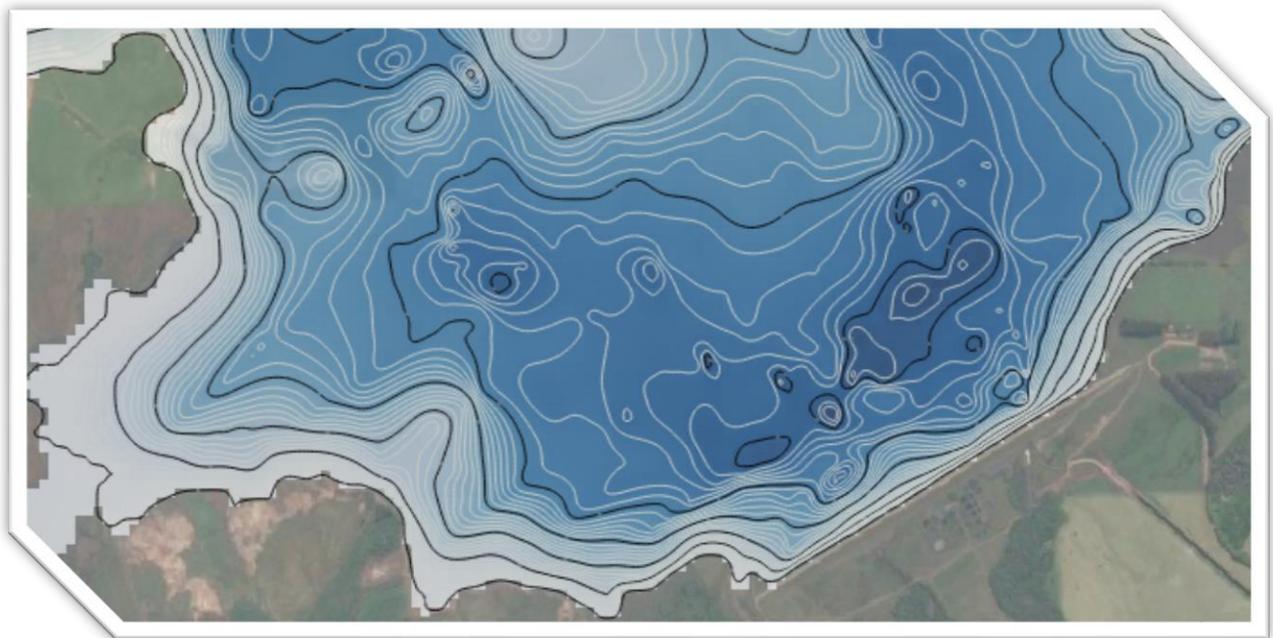


Universidade Federal de Pelotas
Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim
NEPE HidroSedi – Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e
Sedimentologia para o Manejo de Bacias Hidrográficas

Relatório Técnico I



Levantamento Batimétrico Reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro

HIDRO SEDI
HIDROMETRIA E SEDIMENTOS | MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS



2019

Apresentação

Barragem do Arroio Chasqueiro, localizada a 3 km da BR-116, km 600, no município de Arroio Grande-RS, foi implantada nos arroios Chasqueiro e Chasqueirinho. É uma barragem de terra, com 1200 metros de comprimento e máxima altura de 22 metros, em operação desde 1983. A crista de coroamento tem largura em torno de 9 metros e está na cota 45,6 metros. Nas proximidades da ombreira esquerda está localizado o vertedor e tomada d'água, ambas estruturas de concreto. Sua área de alagamento está próxima a 1.650 hectares e armazena um total de 117 milhões de metros cúbicos de água, para um volume útil de 105,6 milhões de metros cúbicos, contando com uma bacia de captação de aproximados 24 mil hectares. Descontada a perda líquida por evaporação e, considerando o consumo de 14 mil metros cúbicos por hectare, a área anual irrigável, de projeto, é da ordem de 7.100 hectares.

O perímetro de irrigação conta com uma área total de 26 mil hectares e aproximadamente 19 mil hectares irrigáveis, atendidos por rede principal do sistema de irrigação. O sistema comporta um total de 90 obras hidráulicas em concreto armado e 38 pontilhões de madeira. A rede principal é constituída basicamente de 3 canais de irrigação, C-1, C-2 e C-2/1, com uma extensão total de 90 km (CODIC, 2019).

A considerar os fundamentos, objetivos e diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, em especial naquilo que se refere aos usos múltiplos da água, sua utilização racional, integrada e sistemática, sem dissociação dos aspectos quanti-qualitativos, bem como com a gestão ambiental e do uso do solo, o Projeto Chasqueiro, desenhado em consonância com o Plano de Desenvolvimento Integrado da Bacia da Lagoa Mirim, de caráter binacional, tem a Agência da Lagoa Mirim, como órgão operativo do Tratado da Lagoa Mirim e, junto com a Universidade Federal de Pelotas, tem o compromisso com a operação do Distrito de Irrigação do Arroio Chasqueiro o qual delega, por convênio constituído e firmado, à Cooperativa dos Proprietários do Distrito de Irrigação da Barragem do Arroio Chasqueiro LTDA – COODIC, a tarefa de administrar, operar, conservar e manter o Complexo da Barragem e do Sistema de Distribuição de Água.

Considerando a operação de mais de 35 anos, observou-se necessidade de avaliar os volumes atuais de armazenamento, transcorrido esse tempo de uso interrupto do sistema.

Para tanto, Agência da Lagoa Mirim e o NEPE-HidroSedi, respectivamente estruturas administrativa e de pesquisa da Universidade Federal de Pelotas, elaboraram o levantamento batimétrico da barragem de acumulação do Arroio Chasqueiro para que os operadores do distrito de irrigação tenham suporte de informações que permita planejar a irrigação para seu quadro de associados, que atualmente são 96 proprietários de áreas rurais localizadas na abrangência do Distrito de Irrigação.

Esse documento aponta as estruturas de análise e apresenta os resultados em mapas, gráficos e tabelas, os quais poderão ser amplamente consultados, pelos operadores.

Levantamento Batimétrico
Reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro

2019

R 382 Relatório Técnico I : levantamento batimétrico, Reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro / Universidade Federal de Pelotas, Agencia de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim, Núcleo de Ensino Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentologia para Manejo de Bacias Hidrográficas. – Pelotas : UFPel : ALM, 2019 . – 24p. : Il.

1. Barragem do Arroio Chasqueiro 2. Levantamento Batimétrico 3. Agencia Lagoa Mirim I. Universidade Federal de Pelotas II. Collares, Gilberto Loguercio, organizador III. Gonçalves, George Marino Soares IV. Bartels, Guilherme Kruger V. Bonczynski, Reginaldo Galski

CDD 631.7

Catálogo na Fonte
Patrícia de Borba Pereira CRB101487

Universidade Federal de Pelotas

Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim

NEPE HidroSedi- Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentologia para
o Manejo de Bacias Hidrográficas

Levantamento Batimétrico

Reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro

George Marino Soares Gonçalves¹

Gilberto Loguercio Collares - Coordenador²

Guilherme Kruger Bartels³

Reginaldo Galski Bonczynski⁴

Pelotas, 2019

¹ Engenheiro Hídrico, Mestrando do PPG Recursos Hídricos, CDTec, Universidade Federal de Pelotas.

² Engenheiro Agrícola, Doutor, Professor Titular, Engenharia Hídrica, PPG Recursos Hídricos, CDTec, Universidade Federal de Pelotas.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutorando PPG Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas-IPH, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴ Tecnólogo em Geoprocessamento, Técnico em Hidrologia, Engenharia Hídrica, CDTec, Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal de Pelotas, pelo suporte e disponibilidade de suas estruturas para a execução deste trabalho, a Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim – ALM e a Cooperativa dos Proprietários do Distrito de Irrigação da Barragem do Arroio Chasqueiro Ltda – COODIC por permitir e requerer a atenção do nosso grupo para com demandas que apontam soluções ao desenvolvimento do projeto que a ALM opera no Distrito de Irrigação do Arroio Chasqueiro.

A equipe NEPE-HidroSedi e o Laboratório de Hidrometria e Sedimentologia da Engenharia Hídrica.

Por último, nossos agradecimentos ao Eng. Agron. Lucas Souza Viegas e a estudante de Engenharia Hídrica, Leandra Martins Bressan, por seus esforços e iniciativas nas etapas de coleta de dados a campo.

Sumário

Objetivos	5
Introdução	6
Materiais e métodos	7
Localização	7
Equipamentos	8
Obtenção dos dados	10
Cubagem do reservatório	11
Perfis de checagem	11
Resultados	13
Conclusões	14
Recomendações	14
Anexos	

Objetivo geral

Realizar um levantamento batimétrico da Barragem do Arroio Chasqueiro, com o intuito de mapear feições e formas do relevo submerso do reservatório em questão. Também é objetivo desse relatório técnico, fornecer subsídios ao poder público e privado na tomada de decisões que levem em consideração valores de volume d'água e área inundável.

Objetivos específicos

- i) Realizar a amostragem de uma malha de pontos batimétricos na área do reservatório da barragem;
- ii) Realizar a filtragem, checagem e adequação dos pontos amostrados;
- iii) Gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE) a respeito da área amostrada;
- iv) Gerar curvas de nível intervaladas a cada 0,5 metros de distância para a área amostrada;
- v) Obter as relações entre cota e área, bem como entre cota e volume para o reservatório.

Introdução

O homem possui em sua história de existência uma forte ligação e dependência dos recursos hídricos, sendo a construção de reservatórios considerados de grande importância para o desenvolvimento das civilizações ao longo dos séculos. Entretanto, é bastante vasta a aplicação de reservatórios de água, podendo ser utilizados com a finalidade de retenção de volumes d'água para contenção enchentes, segurança hídrica (prover água em períodos de seca), lazer, paisagismo, geração de energia, navegação, agricultura, entre outros.

Contudo, para a garantia de operação de um determinado reservatório, ao passar dos anos, é de extrema importância que sejam realizados levantamentos batimétricos, para que se possam aferir as informações acerca do volume d'água reservado e de sua área de inundação, pois essas variáveis são diretamente influenciadas pela alteração da conformação do leito da área alagada. Essas alterações podem ser ocasionadas por deposição de sedimentos, gerando como consequência a diminuição do volume útil de um reservatório e também pode ser ocasionado por atividades de dragagem, gerando como consequência o aumento do volume útil.

O processo de obtenção de dados batimétricos passou por grande evolução no decorrer do tempo, tendo sido realizado no passado com técnicas mais expeditas que empregavam-se varas ou cordas milimetradas, as quais eram dispostas até o leito do curso d'água, anotando-se a posição dessa medida, com o auxílio de um sextante, e então se obtinha pontos de batimetria com a repetição desse procedimento. Ainda no século passado, após acidente ocorrido com o icônico Titanic, deu-se início a utilização das primeiras ecossondas para identificação de feições em leitos de corpos d'água, tendo ambos ocorridos em 1912. A utilização de ecossondas parte do princípio da emissão de um som através de um corpo emissor, esse som se desloca pela coluna de água, se choca com o leito e reflete até um elemento que o captura, sendo o tempo de deslocamento desse pulso acústico é transformado em distância e, por conseguinte, profundidades, permitindo a agilidade e segurança na obtenção de pontos sucessivos de batimetria.

Como consequência, levantamentos batimétricos se tornaram muito mais densos em números de pontos coletados, bem como mais precisos quando avaliada a fidelidade da informação observada *in situ*, permitindo aos profissionais da área, geração de mapas contínuos (quando se estimam dados para locais não observados) usando-se técnicas de interpolação geoestatística das informações obtidas nos levantamentos batimétricos, resultando mapas que cobrem a totalidade da área de interesse (considerando dados observados e estimados).

Materiais e Métodos

Localização

O reservatório da Barragem do Chasqueiro localiza-se no município de Arroio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1), e recebe os cursos d'água Arroio Chasqueiro e Arroio Chasqueirinho. De acordo com COODIC (Cooperativa dos Proprietários do Distrito de Irrigação da Barragem do Arroio Chasqueiro Ltda), a barragem conta com uma área alagada de 1.650 hectares, e capaz de armazenar um volume total de 117.000.000 m³ de água, contando com um volume útil da ordem de 105.600.000 m³ de água. Ainda segundo a COODIC, atualmente, a barragem possui a capacidade de irrigar 8.100 hectares, sendo essa sua principal atividade, que agrega função social e econômica.

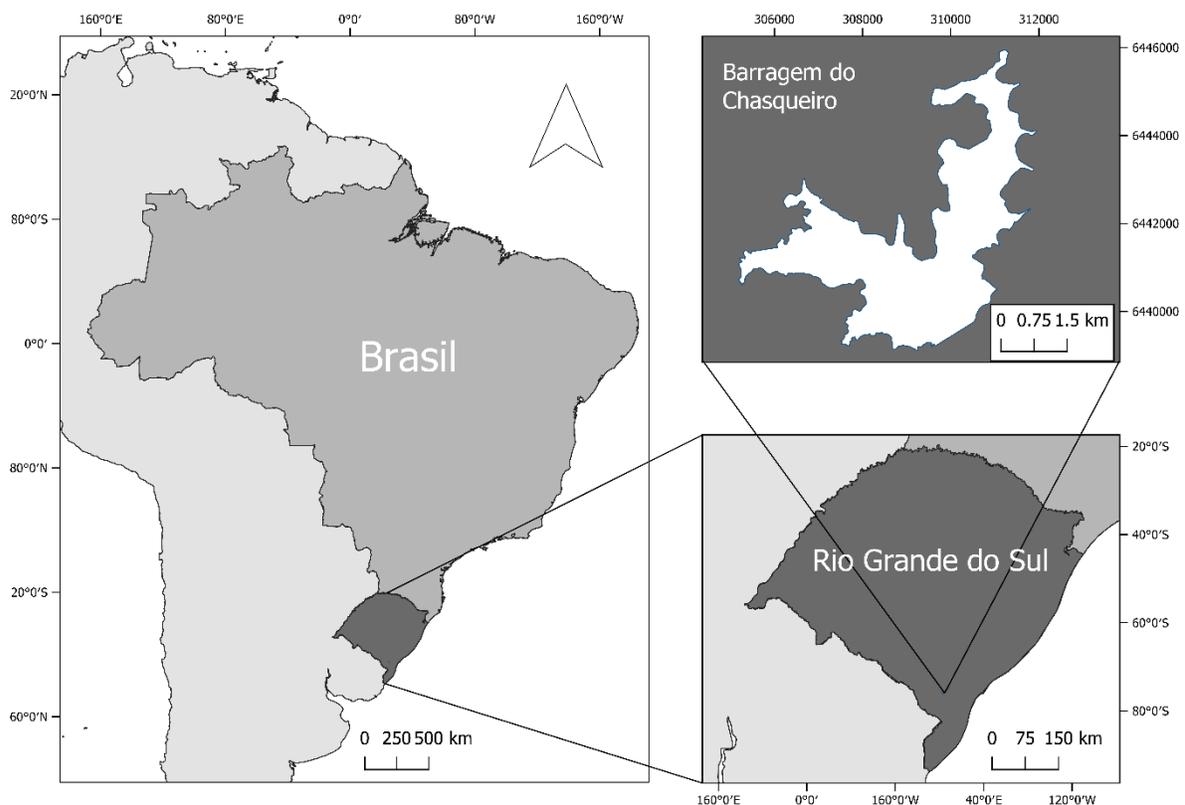


Figura 1: Localização do reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro.

A área em que foi realizado o levantamento batimétrico, buscando contemplar a quase totalidade de área alagada a montante do eixo principal da barragem, possui área aproximada de 1.445 hectares, considerados a partir da cota altimétrica de 42 metros.

Equipamentos

Para a obtenção dos dados batimétricos, utilizaram-se basicamente dois equipamentos instalados em um barco a motor. Um ecobatímetro, equipamento que se utiliza do princípio de emissão e recepção de pulsos acústicos na coluna d'água, e um GPS para a obtenção dos dados das coordenadas geográficas.

O ecobatímetro emite um pulso acústico em direção ao leito do corpo hídrico, recebe o retorno do pulso, e pelo tempo de deslocamento do som, o equipamento calcula a profundidade do local (Figura 2).

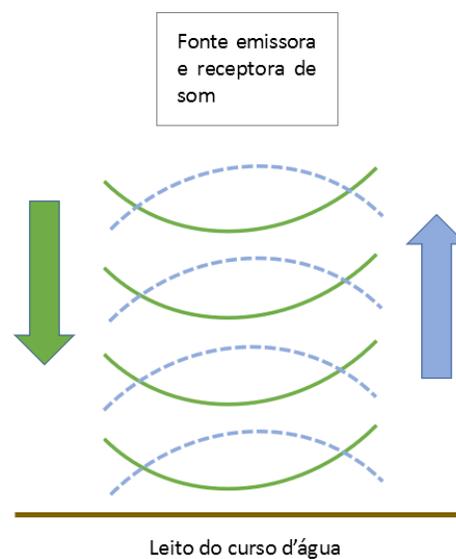


Figura 2: Princípio utilizado para medição da profundidade através da emissão e recepção de sons em direção ao leito do curso d'água.

Para esse levantamento batimétrico utilizou-se um Ecobatímetro South SDE-28S acoplado a um Transdutor (Figuras 3 e 4). Para mais detalhes sobre o equipamento, bem como especificações, características e limitações é possível consultar o catálogo oficial disponibilizado pelo fabricante em:

<http://www.southinstrument.com/userdata/UploadFiles/down/201842593919839.pdf>.

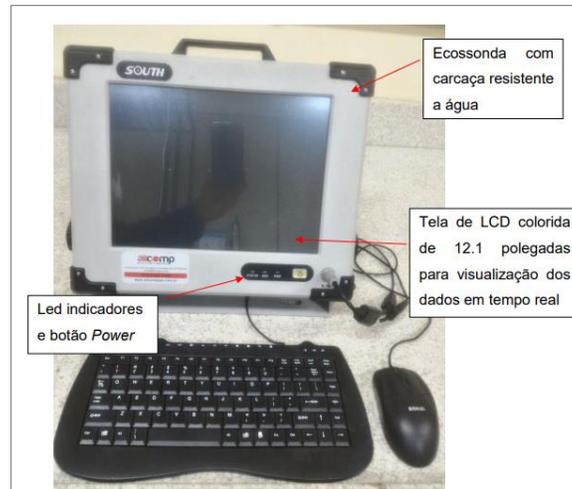


Figura 3: Ecobatímetro South SDE-28S
 Fonte: GONÇALVES, 2017.



Figura 4: Transdutor utilizado com o ecobatímetro.
 Fonte: GONÇALVES, 2017.

O GPS utilizado foi do tipo GNSS, o qual realiza seu posicionamento a partir de vários satélites, aumentando sua precisão na obtenção de coordenadas geográficas.

Para o batimétrico utilizou-se um GPS Magellan AshtecProMark 500(Figura 5). Outros detalhes sobre o equipamento, bem como especificações, características e limitações pode ser consultado o manual de usuário, oficial do fabricante, em:

https://ashgps.com/2/ProMark%20500/Manuals/PM500%20Getting%20Started%20Guide/ProMark500_GSG_en_F.pdf.

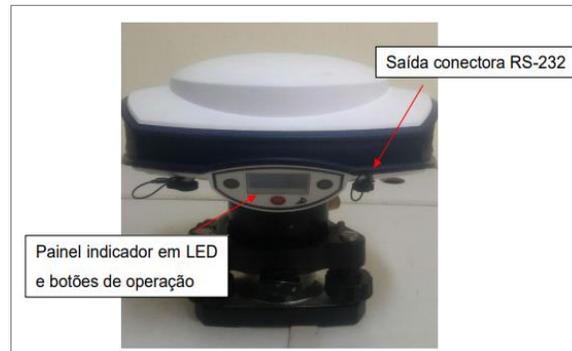


Figura 5: GPS AstechProMark 500.

Fonte: GONÇALVES, 2017.

Obtenção dos dados

Determinou-se uma malha amostral (Figura 6) interna a área alagada para realização do levantamento batimétrico, sendo levantados pontos contendo coordenada X (Latitude), coordenada Y (Longitude) e coordenada Z (Profundidade).

O levantamento batimétrico (amostragem da malha) foi realizado nas datas 04/09, 05/09, e 30/10 do ano de 2018. Ao final, amostrou-se um total de 42.003 (quarenta e dois mil e três) pontos na área do reservatório da Barragem Chasqueiro. Para motivo de referência, todos os dados amostrados, durante os três dias de campanha batimétrica, foram todos colocados em referência a cota do topo do vertedor Tulipa instalado próximo ao barramento, sendo esse valor de cota altimétrica igual a 42 metros.

As linhas de amostragem paralelas ao eixo do barramento, possuem intervalos entre si variados, porém com média de espaçamento de 200 metros entre linhas. As linhas de amostragem perpendiculares ao eixo do barramento também possuem espaçamentos variados, porém, com espaçamento médio de 500 metros.

Interpolação dos dados

Utilizou-se 80% do total de pontos amostrados, ou seja, 33.602 (trinta e três mil seiscentos e dois) pontos para aplicação em técnicas e ferramentas de geoestatística para geração dos mapas de superfície contínua 2D e 3D, bem como, curvas de nível.

O restante dos pontos amostrados, ou seja, 8.401 (oito mil quatrocentos e um) pontos, foram utilizados para conferência e validação dos mapas e curvas de nível resultantes da aplicação de ferramentas e técnicas de geoestatística.

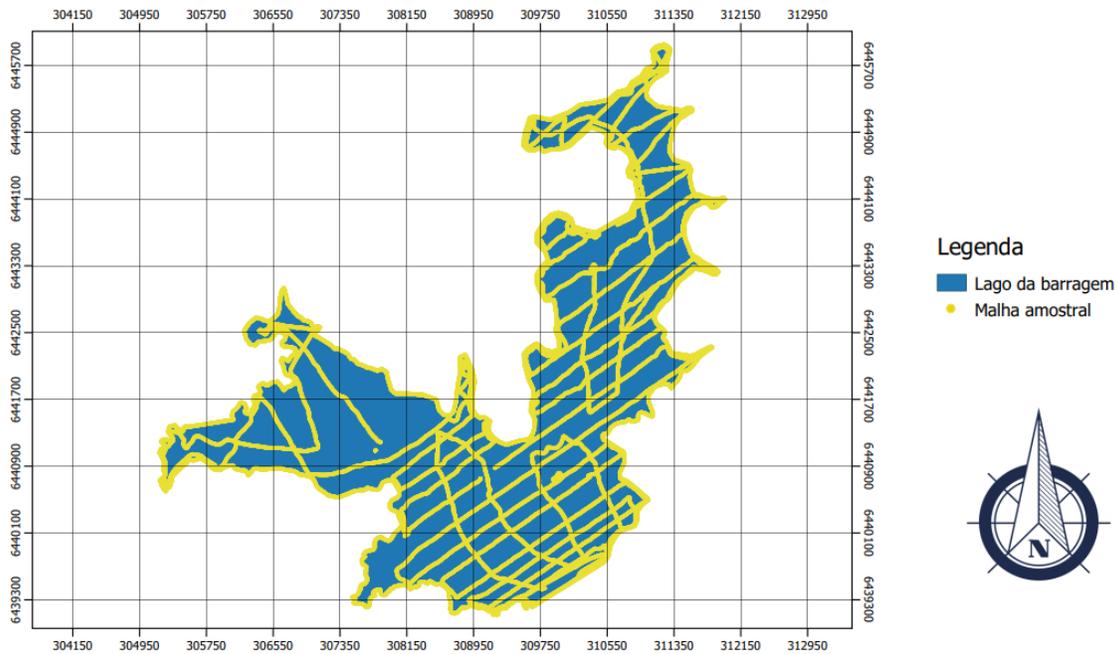


Figura 6: Malha batimétrica amostrada no reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro.

Cubagem do reservatório

A partir das curvas de nível, pode-se realizar o cálculo de área, volume, e porcentagem de volume acumulado referente a cada uma dessas curvas. As curvas de nível possuem intervalos de cotas de 0,5 metros, portanto, realizou-se inicialmente a relação entre cota e área, cota e volume, cota e porcentagem de volume útil, fazendo uso desse intervalo.

Posteriormente, através de interpolação polinomial, obteve-se essa mesma relação, porém, com intervalo de 0,1 metros.

Os dados de cubagem iniciam-se com a cota 42 metros (cota de referência), até a cota 25,5 metros. Essas relações foram construídas de forma gráfica, dispostas na forma de equação, e tabelas, sendo que o equacionamento resulta da interpolação polinomial utilizada para diminuir o intervalo.

Perfis de checagem

Em caso de necessidade de futuras checagens acerca dos níveis de sedimentação do leito do reservatório, estão presentes nesse material, a sugestão de alguns perfis para execução dessa checagem, distribuídos pelo reservatório (Figura7), bem como, estão descritas nos anexos 6 e 7 as seções transversais que representam os perfis, junto das coordenadas geográficas das margens

desses perfis, a fim de que sejam instalados marcos geográficos para a preservação da exata coordenada.

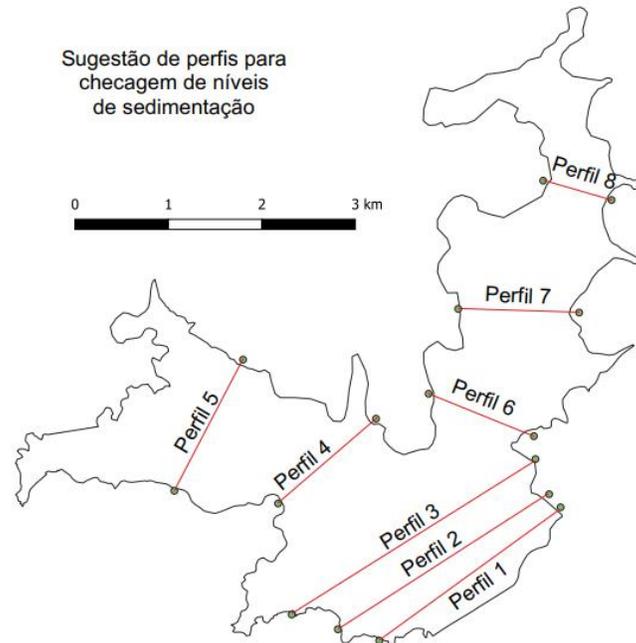


Figura 7: Distribuição dos perfis sugeridos para checagem futura dos níveis de sedimentação do reservatório.

Esses perfis foram escolhidos segundo alguns, tais critérios como: começo e fim de margem a margem; abrangência de toda a área; cobertura das principais feições encontradas; proximidade ao barramento; possibilidade de reprodutibilidade amostral. Sendo que os perfis estão dispostos nas seguintes áreas do reservatório:

- Perfil 1: Barramento;
- Perfil 2: À montante e próximo do barramento;
- Perfil 3: À montante do barramento;
- Perfil 4: Braço esquerdo do reservatório;
- Perfil 5: Final do braço esquerdo do reservatório;
- Perfil 6: Braço direito do reservatório;
- Perfil 7: À montante do braço direito do reservatório;
- Perfil 8: Final do braço direito do reservatório.

Resultados

Cubagem do reservatório:

Relação entre Cota e Área, Cota e Volume, Cota e Porcentagem do Volume Acumulado. Essas relações estão expressas na forma de gráficos e tabelas, conforme apresentado nos **Anexos de 1 a 5**.

Sugestão de perfis para futuras checagem dos níveis de sedimentação do leito do reservatório, conforme apresentados nos **Anexos 6 e 7**.

Curvas de nível:

Curvas de nível com intervalo de 0,5 metros, iniciando-se pela curva de nível de cota altimétrica 42 metros, até a curva de nível de cota altimétrica 26 metros, e a escala utilizada para essa representação foi 1:15000, conforme apresentado no **Anexo 7**.

MDE do reservatório:

Modelo Digital de Elevação (MDE) resultante da interpolação dos dados batimétricos. Essa representação utiliza-se de escala 1:15000, conforme apresentado nos **Anexo 8 e 9**.

Conclusões

Conclui-se que a batimetria realizada atendeu os objetivos inicialmente propostos, tendo gerados produtos técnicos capazes de atender à questionamentos acerca da capacidade de armazenamento atual do reservatório da Barragem do Arroio Chasqueiro, assim como foi capaz de identificar e mapear as feições existentes no leito desse.

Recomendações

Tendo em vista a importância e magnitude da obra, não só para a região, mas para o estado do Rio Grande do Sul, recomenda-se o acompanhamento futuro das taxas de sedimentação do reservatório. Essa atividade pode, inicialmente, ser atendida com a implantação das seções sugeridas, para então, realização de batimetrias sequenciais, nas referidas seções, com a intenção de estabelecer informações que possam ser comparadas ao longo do tempo, estimando as variações possíveis.

Referências

GONÇALVES, George Marino Soares. LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DO CANALSÃO GONÇALO NA REGIÃO DO PORTO DE PELOTAS. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Hídrica), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2017

COODIC – Cooperativa dos Proprietários do Distrito de Irrigação da Barragem do Arroio Chasqueiro Ltda. Disponível em: <<http://coodic.com.br/index.php>>. Acesso em: 17 de julho de 2019.

Anexo 1

Tabela referente aos resultados da cubagem do reservatório.

Cota [m]	Área [ha]	Volume x 10 ⁶ [m ³]	% volume acumulado
42	1445,38	102,46	100,00
41,5	1390,69	95,38	93,09
41	1348,00	88,53	86,41
40,5	1299,00	81,91	79,95
40	1252,44	75,53	73,72
39,5	1204,44	69,39	67,73
39	1152,25	63,49	61,97
38,5	1100,13	57,86	56,48
38	1051,50	52,48	51,22
37,5	1002,69	47,35	46,21
37	957,00	42,44	41,43
36,5	903,63	37,79	36,88
36	841,44	33,43	32,63
35,5	775,19	29,38	28,67
35	713,88	25,66	25,04
34,5	653,06	22,24	21,71
34	605,63	19,10	18,64
33,5	558,31	16,19	15,80
33	504,81	13,52	13,20
32,5	448,44	11,14	10,87
32	403,31	9,01	8,80
31,5	358,88	7,11	6,94
31	313,00	5,43	5,30
30,5	263,13	3,98	3,89
30	213,44	2,79	2,73
29,5	167,06	1,85	1,80
29	120,25	1,12	1,09
28,5	78,50	0,63	0,62
28	48,00	0,32	0,31
27,5	25,38	0,14	0,14
27	11,50	0,05	0,05
26,5	4,06	0,01	0,01
26	1,00	0,00	0,00
25,5	0,00	0,00	0

Anexo 2

Tabela referente aos resultados da cubagem do reservatório, adicionados os intervalos obtidos por interpolação linear.

Cota [m]	Área [ha]	Volume 10 ⁶ [m ³]	% Volume acumulado
42	1445,38	102,46	100,00
41,9	1434,44	101,04	98,62
41,8	1423,50	99,62	97,24
41,7	1412,56	98,21	95,85
41,6	1401,63	96,79	94,47
41,5	1390,69	95,38	93,09
41,4	1382,15	94,01	91,75
41,3	1373,61	92,64	90,42
41,2	1365,08	91,27	89,08
41,1	1356,54	89,90	87,75
41	1348,00	88,53	86,41
40,9	1338,20	87,21	85,12
40,8	1328,40	85,88	83,83
40,7	1318,60	84,56	82,53
40,6	1308,80	83,23	81,24
40,5	1299,00	81,91	79,95
40,4	1289,69	80,63	78,70
40,3	1280,38	79,36	77,46
40,2	1271,06	78,08	76,21
40,1	1261,75	76,81	74,97
40	1252,44	75,53	73,72
39,9	1242,84	74,30	72,52
39,8	1233,24	73,07	71,32
39,7	1223,64	71,85	70,12
39,6	1214,04	70,62	68,93
39,5	1204,44	69,39	67,73
39,4	1194,00	68,21	66,58
39,3	1183,56	67,03	65,43
39,2	1173,13	65,85	64,27
39,1	1162,69	64,67	63,12
39	1152,25	63,49	61,97
38,9	1141,83	62,37	60,87
38,8	1131,40	61,24	59,77
38,7	1120,98	60,12	58,68
38,6	1110,55	58,99	57,58

38,5	1100,13	57,86	56,48
38,4	1090,40	56,79	55,43
38,3	1080,68	55,71	54,38
38,2	1070,95	54,63	53,33
38,1	1061,23	53,56	52,27
38	1051,50	52,48	51,22
37,9	1041,74	51,45	50,22
37,8	1031,98	50,43	49,22
37,7	1022,21	49,40	48,22
37,6	1012,45	48,37	47,21
37,5	1002,69	47,35	46,21
37,4	993,55	46,37	45,25
37,3	984,41	45,38	44,30
37,2	975,28	44,40	43,34
37,1	966,14	43,42	42,38
37	957,00	42,44	41,43
36,9	946,33	41,51	40,52
36,8	935,65	40,58	39,61
36,7	924,98	39,65	38,70
36,6	914,30	38,72	37,79
36,5	903,63	37,79	36,88
36,4	891,19	36,92	36,03
36,3	878,75	36,04	35,18
36,2	866,31	35,17	34,33
36,1	853,88	34,30	33,48
36	841,44	33,43	32,63
35,9	828,19	32,62	31,83
35,8	814,94	31,81	31,04
35,7	801,69	31,00	30,25
35,6	788,44	30,19	29,46
35,5	775,19	29,38	28,67
35,4	762,93	28,63	27,95
35,3	750,66	27,89	27,22
35,2	738,40	27,15	26,50
35,1	726,14	26,40	25,77
35	713,88	25,66	25,04
34,9	701,71	24,98	24,38
34,8	689,55	24,29	23,71
34,7	677,39	23,61	23,04
34,6	665,23	22,93	22,38
34,5	653,06	22,24	21,71
34,4	643,58	21,61	21,10

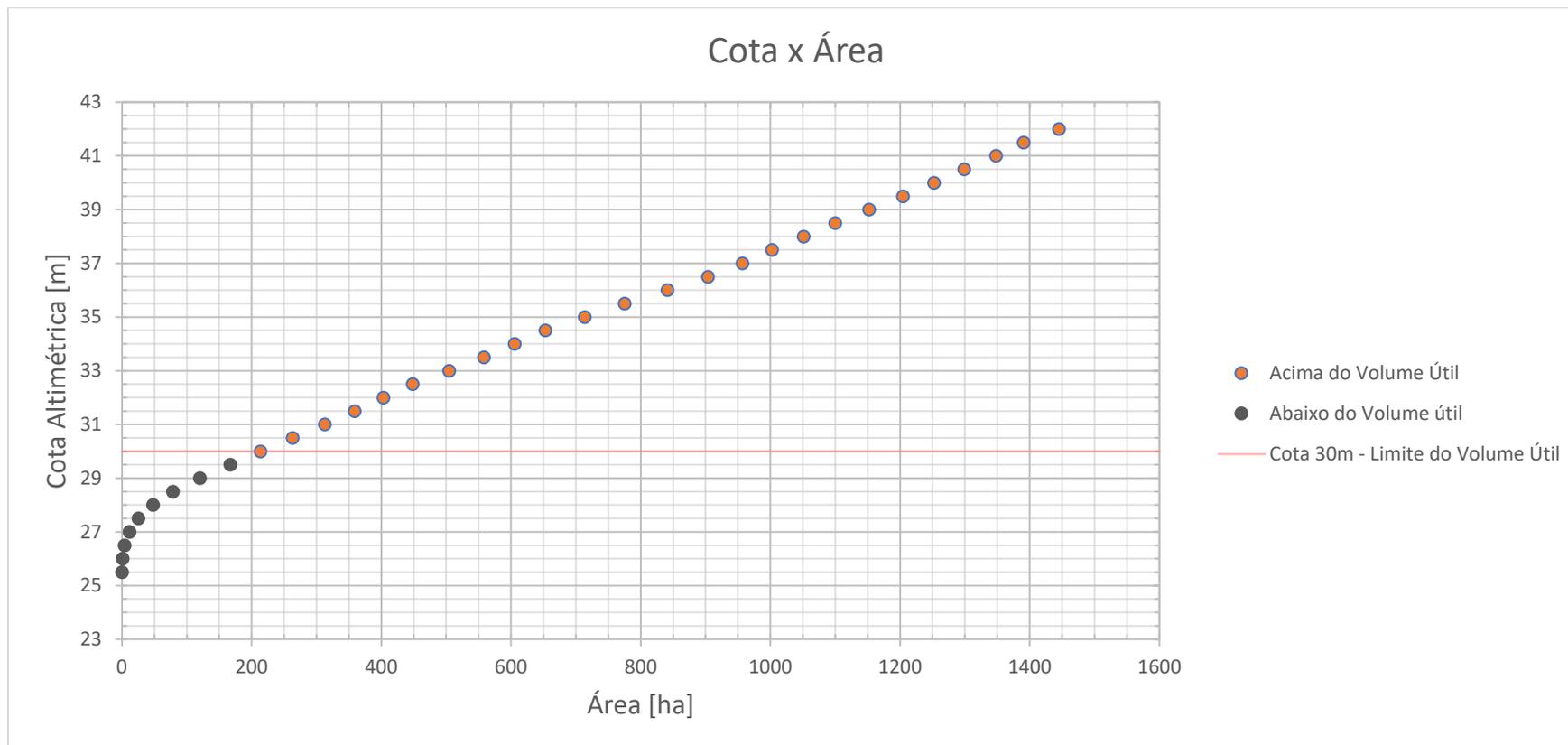
34,3	634,09	20,99	20,48
34,2	624,60	20,36	19,87
34,1	615,11	19,73	19,25
34	605,63	19,10	18,64
33,9	596,16	18,52	18,07
33,8	586,70	17,93	17,50
33,7	577,24	17,35	16,94
33,6	567,78	16,77	16,37
33,5	558,31	16,19	15,80
33,4	547,61	15,65	15,28
33,3	536,91	15,12	14,76
33,2	526,21	14,59	14,24
33,1	515,51	14,06	13,72
33	504,81	13,52	13,20
32,9	493,54	13,05	12,73
32,8	482,26	12,57	12,27
32,7	470,99	12,09	11,80
32,6	459,71	11,62	11,34
32,5	448,44	11,14	10,87
32,4	439,41	10,71	10,46
32,3	430,39	10,29	10,04
32,2	421,36	9,86	9,63
32,1	412,34	9,44	9,21
32	403,31	9,01	8,80
31,9	394,43	8,63	8,43
31,8	385,54	8,25	8,05
31,7	376,65	7,87	7,68
31,6	367,76	7,49	7,31
31,5	358,88	7,11	6,94
31,4	349,70	6,77	6,61
31,3	340,53	6,44	6,28
31,2	331,35	6,10	5,95
31,1	322,18	5,76	5,62
31	313,00	5,43	5,30
30,9	303,03	5,14	5,01
30,8	293,05	4,85	4,73
30,7	283,08	4,56	4,45
30,6	273,10	4,27	4,17
30,5	263,13	3,98	3,89
30,4	253,19	3,75	3,66
30,3	243,25	3,51	3,42
30,2	233,31	3,27	3,19

30,1	223,38	3,03	2,96
30	213,44	2,79	2,73
29,9	204,16	2,61	2,54
29,8	194,89	2,42	2,36
29,7	185,61	2,23	2,17
29,6	176,34	2,04	1,99
29,5	167,06	1,85	1,80
29,4	157,70	1,70	1,66
29,3	148,34	1,56	1,52
29,2	138,98	1,41	1,38
29,1	129,61	1,27	1,24
29	120,25	1,12	1,09
28,9	111,90	1,02	1,00
28,8	103,55	0,93	0,90
28,7	95,20	0,83	0,81
28,6	86,85	0,73	0,71
28,5	78,50	0,63	0,62
28,4	72,40	0,57	0,56
28,3	66,30	0,51	0,50
28,2	60,20	0,45	0,43
28,1	54,10	0,38	0,37
28	48,00	0,32	0,31
27,9	43,47	0,28	0,28
27,8	38,95	0,25	0,24
27,7	34,43	0,21	0,21
27,6	29,90	0,18	0,17
27,5	25,38	0,14	0,14
27,4	22,60	0,12	0,12
27,3	19,83	0,10	0,10
27,2	17,05	0,09	0,08
27,1	14,27	0,07	0,07
27	11,50	0,05	0,05
26,9	10,01	0,04	0,04
26,8	8,53	0,04	0,04
26,7	7,04	0,03	0,03
26,6	5,55	0,02	0,02
26,5	4,06	0,01	0,01
26,4	3,45	0,01	0,01
26,3	2,84	0,01	0,01
26,2	2,23	0,01	0,01
26,1	1,61	0,00	0,00
26	1,00	0,00	0,00

25,9	0,80	0,00	0,00
25,8	0,60	0,00	0,00
25,7	0,40	0,00	0,00
25,6	0,20	0,00	0,00
25,5	0,00	0,00	0,00

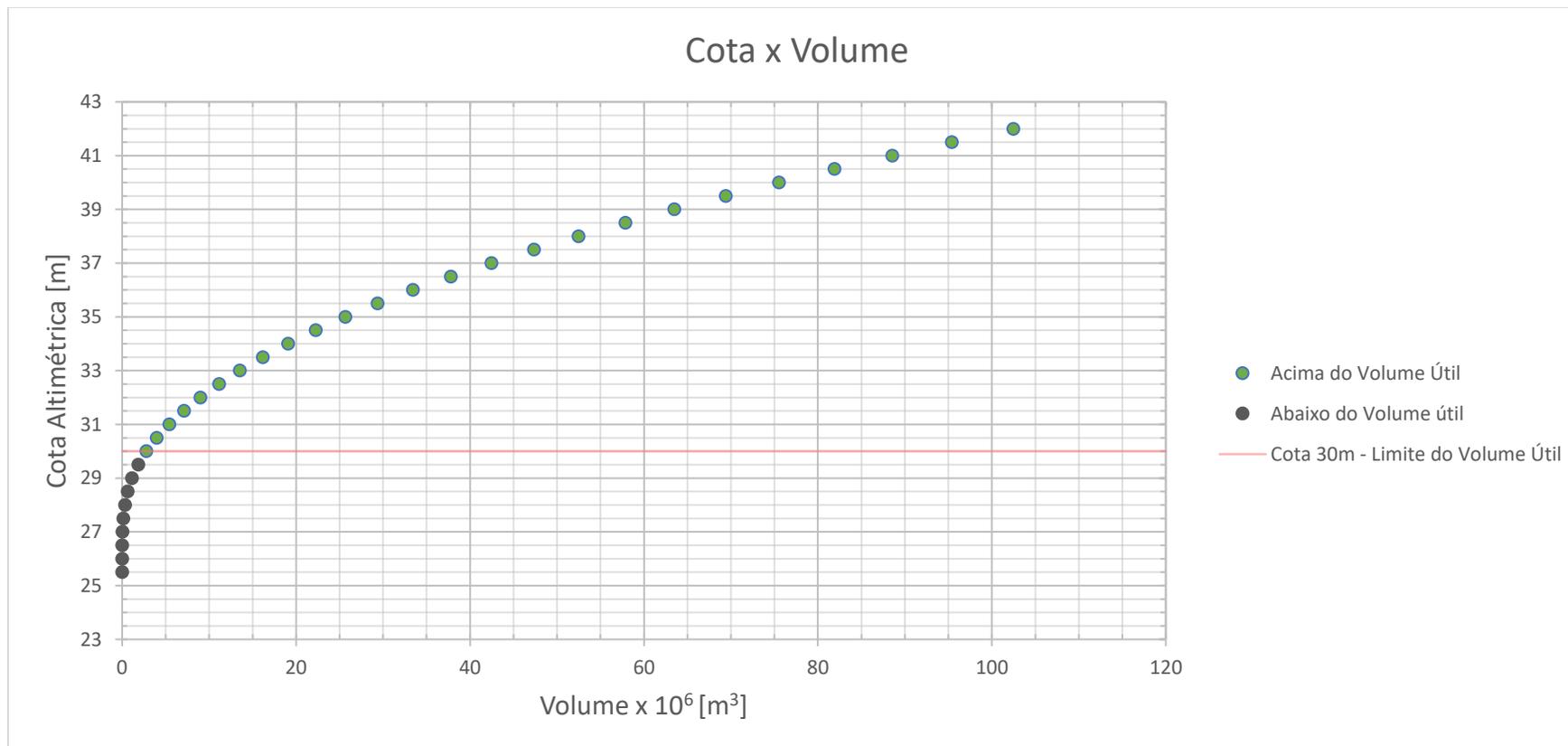
Anexo3

Relação entre Cota e Área, a partir da cubagem do reservatório.



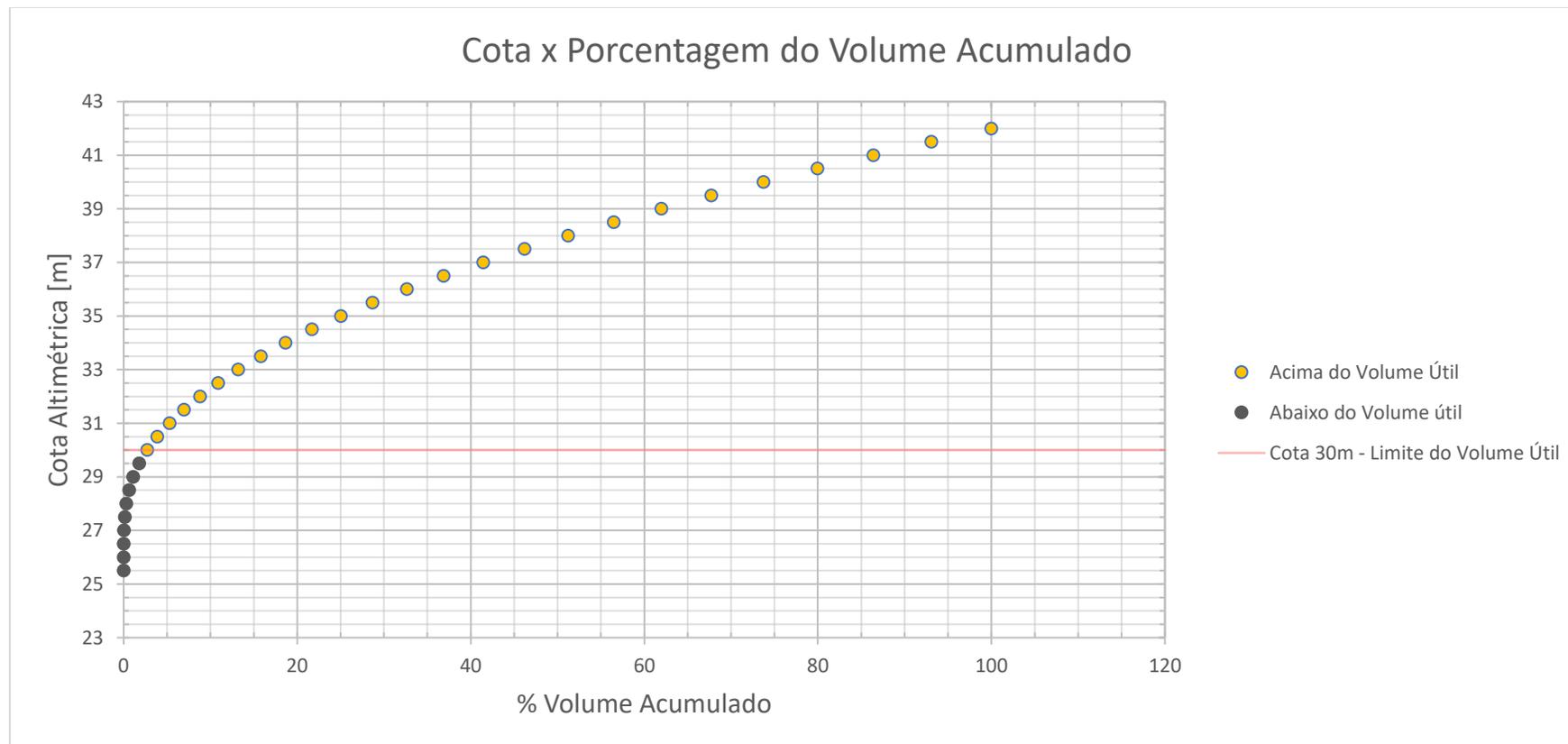
Anexo 4

Relação entre Cota e Volume, a partir da cubagem do reservatório.



Anexo 5

Relação entre Cota e Porcentagem do Volume Acumulado, a partir da cubagem do reservatório.



Anexo 6

Coordenadas das margens dos perfis propostos para checagem futura da taxa de sedimentação.

	Coordenadas	
	X	Y
Perfil 1	309658.858	6439614.517
	310637.287	6440306.335
Perfil 2	308571.716	6439406.971
	310834.949	6440800.49
Perfil 3	308591.482	6440217.387
	310162.897	6441136.516
Perfil 4	307998.495	6440632.477
	309046.105	6441541.724
Perfil 5	306887.88	6440768.37
	307622.937	6442174.243
Perfil 6	309609.443	6441808.568
	310736.118	6441353.945
Perfil 7	309925.702	6442717.815
	311220.39	6442678.282
Perfil 8	310834.949	6444091.567
	311566.299	6443884.022

Anexo 7

Condição atual dos perfis sugeridos para realização de batimetrias sequenciais a serem comparadas ao longo do tempo, que permita estimar as variações possíveis.



