS À INSTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES MARGINAIS.	35
QUADRO 10-1– EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DO PROGRAMA	36

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório de acompanhamento **SEMESTRAL**, que subsidia a solicitação da renovação da LO nº 1097/2012, tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas no período de 01/11/2015 a 31/03/2016 e os resultados consolidados no período da LO nº 1097/2012, no âmbito do **PROGRAMA DE MONITORAMENTO PONTOS PROPENSOS À INSTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES MARGINAIS** da Usina Hidrelétrica Jirau (UHE Jirau), por meio do Contrato JIRAU 147/15 celebrado entre a Energia Sustentável do Brasil S.A. (ESBR) e a **Estratégia Geologia e Meio Ambiente**.

2 ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS

No **Quadro 2-1** e **Quadro 2-2** são apresentadas as informações referentes aos objetivos estabelecidos no programa.

Quadro 2-1– Status de atendimento aos objetivos gerais

OBJETIVO GERAL	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
Caracterizar e acompanhar a evolução das condições naturais e a eventual ocorrência de processos erosivos/instabilizatórios de encostas, através de estudos específicos associados a monitoramentos de longo prazo	Em atendimento	A caracterização e o acompanhamento da evolução de processos erosivos vem sendo realizado e atualizado de forma sistemática, sendo o monitoramento realizado de forma periódica, seguindo as diretrizes propostas no Relatório Final de Implantação do Programa (março/2012). A principal ferramenta utilizada são as fichas cadastrais que contemplam as informações de todos os pontos de erosão identificados ao longo do monitoramento. Essas fichas elaboradas durante a fase rio, foram atualizadas e complementadas anualmente após cada campanha de campo, sendo os dados incorporados à na Base de Dados Georreferenciada, ferramenta básica para o acompanhamento temporal da evolução dos processos erosivos identificados ao longo de todo o período monitorado.

Quadro 2-2 – Status de atendimento aos objetivos específicos

OBJETIVO ESPECÍFICO	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
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;	Atendido	Durante a primeira etapa de execução do Programa, essa atividade foi desenvolvida para a fase rio sendo o mapa resultante atualizado apresentado no 1º Relatório Semestral da Licença de Operação (LO) N° 1097/2012 conforme Ofício IT/AT 1037-2013 Ibama.
Instalação de marcos que permitam uma avaliação sistemática dos processos erosivos de maneira semi-qualitativa;	Não aplicável até o momento	Até o dia 31/03/2016 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). Na fase atual (2º ano de operação), apesar de ter ocorrido uma intensificação dos processos erosivos, na cheia histórica ocorrida entre dez/13 – mar/14, os processos estão restritos à área de depleção, formada após a cheia histórica, não sendo observado durante as três vistorias, realizadas após a cheia histórica, respectivamente em julho/14, julho/15 e novembro/15, qualquer processo evoluindo para além da área de depleção, estando os mesmos, estabilizados.
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	Não aplicável até o momento	Conforme indicado no item anterior, não foram identificadas feições erosivas que justifiquem a elaboração de tais planos até a presente etapa de execução do Programa. Foram identificadas apenas áreas onde se observou o colapso das margens do



<p>decorrer do enchimento do reservatório;</p>		<p>rio Madeira, associados ao fenômeno de “terras caídas”, que ocorre naturalmente na região. Uma vez que essas áreas são inundadas sazonalmente, não há justificativa técnica para que sejam elaborados planos de mitigação ou recuperação das mesmas. Cabe destacar nas três vistorias de campo realizadas na fase pós enchimento em julho/14, julho/15 e novembro/15, não foram identificados processos pré-existentes ou pós-enchimento evoluindo para além dos limites da nova área de depleção, que justificassem a elaboração de planos de mitigação ou recuperação.</p>
<p>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;</p>	<p>Não aplicável até o momento</p>	<p>Até a presente etapa que contempla o 2º ano de operação da UHE na cota 90,0m, não foi identificado qualquer feição erosiva, que justifique a necessidade de instalação dos marcos.</p>
<p>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.</p>	<p>Em atendimento</p>	<p>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 foram ser utilizados pelo PACUERA, pelo Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico e pelo Programa de Conservação da Flora (Subprograma de Revegetação da APP do Reservatório). As interfaces deste Programa são apresentadas no item 7 deste relatório.</p>

3 ATENDIMENTO ÀS METAS

O **Quadro 3-1** apresenta o *status* de atendimento para as metas do programa.

Quadro 3-1 – *Status* de atendimento às metas

METAS	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
Definir as condições específicas de monitoramento que devem ser adotadas para o período pós-enchimento do reservatório devido às suas condições de sazonalidade;	Atendido	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;	Atendido	O mapa de potencial erosivo, apresentado no Anexo 1 do Relatório Consolidado, de outubro de 2011 conforme Ofício 915-2012 AJ-TS Ibama, 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;	Em atendimento	<p>Para a fase rio, o mapa-imagem foi apresentado no Anexo 4 do Relatório Consolidado, de outubro de 2011. Devido ao fato do enchimento do reservatório ter sido postergado, foi elaborado mapa-imagem complementar com fotos aéreas de outubro de 2011 que foram apresentados no Anexo 3 do 1º Relatório Semestral de LO.</p> <p>Para o 1º ano da fase pós-enchimento foi criado: o mapa-imagem para o período imediatamente posterior ao enchimento, apresentado no 5º Relatório Semestral de LO;</p>



		e o mapa imagem que abrange todo o 1º ano da fase pós-enchimento (junho/2014 – junho/2015, que está sendo apresentado no Anexo II, do presente relatório.
Correlacionar, quando possível, as unidades geotécnicas com os sistemas erosivos já instalados ou pré-existentes. O mesmo é válido para os sistemas de encostas com aspectos de instabilidade geotécnica já plenamente deflagrados ou em fase de deflagração (regiões com conhecida movimentação ou rastejo superficial);	Atendido	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).
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). Para a fase de operação, a ESBR adquiriu e apresentou no 5º Relatório Semestral de LO (junho/2015), imagens de alta resolução do reservatório. As imagens com data de aquisição entre junho e julho de 2014, cobriram o período imediatamente posterior ao enchimento até a cota 90. As imagens contemplando o 1º ano de operação após o enchimento até a cota 90,

		com data de aquisição de outubro de 2015, são apresentadas no Anexo II deste relatório.
Orientar a continuidade do monitoramento durante a operação do empreendimento;	Atendido	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.
Elaborar e Implementar o Plano de Monitoramento a Jusante da Barragem	Atendido	Foi elaborado, em atendimento à solicitação do Parecer Técnico (PT) nº 124/2012 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA um Plano de Monitoramento a jusante do barramento para a Fase de operação da UHE Jirau. Foi realizada na campanha de setembro de 2013 a 1ª vistoria de campo, contemplando um trecho total de 10 km a jusante do barramento. A campanha de campo realizada em julho de 2014 contemplou a 2ª vistoria de campo do trecho de 10 km a jusante da barragem. A 3ª vistoria de campo no trecho a jusante do reservatório foi realizada na campanha de julho/agosto de 2015.

4 ATIVIDADES REALIZADAS NO SEMESTRE

A seguir estão descritas as principais atividades desenvolvidas e os resultados obtidos no âmbito do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais para o período de 01 de novembro de 2015 a 31 de março de 2016.

4.1 RESULTADOS DO PERÍODO DE NOVEMBRO DE 2015 A MARÇO DE 2016

Este período concentrou as atividades necessárias para a consolidação final da base de dados georreferenciada, contemplando as informações de campo obtidas até a presente etapa do Programa

de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais do reservatório da UHE Jirau. Para isto, estas informações já disponibilizadas em fichas cadastrais, onde estão contemplados todos os dados referentes aos processos erosivos identificados nas Macrorregiões de Monitoramento levantados até o presente, foram atualizadas e armazenadas na base de dados georreferenciada, o que permitirá o acompanhamento permanente na evolução temporal desses processos.

4.2 CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS GEORREFERENCIADA

A digitalização das fichas de campo, seguida da atualização do arquivo *shapefile* dos processos erosivos vistoriados em campo, que constituem a Base de Dados Georreferenciada, foram convertidas na presente etapa, para arquivos KMZ, que permitem a visualização e acompanhamento em uma plataforma Google Earth (Figura 4-1 e Figura 4-2).

Esta base de dados é atualizada constantemente com os resultados obtidos em cada vistoria de campo, permitirão aos responsáveis pelo presente Programa, a análise temporal do comportamento dos processos erosivos dentro da área de monitoramento. As Fichas Cadastrais atualizadas estão apresentadas no Anexo I. Os arquivos *shapefile* e KMZ atualizados, serão disponibilizados em meio digital.

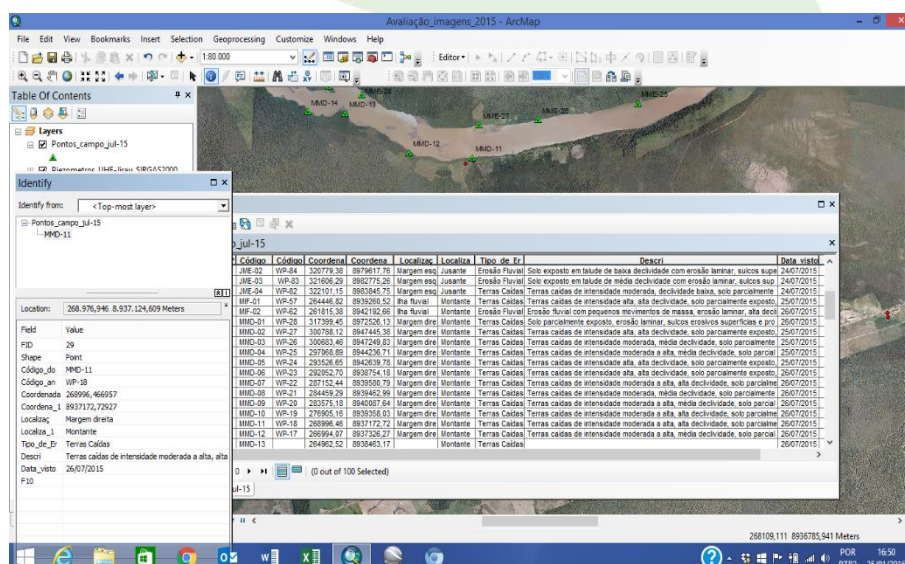


Figura 4-1 – Atualização da base de dados em ambiente GIS

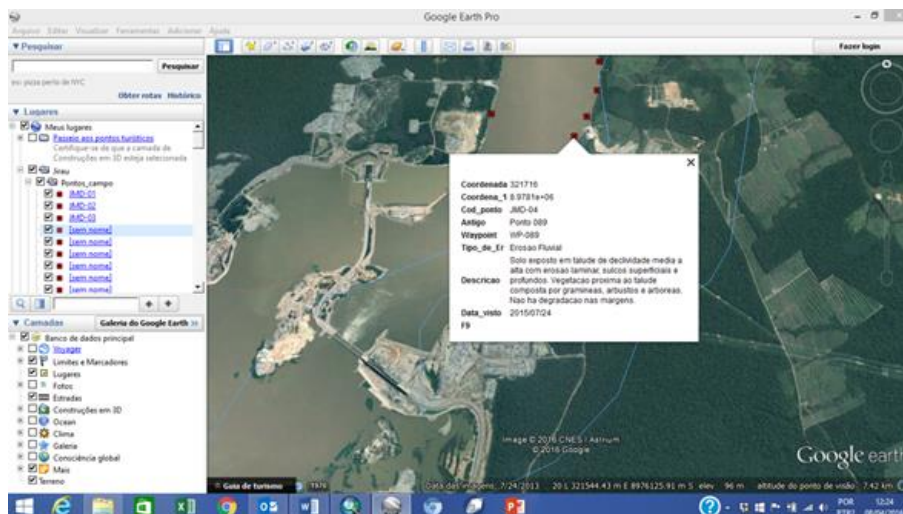


Figura 4-2 – Conversão da base de dados para plataforma Google Earth.

4.3 ELABORAÇÃO DAS CARTAS IMAGENS DO RESERVATÓRIO

Para a elaboração das cartas imagens para o 1º ano de monitoramento após o enchimento até a cota 90, a ESBR adquiriu imagens RADAR em alta resolução, sendo utilizadas ortoimagem de outubro de 2015 com 0,5m de resolução colorida (banda OriXP). As cartas imagens, estão apresentadas no Anexo II.

4.4 VISTORIA COMPLEMENTAR DE CAMPO

Esta vistoria, por via terrestre e fluvial, foi realizada no período de 14 a 20 de novembro de 2015, teve como objetivo caracterizar as áreas de depleção no período anterior ao início da estação chuvosa, permitindo desta forma, uma avaliação mais precisa com relação à suscetibilidade dessas áreas à erosão pluvial.

Esta vistoria teve como objetivo caracterizar a recomposição da vegetação nestas áreas, que ficam completamente desnudas de vegetação, no final da vazante/início da estiagem. A vistoria foi realizada no período imediatamente anterior ao início da estação chuvosa, período no qual a presença de solo exposto devido à total ou parcial, ausência de cobertura vegetal, associada com altos índices de precipitação, tornam estas áreas potencialmente críticas à ocorrência de processos erosivos desencadeados pela ação das águas meteóricas. De modo geral foi observado nestas áreas, durante a

vistoria, a ocorrência de uma rápida recomposição vegetal, sendo identificado em praticamente toda a extensão vistoriada, a recomposição da vegetação rasteira e arbustiva (**Foto 4-1** – **Foto 4-2**), o que confere à estas áreas uma baixa vulnerabilidade à erosão pluvial.



Foto 4-1 – Recomposição da vegetação rasteira em área de depleção do reservatório.



Foto 4-2 – Recomposição da vegetação rasteira e arbustiva acima do talude do rio Madeira.

4.5 CONSOLIDAÇÃO DOS DADOS HIDROLÓGICOS

Foram atualizados os dados de nível da água do rio Madeira, medidos nas estações fluviométricas de Bananal e Abunã, no período de setembro de 2011 a março de 2016. Esses dados foram plotados em gráfico e podem ser observados na **Figura 4-3** a seguir.

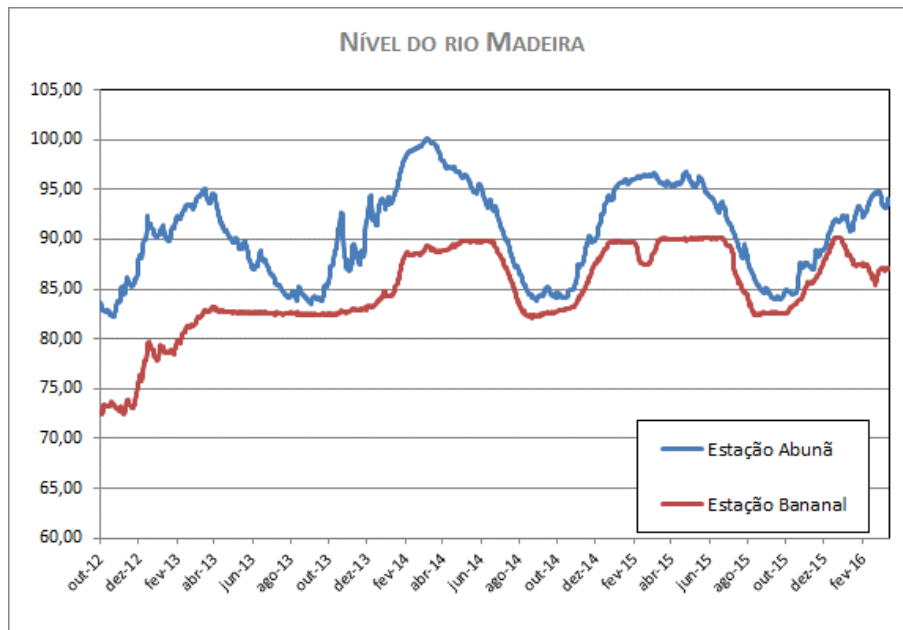


Figura 4-3 – Gráfico comparativo entre a cota do nível d'água do rio Madeira no período de setembro/2011 – março/2016, nas estações de Bananal e Abunã.

A análise do gráfico permite observar que para o 2º ano de operação após o enchimento até a cota 90m, um comportamento semelhante ao observado durante o enchimento até a cota 82,5m, quando os valores medidos na estação de Abunã, ficaram em torno da cota 95m, abaixo dos valores máximos registrados no período de cheia 2014/2015, em torno da cota 96,7m, e bem abaixo dos valores máximos registrados na cheia histórica de 2013/2014 que ficaram em torno da cota 100m.

5 RESULTADOS CONSOLIDADOS DO PERÍODO DA LO Nº 1097/2012

Os resultados obtidos ao longo das etapas executadas no âmbito do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais da UHE Jirau possibilitaram uma análise a respeito do comportamento evolutivo dos processos erosivos identificados e diagnosticados através de técnicas e ferramentas de geoprocessamento e vistorias de campo. Os resultados do 1º relatório semestral possibilitaram, predominantemente, uma análise quantitativa a partir das dimensões e da distribuição espacial dos processos erosivos identificados por fotointerpretação, onde pode-se constatar que 61% das áreas de Solo Exposto são áreas de empréstimo e 28% áreas de garimpo. As áreas de “Terras Caídas” nas margens do rio Madeira representam 11% dos processos erosivos. A campanha de campo realizada para este período também permitiu diagnosticar *in loco* as condições de degradação dos processos erosivos.

Os resultados do 2º Relatório Semestral de LO permitiram uma análise qualitativa a partir da avaliação temporal dos processos erosivos e as feições erosivas dos mesmos. O enchimento do reservatório gerou uma menor diferença de gradiente entre as estações de Bananal e Abunã e, conseqüentemente, menores velocidades do fluxo fluvial. Com isto, processos erosivos como “terras caídas” e erosão fluvial apresentaram uma menor ocorrência por estarem parcial ou completamente submersos. Em relação às áreas de solo exposto (garimpo e áreas de empréstimo), constatou-se que feições erosivas não evoluíram nem intensidade, nem espacialmente. Dessa forma, até o momento não foi necessária a instalação de marcos que permitam acompanhar um processo erosivo.

A partir do levantamento dos dados fluviométricos do rio Madeira no trecho que compreende a área de monitoramento referente ao programa em questão, os resultados do 3º relatório semestral da LO apontaram um aumento significativo do nível do rio Madeira, reflexo do grande volume de precipitações ocorridas na Bolívia e Peru, nos rios Beni e Madre de Dios respectivamente. A análise dos dados fluviométricos (nível do rio) indicou como principal efeito das precipitações, um aumento da área de depleção durante o próximo período de vazante/estiagem, ilustrado na seção esquemática da Figura 5-1.

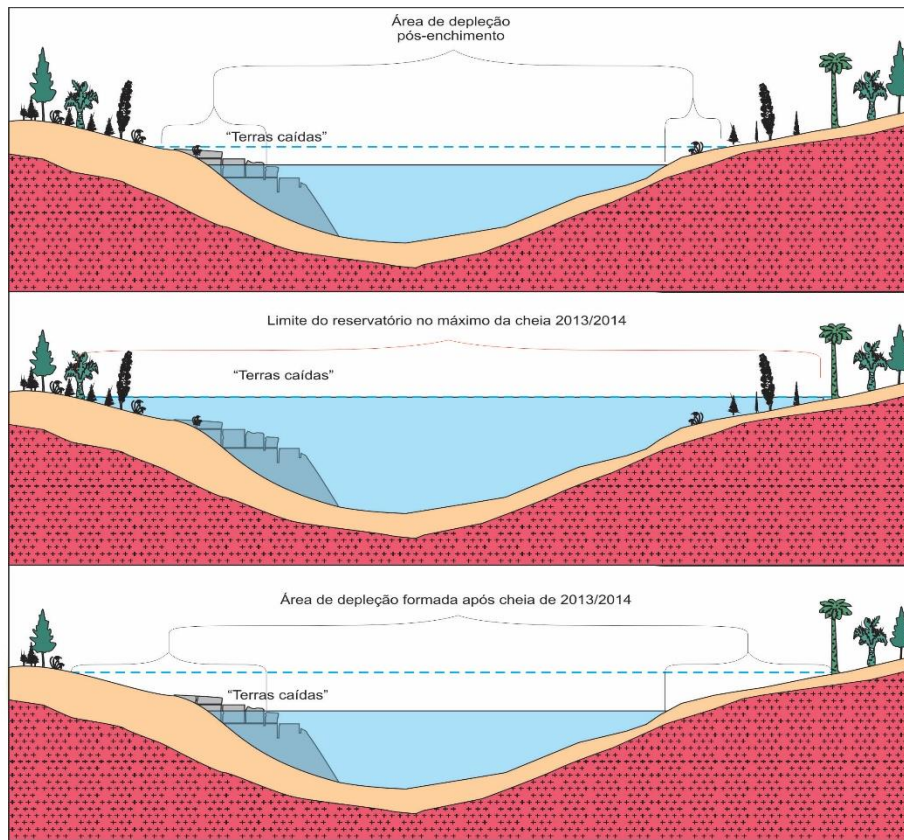


Figura 5-1 – Figura esquemática demonstrando a formação de área de depleção formada pelas cheias dos últimos meses.

Conforme apontado no 3º relatório semestral da LO, parte significativa dos processos erosivos identificados na campanha de outubro de 2013, estava total ou parcialmente submersos. Tal fato significa que os processos erosivos identificados na campanha de julho de 2014 não são processos pré-existentes e, sim, novos processos que se desenvolveram em virtude de fatores já citados (grande cheia, aumento da área de depleção e período de vazante/estiagem subsequente).

Os resultados do 4º Relatório Semestral indicaram um aumento significativo de processos erosivos dos tipos, “terras caídas” e erosão fluvial. Isto ocorreu em decorrência do aumento da área de depleção e ao rápido recuo do nível do reservatório no período de vazante/estiagem, como pode ser observado na acentuada curva de rebaixamento, para o período de junho - outubro de 2014 da Figura 5-2.

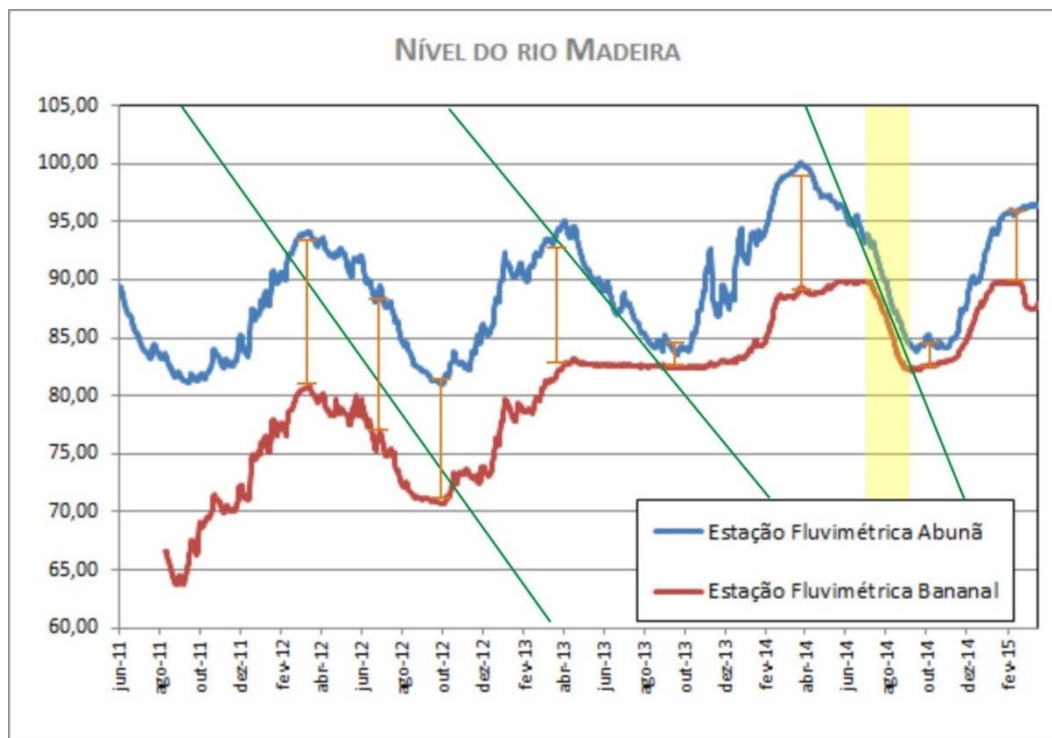


Figura 5-2 – Gráfico comparativo entre a diferença de cota do nível d’água do rio Madeira no período de setembro/2011 – março/2015, nas estações de Bananal e Abunã. No gráfico é possível observar a maior declividade da curva de rebaixamento do rio no período de julho e setembro de 2014, durante o período de vazante posterior à cheia histórica de 2013/2014.

Os resultados do 5º Relatório Semestral apontaram uma significativa redução da área de depleção, indicando como prognóstico para o 2º ano de operação, uma atenuação dos processos erosivos ocorrentes à montante e a jusante da barragem.

Os resultados do 6º Relatório Semestral de LO, corroboraram os resultados indicados no 5º Relatório, confirmando a ocorrência de uma área de depleção menor no período maio/15 – outubro/15, em relação ao mesmo período sazonal do ano anterior, como pode ser observado na seção esquemática da **Figura 5-3**.

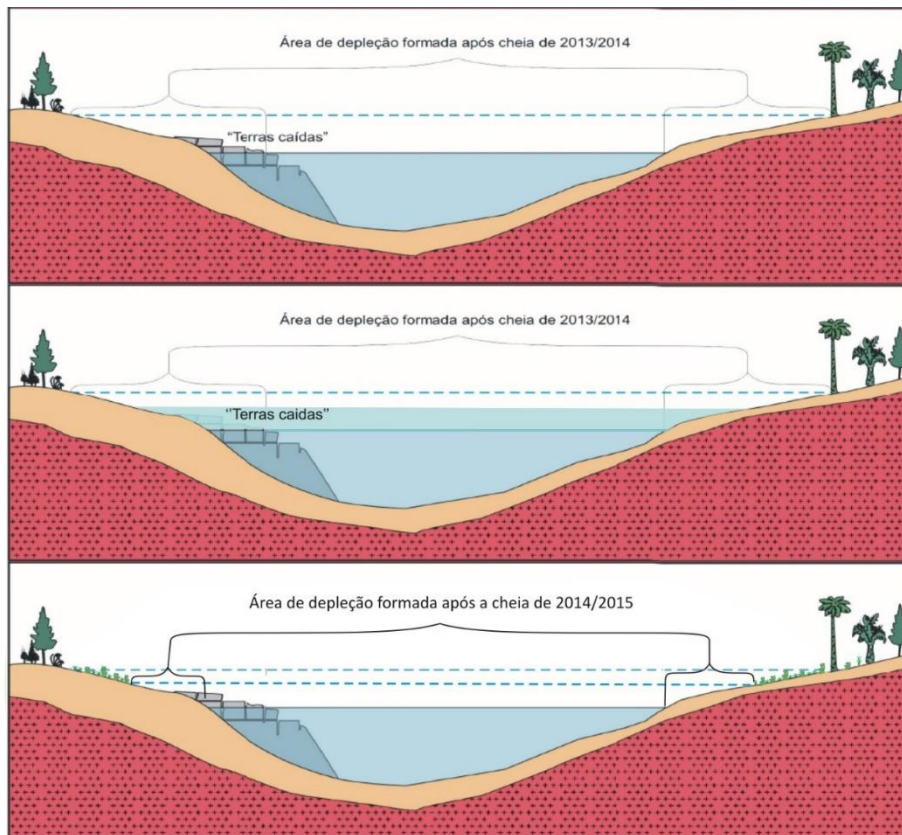


Figura 5-3 – Figura esquemática mostrando a redução de área de depleção formada após a cheia de 2014/2015, comparada com a área formada após a cheia de 2013/2014.

Para o trecho a montante, foi observado durante a vistoria realizada em julho de 2015, uma atenuação dos processos erosivos, tanto nos processos do tipo de “terras caídas”, como de erosão fluvial. Esta atenuação foi identificada mesmo nas áreas onde existiam processos erosivos provocados e/ou acelerados por ação antrópica (garimpo), como observado no ponto MMD-18, como pode ser observado nas fotos tiradas durante as vistorias de campo realizadas em julho/14 e Julho de 2015 (**Foto 5-1 e Foto 5-2**).



Foto 5-1 – Recomposição da vegetação rasteira e arbustiva acima do talude do rio Madeira.



Foto 5-2 – Recomposição da vegetação rasteira e arbustiva acima do talude do rio Madeira no ponto MMD-08, antiga área de garimpo com balsa.

Outra área com expressiva recuperação foi a do ponto MME-20, um garimpo situado na margem esquerda do rio Madeira. Esta área de garimpo abandonada, que teve suas cavas preenchida por sedimentos durante a cheia histórica de 2013/2014, encontra-se em estágio de regeneração da vegetação ciliar, com recomposição da vegetação rasteira e arbustiva (**Foto 5-3, Foto 5-4, Foto 5-5 e Foto 5-6**).



Foto 5-3 – Cava de garimpo abandonado no Ponto MME-20, na margem esquerda em julho de 2012.



Foto 5-4 – A mesma cava de garimpo abandonado preenchida por sedimentos, após a cheia histórica de 2013/2014, em julho de 2014.



Foto 5-5 – Início da recomposição vegetal na antiga cava do ponto MME-20, em julho de 2015.



Foto 5-6 – Recomposição vegetal na antiga cava do ponto MME-20, em julho de 2015, já mostrando um avançado estágio de regeneração da vegetação rasteira e arbustiva.

A **Figura 5-4** ilustra este processo de recuperação natural da área, a partir do preenchimento das cavas com os sedimentos do rio Madeira ocorrido na cheia histórica de 2013/2014.

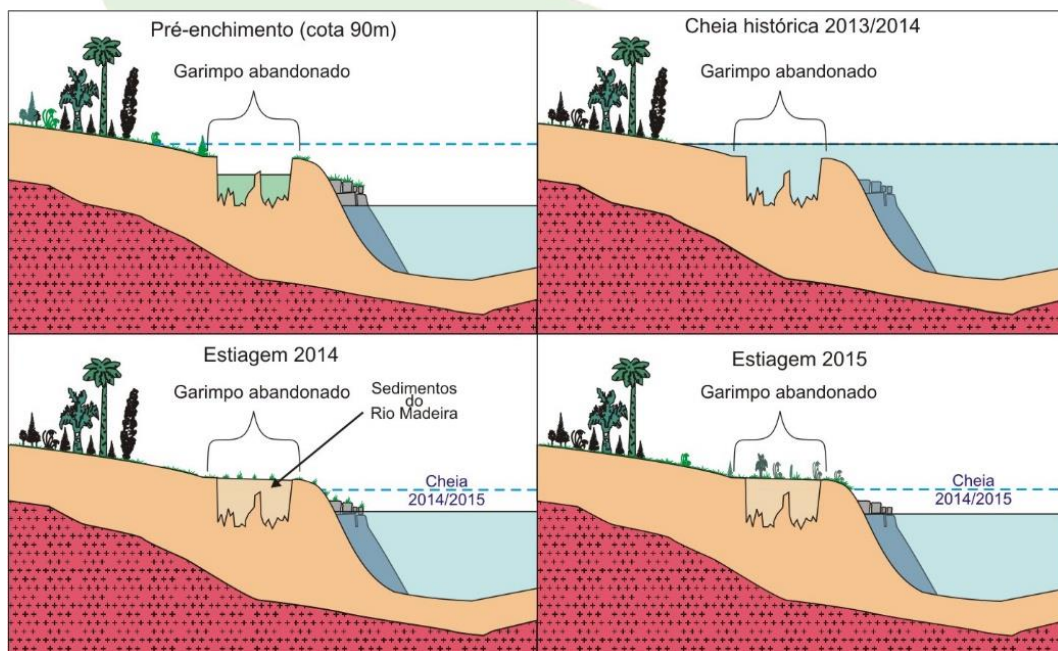


Figura 5-4 – Figura esquemática mostrando o processo de recuperação natural, na antiga área de garimpo do ponto MME-20, situado na margem esquerda do rio Madeira.

Para o trecho a jusante, foi observado durante a vistoria realizada em julho de 2015, uma atenuação dos processos erosivos do tipo “terras caídas” em todo o trecho vistoriado, sendo observado em quase todos os pontos uma rápida regeneração da vegetação arbustiva e rasteira acima do talude marginal do rio Madeira como pode ser observado na **Foto 5-7**.

Todos os pontos com processos do tipo erosão fluvial, vistoriados na campanha de julho de 2015, encontra-se com processos estabilizados, incluindo o ponto JMD-03 (antigo ponto 88), que na vistoria anterior (julho/2014) realizada no período imediatamente posterior à cheia histórica de 2013/2014, havia sido observado uma ligeira intensificação nos processos de erosão fluvial. Durante a vistoria de campo realizada em julho/2015, não foi identificado a ocorrência qualquer novo processo após a cheia de 2014/2015, ou mesmo de nenhum avanço ou aumento de intensidade nos processos erosivos observados na vistoria anterior (**Foto 5-8**).

Cabe destacar que esta área, situada dentro do canteiro de obras da UHE Jirau, está em fase de demobilização, conforme previsto no plano de desmobilização do canteiro. Eventuais medidas mitigadoras que se façam necessárias, serão adotadas no âmbito do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).



Foto 5-7 – Foto mostrando a recomposição da vegetação rasteira e arbustiva acima do talude marginal do rio, no ponto JMD-12.



Foto 5-8 – Foto mostrando a erosão fluvial, no ponto JMD-03.

A análise integrada dos dados de campo com os dados de nível do rio Madeira descritos neste 7º Relatório Semestral de LO confirmaram os prognósticos previstos para o período vazante/estiagem do 2º ano de operação após enchimento até a cota 90 m.

A análise do gráfico comparativo com os dados de nível do rio Madeira, indicam a ocorrência de uma área de depleção menor para o período maio/16 – outubro/16, em relação aos dois últimos períodos sazonais. Os dados de leitura da estação de Abunã, onde os valores de cota máxima medidos no atual período de cheia, estão no mesmo patamar das leituras realizadas durante o período de enchimento até a cota 82,5m.

Os dados observados em campo na vistoria complementar realizada em novembro de 2015, corroboraram os resultados obtidos para os dois primeiros anos de operação. Os resultados indicaram uma estabilização predominante dos processos erosivos identificados ao longo da área de depleção. Isso ocorreu principalmente pela rápida regeneração da vegetação rasteira e arbustiva observada na área de depleção e taludes marginais (**Foto 5-9 – Foto 5-14**), que confere à estas áreas uma proteção eficiente contra a erosão pluvial, durante o período chuvoso, como pode ser visualizado na **Figura 5-5**, ficando os processos erosionais produto da erosão fluvial restritos à calha do rio Madeira.



Foto 5-9 – Foto mostrando a área de depleção do reservatório com solo exposto, no período de estiagem.



Foto 5-10 – Foto mostrando a mesma área de depleção com vegetação rasteira já recomposta, no início da estação chuvosa.



Foto 5-11 – Cava de garimpo abandonado na margem esquerda preenchida por sedimentos.



Foto 5-12 – Recomposição vegetal em cava de garimpo abandonado na margem esquerda.



Foto 5-13 – Foto mostrando a margem do rio Madeira com solo exposto, no período de estiagem.



Foto 5-14 – Foto mostrando a margem do rio Madeira com vegetação rasteira já recomposta, no início da estação chuvosa.

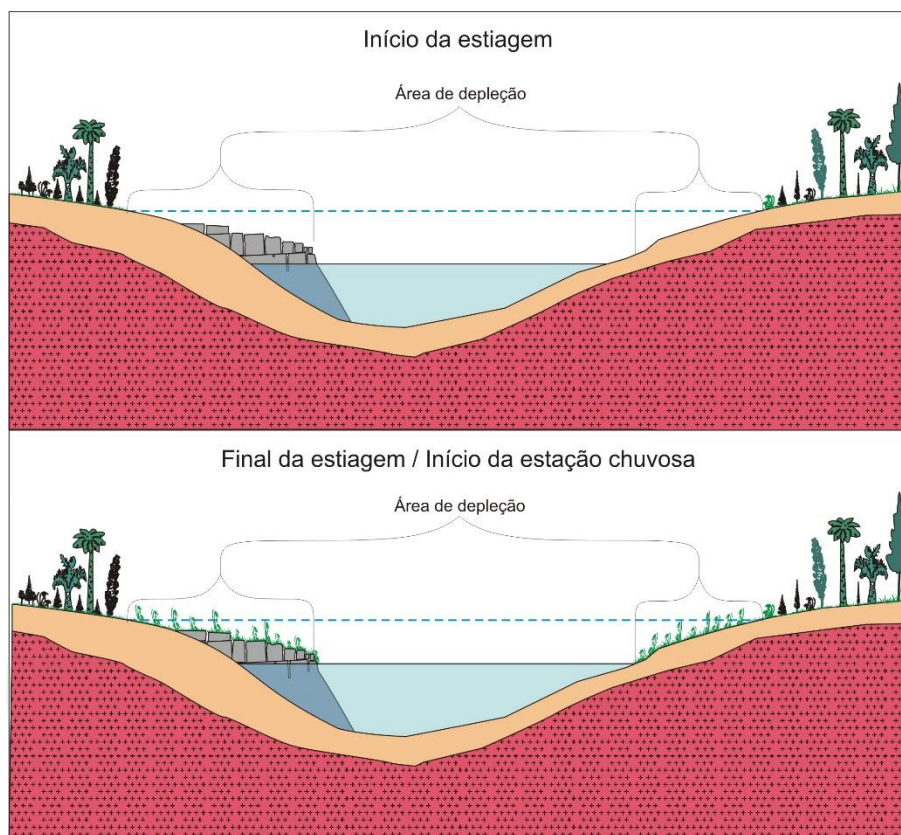


Figura 5-5 – Figura esquemática mostrando a recomposição da vegetação rasteira nos taludes marginais e área de depleção do reservatório, entre o início do período de estiagem e o início da estação chuvosa.

6 INDICADORES

O **Quadro 6-1** apresenta o *status* de atendimento aos indicadores de desempenho do programa.

Quadro 6-1 – *Status* de atendimento aos indicadores de desempenho

INDICADORES	STATUS	ANÁLISE DO ATENDIMENTO
Mapas-imagem da fase rio, de logo após o enchimento e de dois anos após a operação.	Em atendimento	Para a fase rio, o mapa-imagem foi apresentado no Anexo 4 do Relatório Consolidado, de outubro de 2011. Devido ao fato do enchimento do reservatório ter sido postergado, foi elaborado mapa-imagem complementar com fotos aéreas

		<p>de outubro de 2011 que foram apresentados no Anexo 3 do 1º Relatório Semestral de LO.</p> <p>Para o período imediatamente após o enchimento, ocorrido entre outubro/2012 e maio/2014, foi criado o mapa-imagem com imagens de satélite de alta resolução, datadas de julho/2014, apresentado no 5º Relatório Semestral de LO.</p> <p>No presente relatório está sendo apresentado o mapa-imagem para 1º ano da fase pós-enchimento (junho/14-junho/15), o mapa-imagem foi elaborado com imagens de Radar de alta resolução, datadas de outubro/2015, e está sendo apresentado no Anexo II.</p>
<p>Cadastramento das áreas favoráveis a instalação de processos de instabilização.</p>	<p>Atendido</p>	<p>Essas áreas foram indicadas mapa de potencial erosivo, apresentado no Anexo 1 do Relatório Consolidado, de outubro de 2011, ainda na fase rio.</p>
<p>Cadastramento de processos existentes na futura borda do reservatório.</p>	<p>Atendido</p>	<p>Todos os processos erosivos identificados nas fases rio, enchimento e operação do reservatório, estão cadastrados nas Fichas Cadastrais. Essas fichas são constantemente atualizadas, sendo incorporadas à Base de Dados Georreferenciada.</p>

Elaboração e implementação de Plano de Monitoramento a Jusante.	Atendido	O Plano de Monitoramento à jusante foi elaborado e apresentado no 1º Relatório Semestral de LO, sendo implementado por meio de vistorias anuais, realizadas a partir da campanha de setembro de 2013.
---	----------	---

7 INTERFACES

O **Quadro 7-1** apresenta, de forma sucinta, as interfaces elencadas no PBA da UHE Jirau e o *status* quanto ao seu atendimento.

Quadro 7-1– *Status* de atendimento às propostas de interface com outros programas

PROGRAMAS DE INTERFACE	PROPOSTA	STATUS DE ATENDIMENTO
Programa de Recuperação de Áreas Degradadas	Compartilhar dados e fornecer informações que subsidiem e orientem a implementação de projetos de recuperação e mitigação de processos erosionais.	Já foram disponibilizados até o momento os seguintes produtos: O Mapa de potencial erosivo das Macrorregiões de Monitoramento; Fichas Cadastrais e Base de Dados Georreferenciada, contemplando as informações dos pontos de ocorrência, e situação dos processos erosivos identificados nas áreas monitoradas.
Programa de Monitoramento Climatológico	Intercâmbio de informações que permitem uma análise integrada com os demais dados levantados pelo programa de encostas e taludes.	Os dados de precipitação levantados pelo Programa de Monitoramento Climatológico, são amplamente utilizados na execução do presente Programa, permitem uma perfeita análise em relação à suscetibilidade de ocorrência de processos erosivos, uma vez que este fator, precipitação, é um dos principais agentes indutores de processos erosivos.



<p>Programa de Monitoramento de Lençol Freático</p>	<p>Intercâmbio de informações que permita uma análise integrada com os demais dados levantados pelo programa de encostas e taludes.</p>	<p>Os dados de variação do nível freático são essenciais na avaliação de eventuais ocorrências de processos erosivos fora da área de depleção. Uma vez que eventuais elevações do nível freático podem provocar a desestabilização do solo e induzir ou acelerar processos erosivos existentes.</p>
<p>Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico</p>	<p>Compartilhar dados e fornecer informações que subsidiem e orientem a adoção de medidas mitigadoras que atenuem eventuais processos erosionais, potenciais de sedimentos para a calha do rio, que venham ocorrer.</p>	<p>Já foram disponibilizados até o momento os seguintes produtos: Monitoramento; Fichas Cadastrais e Base de Dados Georreferenciada, contemplando as informações dos pontos de ocorrência, e situação dos processos erosivos identificados nas áreas monitoradas. Cabe ressaltar que aumento de intensidade de processos erosivos nas áreas de depleção e taludes marginais, acarretará um aumento do fluxo de sedimentos carregados para dentro do reservatório, sendo portanto, de grande importância, a atualização constante desses dados.</p>
<p>Programa de Conservação da Flora (Subprograma de Revegetação da APP do Reservatório)</p>	<p>Compartilhar dados e fornecer informações que subsidiem e orientem a implementação de programas de revegetação, uma vez que a ocorrência de processos erosivos fora de controle, podem comprometer</p>	<p>Os produtos já disponibilizados pelo programa de encostas e taludes: Fichas Cadastrais e Base de Dados Georreferenciada, contemplando as informações dos pontos de ocorrência, e situação dos processos erosivos identificados nas áreas monitoradas, constituem um banco de dados já</p>



	a implementação destes programas.	disponível para orientar a implementação dos programas de revegetação.
Programa de Comunicação Social	Compartilhar dados e fornecer informações que subsidiem e orientem a implementação de Programa de Comunicação Social.	Foi elaborado e será disponibilizado em meio digital, uma Base de Dados Georreferenciada, em ambiente Google Earth, que permite um acesso fácil e rápido, aos dados levantados pelo programa de taludes e encostas.
Programa de Educação Ambiental	Compartilhar dados e fornecer informações que subsidiem e orientem a implementação Programa de Educação Ambiental.	Foi elaborado e será disponibilizado em meio digital, uma Base de Dados Georreferenciada, em ambiente Google Earth, que permite um acesso fácil e rápido, aos dados levantados pelo programa de taludes e encostas.

8 ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA

O cronograma do Programa de Monitoramento dos Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais, juntamente com o *status* de atendimento do mesmo encontra-se apresentado no **Quadro 8-1**.

Quadro 8-1 – Cronograma de atividades do Programa de Monitoramento dos Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais.

Item	Atividade	P/R	2012				2013				2014				2015				2016			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PONTOS PROPENSOS À INSTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES MARGINAIS																						
1	Emissão da Licença de Operação (LO nº 1097/2012) - 19/10/2012	P																				
		R																				
2	Enchimento do Reservatório	P																				
		R																				
3	Análise de imagens de satélite	P																				
		R																				
4	Campanhas de campo	P																				
		R																				
5	Relatório Semestral de LO	P																				
		R																				



Nota: Os itens detalhamento geotécnico, ensaios geotécnicos, e instalação de marcos não há previsão de serem implementados, uma vez que até o momento não foi identificado a ocorrência de qualquer processo erosivo que justificasse a adoção de tais medidas.

9 CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA A FASE PÓS-RENOVAÇÃO DA LO

A análise dos dados levantados em campo na etapa atual do empreendimento que contempla o período entre a emissão da LO (outubro/2012), e se estende até o 2º ano de operação pós-enchimento até a cota 90,0m (março/2016), indicou uma diminuição significativa, qualitativa e quantitativa, dos pontos com processos erosivos em relação ao primeiro ano de operação. Isto ocorreu principalmente em função da área de depleção do reservatório formada no segundo ano de operação foi significativamente inferior à área observada no primeiro ano de operação afetada pela cheia histórica ocorrida entre os meses de janeiro e abril de 2014.

A análise dos dados de nível do rio Madeira, inicialmente indicavam uma atenuação dos processos erosivos ocorrentes no trecho a montante da barragem em função da menor diferença de gradiente observada entre as estações de Bananal e Abunã. Esta tendência já observada no 1º ano de operação, se manteve durante todo o 2º ano desta fase, determinando para o trecho a montante, uma atenuação na evolução dos processos erosivos existentes, devido ao menor gradiente ocorrente neste trecho em todo o ciclo hidrológico, e conseqüentemente, menor velocidade das águas fluviais (**Figura 9-1**).

Para o trecho a jusante, a tendência observada após o 1º ano de operação, que indicava uma intensificação dos processos de erosão fluvial próximos à barragem, não se confirmaram após o 2º ano de operação, onde foi observado a estabilização dos processos erosivos localizados até 3km da barragem, dentro do canteiro de obras, e a atenuação de todos os processos (erosão fluvial e "terras caídas"), situados no trecho de 3 a 10km a jusante da barragem.

Para todo o trecho monitorado foi observado também, após a vistoria complementar, a rápida recomposição da vegetação rasteira e arbustiva ao longo da área de depleção e taludes marginais, fator este, atenuante na indução de processos erosivos, uma vez que a presença desta cobertura vegetal, serve como proteção do solo, inicialmente desnudo no início do período de estiagem, como pode ser observado na **Figura 9-2**.

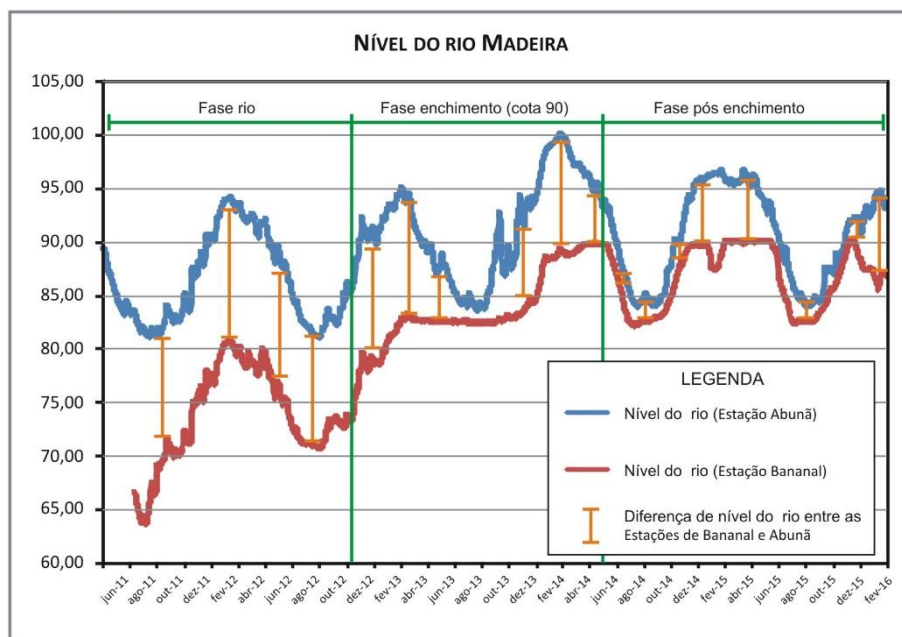


Figura 9-1 – Gráfico comparativo entre a diferença de cota do nível d’água do rio Madeira no período de outubro/2012 – março/2016, nas estações de Bananal e Abunã. No gráfico é possível observar o menor gradiente entre o nível do rio Madeira medido nas duas estações após o enchimento até a cota 90,0m em relação, em relação aos períodos anteriores.

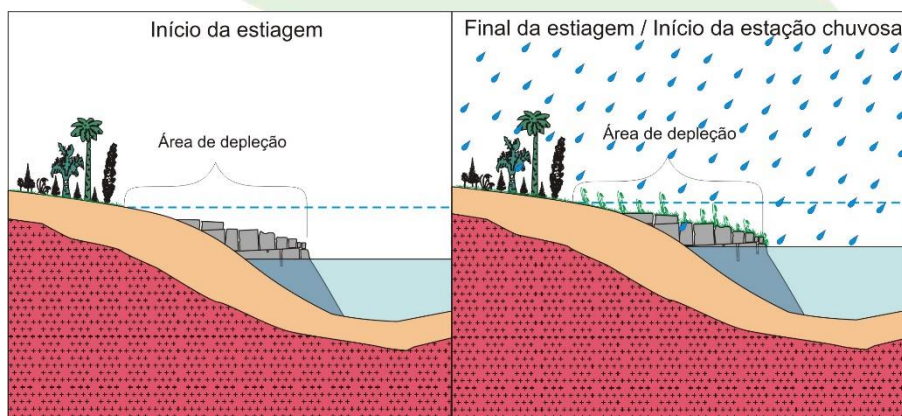


Figura 9-2 – Figura esquemática mostrando a recomposição da vegetação rasteira nos taludes marginais e área de depleção do reservatório entre o início do período de estiagem e o início da estação chuvosa, como fator atenuante de processos erosivos.



Para a fase de pós renovação da Licença de Operação se propõe a realização de duas vistorias no terceiro ano de monitoramento da fase pós-enchimento, uma no início do período de estiagem e a segunda no final da estiagem/início da estação chuvosa.

Para o terceiro ano após o enchimento do reservatório, serão apresentadas cartas imagens de alta resolução, englobando as macrorregiões de monitoramento 1 e 2.

Após a realização do terceiro ano de monitoramento da fase pós-enchimento e se encontrando os processos erosivos estabilizados o programa será concluído conforme indicado no PT nº 142/2011 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA.



9.1 PROPOSTA DE CRONOGRAMA PARA A FASE PÓS-RENOVAÇÃO DA LO

A proposta de cronograma do Programa de Monitoramento dos Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais para a fase de pós-renovação da LO encontra-se apresentado no **Quadro 9-1**.

Quadro 9-1– Proposta de cronograma de atividades do Programa de Monitoramento dos Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais.

Item	Atividade	P/R	2016				2017				2018				2019				2020			
			T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE PONTOS PROPENSOS À INSTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES MARGINAIS																						
1	Renovação da Licença de Operação (LO nº 1097/2012) - 19/10/2012	P	■	■																		
		R																				
2	Análise de imagens de satélite	P		■	■																	
		R		■	■																	
3	Campanhas de campo	P		■		■																
		R																				
4	Relatório Semestral de LO	P		■	■	■	■															
		R																				
5	Relatório Final de Encerramento do Programa	P							■													
		R																				



■ Previsto

■ Realizado

10 EQUIPE TÉCNICA

O **Quadro 10-1** apresenta a equipe técnica responsável pela execução do programa.

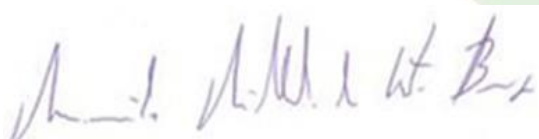
Quadro 10-1– Equipe técnica responsável pela execução do programa

NOME	CARGO	CTF/ÓRGÃO DE CLASSE	ASSINATURA
Marcelo Villela da Costa Braga	Coordenador do Projeto	2001103805 CREA/RJ	
Davi Schulmann Miguens	Geoprocessamento	IBAMA 5325868	

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUERRA, A. J. T. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

Rio de Janeiro, 01 de maio de 2016



Marcelo Villela da Costa Braga

ESTRATÉGIA GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE



ANEXO I – Fichas Cadastrais







ANEXO II – Carta Imagem



