

P.45 - PROJETO BÁSICO AMBIENTAL INDÍGENA UHE TELES PIRES

Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico Indígena

Relatório Semestral de Operação 04 Julho a Dezembro de 2016

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Karen Caroline Paiva da Silva Eng. Agrícola, M.Sc.	CREA- 5069188924	5808170	<i>Karen C.P. da Silva</i>
Keila Cristina Fernandes de Oliveira Eng. Hídrica, M.Sc.	CREA- MG 04.0.0000149150	6190874	<i>Keila C.F. Oliveira</i>
Tatiana Pilachevsky Geógrafa, M.Sc.	CREA- 5064021791	5531743	<i>Tatiana Pilachevsky</i>
Luciana Cabral Nunes Geóloga, M.Sc.	CREA- 50629926484	5287039	<i>Luciana Nunes</i>
Afonso E. de Vasconcelos Lopes Geofísico, D.Sc.	-	5286995	<i>Afonso E. de Vasconcelos Lopes</i>

Janeiro – 2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	01
3. DEMONSTRAÇÃO DE CONFORMIDADE	01
4. OPERAÇÃO DA REDE HIDROLÓGICA	02
5. METODOLOGIA	03
6. RESULTADOS	04
6.1. Estado de Conservação das Estações Hidrométricas	04
6.2. Medições de Vazão (Descargas Líquidas) e Descargas Sólidas	08
6.3. Atualização das Curvas-chave de Vazão	14
6.4. Atualização das Curvas-chave de Sedimento	16
6.5. Monitoramento das Praias Indígenas	18
7. PROGRAMAÇÃO PARA O PERÍODO SEGUINTE	23
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	25

ANEXOS

ANEXO 1. MEDIDAS DE DESCARGA LÍQUIDA DAS ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS	01
ANEXO 2. ANÁLISES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO E DE LEITO	70
ANEXO 3. DADOS DE PRECIPITAÇÃO DAS ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS	83
ANEXO 4. DADOS DE NÍVEL E VAZÃO DAS ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS	102

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

UTM - Universal Transversa de Mercator

WGS - Sistema Geodésico Mundial

ADCP - Perfilador Acústico de correntes por Efeito *Doppler*

Q - Vazão ou descarga líquida

Qs - Descarga sólida

Qss - Descarga sólida em suspensão

Qst - Descarga sólida total

1. INTRODUÇÃO

Este relatório integra o “PLANO BÁSICO AMBIENTAL INDÍGENA” e está relacionado ao “Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico Indígena na área das terras indígenas” que atende as condicionantes apresentadas no Plano Básico Ambiental Indígena da UHE Teles Pires, assim como demais solicitações do IBAMA e FUNAI.

Este estudo está sendo executado pela empresa **VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda.** tendo como objetivo fornecer informações referentes às taxas de aporte e deposição sedimentar nas drenagens adjacentes as terras indígenas à jusante da barragem, e identificar os principais pontos de deposição, viabilizando a elaboração de projetos que venham a preservar as áreas e as etnias indígenas.

2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Neste relatório são apresentadas as principais atividades realizadas pela **VERACRUZ** entre os meses de julho e dezembro de 2016, as quais consistiram no monitoramento hidrológico e hidrossedimentológico, com destaque às descargas líquidas e descargas sólidas.

Ressalta-se que, em atendimento ao Plano Básico Ambiental Indígena, as medições de descargas líquidas e sólidas nas quatro estações de monitoramento foram realizadas com frequência trimestral durante o período de obras da usina. Apesar do PBA indicar também que durante a fase de operação a usina deve adotar frequência semestral para as campanhas (primeiros 6 anos de operação), para melhor acompanhamento das modificações hidrossedimentológicas na área de interesse, a UHE Teles Pires optou por continuar as medições com frequência trimestral até o final do 3º trimestre de 2016, primeiros 20 meses da fase de operação do reservatório. A partir do 3º trimestre de 2016, as campanhas passaram então a ser realizadas com frequência semestral, conforme indicado no PBA. Este relatório contempla então os resultados das medições realizadas nas estações entre 01 e 04 de setembro de 2016. Entretanto, como os locais de instalação das estações Apiacás e Santa Rosa coincidem com o monitoramento hidrossedimentológico implantado pela UHE São Manoel, nestas estações foram realizadas medições de descargas líquidas nos dias 15 e 16 de dezembro, sendo que os resultados foram incluídos no presente relatório.

3. DEMONSTRAÇÃO DE CONFORMIDADE

As metas e indicadores do presente Plano Ambiental estão sendo atendidas, conforme apresentado no **Quadro 1**.

Quadro 1. Status das metas e indicadores do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico Indígena.

METAS	INDICADORES	STATUS DE ATENDIMENTO
Estabelece-se como meta do Programa a geração de dados e informações técnicas consistentes necessárias à caracterização e identificação de eventuais efeitos da construção e operação da UHE Teles Pires na dinâmica hidrossedimentológica no segmento de aproximadamente 65 quilômetros do rio Teles Pires entre a foz do rio Apiacás e a foz do rio Santa Rosa.	Implantação e operação de 04 (quatro) estações hidrossedimentométricas (descarga líquida e sólida).	Atendido (as estações foram instaladas)
	Implantação das estações de monitoramento de bancos de areia.	Atendido (os bancos de areias estão sendo monitorados)
	Medições de descargas líquido-sólidas	Atendido (não houve falhas)
	Análises das amostras coletadas (sólidos em suspensão e sedimentos), aceitando-se no máximo a ausência de uma amostra por ano.	Atendido (não houve falhas)
	Apresentação de resultados na forma de relatórios semestrais na fase de operação da usina.	Atendido (não houve falhas)

4. OPERAÇÃO DA REDE HIDROLÓGICA

A operação da rede hidrológica durante o período em referência consistiu na realização de trabalhos de campo e no processamento dos dados hidrológicos das estações hidrométricas em operação, conforme o **Quadro 2** e a **Figura 1**.

Quadro 2. Estações hidrométricas indígenas da UHE Teles Pires.

Estação	Coord. UTM –WGS-84	Rio	Município	Tipo
Coelho	21 L 493204 8996621	Teles Pires	Jacareacanga	PFDS
Apiacás	21 L 492442 8983868	Apiacás	Apiacás	PFDS
São Benedito	21L 497085 8992401	São Benedito	Jacareacanga	PFDS
Santa Rosa	21 L 453884 9020632	Teles Pires	Apiacás	PFDS

Legenda do tipo de monitoramento: P – Pluviométrico, F – Fluviométrico (Nível), D – Medição de Descarga Líquida e S – Medição de Descarga Sólida.

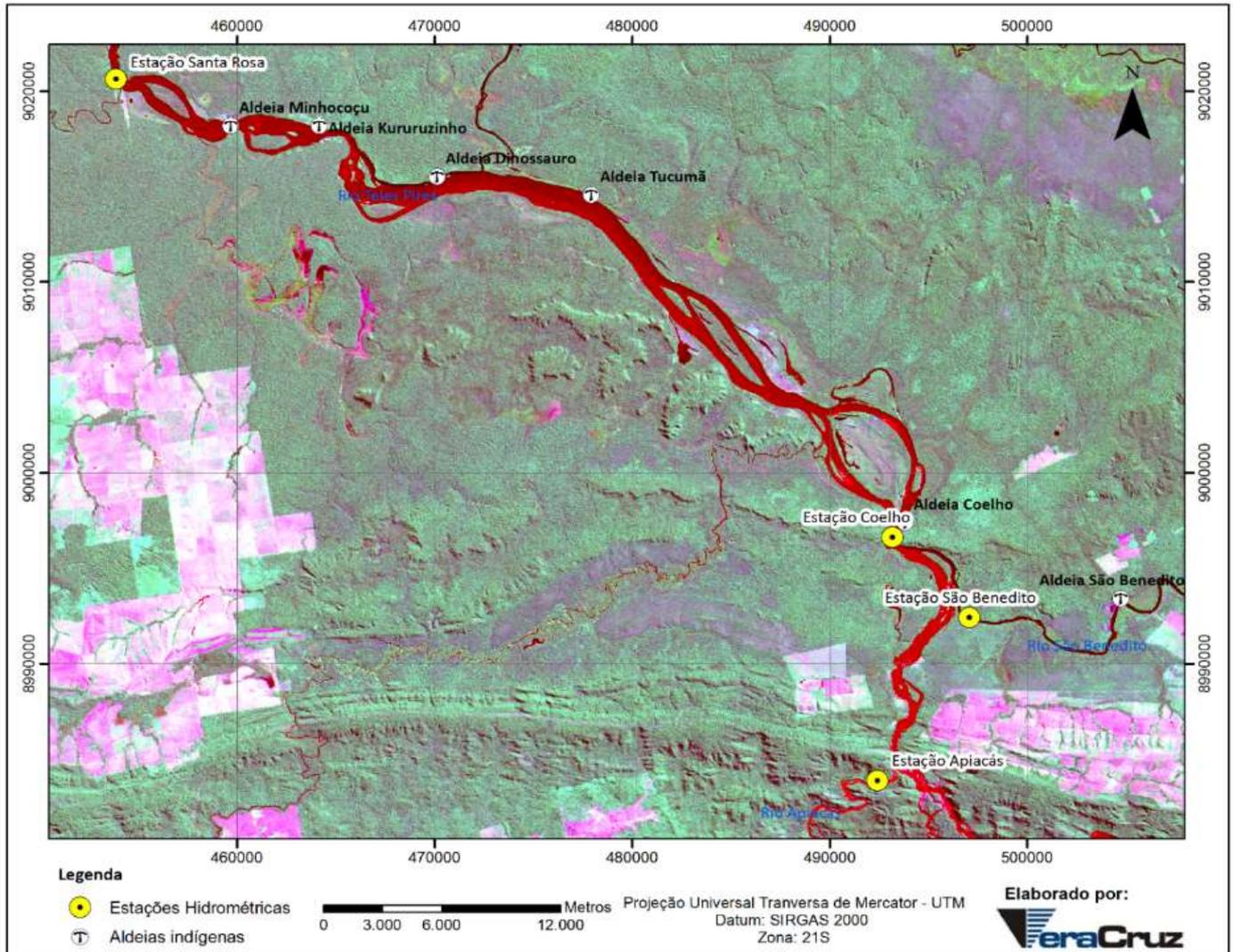


Figura 1. Localização das estações hidrométricas indígenas da UHE Teles Pires.

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para realização das atividades referentes a este Plano Ambiental já foi amplamente detalhada nos relatórios semestrais anteriores. Como não houve alteração em nenhum aspecto metodológico entende-se que não há necessidade de rerepresentá-la no presente relatório, mantendo o foco deste nos resultados alcançados e discussões técnicas pertinentes.

6. RESULTADOS

6.1. Estado de Conservação das Estações Hidrométricas

As **Figuras 2 a 5** apresentam as estações hidrométricas indígenas durante a realização da campanha de campo do início de setembro de 2016 (atendimento ao Plano Básico ambiental Indígena), e durante campanha realizada em dezembro de 2016, nas estações Santa Rosa e Apiacás (atendimento ao Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE São Manoel). Durante a última vistoria da estação Coelho, realizada no dia 4 de setembro, foi detectado que a estação teve a seção de réguas comprometida e a tubulação, que protege o sensor de nível, queimada. Esses problemas foram ocasionados por queimadas na região e queda de árvores. A **Figura 2** ilustra a situação encontrada em campo.



Figura 2. Estação hidrométrica Coelho.



Figura 3. Estação hidrométrica São Benedito.

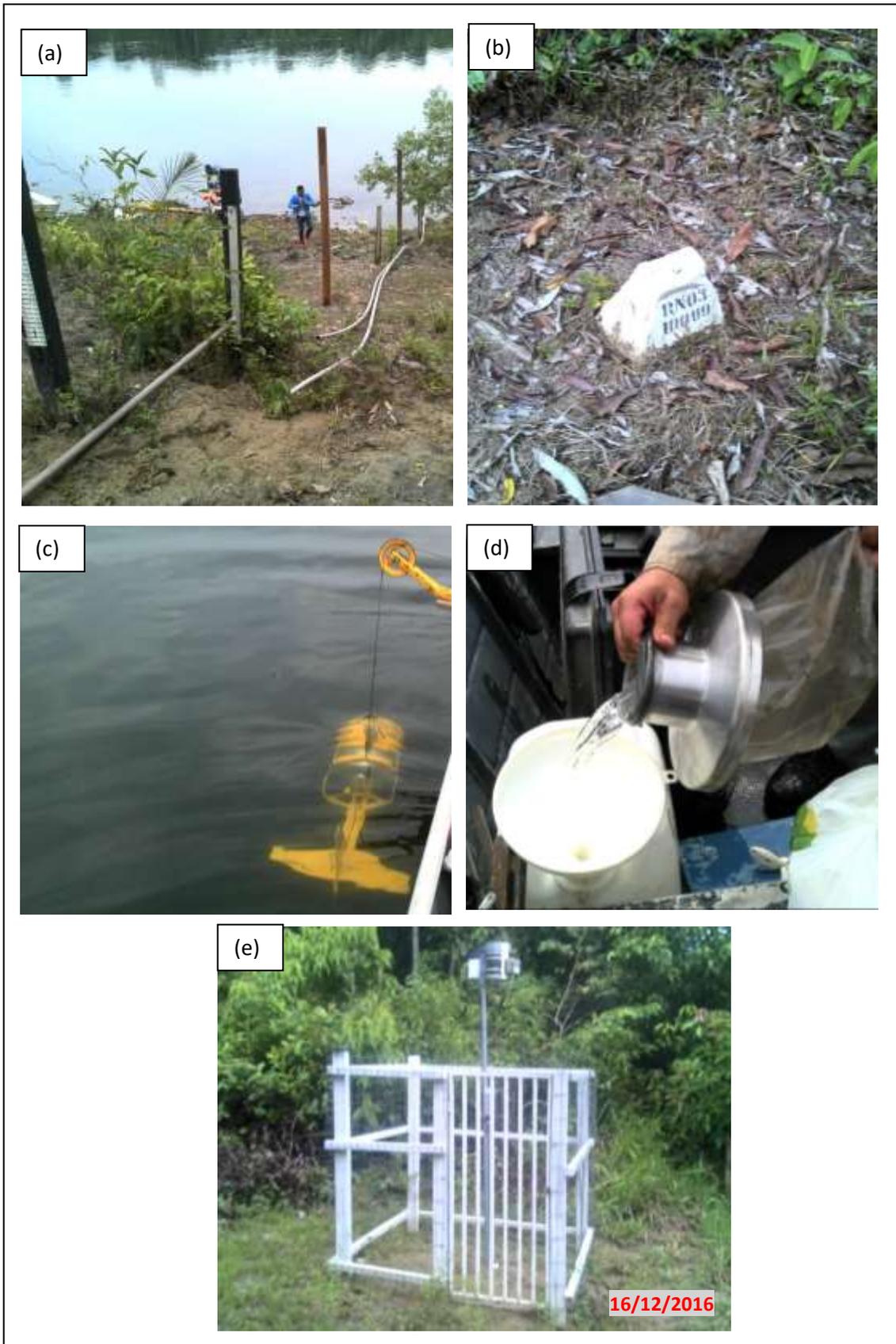


Figura 4. Estação hidrométrica Santa Rosa.



Figura 5. Estação hidrométrica Apicás.

6.2. Medições de Vazão (Descargas Líquidas) e Descargas Sólidas

A **Tabela 1** apresenta os principais resultados das medições de vazão realizadas entre os dias 01 e 04 de setembro de 2016 nas quatro estações hidrométricas indígenas, e os resultados das medições realizadas nas estações Apicás e Santa Rosa, nos dias 15 e 16 de dezembro, respectivamente. As **Figuras 6 a 11** apresentam as seções das medições de vazão que foram feitas utilizando o ADCP e são apresentadas em um esquema falsa cor, ilustrando a variação da velocidade da água em cada transecto. Os detalhes das medições de vazão são apresentados no **ANEXO 1**.

Tabela 1. Resumo das medições de hidrometria, com destaque a vazão calculada.

Estação	Data e Horário do Início da Medição	Vazão (m ³ /s)	Largura (m)	Velocidade Média (m/s)	Área da Seção (m ²)
Coelho	04/09/2016 – 12:36 h	617,189 ± 14,786	325,203 ± 3,319	0,189 ± 0,009	3.272,903 ± 162,253
São Benedito	04/09/2016 – 10:48 h	133,618 ± 2,062	150,974 ± 0,690	0,430 ± 0,006	310,651 ± 2,236
Santa Rosa	03/09/2016 – 13:06 h	706,701 ± 21,352	369,094 ± 1,422	0,214 ± 0,011	3.302,639 ± 80,553
Apicás	01/09/2016 – 14:43 h	20,479 ± 0,493	104,699 ± 0,695	0,034 ± 0,001	601,863 ± 7,615
Santa Rosa	16/12/2016 – 10:23 h	2.603,426 ± 43,939	380,638 ± 2,275	0,654 ± 0,010	3.979,616 ± 31,189
Apicás	15/12/2016 – 15:37 h	155,020 ± 3,601	103,703 ± 2,696	0,209 ± 0,003	742,042 ± 9,212

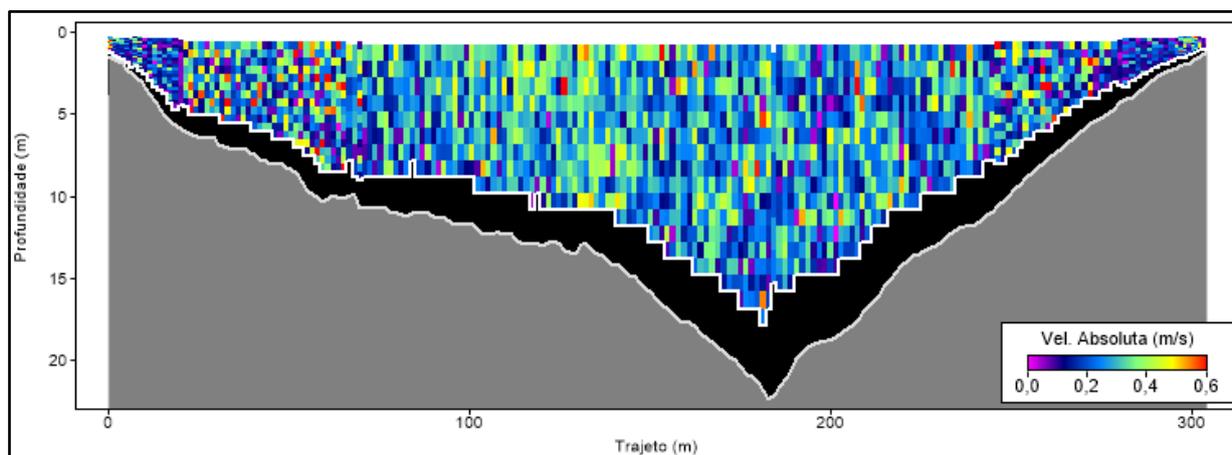


Figura 6. Resultado da medida de velocidade da água e vazão realizada com o ADCP na estação Coelho no dia 04 de setembro de 2016. Cores quentes (tons de vermelho e amarelo) indicam velocidades maiores, enquanto que cores frias (tons de azul) indicam velocidades de correntes menores para a velocidade da água (veja legenda junto à figura). A parte preta indica um descarte da medição de velocidade da água próximo ao leito devido às incertezas referentes à alta reflexão do sinal *doppler* pela matéria orgânica, vegetação e transporte de sedimentos de arrasto; nesta área a velocidade da água é interpolada exponencialmente conferindo um melhor resultado. O limite branco junto à área cinza indica o leito do rio.

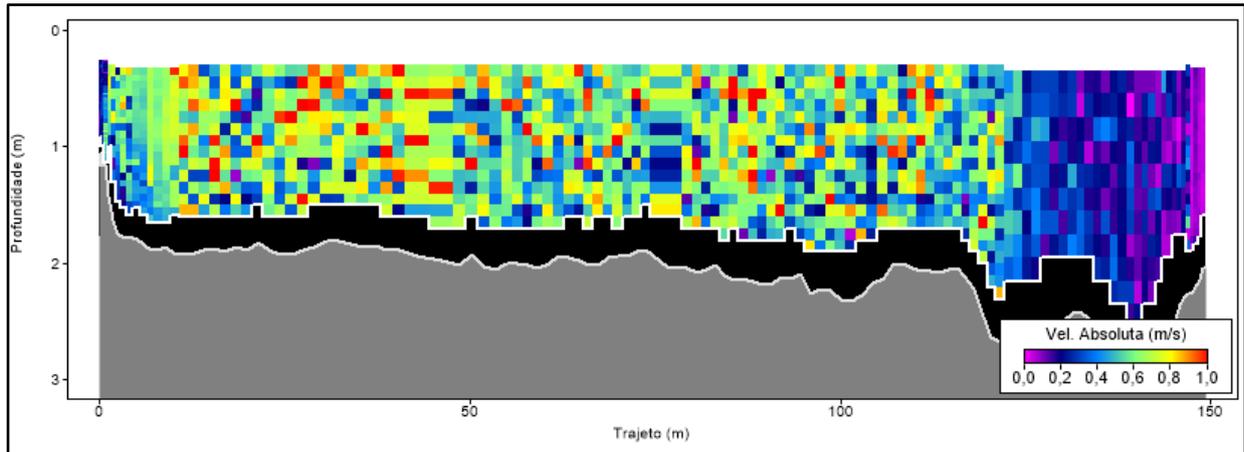


Figura 7. Resultado da medida de velocidade da água e vazão realizada com o ADCP na estação São Benedito no dia 04 de setembro de 2016. Veja detalhes sobre esta imagem na legenda da **Figura 6**.

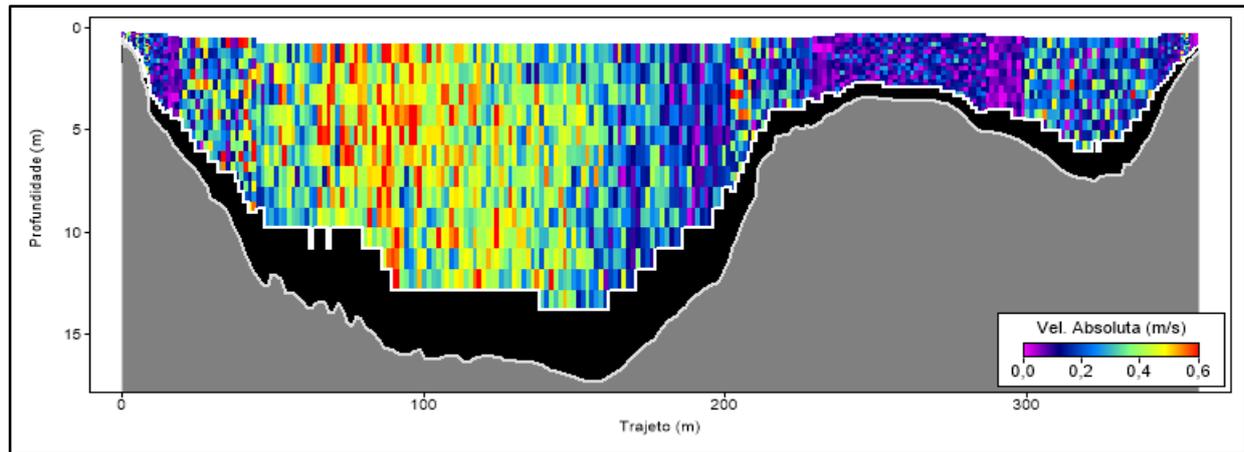


Figura 8. Resultado da medida de velocidade da água e vazão realizada com o ADCP na estação Santa Rosa no dia 03 de setembro de 2016. Veja detalhes sobre esta imagem na legenda da **Figura 6**.

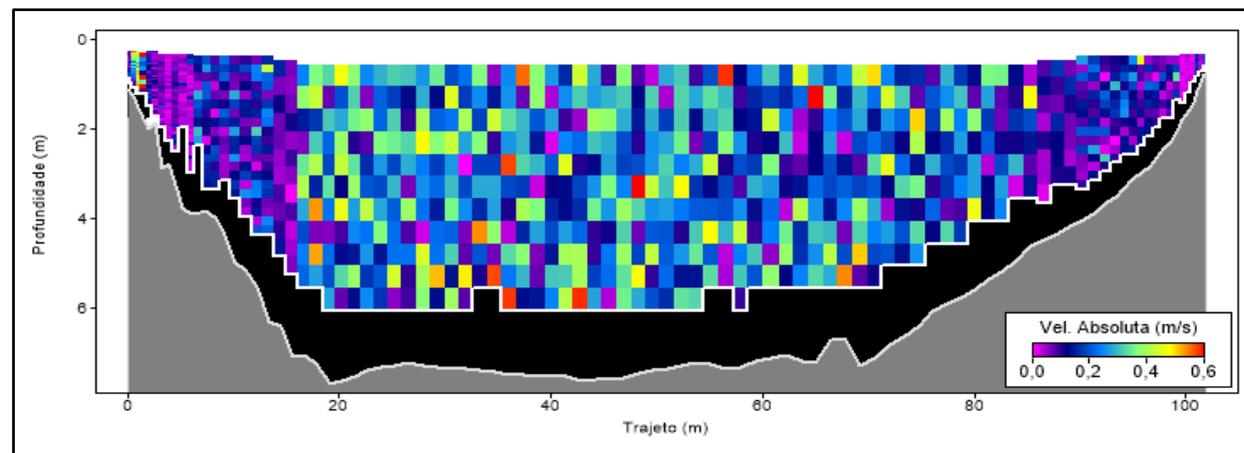


Figura 9. Resultado da medida de velocidade da água e vazão realizada com o ADCP na estação Apiacás no dia 01 de setembro de 2016. Veja detalhes sobre esta imagem na legenda da **Figura 6**.

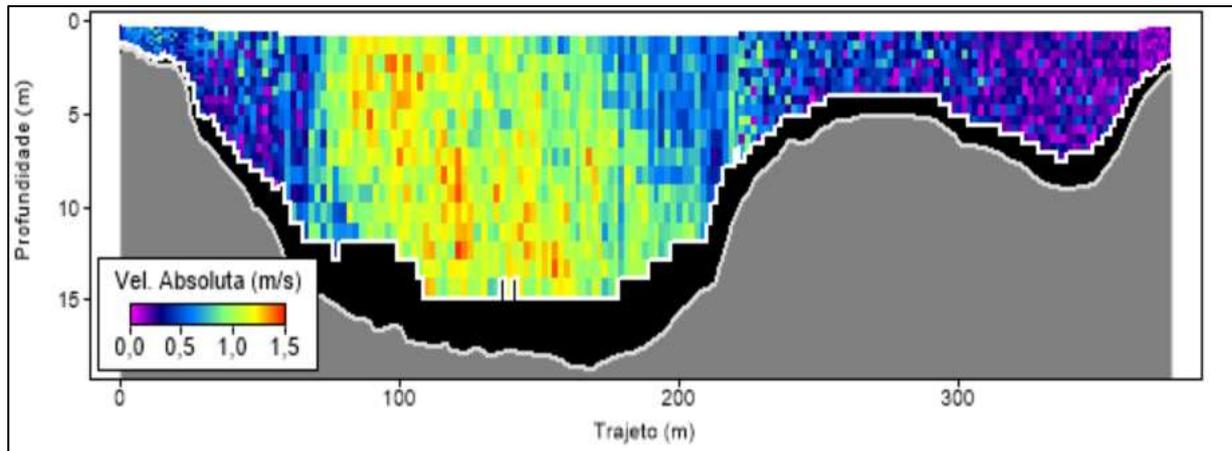


Figura 10. Resultado da medida de velocidade da água e vazão realizada com o ADCP na estação Santa Rosa no dia 15 de dezembro de 2016. Veja detalhes sobre esta imagem na legenda da **Figura 6**.

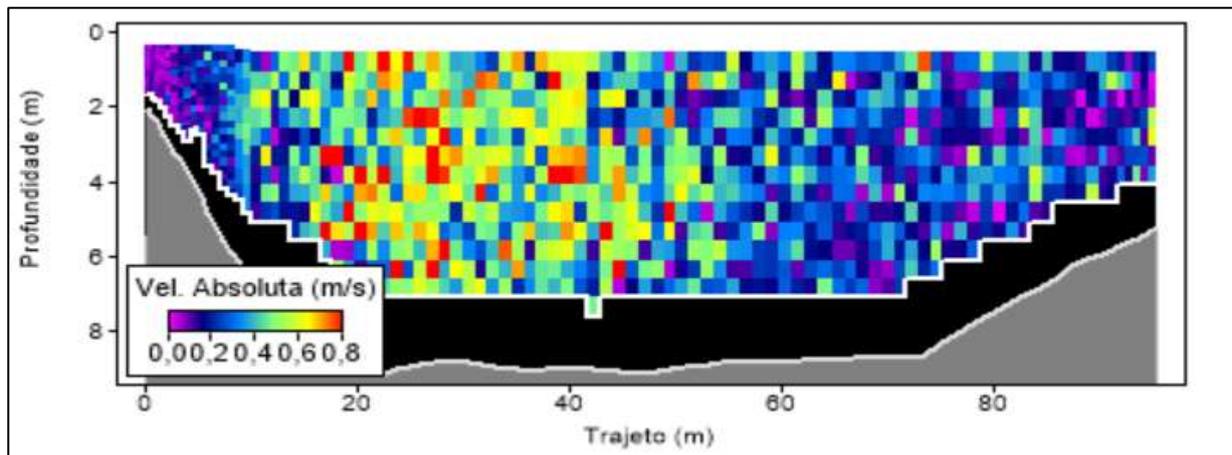


Figura 11. Resultado da medida de velocidade da água e vazão realizada com o ADCP na estação Apiacás no dia 16 de dezembro de 2016. Veja detalhes sobre esta imagem na legenda da **Figura 6**.

Juntamente com as medições de vazão também foram coletadas as amostras de sedimentos em suspensão e de leito. Na **Tabela 2** são apresentadas as concentrações dos materiais em suspensão e as granulométricas dos materiais de suspensão e leito referentes às amostras coletadas no início de setembro de 2016. Os detalhes das análises são apresentados no **ANEXO 2**.

Para melhor acompanhamento da variação das descargas líquidas e sólidas nas estações, a **Tabela 3** e as **Figuras 12 a 15** apresentam um resumo com os principais resultados obtidos desde o início do monitoramento (dezembro de 2013).

Tabela 2. Distribuição granulométrica do material de leito e de suspensão da campanha realizada em setembro de 2016 nas estações indígenas da UHE Teles Pires. Na última linha são mostradas as concentrações dos sedimentos em suspensão.

		Coelho	Apiacás	São Benedito	Santa Rosa
LEITO	D10 (mm)	0,147	0,075	0,079	0,134
	D30 (mm)	0,201	0,111	0,117	0,188
	D35 (mm)	0,214	0,120	0,127	0,201
	D50 (mm)	0,259	0,153	0,156	0,241
	D60 (mm)	0,307	0,177	0,175	0,289
	D65 (mm)	0,331	0,189	0,185	0,317
	D75 (mm)	0,379	0,212	0,205	0,374
	D90 (mm)	0,452	0,252	0,234	0,460
	Cascalho (%)	0,00	0,00	0,00	0,00
	Areia Grossa (%)	0,00	0,27	0,10	0,03
	Areia Média (%)	51,78	8,55	1,55	46,73
	Areia Fina (%)	48,17	87,96	96,78	53,07
	Silte + Argila (%)	0,05	3,23	1,58	0,17
	SUSPENSÃO	Areia (%)	53,1	46,4	67,0
Silte (%)		22,3	43,1	23,6	23,8
Argila (%)		24,6	10,5	9,4	51,8
Concentração (ppm)		14,84	45,71	15,03	12,03

Tabela 3. Descargas líquidas e sólidas calculadas para as estações hidrométricas indígenas da UHE Teles Pires. As descargas sólidas totais apresentadas foram calculadas pelo método de Colby (1957).

		Estação	Coelho	Apiacás	São Benedito	Santa Rosa
Dez/2013	Q	(m ³ /s)	3.131,454 ± 41,796	329,965 ± 11,734	322,818 ± 1,830	3.497,398 ± 28,241
	Q _{ss}	(t/dia)	6.612	728	407	7.415
	Q _{st}	(t/dia)	10.687	952	696	12.199
Fev/2014	Q	(m ³ /s)	6.928,139 ± 32,572	733,056 ± 0,392	516,6 ± 4,1	7.121,495 ± 35,61
	Q _{ss}	(t/dia)	12.510	1.987	599	13.764
	Q _{st}	(t/dia)	24.498	3.063	942	27.732
Mai/2014	Q	(m ³ /s)	4.577,933 ± 34,100	880,473 ± 10,892	568,868 ± 1,546	5.209,773 ± 84,948
	Q _{ss}	(t/dia)	8.460	2.350	515	8.696
	Q _{st}	(t/dia)	15.239	3.863	1.066	16.865
Ago/2014	Q	(m ³ /s)	1.191,498 ± 16,151	81,613 ± 1,163	218,596 ± 1,724	1.324,066 ± 8,842
	Q _{ss}	(t/dia)	1.569	101	196	1.147
	Q _{st}	(t/dia)	2.060	113	463	1.638
Nov/2014	Q	(m ³ /s)	1.521,983 ± 35,185	129,781 ± 0,790	258,796 ± 3,711	1.784,447 ± 25,555
	Q _{ss}	(t/dia)	2.501	178	323	4.297
	Q _{st}	(t/dia)	3.435	210	680,	5.769

Tabela 3. Descargas líquidas e sólidas calculadas para as estações hidrométricas indígenas da UHE Teles Pires. As descargas sólidas totais apresentadas foram calculadas pelo método de Colby (1957).

	Estação		Coelho	Apiacás	São Benedito	Santa Rosa
Fev/2015	Q	(m ³ /s)	5.247,142 ± 119,386	652,819 ± 3,860	516,848 ± 5,385	5.766,941 ± 69,922
	Qss	(t/dia)	14.398	746	818	15.845
	Qst	(t/dia)	24.221	1.426	1.417	28.448
Jun/2015	Q	(m ³ /s)	2.962,540 ± 51,325	393,198 ± 9,607	409,976 ± 54,714	3.219,492 ± 26,806
	Qss	(t/dia)	3.747	720	357	3.491
	Qst	(t/dia)	6.327	1.024	767	6.516
Ago/2015	Q	(m ³ /s)	1.017,195 ± 22,248	63,814 ± 0,572	202,843 ± 1,52	1.203,750 ± 19,235
	Qss	(t/dia)	739	47	147	843
	Qst	(t/dia)	929	53	383	1.245
Nov/2015	Q	(m ³ /s)	816,614 ± 15,650	32,154 ± 5,036	168,238 ± 0,887	1.031,679 ± 14,618
	Qss	(t/dia)	4.071	42	159	953
	Qst	(t/dia)	4.426	44	333	1.306
Fev/2016	Q	(m ³ /s)	4.340,238 ± 41,580	506,008 ± 7,597	261,845 ± 6,810	4.767,038 ± 50,799
	Qss	(t/dia)	7.616	1.895	253	8.225
	Qst	(t/dia)	13.355	2.512	988	15.629
Mai/2016	Q	(m ³ /s)	1.500,963 ± 31,147	61,660 ± 2,055	227,941 ± 6,487	1.898,308 ± 46,337
	Qss	(t/dia)	1.842	94	262	1.875
	Qst	(t/dia)	2.453	101	534	2.866
Set/2016	Q	(m ³ /s)	617,189 ± 14,786	20,479±0,493	133,618± 2,062	706,701± 21,352
	Qss	(t/dia)	791	81	174	735
	Qst	(t/dia)	924	82	343	897
*Dez/2016	Q	(m ³ /s)	-	155,020 ± 3,601	-	2.603,426 ± 43,939
	Qss	(t/dia)	-	**	-	-
	Qst	(t/dia)	-	**	-	-

* A partir do 3º trimestre de 2016, as campanhas das estações hidrométricas indígenas passaram a ser realizadas com frequência semestral, conforme indicado no Plano Básico Ambiental Indígena. Entretanto, como os locais de instalação das estações Apiacás e Santa Rosa coincidem com o monitoramento hidrossedimentológico implantado pela UHE São Manoel, nestas estações foram realizadas medições de descargas líquidas nos dias 15 e 16 de dezembro, sendo que os resultados foram incluídos no presente relatório.

**Amostra em laboratório para análise.

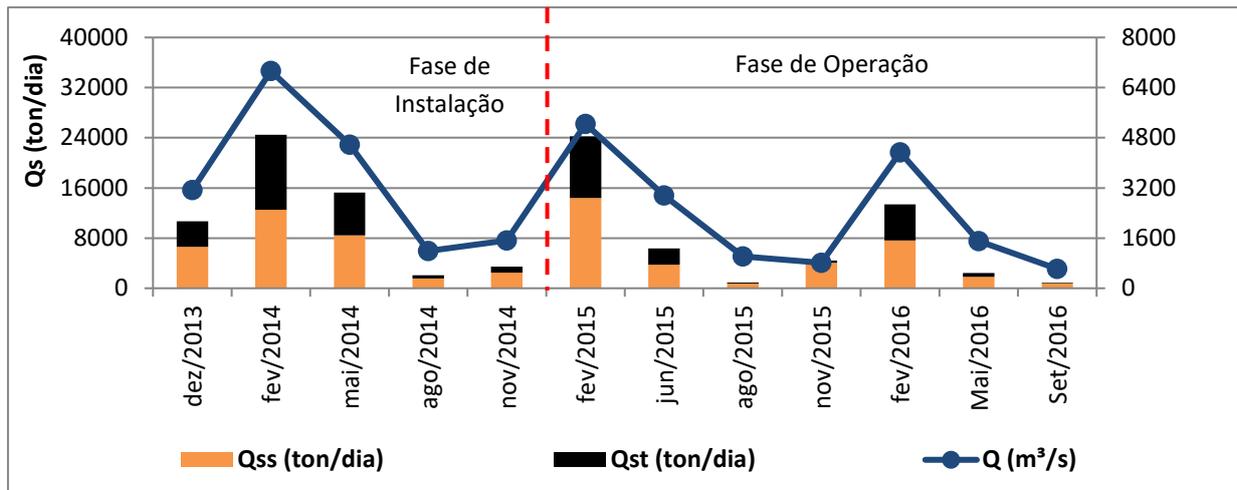


Figura 12. Descargas líquidas (Q), sólidas em suspensão (Qss) e sólidas totais (Qst) na estação Coelho nas campanhas realizadas entre dezembro de 2013 e setembro de 2016.

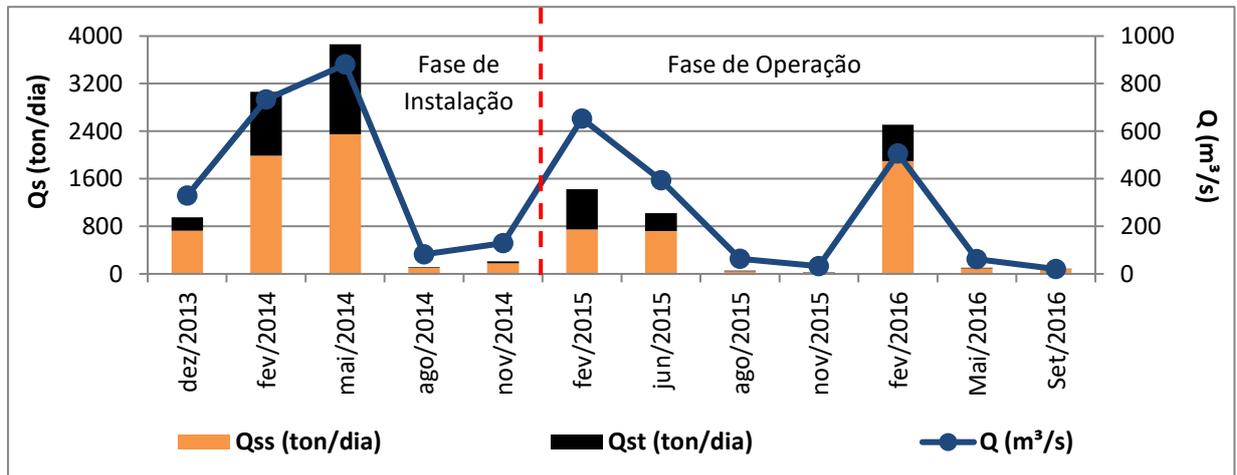


Figura 13. Descargas líquidas (Q), sólidas em suspensão (Qss) e sólidas totais (Qst) na estação Apiacás nas campanhas realizadas entre dezembro de 2013 e setembro de 2016.

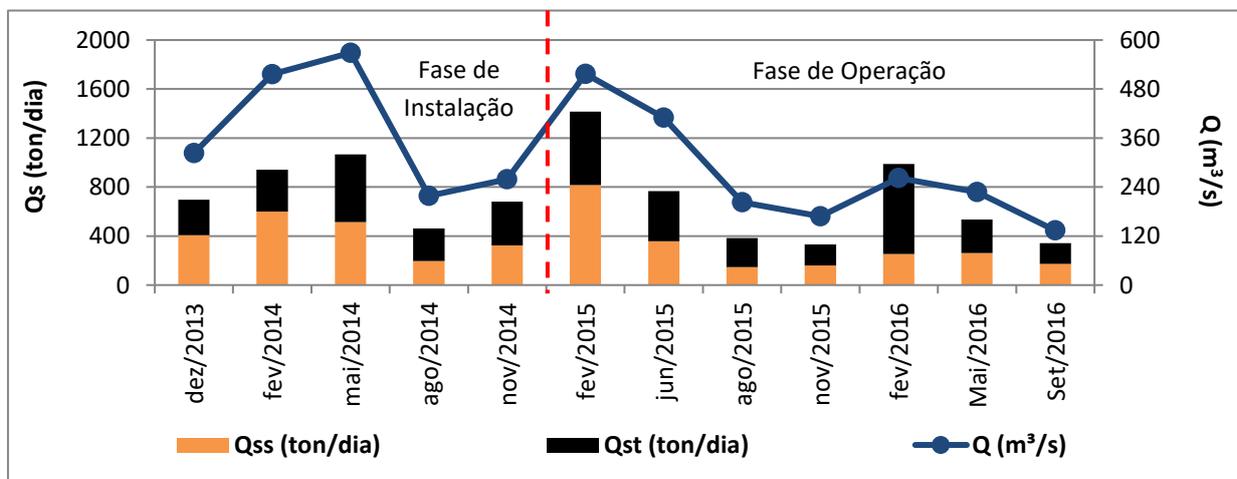


Figura 14. Descargas líquidas (Q), sólidas em suspensão (Qss) e sólidas totais (Qst) na estação São Benedito nas campanhas realizadas entre dezembro de 2013 e setembro de 2016.

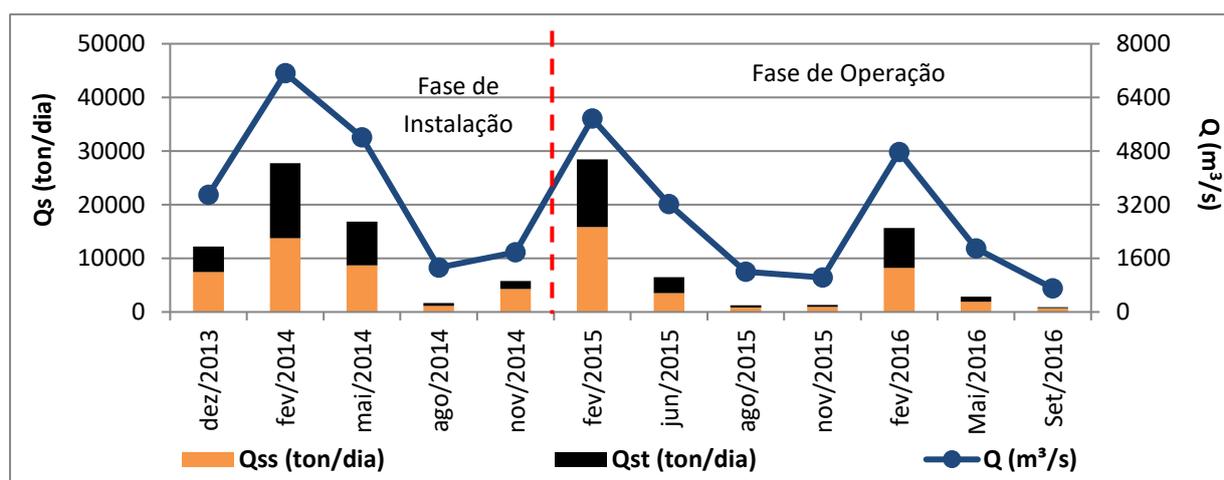


Figura 15. Descargas líquidas (Q), sólidas em suspensão (Qss) e sólidas totais (Qst) na estação Santa Rosa nas campanhas realizadas entre dezembro de 2013 e setembro de 2016.

Os rios Teles Pires e São Benedito apresentaram, no geral, baixas concentrações de sedimentos em suspensão. Já no rio Apiacás, no trecho de monitoramento da estação, na campanha de setembro de 2016 foi observada uma maior concentração de sedimento em suspensão, de 45,71 mg/l, valor próximo do observado durante o mês de fevereiro de 2016 (período de cheia), que foi de 43,34 mg/l. Ressalta-se que a concentração média de sedimento do local, considerando todo o período do monitoramento, é de aproximadamente 23 mg/l. Apesar do aumento da concentração de sedimento em suspensão, os valores referentes às descargas sólidas variaram ainda conforme a oscilação das vazões, assim como o observado nas demais estações. Quanto à análise de granulometria do sedimento de fundo, os rios apresentaram leitos com predominância de areia fina e média.

A variabilidade no comportamento hidrossedimentológico está associada também ao tipo de solo, uso e ocupação da terra, características físicas da bacia e controle de erosão, que sofre ampla influência tanto espacial quanto temporal. É importante manter então as observações quanto ao transporte de sedimentos no rio Apiacás, alinhado aos aspectos erosivos, uma vez que o aumento de carreamento de sedimentos para o corpo d'água influencia diretamente a deposição sedimentar nas drenagens adjacentes às terras indígenas.

6.3. Atualização das Curvas-chave de Vazão

A seguir são apresentadas as curvas-chave de vazão atualizadas para as estações hidrométricas indígenas (**Figuras 16 a 19**). Para o traçado das curvas-chave de cada estação de monitoramento foi utilizada a função de otimização *solver* do *Excel*, pelo método GRG não linear, com o objetivo de minimizar a soma do quadrado dos desvios.

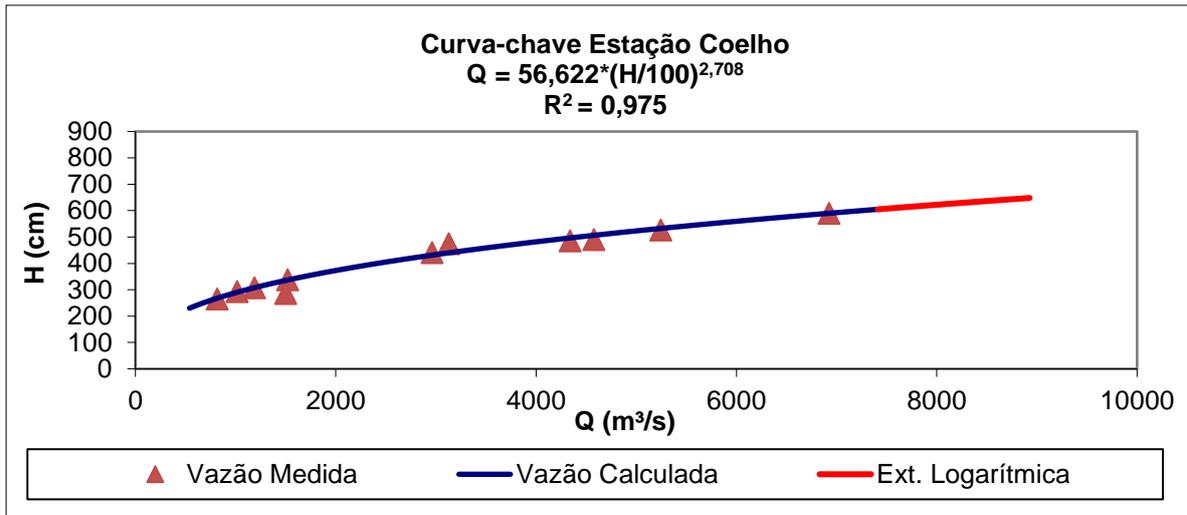


Figura 16. Curva-chave de vazão da estação hidrométrica Coelho.

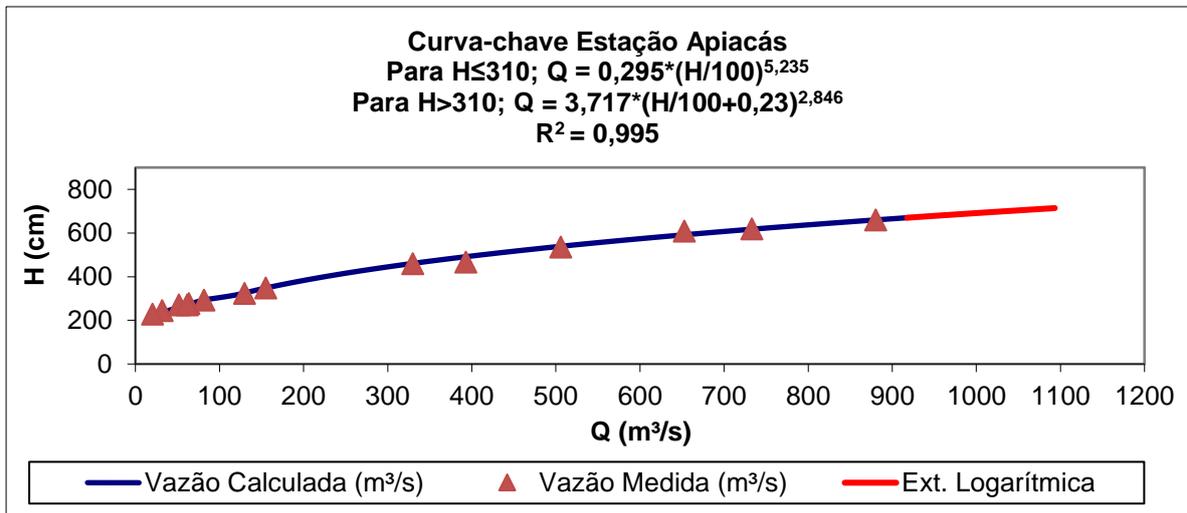


Figura 17. Curva-chave de vazão da estação hidrométrica Apiacás.

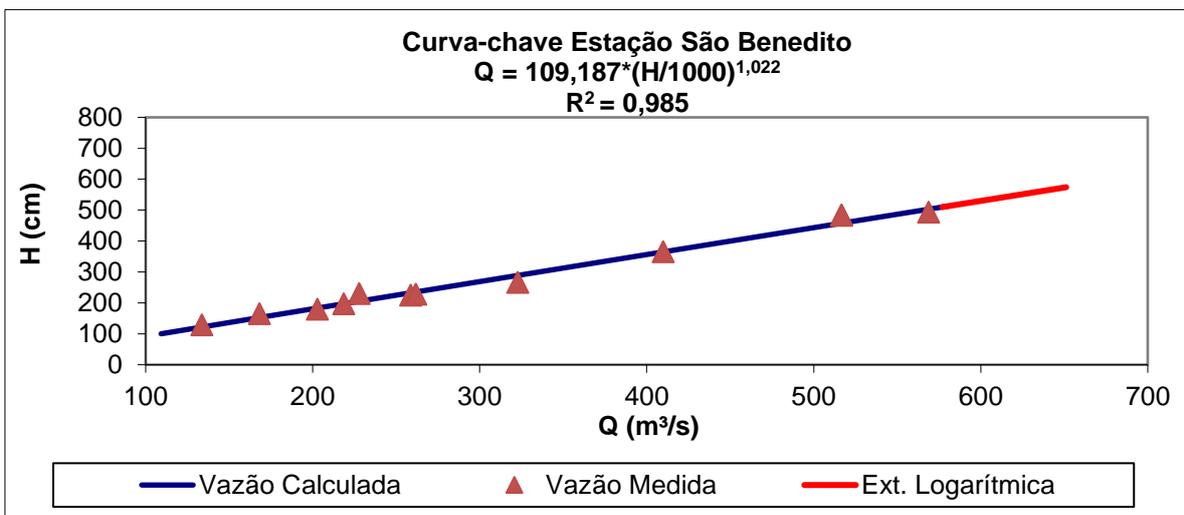


Figura 18. Curva-chave de vazão da estação hidrométrica São Benedito.

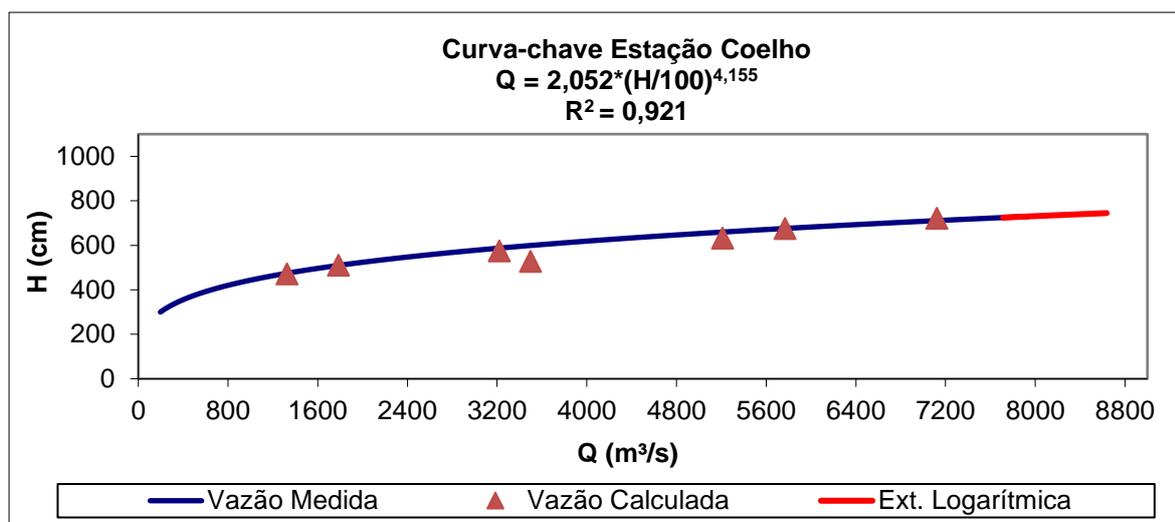


Figura 19. Curva-chave de vazão da estação hidrométrica Santa Rosa.

6.4. Atualização das Curvas-chave de Sedimento

A seguir são apresentadas as curvas-chave de sedimento atualizadas para as estações hidrométricas indígenas (Figuras 20 a 23). As curvas-chave preliminares traçadas para as estações apresentaram de uma forma geral um bom ajuste, sendo que o índice de determinação mínimo obtido foi de 0,845 na estação São Benedito e máximo de 0,9207 na estação Santa Rosa. Ressalta-se que para uma curva-chave de sedimento, valores de R^2 acima 0,7 são considerados satisfatórios pela literatura (VESTENA, 2009).

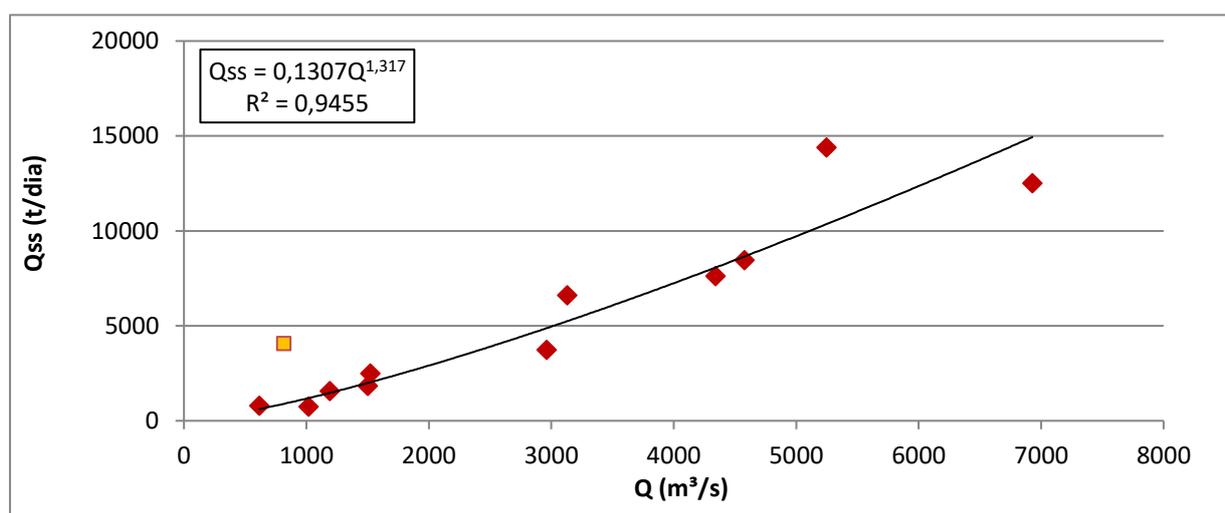


Figura 20. Curva-chave de sedimento da estação hidrométrica Coelho. (Q) vazão, (Qss) descarga sólida em suspensão. A descarga sólida referente a campanha de campo de novembro de 2015 (representada em cor amarelo no gráfico) não foi considerada no ajuste final da curva de sedimento, devido ao alto desvio em relação as demais campanhas, que pode ser explicado pela alta concentração de sedimento, de 57,7 ppm, valor acima do que normalmente é observado na estação Coelho.

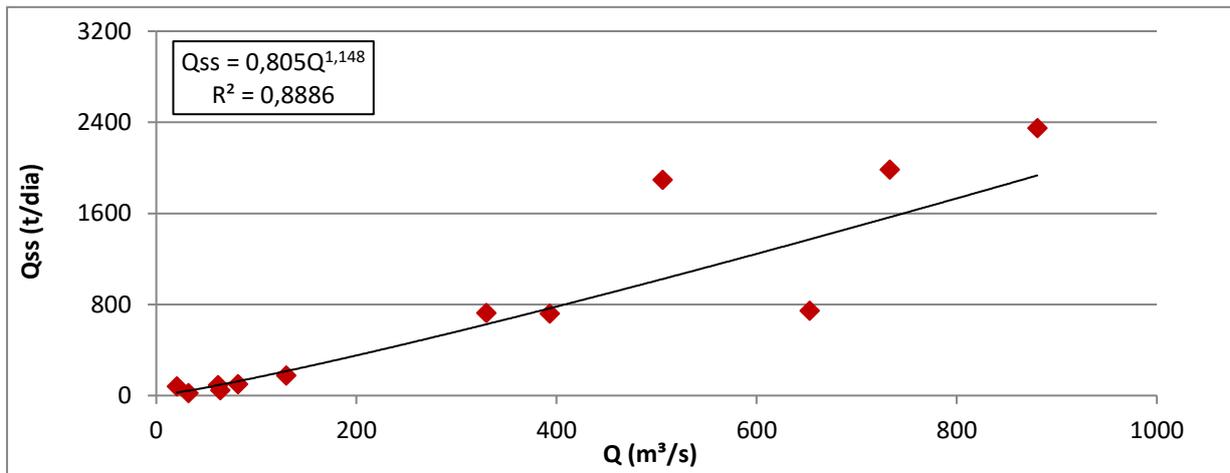


Figura 21. Curva-chave de sedimento da estação hidrométrica Apiacás. (Q) vazão, (Qss) descarga sólida em suspensão.

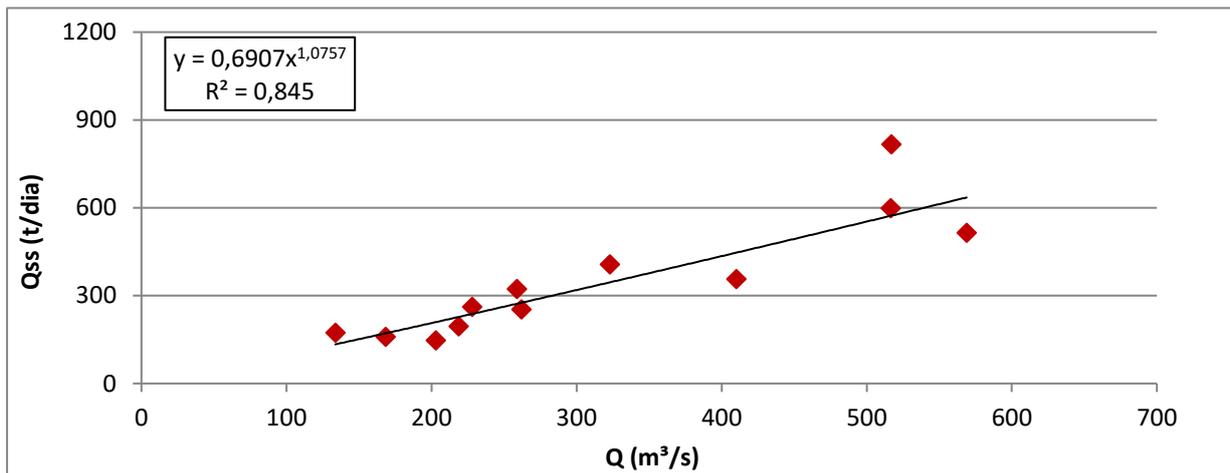


Figura 22. Curva-chave de sedimento da estação hidrométrica São Benedito. (Q) vazão, (Qss) descarga sólida em suspensão.

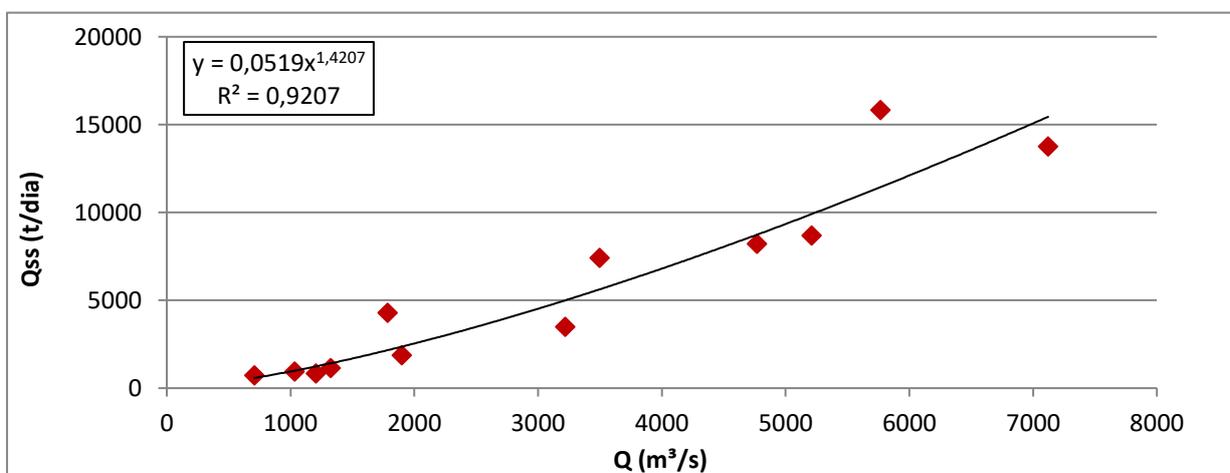


Figura 23. Curva-chave de sedimento da estação hidrométrica Santa Rosa. (Q) vazão, (Qss) descarga sólida em suspensão.

6.5. Monitoramento das Praias Indígenas

Durante o período de julho a dezembro de 2016 foram feitas as vistorias nas praias indígenas, onde foram instaladas réguas graduadas que permitem monitorar as variações topográficas e a intensidade de processos de sedimentação e erosão.

A **Figura 24** apresenta os locais das praias de monitoramento durante a campanha de campo realizada no início de setembro de 2016. Conforme apresentado no relatório anterior, durante a campanha de campo de fevereiro de 2016, foi observado que o Consórcio CONSTRAN, empresa responsável pela construção da futura Usina Hidrelétrica de São Manoel, construiu um porto na praia 1 (21 L 493559/8984807), o que inviabilizou a continuação do monitoramento do local a partir de estacas e coletas de amostras. Devido a construção do porto na praia P1 (21 L 493559/8984807), no mês de julho de 2016, após uma nova vistoria das praias da região, um novo local foi selecionado para o monitoramento das variações topográficas e processos de sedimentação e/ou erosão, localizado nas coordenadas 21 L 493860/8988054 (**Figura 24a/b**).

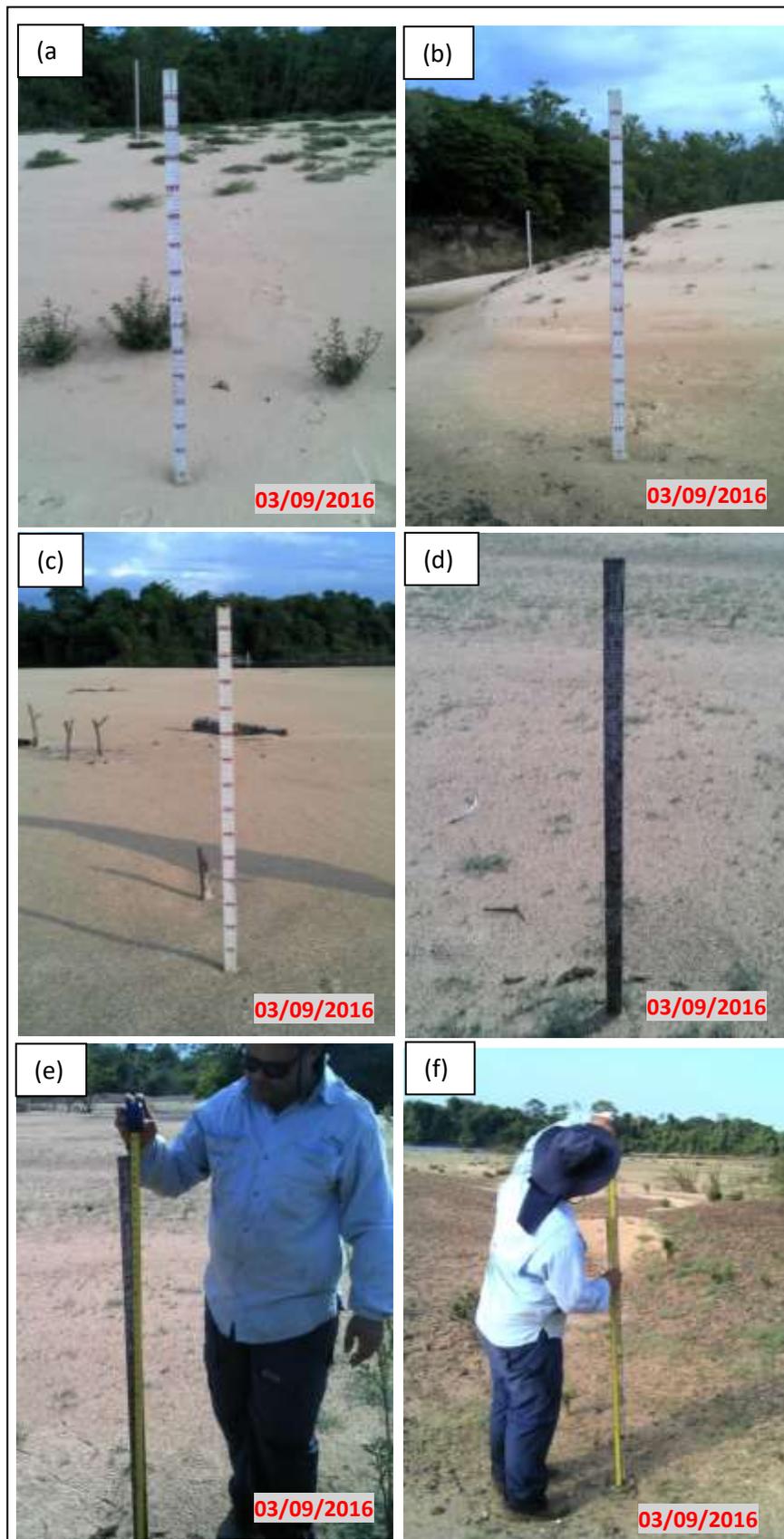


Figura 24. Vistorias das praias indígenas durante campanha de campo realizada no início de setembro de 2016. (a) e (b) praia P1 (21 L 493860 8988054); (c) e (d) praia P2 (21 L 493851 8990172); e (e) e (f) praia P3 (21 L 490734 8999713).

O mapa da **Figura 25** apresenta então a localização das três praias atuais de monitoramento.

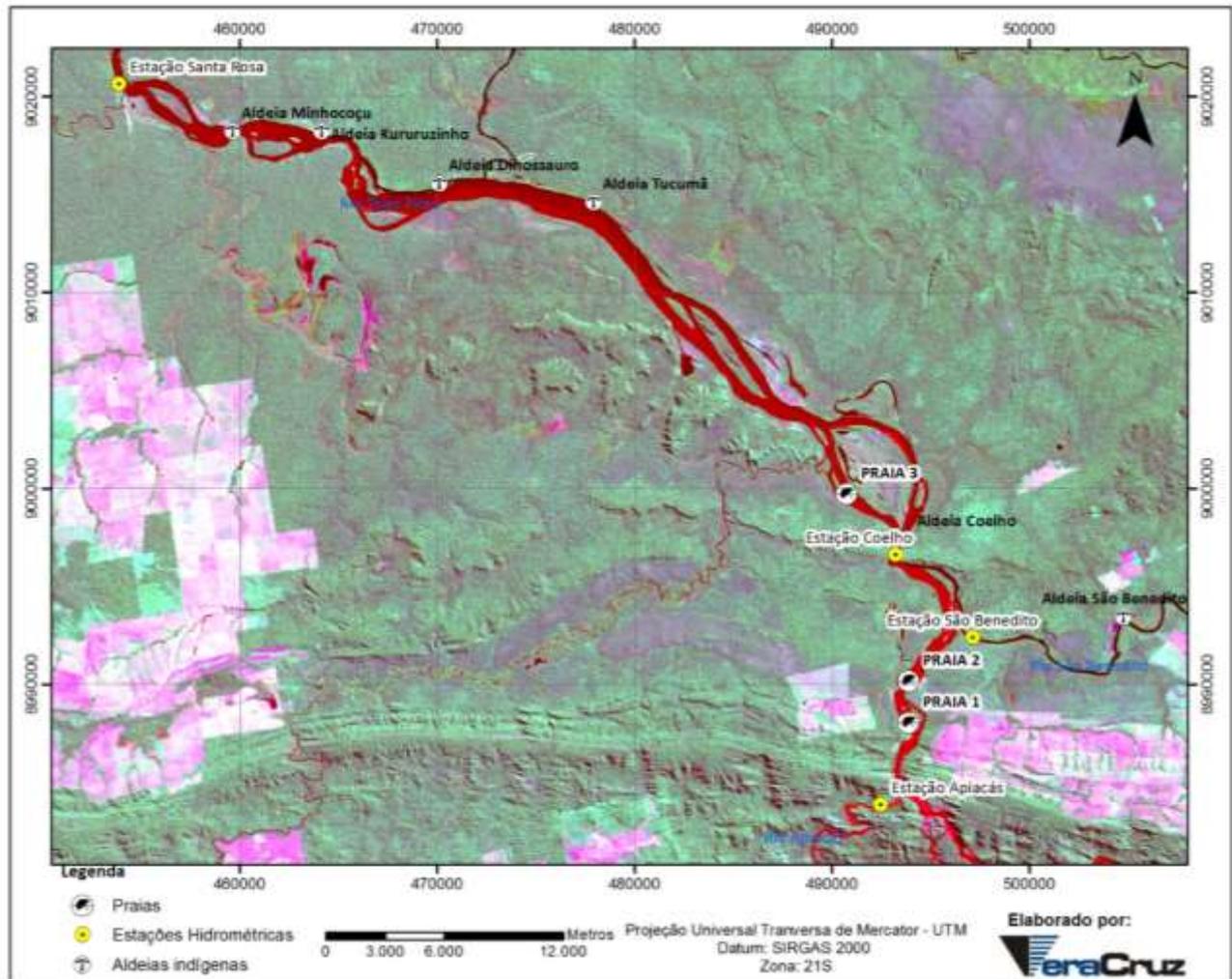


Figura 25. Localização das três praias atuais que compõem o Monitoramento Hidrossedimentológico Indígena.

As **Figuras 26 a 28** apresentam os croquis das praias P1, P2 e P3, com informação da variação do processo de sedimentação e/ou erosão. Na praia P2, seis das nove réguas instaladas não foram encontradas durante o campo de maio de 2016, sendo assim, novas estacas foram instaladas durante o mês de julho de 2016 (lances 3, 4, 5, 6, 8 e 9 da **Figura 27**). Ressalta-se que o local é próximo de movimentação de embarcações e balsas de garimpo, que em conjunto com a dinâmica fluvial do rio, podem ter contribuído na retirada das réguas.

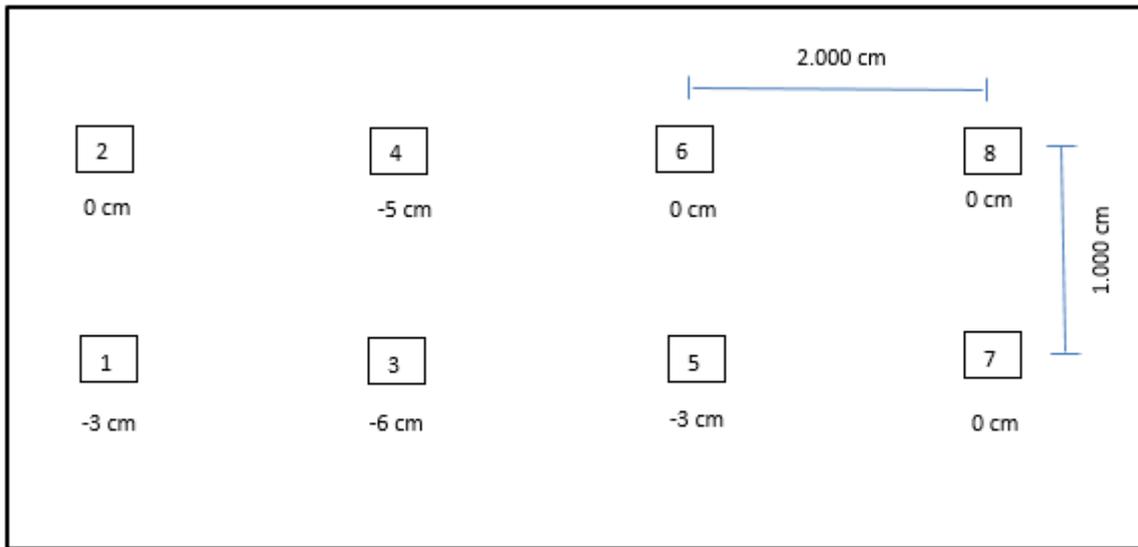


Figura 26. Croqui da praia indígena P1 (21 L 493860 8988054), considerando o período de monitoramento de julho de 2016 a setembro de 2016.

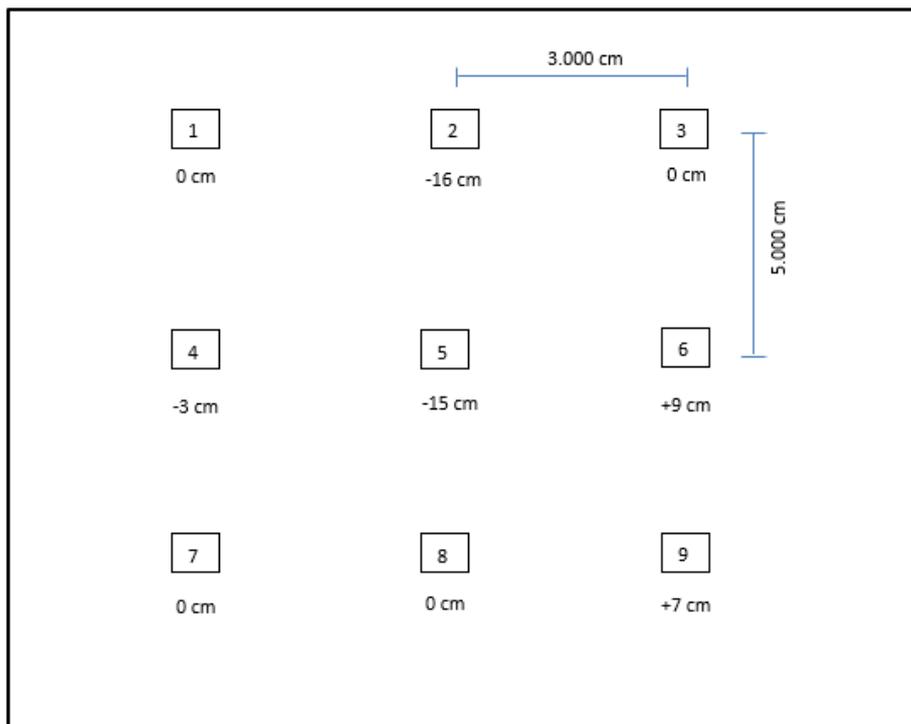


Figura 27. Croqui da praia indígena P2 (21 L 493851 8990172). As réguas 1, 2 e 7 representam o monitoramento realizado de agosto de 2014 a setembro de 2016, e as réguas 3, 4, 5, 6, 8 e 9 representam o monitoramento realizado de maio de 2016 (reposição das réguas) a setembro de 2016.

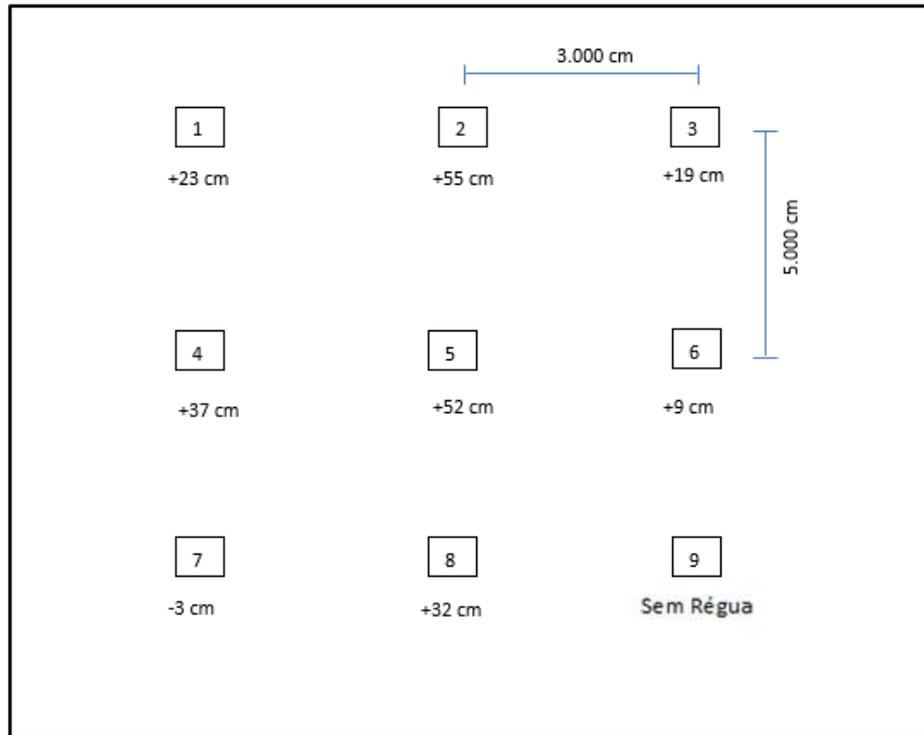


Figura 28. Croqui da praia indígena P3 (21 L 490734 8999713), considerando o período de monitoramento de agosto de 2014 a setembro de 2016.

A fim de analisar a composição granulométrica dos materiais componentes das praias em estudo, foram realizadas também coletas de superfície, sendo que os resultados das amostras coletadas durante a campanha do início de setembro de 2016 são apresentados na **Tabela 4**.

Tabela 4. Distribuição granulométrica dos materiais componentes das praias indígenas referentes ao mês de setembro de 2016.

	Praia 1 (21 L 493860 8988054)	Praia 2 (21 L 493851 8990172)	Praia 3 (21 L 490734 8999713)
D10 (mm)	0,191	0,214	0,317
D30 (mm)	0,293	0,312	0,477
D35 (mm)	0,312	0,331	0,518
D50 (mm)	0,369	0,388	0,649
D60 (mm)	0,406	0,426	0,736
D65 (mm)	0,425	0,445	0,780
D75 (mm)	0,463	0,483	0,867
D90 (mm)	0,670	0,839	1,034
Cascalho (%)	0,00	0,00	0,00
Areia Grossa (%)	0,06	4,97	9,80
Areia Média (%)	81,43	81,47	88,53
Areia Fina (%)	18,45	12,71	1,50
Silte + Argila (%)	0,06	0,86	0,17

Considerando o monitoramento das praias mais antigas P2 e P3, monitoradas desde agosto de 2014, até o momento, verificou-se que há a formação de bancos de areia, de acordo com a dinâmica fluvial natural do rio Teles Pires. Quanto à análise granulométrica dos materiais constituintes, predomina a deposição de areia média nas praias de monitoramento, sendo que este comportamento não foi alterado após o início de operação da UHE Teles Pires.

7. PROGRAMAÇÃO PARA O PERÍODO SEGUINTE

Para o próximo semestre é prevista a continuidade das atividades de campo, medição de descargas líquidas/ sólidas, manutenção das estações, coleta dos dados de precipitação e nível, análises laboratoriais, monitoramento dos bancos de areias e apresentação dos resultados por meio de relatórios parciais e semestrais.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente relatório foram descritas as principais atividades realizadas durante o período de julho a dezembro de 2016, que consistiram: (i) no monitoramento das estações hidrométricas; (ii) medições de vazão e coletas de sedimentos em suspensão e de leito; (iii) determinação das granulometrias dos materiais de leito e de suspensão, (iv) concentrações dos sedimentos em suspensão (v) cálculo das descargas sólidas em suspensão e totais e (vi) vistorias das praias indígenas.

Foram apresentadas as curvas-chaves de vazão elaboradas para as estações hidrométricas indígenas da UHE Teles Pires, visando à transformação de uma série histórica de nível em uma série de vazão. Além disso, também foram apresentadas as curvas de sedimentos em suspensão das estações em análise. Os dados de precipitação, nível e vazão registrados pelas estações hidrométricas são apresentados nos **ANEXO 3 e 4**.

Para a estação hidrométrica Coelho, que foi danificada conforme observado durante campanha de campo de setembro de 2016, será realizada uma nova vistoria da área de entorno no mês de fevereiro de 2017, para escolha de um novo local para instalação da seção de régua e instalação do sensor de nível.

As descargas líquidas e descargas sólidas variaram de acordo com as características do regime hidrológico da região, com o período de enchente ocorrendo entre outubro a dezembro, cheia de janeiro a março, vazante entre abril e junho e seca de julho a setembro, não ocorrendo alterações após o início de operação da UHE Teles Pires.

Com relação a concentração de sedimento em suspensão, nota-se um aumento no rio Apiacás, a partir dos dados observados pela estação de monitoramento que encontra-se instalada a aproximadamente 1,3 km da confluência com o rio Teles Pires. Em contrapartida, os rios Teles Pires e São Benedito continuaram a apresentar baixas concentrações de sedimentos.

É importante manter então as observações quanto ao transporte de sedimentos no rio Apicás, alinhado aos aspectos erosivos, uma vez que o aumento de carreamento de sedimentos para o corpo d'água influencia diretamente a deposição sedimentar nas drenagens adjacentes às terras indígenas.

As atividades do monitoramento hidrossedimentológico atendem as condicionantes propostas na licença de Operação (LO N° 1272/2014, IBAMA) emitida pelo IBAMA para a UHE Teles Pires.

REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Medição de descarga líquida em grandes rios:** manual técnico. Brasília: ANA; SGH, 2009.
- CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N.P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W. **Guia de práticas sedimentométricas.** Brasília: ANEEL. 2000. 154p.
- CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.
- CESP. Laboratório Cesp de Engenharia Civil. **Ensaio Sedimentométrico** – Companhia Energética de São Paulo, Ilha Solteira, São Paulo, 2009.
- CHEVALIER, P. Aquisição e processamento de dados, in. TUCCI C.E.M., **Hidrologia ciência e aplicação**, 3º. ed. Revisada, ABRH-Edusp, Porto Alegre, 2004, p.485- 525.
- COLBY, B. R.; HEMBRE, C. H. **Computation of Total Sediment Discharge**, Niobrara River near Cody, Nebraska. U. S. Geol. Survey. Water Supply. Paper 1357, 1955.
- COLBY, B.R. **Relationship of unmeasured sediment discharge to mean velocity.** Transactions, Amer. Geophys. Union. v. 38, n. 5, oct, p.708-719, 1957.
- LINSLEY, R., K. J., KOHLER, M.A., PAULHUS, J.L.K. (1988). **Hydrology for engineers.** Editora McGraw-Hill; Singapura, 492 p.
- MENDES, A. B. Einstein.xls, **Modelo matemático para cálculo da descarga sólida total pelo método modificado de Einstein.** Monografia de final de Curso de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- PAIVA, J.B.D. **Métodos de Cálculo do Transporte de Sedimentos em Rios**, In: Paiva, J.B.D. *et al.* Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas, Porto Alegre, ABRH, 313-364, 2001.
- SANTOS, I.; FILL, H.D.; SUGAI, M.R.V.B.; BUBA, H.; KISHI, R.T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria aplicada.** Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, LACTEC, 2001.
- VESTENA, L.R. **Análise da dinâmica hidrossedimentológica em uma bacia hidrográfica no sul do Brasil.** Sociedade & Natureza, v.21, n.3, p.413-24, 2009.