

USINA HIDRELÉTRICA JIRAU

Relatório Final de Implantação do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico Anexo

EMPRESA: CNEC WorleyParsons Engenharia S.A.

RESPONSÁVEL DA CONTRATADA: RONI CLEBER BONI

RESPONSÁVEL DA ESBR: JAIRO GUERRERO

Março de 2012

Sumário

1	Introdução	2
2	Atendimento aos Objetivos do Programa	2
3	Atendimento as Metas do Programa	3
4	Resultados	6
5	Indicadores	34
6	Interfaces	35
7	Atendimento ao Cronograma do Programa	35
8	Atividades Futuras	37
9	Conclusões	38

1 Introdução

Inicialmente, o Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) dos Aproveitamentos Hidrelétricos (AHE) Santo Antônio e Jirau. Posteriormente, o Programa foi apresentado como parte do Projeto Básico Ambiental (PBA) do AHE Jirau (item 4.6).

Em 03/06/2009, com a emissão da LI nº 621/2009 pelo IBAMA e, em seguida, do Ofício nº 577/2009 – DILIC/IBAMA foram apresentadas condicionantes ambientais e exigências complementares à referida LI para diversos Programas Socioambientais do AHE Jirau, incluindo o presente Programa.

2 Atendimento aos Objetivos do Programa

De modo a permitir o acompanhamento do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico conforme os objetivos estabelecidos no PBA é apresentado um resumo das principais ações realizadas.

Dos objetivos gerais estabelecidos no PBA, classificam-se como **atendidos** no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico:

- Aprofundar o conhecimento sobre o comportamento sedimentológico do rio Madeira nas condições atuais, anteriores a construção dos aproveitamentos de Santo Antônio e Jirau, ampliando a base de dados disponível;
- Subsidiar estimativas de erosão e/ou deposição a jusante do aproveitamento;
- Monitorar as variações morfológicas da calha fluvial e margens do rio Madeira em um trecho representativo a jusante do AHE Jirau, em conjunto com o monitoramento do AHE Santo Antônio;
- Avaliar a operação hidráulica e energética do reservatório.

Os demais objetivos gerais listados a seguir podem ser assim classificados como **em atendimento**, haja visto que os mesmos só poderão ser totalmente avaliados após um prazo de operação do empreendimento.

- Monitorar a evolução do comportamento hidrossedimentológico do reservatório do AHE Jirau e do rio Madeira ao longo de todo estirão afetado pela implantação do empreendimento, durante a etapa de construção e por um período de 5 anos após a entrada em operação;
- Avaliar os prognósticos de assoreamento e de vida útil dos reservatórios, bem como os efeitos a montante e a jusante dos mesmos após um período de 5 anos da entrada de operação das usinas;

3 Atendimento as Metas do Programa

De modo a permitir o acompanhamento do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, conforme as metas estabelecidas no PBA é apresentado a seguir um resumo das principais ações realizadas no cumprimento das atividades envolvidas, com indicação do status quanto ao atendimento das mesmas.

- Monitorar e avaliar a evolução temporal da descarga sólida do rio Madeira afluente ao reservatório, de forma a identificar tendências evolutivas da produção de sedimentos na bacia.

Status: Atendida

No escopo do Programa foram realizadas campanhas de medições sedimentométricas e de coletas de sedimentos em suspensão e de fundo na área do futuro reservatório do AHE Jirau. As medições foram desenvolvidas de forma sistemática e intensiva com coletas semanais junto as estações pertencentes à rede básica definida no Programa. Em particular nas estações de Abunã e Jusante rio Beni, também foram realizadas medições diárias em ciclos específicos de enchente e de vazante. Os subsídios decorrentes destas campanhas permitiram um conhecimento mais detalhado do comportamento sedimentométrico do rio Madeira e de sua sazonalidade identificada nas fases de enchente, de cheia, de vazante e de estiagem.

- Monitorar e avaliar a evolução espacial e temporal do fluxo de sedimento do rio Madeira a jusante do reservatório de forma a identificar tendências evolutivas da erosão e deposição de sedimentos no trecho.

Status: Atendida

A avaliação espacial e temporal do fluxo de sedimentos a jusante do reservatório foi desenvolvida a partir do monitoramento da estação Porto R4, através de medições de descarga líquida e sólida com coleta de sedimentos de fundo e em suspensão para efeito de composição de análise granulométrica. Esta seção constitui também um ponto de controle para efeito de avaliação dos processos de assoreamento e erosão neste trecho do rio Madeira. Os processos relacionados às alterações morfológicas do rio Madeira a jusante do reservatório foram também analisados no modelo reduzido construído pelo Instituto SOGREAH. Está previsto para abril/2012 a entrega do R8 – Relatório de Modelagem de Processos Sedimentológicos a Jusante da Barragem do AHE Jirau, onde apresentará os resultados prognósticos simulados no modelo numérico SISBAHIA elaborado pela COPPE/UFRJ.

- Monitorar e avaliar os prognósticos do comportamento hidrossedimentológico e de alterações morfológicas do rio Madeira, estabelecidos com base nas modelagens matemáticas do escoamento e do transporte de sedimentos, no trecho do futuro reservatório e nos trechos por ele influenciados.

Status: Em atendimento

As alterações morfológicas da área abrangida pelo reservatório do AHE Jirau e trecho a jusante do empreendimento estão sendo analisadas através do modelo matemático SisBaHiA.

O R5 - Relatório de Modelagem de Processos Sedimentológicos no Reservatório do AHE Jirau, elaborado pela COPPE/UFRJ, retrata a evolução morfológica do fundo do reservatório do AHE Jirau para as 05 (cinco) fases de modelagem e períodos de previsão, totalizados em 20 (vinte) anos. Na área do reservatório, a modelagem fornece informações relativas à distribuição do sedimento ao longo do estirão do reservatório, com ênfase nos locais de baixas velocidades, onde haverá tendência de formações de bancos de areia e próximo ao local do eixo do aproveitamento, junto às estruturas vertentes, onde torna-se importante o conhecimento dos possíveis locais de deposição de sedimentos. Mesma sistemática aplica-se para as condições do trecho do rio Madeira a jusante do AHE Jirau, no que se refere às tendências de erosão imediatamente a jusante do empreendimento e processo de assoreamento nas extensões do rio adentrando o remanso do reservatório do AHE Santo Antônio.

- Monitorar e avaliar os prognósticos de assoreamento e vida útil do reservatório por meio de modelagem matemática.

Status: Atendida

Os prognósticos relativos ao assoreamento e a vida útil do reservatório do AHE Jirau foram desenvolvidos através da utilização do modelo SisBaHiA, que simula as alterações que ocorrerão no comportamento sedimentométrico na linha do estirão do reservatório e a distribuição deste assoreamento.

No caso do AHE Jirau não há sentido em discutir a vida útil do reservatório haja visto que o barramento apenas criará um efeito de remanso variável conforme a vazão do rio Madeira em sincronia com o ciclo hidrológico. A dinâmica do sistema permanecerá sendo tipicamente fluvial. Ressalta-se que a maior parte do assoreamento observado nas simulações com o modelo SisBaHiA tende a ocorrer próximo das margens e em embaiamentos laterais, tendendo a fortalecer o padrão fluvial do reservatório, conforme indica na tendência observada de aumento das correntes na calha central do remanso, indicativo de padrão fluvial.

- Monitorar e avaliar a evolução geomorfológica do curso do rio Madeira a jusante do AHE Jirau já no reservatório de Santo Antônio (migração lateral do curso, dinâmica de ilhas, etc.).

Status: Em atendimento

A evolução geomorfológica do curso do rio Madeira e dinâmica das ilhas são objeto de avaliação tanto pela modelagem matemática quanto do levantamento de seções topobatimétricas de controle estrategicamente posicionadas no trecho do rio Madeira a jusante do eixo do AHE Jirau.

O estudo através de modelagem matemática está em elaboração pela COPPE/UFRJ e irá compor o R8 – Relatório de Modelagem de Processos Sedimentológicos a Jusante da Barragem do AHE Jirau.

As seções topobatimétricas de controle foram levantadas na etapa pré-enchimento e os resultados serão comparados com as seções a serem levantadas quando da fase de operação.

Tais estudos têm como objetivo permitir, ao logo da fase operativa do AHE Jirau, a mensuração das alterações geomorfológicas que possam ocorrer no trecho a jusante do AHE Jirau.

Portanto, esta meta será atendida através da continuidade do monitoramento futuro durante a fase operativa do AHE Jirau.

- Monitorar a dinâmica dos taludes marginais em trechos representativos do rio Madeira na área de influencia do AHE Jirau.

Status: Atendida

Foram elaborados pela empresa ICF Consultoria do Brasil Ltda, como parte do Programa de Monitoramento de Pontos Propensos a Instabilização de Encostas e Taludes Marginais, Mapas de Potencial Erosivo e de Macrorregiões de Monitoramento, os quais serão utilizados na fase de operação do reservatório.

- Monitorar e efetuar prognósticos de remanso devido ao reservatório de Jirau através do uso de modelagem matemática e verificação da operação do reservatório e da curva guia em Abunã.

Status: Em atendimento

As alterações morfológicas resultantes do processo de modelagem matemática desenvolvidas pela COPPE/UFRJ deverão ser aferidas através da verificação da linha de remanso. Neste processo, as linhas de remanso deverão ser reavaliadas, a luz das novas seções topobatimétricas afetadas pelo processo de assoreamento. Na fase atual, estes elementos foram fornecidos pelo modelo matemático SisBaHiA e futuramente deverão ser acompanhados através das seções de controle estabelecidas na área de remanso do reservatório do AHE Jirau.

- Avaliar a eficiência do novo arranjo na Ilha do Padre relativamente às estruturas de vertimento e casa de força, durante os estudos de modelo reduzido, de forma a melhorar a passagem dos sedimentos pela barragem e evitar problemas de erosão nas máquinas.

Status: Atendida

Os ensaios realizados em modelo reduzido desenvolvido no Instituto SOGREAH permitiram a avaliação da eficiência do *layout* do AHE Jirau na Ilha do Padre. Os testes físicos realizados no modelo reduzido durante um longo período de tempo (37 anos) demonstram que o *layout* do AHE Jirau garante o transporte de sedimentos pelas estruturas do barramento.

4 Resultados

4.1 Atividades do Período (Dez/2011 a Fev/2012)

4.1.1. Modelagem Matemática

No período de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012, o modelo matemático SisBaHiA foi aplicado para avaliar os efeitos hidrodinâmicos e sedimentológicos em um trecho modelado de jusante, cujo domínio estende-se cerca de 25 km, partindo do alinhamento da barragem até o local onde se encontra localizada a estação linimétrica Jaci-Paraná. O produto deste estudo corresponde ao R8 - Relatório de Modelagem de Processos Sedimentológicos a Jusante da Barragem do AHE Jirau, que está sendo elaborado pela COPPE/UFRJ e será concluído em abril de 2012.

4.1.2. Modelo Reduzido Tridimensional – FCTH/USP

O modelo reduzido tridimensional em operação no laboratório de hidráulica da FCTH/USP visa a verificação do comportamento hidráulico das estruturas do AHE Jirau. No período em questão, o laboratório de hidráulica desenvolveu as seguintes atividades principais:

- Ensaios para verificação do arranjo geral: levantamento de ondas e velocidades junto a enseadeira J10 (dias 28/11 a 09/12/2011);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: caracterização hidráulica das entradas dos Sistemas de Transposição de Peixes (dias 12/12 a 16/12/2011);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: verificação das condições de aproximação da casa de força da margem esquerda (19/12 a 29/12/2011);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: verificação das condições de aproximação da casa de força da margem direita e esquerda (26/12 a 29/12/2011);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: preparação do modelo para os ensaios de dragagem e lançamento das curvas de nível referente ao assoreamento identificado em campo (02/01/2012 a 13/01/2012);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: ensaios de mapeamento das velocidades nas áreas a serem dragadas (16/01 a 10/02/2012);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: preparação do modelo e início dos ensaios de alteamento do vertedouro durante o desvio do rio (13/02 a 17/02/2012);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: reprodução do bota fora a montante do barramento e ensaios de operação do vertedouro durante a fase de desvio do rio (22/02 a 24/02/2012);
- Ensaios para verificação do arranjo geral: ensaios de operação do vertedouro durante a fase de desvio do rio (27/02 a 02/03/2012).

4.1.3. Serviços de Hidrometria e Sedimentometria

No período de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012 foram executados os seguintes serviços pela INTERNAVE Engenharia:

- Campanhas de medição de descarga líquida e sólida (em suspensão e leito) nas 06 (seis) estações fluviométricas pertencentes a rede básica estabelecida para o Programa. Nestes meses em questão (dezembro de 2011 a fevereiro de 2012) foram realizadas 109 campanhas de medições de descarga líquida e 109 campanhas de medições de descarga sólida (em suspensão e leito).
- Levantamento de seções topobatimétricas: como parte das atividades, foram levantadas no período 03 (três) seções a montante do eixo do barramento, nas proximidades da cachoeira de Jirau, e 03 (três) seções a jusante do eixo do aproveitamento, na área de influência do remanso provocado pelo reservatório do AHE Santo Antônio.
- Acompanhamento dos níveis d'água junto as estações linimétricas compreendidas no estirão do rio Madeira, nas seguintes estações: Abunã; Pederneiras; Tamborete; Mutum; Palmeiral; Jirau Montante; Jirau Jusante; R1 Montante, Bananal; Ilha do Padre e Porto R4.

4.1.4. Análise Laboratorial dos Sedimentos de Fundo e Suspensão

As amostras de material sedimentar coletado nas campanhas de descarga sólida em suspensão e leito para as 109 campanhas de campo foram analisadas no laboratório e anexadas a base de dados existentes do Programa. As análises laboratoriais realizadas permitiram a definição da concentração média, da vazão sólida em suspensão e da classificação granulométrica do material de fundo.

4.1.5. Banco de Dados Hidrossedimentométrico

O banco de dados hidrossedimentométrico elaborado no período foi alimentado com as informações disponíveis de vazão líquida, vazão sólida e concentrações de sedimentos em suspensão, assim como informada a classificação granulométrica do sedimento de fundo referente as amostras coletadas e analisadas até o momento pelo laboratório de sedimentologia.

Tal atividade é feita sistematicamente após os dados terem sido recebidos e analisados internamente pela equipe de técnicos alocada em escritório, como parte da consistência de dados.

4.1.6. Inspeções de Campo

A CNEC WorleyParsons mensalmente realiza vistorias em campo no intuito de acompanhar e inspecionar os trabalhos realizados pela equipe de hidrometrista da INTERNAVE Engenharia. Ao longo do período em questão foram realizadas 02 (duas) inspeções, a saber:

- Dezembro de 2011: não foi feita visita de campo para inspeção dos trabalhos de campo haja visto que a equipe de hidrometria esteve em período de férias contratuais por um período de 09 (nove) dias.
- Janeiro de 2012: inspeção de campo realizada entre os dias 17/01 a 20/01/2012;
- Fevereiro de 2012: inspeção de campo realizada entre os dias 27/02 a 01/03/2012.

A cada vistoria, são programadas e feitas reuniões técnicas com a participação das equipes envolvidas e com acompanhamento dos profissionais da ESBR responsáveis pelo acompanhamento do Programa. Na seqüência, são realizadas visitas aos locais monitorados e feito acompanhamento em barco, juntamente com a equipe de hidrometristas, das campanhas de medição de descarga líquida e sólida.

Nestas inspeções, são também feitos acompanhamentos dos trabalhos das equipes de laboratoristas da INTERNAVE Engenharia junto ao laboratório sedimentológico, instalado no Canteiro de Obras do AHE Jirau.

Quando a atividade consiste em outro tipo de trabalho de campo, como por exemplo, o levantamento topobatimétrico de seções transversais é feita uma pré-programação em escritório com a INTERNAVE e traçada a logística para realização dos levantamentos por ambas as equipes.

4.2 Resultados Consolidados

As atividades realizadas e os resultados consolidados alcançados desde o início do Programa até o mês de fevereiro de 2012 relativas ao Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico encontram-se descritos de forma resumida abaixo.

Os trabalhos correspondem ao desenvolvimento de diversas atividades de campo e de laboratório, trabalhos de escritório e aqueles desenvolvidos no ambiente universitário, ou sejam, com aplicação do modelo matemático SisBaHiA desenvolvido pela COPPE/UFRJ.

Citam-se também ao período atividades relacionadas à obtenção e análise dos dados hidrossedimentométricos para uso no modelo matemático, vistorias e inspeções de campo à área de influência do AHE Jirau feitas mensalmente, trabalhos hidrométricos e sedimentométricos com realização de campanhas de medições de descarga líquida e sólida (em suspensão e do leito) e análises integradas dos resultados obtidos nos diferentes Programas sinérgicos aos objetivos deste monitoramento hidrossedimentológico.

4.2.1. Modelagem da Hidrodinâmica Ambiental, Qualidade de Água e Processos Sedimentológicos

A ferramenta aplicada aos estudos hidrossedimentológicos corresponde ao modelo matemático SisBaHiA, acoplado aos módulos hidrodinâmico-sedimentológico (modelo de reservatório e modelo de jusante). O modelo encontra-se calibrado às condições do rio Madeira, o que permitiu a realização de simulações de diferentes contextos (desde hidrodinâmica-sedimentológicas a

qualidade de água) visando contemplar as condicionantes dispostas na LI nº 621/2009 e no Ofício nº 577/2009 – DILIC/IBAMA.

Os produtos elaborados pela COPPE/UFRJ, com uso do modelo matemático SisBaHiA são apresentados no **Quadro 4.1** a seguir.

Quadro 4.1 – Produtos Elaborados com uso do Modelo Matemático SisBaHiA

Relatório	Objetivo	Observação	Protocolo
R1	Relatório Inicial e Descritivo de Modelagens em Andamento: o R1 reporta o início dos trabalhos e detalha a metodologia a ser empregada.	Concluído (Dez/2009)	Este relatório não foi protocolado no IBAMA. Vale ressaltar que as informações sobre a metodologia adotada constam nos relatórios posteriores elaborados pela COPPE/UFRJ.
R2	Relatório de Análise de Dados: o R2 apresenta uma consolidação e análise crítica dos dados coletados e, se for o caso, recomenda e especifica coleta de dados adicionais.	Concluído (Mai/2010)	Encaminhado no Relatório Complementar do AHE Jirau (elaborado em resposta ao Ofício nº 642/2010 – PRESI/IBAMA), o qual foi protocolado no dia 21/09/2010, por meio da correspondência AJ/TS 1249-2010.
R3	Relatório de Cenários: o R3 apresenta uma consolidação dos dados que serão efetivamente utilizados nas modelagens, apresenta uma análise dos cenários a serem simulados, e traz resultados preliminares obtidos com os modelos com a base de dados atualizada, incluindo resultados de calibração.	Concluído (Jan/2011)	Este relatório não foi protocolado no IBAMA. Vale ressaltar que as informações sobre a metodologia adotada constam nos relatórios posteriores elaborados pela COPPE/UFRJ.
R4, R4b, R4c	Relatório de Modelagem Hidrodinâmica e de Qualidade de Água no Reservatório do AHE Jirau: O R4 analisa os efeitos da decomposição da fitomassa alagada na qualidade da água do reservatório do AHE Jirau pertinentes a diversos cenários estudados. O relatório é ilustrado com mapas e gráficos realçando os principais pontos de análise apresentados no texto. Os relatórios R4b (finalizado) e R4c (finalizado) analisam outros cenários de supressão e conseqüentemente os efeitos desta nova proposição na qualidade da água do reservatório do AHE Jirau.	Concluído (Fev/2012)	R4a: Protocolado no dia 10/06/2010, através da correspondência AJ/TS 714-2010. R4b: Protocolado no dia 28/02/2011, através da correspondência AJ/TS 342-2011. R4c: Protocolado no dia 09/03/2012, através da correspondência AJ/TS 458-2012.

Relatório	Objetivo	Observação	Protocolo
R5	Relatório de Modelagem de Processos Sedimentológicos no Reservatório do Barramento do AHE Jirau: apresenta análises de circulação hidrodinâmica, de processos sedimentológicos e evolução morfodinâmica por um período de 20 anos. O relatório é ilustrado com mapas e gráficos realçando os principais pontos de análise apresentados no texto.	Concluído (Nov/2011)	Protocolado no dia 13/04/2012, através da correspondência AJ/TS 693-2012.
R6	Relatório de Modelagem Hidrodinâmica e de Deriva de Ovos, Larvas e Juvenis no Reservatório do AHE Jirau: apresenta resultados de modelagens computacionais simulando a passagem de ovos, larvas e juvenis pelo reservatório durante um ano hidrológico típico. O relatório é ilustrado com mapas e gráficos realçando os principais pontos de análise apresentados no texto.	Concluído (Set/2011)	Protocolado no dia 13/04/2012, através da correspondência AJ/TS 696-2012.
R7	Relatório de Modelagem Hidrodinâmica e de Qualidade de Água a Jusante da Barragem do AHE Jirau: este relatório analisa os efeitos na qualidade da água a jusante da barragem do aproveitamento, causados pela decomposição da fitomassa alagada durante a fase de enchimento do futuro reservatório. O relatório é ilustrado com mapas e gráficos realçando os principais pontos de análise apresentados no texto.	Concluído (Ago/2011)	Protocolado no dia 23/11/2011, através da correspondência AJ/TS 2046-2011.
R8	Relatório de Modelagem de Processos Sedimentológicos a Jusante da Barragem do AHE Jirau: apresentará análises de circulação hidrodinâmica, de processos sedimentológicos e evolução morfodinâmica em um trecho de cerca de 30 km do rio Madeira a jusante do aproveitamento. O relatório será ilustrado com mapas e gráficos realçando os principais pontos de análise apresentados no texto.	Em fase de conclusão	Previsto para ser protocolado até o final do mês de abril de 2012.

Como resultados consolidados, referentes ao Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, citam-se as seguintes considerações finais exaradas no R5:

a) Estudos de assoreamento e vida útil do empreendimento, aprimorando os prognósticos realizados por ocasião dos Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE). Esta questão inclui a evolução da eficiência da retenção de sedimento no reservatório e a evolução da respectiva curva cota-área-volume do reservatório.

No caso do AHE Jirau, o barramento criará um efeito de remanso variável conforme a vazão do rio Madeira, em sincronia com o ciclo hidrológico. A dinâmica do sistema permanecerá sendo tipicamente fluvial. Os resultados obtidos com o SisBaHiA indicam que a maior parte do assoreamento tende a ocorrer próximo das margens e em embaiamentos laterais, tendendo a fortalecer o padrão fluvial do “reservatório”.

b) Distribuição dos sedimentos ao longo do corpo do reservatório.

Os resultados gerados nas simulações feitas mostram a distribuição de sedimentos ao longo da área do reservatório, onde se verifica que a maior parte dos assoreamentos ocorrerá nos embaiamentos laterais e nas áreas em que o rio Madeira naturalmente já acumula mais sedimentos.

c) Distribuição dos sedimentos nas áreas próximas aos dispositivos vertentes e tomadas de água da usina. A concentração e acúmulo de sedimentos junto ao vertedouro que podem ocasionar problemas de operação desta estrutura e mesmo dificultar sua abertura, tornando-se importante a realização de um prognóstico evolutivo destes processos.

Os resultados obtidos na modelagem matemática não indicam problemas significativos a este respeito. Análises específicas realizadas com o SisBaHiA indicam que a turbidez da água passando pelo vertedouro não aumenta de modo extraordinário na ocasião de sua abertura, e fica com concentrações abaixo do limite de 3500 mg/ℓ recomendada pelo IBAMA (condicionante 2.9c) mesmo para condições de vazões mais altas, o qual é representativo de um ano hidrológico atípico (extremo).

d) Estimativa das concentrações sólidas dos sedimentos liberados para jusante considerando-se o comportamento sazonal de vazões e de transporte de sedimentos.

Nesta questão, os resultados obtidos permitem analisar as variações destas concentrações durante a operação de comportas da usina, quando parte dos sedimentos eventualmente acumulados junto a estas estruturas fluem para jusante, ocasionando alterações nos índices de turbidez e possíveis impactos na qualidade da água. Como verificado nas simulações realizadas, as concentrações de sedimentos dia a dia, imediatamente a montante das casas de força e do vertedouro, ao longo de um ano com hidrograma de vazões mais altas não apresentam variações significativas, sendo que não há ocorrências de valores acima de 3200 mg/ℓ.

Por fim, em sinergia com o Programa de Conservação da Ictiofauna, o relatório R6 elaborado pela COPPE/UFRJ explana as considerações acerca dos estudos realizados com uso do SisBaHiA na avaliação da deriva dos ovos, larvas e juvenis de peixes migradores pelo reservatório do AHE Jirau durante 01 (um) ano hidrológico típico. Vale ressaltar que as densidades de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna são similares às de águas salobras e salinas, ficando entre 1,003 e 1,030. No caso em análise, não há diferenças sensíveis na deriva das 03 (três) fases, ovos, larvas e juvenis pelas seguintes razões:

- Trata-se de deriva em rio com correntes turbulentas de moderadas a fortes, como é o caso do rio Madeira atual e, como se mostra, continuará sendo no reservatório do AHE Jirau.

- As diferenças de densidade entre águas com significativas concentrações de sedimentos em suspensão, como as do rio Madeira, e as densidades de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna são muito pequenas para que efeitos de empuxo vertical sejam relevantes.
- Os ovos maturam para larvas em menos de 06 (seis) horas, e larvas maturam para juvenis em cerca de 10 (dez) dias, variando entre espécies.
- Como se mostra nos resultados obtidos, o tempo de percurso pelo reservatório em todos os meses é inferior a 05 (cinco) dias para mais de 70% do total de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna.
- O percentual de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna retidos em locais de baixas velocidades, dendritos e embaiamentos laterais, é reduzido.

Finalmente, convém discutir aspectos relacionados à possibilidade de haver estratificação vertical significativa nas águas do rio Madeira, já que o assunto por vezes surge em questionamentos, e poderia ter relevância na qualidade da água e na deriva de ovos, larvas e juvenis:

- Os dados levantados durante a execução do Programa de Monitoramento Limnológico, nas 09 (nove) campanhas de campo, (set/09, jan/10, abr/10, jul/10, out/10, jan/11, abr/11, jul/11 e out/11), indicam que não há estratificação e que há quase uniformidade vertical nos valores de parâmetros de qualidade de água ao longo da coluna de água.
- O chamado “reservatório” do AHE Jirau é na verdade um remanso gerado pelo controle de NA imposto pela regra operacional do empreendimento. Não há acumulação de água na época de grandes vazões para uso nas épocas de estiagem e não há regularização de vazões.
- Todos os cenários hidrodinâmicos indicam que a dinâmica resultante não propicia condições para estratificação. As velocidades de corrente na calha central do futuro reservatório serão altas demais para que haja condições de estratificação. Junto das margens e nas áreas alagadas laterais, por outro lado, as profundidades são pequenas e os ventos prevalescentes em geral são suficientes para gerar mistura vertical.

Como considerações finais, os estudos realizados com o modelo SisBaHiA dão a indicação que o reservatório do AHE Jirau apresentará um regime de fluxo tipicamente fluvial. Com a manutenção de características hidrodinâmicas similares às atuais, embora um pouco mais suaves que as existentes sem o remanso, pode-se afirmar que não haverá alterações significativas no modo de deriva de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna.

Os resultados obtidos nos estudos realizados indicam que o tempo médio de deriva de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna ao longo dos quase 130 km do eixo do futuro reservatório, variará de 1 a 6 dias durante os meses de um ano hidrológico típico, da seguinte forma:

- até 1 dia: fevereiro, março e abril.
- de 1 a 2 dias: dezembro, janeiro, maio e junho
- de 2 a 3 dias: novembro e julho

- de 3 a 5 dias: agosto e outubro.
- de 5 a 6 dias: setembro.

Nos diversos meses a parcela de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna com tempo de deriva superior a 09 (nove) dias ficou entre um mínimo de 2,3% no mês de maio e um máximo de 5,7% em dezembro. Tais resultados são lógicos. É natural que o mínimo seja no início da vazante, mês de maio, quando há maiores fluxos convergentes das áreas alagadas laterais para o eixo do reservatório. E, é também natural que a maior retenção de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna em áreas alagadas ocorra na enchente, no mês de dezembro, quando há os máximos fluxos divergentes do eixo do reservatório para as áreas alagáveis laterais.

No início da enchente, em novembro, os níveis ainda estão muito baixos, por isso os fluxos divergentes para as laterais são mais fracos. Por outro lado, em janeiro, embora continue o período de enchente, o nível d'água junto da barragem atinge o máximo, tendendo a estabilizar o alagamento de áreas laterais, pois diminui o fluxo divergente do eixo do reservatório para os lados.

A parcela de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna com mais de 09 (nove) dias de deriva no reservatório ficou espalhada nos dendritos, embaiamentos e águas rasas sobre bancos sedimentares nas laterais do reservatório. Os baixos percentuais de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna com tempo de deriva acima de 09 (nove) dias indicam que o potencial de perda devido a eventuais retenções em áreas alagadas será irrelevante.

4.2.2. Modelo Reduzido Sedimentométrico

De modo a reproduzir as principais conclusões dos estudos sedimentométricos realizados no modelo reduzido construído no laboratório do Instituto SOGREAH, é apresentada uma síntese extraída do Relatório Final elaborado em janeiro de 2011.

- Resultado Global Principal

Os testes físicos realizados no modelo reduzido durante um longo período de tempo simulado (15 anos + 22 anos = 37 anos) demonstram que o *layout* do AHE Jirau garante o transporte de sedimentos pelas turbinas e pelo vertedouro, bem como a movimentação dos ovos, larvas e juvenis da ictiofauna para jusante.

Em um período de 6/7 anos, o reservatório se estabilizará hidrossedimentologicamente. Nos primeiros anos, os terraços laterais serão rapidamente cobertos por sedimentos finos e colonizados por vegetação. Essas áreas, cobertas por vegetação, não serão erodíveis e concentrarão a vazão contribuindo assim para a manutenção de um canal ao longo do reservatório (cerca de 750 a 900 m de largura).

- Impactos Causados pelas Ensecadeiras

Muitos testes foram realizados para diferentes alturas da crista da ensecadeira M5, localizada no canal de aproximação da casa de força da margem esquerda (níveis de crista verificados em modelo: 70,0; 73,0; 76,0 e 77,5 m).

Os testes mostram que a altura da crista da ensecadeira não interfere no transporte de sedimentos ou dos ovos, larvas e juvenis de ictiofauna e, tão pouco, no padrão de sedimentação no reservatório. Da mesma forma, a ensecadeira M4, localizada no canal de aproximação da casa de força da margem direita, não afeta a sedimentação ou o transporte dos ovos, larvas e juvenis de ictiofauna, já que a mesma permanece coberta por sedimentos durante todo o tempo.

Por último, a altura da crista da ensecadeira M6, localizada ao longo da barragem, no lado direito do canal de aproximação para a casa de força da margem direita, igualmente não causa impacto sobre os fluxos bióticos graças à localização e ao alinhamento dessas estruturas. Portanto, as ensecadeiras não representam obstáculos aos fluxos físicos e bióticos, não havendo necessidade de rebaixamento ou mesmo de sua remoção.

Todos os testes demonstram que as ombreiras do canal de aproximação não causam impacto sobre o nível do leito, garantindo os fluxos físicos e bióticos. Não há necessidade de rebaixar as ombreiras das cristas das ensecadeiras, uma vez que essas medidas não causam impacto na sedimentação resultante no canal de aproximação.

- Arrasto Médio Anual de Sedimentos nas Casas de Força

Graças à medição das concentrações em cada hidrograma médio, para cada casa de força e vertedouro, é possível estimar o arrasto total em cada estrutura hidráulica durante o ano médio. A distribuição média observada para o ano inteiro foi a seguinte:

Casa de força da margem direita: 40%

Casa de força da margem esquerda: 35%

Vertedouro: 25%

- Carga Mensal de Sedimentos

Pelos ensaios realizados foi possível observar que 13% da carga natural anual de sedimentos entram e 10% depositam-se no reservatório durante o início do período de enchente (de novembro até a terceira semana de janeiro).

Um total de 80% da carga anual de sedimentos entram no reservatório quando a vazão é maior do que cerca de 30.000 m³/s, durante apenas 28% do ano (cerca de 100 dias), entre o final de janeiro e o início de maio. Simultaneamente às vazões altas, 70% da carga anual passam pelas estruturas hidráulicas e 10% dos sedimentos depositam-se no reservatório.

Durante o mês de maio, os sedimentos que entram no reservatório (3% do arrasto anual) seguem para jusante. No início de junho, cerca de 95% da carga anual total já terá entrado no reservatório: 75% seguindo para jusante e 20% se depositando (10% durante os primeiros 03 (três) meses de enchente e 10% durante o segundo período dos 03 (três) meses de vazões altas, superiores a 30.000 m³/s).

Durante os meses de junho e julho, período de vazante do reservatório, a vazão na turbina é maior do que a vazão natural que entra no reservatório, o que permite a erosão dos 20% dos sedimentos depositados durante os meses anteriores.

- Distribuição da Carga de Sedimentos entre as Casas de Força

Conforme observado acima, considerando-se a carga média anual de sedimentos passando por cada estrutura, cerca de 75% dos sedimentos transportados transitam pela casa de força (40% pela casa de força da margem direita e 35% pela casa de força da margem esquerda) e 25% são liberados pelo vertedouro.

Porém, considerando-se os diferentes períodos do reservatório (enchente, cheia, vazante e seca), observa-se que a distribuição é altamente variável:

- Quando a vazão é alta o suficiente para que o vertedouro seja aberto, a carga de sedimentos passa principalmente pela casa de força da margem direita e pelo vertedouro:

a) Durante a enchente e a cheia máxima, cerca de 52% dos sedimentos transportados passam pela casa de força da margem direita, 10% pela casa de força da margem esquerda e 38% pelo vertedouro;

b) No início do período de vazante, a distribuição da carga de sedimentos é de 42% pela casa de força da margem direita, 25% pela casa de força da margem esquerda e 33% pelo vertedouro.

- Quando a vazão não é alta o suficiente para que a abertura do vertedouro seja obrigatória, os sedimentos transportados passam principalmente pela casa de força da margem esquerda:

a) Quando a descarga é alta o suficiente para que quase todas as turbinas de ambas as casas de força estejam funcionando (vazão do rio Madeira maior que 22.000 m³/s ou vazão do rio Madeira maior que 15.000 m³/s e o período de vazante do reservatório), a distribuição do sedimento transportado é de cerca de 20% pela casa de força da margem direita e 80% pela casa de força da margem esquerda;

b) Quando a vazão não é alta o suficiente, a distribuição dependerá do modo de operação da usina. Os sedimentos passarão pela casa de força em funcionamento ou principalmente pela casa de força da margem esquerda (funcionamento alternativo das casas de força).

- Transporte de ovos, larvas e juvenis da ictiofauna

Foram realizadas várias injeções de material representando os ovos, larvas e juvenis de peixes durante os testes no período de vazante. Essas injeções foram feitas nos seguintes locais:

a) No canal principal do reservatório, entre a cachoeira de Jirau e a cachoeira do Caldeirão do Inferno, ao longo da margem e no centro;

b) Na cachoeira do Caldeirão do Inferno, ao longo da margem direita;

c) Em ambos os canais de aproximação para as casa de força da margem direita e margem esquerda.

A migração dos ovos e larvas de peixe está quase totalmente assegurada, até mesmo em descargas baixas (5.000 m³/s), em todos os locais de injeção.

- Transporte dos detritos flutuantes

O estudo sobre os detritos flutuantes realizado no rio Madeira demonstra que o número de troncos é muito maior durante o período de enchente e cheia do que durante o período de vazante. Portanto, testes com detritos flutuantes foram realizados com as seguintes descargas:

Enchente, com vazão = 16.000 m³/s;

Cheia máxima, com vazão = 41.000 m³/s.

Os detritos flutuantes usados no modelo reduzido foram injetados na extremidade a montante do modelo de forma a visualizar a trajetória destes ao longo de todo o reservatório representado no modelo. Os troncos flutuantes escoaram principalmente ao longo da margem esquerda da cachoeira de Jirau, ao longo das linhas de fluxo principal. Nenhuma acumulação de detritos flutuantes foi observada ao longo do reservatório, exceto junto à casa de força da margem esquerda e ao vertedouro. A distribuição ocorre da seguinte forma:

Enchente: Cerca de 75% na frente da casa de força da margem esquerda e 25% na frente do vertedouro fechado;

Cheia máxima: Cerca de 25% na frente da casa de força da margem esquerda e 75% na frente do vertedouro aberto.

4.2.3. Campanhas de Medições de Vazões Líquidas e Sólidas

Desde o início do Programa foram realizadas um grande número de campanhas de medições de descargas líquidas e sólidas (suspensão e leito) conforme identificado no **Quadro 4.2**. Ao todo, desde o início do Programa, foram realizadas 657 campanhas de medição de descarga líquida e 645 campanhas de medições de descarga sólida (suspensão e leito) nas estações que compõe a rede básica.

Quadro 4.2 – Medições Realizadas pelo Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico

Estação	Curso d'água	Medições Realizadas	
		Descarga Líquida	Descarga Sólida
Guajará-Mirim	Mamoré	75	74
Abunã	Madeira	229	225
Morada Nova - Jusante	Abunã	71	71
Jusante Rio Beni	Madeira	120	120
Palmeiral	Madeira	82	79
Porto R4	Madeira	80	76

4.2.4. Relevamento de Seções Topobatimétricas

Esta atividade teve por objetivo identificar, em diferentes épocas do ano, alterações na morfologia do leito pela mobilidade do material que compõe o fundo do rio monitorado através de comparações sucessivas dos perfis topobatimétricos levantados.

Vale ressaltar que os primeiros levantamentos de seções topobatimétricas foram realizados pela empresa PETCON nos períodos entre maio a junho de 2009 (1ª campanha) e complementados em um segundo levantamento compreendido entre agosto e setembro de 2009 (2ª campanha), os quais totalizaram ao término dos 02 (dois) levantamentos 77 seções.

Tendo como referência estas seções, foi executado pela INTERNAVE Engenharia 02 (dois) levantamentos topobatimétricos, nos períodos de julho a agosto de 2010 (3ª campanha) e abril a junho de 2011 (4ª campanha), dos quais compreendem 20 seções e 39 seções levantadas respectivamente. Ressalta-se que estes levantamentos foram realizados nos mesmos pontos dos levantamentos anteriores, cujo intuito foi de verificar possível alteração da morfologia local.

O **Quadro 4.3** a seguir apresenta a localização das 39 seções levantadas na 4ª campanha, que corresponde ao levantamento de campo mais atual realizado pela equipe da INTERNAVE. No mesmo quadro são apresentadas também as coordenadas, em UTM, dos marcos implantados na margem do curso d'água pela PETCON, empresa responsável pelos 02 (dois) levantamentos de seções topobatimétricas iniciais.

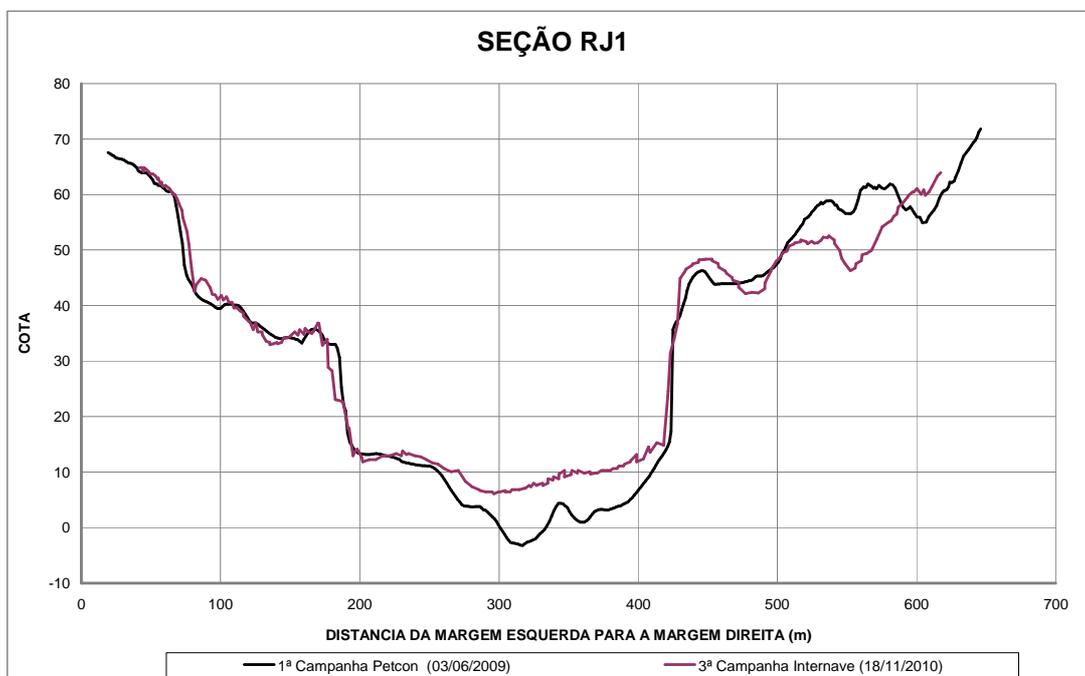
Quadro 4.3 – Localização das Seções Batimétricas Relevadas (4ª Campanha)

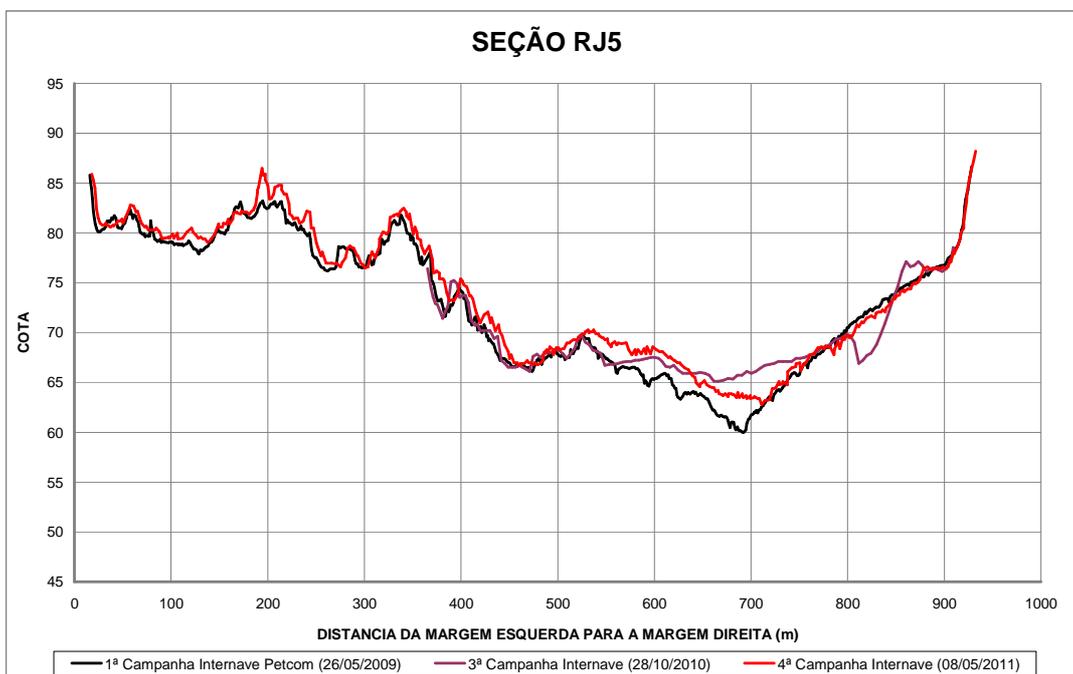
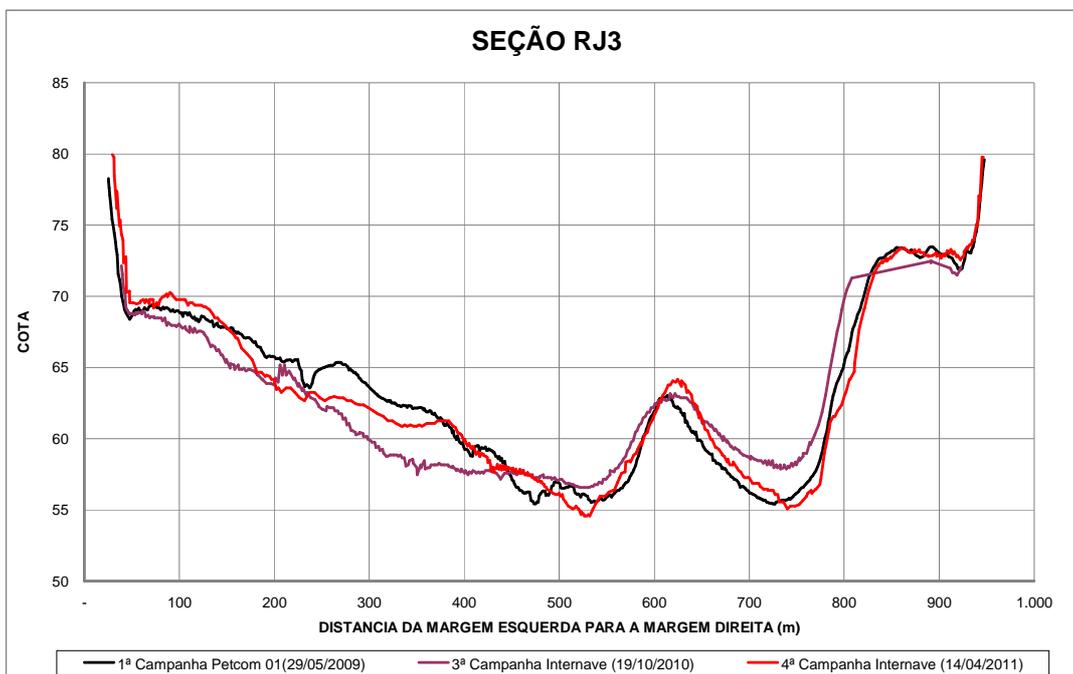
Seção	Marcos Implantados	Coordenada UTM N (m)	Coordenada UTM E (m)
RJ1	RJ1 MD	8968603,05	310722,85
	RJ1 ME	8969324,06	311029,93
RJ3	RJ3 MD	8947500,98	300897,07
	RJ3 ME	8947913,78	299990,31
RJ4	RJ4 MD	8939291,43	286274,96
	RJ4 ME	8940217,68	286095,34
RJ5	RJ5 MD	8945706,29	244467,19
	RJ5 ME	8946253,82	243698,13

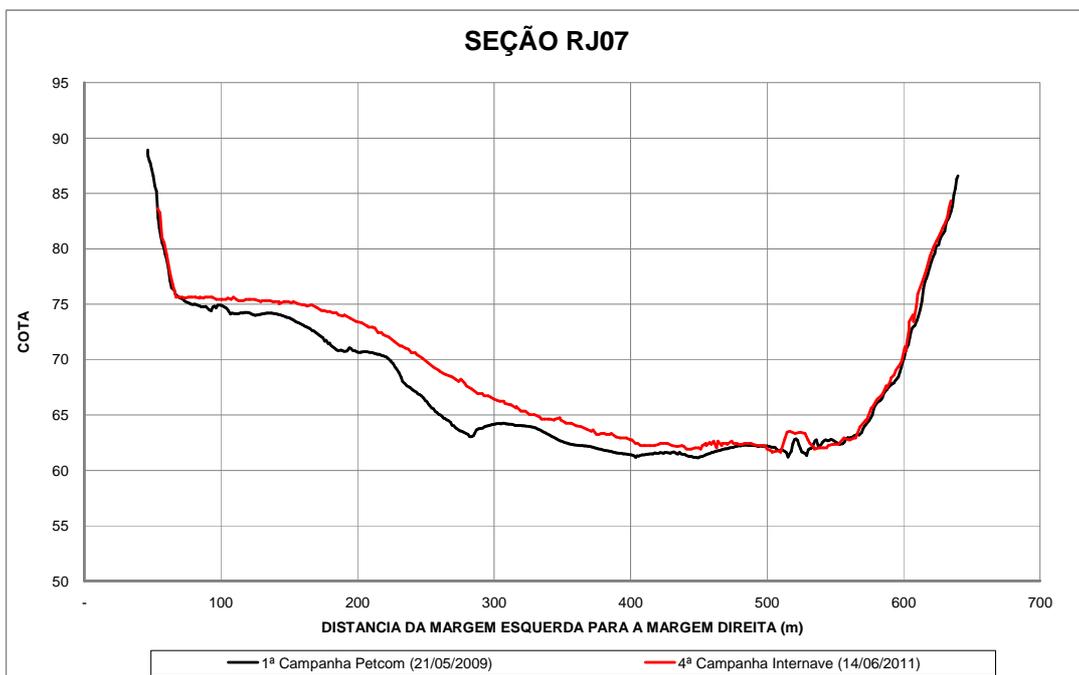
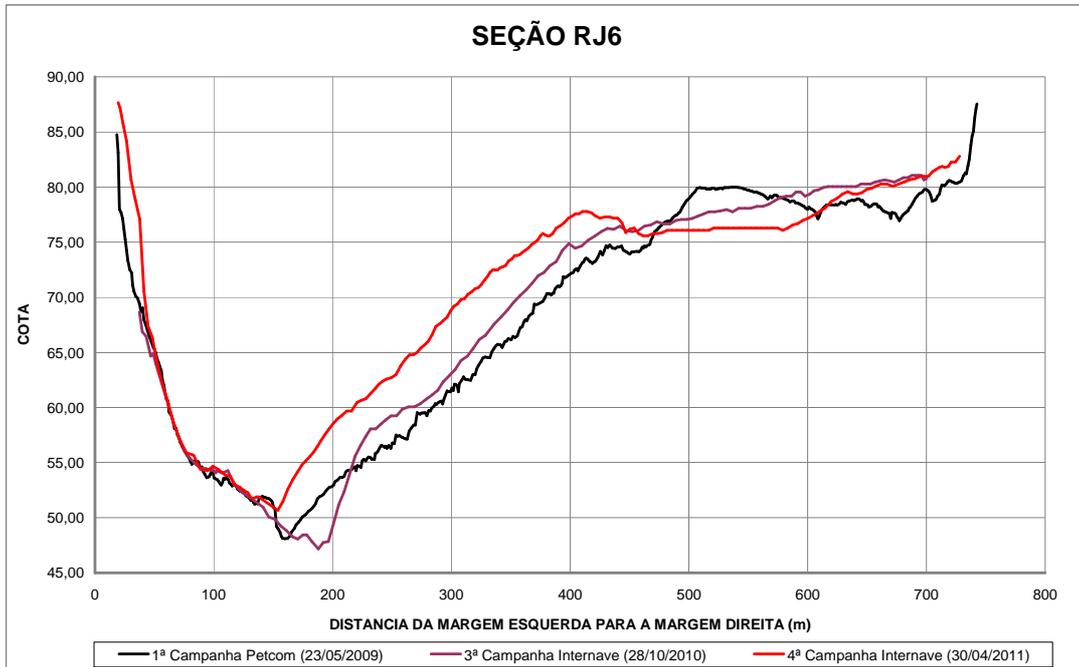
Seção	Marcos Implantados	Coordenada UTM N (m)	Coordenada UTM E (m)
RJ6	RJ6 MD	8932496,22	232103,11
	RJ6 ME	8932847,08	231431,02
RJ7	RJ7 MD	8926370,33	240520,07
	RJ7 ME	8925860,21	240104,33
RS3	RS3 MD	8982365,05	323380,08
	RS3 ME	8982896,99	321687,03
S28	S28 MD	8966855,12	309991,56
	S28 ME	8966745,20	309289,51
S29	S29 MD	8961210,02	298839,36
	S29 ME	8960686,57	298110,39
S31	S31 MD	8941159,68	293046,79
	S31 ME	8941662,98	291961,42
S34.5	S34,5 MD	8940782,05	278587,67
	S34,5 ME	8941709,41	277854,58
S35	S35 MD	8938401,50	275262,12
	S35 ME	8938994,02	274920,52
S36	S36 MD	8937132,66	268526,42
	S36 ME	8938084,76	268468,99
S37	S37 MD	8938491,33	264983,08
	S37 ME	8939179,44	265493,23
S38.5	S38,5 MD	8943200,05	259616,55
	S38,5 ME	8943919,93	259826,32
S39	S39 MD	8945819,22	250796,03
	S39 ME	8946605,35	251196,78
S41	S41 MD	8939677,23	240389,37
	S41 ME	8939698,55	239491,32
S41.5	S41,5 MD	8936320,16	238121,02
	S41,5 ME	8937305,09	237532,29
S42.3	S42,3 MD	8931044,76	231987,19
	S42,3 ME	8930719,20	231326,09
SJ1	SJ1 MD	8972887,55	315307,10
	SJ1 ME	8974129,11	315013,05
SJ3	SJ3 MD	8953190,46	301832,05
	SJ3 ME	8952995,50	300864,75
SJ4	SJ4 MD	8944159,02	295349,34
	SJ4 ME	8945160,57	294852,56
SJ5	SJ5 MD	8940437,48	283289,76
	SJ5 ME	8941049,98	283726,68
SJ6	SJ6 ME	8963798,27	304694,12
	SJ6 MD	8962881,15	304720,82
SJ7	SJ7 MD	8916377,91	245342,59
	SJ7 ME	8916341,36	244802,17
SJ8	SJ8 MD	8899830,20	244962,02
	SJ8 ME	8899831,91	243778,35
SJ9	SJ9 MD	8887195,45	245232,80
	SJ9 ME	8887022,94	244302,70
SJ10	SJ10 MD	8874185,49	247870,26

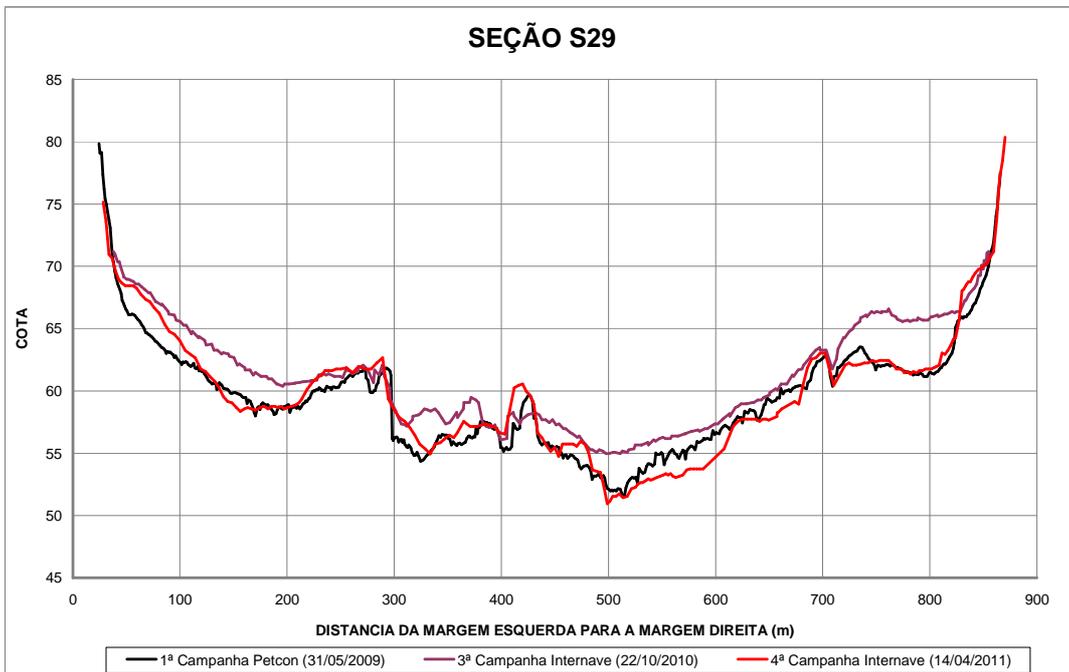
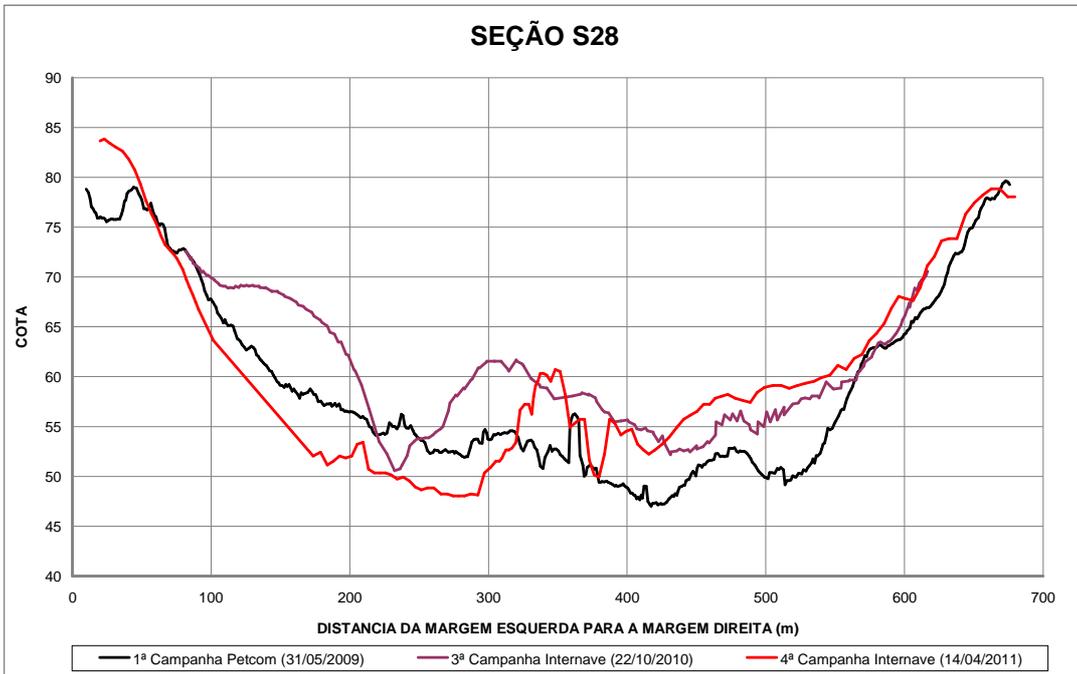
Seção	Marcos Implantados	Coordenada UTM N (m)	Coordenada UTM E (m)
	SJ10 ME	8873973,56	247111,89
SJ11	SJ11 MD	8916449,10	223898,63
	SJ11 ME	8916623,33	223960,36
SJ12	SJ12 MD	8923363,55	226382,97
	SJ12 ME	8923524,13	226427,79
RN01	RN01	8984077,53	324974,78
RN04	RN04	8981987,96	323170,89
RN07	RN07	8979359,278	322165,422
RN10	RN10	8976723,142	321168,227
RN23	RN23	8971040,858	313013,612
RN31	RN31	8963026,700	308043,624
RN34	RN34	8929220,033	236372,842
RN35	RN35	8921810,655	243057,096
RN36	RN36	8908679,711	248552,830

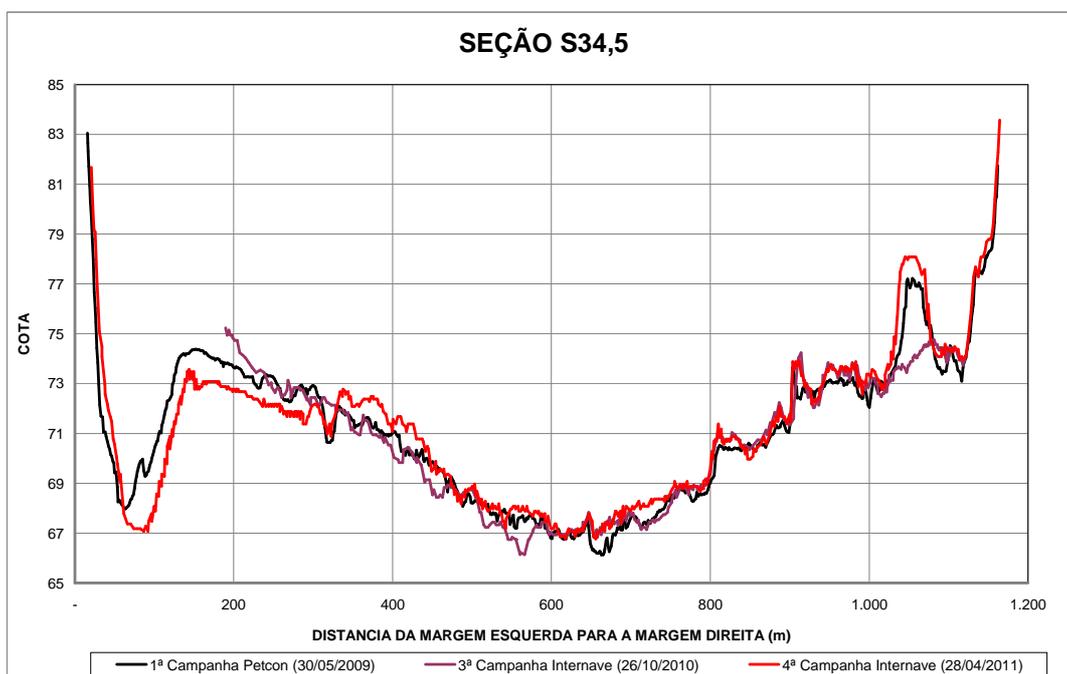
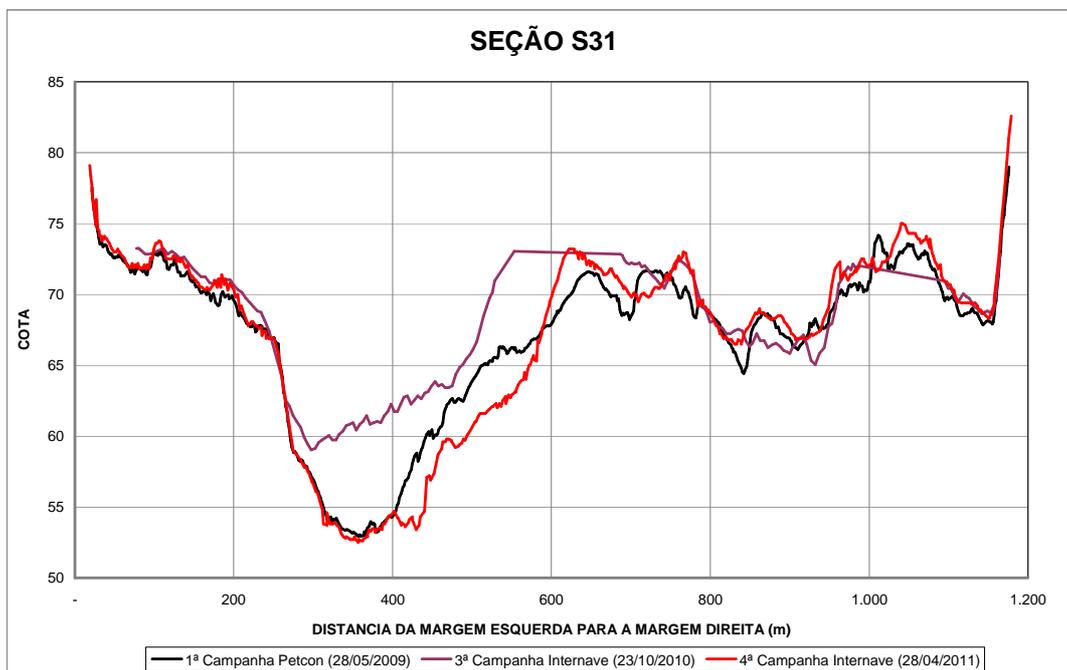
A comparação das seções levantadas pela PETCON e os levantamentos realizados pela INTERNAVE Engenharia foram analisadas graficamente, onde é possível identificar para diferentes períodos hidrológicos e as alterações ocorridas na morfologia da calha de escoamento, conforme ilustrado a seguir, indicando a mobilidade do leito do rio Madeira no trecho estudado.

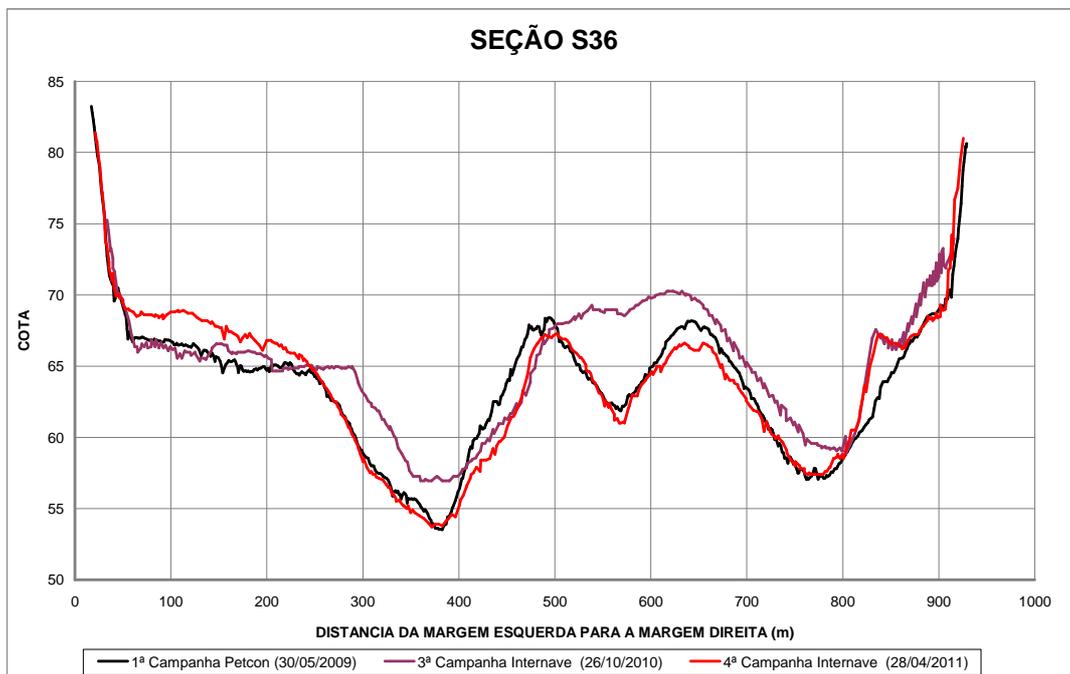
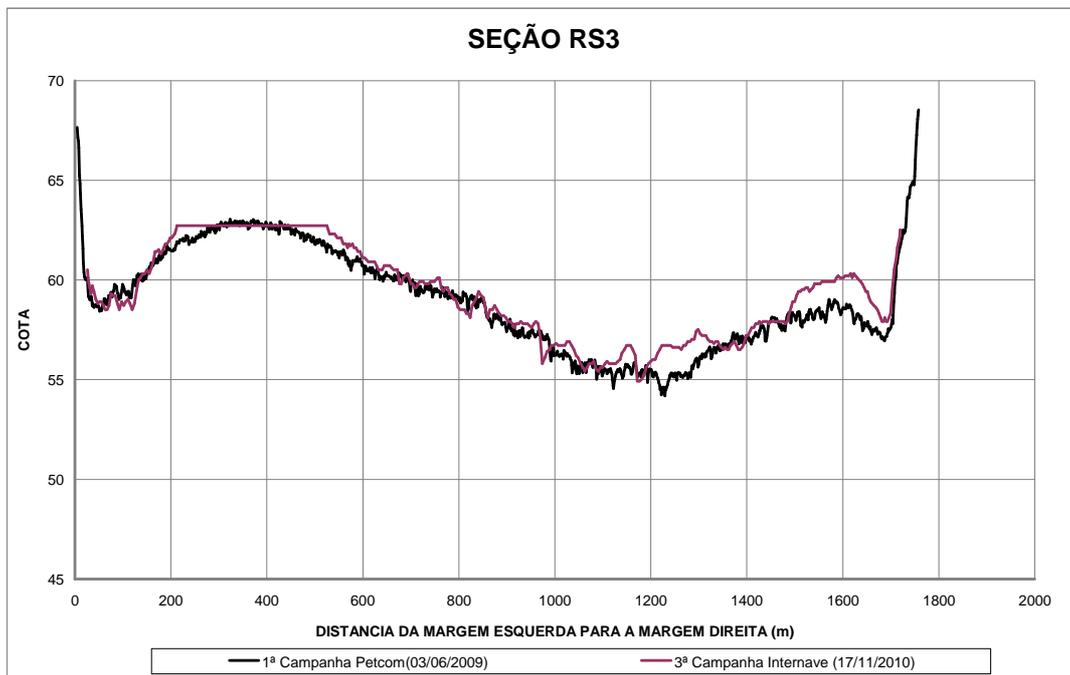


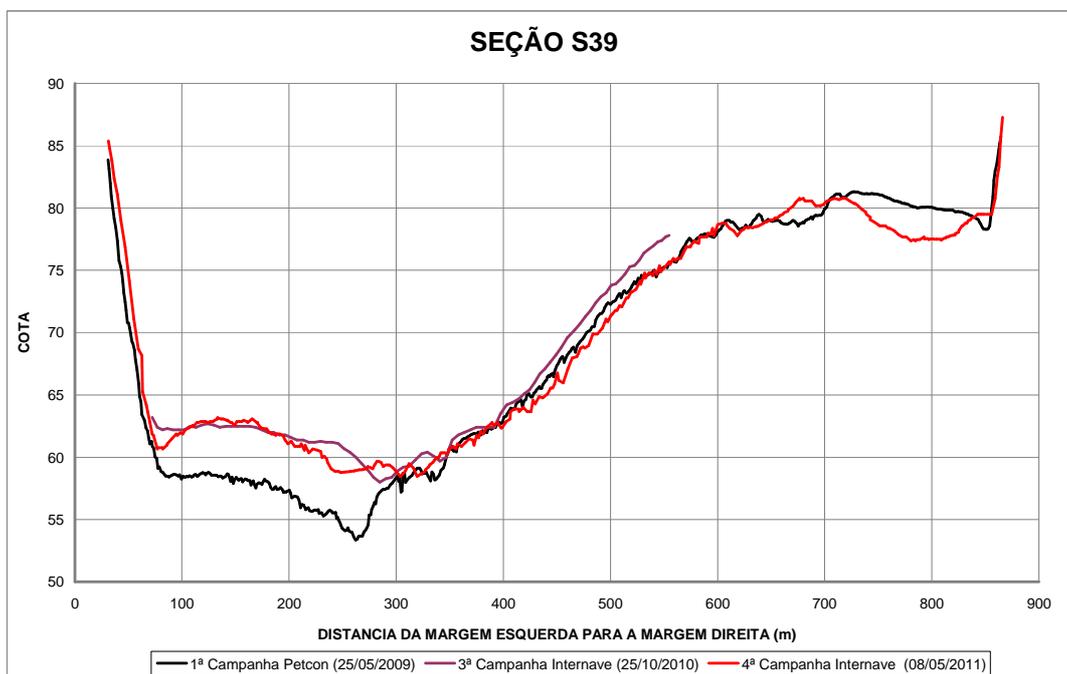
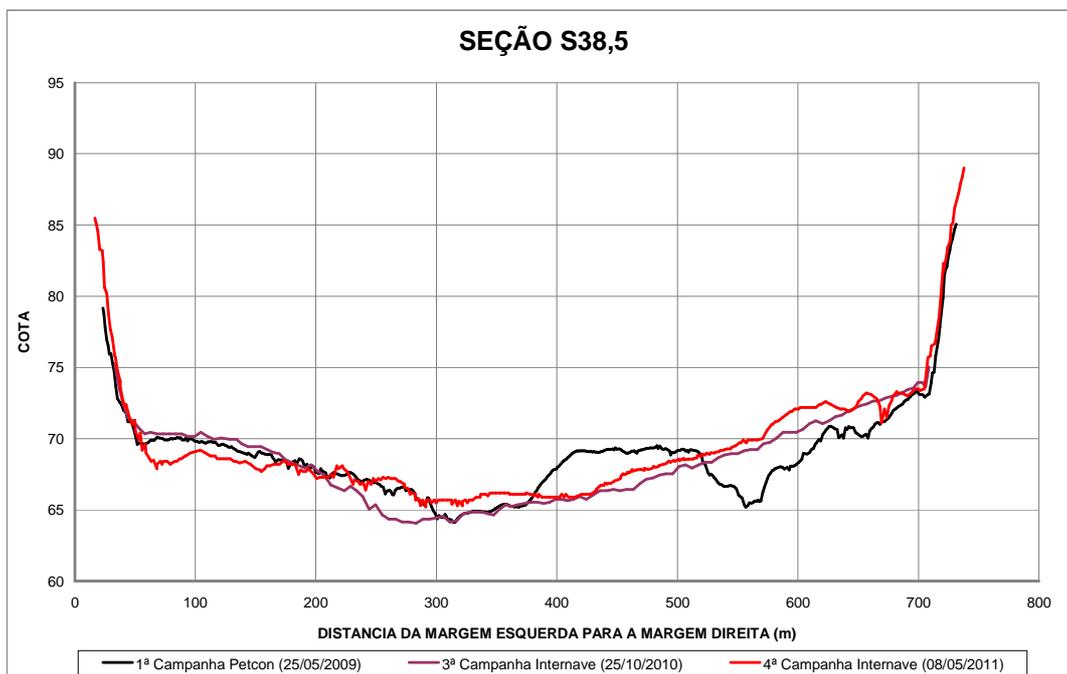


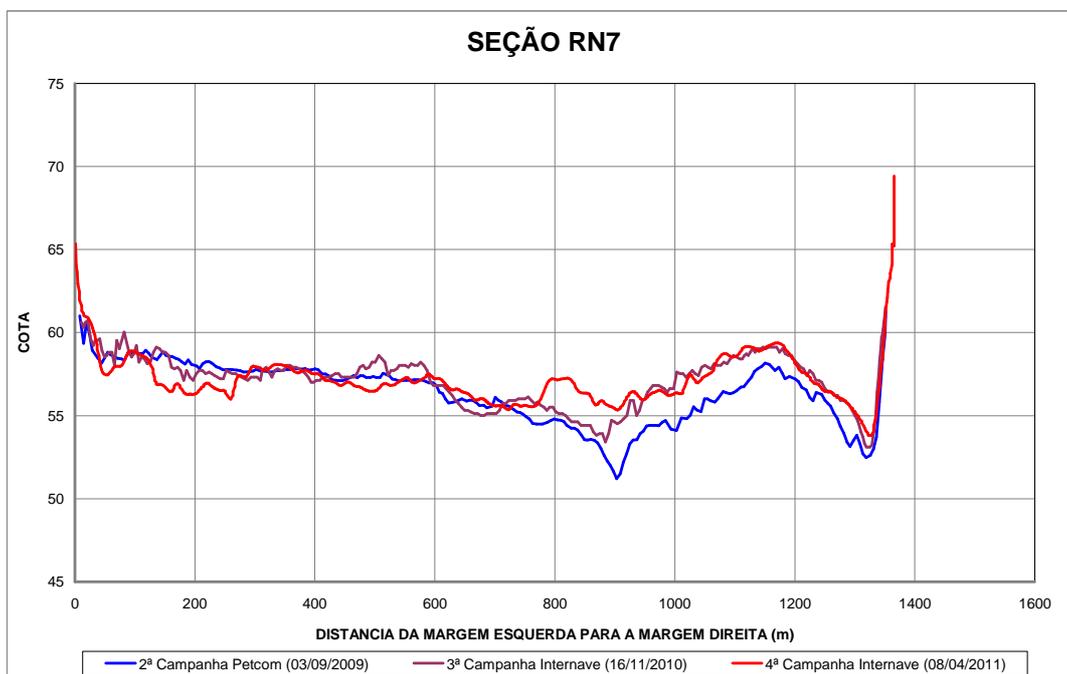
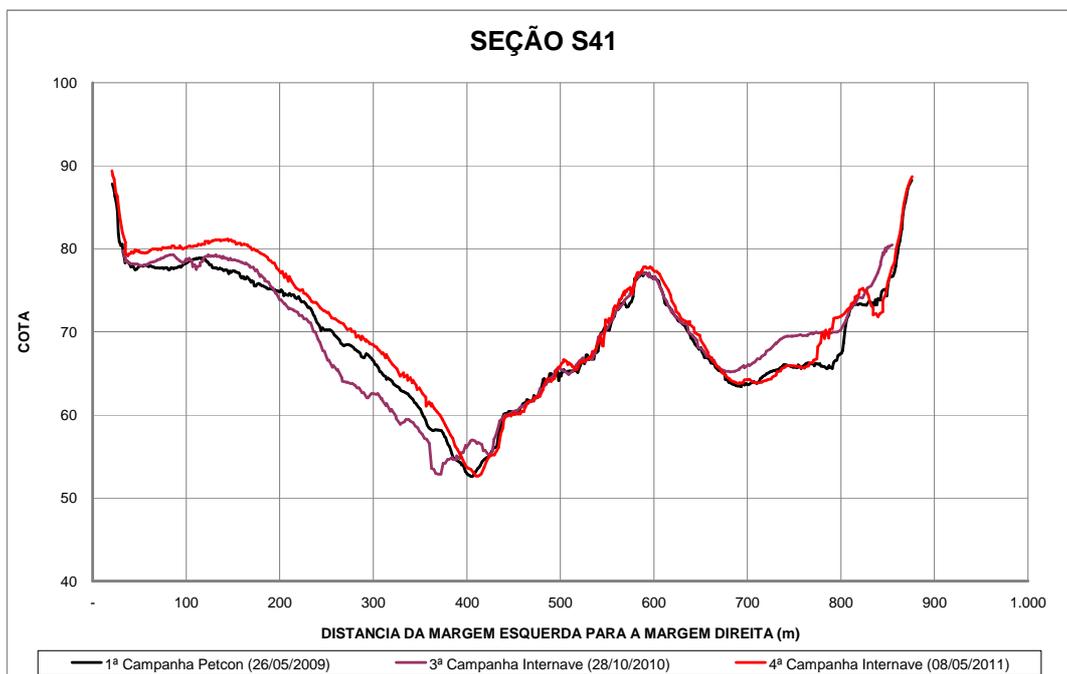


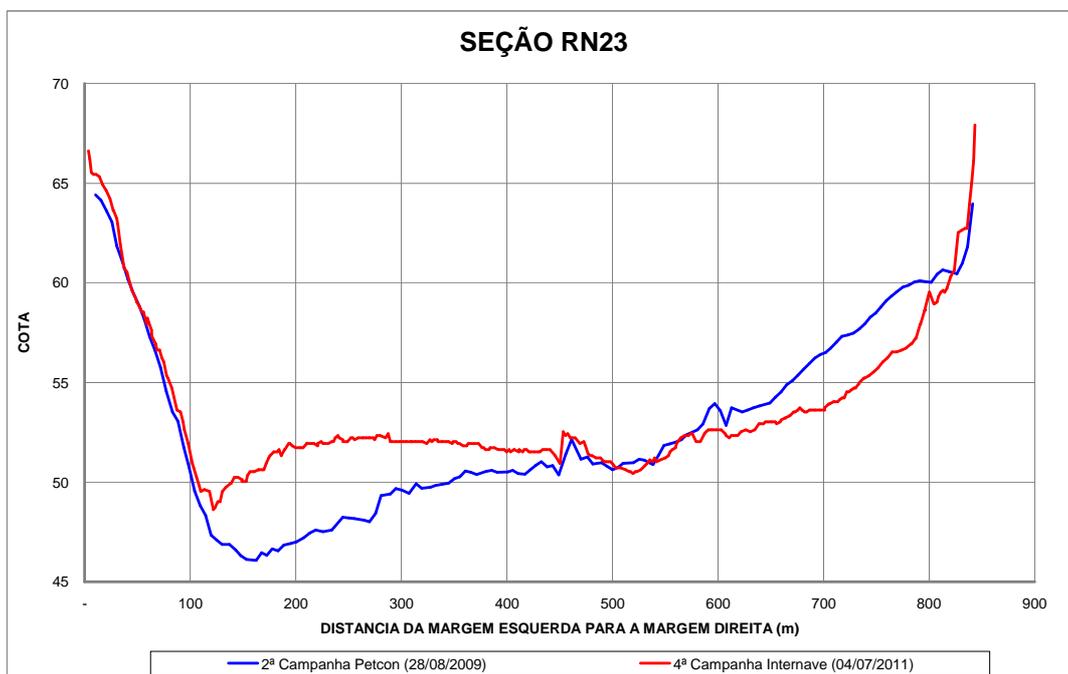
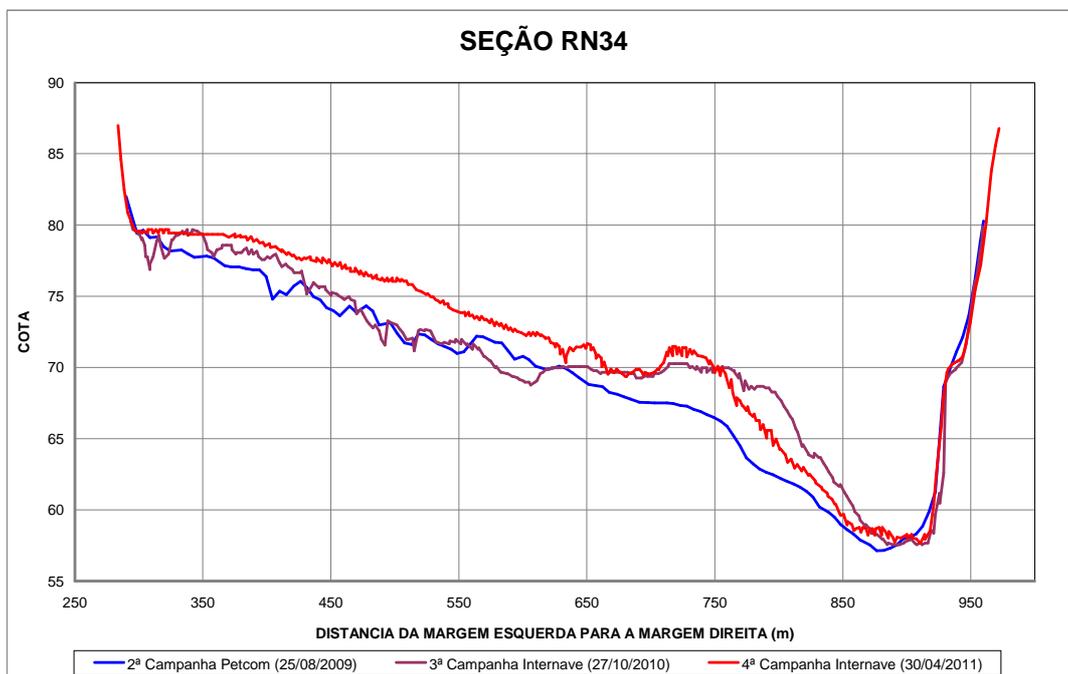


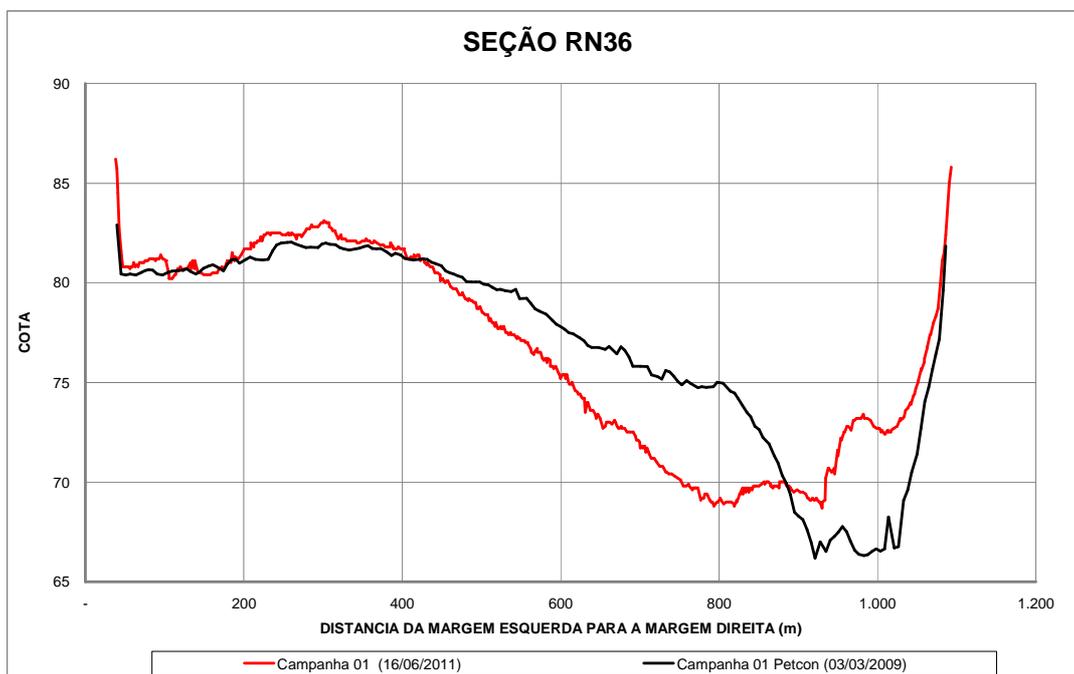
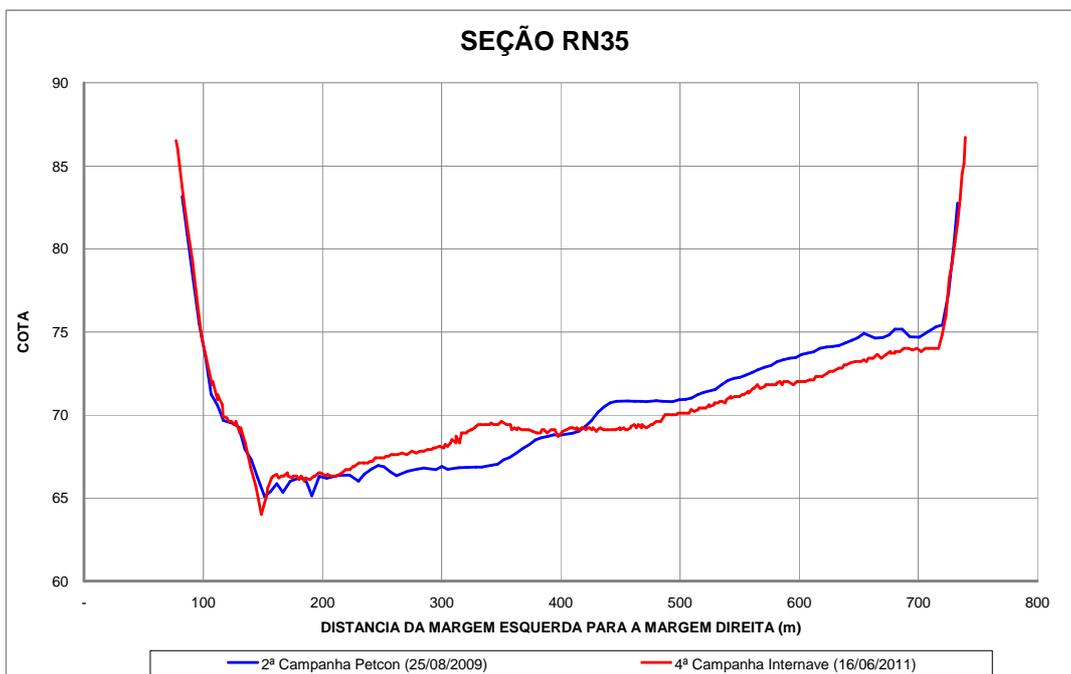


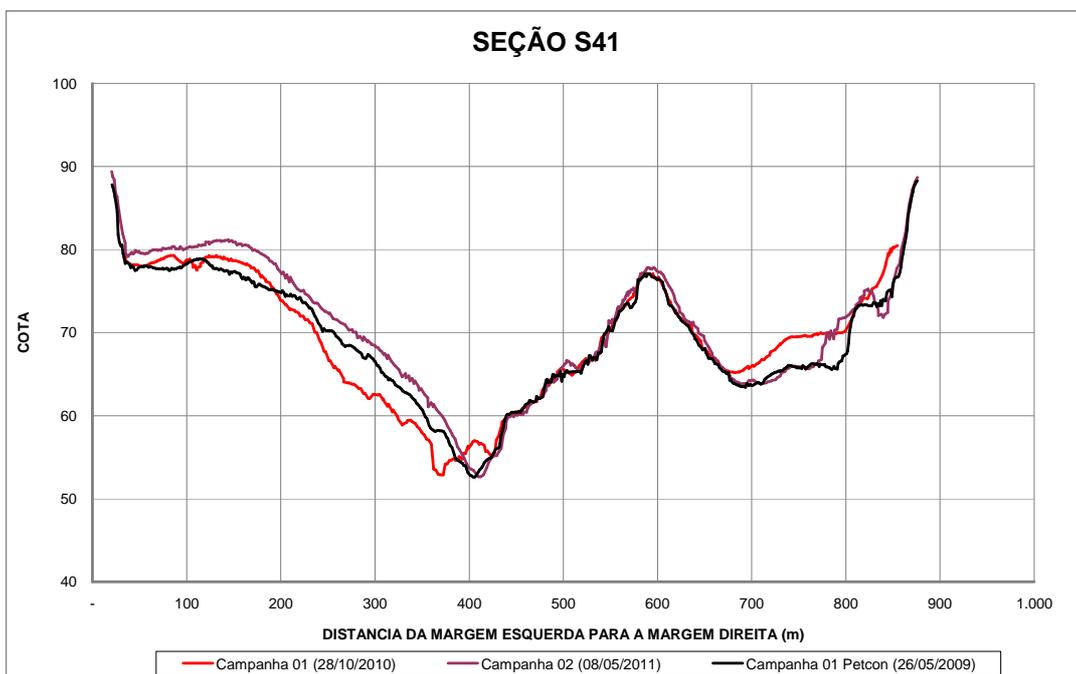
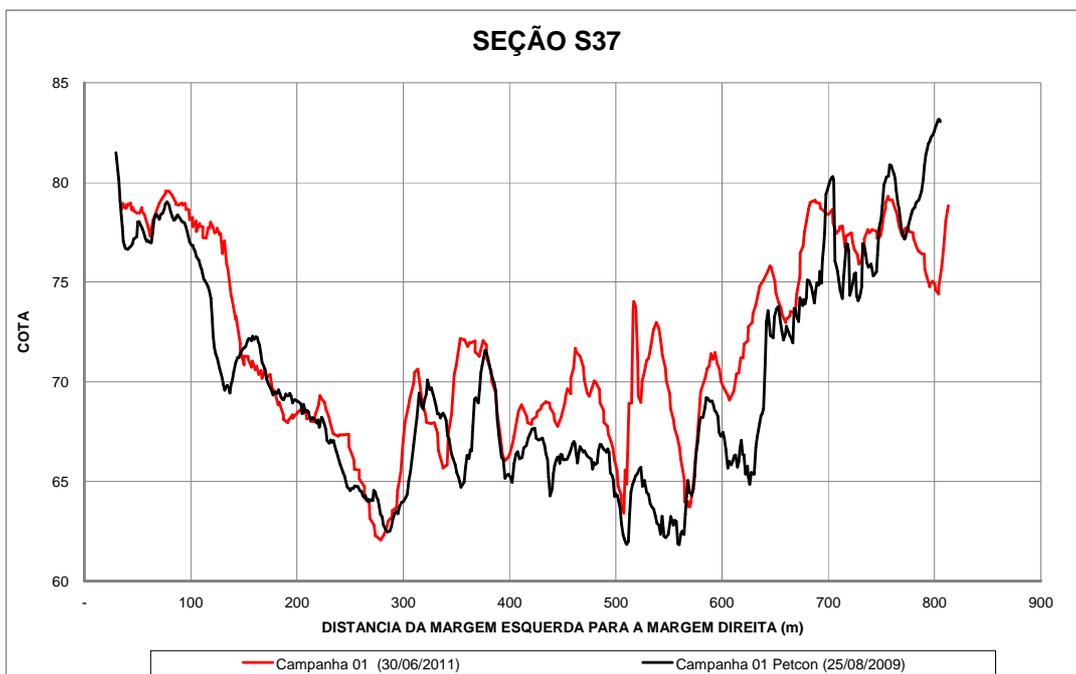


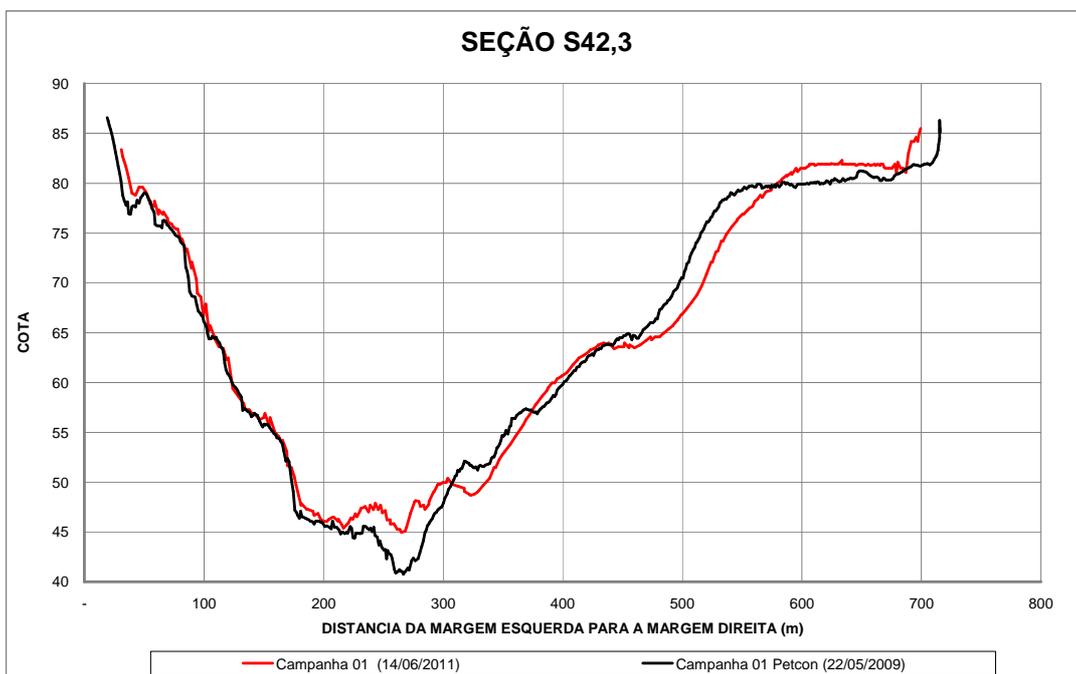
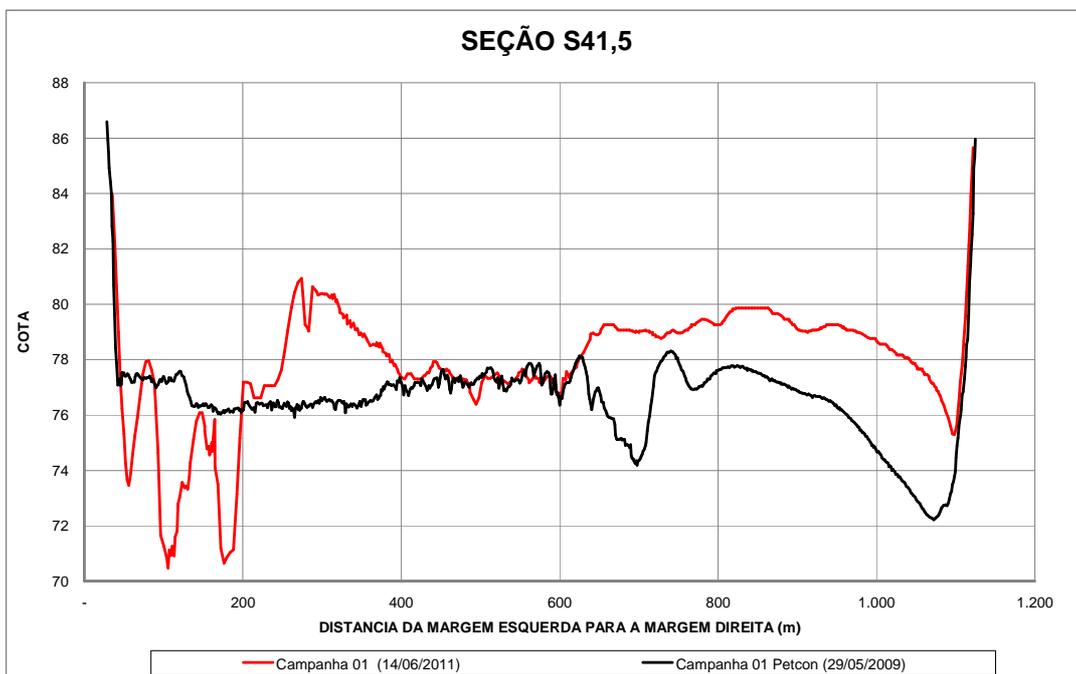


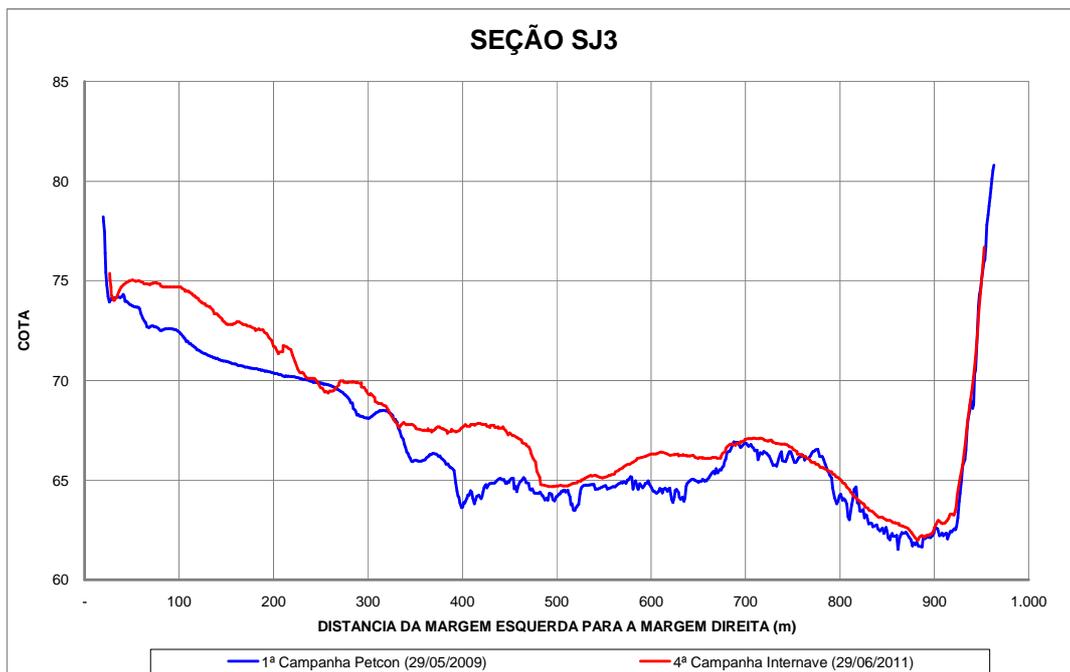
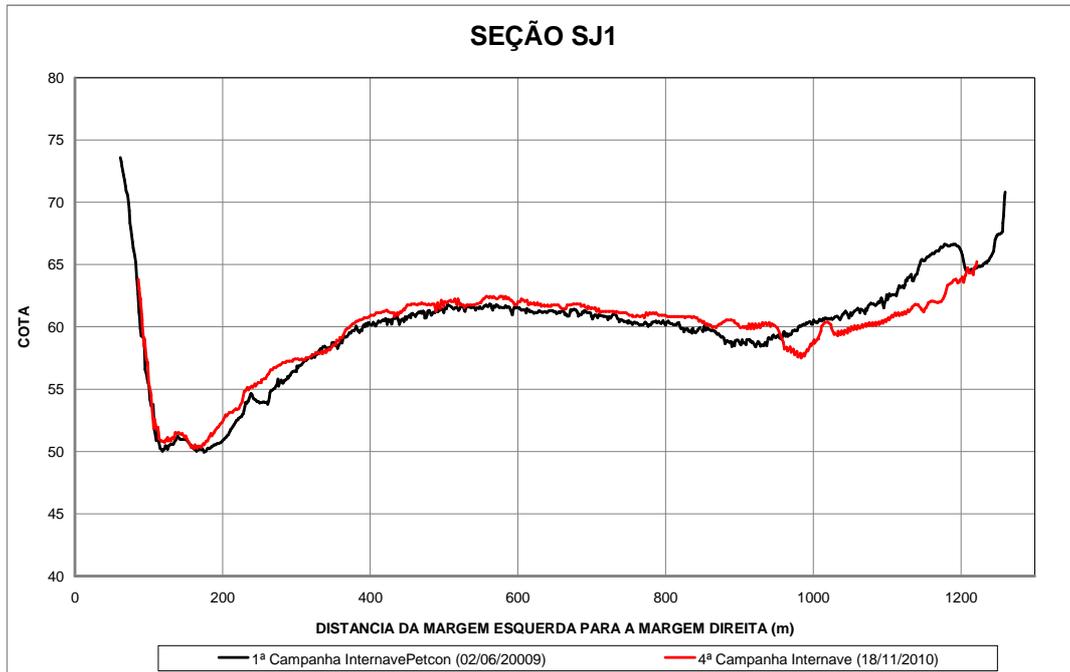


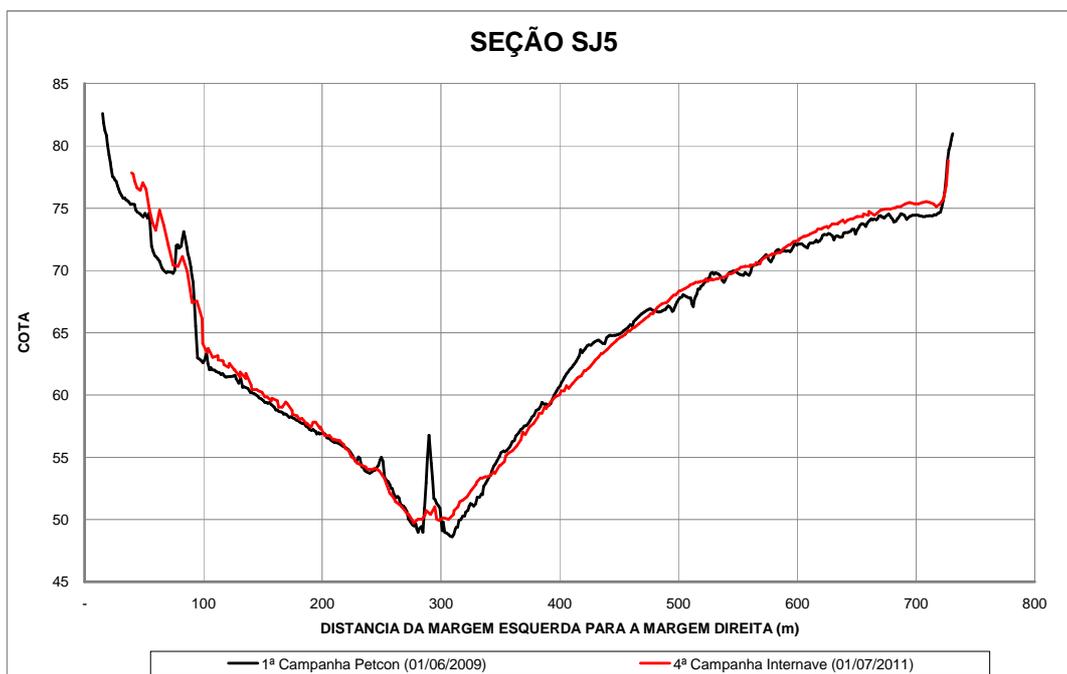
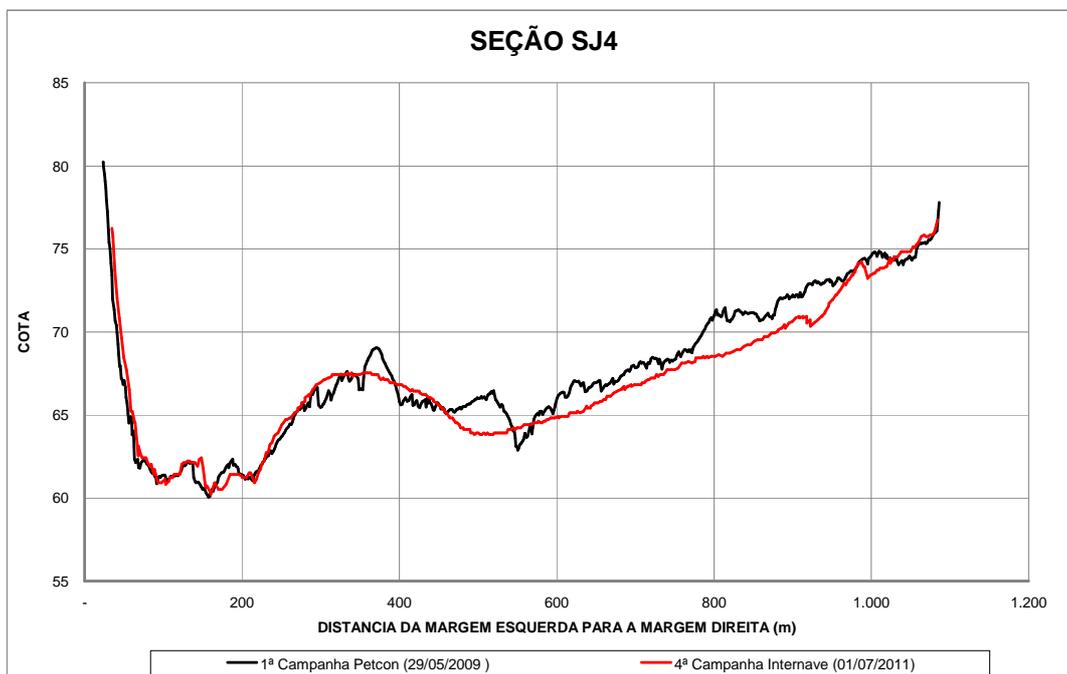


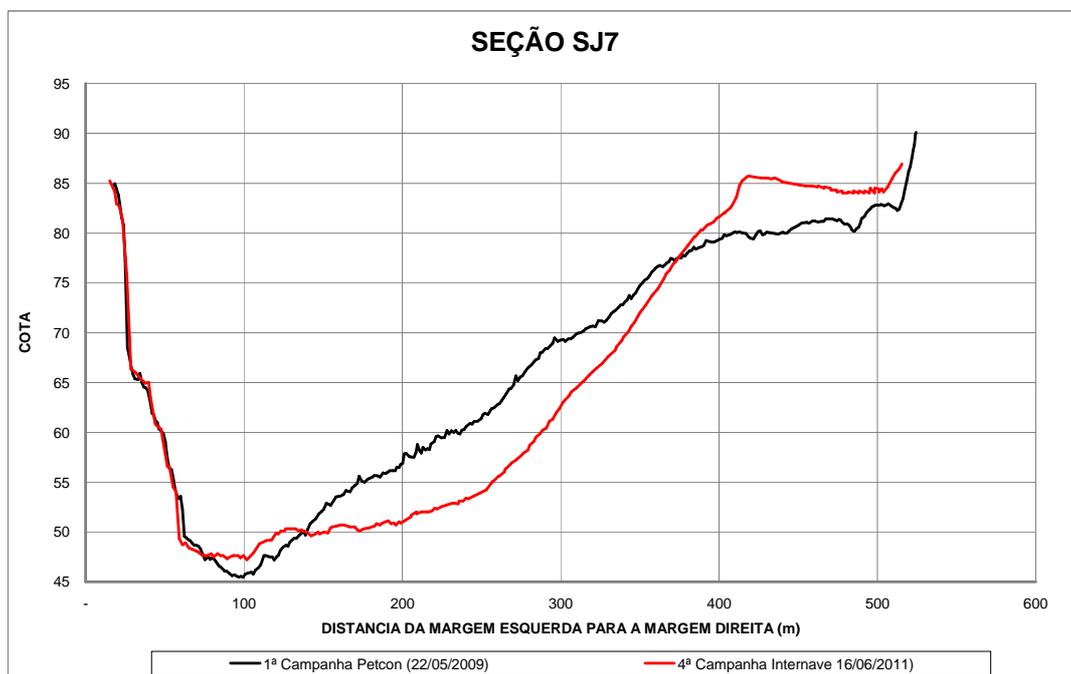
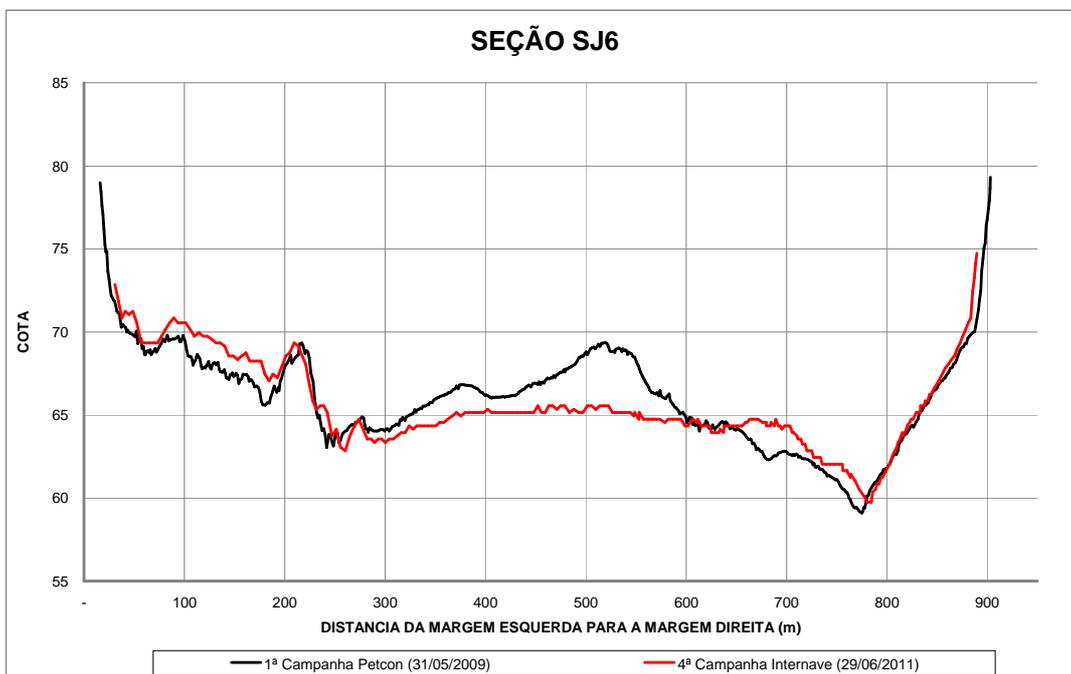


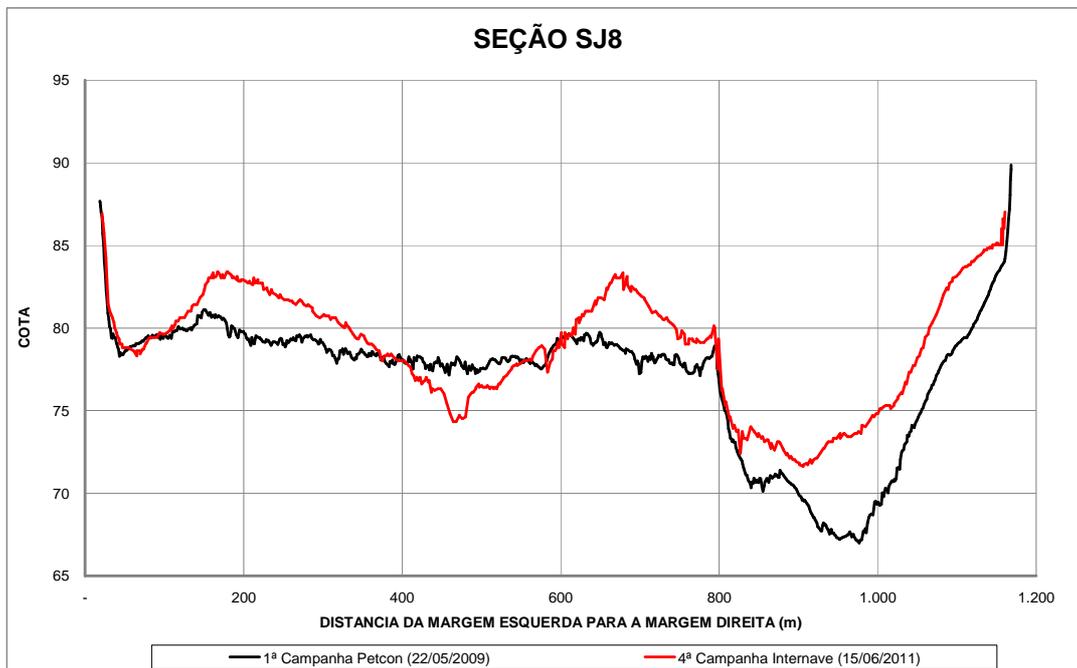












5 Indicadores

Conforme previsto no PBA, dos indicadores a serem acompanhados pelo Programa citam-se as medições de descarga líquida e sólida nos postos de observação, as avaliações dos volumes de sedimentos afluentes e a modificação do volume do reservatório, a avaliação de retenção de sedimentos e resultados das modelagens.

No âmbito do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, foram realizadas até o momento 657 campanhas de medições de descarga líquida e 645 campanhas de medição de descarga sólida contemplando o período de junho de 2009 a fevereiro de 2012.

Neste período as medições foram realizadas nas estações fluviométricas pertencentes à rede básica estabelecida para o Programa, a saber: Abunã, Porto, Palmeiral e Jusante Rio Beni, ambas no rio Madeira e Morada Nova Jusante e Guajará-Mirim, localizadas nos rios Abunã e Mamoré.

Os parâmetros de volume de sedimento afluentes, a modificação do volume do reservatório e a retenção de sedimento foram avaliados tanto no modelo físico construído no Instituto SOGREAH e detalhados por meio do modelamento matemático pela COPPE/UFRJ através da aplicação da ferramenta SisBaHiA.

Esta mesma ferramenta avaliou os processos erosivos e deposicionais ocorridos ao longo do reservatório do AHE Jirau para as diferentes condições de operação representadas matematicamente pela composição de sequências de fases de hidrogramas representativos de anos hidrológicos típicos.

6 Interfaces

O Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico foi desenvolvido em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), haja visto que as campanhas de campo foram realizadas utilizando-se da rede de estações existente e mantida por estas entidades.

A estação instalada no Programa (estação Jusante Rio Beni) foi inclusive objeto de cadastro junto a ANA (código: 15318000), fazendo assim parte da rede hidrológica desta agência.

Todos os dados coletados, sejam referentes às campanhas de descargas líquidas como as de sólidas, tanto em suspensão quanto de fundo estarão disponibilizadas para cadastro ao banco da ANA, servindo assim de consulta pública aos usuários interessados.

Ressalta-se também a participação da ANA e da ANEEL na análise e aprovação da rede telemétrica estabelecida para o Programa que será implantada na região do AHE Jirau, no atendimento a Resolução Conjunta nº 3, de 10 de agosto de 2010.

Dado a inter-relação do Programa com outros programas ambientais implantados ao AHE Jirau, cita-se a interface considerada com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, com o Programa de Monitoramento de Pontos Propensos a Instabilização de Encostas e Taludes Marginais, Programa de Monitoramento Limnológico e Programa de Conservação da Ictiofauna.

7 Atendimento ao Cronograma do Programa

O cronograma elaborado e apresentado contempla as atividades definidas e realizadas nos três primeiros anos (36 meses), com destaque ao início das atividades em junho de 2009.

As atividades futuras previstas no Programa as quais serão realizadas em etapas posteriores com duração estimada de 05 (cinco) anos após início de operação do empreendimento também estão identificadas no Cronograma.

Das atividades listadas e identificadas com o status de previsto x realizado, apenas a atividade 1.c não foi realizada dentro do prazo inicialmente previsto. O estabelecimento da rede telemétrica foi feito no início do ano de 2011 e a instalação dos equipamentos, já adquiridos, será iniciada em maio de 2012 com término programado no período seco deste ano hidrológico, de modo a criar condições reais junto aos cursos d'água da região permitindo assim a instalação dos sensores e de todo o sistema no registro e transmissão dos dados em tempo real.

8 Atividades Futuras

As atividades futuras previstas no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico serão realizadas em etapas posteriores, com estimativa para início antes do enchimento do reservatório e com duração definida para um prazo de 5 (cinco) anos após a entrada em operação, conforme preconizado no PBA.

A seguir são listadas e descritas as atividades previstas como metas futuras a serem realizadas no Programa.

- Implantação dos Equipamentos de Aquisição e Transmissão de Dados em Tempo Real

A instalação dos equipamentos de telemetria em 06 (seis) estações fluviométricas selecionadas ainda não foi iniciada, devendo a mesma ter início no mês de maio e terminar no período de estiagem de 2012 quando as águas estão baixas.

- Operação de Estações Fluviométricas

A operação das estações pertencentes à rede básica do Programa continuará a ser feita após o início de operação do AHE Jirau.

- Realização de Medições de Descarga Líquida e Sólida

As campanhas de medições de descarga líquida e sólida continuarão a serem realizadas, dentro de uma periodicidade maior, visando obter informações após a entrada de operação do AHE Jirau, em atendimento a Resolução nº 269/2009 da ANA (monitoramento diário das vazões afluentes, monitoramento diário de vazões turbinadas e vertidas e monitoramento mensal (uma campanha por estação no mês) da descarga sólida a montante e a jusante do reservatório).

- Análises Laboratoriais dos Sedimentos de Fundo e Suspensão

Para a elaboração das análises laboratoriais das medições programadas, após início da operação do empreendimento, será utilizada toda a infraestrutura já montada junto ao Canteiro de Obras (laboratório sedimentológico).

- Levantamento de Seções Topobatimétricas

Como parte dos levantamentos programados na fase futura na operação do aproveitamento em atendimento à Resolução nº 269/2009 da ANA estão programados levantamentos de seções topobatimétricas anualmente de modo a atualizar as estimativas de volume assoreado e a curva cota-área-volume.

- Modelagem Matemática

O modelo matemático hidrodinâmico-sedimentológico (SisBaHiA) aplicado no Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico consiste em uma poderosa ferramenta de avaliação das condições futuras do reservatório do AHE Jirau.

Devido seus recursos, tal ferramenta permite, entre outras, a análise da evolução do comportamento dos sedimentos no corpo hídrico, a identificação de zonas de maior deposição e erosão na região compreendida pelo lago e a avaliação evolutiva da morfologia do curso d'água avaliadas diante das variações das descargas líquidas e sólidas ocasionadas pelo efeito sazonal do rio Madeira.

Dado que o modelo encontra-se elaborado para o estudo, como atividade futura citam-se as seguintes análises a serem elaboradas:

- atualização da base de dados aplicada a modelagem matemática, após início de operação do empreendimento;
- avaliação dos prognósticos evolutivos resultantes das simulações feitas com a ferramenta SisBaHiA repetindo-se os cenários estudados inicialmente visando aferir os resultados alcançados;
- verificação da condição de sedimentação ocasionada no corpo do reservatório, por meio de levantamentos topobatimétricos com atualização da base de dados no modelo e novas simulações hidrodinâmicas-sedimentológicas;
- avaliar os prognósticos de remanso (linha d'água remansada) devido ao reservatório do AHE Jirau, em uma condição futura, após a entrada de operação da usina, visando aferir os resultados alcançados na modelagem matemática atual.

No anexo deste relatório é apresentado às novas proposições de rede de monitoramento da área de influência e do reservatório do AHE Jirau para fase de operação.

9 Conclusões

O Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do AHE Jirau foi elaborado seguindo as premissas estabelecidas no PBA e atendendo as condicionantes específicas ao Programa indicadas na LI nº621/2009 e no Ofício nº 577/2009 – DILIC/IBAMA.

Ao longo da execução do Programa foi possível garantir o atendimento aos objetivos gerais e metas de forma bastante satisfatória.

Importantes contribuições foram dadas pela execução do Programa, principalmente na aplicação inédita de modelos físicos sedimentométricos, no qual permitiu ampliar e estabelecer conhecimentos da distribuição dos sedimentos em corpos hídricos em condições naturais (fase rio) e alterados pela presença de barramentos avaliados de forma sistemática com uso de modelo reduzido.

O desenvolvimento e aplicação de um modelo matemático hidrodinâmico-sedimentométrico aplicado às condições reais levantadas em campo caracteriza um enorme avanço ao planejamento futuro dos aproveitamentos, visto que tal ferramenta estará disponível ao empreendedor e aos órgãos ambientais e permitirá avaliar

condições futuras e tomadas de decisão no tocante ao acompanhamento evolutivo da sedimentação no rio Madeira e no reservatório do AHE Jirau.

O fato do acompanhamento intenso efetuado por meio de campanhas de medições de descargas líquidas e sólidas junto às estações fluviométricas estabelecidas na rede básica ao Programa permitiu ampliar de forma considerável a base de dados e conseqüentemente um maior aprofundamento do conhecimento do comportamento sedimentológico do rio Madeira.

As ações realizadas ao longo do período de implantação do Programa foram decisivas para o sucesso de sua implantação e da conscientização da real necessidade da realização de estudos detalhados referente ao tema sedimento.