

UHE SANTO ANTÔNIO



2ª ETAPA DO PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

**CONSOLIDAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS
HIDROSEDIMENTOLÓGICOS DO RIO MADEIRA SEM RESERVATÓRIO
– JANEIRO DE 2008 A MARÇO DE 2011 –**

RELATÓRIO PARCIAL – R5

PJ0777-X-H41-GR-RL-0005-0A

MAIO/2011

UHE SANTO ANTÔNIO

2ª ETAPA DO PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS E MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO DO RIO MADEIRA E DO FUTURO RESERVATÓRIO DA UHE SANTO ANTÔNIO

CONSOLIDAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS DO RIO MADEIRA SEM RESERVATÓRIO – JANEIRO DE 2008 A MARÇO DE 2011 –

RELATÓRIO PARCIAL – R5

PJ0777-X-H41-GR-RL-0005-0A

MAIO/2011

0A	19/05/2011	EMISSÃO INICIAL	MAS / FBM	EFM	JCS
REV.	DATA	DESCRIÇÃO	ELAB.	VISTO	APROV.

ÍNDICE

<i>Item</i>	<i>Assunto</i>	<i>Página</i>
1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
2.	DADOS UTILIZADOS	4
3.	SERVIÇOS DE CAMPO E LABORATÓRIO	10
3.1.	INSTALAÇÕES DO ESCRITÓRIO, LABORATÓRIO E SALAS DE HIDROMETRIA	11
3.2.	CONTRATAÇÃO E TREINAMENTO DE PESSOAL	11
3.3.	EQUIPAMENTOS DE HIDROSSEDIMENTOMETRIA	11
3.4.	VIATURAS E EMBARCAÇÕES	11
3.5.	INSTRUMENTAL PARA O LABORATÓRIO DE SEDIMENTOMETRIA	13
4.	PROCEDIMENTOS E CONSISTÊNCIA DE DADOS	14
4.1.	OPERAÇÃO DAS ESTAÇÕES	15
4.1.1.	<u>Leitura de Níveis d'água</u>	15
4.1.2.	<u>Medições e Cálculos da Descarga Líquida com Molinete Hidrométrico</u>	15
4.1.3.	<u>Medições da Descarga Líquida com ADCP</u>	16
4.1.4.	<u>Medições da Descarga Sólida</u>	16
4.1.5.	<u>Determinação da Descarga Sólida em Suspensão</u>	17
4.1.6.	<u>Determinação da Descarga Sólida Total</u>	17
4.1.7.	<u>Medições de Sedimentos do Leito</u>	18
4.1.8.	<u>Distribuição Granulométrica do Material do Leito</u>	19
4.2.	ANÁLISES DE LABORATÓRIO	19
4.3.	CONSISTÊNCIA DE DADOS	19
4.3.1.	<u>Medições da Descarga Sólida</u>	19
4.3.2.	<u>Medições da Descarga Líquida com ADCP</u>	20
5.	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA	21
5.1.	Estação Fluviométrica ABUNÃ	23
5.2.	Estação Fluviométrica JUSANTE CALDEIRÃO DO INFERNO	25
5.3.	Estação Fluviométrica PORTO VELHO - ANA	27
5.4.	Estação Fluviométrica SÃO CARLOS	29
5.5.	Estação Fluviométrica HUMAITÁ	31
5.6.	Estação Fluviométrica JACIPARANÁ - VILA	33
5.7.	Estação Fluviométrica Montante JACIPARANÁ	33
6.	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA SÓLIDA	34
6.1.	<u>RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS</u>	35
6.1.1.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA ABUNÃ</u>	36
6.1.2.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JUSANTE CALDEIRÃO DO INFERNO</u>	37

6.1.3.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA PORTO VELHO - ANA</u>	38
6.1.4.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA SÃO CARLOS</u>	39
6.1.5.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA HUMAITÁ</u>	40
6.1.6.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JACIPARANÁ - VILA</u>	41
6.2.	RESULTADOS DE CÁLCULOS DA DESCARGA SÓLIDA	42
6.2.1	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA ABUNÃ</u>	43
6.2.2.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JUSANTE CALDEIRÃO DO INFERNO</u>	44
6.2.3.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA PORTO VELHO - ANA</u>	45
6.2.4.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA SÃO CARLOS</u>	46
6.2.5.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA HUMAITÁ</u>	47
6.2.6.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JACIPARANÁ - VILA</u>	48
7.	ESTUDOS HIDROSSEDIMENTOLÓGICOS BÁSICOS	49
7.1.	CURVAS-CHAVE DE DESCARGA LÍQUIDA	50
7.1.1.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA ABUNÃ</u>	50
7.1.2.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JUSANTE CALDEIRÃO DO INFERNO</u>	52
7.1.3.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA PORTO VELHO - ANA</u>	53
7.1.4.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA SÃO CARLOS</u>	55
7.1.5.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA HUMAITÁ</u>	56
7.1.6.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JACIPARANÁ - VILA</u>	58
7.2.	CURVAS-CHAVE DE DESCARGA SÓLIDA	58
7.2.1.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA Abunã</u>	59
7.2.2.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA Jusante Caldeirão do Inferno</u>	61
7.2.3.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA Porto Velho - ANA</u>	62
7.2.4.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA São Carlos</u>	64
7.2.5.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA Humaitá</u>	65
7.2.6.	<u>ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA Jaciparaná - Vila</u>	67
7.3.	SÉRIES DE DESCARGAS SÓLIDAS	69
7.4.	GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO E DO LEITO	80
7.5.	ANÁLISE DO CONTEÚDO DE AREIA NA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO	83
7.6.	CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA SUPERFÍCIE DO ESCOAMENTO	84
7.7.	DETALHAMENTO DAS CURVAS DE DESCARGA SÓLIDA	86
7.7.1.	<u>CARACTERIZAÇÃO DAS CURVAS-CHAVE DE SEDIMENTOS POR FAIXA GRANULOMÉTRICA</u>	86
7.7.2.	<u>CARACTERIZAÇÃO DOS PERÍODOS DE ENCHENTE E VAZANTE NAS CURVAS DE DESCARGA SÓLIDA</u>	86
7.8.	CURVA DE PERMANÊNCIA DA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO	91
8.	AVALIAÇÃO DA PASSAGEM DE TRONCOS EM PORTO VELHO / RIO MADEIRA	94
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
10.	ANEXOS (Anexo II a Anexo V disponíveis apenas em meio digital)	110
10.1	ANEXO I – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO	

- 10.2 ANEXO II – LEITURAS DE RÉGUA DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS**
- 10.3 ANEXO III – ENSAIOS DE LABORATÓRIO DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO EM SUSPENSÃO**
- 10.4 ANEXO IV – ENSAIOS DE LABORATÓRIO DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO DO LEITO**
- 10.5 ANEXO V – CÁLCULO DA DESCARGA SÓLIDA DE SEDIMENTOS SEGUNDO O MÉTODO DE EINSTEIN MODIFICADO**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 2.1.
Estações fluviométricas com medição de descarga líquida e sólida do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira
- Tabela 2.2.
Estações fluviométricas com leitura de régua do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira
- Tabela 2.3.
Medições de descarga líquida e descarga sólida realizadas no contexto do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira (1ª e 2ª Etapas)
- Tabela 2.4.
Disponibilidade de dados de leituras de réguas nas estações fluviométricas do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira
- Tabela 5.1.
Resumo das medições com molinete em Abunã
- Tabela 5.2.
Resumo das medições com ADCP em Abunã
- Tabela 5.3.
Resumo das medições com molinete em Jusante Caldeirão do Inferno
- Tabela 5.4.
Resumo das medições com ADCP em Jusante Caldeirão do Inferno
- Tabela 5.5.
Resumo das medições com molinete em Porto Velho - ANA
- Tabela 5.6.
Resumo das medições com ADCP em Porto Velho - ANA
- Tabela 5.7.
Resumo das medições com molinete em São Carlos
- Tabela 5.8.
Resumo das medições com ADCP em São Carlos
- Tabela 5.9.
Resumo das medições com molinete em Humaitá
- Tabela 5.10.
Resumo das medições com ADCP em Humaitá
- Tabela 5.11.
Resumo das medições com molinete em Jaciparaná – Vila
- Tabela 5.12.
Resumo das medições com molinete em Montante Jaciparaná

- Tabela 6.1.
Resumo das análises do sedimento em suspensão e do leito em Abunã
- Tabela 6.2.
Resumo das análises do sedimento em suspensão e do leito em Jusante Caldeirão do Inferno
- Tabela 6.3.
Resumo das análises do sedimento em suspensão e do leito em Porto Velho - ANA
- Tabela 6.4.
Resumo das análises do sedimento em suspensão e do leito em São Carlos
- Tabela 6.5.
Resumo das análises do sedimento em suspensão e do leito em Humaitá
- Tabela 6.6.
Resumo das análises do sedimento em suspensão e do leito em Jaciparaná - Vila
- Tabela 6.7.
Resumo do cálculo da descarga sólida em Abunã pelo Método Modificado de Einstein
- Tabela 6.8.
Resumo do cálculo da descarga sólida em Jusante Caldeirão do Inferno pelo Método Modificado de Einstein
- Tabela 6.9.
Resumo do cálculo da descarga sólida em Porto Velho - ANA pelo Método Modificado de Einstein
- Tabela 6.10.
Resumo do cálculo da descarga sólida em São Carlos pelo Método Modificado de Einstein
- Tabela 6.11.
Resumo do cálculo da descarga sólida em Humaitá pelo Método Modificado de Einstein
- Tabela 6.12.
Resumo do cálculo da descarga sólida em Jaciparaná – Vila pelo Método Modificado de Einstein
- Tabela 7.1.
Série de descarga sólida em suspensão em Abunã (t/dia)
- Tabela 7.2.
Série de descarga sólida total em Abunã (t/dia)
- Tabela 7.3.
Série de descarga sólida em suspensão em Jusante Caldeirão do Inferno (t/dia)
- Tabela 7.4.
Série de descarga sólida total em Jusante Caldeirão do Inferno (t/dia)
- Tabela 7.5.
Série de descarga sólida em suspensão em Porto Velho - ANA (t/dia)

- Tabela 7.6.
Série de descarga sólida total em Porto Velho - ANA (t/dia)
- Tabela 7.7.
Série de descarga sólida em suspensão em São Carlos (t/dia)
- Tabela 7.8.
Série de descarga sólida total em São Carlos (t/dia)
- Tabela 7.9.
Série de descarga sólida em suspensão em Humaitá (t/dia)
- Tabela 7.10.
Série de descarga sólida total em Humaitá (t/dia)
- Tabela 7.11.
Granulometria média dos sedimentos em suspensão
- Tabela 7.12.
Granulometria média dos sedimentos do leito
- Tabela 7.13.
Diâmetros característicos médios dos sedimentos do leito
- Tabela 7.14.
Amostras Coletadas na Superfície do Escoamento nas Estações do Rio Madeira
- Tabela 8.1.
Variação do nível d'água e vazão média durante as campanhas de observação de troncos em Abunã
- Tabela 8.2.
Variação do nível d'água e vazão média durante as campanhas de observação de troncos em Porto Velho
- Tabela 8.3.
Quantidade de troncos observados desde cada margem em Abunã
- Tabela 8.4.
Quantidade de troncos observados desde cada margem em Porto Velho
- Tabela 8.5.
Quantidade média diária estimada de troncos em Abunã
- Tabela 8.6.
Quantidade média diária estimada de troncos em Porto Velho

LISTA DE FIGURAS

- **Figura 3.1.**
Equipamentos, viaturas e embarcações adquiridos para os serviços do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico
- **Figura 4.1.**
Amostrador de sedimento em suspensão, modelo AMS-8 (saca)
- **Figura 4.2.**
Amostrador de sedimento em suspensão, modelo D-49
- **Figura 4.3.**
Amostrador de sedimentos do leito US BM-54
- **Figura 4.4.**
Amostrador de sedimentos do leito do tipo de raspagem horizontal
- **Figura 7.1.**
Distribuição temporal das medições de descarga líquida em Abunã
- **Figura 7.2.**
Medições de descarga líquida em Abunã
- **Figura 7.3.**
Distribuição temporal das medições de descarga líquida em Jusante Caldeirão do Inferno
- **Figura 7.4.**
Medições de descarga líquida em Jusante Caldeirão do Inferno
- **Figura 7.5.**
Distribuição temporal das medições de descarga líquida em Porto Velho
- **Figura 7.6.**
Medições de descarga líquida em Porto Velho
- **Figura 7.7.**
Distribuição temporal das medições de descarga líquida em São Carlos
- **Figura 7.8.**
Medições de descarga líquida em São Carlos
- **Figura 7.9.**
Distribuição temporal das medições de descarga líquida em Humaitá
- **Figura 7.10.**
Medições de descarga líquida em Humaitá
- **Figura 7.11.**
Distribuição temporal das medições de descarga líquida em Jaciparaná (Vila)
- **Figura 7.12.**
Curva-chave de descarga sólida em suspensão em Abunã

- **Figura 7.13.**
Curva-chave de descarga sólida total em Abunã

- **Figura 7.14.**
Curva-chave de descarga sólida em suspensão em Jusante Caldeirão do Inferno

- **Figura 7.15.**
Curva-chave de descarga sólida total em Jusante Caldeirão do Inferno

- **Figura 7.16.**
Curva-chave de descarga sólida em suspensão em Porto Velho - ANA

- **Figura 7.17.**
Curva-chave de descarga sólida total em Porto Velho - ANA

- **Figura 7.18.**
Curva-chave de descarga sólida em suspensão em São Carlos

- **Figura 7.19.**
Curva-chave de descarga sólida total em São Carlos

- **Figura 7.20.**
Curva-chave de descarga sólida em suspensão em Humaitá

- **Figura 7.21.**
Curva-chave de descarga sólida total em Humaitá

- **Figura 7.22.**
Curva-chave de descarga sólida em suspensão em Jaciparaná - Vila

- **Figura 7.23.**
Curva-chave de descarga sólida total em Jaciparaná - Vila

- **Figura 7.24.**
**Variação mensal da descarga sólida total em Abunã, Porto Velho - ANA e Humaitá
Período 1977-1989, 1995-1997, 2002, 2005-2010**

- **Figura 7.25.**
Variação anual da descarga sólida total em Abunã, Porto Velho - ANA e Humaitá

- **Figura 7.26.**
Granulometria média dos sedimentos em suspensão

- **Figura 7.27.**
Granulometria média dos sedimentos do leito

- **Figura 7.28.**
**Variação Temporal do Conteúdo de Areia na Descarga Sólida em Suspensão nas Estações
Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, Porto Velho, São Carlos e Humaitá**

- **Figura 7.29.**
**Relação entre a Concentração de Sedimentos em Suspensão na Superfície do Escoamento
e a Concentração Média de Sedimentos em Suspensão na Seção Transversal na Estação
Abunã**

- **Figura 7.30.**
Relação entre a Concentração de Sedimentos em Suspensão na Superfície do Escoamento e a Concentração Média de Sedimentos em Suspensão na Seção Transversal na Estação Porto Velho - ANA
- **Figura 7.31.**
Curvas-Chave de Descarga Sólida em Suspensão por Faixa Granulométrica na Estação Porto Velho - ANA
- **Figura 7.32.**
Curvas-Chave de Descarga Sólida em Suspensão por Faixa Granulométrica nas Estações Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, São Carlos e Humaitá
- **Figura 7.33.**
Relação entre a Descarga Líquida e Sólida em Suspensão para os Períodos de Enchente e Vazante em Abunã
- **Figura 7.34.**
Relação Entre a Descarga Líquida e Sólida em Suspensão para os Períodos de Enchente e Vazante em Porto Velho - ANA
- **Figura 7.35.**
Avaliação do Desempenho da Curva de Descarga Sólida em Suspensão (curva única) na Estação Porto Velho - ANA
- **Figura 7.36.**
Avaliação do Desempenho das Curvas de Descarga Sólida em Suspensão para os Períodos de Enchente e Vazante na Estação Porto Velho - ANA
- **Figura 7.37.**
Curva de Permanência da Descarga Sólida em Suspensão do Rio Madeira nas Estações de Abunã, Porto Velho e Humaitá
- **Figura 7.38.**
Frequência Acumulada da Descarga Sólida em Suspensão do Rio Madeira nas Estações de Abunã, Porto Velho e Humaitá
- **Figura 8.1.**
Localização da seção de controle de troncos em Porto Velho
- **Figura 8.2.**
Localização da seção de controle de troncos em Abunã
- **Figura 8.3.**
Distribuição Temporal das Campanhas de Observação de Troncos em Porto Velho
- **Figura 8.4.**
Baixa Visibilidade Durante Contagem de Troncos em Agosto/2010 em Porto Velho
- **Figura 8.5.**
Variação Sazonal da Quantidade de Troncos no Rio Madeira em Porto Velho
- **Figura 8.6.**
Troncos Retidos na Margem do Rio Madeira durante o Período de Vazante

**- Figura 8.7.
Comparação da Quantidade Total de Troncos Observados em Abunã e Porto Velho**

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em 25 de maio de 2010, foi celebrado o Contrato CT.DS.PV.023.2010, de Prestação de Serviços de Levantamentos e de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, entre a Santo Antônio Energia S.A e a PCE Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda.

Este contrato tem por objeto a 2ª Etapa do Programa de Levantamentos e de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio iniciada em 1º de maio de 2010, em continuidade à 1ª Etapa do Programa, concluída em 30 de abril de 2010, de acordo com o Termo Aditivo ao contrato CT.DS.SP.002.2009, firmado em 18 de março de 2010.

As atividades realizadas no âmbito da 2ª Etapa do Programa estão agrupadas de acordo com as Metas constantes do Projeto Básico Ambiental da UHE Santo Antônio:

Meta I: Implantação e Operação de Estações Fluviométricas:

- I.2 - Instalação de estação fluviométrica no rio Jaciparaná Montante;
- I.3 - Operação de 8 estações da Rede Fluviométrica Básica;
- I.4 - Operação de 8 estações da Rede Fluviométrica Complementar.

Meta II: Realização de Medições de Descarga Líquida e Sólida:

- II.1 - Medições de QL e QS com amostragem integrada na vertical
 - . Nos grandes rios (Madeira);
 - . Nos pequenos cursos d'água (Jaciparaná).
- II.2 - Medições de QL e QS detalhada;
- II.3 - Cálculo das medições de QS e QL

Meta III: Análises Laboratoriais:

- III.1 - Controle, registro e armazenamento das amostras;
- III.2 - Análises: Concentração, granulometria em suspensão e leito.

Meta IV: Levantamento Topobatimétrico e Coleta de Material do Leito para Análise Granulométrica:

- IV.4 - ST e de AG do leito p/ acompanhamento do leito após a implantação do reservatório.

Meta V: Outros Monitoramentos:

- V.5 - Monitorar a evolução dos trechos com margens erodidas ou potencialmente instáveis.

Meta VI: Banco de Dados Hidrossedimentométricos:

- VI.2 - Manutenção (atualização) do Banco de Dados;
- VI.3 - Análise de Consistência de Dados Hidrossedimentológicos.

Meta VII: Caracterização Espacial do Sedimento Transportado pelo Rio Madeira em Condições Naturais:

VII.7 - Caracterização do sedimento ao longo do rio Madeira, de Abunã até Humaitá

Meta VIII: Elaboração de Relatórios:

VIII.1 - Consolidação em relatórios de todos os levantamentos, monitoramentos e análises realizados.

De acordo com o que definem as Atividades VI.3 e VII.1. vem sendo editados relatórios sobre consolidação e análises de consistência dos dados hidrossedimentométricos da bacia do rio Madeira obtidos nas fases anteriores dos estudos e, posteriormente, já no âmbito do Programa, a partir de janeiro de 2008, contendo as principais análises para o estabelecimento de parâmetros hidrossedimentológicos do rio Madeira nas estações operadas pela PCE- Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda.

A fim de facilitar a consulta aos dados hidrossedimentológicos obtidos, os relatórios de consolidação vem incluindo sempre os dados referentes aos períodos anteriores, razão pela qual, em todos eles, o marco inicial é janeiro de 2008.

Até o momento, já foram emitidos os seguintes relatórios de consolidação:

- PJ0697-X-H41-GR-ED-102-0A - Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do Rio Madeira Sem Reservatório - Relatório Parcial - R3 - Junho/2008 - referente a dados até dezembro de 2007, anteriores ao Programa de Monitoramento;
- PJ0697-X-H41-GR-RL-003-0A - Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do Rio Madeira Sem Reservatório - Relatório Parcial - R5 - Dezembro/2009 - referente a dados de Janeiro de 2008 a Julho de 2009;
- PJ0697-X-H41-GR-RL-005-0A - Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do Rio Madeira Sem Reservatório - Relatório Final – R8 - Julho/2010 - referente a dados de Janeiro de 2008 a Abril de 2010;

O presente relatório apresenta a consolidação e análise dos dados hidrossedimentológicos do rio Madeira de Janeiro de 2008 a março de 2011.

2. DADOS UTILIZADOS

No relatório PJ0697-X-H41-GR-ED-102-0A, emitido em Junho/2008, foi realizada a consolidação e análise dos dados hidrossedimentológicos do Rio Madeira na condição sem reservatório, considerando fundamentalmente os dados levantados na fase de Viabilidade.

Posteriormente, foram emitidos os relatórios PJ0697-X-H41-GR-RL-003-0A, em Dezembro/2009, e PJ0697-X-H41-GR-RL-005-0A, em Julho/2010, onde é realizada, respectivamente, a consolidação Parcial e Final de todos os dados observados e das medições de descargas líquidas e sólidas realizadas no âmbito do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, cuja 1ª etapa foi iniciada em fevereiro de 2008, por meio da contratação da PCE – Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda e concluída em 30 de abril de 2010.

Naqueles documentos foram considerados basicamente os dados hidrossedimentométricos disponíveis nas estações da rede hidrometeorológica operada hoje pela Agência Nacional de Águas (ANA), e anteriormente pelo extinto Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), no rio Madeira em Porto Velho e Abunã e no rio Mamoré em Guajará-Mirim, nas quais foram realizadas medições complementares de descargas líquidas, sólidas em suspensão e coletas de material do leito por Furnas Centrais Elétricas / Construtora Norberto Odebrecht (FURNAS / CNO), no âmbito dos estudos dos aproveitamentos hidrelétricos de Santo Antônio e Jirau, e a partir de 2008 pela empresa PCE Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. Todas essas informações, bem como a disponibilidade dos dados de interesse foram apresentadas nos relatórios citados.

A 2ª etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio programa teve início em maio de 2010 com a celebração de novo contrato. Neste sentido, o presente Relatório trata da Consolidação e Análise Parcial dos dados observados e das medições de descargas líquidas e sólidas realizadas no âmbito da 2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, no período de Jan/2008 a Mar/2011.

As conhecidas dificuldades para a realização de serviços de hidrossedimentometria em rios do porte do Madeira e para o envio e análise das amostras de sedimentos provenientes das medições de descarga sólida em laboratórios distantes da região, assim como a escassa disponibilidade de empresas e profissionais capacitados em executar esses serviços, levou os empreendedores da UHE Santo Antônio a optarem pela implantação, em Porto Velho, de toda a estrutura de pessoal, equipamentos e apoio necessários à execução direta dos serviços pela PCE – Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda.

Em razão desses fatos, o início efetivo dos serviços de campo, com as instalações e re-instalações de estações aconteceu em setembro de 2008 e as medições de descargas líquidas e sólidas, bem como as coletas de material de fundo para análise granulométrica, em março de 2009, em função do tempo despendido na contratação dos serviços e principalmente nas aquisições dos equipamentos, veículos e embarcações necessários.

Assim, atendendo as determinações do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, foram considerados os dados de leituras de réguas e de medições de descargas líquidas e sólidas nas estações listadas a seguir, na Tabela 2.1. Cabe destacar que no mês de março foi instalada no rio Jaciparaná uma nova estação fluviométrica denominada MONTANTE JACIPARANÁ, situada a 68 km da confluência com o rio Madeira (no limite da influência do remanso do reservatório da UHE Santo Antônio). Desta forma, na estação denominada Jaciparaná (Vila) as medições de descarga líquida e sólida serão suspensas, visto que nos próximos meses a região será alagada com o enchimento do reservatório.

Tabela 2.1.
Estações Fluviométricas com Medição de Descarga Líquida e Sólida do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira

Nome da Estação	Rio	Coordenadas UTM		Cota Zero (m)	Operador	Data da Instalação
		Norte (m)	Este (m)			
Abunã	Madeira	8926370	240512	74,65	ANA / PCE	*
Jusante Caldeirão do Inferno **	Madeira	8982304	323362	54,23	PCE	31/7/2009
Porto Velho **	Madeira	9032851	399179	43,00	ANA / PCE	*
São Carlos	Madeira	9066528	444077	38,40	PCE	19/9/2008
Humaitá	Madeira	9170426	497816	24,65	ANA / PCE	*
Jaciparaná-Vila **	Jaciparaná	8975978	346143	62,87	PCE	---
Montante Jaciparaná	Jaciparaná	8949448	348391	***	PCE	25/03/2011

* Estações instaladas por outras entidades.

** A cota do zero da régua foi corrigida a partir de novas informações altimétricas dos marcos do IBGE.

*** A estação possui marcos, porém não há réguas instaladas no local. As medições são relacionadas ao nível d'água (NA).

Além dessas estações, foram também considerados neste trabalho, os dados de leituras de régua referentes às novas estações instaladas (ou re-instaladas) em pontos notáveis do rio Madeira entre o eixo da UHE Jirau e Humaitá e no rio Jaciparaná, com o objetivo de subsidiar a modelagem matemática hidrossedimentológica unidimensional e bidimensional, e os estudos de remanso, previsão de vazões e níveis da UHE e de modelagem física (modelo reduzido). Estão também incluídas as leituras de réguas dos postos instalados para apoio aos trabalhos desenvolvidos no projeto executivo da UHE Santo Antônio, conforme a Tabela 2.2.

Maiores informações acerca das estações fluviométricas listadas nas tabelas foram apresentadas em relatório específico emitido em Setembro de 2010 - Instalação e Operação de Estações Fluviométricas no Rio Madeira - Relatório de Atualização / R2 - PJ0777-X-H41-GR-RL-0001-0A, contendo a ficha descritiva de cada posto. A localização das estações fluviométricas listadas nas Tabelas 2.1 e 2.2 apresenta-se no desenho PJ0697-Z-H41-GR-DE-101-R2, no ANEXO I.

Tabela 2.2.
Estações Fluviométricas com Leitura de Régua do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira

Nome da Estação	Rio	Coordenadas UTM		Cota Zero (m)	Operador	Data da Instalação
		Norte (m)	Este (m)			
Guajará Mirim *	Mamoré	8805961	243326	109,29	ANA / PCE	---
Cachoeira Jirau Jusante	Madeira	8969207	312225	---	PCE	22/10/2008
Cach. Cald. Inferno Montante	Madeira	8974232	315586	---	PCE	21/10/2008
Cach. Cald. Inferno Jusante	Madeira	8976242	319427	---	PCE	17/10/2008
Foz do Rio Jaciparaná **	Madeira	8985020	349022	54,91	PCE	15/10/2008
Cach. do Morrinho Montante **	Madeira	9002670	366277	54,00	PCE	12/10/2008
Cach. do Morrinho Jusante **	Madeira	9004736	372421	53,20	PCE	8/10/2008
Pedral Jusante (Φ)	Madeira	9008470	382182	52,84	PCE	11/10/2008
Cach. Teotônio Montante II (Φ)	Madeira	9016308	380769	51,02	PCE	14/10/2008
Cach. Teotônio Montante **	Madeira	9020215	383057	52,07	PCE	12/9/2008
Cachoeira Teotônio Jusante **	Madeira	9020227	383346	42,35	PCE	11/9/2008
Régua 4 **	Madeira	9024456	392343	40,52	PCE	8/9/2008
Régua 11 **	Madeira	9026028	393071	39,46	PCE	2/11/2008
Régua 1 **	Madeira	9027361	392594	43,06	PCE	5/9/2008
Régua 10 **	Madeira	9026852	393964	39,46	PCE	14/1/2009
Régua 5 **	Madeira	9027542	394572	40,40	PCE	5/9/2008
Régua 9 **	Madeira	9026334	395002	38,92	PCE	2/11/2008
Régua 6 **	Madeira	9027243	395260	40,66	PCE	2/9/2008
Régua 2 **	Madeira	9027543	395890	41,22	PCE	1/9/2008
Régua 3 **	Madeira	9026506	396292	40,78	PCE	3/9/2008
Régua 7 **	Madeira	9029102	397739	42,89	PCE	5/9/2008
Régua 8 **	Madeira	9027152	396953	39,53	PCE	1/11/2008
Cujubim *	Madeira	9050760	418771	42,29	PCE	17/09/2008
Papagaio *	Madeira	9095804	490024	29,67	AHIMOC / PCE	22/09/2008
Jaciparaná (ponte) **	Jaciparaná	8976164	347743	61,51	ANA / PCE	---

* Estações instaladas por outras entidades.

** A cota do zero da régua foi corrigida a partir de novas informações altimétricas dos marcos do IBGE.

(Φ) A determinação da cota do zero da régua é precária, precisando de uma avaliação mais acurada.

Apresenta-se a seguir um resumo básico dos dados obtidos nestas estações no período de janeiro de 2008 a março de 2011, sendo que a Tabela 2.3 apresenta a quantidade de medições de descarga líquida (com molinete e com ADCP) e descarga sólida (amostras em suspensão e do leito) realizadas no contexto do Programa e a Tabela 2.4 mostra a disponibilidade de dados de leituras de réguas nessas estações fluviométricas.

Tabela 2.3.
Medições de Descarga Líquida e Sólida Realizadas no Contexto do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira (1ª e 2ª Etapas)

Nome da Estação	Molinete	ADCP	Amostra de Suspensão	Amostra do Leito
Abunã	21	30	42	38
Jusante Caldeirão do Inferno	39	27	42	37
Porto Velho - ANA	39	28	42	38
São Carlos	38	26	43	39
Humaitá	25	25	42	37
Jaciparaná (vila)	21	-	22	19
Montante Jaciparaná	1	-	1	1
TOTAL	184	136	234	209

Adicionalmente, no ANEXO II apresentam-se as leituras de régua das estações fluviométricas operadas pela PCE no rio Madeira e rio Jaciparaná no âmbito do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico. Neste sentido apresentam-se as leituras diárias de 31 réguas, 8 (oito) das quais se encontram desativadas e outras 10 (dez) serão extintas nos próximos meses, durante o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio. As informações disponíveis neste Anexo foram consistidas preliminarmente, restando para o relatório final do programa de monitoramento realizar uma análise mais aprofundada de cada régua e da correlação entre as leituras das diferentes réguas.

Cabe esclarecer que a régua de Porto Velho - ANA apresenta duas series de leituras diárias independentes, que correspondem aos dados lidos, respectivamente, por um observador da CPRM e um observador da PCE. No anexo apresenta-se também o cotograma com os dados disponíveis em cada estação, sendo que as mesmas estão ordenadas no sentido de montante para jusante, sendo a primeira a localizada em Guajará Mirim e a última em Humaitá.

2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio

**Tabela 2.4.
Disponibilidade de Dados de Leituras de Réguas nas Estações Fluviométricas do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira**

Estação	2008				2009												2010												2011				
	Jan a Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
Humaitá		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Papagaio		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
São Carlos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cujubim		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Porto Velho - CPRM	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Porto Velho - PCE													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-7		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-8				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																					
R-3		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(*)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-6		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
R-9				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-10				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-5		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																			
R-1		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-11				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-4		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cachoeira Teotônio Jusante		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cachoeira Teotônio Montante		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cachoeira Teotônio Montante II			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
Pedral Jusante			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
Cachoeira do Morrinho Jusante			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cachoeira do Morrinho Montante			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Foz do Rio Jaciparaná			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(*)	X	X	X	X	X
Jaciparaná (Vila) - PCE			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Jaciparaná (Ponte) - CPRM			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Jusante Caldeirão do Inferno I													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cachoeira do Cald. Inferno Jusante			X	X	X	X	X	X																									
Cachoeira do Cald. Inferno Montante			X	X	X	X	X	X	X																								
Cachoeira Jirau Jusante			X	X	X	X	X	X																									
Abunã			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Guajará - Mirim					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Legenda:

Estações desativadas

(*) - Não houve leitura neste mês

3. SERVIÇOS DE CAMPO E LABORATÓRIO

Para a realização sistemática dos serviços de instalação e operação da rede fluviométrica no âmbito do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio, incluindo os relativos às medições de descargas líquidas e sólidas, cálculos e análises sedimentométricas em laboratório, foi implantada uma Filial da PCE em Porto Velho, em maio de 2008. A mesma foi projetada de forma a atender as necessidades técnicas e administrativas dos serviços em andamento, de acordo com os itens a seguir.

3.1. INSTALAÇÕES DO ESCRITÓRIO, LABORATÓRIO E SALAS DE HIDROMETRIA

- Reforma, ampliação e adequação das instalações imóveis de Porto Velho para as funções a que se destinam;
- Instalação de escritório técnico-administrativo, composto de salas de hidrometria, laboratório de sedimentometria, escritório de processamento dos dados de laboratório, sala de reuniões, depósito e copa;
- Aquisição e instalação de equipamentos, móveis e utensílios, telefonia e internet.

3.2. CONTRATAÇÃO DE PESSOAL

A equipe sediada em Porto Velho, vinculada ao Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, está composta de 16 pessoas, distribuídas da seguinte forma:

- Um técnico especializado em hidrometria para a supervisão técnica dos trabalhos de campo;
- Dois hidrometristas, dois auxiliares de hidrometrista e dois ajudantes de hidrometrista para realização de levantamentos e medições de campo;
- Quatro profissionais para apoio de campo, sendo 2 barqueiros e 2 motoristas;
- Três laboratoristas para os serviços do laboratório de sedimentometria;
- Duas pessoas para apoio das atividades do escritório, sendo 1 administrativo e 1 servente.

3.3. EQUIPAMENTOS DE HIDROSSEDIMENTOMETRIA

- Aquisição de instrumentos e equipamentos para os serviços de levantamentos e medições de campo, entre os quais se destacam os molinetes fluviométricos, guinchos fluviométricos de 35m e 50m, lastros de 30 kg e 50 kg, amostradores de sedimentos em suspensão e de sedimentos do leito, ecobatímetro digital BATHY 500-MF e software de processamento HyPack, ADCP WH Rio Grande 600 kHz, equipamentos de posicionamento GPS e DGPS, Medidor de concentração e granulometria a laser LISST-SL, níveis topográficos, réguas limnimétricas, entre outros.

3.4. VIATURAS E EMBARCAÇÕES

- Para o desenvolvimento das atividades de campo foi necessária a aquisição de 2 viaturas (Mitsubishi, cabine dupla, modelo L200 GLS 4x4) e 3 barcos de alumínio com motor.

A seguir se observam alguns dos equipamentos de hidrossedimentometria adquiridos, além das viaturas e embarcações utilizadas durante os serviços (Figura 3.1).

Figura 3.1.
Equipamentos, Viaturas e Embarcações Adquiridos para os Serviços de Campo do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico



Barco com capota



Molinete hidrométrico e lastro



Veículo e carreta rodoviária



Veículos e acampamento durante os trabalhos de hidrometria



Equipamento ADCP



Ecobatímetro



Antena para DGPS

3.5. INSTRUMENTAL PARA O LABORATÓRIO DE SEDIMENTOMETRIA

- Aquisição de instrumentos e materiais para o laboratório de sedimentometria, entre os que se destacam diversas balanças, estufas, bombas de vácuo, equipo de filtragem de amostras, tubos de sedimentação, tanque de pipetagem, agitador mecânico e jogos de peneiras, frascos para coletas de amostras, vidraçarias e acessórios diversos, totalizando mais de 500 itens. A descrição detalhada deste instrumental se encontra no Relatório de Consolidação e Análise de Dados – R5 (PJ 0697-X-H41-GR-RL-003-0A), emitido em Dezembro de 2009.

4. PROCEDIMENTOS E CONSISTÊNCIA DOS DADOS

4.1. OPERAÇÃO DAS ESTAÇÕES

A operação das estações hidrométricas obedeceu às Normas Hidrológicas de 1970 do extinto Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE, 1970) e ao Guia de Práticas Sedimentométricas publicado pela ANEEL (Carvalho *et al.*, 2000). Essas normas estão de acordo com as regras emitidas por entidades internacionais como a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS – United States Geological Survey) e o Comitê Internacional de Grandes Barragens (ICOLD - International Committee on Large Dam).

A operação das estações incluiu leituras de nível d'água obtidas nas réguas, medições de descarga líquida e sólida, nivelamento das réguas, manutenção dos equipamentos da estação, limpeza da seção transversal e outras providências. A seguir são descritas sucintamente as principais atividades:

4.1.1. Leitura de Níveis d'água

A leitura de nível d'água nas réguas instaladas em lances é realizada por um observador local, devidamente treinado, diariamente às 7h e às 17h. As anotações são feitas em cadernetas recolhidas pelo hidrometrista a cada visita à estação ou, excepcionalmente, a cada fim de mês.

Nos meses de março e abril começou a funcionar a Rede Telemétrica da UHE Santo Antônio, a qual, na fase inicial está composta de 9 (nove) estações: Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, Jaciparaná - Vila, Montante Jaciparaná, UHE Santo Antônio Jusante - R7, Porto Velho - ANA, São Carlos, Papagaio e Humaitá. Nestas estações a leitura do nível d'água ocorre a cada 15 minutos, e a transmissão dessas informações de hora em hora através do sistema de transmissão de dados via satélite GOES.

4.1.2. Medição e Cálculo da Descarga Líquida com Molinete Hidrométrico

As medições de descarga líquida em grandes rios, com o uso de molinetes, resultam demoradas e complexas, além de perigosas. Por este motivo foram adotadas diferentes estratégias de medição e amostragem para os diferentes períodos do ano hidrológico. Nos períodos de estiagem as medições foram realizadas com o barco ancorado, considerando 20 verticais e 6 (seis) pontos por vertical (superfície, fundo, 20%, 40%, 60%, 80%). Na medida em que o rio começa a aumentar o nível, as medições passaram a ser realizadas em três pontos por vertical: a 20%, 60% e 80 % da profundidade total.

Durante o período de pico da cheia, quando acontecem elevadas velocidades do escoamento e grande fluxo de troncos de madeira flutuantes e submersos, a velocidade foi medida em somente um ponto na vertical, a 60% da profundidade total. A quantidade de verticais foi mantida durante o ano todo, independentemente do período de águas altas ou águas baixas.

A descarga líquida foi calculada através do método da meia seção no escritório no Rio de Janeiro, por meio de programa computacional. Além deste procedimento, a equipe de

hidrometria da filial Porto Velho foi também orientada a calcular a medição, para possibilitar verificações de erros de digitação e a precisão dos resultados.

4.1.3. Medição da Descarga Líquida com ADCP

De forma concomitante às medições de descarga líquida com molinete hidrométrico está sendo utilizado um medidor acústico de efeito Doppler, comumente denominado ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). O equipamento da serie *WorkHorse* da *RDI Instruments®*, com frequência de 600 kHz, é especificado para operar em rios com grandes profundidades, mede a velocidade instantânea da corrente a partir de um dispositivo que pode ser montado em um barco ou lancha (RDI, 2003).

Para evitar interferências magnéticas com a bússola do equipamento, o barco utilizado é de alumínio e o suporte do equipamento também foi construído, na maior parte, em alumínio. Adicionalmente, no momento de realizar as medições, é inserida uma correção local da variação magnética no arquivo de configuração.

As medições de descarga líquida com o uso de ADCP são normalmente realizadas a partir de 3 ou mais travessias, com o uso de um equipamento de posicionamento via satélite acoplado (GPS). Preferencialmente utiliza-se um GPS com correção diferencial (sinal OMNISTAR), além de um ecobatímetro, de forma a evitar os problemas de fundo móvel.

4.1.4. Medição da Descarga Sólida

A realização de medições diretas da carga de sedimentos do leito no rio Madeira não foi possível devido às grandes profundidades e altas velocidades verificadas. Em vista disso foi estabelecido que as medições de descarga sólida fossem feitas pelo método indireto, que consiste em fazer amostragens dos sedimentos em suspensão e do leito, analisar as amostras para determinação da concentração e da granulometria dos sedimentos em suspensão e granulometria dos sedimentos do leito, além da medida da descarga líquida instantânea no momento da amostragem. Os resultados da descarga sólida são obtidos por cálculos através de fórmulas conhecidas e de uso tradicional.

As coletas dos sedimentos em suspensão foram realizadas com o amostrador de saca, AMS-8 (Figura 4.1.), de fabricação nacional, que possibilita a obtenção da amostra em toda a vertical pelo método de integração na vertical. Já para a amostragem de sedimentos do rio Jaciparaná está sendo utilizado o amostrador de sedimentos em suspensão D-49 (Figura 4.2.).

Figura 4.1.
Amostrador de Sedimento em
Suspensão - Modelo AMS-8 (saca)



Figura 4.2.
Amostrador de Sedimento em
Suspensão - Modelo D-49



Nas medições foi utilizado o processo de igual incremento de largura (IIL), sendo 20 verticais para a medida da descarga líquida, entre 9 e 12 verticais para a amostragem de sedimentos em suspensão e 5 verticais para amostragem do material do leito. Todas as amostras foram etiquetadas com a data, nome do rio, do local, do processo de coleta, nome do hidrometrista e outras informações.

4.1.5. Determinação da Descarga Sólida em Suspensão

A descarga sólida em suspensão foi determinada a partir do procedimento de amostragem nas diversas verticais pelo método IIL (Igual Incremento de Largura). Durante o procedimento o amostrador não alcança toda a profundidade do curso d'água, sendo que a descarga em suspensão não medida corresponde à distância do bico do amostrador ao fundo do rio, que normalmente compreende 0,3 a 0,4m.

Essa descarga sólida em suspensão medida é calculada pela seguinte expressão:

$$Q_{ss} = 0,0864 \cdot Q \cdot C$$

sendo,

Q_{ss} = descarga sólida em suspensão medida, em t/dia,

Q = descarga líquida, em m^3/s ,

C = concentração do sedimento em suspensão, em mg/l,

0,0864 = constante de transformação de unidades.

4.1.6. Determinação da Descarga Sólida Total

A descarga sólida total foi calculada pelo Método Modificado de Einstein (método de Einstein modificado por Colby & Hembree - 1955) considerando duas alternativas de procedimentos: *Saída Einstein*, segundo o critério do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), e *Saída Lara*, de acordo com o processo do US Bureau of Reclamation

(USBR). Os resultados conduzem a valores próximos, tendo sido selecionado o método do USGS, por ser mais tradicional. Além disso, no Relatório de Consolidação e Análise de Dados – R5 (PJ0697-X-H41-GR-RL-003-0A) foi verificado que este método apresenta um ótimo ajuste aos dados observados no rio Madeira em Porto Velho.

Os cálculos foram realizados mediante a utilização de um programa computacional desenvolvido por Mendes (2001), preparado segundo as instruções contidas em publicações do USGS e do USBR. O processo calcula a descarga sólida em suspensão medida (Q_{sm}), a descarga sólida total (Q_{st}), a descarga sólida total de cada faixa granulométrica e a descarga de arrasto.

4.1.7. Medições de Sedimentos do Leito

Segundo consta na literatura (Julien, 1995; Carvalho *et al.*, 2000), um dos equipamentos mais adequados para operar à grandes profundidades e com elevadas velocidades é o modelo US BM-54, do tipo de penetração vertical (Figura 4.3.). Nos trabalhos desenvolvidos pela PCE os sedimentos do leito foram coletados com este amostrador que possibilita obter uma amostra da superfície do material que compõe o leito. Além deste amostrador, em algumas ocasiões especiais foi utilizado um outro tipo de amostrador, de construção simples, do tipo de raspagem horizontal (Figura 4.4.). As amostras de cada vertical de material do leito foram acondicionadas em sacos plásticos, totalizando cerca de 2 kg de material. Todas as amostras foram etiquetadas com a data, nome do rio, local de amostragem, número da vertical, processo de coleta e outras informações, e encaminhadas para o laboratório.

As coordenadas dos locais de amostragem foram gravadas no GPS durante o procedimento de amostragem ou imediatamente após a finalização do mesmo, utilizando coordenadas UTM e *Datum* WGS 1984.

Figura 4.3.
Amostrador de Sedimentos do Leito US BM-54



Figura 4.4.
Amostrador de Sedimentos do Leito do Tipo de Raspagem Horizontal



4.1.8. Distribuição Granulométrica do Material do Leito

A determinação da distribuição granulométrica dos sedimentos do leito foi realizada com o método de peneiramento a seco, mediante a agitação mecânica e manual da série de peneiras com malhas padronizadas.

Os resultados das análises granulométricas são apresentados pelas porcentagens de material dos diversos diâmetros, para os quais são traçadas as curvas granulométricas. Nas curvas granulométricas de material do leito, podem ser assinaladas as porcentagens de diâmetros característicos para 16, 50, 84 e 90%, que são denominados de d_{16} , d_{50} , d_{84} e d_{90} , respectivamente.

4.2. ANÁLISES DE LABORATÓRIO

Cada amostra recebida pelo laboratório foi catalogada em livro especial e em meio magnético. Em seguida foi pesada e armazenada em local apropriado para posterior análise.

Para o material em suspensão, considerado como sedimento fino, as análises foram realizadas pelo processo de pipetagem ou do tubo de remoção pela base, de acordo com o valor da concentração de sedimentos na amostra. O procedimento nos dois processos exige a retirada preliminar da areia presente na amostra com uso de peneiras de 5 cm de diâmetro e a pesagem desse material a fim de compor a curva granulométrica.

O material do leito foi analisado pelo processo de peneiramento. O material resultante da peneira mais fina foi analisado por pipetagem, pelo tubo de remoção pela base ou por densitometria, dependendo do peso do resíduo. Nos casos de pouco material, de 0,150 a 5 g, foi utilizado o método do tubo de remoção pela base e, nos casos de 5 a 10 g, o método da pipetagem.

4.3. CONSISTÊNCIA DE DADOS

4.3.1. Medições da Descarga Sólida

Os erros nos resultados das medições da descarga sólida ocorrem geralmente devido ao uso de amostrador inadequado, erros na amostragem, na análise de laboratório, descarga líquida mal medida ou mal calculada, erros de digitação, entre outros. Mesmo com a realização criteriosa das medições, a literatura demonstra que o erro médio esperado é de 10% no resultado da descarga sólida em suspensão e 25% na descarga sólida do leito ou do material do leito (Yuqian, 1983).

A análise de consistência de dados sedimentométricos exige grande quantidade de medições para se chegar a resultado adequado. Devido à irregularidade da carga sólida nos cursos d'água, com grandes variações a cada momento, é recomendável uma boa quantidade de dados, com a maior frequência de medições possível. Além disso, as medições devem ser executadas com o máximo cuidado, seguindo os critérios estabelecidos em normas, tais como:

- Designar técnicos experientes para compor as equipes de campo e laboratório;
- Efetuar a medição da descarga líquida de maneira correta seguindo as normas;
- Utilizar o equipamento adequado às condições locais de profundidades e velocidades considerando o método de medição escolhido;
- Obedecer aos métodos de amostragem e coletar quantidade de material adequado às análises que deverão ser efetuadas;
- Efetuar as análises de acordo com os métodos estabelecidos;
- Escolher métodos adequados de cálculos;
- Garantir a digitação dos dados sem erros e ter o máximo cuidado com as amostras.

Com os resultados é possível efetuar análises gráficas para verificar a qualidade das medições, por exemplo, com a curva-chave de sedimentos. No caso de haver pontos muito dispersos, procura-se analisar os resultados de concentração, de granulometria, etc., antes de descartar a medição. Por outro lado, valores dispersos podem indicar ajustes diferentes no período de subida ou descida dos hidrogramas. Neste sentido, um dos procedimentos adotados para avaliar a consistência das análises laboratoriais consistiu na re-amostragem dos sedimentos em suspensão durante as medições. Isto é, sazonalmente, em cada estação fluviométrica, foi realizada amostragem duplicada dos sedimentos em suspensão.

4.3.2. Medição da Descarga Líquida com ADCP

As medições de vazão com equipamentos de efeito Doppler apresentam numerosas vantagens técnicas em relação às medições convencionais, mas também representam um desafio já que é necessário um adequado conhecimento técnico e operacional para avaliar as mesmas. As principais diretrizes levadas em consideração para garantir o bom desempenho durante as medições e no processamento dos resultados são as seguintes:

- uma medição é válida quando, pelo menos, 50% da vazão total foi efetivamente medida pelo equipamento (existem camadas próximas ao leito, à superfície e nas margens que não são medidas, são estimadas);
- uma travessia considera-se adequada quando a variação de vazão em relação ao valor médio da medição (média de todas as travessias) é menor que 5%;
- o número total de *bad ensembles* e *lost ensembles* não deve superar o 10% do total de *ensembles* da medição já que estes vazios são calculados por extrapolação das verticais próximas;
- a trajetória da embarcação durante as diferentes travessias deve ser semelhante;
- recomenda-se que a quantidade de travessias realizada durante os trabalhos de campo seja em números pares (para evitar tendências nos resultados das medições que começaram em uma ou outra margem);
- o valor médio das principais magnitudes deve ser semelhante durante as diferentes travessias, para assegurar a uniformidade dos resultados;
- deve-se evitar as variações acentuadas na velocidade da embarcação.

5. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA LÍQUIDA

Neste item, apresenta-se o resumo dos resultados das medições de descarga líquida executadas pela PCE nas sete estações fluviométricas descritas na Tabela 2.1. As medições foram realizadas paralelamente com o uso do molinete fluviométrico e ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e, eventualmente, foi utilizado apenas um dos métodos (molinete ou ADCP).

As medições realizadas com molinete seguiram a metodologia de trabalho descrita no item Procedimentos e Consistência dos Dados. No período de março de 2009 a março de 2011 foram realizadas 184 medições convencionais nas estações fluviométricas.

A partir de maio de 2009 incorporou-se às atividades de campo a medição com o medidor acústico de efeito Doppler (ADCP), metodologia adotada como padrão, conforme descrito no Projeto Básico da UHE Santo Antônio, de forma que, no período maio de 2009 a março de 2011, foram realizadas 136 medições com este equipamento.

Os resultados obtidos nas medições de ADCP foram altamente satisfatórios, além de diminuir o tempo efetivo da medição e os riscos de acidentes para o pessoal de campo e os equipamentos. Por estes motivos, a partir de abril de 2010, as medições de descarga líquida nas estações de Abunã, São Carlos e Humaitá passaram a ocorrer preferencialmente com o uso do ADCP.

Nas estações de Jaciparaná - Vila e Montante Jaciparaná as medições são realizadas somente com o molinete, pois o ADCP disponível (frequência de 600 kHz) não é recomendado para seu uso em rios com baixas profundidades. Na estação de Jaciparaná - Vila, inicialmente as medições foram realizadas na seção denominada S-03, originalmente implantada por FURNAS, a jusante da foz do rio Branco. Posteriormente, verificou-se que este local não abrangia a vazão afluente do rio São Francisco, motivo pelo qual a seção de medição foi deslocada para a Vila Jaciparaná. Por se tratar de um trecho curvilíneo e com alta influência do efeito de remanso do rio Madeira, esta estação foi novamente deslocada para montante e, a partir de Junho/2009, as medições foram realizadas na seção S-02 (denominação de FURNAS), até março de 2011. Na tabela resumo da estação Jaciparaná - Vila, as leituras de réguas relacionadas às medições são referentes à régua instalada pela PCE na vila de Jaciparaná.

Nos próximos meses, com o fechamento do rio Madeira no sítio da UHE Santo Antônio, o remanso do reservatório afetará fortemente o trecho do rio Jaciparaná nas imediações da Vila Jaciparana. Por este motivo, as medições de descarga líquida e sólida nesta estação foram suspensas, e foi instalada uma nova estação fluviométrica fora da influência do remanso, denominada Montante Jaciparaná. Assim, a partir de março de 2011, a seção de medição do rio Jaciparaná foi deslocada em 49 quilômetros para montante, não abrangendo os rios Branco e São Francisco.

Os resumos destas medições são apresentados para cada posto em duas tabelas, uma relativa à medição com molinete e outra relativa à medição com ADCP, com destaque para as principais informações que caracterizam cada medição (Tabela 5.1 a Tabela 5.12).

5.1. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA ABUNÃ

Tabela 5.1.
Resumo das Medições com Molinete em Abunã

Data	Leitura da Régua (cm)	Largura (m)	Área da seção (m ²)	Prof. média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m ³ /s)
29/3/2009	1930	639,9	14.346,3	22,4	2,14	34.624
8/4/2009	1902	644,9	15.096,2	23,4	2,22	33.496
20/4/2009	1917	637,8	15.049,1	23,6	2,17	32.633
19/5/2009	1729	630,2	13.781,2	21,9	2,04	28.079
30/5/2009	1599	638,8	13.049,8	20,4	1,78	23.171
13/6/2009	1509	625,0	12.487,5	20,0	1,72	21.525
30/6/2009	1438	617,8	11.871,0	19,2	1,75	20.762
23/7/2009	1184	607,3	10.040,3	16,5	1,27	12.777
20/8/2009	976	602,0	8.990,6	14,9	0,98	8.772
3/9/2009	870	598,7	8.236,6	13,8	0,79	6.470
14/10/2009	684	584,5	7.833,5	13,4	0,69	5.367
4/11/2009	935	597,5	8.776,4	14,7	0,89	7.806
6/12/2009	1378	623,0	11.565,5	18,6	1,55	17.975
15/12/2009	1461	626,7	12.263,3	19,6	1,77	21.690
12/1/2010	1589	627,1	12.834,1	20,5	1,96	25.152
27/1/2010	1827	633,2	14.358,7	22,7	2,38	34.143
23/2/2010	1795	631,1	14.609,9	23,2	2,27	33.201
9/3/2010	1939	635,8	15.465,4	24,3	2,60	40.136
23/3/2010	1878	638,5	14.675,9	23,0	2,49	36.477
04/1/2011	1424	618,9	11.564,5	18,7	1,75	20.221
22/03/2011	1984	641,1	15.498,2	24,2	2,58	39.974

Tabela 5.2.
Resumo das Medições com ADCP em Abunã

Data	Leitura da Régua (cm)	Nº de Travessias	Vazão Total (m³/s)	Desvio Q total	Erro	Vazão medida (m³/s)	Área da seção (m²)	Veloc. Média (m/s)	Largura (m)
19/5/2009	1729	6	25.869	307	1,0	21.934	14.293,8	1,94	623,2
30/5/2009	1599	3	19.192	506	3,0	16.714	13.639,2	1,49	632,0
10/6/2009	1562	4	21.855	243	1,0	18.487	13.084,7	1,75	621,3
13/6/2009	1509	6	19.967	452	2,0	16.887	12.972,9	1,56	619,8
30/6/2009	1438	8	18.533	399	2,0	15.641	12.027,9	1,58	611,3
23/7/2009	1184	4	12.739	238	2,0	10.862	10.800,1	1,21	591,8
20/8/2009	976	6	8.429	190	2,0	7.037	9.139,3	0,92	597,3
6/12/2009	1378	4	17.436	273	2,0	14.741	11.757,8	1,48	603,1
16/12/2009	1475	4	17.271	319	2,0	14.753	12.214,5	1,41	619,4
12/1/2010	1589	7	22.959	444	2,0	19.737	13.148,1	1,75	627,3
27/1/2010	1827	4	30.313	362	1,0	26.922	14.218,1	2,13	635,0
10/2/2010	1841	4	30.407	509	2,0	26.585	14.391,8	2,11	632,3
13/4/2010	1763	6	26.377	477	2,0	23.430	13.939,5	1,89	622,0
27/4/2010	1641	6	22.775	510	2,0	20.119	12.432,4	1,83	622,8
4/5/2010	1763	4	27.672	506	2,0	24.469	12.692,9	2,19	596,4
18/5/2010	1512	6	20.116	413	2,0	17.690	12.298,2	1,64	617,5
1/6/2010	1374	6	16.524	192	1,0	14.525	11.393,3	1,45	611,5
15/6/2010	1102	6	10.833	142	1,0	8.904	9.823,7	1,10	596,8
6/7/2010	853	6	6.246	131	2,0	5.167	8.240,6	0,76	583,1
10/8/2010	764	6	4.697	73	1,6	3.831	7.583,1	0,62	582,4
21/9/2010	634	6	3.046	62	2,0	2.431	6.867,4	0,44	576,4
5/10/2010	616	6	2.845	60	2,1	2.264	6.812,7	0,42	576,8
9/11/2010	884	6	6.675	135	2,0	5.571	8.299,0	0,80	586,8
30/11/2010	984	6	8.319	114	1,4	6.981	8.875,1	0,94	592,1
14/12/2010	968	6	8.143	197	2,4	6.832	8.857,9	0,92	590,8
4/1/2011	1424	6	18.233	241	1,3	16.029	11.564,5	1,58	611,6
18/1/2011	1432	6	17.655	258	1,5	15.462	11.607,0	1,52	614,3
2/2/2011	1696	8	26.196	358	1,4	22.930	13.353,0	1,96	623,5
15/2/2011	1784	6	28.531	574	2,0	24.782	13.413,4	2,13	616,5
1/3/2011	1904	5	32.351	787	2,4	28.266	14.524,6	2,23	625,9

Observação: as medições realizadas em 30/05/2009 e 16/12/2009 devem ser desconsideradas aos efeitos de cálculo da curva de descarga líquida com base na análise de consistência de dados.

5.2. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JUSANTE CALDEIRÃO DO INFERNO

Tabela 5.3.
Resumo das Medições com Molinete em Jusante Caldeirão do Inferno

Data	Leitura da Régua (cm)	Largura (m)	Área da seção (m²)	Prof. média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m³/s)
1/4/2009*	1828	1.270,5	21.776,1	17,1	1,87	40.775
9/4/2009*	1772	1.271,9	21.373,3	16,8	1,71	36.592
18/4/2009*	1817	1.278,3	21.139,9	16,5	1,80	38.081
20/5/2009*	1626	1.254,5	19.232,3	15,3	1,43	27.423
29/5/2009*	1541	1.252,0	17.431,7	13,9	1,41	24.511
11/6/2009*	1497	1.246,6	17.390,0	14,0	1,40	24.362
29/6/2009*	1409	1.243,4	16.123,2	13,0	1,30	20.892
21/7/2009*	1243	1.260,1	14.315,9	11,4	0,99	14.234
18/8/2009	1058	1.375,6	10.875,6	7,9	0,86	9.377
1/9/2009	985	1.232,6	10.910,3	8,9	0,78	8.520
16/10/2009	858	1.232,3	9.133,4	7,4	0,61	5.590
6/11/2009	991	1.239,2	10.876,1	8,8	0,77	8.334
5/12/2009	1318	1.245,7	15.052,8	12,1	1,18	17.693
17/12/2009	1436	1.252,2	16.533,2	13,2	1,39	23.036
14/1/2010	1573	1.262,2	17.857,6	14,2	1,56	27.916
29/1/2010	1708	1.265,6	19.701,5	15,6	1,74	34.192
12/2/2010	1718	1.255,8	19.818,9	15,8	1,80	35.719
24/2/2010	1686	1.270,3	19.646,7	15,5	1,80	35.343
11/3/2010	1795	1.265,5	21.135,2	16,7	1,92	40.582
26/3/2010	1721	1.267,5	20.047,6	15,8	1,82	36.505
15/4/2010	1630	1.257,1	18.733,0	14,9	1,65	30.844
29/4/2010	1527	1.255,4	17.702,8	14,1	1,47	26.018
6/5/2010	1653	1.253,5	18.975,9	15,1	1,69	32.030
20/5/2010	1409	1.251,0	16.292,9	13,0	1,34	21.813
3/6/2010	1304	1.240,5	14.724,2	11,9	1,14	16.845
17/6/2010	1107	1.246,4	12.328,7	9,9	0,88	10.894
7/7/2010	915	1.238,5	9.882,2	8,0	0,66	6.526
11/8/2010	823	1.230,2	8.620,6	7,0	0,58	5.026
22/9/2010	703	1.230,4	7.402,9	6,0	0,45	3.366
7/10/2010	691	1.233,2	7.109,4	5,8	0,42	2.965
10/11/2010	941	1.240,9	10.695,1	8,6	0,68	7.292
2/12/2010	1026	1.244,3	11.429,0	9,2	0,79	9.063
15/12/2010	1012	1.239,3	11.537,7	9,3	0,75	8.667
6/1/2011	1384	1.248,0	15.711,6	12,6	1,26	19.813
19/1/2011	1394	1.251,0	15.837,7	12,7	1,29	20.370
3/2/2011	1597	1.269,5	18.960,8	14,9	1,63	30.954
17/2/2011	1684	1.274,7	20.455,0	16,1	1,74	35.520
02/03/2011	1768	1.270,9	21.196,0	16,7	1,83	38.853
23/03/2011	1835	1.273,9	21.318,9	16,7	1,94	41.283,42

* OBS: As Leituras de régua de abril a julho de 2009 foram obtidas pela diferença do NA e da cota do zero da régua.

Tabela 5.4.
Resumo das Medições com ADCP em Jusante Caldeirão do Inferno

Data	Leitura da Régua (cm)	Nº de Travessias	Vazão Total (m³/s)	Desvio Q total	Erro	Vazão medida (m³/s)	Área da seção (m²)	Veloc. Média (m/s)	Largura (m)
29/5/2009	1408	2	24.553	439	2,0	19.973	18.385,4	1,34	1.242,5
11/6/2009	1360	4	22.955	246	1,0	18.700	17.860,4	1,29	1.247,5
29/6/2009	1271	6	19.252	611	3,0	15.666	16.222,3	1,19	1.218,1
21/7/2009	1100	5	13.674	233	2,0	11.035	14.321,1	0,96	1.240,9
18/8/2009	1058	6	9.359	177	2,0	6.915	11.546,0	0,81	1.381,1
1/9/2009	985	3	7.687	191	2,0	5.690	11.202,8	0,69	1.224,1
5/12/2009	1318	4	16.462	248	2,0	13.253	15.707,6	1,05	1.239,6
17/12/2009	1436	4	20.692	274	1,0	17.007	17.227,2	1,20	1.242,2
14/1/2010	1573	6	25.848	197	1,0	21.522	18.700,0	1,38	1.256,3
29/1/2010	1708	4	31.182	399	1,0	26.625	19.999,1	1,56	1.266,8
12/2/2010	1718	4	31.484	287	1,0	26.985	20.136,9	1,56	1.268,9
15/4/2010	1630	4	26.535	213	1,0	22.219	18.422,2	1,44	1.254,1
29/4/2010	1527	4	23.784	135	1,0	20.010	17.860,0	1,33	1.251,7
6/5/2010	1653	4	28.986	318	1,0	24.580	19.357,6	1,50	1.257,8
20/5/2010	1406	4	19.207	246	1,0	15.938	16.373,9	1,17	1.248,3
3/6/2010	1304	4	15.360	201	1,0	12.485	14.605,5	1,05	1.245,9
17/6/2010	1107	4	10.516	220	2,0	8.030	12.916,9	0,81	1.236,9
7/7/2010	915	4	6.387	126	2,0	4.443	10.424,9	0,61	1.229,8
11/8/2010	821	4	4.866	68	1,4	3.400	9.240,3	0,53	1.229,8
22/9/2010	703	4	3.107	28	0,9	2.012	7.739,2	0,40	1.227,3
7/10/2010	691	5	2.906	28	1,0	1.745	6.878,7	0,42	1.350,7
10/11/2010	941	4	6.644	156	2,3	4.762	10.669,1	0,62	1.236,0
15/12/2010	1012	4	8.237	85	1,0	6.074	11.524,8	0,72	1.233,8
6/1/2011	1384	4	18.685	211	1,1	15.318	16.291,3	1,15	1.254,9
19/1/2011	1394	4	18.283	47	0,3	15.223	15.704,0	1,16	1.250,7
17/2/2011	1683	4	30.347	460	1,5	25.903	20.048,4	1,51	1.259,8
2/3/2011	1767	4	34.078	543	1,6	29.338	21.005,5	1,62	1.263,6

5.3. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA PORTO VELHO - ANA

Tabela 5.5.
Resumo das Medições com Molinete em Porto Velho - ANA

Data	Leitura da Régua (cm)	Largura (m)	Área da seção (m ²)	Prof. Média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m ³ /s)
19/3/2009	1484	757,1	16.966,0	22,4	2,22	37.739
3/4/2009	1551	755,3	17.345,1	23,0	2,32	40.196
16/4/2009	1538	757,0	17.488,4	23,1	2,27	39.656
4/5/2009	1455	755,1	16.872,5	22,4	1,94	32.672
22/5/2009	1337	751,1	15.950,8	21,2	1,77	28.223
1/6/2009	1227	741,2	15.086,9	20,4	1,58	23.866
22/6/2009	1060	738,4	14.944,5	20,2	1,52	21.281
6/7/2009	941	734,0	14.093,1	19,2	1,21	16.985
5/8/2009	711	728,1	12.218,8	16,8	0,85	10.363
14/9/2009	452	713,4	10.301,2	14,4	0,53	5.492
26/10/2009	576	720,0	11.163,1	15,5	0,72	8.075
19/11/2009	761	726,0	12.438,5	17,1	0,98	12.181
23/11/2009	793	721,4	12.594,3	17,5	1,03	12.979
19/12/2009	1105	741,1	14.718,2	19,9	1,66	24.472
4/1/2010	1223	744,9	15.545,6	20,9	1,92	29.775
18/1/2010	1284	753,1	15.906,6	22,3	1,91	30.371
1/2/2010	1408	756,0	16.818,7	22,3	2,16	36.395
15/2/2010	1401	753,0	16.749,4	22,2	2,04	34.202
1/3/2010	1447	754,1	17.083,7	22,7	2,16	36.930
15/3/2010	1504	757,1	17.509,7	23,1	2,27	39.833
3/4/2010	1559	759,3	18.625,9	24,5	2,26	42.111
19/4/2010	1345	757,1	17.023,3	22,5	1,77	30.117
10/5/2010	1304	751,2	16.215,1	21,6	1,82	29.477
25/5/2010	1046	740,1	14.087,5	19,0	1,47	20.638
8/6/2010	965	740,3	13.687,9	18,5	1,35	18.412
29/6/2010	595	719,3	10.928,2	15,2	0,77	8.380
19/7/2010	483	693,1	9.669,6	14,0	0,63	6.112
2/8/2010	453	712,2	9.654,4	13,6	0,55	5.307
13/9/2010	326	773,0	7.654,4	9,9	0,48	3.680
25/10/2010	319	767,8	7.645,9	10,0	0,49	3.714
12/11/2010	500	774,9	9.177,9	11,8	0,71	6.517
6/12/2010	601	778,1	9.863,3	12,7	0,87	8.566
17/12/2010	612	786,8	10.001,3	12,7	0,89	8.883
10/1/2011	1075	797,1	12.823,1	16,1	1,53	19.571
25/1/2011	1073	803,8	13.344,3	16,6	1,77	23.622
8/2/2011	1240	806,6	14.316,8	17,8	2,12	30.385
21/2/2011	1385	817,2	15.521,2	19,0	2,35	36.402
14/3/2011	1505	812,8	15.902,5	26,2	2,44	38.791
28/3/2011	1568	827,9	17.006,8	20,5	2,43	41.316

Tabela 5.6.
Resumo das Medições com ADCP em Porto Velho - ANA

Data	Leitura da Régua (cm)	Nº de Travessias	Vazão Total (m³/s)	Desvio Q total	Erro	Vazão medida (m³/s)	Área da seção (m²)	Veloc. Média (m/s)	Largura (m)
15/5/2009	1399	3	30.254	237	0,8	26.747	17.591,8	1,72	747,5
22/6/2009	1060	4	19.808	863	4,4	16.874	15.275,5	1,30	739,3
6/7/2009	941	6	16.460	111	0,7	14.124	14.309,9	1,15	732,6
24/7/2009	844	6	13.205	215	1,6	11.210	16.759,0	0,81	994,9
5/8/2009	711	6	9.987	124	1,2	8.477	12.418,3	0,80	726,5
10/11/2009	584	2	7.704	170	2,2	6.489	10.843,4	0,71	694,2
17/11/2009	778	6	11.907	149	1,3	10.191	12.745,5	0,93	720,3
23/11/2009	793	6	12.546	157	1,3	10.725	12.799,5	0,98	717,5
19/12/2009	1105	4	22.335	671	3,0	19.351	15.054,7	1,48	748,7
4/1/2010	1223	5	26.411	615	2,3	22.977	15.914,8	1,66	753,0
18/1/2010	1284	2	27.406	455	1,7	23.684	15.767,0	1,74	736,5
1/2/2010	1408	4	32.540	127	0,4	28.878	16.415,7	1,98	752,6
15/2/2010	1401	2	31.376	102	0,3	27.776	16.843,8	1,86	749,8
3/4/2010	1559	4	36.116	422	1,2	31.894	18.377,5	1,97	758,6
19/4/2010	1345	4	26.334	164	0,6	23.508	16.947,7	1,55	747,7
10/5/2010	1304	4	26.217	441	1,7	23.279	15.996,5	1,64	747,8
25/5/2010	1046	4	18.453	517	2,8	16.200	14.037,7	1,31	735,4
8/6/2010	965	4	16.432	307	1,9	14.352	13.341,0	1,23	732,0
29/6/2010	594	4	7.747	320	4,1	6.545	10.882,8	0,71	708,9
19/7/2010	483	5	5.735	103	1,8	4.881	9.654,1	0,59	706,1
2/8/2010	454	4	5.297	133	2,5	4.351	9.827,8	0,54	709,8
13/9/2010	326	4	3.688	41	1,1	2.902	7.917,8	0,47	768,6
25/10/2010	318	4	3.612	12	0,3	2.797	7.907,1	0,46	772,7
12/11/2010	500	4	6.457	17	0,3	5.214	9.328,4	0,69	774,8
6/12/2010	601	4	8.361	101	1,2	6.949	9.967,7	0,84	770,3
17/12/2010	612	4	8.586	76	0,9	7.119	10.167,6	0,84	778,3
10/1/2011	1075	4	17.605	327	1,9	14.952	12.524,0	1,41	776,9
25/1/2011	1073	4	21.181	63	0,3	18.313	13.321,3	1,59	792,9

5.4. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA SÃO CARLOS

Tabela 5.7.
Resumo das Medições com Molinete em São Carlos

Data	Leitura da Régua (cm)	Largura (m)	Área da seção (m ²)	Prof. Média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m ³ /s)
25/3/2009	1554	1.001,3	17.367,3	17,3	2,18	37.805
5/4/2009	1615	1.005,0	18.474,7	18,4	2,15	39.712
12/4/2009	1574	1.000,9	18.740,2	18,7	1,90	35.606
6/5/2009	1516	997,5	17.059,2	17,1	1,96	33.480
24/5/2009	1383	986,7	17.580,7	17,8	1,67	29.419
4/6/2009	1284	985,5	16.830,2	17,1	1,66	27.949
24/6/2009	1068	980,2	14.486,6	14,8	1,46	21.192
8/7/2009	935	978,9	13.330,1	13,6	1,25	16.648
26/8/2009	601	961,7	9.646,9	10,0	0,89	8.539
9/9/2009	508	956,9	8.503,5	8,9	0,78	6.631
6/10/2009	557	959,3	8.097,7	8,4	0,98	7.955
27/11/2009	827	968,0	10.457,6	10,8	1,42	14.861
30/11/2009	827	969,1	10.304,6	10,6	1,46	15.022
9/12/2009	1001	973,2	9.645,2	9,9	2,17	20.955
6/1/2010	1252	980,3	14.281,7	14,6	2,04	29.065
22/1/2010	1360	989,9	15.196,6	15,4	2,20	33.382
3/2/2010	1470	998,8	17.615,8	17,6	2,12	37.380
17/2/2010	1465	998,1	17.693,4	17,7	2,08	36.847
3/3/2010	1518	1.002,4	17.083,1	17,0	2,16	36.906
17/3/2010	1554	997,9	17.732,1	17,8	2,13	37.820
7/4/2010	1598	1.002,7	18.547,2	18,5	2,13	39.574
21/4/2010	1394	990,3	16.694,8	16,9	1,82	30.327
12/5/2010	1325	989,0	16.735,0	16,9	1,72	28.843
27/5/2010	1057	983,2	14.190,6	19,0	1,49	21.101
10/6/2010	948	975,1	13.037,1	13,4	1,34	17.479
21/7/2010	539	963,0	8.915,7	9,3	0,86	7.653
4/8/2010	448	957,0	7.703,1	8,1	0,75	5.765
15/9/2010	380	958,3	6.670,5	7,0	0,73	4.893
27/10/2010	333	954,5	5.669,7	5,9	0,75	4.230
17/11/2010	474	959,5	6.717,0	7,0	0,94	6.287
8/12/2010	646	968,7	8.360,8	8,6	1,18	9.894
21/12/2010	699	964,3	8.299,8	8,6	1,40	11.621
12/1/2011	994	977,7	10.583,7	10,8	1,91	20.228
27/1/2011	1100	984,4	11.255,5	11,4	2,14	24.097
10/2/2011	1299	997,3	15.374,3	15,4	2,03	31.140
23/2/2011	1449	996,8	16.445,5	16,5	2,36	38.872
16/03/11	1557	997,5	17.265,5	17,3	2,43	41.924
30/3/2011	1608	997,5	17.371,7	17,4	2,47	42.838

Tabela 5.8.
Resumo das Medições com ADCP em São Carlos

Data	Leitura da Régua (cm)	Nº de Travessias	Vazão Total (m³/s)	Desvio Q total	Erro	Vazão medida (m³/s)	Área da seção (m²)	Velocidade média (m/s)	Largura (m)
24/6/2009	1068	6	19.373	285	1,5	16.107	15.050,4	1,29	973,4
8/7/2009	935	6	15.929	299	1,9	13.179	13.784,2	1,16	966,1
26/8/2009	601	6	8.411	242	2,9	6.606	9.763,3	0,86	963,1
27/11/2009	827	6	13.653	138	1,0	10.761	10.779,8	1,27	958,1
30/11/2009	827	6	14.132	367	2,6	11.105	10.775,1	1,31	937,6
9/12/2009	1001	4	19.090	415	2,2	14.809	10.046,7	1,90	974,1
6/1/2010	1252	6	26.472	628	2,4	21.749	14.105,8	1,88	972,2
22/1/2010	1360	4	30.791	518	1,7	26.509	15.967,1	1,93	986,6
3/2/2010	1470	6	33.413	352	1,1	29.090	17.371,9	1,92	989,9
7/4/2010	1598	4	34.981	817	2,3	30.615	18.666,3	1,87	996,2
21/4/2010	1394	2	27.385	452	1,7	23.489	17.081,0	1,60	984,7
12/5/2010	1325	4	26.931	817	3,0	23.303	16.873,4	1,60	983,0
27/5/2010	1057	4	19.378	609	3,1	16.480	14.307,1	1,35	975,4
10/6/2010	948	4	16.282	382	2,3	13.335	13.440,2	1,21	970,7
22/6/2010	687	5	10.077	351	3,5	7.986	10.746,0	0,94	958,4
21/7/2010	539	4	6.961	139	2,0	5.430	8.728,6	0,80	955,5
4/8/2010	448	4	5.599	193	3,4	4.071	7.930,9	0,71	951,7
15/9/2010	379,5	4	4.574	138	3,0	3.206	6.849,5	0,67	941,8
27/10/2010	333	4	3.969	93	2,4	2.573	5.591,5	0,71	948,6
17/11/2010	474	4	6.040	130	2,2	4.228	6.885,0	0,88	959,5
8/12/2010	646	3	9.332	217	2,3	6.984	8.606,5	1,08	958,1
21/12/2010	699	5	10.846	221	2,0	8.191	8.663,1	1,25	955,4
12/1/2011	993	4	17.678	378	2,1	14.129	10.157,5	1,74	963,1
27/1/2011	1100	4	20.304	515	2,5	16.089	10.550,2	1,92	981,4
10/2/2011	1298	4	27.418	268	1,0	23.408	14.588,2	1,88	964,4
23/2/2011	1449	4	34.061	1.195	3,5	27.875	16.441,7	2,07	992,8

5.5. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA HUMAITÁ

Tabela 5.9.
Resumo das Medições com Molinete em Humaitá

Data	Leitura da Régua (cm)	Largura (m)	Área da seção (m ²)	Prof. Média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m ³ /s)
27/3/2009	2239	1.110,1	20.173,7	18,2	2,17	43.694
6/4/2009	2284	1.107,1	21.628,6	19,5	2,19	47.258
14/4/2009	2263	1.108,4	20.866,5	18,8	2,10	43.709
8/5/2009	2206	1.108,3	20.705,9	18,7	1,88	38.939
26/5/2009	2066	1.089,8	20.456,6	18,8	1,75	35.783
6/6/2009	1976	1.089,9	18.771,1	17,2	1,71	32.186
26/6/2009	1731	1.075,9	15.473,9	14,4	1,49	23.060
10/7/2009	1593	1.056,1	14.133,3	13,4	1,25	17.736
28/8/2009	1239	1.037,1	10.321,7	10,0	0,87	9.000
11/9/2009	1129	1.027,9	9.184,0	8,9	0,85	6.859
8/10/2009	1196	1.032,2	9.982,7	9,7	0,85	8.480
25/11/2009	1458	1.047,3	12.628,8	12,1	1,20	15.103
2/12/2009	1481	1.072,9	12.883,6	12,0	1,24	16.026
11/12/2009	1671	1.077,8	14.815,6	13,8	1,48	21.944
8/1/2010	1891	1.100,1	17.018,4	15,5	1,80	30.584
20/1/2010	1988	1.106,8	17.496,2	15,8	2,04	35.716
5/2/2010	2140	1.115,1	19.816,8	17,8	2,17	42.907
19/2/2010	2152	1.117,3	19.844,5	17,8	2,13	42.239
5/3/2010	2205	1.113,2	20.156,1	18,1	2,11	42.563
19/3/2010	2235	1.115,0	21.559,8	19,3	2,13	45.851
9/4/2010	2271	1.114,7	21.452,6	19,2	2,13	45.683
23/4/2010	2096	1.086,4	18.905,5	17,4	1,83	34.642
14/1/2011	1670	1.091,8	14.413,6	13,2	1,55	22.362
12/2/2011	1978	1.109,2	18.070,5	16,3	1,96	35.330
18/03/2011	2223	1.120,2	20.819,5	18,6	2,18	45.429

Tabela 5.10.
Resumo das Medições com ADCP em Humaitá

Data	Leitura da Régua (cm)	Nº de Travessias	Vazão Total (m³/s)	Desvio Q total	Erro	Vazão medida (m³/s)	Área da seção (m²)	Veloc. Média (m/s)	Largura (m)
26/6/2009	1731	6	21.581	140	0,6	17.991	16.003,0	1,35	1.073,1
10/7/2009	1593	6	17.797	181	1,0	14.639	14.503,7	1,23	1.053,6
28/8/2009	1239	6	8.840	105	1,2	7.017	10.750,7	0,82	1.035,8
25/11/2009	1458	6	14.535	167	1,1	11.732	13.040,6	1,11	1.045,3
2/12/2009	1481	6	14.983	52	0,3	12.399	13.342,4	1,12	1.057,8
11/12/2009	1671	4	21.303	141	0,7	17.750	15.305,2	1,39	1.070,6
8/1/2010	1891	6	28.211	132	0,5	24.050	17.615,7	1,60	1.095,0
20/1/2010	1988	5	32.531	320	1,0	27.706	18.312,0	1,78	1.104,7
5/2/2010	2140	4	38.260	266	0,7	33.047	20.264,0	1,89	1.115,2
9/4/2010	2271	4	40.762	363	0,9	35.898	21.586,9	1,89	1.129,0
14/5/2010	1986	6	28.468	399	1,4	24.646	18.366,1	1,55	1.080,1
29/5/2010	1710	6	19.645	390	2,0	16.662	15.300,4	1,28	1.069,6
12/6/2010	1594	6	17.144	299	1,7	13.872	14.559,3	1,18	1.070,0
24/6/2010	1346	6	10.759	315	2,9	8.539	11.817,5	0,91	1.032,6
23/7/2010	1184	6	7.647	206	2,7	6.092	9.823,4	0,78	1.024,9
6/8/2010	1087	6	5.809	183	3,2	4.381	8.906,0	0,65	1.018,8
17/9/2010	1020	6	4.864	115	2,4	3.634	8.216,9	0,59	1.039,5
29/10/2010	982	4	4.340	112	2,6	3.242	7.746,4	0,56	1.027,4
19/11/2010	1116	5	6.618	100	1,5	5.007	9.044,0	0,73	1.022,5
10/12/2010	1291	7	10.878	86	0,8	8.354	10.895,2	1,00	1.031,4
23/12/2010	1370	5	11.990	118	1,0	9.593	11.570,4	1,04	1.038,2
14/1/2011	1669	4	19.856	83	0,4	16.636	14.210,8	1,40	1.077,6
29/1/2011	1803	3	24.507	422	1,7	20.672	15.478,1	1,58	1.077,3
12/2/2011	1977	2	30.230	654	2,2	21.882	18.020,4	1,68	1.096,6
25/2/2011	2124	5	38.502	578	1,5	32.183	20.342,9	1,89	1.094,2

5.6. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA JACIPARANÁ - VILA

Tabela 5.11.
Resumo das Medições com Molinete em Jaciparaná -Vila

Local da Medição	Data	Leitura da Régua* (cm)	Largura (m)	Área da seção (m ²)	Prof. média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m ³ /s)
S03	30/3/2009	831	103,4	648,8	6,3	0,89	578
S03	10/4/2009	793	113,0	612,9	5,4	0,80	490
VILA	17/4/2009	837	152,0	1.145,4	7,5	0,32	371
VILA	28/5/2009	607	150,3	847,2	5,6	0,53	450
S02	28/6/2009	432	109,1	412,7	3,8	0,66	271
S02	22/7/2009	362	108,7	298,1	2,7	0,96	287
S02	4/9/2009	197	102,2	170,4	1,7	0,56	96
S02	5/11/2009	177	101,1	162,9	1,6	0,51	82
S02	4/12/2009	340	105,2	242,7	2,3	0,42	103
S02	28/1/2010	762	132,3	846,3	6,4	0,88	741
S02	25/2/2010	742	131,0	866,8	6,6	0,84	726
S02	24/3/2010	788	131,8	862,8	6,6	0,79	683
S02	30/4/2010	613	126,5	626,0	5,0	0,66	415
S02	19/5/2010	521	123,8	519,0	4,2	0,63	329
S02	16/6/2010	303	107,3	305,8	2,9	0,63	193
S02	12/8/2010	152	102,1	143,0	1,4	0,46	66
S02	6/10/2010	144	101,5	123,1	1,2	0,55	68
S02	1/12/2010	215	105,4	196,2	1,9	0,62	122
S02	20/1/2011	358	110,2	403,2	3,7	0,57	230
S02	16/2/2011	731	117,0	747,9	6,4	0,83	621
S02	24/03/11	889	117,7	861,1	7,3	1,00	843

*OBS: as leituras da régua correspondem à estação de Jaciparaná (Vila).

5.7. ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA MONTANTE JACIPARANÁ

Tabela 5.12.
Resumo das Medições com Molinete em Montante Jaciparaná

Data	Nível d'água* (m)	Largura (cm)	Área da seção (m ²)	Prof. média (m)	Vel. Média (m/s)	Descarga Líquida (m ³ /s)
25/03/11	70,10	91,0	491,0	5,4	1,00	470

*OBS: Cota do nível d'água na seção de medição obtida através de nivelamento a partir do marco de referência.

6. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DE DESCARGA SÓLIDA

No laboratório de sedimentometria da PCE, foram analisadas as amostras de sedimento em suspensão e do leito coletadas nas medições, seguindo as metodologias descritas nos itens anteriores. Rotineiramente, os resultados das análises são enviados ao escritório da PCE no Rio de Janeiro, onde são avaliados e posteriormente utilizados para o cálculo da descarga sólida em suspensão e da descarga sólida total, conforme descrito no item 4. Procedimentos e Consistência dos Dados.

Sazonalmente foram realizados procedimentos de re-amostragens dos sedimentos em suspensão, com o intuito de avaliar a consistência das amostragens e análises laboratoriais. Para o cálculo da descarga sólida total pelo Método de Einstein Modificado com a re-amostragem dos sedimentos em suspensão, foram assumidos os dados da descarga líquida e os dados da análise granulométrica dos sedimentos do leito amostrados no mesmo dia.

6.1. RESULTADOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

Neste item apresenta-se o resumo dos resultados das análises granulométricas dos sedimentos em suspensão e dos sedimentos do leito para cada estação fluviométrica (Tabela 6.1 a Tabela 6.6). Até a data de emissão deste relatório, foram concluídas todas as análises dos sedimentos de suspensão e do leito até o mês de fevereiro de 2011. Nas tabelas destaca-se, para cada estação, a percentagem de material que compõe cada faixa granulométrica do material em suspensão e material do leito (argila, silte, areia fina, areia média, areia grossa, pedregulho) e os diâmetros característicos do material que compõem o leito do rio.

Maiores detalhes acerca da análise laboratorial realizada em cada data de medição estão disponíveis no ANEXO III “Ensaio de Laboratório das Amostras de Sedimentos em Suspensão” e no ANEXO IV “Ensaio de Laboratório das Amostras de Sedimentos do Leito”.

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.1.1. Estação Fluviométrica Abunã

**Tabela 6.1.
Resumo das Análises do Sedimento em Suspensão e do Leito em Abunã**

No. Med.	Data	Material em suspensão						Material do leito										Observação		
		Material em suspensão (%)					Conc. Total (ppm)	Material do leito (%)						Coeficiente de Uniformidade (mm)						
		Argila	Silte	Ar.fina	Ar.med.	Ar.gros.		Argila + Silte	Ar.fina	Ar.med.	Ar.gros.	Pedreg	D 10%	D 35%	D 50%	D 65%	D 90%			
		0,0005 – 0,004	0,004 – 0,0625	0,0625 – 0,250	0,250 – 0,500	0,500 – 2,00		0,0005 – 0,004	0,004 – 0,0625	0,0625 – 0,250	0,250 – 0,500	0,500 – 2,00	2,00 – 64,00							
1	29/3/09	17,5	67,1	12,3	0,2	2,9	1014			1,5	18,8	62,8	16,8	0,1	0,174	0,302	0,357	0,406	0,629	
2	8/4/09	19,9	68,4	11,5	0,2	0	772,5			0,6	67,4	31,1	0,6	0,3	0,112	0,168	0,202	0,241	0,378	
3	20/4/09	19,2	62,4	18,2	0,1	0,1	840,1			2,2	74,3	21,4	1,8	0,3	0,082	0,145	0,175	0,214	0,357	
4	19/5/09	16,8	54,1	28,6	0,3	0,2	578,6			1,8	87,1	11	0,1	0	0,085	0,142	0,165	0,193	0,263	
5	30/5/09	23,6	44,2	31,9	0,3	0	411,3			0,7	80,2	18,4	0,7	0	0,097	0,152	0,177	0,204	0,320	
6	13/6/09	23,4	51,6	24,9	0,1	0	515,7			0,5	80,5	17,9	1,1	0	0,085	0,146	0,172	0,205	0,324	
Ream.	13/6/09	28,5	44,7	26,7	0,1	0	517,7			0,5	80,5	17,9	1,1	0	0,085	0,146	0,172	0,205	0,324	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
7	30/6/09	12,3	61,4	25,9	0,4	0	538,5	0,7	6,4		47,7	34,3	10,6	0,3	0,091	0,183	0,231	0,307	0,507	
8	23/7/09	20,1	57,9	21,7	0,1	0,2	342,2			0,3	82,1	11,8	4,7	1,1	0,132	0,165	0,187	0,210	0,346	
9	20/8/09	30,4	59,8	9,7	0,1	0	213,3			0,6	77,6	14,5	6,5	0,8	0,121	0,163	0,188	0,218	0,434	
10	3/9/09	35,6	60,9	3,5	0	0	186,1			0,8	80,7	14,6	3,8	0,1	0,101	0,154	0,179	0,201	0,329	
11	14/10/09	42,8	55,3	1,9	0	0	172,2			1,1	77	17	4,4	0,5	0,123	0,164	0,188	0,219	0,376	
12	4/11/09	52,0	42,6	5,4	0	0	325,5													Sem amostra do leito
13	6/12/09	36,7	52,5	10,8	0	0	1240			0,8	83,7	12,9	2,3	0,3	0,115	0,159	0,181	0,207	0,301	
14	15/12/09	34,0	53,1	12,7	0,2	0	1274			1,0	77,9	13	8	0,1	0,113	0,163	0,185	0,216	0,451	
15	12/1/10	35,8	53,0	11,1	0,1	0	1346			1,5	57,1	37	4,3	0,1	0,087	0,164	0,214	0,282	0,435	
16	27/1/10	30,6	57,4	11,8	0,2	0	1372			2,2	69	28,6	0,2	0	0,080	0,141	0,179	0,226	0,364	
17	10/2/10	32,4	60,3	7,1	0,2	0	1639			2,0	70,2	26,7	1,1	0	0,081	0,144	0,179	0,224	0,367	
18	23/2/10	23,6	65,9	10,2	0,3	0	1363			1,6	66,2	30,5	1	0,7	0,081	0,145	0,185	0,246	0,394	
19	9/3/10	25,0	65,4	9,3	0,3	0	1617			2,4	84,5	12,1	0,9	0,1	0,076	0,126	0,153	0,186	0,279	
20	23/3/10	20,1	68,0	11,8	0,1	0	1181			2,0	82,2	15,1	0,6	0,1	0,075	0,127	0,155	0,190	0,296	
21	13/4/10	17,8	51,1	30,9	0,2	0	735			0,8	75,7	22,9	0,6	0	0,098	0,155	0,183	0,218	0,341	
22	27/4/10	17,1	54,2	28,4	0,3	0	455,7			1,9	64,7	30,9	2,3	0,2	0,094	0,163	0,198	0,244	0,395	
23	4/5/10	15,0	62,4	22,3	0,3	0	805,4			0,4	62,7	35,5	1,2	0,2	0,116	0,172	0,209	0,259	0,398	
24	18/5/10	14,3	56,8	28,4	0,5	0	595,7			0,4	75,5	22,3	1,4	0,4	0,130	0,167	0,193	0,223	0,353	
25	1/6/10	26,8	58,3	14,8	0,1	0	569			0,2	62,1	37	0,6	0,1	0,142	0,185	0,217	0,263	0,415	
26	15/6/10	26,4	58,8	14,4	0,3	0,1	280,6			0,3	67,6	31,9	0,2	0	0,137	0,178	0,207	0,242	0,364	
27	6/7/10	32,2	62,3	5,5	0	0	124			0,6	63,2	35,5	0,7	0	0,134	0,180	0,213	0,256	0,397	
28	10/8/10	44,3	54,1	1,6	0	0	111,6			1,3	60,7	37,9	0,1	0	0,130	0,179	0,215	0,264	0,397	
29	21/9/10	49,0	50,5	0,5	0	0	77,39	0,6	4,4		57,2	37,2	0,6	0	0,109	0,172	0,211	0,263	0,405	
30	5/10/10	55,9	43,8	0,3	0	0	46,5			4,2	51,8	42,8	1,1	0,1	0,130	0,186	0,230	0,289	0,414	
Ream.	5/10/10	47,3	51,9	0,8	0	0	46,8			4,2	51,8	42,8	1,1	0,1	0,130	0,186	0,230	0,289	0,414	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	9/11/10	51,8	45,6	2,6	0	0	483,6	0,9	4,4		55,2	38,7	0,8	0	0,098	0,172	0,214	0,271	0,415	
Ream.	9/11/10	49,1	48,4	2,5	0	0	481,7	0,9	4,4		55,2	38,7	0,8	0	0,098	0,172	0,214	0,271	0,415	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	30/11/10	50,7	44,2	5,1	0	0	495,9			1,8	53	43	2,2	0	0,134	0,193	0,235	0,295	0,431	
33	14/12/10	51,4	44,5	4,1	0	0	471			1,0	67,5	30,6	0,5	0,4	0,130	0,173	0,203	0,240	0,377	
34	4/1/11	26,7	58,8	14,0	0,5	0	1200			0,5	68,5	29,8	0,9	0,3	0,133	0,175	0,204	0,239	0,377	
35	18/1/11	29,9	55,8	14,1	0,2	0	946			0,3	60	39,4	0,3	0	0,137	0,185	0,221	0,272	0,407	
36	2/2/11	29,5	61,2	9,0	0,3	0	1791			0,3	35	54,2	9,2	1,3	0,142	0,251	0,303	0,366	0,519	
37	15/2/11	27,6	59,7	12,3	0,4	0	1640			3,8	60,4	35,5	0,3	0	0,075	0,135	0,185	0,259	0,406	

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.1.3. Estação Fluviométrica Porto Velho - ANA

Tabela 6.3.

Resumo das Análises do Sedimento em Suspensão e do Leito em Porto Velho - ANA

No. Med.	Data	Material em suspensão						Material do leito								Observação				
		Material em suspensão (%)					Conc. Total (ppm)	Material do leito (%)						Coeficiente de Uniformidade (mm)						
		Argila	Silte	Ar.fina	Ar.med.	Ar.gros.		Argila	Silte	Argila + Silte	Ar.fina	Ar.med.	Ar.gros.	Pedreg	D 10%		D 35%	D 50%	D 65%	D 90%
		0,0005 - 0,004	0,004 - 0,0625	0,0625 - 0,250	0,250 - 0,500	0,500 - 2,00		0,0005 - 0,004	0,004 - 0,0625	0,000 - 0,0625	0,0625 - 0,250	0,250 - 0,500	0,500 - 2,00	2,00 - 64,00						
1	19/3/09	20,0	66,4	13,3	0,3	0	1082	4,2	10,5		58,8	26,3	0,2	0,0	0,023	0,148	0,181	0,220	0,375	
2	3/4/09	21,5	65,1	13,0	0,4	0	1103			0,2	41,5	34,4	19,7	4,2	0,139	0,221	0,296	0,397	1,228	
3	16/4/09	18,0	64,9	16,8	0,3	0	748,8			0,4	50,8	43,4	5,4	0	0,143	0,202	0,247	0,312	0,460	
4	4/5/09	22,5	61,3	15,8	0,3	0,1	664,7			0,5	57,6	34,9	6,8	0,2	0,130	0,184	0,224	0,282	0,466	
5	22/5/09	17,3	59,2	23,1	0,3	0,1	558,3			1	59,1	27,7	11,8	0,4	0,104	0,172	0,215	0,283	0,572	
6	1/6/09	19,6	56,4	23,8	0,2	0	496,5			2	57,5	33,2	7,1	0,2	0,084	0,160	0,210	0,280	0,468	
7	22/6/09	17,0	58,4	24,5	0,1	0	345,8			3,7	54,8	37,5	3	1	0,079	0,154	0,209	0,282	0,443	
Ream.	22/6/09	20,7	58,0	21,2	0,1	0	333,1			3,7	54,8	37,5	3	1	0,079	0,154	0,209	0,282	0,443	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
8	6/7/09	23,2	57,1	19,6	0,1	0	332			3,5	55,6	34,8	5,6	0,5	0,074	0,146	0,208	0,281	0,462	
9	5/8/09	18,4	72,3	9,2	0,1	0	246	1,1	9,7		58	26,2	4,6	0,4	0,057	0,143	0,182	0,235	0,423	
10	14/9/09	42,8	52,9	4,2	0,1	0	210,5	2	13,3		64,2	19,6	0,8	0,1	0,042	0,115	0,153	0,196	0,342	
11	26/10/09	63,3	33,0	3,7	0	0	246	2,2	8,8		74,7	13,5	0,8	0	0,061	0,105	0,138	0,176	0,297	
12	19/11/09	55,2	37,7	7,0	0,1	0	450,4	1,8	10		72,4	10	5,3	0,5	0,057	0,108	0,142	0,180	0,334	
13	23/11/09	39,3	42,6	18,0	0,1	0	357,8													Sem amostra do leito
14	19/12/10	31,2	57,8	10,6	0,4	0	1219			0,7	70,3	28,6	0,4	0	0,096	0,157	0,190	0,231	0,366	
15	4/1/10	34,2	53,4	12,0	0,4	0	1339			0,3	64	33,7	1,6	0,4	0,120	0,173	0,208	0,259	0,394	
16	18/1/10	33,2	57,4	8,8	0,6	0	1301			1,1	51,3	37,9	6,8	2,9	0,131	0,193	0,242	0,315	0,492	
17	1/2/10	30,0	58,7	11,0	0,3	0	1359			0,3	52,8	45,3	1,6	0	0,138	0,199	0,240	0,300	0,415	
18	15/2/10	29,0	56,5	14,3	0,2	0	1621			0,2	44,2	48,9	6,4	0,3	0,142	0,216	0,272	0,335	0,472	
19	1/3/10	24,9	66,4	8,3	0,4	0	1423			0,2	49,2	41,8	8,6	0,2	0,139	0,203	0,253	0,324	0,485	
20	15/3/10									0,2	47,5	43	8,1	1,2	0,144	0,207	0,260	0,330	0,489	Problemas na análise dos sedimentos em suspensão
21	3/4/10	25,7	63,0	11,2	0,1	0	971,2			0,4	44,2	49,1	6	0,3	0,129	0,210	0,271	0,333	0,470	
22	19/4/10	20,7	62,3	16,8	0,2	0	599,7			0,2	48,4	39,7	10,6	1,1	0,141	0,206	0,257	0,333	0,536	
23	10/5/10	22,1	58,7	18,8	0,4	0	831,1			0,3	32,7	59,4	7,2	0,4	0,149	0,259	0,306	0,363	0,481	
24	25/5/10	21,6	52,1	26,1	0,2	0	515			1,6	58,4	36,4	3,1	0,5	0,084	0,157	0,207	0,280	0,425	
25	8/6/10	26,5	51,6	21,8	0,1	0	521,5			2,3	59,2	29	9,2	0,3	0,078	0,145	0,198	0,272	0,493	
26	29/6/10	20,2	74,6	5,2	0	0	193,6	1,7	12,3		53,8	25,7	6,4	0,1	0,048	0,136	0,178	0,237	0,445	
27	19/7/10	29,8	65,4	4,8	0	0	173,7	3,8	25,8		47,8	17,8	4,5	0,3	0,019	0,077	0,118	0,178	0,398	
28	2/8/10	37,3	59,8	2,9	0	0	164,4	3,1	17		53,5	17	9	0,4	0,030	0,092	0,129	0,196	0,484	
29	13/9/10	11,6	86,5	1,9	0	0	32,36	1	7,8		45,3	41,3	4,2	0,4	0,069	0,165	0,228	0,300	0,452	
30	25/10/10	49,6	48,2	2,2	0	0	65,29	2,5	14,6		33	44,8	4,3	0,8	0,028	0,152	0,250	0,315	0,453	
Ream.	25/10/10	38,8	59,7	1,5	0	0	64,41	2,5	14,6		33	44,8	4,3	0,8	0,028	0,152	0,250	0,315	0,453	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	12/11/10	71,1	26,4	2,5	0	0	361,1	1,8	12		55,7	28,3	2,2	0	0,047	0,124	0,168	0,228	0,404	
Ream.	12/11/10	56,2	40,6	3,2	0	0	354,1	1,8	12		55,7	28,3	2,2	0	0,047	0,124	0,168	0,228	0,404	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	6/12/10	51,2	40,6	8,2	0	0	308,4	1,5	9		31,4	50,8	6,3	1	0,060	0,209	0,280	0,343	0,477	
33	17/12/10	55,3	38,5	6,2	0	0	323,1			0,1	43,4	51,9	4,1	0,5	0,151	0,220	0,274	0,333	0,460	
34	10/1/11	45,2	49,1	5,6	0,1	0	1063			4,4	43,7	45,8	5,7	0,4	0,082	0,189	0,258	0,323	0,466	
35	25/1/11	38,6	55,3	6,1	0	0	1443			1,5	59	38,7	0,7	0,1	0,081	0,148	0,201	0,271	0,414	
36	8/2/11	31,4	57,9	10,7	0	0	1421			0,9	69	29,4	0,7	0	0,089	0,153	0,188	0,233	0,372	
37	21/2/11	31,0	53,9	14,9	0,2	0	1413			0,3	48,6	49,6	1,5	0	0,135	0,202	0,255	0,313	0,439	

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.1.4. Estação Fluviométrica São Carlos

**Tabela 6.4.
Resumo das Análises do Sedimento em Suspensão e do Leito em São Carlos**

No. Med.	Data	Material em suspensão						Conc. Total (ppm)	Material do leito						Coeficiente de Uniformidade (mm)					Observação
		(%)							(%)											
		Argila 0,0005 – 0,004	Silte 0,004 – 0,0625	Ar.fina 0,0625 – 0,250	Ar.med. 0,250 – 0,500	Ar.gros. 0,500 – 2,00			Argila 0,0005-0,004	Silte 0,004 – 0,0625	Argila + Silte 0,000 – 0,0625	Ar.fina 0,0625 – 0,250	Ar.med. 0,250 – 0,500	Ar.gros. 0,500 – 2,00	Pedreg 2,00 – 64,00	D 10%	D 35%	D 50%	D 65%	
1	25/3/09	26,0	59,3	14,0	0,2	0,5	832,9			0,6	63,6	11,7	22,5	1,6	0,102	0,163	0,198	0,259	1,240	
2	5/4/09	17,7	70,4	11,2	0,3	0,4	928			0,1	39,9	42,1	16,5	1,4	0,151	0,229	0,295	0,369	0,908	
3	12/4/09	18,3	66,7	14,2	0,5	0,3	756			0,2	55,1	31,2	11,7	1,8	0,142	0,195	0,234	0,300	0,604	
4	6/5/09	22,5	63,1	13,7	0,6	0,1	646,2			0,1	39,7	40,5	16,2	3,5	0,155	0,233	0,299	0,385	1,109	
5	24/5/09	14,5	64,4	20,1	1,0	0,0	500,7			0,1	32,9	47,1	16,7	3,2	0,165	0,260	0,322	0,400	1,173	
6	4/6/09	18,1	62,2	19,0	0,7	0,0	388			0,1	25,5	57,9	15,2	1,3	0,179	0,288	0,336	0,401	0,740	
Ream.	4/6/09	12,1	67,0	19,5	1,3	0,1	459,4			0,1	25,5	57,9	15,2	1,3	0,179	0,288	0,336	0,401	0,740	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
7	24/6/09	23,8	61,8	14,2	0,2	0,0	372,2	0,6	7,1		36,5	40,2	12,3	3,3	0,079	0,205	0,284	0,350	0,895	
Ream.	24/6/09	14,9	71,6	13,2	0,3	0,0	403,5	0,6	7,1		36,5	40,2	12,3	3,3	0,079	0,205	0,284	0,350	0,895	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
8	8/7/09	19,8	63,0	17,0	0,2	0,0	361,6	1,4	13,5		32,3	23,9	19,5	9,4	0,048	0,113	0,279	0,409	1,922	
9	26/8/09	22,9	55,0	22,1	0,0	0,0	308,9	2,3	11,6		76,1	8,7	1,3	0	0,049	0,081	0,097	0,114	0,250	
10	9/9/09	28,4	52,2	18,8	0,4	0,2	256,5	2,8	12,8		81,5	1,5	1,4	0	0,037	0,080	0,090	0,105	0,162	
11	6/10/09	40,7	36,9	22,3	0,1	0,0	348,6	1,7	8,1		89,4	0,8	0	0	0,062	0,086	0,098	0,113	0,182	
12	27/11/09	34,5	43,4	21,9	0,2	0,0	579,6			0,8	84,6	12,2	1,5	0,9	0,082	0,138	0,164	0,195	0,295	
13	30/11/09	38,4	44,7	16,8	0,1	0,0	705,4			1,0	73,4	17,2	6,7	1,7	0,073	0,123	0,160	0,210	0,460	
14	9/12/09	34,4	43,9	21,6	0,1	0,0	1143			0,7	81,6	10,2	6,6	0,9	0,088	0,145	0,171	0,203	0,392	
15	6/1/10	32,2	54,1	13,7	0,0	0,0	1111			0,9	97,6	1,4	0,1	0	0,084	0,138	0,159	0,180	0,222	
16	22/1/10	30,3	57,5	12,2	0,0	0,0	1004			0,5	91,9	7,3	0,2	0,1	0,106	0,152	0,172	0,195	0,240	
17	3/2/10	28,5	58,3	12,9	0,3	0,0	1056			0,3	76,4	20,8	2,5	0	0,132	0,169	0,193	0,223	0,354	
18	17/2/10	33,2	60,3	6,3	0,2	0,0	1535			0,2	70,7	22,1	6,3	0,7	0,131	0,173	0,201	0,235	0,437	
19	3/3/10	26,4	65,4	7,9	0,3	0,0	1022			0,2	73,1	18,8	7,1	0,8	0,138	0,174	0,200	0,230	0,458	
20	17/3/10	28,0	66,1	5,6	0,3	0,0	1250			0,3	47,7	37,7	12,5	1,8	0,146	0,206	0,260	0,337	0,642	
21	7/4/10	25,7	63,3	10,6	0,4	0,0	897,5			0,2	52,1	28,7	11,2	7,8	0,140	0,199	0,243	0,320	1,603	
22	21/4/10	17,4	68,5	13,8	0,3	0,0	630,5			0,2	48,9	38,1	11,1	1,7	0,144	0,205	0,255	0,324	0,583	
23	12/5/10	26,8	61,7	11,1	0,4	0,0	686,3			0,5	49,1	36,8	12,4	1,2	0,106	0,189	0,253	0,329	0,608	
24	27/5/10	20,3	65,7	13,8	0,2	0,0	488,2	0,8	8,3		40,9	33,2	14,9	1,9	0,065	0,112	0,251	0,342	0,747	
25	10/6/10	19,9	63,1	16,8	0,2	0,0	579,2	0,8	10,5		38,4	31,7	16,3	2,3	0,059	0,115	0,253	0,349	0,797	
26	22/6/10	24,4	58,9	16,6	0,1	0,0	349,9	1,8	16,8		62,4	14,5	4,2	0,3	0,042	0,081	0,098	0,119	0,379	
27	21/7/10	20,3	61,0	18,7	0,0	0,0	255,8	1,3	10,0		67,7	11,1	8,3	1,6	0,061	0,084	0,096	0,113	0,492	
28	4/8/10	30,1	47,8	22,0	0,1	0,0	248,9	1,8	11,3		70,9	8,7	7	0,3	0,057	0,082	0,095	0,110	0,398	
29	15/9/10	4,2	54,2	41,6	0,0	0,0	154,4	2,8	16,4		60,7	13	6,6	0,5	0,032	0,081	0,098	0,121	0,420	
30	27/10/10	15,0	39,1	45,8	0,1	0,0	190,6			3,7	81,7	9,6	4,7	0,3	0,072	0,117	0,147	0,183	0,308	
Ream.	27/10/10	15,2	35,4	49,4	0,0	0,0	201,9			3,7	81,7	9,6	4,7	0,3	0,072	0,117	0,147	0,183	0,308	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	17/11/10	37,1	26,3	36,4	0,2	0,0	494,1			1,2	96,9	1,2	0,6	0,1	0,090	0,141	0,160	0,183	0,227	
Ream.	17/11/10	44,5	34,0	21,5	0,0	0,0	484,5			1,2	96,9	1,2	0,6	0,1	0,090	0,141	0,160	0,183	0,227	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	8/12/10	34,9	28,1	37,0	0,0	0,0	501,9			3,9	80,9	8,8	6,2	0,2	0,075	0,132	0,159	0,192	0,327	
33	21/12/10	33,0	38,4	28,6	0,0	0,0	533,4			0,6	95,8	2,4	1,1	0,1	0,090	0,141	0,161	0,185	0,230	
34	12/1/11	31,9	49,6	18,4	0,1	0,0	944,5			0,4	63,1	23,7	10,9	1,9	0,112	0,171	0,208	0,261	0,602	
35	27/1/11	33,4	48,2	18,3	0,1	0,0	1253			0,5	73,4	12,9	11,4	1,8	0,108	0,160	0,189	0,225	0,648	
36	10/2/11	30,4	58,9	10,7	0,0	0,0	1127			0,6	96,2	2,9	0,3	0	0,108	0,150	0,169	0,191	0,231	
37	23/2/11	36,4	49,7	13,8	0,1	0,0	1325			0,4	91,5	7,4	0,6	0,1	0,113	0,156	0,1747	0,198	0,2409	

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.1.6. Estação Fluviométrica Jaciparaná - Vila

**Tabela 6.6.
Resumo das Análises do Sedimento em Suspensão e do Leito em Jaciparaná - Vila**

No. Med.	Data	Material em suspensão							Material do leito										Observação	
		Material em suspensão (%)							Conc. Total (ppm)	Material do leito (%)					Coeficiente de Uniformidade (mm)					
		Argila	Silte	Argila + Silte	Ar.fina	Ar.med.	Ar.gros.	Argila + Silte		Ar.fina	Ar.med.	Ar.gros.	Pedreg	D 10%	D 35%	D 50%	D 65%	D 90%		
		0,0005 – 0,004	0,004 – 0,0625	0,000 – 0,0625	0,0625 – 0,250	0,250 – 0,500	0,500 – 2,00	0,000 – 0,0625		0,0625 – 0,250	0,250 – 0,500	0,500 – 2,00	2,00 – 64,00							
1	30/3/09			100,0	0,0	0,0	0,0	20,69												Sem granulometria de suspensão e do leito
2	10/4/09			100,0	0,0	0,0	0,0	16,23	0,6	21,4	26,9	42,5	8,6	0,140	0,349	0,516	0,784	1,883	Sem granulometria de suspensão	
3	17/4/09			100,0	0,0	0,0	0,0	13,03	2,0	40,6	20,9	25,3	11,2	0,101	0,209	0,321	0,543	2,189	Sem granulometria de suspensão	
4	28/5/09	27,2	46,1		24,2	1,6	0,9	25,37	4,7	50,8	16,8	14,9	12,8	0,079	0,165	0,223	0,370	2,669		
5	28/6/09	23,2	75,6		1,2	0,0	0,0	21,67	0,0	19,7	14,3	36,1	29,9	0,179	0,519	0,841	1,573	5,542		
6	22/7/09	36,2	63,8		0,0	0,0	0,0	25,56	0,1	20,8	23,8	37,6	17,7	0,175	0,378	0,583	0,884	3,230		
7	4/9/09								0,1	12,5	29	41	17,4	0,229	0,430	0,628	0,940	2,970	Análise de suspensão com problemas	
8	5/11/09	42,4	52,2		5,4	0,0	0,0	29,45	0,3	16,1	21,8	36,1	25,7	0,191	0,455	0,801	1,417	3,977		
9	4/12/09	39,9	54,1		6,0	0,0	0,0	20,97	0,1	13,5	21,6	39,4	25,4	0,214	0,500	0,912	1,484	3,568		
10	28/1/10	37,9	47,3		14,8	0,0	0,0	26,96	0,0	16,5	28,6	45,9	9	0,198	0,394	0,574	0,868	1,930		
11	25/2/10	28,9	56,7		14,4	0,0	0,0	24,27	0,1	32,9	20,4	27,5	19,1	0,151	0,268	0,446	0,826	3,880		
12	24/3/10	35,7	49,8		14,5	0,0	0,0	60,42	0,0	22,5	23,3	38,7	15,5	0,170	0,367	0,565	0,863	2,553		
13	30/4/10	28,9	63,9		7,2	0,0	0,0	24,92	0,0	20,8	25,9	31	22,3	0,174	0,369	0,563	0,971	4,095		
14	19/5/10								0,9	21,3	25,5	38,9	13,4	0,145	0,362	0,532	0,783	2,809	Análise de suspensão com problemas	
15	16/6/10	25,4	66,0		8,6	0,0	0,0	24,69	0,0	20,0	27	35,1	17,9	0,181	0,370	0,545	0,797	3,721		
16	12/8/10	30,6	65,0		4,4	0,0	0,0	21,16	0,5	24,2	22,3	33,2	19,8	0,148	0,347	0,559	0,961	3,704		
17	6/10/10			96,8	3,2	0,0	0,0	17,8	0,1	17,0	20,6	42	20,3	0,193	0,460	0,762	1,251	3,120		
Ream.	6/10/10			95,5	4,5	0,0	0,0	17,62	0,1	17,0	20,6	42	20,3	0,193	0,460	0,762	1,251	3,120	Reamostragem dos sedimentos em suspensão	
18	1/12/10	42,0	52,2		5,8	0,0	0,0	35,65	0,0	8,7	33,7	31	26,6	0,260	0,432	0,637	1,265	3,746		
19	20/1/11	48,5	51,5		0,0	0,0	0,0	50,39	0,2	19,5	35,1	24,3	20,9	0,187	0,341	0,456	0,751	3,638		
20	16/2/11	40,2	42,9		16,1	0,8	0,0	44,28	0,9	24,9	21,8	27,4	25	0,116	0,338	0,558	1,122	4,711		

Observação: as baixas concentrações de sedimentos em suspensão encontradas em 30/03/2009, 10/04/2009 e 17/04/2009 impossibilitaram a obtenção da granulometria dos sedimentos em suspensão.

6.2. RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE DESCARGA SÓLIDA

Com os resultados das análises granulométricas do sedimento em suspensão e do leito foi possível estimar a descarga sólida em suspensão, de arrasto e total, para cada estação fluviométrica, pelo Método Modificado de Einstein (método de Einstein modificado por Colby & Hembree - 1955) (Tabelas 6.7. a 6.12). Nestas tabelas também é possível visualizar os valores da descarga sólida total obtidos por faixa granulométrica (silte+argila, areia fina, areia média, areia grossa, pedregulho).

O aplicativo utilizado para estimar a descarga sólida de sedimentos para cada medição permite gerar uma planilha com o resumo dos dados fornecidos e os principais resultados, conforme se observa no ANEXO V – “Cálculo da Descarga Sólida de Sedimentos segundo o Método de Einstein Modificado”. Maiores detalhes quanto ao procedimento de cálculo se encontram no Relatório PJ0697-X-H41-GR-RL-003-0A - Relatório Parcial - R5.

Todas as medições realizadas até fevereiro de 2011 foram processadas antes da emissão do presente relatório. Destaca-se que na estação fluviométrica Jaciparaná - Vila não foi possível determinar a descarga sólida total e de arrasto pelo Método de Einstein Modificado para as medições realizadas em 30/03/2009, 10/04/2009 e 17/04/2009 devido à baixa concentração de sedimentos em suspensão que impede a determinação da granulometria destas amostras. Nos dias 22/07/2009, 04/12/2009 e 20/01/11 também não foi possível calcular a descarga pelo Método de Einstein Modificado, pois as granulometrias dos sedimentos do leito e em suspensão não apresentam faixas em comum com porcentagens significativas.

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.2.1. Estação Fluviométrica Abunã

Tabela 6.7.

Resumo do Cálculo da Descarga Sólida em Abunã pelo Método de Einstein Modificado

Número da medição	Data	Leitura da Régua (cm)	Conc. (mg/l)	Descarga Líquida (m³/s)	Descarga Sólida em Suspensão (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida de Arrasto USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS (t/dia) por Faixa Granulométrica - Método Einstein Mod.					Observações
								Argila + Silte (0,000 - 0,0625)	Areia Fina (0,0625 - 0,250)	Areia Média (0,250 - 0,500)	Areia Grossa (0,500 - 2,00)	Pedregulho (2,00 - 16,00)	
1	29/3/2009	1.930	1.014,00	34.624	3.033.403	3.088.285	13.613	2.597.796	426.088	48.809	15.532	61	
2	8/4/2009	1.902	772,50	33.496	2.235.664	2.377.833	11.331	1.999.333	346.195	31.651	528	125	
3	20/4/2009	1.917	840,10	32.633	2.368.684	2.533.198	10.362	1.958.559	547.643	25.434	1.487	75	
4	19/5/2009	1.729	578,60	28.079	1.403.705	1.544.276	7.385	1.008.299	524.219	11.684	73	0	
5	30/5/2009	1.599	411,30	23.171	823.419	924.730	6.166	565.284	345.615	13.461	370	0	
6	13/6/2009	1.509	515,70	21.525	959.069	1.052.084	5.791	728.140	311.853	11.604	487	0	
Ream.	13/6/2009	1.509	517,70	21.525	962.788	1.060.101	5.791	713.200	334.320	12.087	494	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
7	30/6/2009	1.438	538,50	20.762	965.979	1.061.973	8.010	721.607	310.432	24.306	5.574	54	
8	23/7/2009	1.184	342,20	12.777	377.752	415.311	2.568	298.347	113.269	3.036	646	13	
9	20/8/2009	976	213,30	8.772	161.669	173.978	1.215	147.670	24.619	1.424	263	0	
10	3/9/2009	870	186,10	6.470	104.038	108.753	522	101.569	6.566	576	42	0	
11	14/10/2009	684	172,20	5.367	79.849	82.254	243	79.286	2.702	250	17	0	
12	4/11/2009	935	325,50	7.806	219.516	228.890	817	209.887	17.819	1.078	106	0	Sem amostra do leito. Para os cálculos foram utilizados dados da amostra do dia 14/10/09.
13	6/12/2009	1.378	1.240,00	17.975	1.925.731	2.027.408	4.308	1.738.104	281.439	7.071	779	14	
14	15/12/2009	1.461	1.274,00	21.690	2.387.507	2.512.915	6.488	2.103.449	395.718	9.517	4.228	3	
15	12/1/2010	1.589	1.346,00	25.152	2.925.073	3.066.627	10.157	2.628.145	401.501	34.008	2.941	32	
16	27/1/2010	1.827	1.372,00	34.143	4.047.351	4.256.190	13.638	3.604.602	609.141	42.235	212	0	
17	10/2/2010		1.639,00	30.407	4.305.937	4.468.757	10.613	4.039.893	398.790	29.191	883	0	
18	23/2/2010	1.795	1.363,00	33.201	3.909.909	4.095.262	12.931	3.544.640	507.304	42.116	987	215	
19	9/3/2010	1.939	1.617,00	40.136	5.607.292	5.851.063	13.003	5.135.184	694.340	20.314	1.129	95	
20	23/3/2010	1.878	1.181,00	36.477	3.722.024	3.939.924	12.434	3.324.578	591.373	23.217	676	80	
21	13/4/2010	1.763	735,00	26.377	1.675.071	1.819.526	7.245	1.169.738	630.484	18.930	375	0	
22	27/4/2010	1.641	455,70	22.775	896.705	1.005.846	7.898	648.399	331.353	24.690	1.376	28	
23	4/5/2010	1.763	805,40	27.672	1.925.599	2.098.883	11.005	1.511.993	545.244	40.488	1.055	104	
24	18/5/2010	1.512	595,70	20.116	1.035.340	1.143.266	5.212	745.554	382.513	14.602	591	6	
25	1/6/2010	1.374	569,00	16.524	812.346	877.332	4.324	700.071	163.245	13.834	177	4	
26	15/6/2010	1.102	280,60	10.833	262.634	284.419	1.886	227.025	53.134	4.242	19	0	
27	6/7/2010	853	124,00	6.246	66.917	70.630	426	64.116	5.704	803	7	0	
28	10/8/2010	764	111,60	4.697	45.290	46.618	147	45.069	1.259	289	0	0	
29	21/9/2010	634	77,39	3.046	20.367	20.690	13	20.510	157	23	0	0	
30	5/10/2010	616	46,50	2.845	11.430	11.608	5	11.541	56	10	0	0	
Ream.	5/10/2010	616	46,80	2.845	11.504	11.707	5	11.545	147	15	0	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	9/11/2010	884	483,60	6.675	278.902	286.439	636	274.693	10.244	1.489	12	0	
Ream.	9/11/2010	884	481,70	6.675	277.806	285.238	636	273.849	9.889	1.488	12	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	30/11/2010	984	495,90	8.319	356.434	369.569	1.089	342.387	24.400	2.685	97	0	
33	14/12/2010	968	471,00	8.143	331.374	343.362	995	321.539	19.872	1.933	18	0	
34	4/1/2011	1.424	1.200,00	20.221	2.096.555	2.216.857	6.480	1.814.999	380.491	20.884	474	9	
35	18/1/2011	1.432	946,00	17.655	1.443.021	1.528.559	4.950	1.252.535	257.920	17.999	106	0	
36	2/2/2011	1.696	1.791,00	26.196	4.053.632	4.203.303	9.918	3.720.315	415.891	58.978	7.914	206	
37	15/2/2011	1.784	1.640,00	28.531	4.042.729	4.142.819	11.820	3.579.409	535.609	27.594	208	0	

2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio

6.2.2. Estação Fluviométrica Jusante Caldeirão do Inferno

Tabela 6.8.

Resumo do Cálculo da Descarga Sólida em Jusante Caldeirão do Inferno pelo Método de Einstein Modificado

Número da medição	Data	Leitura da Régua (cm)	Conc. (mg/l)	Descarga Líquida (m³/s)	Descarga Sólida em Suspensão (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida de Arrasto USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS (t/dia) por Faixa Granulométrica - Método Einstein Mod.					Observações	
								Argila + Silte (0,000 - 0,0625)	Areia Fina (0,0625 - 0,250)	Areia Média (0,250 - 0,500)	Areia Grossa (0,500 - 2,00)	Pedregulho (2,00 - 16,00)		
1	1/4/2009	1.691	1.181,00	40.775	4.160.645									Sem granulometria do leito
2	9/4/2009	1.642	982,40	36.592	3.105.904	3.304.014	15.629	2.552.540	667.533	72.269	11.006	667		
3	18/4/2009	1.681	992,30	38.081	3.264.865	3.479.633	18.938	2.553.009	850.695	56.584	17.458	1.886		
4	20/5/2009	1.493	444,10	27.423	1.052.218	1.179.231	9.170	731.469	414.231	32.492	1.020	19		
5	29/5/2009	1.408	413,90	24.511	876.533	997.381	8.884	571.943	389.780	95.148	511	1		
6	11/6/2009	1.360	498,20	24.362	1.048.658	1.144.932	9.005	815.837	282.049	42.564	4.450	32		
7	29/6/2009	1.271	356,40	20.892	643.318	688.899	6.762	456.731	211.283	18.391	2.381	114		
Ream	29/6/2009	1.271	317,50	20.892	573.102	629.923	6.762	423.734	182.706	20.877	2.488	117		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
8	21/7/2009	1.100	295,10	14.234	362.922	398.403	3.278	277.329	107.767	12.279	1.026	2		
9	18/8/2009	1.058	156,40	9.377	126.714	140.071	1.831	120.314	14.718	4.714	325	0		
10	1/9/2009	985	176,10	8.520	129.626	134.633	511	125.768	7.014	1.500	351	0		
11	16/10/2009	858	153,80	5.590	74.288	76.315	155	74.456	1.410	427	22	0		
12	6/11/2009	991	299,10	8.334	215.360	225.059	777	211.513	10.639	2.659	248	0		
13	5/12/2009	1.318	847,20	17.693	1.295.107	1.358.666	4.636	1.198.583	140.069	18.865	1.129	21		
14	17/12/2009	1.436	1.123,00	23.036	2.235.077	2.347.441	8.636	2.049.318	270.822	23.279	3.483	540		
15	14/1/2010	1.573	1.208,00	27.916	2.913.598	3.055.758	11.373	2.574.770	408.892	69.203	2.710	184		
16	29/1/2010	1.708	1.436,00	34.192	4.242.254	4.476.107	15.086	3.664.944	703.462	102.332	5.282	87		
17	12/2/2010	1.718	1.584,00	35.719	4.888.397	5.142.115	17.097	4.321.080	677.248	130.624	13.042	121		
18	24/2/2010	1.686	1.338,00	35.343	4.085.749	4.309.486	16.522	3.552.126	692.724	61.311	3.213	111		
19	11/3/2010	1.795		40.582										Análise de suspensão com problemas
20	26/3/2010	1.721	1.215,00	36.505	3.832.148	4.079.613	16.905	3.201.894	750.363	116.809	10.077	470		
21	15/4/2010	1.630	995,10	30.844	2.651.875	2.839.212	12.980	2.175.917	596.165	64.311	2.685	134		
22	29/4/2010	1.527	512,50	26.018	1.152.090	1.278.878	9.448	795.064	434.794	47.142	1.833	45		
23	6/5/2010	1.653	920,90	32.030	2.548.511	2.752.440	13.978	1.965.834	709.684	75.361	1.560	0		
24	20/5/2010	1.409	493,40	21.813	929.885	999.462	7.116	760.882	209.730	27.196	1.639	15		
25	3/6/2010	1.304	491,70	16.845	715.643	764.319	4.565	633.265	114.681	15.713	660	0		
26	17/6/2010	1.107	213,50	10.894	200.959	216.508	1.666	181.437	29.679	5.040	352	0		
27	7/7/2010	915	100,40	6.526	56.606	59.622	269	53.713	4.913	932	65	0		
28	11/8/2010	823	103,80	5.026	45.075	46.684	127	44.646	1.664	337	37	0		
29	22/9/2010	703	66,09	3.366	19.220	19.542	9	19.142	390	0	10	0		
30	7/10/2010	691		2.965										Análise de suspensão com problemas
Ream.	7/10/2010	691	47,74	2.965	12.228	12.423	9	11.925	498	0	0	0		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	10/11/2010	941	521,10	7.292	328.317	335.703	385	327.669	6.770	1.192	73	0		
Ream.	10/11/2010	941	513,50	7.292	323.529	330.853	385	322.163	7.431	1.187	73	0		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	2/12/2010	1.026	416,80	9.063	326.370	339.341	992	317.703	18.394	3.129	114	0		
33	15/12/2010	1.012	349,00	8.667	261.353	269.752	437	258.202	7.866	3.471	214	0		
34	6/1/2011	1.384	977,00	19.813	1.672.431	1.769.920	6.878	1.518.060	227.842	22.918	1.097	4		
35	19/1/2011	1.394	471,50	20.370	829.812	903.263	7.133	740.776	141.014	20.894	569	10		
36	3/2/2011	1.597	1.776,00	30.954	4.749.763	4.977.899	13.929	4.229.383	687.755	52.605	7.515	641		
37	17/2/2011	1.684	1.729,00	35.520	5.306.218	5.555.522	14.575	4.716.390	745.706	91.845	1.541	41		

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.2.3. Estação Fluviométrica Porto Velho - ANA

Tabela 6.9.

Resumo do Cálculo da Descarga Sólida em Porto Velho - ANA pelo Método de Einstein Modificado

Número da medição	Data	Leitura da Régua (cm)	Conc. (mg/l)	Descarga Líquida (m³/s)	Descarga Sólida em Suspensão (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida de Arrasto USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS (t/dia) por Faixa Granulométrica - Método Einstein Mod.					Observações
								Argila + Silte (0,000 - 0,0625)	Areia Fina (0,0625 - 0,250)	Areia Média (0,250 - 0,500)	Areia Grossa (0,500 - 2,00)	Pedregulho (2,00 - 16,00)	
1	19/3/2009	1.484	1.082,00	37.739	3.527.995	3.745.125	12.986	3.098.692	607.361	38.855	217	0	
2	3/4/2009	1.551	1.103,00	40.196	3.830.662	4.027.329	22.487	3.357.616	599.071	43.998	25.174	1.470	
3	16/4/2009	1.538	748,80	39.656	2.565.578	2.755.192	16.209	2.155.437	541.352	51.953	6.450	0	
4	4/5/2009	1.455	664,70	32.672	1.876.346	2.004.353	11.281	1.593.837	376.546	28.685	5.216	69	
	16/5/2009	1.399											Medição somente com o ADCP
5	22/5/2009	1.337	558,30	28.223	1.361.398	1.470.864	9.860	1.056.216	387.088	20.444	7.032	82	
6	1/6/2009	1.227	496,50	23.866	1.023.782	1.115.008	7.428	788.907	299.904	23.073	3.103	21	
7	22/6/2009	1.060	345,80	21.281	635.807	675.948	6.760	487.226	173.122	14.658	929	14	
Ream.	22/6/2009	1.060	333,10	21.281	612.456	657.912	6.760	489.957	152.473	14.542	926	14	
8	6/7/2009	941	332,00	16.985	487.217	515.354	3.886	397.440	109.266	7.865	780	3	
9	5/8/2009	711	246,00	10.363	220.253	231.097	1.077	202.863	26.181	1.967	87	0	
10	14/9/2009	452	210,50	5.492	99.880	102.451	122	96.913	5.388	149	0	0	
11	26/10/2009	576	246,00	8.075	171.629	177.393	605	166.991	9.893	503	6	0	
12	19/11/2009	761	450,40	12.181	474.009	495.206	1.631	445.136	48.380	1.479	210	0	
13	23/11/2009	793	357,80	12.979	401.223	437.393	1.862	332.023	102.328	2.717	325	1	
14	19/12/2009	1.105	1.219,00	24.472	2.577.420	2.693.434	7.064	2.319.606	352.044	21.591	193	0	
15	4/1/2010	1.223	1.339,00	29.775	3.444.639	3.623.286	10.019	3.050.935	530.941	40.047	1.279	84	
16	18/1/2010	1.284	1.301,00	30.371	3.413.900	3.552.691	11.383	3.128.523	382.924	35.705	4.887	652	
17	1/2/2010	1.408	1.359,00	36.395	4.273.467	4.478.072	13.741	3.835.213	587.852	53.260	1.747	0	
18	15/2/2010	1.401	1.621,00	34.202	4.790.197	4.977.065	13.096	4.142.760	762.017	65.294	6.907	87	
19	1/3/2010	1.447	1.423,00	36.930	4.540.465	4.736.517	15.590	4.198.189	480.445	48.383	9.367	131	
20	15/3/2010	1.504		39.832									Análise de suspensão com problemas
21	3/4/2010	1.559	971,20	42.111	3.533.621	3.737.021	16.598	3.173.464	496.222	59.800	7.296	239	
22	19/4/2010	1.345	599,70	30.117	1.560.501	1.670.388	10.088	1.312.827	324.769	26.054	6.509	229	
23	10/5/2010	1.304	831,10	29.477	2.116.624	2.240.381	9.567	1.731.615	450.586	52.154	5.903	123	
24	25/5/2010	1.046	515,00	20.638	918.318	959.488	6.106	687.831	257.673	13.131	842	12	
25	8/6/2010	965	521,50	18.412	829.593	864.577	5.040	657.393	196.544	8.806	1.827	8	
26	29/6/2010	595	193,60	8.380	140.180	147.621	746	135.297	10.813	1.435	75	0	
27	19/7/2010	483	173,70	6.112	91.727	97.195	448	89.205	7.706	274	9	0	
28	2/8/2010	453	164,40	5.307	75.382	78.326	187	74.442	3.759	120	6	0	
29	13/9/2010	326	32,36	3.680	10.288	10.751	48	10.322	318	110	1	0	
30	25/10/2010	319	65,29	3.714	20.953	21.621	67	20.823	667	131	1	0	
Ream.	25/10/2010	319	64,41	3.714	20.671	21.351	70	20.739	481	130	1	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	12/11/2010	500	361,10	6.517	203.331	209.815	677	200.823	7.906	1.069	17	0	
Ream.	12/11/2010	500	354,10	6.517	199.389	206.151	677	195.516	9.551	1.067	17	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	6/12/2010	601	308,40	8.566	228.237	237.798	977	212.227	23.089	2.306	176	0	
33	17/12/2010	612	323,10	8.883	247.963	258.347	1.065	235.569	20.513	2.125	140	0	
34	10/1/2011	1.075	1.063,00	19.571	1.797.429	1.905.335	108	1.734.896	141.415	26.477	2.507	41	
35	25/1/2011	1.073	1.443,00	23.622	2.945.037	3.059.080	10.861	2.798.888	231.823	27.941	424	5	
36	8/2/2011	1.240	1.421,00	30.385	3.730.464	3.923.619	13.803	3.373.200	514.912	34.830	677	0	
37	21/2/2011	1.385	1.413,00	36.402	4.444.099	4.717.255	18.588	3.817.022	811.766	86.276	2.191	0	

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.2.4. Estação Fluviométrica São Carlos

Tabela 6.10.

Resumo do Cálculo da Descarga Sólida em São Carlos pelo Método de Einstein Modificado

Número da medição	Data	Leitura da Régua (cm)	Conc. (mg/l)	Descarga Líquida (m³/s)	Descarga Sólida em Suspensão (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida de Arrasto USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS (t/dia) por Faixa Granulométrica - Método Einstein Mod.					Observações
								Argila + Silte (0,000 - 0,0625)	Areia Fina (0,0625 - 0,250)	Areia Média (0,250 - 0,500)	Areia Grossa (0,500 - 2,00)	Pedregulho (2,00 - 16,00)	
1	25/3/2009	1.554	832,90	37.805	2.720.530	2.912.637	24.940	2.351.936	513.362	17.729	28.315	1.295	
2	5/4/2009	1.615	928,00	39.712	3.184.089	3.366.164	25.101	2.840.526	427.097	72.272	24.938	1.331	
3	12/4/2009	1.574	756,00	35.606	2.325.732	2.492.102	16.152	2.003.107	441.291	35.515	11.387	802	
4	6/5/2009	1.516	646,20	33.480	1.869.233	2.013.753	20.367	1.622.048	332.289	40.078	17.359	1.978	
5	24/5/2009	1.383	500,70	29.419	1.272.686	1.386.393	12.781	1.016.465	299.151	56.227	13.662	888	
6	4/6/2009	1.284	388,00	27.949	936.949	1.023.098	11.708	762.918	204.459	44.056	11.369	296	
Ream.	4/6/2009	1.284	459,40	27.949	1.109.367	1.209.659	11.708	889.654	245.536	61.471	12.685	314	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
7	24/6/2009	1.068	372,20	21.192	681.484	745.705	8.396	592.336	126.568	21.524	5.031	245	
Ream.	24/6/2009	1.068	403,50	21.192	738.793	804.088	8.396	649.632	127.510	21.658	5.042	245	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
8	8/7/2009	935	361,60	16.648	520.118	549.049	6.388	440.331	97.677	7.457	3.395	190	
9	26/8/2009	601	308,90	8.539	227.904	262.249	1.707	181.755	79.623	822	49	0	
10	9/9/2009	508	256,50	6.631	146.955	168.341	1.034	121.167	47.066	82	25	0	
11	6/10/2009	557	348,60	7.955	239.596	280.040	2.132	189.414	90.525	101	0	0	
12	27/11/2009	827	579,60	14.861	744.192	825.740	5.994	588.783	229.865	6.548	517	27	
13	30/11/2009	827	705,40	15.022	915.557	998.810	7.693	773.537	216.000	7.066	2.129	77	
14	9/12/2009	1.001	1.143,00	20.955	2.069.412	2.299.046	17.647	1.645.682	630.573	14.433	7.596	762	
15	6/1/2010	1.252	1.111,00	29.065	2.789.986	2.997.820	10.151	2.439.550	556.282	1.885	102	0	
16	22/1/2010	1.360	1.004,00	33.382	2.895.703	3.132.743	13.509	2.575.432	545.870	11.122	240	80	
17	3/2/2010	1.470	1.056,00	37.380	3.410.526	3.663.134	15.418	2.996.300	630.828	32.825	3.180	0	
18	17/2/2010	1.465	1.535,00	36.847	4.886.779	5.117.996	16.551	4.625.098	455.109	30.069	7.256	465	
19	3/3/2010	1.518	1.022,00	36.906	3.258.847	3.470.573	17.893	3.033.862	403.180	24.466	8.560	505	
20	17/3/2010	1.554	1.250,00	37.820	4.084.552	4.283.506	22.780	3.895.335	324.999	45.956	16.054	1.161	
21	7/4/2010	1.598	897,50	39.574	3.068.747	3.275.589	23.251	2.767.444	447.875	39.956	14.438	5.877	
22	21/4/2010	1.394	630,50	30.327	1.652.084	1.784.334	14.917	1.441.887	301.270	31.339	9.283	555	
23	12/5/2010	1.325	686,30	28.843	1.710.268	1.814.757	13.447	1.533.428	221.436	49.014	10.525	354	
24	27/5/2010	1.057	488,20	21.101	890.031	973.747	10.543	782.517	168.679	16.868	5.548	135	
25	10/6/2010	948	579,20	17.479	874.703	940.422	8.545	741.688	182.801	11.658	4.192	84	
26	22/6/2010	687	349,90	10.077	304.641	342.807	2.029	260.424	80.512	1.678	194	0	
27	21/7/2010	539	255,80	7.653	169.130	198.764	1.390	141.716	55.933	906	209	0	
28	4/8/2010	448	248,90	5.765	123.986	146.033	938	98.882	46.659	406	86	0	
29	15/9/2010	380	154,40	4.893	65.280	85.502	998	39.754	45.102	579	66	0	
30	27/10/2010	333	190,60	4.230	69.657	86.583	1.069	38.858	47.110	544	71	0	
Ream.	27/10/2010	333	201,90	4.230	73.786	92.302	1.069	38.453	53.219	557	72	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	17/11/2010	474	494,10	6.287	268.376	312.526	1.546	173.423	138.880	189	34	0	
Ream.	17/11/2010	474	484,50	6.287	263.162	297.397	1.546	210.426	86.731	204	35	0	Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	8/12/2010	646	501,90	9.894	429.032	479.509	3.751	275.838	200.360	2.369	940	2	
33	21/12/2010	699	533,40	11.621	535.540	603.788	2.551	389.316	213.603	735	133	1	
34	12/1/2011	994	944,50	20.228	1.650.685	1.810.102	16.589	1.366.510	411.352	21.970	9.362	907	
35	27/1/2011	1.100	1.253,00	24.097	2.608.673	2.848.757	19.739	2.159.952	655.599	18.347	13.487	1.373	
36	10/2/2011	1.299	1.127,00	31.140	3.032.234	3.241.767	10.577	2.743.160	494.622	3.689	296	0	
37	23/2/2011	1.449	1.325,00	38.872	4.450.031	4.784.723	15.818	3.877.618	891.525	14.560	911	110	

2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio

6.2.5. Estação Fluviométrica Humaitá

Tabela 6.11.

Resumo do Cálculo da Descarga Sólida em Humaitá pelo Método de Einstein Modificado

Número da medição	Data	Leitura da Régua (cm)	Conc. (mg/l)	Descarga Líquida (m³/s)	Descarga Sólida em Suspensão (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida de Arrasto USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS (t/dia) por Faixa Granulométrica - Método Einstein Mod.					Observações	
								Argila + Silte (0,000 - 0,0625)	Areia Fina (0,0625 - 0,250)	Areia Média (0,250 - 0,500)	Areia Grossa (0,500 - 2,00)	Pedregulho (2,00 - 16,00)		
1	27/3/2009	2.239	720,80	43.694	2.721.148									Sem granulometria do leito
2	6/4/2009	2.284	832,10	47.258	3.397.534	3.713.954	20.586	3.009.463	602.859	97.088	4.433	110		
3	14/4/2009	2.263	735,30	43.709	2.776.808	3.032.053	20.695	2.364.387	573.820	82.029	11.632	186		
4	8/5/2009	2.206	650,60	38.939	2.188.816	2.365.457	19.186	1.750.187	521.827	70.160	22.596	686		
5	26/5/2009	2.066	562,10	35.783	1.737.806	1.885.607	15.981	1.371.144	458.330	39.926	15.297	910		
6	6/6/2009	1.976	493,50	32.186	1.372.358	1.496.556	14.807	1.056.172	390.890	39.223	10.116	155		
Ream	6/6/2009	1.976	500,80	32.186	1.392.659	1.522.805	14.807	1.064.981	407.365	40.110	10.194	155		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
7	26/6/2009	1.731	353,40	23.060	704.100	767.182	11.230	608.004	131.531	14.953	12.199	494		
Ream	26/6/2009	1.731	347,70	23.060	692.744	759.137	11.230	577.002	153.312	15.870	12.453	500		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
8	10/7/2009	1.593	326,40	17.736	500.181	566.185	5.374	420.007	94.376	43.401	8.276	124		
9	28/8/2009	1.239	210,20	9.000	163.460	168.579	322	153.392	14.066	955	166	0		
10	11/9/2009	1.129	199,10	6.859	117.990	121.847	401	115.401	4.493	1.667	285	0		
11	8/10/2009	1.196	253,30	8.480	185.582	193.221	895	174.458	15.856	2.463	445	0		
12	25/11/2009	1.458	471,30	15.103	614.984	653.469	4.715	554.398	83.427	12.138	3.474	32		
13	2/12/2009	1.481	625,30	16.026	865.802	910.277	5.084	781.132	110.907	15.189	3.000	49		
14	11/12/2009	1.671	981,20	21.944	1.860.296	1.959.347	9.507	1.641.204	279.909	30.069	8.045	120		
15	8/1/2010	1.891	946,20	30.584	2.500.291	2.652.815	17.156	2.232.988	379.696	25.064	14.684	384		
16	20/1/2010	1.988	1.112,00	35.716	3.431.500	3.663.127	27.951	2.988.586	592.792	47.078	31.817	2.855		
17	5/2/2010	2.140	957,00	42.907	3.547.772	3.822.662	27.319	3.017.238	711.079	67.614	25.737	995		
18	19/2/2010	2.152	1.584,00	42.239	5.780.698	6.057.993	23.556	5.375.078	600.151	66.465	15.030	1.269		
19	5/3/2010	2.205	1.009,00	42.563	3.710.582	4.063.756	20.706	3.364.933	610.174	84.106	4.327	216		
20	19/3/2010	2.235	1.050,00	45.851	4.159.642	4.414.142	22.694	3.718.629	562.938	116.559	15.487	530		
21	9/4/2010	2.271	773,60	45.683	3.053.405	3.279.796	20.286	2.707.822	502.380	67.530	2.034	30		
22	23/4/2009	2.096	535,60	34.642	1.603.083	1.704.937	14.286	1.388.006	259.227	51.375	6.091	238		
23	14/5/2010	1.986	695,40	28.468	1.710.430	1.794.208	9.742	1.466.039	292.949	28.599	6.221	400		
24	29/5/2010	1.710	490,70	19.645	832.879	898.150	5.502	681.726	190.316	21.822	4.262	24		
25	12/6/2010	1.594	478,10	17.144	708.182	751.523	4.504	607.075	126.061	15.776	2.583	28		
26	24/6/2010	1.346	244,00	10.759	226.817	242.928	1.392	209.462	27.494	5.121	851	1		
27	23/7/2010	1.184	159,80	7.647	105.580	110.372	618	96.216	12.091	1.713	352	0		
28	6/8/2010	1.087	150,70	5.809	75.636	78.555	188	72.486	5.239	710	120	0		
29	17/9/2010	1.020	60,72	4.864	25.518	27.196	122	22.879	3.839	420	58	0		
30	29/10/2010	982	75,77	4.340	28.412	29.732	91	27.094	2.280	338	21	0		
Ream	29/10/2010	982	80,62	4.340	30.231	31.788	90	28.247	3.164	355	21	0		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
31	19/11/2010	1.116	312,80	6.618	178.858	185.093	417	175.276	7.952	1.598	267	0		
Ream	19/11/2010	1.116	314,00	6.618	179.544	185.728	409	176.316	7.567	1.582	263	0		Reamostragem dos sedimentos em suspensão
32	10/12/2010	1.291	347,40	10.878	326.507	352.648	2.816	298.806	44.737	8.000	1.103	2		
33	23/12/2010	1.370	430,00	11.990	445.452	475.782	2.754	395.019	70.166	8.514	2.076	7		
34	14/1/2011	1.670	837,70	22.362	1.618.523	1.745.058	10.576	1.375.017	326.876	38.099	4.988	79		
35	29/1/2011	1.803	753,40	24.507	1.595.253	1.622.782	59	1.380.340	236.216	6.182	45	0		
36	12/2/2011	1.978	1.101,00	35.330	3.360.832	3.569.336	20.889	2.861.922	626.191	60.508	19.363	1.352		
37	25/2/2011	2.124	1.152,00	38.502	3.832.212	4.052.889	18.525	3.308.025	654.006	72.954	17.263	641		

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

6.2.6. Estação Fluviométrica Jaciparaná - Vila

**Tabela 6.12.
Resumo do Cálculo da Descarga Sólida em Jaciparaná - Vila pelo Método de Einstein Modificado**

Número da medição	Local da Medição	Data	Leitura da Régua (cm)	Conc. (mg/l)	Descarga Líquida (m³/s)	Descarga Sólida em Suspensão (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida de Arrasto USGS Método Einstein Mod. (t/dia)	Descarga Sólida Total USGS (t/dia) por Faixa Granulométrica - Método Einstein Mod.					Observações
									Argila + Silte (0,000 - 0,0625)	Areia Fina (0,0625 - 0,250)	Areia Média (0,250 - 0,500)	Areia Grossa (0,500 - 2,00)	Pedregulho (2,00 - 16,00)	
1	S03	30/3/2009	831	20,69	578	1.033								Não foi possível aplicar o Método de Einstein Modificado
2	S03	10/4/2009	793	16,23	490	687								Não foi possível aplicar o Método de Einstein Modificado
3	VILA	17/4/2009	837	13,03	371	418								Não foi possível aplicar o Método de Einstein Modificado
4	VILA	28/5/2009	607	25,37	450	987	1.175	17	739	392	40	4	0	
5	S02	28/6/2009	432	21,67	271	508	552	17	515	12	3	22	0	
6	S02	22/7/2009	362	25,56	287	633								Não foi possível aplicar o Método de Einstein Modificado
7	S02	4/9/2009	197	96										Análise de suspensão com problemas.
8	S02	5/11/2009	177	29,45	82	210	227	3	202	12	6	7	0	
9	S02	4/12/2009	340	20,97	103	187								Não foi possível aplicar o Método de Einstein Modificado
10	S02	28/1/2010	762	27,00	741	1.730	2.291	173	1.501	400	129	258	2	
11	S02	25/2/2010	742	24,30	726	1.524	2.111	185	1.335	470	118	187	1	
12	S02	24/3/2010	788	60,40	683	3.562	4.008	88	3.106	579	147	176	1	
13	S02	30/4/2010	613	24,90	415	894	996	26	854	97	16	28	0	
14	S02	19/5/2010	521	56,43	329									Análise de suspensão com problemas
15	S02	16/6/2010	303	24,70	193	411	478	20	381	38	26	33	0	
16	S02	12/8/2010	152	21,20	66	122	132	3	119	8	2	3	0	
17	S02	6/10/2010	144	17,80	68	104	137	11	0	13	5	16	0	
Ream.	S02	6/10/2010	215	17,60	68	103	131	11	0	5	7	18	0	
18	S02	1/12/2010	358	35,70	122	378	477	23	361	24	52	41	0	
19	S02	20/1/2011	731	50,39	230	1.003								Não foi possível aplicar o Método de Einstein Modificado
20	S02	16/2/2011	889	44,30	621	2.378	2.863	123	2.011	512	160	177	3	

*OBS: as leituras da régua correspondem à estação de Jaciparaná (Vila).

7. ESTUDOS HIDROSEDIMENTOLÓGICOS BÁSICOS

Neste item serão apresentados os estudos e análises realizadas a partir dos dados coletados no período a que faz referência este relatório. Particularmente, nas estações fluviométricas de Humaitá, Porto Velho - ANA e Abunã dispunha-se de uma quantidade considerável de medições de outras entidades, as quais também foram avaliadas durante o desenvolvimento destes estudos.

Neste Capítulo, primeiramente descrevem-se as curvas-chave de descarga líquida e descarga sólida para as estações hidrométricas consideradas pelo Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, e suas respectivas séries de descarga sólida em suspensão e total. Posteriormente apresenta-se a granulometria dos sedimentos em suspensão e do leito do rio Madeira, uma análise da quantidade de areia transportada em suspensão, um estudo das concentrações de sedimentos em suspensão na superfície do escoamento e um aprofundamento na interpretação das curvas de descarga sólida nas estações de Abunã e Porto Velho. Finalmente, apresenta-se curva de permanência de descarga sólida em suspensão das estações Abunã, Porto Velho - ANA e Humaitá.

7.1. CURVAS-CHAVE DE DESCARGA LÍQUIDA

As curvas-chave de descarga líquida atualmente válidas para as estações de Abunã e Porto Velho são aquelas obtidas a partir das medições realizadas por FURNAS/CNO no período 2003-2007, e apresentadas no Projeto Básico Consolidado da UHE Santo Antônio (Figura 7.2). Estas curvas ainda não foram atualizadas com o intuito de não alterar as séries de vazões em uso nas diversas etapas do Projeto Executivo, o que poderia acarretar transtornos ao normal desenvolvimento do projeto.

Para as estações de Jusante Caldeirão do Inferno, São Carlos e Humaitá, as curvas-chave válidas foram apresentadas em junho de 2010, no relatório PJ0697-X-H41-GR-RL-005-0A – Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do Rio Madeira sem Reservatório. Estas curvas foram obtidas com dados de PCE adquiridos até abril de 2010, em conjunto com dados de FURNAS/CNO (para a estação de São Carlos e Humaitá) e da ANA (para a estação de Humaitá). As novas medições realizadas pela PCE no período maio/2010 – março/2011 não foram incorporadas às curvas-chave para se evitar a mudança constante das equações das curvas de descarga líquida. Excetuando-se os casos de constatação de erros consideráveis, o Programa pretende efetuar a revisão das equações, em princípio, a cada período de 2 ou 3 anos.

7.1.1. Estação Fluviométrica Abunã

Na estação fluviométrica de Abunã foram realizadas 21 medições com molinete e 30 medições com ADCP no período de março de 2009 a março de 2011, ainda que duas das medições com ADCP foram descartadas após a análise de consistência de dados. A distribuição temporal destas medições apresenta-se na Figura 7.1.

As medições realizadas pela PCE foram plotadas em gráficos conjuntamente com as de FURNAS/CNO (que deram origem a curva-chave), porém ainda não foram incorporadas à equação anteriormente estabelecida, conforme já descrito.

Figura 7.1.
Distribuição Temporal das Medições de Descarga Líquida em Abunã

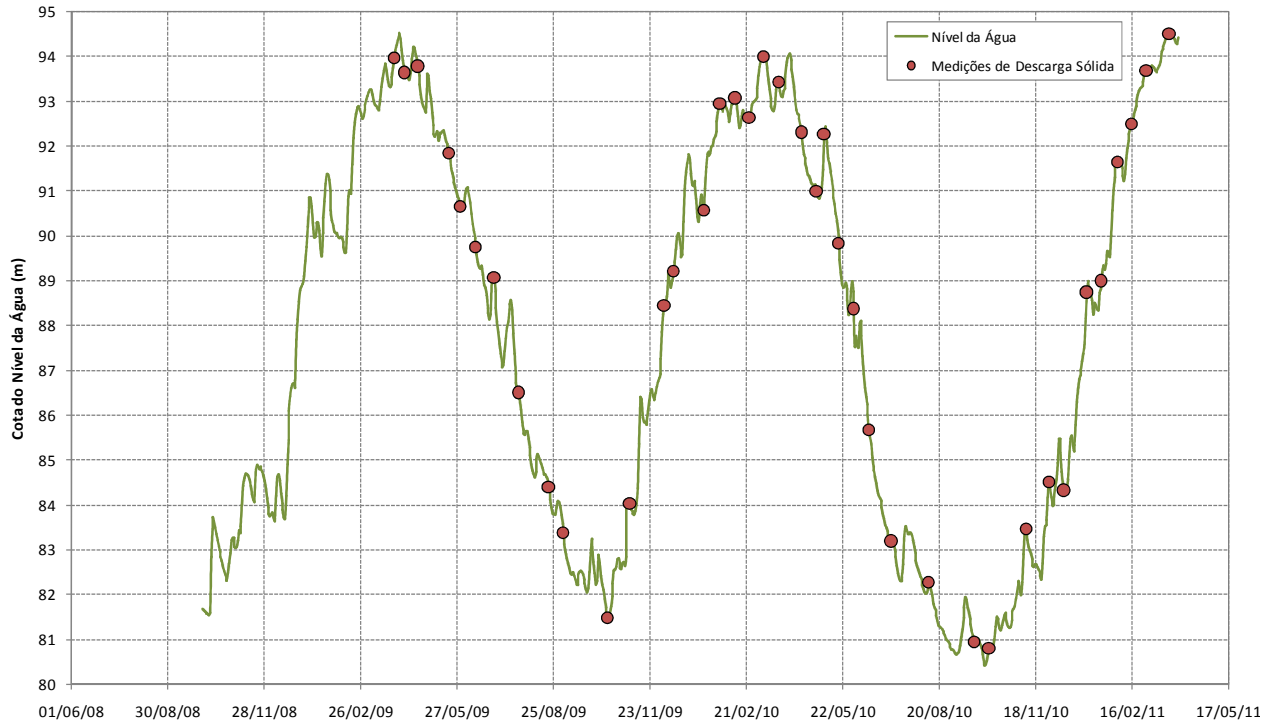
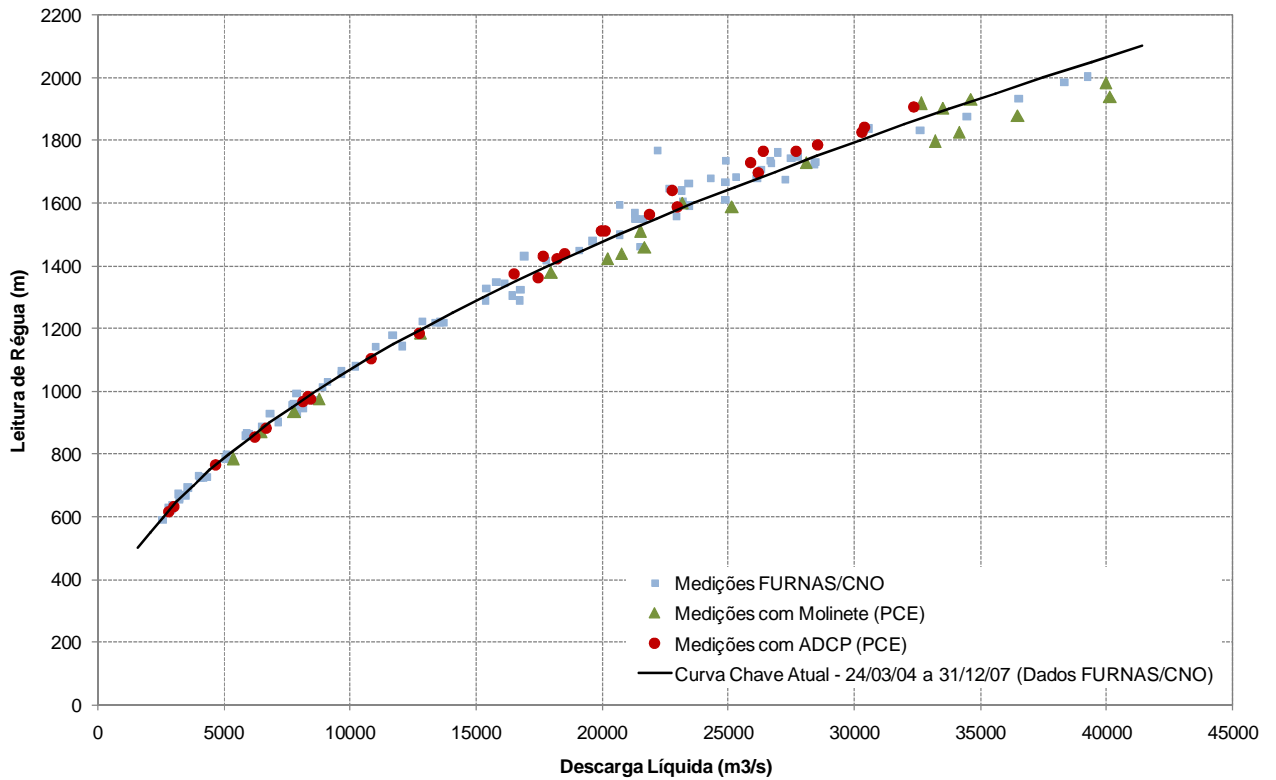


Figura 7.2.
Medições de Descarga Líquida em Abunã



7.1.2. Estação Fluviométrica Jusante Caldeirão do Inferno

A curva-chave da estação foi estabelecida a partir de 22 medições de vazão pelo método convencional (molinete) e 13 medições com ADCP, executadas pela PCE até abril de 2010. Entre abril de 2010 e março de 2011 foram executadas mais 17 medições convencionais e 14 medições com ADCP, porém não foram contempladas no ajuste da curva de descarga líquida. O cotograma com a distribuição temporal das medições executadas a partir de 2009 se observa na Figura 7.3, enquanto que o gráfico com todas as medições realizadas neste local até abril de 2010 se observa na Figura 7.4.

Figura 7.3.
Distribuição Temporal das Medições de Descarga Líquida em Jusante do Caldeirão do Inferno

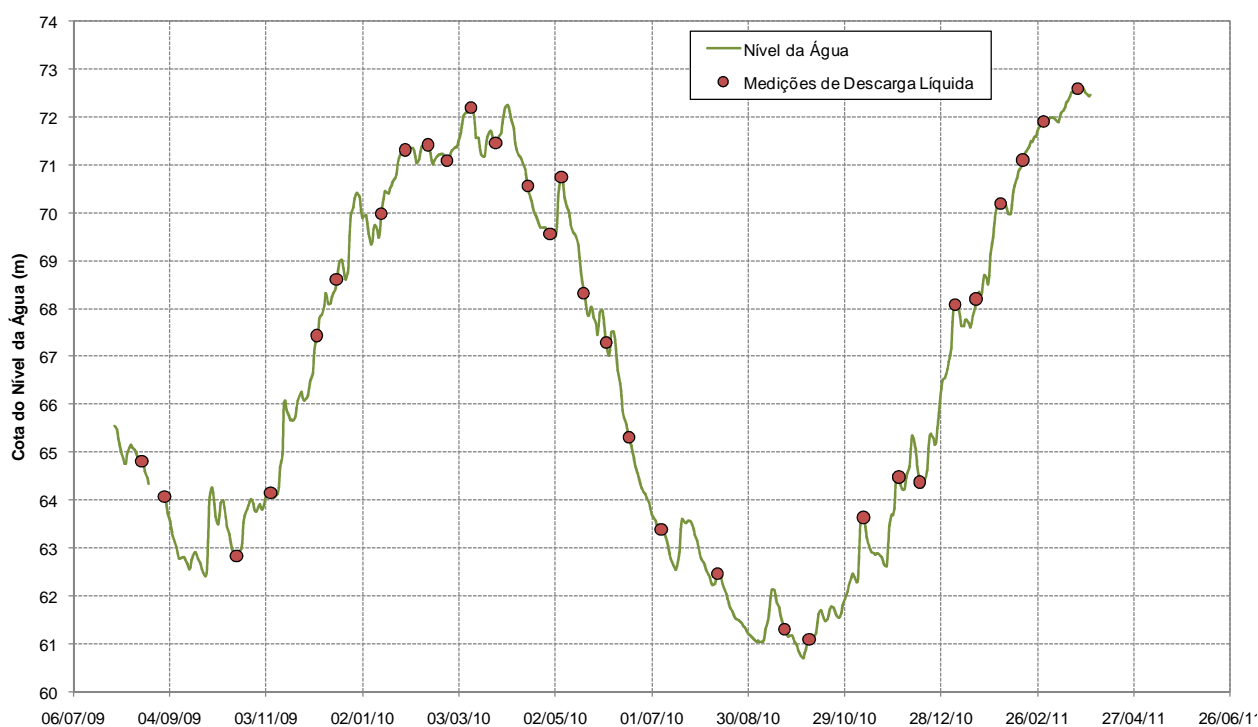
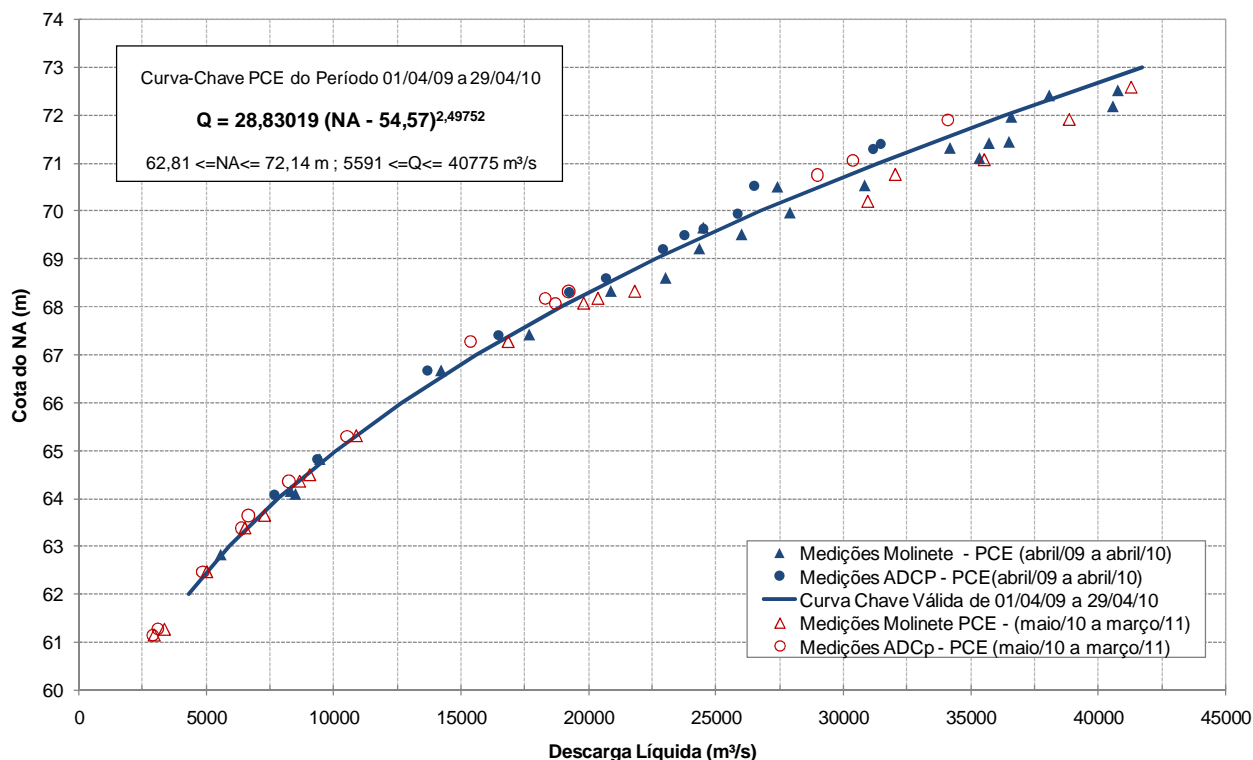


Figura 7.4.
Medições de Descarga Líquida em Jusante Caldeirão do Inferno



7.1.3. Estação Fluviométrica Porto Velho - ANA

No período a que faz referência este relatório, na estação fluviométrica Porto Velho - ANA foram realizadas 39 medições com molinete e 28 medições com ADCP, as quais tem sua distribuição temporal apresentada na Figura 7.5.

A Figura 7.6 apresenta as medições realizadas por FURNAS/CNO, de novembro de 2003 a janeiro de 2007, e que foram usadas para determinar a curva-chave do empreendimento no Projeto Básico Consolidado. As medições realizadas pela PCE no período 2009-2011 também constam na figura, ainda que não tenham sido efetivamente usadas na determinação da curva-chave.

Figura 7.5.
Distribuição Temporal das Medições de Descarga Líquida em Porto Velho

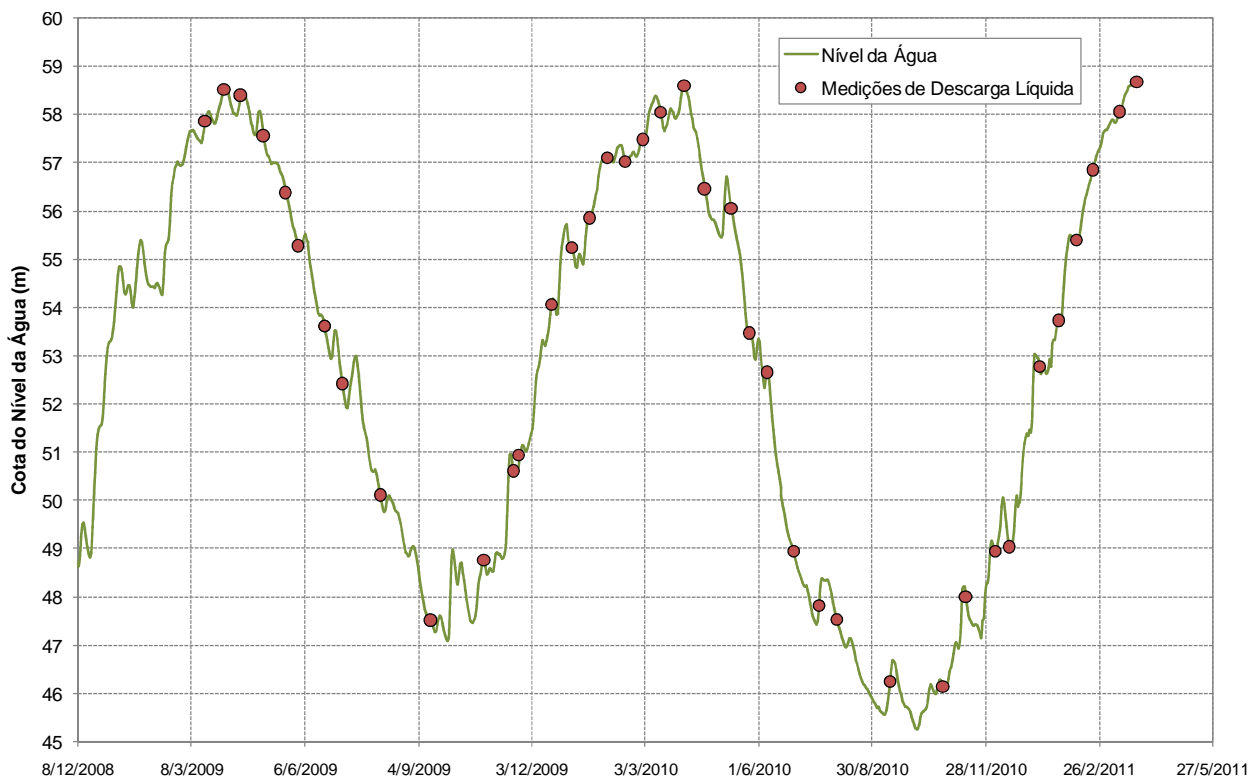
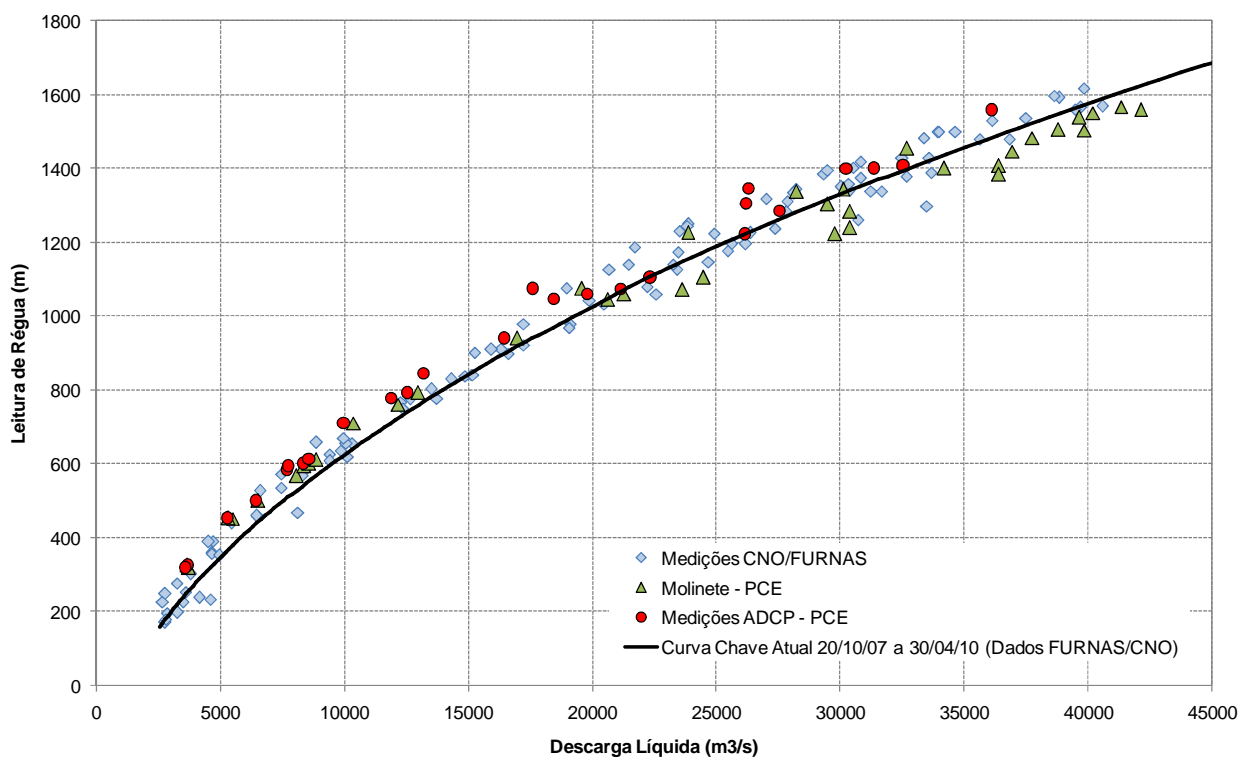


Figura 7.6.
Medições de Descarga Líquida em Porto Velho



7.1.4. Estação Fluviométrica São Carlos

No período avaliado neste relatório foram realizadas 38 medições de descarga líquida com molinete e 26 medições de descarga líquida com ADCP na estação fluviométrica de São Carlos, sendo que a distribuição temporal destas medições encontra-se na Figura 7.7.

Conforme já citado, os dados que deram origem a curva-chave apresentada correspondem às medições realizadas pela PCE até abril de 2010 (22 medições convencionais e 11 medições com ADCP) e 3 medições convencionais realizadas por FURNAS/CNO, entre setembro de 2006 e janeiro de 2007. Esta curva-chave é apresentada na Figura 7.8, em conjunto com os novos dados coletados pela PCE de abril de 2010 a março de 2011.

Figura 7.7.
Distribuição Temporal das Medições de Descarga Líquida em São Carlos

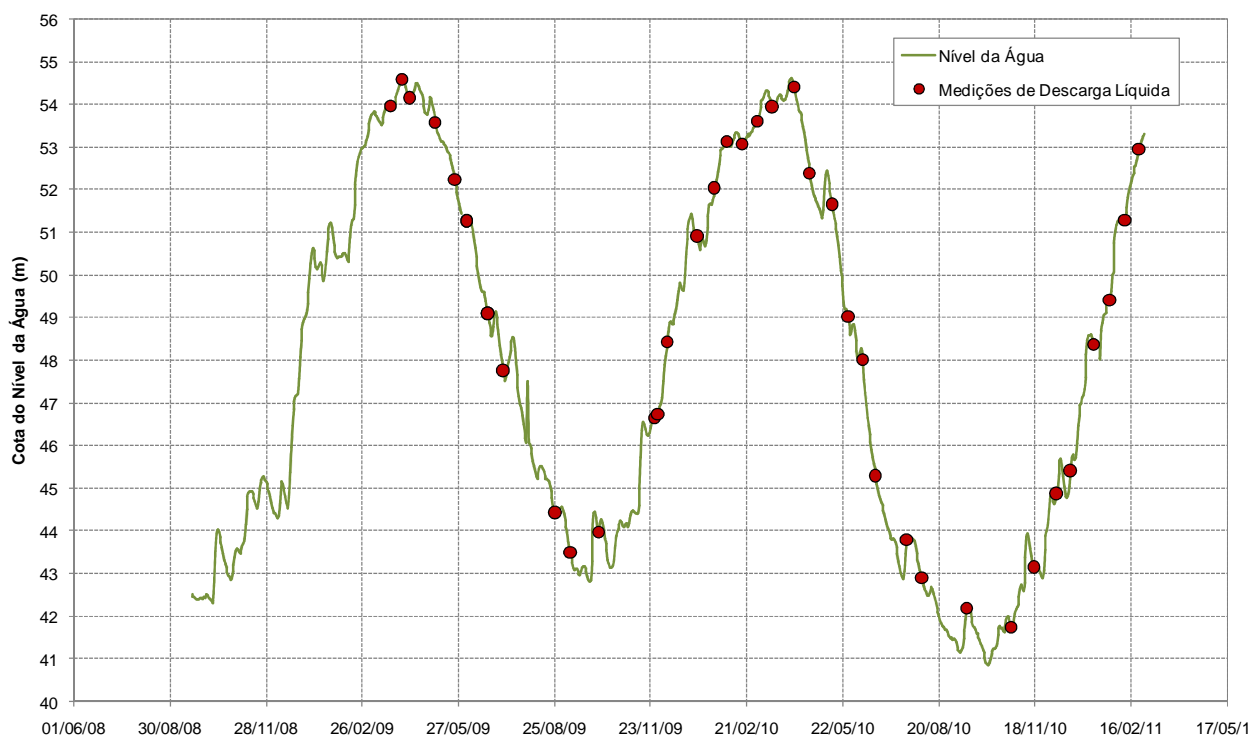
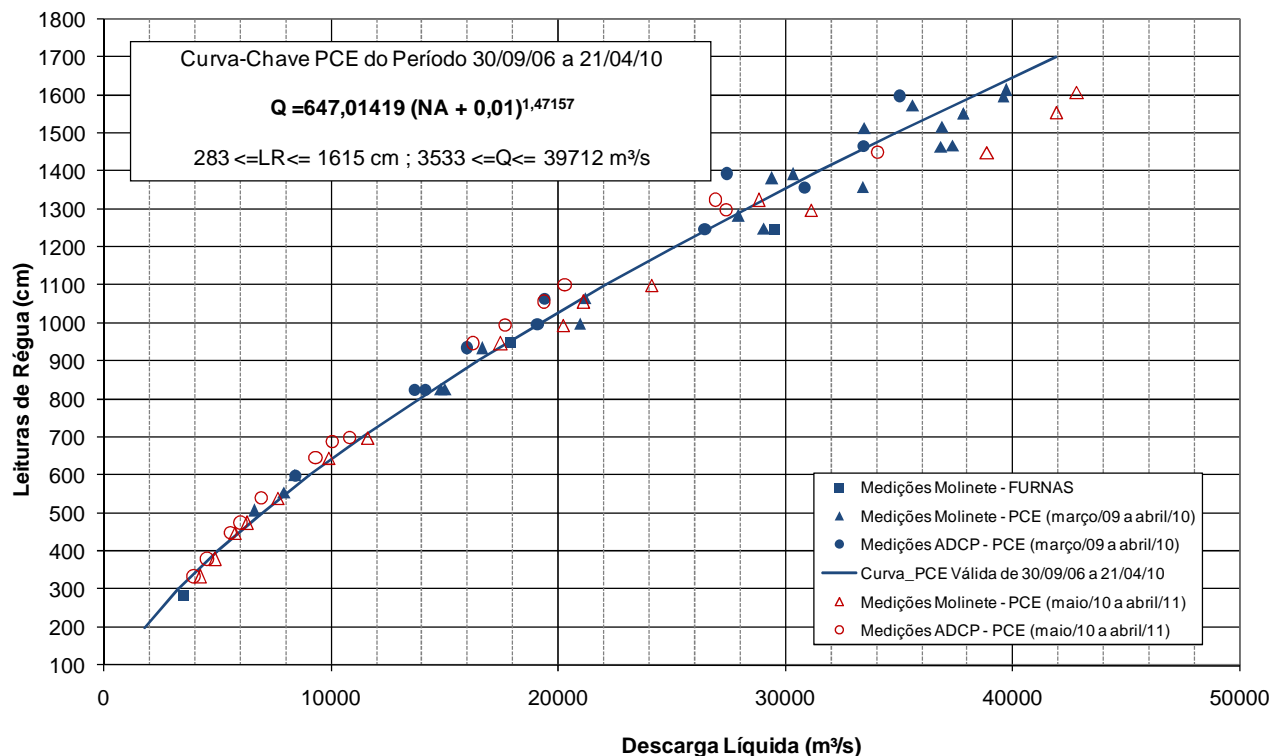


Figura 7.8.
Medições de Descarga Líquida em São Carlos



7.1.5. Estação Fluviométrica Humaitá

Na estação fluviométrica de Humaitá foram realizadas 25 medições com molinete e 25 medições com ADCP no período em estudo, conforme a distribuição temporal apresentada na Figura 7.9. A curva-chave de descarga líquida (Figura 7.10.) foi obtida levando em consideração as medições da ANA realizadas no período de maio de 1982 a setembro de 2009, as medições da PCE realizadas até abril de 2010 (sendo 22 convencionais e 13 com ADCP) e três medições realizadas por FURNAS/CNO entre setembro de 2006 e janeiro de 2007. Também nesta figura foram plotadas as medições realizadas pela PCE entre abril/2010 e março/2011, mas que não foram utilizadas no desenvolvimento da equação da curva-chave.

Figura 7.9.
Distribuição Temporal das Medições de Descarga Líquida em Humaitá

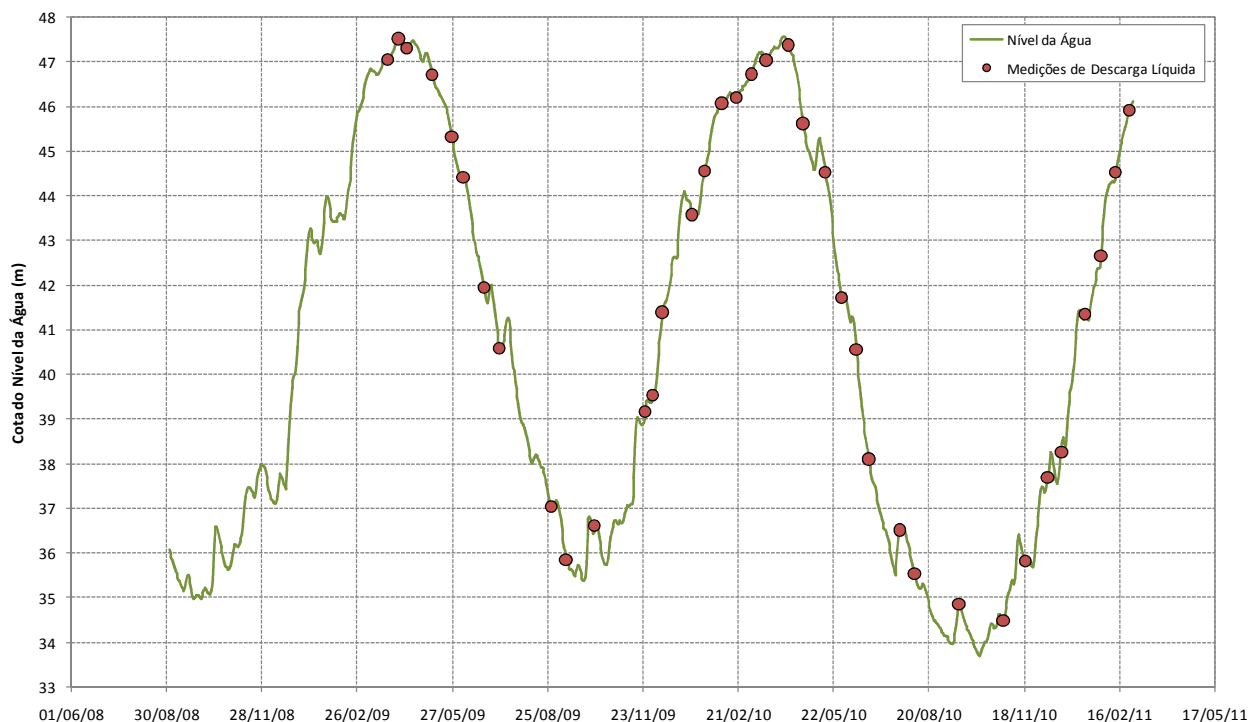
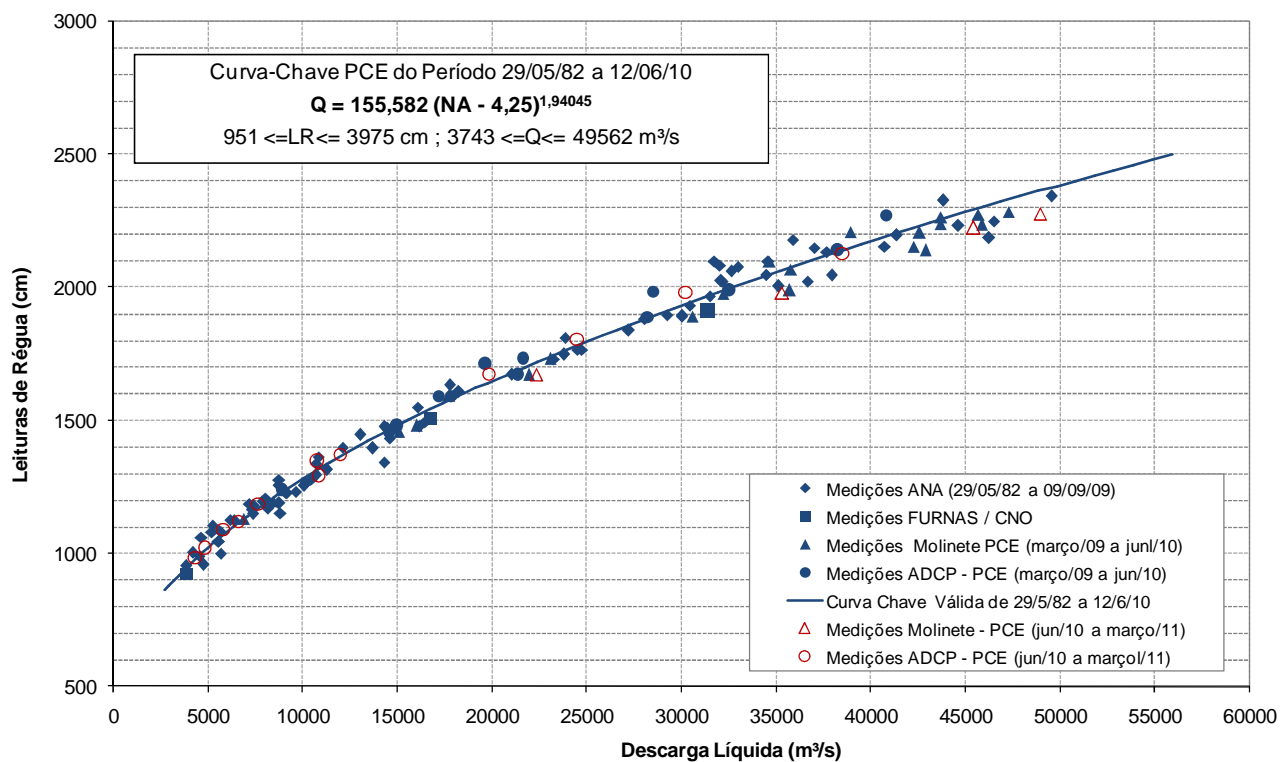


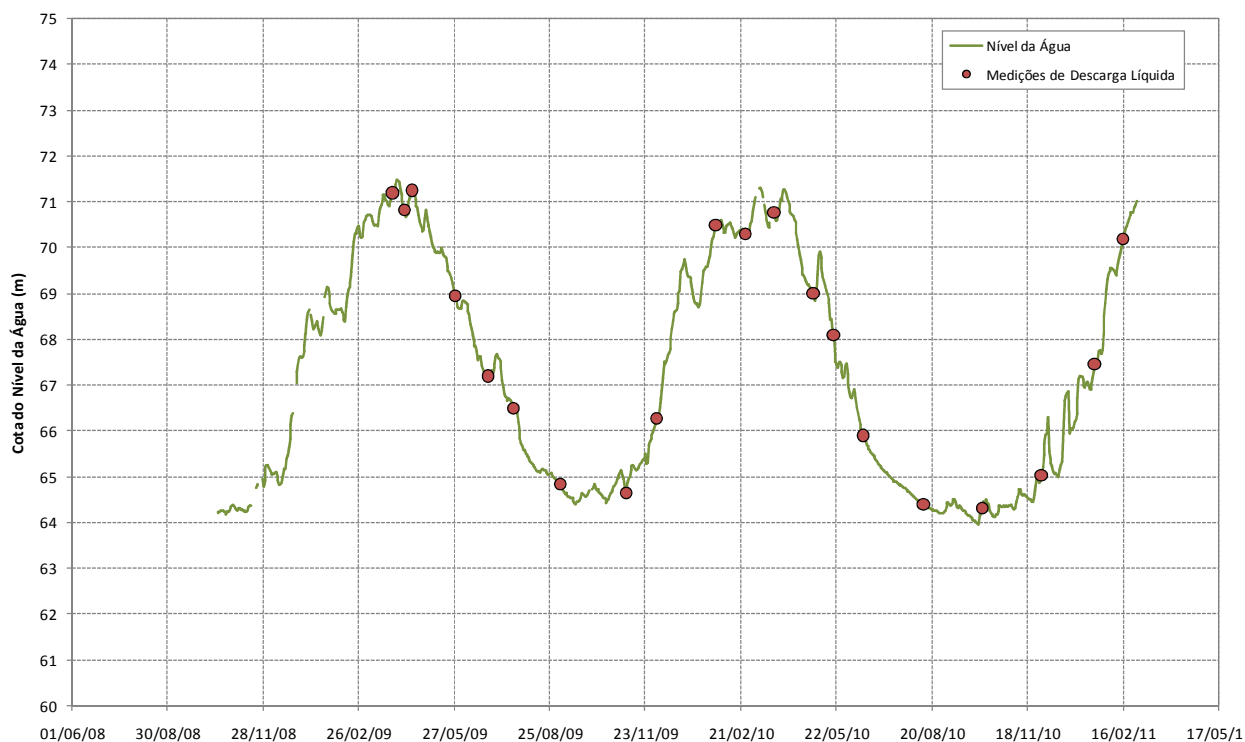
Figura 7.10.
Medições de Descarga Líquida em Humaitá



7.1.6. Estação Fluviométrica Jaciparaná - Vila

No período em estudo foram realizadas 21 medições com molinete, com a distribuição temporal apresentada na Figura 7.11. Nesta estação em particular não foi desenvolvida uma curva-chave de descarga líquida pois o local estudado do rio Jaciparaná (Seção 02) encontra-se sob intenso efeito de remanso do rio Madeira, alterando significativamente os resultados obtidos.

Figura 7.11.
Distribuição Temporal das Medições de Descarga Líquida em Jaciparaná (Vila)



7.2. CURVAS-CHAVE DE DESCARGA SÓLIDA

A partir dos dados coletados até abril de 2010 foi possível determinar as curvas-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total para cada estação fluviométrica, as quais foram apresentadas no relatório PJ0697-X-H41-GR-RL-005-0A – Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do Rio Madeira sem Reservatório, emitido em julho de 2010. Excetuando-se os casos de constatação de erros consideráveis, o Programa pretende efetuar a revisão destas equações, em princípio, a cada período de 2 ou 3 anos.

Os dados coletados no período maio/2010 até fevereiro/2011 não foram utilizados no desenvolvimento das curvas-chave, no entanto foram incluídos nos gráficos correspondentes. O mês de março de 2011 não pode ser incluído, pois as análises de laboratório e os cálculos das descargas sólidas ainda não foram concluídos. Para as estações com histórico de medições executadas anteriormente por outras entidades, as mesmas são apresentadas conjuntamente com as medições realizadas pela PCE.

As estações fluviométricas de Abunã, Porto Velho - ANA e Humaitá possuem uma quantidade significativa de dados pretéritos de duas entidades, ANA e FURNAS/CNO. A estação de São Carlos possui também três medições de descarga líquida realizadas por FURNAS/CNO, sendo apenas duas com dados de medições de descarga sólida.

No estudo de consolidação de dados apresentado em junho de 2008 (PJ0697-X-H41-GR-ED-102-0A), verificou-se a existência de diferenças significativas na concentração de sedimentos em suspensão medidas pelas duas entidades e, inclusive, notou-se uma dispersão maior nos dados da ANA, que apresentam um coeficiente de determinação de 0,60, enquanto os dados de FURNAS/CNO apresentaram um coeficiente de 0,86.

As diferenças encontradas foram atribuídas aos diferentes critérios de medição e métodos de análise das amostras e principalmente aos equipamentos utilizados. Uma das possíveis causas está associada ao amostrador de sedimentos em suspensão utilizado. As coletas realizadas pela ANA foram realizadas com amostrador de sedimentos em suspensão tipo D-49, indicado para rios de até 4,5 metros de profundidade, enquanto que FURNAS/CNO utilizou um amostrador de saca (tipo AMS-8), indicado para rios com grandes profundidades, como é o caso do rio Madeira.

O equipamento adquirido pela PCE é do mesmo tipo, AMS-8 (amostrador de saca), e precisamente esta semelhança no equipamento justifica a utilização dos dados de FURNAS/CNO como referência e o descarte dos dados da ANA para os estudos de sedimentos do rio Madeira.

7.2.1. Estação Fluviométrica Abunã

No período de novembro de 2003 à maio de 2006 o consórcio FURNAS/CNO realizou 86 medições de descarga líquida e sólida em Abunã, que em conjunto com as 23 medições (considerando uma re-amostragem) realizadas pela PCE até abril de 2010 permitiram elaborar a curva-chave atualmente válida. A curva-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total são apresentadas, respectivamente, nas Figuras 7.12 e 7.13, onde também estão presentes as 19 novas medições da PCE, realizadas entre maio de 2010 e fevereiro de 2011, sendo duas delas re-amostragens de sedimentos em suspensão, em 05/10/10 e 09/11/10.

Cabe destacar que na consolidação de dados realizada à série de FURNAS/CNO para a elaboração das curvas-chave foram eliminados os valores correspondentes aos dias 12/08/2004, 09/09/2004 e 22/09/2004 das medições de FURNAS/CNO devido a inconsistências nas concentrações destas medições, e foi considerada a re-amostragem dos sedimentos em suspensão realizada pela PCE no dia 13/06/09.

No dia 04/11/09, não foi coletada amostra do leito devido a problemas no amostrador. Para o cálculo de descarga sólida total desta data, foram utilizados os dados da amostra do leito do dia 14/10/09.

Figura 7.12.
Curva-chave de Descarga Sólida em Suspensão em Abunã

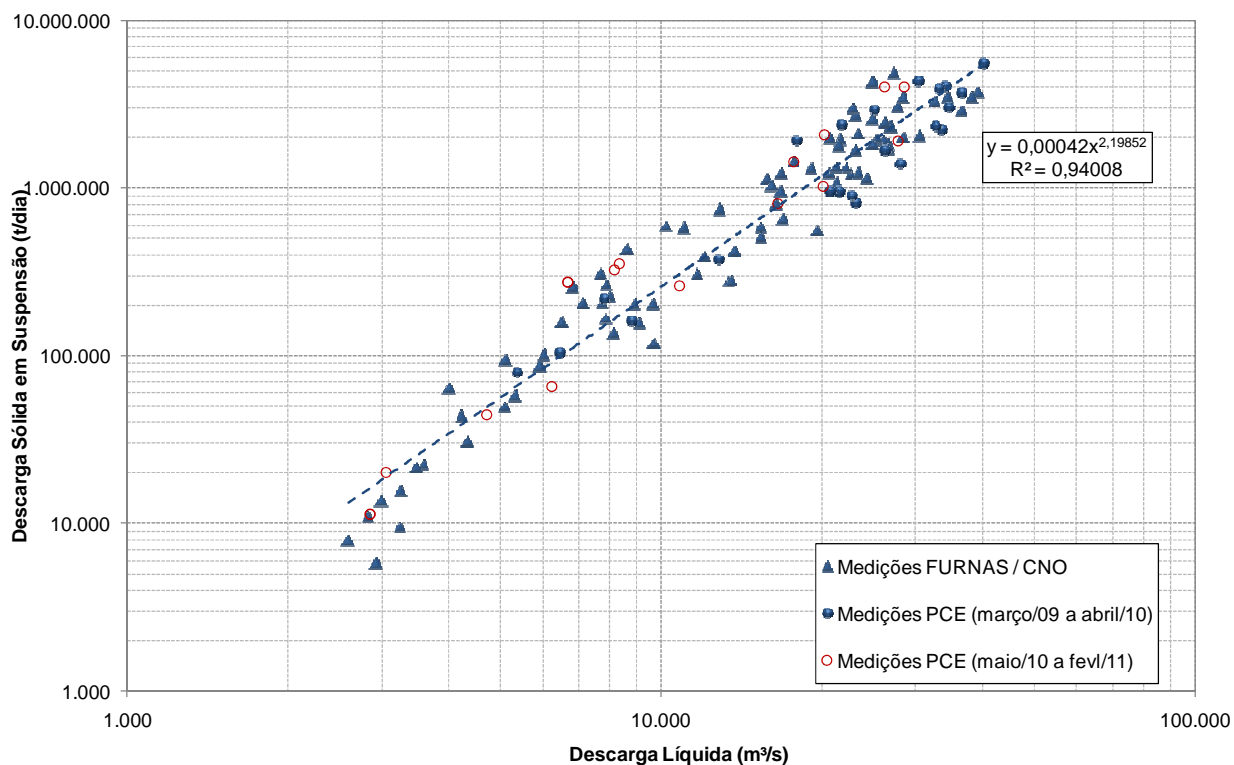
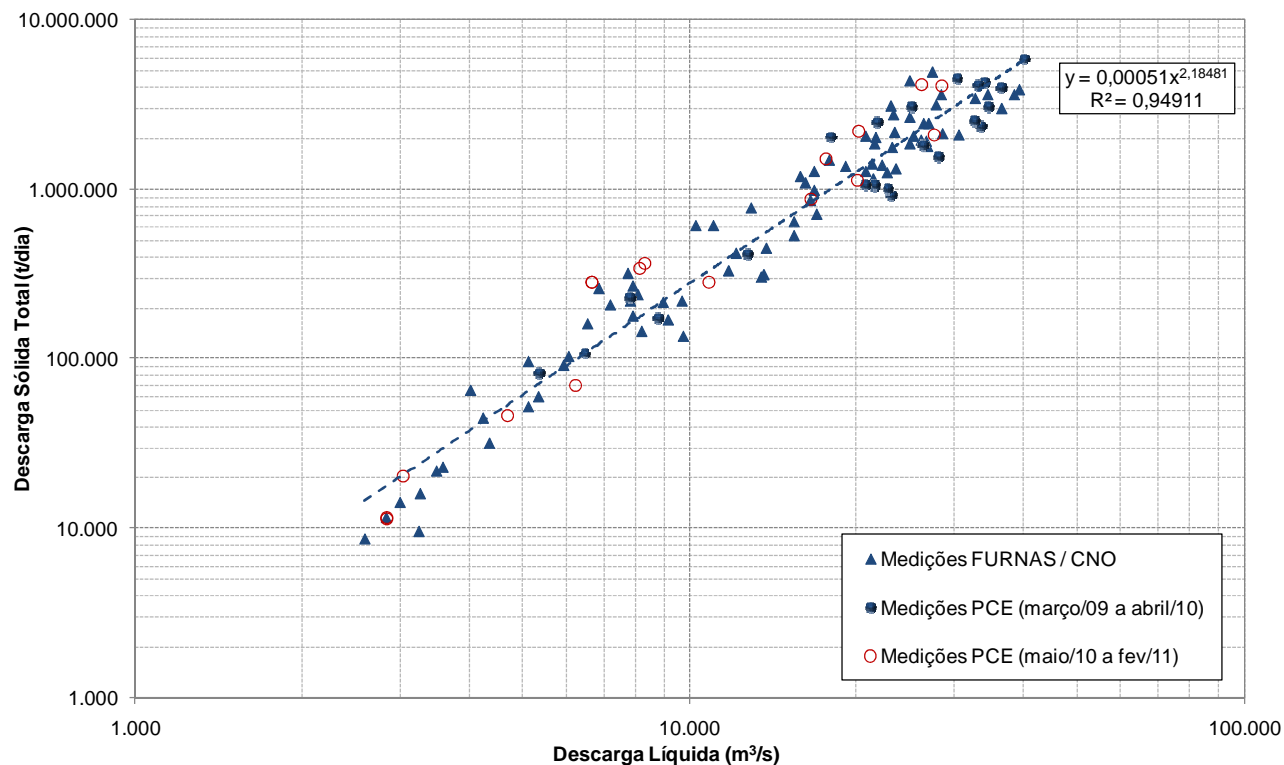


Figura 7.13.
Curva-chave de Descarga Sólida Total em Abunã



7.2.2. Estação Fluviométrica Jusante Caldeirão do Inferno

Na estação Jusante Caldeirão do Inferno foram executadas 40 medições de descarga sólida até fevereiro de 2011, incluindo 3 re-amostragens de sedimentos, sendo que as curvas-chave de descarga de sedimentos em suspensão e total foram elaboradas apenas com as medições realizadas até abril de 2010, totalizando 22 conjuntos de medições e 1 re-amostragem (Figura 7.14. e Figura 7.15.). Destaca-se que as curvas-chave desta estação, apresentadas no relatório “Consolidação e Análise dos Dados Hidrossedimentológicos do Rio Madeira sem Reservatório (PJ0697-X-H41-GR-RL-005-0A)”, com dados até abril de 2010, apresentam uma pequena alteração em relação a este relatório pois nesta oportunidade foi incluída a medição do dia 29/04/2010 que não tinha sido levada em consideração anteriormente.

Nas medições dos dias 29/06/2009, 07/10/2010 e 10/11/2010 foram realizados o procedimento de re-amostragem dos sedimentos em suspensão, portanto, para estas datas, existem dois valores de descarga sólida associados. Na medição de 01/04/2009 não existiu amostragem dos sedimentos do leito devido a problemas associados ao amostrador, e em consequência não foi possível calcular a descarga sólida total. Foi encontrado um erro nas análises dos sedimentos em suspensão dos dias 11/03/2010 e 07/10/2010, e estas análises foram desprezadas.

Figura 7.14.
Curva-chave de Descarga Sólida em Suspensão em Jusante Caldeirão do Inferno

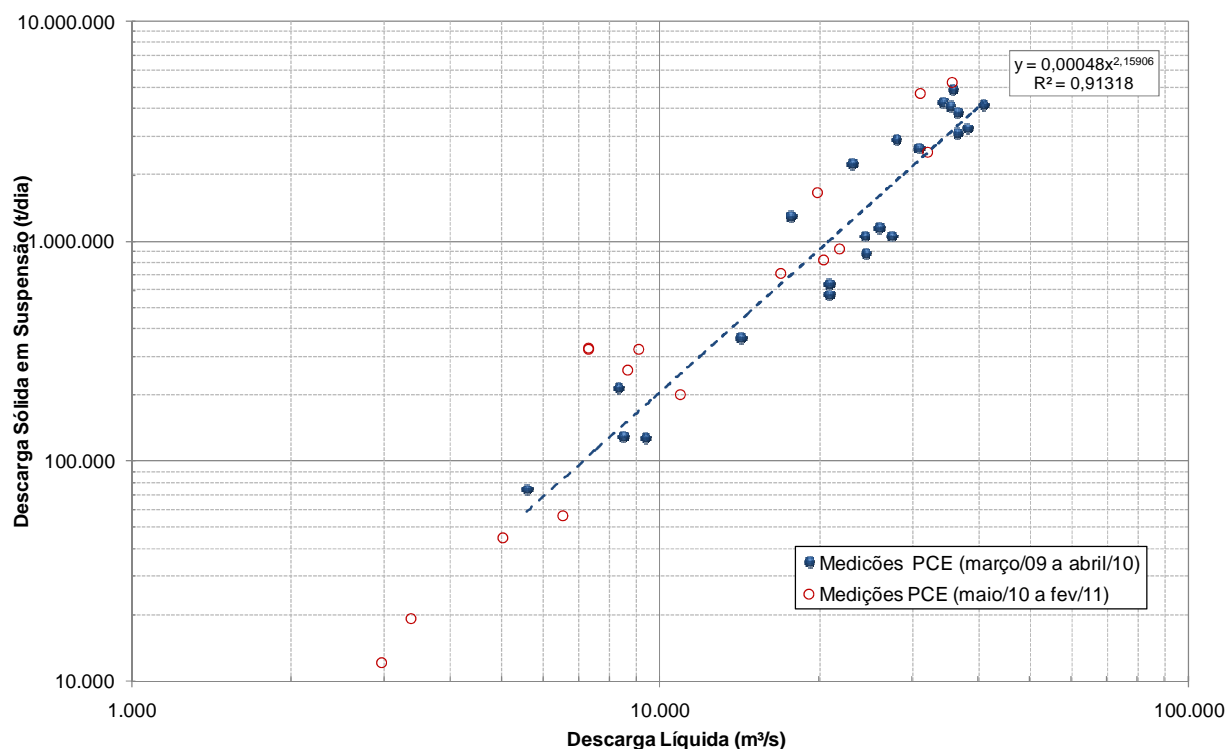
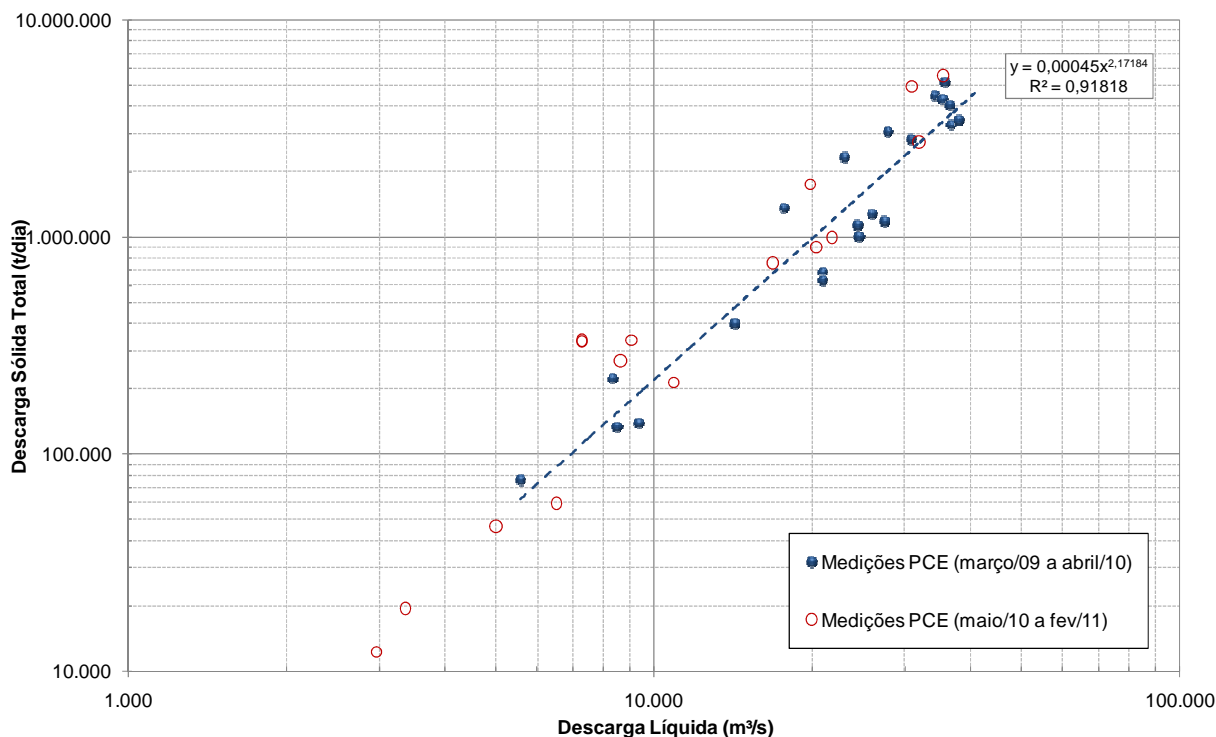


Figura 7.15.
Curva-chave de Descarga Sólida Total em Jusante do Caldeirão do Inferno



7.2.3. Estação Fluviométrica Porto Velho - ANA

Na estação fluviométrica de Porto Velho - ANA foram realizadas 37 medições até fevereiro de 2011, com três re-amostragens dos sedimentos em suspensão nas medições dos dias 26/06/2009, 25/10/2010 e 12/11/2010.

As curvas-chave de descarga sólida em suspensão e total foram elaboradas a partir das medições realizadas por FURNAS/CNO (108 medições entre 2003 e 2006) e 21 medições com 1 re-amostragem realizadas pela PCE até abril de 2010 (Figura 7.16. e Figura 7.17.). Os gráficos destas curvas apresentam também os novos dados medidos pela PCE entre maio de 2010 e fevereiro de 2011, mas que não foram usados no desenvolvimento das equações.

Na medição do dia 23/11/2009 não houve coleta dos sedimentos do leito e por este motivo para o cálculo da descarga sólida pelo Método Modificado de Einstein foi utilizada a granulometria do leito do dia 19/11/2009. A amostra de sedimentos em suspensão do dia 15/03/2010 foi desconsiderada na análise final já que os resultados da análise laboratorial resultaram inconsistentes.

Figura 7.16.
Curva-chave de Descarga Sólida em Suspensão em Porto Velho - ANA

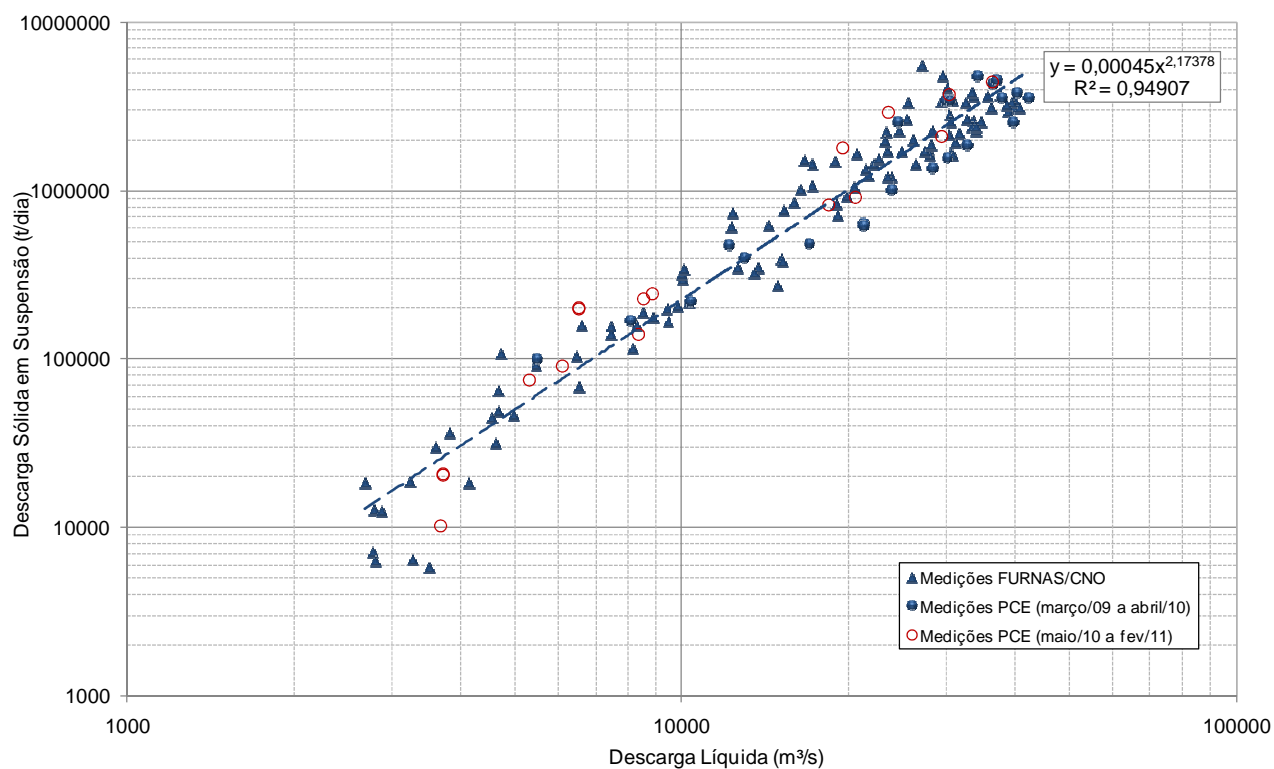
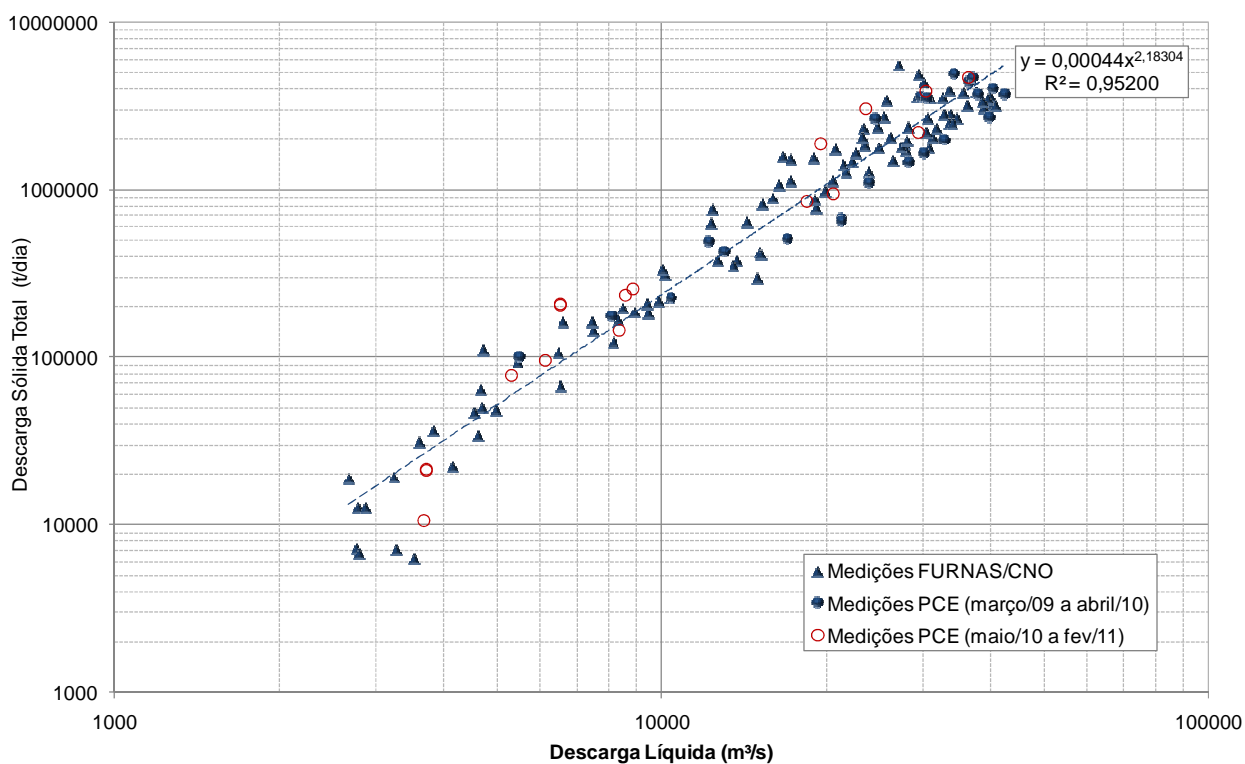


Figura 7.17.
Curva-chave de Descarga Sólida Total em Porto Velho - ANA



7.2.4. Estação Fluviométrica São Carlos

No período avaliado foram realizadas 37 medições de descarga sólida na estação de São Carlos, além de quatro re-amostragem de sedimentos em suspensão, nos dias 04/06/2009, 24/06/2009, 27/10/2010 e 17/11/2010. As relações obtidas para a curva-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total são apresentadas, respectivamente, na Figura 7.18. e Figura 7.19., as que foram elaboradas unicamente a partir de um conjunto de 22 medições e 2 re-amostragens realizadas pela PCE (até abril de 2010) e duas medições de FURNAS/CNO realizadas no período 2006/2007.

Figura 7.18.
Curva-chave de Descarga Sólida em Suspensão em São Carlos

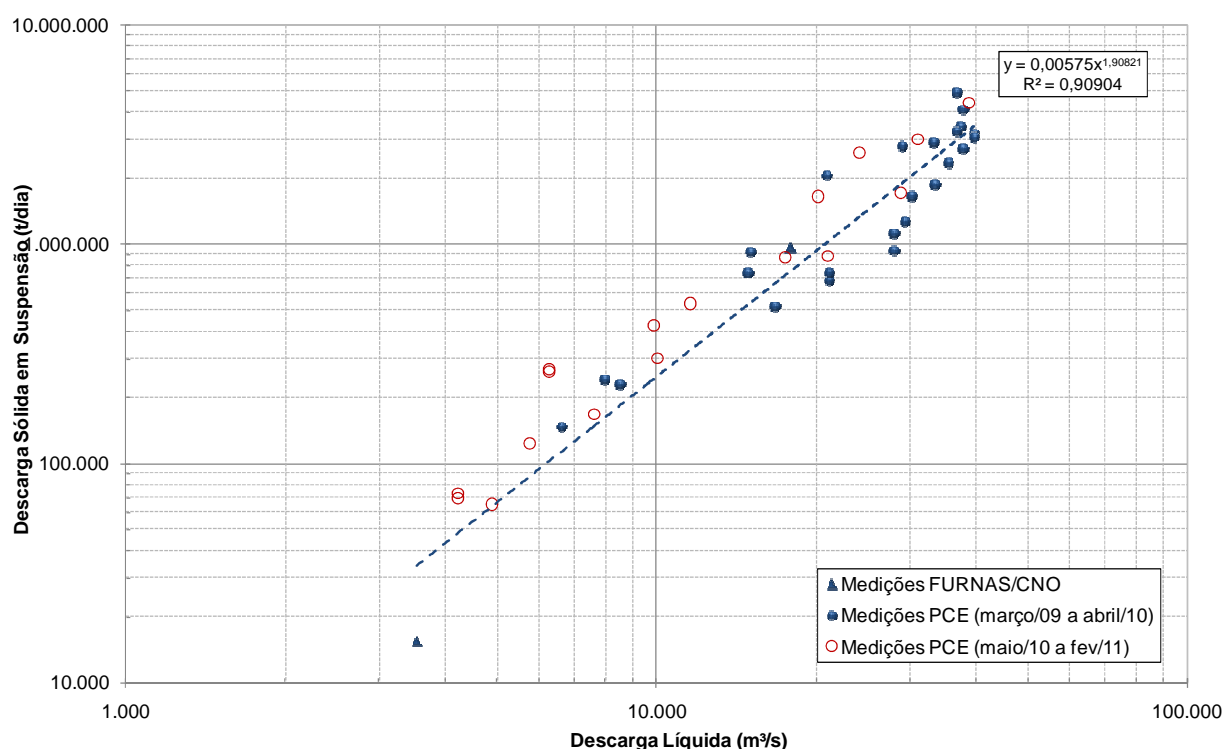
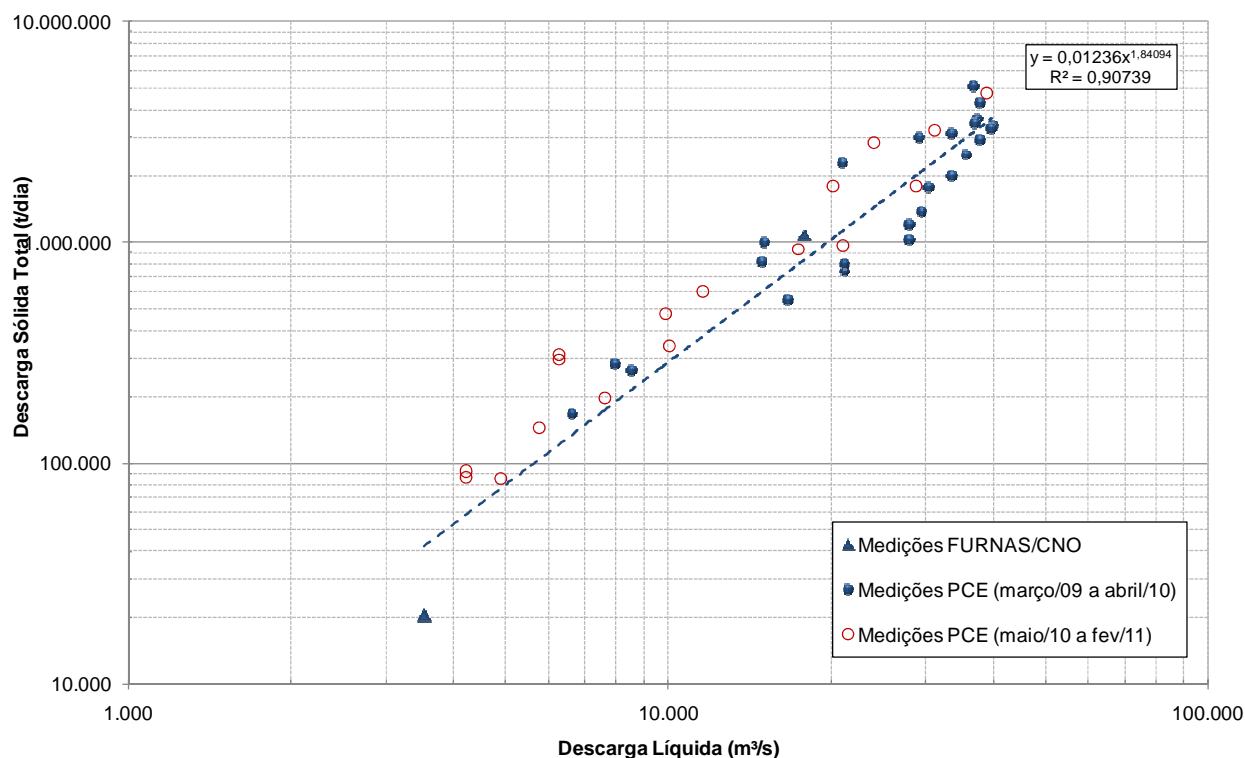


Figura 7.19.
Curva-chave de Descarga Sólida Total em São Carlos



7.2.5. Estação Fluviométrica Humaitá

Conforme descrito anteriormente, esta estação possui registros históricos de medições da ANA, ocorridas entre 1998 e 2007. Nesse período houve 34 medições de descarga líquida e coleta de sedimentos em suspensão com análise de concentração. No entanto, para a elaboração das curvas-chave para descarga sólida em suspensão e descarga sólida total foram utilizados somente os dados das medições executadas por FURNAS e pela PCE (até abril de 2010), devido à incompatibilidade dos dados, conforme descrito no item 7.2.

Na estação fluviométrica de Humaitá foram realizadas 37 medições de descarga sólida até fevereiro de 2011, e mais quatro re-amostragem de sedimentos em suspensão, nos dias 06/06/2009, 26/06/2009, 29/10/2010 e 19/11/2010. No dia 27/03/2009 não houve coleta de sedimentos do leito por um problema no equipamento de coleta, e em consequência, nesta data, não foi possível estimar a descarga sólida total.

As curvas-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total se observam, respectivamente, na Figura 7.20. e Figura 7.21.

Figura 7.20.
Curva-chave de Descarga Sólida em Suspensão em Humaitá

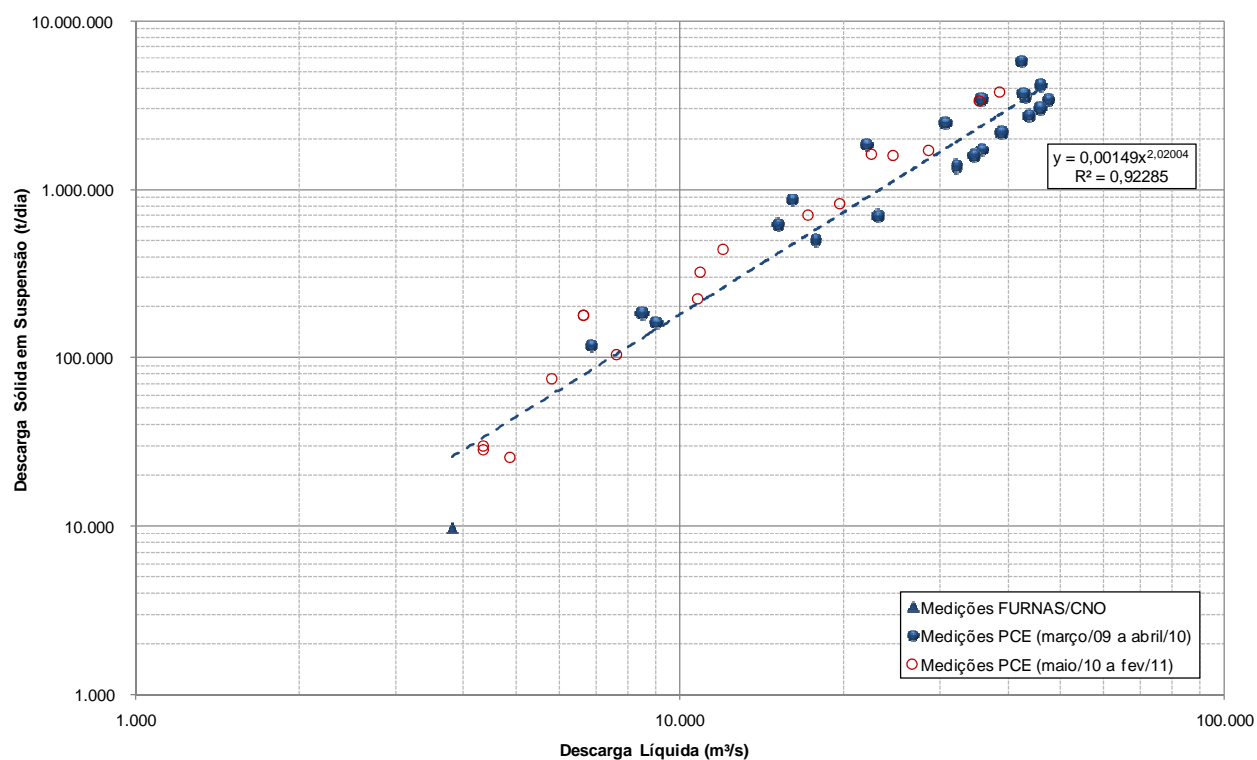
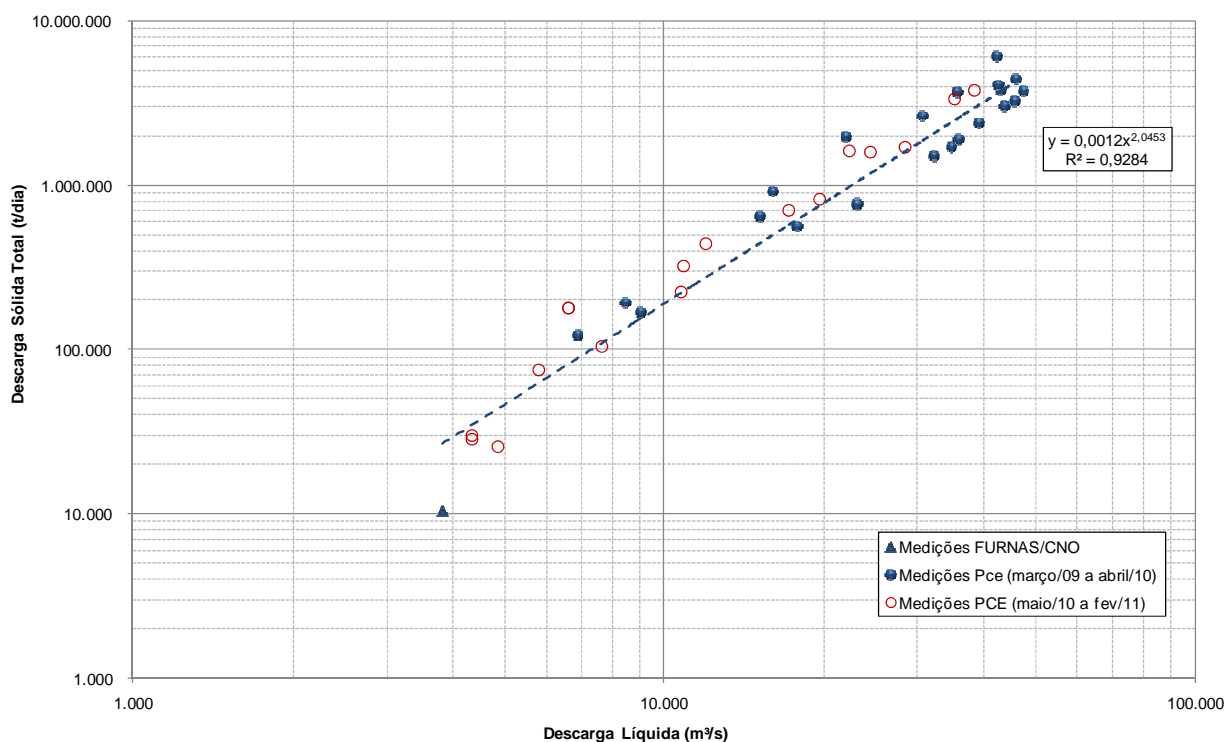


Figura 7.21.
Curva-chave de Descarga Sólida Total em Humaitá



7.2.6. Estação Fluviométrica Jaciparaná - Vila

A estação de Jaciparaná – Vila (S02) encontra-se sob influência do efeito de remanso do rio Madeira, que afeta significativamente a dinâmica do escoamento e dos sedimentos em suspensão nos locais de medição. Com isso, não é possível obter uma equação confiável para as curvas-chave de descarga sólida em suspensão e descarga sólida total. Ainda assim, nas Figuras 7.22. e 7.23. são apresentadas as relações da descarga líquida com a descarga sólida em suspensão e com a descarga sólida total. As curvas-chave foram elaboradas a partir das medições realizadas pela PCE até abril de 2010.

Vale recordar que no mês de março ocorreu a última medição de descarga líquida e sólida na estação fluviométrica Jaciparaná - Vila, e que neste mesmo mês as medições do rio Jaciparaná foram deslocadas para a nova estação denominada Montante Jaciparaná, localizada a 68 km a montante da foz do rio, aproximadamente no limite de influência do futuro reservatório da UHE Santo Antônio.

A campanha de medições na estação Jaciparaná Vila foi composta por um total de 22 dados, sendo um deles da re-amostragem de sedimentos em suspensão, no dia 06/10/2010. Na medição do dia 30/03/2009 não foi possível coletar amostra de sedimentos do leito devido a problemas no amostrador US BM-54, enquanto que nas medições realizadas em 30/03/2009, 10/04/2009, 17/04/2009, 22/07/2009 e 04/12/2009 não foi possível realizar o cálculo da descarga sólida total já que as baixas concentrações encontradas impediram a análise da granulometria dos sedimentos em suspensão. As análises dos dias 04/09/2009 e 19/05/2010 foram desprezadas por apresentarem resultados inconsistentes.

Figura 7.22.
Curva-chave de Descarga Sólida em Suspensão em Jaciparaná - Vila

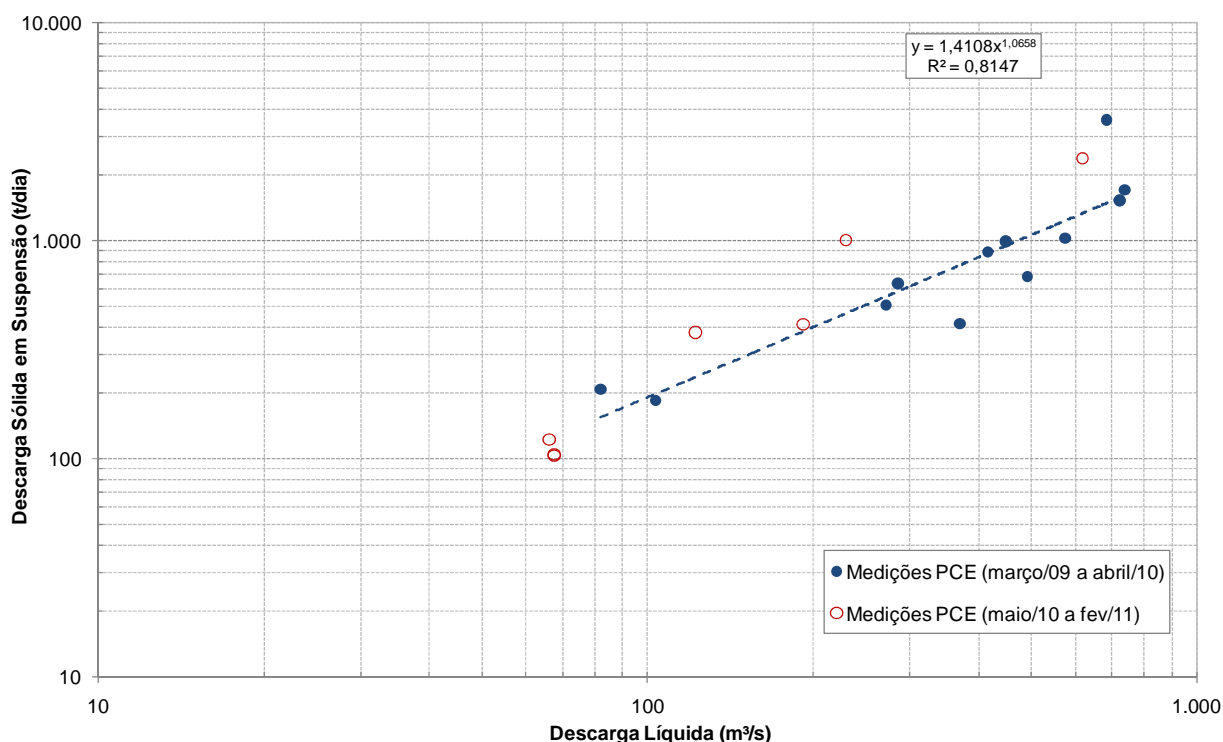
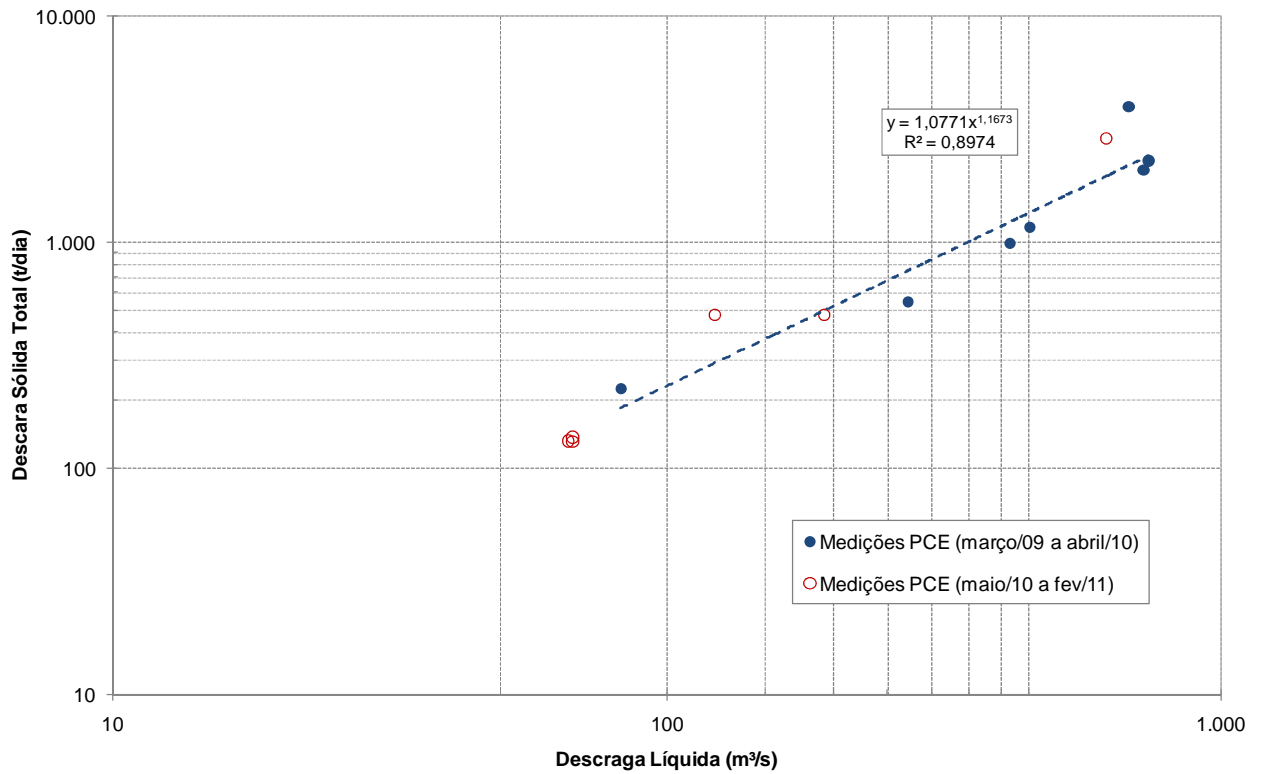


Figura 7.23.
Curva-chave de Descarga Sólida Total em Jaciparaná - Vila



7.3. SÉRIES DE DESCARGAS SÓLIDAS

A partir das curvas de descarga sólida em suspensão e total, descritas no item anterior, e levando em consideração as descargas líquidas diárias, foram geradas as séries de descargas sólidas diárias e médias mensais para as estações de Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, Porto Velho - ANA, São Carlos e Humaitá (Tabela 7.1 a Tabela 7.8).

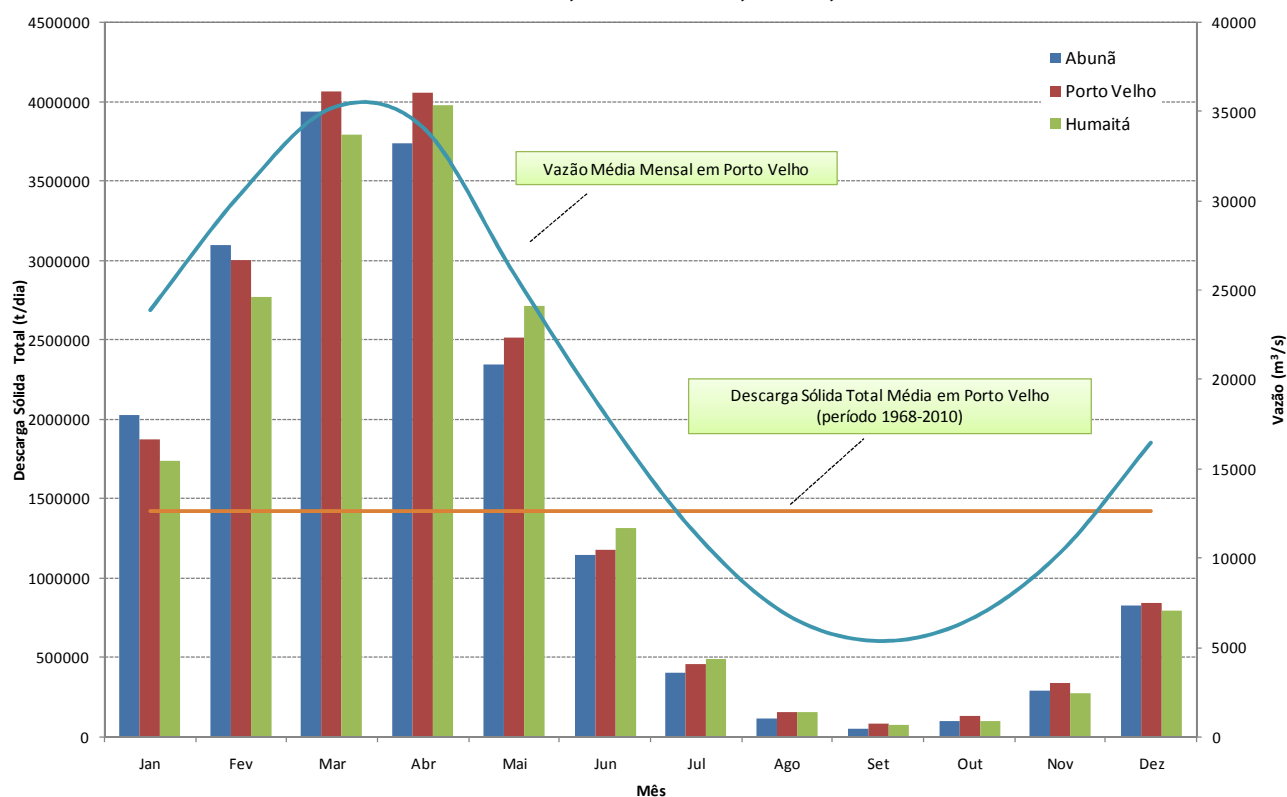
Em Abunã as séries de descargas sólidas em suspensão e total foram geradas a partir das equações mostradas na Figura 7.12 e Figura 7.13, para o período de março de 1976 à março de 2011, com falhas nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001, 2003 e 2004 devido à interrupção da leitura da régua em alguns meses destes anos. Em Porto Velho - ANA as séries de descarga sólida foram determinadas para o período compreendido entre janeiro de 1968 e março de 2011, já que as medições de descarga líquida começaram durante o ano 1967, levando-se em consideração as equações exibidas na Figura 7.16. e Figura 7.17.

Na estação Humaitá as séries de descarga sólida foram geradas para o período de janeiro de 1972 a abril de 2011, com interrupções nos anos 1990, 1991, 1992, 1993 e 1994. A régua de Jusante do Caldeirão do Inferno foi primeiramente instalada na Ilha do Padre, em outubro de 2008. Com a mudança do eixo da UHE Jirau, o acesso à Ilha do Padre ficou comprometido e por este motivo a estação foi re-instalada a jusante da ilha, em agosto de 2009. Por este motivo a série desta estação compreende apenas o período setembro de 2009 até março de 2011.

Em termos quantitativos, considerando os anos completos, se observa que o valor médio da descarga sólida total em Porto Velho – ANA (1968 a 2010), totalizou 1.418.864 t/dia. Em relação às médias mensais, a mínima descarga sólida total foi de 14.641 t/dia (setembro de 2005) e a máxima descarga sólida total aconteceu em abril de 1984 com 6.990.953 t/dia. Na estação Abunã, o valor médio da descarga sólida total foi de 1.501.837 t/dia (1976 a 2010), enquanto que o valor médio em Humaitá foi de 1.413.864 t/dia para o período 1972-2010.

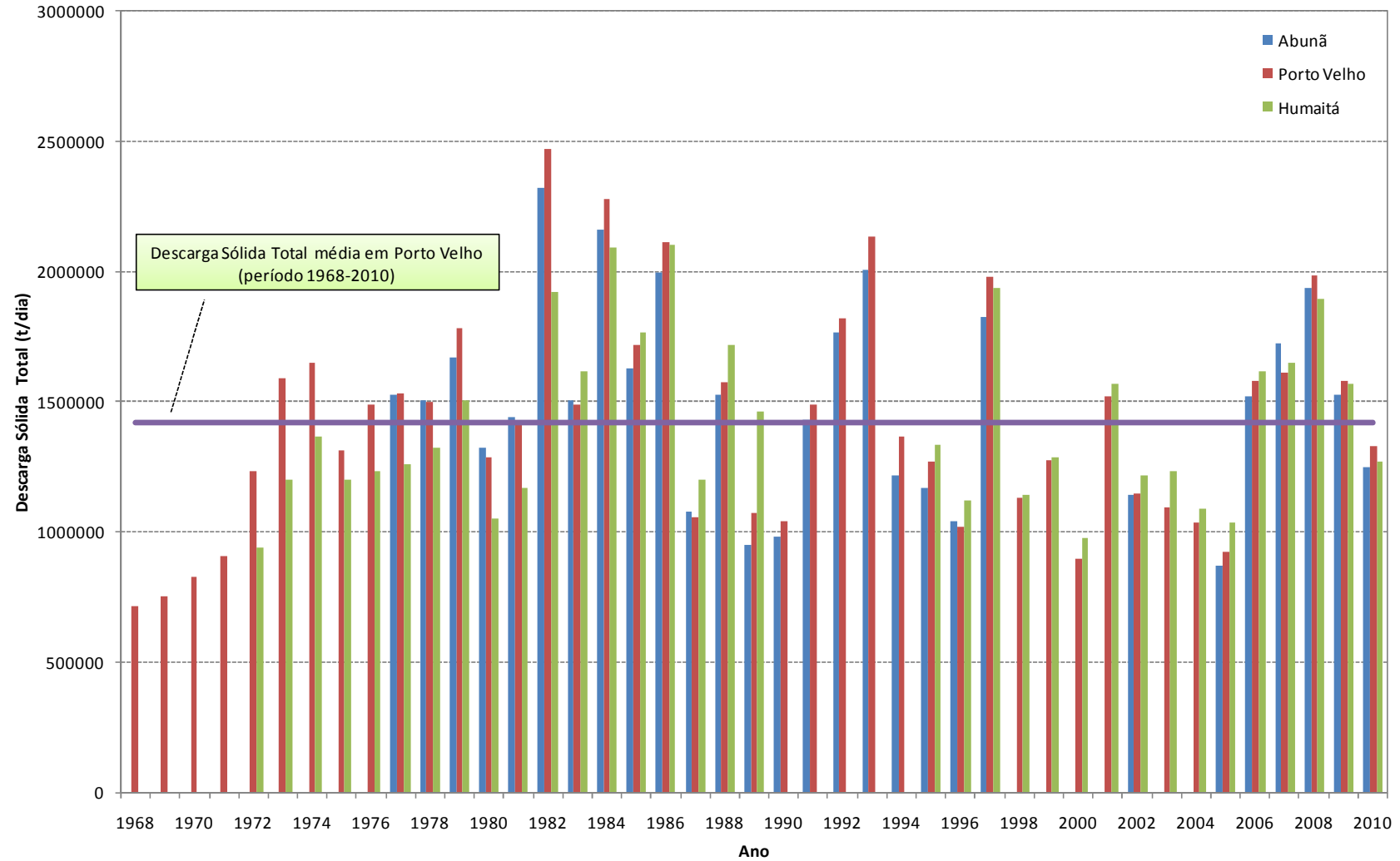
Quando avaliadas estas três estações conjuntamente, levando-se em consideração apenas os anos em comum (período 1977-1989, 1995-1997, 2002, 2005-2010), pode-se visualizar o andamento da carga de sedimentos na distância (no sentido de jusante) e no tempo (Figura 7.24.). Assim, verifica-se em janeiro e fevereiro a maior carga de sedimentos em Abunã, em março e abril o pico ocorre em Porto Velho - ANA, e em maio e junho a maior carga de sedimentos se verifica em Humaitá. Posteriormente, no período de julho a dezembro a carga de sedimentos nas três estações é semelhante, sendo que nos meses de agosto, setembro e outubro praticamente não existe transporte expressivo de sedimentos.

Figura 7.24.
Varição Mensal da Descarga Sólida Total em Abunã, Porto Velho – ANA e Humaitá
Período 1977-1989, 1995-1997, 2002, 2005-2010



A avaliação da descarga sólida total, considerando os valores anuais, se apresenta na Figura 7.25., onde é possível identificar a alternância de anos úmidos e secos e o seu impacto na descarga sólida. Nas figuras anteriormente comentadas se visualiza que a descarga sólida total é levemente superior nas estações de Porto Velho - ANA e Humaitá, sinalizando que no trecho em questão existe uma ligeira tendência erosiva.

Figura 7.25.
Variação anual da descarga sólida total em Abunã, Porto Velho - ANA e Humaitá



2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio

Tabela 7.1.
Série de Descarga Sólida em Suspensão em Abunã (t/dia)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1976	-	-	3.817.385,7	2.930.300,3	1.909.963,7	847.747,5	192.356,4	49.895,1	35.714,4	44.582,1	162.384,2	463.266,1	-
1977	1.825.953,0	2.581.772,7	4.414.425,4	3.245.032,0	2.208.408,1	941.240,8	332.271,7	115.354,8	70.452,3	131.549,6	464.889,8	1.039.418,7	1.447.564
1978	2.232.945,4	3.348.340,1	4.496.269,5	2.786.226,7	1.550.246,6	779.810,1	356.775,8	65.812,7	20.642,1	38.373,8	155.534,8	1.294.751,9	1.427.144
1979	2.738.204,1	3.595.432,8	3.804.865,1	4.191.199,7	2.728.398,5	1.099.541,6	301.473,3	75.156,9	49.268,4	53.613,4	102.336,6	293.886,1	1.586.115
1980	1.173.309,7	2.075.775,1	3.415.594,0	3.311.716,4	2.205.110,6	1.461.676,5	451.208,0	137.008,2	107.647,4	162.110,4	171.320,4	369.967,5	1.253.537
1981	974.052,1	2.532.842,3	3.624.599,9	3.312.553,0	2.327.569,2	1.562.924,7	331.617,8	69.561,0	38.252,1	138.397,8	385.492,6	1.055.011,8	1.362.740
1982	2.873.164,2	4.022.412,1	4.990.810,0	5.511.992,6	3.307.927,0	1.773.313,6	941.707,4	284.066,4	106.674,1	345.568,6	908.773,8	1.402.973,4	2.205.782
1983	1.691.942,2	2.550.007,2	3.187.972,9	2.896.140,7	2.774.974,9	1.660.926,6	1.225.188,2	357.077,7	67.676,5	63.671,9	180.446,6	424.364,9	1.423.366
1984	1.938.982,8	3.563.707,8	4.913.164,7	5.969.744,8	3.737.928,3	1.788.226,2	579.165,1	87.846,1	25.918,0	58.805,3	655.003,4	1.283.910,1	2.050.200
1985	2.692.407,0	3.426.834,0	3.285.946,0	3.277.150,3	2.804.526,9	1.447.362,3	392.832,0	202.462,4	93.787,2	126.475,4	345.112,9	444.796,7	1.544.974
1986	1.897.773,2	3.692.957,7	4.958.251,7	4.870.160,1	3.050.104,0	1.904.708,0	762.817,2	220.538,1	123.506,4	206.205,2	149.341,3	863.783,4	1.891.679
1987	2.143.450,6	2.955.992,5	2.139.734,9	1.409.277,8	1.316.021,6	419.431,2	119.959,3	54.796,9	28.990,3	66.824,1	261.612,4	1.293.713,9	1.017.484
1988	2.090.329,4	3.052.412,8	3.359.144,6	4.230.813,8	2.535.177,7	1.302.689,6	378.332,8	71.153,4	17.959,5	28.302,7	65.004,2	226.215,8	1.446.461
1989	1.315.364,1	2.090.294,8	2.504.522,9	2.491.417,9	1.202.678,9	526.444,7	193.148,8	71.291,4	43.285,8	40.101,5	72.715,0	236.930,7	899.016
1990	863.604,4	2.023.063,2	2.126.575,5	1.573.626,6	1.385.489,6	955.476,4	362.167,1	91.247,2	42.748,8	63.139,0	565.017,9	1.070.394,1	926.879
1991	2.214.043,0	3.361.921,3	3.598.175,1	2.959.486,5	1.905.447,7	885.993,1	281.780,5	134.698,0	67.273,6	80.129,2	238.651,3	542.532,1	1.355.844
1992	1.634.358,9	1.910.061,2	4.385.223,5	3.407.301,8	2.732.479,7	1.759.729,6	1.134.210,7	215.976,1	358.903,9	494.433,9	737.113,5	1.304.769,2	1.672.880
1993	2.990.804,2	4.620.501,9	5.293.446,6	4.180.544,9	2.713.663,1	1.021.968,0	287.232,3	110.899,8	81.378,4	90.230,6	369.292,6	1.103.600,3	1.905.297
1994	1.744.624,9	2.447.126,8	2.620.621,2	2.969.997,7	1.708.300,5	520.017,0	162.257,4	59.642,4	15.292,3	56.605,6	394.743,6	1.097.955,3	1.149.765
1995	2.010.053,3	2.250.468,1	3.339.873,0	3.097.558,6	1.451.227,2	371.176,4	150.054,8	48.960,1	16.754,1	24.838,3	67.744,4	475.417,1	1.108.677
1996	976.295,0	2.460.221,2	2.646.020,2	2.571.738,5	1.197.520,6	507.304,4	151.465,8	27.716,5	34.000,4	78.570,8	410.386,4	771.857,0	986.091
1997	1.825.910,7	3.064.127,9	4.838.780,4	4.741.798,3	3.105.696,6	1.459.706,2	419.732,5	112.265,6	41.913,4	100.975,9	190.914,0	866.687,9	1.730.709
1998	1.365.453,8	1.428.475,5	3.355.290,9	3.165.852,0	1.236.249,0	280.233,8	95.173,2	35.844,0	25.198,5	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	29.973,5	63.404,3	195.226,6	783.258,2	-
2002	1.481.475,5	2.389.497,1	3.529.548,1	2.276.149,4	1.406.403,7	728.405,8	159.664,5	59.481,6	42.556,1	73.092,6	171.589,7	656.531,2	1.081.200
2003	1.483.915,4	2.412.753,4	2.909.286,0	2.642.535,2	1.183.968,2	535.050,0	126.832,3	47.071,2	21.846,8	81.070,7	118.980,8	-	-
2004	2.311.986,5	-	-	2.014.416,8	1.282.147,1	438.404,6	175.367,0	81.190,2	32.814,3	51.638,5	205.282,0	620.795,0	-
2005	1.572.987,7	1.946.795,5	2.327.749,2	1.820.507,9	688.907,8	402.076,5	102.516,3	25.043,3	14.921,4	46.379,3	216.100,4	713.553,6	823.128
2006	2.431.143,7	3.987.865,0	3.923.901,9	3.697.813,8	1.439.217,3	494.280,1	159.827,3	23.844,5	8.838,9	54.843,8	295.363,5	823.025,0	1.444.997
2007	1.542.682,4	2.363.417,7	4.551.623,4	4.647.125,5	3.050.921,3	1.234.615,5	250.942,9	78.307,0	21.507,4	69.276,1	466.039,3	1.365.361,3	1.636.818
2008	2.830.343,5	4.525.178,1	4.749.770,6	4.817.352,1	2.943.937,7	1.291.758,7	260.329,4	81.956,7	36.814,8	65.584,3	162.301,4	302.314,5	1.838.970
2009	1.558.792,9	2.070.574,4	3.518.927,3	3.869.643,7	2.441.408,8	1.330.687,4	588.355,9	183.597,6	65.250,0	96.717,0	293.400,0	1.325.084,0	1.445.203
2010	2.364.940,5	3.059.346,7	3.605.225,1	2.650.175,0	1.618.011,0	380.327,7	78.990,1	32.349,5	20.240,9	23.278,1	77.470,0	260.359,7	1.180.893
2011	1.133.262,8	2.833.925,4	4.182.784,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.915.355	2.927.462	3.719.670	3.456.580	2.197.775	1.071.851	389.858	110.647	59.373	102.789	306.204	818.185	1.422.979
Máximo	2.990.804	4.620.502	5.293.447	5.969.745	3.737.928	1.904.708	1.225.188	357.078	358.904	494.434	908.774	1.402.973	2.205.782
Mínimo	863.604	1.428.476	2.126.576	1.409.278	688.908	280.234	78.990	23.845	8.839	23.278	65.004	226.216	823.128

*OBS: Para o cálculo das médias dos meses, não foram considerados meses de anos incompletos

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

**Tabela 7.2.
Série de Descarga Sólida Total em Abunã (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1976	-	-	4.017.705	3.088.959	2.018.871	900.132	206.092	53.950	38.688	48.238	174.211	493.649	-
1977	1.930.322	2.723.545	4.641.824	3.418.353	2.331.824	999.180	354.973	124.066	76.012	141.368	495.053	1.102.752	1.528.273
1978	2.357.850	3.526.934	4.727.425	2.937.850	1.640.616	828.562	380.921	70.989	22.443	41.540	166.979	1.370.920	1.506.086
1979	2.887.870	3.785.536	4.004.222	4.408.542	2.877.170	1.166.024	322.216	81.039	53.235	57.940	110.048	314.065	1.672.326
1980	1.243.722	2.192.934	3.597.312	3.488.302	2.328.771	1.547.529	480.899	147.217	115.744	173.873	183.827	395.064	1.324.599
1981	1.032.577	2.672.279	3.816.067	3.489.413	2.457.242	1.653.786	354.047	75.053	41.429	148.414	411.520	1.118.818	1.439.221
1982	3.028.583	4.232.134	5.243.825	5.788.009	3.483.831	1.875.298	999.686	303.747	114.764	369.028	964.549	1.485.711	2.324.097
1983	1.789.677	2.690.486	3.359.043	3.053.396	2.926.392	1.757.096	1.298.550	381.075	73.037	68.729	193.429	452.687	1.503.633
1984	2.048.466	3.752.078	5.162.881	6.265.576	3.933.841	1.890.601	616.314	94.600	28.135	63.462	696.291	1.360.460	2.159.392
1985	2.839.240	3.609.125	3.461.612	3.452.405	2.957.109	1.532.215	419.120	216.852	101.000	135.967	368.455	474.259	1.630.613
1986	2.005.479	3.887.545	5.209.775	5.117.685	3.214.573	2.012.893	810.616	236.182	132.783	220.993	160.299	917.249	1.993.839
1987	2.263.539	3.115.818	2.259.819	1.492.407	1.394.202	447.461	128.950	59.197	31.442	71.895	279.898	1.370.493	1.076.260
1988	2.208.072	3.217.055	3.537.842	4.450.034	2.674.655	1.379.586	403.794	76.722	19.541	30.712	70.155	242.208	1.525.865
1989	1.393.534	2.208.210	2.642.730	2.629.141	1.274.556	560.924	207.010	76.885	46.839	43.413	78.432	253.286	951.247
1990	917.289	2.137.419	2.246.160	1.665.380	1.467.426	1.014.260	386.647	98.231	46.268	68.030	601.432	1.135.514	982.005
1991	2.337.569	3.541.145	3.788.301	3.119.543	2.013.896	940.893	301.345	144.750	72.605	86.384	255.435	577.776	1.431.637
1992	1.729.064	2.018.299	4.611.353	3.588.623	2.881.426	1.860.938	1.202.433	231.202	383.216	527.051	783.638	1.382.369	1.766.634
1993	3.152.273	4.857.221	5.559.869	4.397.434	2.861.667	1.083.835	307.157	119.319	87.726	97.196	394.228	1.169.991	2.007.326
1994	1.845.136	2.582.721	2.764.656	3.130.686	1.806.468	553.913	174.120	64.397	16.653	61.133	421.139	1.164.568	1.215.466
1995	2.123.755	2.376.316	3.518.017	3.264.114	1.536.353	396.201	161.129	52.885	18.233	26.973	73.021	506.841	1.171.153
1996	1.035.469	2.596.442	2.791.281	2.713.237	1.269.201	540.468	162.581	30.055	36.810	84.683	437.867	820.360	1.043.205
1997	1.930.303	3.229.065	5.085.155	4.983.464	3.272.723	1.545.211	447.519	120.749	45.344	108.616	204.683	920.131	1.824.414
1998	1.446.297	1.512.639	3.534.044	3.335.584	1.309.658	299.702	102.432	38.830	27.354	-	-	-	-
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	32.495	68.404	209.077	832.226	-
2002	1.568.220	2.521.525	3.716.590	2.403.094	1.488.854	774.415	171.371	64.220	46.059	78.793	184.026	698.228	1.142.950
2003	1.570.112	2.458.817	3.066.982	2.787.428	1.254.928	570.003	136.247	50.913	23.743	87.220	127.916	-	-
2004	2.440.425	-	-	2.128.498	1.358.338	467.466	188.097	87.474	35.562	55.764	219.845	660.496	-
2005	1.664.532	2.057.281	2.457.445	1.924.459	732.594	429.107	110.273	27.189	16.256	50.115	231.454	758.874	871.631
2006	2.564.543	4.195.791	4.128.849	3.892.514	1.523.367	526.796	171.434	25.875	9.660	59.100	315.619	874.145	1.523.974
2007	1.632.793	2.494.147	4.785.189	4.884.760	3.215.283	1.307.895	268.469	84.312	23.377	74.587	496.746	1.445.636	1.726.100
2008	2.984.162	4.757.518	4.992.235	5.062.470	3.102.874	1.368.243	278.460	88.341	39.880	70.761	174.180	322.709	1.936.819
2009	1.649.604	2.186.786	3.705.424	4.072.275	2.576.473	1.409.431	626.255	196.894	70.415	104.135	313.580	1.403.131	1.526.200
2010	2.496.144	3.224.372	3.795.726	2.794.991	1.711.304	405.592	85.158	35.059	22.003	25.284	83.506	278.482	1.246.468
2011	1.201.443	2.987.882	4.399.761	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	2.023.564	3.085.347	3.914.665	3.638.863	2.319.810	1.136.013	415.409	118.825	63.961	110.363	326.767	868.455	1.501.837
Máximo	3.152.273	4.857.221	5.559.869	6.265.576	3.933.841	2.012.893	1.298.550	381.075	383.216	527.051	964.549	1.485.711	2.324.097
Mínimo	917.289	1.512.639	2.246.160	1.492.407	732.594	299.702	85.158	25.875	9.660	25.284	70.155	242.208	871.631

*OBS: Para o cálculo das médias dos meses, não foram considerados meses de anos incompletos

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

**Tabela 7.3.
Série de Descarga Sólida em Suspensão em Jusante Caldeirão do Inferno (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	70.815,2	96.566,8	255.506,0	1.106.215,9	-
2010	2.019.853,7	2.654.657,8	3.083.096,5	2.268.099,8	1.316.662,3	348.493,2	78.738,1	34.450,7	21.172,3	22.622,6	70.296,8	228.355,4	1.012.208
2011	909.462,4	2.377.059,0	3.672.342,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	2.019.854	2.654.658	3.083.097	2.268.100	1.316.662	348.493	78.738	34.451	21.172	22.623	70.297	228.355	1.012.208
Máximo	2.019.854	2.654.658	3.672.342	2.268.100	1.316.662	348.493	78.738	34.451	70.815	96.567	255.506	1.106.216	3.672.342
Mínimo	909.462	2.377.059	3.083.097	2.268.100	1.316.662	348.493	78.738	34.451	21.172	22.623	70.297	228.355	21.172

**Tabela 7.4.
Série de Descarga Sólida Total em Jusante Caldeirão do Inferno (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2009	-	-	-	-	-	-	-	-	72.204	101.927	262.751	1.186.629	-
2010	2.174.365	2.862.338	3.327.599	2.443.818	1.413.883	371.274	82.996	36.128	22.132	23.657	74.061	242.455	1.089.559
2011	974.108	2.561.536	3.968.044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	2.174.365	2.862.338	3.327.599	2.443.818	1.413.883	371.274	82.996	36.128	22.132	23.657	74.061	242.455	1.089.559
Máximo	2.174.365	2.862.338	3.968.044	2.443.818	1.413.883	371.274	82.996	36.128	72.204	101.927	262.751	1.186.629	3.968.044
Mínimo	974.108	2.561.536	3.327.599	2.443.818	1.413.883	371.274	82.996	36.128	22.132	23.657	74.061	242.455	22.132

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

**Tabela 7.5.
Série de Descarga Sólida em Suspensão em Porto Velho – ANA (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1968	457.146	1.562.741	2.941.865	1.787.334	482.499	106.849	46.881	26.442	50.028	49.854	118.212	370.353	666.684
1969	1.326.191	1.722.125	1.722.602	1.600.520	610.887	344.363	138.029	47.471	36.440	277.999	102.821	466.926	699.698
1970	689.895	1.325.681	2.153.523	2.139.492	1.463.894	744.128	230.606	64.664	48.171	47.517	84.465	283.843	772.990
1971	893.154	2.328.486	2.940.529	1.887.622	794.081	244.550	138.611	45.636	37.030	95.371	184.619	557.117	845.567
1972	1.022.774	2.030.627	3.293.223	3.267.730	1.401.366	671.788	185.230	131.828	226.765	252.021	246.447	1.014.903	1.145.392
1973	1.564.553	3.055.755	3.987.802	3.715.002	2.069.299	1.095.062	419.276	174.859	97.980	103.889	400.127	1.080.804	1.480.367
1974	2.335.611	3.378.353	4.807.024	3.455.026	2.185.800	934.695	340.120	125.409	60.095	80.355	260.606	452.028	1.534.594
1975	1.206.816	2.578.418	3.691.714	3.188.460	1.604.318	720.000	399.545	103.419	49.364	128.477	173.362	791.068	1.219.580
1976	1.935.475	3.450.527	4.161.060	3.418.709	1.882.520	838.457	214.401	57.831	41.185	46.938	154.258	401.678	1.383.586
1977	1.639.051	2.265.253	4.387.732	3.536.080	2.233.449	937.262	352.085	124.973	70.990	124.031	440.676	956.658	1.422.353
1978	1.912.144	2.948.779	4.411.763	3.151.865	1.672.850	811.283	383.901	79.482	27.340	42.694	147.618	1.134.833	1.393.713
1979	2.403.862	3.504.293	3.975.018	4.699.756	3.100.927	1.224.725	329.375	89.337	56.415	57.349	111.555	303.027	1.654.637
1980	1.069.666	1.787.285	3.226.808	3.412.227	2.078.476	1.340.943	459.599	147.394	117.685	158.929	186.416	363.127	1.195.713
1981	906.293	2.209.136	3.526.571	3.523.806	2.259.119	1.480.508	365.717	79.415	42.924	125.294	385.909	1.021.259	1.327.163
1982	2.491.637	3.776.954	5.112.673	6.049.021	4.144.876	2.017.929	972.347	280.614	100.915	369.647	871.181	1.343.881	2.294.306
1983	1.713.470	2.575.671	3.356.043	2.614.766	2.481.516	1.556.165	1.141.581	436.467	96.682	67.267	171.640	419.126	1.385.866
1984	1.742.799	3.180.299	4.834.462	6.471.769	4.498.378	1.935.034	687.754	148.550	61.530	72.555	611.143	1.154.214	2.116.541
1985	2.345.359	3.198.328	3.361.492	3.496.404	3.106.525	1.488.981	536.810	260.455	121.231	169.944	395.882	679.334	1.596.729
1986	1.728.192	3.482.645	5.047.987	5.607.816	3.295.674	1.930.953	774.384	293.859	190.557	240.680	178.796	794.055	1.963.800
1987	1.877.266	2.718.997	2.166.758	1.511.548	1.298.271	489.502	163.175	72.022	34.930	68.028	270.488	1.153.618	985.384
1988	1.790.698	2.880.665	3.430.046	4.578.029	2.725.674	1.291.072	420.129	85.710	28.876	34.486	69.874	233.132	1.464.033
1989	1.222.210	2.219.889	2.838.084	2.672.027	1.577.216	592.729	270.723	80.563	74.867	54.390	90.422	271.004	997.010
1990	1.180.075	2.132.384	2.279.456	1.608.240	1.317.250	894.470	407.820	99.342	59.587	101.339	580.487	974.310	969.563
1991	2.053.392	3.225.645	3.651.052	3.263.728	1.794.824	1.007.078	363.612	138.921	76.456	111.363	298.243	644.839	1.385.763
1992	1.702.939	1.936.386	4.086.806	3.748.238	2.898.703	1.584.070	1.065.323	262.520	384.506	578.850	695.044	1.357.285	1.691.722
1993	2.582.801	4.368.121	5.244.434	5.470.004	3.035.160	1.086.983	298.293	127.884	106.426	100.890	391.482	976.500	1.982.415
1994	1.662.691	2.930.348	3.168.942	3.185.044	1.802.244	579.340	184.362	76.405	25.131	63.268	450.178	1.142.597	1.272.546
1995	1.787.696	2.274.001	3.705.076	3.397.112	1.580.406	561.722	175.275	111.556	27.130	27.024	66.385	456.265	1.180.804
1996	955.649	2.162.679	2.388.725	2.722.874	1.129.834	499.384	167.527	43.773	44.766	81.299	474.775	746.745	951.503
1997	1.623.045	2.971.375	5.363.768	5.651.125	3.227.113	1.423.338	497.862	144.119	50.768	105.958	213.564	767.167	1.836.600
1998	1.208.893	1.539.339	3.100.416	3.260.765	1.241.836	360.102	118.395	43.576	38.249	89.734	470.941	1.153.222	1.052.122
1999	1.908.600	3.202.545	3.256.483	3.063.303	1.333.027	516.793	249.165	61.080	27.937	36.408	77.457	489.526	1.185.194
2000	959.073	1.732.527	2.648.634	2.046.781	943.050	465.032	175.525	65.600	86.209	40.761	224.935	629.122	834.771
2001	1.592.655	2.966.773	4.787.664	3.568.682	1.752.845	831.321	257.795	95.162	39.376	64.779	316.123	724.328	1.416.459
2002	1.384.350	2.141.119	3.555.399	2.440.815	1.408.285	715.472	190.771	68.825	43.633	75.058	171.818	596.530	1.066.006
2003	1.276.368	2.280.732	2.948.782	2.991.970	1.264.418	568.816	158.505	51.925	29.325	79.626	105.859	465.661	1.018.499
2004	1.981.622	2.404.311	2.086.942	2.176.717	1.321.196	513.252	178.809	72.702	28.883	45.907	183.330	565.894	963.297
2005	1.379.684	1.872.067	2.651.437	2.085.288	770.519	439.118	129.587	28.920	13.913	43.421	204.616	677.335	857.992
2006	2.101.300	4.007.352	4.119.262	3.968.917	1.448.050	474.526	172.951	51.151	22.919	78.116	344.710	818.568	1.467.318
2007	1.576.923	2.185.208	3.862.458	4.399.682	2.764.181	1.069.439	257.827	100.144	25.677	67.631	413.785	1.229.797	1.496.063
2008	2.367.642	4.121.294	4.691.942	5.108.124	3.250.046	1.359.889	362.246	136.864	67.902	94.805	210.886	338.250	1.842.491
2009	1.427.527	1.948.735	3.490.876	3.919.502	2.738.607	1.402.092	702.009	274.969	110.362	142.422	331.831	1.162.768	1.470.975
2010	2.156.210	3.063.402	3.765.084	3.050.667	1.688.845	492.026	130.087	59.896	34.957	34.515	95.304	286.125	1.238.093
2011	974.779	2.415.355	3.979.180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.594.933	2.632.949	3.582.460	3.425.284	1.999.743	932.124	359.141	119.329	70.980	111.818	282.928	741.969	1.319.207
Máximo	2.582.801	4.368.121	5.363.768	6.471.769	4.498.378	2.017.929	1.141.581	436.467	384.506	578.850	871.181	1.357.285	2.294.306
Mínimo	457.146	1.325.681	1.722.602	1.511.548	482.499	106.849	46.881	26.442	13.913	27.024	66.385	233.132	666.684

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

**Tabela 7.6.
Série de Descarga Sólida Total em Porto Velho – ANA (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1968	488.463	1.678.180	3.167.222	1.920.470	515.774	113.435	49.593	27.904	52.947	52.767	125.575	395.641	715.664
1969	1.423.035	1.849.887	1.850.367	1.718.816	653.534	367.390	146.749	51.362	39.384	303.063	109.234	498.996	750.985
1970	738.245	1.422.645	2.315.571	2.300.334	1.571.405	796.547	245.731	68.517	50.970	50.272	89.616	303.200	829.421
1971	956.749	2.504.639	3.165.785	2.028.477	850.539	260.574	147.358	48.276	39.139	101.231	196.443	595.763	907.914
1972	1.096.382	2.183.019	3.547.204	3.519.759	1.504.242	718.763	197.168	140.116	241.557	268.544	262.878	1.087.966	1.230.633
1973	1.680.067	3.290.438	4.298.829	4.003.630	2.224.643	1.174.038	447.754	186.015	103.989	110.306	427.280	1.158.738	1.592.144
1974	2.512.196	3.639.398	5.186.111	3.722.253	2.350.708	1.001.539	362.912	133.231	63.644	85.247	277.722	482.945	1.651.492
1975	1.294.535	2.774.454	3.978.335	3.434.118	1.722.879	770.674	426.548	109.806	52.235	136.502	184.525	846.946	1.310.963
1976	2.080.355	3.717.477	4.486.434	3.683.127	2.022.931	898.156	228.364	61.230	43.545	49.653	164.064	429.003	1.488.695
1977	1.760.386	2.436.237	4.731.973	3.810.298	2.402.028	1.004.253	375.712	132.762	75.228	131.763	471.034	1.025.093	1.529.731
1978	2.054.932	3.174.702	4.757.951	3.394.618	1.796.867	868.845	409.801	84.312	28.854	45.153	156.921	1.217.426	1.499.198
1979	2.585.795	3.775.589	4.285.246	5.069.941	3.339.496	1.313.970	351.387	94.782	59.741	60.718	118.535	323.286	1.781.541
1980	1.146.790	1.944.791	3.475.432	3.676.075	2.234.418	1.438.886	491.098	156.679	125.016	169.069	198.361	387.508	1.287.010
1981	971.540	2.375.706	3.799.648	3.796.687	2.429.487	1.589.422	390.467	84.199	45.390	133.249	411.926	1.094.809	1.426.878
1982	2.681.086	4.070.636	5.517.404	6.532.389	4.469.259	2.169.233	1.041.992	299.181	107.120	394.631	933.305	1.442.058	2.471.524
1983	1.840.539	2.771.498	3.615.177	2.813.655	2.669.679	1.670.898	1.224.124	466.372	102.590	71.272	182.635	447.557	1.489.666
1984	1.872.736	3.425.194	5.215.854	6.990.953	4.852.437	2.079.891	736.096	157.943	65.175	76.948	653.985	1.237.723	2.280.411
1985	2.522.997	3.444.557	3.621.060	3.767.020	3.345.517	1.598.670	573.910	277.590	128.770	180.757	422.827	726.954	1.717.552
1986	1.856.576	3.752.234	5.447.377	6.054.186	3.549.983	2.075.599	829.163	313.331	202.786	256.380	190.227	850.317	2.114.847
1987	2.017.526	2.926.439	2.329.867	1.622.761	1.392.921	523.048	173.572	76.335	36.907	72.194	288.314	1.237.277	1.058.097
1988	1.923.894	3.101.075	3.695.407	4.937.988	2.933.986	1.385.478	448.684	90.929	30.483	36.432	74.048	248.342	1.575.562
1989	1.310.996	2.387.074	3.055.025	2.875.538	1.693.851	633.835	288.602	85.431	79.391	57.577	95.932	289.073	1.071.027
1990	1.265.806	2.292.689	2.451.517	1.726.996	1.413.329	958.151	435.577	105.458	63.097	107.604	620.891	1.044.041	1.040.430
1991	2.207.751	3.474.106	3.934.425	3.515.569	1.928.329	1.079.385	388.131	147.638	81.045	118.253	318.173	689.866	1.490.223
1992	1.829.293	2.081.169	4.406.122	4.039.656	3.120.841	1.700.988	1.142.178	279.891	410.516	618.922	743.782	1.456.507	1.819.156
1993	2.779.262	4.710.727	5.660.092	5.904.576	3.268.666	1.165.670	318.078	135.862	112.978	107.074	418.073	1.046.677	2.135.644
1994	1.785.722	3.154.893	3.412.974	3.430.242	1.936.637	619.600	196.216	81.007	26.514	67.026	480.921	1.225.168	1.368.077
1995	1.920.706	2.445.723	3.992.816	3.659.819	1.697.061	600.687	186.464	118.484	28.635	28.519	70.384	487.390	1.269.724
1996	1.024.316	2.325.302	2.569.434	2.930.539	1.211.671	533.744	178.207	46.296	47.353	86.228	507.311	799.374	1.021.648
1997	1.743.082	3.199.630	5.789.444	6.100.989	3.476.201	1.527.797	532.144	153.207	53.731	112.553	227.386	821.564	1.978.144
1998	1.296.593	1.652.772	3.338.851	3.512.345	1.332.449	384.357	125.778	46.084	40.431	95.286	503.159	1.236.679	1.130.398
1999	2.051.304	3.449.318	3.507.485	3.298.842	1.430.401	552.406	265.520	64.720	29.501	38.481	82.158	523.406	1.274.462
2000	1.027.728	1.861.064	2.850.554	2.200.394	1.010.635	496.808	186.748	69.503	91.455	43.093	239.625	673.066	895.890
2001	1.710.934	3.194.214	5.165.173	3.845.745	1.883.170	890.337	274.714	101.001	41.626	68.644	337.224	775.334	1.524.010
2002	1.485.707	2.302.528	3.830.834	2.625.916	1.511.779	765.717	203.038	72.941	46.142	79.596	182.816	638.163	1.145.432
2003	1.369.694	2.452.789	3.174.873	3.221.505	1.356.651	608.150	168.635	54.952	30.958	84.524	112.403	497.873	1.094.417
2004	2.130.291	2.586.459	2.243.712	2.340.505	1.417.822	548.630	190.274	77.089	30.498	48.595	195.144	605.060	1.034.507
2005	1.480.727	2.011.845	2.853.284	2.242.110	825.023	468.966	137.750	30.537	14.641	45.969	217.853	724.708	921.118
2006	2.259.881	4.320.160	4.441.373	4.278.481	1.554.859	506.967	184.049	54.148	24.170	82.930	367.858	876.742	1.579.301
2007	1.693.251	2.349.822	4.163.246	4.744.954	2.975.442	1.146.791	274.830	106.377	27.093	71.769	441.919	1.319.435	1.609.578
2008	2.546.905	4.443.447	5.061.404	5.512.444	3.500.918	1.459.570	386.636	145.443	71.945	100.611	224.536	361.074	1.984.578
2009	1.532.247	2.094.746	3.761.047	4.224.919	2.947.697	1.504.938	751.303	293.087	117.189	151.381	354.063	1.247.255	1.581.656
2010	2.318.530	3.298.620	4.057.767	3.285.361	1.814.363	526.003	138.211	63.438	36.936	36.467	101.133	305.066	1.331.825
2011	1.044.659	2.598.398	4.289.566	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.727.338	2.845.300	3.865.342	3.681.744	2.142.803	988.344	377.936	125.429	74.449	117.145	297.260	783.281	1.418.864
Máximo	2.779.262	4.710.727	5.789.444	6.990.953	4.852.437	2.169.233	1.224.124	466.372	410.516	618.922	933.305	1.456.507	2.471.524
Mínimo	488.463	1.422.645	1.850.367	1.622.761	515.774	113.435	49.593	27.904	14.641	28.519	70.384	248.342	715.664

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

**Tabela 7.7.
Série de Descarga Sólida em Suspensão em São Carlos (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	67.334,8	103.910,8	224.348,3	355.943,1	
2009	1.357.883,0	1.788.850,2	2.850.504,4	3.122.542,8	2.420.015,7	1.361.426,6	717.775,0	290.022,2	126.214,6	160.217,4	354.149,1	1.086.000,5	1.302.967
2010	1.879.997,7	2.574.411,8	-	2.606.109,8	1.550.293,4	519.295,0	139.795,1	62.681,0	35.507,6	33.652,8	110.410,1	320.614,0	-
2011	946.645,6	2.071.056,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.357.883	1.788.850	2.850.504	3.122.543	2.420.016	1.361.427	717.775	290.022	126.215	160.217	354.149	1.086.000	1.302.967
Máximo	1.879.998	2.574.412	2.850.504	3.122.543	2.420.016	1.361.427	717.775	290.022	126.215	160.217	354.149	1.086.000	3.122.543
Mínimo	946.646	1.788.850	2.850.504	2.606.110	1.550.293	519.295	139.795	62.681	35.508	33.653	110.410	320.614	33.653

**Tabela 7.8.
Série de Descarga Sólida Total em São Carlos (t/dia)**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	81.545	123.715	260.093	404.752	-
2009	1.478.569	1.928.149	3.024.969	3.303.069	2.582.156	1.481.504	798.919	333.369	149.279	188.060	403.500	1.190.194	1.405.145
2010	2.023.615	2.741.894	-	2.772.583	1.678.717	582.850	164.888	75.937	43.921	41.683	131.210	367.014	-
2011	1.043.573	2.221.904	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.478.569	1.928.149	3.024.969	3.303.069	2.582.156	1.481.504	798.919	333.369	149.279	188.060	403.500	1.190.194	1.405.145
Máximo	2.023.615	2.741.894	3.024.969	3.303.069	2.582.156	1.481.504	798.919	333.369	149.279	188.060	403.500	1.190.194	3.303.069
Mínimo	1.043.573	1.928.149	3.024.969	2.772.583	1.678.717	582.850	164.888	75.937	43.921	41.683	131.210	367.014	41.683

2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio

Tabela 7.9.
Série de Descarga Sólida em Suspensão em Humaitá (t/dia)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1972	792.200,0	1.457.098,1	2.233.792,6	2.373.273,4	1.199.164,4	608.247,1	207.928,1	116.863,1	201.038,3	237.594,1	214.602,2	736.759,3	864.880,0
1973	1.093.025,1	2.005.592,5	2.730.896,3	2.772.551,6	1.809.924,6	925.700,6	386.420,7	166.325,2	91.205,1	95.465,7	331.626,1	843.305,8	1.104.336,6
1974	1.653.762,9	2.448.401,0	3.408.044,1	3.006.790,0	2.170.931,1	981.002,0	349.693,9	134.887,0	68.547,8	79.257,1	276.533,3	446.993,6	1.252.070,3
1975	1.145.209,8	2.283.233,1	2.953.015,5	2.877.344,8	1.698.878,3	761.888,2	365.468,9	131.077,0	52.206,4	135.090,8	165.332,7	649.517,7	1.101.521,9
1976	1.544.297,6	2.590.277,7	3.178.415,5	2.906.775,0	1.675.929,3	815.805,5	235.936,6	63.244,9	41.673,1	48.219,1	141.932,8	350.299,1	1.132.733,8
1977	1.346.337,9	1.843.300,8	3.071.177,2	2.864.636,5	1.978.416,9	887.086,4	366.615,4	133.788,8	68.618,8	129.244,2	381.585,6	824.451,7	1.157.938,4
1978	1.691.214,1	2.432.447,7	3.261.519,1	2.849.420,6	1.726.320,3	862.254,1	396.921,1	107.526,5	35.285,6	50.664,3	159.269,7	966.705,1	1.211.629,0
1979	2.083.599,3	2.869.423,1	3.262.117,6	3.553.711,8	2.622.124,1	1.161.032,5	393.486,4	111.843,2	59.267,5	61.009,6	103.996,7	243.941,1	1.377.129,4
1980	805.401,3	1.440.488,1	2.432.760,4	2.758.086,3	1.733.082,1	1.084.713,2	428.291,3	140.789,7	123.471,0	142.781,3	184.089,5	334.158,0	967.342,7
1981	739.890,9	1.700.554,8	2.611.737,9	2.843.211,7	2.058.450,5	1.267.797,7	349.887,6	74.440,3	41.071,0	94.318,1	317.504,4	772.138,6	1.072.583,6
1982	1.806.816,3	2.809.986,9	3.384.141,9	3.854.731,6	3.259.961,1	2.212.354,6	991.412,3	334.350,5	122.264,5	327.717,2	694.454,5	1.190.653,2	1.749.070,4
1983	1.709.873,6	2.429.099,5	3.250.027,1	3.317.308,4	2.688.251,4	1.628.561,9	1.030.094,8	305.211,8	104.280,3	69.246,3	148.919,6	415.449,3	1.424.693,7
1984	1.563.002,5	2.773.102,6	3.726.969,8	4.390.591,5	3.898.424,2	2.116.033,2	889.721,2	173.460,9	73.661,0	70.933,4	507.316,7	1.061.880,2	1.770.424,8
1985	2.106.851,8	2.950.360,7	3.175.963,0	3.293.842,8	3.175.255,0	1.653.470,9	556.300,9	243.536,0	107.511,9	157.482,8	356.162,0	659.513,6	1.536.354,3
1986	1.830.407,4	3.201.204,6	3.934.826,5	4.446.228,3	3.330.638,6	2.157.687,7	885.191,3	283.897,4	179.891,0	226.323,0	177.686,9	717.116,8	1.780.925,0
1987	1.898.181,9	2.715.685,2	2.565.630,5	1.959.631,0	1.680.588,7	553.822,8	177.400,7	84.993,2	38.882,9	38.583,7	290.366,9	1.045.686,8	1.087.421,2
1988	1.814.755,0	2.602.290,2	3.118.336,0	4.037.941,7	3.188.216,8	1.768.710,4	447.930,1	104.921,7	32.591,5	33.779,2	194.994,1	500.989,4	1.487.121,3
1989	1.524.927,7	2.696.208,3	3.560.782,7	3.270.820,8	1.906.484,7	859.458,1	381.760,2	133.746,8	114.208,4	98.443,4	164.427,1	616.095,2	1.277.280,3
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	1.332.277,6	2.479.196,0	3.874.948,3	4.124.145,9	2.397.124,1	1.517.759,3	1.133.986,8	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	2.771.614,2	4.109.284,1	5.051.909,6	5.265.681,8	-	-	-	154.139,6	105.995,1	95.148,2	330.729,0	948.499,3	-
1994	1.883.276,4	2.866.419,0	3.436.835,1	3.332.329,3	-	819.709,0	256.778,7	70.458,1	35.438,1	62.653,2	375.444,1	642.501,2	-
1995	1.733.749,9	2.209.007,1	3.245.252,2	3.299.217,2	1.947.521,0	709.226,9	212.688,2	124.649,6	31.920,3	30.925,2	69.621,1	506.946,8	1.176.727,1
1996	1.015.262,6	2.193.068,5	2.592.740,3	2.860.376,6	1.463.465,0	599.858,3	202.539,7	57.737,3	51.392,6	75.046,1	325.695,2	654.879,7	1.007.671,8
1997	1.577.635,4	2.640.318,8	4.112.480,6	4.572.069,7	3.328.623,3	1.640.581,2	567.006,0	164.329,1	63.748,6	96.646,6	199.998,5	662.973,4	1.635.534,3
1998	1.181.824,5	1.499.843,5	2.721.949,1	3.065.498,2	1.512.381,3	430.806,4	133.862,9	48.410,8	42.457,7	80.950,0	416.723,7	1.066.369,9	1.016.756,5
1999	1.796.806,7	2.709.906,9	3.072.834,4	2.933.917,6	1.548.685,1	601.753,9	271.901,4	73.974,1	32.166,9	47.526,9	81.700,3	466.888,1	1.136.505,2
2000	1.031.750,6	1.838.528,3	2.537.866,2	2.314.641,5	1.164.891,7	486.567,6	189.206,2	75.977,8	88.458,0	47.050,5	230.240,2	622.372,1	885.629,2
2001	1.483.223,4	2.761.692,1	3.880.454,5	3.502.701,2	2.100.052,9	990.092,8	299.855,2	111.365,1	43.446,6	67.753,6	298.443,9	767.595,9	1.358.889,8
2002	1.571.118,8	2.040.415,7	3.218.057,6	2.628.798,4	1.570.787,2	765.486,3	221.576,9	80.083,8	44.030,8	72.974,7	176.758,0	589.973,6	1.081.671,8
2003	1.262.534,0	2.271.315,2	2.832.961,3	3.324.457,4	1.730.362,0	699.409,7	211.747,0	66.889,8	36.801,5	86.706,5	127.804,7	437.431,3	1.090.701,7
2004	1.743.798,4	2.442.959,8	2.382.566,3	2.284.182,3	1.401.724,1	530.626,8	202.862,5	92.465,2	37.740,7	51.563,5	176.591,0	545.941,4	991.085,2
2005	1.274.173,3	1.637.235,9	2.604.315,3	2.247.027,1	869.302,2	435.643,4	149.695,9	36.438,3	19.097,8	43.641,4	194.189,8	619.623,8	844.198,7
2006	1.700.754,2	3.187.054,6	3.778.973,7	3.812.047,3	1.967.955,4	592.574,0	203.526,7	65.189,1	31.183,2	78.930,7	353.066,4	790.004,9	1.380.105,0
2007	1.629.336,6	2.314.567,2	3.465.082,0	3.934.962,6	2.875.168,5	1.218.854,1	279.606,9	113.480,9	31.446,7	55.141,7	309.152,2	905.069,6	1.427.655,7
2008	1.964.530,9	3.423.037,3	3.974.190,5	4.226.374,0	3.151.744,5	1.379.209,7	355.852,1	123.391,8	61.408,3	75.106,2	160.167,9	271.040,3	1.597.171,1
2009	1.234.386,2	1.813.155,9	3.236.389,2	3.642.170,2	2.821.388,3	1.396.625,1	639.792,2	226.941,9	88.931,1	107.547,7	256.980,0	945.898,6	1.367.517,2
2010	1.873.362,0	2.852.743,1	3.446.634,9	3.110.036,5	1.629.954,7	494.596,4	108.754,9	51.452,6	30.016,0	28.150,3	78.319,1	236.225,1	1.161.687,1
2011	843.020,1	2.126.608,7	3.316.907,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.506.588,3	2.384.811,9	3.145.967,7	3.209.864,0	2.143.677,9	1.037.574,7	385.027,5	128.167,1	67.338,9	92.406,3	243.125,1	660.732,0	1.250.440,1
Máximo	2.771.614,2	4.109.284,1	5.051.909,6	5.265.681,8	3.898.424,2	2.212.354,6	1.133.986,8	334.350,5	201.038,3	327.717,2	694.454,5	1.190.653,2	1.780.925,0
Mínimo	739.890,9	1.440.488,1	2.233.792,6	1.959.631,0	869.302,2	430.806,4	108.754,9	36.438,3	19.097,8	28.150,3	69.621,1	236.225,1	844.198,7

*OBS: Para o cálculo das médias dos meses, não foram considerados meses de anos incompletos

2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio

Tabela 7.10.
Série de Descarga Sólida Total em Humaitá (t/dia)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1972	854.344,5	1.583.197,4	2.439.718,9	2.594.093,1	1.300.133,3	653.686,8	220.769,1	123.134,4	213.196,7	252.373,0	228.074,4	794.040,2	938.063,5
1973	1.183.349,5	2.187.765,2	2.990.068,9	3.036.267,9	1.971.981,5	1.000.102,3	413.168,1	175.878,4	95.756,4	100.327,4	353.957,4	910.084,4	1.201.559,0
1974	1.799.690,7	2.677.347,4	3.741.852,4	3.296.111,3	2.370.915,3	1.060.901,5	373.438,4	142.306,9	71.713,3	83.195,7	294.330,0	478.756,5	1.365.880,0
1975	1.240.732,5	2.494.469,7	3.236.424,4	3.152.620,8	1.849.492,4	821.407,6	390.237,9	138.335,8	54.430,7	142.486,0	175.029,2	698.662,0	1.199.527,4
1976	1.679.521,7	2.834.389,3	3.486.650,6	3.185.453,9	1.823.954,8	880.512,2	250.805,2	66.082,6	43.322,3	50.204,4	149.936,8	374.235,3	1.235.422,4
1977	1.461.728,5	2.008.566,4	3.367.717,5	3.138.684,6	2.157.940,2	958.003,1	391.644,4	141.113,4	71.757,7	136.296,1	408.364,4	889.515,8	1.260.944,4
1978	1.840.889,9	2.659.515,3	3.579.032,5	3.121.818,4	1.879.929,0	931.073,5	424.366,4	113.250,1	36.595,4	52.794,6	168.348,8	1.046.547,2	1.321.180,1
1979	2.273.758,6	3.143.838,5	3.579.728,9	3.903.857,3	2.869.943,7	1.258.601,8	420.697,2	117.815,6	61.926,1	63.712,0	109.503,6	259.469,1	1.505.237,7
1980	868.847,6	1.564.736,2	2.660.035,1	3.020.341,3	1.886.957,3	1.174.202,4	458.561,5	148.562,6	130.101,3	150.843,8	194.897,3	356.496,5	1.051.215,3
1981	798.307,5	1.851.256,8	2.858.061,2	3.114.651,1	2.246.033,9	1.375.422,8	373.983,3	77.948,4	42.695,1	99.268,0	338.476,7	832.619,9	1.167.393,7
1982	1.968.954,0	3.077.788,6	3.715.307,7	4.238.738,7	3.604.302,1	2.466.400,2	1.093.872,3	362.654,5	132.089,8	354.164,7	763.248,2	1.313.540,2	1.924.255,1
1983	1.868.764,6	2.696.267,5	3.835.701,2	3.930.536,6	3.039.622,1	1.783.639,9	1.137.888,7	330.900,1	113.030,2	71.409,0	160.965,9	450.748,2	1.618.289,5
1984	1.706.009,1	3.160.789,6	4.525.375,3	5.507.806,7	4.782.210,0	2.356.320,7	980.734,8	187.300,4	76.692,2	73.060,4	555.234,0	1.172.741,5	2.090.356,2
1985	2.346.812,3	3.406.778,4	3.727.663,4	3.896.687,9	3.731.302,0	1.808.996,0	609.163,6	263.986,7	116.343,9	169.188,1	386.652,1	722.149,6	1.765.477,0
1986	2.008.442,5	3.766.084,4	4.831.393,5	5.590.996,6	3.953.524,8	2.405.686,5	975.250,3	307.811,2	193.227,8	244.393,4	191.687,1	788.007,1	2.104.708,8
1987	2.080.629,9	3.078.001,1	2.875.865,6	2.134.859,3	1.837.628,3	605.215,0	191.444,3	90.774,4	36.262,0	36.383,8	314.676,8	1.153.110,1	1.202.904,2
1988	1.981.353,1	2.919.781,7	3.646.528,1	4.982.459,7	3.754.670,9	1.936.023,0	487.622,4	111.435,4	29.955,2	31.225,4	210.805,7	545.241,0	1.719.758,5
1989	1.670.771,3	3.056.289,4	4.282.702,3	3.865.196,3	2.093.752,5	947.655,9	414.552,8	144.132,2	123.477,6	104.939,3	177.650,3	675.240,9	1.463.030,1
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	1.387.485,6	2.960.498,5	4.746.260,3	5.104.239,9	2.732.000,4	1.608.981,7	1.149.139,7	-	-	-	-	-	-
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	3.182.817,3	5.309.612,1	6.506.098,9	6.832.453,7	-	-	-	166.077,5	114.851,2	103.353,7	359.774,8	1.041.744,9	-
1994	2.050.081,3	3.297.374,7	4.102.587,8	3.951.672,5	-	901.337,2	278.152,2	73.105,4	32.985,7	63.989,8	407.259,0	705.846,6	-
1995	1.893.129,7	2.430.275,5	3.827.266,6	3.906.711,2	2.127.750,0	777.996,3	229.409,5	132.515,4	29.230,9	28.117,6	70.663,9	552.374,8	1.333.786,8
1996	1.115.009,5	2.387.705,0	2.906.667,4	3.279.849,3	1.605.363,2	658.157,8	218.625,3	58.142,1	50.626,6	78.648,8	353.663,4	717.877,3	1.119.194,6
1997	1.724.964,4	3.005.539,0	5.094.141,2	5.780.343,2	3.956.657,5	1.795.119,4	621.509,8	177.146,0	65.116,6	102.933,9	215.548,3	728.208,9	1.938.935,7
1998	1.304.599,1	1.645.931,4	3.097.383,4	3.573.122,7	1.658.428,2	469.617,2	143.619,6	46.824,3	40.440,4	84.255,0	451.287,5	1.176.822,7	1.141.027,6
1999	1.963.505,9	3.079.344,9	3.580.307,6	3.390.427,7	1.696.523,7	659.161,5	294.955,9	76.705,6	29.525,9	46.636,2	85.934,6	511.200,6	1.284.519,2
2000	1.138.927,6	2.003.554,0	2.868.006,3	2.576.466,5	1.280.602,9	529.410,4	204.062,9	78.767,1	93.974,7	45.378,1	249.453,7	682.354,4	979.246,5
2001	1.625.752,5	3.141.801,9	4.751.631,9	4.203.522,0	2.315.109,1	1.090.927,1	324.997,7	118.651,4	41.580,3	69.705,8	324.733,4	844.048,0	1.571.038,4
2002	1.722.268,9	2.262.031,2	3.787.654,9	2.967.080,9	1.719.146,9	842.980,8	239.273,3	84.285,7	42.096,2	75.078,0	190.811,5	648.600,2	1.215.109,0
2003	1.386.294,1	2.483.018,7	3.246.678,2	3.941.060,9	1.902.526,9	767.627,6	229.290,3	68.587,6	34.481,9	90.489,0	137.257,2	478.774,9	1.230.507,3
2004	1.909.204,0	2.725.383,9	2.636.574,9	2.508.792,1	1.537.461,7	579.459,7	219.002,9	98.072,3	35.458,9	51.850,8	190.648,4	595.969,6	1.090.656,6
2005	1.403.867,7	1.793.547,2	2.922.100,6	2.509.676,6	955.846,5	473.763,5	160.821,3	34.019,2	15.800,1	42.693,7	209.369,2	1.878.678,7	1.033.348,7
2006	1.878.678,7	3.746.526,1	4.601.570,0	4.649.849,3	2.215.563,7	647.427,6	220.328,0	67.677,3	28.430,3	81.231,0	382.934,3	870.265,4	1.615.873,5
2007	1.783.078,1	2.555.362,4	4.145.568,6	4.830.307,7	3.311.967,5	1.336.273,7	301.987,3	120.124,2	28.691,6	55.831,5	336.123,2	996.490,5	1.650.150,5
2008	2.158.974,3	4.086.730,8	4.888.312,8	5.262.225,6	3.707.230,7	1.510.757,8	386.596,6	133.317,0	61.867,6	78.675,1	172.528,4	292.986,0	1.895.016,9
2009	1.359.546,7	1.999.417,5	3.814.957,9	4.400.850,0	3.240.726,6	1.531.762,5	701.823,4	245.271,6	93.622,5	116.119,7	278.838,2	1.039.998,0	1.568.577,9
2010	2.042.018,4	3.125.185,7	3.784.747,8	3.411.582,7	1.774.208,3	530.973,6	114.415,7	53.645,4	31.072,8	29.120,7	82.062,3	250.988,2	1.269.168,5
2010	909.942,9	2.321.642,3	3.640.624,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	1.648.315,5	2.665.829,9	3.627.452,9	3.732.442,6	2.416.453,2	1.136.037,3	418.203,5	136.387,5	69.546,8	96.853,8	262.167,5	756.671,9	1.413.863,5
Máximo	3.182.817,3	5.309.612,1	6.506.098,9	6.832.453,7	4.782.210,0	2.466.400,2	1.149.139,7	362.654,5	213.196,7	354.164,7	763.248,2	1.878.678,7	2.104.708,8
Mínimo	798.307,5	1.564.736,2	2.439.718,9	2.134.859,3	955.846,5	469.617,2	114.415,7	34.019,2	15.800,1	28.117,6	70.663,9	250.988,2	938.063,5

*OBS: Para o cálculo das médias dos meses, não foram considerados meses de anos incompletos

7.4. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO E DO LEITO

Com base nas medições realizadas pela PCE, foi determinada a composição média dos sedimentos transportados em suspensão e no leito do rio de cada uma das estações. As frações granulométricas levadas em consideração nas análises foram: argila, silte, areia fina, areia média, areia grossa e pedregulho, como mostrado a seguir, nas Tabelas 7.11. e Tabela 7.12.

Como esperado, verificou-se a predominância de sedimentos finos (argila e silte) no material em suspensão do rio Madeira, com valores médios superiores a 80%, e porcentagens de silte próximos a 55%. No rio Jaciparaná os sedimentos finos em suspensão representam mais do que 90% do material sedimentar.

Em relação ao material que compõe o leito do rio Madeira foi verificado que acima de 93% do material é areia, sendo predominantes as areias finas e médias. Na estação fluviométrica Jaciparaná - Vila as areias representam 99% do sedimento do leito, sendo predominante a fração areia grossa.

Tabela 7.11.
Granulometria Média dos Sedimentos em Suspensão

Local	Material em Suspensão (%)				
	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa
Abunã	31,08	55,71	12,96	0,16	0,09
Jus. Caldeirão do Inferno	31,16	54,78	13,73	0,27	0,06
Porto Velho - ANA	32,44	55,89	11,51	0,15	0,01
São Carlos	26,01	54,62	19,10	0,23	0,04
Humaitá	30,05	56,97	12,80	0,17	0,01
Jaciparaná - Vila	91,65		8,14	0,15	0,06

Tabela 7.12.
Granulometria Média dos Sedimentos do Leito

Local	Material do Leito (%)				
	Argila + Silte	Areia Fina	Areia Média	Areia Grossa	Pedregulho
Abunã	1,76	66,47	29,11	2,45	0,21
Jus. Caldeirão do Inferno	0,63	39,37	52,84	5,15	2,01
Porto Velho - ANA	6,11	52,69	35,54	5,12	0,54
São Carlos	4,28	65,38	20,66	8,23	1,45
Humaitá	1,89	35,03	49,48	11,89	1,71
Jaciparaná - Vila	0,54	22,04	23,99	34,49	18,94

Estes resultados, das porcentagens de cada fração granulométrica para as amostras de sedimentos em suspensão e do leito, são visualizados com maior clareza a partir dos gráficos apresentados, respectivamente, nas Figuras 7.26 e 7.27.

Figura 7.26.
Granulometria Média dos Sedimentos em Suspensão

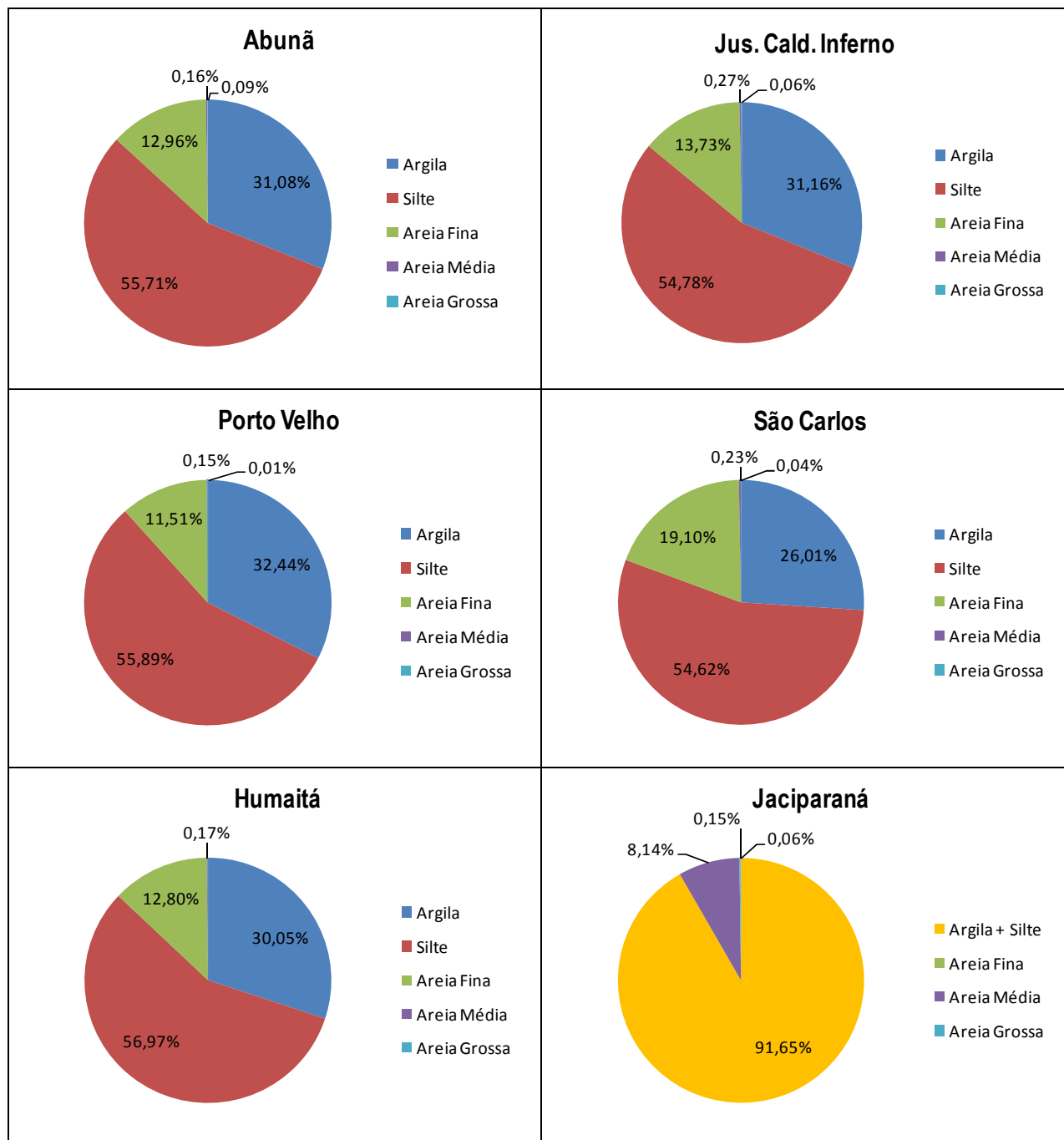
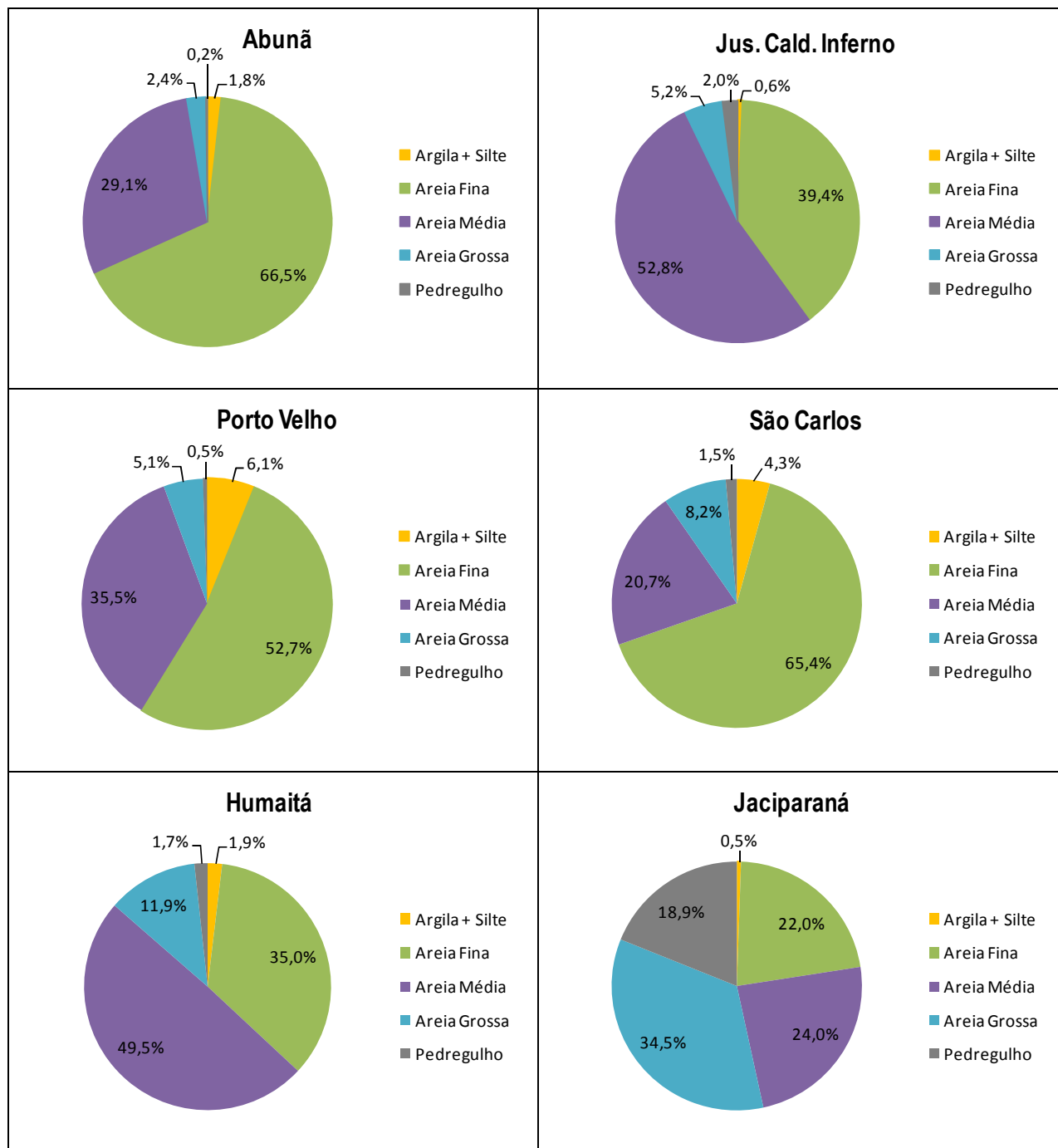


Figura 7.27.
Granulometria Média dos Sedimentos do Leito



Para caracterizar a granulometria dos sedimentos do leito de um rio normalmente se recorre à descrição de diâmetros característicos médios, entre os quais destacam-se o d_{10} , d_{35} , d_{50} , d_{65} e d_{90} , apresentados na Tabela 7.13.

Tabela 7.13.
Diâmetros Característicos Médios dos Sedimentos do Leito

Estação	Diâmetros Característicos Médios (mm)				
	d ₁₀	d ₃₅	d ₅₀	d ₆₅	d ₉₀
Abunã	0,110	0,169	0,203	0,247	0,388
Jus. Caldeirão do Inferno	0,148	0,233	0,286	0,345	0,681
Porto Velho	0,089	0,166	0,217	0,279	0,460
São Carlos	0,099	0,157	0,199	0,246	0,578
Humaitá	0,142	0,243	0,300	0,369	0,648
Jaciparaná (Vila)	0,171	0,376	0,589	0,985	3,353

7.5. ANÁLISE DO CONTEÚDO DE AREIA NA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO

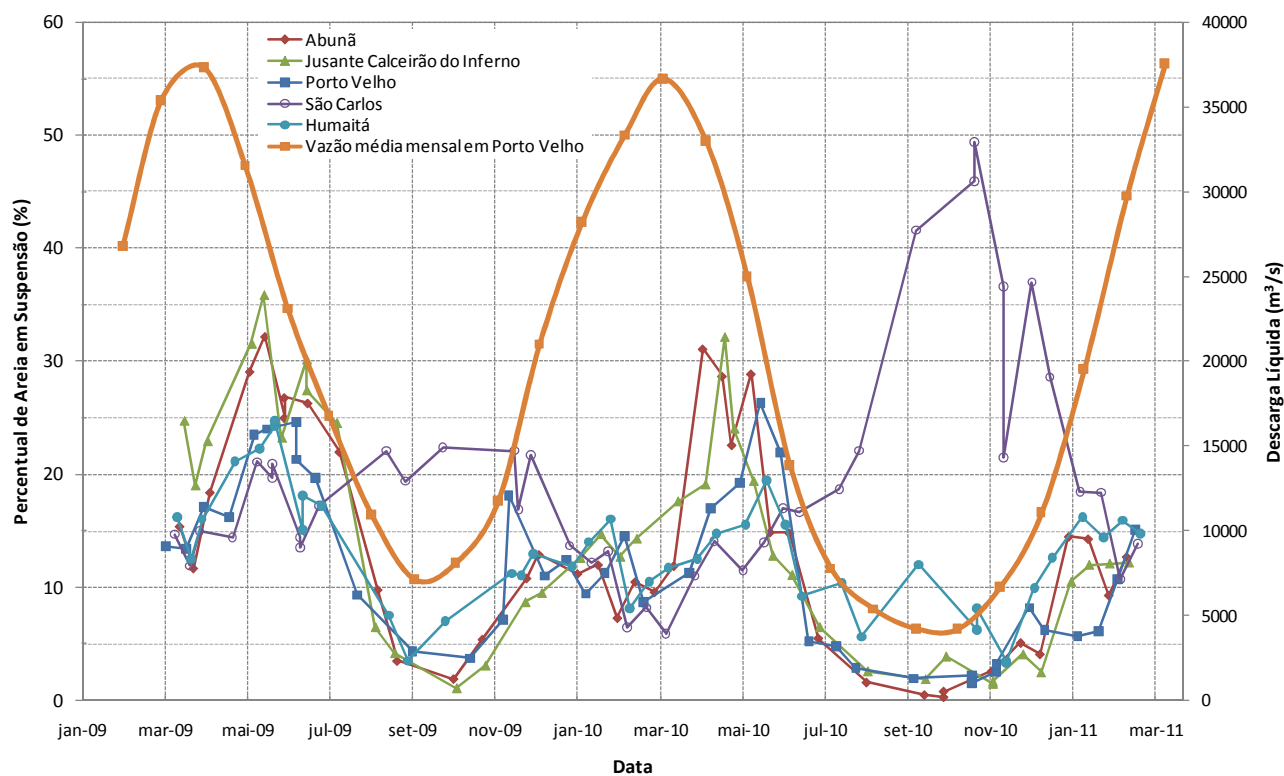
A partir dos resultados obtidos nas análises laboratoriais das amostras dos sedimentos em suspensão (Tabela 6.1 a Tabela 6.6), foi realizado um exame do conteúdo total de areia na descarga sólida em suspensão do rio Madeira. Desta forma foi possível graficar a variação temporal da percentagem de areia em suspensão no período março de 2009 até fevereiro de 2011 para todas as estações de monitoramento de descarga sólida neste rio, conforme se observa na Figura 7.28.

A análise da figura permite identificar que o pico do transporte de sedimentos arenosos acontece entre 30 e 90 dias após o pico hidrológico, apresentando logicamente o maior retardo nas estações fluviométricas localizadas mais a jusante.

Ainda que as informações disponíveis compreendam apenas dois anos hidrológicos, resulta interessante destacar que em Porto Velho o transporte de areias apresentam máximo ao fim do mês de maio, o que evidencia marcadamente o tempo de defasagem entre a descarga líquida e a descarga sólida de areias. Já a estação de São Carlos apresenta resultados não consistentes em relação ao padrão exibido pelas estações restantes, motivo pelo qual recomenda-se o prosseguimento destas medições durante vários ciclos completos do rio Madeira.

Figura 7.28.

Varição Temporal do Conteúdo de Areia na Descarga Sólida em Suspensão nas Estações Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, Porto Velho, São Carlos e Humaitá



7.6. CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA SUPERFÍCIE DO ESCOAMENTO

Paralelamente ao procedimento de amostragem integrada de sedimentos em suspensão, a partir de dezembro de 2010 começou a ser executada nas estações do rio Madeira a amostragem pontual de sedimentos em suspensão na superfície do rio para determinação da concentração de sedimentos em suspensão. As amostras foram coletadas no centro da seção transversal, em garrafa plástica de 500 ml, a uma profundidade de aproximadamente 20 cm. Estas informações vêm a complementar os dados medidos por FURNAS/CNO no período de fevereiro/2004 a outubro/2005, totalizando 184 conjuntos de dados, conforme a distribuição apresentada na Tabela 7.14.

Tabela 7.14.

Amostras Coletadas na Superfície do escoamento nas Estações do Rio Madeira

Nome da Estação	Nº de Amostras em Superfície
Abunã	76
Jusante Caldeirão do Inferno	8
Porto Velho	85
São Carlos	8
Humaitá	7
TOTAL	184

Com este novo dado se pretende avaliar a correlação entre o fluxo de sedimentos médio na seção transversal e o fluxo de sedimentos na superfície do escoamento, sendo que as primeiras tentativas neste sentido se observam na Figura 7.29. e Figura 7.30. para as estações de Abunã e Porto Velho, respectivamente. Adicionalmente esta informação pode subsidiar estudos do transporte de sedimentos em suspensão a partir de imagens de satélite.

Figura 7.29.
Relação entre a Concentração de Sedimentos em Suspensão na Superfície do Escoamento e a Concentração Média de Sedimentos em Suspensão na Seção Transversal na Estação Abunã

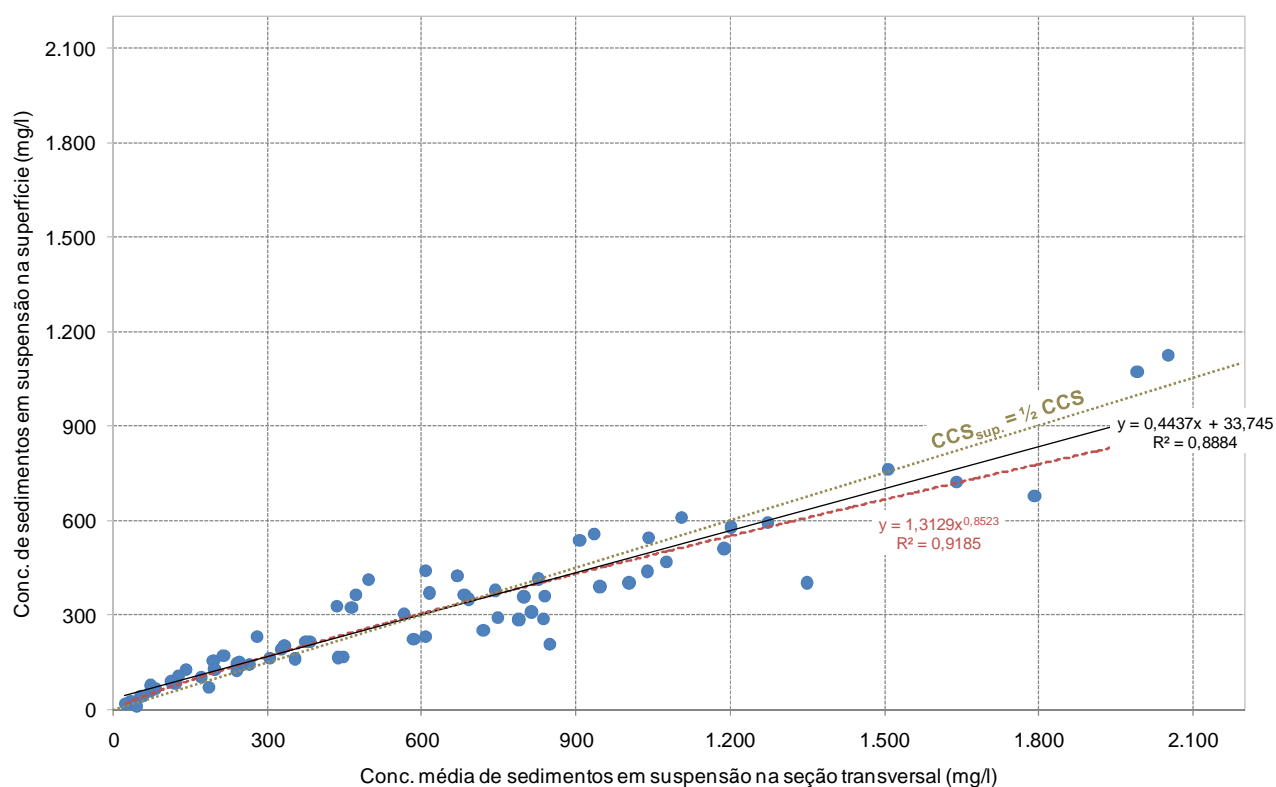
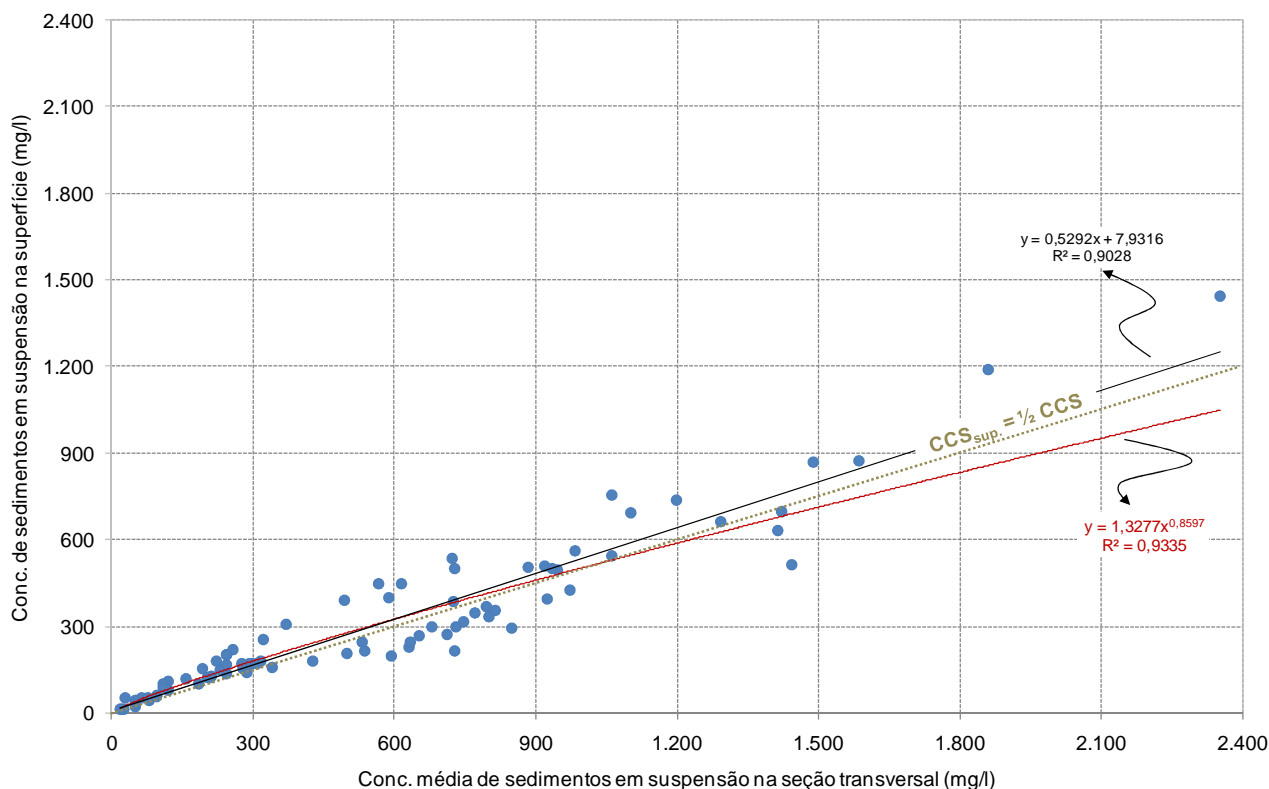


Figura 7.30.
Relação entre a Concentração de Sedimentos em Suspensão na Superfície do Escoamento e a Concentração Média de Sedimentos em Suspensão na Seção Transversal na Estação Porto Velho - ANA



7.7. DETALHAMENTO DAS CURVAS DE DESCARGA SÓLIDA

Com o intuito de majorar o conhecimento acerca da dinâmica dos sedimentos em suspensão ao longo do rio Madeira, entre as estações de Abunã e Humaitá, estão sendo desenvolvidos diversos estudos que visam o detalhamento das curvas de descarga sólida. Neste sentido, destacam-se os estudos que envolvem a caracterização das curvas-chave de sedimentos por faixa granulométrica e a caracterização dos períodos de enchente e vazante na curva de descarga sólida.

7.7.1. Caracterização das curvas-chave de sedimentos por faixa granulométrica

Nas cinco estações fluviométricas instaladas no rio Madeira que fazem parte do Programa de Monitoramento foi realizada a caracterização das curvas-chave de sedimentos em suspensão por faixa granulométrica. As informações necessárias para estas análises foram apresentadas no item “6.2. RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE DESCARGA SÓLIDA”, no qual foram calculados os valores da descarga sólida total por faixa granulométrica (silte+argila, areia fina, areia média, areia grossa) através do Método de Einstein Modificado (método de Einstein modificado por Colby & Hembree - 1955).

Desta forma é possível conhecer a importância relativa do material transportado em cada faixa granulométrica ao longo do trecho em estudo, desde Abunã até Humaitá. Na Figura 7.31 se observam as curvas-chave de descarga sólida em suspensão por faixa granulométrica em Porto Velho - ANA e, na Figura 7.32, apresentam-se com menor detalhe as curvas correspondentes às estações de Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, São Carlos e Humaitá.

A análise das curvas evidenciou que o material transportado corresponde, na sua grande parte, a faixa granulométrica de material fino (silte + argila), com granulometria de diâmetro inferior a 0,0625mm. Cabe destacar que a curva ajustada para as faixas granulométricas silte+argila, areia fina e areia média apresentam um coeficiente de correlação (R^2) superior a 0,90 em todas as estações fluviométricas, com exceção da estação de São Carlos.

Na estação de São Carlos se comprovou um comportamento atípico também na faixa granulométrica das areias (corroborando o achado no item anterior), pois verificou-se um volume exagerado de areia fina (0,0625 – 0,250mm) e areia média (0,250 – 0,500mm), similar à carga de sedimentos finos, para as vazões inferiores a aproximadamente 15.000 m³/s.

Figura 7.31.
Curvas-Chave de Descarga Sólida em Suspensão por Faixa Granulométrica na Estação Porto Velho - ANA

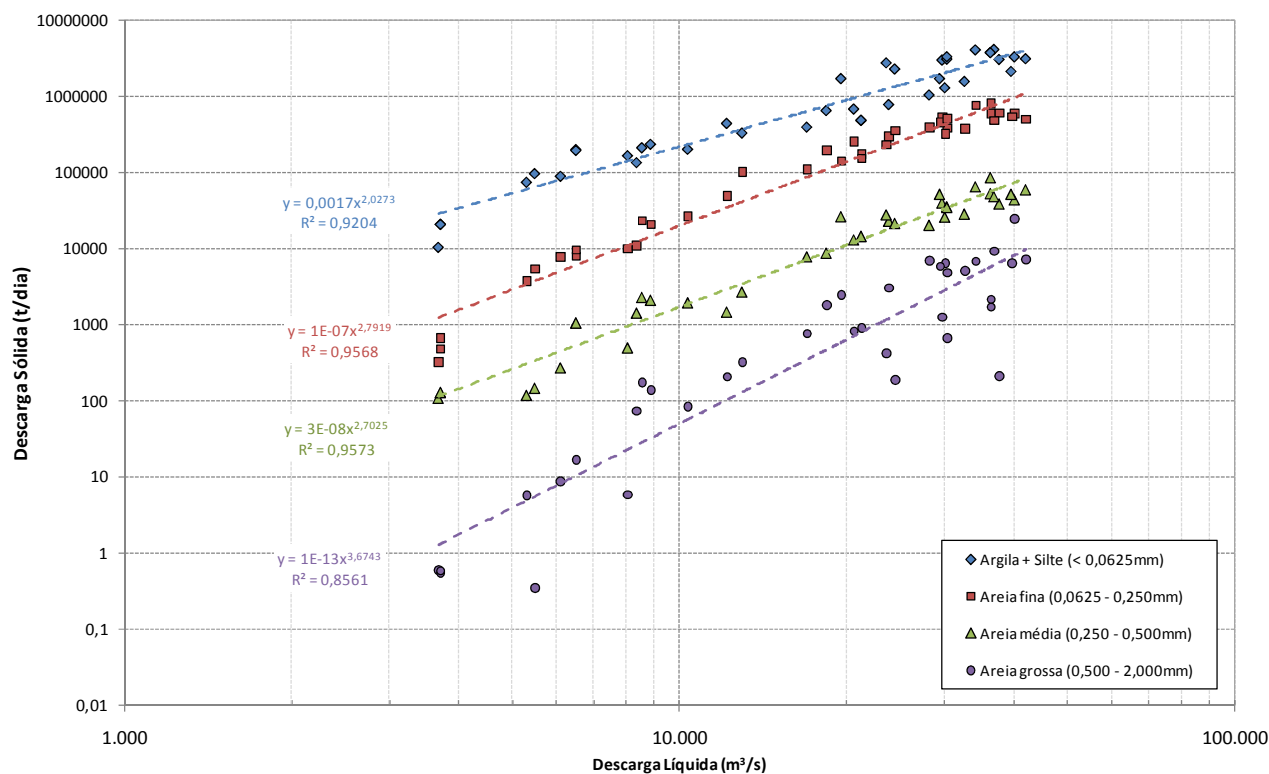
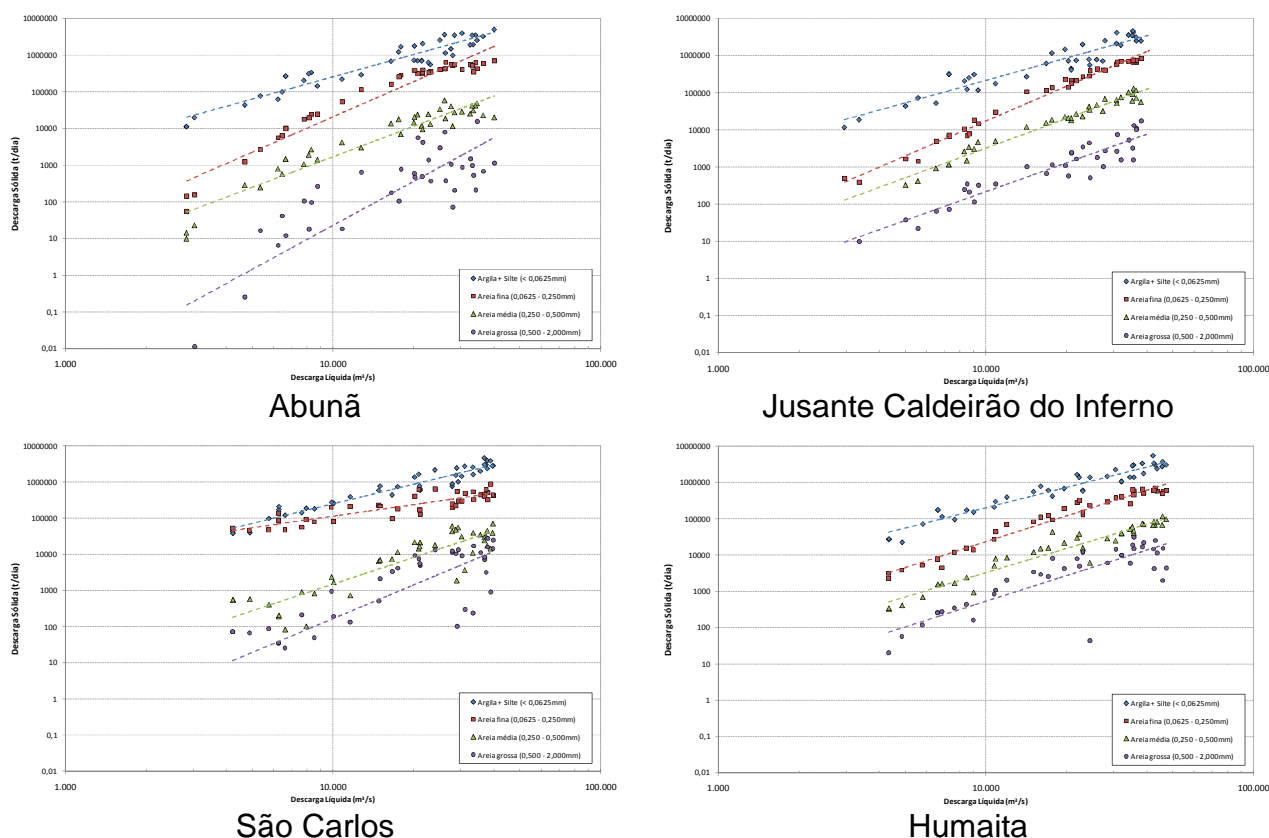


Figura 7.32.
Curvas-Chave de Descarga Sólida em Suspensão por Faixa Granulométrica nas Estações Abunã, Jusante Caldeirão do Inferno, São Carlos e Humaitá



7.7.2. Caracterização dos períodos de enchente e vazante nas curvas de descarga sólida

Um fato já apontado em relatórios de consolidação de dados anteriores é a diferença na relação que existe entre a descarga líquida e a descarga sólida nas fases de enchente e vazante do rio Madeira. Estas diferenças se traduzem, fundamentalmente, em uma defasagem temporal nos picos de sedimentos e vazões líquidas, configurando assim uma curva de descarga de sedimentos com forma de laçada.

Esta situação foi verificada nas estações de Abunã (Figura 7.33) e Porto Velho (Figura 7.34), que contam com um conjunto maior de informações, reunindo os dados de FURNAS/CNO e da PCE. Conforme se observa nestas figuras, os ajustes alcançados ao considerar curvas de descarga sólida específicas para o período de enchente e vazante apresentam um ótimo coeficiente de correlação ($R^2 > 0,95$), confirmando o comportamento dispar entre a descarga líquida e sólida.

Nesta análise, as medições realizadas durante o período de pico do rio Madeira foram consideradas como representativas de um único período conjuntamente com as medições realizadas durante a vazante e estiagem do rio.

Figura 7.33.
Relação entre a Descarga Líquida e Sólida em Suspensão para os Períodos de Enchente e Vazante em Abunã

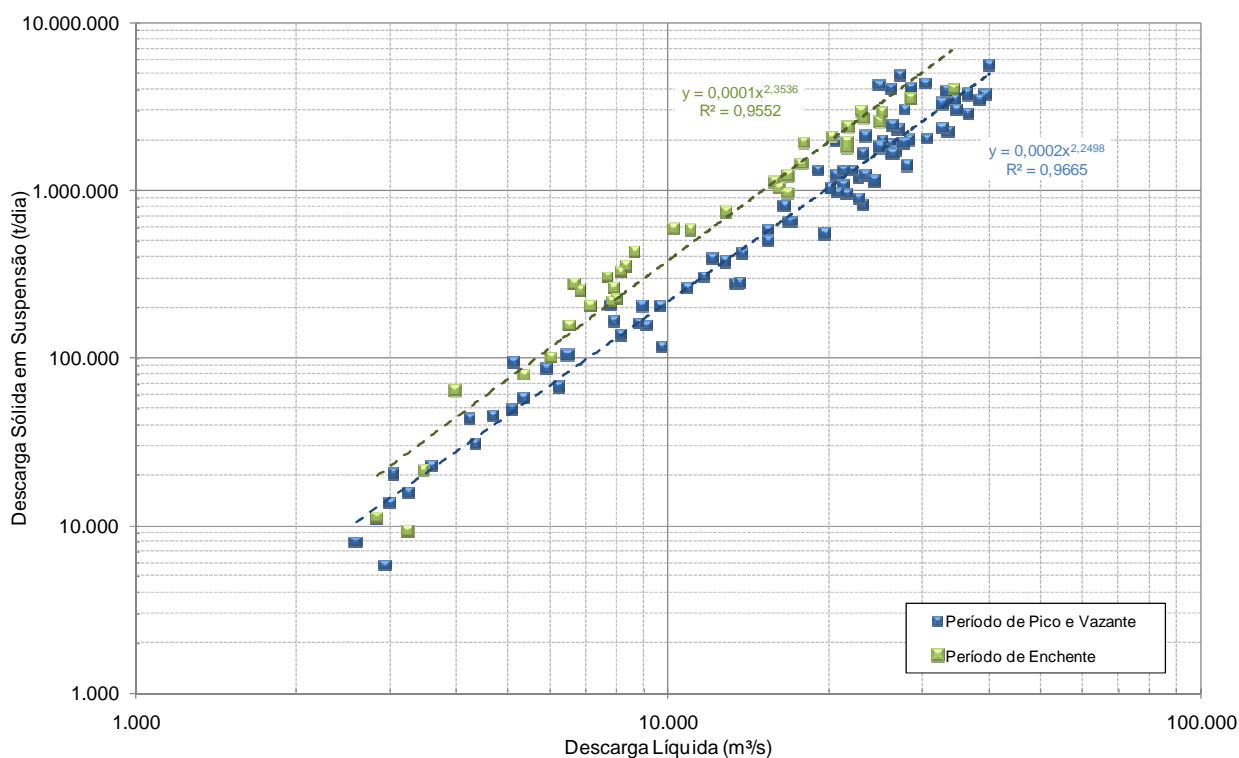
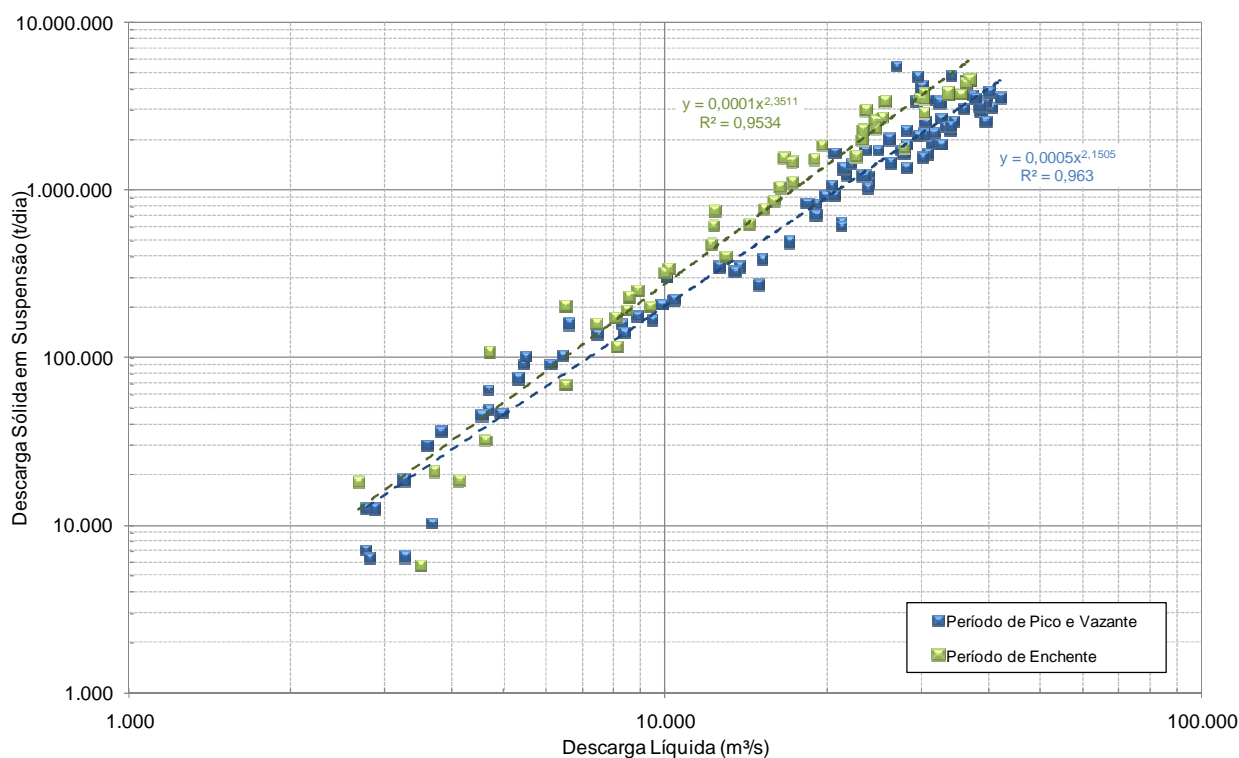


Figura 7.34.
Relação Entre a Descarga Líquida e Sólida em Suspensão para os Períodos de Enchente e Vazante em Porto Velho - ANA



Para avaliar o desempenho da curva de descarga sólida em suspensão foi realizada a comparação entre os valores efetivamente medidos em campo de descarga sólida em suspensão e os valores calculados através das curvas de descarga de sedimentos, seja considerando uma curva única (Figura 7.35.) ou mediante diferentes curvas nos períodos de enchente e vazante (Figura 7.36.).

Como resultado desta análise se verifica que quando consideradas duas curvas-chave, as séries de valores diários calculados se ajustam melhor aos dados medidos de descarga sólida em suspensão (Q_{ss}), considerando tanto o ponto de vista temporal quanto do ponto de vista quantitativo.

Para confirmar os resultados deste estudo recomenda-se o prosseguimento das medições durante vários ciclos completos do rio Madeira, abrangendo em todos os casos o ano hidrológico completo.

Figura 7.35.
Avaliação do Desempenho da Curva de Descarga Sólida em Suspensão (curva única) na Estação Porto Velho - ANA

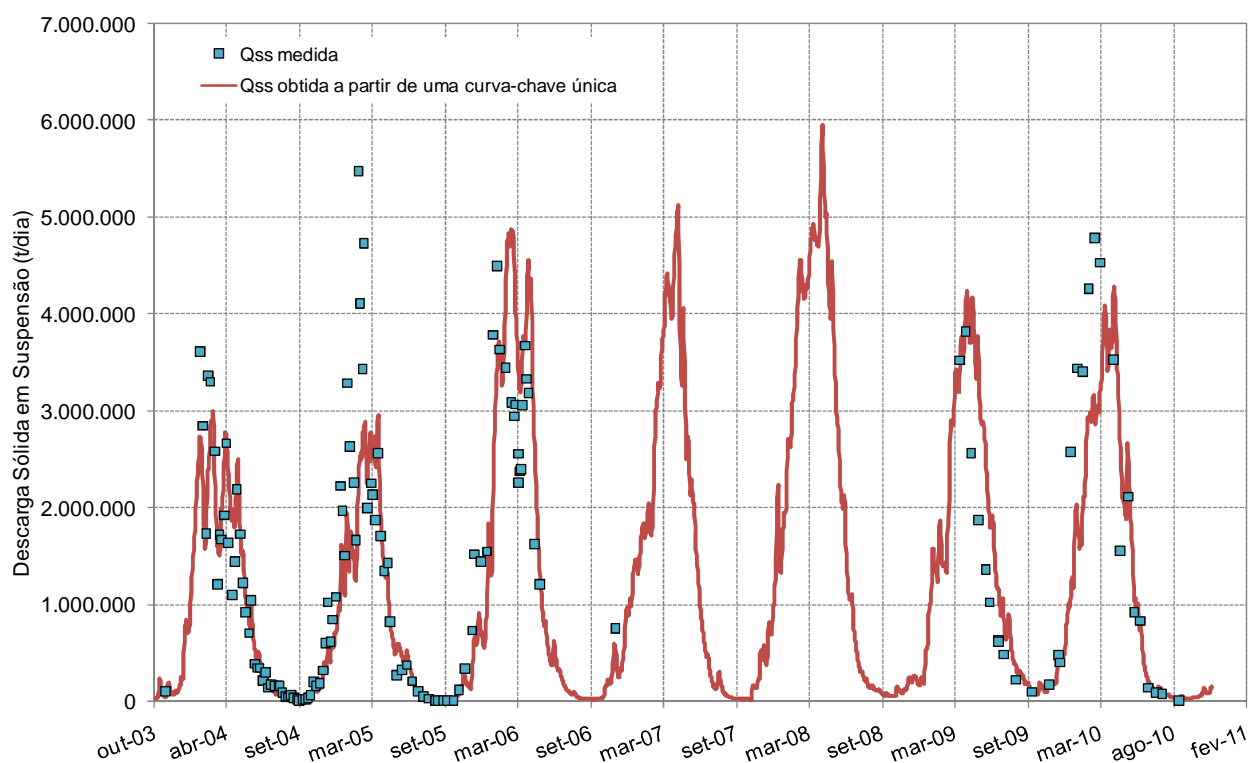
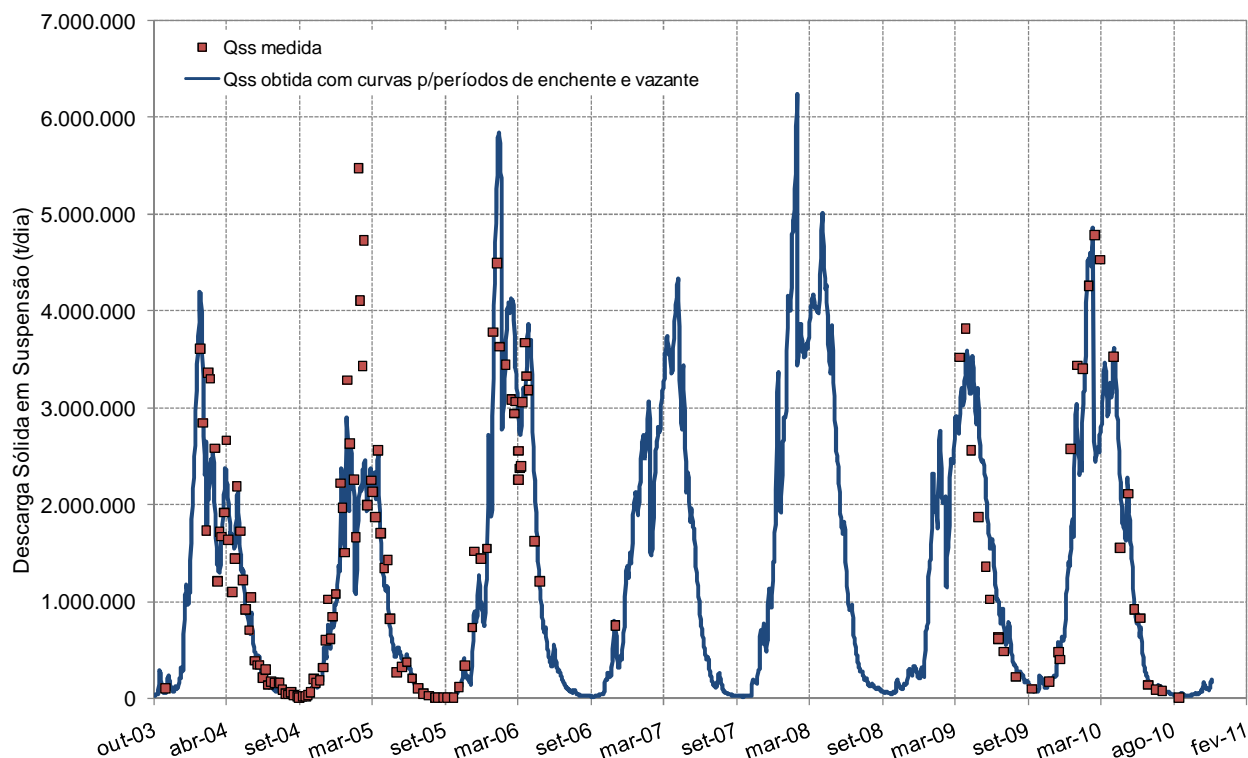


Figura 7.36.
Avaliação do Desempenho das Curvas de Descarga Sólida em Suspensão para os Períodos de Enchente e Vazante na Estação Porto Velho - ANA



7.8. CURVA DE PERMANÊNCIA DA DESCARGA SÓLIDA EM SUSPENSÃO

No Relatório Final da 1ª Etapa do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico do Rio Madeira, PJ0697-X-H41-GR-RL-005-0A, emitido em Julho/2010, foi estimada a curva de permanência de descarga sólida em suspensão para as estações de Vila Abunã, Porto Velho - ANA e Humaitá. No atual relatório não foram desenvolvidas novas curvas já que os novos dados disponíveis (que correspondem a 9 meses de informações de vazões líquidas e sólidas) não podem alterar nem a forma das curvas nem os resultados obtidos a partir da análise das mesmas. No Relatório Final desta 2ª Etapa do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, previsto para o mês de outubro de 2011, serão recalculadas as curvas de permanência.

Na Figura 7.37 apresenta-se a curva de permanência da descarga sólida em suspensão do rio Madeira, na qual se percebe que as cargas de sedimentos nas estações de Porto Velho - ANA e Abunã são semelhantes, enquanto que na estação de Humaitá o transporte de sedimento é superior ao longo do ano todo. Isto evidencia características erosivas no trecho Porto Velho – Humaitá.

Uma característica interessante no rio Madeira diz respeito à assimetria na distribuição sazonal do transporte de sedimentos, já que a maior parte do sedimento ocorre durante o período de águas altas. Isto se evidencia na curva de frequência acumulada da descarga sólida em suspensão em função da vazão do rio (Figura 7.38). Como na figura anterior,

estas curvas foram construídas a partir das vazões líquidas e sólidas diárias de cada estação.

Um aspecto que merece destaque nesta análise é que vazões inferiores à vazão média de longo termo em Porto Velho (QMLT = 18.500 m³/s), que ocorrem em 47% do tempo, são responsáveis por menos de 10% da descarga sólida em suspensão. Outro exemplo se visualiza na estação Humaitá, onde as vazões de até 35.000 m³/s são responsáveis por apenas 35% da descarga sólida em suspensão transportada pelo rio Madeira.

Esta mesma análise da freqüência no tempo da descarga sólida em suspensão permite estimar a vazão dominante no processo de transporte de sedimentos. Este conceito merece destaque já que é o responsável pela manutenção do tamanho e forma do curso de água (calha principal e margens) e pelo equilíbrio das condições hidrossedimentológicas do escoamento.

Assim, a vazão dominante se caracteriza como a descarga líquida associada à maior freqüência de descarga sólida, a qual calcula-se como sendo o pico do histograma de freqüência, que foi estimado considerando diferentes intervalos de vazão (Figura 7.38). Dessa forma, foram estimadas as vazões dominantes do rio Madeira em Porto Velho - ANA, em torno de 35.000 m³/s, em Abunã, em torno de 32.500m³/s e em Humaitá, cerca de 42.500m³/s

Figura 7.37.
Curva de Permanência da Descarga Sólida em Suspensão do Rio Madeira nas Estações de Abunã, Porto Velho e Humaitá

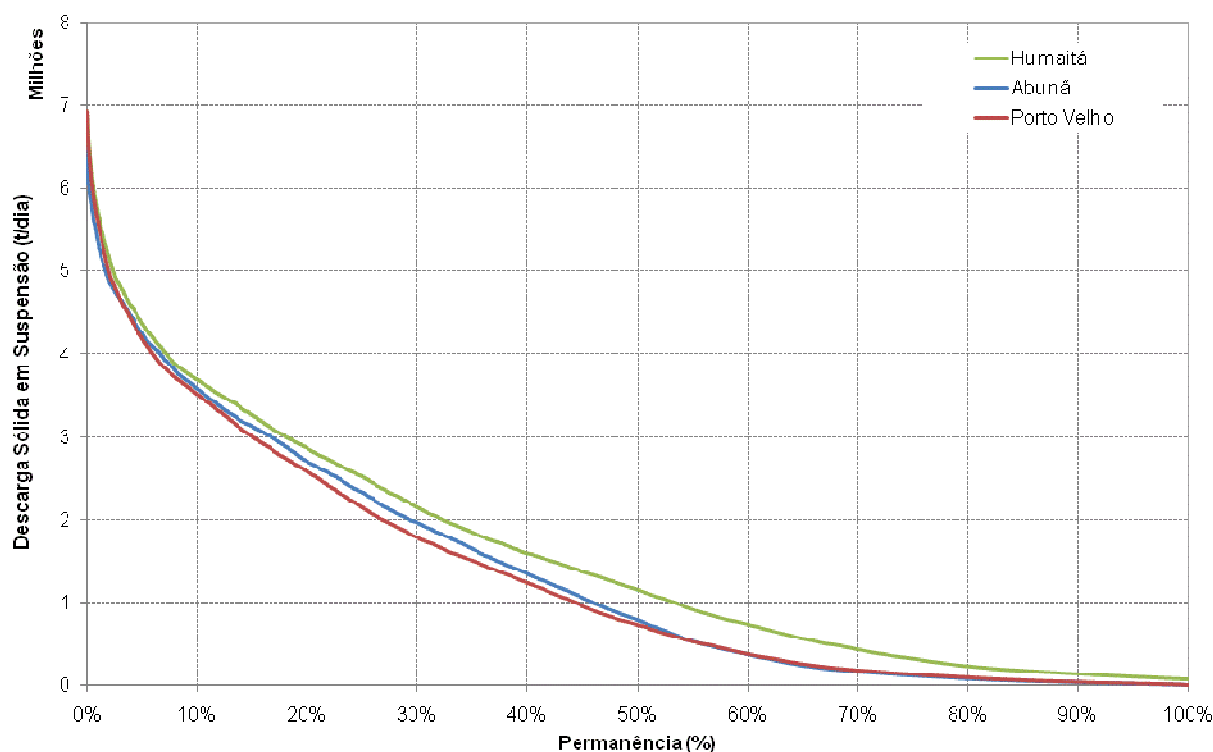
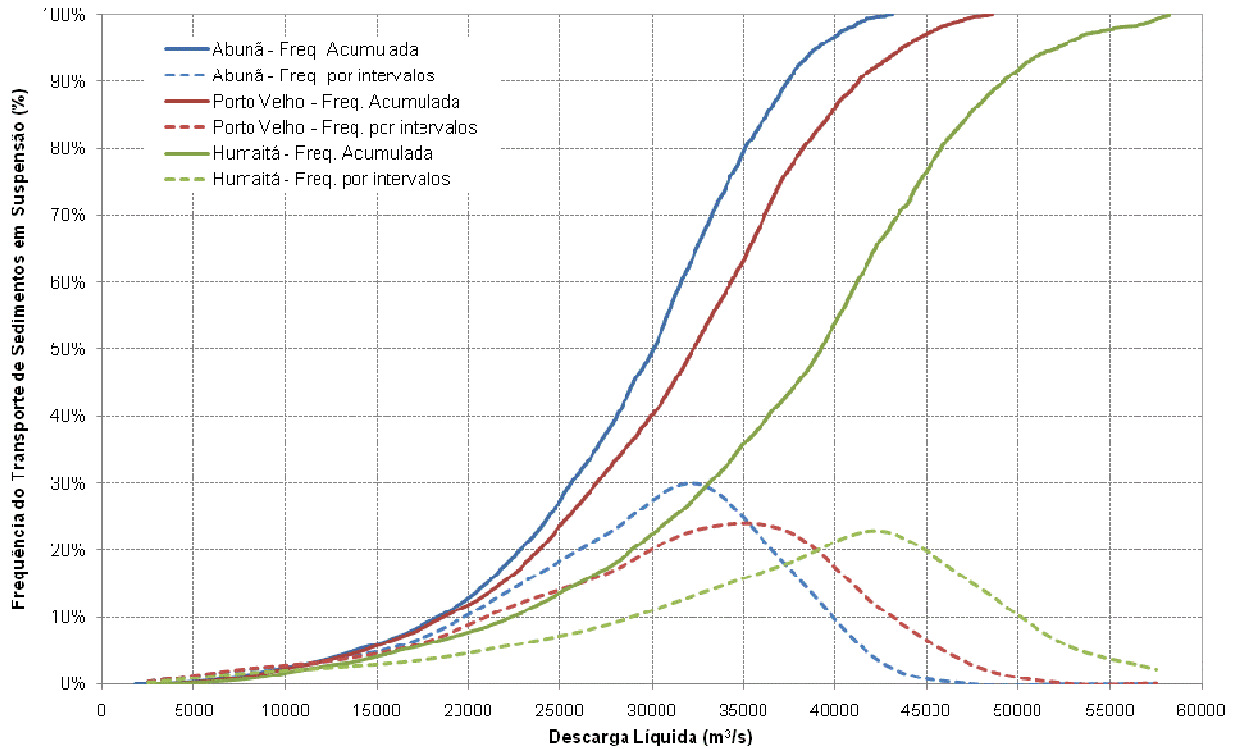


Figura 7.38.
Frequência Acumulada da Descarga Sólida em Suspensão do Rio Madeira nas Estações de Abunã, Porto Velho e Humaitá



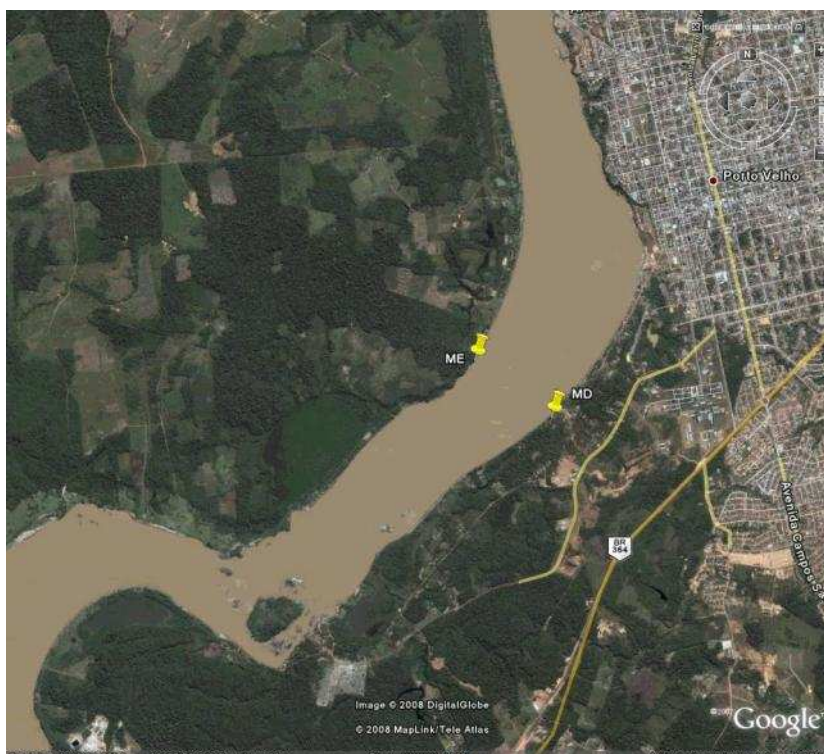
8. AVALIAÇÃO DA PASSAGEM DE TRONCOS EM PORTO VELHO / RIO MADEIRA

Com o objetivo de atender a necessidade de dados para o detalhamento das estruturas e procedimentos relativos ao transporte de troncos do rio Madeira, foram realizados trabalhos de campo visando a contagem na superfície.

Primeiramente foi utilizada apenas uma seção de controle de passagem de troncos entre Porto Velho e a UHE Santo Antônio, com largura aproximada de 1250 metros (Figura 8.1.), num local livre dos efeitos da cachoeira, nas seguintes coordenadas UTM:

- Margem direita \Rightarrow 9028550N / 398662E;
- Margem esquerda \Rightarrow 9029345N / 398009E.

Figura 8.1.
Localização da Seção de Controle de Troncos em Porto Velho



Entre os meses de março e maio de 2010 foi considerada mais uma seção de controle de passagem de troncos na localidade de Abunã, situada em frente às réguas da estação fluviométrica (Figura 8.2), com as seguintes coordenadas UTM:

- Margem direita \Rightarrow 8926370N / 240512E;
- Margem esquerda \Rightarrow 8925856N / 240062E.

Cada campanha de medição teve duração de 5 (cinco) dias, durante 5 (cinco) horas por dia. A primeira campanha foi realizada com dois observadores, um em cada margem, mas sem nenhum equipamento de auxílio à observação. A partir da segunda campanha, foram utilizados quatro observadores (dois em cada margem) munidos de binóculos.

Com o objetivo de uniformizar as observações foi estabelecido um critério de classificação quanto ao comprimento dos troncos, nas seguintes classes:

- troncos pequenos: até 2 metros de comprimento;
- troncos médios: de 2 a 4 metros de comprimento e;
- troncos grandes: maiores que 4 metros de comprimento.

Figura 8.2.
Localização da Seção de Controle de Troncos em Abunã



Em Abunã foram realizadas três campanhas, em março, abril e maio de 2010, e a vazão média dos períodos estudados variou de 20.314 m³/s a 32.386 m³/s (Tabela 8.1).

Tabela 8.1.
Variação do Nível d'Água e Vazão Média durante as Campanhas de Observação de Troncos em Abunã

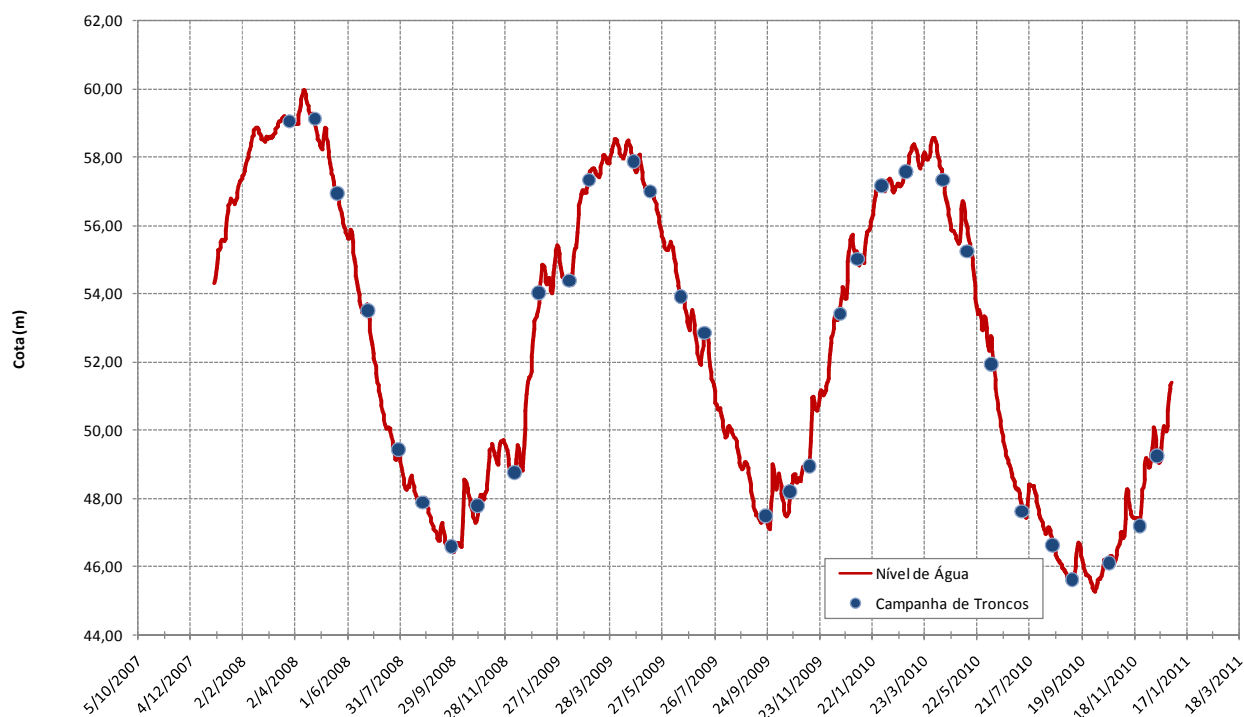
Campanha	Período	Cota Mínima (m)	Cota Máxima (m)	Vazão Média (m ³ /s)
1ª	22 a 26/3/2010	93,08	93,47	32.386
2ª	05 a 09/4/2010	92,73	93,51	31.743
3ª	17 a 21/05/2010	88,94	90,12	20.314

Desde o início das observações na seção de Porto Velho houve um total de 32 contagens, entre março de 2008 e dezembro de 2011, com a distribuição temporal vista na Figura 8.3. O intuito destas campanhas foi captar as variações no transporte de troncos na superfície nos diferentes períodos do ciclo hidrológico do rio Madeira. Desta forma, as campanhas foram realizadas para diversos níveis, com vazões variando em Porto Velho entre 3.773 m³/s e 41.417 m³/s, como visto na Tabela 8.2.

Tabela 8.2.
Variação do Nível d'Água e Vazão Média durante as
Campanhas de Observação de Troncos em Porto Velho

Campanha	Período	Cota Mínima (m)	Cota Máxima (m)	Vazão Média (m³/s)
1ª	24 a 28/3/2008	59,02	59,05	41.214
2ª	22 a 26/4/2008	58,8	59,28	41.417
3ª	19 a 23/5/2008	56,64	57,02	32.172
4ª	23 a 27/6/2008	52,83	53,65	20.181
5ª	28/7 a 1/8/2008	49	49,45	10.048
6ª	25 a 29/8/2008	47,74	48,02	7.345
7ª	26 a 29/9/2008	46,44	46,72	5.162
8ª	27 a 31/10/2008	47,38	48,11	7.146
9ª	8 a 12/12/2008	48,63	49,5	9.415
10ª	5 a 9/1/2009	53,45	54,69	22.235
11ª	9 a 13/2/2009	54,22	54,52	23.291
12ª	2 a 6/3/2009	57,05	57,6	34.028
13ª	22 a 26/4/2009	57,6	58,16	36.239
14ª	11 a 15/05/2009	56,98	57,01	32.696
15ª	15 a 19/06/2009	53,83	54,23	21.983
16ª	13 a 17/07/2009	52,44	53,02	18.600
17ª	21 a 25/09/2009	47,24	47,61	6.580
18ª	19 a 23/10/2009	47,58	48,5	7.719
19ª	09 a 13/11/2009	48,8	49,74	9.575
20ª	14 a 18/12/2009	53,2	53,83	20.537
21ª	4 a 8/01/2010	54,7	55,27	25.434
22ª	01 a 5/02/2010	57,01	57,18	33.086
23ª	01 a 5/03/2010	57,51	57,85	35.165
24ª	12 a 16/04/2010	56,95	57,64	34.110
25ª	10 a 14/05/2010	55,44	56,08	28.092
26ª	07 a 11/06/2010	51,78	52,74	17.504
27ª	12 a 16/07/2010	47,46	47,92	6.965
28ª	16 a 20/08/2010	46,42	46,88	5.251
29ª	6 a 10/09/2010	45,56	45,66	3.773
30ª	18 a 22/10/2010	45,99	46,36	4.492
31ª	22 a 26/11/2010	47,15	47,62	6.351
32ª	13 a 17/12/2010	49,10	49,78	10.226

Figura 8.3.
Distribuição Temporal das Campanhas de Observação de Troncos em Porto Velho



A quantidade de troncos passando na superfície da seção de medição foi determinada, de forma conservadora, como sendo o maior dos valores informados pelos observadores em cada margem. A Tabela 8.3 e Tabela 8.4 apresentam os resultados obtidos nas observações de campo.

Destaca-se que a 28ª campanha realizada em Porto Velho, ocorrida entre 16 e 20 de agosto de 2010, foi fortemente prejudicada pelas queimadas ocorridas na região, dificultando a pesquisa, como pode ser observado na Figura 8.4. Esta contagem foi descartada durante o estudo de consolidação destes dados.

Figura 8.4.
Baixa Visibilidade Durante Contagem de Troncos em Agosto/2010 em Porto Velho



Tabela 8.3.
Quantidade de Troncos Observados de cada Margem em Abunã

Campanha	Data	<i>Margem Direita</i>				<i>Margem Esquerda</i>			
		Quantidade				Quantidade			
		Pequeno	Médio	Grande	Total	Pequeno	Médio	Grande	Total
1ª Campanha	22-mar-10	343	62	35	440	1017	226	92	1335
	23-mar-10	449	96	51	596	1183	277	139	1599
	24-mar-10	612	110	46	768	1309	424	107	1840
	25-mar-10	427	85	28	540	985	338	86	1409
	26-mar-10	765	120	39	924	1405	409	122	1936
	Média	519,2	94,6	39,8	653,6	1179,8	334,8	109,2	1623,8
2ª Campanha	5-abr-10	181	7	8	196	76	4	3	83
	6-abr-10	63	6	4	73	28	5	2	35
	7-abr-10	104	18	3	125	81	13	1	95
	8-abr-10	118	21	5	144	99	17	3	119
	9-abr-10	8344	381	75	8800	3950	183	56	4189
	Média	1762	86,6	19	1867,6	846,8	44,4	13	904,2
3ª Campanha	17-mai-10	124	3	3	130	57	0	0	57
	18-mai-10	329	5	3	337	89	3	1	93
	19-mai-10	69	1	0	70	0	0	0	0
	20-mai-10	731	10	3	744	273	1	1	275
	21-mai-10	259	7	0	266	134	0	1	135
	Média	302,4	5,2	1,8	309,4	110,6	0,8	0,6	112

**Tabela 8.4.
Quantidade de Troncos Observados de cada Margem em Porto Velho**

Campanha	Data	Margem Direita				Margem Esquerda			
		Quantidade				Quantidade			
		Pequeno	Médio	Grande	Total	Pequeno	Médio	Grande	Total
1ª Campanha	24-mar-08	75	69	20	164	87	69	15	171
	25-mar-08	135	74	22	231	50	26	10	86
	26-mar-08	115	90	26	231	90	58	19	167
	27-mar-08	204	131	39	374				
	28-mar-08	120	52	19	191	151	105	30	286
	Média	129,8	83,2	25,2	238,2	94,5	64,5	18,5	177,5
2ª Campanha	22-abr-08	352	38	11	401	52	39	25	116
	23-abr-08	451	99	51	601	598	68	48	714
	24-abr-08	566	131	54	751	700	55	6	761
	25-abr-08	396	67	34	497	495	29	10	534
	26-abr-08	282	56	21	359	650	40	7	697
	Média	409,4	78,2	34,2	521,8	499	46,2	19,2	564,4
3ª Campanha	19-mai-08	116	12	3	131	100	3	1	104
	20-mai-08	173	6	3	182	165	13	2	180
	21-mai-08	191	14	1	206	190	17	1	208
	22-mai-08	182	7	3	192	168	8	1	177
	23-mai-08	252	16	3	271	235	11	1	247
	Média	182,8	11	2,6	196,4	171,6	10,4	1,2	183,2
4ª Campanha	23-jun-08	36	2	1	39	51	21	4	76
	24-jun-08	48	3	1	52	23	6	1	30
	25-jun-08	21	1	0	22	12	5	0	17
	26-jun-08	16	2	0	18	23	7	0	30
	27-jun-08	17	6	0	23	61	17	4	82
	Média	27,6	2,8	0,4	30,8	34	11,2	1,8	47
5ª Campanha	28-jul-08	42	2	0	44	20	0	0	20
	29-jul-08	43	3	0	46	15	0	0	15
	30-jul-08	18	0	0	18	15	0	0	15
	31-jul-08	16	0	0	16	13	0	0	13
	1-ago-08	29	2	0	31	13	0	0	13
	Média	29,6	1,4	0	31	15,2	0	0	15,2
6ª Campanha	25-ago-08	14	0	0	14	14	0	0	14
	26-ago-08	8	0	0	8	3	0	0	3
	27-ago-08	1	1	0	2	15	0	0	15
	28-ago-08	35	1	0	36	7	0	0	7
	29-ago-09	6	0	0	6	16	0	0	16
	Média	12,8	0,4	0	13,2	11	0	0	11
7ª Campanha	25-set-08	10	0	0	10	7	0	0	7
	26-set-08	2	0	0	2	2	0	0	2
	27-set-08	3	0	0	3	3	0	0	3
	28-set-08	10	0	0	10	3	0	0	3
	29-set-08	0	0	0	0	0	0	0	0
	Média	5	0	0	5	3	0	0	3
8ª Campanha	27-out-08	16	0	0	16	37	6	0	43
	28-out-08	45	1	0	46	52	3	2	57
	29-out-08	31	0	0	31	33	1	1	35
	30-out-08	170	4	1	175	146	27	4	177
	31-out-08	45	0	0	45	110	7	2	119
	Média	61,4	1	0,2	62,6	75,6	8,8	1,8	86,2
9ª Campanha	8-dez-08	10	1	1	12	12	2	1	15
	9-dez-08	14	0	0	14	21	1	0	22
	10-dez-08	22	0	0	22	37	3	1	41
	11-dez-08	51	3	0	54	46	8	2	56
	12-dez-08	79	10	5	94	83	12	4	99
	Média	35,2	2,8	1,2	39,2	39,8	5,2	1,6	46,6
10ª Campanha	5-jan-09	535	295	37	867	282	50	27	359
	6-jan-09	925	285	45	1255	615	215	45	875
	7-jan-09	1020	380	55	1455	625	143	30	798
	8-jan-09	1050	465	70	1585	755	360	64	1179
	9-jan-09	1285	1073	130	2488	515	197	36	748
	Média	963	499,6	67,4	1530	558,4	193	40,4	791,8

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

Tabela 8.4. (continuação)

9ª Campanha	8-dez-08	10	1	1	12	12	2	1	15
	9-dez-08	14	0	0	14	21	1	0	22
	10-dez-08	22	0	0	22	37	3	1	41
	11-dez-08	51	3	0	54	46	8	2	56
	12-dez-08	79	10	5	94	83	12	4	99
	Média	35,2	2,8	1,2	39,2	39,8	5,2	1,6	46,6
10ª Campanha	5-jan-09	535	295	37	867	282	50	27	359
	6-jan-09	925	285	45	1255	615	215	45	875
	7-jan-09	1020	380	55	1455	625	143	30	798
	8-jan-09	1050	465	70	1585	755	360	64	1179
	9-jan-09	1285	1073	130	2488	515	197	36	748
	Média	963	499,6	67,4	1530	558,4	193	40,4	791,8
11ª Campanha	9-fev-09	1250	80	31	1361	163	40	15	218
	10-fev-09	572	121	63	756	355	28	4	387
	11-fev-09	1285	78	53	1416	575	64	21	660
	12-fev-09	221	18	5	244	138	11	4	153
	13-fev-09	123	35	7	165	82	12	5	99
	Média	690,2	66,4	31,8	788,4	262,6	31	9,8	303,4
12ª Campanha	2-mar-09	518	52	27	597	230	127	35	392
	3-mar-09	898	463	96	1457	200	37	19	256
	4-mar-09	1122	528	140	1790	163	93	21	277
	5-mar-09	945	392	104	1441	485	265	154	904
	6-mar-09	1933	452	187	2572	245	140	82	467
	Média	1083,2	377,4	110,8	1571,4	264,6	132,4	62,2	459,2
13ª Campanha	22-abr-09	302	14	10	326	353	31	13	397
	23-abr-09	528	33	21	582	405	35	6	446
	24-abr-09	281	23	22	326	449	43	7	499
	25-abr-09	190	13	9	212	226	28	9	263
	26-abr-09	531	19	10	560	148	33	9	190
	Média	366,4	20,4	14,4	401,2	316,2	34	8,8	359
14ª Campanha	11-mai-09	68	15	9	92	175	17	64	256
	12-mai-09	85	14	11	110	221	10	8	239
	13-mai-09	242	18	14	274	388	29	26	443
	14-mai-09	85	5	2	92	75	16	0	91
	15-mai-09	257	23	13	293	462	30	27	519
	Média	147,4	15	9,8	172,2	264,2	20,4	25	309,6
15ª Campanha	15-jun-09	88	6	0	94	10	5	1	16
	16-jun-09	118	5	2	125	14	7	0	21
	17-jun-09	139	9	1	149	30	7	0	37
	18-jun-09	152	10	0	162	16	4	1	21
	19-jun-09	143	10	1	154	13	2	1	16
	Média	128	8	0,8	136,8	16,6	5	0,6	22,2
16ª Campanha	13-jul-09	102	7	3	112	60	0	0	60
	14-jul-09	40	0	0	40	167	13	0	180
	15-jul-09	120	5	1	126	120	5	2	127
	16-jul-09	192	9	2	203	216	9	10	235
	17-jul-09	220	25	0	245	461	26	23	510
	Média	134,8	9,2	1,2	145,2	204,8	10,6	7	222,4
17ª Campanha	21-set-09	2	0	0	2	14	0	0	14
	22-set-09	7	0	0	7	10	0	0	10
	23-set-09	10	0	0	10	6	0	0	6
	24-set-09	0	0	0	0	5	0	0	5
	25-set-09	1	0	0	1	15	1	0	16
	Média	4	0	0	4	10	0,2	0	10,2
18ª Campanha	19-out-09	5	0	0	5	4	0	0	4
	20-out-09	61	2	0	63	19	1	0	20
	21-out-09	257	4	0	261	88	4	0	92
	22-out-09	318	7	0	325	97	5	0	102
	23-out-09	388	10	0	398	111	8	0	119
	Média	205,8	4,6	0	210,4	63,8	3,6	0	67,4

Tabela 8.4. (continuação)

19ª Campanha	9-nov-09	12	0	0	12	34	0	0	34
	10-nov-09	38	0	0	38	29	0	0	29
	11-nov-09	56	2	0	58	91	1	0	92
	12-nov-09	150	7	0	157	124	3	0	127
	13-nov-09	335	10	2	347	97	4	0	101
	Média	118,2	3,8	0,4	122,4	75	1,6	0	76,6
20ª Campanha	14-dez-09	495	18	13	526	380	53	18	451
	15-dez-09	525	50	24	599	230	40	20	290
	16-dez-09	637	45	28	710	208	85	10	303
	17-dez-09	553	50	27	630	240	40	15	295
	18-dez-09	1185	202	115	1502	1163	90	63	1316
	Média	679	73	41,4	793,4	444,2	61,6	25,2	531
21ª Campanha	4-jan-10	527	104	27	658	105	70	20	195
	5-jan-10	644	54	14	712	125	50	15	190
	6-jan-10	207	9	1	217	80	30	7	117
	7-jan-10	126	7	9	142	53	25	4	82
	8-jan-10	234	14	3	251	88	12	1	101
	Média	347,6	37,6	10,8	396	90,2	37,4	9,4	137
22ª Campanha	1-fev-10	1055	488	113	1656	541	244	45	830
	2-fev-10	1302	401	144	1847	734	347	78	1159
	3-fev-10	909	296	29	1234	455	171	36	662
	4-fev-10	694	203	31	928	468	277	40	785
	5-fev-10	570	210	36	816	388	154	28	570
	Média	906	319,6	70,6	1296,2	517,2	238,6	45,4	801,2
23ª Campanha	1-mar-10	146	41	16	203	93	24	10	127
	2-mar-10	238	40	24	302	194	50	21	265
	3-mar-10	488	81	42	611	298	75	32	405
	4-mar-10	704	143	58	905	580	83	39	702
	5-mar-10	1069	159	78	1306	711	125	51	887
	Média	529	92,8	43,6	665,4	375,2	71,4	30,6	477,2
24ª Campanha	12-abr-10	148	65	9	222	330	200	10	540
	13-abr-10	437	269	79	785	421	96	8	525
	14-abr-10	396	144	26	566	756	32	14	802
	15-abr-10	318	92	17	427	426	171	15	612
	16-abr-10	305	94	23	422	511	138	12	661
	Média	320,8	132,8	30,8	484,4	488,8	127,4	11,8	628
25ª Campanha	10-mai-10	164	0	0	164	160	15	0	175
	11-mai-10	67	3	0	70	140	10	0	150
	12-mai-10	22	1	0	23	150	8	0	158
	13-mai-10	54	1	0	55	175	18	0	193
	14-mai-10	88	0	0	88	200	6	0	206
	Média	79	1	0	80	165	11,4	0	176,4
26ª Campanha	7-jun-10	608	17	1	626	333	11	0	344
	8-jun-10	444	6	2	452	202	12	0	214
	9-jun-10	402	11	0	413	252	6	0	258
	10-jun-10	505	9	0	514	218	8	0	226
	11-jun-10	533	12	0	545	196	10	0	206
	Média	498,4	11	0,6	510	240,2	9,4	0	249,6
27ª Campanha	12-jul-10	8	0	0	8	22	0	0	22
	13-jul-10	81	0	0	81	93	0	0	93
	14-jul-10	22	0	0	22	48	0	0	48
	15-jul-10	12	0	0	12	51	0	0	51
	16-jul-10	9	0	0	9	37	0	0	37
	Média	26,4	0	0	26,4	50,2	0	0	50,2
29ª Campanha	6-set-10	98	0	0	98	120	0	0	120
	7-set-10	37	0	0	37	95	0	0	95
	8-set-10	7	0	0	7	81	0	0	81
	9-set-10	17	0	0	17	105	0	0	105
	10-set-10	76	1	0	77	120	5	0	125
	Média	47	0,2	0	47,2	104,2	1	0	105,2

Tabela 8.4. (continuação)

30ª Campanha	18-out-10	6	0	0	6	25	0	0	25
	19-out-10	28	0	0	28	11	0	0	11
	20-out-10	49	0	0	49	22	0	0	22
	21-out-10	97	0	0	97	36	0	0	36
	22-out-10	95	2	0	97	26	1	0	27
	Média	55	0,4	0	55,4	24	0,2	0	24,2
31ª Campanha	22-nov-10	9	0	0	9	4	0	0	4
	23-nov-10	7	0	0	7	4	0	0	4
	24-nov-10	6	0	0	6	3	0	0	3
	25-nov-10	6	0	0	6	4	0	0	4
	26-nov-10	23	3	0	26	15	1	0	16
	Média	10,2	0,6	0	10,8	6	0,2	0	6,2
32ª Campanha	13-dez-10	683	301	43	1027	500	20	0	520
	14-dez-10	47	11	0	58	250	6	0	256
	15-dez-10	34	3	0	37	126	5	0	131
	16-dez-10	90	0	0	90	130	0	0	130
	17-dez-10	138	5	0	143	110	0	0	110
	Média	198,4	64	8,6	271	223,2	6,2	0	229,4

Com o valor máximo determinado para cada classe de tronco, entre a margem direita e a margem esquerda, foi calculada a média horária do número de troncos transportada na superfície (foi dividido o total de troncos observados pelo período de observação - cinco horas), sendo o total diário obtido da multiplicação da média horária pelas 24 horas de um dia.

A partir das porcentagens para cada classe de tronco e das quantidades diárias de troncos calculadas, obteve-se uma estimativa da quantidade diária de troncos que escoam na superfície do rio Madeira, para cada classe de tronco (Tabelas 8.5. e 8.6.). De posse das informações descritas nesta tabela foi elaborado um gráfico com a variação sazonal da quantidade média diária de troncos para cada campanha em Porto Velho, associada à descarga líquida do Madeira (Figura 8.5.). Em Abunã, com apenas três campanhas, não foi possível elaborar um gráfico similar.

**Tabela 8.5.
Quantidade Média Diária Estimada de Troncos em Abunã**

Campanha		Quantidade Média Observada				Média Horária	Total Diário	Quantidade Média Diária Estimada		
		Pequeno	Médio	Grande	Total			Pequeno	Médio	Grande
1ª Campanha	Média da Campanha	1179,8	334,8	109,2	1623,8	324,8	7.794	5664	1608	525
	% da Campanha	72,66%	20,62%	6,72%	100,00%					
2ª Campanha	Média da Campanha	1762	86,6	19	1867,6	373,5	8.964	8458	416	92
	% da Campanha	94,35%	4,64%	1,02%	100,00%					
3ª Campanha	Média da Campanha	302,4	5,2	2	309,6	61,9	1.486	1452	25	10
	% da Campanha	97,67%	1,68%	0,65%	100,00%					

**Tabela 8.6.
Quantidade Média Diária Estimada de Troncos em Porto Velho**

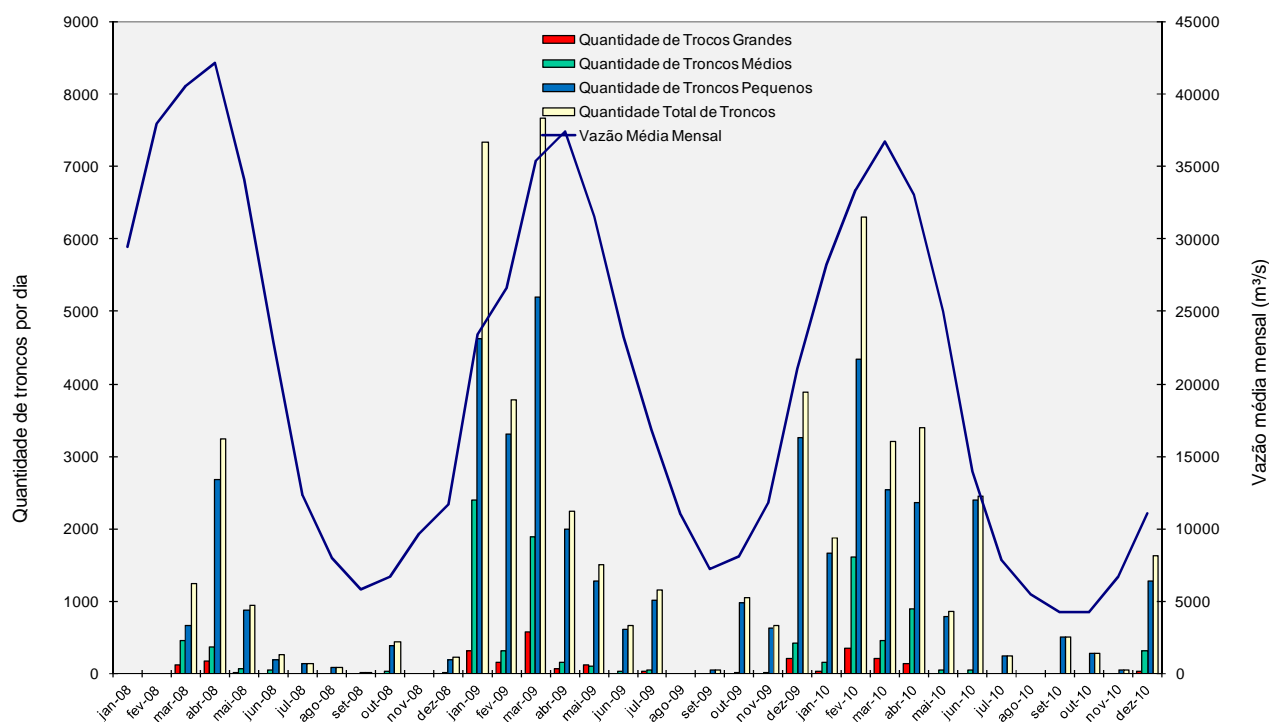
Campanha		Quantidade Média Observada				Média Horária	Total Diário	Quantidade Média Diária Estimada		
		Pequeno	Médio	Grande	Total			Pequeno	Médio	Grande
1ª Campanha	Média da Campanha	138,4	93,8	27,4	259,6	51,9	1.246	664	450	132
	% da Campanha	53,31%	36,13%	10,55%	100,00%					
2ª Campanha	Média da Campanha	559	78,4	37	674,4	134,9	3.237	2683	376	178
	% da Campanha	82,89%	11,63%	5,49%	100,00%					
3ª Campanha	Média da Campanha	182,8	13,2	2,6	198,6	39,7	953	877	63	12
	% da Campanha	92,04%	6,65%	1,31%	100,00%					
4ª Campanha	Média da Campanha	40,8	11,2	1,8	53,8	10,8	258	196	54	9
	% da Campanha	75,84%	20,82%	3,35%	100,00%					
5ª Campanha	Média da Campanha	29,6	1,4	0	31	6,2	149	142	7	0
	% da Campanha	95,48%	4,52%	0,00%	100,00%					
6ª Campanha	Média da Campanha	17,6	0,4	0	18	3,6	86	84	2	0
	% da Campanha	97,78%	2,22%	0,00%	100,00%					
7ª Campanha	Média da Campanha	5	0	0	5	1,0	24	24	0	0
	% da Campanha	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%					
8ª Campanha	Média da Campanha	80,4	8,8	1,8	91	18,2	437	386	42	9
	% da Campanha	88,35%	9,67%	1,98%	100,00%					
9ª Campanha	Média da Campanha	40,8	5,2	1,8	47,8	9,6	229	196	25	9
	% da Campanha	85,36%	10,88%	3,77%	100,00%					
10ª Campanha	Média da Campanha	963	499,6	67,4	1530	306,0	7.344	4622	2398	324
	% da Campanha	62,94%	32,65%	4,41%	100,00%					
11ª Campanha	Média da Campanha	690,2	66,4	31,8	788,4	157,7	3.784	3313	319	153
	% da Campanha	87,54%	8,42%	4,03%	100,00%					
	% da Campanha	85,59%	12,17%	2,30%	100,00%					

**2ª Etapa do Programa de Levantamentos e Monitoramento Hidrossedimentológico
do Rio Madeira e do Futuro Reservatório da UHE Santo Antônio**

Tabela 8.6. (continuação)

12ª Campanha	Média da Campanha	1083,2	392,4	122,4	1598	319,6	7.670	5199	1884	588
	% da Campanha	67,78%	24,56%	7,66%	100,00%					
13ª Campanha	Média da Campanha	417,4	34	15	466,4	93,3	2.239	2004	163	72
	% da Campanha	89,49%	7,29%	3,22%	100,00%					
14ª Campanha	Média da Campanha	266,2	21,2	26	313,4	62,7	1.504	1278	102	125
	% da Campanha	84,94%	6,76%	8,30%	100,00%					
15ª Campanha	Média da Campanha	128,0	8,4	1,2	137,6	27,5	660	614	40	6
	% da Campanha	93,02%	6,10%	0,87%	100,00%					
16ª Campanha	Média da Campanha	213,2	12	7,6	232,8	46,6	1.117	1023	58	36
	% da Campanha	91,58%	5,15%	3,26%	100,00%					
17ª Campanha	Média da Campanha	10,8	0,2	0	11	2,2	53	52	1	0
	% da Campanha	98,18%	1,82%	0,00%	100,00%					
18ª Campanha	Média da Campanha	205,8	4,6	0	210,4	42,1	1.010	988	22	0
	% da Campanha	97,81%	2,19%	0,00%	100,00%					
19ª Campanha	Média da Campanha	129,6	3,8	0,4	133,8	26,8	642	622	18	2
	% da Campanha	96,86%	2,84%	0,30%	100,00%					
20ª Campanha	Média da Campanha	679	88	42,4	809,4	161,9	3.885	3259	422	204
	% da Campanha	83,89%	10,87%	5,24%	100,00%					
21ª Campanha	Média da Campanha	347,6	32,12	8,96	388,68	77,7	1.866	1668	154	43
	% da Campanha	89,43%	8,26%	2,31%	100,00%					
22ª Campanha	Média da Campanha	906	334,4	73,8	1314,2	262,8	6.308	4349	1605	354
	% da Campanha	68,94%	25,45%	5,62%	100,00%					
23ª Campanha	Média da Campanha	529	94,8	43,6	667,4	133,5	3.204	2539	455	209
	% da Campanha	79,26%	14,20%	6,53%	100,00%					
24ª Campanha	Média da Campanha	492	184,4	31	707,4	141,5	3.396	2362	885	149
	% da Campanha	69,55%	26,07%	4,38%	100,00%					
25ª Campanha	Média da Campanha	165,8	11,4	0	177,2	35,4	851	796	55	0
	% da Campanha	93,57%	6,43%	0,00%	100,00%					
26ª Campanha	Média da Campanha	498,4	12,2	0,6	511,2	102,2	2.454	2392	59	3
	% da Campanha	97,50%	2,39%	0,12%	100,00%					
27ª Campanha	Média da Campanha	50,2	0	0	50,2	10,0	241	241	0	0
	% da Campanha	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%					
29ª Campanha	Média da Campanha	104,2	1	0	105,2	21,0	505	500	5	0
	% da Campanha	99,05%	0,95%	0,00%	100,00%					
30ª Campanha	Média da Campanha	58,8	0,4	0	59,2	11,8	284	282	2	0
	% da Campanha	99,32%	0,68%	0,00%	100,00%					
31ª Campanha	Média da Campanha	10,2	0,6	0	10,8	2,2	52	49	3	0
	% da Campanha	94,44%	5,56%	0,00%	100,00%					
32ª Campanha	Média da Campanha	265,4	64,4	8,6	337,4	67,5	1.620	1274	309	41
	% da Campanha	78,66%	19,09%	2,55%	100,00%					

Figura 8.5.
Variação Sazonal da Quantidade de Troncos no Rio Madeira em Porto Velho



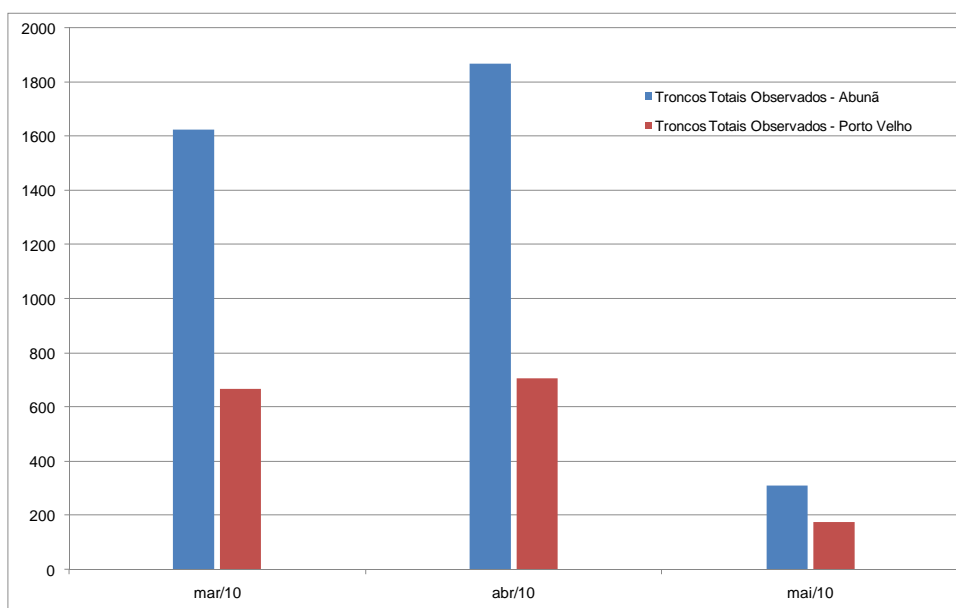
As campanhas de observação realizadas em Porto Velho nas fases de enchente e vazante apresentam diferenças significativas na quantidade total de troncos transportados para uma mesma vazão. A maior parte dos desbarrancamentos de margens acontece durante o período de vazante do rio, incorporando mais troncos ao escoamento do rio, mas por outro lado, a diminuição dos níveis de água provoca a retenção destes nas mesmas margens e em ilhas e ilhotas do rio Madeira (Figura 8.6.). Quando os níveis do rio voltam a subir, no período de enchente, estes troncos são incorporados novamente ao escoamento do rio. Esta situação está bem caracterizada nas informações contidas na Figura 8.5.

Figura 8.6.
Troncos Retidos na Margem do Rio Madeira durante o Período de Vazante



Para o caso de Abunã, devido ao número reduzido de campanhas, não é possível realizar nenhuma análise mais completa. No entanto, a partir das informações disponíveis é possível comparar a contagem de troncos em Abunã e Porto Velho, para os meses de março, abril e maio de 2010. Na Figura 8.8 é possível notar que em Abunã a quantidade de troncos observada foi acima do dobro da quantidade observada em Porto Velho.

Figura 8.7.
Comparação da Quantidade Total de Troncos Observados em Abunã e Porto Velho



9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, 1970. *Normas e Recomendações Hidrológicas*, Ministério de Minas e Energia, Brasília.

CARVALHO, N.O., FILIZOLA Jr., N.P., dos SANTOS, P.M.C. & LIMA, J.E.F.W., 2000. Guia de Práticas Sedimentométricas, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Brasília.

COLBY, B.R. & HEMBREE, C.H., 1955. Computations of total sediment discharge, Niobrara River near Cody, Nebraska, *Water Supply Paper 1357*, United States Geological Survey, Washington D.C.

JULIEN, P.Y., 1995. *Erosion and sedimentation*, Cambridge University Press.

MENDES, A.B., 2001. Cálculo da Descarga Sólida Total pelo Método Modificado de Einstein, programa disponível no Anexo do livro Hidrossedimentologia Prática, de autoria N.O. Carvalho (2008).

RDI, 2003. RDInstruments, Acoustic Doppler Solutions, “Winriver - User’s guide” e “Principles of operation moving bottom” [on-line]. URL: <http://www.rdinstruments.com>. Arquivo capturado em 2002.

YUQIAN, L., 1983. Operational methods for measurement of sediment transport, World Meteorological Organization, Geneva.

10. ANEXOS

ANEXO I – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO

DESENHO PJ0697-Z-H41-GR-DE-101-R2

“LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS” PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO

Os ANEXOS II, III, IV e V são disponibilizados apenas em meio digital dada a extensão dos mesmos.