



Programa de Monitoramento do Lençol Freático do AHE Jirau

Relatório Final de Implantação

112661-RCR-RL-0001-00

Preparado Por	Preparado Para
<p>ICF Consultoria do Brasil Ltda. Av. das Américas, nº 700, Bloco 6, sala 251 Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ CEP 22640-100 Tel (21) 2117-2550 Fax (21) 2132-7354 www.icfi.com.br</p>	 <p>Rua Joaquim Nabuco, 3200 - Sala 102 São João Bosco - Porto Velho, RO CEP 76804-066 Tel (69) 3218-2000 www.energiasustentaveldobrasil.com.br</p>
Abril de 2012	Revisão 00

ÍNDICE

1 - Introdução	1/22
2 - Atendimento aos Objetivos do Programa.....	1/22
3 - Atendimento às Metas do Programa	2/22
4 - Resultados	4/22
4.1 - Resultados do Período (Dez/11 - Fev/12).....	4/22
4.1.1 - Monitoramento da Profundidade do Lençol Freático.....	4/22
4.1.2 - Modelo Preliminar de Dinâmica do Lençol Freático	7/22
4.1.3 - Elaboração de Modelo Teórico de Dinâmica do Lençol Freático	9/22
4.1.4 - Avaliação de passivo ambiental.....	10/22
4.2 - Resultados Consolidados	11/22
4.2.1 - Monitoramento da Profundidade do Lençol Freático.....	11/22
4.2.2 - Modelo Preliminar de Dinâmica do Lençol Freático	13/22
4.2.3 - Monitoramento da Qualidade da Água.....	13/22
4.2.4 - Avaliação de passivo ambiental.....	14/22
5 - Indicadores.....	15/22
6 - Interfaces	16/22
7 - Atendimento ao Cronograma do Programa	16/22
8 - Atividades Futuras	19/22
9 - Conclusões	19/22
10 - Responsável Técnico.....	20/22
11 - Equipe Técnica.....	21/22
12 - Bibliografia	21/22

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3-1 - Atendimento às Metas do Programa de Monitoramento do Lençol Freático (fevereiro de 2012)	3/22
Quadro 4-1 - Profundidade do nível d'água dos poços de monitoramento.....	4/22
Quadro 4-2 - Carga hidráulica dos poços de monitoramento.....	5/22
Quadro 4-3 - Cota do nível dos pontos de apoio (rio Madeira) e cargas hidráulicas dos poços de monitoramento.	7/22
Quadro 4-4 - Profundidade do nível d'água dos poços de monitoramento.....	12/22

ÍNDICE DE APÊNDICES

Apêndice 1 – Gráficos de Profundidade do Freático e Carga Hidráulica dos Poços de Monitoramento

Apêndice 2 – Mapas

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório final tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas, as metodologias empregadas e os resultados obtidos no âmbito do Programa de Monitoramento do Lençol Freático, previsto no item 4.3 do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Jirau, no período compreendido entre os meses de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, para subsidiar a solicitação de emissão da Licença de Operação (LO) do empreendimento ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Estão descritos os procedimentos relativos à implantação deste Programa, comprovando o atendimento ao previsto no PBA, abrangendo as atividades realizadas pela empresa ICF Consultoria do Brasil Ltda., contratada pela ESBR para dar continuidade à execução do Programa, abrangendo, dentre outras atividades, as medições da profundidade do nível do lençol freático e o monitoramento da qualidade da água subterrânea.

Na formação de um reservatório, a elevação e o rebaixamento do nível das águas nesse corpo promovem uma nova pressão hidrostática, que atua sobre o sistema hidrogeológico próximo à bacia de inundação, desencadeando tanto reajustes passageiros, em curto prazo, como mudanças permanentes, em longo prazo. De modo geral, porém, o resultado predominante é a elevação do nível do lençol freático.

Dessa forma, o Programa de Monitoramento do Lençol Freático pretende caracterizar a influência do enchimento do reservatório do AHE Jirau na dinâmica de fluxo dos aquíferos da região, por meio do monitoramento das variações do nível freático. Além disso, o presente Programa prevê o monitoramento periódico da qualidade das águas subterrâneas.

2 - ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROGRAMA

Este relatório tem como intuito apresentar atualizações do status de atendimento aos objetivos apresentados no Programa de Monitoramento do Lençol Freático do PBA, de acordo com a fase atual do empreendimento (pré-enchimento). Estão apresentados os resultados das atividades desenvolvidas, tais como campanhas trimestrais, considerando-se o status como em atendimento adequado dos objetivos propostos.

O objetivo anteriormente citado está sendo adequadamente alcançado por meio da realização de medições periódicas (trimestrais) da profundidade do nível do lençol freático e de coletas de amostras para análise de parâmetros da qualidade da água do sistema aquífero livre. Essas coletas possibilitaram o conhecimento da dinâmica e da qualidade do sistema aquífero local, antes da formação do futuro reservatório do AHE Jirau.

No **item 4 - Resultados** estão apresentados os resultados das atividades desenvolvidas até o mês de fevereiro de 2012, dentre as quais se encontram 05 (cinco) campanhas trimestrais de medições do nível d'água do lençol freático (fevereiro/2011, maio/2011, agosto/2011, novembro/2011 e fevereiro/2012) e 02 (duas) campanhas semestrais de coleta de amostras para as análises dos parâmetros da qualidade das águas subterrâneas (maio e novembro de 2011) na região de Mutum Paraná, em conformidade com o cronograma proposto e atendendo aos objetivos do PBA.

Com os resultados obtidos a partir dos dados levantados durante o período monitorado (fev/2011 - fev/2012) englobando todo o ciclo de hidrológico (cheia/vazante/seca/enchente/cheia), foi possível determinar não só a dinâmica do freático na fase de pré-enchimento, como a sua interface com o rio Madeira, seu nível de base regional.

3 - ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROGRAMA

As metas definidas no Programa apresentado no PBA e o status de atendimento às mesmas, até o mês de fevereiro de 2012, estão apresentados no **Quadro 3-1** a seguir.

Quadro 3-1 - Atendimento às Metas do Programa de Monitoramento do Lençol Freático (fevereiro de 2012).

Meta	Status	Justificativa
Efetuar o monitoramento da profundidade do nível do lençol freático durante um ano antes do enchimento, acompanhar a fase de enchimento - prevista para um período de um mês - e após o enchimento do reservatório, por um período de 04 (quatro) anos, abrangendo as áreas mais sensíveis à elevação do nível do lençol freático;	Em atendimento	As medições da profundidade do nível do lençol freático no período pré-enchimento foram iniciadas em fevereiro de 2011, com periodicidade trimestral, de acordo com o previsto no PBA. A 2ª campanha foi realizada em maio de 2011, a 3ª campanha realizada em agosto de 2011, a 4ª em novembro de 2011 e a 5ª campanha em fevereiro de 2012, completando 01 (um) ano de monitoramento antes do enchimento do futuro reservatório. Durante a 2ª Campanha (maio/2011) foram instalados em todos os piezômetros, medidores automáticos (<i>loggers</i>), programados para coletar dados de profundidade a cada 30 minutos, permitindo desta forma um monitoramento contínuo da profundidade do freático,
Efetuar o monitoramento da qualidade da água subterrânea, com enfoque no lençol freático da região de Mutum Paraná, conforme parâmetros da Resolução CONAMA nº 396/2008 (CONAMA, 2008), em poços selecionados em função do uso atual (cemitério, térmica, serrarias, entre outros);	Em atendimento	As coletas de amostras para avaliação laboratorial dos parâmetros de qualidade da água subterrânea, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, em 03 (três) poços instalados na localidade de Mutum Paraná, foram iniciadas em maio de 2011, com periodicidade semestral. A 2ª campanha foi realizada no mês de novembro de 2011, completando o monitoramento de 01 (um) ano antes do enchimento do futuro reservatório. Este monitoramento terá continuidade na fase pós-enchimento, sendo indicada em função dos resultados obtidos na fase de pré-enchimento, uma periodicidade anual. Visando um melhor atendimento a esta meta, foi executada uma investigação e avaliação detalhada de passivo ambiental, em complemento à investigação preliminar dos passivos ambientais em alvos localizados na região afetada pelo futuro reservatório do AHE Jirau, no âmbito do "Plano de Ação para Casos de Contaminação de Fontes de Abastecimento de Água Subterrânea em Propriedades Lindeiras à Área de Proteção Permanente". Esta avaliação teve como objetivo identificar e quantificar potenciais fontes de contaminação do lençol freático, é uma interface com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)..
Propor ações corretivas para as situações anômalas detectadas no monitoramento efetuado, quando pertinente.	Não aplicável para a fase pré-enchimento	Tais ações só poderão ser avaliadas após o enchimento do futuro reservatório do AHE Jirau, com continuidade do monitoramento previsto, caso sejam identificadas situações anômalas.

Desta forma, analisando-se as metas propostas no PBA e as atividades realizadas até fevereiro de 2012, pode-se afirmar que aquelas previstas para a fase atual de instalação do AHE Jirau (pré-enchimento) foram alcançadas.

4 - RESULTADOS

A seguir estão descritas as principais atividades desenvolvidas e os resultados obtidos entre o período de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012, e os resultados consolidados do período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, no âmbito do Programa de Monitoramento do Lençol Freático.

4.1 - RESULTADOS DO PERÍODO (DEZ/11 - FEV/12)

4.1.1 - Monitoramento da Profundidade do Lençol Freático

Para a caracterização hidrodinâmica do aquífero local foram feitas medições de nível d'água nos poços de monitoramento para posterior cálculo das cargas hidráulicas. Foi realizada 01 (uma) campanha em fevereiro de 2012 para medição de nível d'água com a leitura dos medidores automáticos (*loggers*).

Esta campanha, além contemplar a coleta de dados dos *loggers* para o período de enchente/cheia do rio Madeira, contemplou também a coleta de dados para todo o período abrangido pelo monitoramento continuado implantado a partir de 01 de junho de 2011. O **Quadro 4-1** e o **Quadro 4-2** apresentam, respectivamente, as medidas de nível d'água e as variações da carga hidráulica entre as 02 (duas) últimas campanhas de monitoramento realizadas.

Quadro 4-1 - Profundidade do nível d'água dos poços de monitoramento.

Poço	Cota (m)	Profundidade do Nível d'Água (m)		Variação da Profundidade	
		4ª Campanha Nov/11	5ª Campanha Fev/12	(m)	%
PZ-01	103,590	12,120	9,912	-2,208	-18%
PZ-02	98,077	5,900	1,927	-3,973	-67%
PZ-03	100,069	4,920	1,727	-3,193	-65%
PZ-04	99,518	5,780	2,494	-3,286	-57%
PZ-05	98,216	2,040	0,993	-1,047	-51%
PZ-06	102,333	2,370	1,246	-1,124	-47%
PZ-07	97,795	3,840	2,222	-1,618	-42%
PZ-08	97,963	3,430	0,314	-3,116	-91%
PZ-09	94,363	6,900	2,811	-4,089	-59%
PZ-10	93,003	7,900	1,918	-5,982	-76%
PZ-11	94,313	2,970	1,628	-1,342	-45%
PZ-12	97,709	4,080	1,948	-2,132	-52%

Poço	Cota (m)	Profundidade do Nível d'Água (m)		Variação da Profundidade	
		4ª Campanha Nov/11	5ª Campanha Fev/12	(m)	%
PZ-13	93,098	7,180	2,110	-5,07	-71%
PZ-14	90,470	4,610	0,964	-3,646	-79%
PZ-15	90,842	5,340	3,066	-2,274	-43%
PZ-16	90,151	6,850	5,705	-1,145	-17%
PZ-17	92,783	5,800	2,239	-3,561	-61%
PZ-18	97,957	5,750	1,160	-4,59	-80%
PZ-19	90,573	3,350	2,930	-0,42	-13%
PZ-20	92,867	4,450	1,046	-3,404	-76%
PZ-21	93,710	5,330	1,938	-3,392	-64%
PZ-22	92,042	6,680	1,863	-4,817	-72%
PZ-23	93,387	4,930	3,126	-1,804	-37%
PZ-24	102,401	1,700	0,848	-0,852	-50%
PZ-25	113,286	6,280	2,404	-3,876	-62%
PZ-26	89,265	4,850	1,824	-3,026	-62%
PZ-27	103,696	10,800	9,938	-0,862	-8%
PZ-28	97,867	7,200	5,693	-1,507	-21%
PZ-29	94,140	6,370	2,150	-4,22	-66%
PZ-30	93,165	4,820	0,702	-4,118	-85%
PZ-31	92,698	5,300	(*)	(*)	(*)
PZ-32	101,007	5,150	2,249	-2,901	-56%
PZ-33	98,924	3,300	1,482	-1,818	-55%
PZ-34	109,761	10,160	6,799	-3,361	-33%
PZ-35	104,925	15,240	13,929	-1,311	-9%
PZ-36	102,512	5,490	2,858	-2,632	-48%
PZ-37	104,447	6,550	3,898	-2,652	-40%
PZ-38	92,854	3,850	1,795	-2,055	-53%
PZ-39	103,857	5,270	0,481	-4,789	-91%
PZ-40	94,356	4,040	2,863	-1,177	-29%
PZ-41	96,816	3,520	2,113	-1,407	-40%
PZ-42	91,839	7,000	4,323	-2,677	-38%
PZ-43	113,590	6,670	2,358	-4,312	-65%
PZ-44	98,426	11,370	8,798	-2,572	-23%
PZ-45	100,020	14,230	11,849	-2,381	-17%

Quadro 4-2 - Carga hidráulica dos poços de monitoramento.

Poço	Cota (m)	Carga hidráulica (m)		Variação da carga hidráulica	
		4ª Campanha Nov/11	5ª Campanha Fev/12	(m)	%
PZ-01	103,590	91,47	93,678	2,208	2,41%
PZ-02	98,077	97,69	96,150	-1,54	-1,58%
PZ-03	100,069	98,67	98,342	-0,328	-0,33%
PZ-04	99,518	97,81	97,024	-0,786	-0,80%
PZ-05	98,216	101,55	97,223	-4,327	-4,26%

Poço	Cota (m)	Carga hidráulica (m)		Variação da carga hidráulica	
		4ª Campanha Nov/11	5ª Campanha Fev/12	(m)	%
PZ-06	102,333	101,22	101,087	-0,133	-0,13%
PZ-07	97,795	99,75	95,573	-4,177	-4,19%
PZ-08	97,963	100,16	97,649	-2,511	-2,51%
PZ-09	94,363	96,69	91,552	-5,138	-5,31%
PZ-10	93,003	95,69	91,085	-4,605	-4,81%
PZ-11	94,313	100,62	92,685	-7,935	-7,89%
PZ-12	97,709	99,51	95,761	-3,749	-3,77%
PZ-13	93,098	96,41	90,988	-5,422	-5,62%
PZ-14	90,470	98,98	89,506	-9,474	-9,57%
PZ-15	90,842	98,25	87,776	-10,474	-10,66%
PZ-16	90,151	96,74	84,446	-12,294	-12,71%
PZ-17	92,783	97,79	90,544	-7,246	-7,41%
PZ-18	97,957	97,84	96,797	-1,043	-1,07%
PZ-19	90,573	100,24	87,644	-12,596	-12,57%
PZ-20	92,867	99,14	91,821	-7,319	-7,38%
PZ-21	93,710	98,26	91,772	-6,488	-6,60%
PZ-22	92,042	96,91	90,179	-6,731	-6,95%
PZ-23	93,387	98,66	90,261	-8,399	-8,51%
PZ-24	102,401	101,89	101,553	-0,337	-0,33%
PZ-25	113,286	97,31	110,882	13,572	13,95%
PZ-26	89,265	98,74	87,441	-11,299	-11,44%
PZ-27	103,696	92,79	93,758	0,968	1,04%
PZ-28	97,867	96,39	92,174	-4,216	-4,37%
PZ-29	94,140	97,22	91,990	-5,23	-5,38%
PZ-30	93,165	98,77	92,463	-6,307	-6,39%
PZ-31	92,698	98,29	(*)	(*)	(*)
PZ-32	101,007	98,44	98,758	0,318	0,32%
PZ-33	98,924	100,29	97,442	-2,848	-2,84%
PZ-34	109,761	93,43	102,962	9,532	10,20%
PZ-35	104,925	88,35	90,996	2,646	2,99%
PZ-36	102,512	98,10	99,654	1,554	1,58%
PZ-37	104,447	97,04	100,549	3,509	3,62%
PZ-38	92,854	99,74	91,059	-8,681	-8,70%
PZ-39	103,857	98,32	103,376	5,056	5,14%
PZ-40	94,356	99,55	91,493	-8,057	-8,09%
PZ-41	96,816	100,07	94,703	-5,367	-5,36%
PZ-42	91,839	96,59	87,516	-9,074	-9,39%
PZ-43	113,590	96,92	111,232	14,312	14,77%
PZ-44	98,426	92,22	89,628	-2,592	-2,81%
PZ-45	100,020	89,36	88,171	-1,189	-1,33%

(*) O Piezômetro PZ=31, teve sua estrutura danificada e o equipamento de medição furtado no período entre a 4ª e 5ª Campanha de monitoramento. O Piezômetro terá sua estrutura restaurada e o equipamento de medição será substituído, de modo a não comprometer a continuidade do monitoramento.

Os gráficos com as variações de profundidade e carga hidráulica estão no Apêndice 1.

4.1.2 - Modelo Preliminar de Dinâmica do Lençol Freático

Foi elaborado um novo modelo da dinâmica do freático para o período de Cheia (março). Essa nova modelagem foi realizada para corrigir eventuais desvios nos resultados em razão da 1ª Campanha ter se estendido por um período superior à 60 dias, pois foi realizada concomitantemente com a instalação de novos poços realocação de poços não operacionais. Para o afinamento deste modelo foram utilizados pontos de apoio com as cotas das leituras de régua do rio Madeira conforme indicado no **Quadro 4-3**. O mapa potenciométrico para o período de cheia (fevereiro) encontra-se no Apêndice 2.

Quadro 4-3 - Cota do nível dos pontos de apoio (rio Madeira) e cargas hidráulicas dos poços de monitoramento.

Local	Coordenadas		Cota	Local	Coordenadas		Cota
	E	N	Fev/2012		E	N	Fev/2012
PA-1	319007,25	8977945,68	74,430	PA-74	254433,40	8945012,64	89,803
PA-2	320578,33	8975946,68	74,948	PA-75	252646,69	8944768,30	89,947
PA-3	317335,08	8975744,35	75,466	PA-76	251797,30	8946250,43	90,092
PA-4	318372,25	8973500,68	75,984	PA-77	250021,92	8946352,17	90,237
PA-5	317494,53	8973204,24	76,502	PA-78	249023,27	8948008,12	90,382
PA-6	316314,57	8973708,78	77,020	PA-79	247435,92	8947841,28	90,527
PA-7	314854,08	8973973,45	77,538	PA-80	246066,20	8946550,65	90,671
PA-8	314527,10	8972465,08	78,056	PA-81	244502,06	8945753,05	90,816
PA-9	313675,83	8971710,77	78,574	PA-82	244060,68	8945238,02	90,961
PA-10	313012,18	8971091,26	79,092	PA-83	243354,21	8944457,01	91,106
PA-11	312409,07	8970178,15	79,610	PA-84	241781,87	8944135,16	91,250
PA-12	311360,23	8969427,33	80,128	PA-85	241862,81	8942588,16	91,395
PA-13	310518,65	8968819,98	80,970	PA-86	241293,99	8941798,06	91,540
PA-14	310122,20	8968432,42	81,115	PA-87	240631,91	8940994,77	91,685
PA-15	309172,62	8968136,26	81,260	PA-88	240371,30	8939677,04	91,830
PA-16	309296,71	8967128,97	81,404	PA-89	240180,91	8938209,05	91,974
PA-17	310286,60	8965904,67	81,549	PA-90	239446,34	8937364,00	92,119
PA-18	308885,78	8965666,12	81,694	PA-91	237828,41	8937499,38	92,264
PA-19	308150,61	8965014,57	81,839	PA-92	236737,00	8936771,33	92,409
PA-20	307412,39	8964343,81	81,984	PA-93	235782,56	8935457,80	92,554
PA-21	306518,73	8962791,61	82,128	PA-94	234781,25	8934917,40	92,698
PA-22	305168,97	8962865,65	82,273	PA-95	233847,74	8934231,33	92,843
PA-23	303814,30	8963881,65	82,418	PA-96	232842,34	8933487,63	92,988
PA-24	302174,18	8964575,25	82,563	PA-97	231451,06	8932838,20	93,133
PA-25	300557,45	8963678,95	82,708	PA-98	231084,35	8931425,70	93,278
PA-26	299711,79	8963621,06	82,852	PA-99	232344,67	8930678,29	93,422

Local	Coordenadas		Cota	Local	Coordenadas		Cota
	E	N	Fev/2012		E	N	Fev/2012
PA-27	298818,70	8963437,74	82,997	PA-100	234777,32	8928288,77	93,567
PA-28	298062,72	8962468,88	83,142	PA-101	240654,06	8926312,11	93,712
PA-29	298282,18	8960587,93	83,287	PZ-01	231391,58	8929853,19	93,678
PA-30	298378,10	8959496,94	83,432	PZ-02	233689,56	8930874,19	96,150
PA-31	299593,74	8957849,65	83,576	PZ-03	239682,97	8927376,95	98,342
PA-32	299989,35	8956753,73	83,721	PZ-04	240943,75	8926190,29	97,024
PA-33	299927,37	8955033,77	83,866	PZ-05	260462,10	8935712,09	97,223
PA-34	300703,15	8953657,72	84,011	PZ-06	260463,06	8935377,60	101,087
PA-35	300977,96	8952176,46	84,156	PZ-07	270936,07	8927428,18	95,573
PA-36	300829,80	8950864,13	84,300	PZ-08	271022,62	8927966,55	97,649
PA-37	301251,61	8949281,48	84,445	PZ-09	269103,25	8937128,72	91,552
PA-38	300220,00	8948510,98	84,590	PZ-10	268853,73	8937030,66	91,085
PA-39	299755,13	8947314,07	84,735	PZ-11	271009,60	8932978,74	92,685
PA-40	298899,97	8946092,57	84,879	PZ-12	270976,83	8932735,33	95,761
PA-41	297898,77	8944408,08	85,024	PZ-13	285866,64	8934283,01	90,988
PA-42	296437,70	8944878,18	85,169	PZ-14	286137,79	8935044,66	89,506
PA-43	294342,20	8944878,18	85,314	PZ-15	286660,35	8935915,49	87,776
PA-44	292966,67	8943616,01	85,459	PZ-16	287172,64	8935807,01	84,446
PA-45	293159,10	8941670,24	85,603	PZ-17	279678,13	8941171,29	90,544
PA-46	291495,28	8941025,84	85,748	PZ-18	277442,85	8942052,22	96,797
PA-47	289971,27	8940496,67	85,893	PZ-19	277106,00	8942126,63	87,644
PA-48	288129,77	8940369,67	86,038	PZ-20	279381,19	8941110,43	91,821
PA-49	286222,47	8939315,57	86,183	PZ-21	279445,22	8941054,81	91,772
PA-50	285102,93	8940136,84	86,327	PZ-22	286138,34	8939090,08	90,179
PA-51	284040,05	8940638,88	86,472	PZ-23	285002,68	8939079,51	90,261
PA-52	283043,13	8941733,92	86,617	PZ-24	295530,07	8940337,39	101,553
PA-53	281546,58	8941454,24	86,762	PZ-25	295297,51	8941152,62	110,882
PA-54	280576,14	8941666,21	86,907	PZ-26	287005,49	8936020,45	87,441
PA-55	279264,27	8941390,09	87,051	PZ-27	302631,84	8949315,96	93,758
PA-56	278240,02	8940503,02	87,196	PZ-28	302965,26	8948932,48	92,174
PA-57	277025,87	8939448,44	87,341	PZ-29	282267,71	8932707,33	91,990
PA-58	275577,91	8939247,84	87,486	PZ-30	282291,82	8932564,39	92,463
PA-59	274217,17	8938770,90	87,631	PZ-31	285738,71	8934593,98	(*)
PA-60	272744,44	8938462,20	87,775	PZ-32	306361,99	8960851,08	98,758
PA-61	271304,42	8937537,45	87,920	PZ-33	306512,22	8961048,35	97,442
PA-62	270070,89	8938161,92	88,065	PZ-34	318228,67	8972257,87	102,962
PA-63	268677,56	8938041,33	88,210	PZ-35	318746,65	8972724,51	90,996
PA-64	267256,20	8938218,16	88,355	PZ-36	300661,86	8962018,90	99,654

Local	Coordenadas		Cota	Local	Coordenadas		Cota
	E	N	Fev/2012		E	N	Fev/2012
PA-65	265612,83	8938146,66	88,499	PZ-37	300300,19	8962187,39	100,549
PA-66	264698,11	8939819,89	88,644	PZ-38	305440,56	8954764,55	91,059
PA-67	263777,47	8940898,84	88,789	PZ-39	305632,51	8953143,12	103,376
PA-68	262887,49	8941810,53	88,934	PZ-40	313543,34	8957191,10	91,493
PA-69	260906,57	8942307,67	89,079	PZ-41	313563,69	8957388,20	94,703
PA-70	260359,05	8942930,84	89,223	PZ-42	314573,53	8968676,04	87,516
PA-71	258903,51	8943370,35	89,368	PZ-43	314411,83	8967768,83	111,232
PA-72	257468,63	8944380,31	89,513	PZ-44	316587,14	8975737,81	89,628
PA-73	255647,10	8943830,28	89,658	PZ-45	316414,46	8975776,13	88,171

(*) O Piezômetro PZ=31, teve sua estrutura danificada e o equipamento de medição furtado no período entre a 4ª e 5ª Campanha de monitoramento. O Piezômetro terá sua estrutura restaurada e o equipamento de medição será substituído, de modo a não comprometer a continuidade do monitoramento.

A análise do mapa potenciométrico gerado pela modelagem confirmou o resultado das modelagens anteriores indicando que o rio Madeira funciona como efluente em relação ao aquífero freático, sendo alimentado por ele durante todo o período compreendido pelas modelagens (fevereiro/2011 – fevereiro/2012), conforme pode ser visualizado no mapa potenciométrico (Apêndice 2), o qual mostra claramente a convergência das isolinhas potenciométricas em direção ao nível de base regional (rio Madeira).

4.1.3 - Elaboração de Modelo Teórico de Dinâmica do Lençol Freático

Foi elaborado um modelo teórico relacionando à superfície piezométrica prevista pela modelagem do período estiagem com o nível do rio Madeira após a formação do reservatório. A modelagem teórica foi elaborada com base nas cargas hidráulicas calculadas para o período de estiagem (junho/agosto), tendo como nível de base regional as cotas previstas no perfil de remanso para a Cheia Média Anual de 37.550 m³/s. Foi utilizada a mesma metodologia para elaboração das modelagens preliminares, sendo interpolados pontos de apoio, com cotas relativas inferidas com base nas cotas previstas no perfil de remanso.

A modelagem teórica indicou potenciais inversões no fluxo local, próximo aos Pz-09 e Pz-10 e na área compreendida pelos Pz-20 até o Pz-22 (Apêndice 2). Nestas regiões o rio Madeira poderá ficar parcialmente com regime de influência em relação ao aquífero freático (períodos de estiagem).

4.1.4 - Avaliação de passivo ambiental

A partir do entendimento dos cenários apresentados pelos 05 sites avaliados na investigação preliminar e pelos 02 (dois) sites avaliados na investigação de detalhada, fez-se necessário a adoção de medidas de mitigação de forma a eliminar potenciais fontes de contaminação do lençol freático.

A avaliação de passivos indicou ocorrência pontuais de concentrações de hidrocarbonetos acima dos valores de intervenção restrita ao entorno da área da oficina da serraria situada nas coordenadas UTM, 286.600 E / 8936.000 N. Considerando que essas concentrações estão restrita à um raio de 2,5 metros no entorno da sondagem ST-04, e a profundidade máxima de 2,8 metros, o volume de solo com concentração acima do valor de intervenção foi estimado em 45 m³. Como medida de remediação para presente cenário dois processos distintos: remediação *in situ*, utilizando processos de *Landfarming*, Biopilhas, ou a retirada do solo contaminado.

O processo de *Landfarming* contempla uma metodologia de biorremediação na qual o resíduos oleosos são espalhados e misturados à camada reativa do solo, de forma controlada, a fim de que a própria microbiota do solo atue como agente de degradação (**Figura 4-1** Figura 4-1 - Figura esquemática mostrando o sistema de *Landfarming*). O processo é realizado em grandes áreas, já que a biodegradação se dá na camada superior do solo, onde a aerobiose é garantida. Os hidrocarbonetos no solo podem sofrer volatilização e biodegradação (MPHEKGO & CLOETE, 2004).

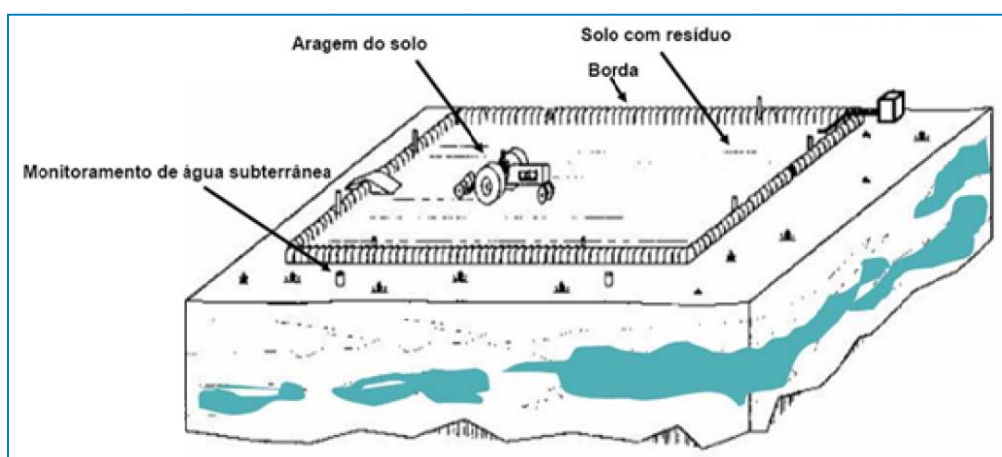


Figura 4-1 - Figura esquemática mostrando o sistema de *Landfarming*.

O processo de biopilhas é uma variante do *landfarming*, onde estão incluídos também sistemas de adição de água e nutrientes, aeração e impermeabilização da área de disposição do material contaminado com materiais sintéticos; sendo a disposição do solo contaminado, feita em forma

de pilha. O processo também consiste de redução das concentrações de hidrocarbonetos de petróleo presentes no solo através da biodegradação.

Essa técnica envolve a disposição do material contaminado em pilhas e a estimulação da atividade aeróbica microbiana através de aeração e/ou adição de nutrientes e aumento da umidade do solo. O aumento da atividade microbiana resulta na degradação do produto de petróleo adsorvido através da respiração microbiana, reduzindo as concentrações desses contaminantes (**Figura 4-2**).

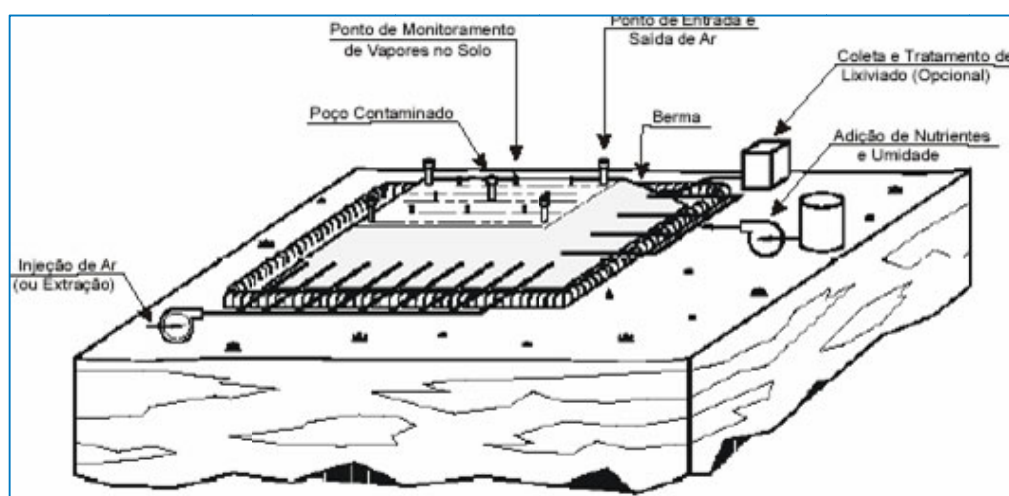


Figura 4-2 - Figura esquemática mostrando o sistema de biopilhas.

Considerando o cronograma de implantação do empreendimento que prevê o início do enchimento para agosto de 2012, e que processos de remediação in situ, seja por Landfarming ou Biopilhas, geralmente requeiram um período de pelo menos 1 ano para atingir resultados satisfatórios, optou-se pela retirada e incineração do solo por empresa especializada.

4.2 - RESULTADOS CONSOLIDADOS

4.2.1 - Monitoramento da Profundidade do Lençol Freático

No período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, foram realizadas 05 (cinco) campanhas trimestrais para medição de nível d'água com a utilização de régua e leitura dos medidores automáticos (*loggers*).

O **Quadro 4-4** apresenta as medidas de nível d'água das 05 (cinco) campanhas de monitoramento realizadas.

Quadro 4-4 - Profundidade do nível d'água dos poços de monitoramento.

Poço	Cota (m)	Profundidade do Nível d'Água (m)				
		1ª Campanha fev - mar/11	2ª Campanha mai/11	3ª Campanha ago/11	4ª Campanha nov/11	5ª Campanha fev/12
PZ-01	103,59	8,735	8,784	11,2	12,120	9,912
PZ-02	98,077	0,91	2,089	5,353	5,900	1,927
PZ-03	100,069	1	3,139	5,116	4,920	1,727
PZ-04	99,518	1,88	2,888	5,66	5,780	2,494
PZ-05	98,216	2,17	5,62	7,1	2,040	0,993
PZ-06	102,333	1,98	4,73	6,28	2,370	1,246
PZ-07	97,795	2,97	3,231	4,303	3,840	2,222
PZ-08	97,963	0,97	2,746	4,582	3,430	0,314
PZ-09	94,363	1,93	3,306	7	6,900	2,811
PZ-10	93,003	1,66	2,962	6,85	7,900	1,918
PZ-11	94,313	1,43	2,736	3,826	2,970	1,628
PZ-12	97,709	1,41	3,226	4,797	4,080	1,948
PZ-13	93,098	1,49	3,216	6,76	7,180	2,110
PZ-14	90,47	1,16	1,668	4,536	4,610	0,964
PZ-15	90,842	2,15	4,112	5,569	5,340	3,066
PZ-16	90,151	3,27	4,701	6,767	6,850	5,705
PZ-17	92,783	2,15	4,495	6,564	5,800	2,239
PZ-18	97,957	2,85	4,708	8,62	5,750	1,160
PZ-19	90,573	1,44	2,718	5,08	3,350	2,930
PZ-20	92,867	0,72	2,051	4,06	4,450	1,046
PZ-21	93,71	2,18	3,703	6,651	5,330	1,938
PZ-22	92,042	2,34	3,257	7,399	6,680	1,863
PZ-23	93,387	2,32	3,95	4,324	4,930	3,126
PZ-24	102,401	1,49	1,639	1,822	1,700	0,848
PZ-25	113,286	2,27	3,813	6,35	6,280	2,404
PZ-26	89,265	1,73	3,226	5,089	4,850	1,824
PZ-27	103,696	9,4	9,805	10,687	10,800	9,938
PZ-28	97,867	5,92	6,288	7,37	7,200	5,693
PZ-29	94,14	0,82	3,084	6,1	6,370	2,150
PZ-30	93,165	1,49	1,613	4,164	4,820	0,702
PZ-31	92,698	2,076	2,168	5,09	5,300	(*)
PZ-32	101,007	2,1	4,51	6,69	5,150	2,249
PZ-33	98,924	1,17	3,83	7,97	3,300	1,482
PZ-34	109,761	6,84	6,048	8,558	10,160	6,799
PZ-35	104,925	2,92	10,05	13,392	15,240	13,929
PZ-36	102,512	2,84	4,94	6,93	5,490	2,858
PZ-37	104,447	3,98	5,765	8,46	6,550	3,898
PZ-38	92,854	2,51	2,875	4,17	3,850	1,795
PZ-39	103,857	0,72	5,168	7,65	5,270	0,481
PZ-40	94,356	2,46	3,62	4,287	4,040	2,863
PZ-41	96,816	2,048	2,76	4,405	3,520	2,113
PZ-42	91,839	4,58	5,47	6,98	7,000	4,323
PZ-43	113,59	1,68	4,59	7,42	6,670	2,358
PZ-44	98,426	8,6	7,352	10,85	11,370	8,798
PZ-45	100,02	10,42	11,31	13,02	14,230	11,849

(*) O Piezômetro PZ=31, teve sua estrutura danificada e o equipamento de medição furtado no período entre a 4ª e 5ª Campanha de monitoramento. O Piezômetro terá sua estrutura restaurada e o equipamento de medição será substituído, de modo a não comprometer a continuidade do monitoramento.

4.2.2 - Modelo Preliminar de Dinâmica do Lençol Freático

Foram elaboradas modelagens relacionadas à superfície piezométrica com o nível do rio Madeira. O modelo foi preparado comparando os valores das cotas calculadas a partir das medições de régua ao longo do rio Madeira e das cargas hidráulicas dos 45 poços de monitoramento, calculadas a partir dos dados coletados nas 05 (cinco) campanhas de monitoramento.

A 1ª e a 5ª campanhas, ocorridas respectivamente em fevereiro/março de 2011 e fevereiro de 2012, foram realizadas no final do período de cheias, de altos níveis de pluviosidade. A 2ª e 3ª campanhas de maio e agosto de 2011, respectivamente, monitoraram o início e o final da fase de estiagem. O campo realizado em novembro de 2011 acompanhou o início do período das chuvas.

Os resultados obtidos durante a campanha de monitoramento permitiram estabelecer a dinâmica do freático e sua interface com o rio Madeira, seu nível de base regional. A análise integrada dos mapas potenciométricos obtidos com as 5 modelagens elaboradas com os dados de profundidade do freático, no período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, permitiu determinar que o rio Madeira funciona como efluente para o aquífero freático, sendo alimentado por ele durante todo o ciclo hidrológico contemplando os períodos de cheia, vazante, estiagem e enchente.

4.2.3 - Monitoramento da Qualidade da Água

Foram realizadas 02 (duas) campanhas para coleta de amostras de água subterrânea para monitoramento da qualidade água. A primeira campanha, realizada em maio de 2011, foi efetuada nos poços de monitoramento PZ-15, PZ-16 e PZ-26, localizados na área urbana do distrito de Mutum Paraná, conforme previsto no PBA.

A segunda campanha de monitoramento foi realizada em novembro de 2011. Em função da forte estiagem ocorrida entre maio e setembro deste ano, um dos poços (PZ-16) de monitoramento da qualidade da água encontrava-se seco, sendo a coleta feita em um poço tubular (PZ - Grupo Gerador) situado a jusante do mesmo.

As coletas de amostras nas 02 (duas) campanhas e respectivas análises físico-químicas, incluindo branco de campo e de equipamento, foram realizadas por uma equipe técnica do Laboratório Bioagri Ambiental Ltda., sendo todo o trabalho de campo supervisionado por um profissional da equipe técnica da ICF Consultoria do Brasil Ltda.

As análises das amostras da primeira campanha de monitoramento da qualidade da água realizada em maio de 2011 mostraram que a água subterrânea coletada apresentava concentração acima do permitido, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/08, para alumínio, chumbo, ferro e manganês nos 03 (três) poços (PZ-15, PZ-16 e PZ-26) e coliformes termotolerantes apenas no PZ-15.

O resultado das análises referentes à amostragem da 2ª campanha de monitoramento indicou concentrações acima do permitido para os parâmetros alumínio, chumbo e manganês no PZ-15. O PZ-26 apresentou concentrações acima do permitido para os parâmetros alumínio, bário, chumbo, ferro, manganês e níquel. As amostras coletadas no poço do Grupo Gerador apresentaram concentrações acima do permitido apenas para o parâmetro manganês.

Foi realizado pela equipe do Grupo Química Analítica Ambiental (Instituto de Química – UNESP) uma avaliação hidroquímica e geoquímica com o objetivo de determinar possíveis causas para a concentração de metais acima dos parâmetros da Resolução CONAMA nº 396/08. Este estudo indicou, para a região, que as concentrações de metais, particularmente o chumbo, estão associadas ao material finamente particulado, sendo oriundo de ocorrência natural no solo em função de sua composição mineralógica (concentração basal).

Os resultados das análises das 02 (duas) campanhas de monitoramento da qualidade da água indicaram praticamente os mesmos parâmetros com concentrações acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/08 (alumínio, chumbo, ferro, manganês, bário e coliformes termotolerantes)

O estudo realizado pela equipe do Instituto de Química da UNESP indicou como causas naturais decorrentes das características geoquímicas do solo, a ocorrência de concentrações de metais acima dos valores dos parâmetros da Resolução CONAMA nº 396/08.

4.2.4 - Avaliação de passivo ambiental

Foram realizadas 02 (duas) campanhas para investigação de passivos ambientais em solo em áreas de uso comercial e industrial localizadas no distrito de Mutum Paraná, no município de Porto Velho, estado de Rondônia.

Na primeira campanha realizada em abril de 2011, foi realizada uma investigação preliminar de passivos ambientais. Esta avaliação teve como objetivo a identificação de pontos passíveis de contaminação do solo dentro da área do futuro reservatório do AHE Jirau, os quais podem representar fontes de contaminação do lençol freático ou do futuro reservatório.

Foram investigados nesta etapa 4 sites: 3 serrarias e um posto de combustível desativados. Os resultados das análises químicas no solo indicaram concentrações de TPH acima dos valores de intervenção em um dos sites identificado como Site 1: Serraria desativada, situado nas coordenadas UTM, 286.600 E / 8936.000 N.

Na segunda campanha em novembro de 2012 foi realizada uma investigação detalhada de passivos ambientais com o objetivo de avaliar e quantificar o volume de solo com concentrações de hidrocarbonetos acima dos valores de intervenção. Nesta Campanha foi realizada uma varredura de Compostos Orgânicos Voláteis - VOC na Serraria Desativada – denominada de Site 1 de coordenadas UTM, 286.600 E / 8936.000 N e no Grupo Gerador de Eletricidade com coordenadas UTM 287.225 E / 8935.900 N. Esta campanha de varredura de VOC foi seguida de sondagens e coleta de solo para análises químicas para os seguintes parâmetros: TPH e Óleos e Graxas(Serraria Desativada) e TPH, PCB, BTEX e PAH (Grupo Gerador de Eletricidade).

A análise dos resultados da avaliação preliminar e da avaliação detalhada de passivos ambiental, especialmente em comparação aos valores de intervenção estabelecidos pela CETESB em 2007, indicaram que das 5 áreas investigadas apenas a serraria desativada denominada de site 1 (coordenadas UTM, 286.600 E / 8936.000 N) apresentou concentrações de hidrocarbonetos acima dos valores de intervenção.

Os resultados das análises indicam ocorrências pontuais de concentrações de TPH no solo com origem no derrame acidental e/ou manuseio inadequado, restrito à área da oficina de manutenção e área de produção. Considerando que essas concentrações estão restrita à um raio de 2,5 metros no entorno da sondagem ST-04, e a profundidade máxima de 2,8 metros, o volume de solo com concentração acima do valor de intervenção foi estimado entre 45 m³ e 50 m³.

5 - INDICADORES

Em relação aos indicadores propostos no PBA, foram atendidos aqueles que correspondem à fase pré-enchimento do AHE Jirau, conforme apresentado ao longo deste relatório. Ressalta-se que foram medidos o nível d'água subterrânea em 05 (cinco) campanhas trimestrais, ocorridas nos meses de fevereiro/11, maio/11, agosto/11, novembro/11 e fevereiro/12. Serão realizadas ainda na fase de pré-enchimento, conforme indicado no cronograma, mais 02 (duas) campanhas de monitoramento de profundidade do freático, completando mais de 01 (um) ano de monitoramento antes do enchimento do futuro reservatório do AHE Jirau.

Outro indicador proposto no PBA foi a realização de campanhas semestrais de coleta de água para monitoramento dos parâmetros de qualidade da água subterrânea, na região de Mutum Paraná. Foram realizadas duas campanhas de coleta e análises químicas de água subterrânea,

com periodicidade semestral, na região de Mutum Paraná. As amostragens foram realizadas em maio/2011 nos poços de monitoramento Pz-15, Pz-16 e Pz-26 e em novembro/2011 nos poços Pz-15 e Pz-26, sendo o terceiro ponto de amostragem o poço tubular existente no terreno Grupo Gerador, em razão de o poço Pz-16 não estar operacional devido a forte estiagem.

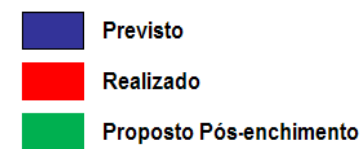
6 - INTERFACES

Este Programa de Monitoramento de Lençol Freático possui interface com o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Destaca-se que foi executada a identificação preliminar e avaliação detalhada dos passivos ambientais em alvos localizados na região afetada pelo futuro reservatório do AHE Jirau, no âmbito do "Plano de Ação para Casos de Contaminação de Fontes de Abastecimento de Água Subterrânea em Propriedades Lindeiras à Área de Proteção Permanente", conforme resultados apresentados nos relatórios semestrais anteriores.

7 - ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA DO PROGRAMA

O cronograma do Programa de Monitoramento do Lençol Freático foi ajustado, em função dos atos de vandalismos ocorridos no Canteiro de Obras no mês de março de 2011 e informados ao IBAMA, no dia 21/06/2011, por meio da correspondência VP/TS 1201-2011. Destaca-se que para a fase de pré-enchimento, o cronograma do Programa está sendo integralmente cumprido.

CRONOGRAMA DE OBRAS (PRINCIPAIS MARCOS)	ANO 1												ANO 2												ANO 3														
	jun/09	jul/09	ago/09	set/09	out/09	nov/09	dez/09	jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	jun/11	jul/11	ago/11	set/11	out/11	nov/11	dez/11	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12			
Obtenção da LI	█																																						
Mobilização da mão de obra	█																																						
Desvio do Rio - Primeira Fase									█																														
Desvio do Rio - Segunda Fase																													█										
Enchimento do Reservatório																																							
Operação Comercial - Unidade 01																																							
Operação Comercial - Unidade 50																																							
CRONOGRAMA DO PROGRAMA PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO																																							
PLANEJAMENTO																																							
Estudo de Material existente																																							
Instalação dos MNAs e PMS																																							
Relatórios																																							
MONITORAMENTO																																							
Monitoramento do nível do lençol freático																																							
Campanha de campo para leitura de dados do nível freático																																							
Monitoramento da qualidade da água subterrânea																																							
Relatórios																																							



8 - ATIVIDADES FUTURAS

Está prevista para a fase de pré-enchimento a realização de mais 01 (uma) campanha de monitoramento de profundidade do freático.

De acordo com os objetivos e metas previstas no PBA, para a fase de operação do empreendimento, estão previstas campanhas semestrais de monitoramento da profundidade do lençol freático nos 03 (três) anos seguintes ao enchimento.

O monitoramento da qualidade da água após o enchimento do reservatório deverá ser feito com periodicidade anual, durante o mês de maio (após o período de cheia) ao longo dos 04 (quatro) anos seguintes.

Está prevista para junho de 2012 a contratação de empresa especializada para retirada e descarte do solo contaminado identificado e mensurado na avaliação de passivos ambientais realizada em Mutum Paraná. Serão retirados e incinerados aproximadamente de 45 m³ de solo.

9 - CONCLUSÕES

Com base no exposto nos itens anteriores, fica evidenciado que este Programa de Monitoramento do Lençol Freático está sendo executado conforme os objetivos, metas e indicadores ambientais apresentados no PBA.

Os resultados obtidos nas últimas 05 (cinco) campanhas trimestrais de monitoramento do lençol freático, referentes ao período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, realizadas pela ICF Consultoria do Brasil, indicaram variação no gradiente de rebaixamento do nível freático dos poços de monitoramento como resposta à redução dos índices da precipitação pluviométrica.

A análise dos mapas potenciométricos gerados pelas modelagens elaboradas com os dados coletados nas 05 (cinco) campanhas de monitoramento, indicou que o rio Madeira funciona como efluente em relação ao aquífero freático, sendo alimentado por ele durante todo o período compreendido pelas modelagens (fevereiro/2011 - fevereiro/2012).

A análise integrada dos mapas potenciométrico das cinco campanhas de monitoramento com a modelagem teórica indicam que durante o período de estiagem poderá ocorrer localmente uma inversão na dinâmica do nível freático com o rio Madeira.

Conforme pode ser visualizado no mapa de modelagem teórica para o período de seca (Apêndice 2), nas regiões próximas aos Pz-09 e Pz-10 e na área compreendida pelos Pz-20 até o Pz-22, o rio Madeira poderá ficar parcialmente em regime de influência com o aquífero freático alimentando localmente este aquífero.

Além dessas alterações locais na interação aquífero freático/rio Madeira, regionalmente a elevação do nível de base regional com formação do reservatório acarretará também uma mudança na dinâmica entre as estações chuva e de seca, tendo como consequências diretas, uma melhoria na qualitativa e quantitativa da água captada em poços e cacimbas.

O monitoramento da qualidade da água foi realizado em conformidade com PBA que previa 02 (duas) campanhas com periodicidade semestral na fase de pré-enchimento do reservatório, realizadas em maio e novembro de 2011. Os resultados das análises das 02 (duas) campanhas de monitoramento da qualidade da água indicaram praticamente os mesmos parâmetros com concentrações acima do estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/08 (alumínio, chumbo, ferro, manganês, bário e coliformes termotolerantes), ocorrendo maior ou menor concentração em função do período de cheia ou estiagem. A avaliação geoquímica e hidroquímica realizada pela equipe do Instituto de Química da UNESP, determinou como causas naturais, a ocorrência de concentrações de metais acima dos parâmetros da Resolução CONAMA nº 396/08.

A análise integrada dos resultados das cinco campanhas de monitoramento da profundidade do lençol freático, com os resultados das duas campanhas de monitoramento da qualidade da água e o estudo realizado pelo Instituto de química da UNESP, permitem concluir que as concentrações de metais são devido à causas naturais em função da composição mineralógica do solo da região, e que a ocorrência de maior ou menor concentração verificada nas duas campanhas de monitoramento são em função das variações do nível freático nos diferentes períodos de amostragem (final da cheia e final de estiagem).

Esses valores mostram que a qualidade da água encontra-se adequada apenas para usos compatíveis com a Classe 5, segundo o enquadramento proposto pela Resolução CONAMA nº 396/08.

10 - RESPONSÁVEL TÉCNICO

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

11 - EQUIPE TÉCNICA

Nome do Profissional	RG	Qualificação	Função no Contrato
Rachel Starling A. P. Silva	892222/D - CREA/MG	Geógrafa	Apoio de coordenação
Bruna Rustichelli T. de Castro	09391102-2 - DIC-RJ	Bióloga	Apoio logístico e operacional
Rubens Toledo	07719331-6 - DETRAN-RJ	Técnico	Editores
Erika Billo Romano	20190606-2 DETRAN RJ	Técnico	Editores
André Villaça	35.577.287-5	Biólogo	Equipe de campo

12 - BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Gutierrez, S. D. R. 2009. **Investigações sobre Posicionamentos pelo Método DGPS Usando Transmissão das Correções Diferenciais pelo NTRIP e pelo RDS**. Santa Maria (RS):

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro de Tecnologia da Geoinformação da Universidade Federal de Santa Maria.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo NAVSTAR - GPS: descrição, fundamentos e aplicações.**

1.ed. São Paulo: UNESP, 2000. 287p.

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

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

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

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

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



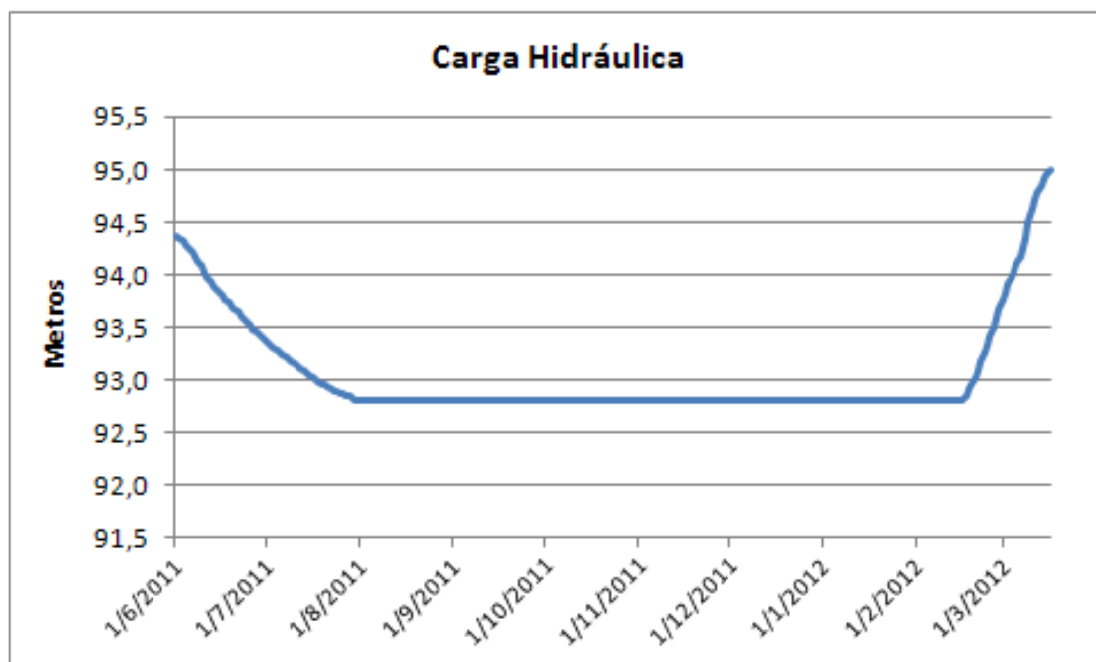
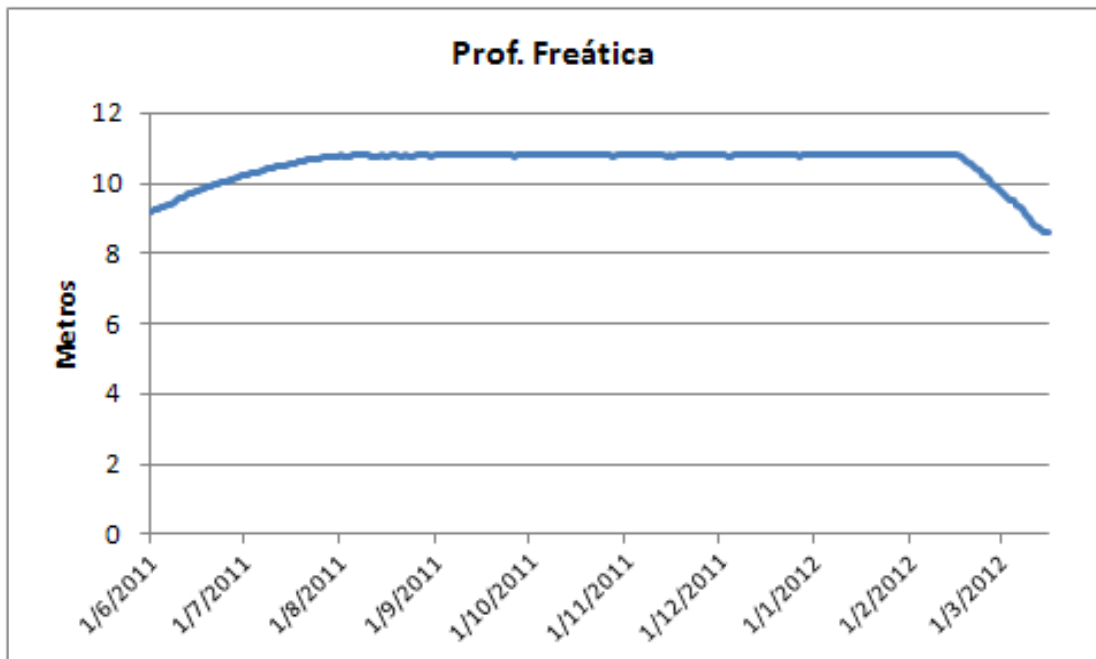
ICF Consultoria do Brasil Ltda
112661-RCR-RL-0001-00



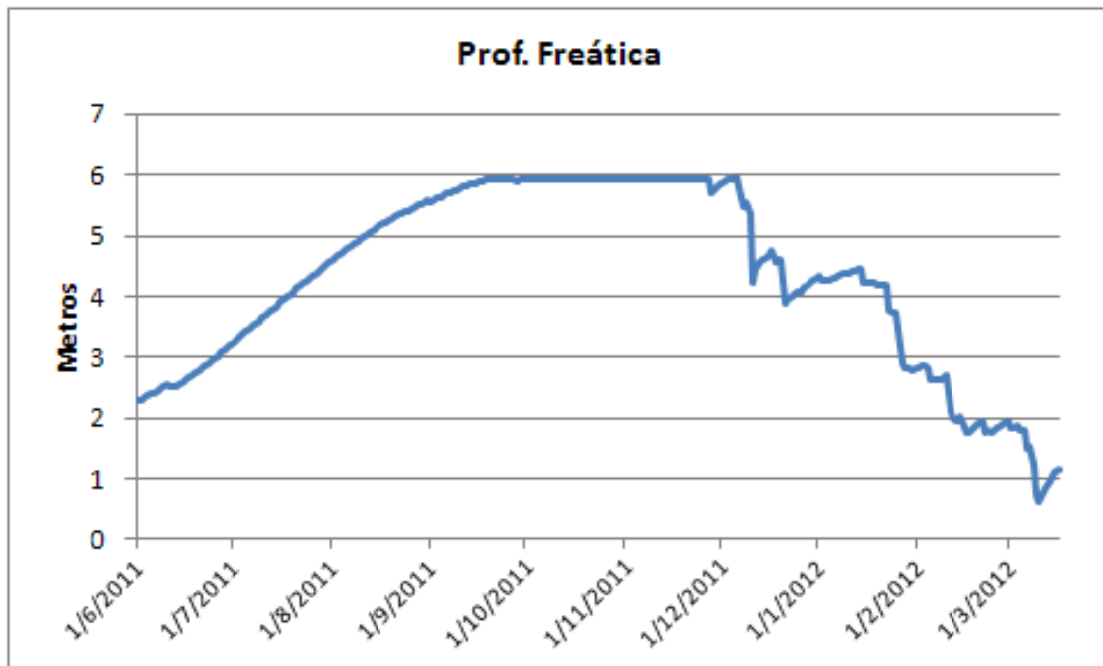
Programa de Monitoramento do Lençol Freático do AHE Jirau
Relatório Final de Implantação

Apêndices

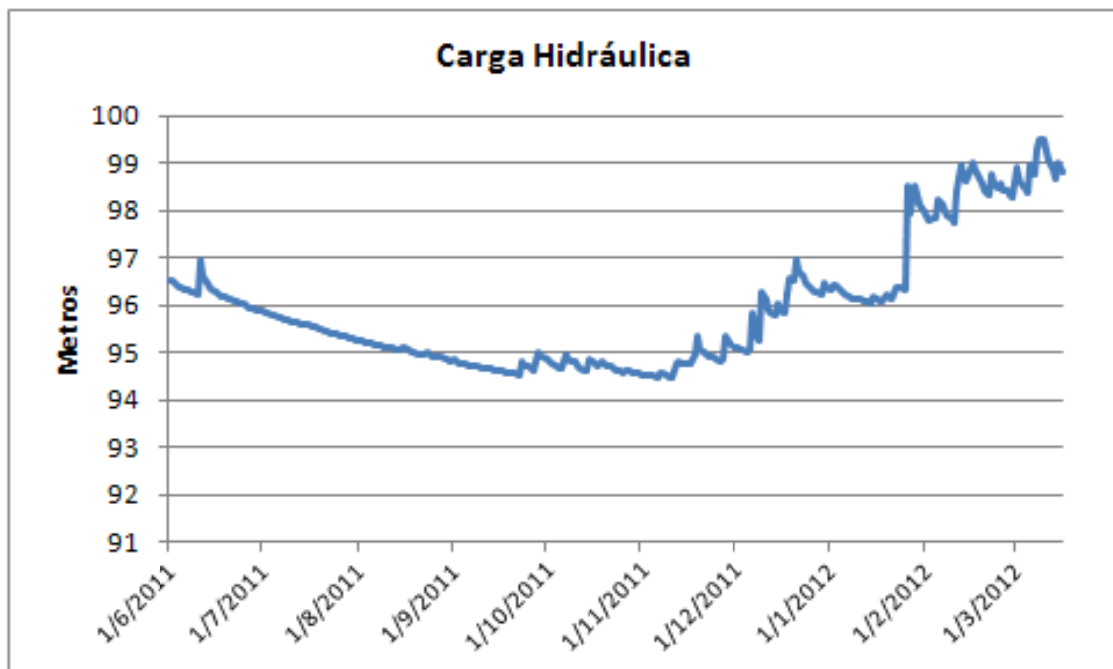
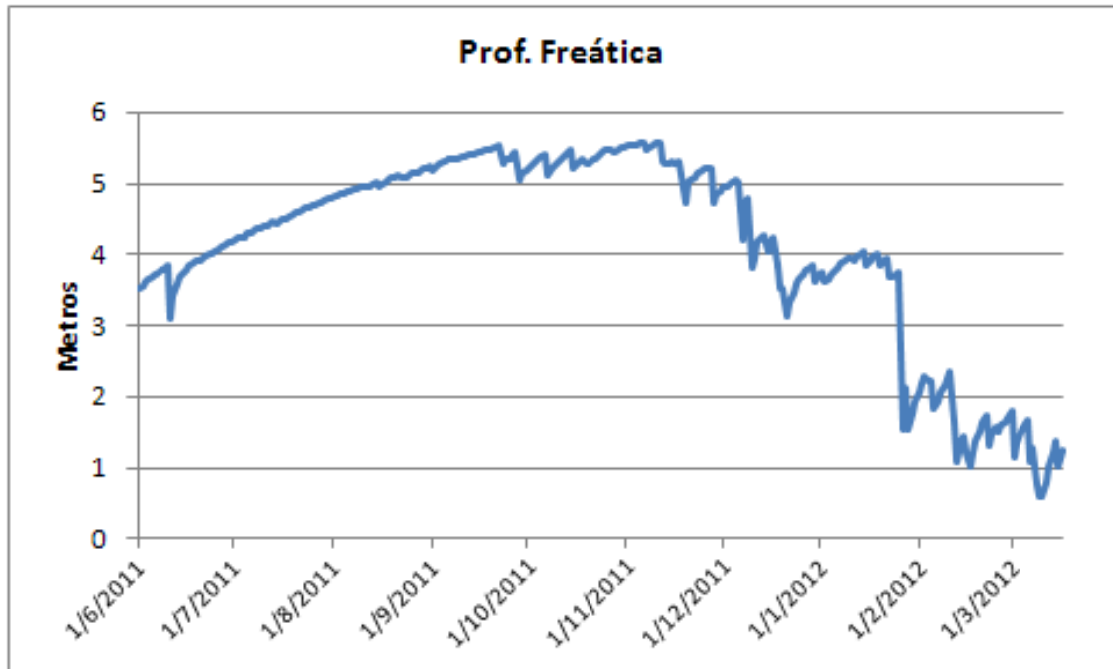
Apêndice 1 - Gráficos de Profundidade do Freático e Carga Hidráulica dos Poços de Monitoramento



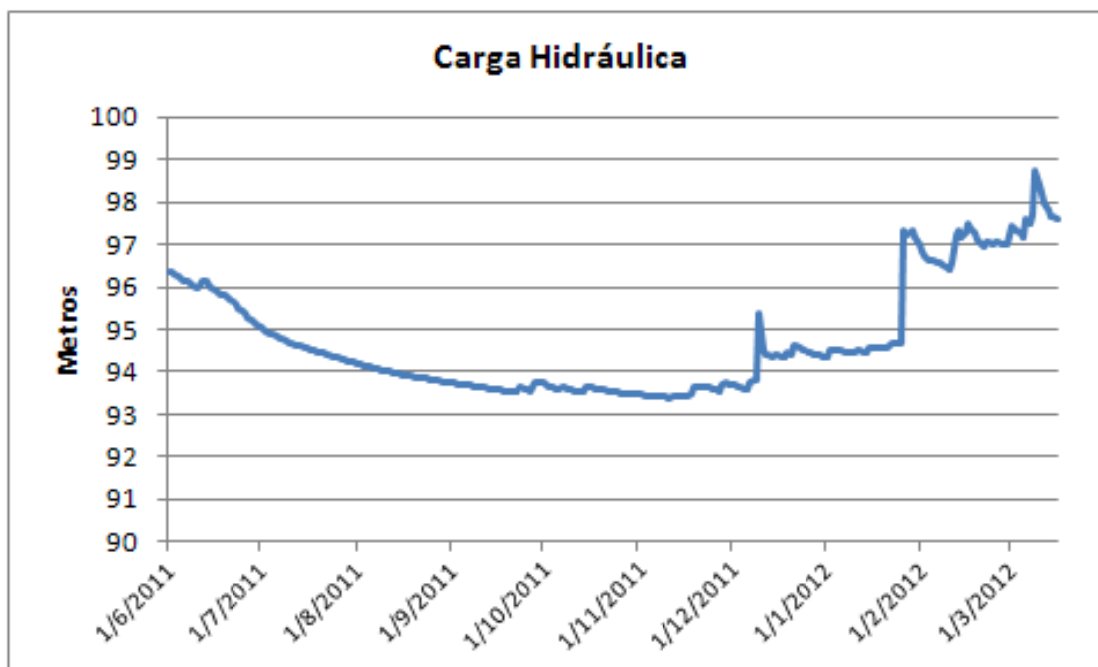
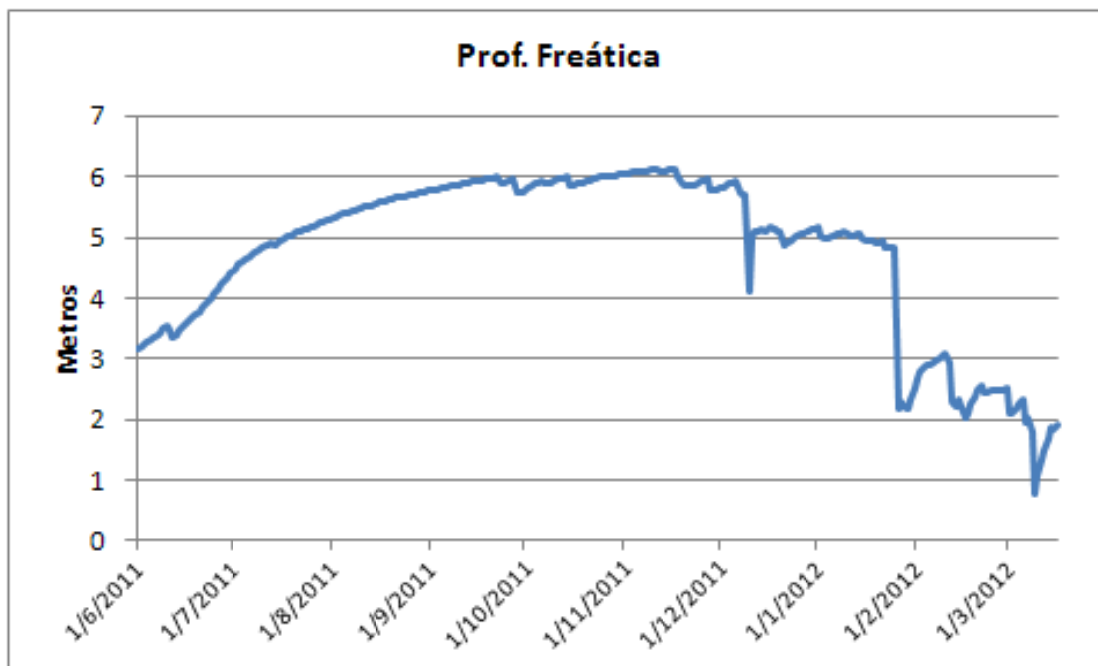
Piezômetro 01.



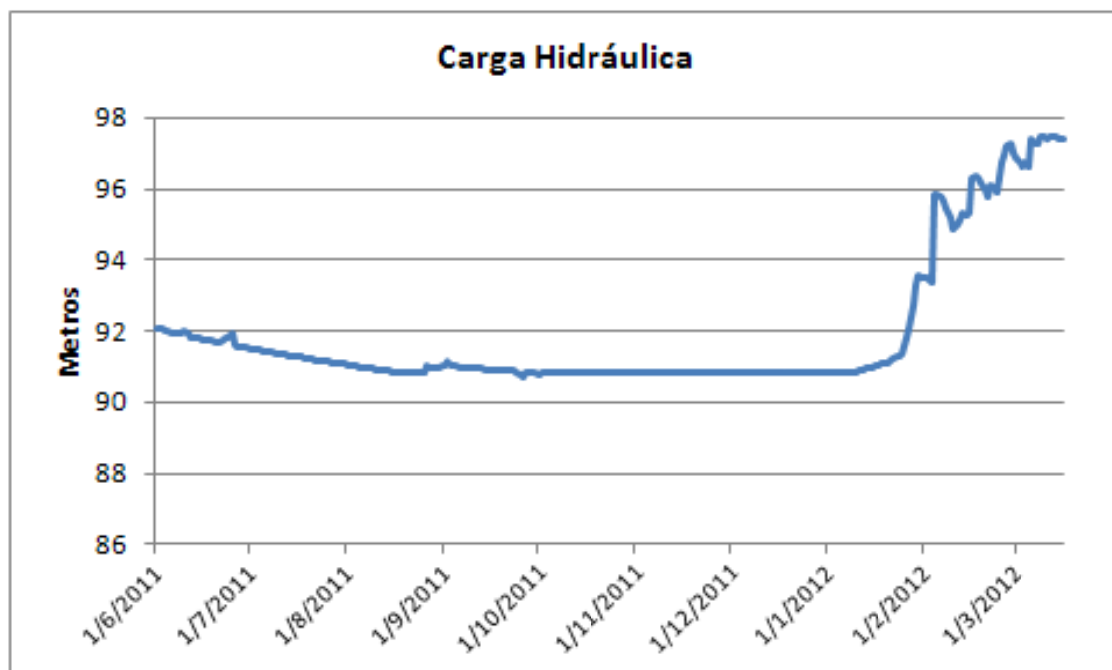
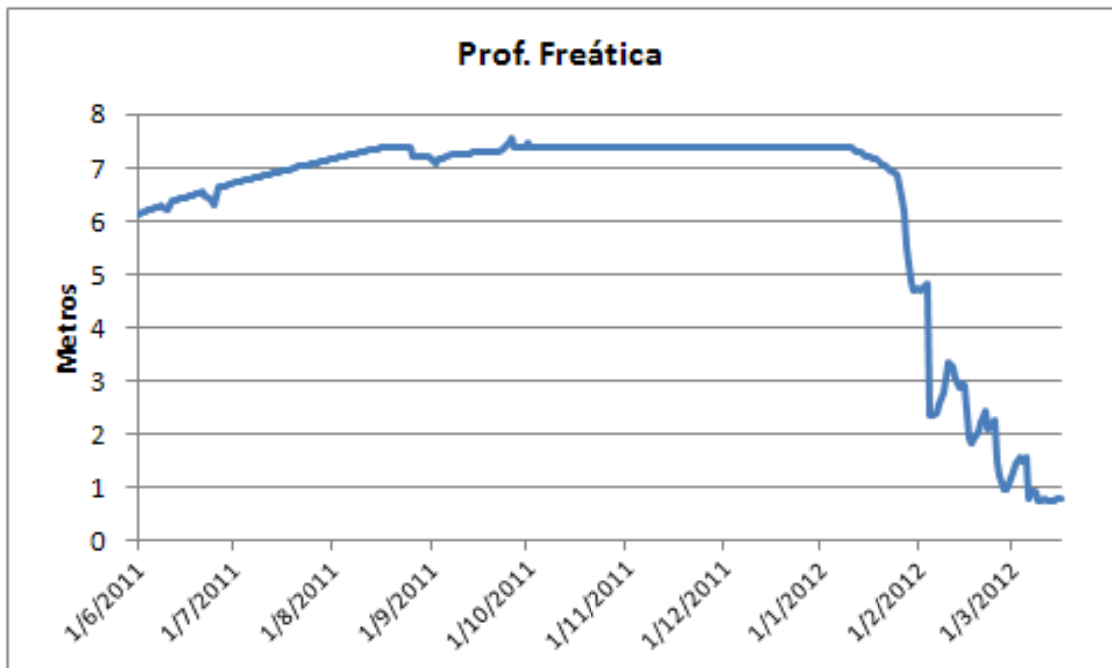
Piezômetro 02.



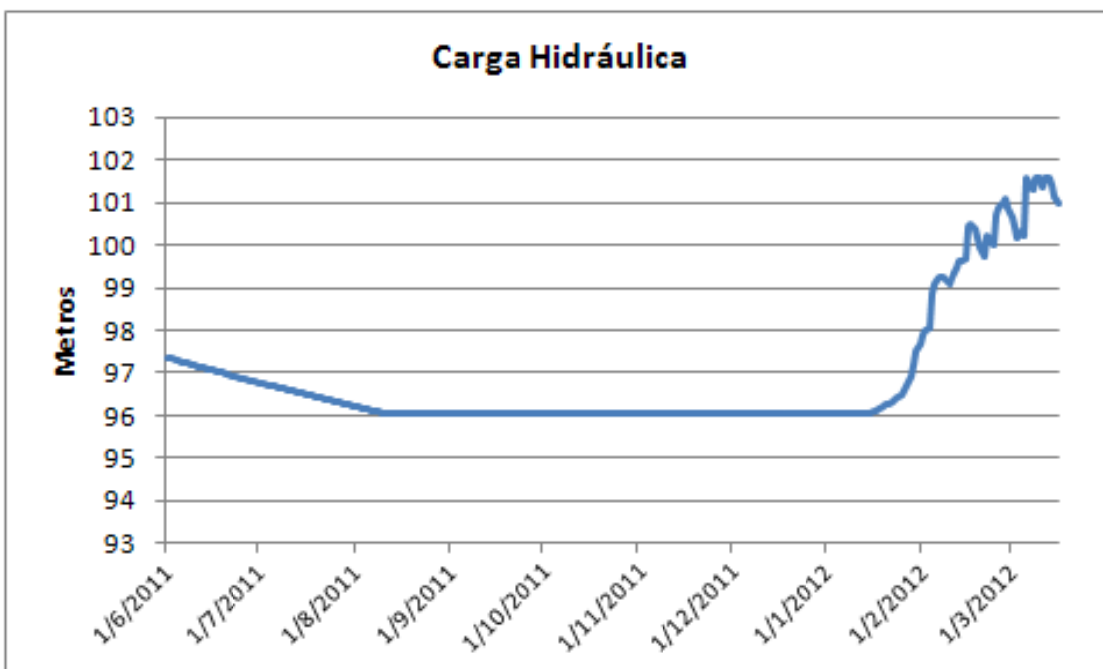
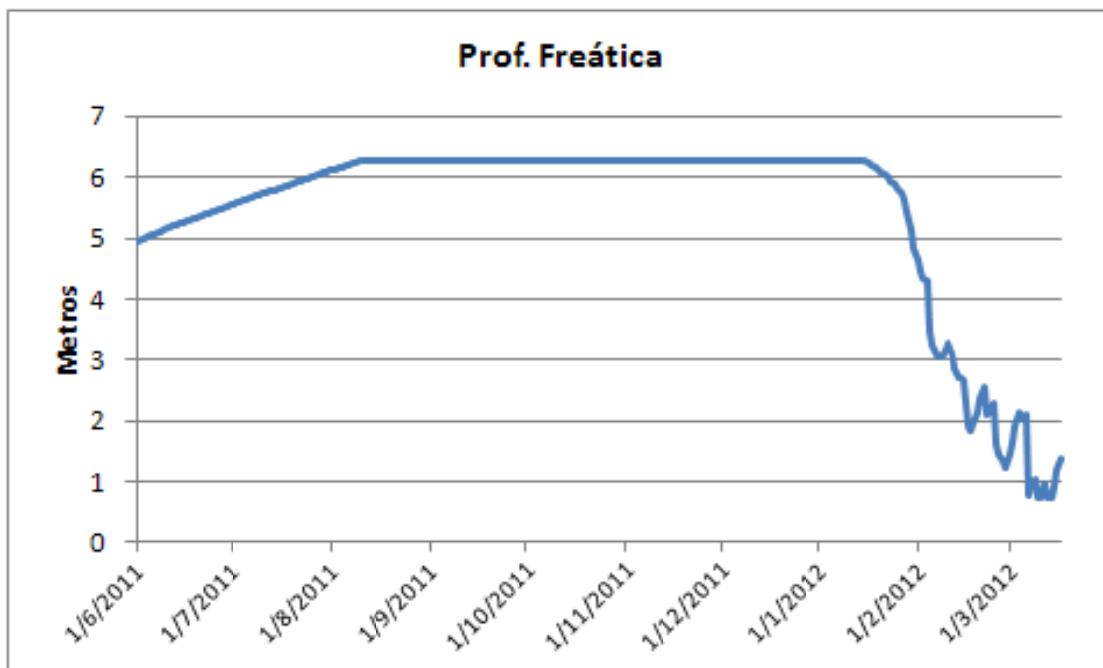
Piezômetro 03.



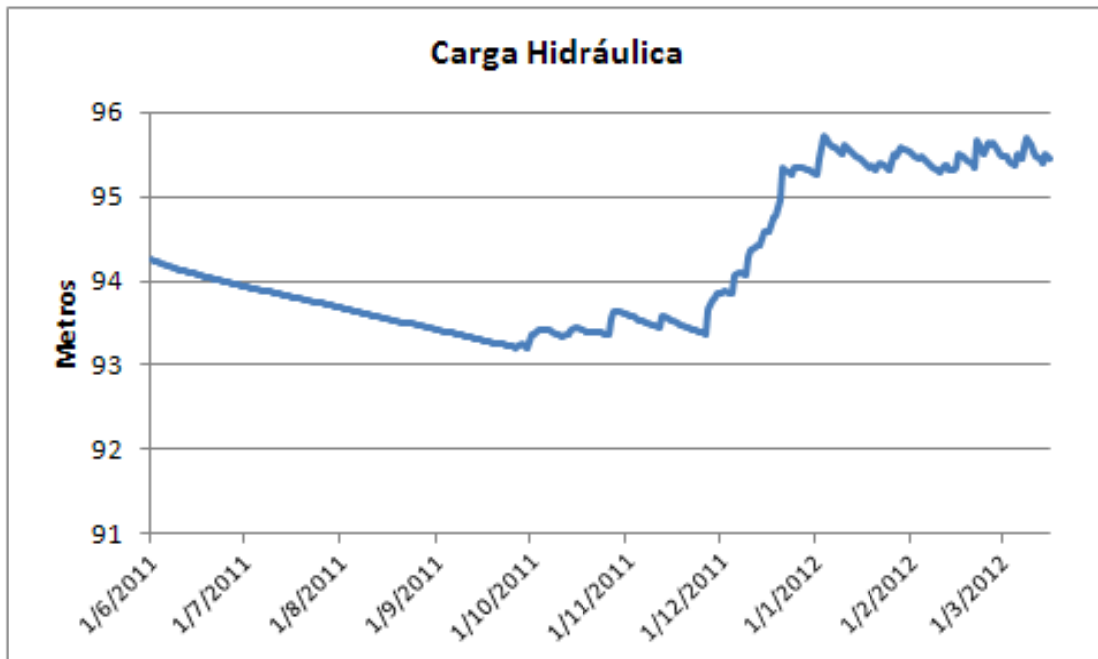
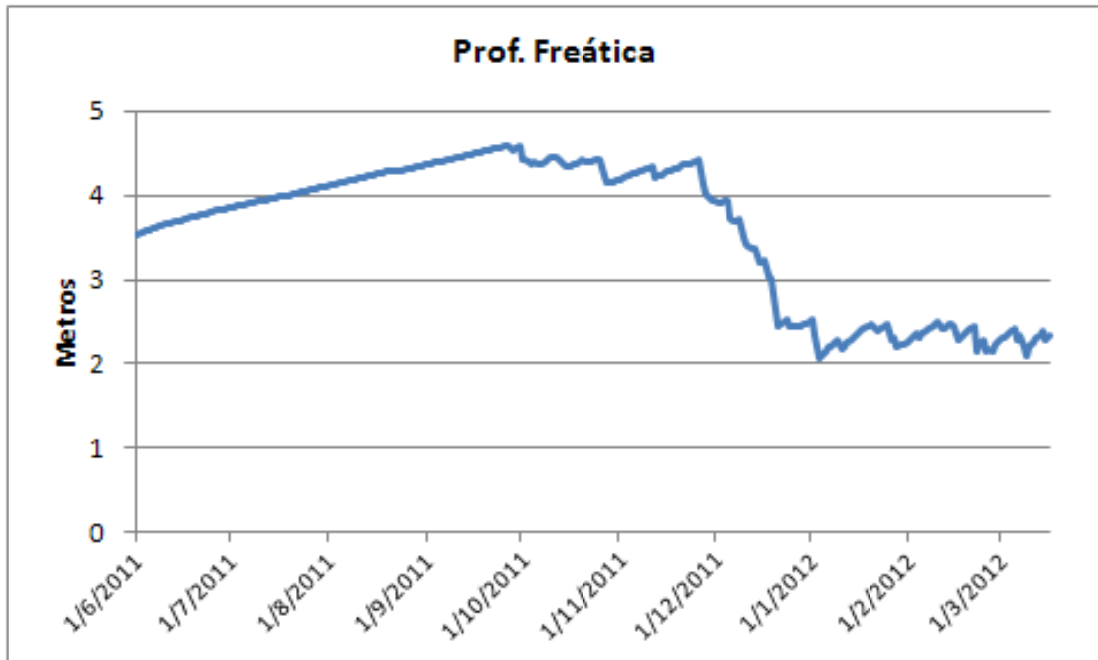
Piezômetro 04.



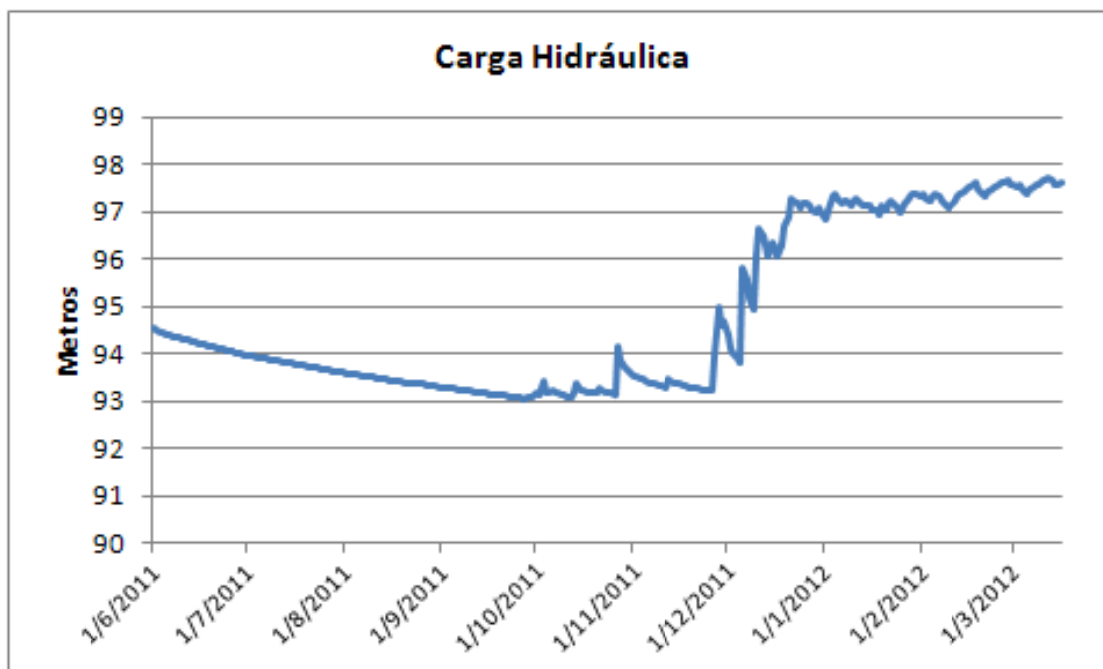
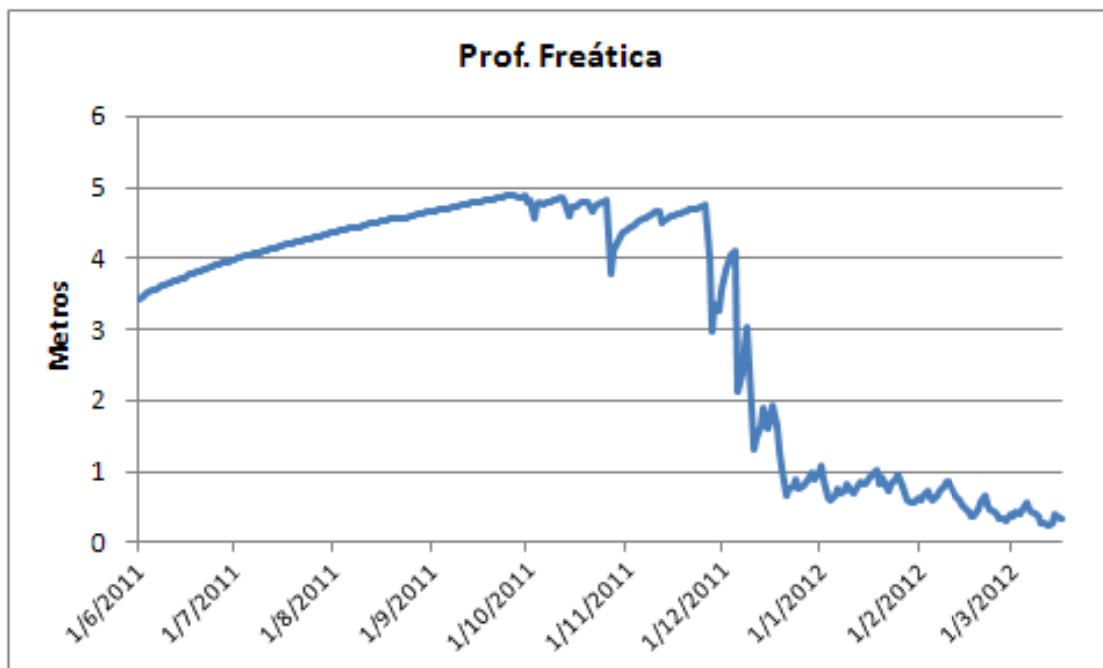
Piezômetro 05.



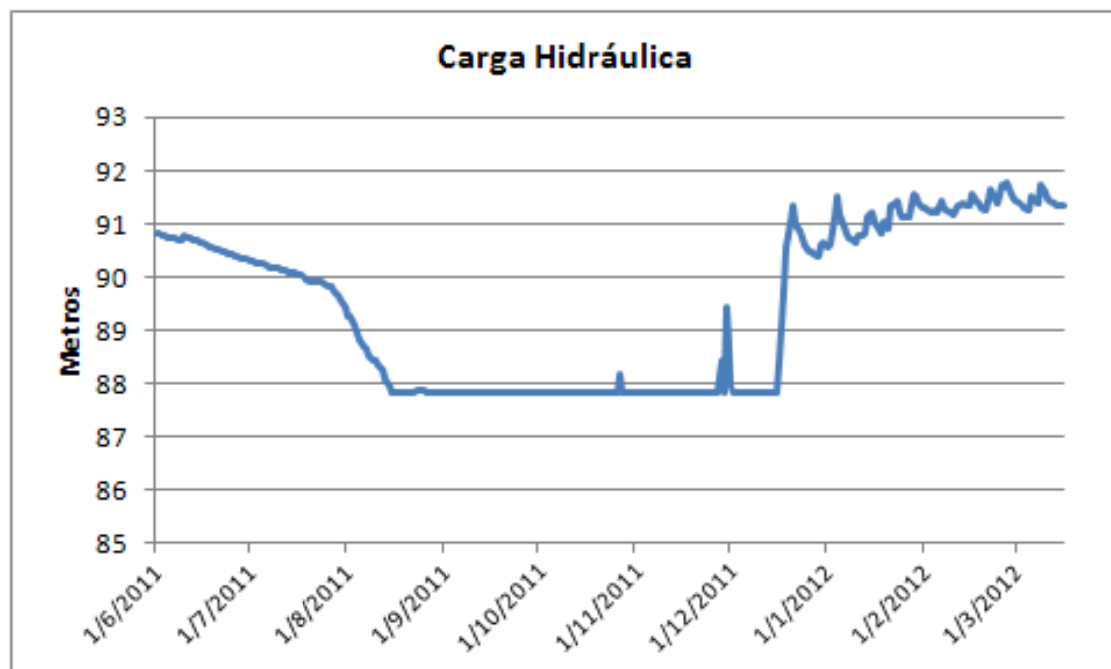
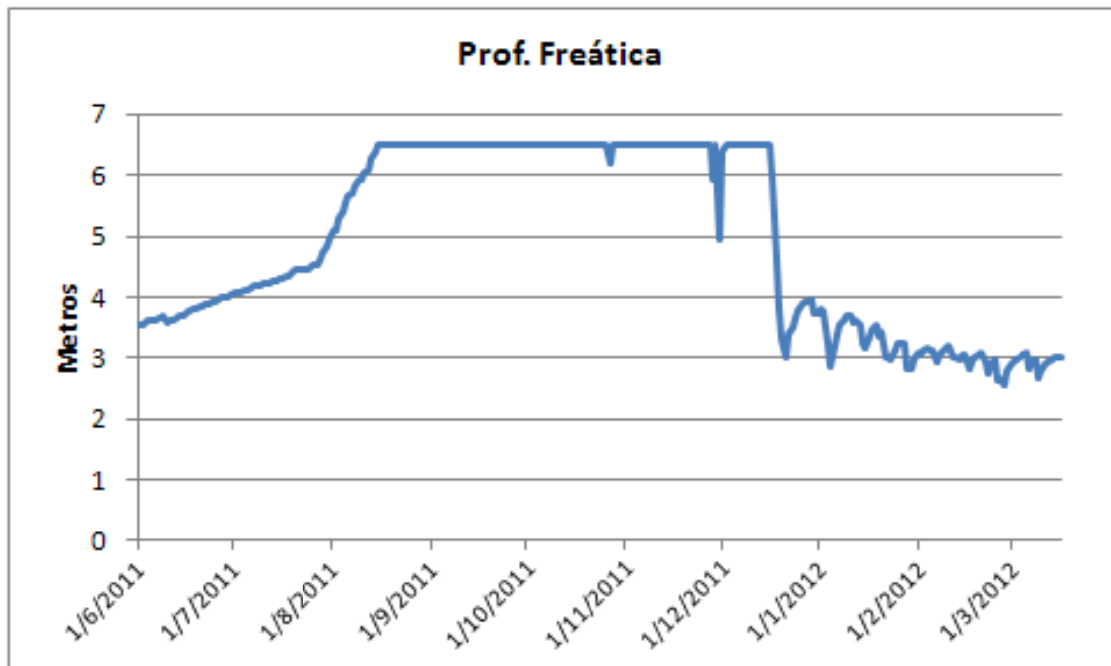
Piezômetro 06.



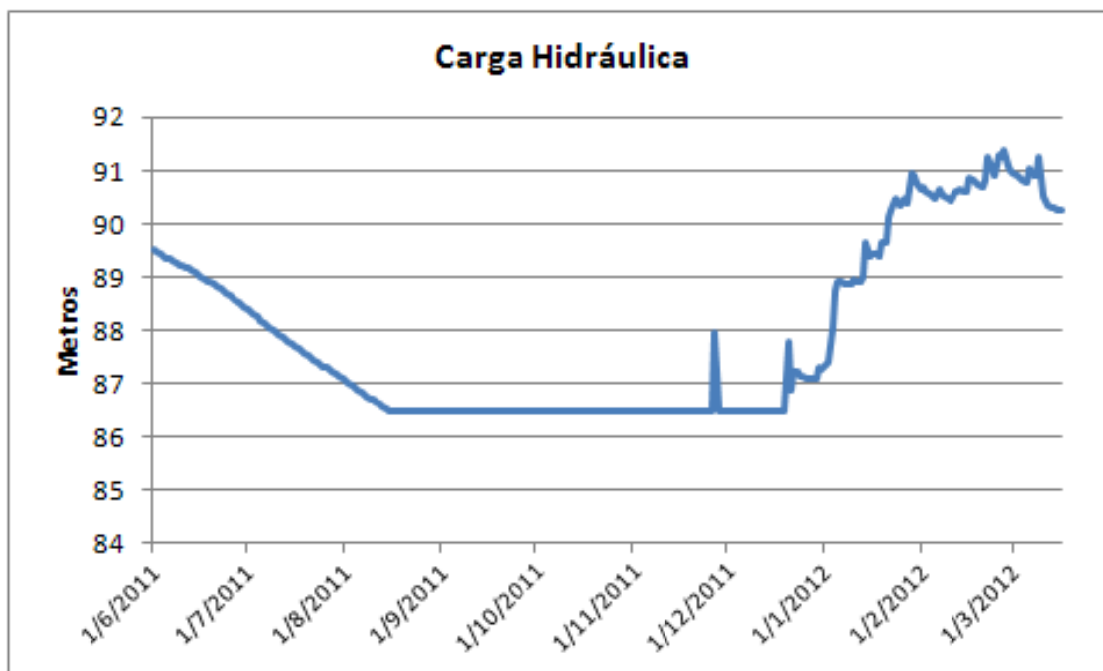
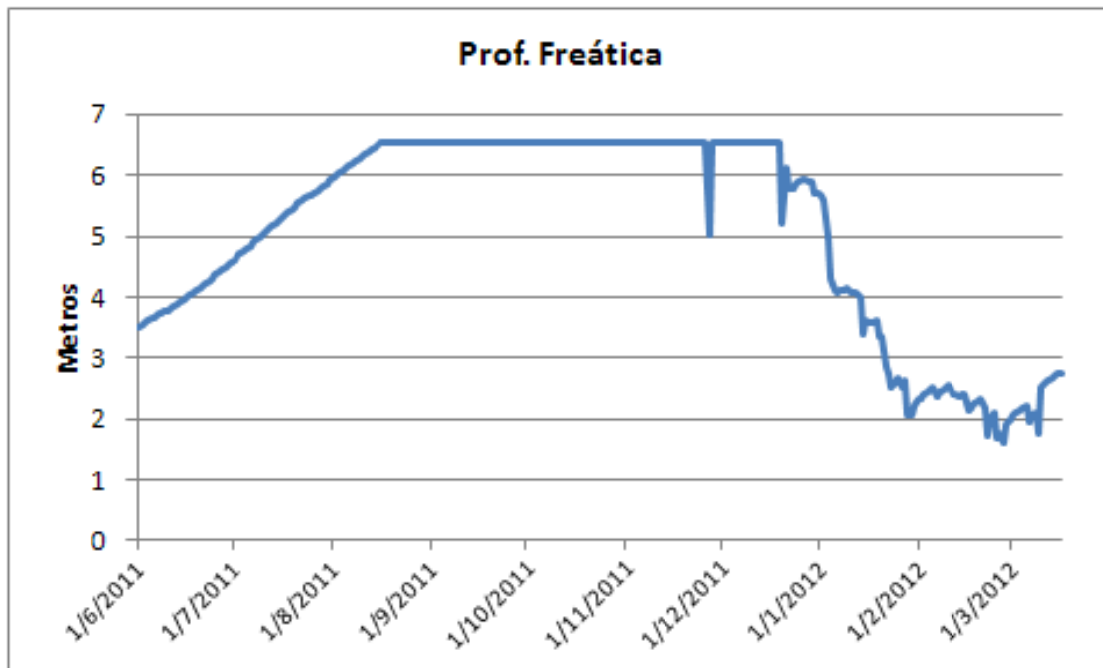
Piezômetro 07.



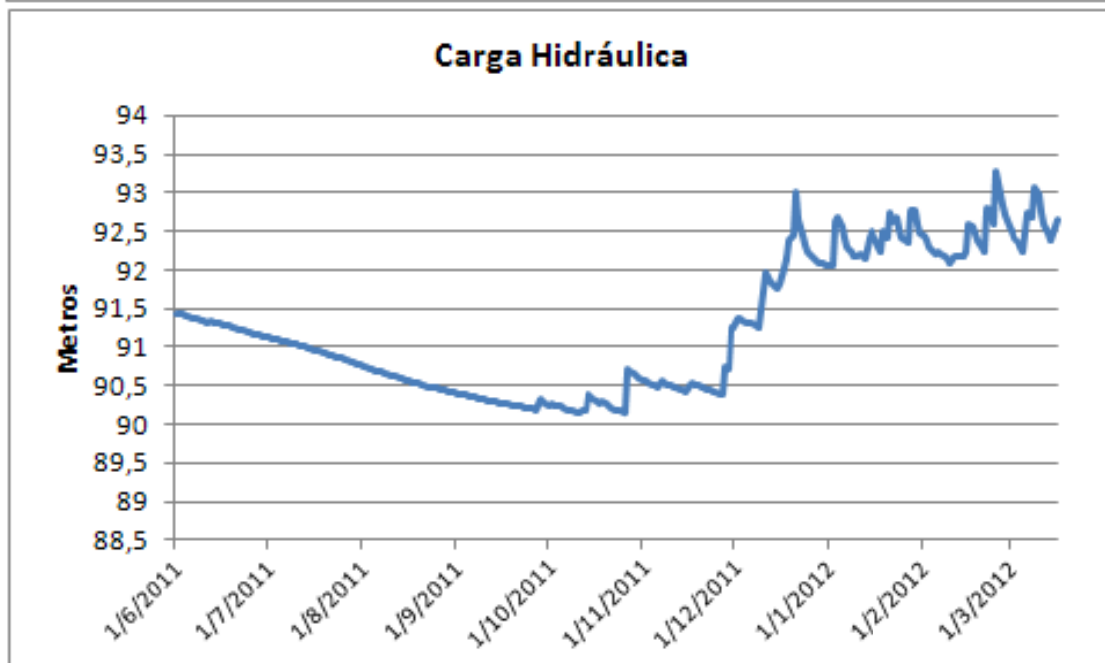
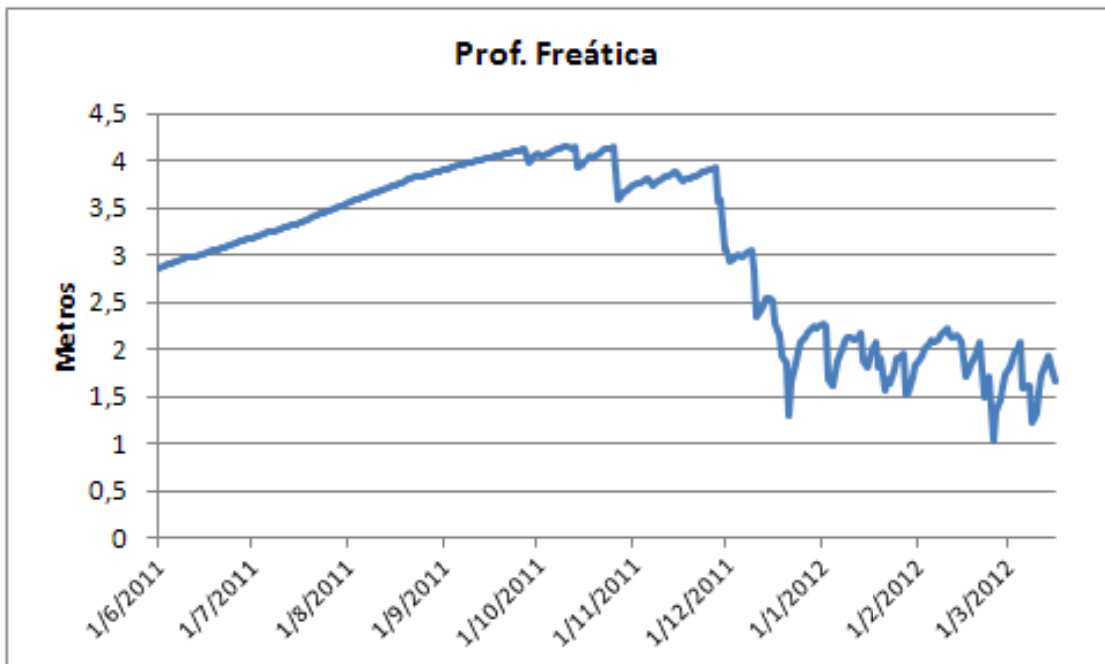
Piezômetro 08.



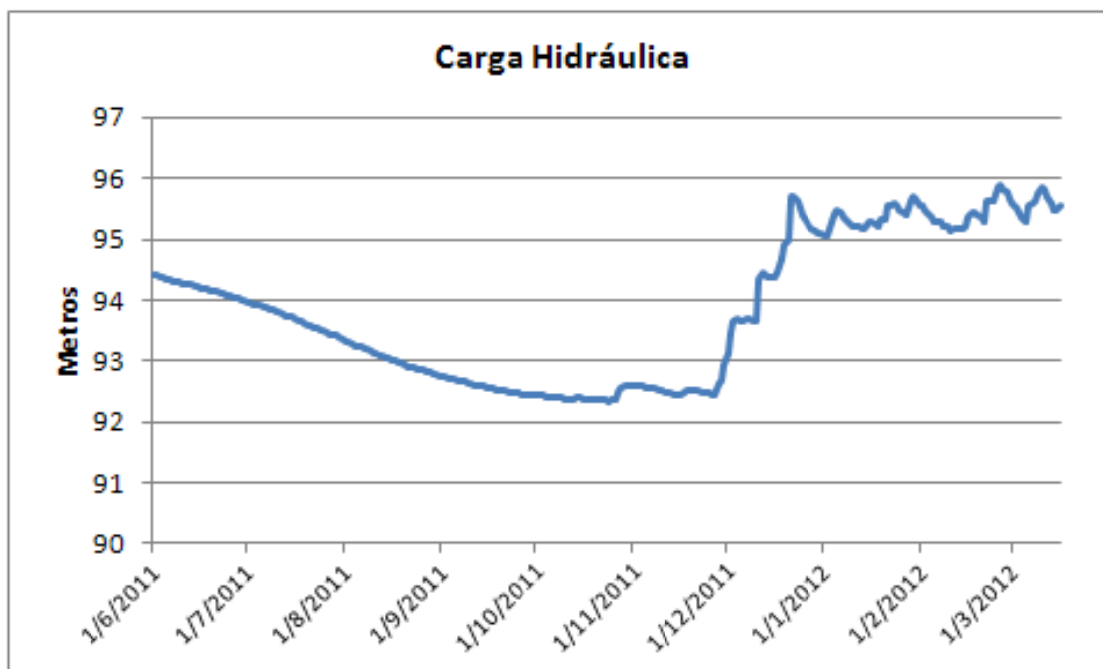
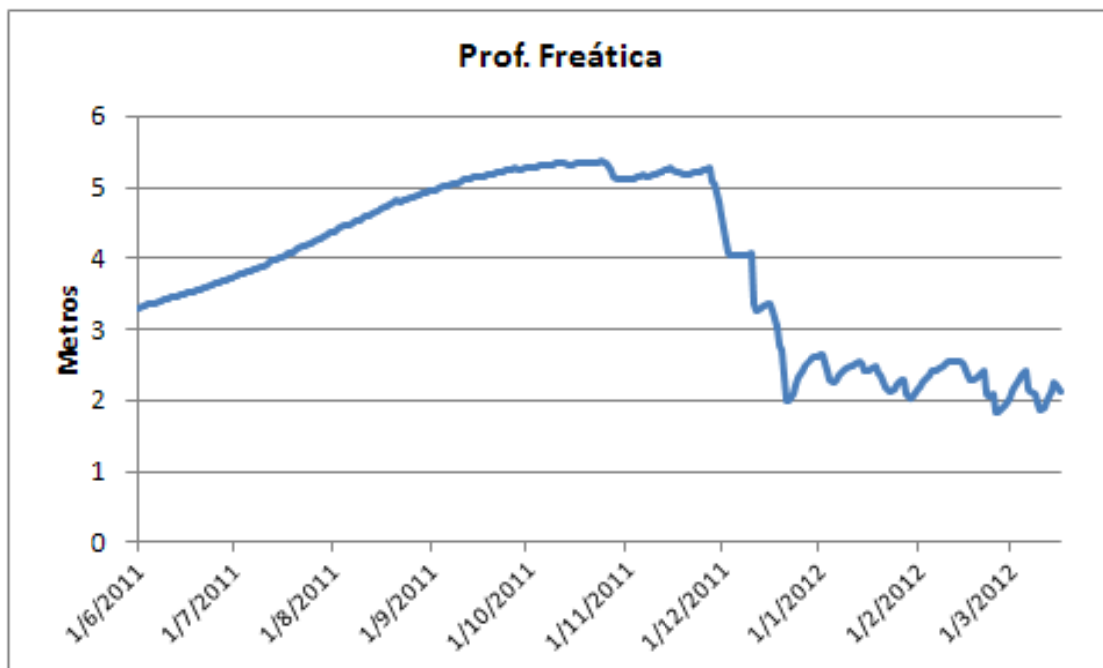
Piezômetro 09.



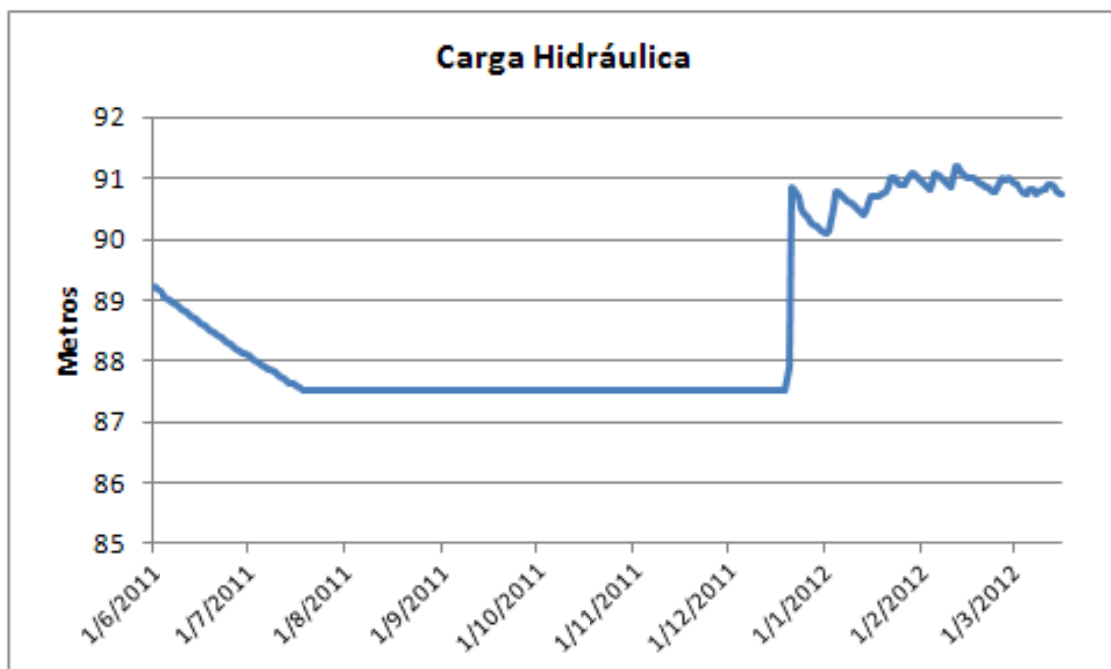
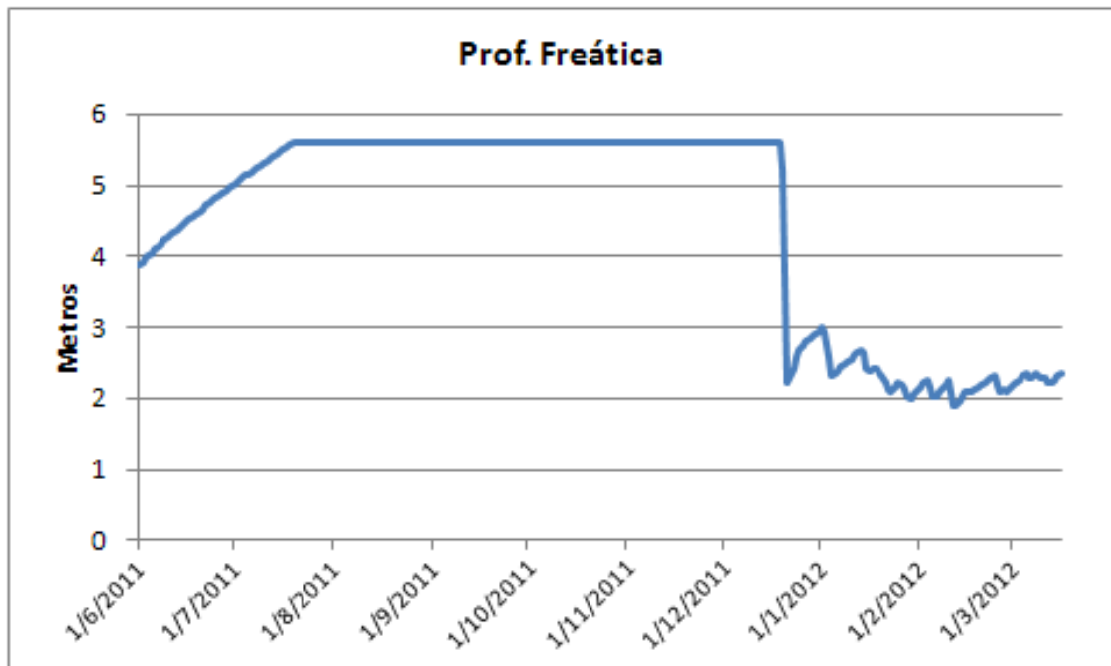
Piezômetro 10.



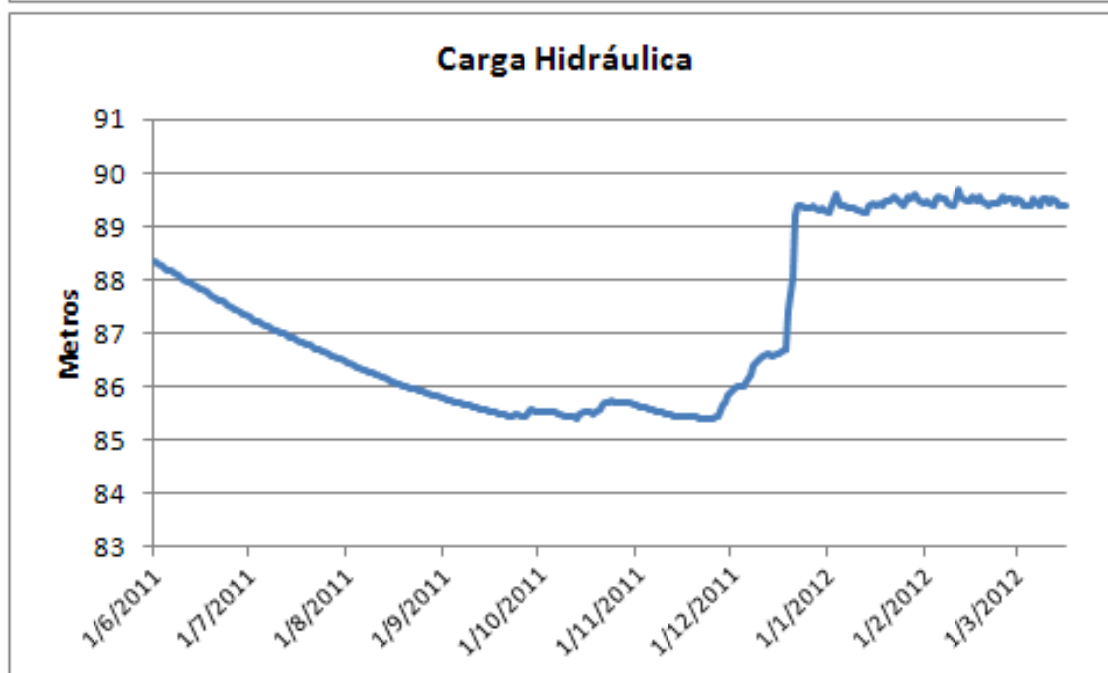
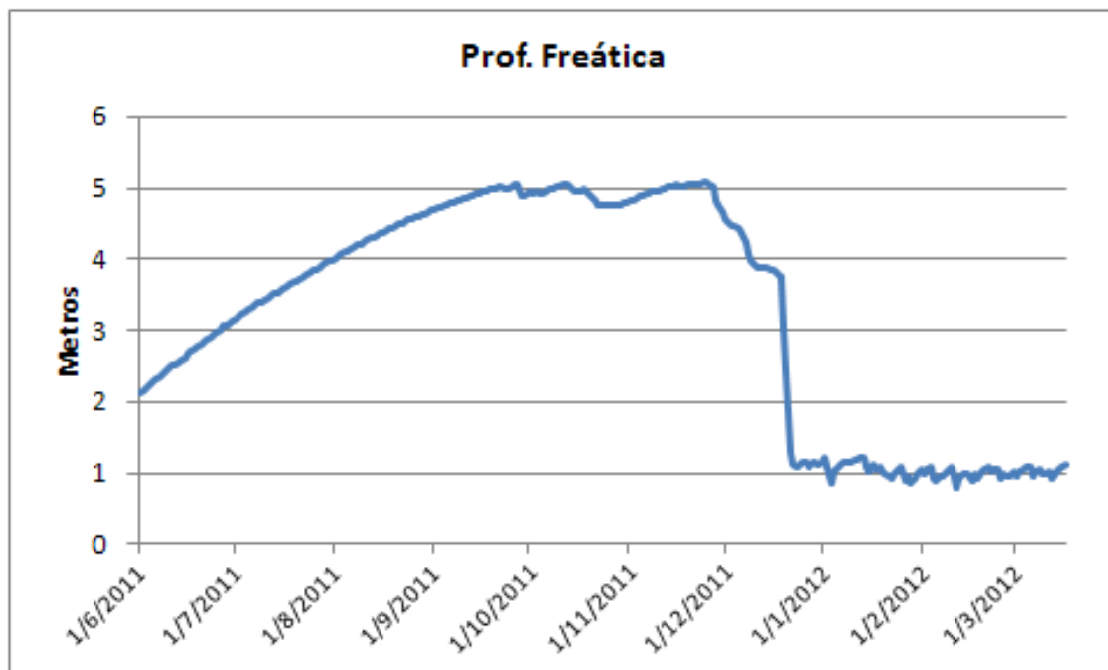
Piezômetro 11.



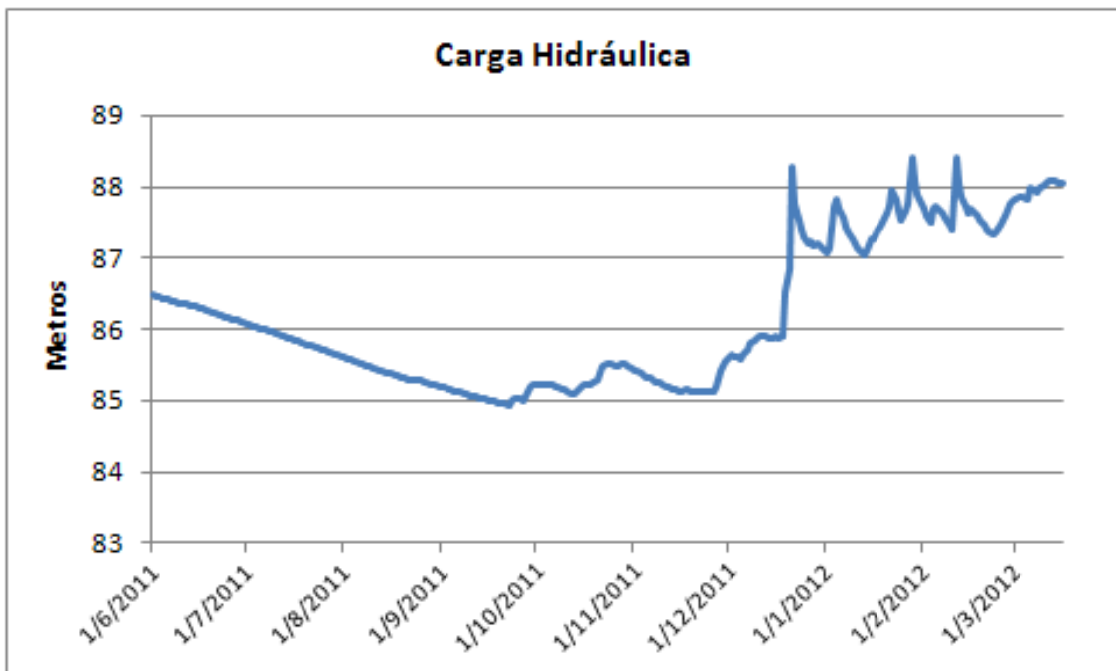
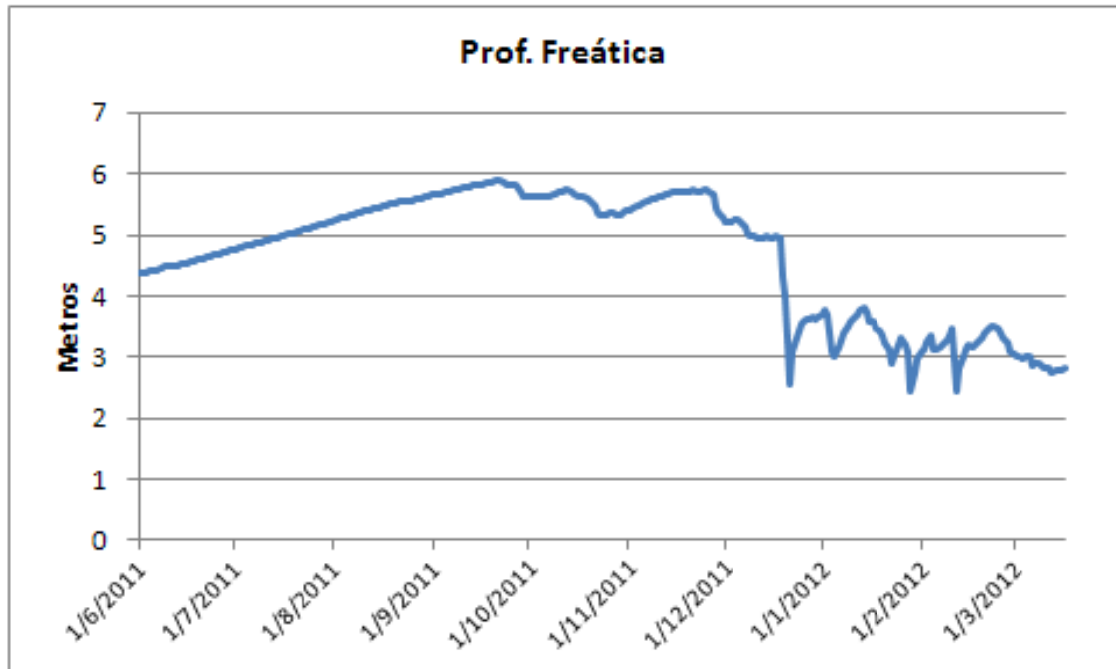
Piezômetro 12.



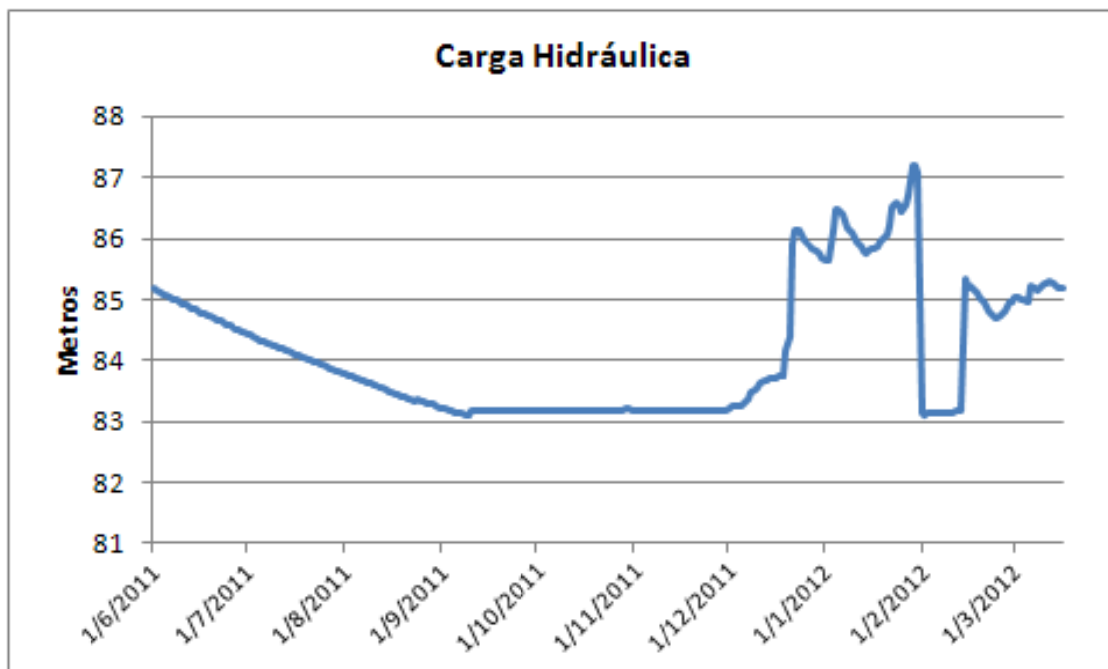
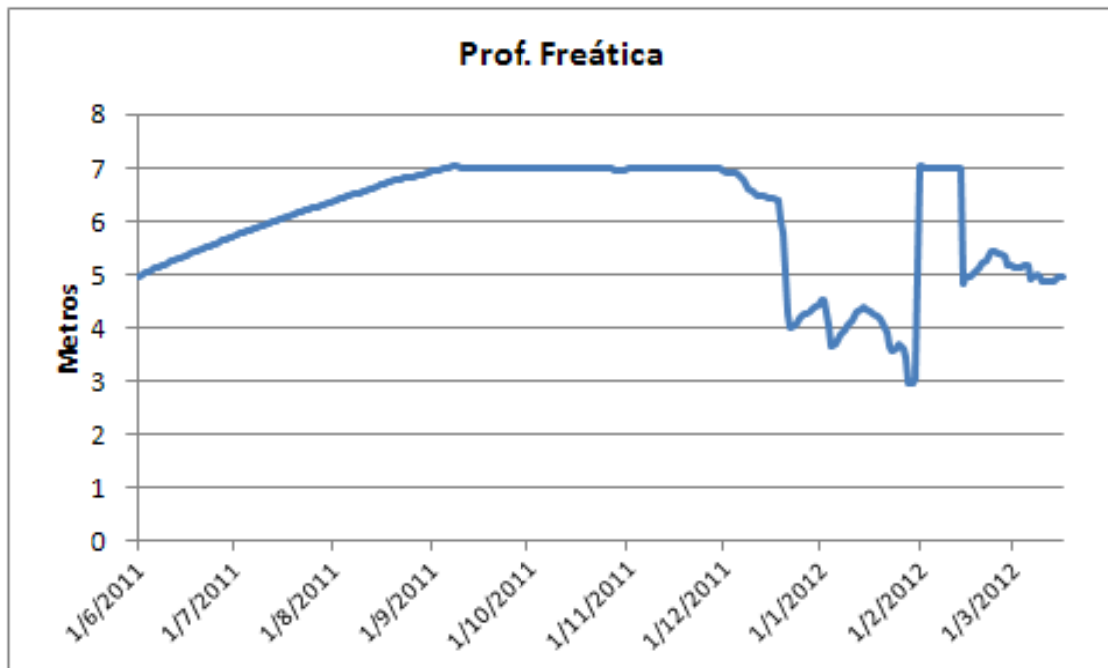
Piezômetro 13.



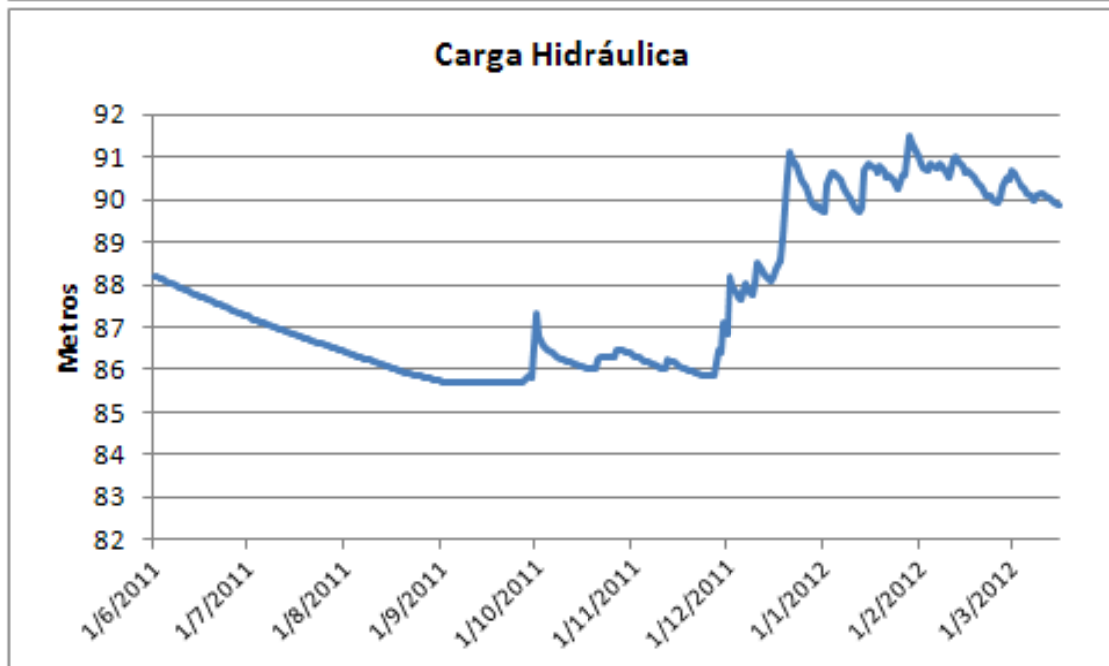
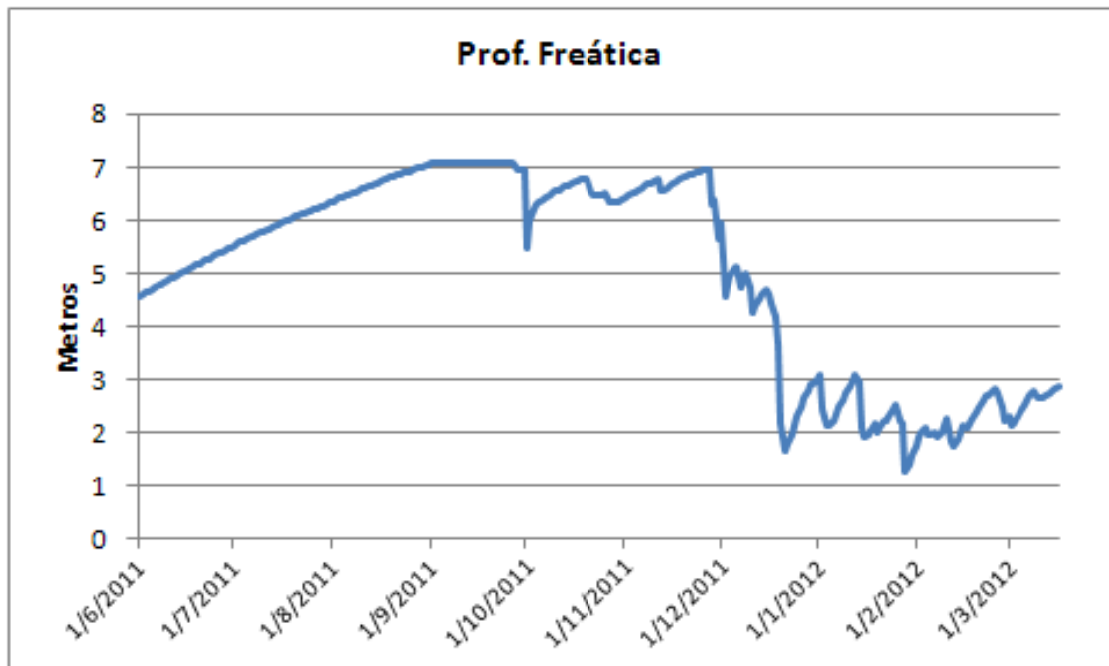
Piezômetro 14.



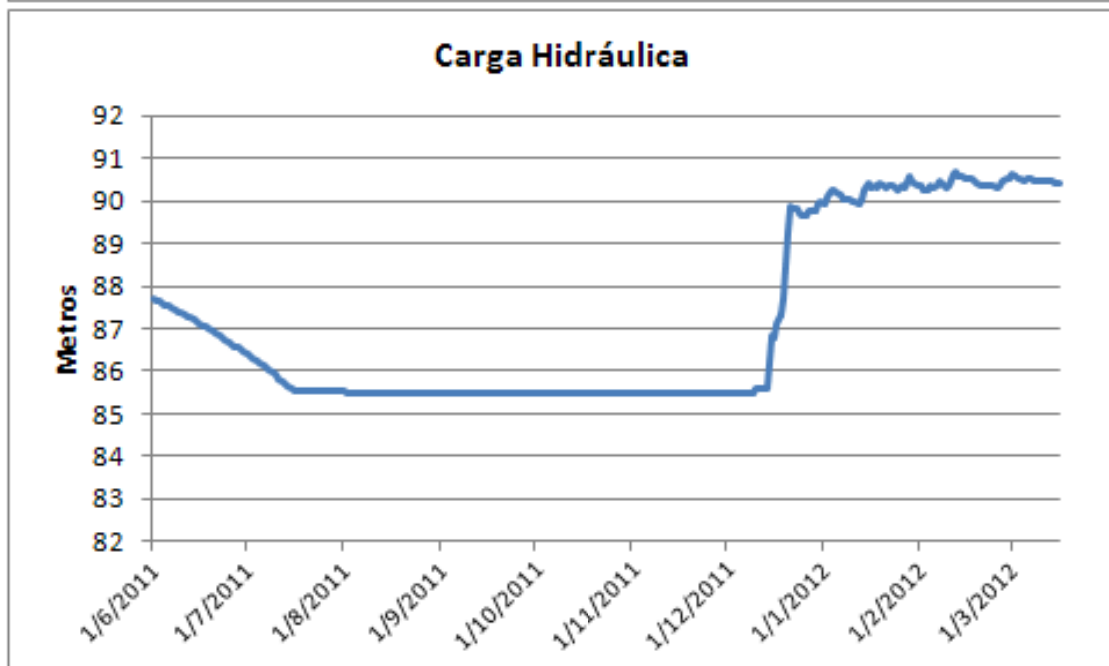
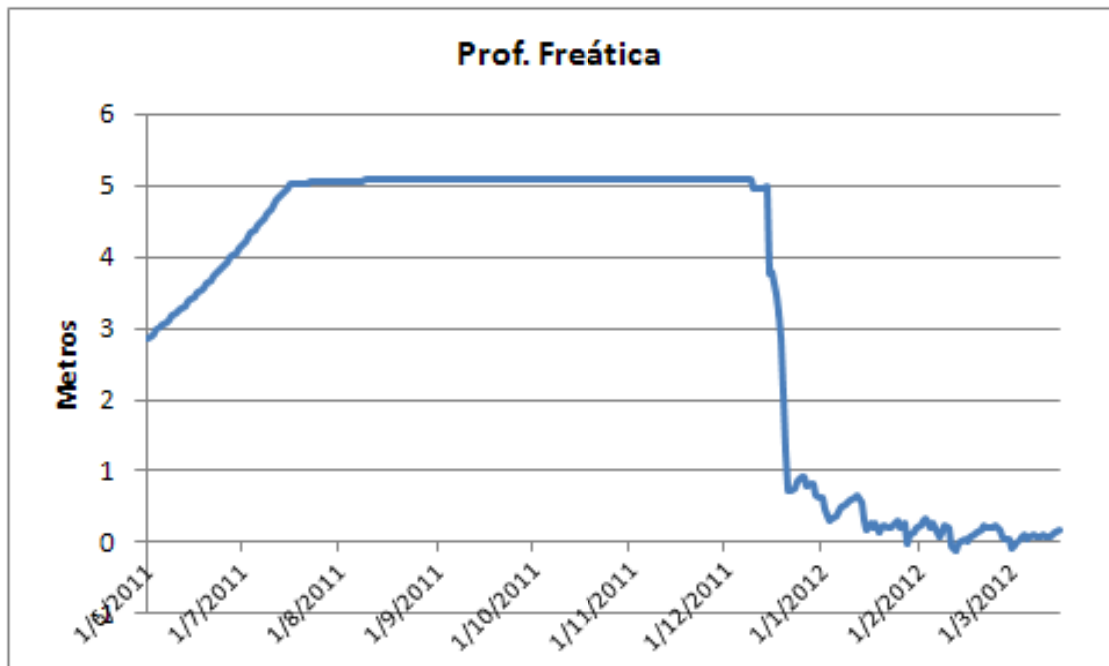
Piezômetro 15.



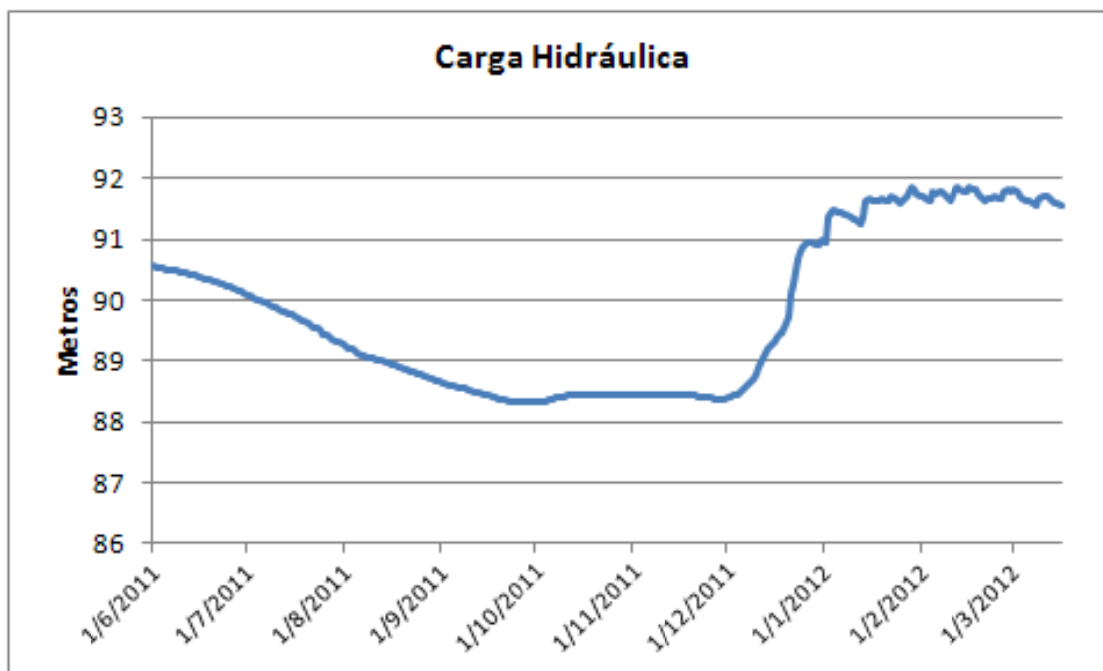
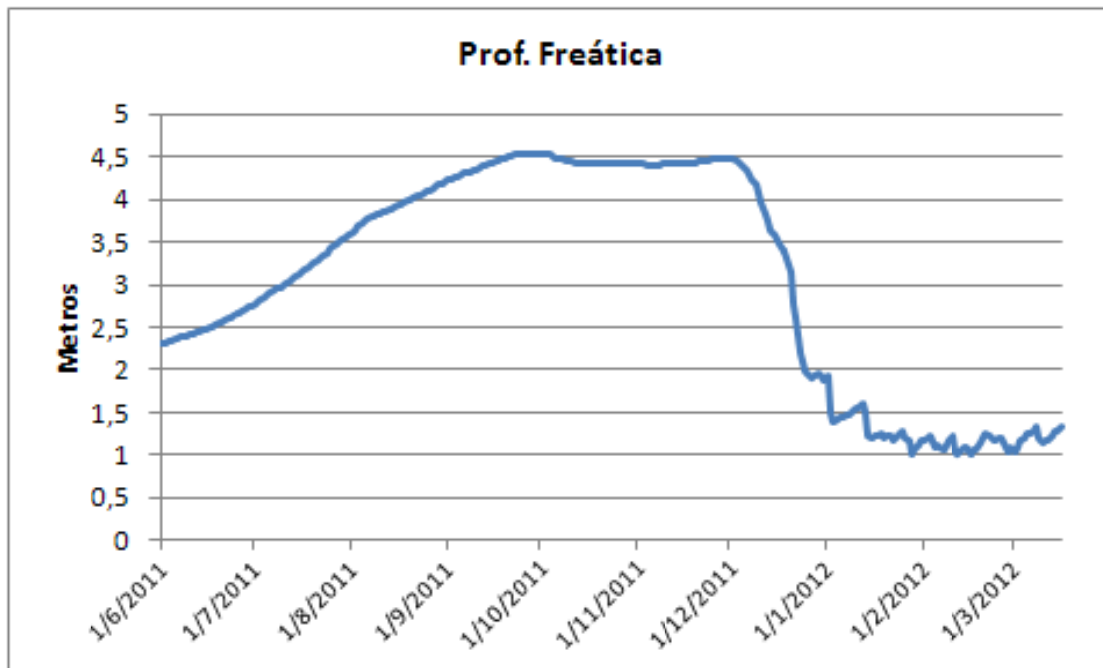
Piezômetro 16.



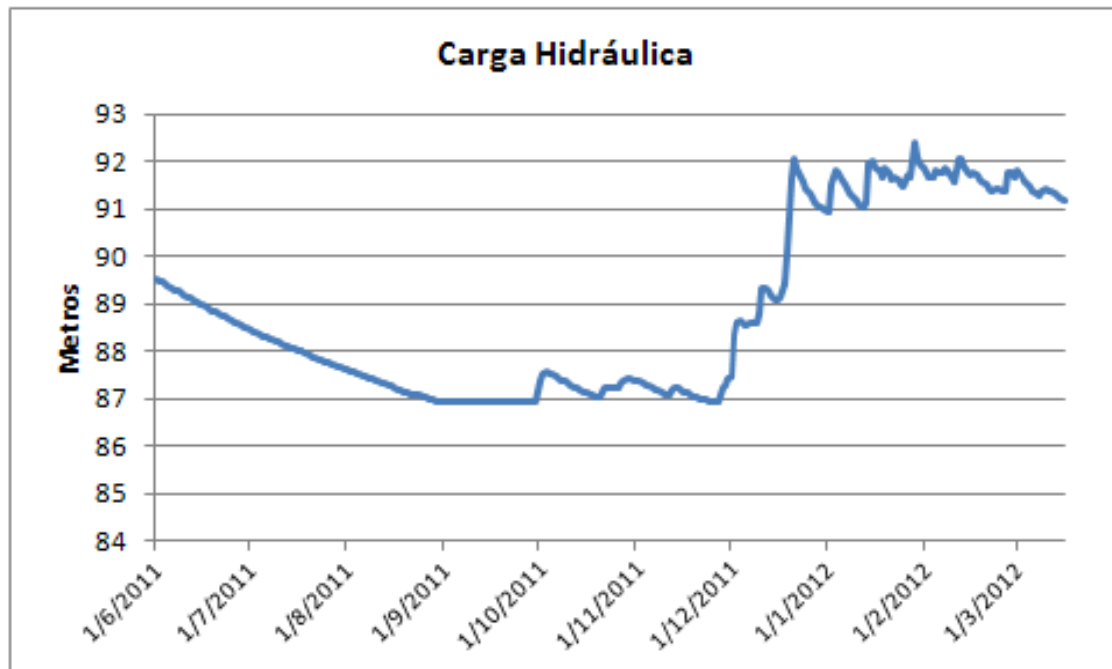
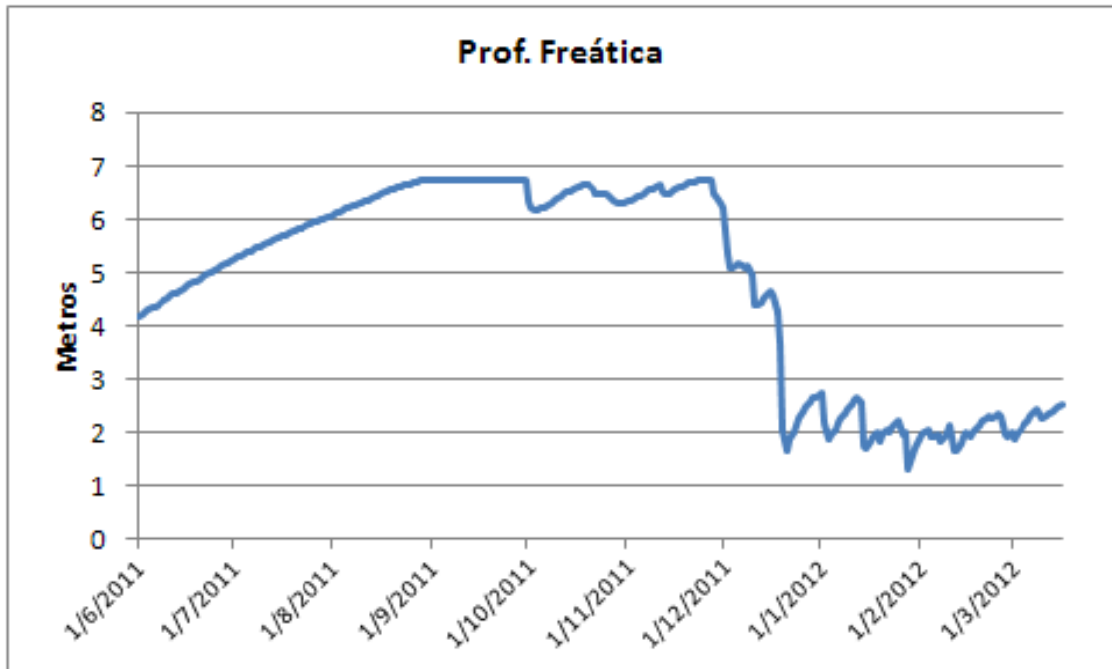
Piezômetro 17.



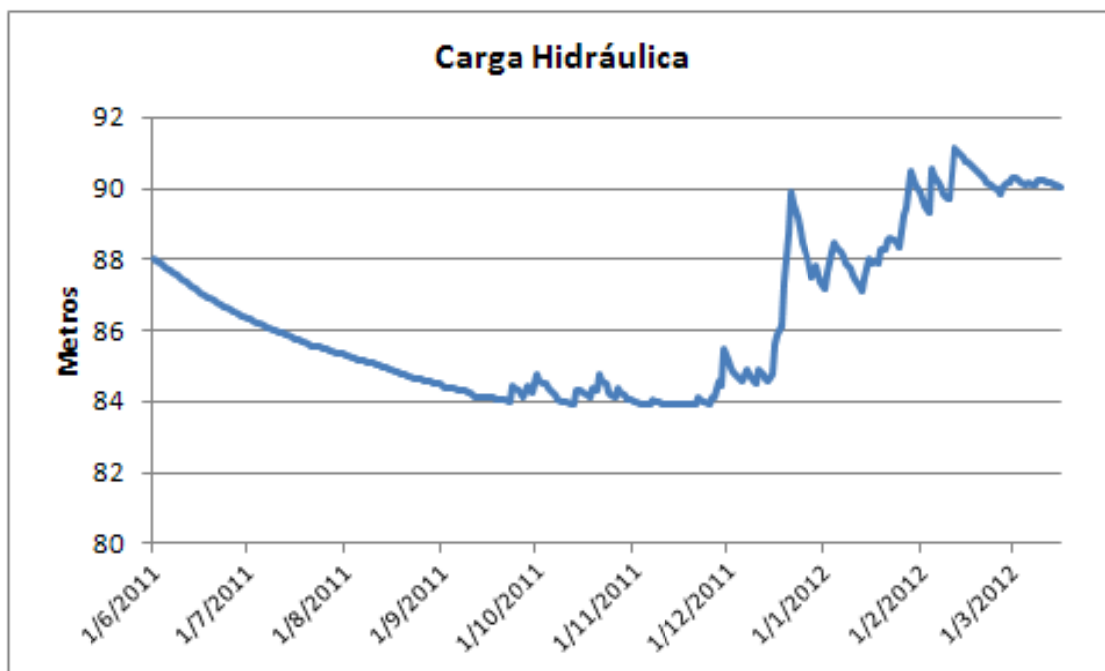
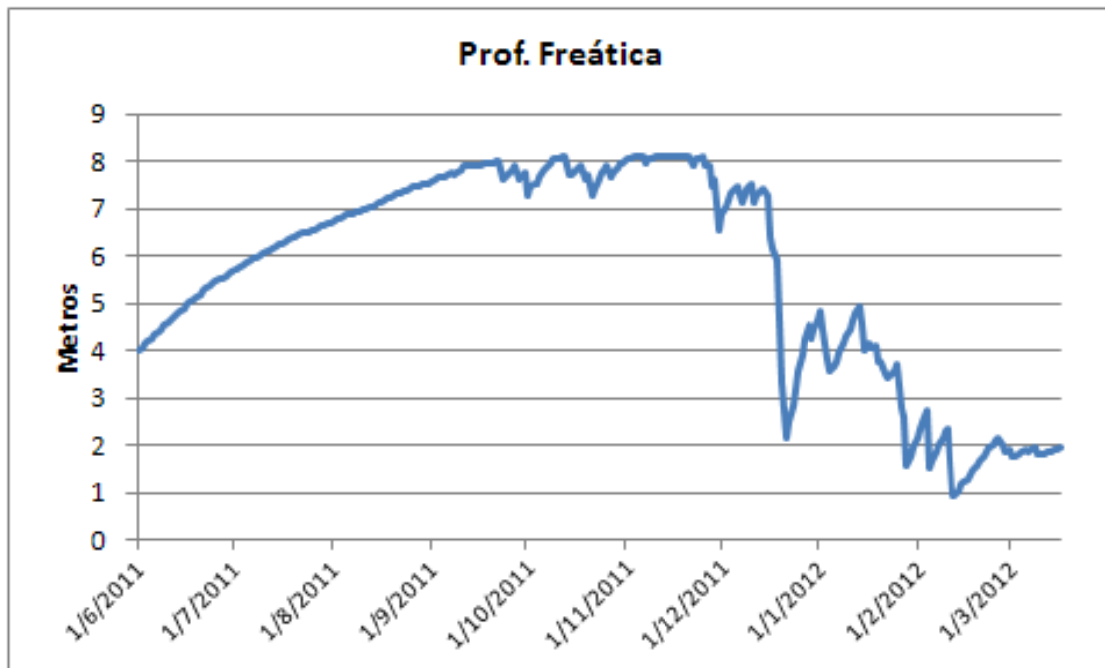
Piezômetro 19.



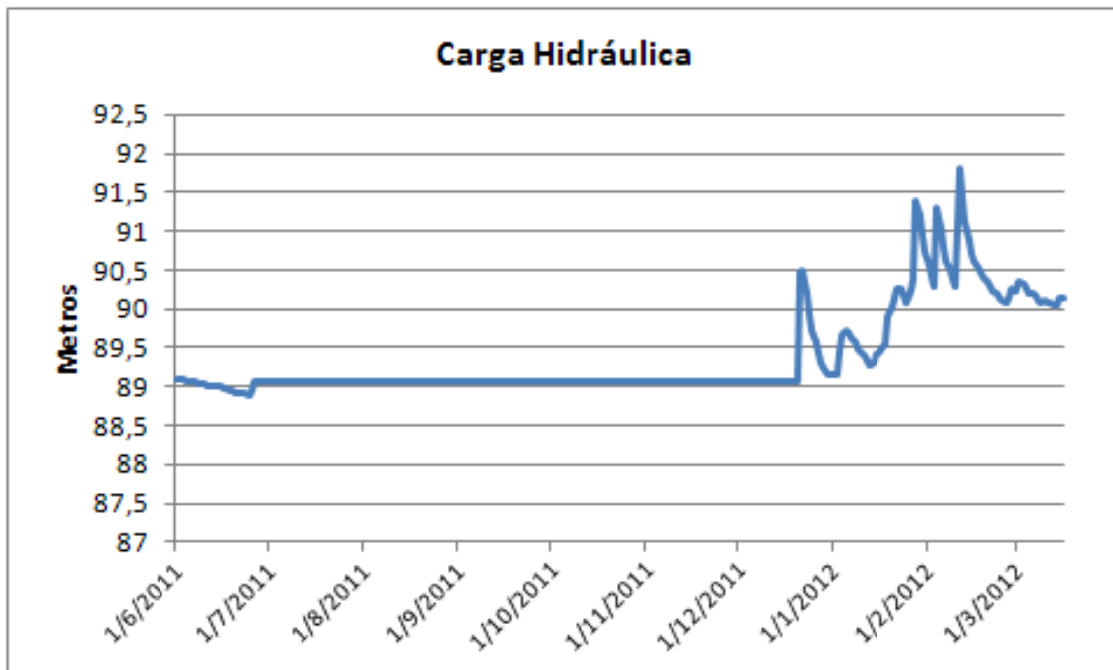
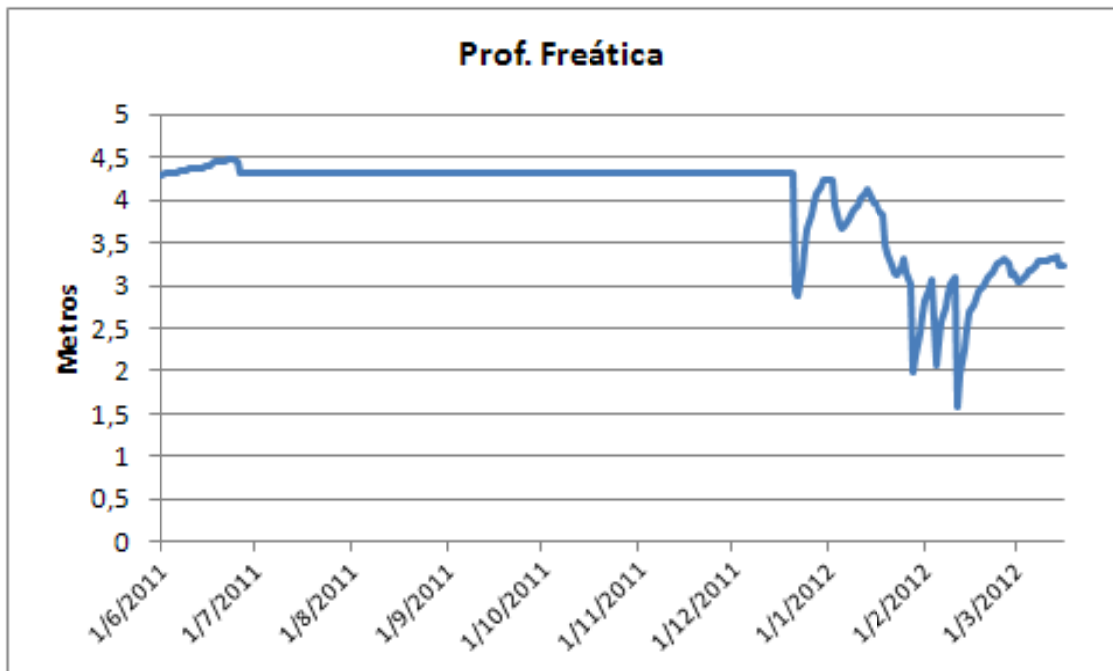
Piezômetro 20.



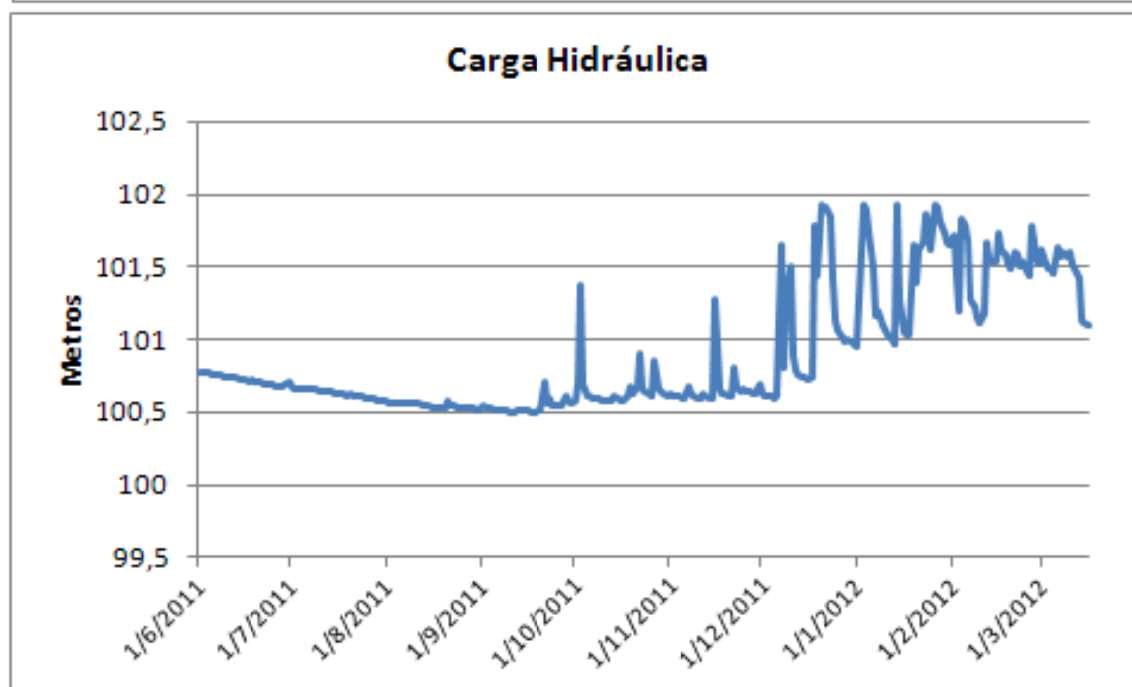
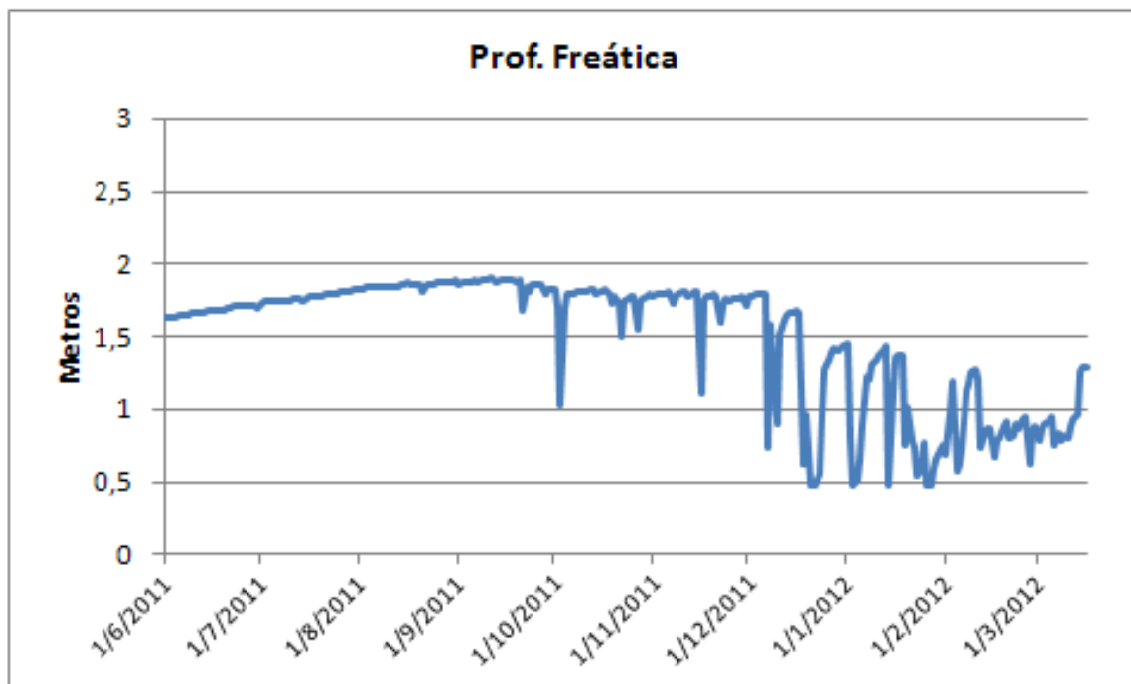
Piezômetro 21.



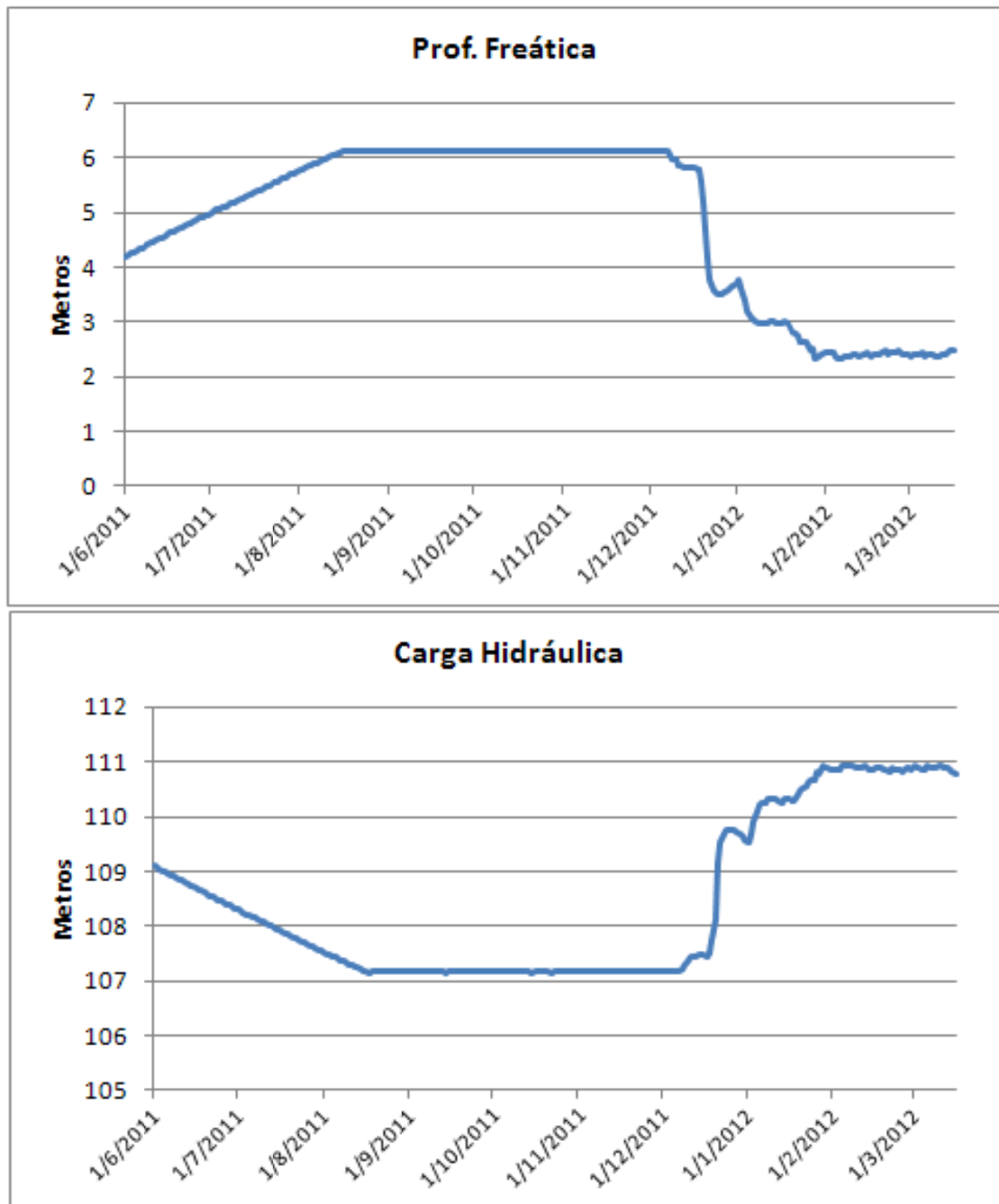
Piezômetro 22.



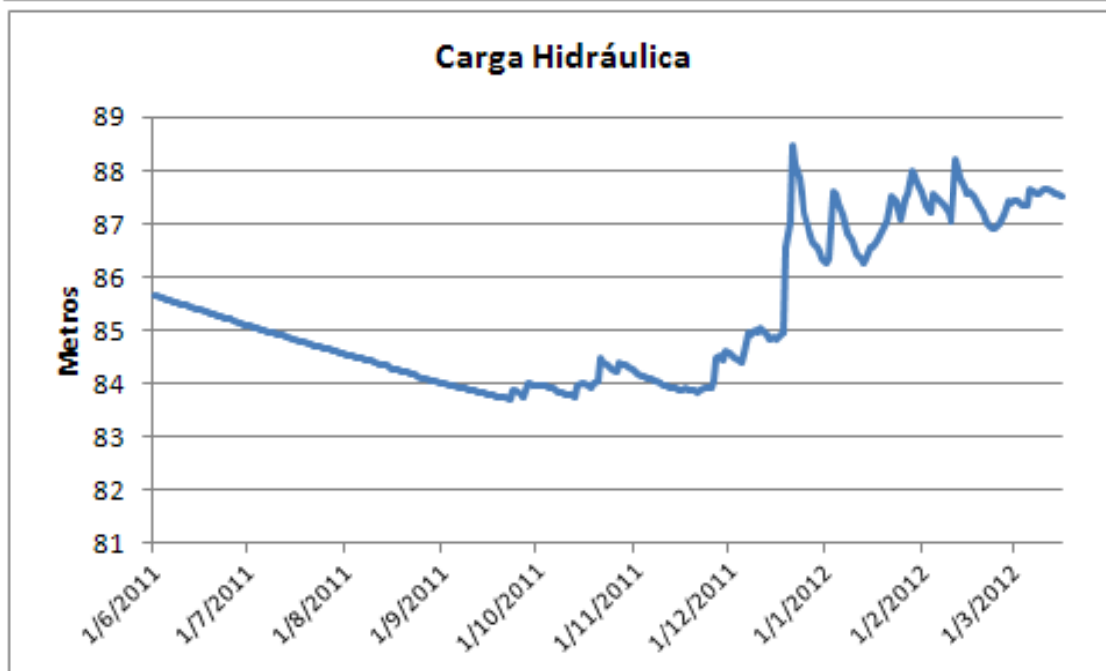
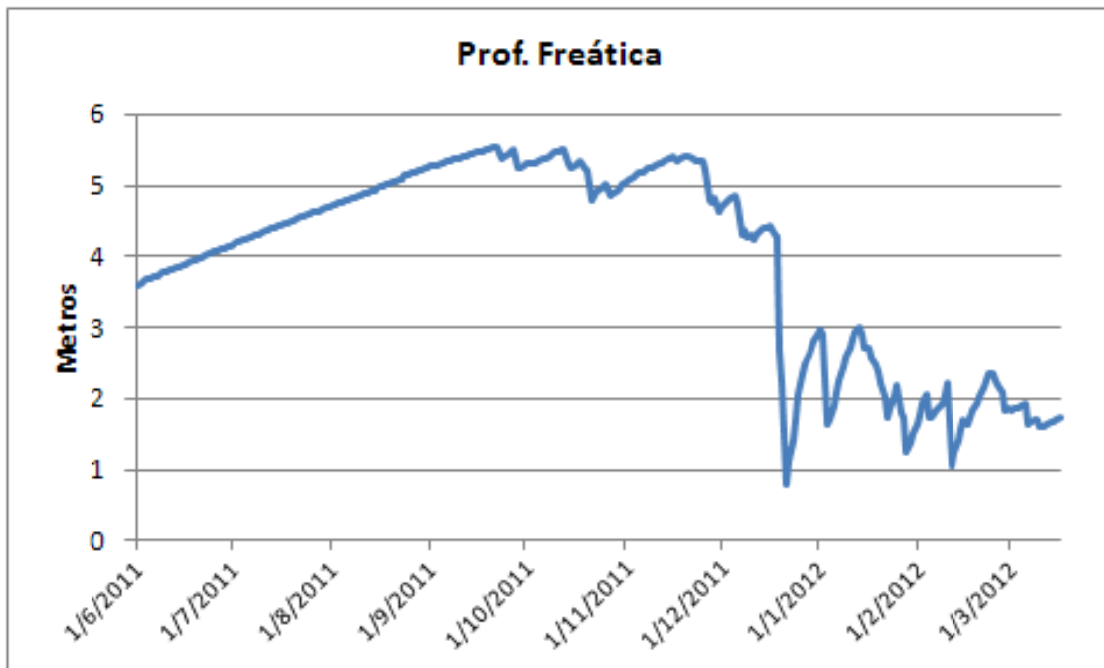
Piezômetro 23.



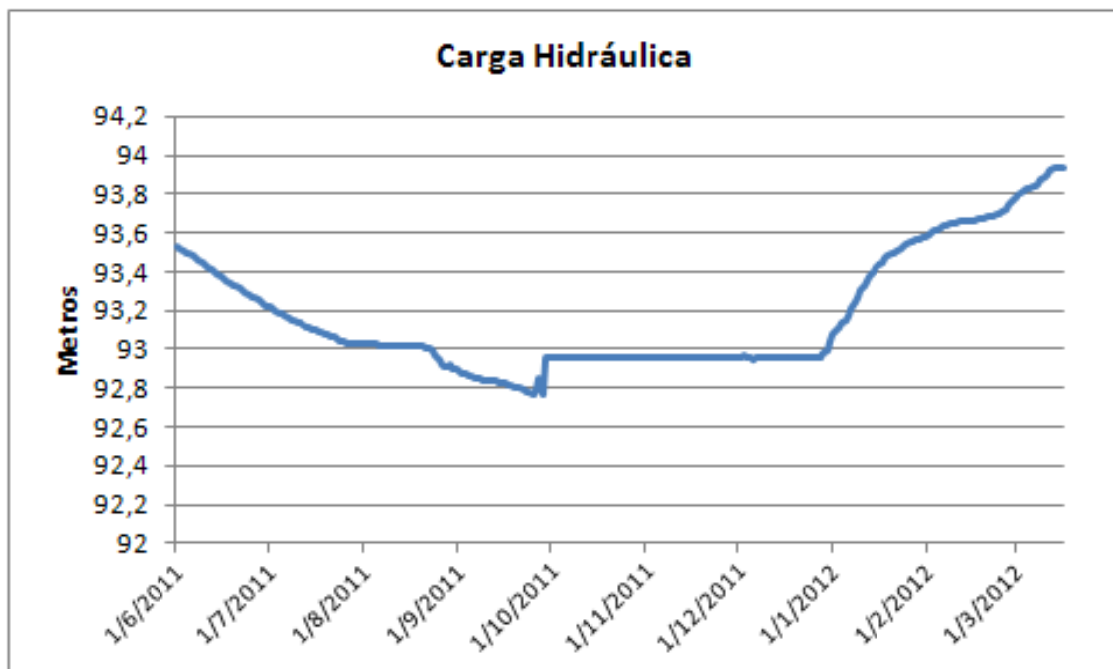
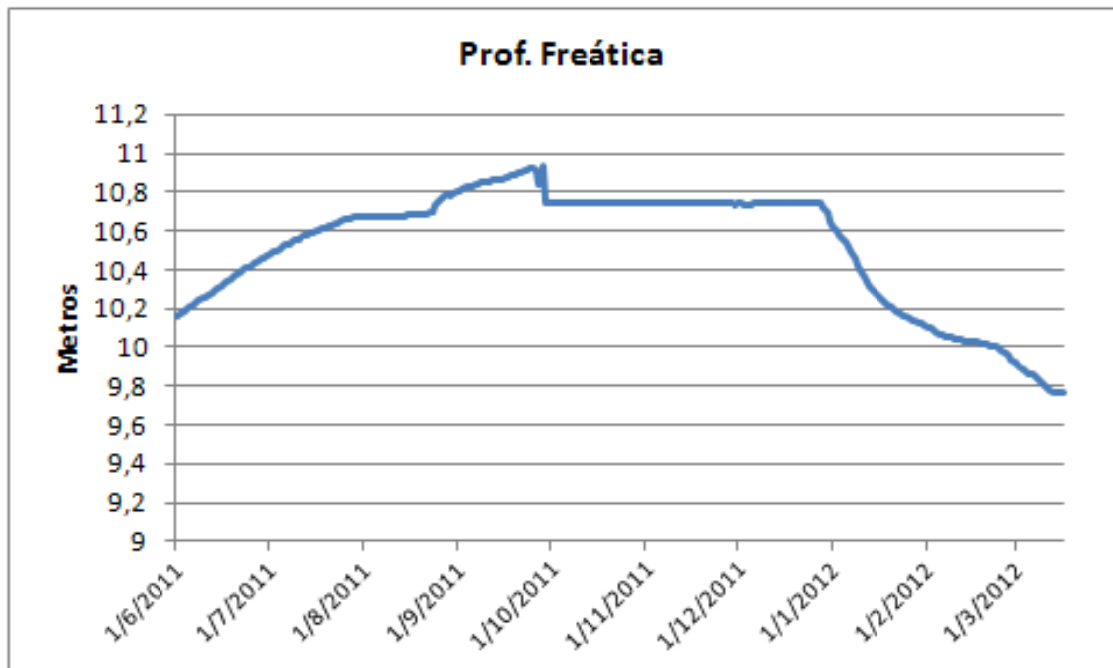
Piezômetro 24.



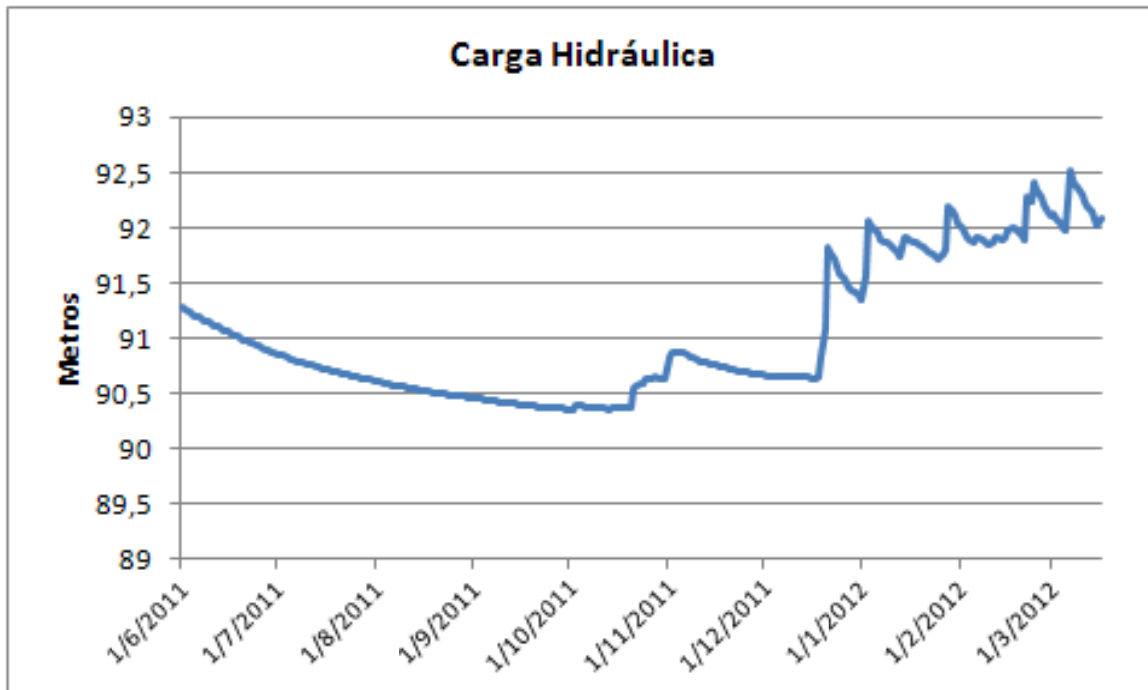
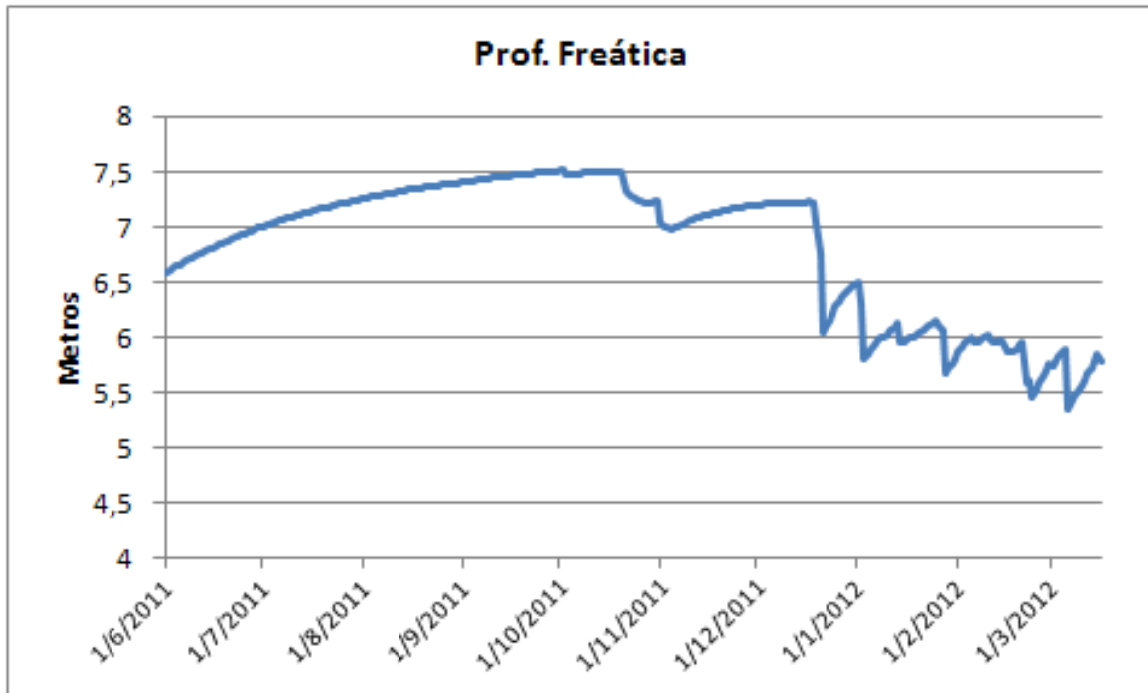
Piezômetro 25.



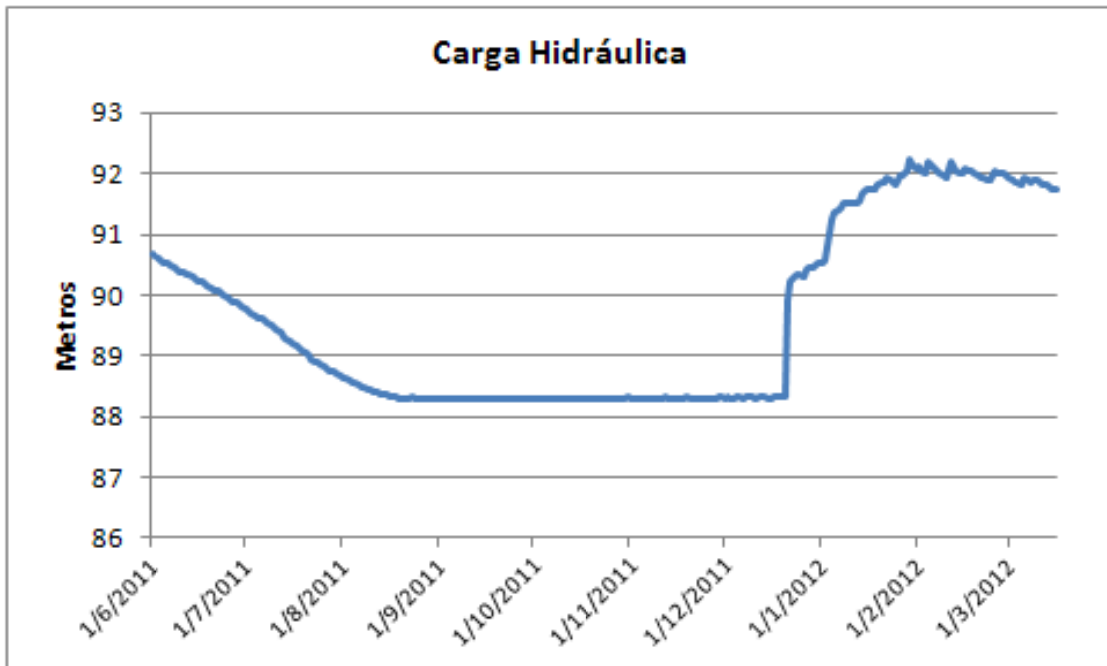
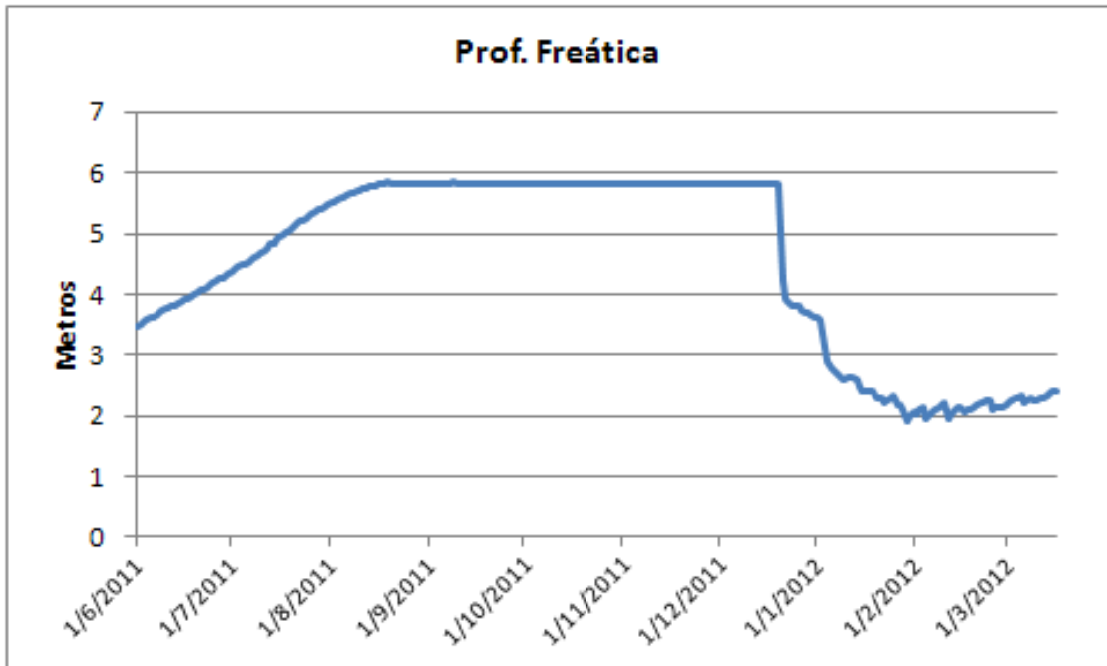
Piezômetro 26.



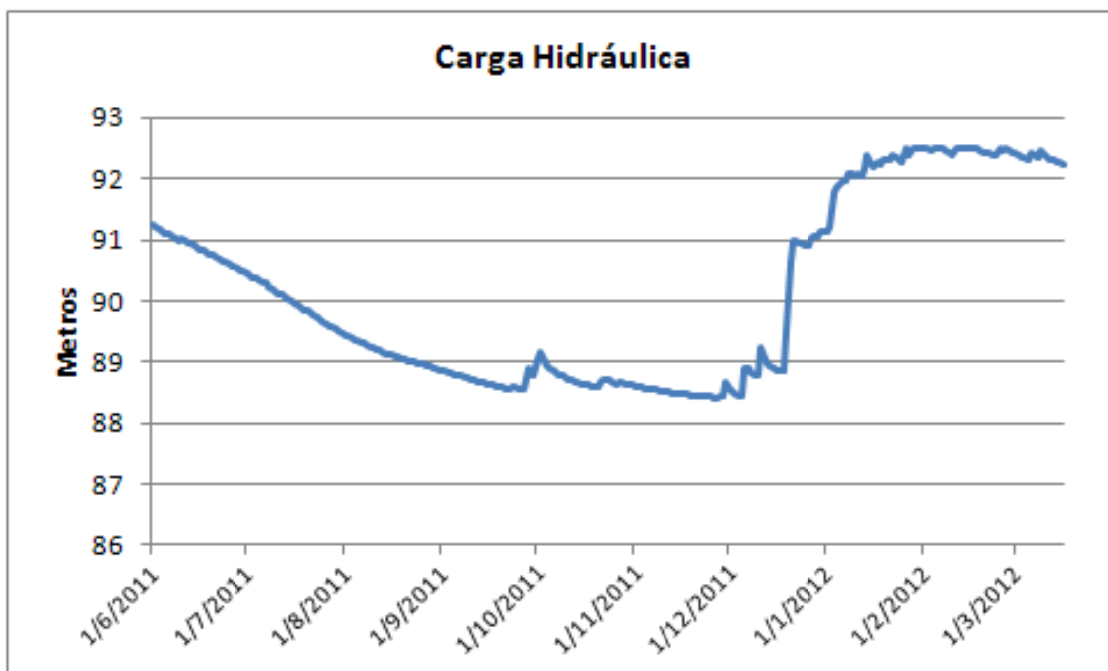
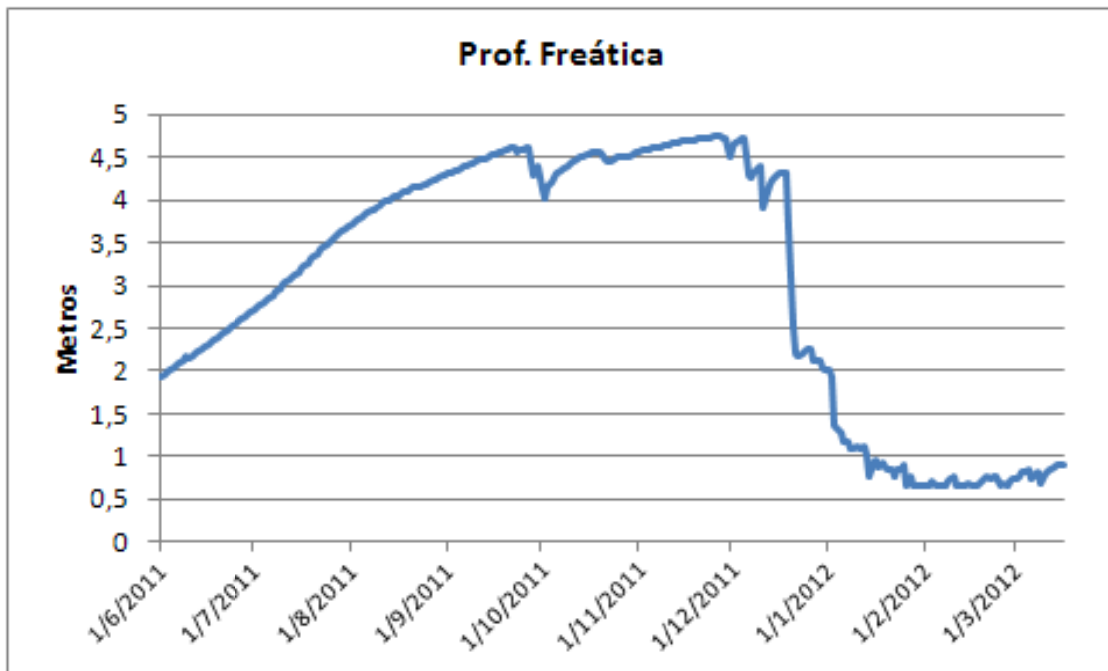
Piezômetro 27.



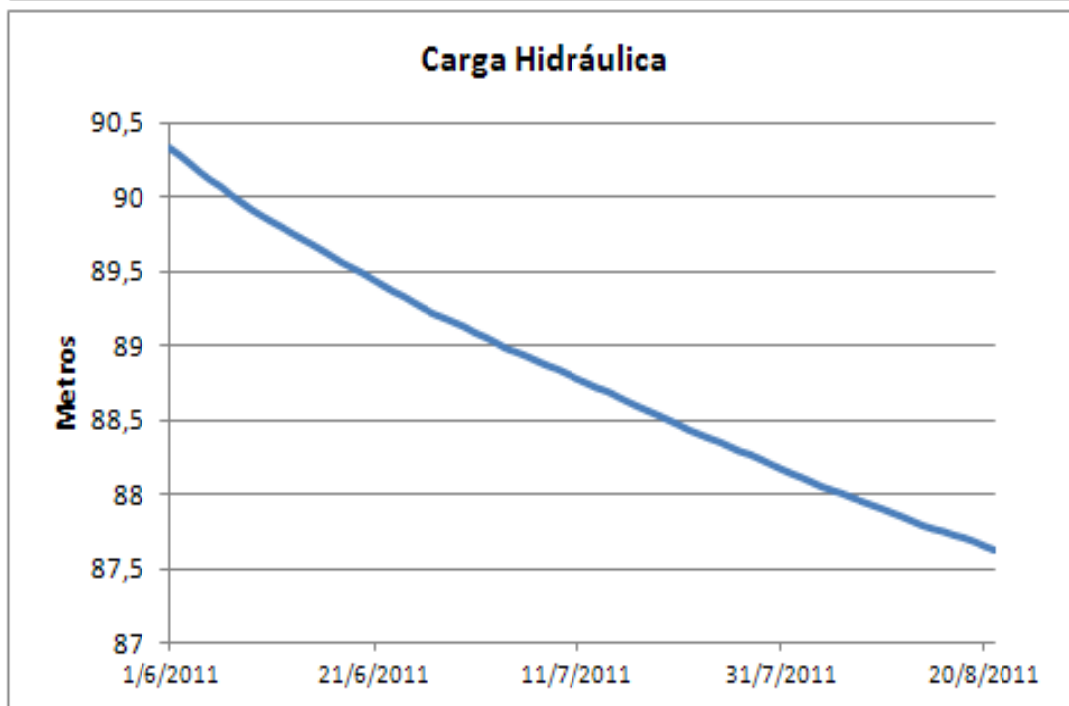
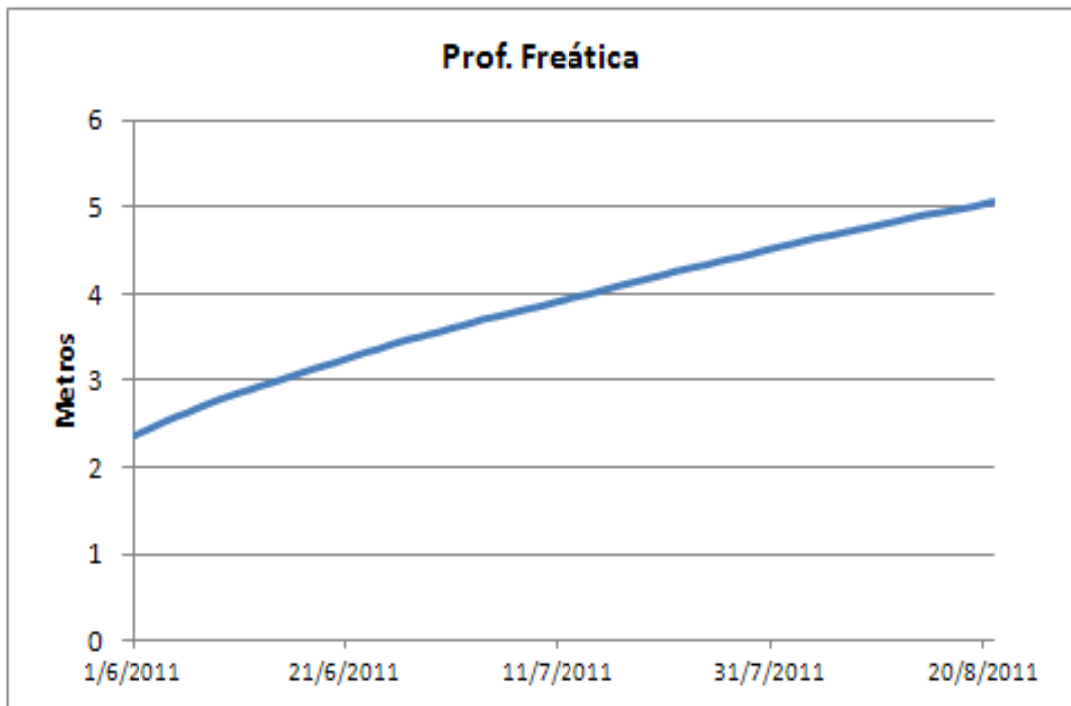
Piezômetro 28.



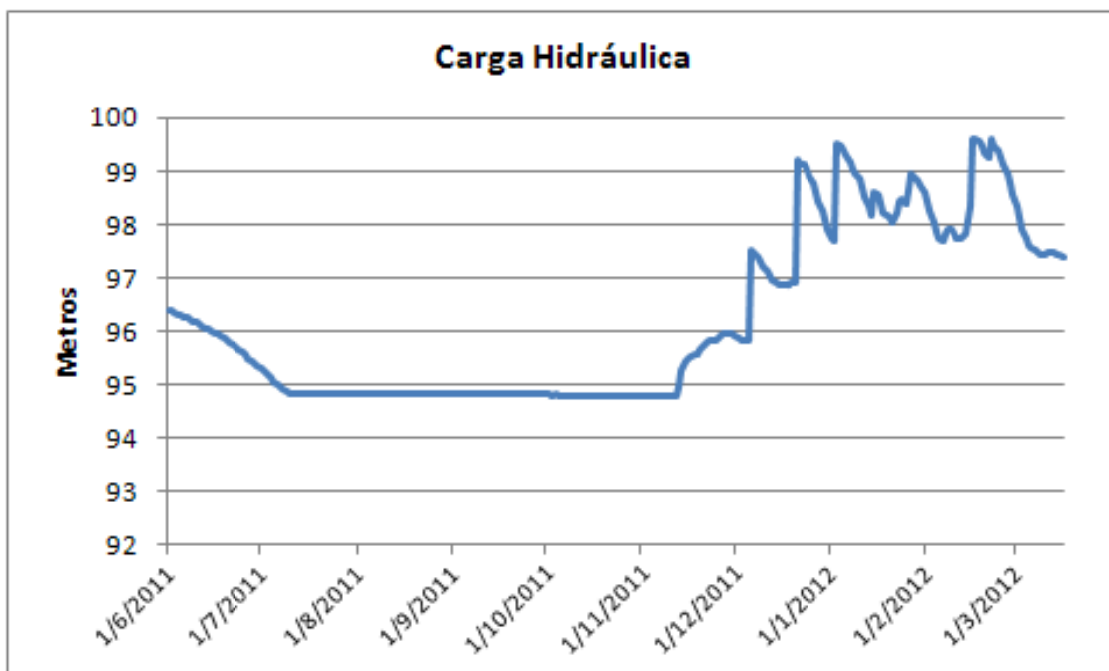
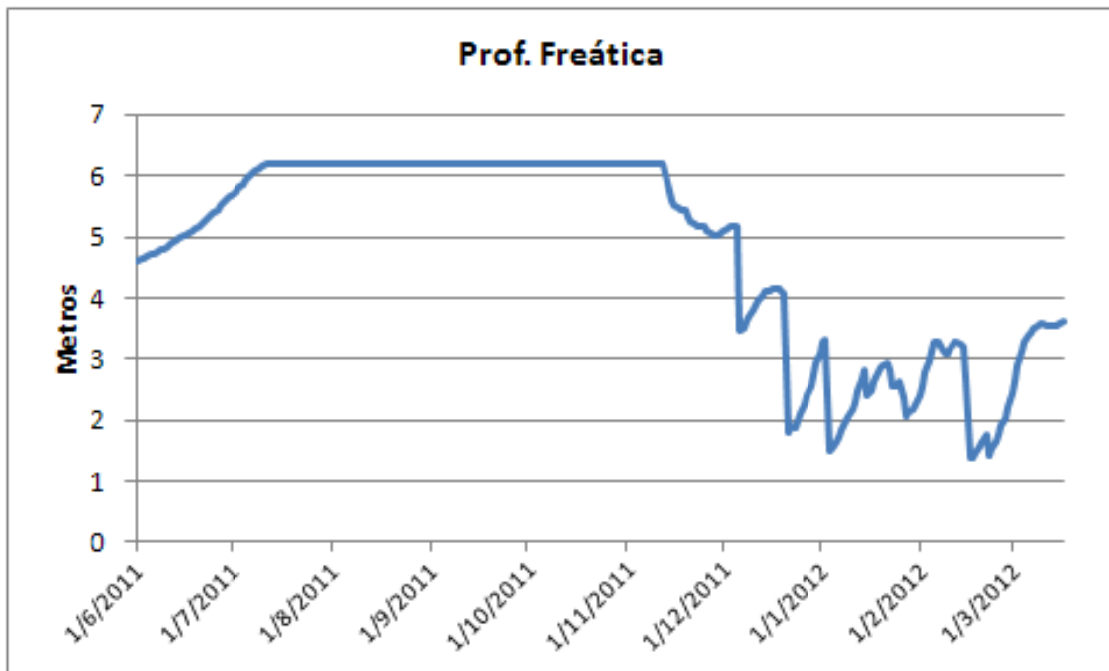
Piezômetro 29.



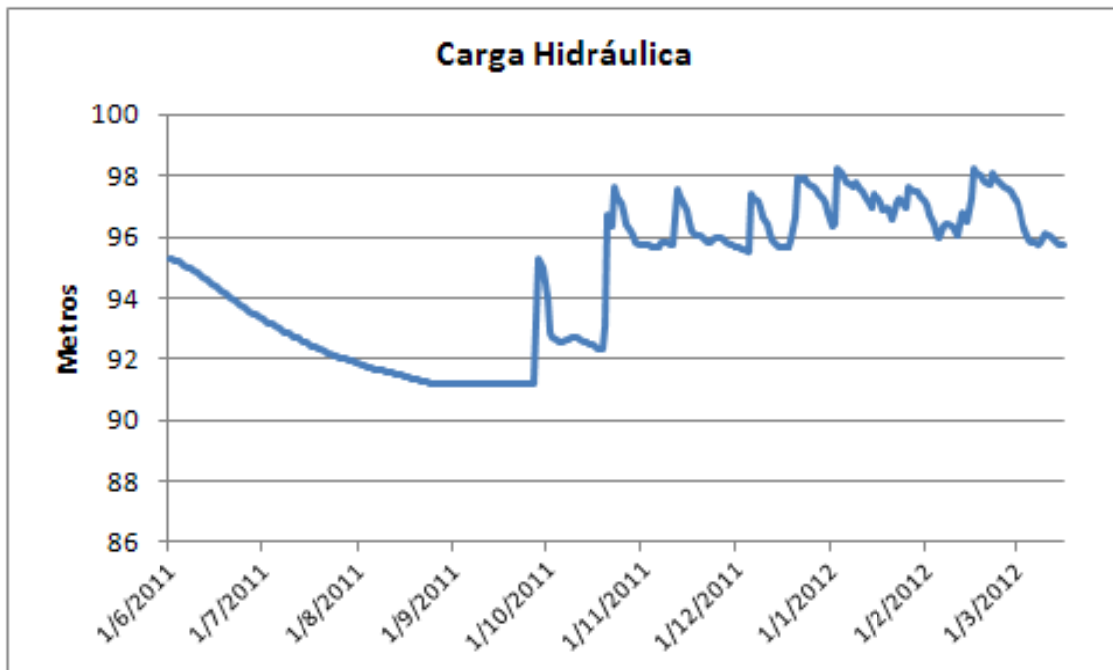
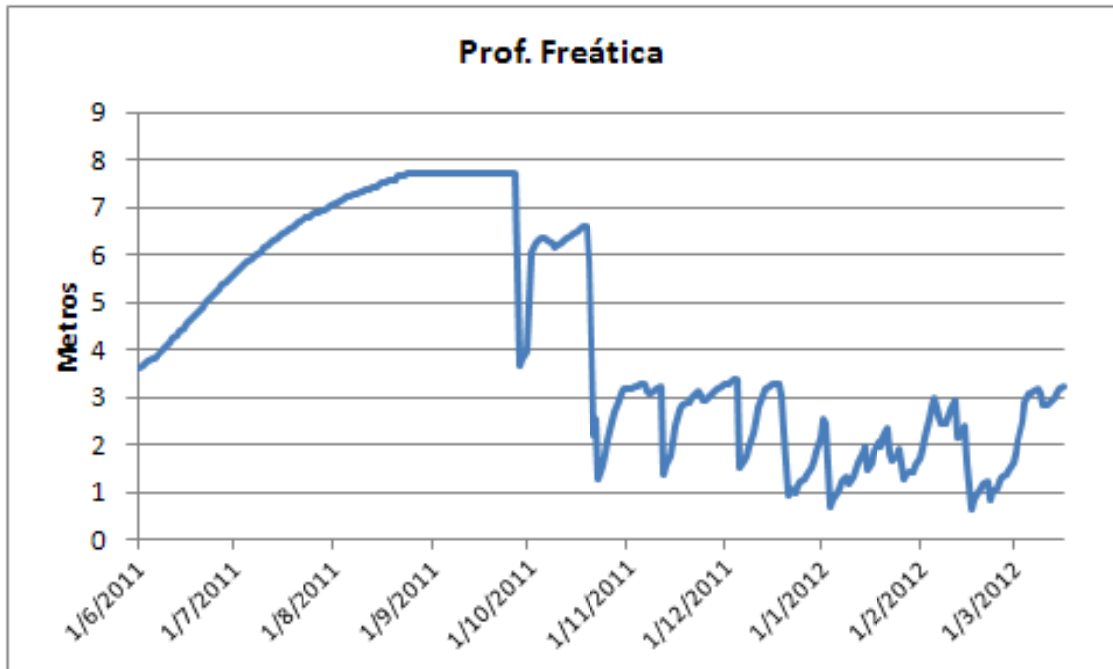
Piezômetro 30.



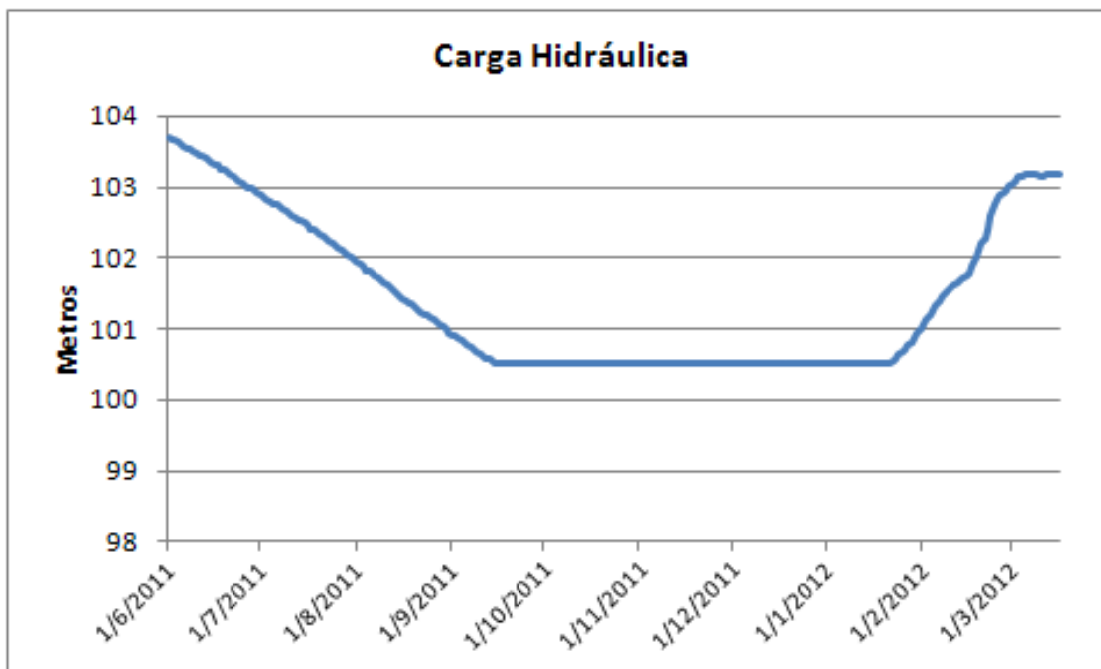
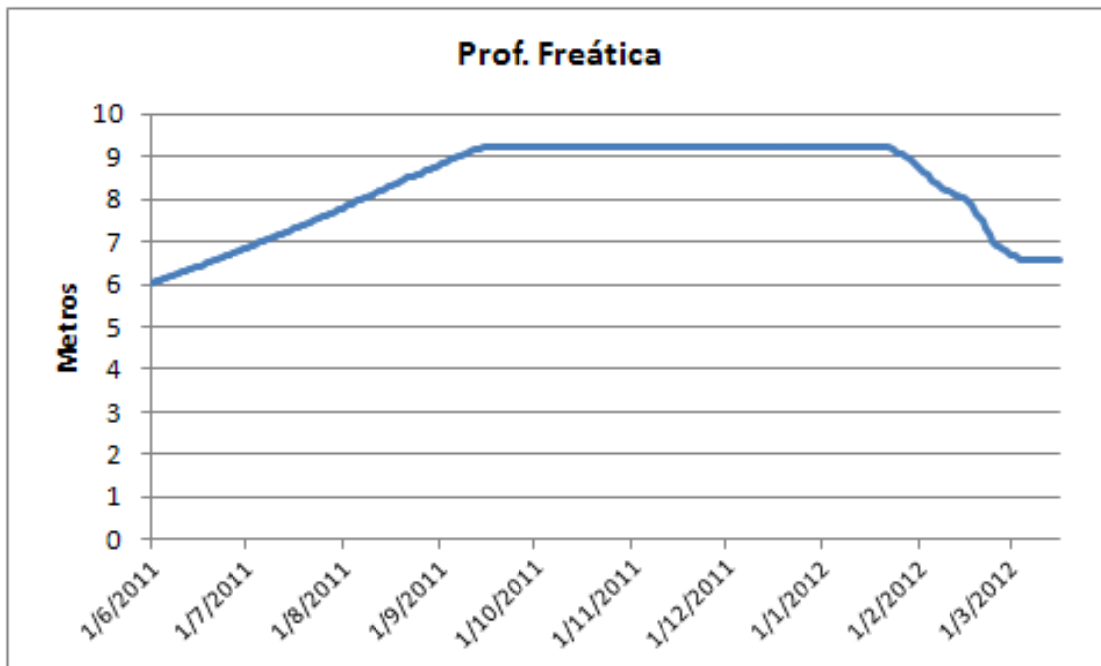
Piezômetro 31.



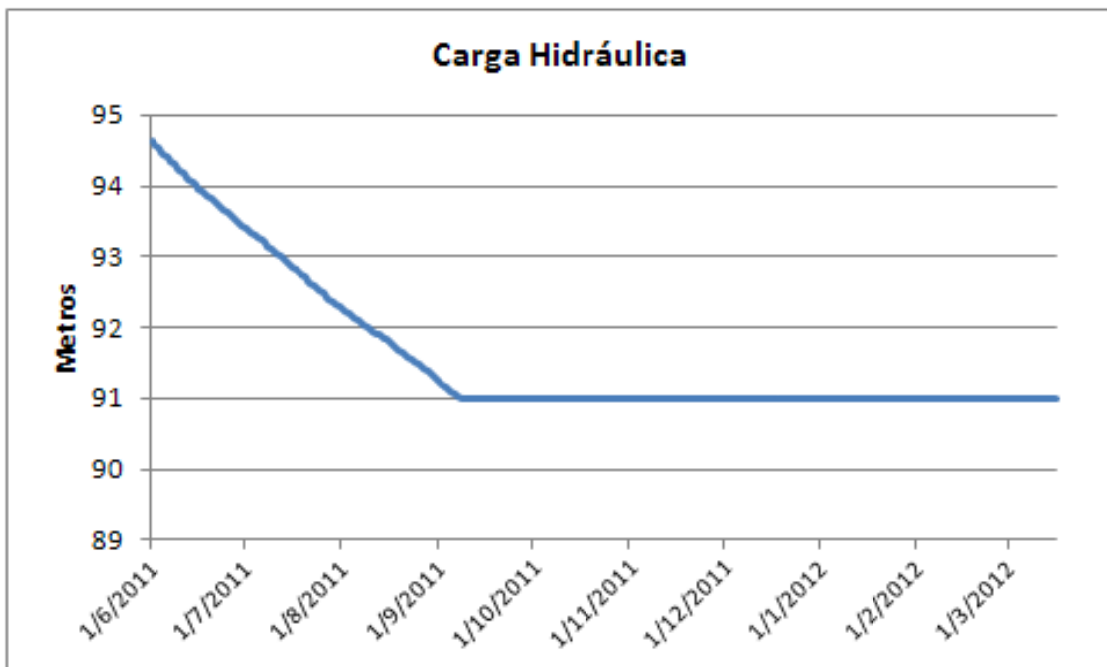
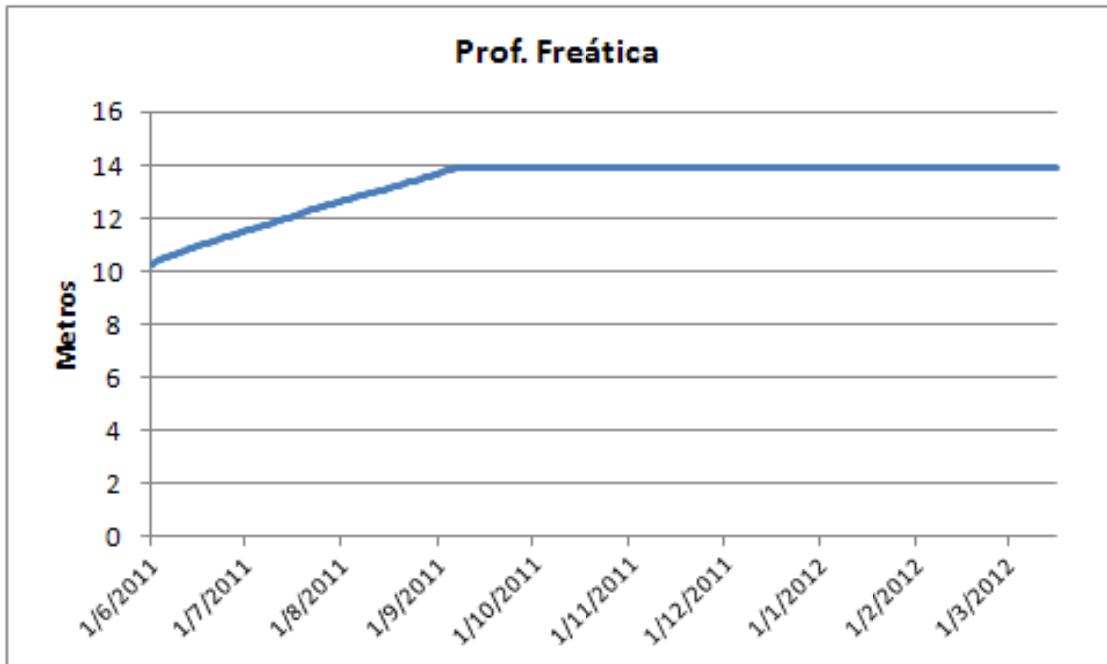
Piezômetro 32.



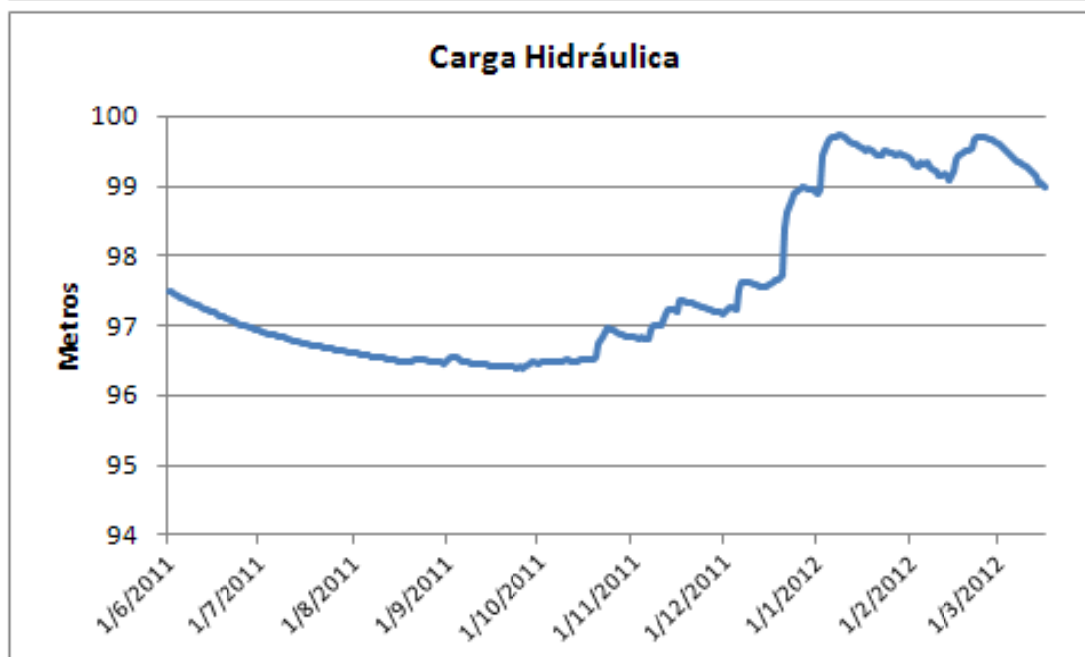
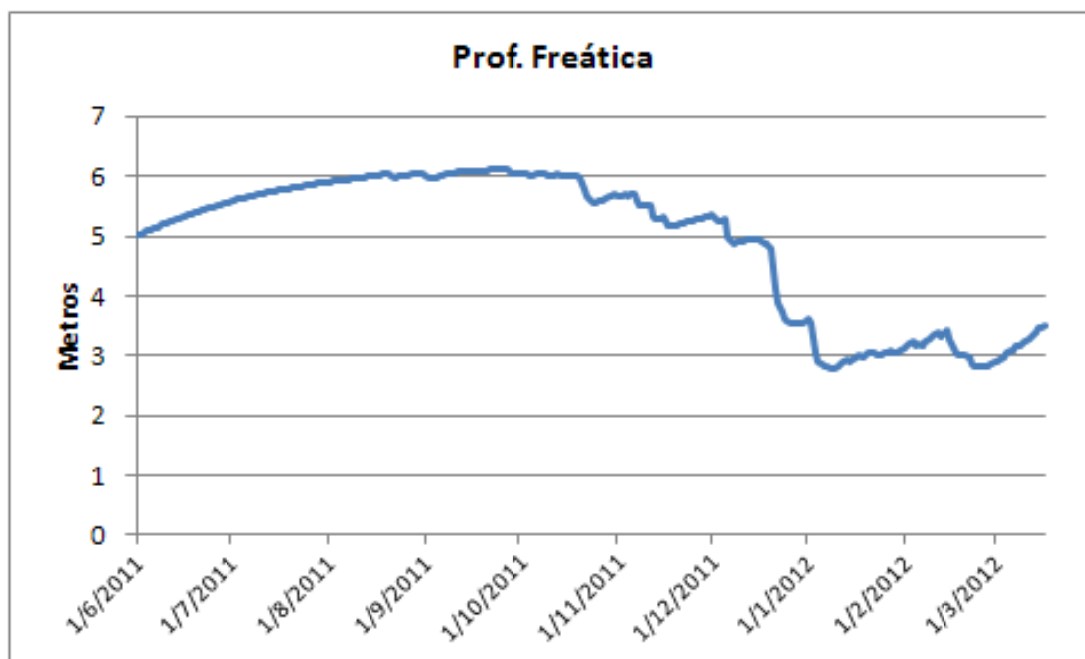
Piezômetro 33.



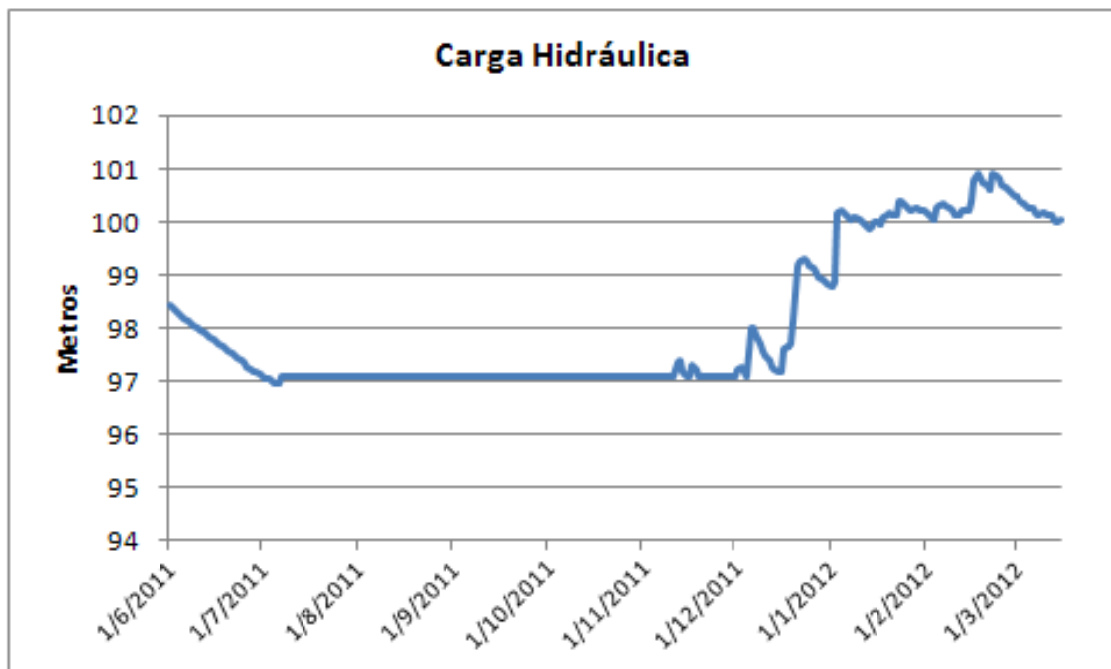
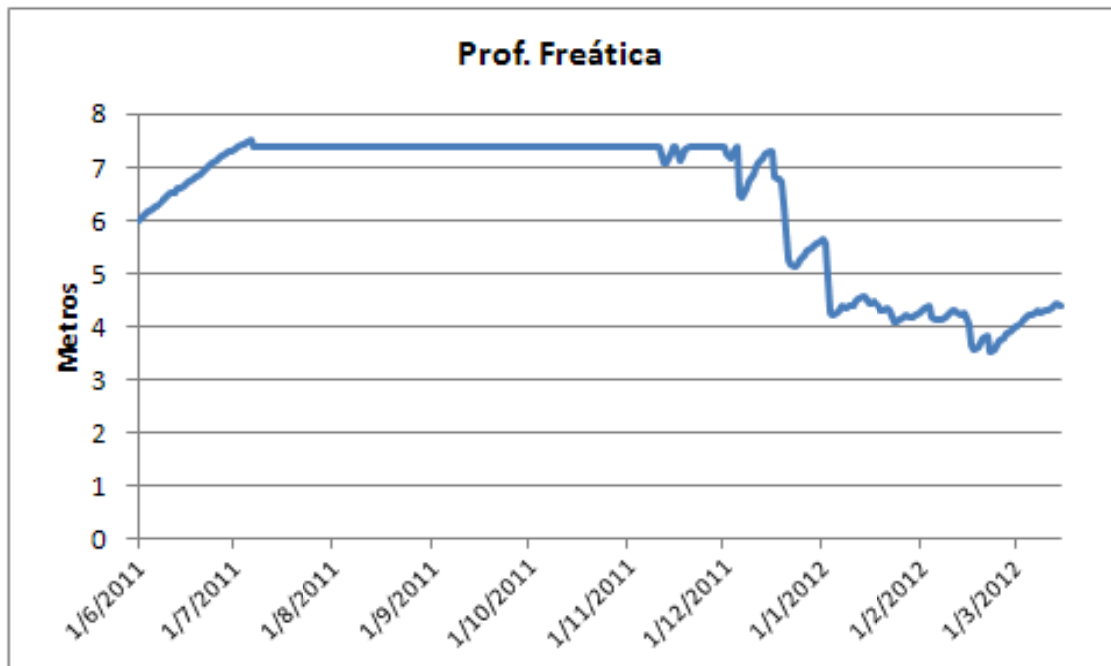
Piezômetro 34.



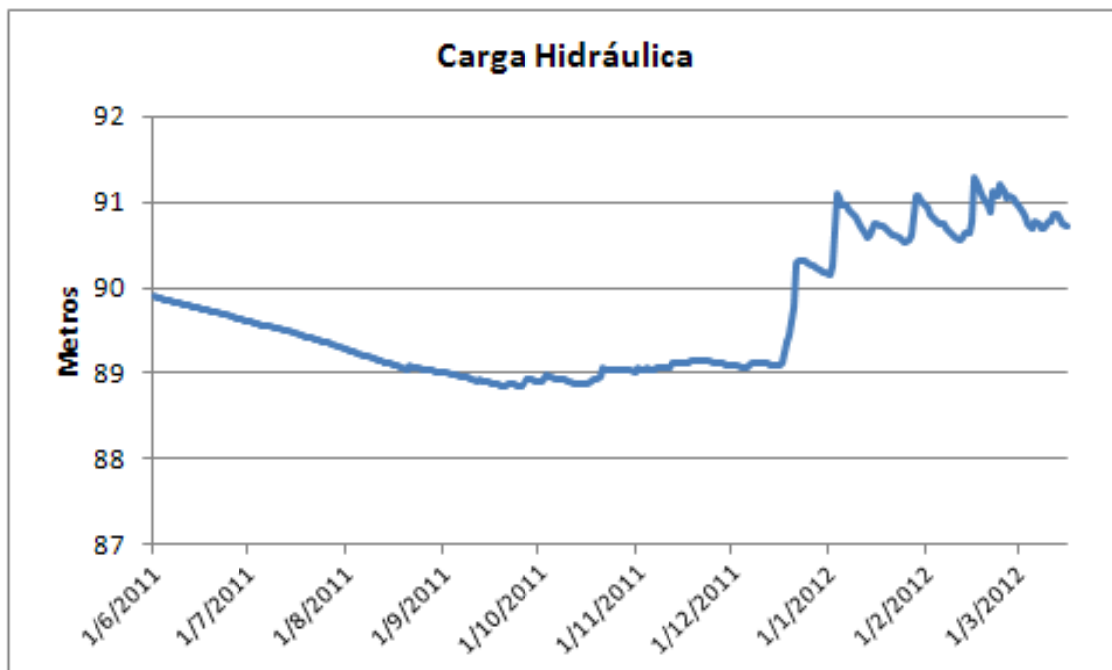
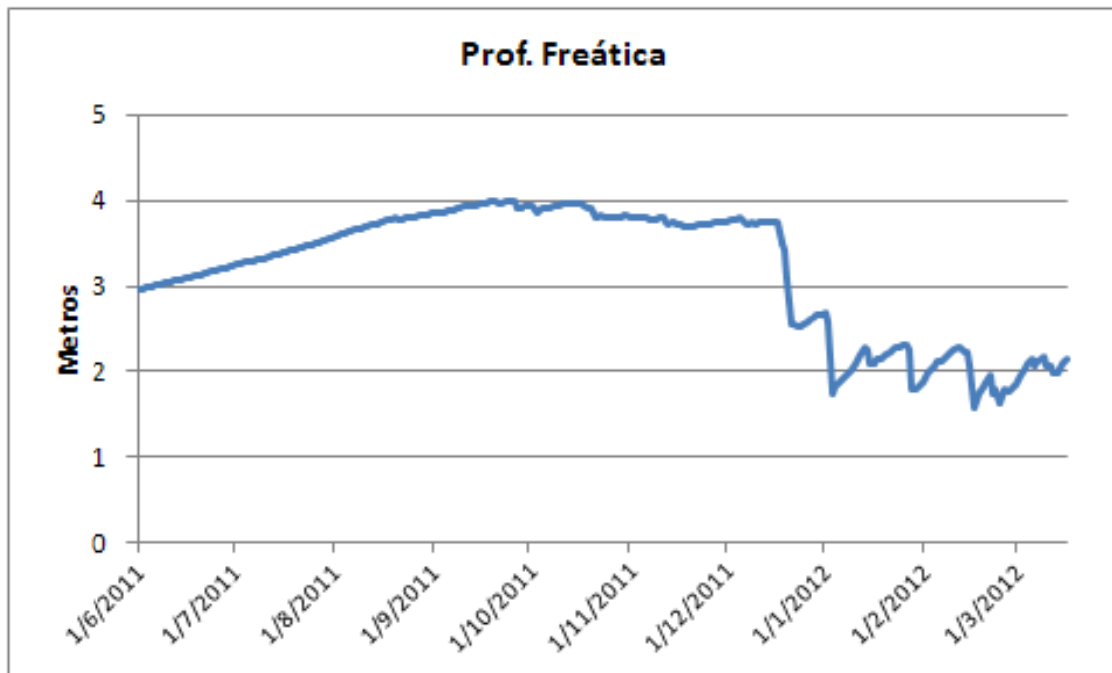
Piezômetro 35.



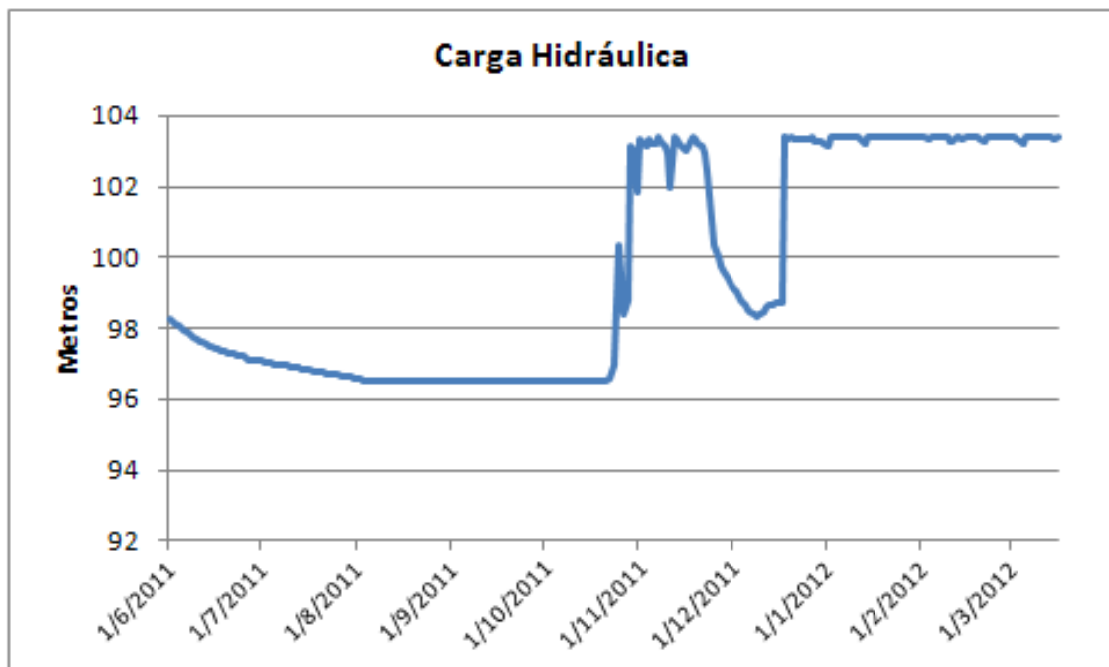
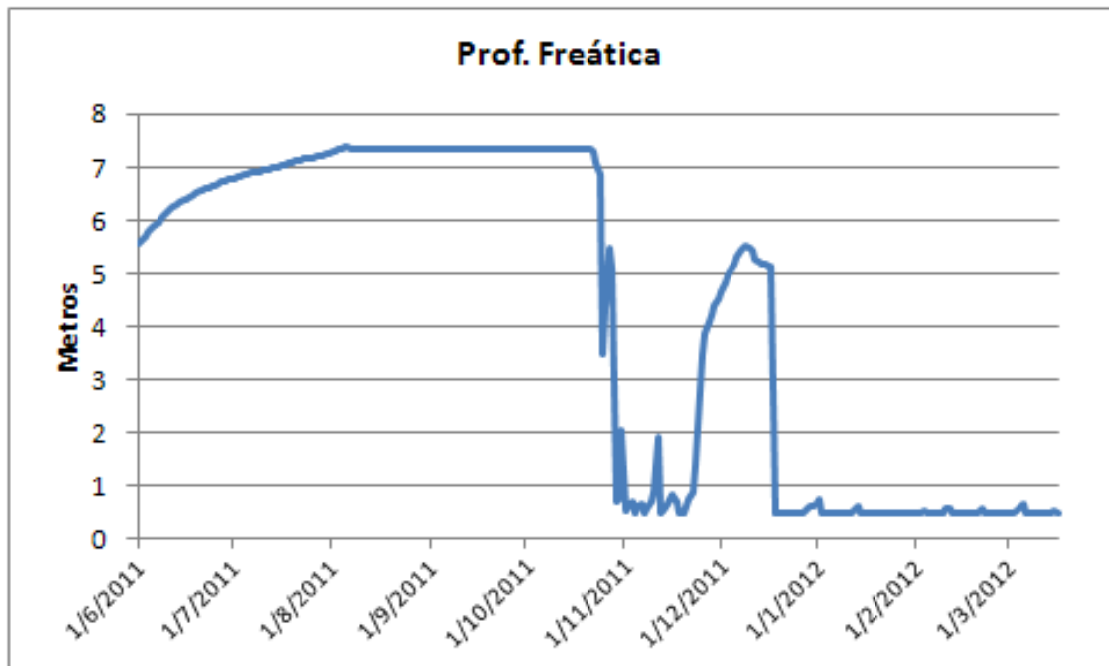
Piezômetro 36.



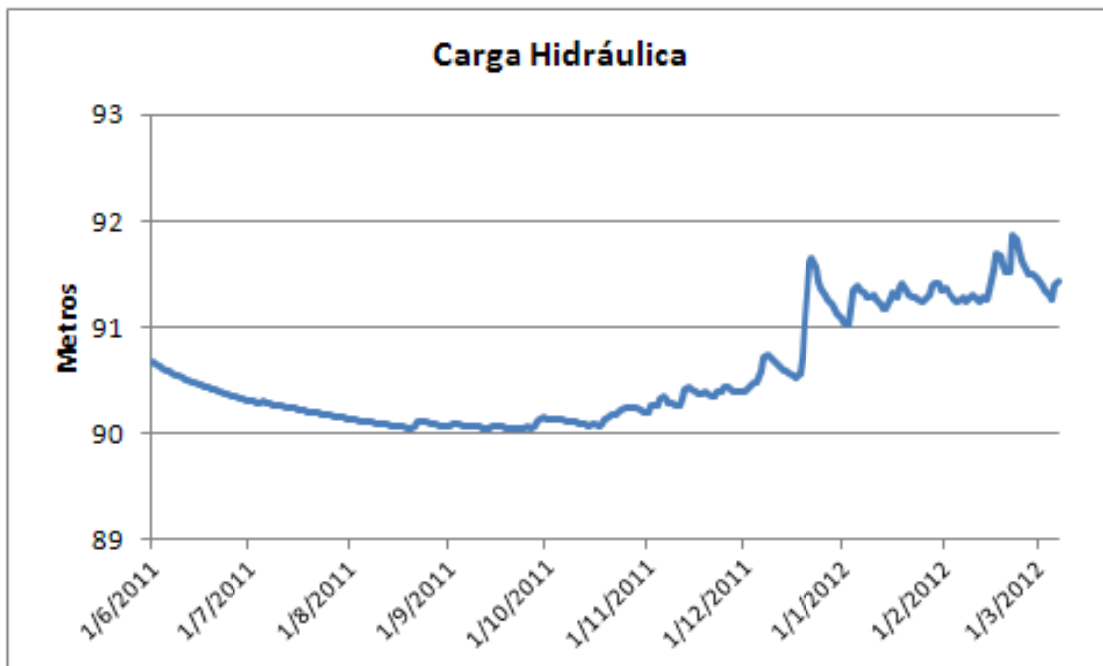
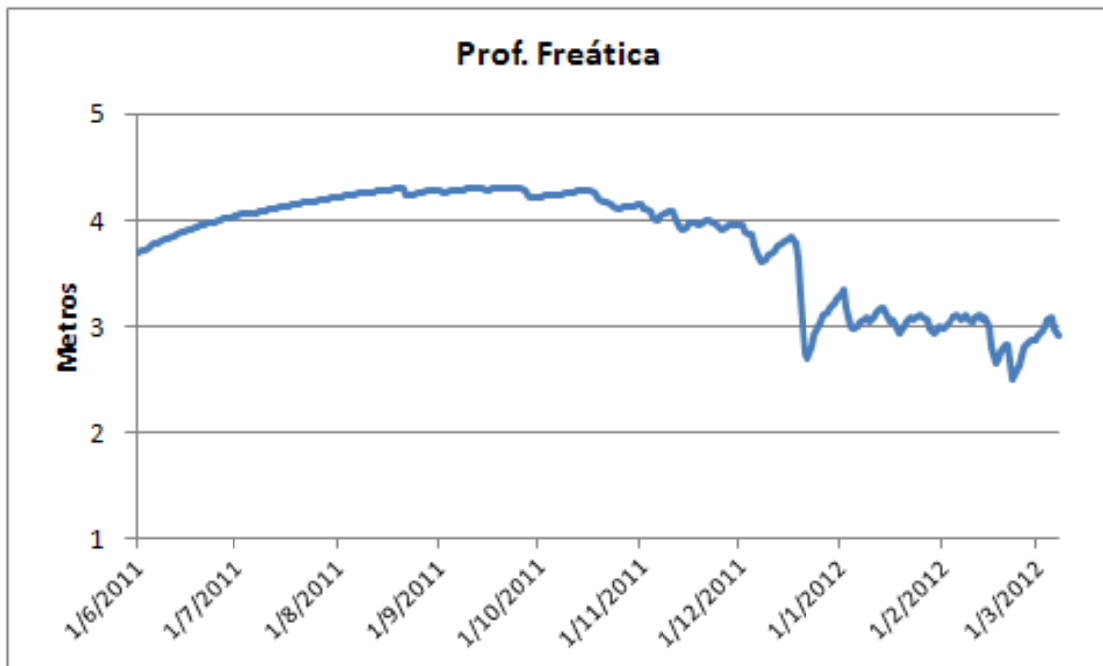
Piezômetro 37.



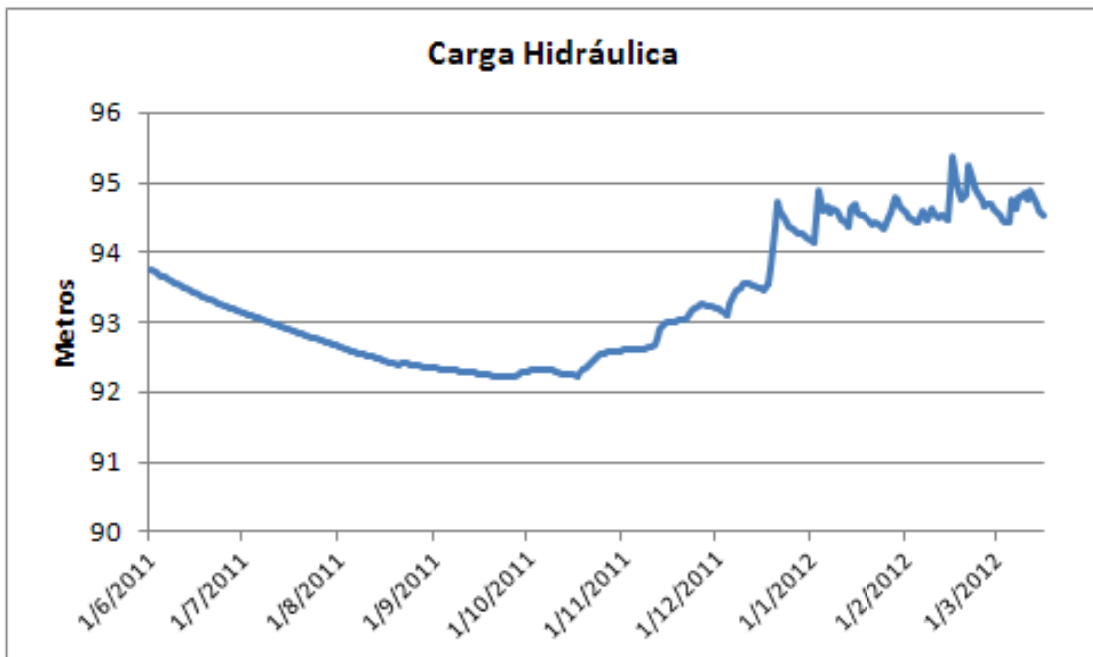
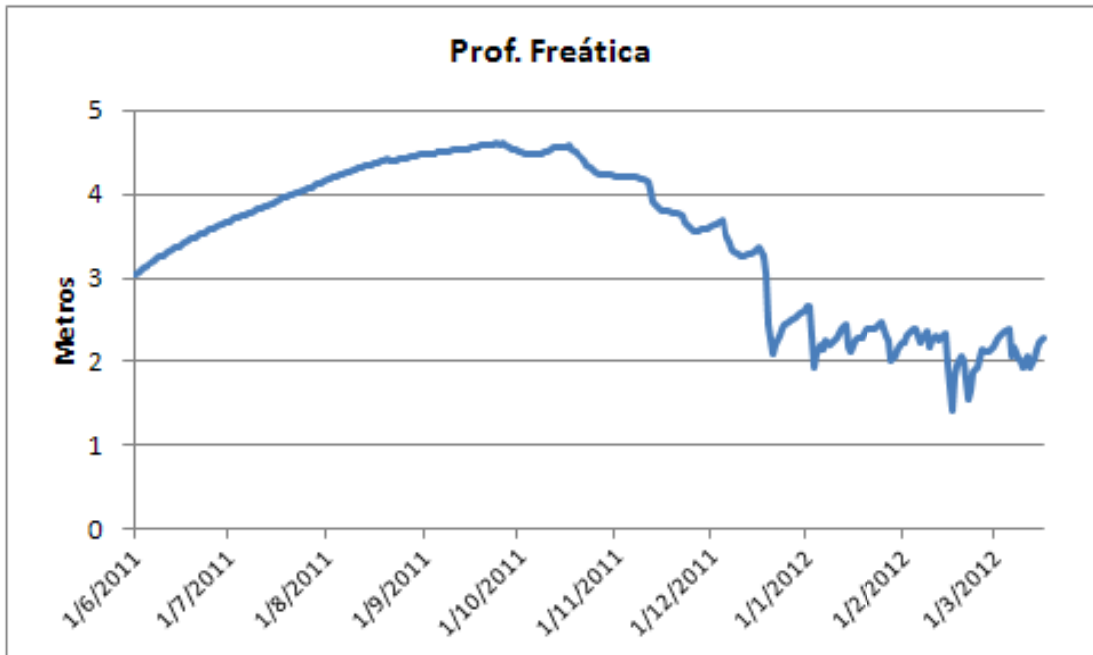
Piezômetro 38.



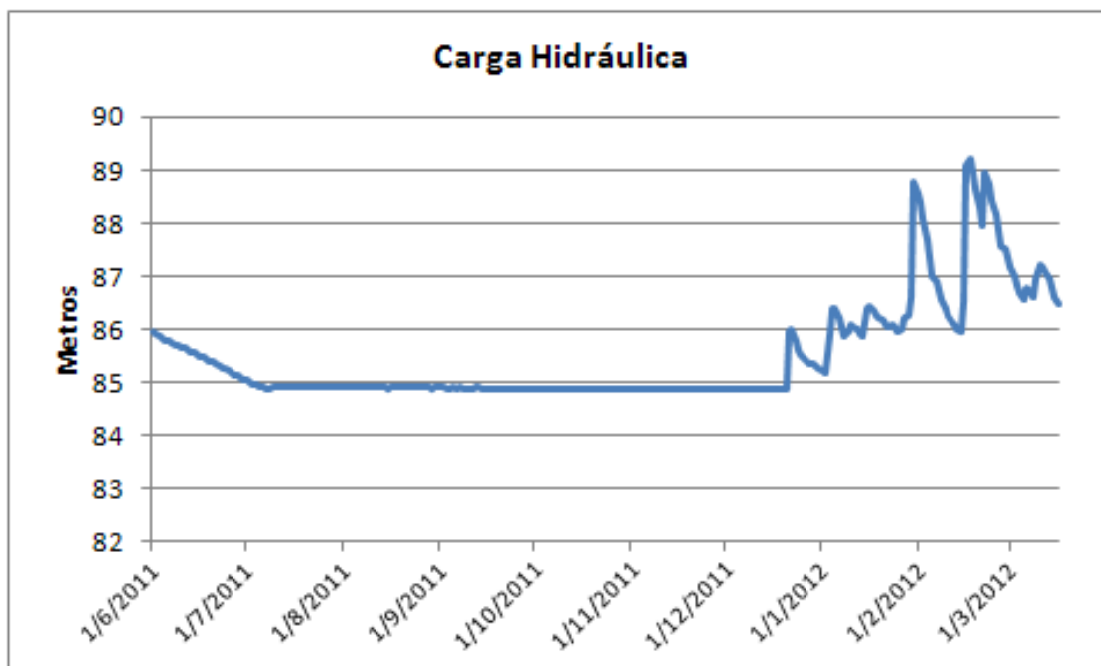
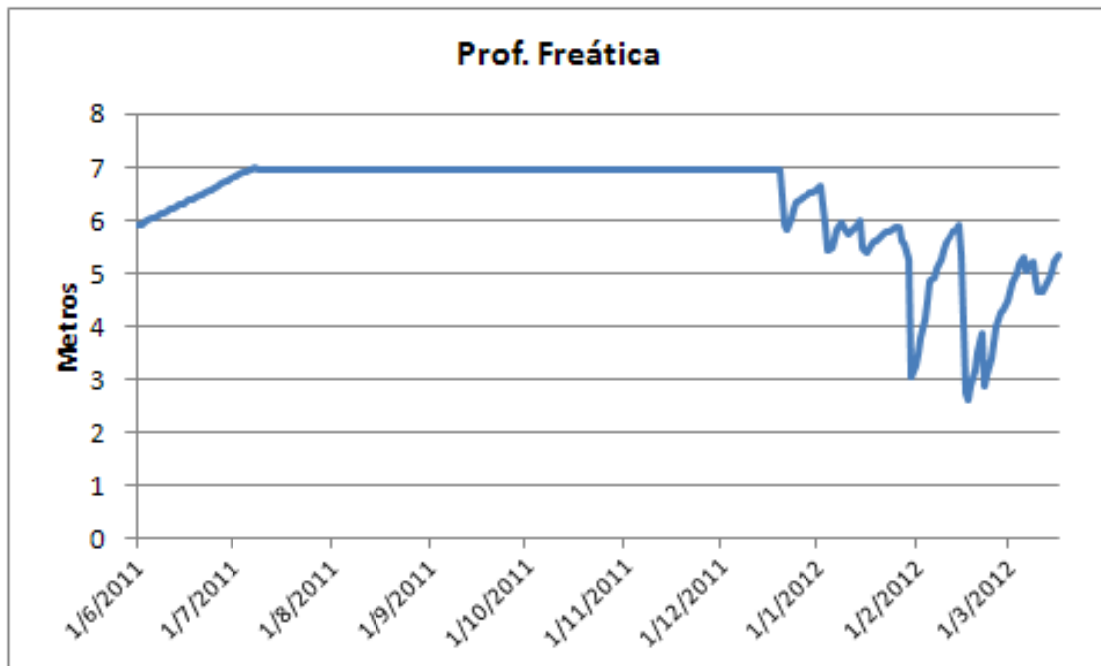
Piezômetro 39.



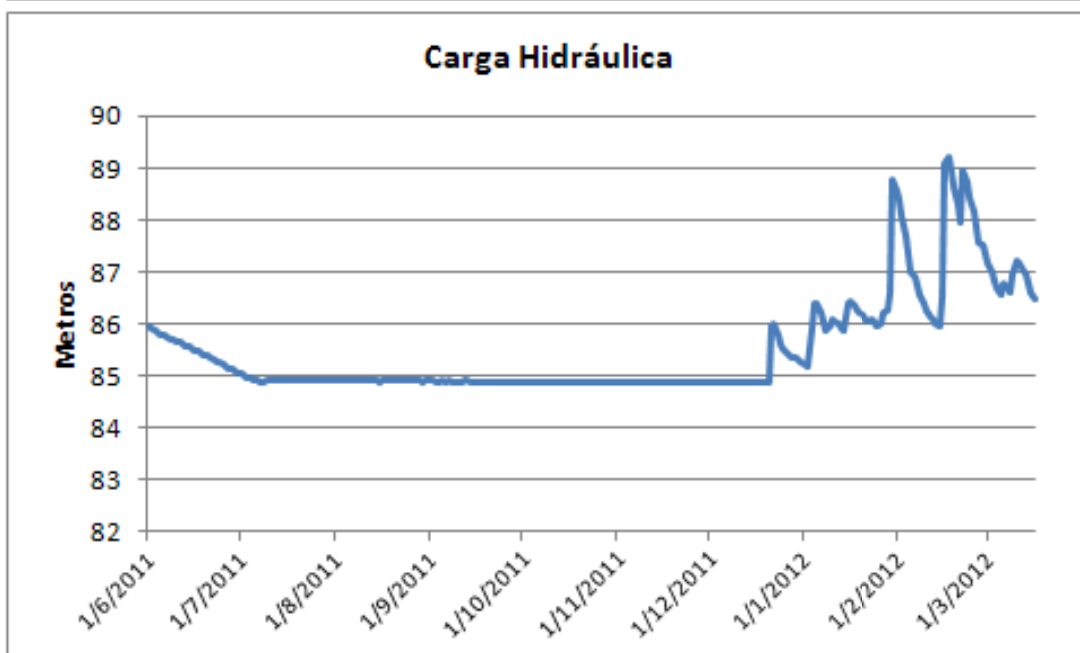
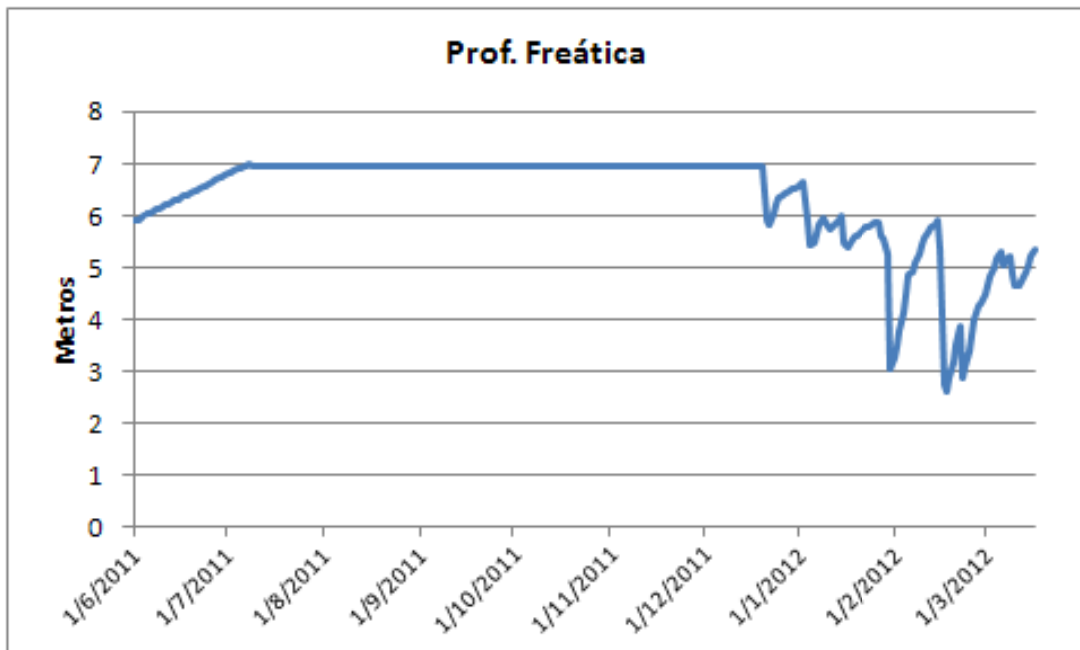
Piezômetro 40.



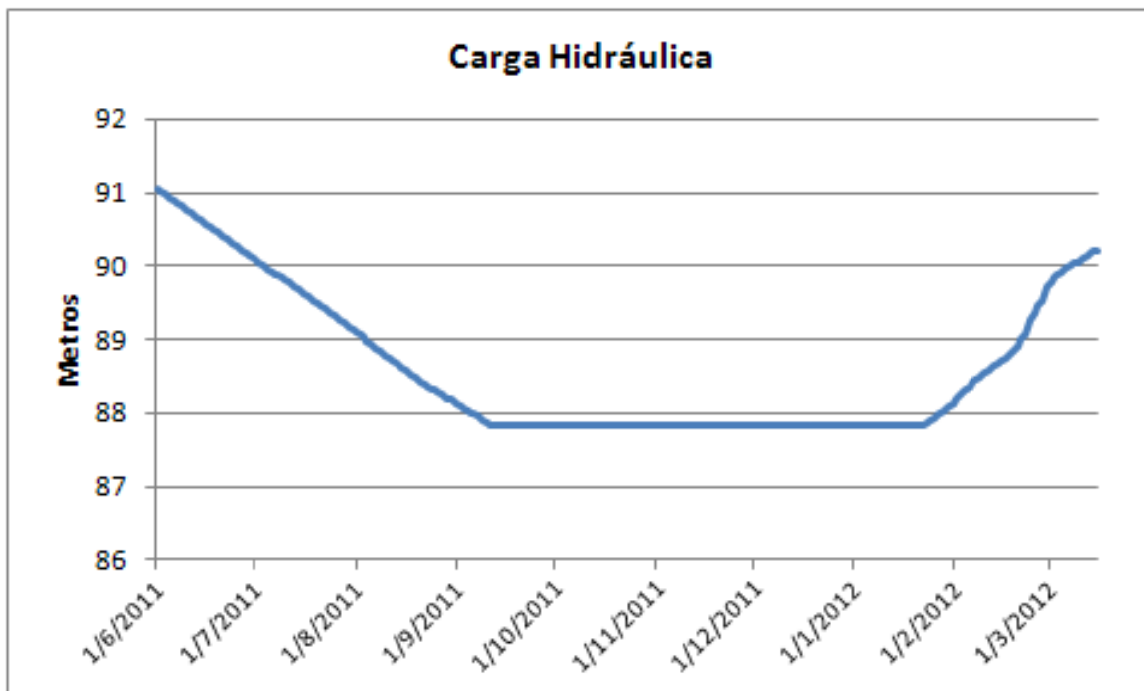
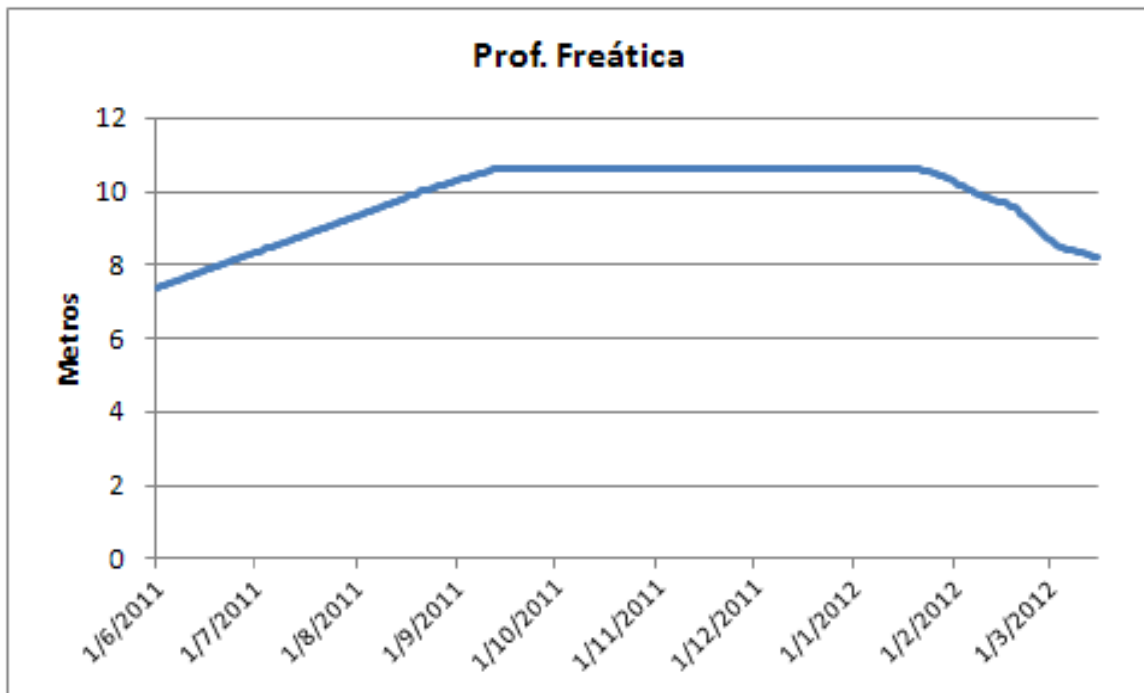
Piezômetro 41.



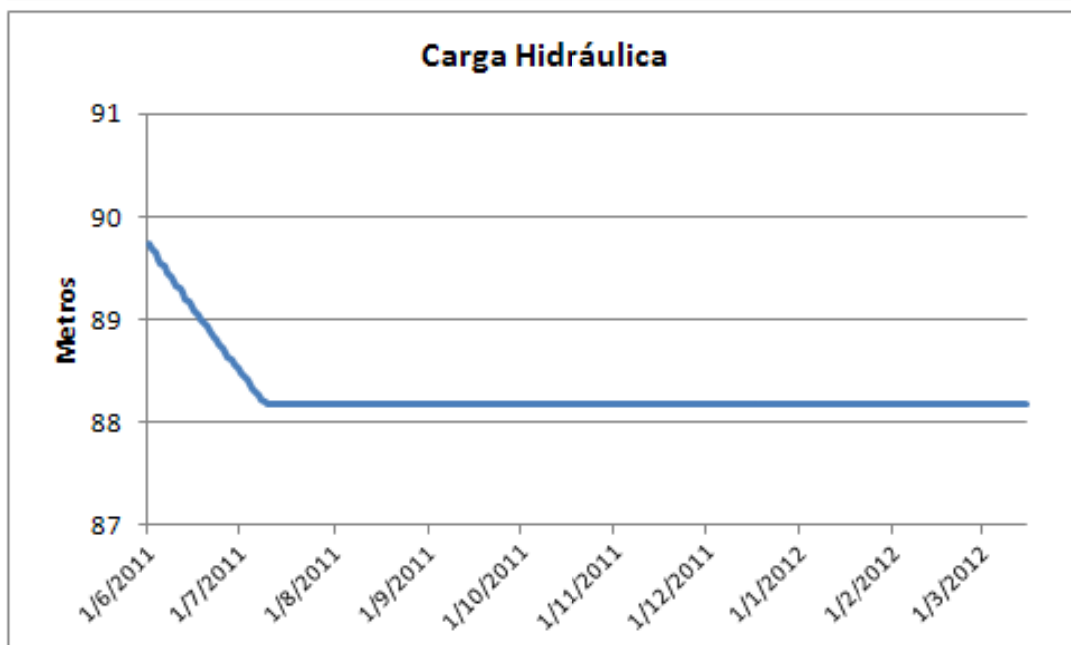
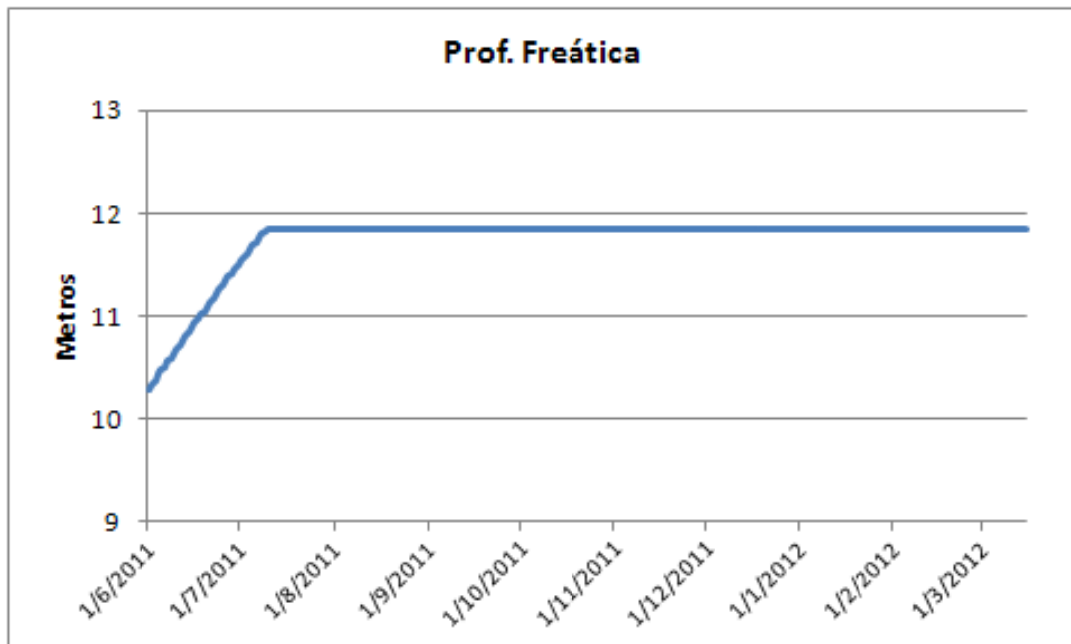
Piezômetro 42.



Piezômetro 43.



Piezômetro 44.



Piezômetro 45.



ICF Consultoria do Brasil Ltda
112661-RCR-RL-0001-00



Programa de Monitoramento do Lençol Freático do AHE Jirau
Relatório Final de Implantação

Apêndice 2 - Mapas