



**HYDRO**  
SCIENCE



## **IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM - RJ**

**PRODUTO R-3.2:**

**LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO**

**Elaborado para**



Contrato de Prestação de Serviços CISLJ 05/2022  
Processo Administrativo nº 172/202 Ato convocatório nº 14/2021



## **LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO**

### **IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM - RJ**

Preparado para:

*CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO - CILSJ*

São Pedro da Aldeia, RJ

Preparado por:

*HYDROSCIENCE CONSULTORIA E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL*

Porto Alegre, RS

Distribuição:

01 cópia *CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO – CILSJ*

01 cópia *HIDROSCIENCE Consultoria e Restauração Ambiental*

Mês/Ano	Documento	Código Documento
Set/2022	Levantamento Topobatimétrico	R 3.2_Levantamento Topob_2022

Dados da empresa

Razão Social: Hidroscience Consultoria e Restauração Ambiental Ltda.
Nome Fantasia: HYDROSCIENCE
CNPJ: 01.486.607/0001-96
Endereço: Rua Joaquim Nabuco 15 conj. 304, CEP 90050-340, Porto Alegre- RS. Fone: (0xx – 48) 3024-5208
E-mail para contato: <a href="mailto:contato@hydroscience.com.br">contato@hydroscience.com.br</a> ; tiago.ferreira@hydroscience.com.br

As informações contidas neste documento e nos arquivos anexados são de propriedade exclusiva da Hydroscience e podem conter assuntos comerciais, de propriedade intelectual ou outras informações confidenciais, protegidas pelas leis aplicáveis.

## SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO .....	10
2.	ESCOPO DO SERVIÇO .....	10
3.	INTRODUÇÃO .....	11
4.	MATERIAIS E MÉTODO .....	12
4.1.	Área de Estudo .....	12
4.2.	Levantamento de campo.....	13
4.2.1.	Levantamento das seções topobatimétricas.....	14
4.2.2.	Levantamento aerofotogramétrico .....	20
5.	RESULTADOS .....	23
5.1	Topobatimetria Rio Capivari .....	24
5.2	Topobatimetria Valão da Caixa.....	48
5.3	Topobatimetria Valão do Lúcio .....	57
5.4	Topobatimetria Rio Amazonas.....	63
5.5	Levantamento das estruturas.....	63
5.5.1	Estruturas Rio Capivari.....	65
5.5.2	Estruturas Valão da Caixa .....	67
5.5.3	Estruturas Valão do Lúcio.....	71
5.6	Levantamento aerofotogramétrico .....	74
6.	CONSIDERAÇÕES .....	76
7.	BIBLIOGRAFIA.....	77
8.	ANEXOS .....	78
8.1	Anexo I – Marco Oficial RN 2813M.....	78
8.2	Anexo II – Relatório Processamento PPP-IBGE marco Defesa Civil.....	78
8.3	Anexo III – Cadastro do Drone junto à ANAC .....	78



**R-3.2 Levantamento  
Topobatimétrico**



8.4	Anexo IV – Relatórios de Processamento Aerofotogramétrico .....	78
8.5	Anexo V – Seções Topobatimétricas dos rios Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio.....	78
8.6	Anexo VI – Pontes, galerias e estruturas dos rios Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio.....	78



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari e Rede de Drenagem da Bacia. ....	13
Figura 2. Marco geodésico do IBGE utilizado como referência de nível (linha acima) trasposto para o marco materializado na Defesa Civil de Silva Jardim (linha abaixo). ....	15
Figura 3. Levantamento das seções a partir do RTK. ....	16
Figura 4. Marcos auxiliares instalados para levantamento da região do Rio Capivari à montante da cidade (esq.) e à jusante da cidade (dir.) de Silva Jardim. ....	17
Figura 5. Localização do marco base “Defesa Civil” e marcos auxiliares “Fazenda1” e “Fazenda3” materializados para o levantamento topobatimétrico. ....	17
Figura 6. Levantamento da área molhada das seções feito a vau (linha superior) e a partir de embarcação (linha inferior).....	19
Figura 7. Marcação de pontos de amarração para georreferenciamento de precisão do modelo gerado pelas fotos com drone. ....	21
Figura 8. Exemplo de foto tirada a partir do voo automático para o levantamento aéreo realizado na cidade de Silva Jardim. ....	22
Figura 9. Localização das seções topobatimétricas realizadas no Rio Capivari, município de Silva Jardim, RJ. ....	25
Figura 10. Seções topobatimétricas CP1 a CP4 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S Sirgas 2000. ....	26
Figura 11. Seções topobatimétricas CP5 a CP8 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....	27
Figura 12. Seções topobatimétricas CP9 a CP12 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	28
Figura 13. Seções topobatimétricas CP13 a CP16 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	29
Figura 14. Seções topobatimétricas CP17 a CP20 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	30
Figura 15. Seções topobatimétricas CP21 a CP24 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	31
Figura 16. Seções topobatimétricas CP25 a CP28 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	32

Figura 17. Seções topobatimétricas CP29 a CP32 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....33

Figura 18. Seções topobatimétricas CP33 a CP36 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....34

Figura 19. Seções topobatimétricas CP37 a CP40 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....35

Figura 20. Seções topobatimétricas CP41 a CP44 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....36

Figura 21. Seções topobatimétricas CP45 a CP48 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....37

Figura 22. Seções topobatimétricas CP49 a CP52 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....38

Figura 23. Seções topobatimétricas CP53 a CP56 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....39

Figura 24. Seções topobatimétricas CP57 a CP60 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....40

Figura 25. Seções topobatimétricas CP61 a CP64 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....41

Figura 26. Seções topobatimétricas CP65 a CP68 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....42

Figura 27. Seções topobatimétricas CP68 a CP72 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....43

Figura 28. Seções topobatimétricas CP73 a CP76 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....44

Figura 29. Seções topobatimétricas CP77 a CP80 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....45

Figura 30. Seções topobatimétricas CP81 a CP84 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....46

- Figura 31. Seções topobatimétricas CP85 a CP88 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....47
- Figura 32. Seções topobatimétricas CP89 a CP91 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....48
- Figura 33. Localização das seções topobatimétricas realizadas no Valão da Caixa, município de Silva Jardim, RJ. ....49
- Figura 34. Seções topobatimétricas SVC1 a SVC4 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S Sirgas 2000. ....50
- Figura 35. Seções topobatimétricas SVC5 a SVC8 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....51
- Figura 36. Seções topobatimétricas SVC9 a SVC12 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....52
- Figura 37. Seções topobatimétricas SVC13 a SVC16 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....53
- Figura 38. Seções topobatimétricas SVC17 a SVC20 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....54
- Figura 39. Seções topobatimétricas SVC21 a SVC24 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....55
- Figura 40. Seções topobatimétricas SVC25 a SVC28 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....56
- Figura 41. Seções topobatimétricas SVC29 a SVC31 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....57
- Figura 42. Localização das seções topobatimétricas realizadas no Valão do Lúcio, município de Silva Jardim, RJ. ....58
- Figura 43. Seções topobatimétricas VL1 a VL4 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....59



Figura 44. Seções topobatimétricas VL5 a VL8 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	60
Figura 45. Seções topobatimétricas VL9 a VL12 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	61
Figura 46. Seções topobatimétricas VL13 a VL16 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.....	62
Figura 47. Seção topobatimétricas realizada no Rio Amazonas. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000. ....	63
Figura 48. Localização das estruturas levantadas no Rio Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio, Silva Jardim, RJ.....	64
Figura 49. Ponte 1 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	65
Figura 50. Ponte 2 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	65
Figura 51. Ponte 3 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	66
Figura 52. Ponte 4 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	66
Figura 53. Ponte 5 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	67
Figura 54. Ponte 1 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	67
Figura 55. Ponte 2 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	68
Figura 56. Ponte 3 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	68
Figura 57. Ponte 4 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	69
Figura 58. Ponte 5 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	69
Figura 59. Ponte 6 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	70
Figura 60. Ponte 7 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	70
Figura 61. Ponte 8 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....	71

Figura 62. Ponte 1 levantada no Valão do Lúcio. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....72

Figura 63. Ponte 2 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....73

Figura 64. Obstrução 1 levantada no Valão do Lúcio. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....72

Figura 65. Obstrução 2 levantada no Valão do Lúcio. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000. ....73

Figura 66. Composição entre os modelos de terreno gerados a partir do levantamento aerofotogramétrico e do levantamento das seções com RTK. ....75

## **1. APRESENTAÇÃO**

A empresa HIDROSCIENCE CONSULTORIA E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL EIRELI, com sede à Rua Joaquim Nabuco nº 15/304, Bairro Cidade Baixa, CEP 90050-340 em Porto Alegre – RS, vem por meio deste, apresentar o Relatório referente ao produto R-3.2 LEVANTAMENTOS TOPOBATIMÉTRICOS, referente à execução dos “Estudos de Identificação das Áreas Susceptíveis a Inundação no Município de Silva Jardim - RJ”.

Este documento tem o objetivo de atender aos preceitos estipulados pelo contrato de prestação de serviços CILSJ 05/2022, firmado entre a HIDROSCIENCE CONSULTORIA E RESTAURAÇÃO AMBIENTAL EIRELI (doravante denominada de HYDROSCIENCE) e o CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL LAGOS SÃO JOÃO – CILSJ, designado como CONTRATANTE. O instrumento contratual foi originado a partir do PROCESSO ADMINISTRATIVO nº 172/2020 e do ATO CONVOCATÓRIO Nº 14/2021 e respectivos anexos, do qual a HYDROSCIENCE foi vencedora.

## **2. ESCOPO DO SERVIÇO**

Os serviços contratados para a identificação das áreas susceptíveis a inundações em Silva Jardim – RJ contemplam a caracterização e diagnóstico atual da área de estudo, levantamentos de campo (topobatimétricos e hidrométricos), estudos hidrológicos, e modelagem hidrodinâmica para mapeamento detalhado da mancha de inundação e simulação de cenários com vistas à proposição de medidas mitigatórias. Um relatório final consolidado será produzido com a finalidade de apresentar todas as atividades desenvolvidas ao longo do projeto.

O levantamento topobatimétrico do Rio Capivari e seus principais tributários teve como finalidade definir com exatidão a morfologia das calhas dos corpos hídricos de interesse e a topografia das planícies de inundação associadas, para subsidiar a modelagem hidrodinâmica, a ser desenvolvida para o Estudo de Identificação das Áreas Susceptíveis a Inundação. Foram levantados os perfis topobatimétricos e hidrométricos dos rios Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio, principais componentes da rede hidrográfica considerada. Também foram realizados



levantamentos aerofotogramétricos das áreas urbanas para maior detalhamento e complementação do Modelo Digital de Elevação a ser utilizado para modelagem de inundação.

### **3. INTRODUÇÃO**

A cidade de Silva Jardim está localizada nas coordenadas LAT 22°39'03.33"S e LONG 42°23'25.84"O, inserida na microrregião da bacia do Rio São João, interior do Estado do Rio de Janeiro, no Bioma Mata Atlântica, com altitude média de 35 metros acima do nível do mar. O município é cortado pelo baixo curso do Rio Capivari e pelo Valão da Caixa, além de vias de drenagem de menor escala como o Valão do Lúcio e Rio Amazonas, retificados através de área urbana. A região urbanizada é composta essencialmente por casas, comércio local, e poucas fábricas de pequeno porte, sendo que as ruas são dispostas basicamente em terrenos planos de baixada, muitas delas junto à planície de inundação do Rio Capivari, com poucos morros e colinas.

Silva Jardim apresenta um histórico recorrente de prejuízos econômicos e sociais ocasionados por inundações, alagamentos e enxurradas decorrentes do transbordamento das águas do Rio Capivari. De acordo com a Defesa Civil Municipal, 19 bairros de Silva Jardim possuem risco a inundações e alagamentos. Dentre esses bairros, pelo menos 12 estão situados na bacia hidrográfica do rio Capivari, sendo que a maior parte destes bairros integra a zona urbana e central do município. A Defesa Civil Municipal elenca que as inundações e alagamentos ocorrem, por muitas vezes, devido ao crescimento populacional desordenado e pela falta de saneamento básico nos bairros do município, assim como ausência de estruturas de drenagem urbana bem dimensionadas para o escoamento das águas pluviais (SEMDEC, 2021).

Mesmo quando existem estruturas de drenagem, como manilhas ou bueiros, estas foram subdimensionadas ou mal alocadas, e acabam por agravar os efeitos das fortes chuvas no município, a exemplo dos bairros Centro, Reginópolis, Fazenda Brasil, Romanópolis, Caju e Nova Silva Jardim (SEMDEC, 2021). Por estarem localizados na planície de inundação do rio Capivari, os bairros Caju e Nova Silva

Jardim são os mais afetados pelas cheias do rio, havendo 60 anos de registros de inundações nessas localidades. No ano de 2016 ocorreu uma das piores inundações nesses dois bairros, que atingiu diretamente mais de 4 mil habitantes. Posteriormente, foram registrados desastres devido ao transbordamento das águas do Capivari nos anos de 2018 e 2020. Em 2020, especificamente, foram registrados três eventos de transbordamento que atingiram os bairros com alagamentos e inundações.

Em virtude do histórico crescente de desastres naturais ocasionados pelo transbordamento das águas do Rio Capivari no município de Silva Jardim, o presente projeto foi idealizado pelo Comitê de Bacias Lagos São João CBHLSJ, e licitado através do Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos do Rio São João e Zona Costeira – CILSJ, com objetivos de se identificar as áreas mais susceptíveis e se propor medidas mitigatórias para minimizar os efeitos dessa problemática.

#### **4. MATERIAIS E MÉTODO**

A seguir, são descritas as metodologias utilizadas para execução dos serviços realizados.

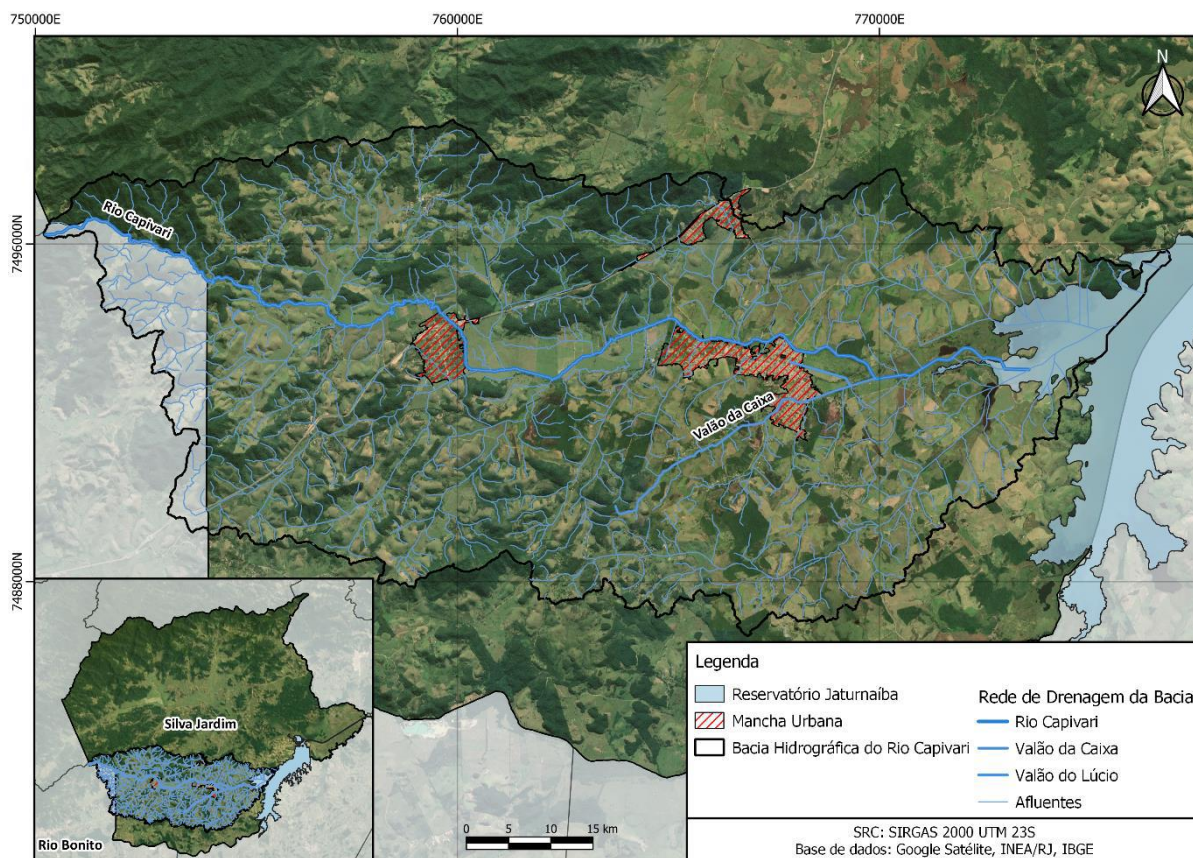
##### **4.1. Área de Estudo**

Oito municípios integram o território da bacia hidrográfica do Rio São João: Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Casimiro de Abreu, Araruama, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Rio das Ostras, além de Silva Jardim, que está integralmente inserida na bacia do São João (CILSJ, 2003). O Rio Capivari é um dos afluentes do Rio São João, que, junto com o Rio Bacaxá, formam o reservatório da represa de Juturnaíba.

A Bacia Hidrográfica do Rio Capivari abrange cerca de 200 km<sup>2</sup>, está inserida nas coordenadas geográficas 22°35' a 22°40' Sul, e 42°35' a 42°20' Oeste, situada quase que integralmente em Silva Jardim. Apenas uma pequena parte está inserida no município de Rio Bonito, em uma área próxima às cabeceiras. A bacia encontra-se

bastante impactada em virtude da supressão vegetal e ocupação desordenada do uso do solo, dispondo de escassa cobertura florestal (CILSJ, 2005).

O Rio Capivari tem suas cabeceiras na Serra de Monte Azul, a 400 m de altitude, na região de Capivari de Cima, em Silva Jardim. A nascente situa-se ao norte da BR-101 e a aproximadamente 15 km a oeste da cidade de Silva Jardim. O rio Capivari apresenta 6 afluentes em seu percurso, o Rio Imbaú, o Rio Terezinha, Córrego da Vaca Caída, Córrego do Valão, Valão da Caixa, e o Rio do Ouro. A Figura 1 apresenta a localização da bacia hidrográfica do Rio Capivari e os principais afluentes objetos deste estudo.



**Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari e Rede de Drenagem da Bacia.**

#### 4.2. Levantamento de campo

O levantamento topográfico realizado seguiu as disposições presentes na Norma Técnica ABNT NBR 13133, que estipula as condições para execução profissional de levantamentos segundo as convenções topográficas (ABNT, 1994).



#### 4.2.1. Levantamento das seções topobatimétricas

O principal método de levantamento utilizado foi o Levantamento Cinemático em Tempo Real (RTK), técnica baseada na solução da onda portadora do receptor móvel corrigida por outro receptor base de coordenadas conhecidas, que permite o cálculo em tempo real das posições relativas com precisão milimétrica. Foram utilizados 2 conjuntos de receptores GNSS: da CHCNAV conjunto base (i50) rover (i73), e conjunto da TOPCON base e rover GR-3, com detalhamento das especificações técnicas e precisão dos mesmos apresentado na Tabela 1, a seguir:

**Tabela 1. Especificações dos receptores GNSS utilizados para o levantamento topobatimétrico realizado. \*Informações obtidas através do site dos fabricantes.**

	<b>CHCNAV i73</b>	<b>TOPCON GR-3</b>
Precisão RTK	H: 8 mm +1 ppm V: 15 mm + 1ppm	H: 10 mm + 1ppm V: 15 mm + 1ppm
Sinais rastreados	GPS (L1, L2 e L5) GLONASS (L1, L2 e L5) GALILEO (E1, E5a, E5b) BeiDou (B1, B2, B3) QZSS (L1, L2, L5)	GPS (L1, L2 e L5) GLONASS (L1, L2 e L5) GALILEO (E2-L1-E1, E5)
Fotos equipamentos		

A referência altimétrica utilizada foi o marco geodésico do IBGE instalado na entrada da igreja principal de Silva Jardim, RN 2813M, cuja altitude normal ortométrica referenciada ao Datum altimétrico oficial Imbituba é de 23,5127 m (Anexo I). A partir dessa referência, foi realizada a transposição de base para um marco topográfico que foi materializado no terreno da Defesa Civil de Silva Jardim, e serviu como a base principal para realização dos levantamentos topobatimétricos. Além da transposição

referenciada por meio do levantamento cinemático em tempo real (RTK) a partir do marco geodésico conhecido, foi realizado o rastreamento GNSS estático no novo marco “defesa civil” instalado, e o pós-processamento através do serviço IBGE-PPP para obtenção de coordenadas planialtimétricas corrigidas com precisão atingida a nível milimétrico (Anexo II).



**Figura 2. Marco geodésico do IBGE utilizado como referência de nível (linha acima) trasposto para o marco materializado na Defesa Civil de Silva Jardim (linha abaixo).**

A partir das coordenadas processadas e corrigidas da base “defesa civil” instalada, o levantamento foi realizado considerando-se o sistema de coordenadas



SIRGAS 2000 zona 23S, projeção Universal Transversal de Mercator (UTM) ligados ao elipsóide GRS80. Cada seção foi composta por uma sucessão de pontos marcados sequencialmente em linha transversal ao rio. Os pontos das seções foram determinados por RTK (*Real Time Kinematic*) em solução fixa, com PDOP < 2, erro RMS horizontal e vertical < 0,05 m, e correção altimétrica em tempo real através do modelo hgeoHNOR2020, atualização do modelo oficial gravimétrico Mapgeo utilizado pelo IBGE. Locais onde não foi possível se determinar as coordenadas do ponto em solução fixa, foi feito o rastreamento estático em tempo mínimo para se fixar a solução, ou para redução do erro RMS a valores < 0,20 m. Pontos marcados a partir de solução flutuante foram pós-processados com resultados do rastreamento estático. Onde a solução foi apenas autônoma foi utilizado o nível para determinação das variações altimétricas usando como base o último ponto conhecido por solução fixa.



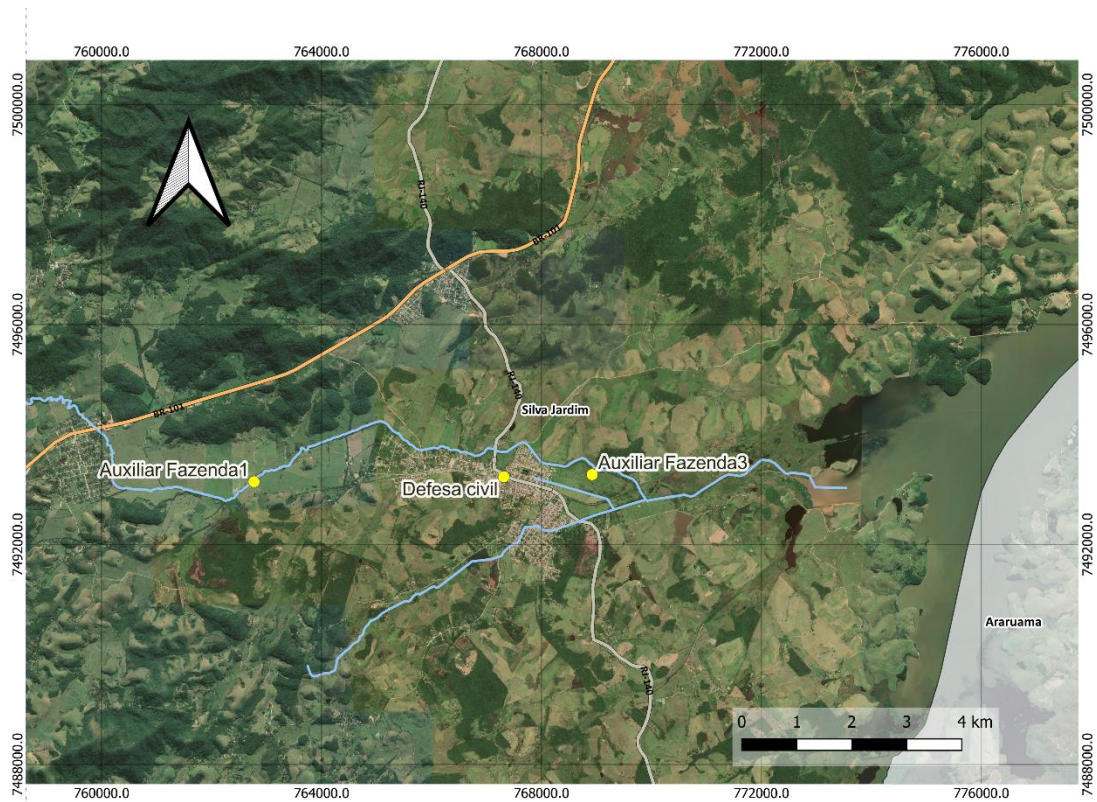
**Figura 3. Levantamento das seções a partir do RTK.**

Para extensão da capacidade de transmissão de sinal entre base e rover, foram materializados mais dois pontos auxiliares para servirem de base para o levantamento das seções no alto e no baixo Capivari.





**Figura 4. Marcos auxiliares instalados para levantamento da região do Rio Capivari à montante da cidade (esq.) e à jusante da cidade (dir.) de Silva Jardim.**



**Figura 5. Localização do marco base “Defesa Civil” e marcos auxiliares “Fazenda1” e “Fazenda3” materializados para o levantamento topobatimétrico.**



As coordenadas com precisão milimétrica dos marcos auxiliares foram determinadas através de RTK a partir da base referenciada na defesa civil transposta para os marcos instalados.

As seções topobatimétricas foram levantadas com espaçamento mínimo de acordo com o determinado no Termo de Referência do presente estudo. Na área urbana, os corpos hídricos foram levantados a partir de seções transversais realizadas a cada 100 m, no máximo. Na prática, o espaçamento entre as seções da área urbana variou entre 50 m e 90 m. As seções levantadas em áreas rurais foram separadas entre as mesmas com espaçamento máximo de 300 m, sendo que na prática esse espaçamento variou entre 100 e 300 m.

Em cada seção foram definidos todos elementos de interesse, como variações de nível presentes em valas ou canais secundários, base e topo de taludes, base e topo dos trilhos de trem ou alterações de terreno encontradas. Dessa maneira, o espaçamento de cada ponto marcado ao longo da seção variou de acordo com a condição apresentada da conformação do terreno em específico, assim como de acordo com as estruturas presentes no caminho percorrido pela linha da seção transversal.

Os limites de cada seção topobatimétrica variaram de acordo com a extensão das planícies de inundação adjacentes, com intuito de se descrever com detalhamento planialtimétrico toda área do entorno dos corpos hídricos com extensão além da área passível de ser atingida por cheias ou inundações.

Os perfis da linha de água foram obtidos a partir da determinação do nível de água presente no momento do levantamento de cada seção. Foram levantadas com RTK as altitudes ortométricas do nível d'água em ambas as margens das mesmas. A área molhada de cada seção foi levantada com RTK operado em bastão e bolha de nível, com a ponta do bastão determinando a cota de fundo do leito do rio. Em seções cuja profundidade foi superior ao bastão empregado (> 2,2 m), foi utilizado varejão (vara graduada com fita milimetrada) e ajustada a altura da antena do rover in situ. O levantamento das seções molhadas foi realizado a vau (atravessando o rio com roupa específica) ou embarcado (para seções mais profundas). Quando embarcado, a

amarração planimétrica das verticais de medição de profundidade foi realizada com auxílio de cabo estendido entre as margens para alinhamento da seção.



**Figura 6. Levantamento da área molhada das seções feito a vau (linha superior) e a partir de embarcação (linha inferior).**

O espaçamento entre as verticais de medição de profundidades ( $e$ ) ao longo de cada seção foi variável, dependendo da largura superficial ( $L$ ), conforme Tabela 2 a seguir.



**Tabela 2. Espaçamento (e) entre as verticais em função da largura (L).**

<b>L (m)</b>	3 a 6	6 a 15	15 a 30	30 a 50	50 a 80	80 a 150	150 a 250
<b>e (m)</b>	0,5	1	2	3	4	6	8

As pontes, travessias e galerias existentes também foram levantadas em detalhe, considerando-se: a descrição da seção do rio sob a ponte, incluindo seu fundo, o vão e a cota da base das vigas/tabuleiro, as dimensões dos pilares e o perfil longitudinal da pista de rolamento. As estruturas foram levantadas a partir de RTK e nível ótico, mantendo-se as precisões de controle já mencionadas. Também foram inclusas neste levantamento a localização, a cota e a seção das bocas das galerias de drenagem e valas que deságuam nos cursos d'água em estudo, com não menos de 1,00 m de largura de fundo ou de diâmetro.

#### **4.2.2. Levantamento aerofotogramétrico**

Para complementação dos levantamentos topobatimétricos realizados a partir do RTK, foi realizado o levantamento aerofotogramétrico da área urbana da cidade de Silva Jardim a partir de RPA (Aeronave Remotamente Pilotada, ou Drone). O levantamento aéreo teve o objetivo de levantar com detalhes a nível centimétrico (< 10 cm) as ruas, calçadas, casas, muros e estruturas urbanas, georreferenciadas a partir da nuvem de pontos gerada em um modelo de composição de fotos.

Para realizar o levantamento aéreo foi utilizado o Drone Air2S da fabricante DJI, com câmera de 20 MP, sensor CMOS de 1", recepção GNSS dos sistemas GPS, GLONASS e GALILEU, posição estacionária  $\pm 0,5$  m vertical e  $\pm 1,5$  m horizontal com posicionamento GNSS. A aeronave foi regularizada a partir de cadastro junto à ANAC – SISANT, com transmissão de controle remoto homologada pela ANATEL e registros do piloto e autorização de voos solicitados e obtidos através do SARPAS (Anexo III).

Os voos para levantamento foram realizados a partir de plano de voo automático gerado pelo software DroneLink pacote Elite, com áreas de voo que variaram de 17 a 21 ha. A altitude para levantamento foi definida em 100 m, e fotos foram tiradas com angulação exata 90° em intervalos de cada 2 s a voos com velocidade máxima de 25 km/h. O GSD definido para cada voo foi de 2,7 cm.

Para amarração planialtimétrica do modelo gerado pelo voo, foram feitas marcações com cal nas áreas cobertas pelos voos, georreferenciados com precisão milimétrica a partir de RTK e dispostos em uma proporção de cerca de 1 ponto de marcação por hectare.



**Figura 7. Marcação de pontos de amarração para georreferenciamento de precisão do modelo gerado pelas fotos com drone.**

A partir das fotos obtidas nos voos, as imagens foram processadas no software Metashape Agisoft. Primeiramente, as imagens foram referenciadas no sistema de referência SIRGAS 2000 projeção UTM Zona 23S, e alinhadas entre as mesmas a partir do posicionamento gerado pela própria aeronave. Após o alinhamento, o grupo de imagens foi amarrado aos pontos marcados em campo com as coordenadas conhecidas obtidas pelo RTK, e então foi gerada a nuvem densa de pontos a partir do referenciamento em XYZ de cada pixel no modelo de imagem “explodida”. Do modelo gerado com a nuvem densa, foi extraído o modelo digital de elevação (MDE).



As precisões do levantamento aerofotogramétrico foram controladas a partir de pontos de controle e checagem definidos na geração da nuvem densa, em uma proporção de ao menos 1 ponto de checagem para cada cinco pontos de controle. Os pontos de checagem, não utilizados para amarração do modelo, serviram de comparativo para o controle das coordenadas obtidas pelo modelo e cálculo das precisões obtidas. Foram gerados MDEs com erro total de posicionamento XYZ inferior a 10 cm, conforme consta nos relatórios de processamento dos voos, em anexo (Anexo IV).



**Figura 8. Exemplo de foto tirada a partir do voo automático para o levantamento aéreo realizado na cidade de Silva Jardim.**

## **5. RESULTADOS**

A seguir são apresentados os resultados do levantamento realizado. Foram levantadas 91 seções topobatimétricas no Rio Capivari, 31 seções no Valão da Caixa, e 16 seções no Valão do Lúcio. Além disso, nos trechos dos corpos hídricos avaliados foram levantadas 5 pontes presentes no Rio Capivari, oito (8) pontes do Valão da Caixa e uma (1) ponte no Valão do Lúcio, além de 3 galerias por onde atravessa o Valão do Lúcio.

As seções levantadas são apresentadas nas figuras abaixo, com gráficos de dispersão gerados entre as distâncias acumuladas dos pontos de cada seção e as respectivas altitudes ortométricas (Altitude Normal) dos mesmos. Para representação gráfica em 2D, foram calculadas as distâncias mínimas entre os pontos sucessivos levantados a partir da aplicação direta do teorema de Pitágoras nos valores das coordenadas planas em projeção UTM. Os resultados completos das seções são apresentados no Anexo V, com valores das coordenadas XYZ (UTM, 23S – SIRGAS 2000) em arquivo tipo txt.

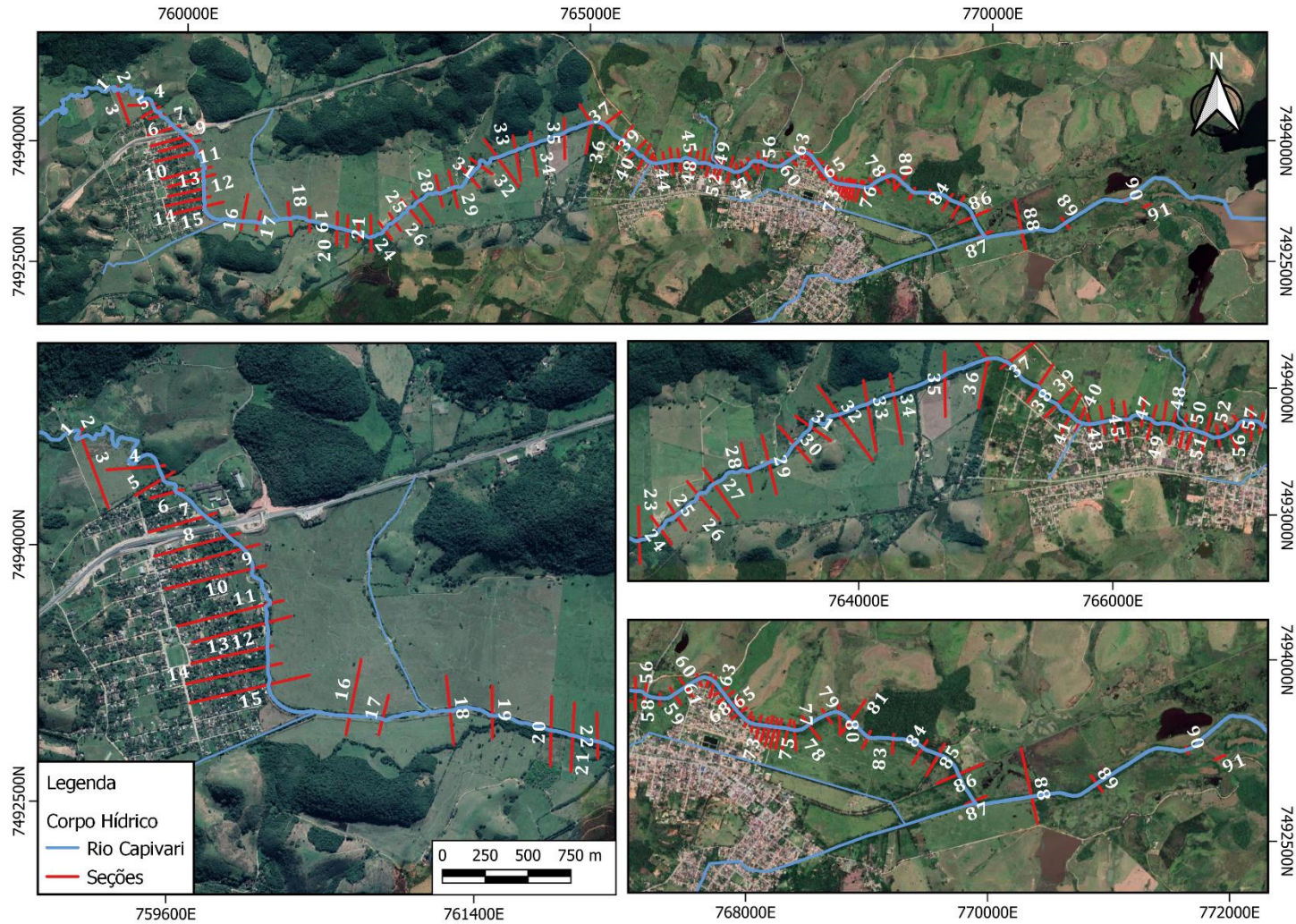
Esta seção também apresenta as estruturas (pontes, galerias, barramentos) levantadas em cada um dos três rios onde foram realizados os levantamentos topobatimétricos. A apresentação é feita na forma de planta esquemática do corte transversal da estrutura com vista da montante para jusante. Os arquivos tipo CAD das estruturas se encontram no Anexo VI, com respectivas informações das coordenadas e localização das mesmas.

Ao final da seção são apresentados os resultados do levantamento aerofotográfico realizado. A partir do mesmo foi gerado um modelo digital de elevação (MDE) em detalhe do trecho urbano da cidade de Silva Jardim, que é apresentado em conjunto com MDE gerado a partir do levantamento topobatimétrico das seções.

### **5.1 Topobatimetria Rio Capivari**

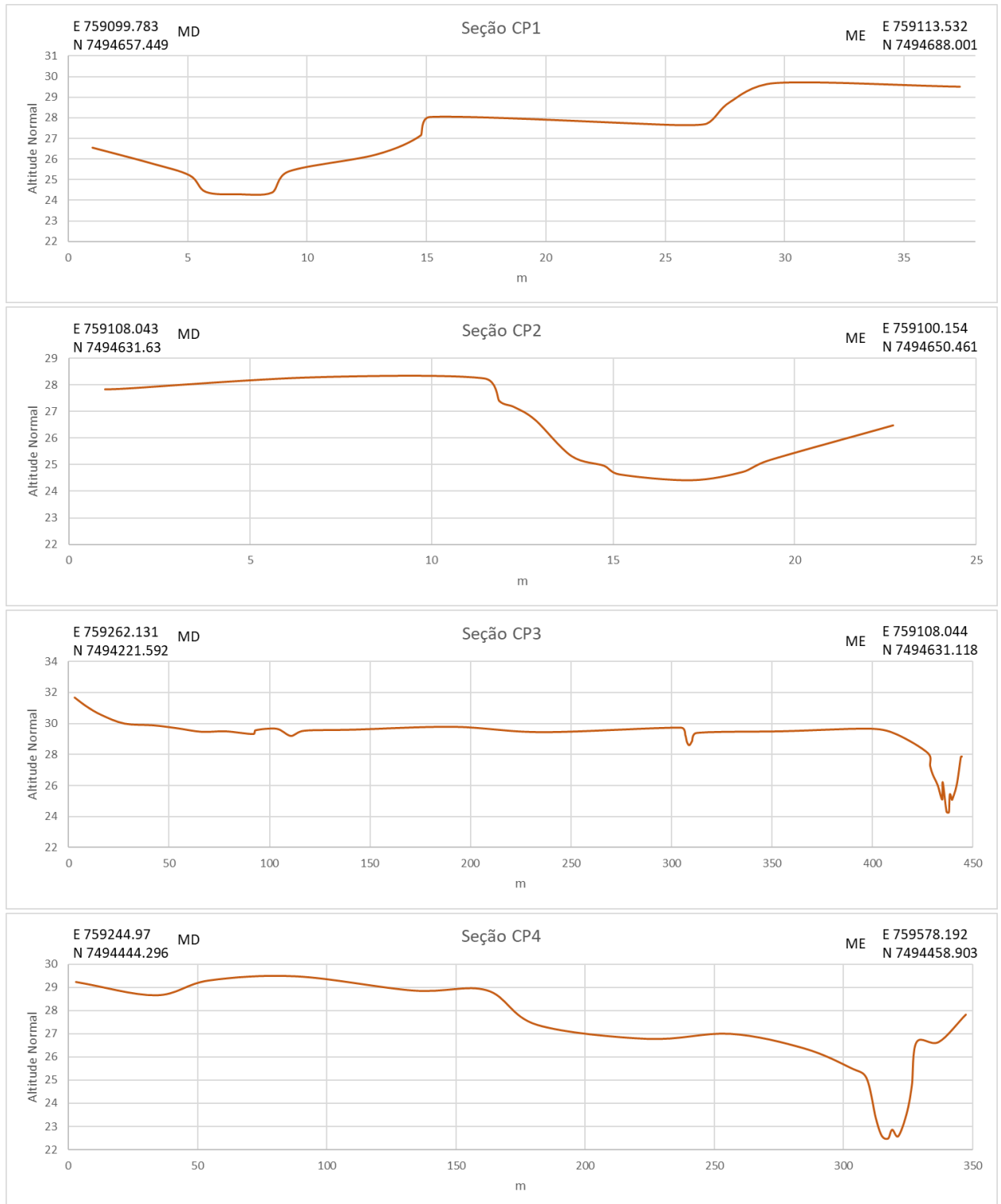
A Figura 9, a seguir, apresenta a localização das seções no Rio Capivari. Nas figuras posteriores são apresentadas, em detalhamento, cada seção topobatimétrica levantada do Rio Capivari, sequencialmente, da seção mais à montante para seção mais à jusante obtida.



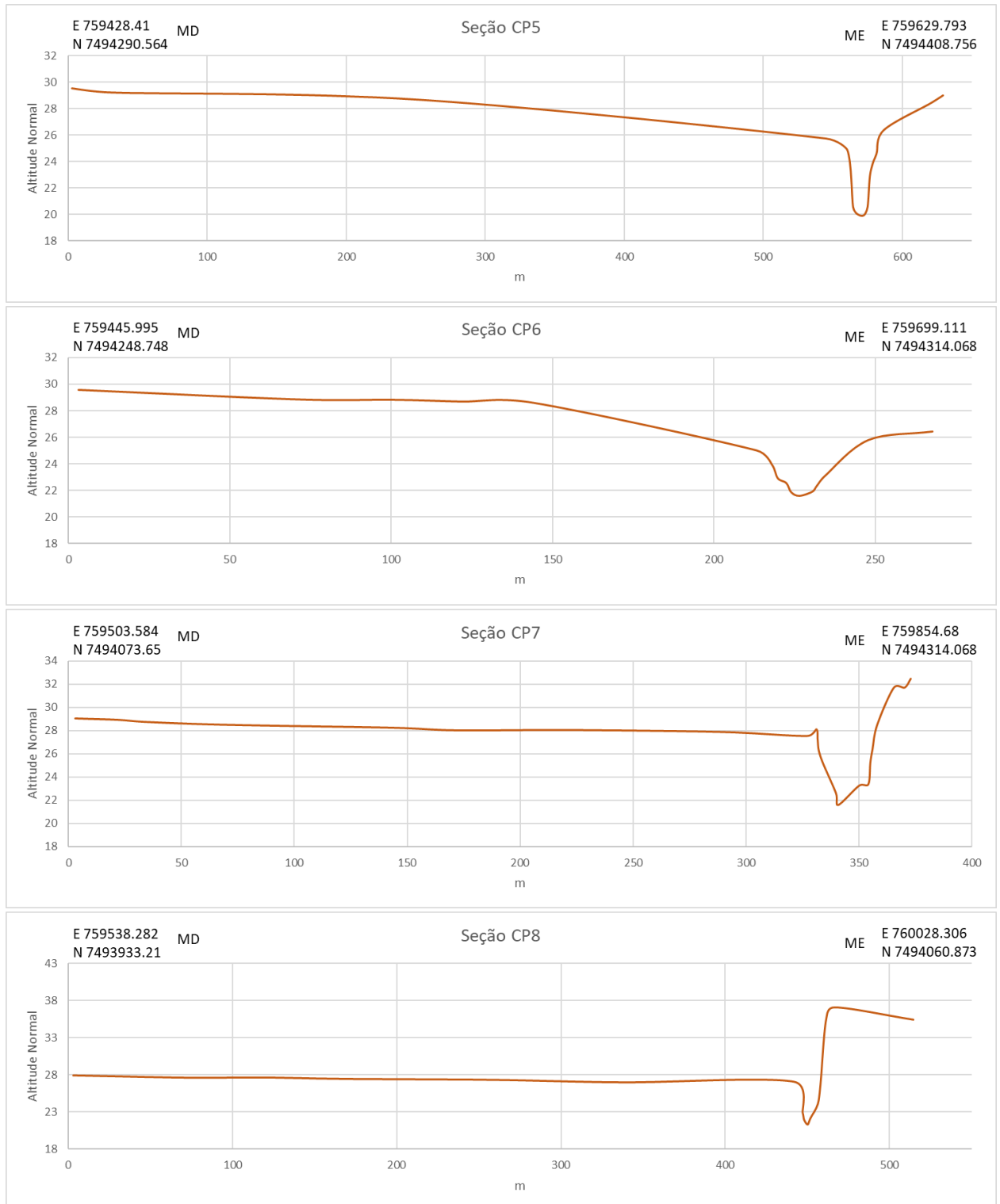


**Figura 9. Localização das seções topobatimétricas realizadas no Rio Capivari, município de Silva Jardim, RJ.**

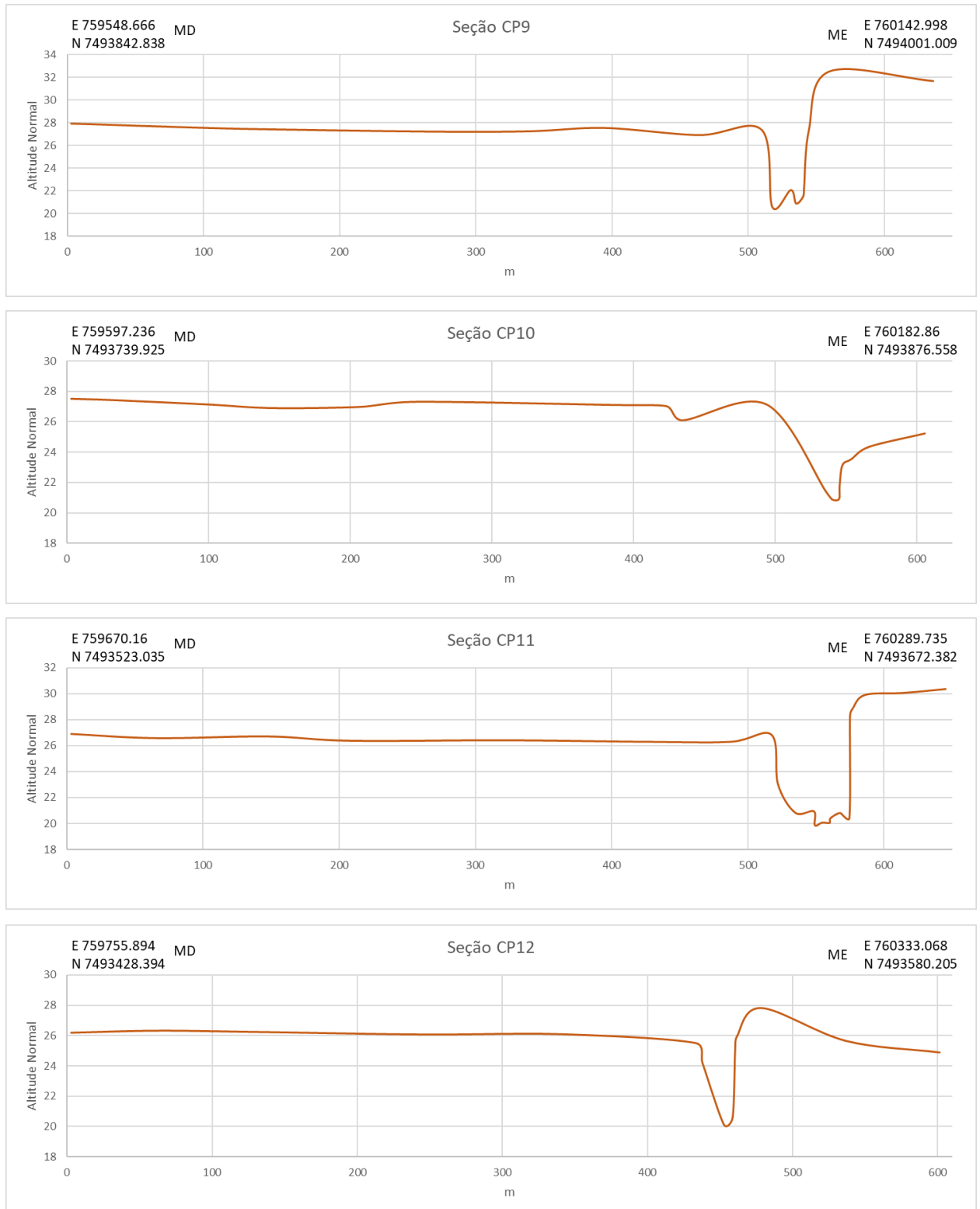




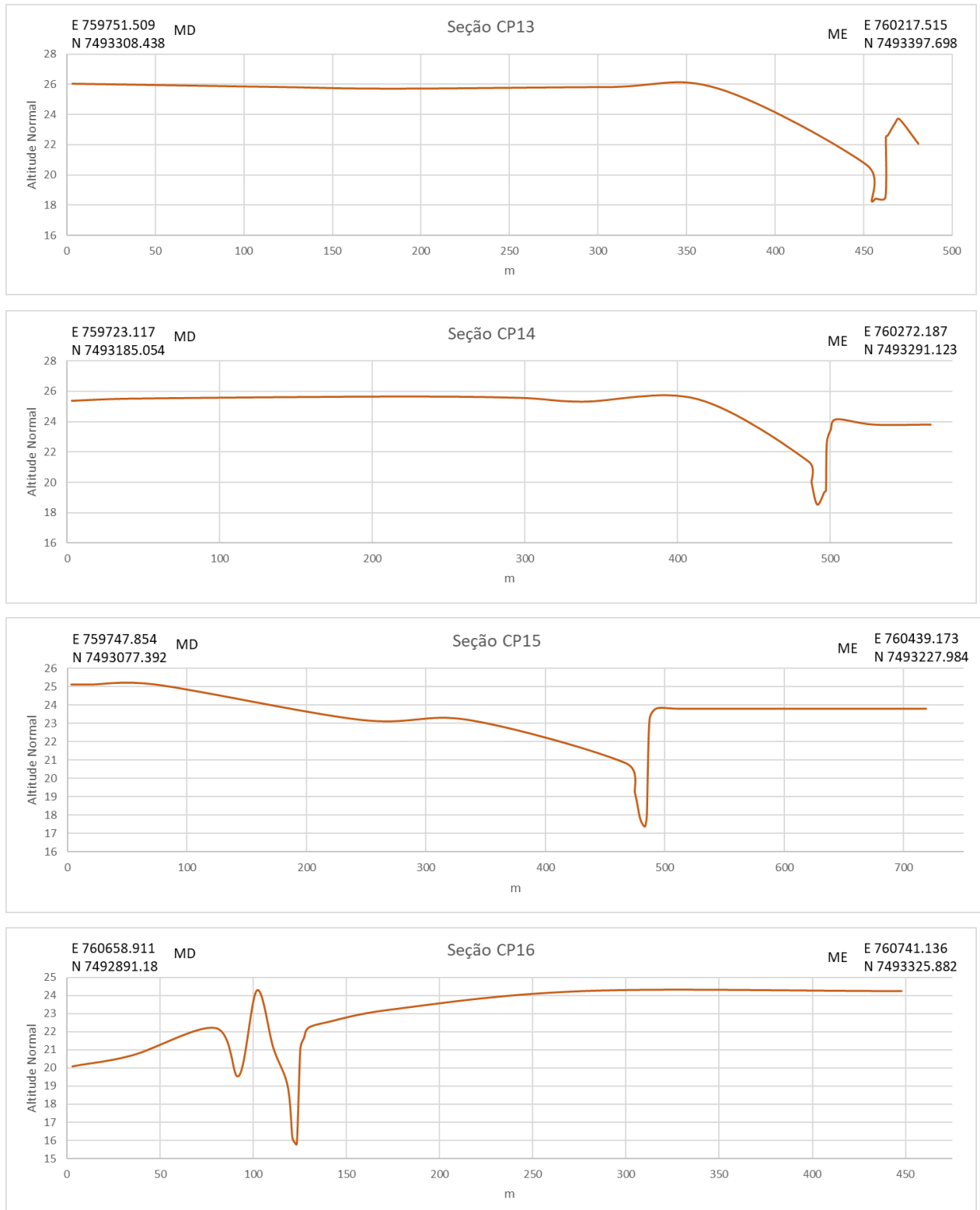
**Figura 10. Seções topobatimétricas CP1 a CP4 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S Sirgas 2000.**



**Figura 11. Seções topobatimétricas CP5 a CP8 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

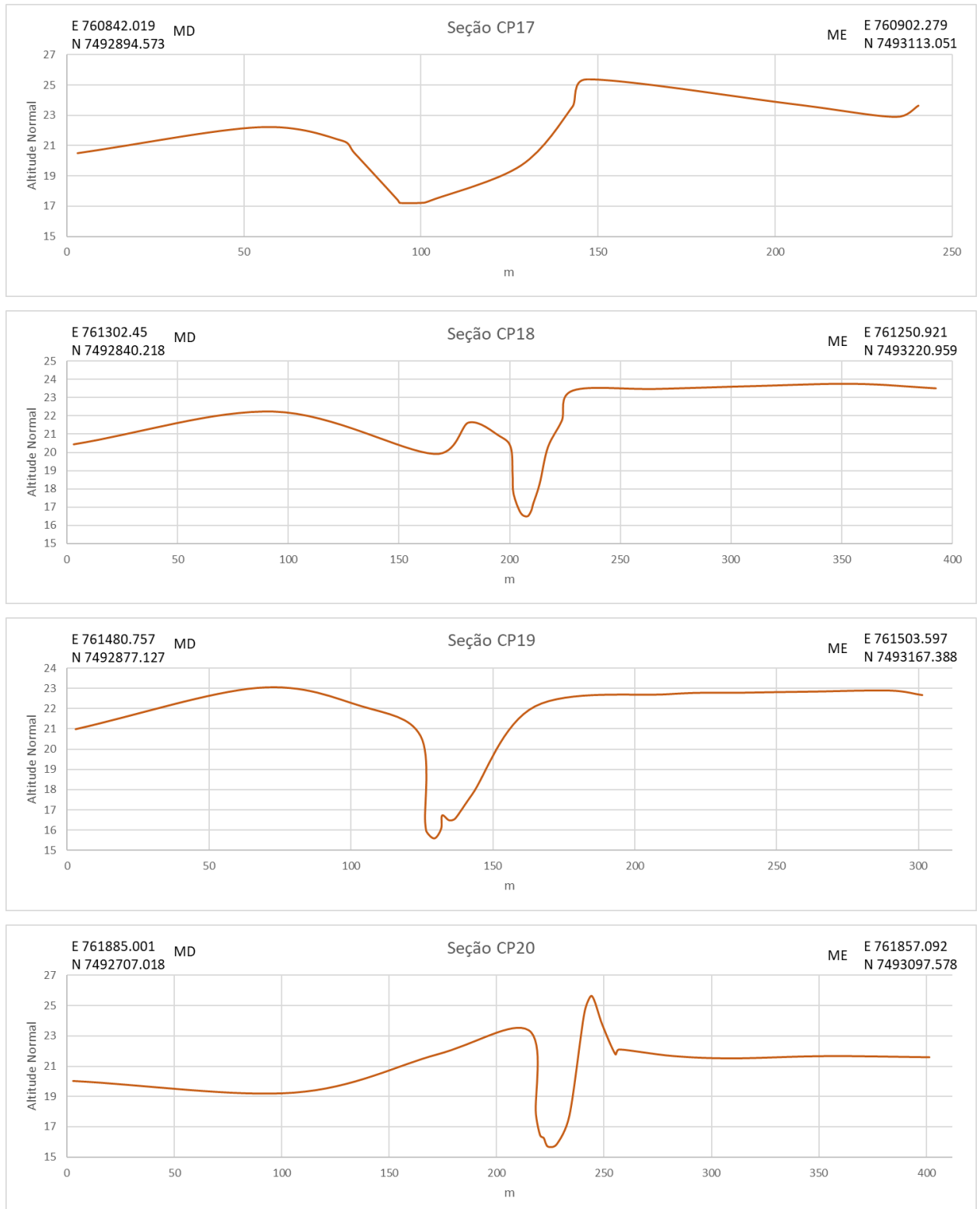


**Figura 12. Seções topobatimétricas CP9 a CP12 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

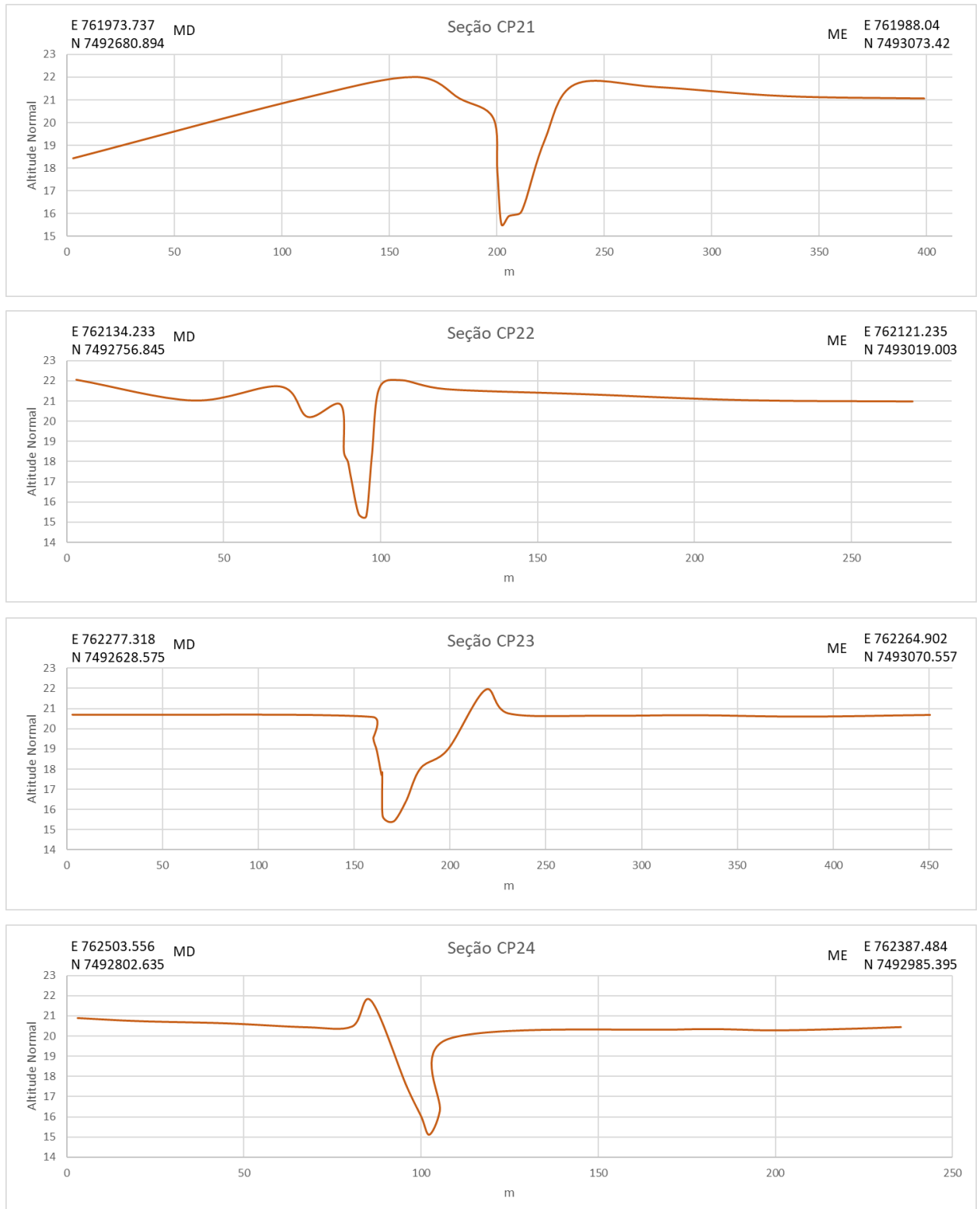


**Figura 13. Seções topobatimétricas CP13 a CP16 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

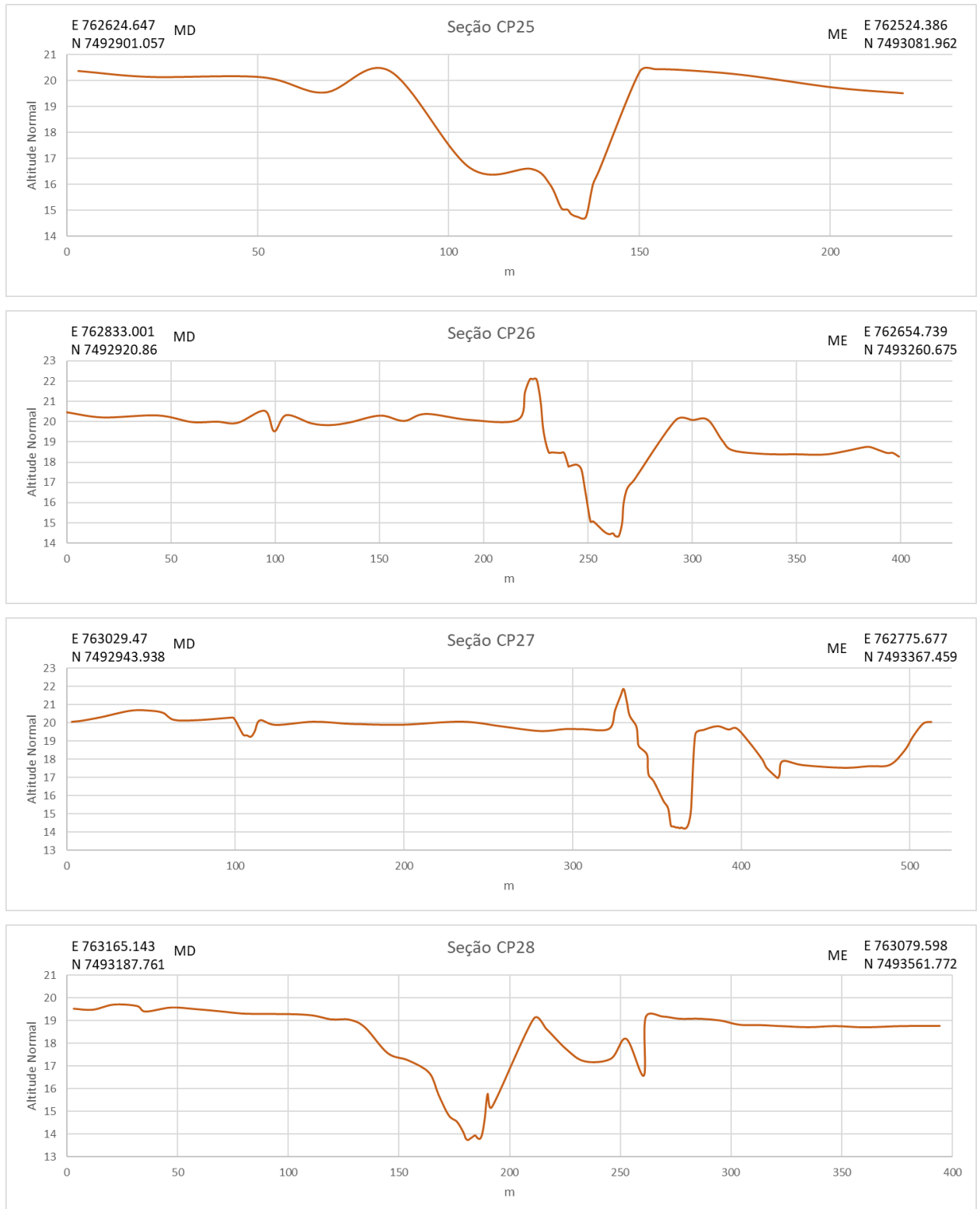




**Figura 14. Seções topobatimétricas CP17 a CP20 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

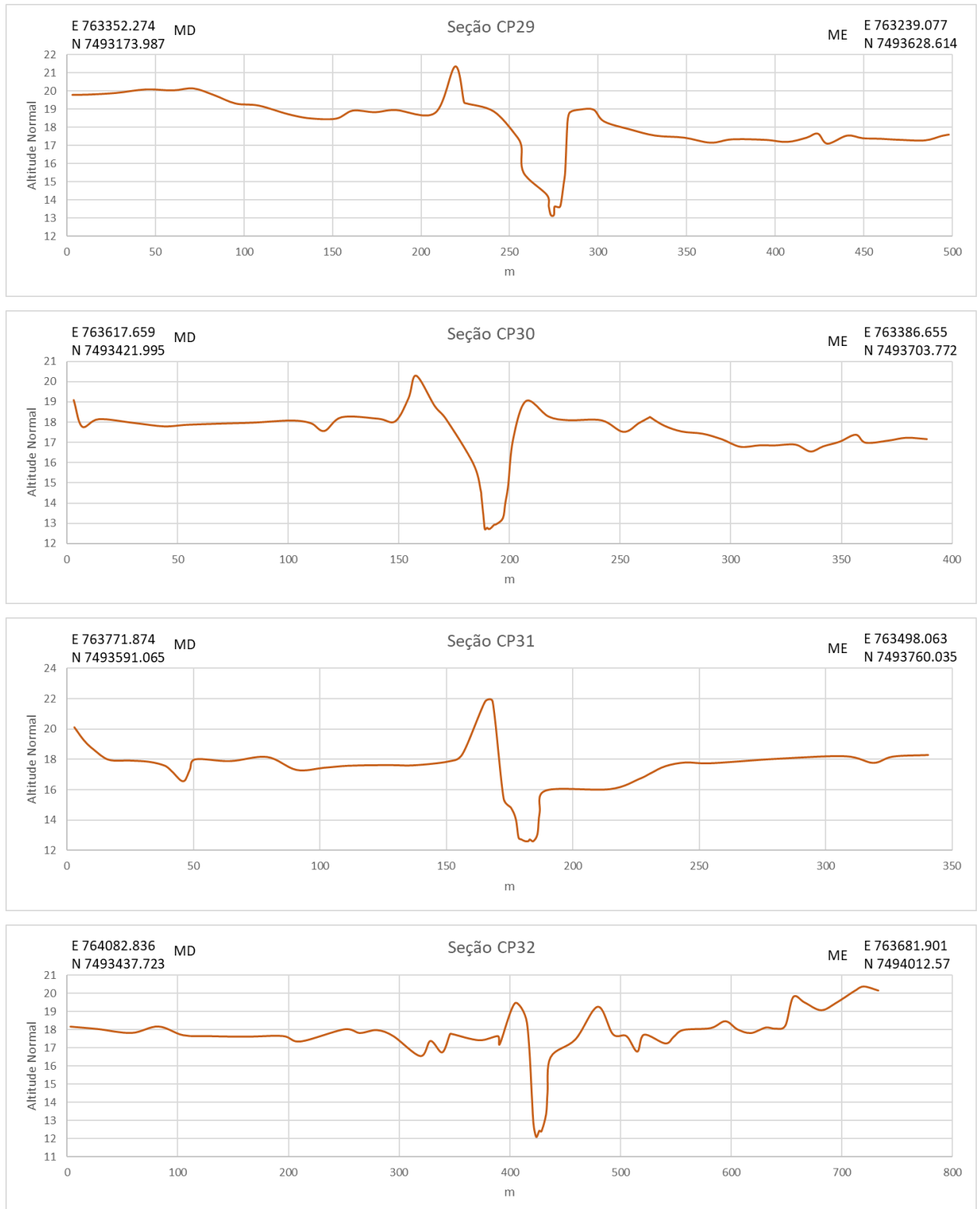


**Figura 15. Seções topobatimétricas CP21 a CP24 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

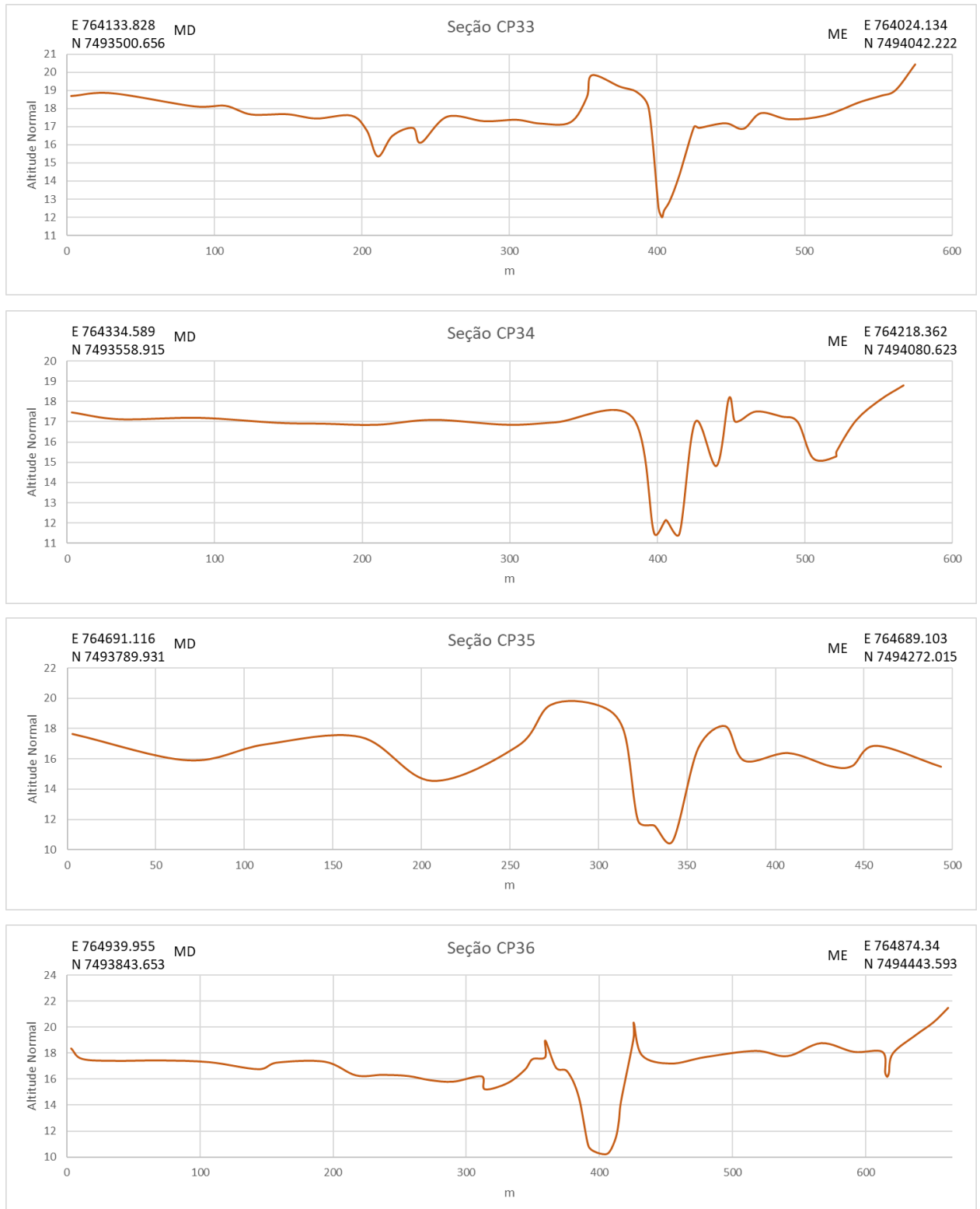


**Figura 16. Seções topobatimétricas CP25 a CP28 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

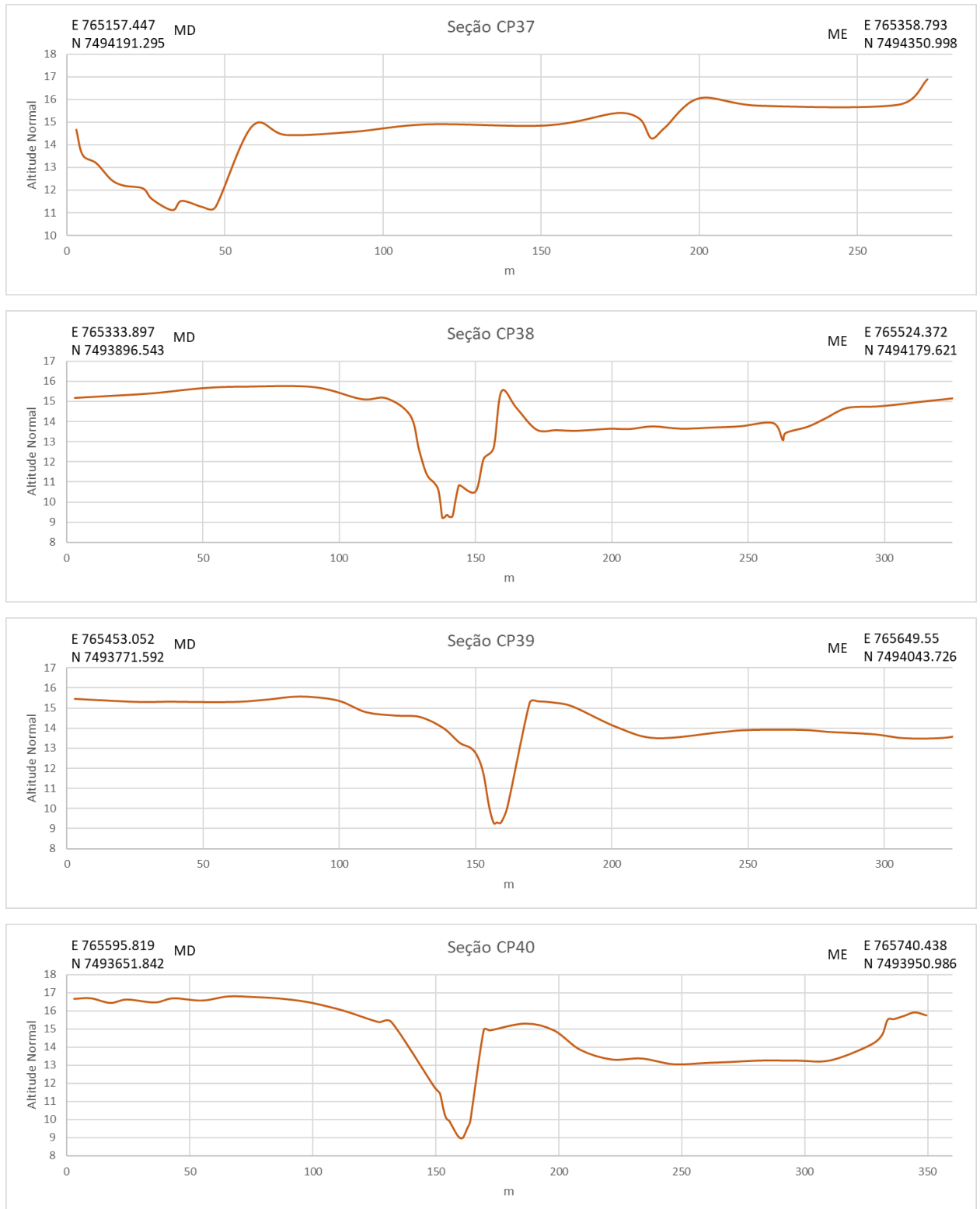




**Figura 17. Seções topobatimétricas CP29 a CP32 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

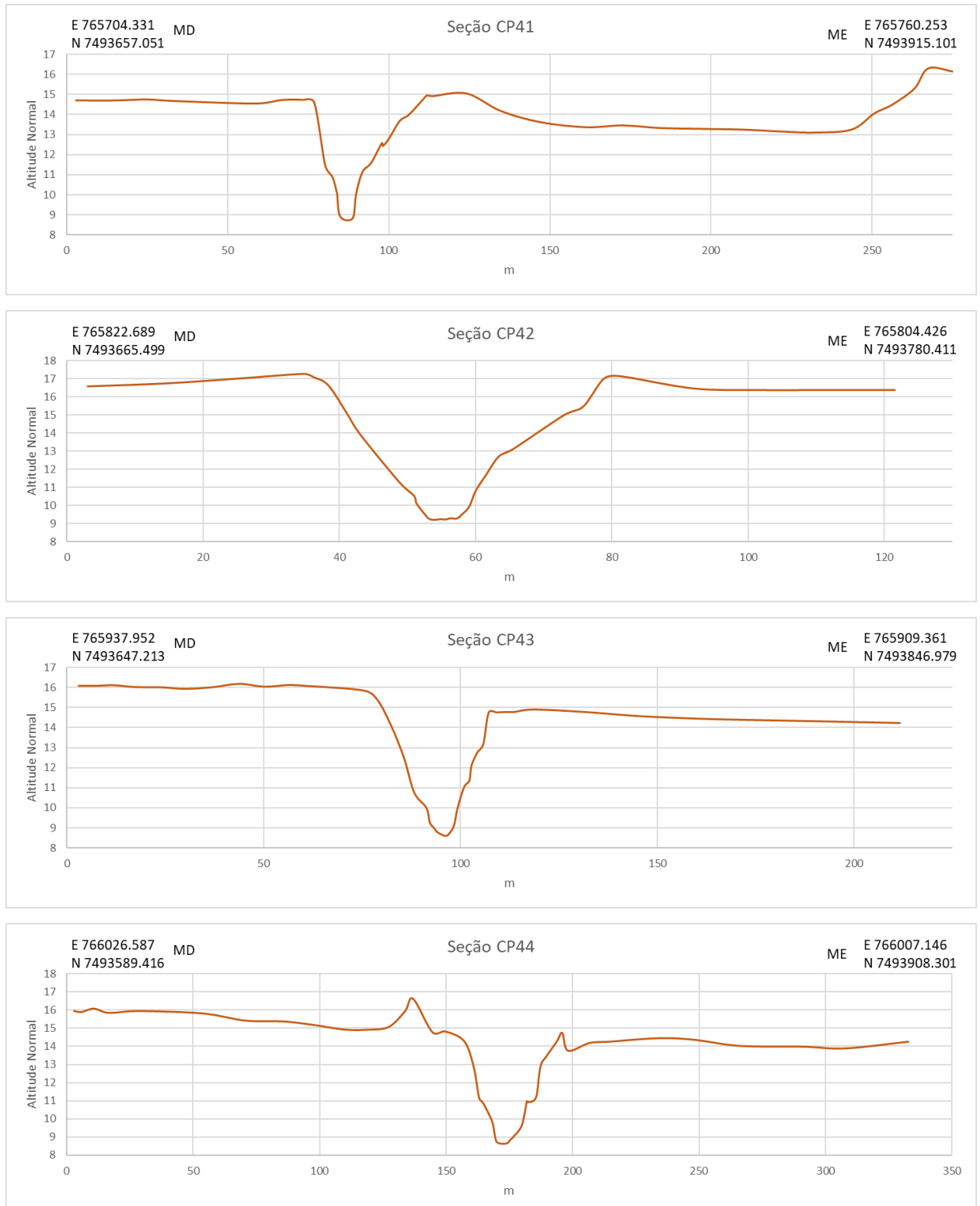


**Figura 18. Seções topobatimétricas CP33 a CP36 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

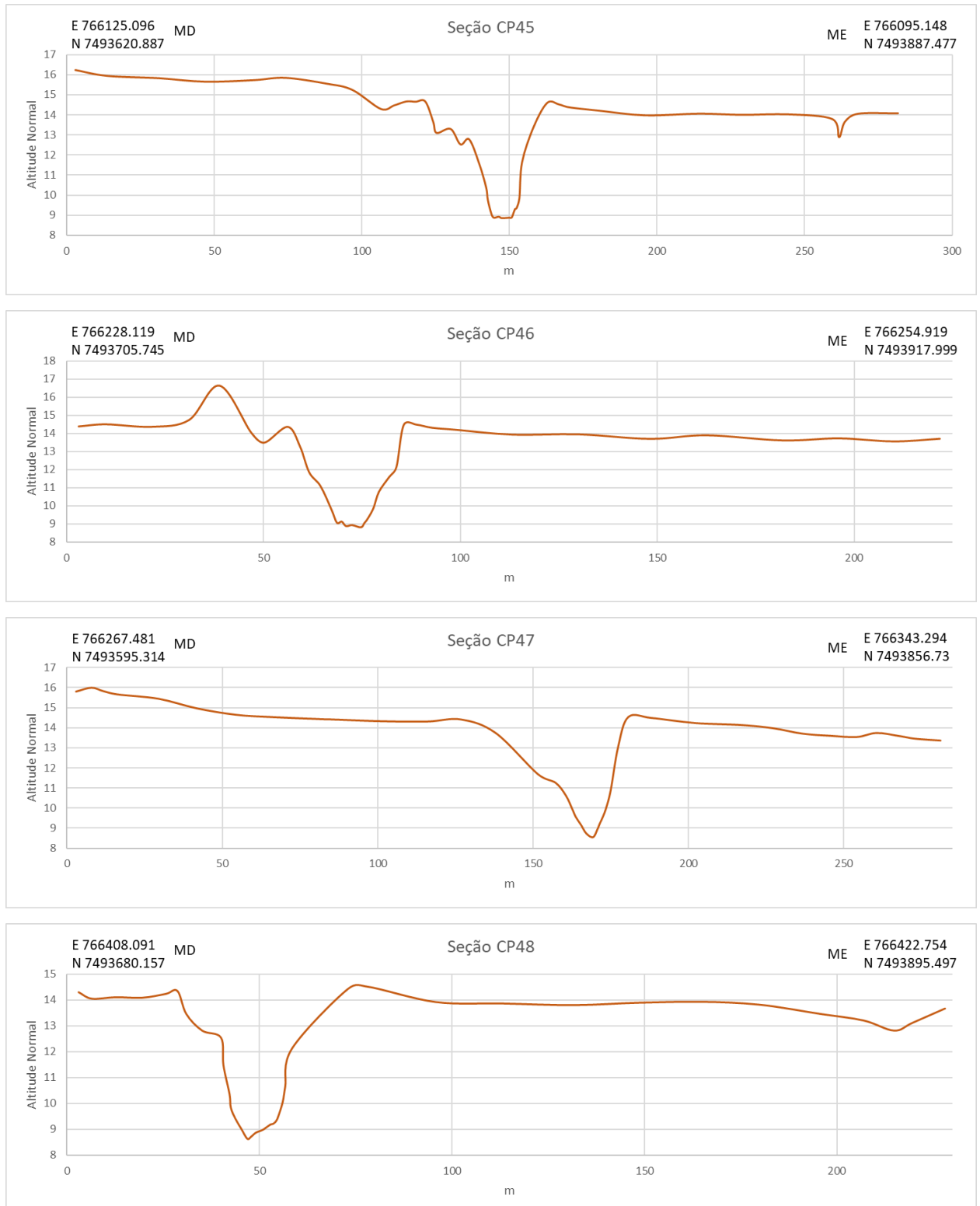


**Figura 19. Seções topobatimétricas CP37 a CP40 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

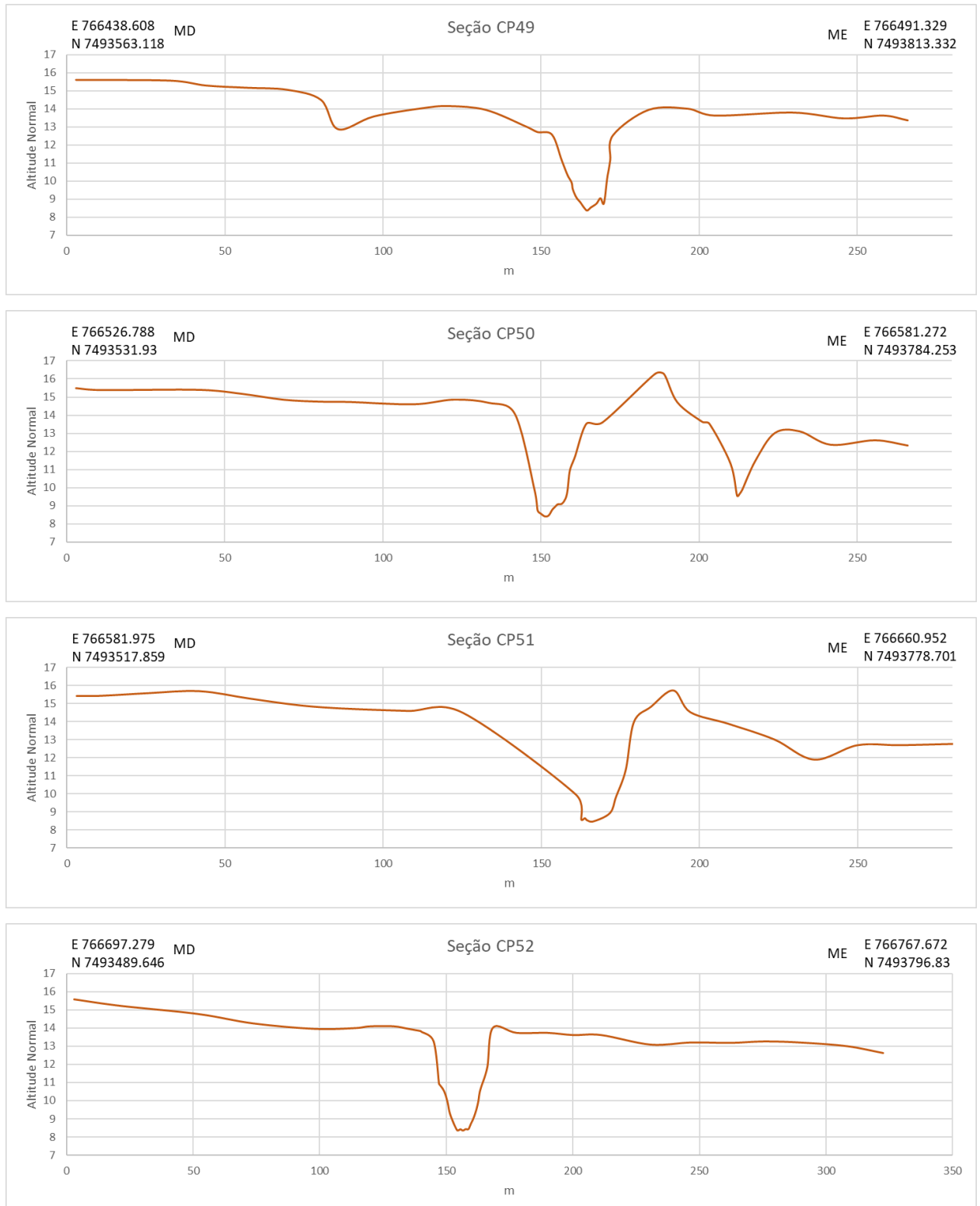




**Figura 20. Seções topobatimétricas CP41 a CP44 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

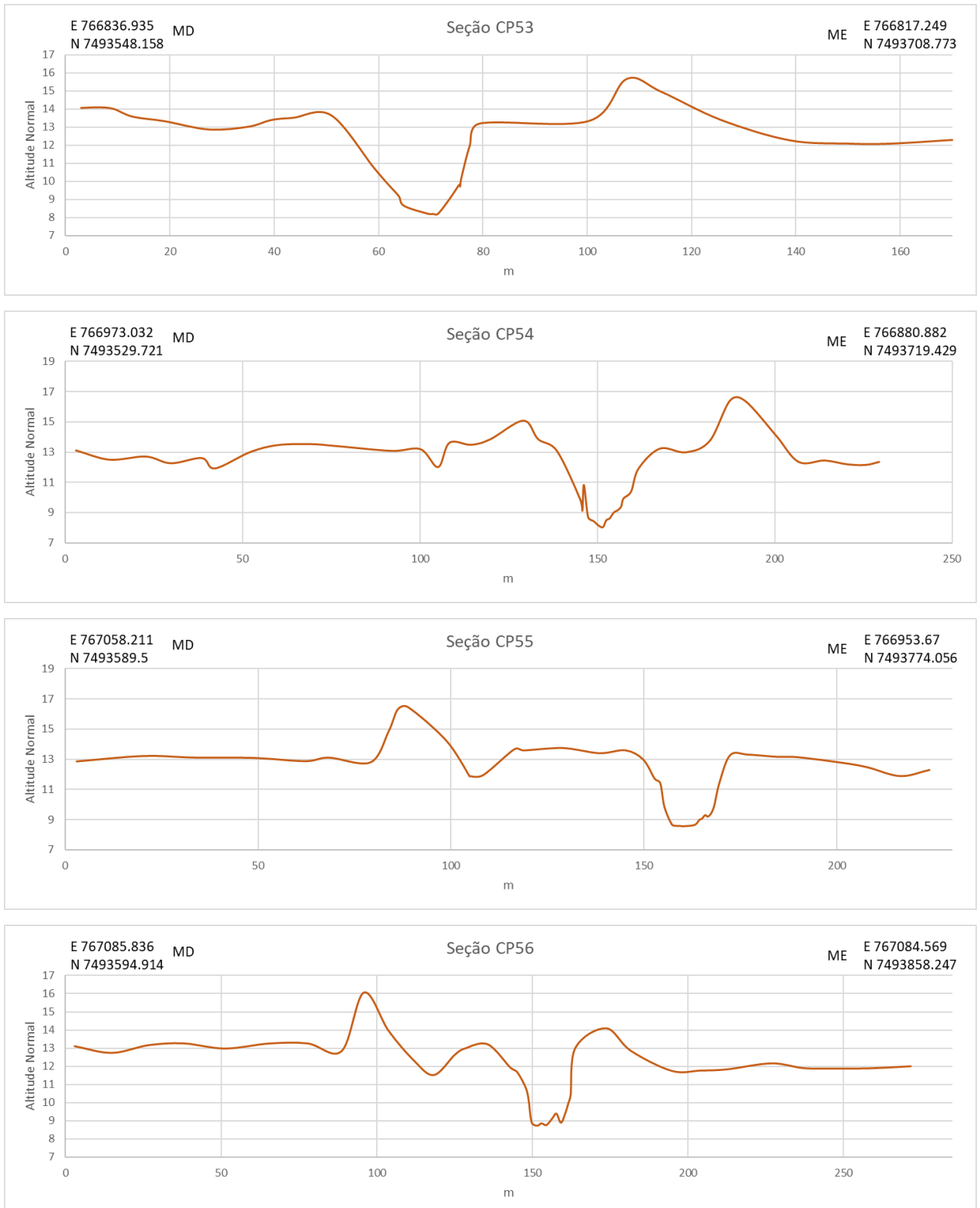


**Figura 21. Seções topobatimétricas CP45 a CP48 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

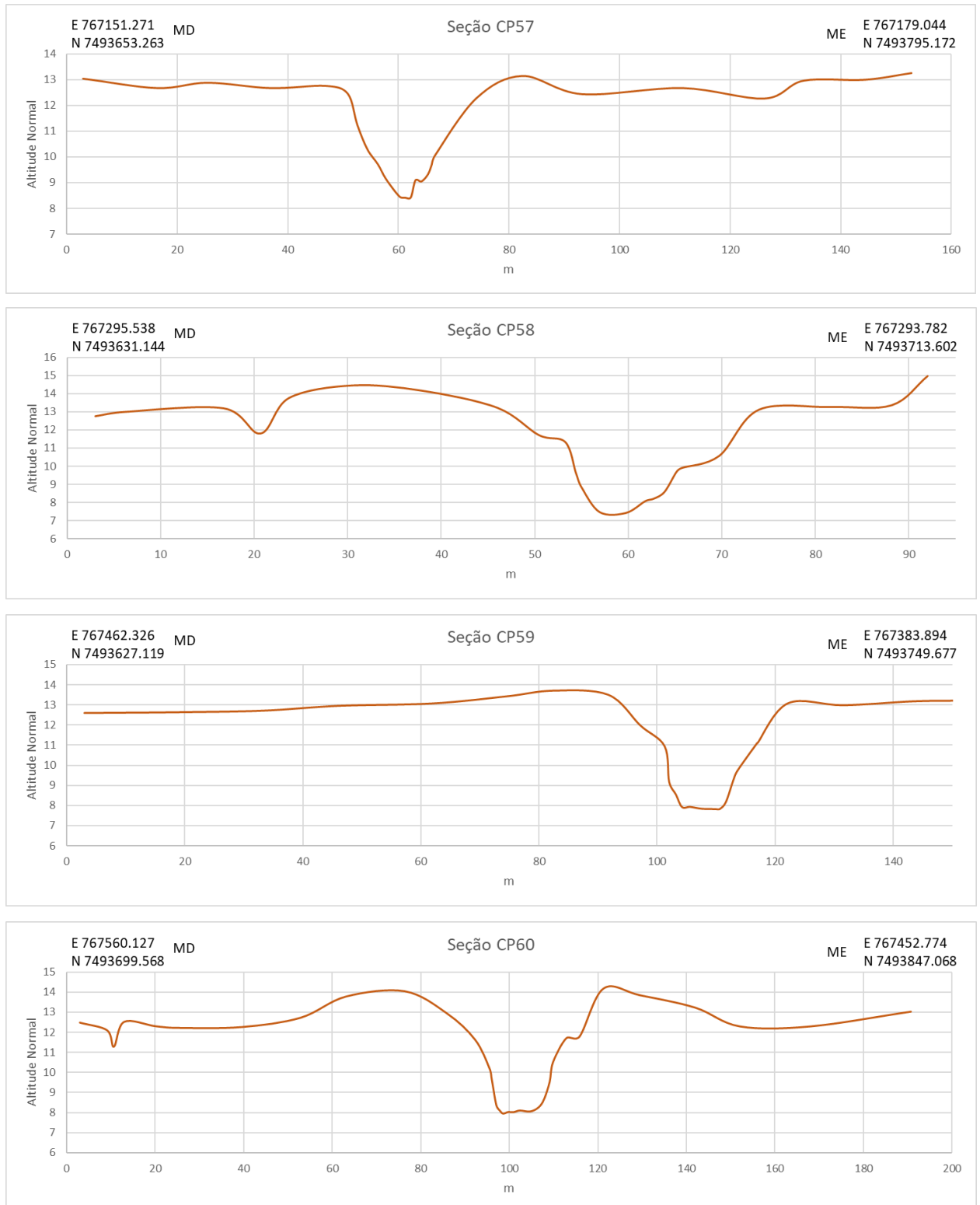


**Figura 22. Seções topobatimétricas CP49 a CP52 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

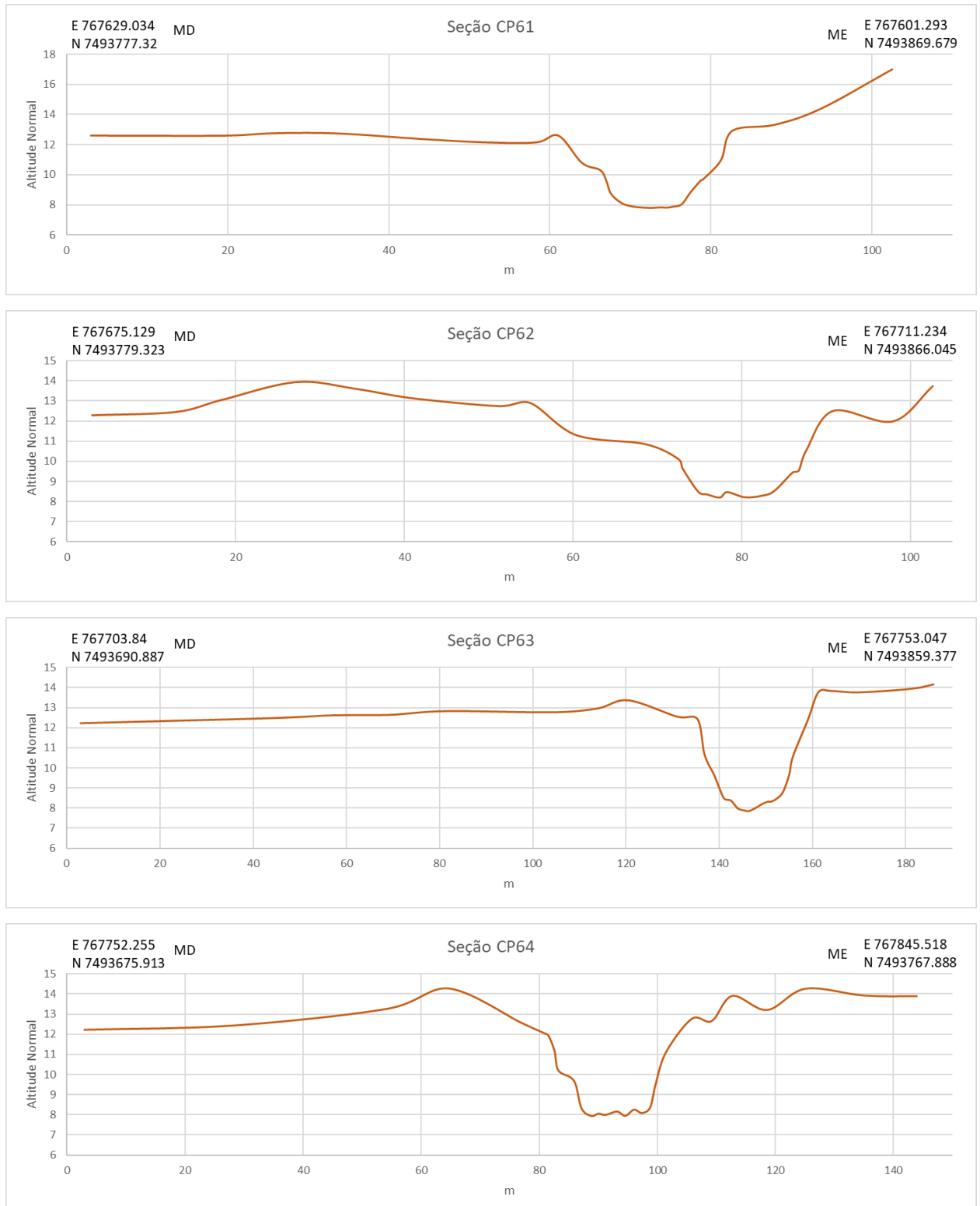




**Figura 23. Seções topobatimétricas CP53 a CP56 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

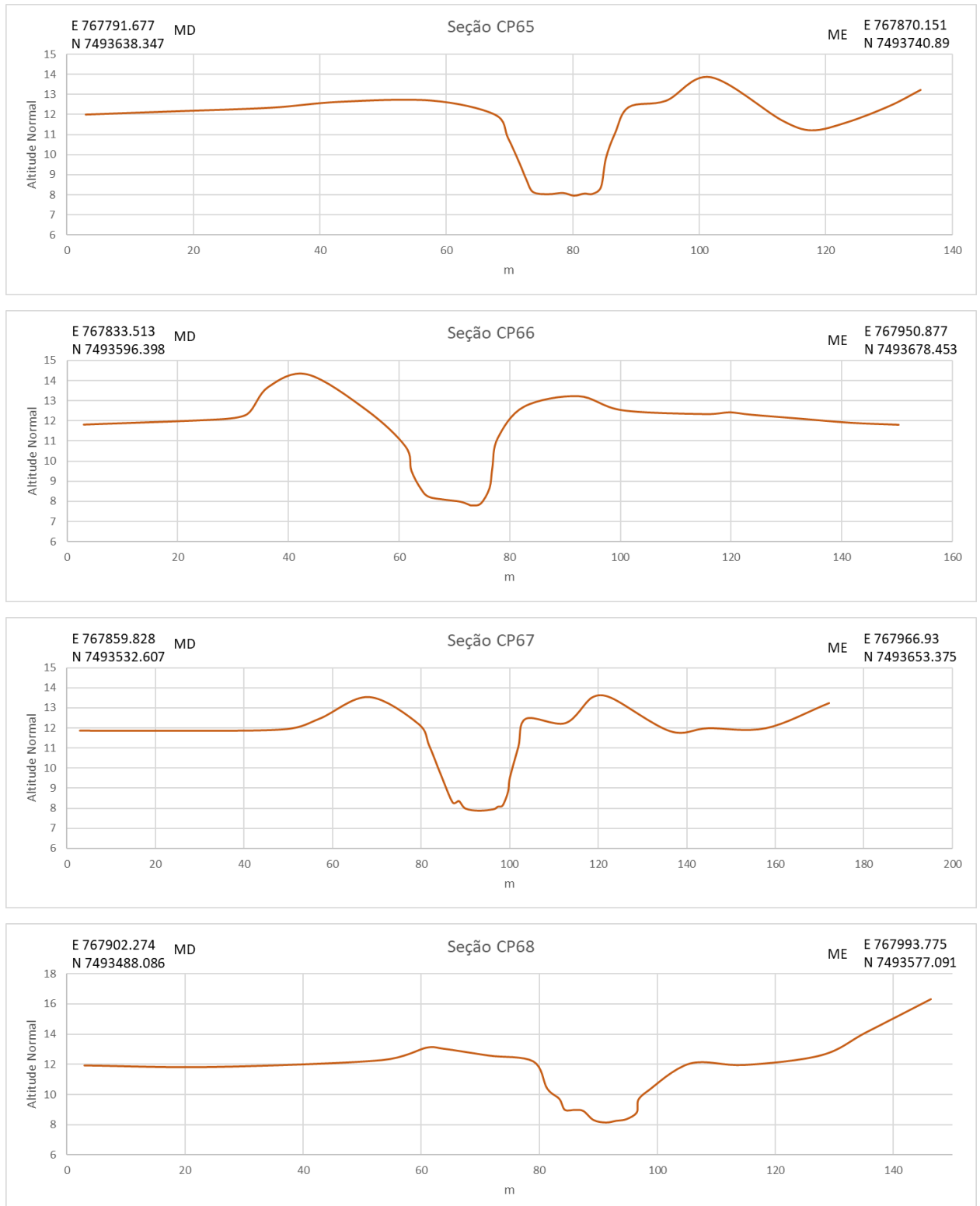


**Figura 24. Seções topobatimétricas CP57 a CP60 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

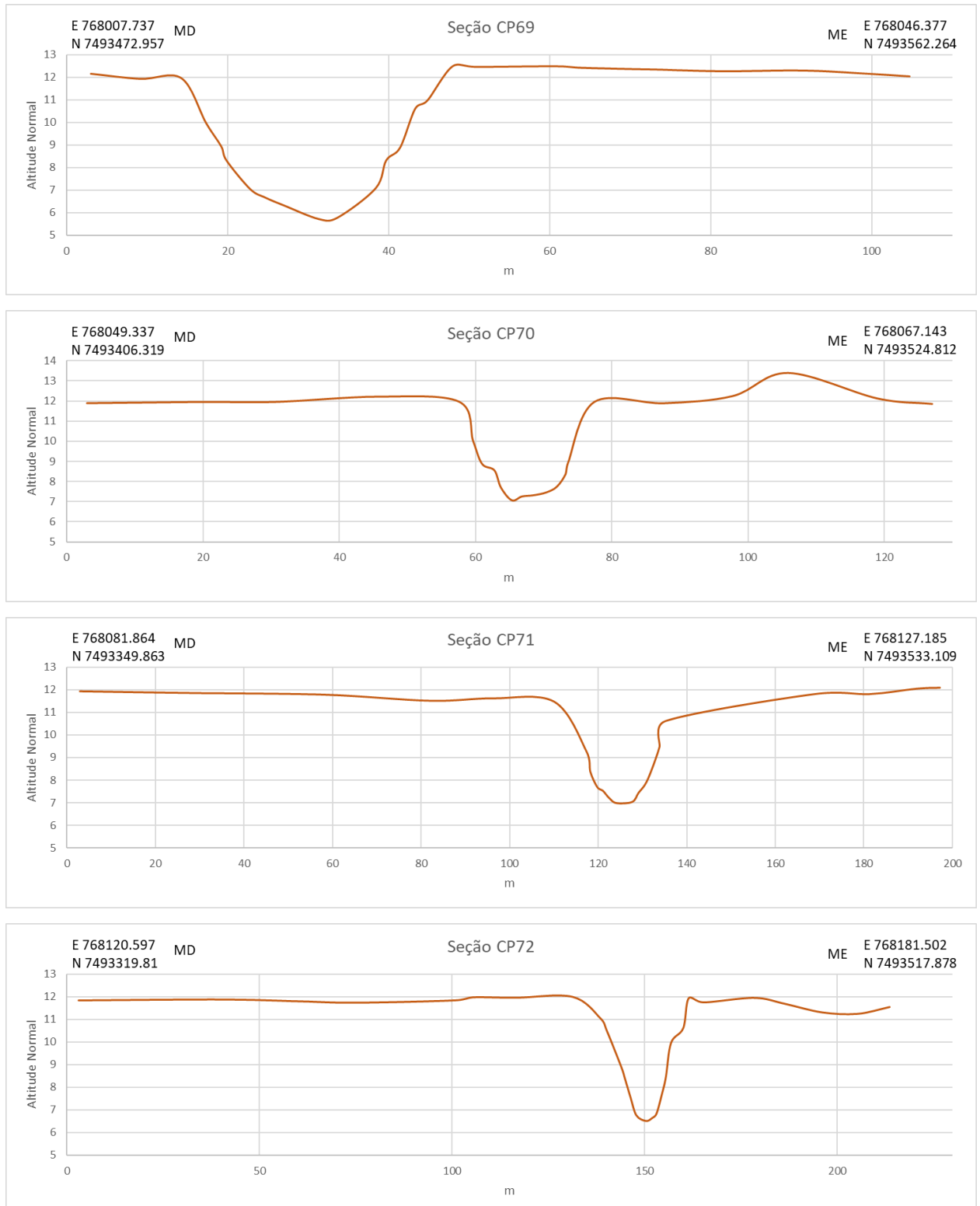


**Figura 25. Seções topobatimétricas CP61 a CP64 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

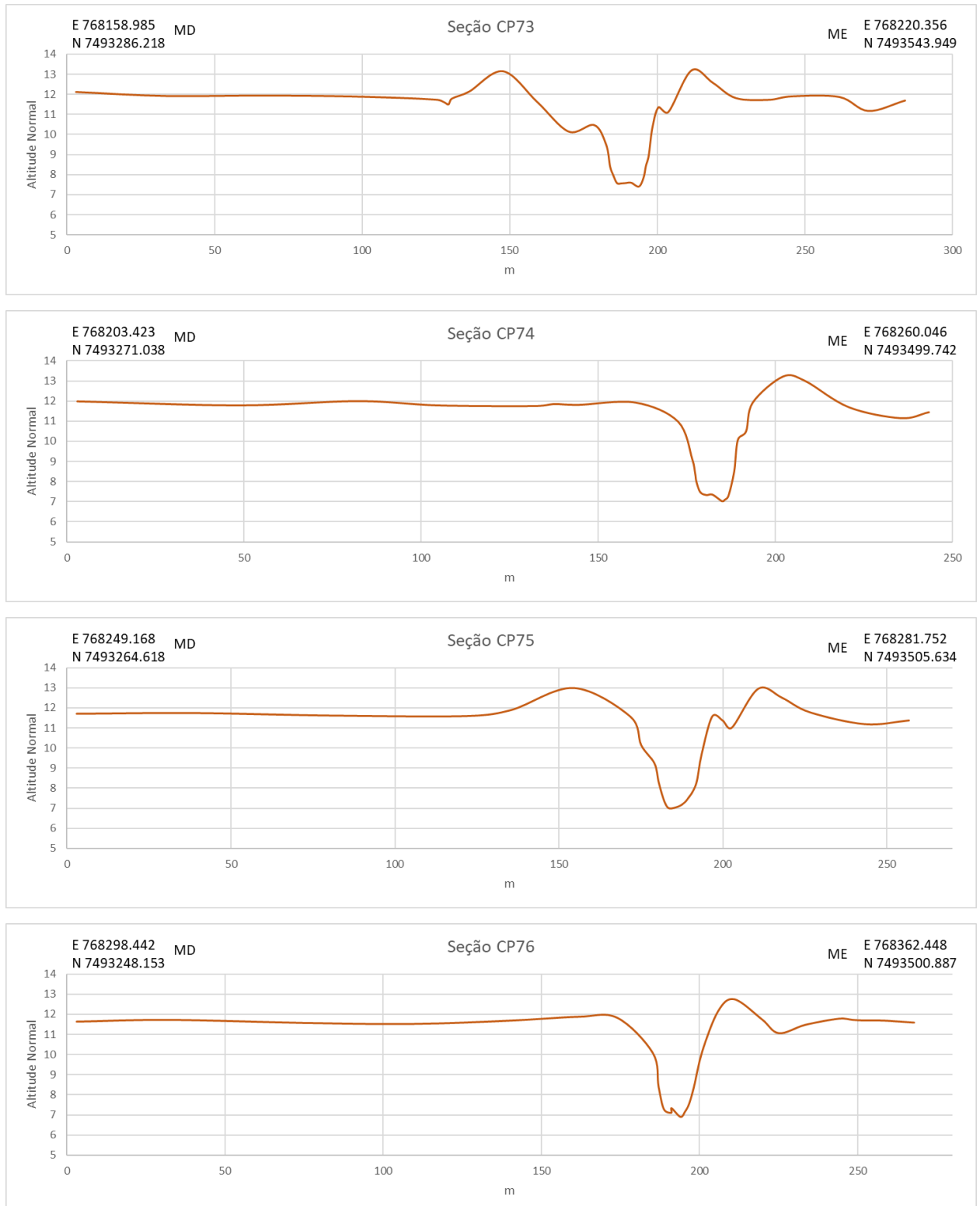




**Figura 26. Seções topobatimétricas CP65 a CP68 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

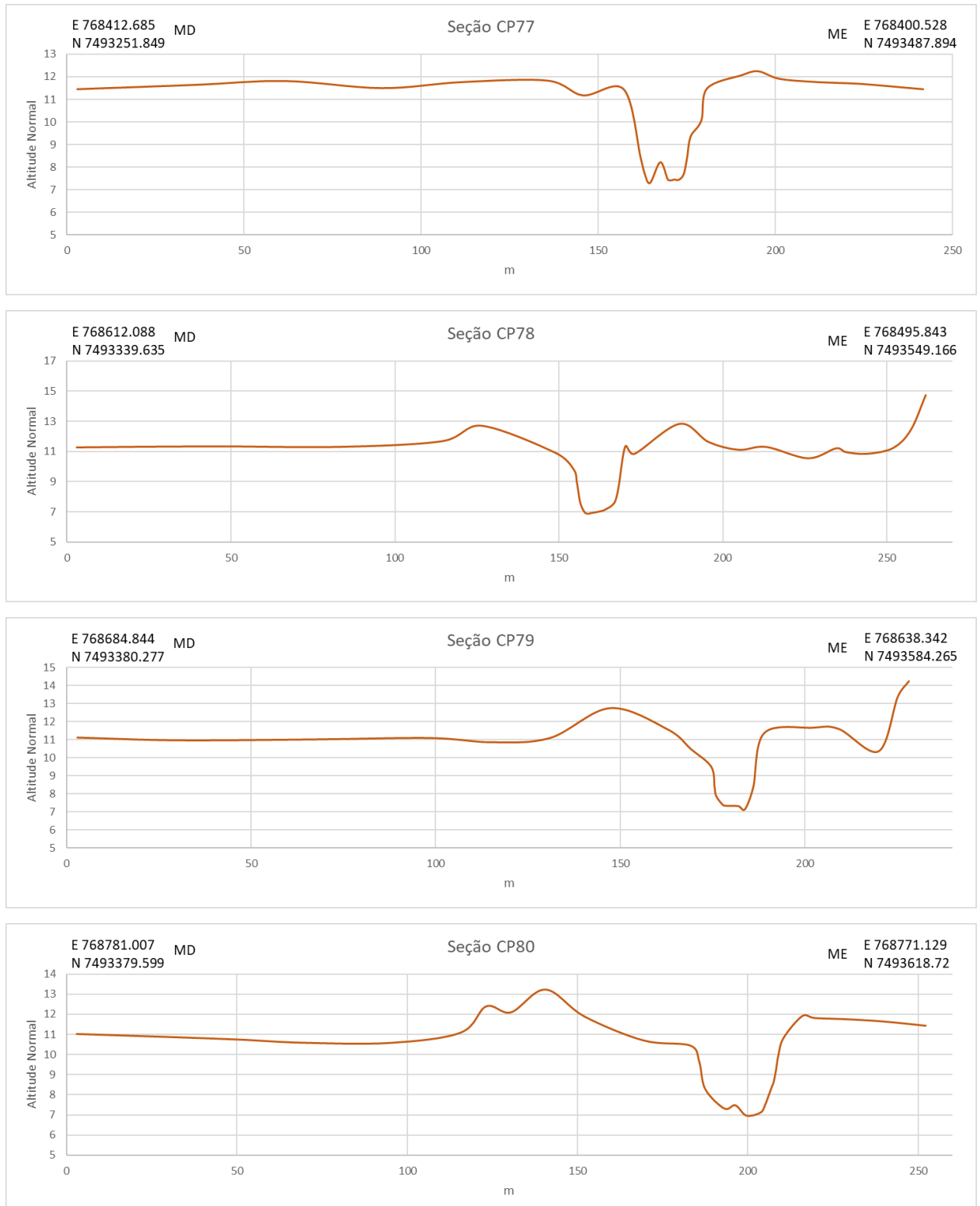


**Figura 27. Seções topobatimétricas CP68 a CP72 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

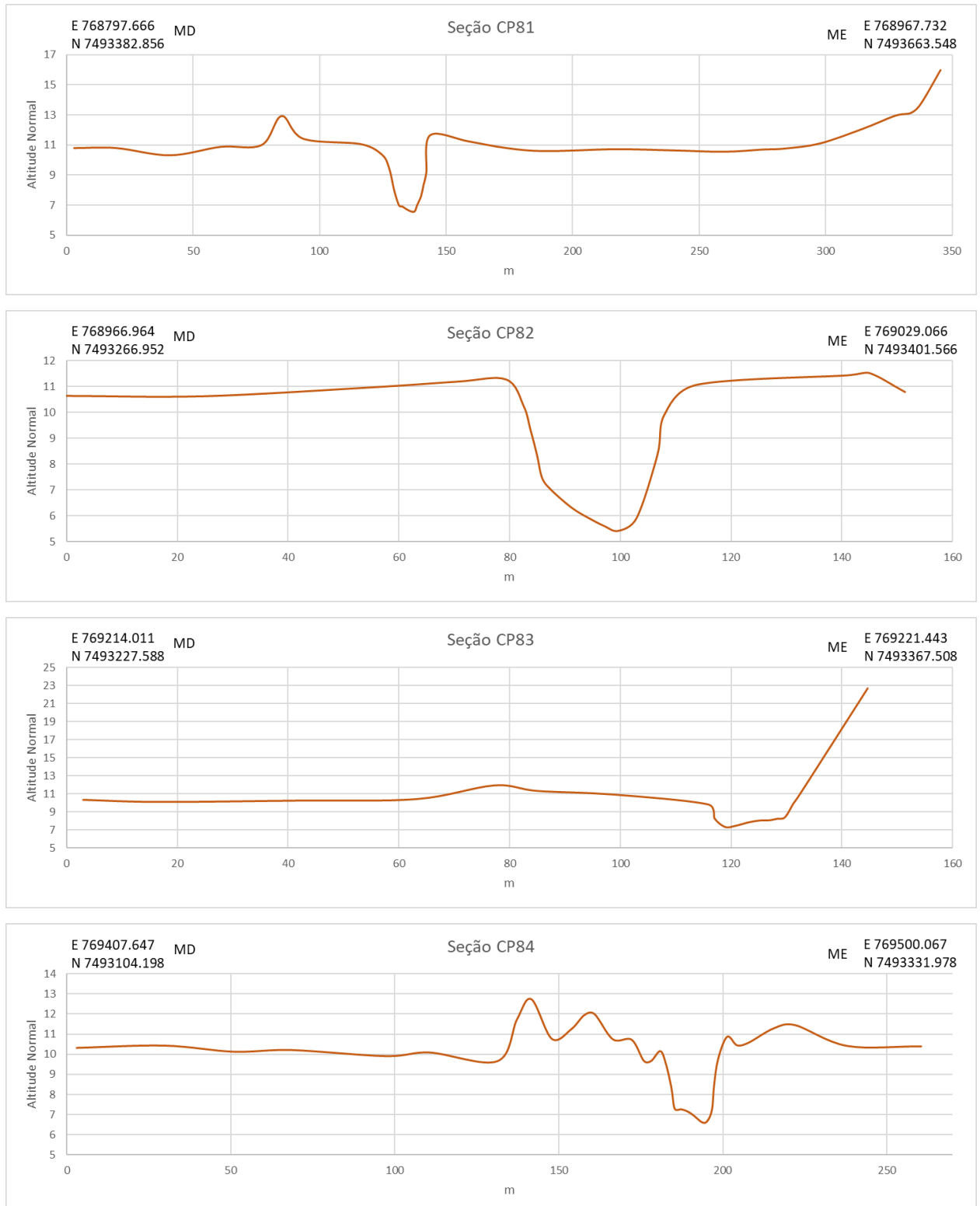


**Figura 28. Seções topobatimétricas CP73 a CP76 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

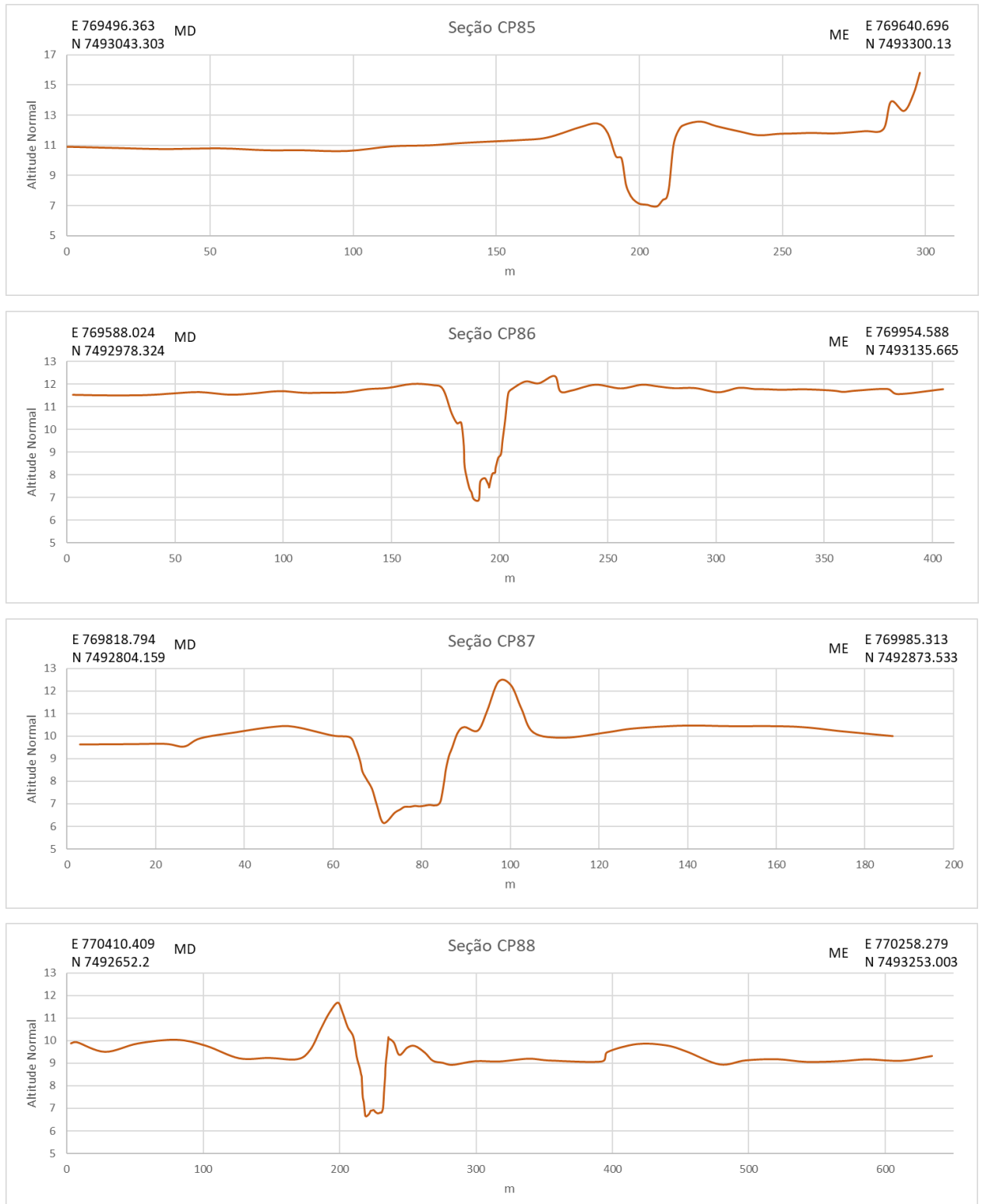




**Figura 29. Seções topobatimétricas CP77 a CP80 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

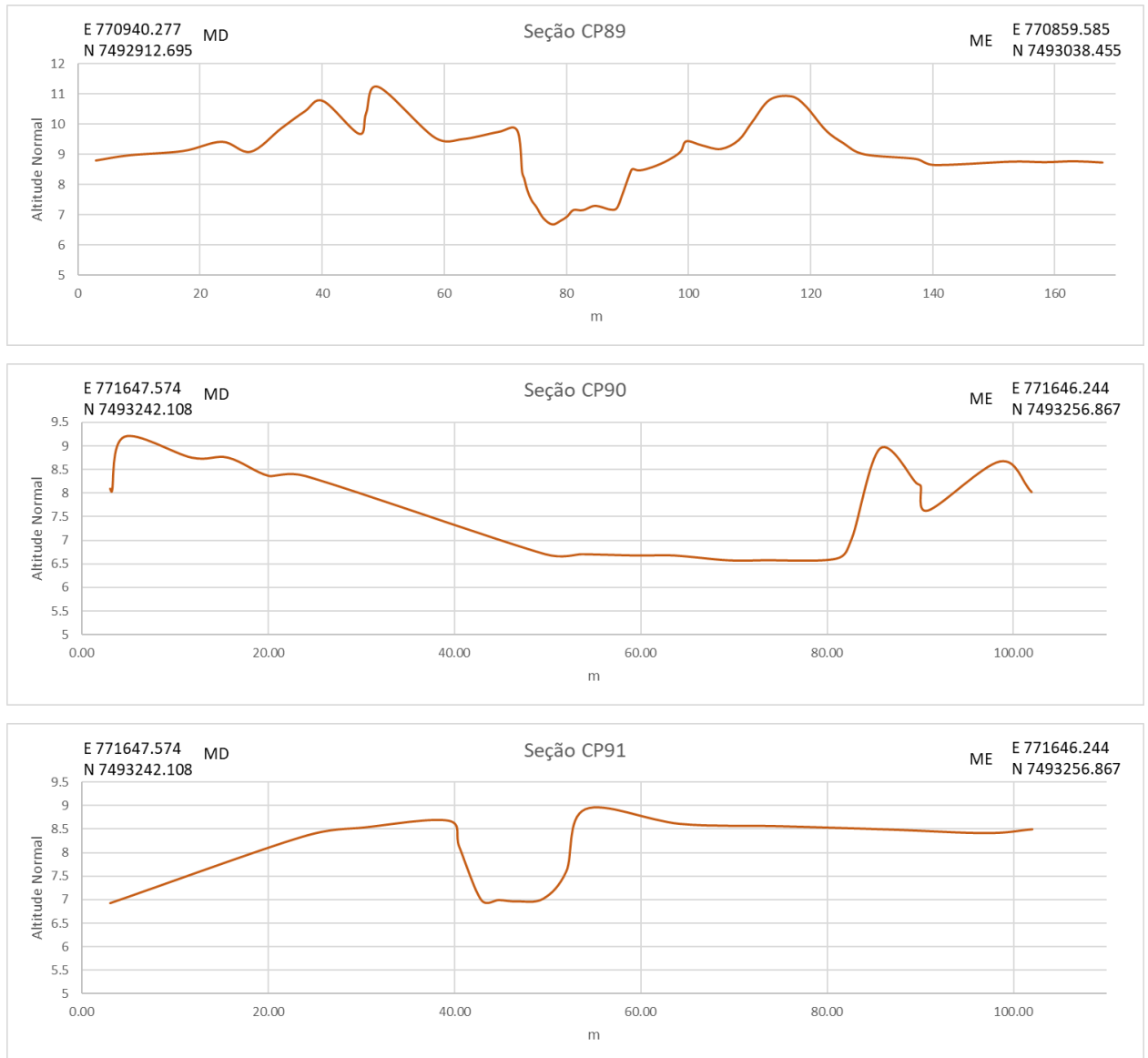


**Figura 30. Seções topobatimétricas CP81 a CP84 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**



**Figura 31. Seções topobatimétricas CP85 a CP88 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

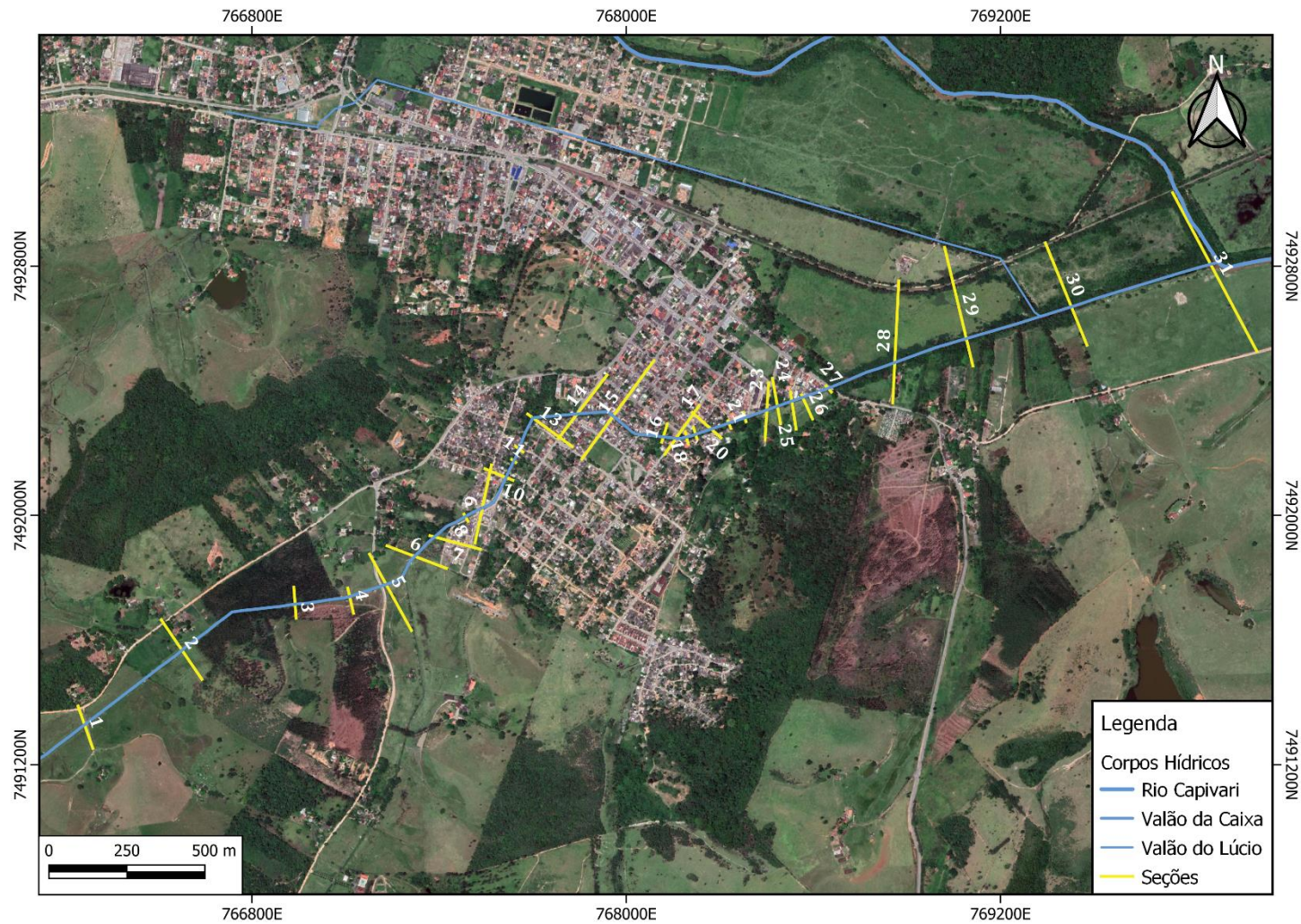




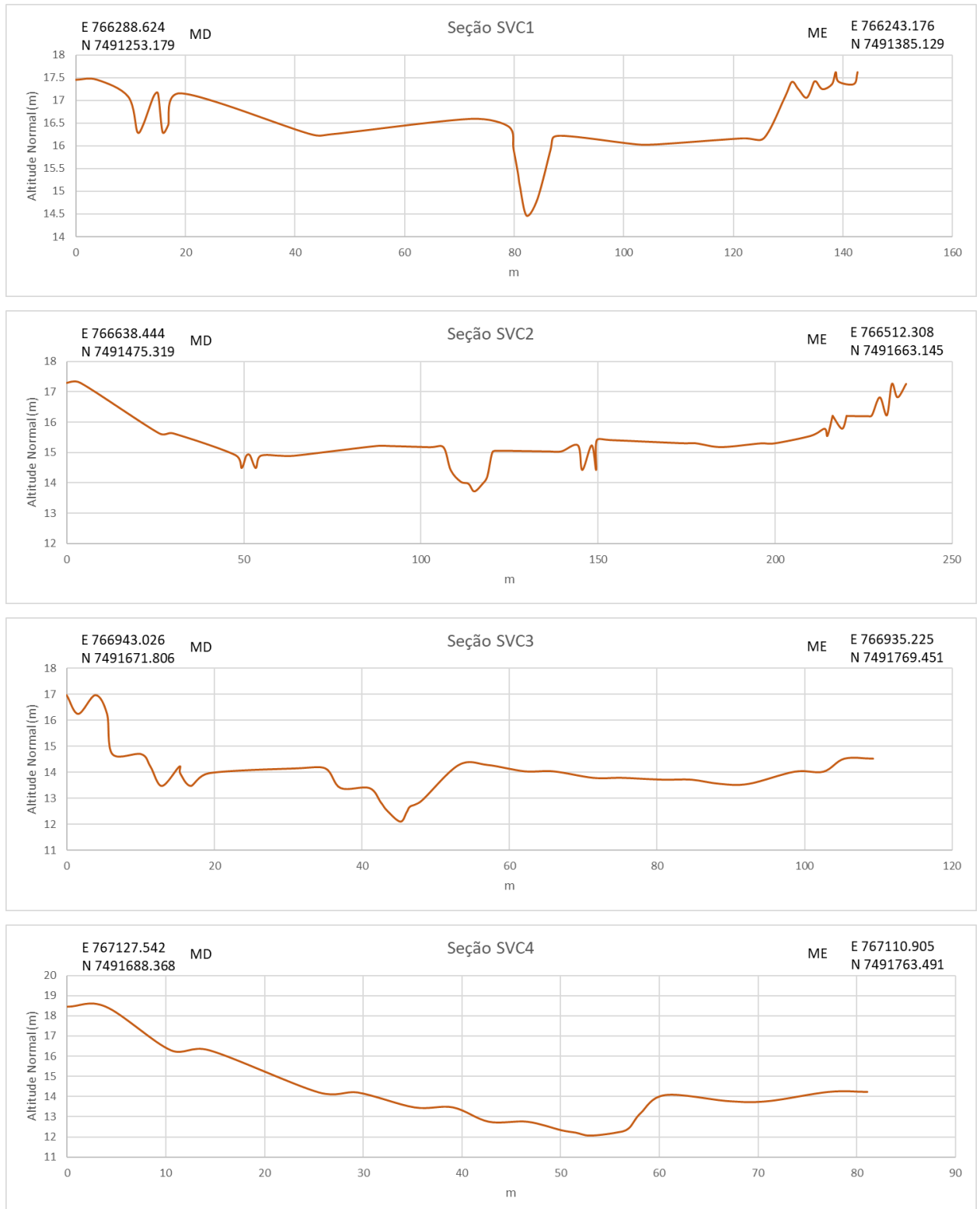
**Figura 32. Seções topobatimétricas CP89 a CP91 do Rio Capivari. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

## 5.2 Topobatimetria Valão da Caixa

A Figura 33, a seguir, apresenta a localização das seções realizadas no Valão da Caixa. As figuras que seguem apresentam o detalhamento das seções levantadas, na sequência da seção mais a montante para jusante.

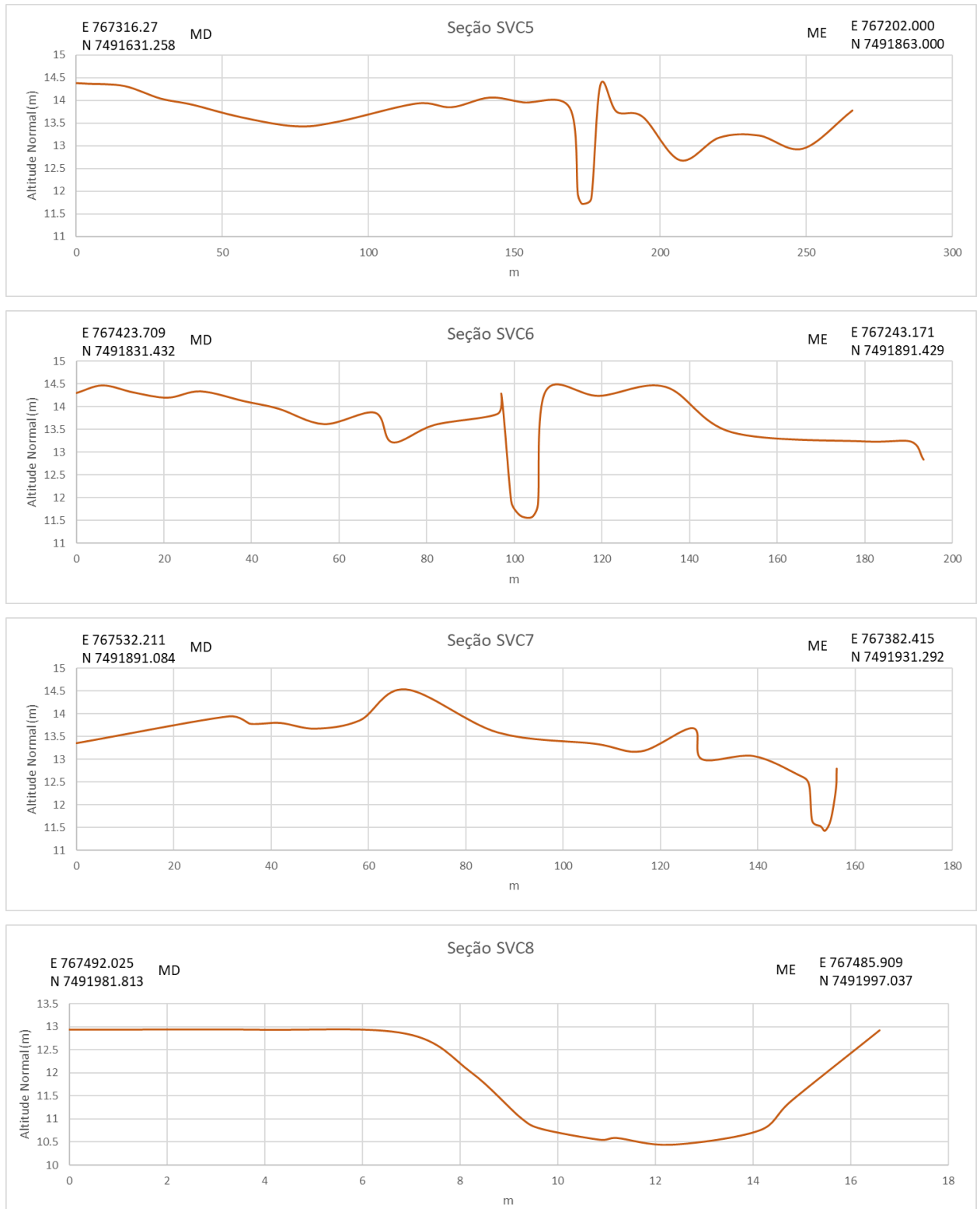


**Figura 33. Localização das seções topobatimétricas realizadas no Valão da Caixa, município de Silva Jardim, RJ.**

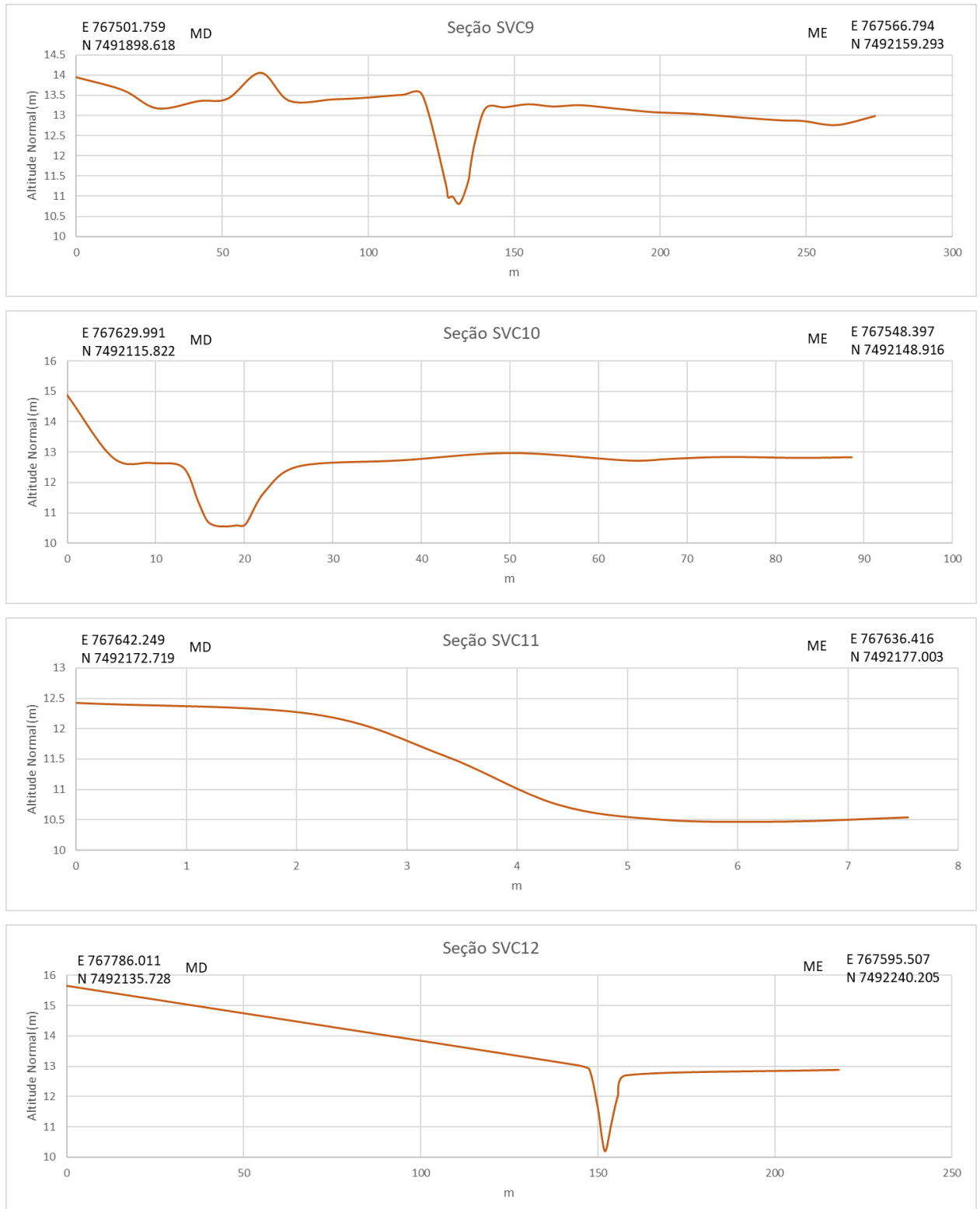


**Figura 34. Seções topobatimétricas SVC1 a SVC4 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S Sirgas 2000.**

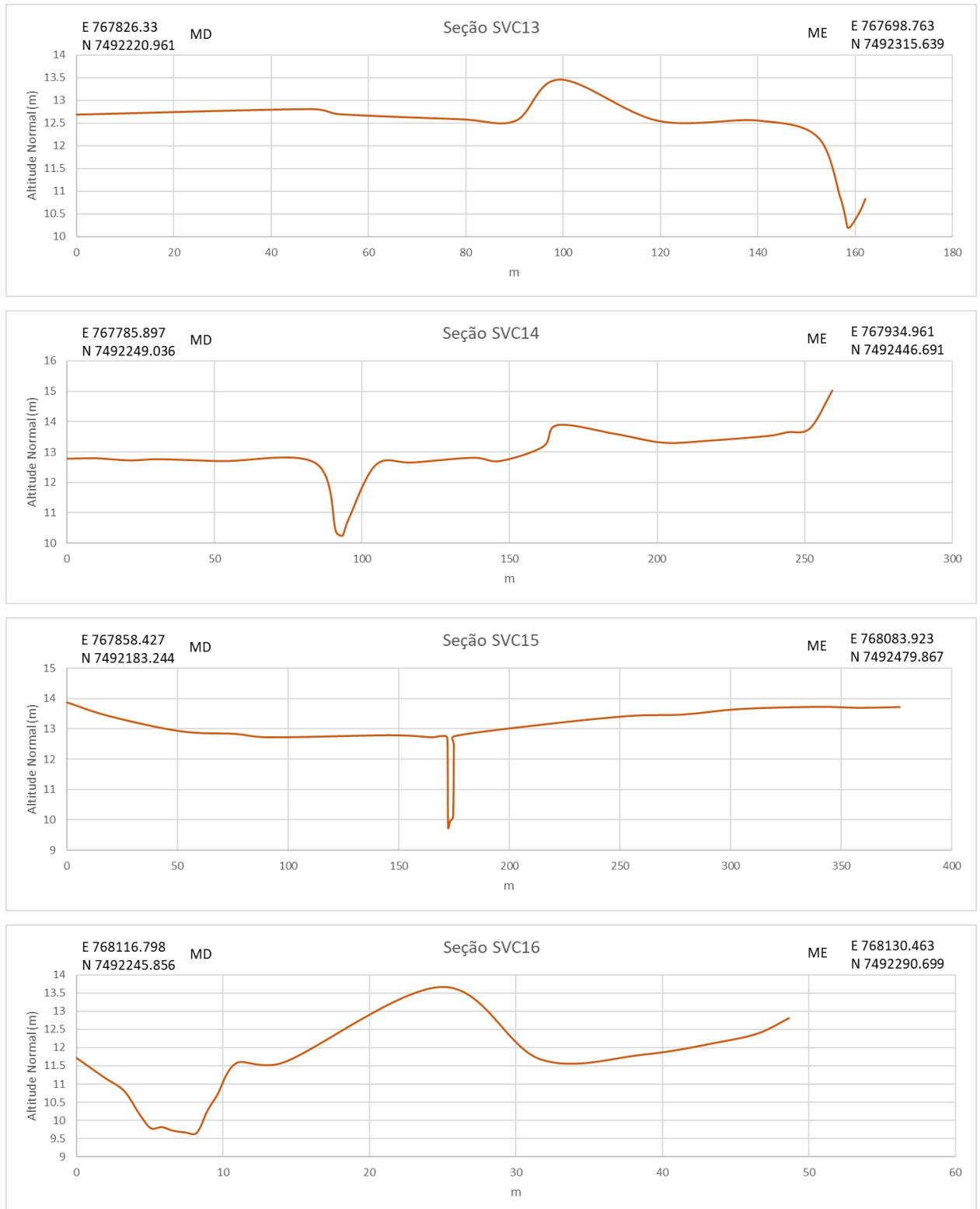




**Figura 35. Seções topobatimétricas SVC5 a SVC8 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

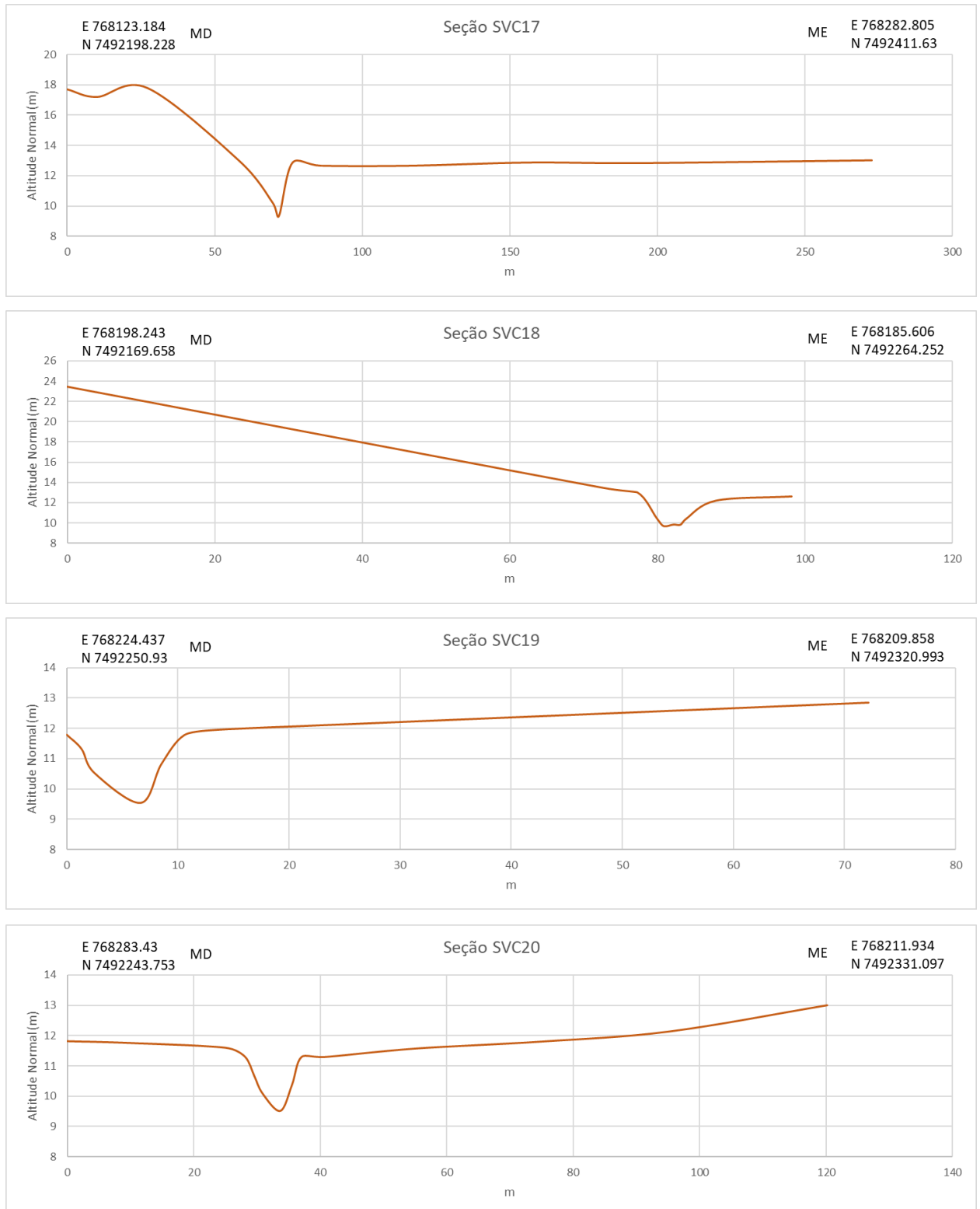


**Figura 36. Seções topobatimétricas SVC9 a SVC12 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

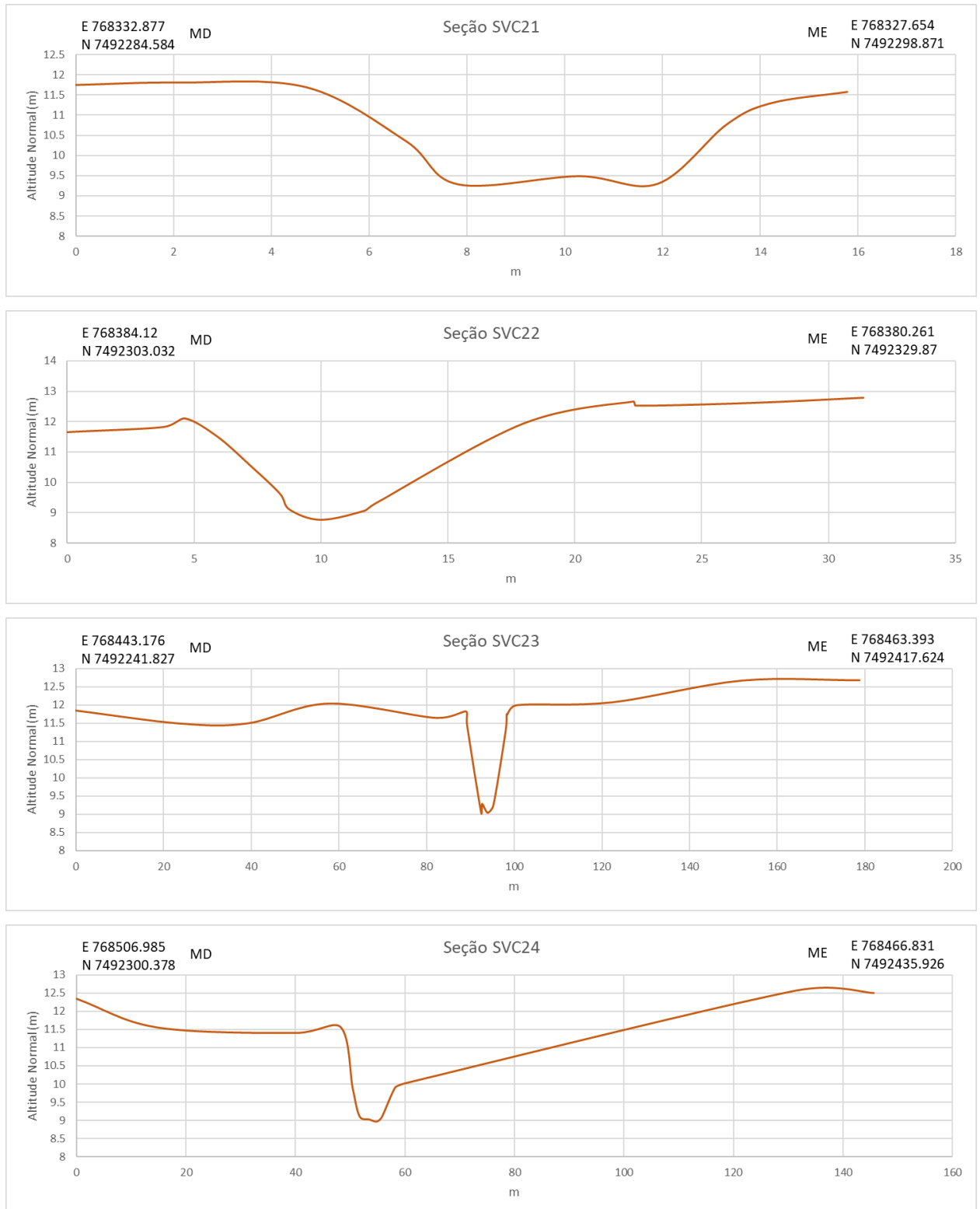


**Figura 37. Seções topobatimétricas SVC13 a SVC16 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

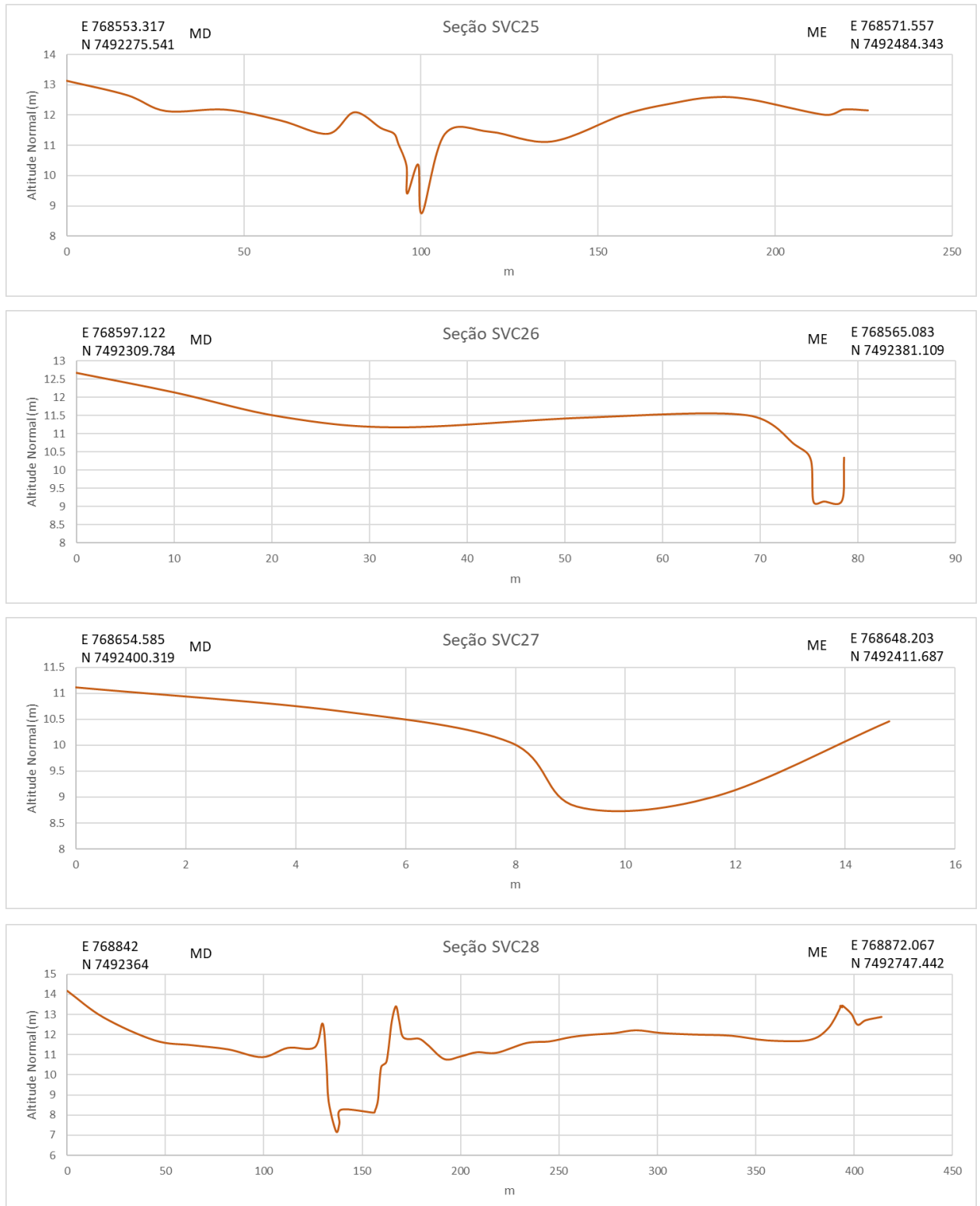




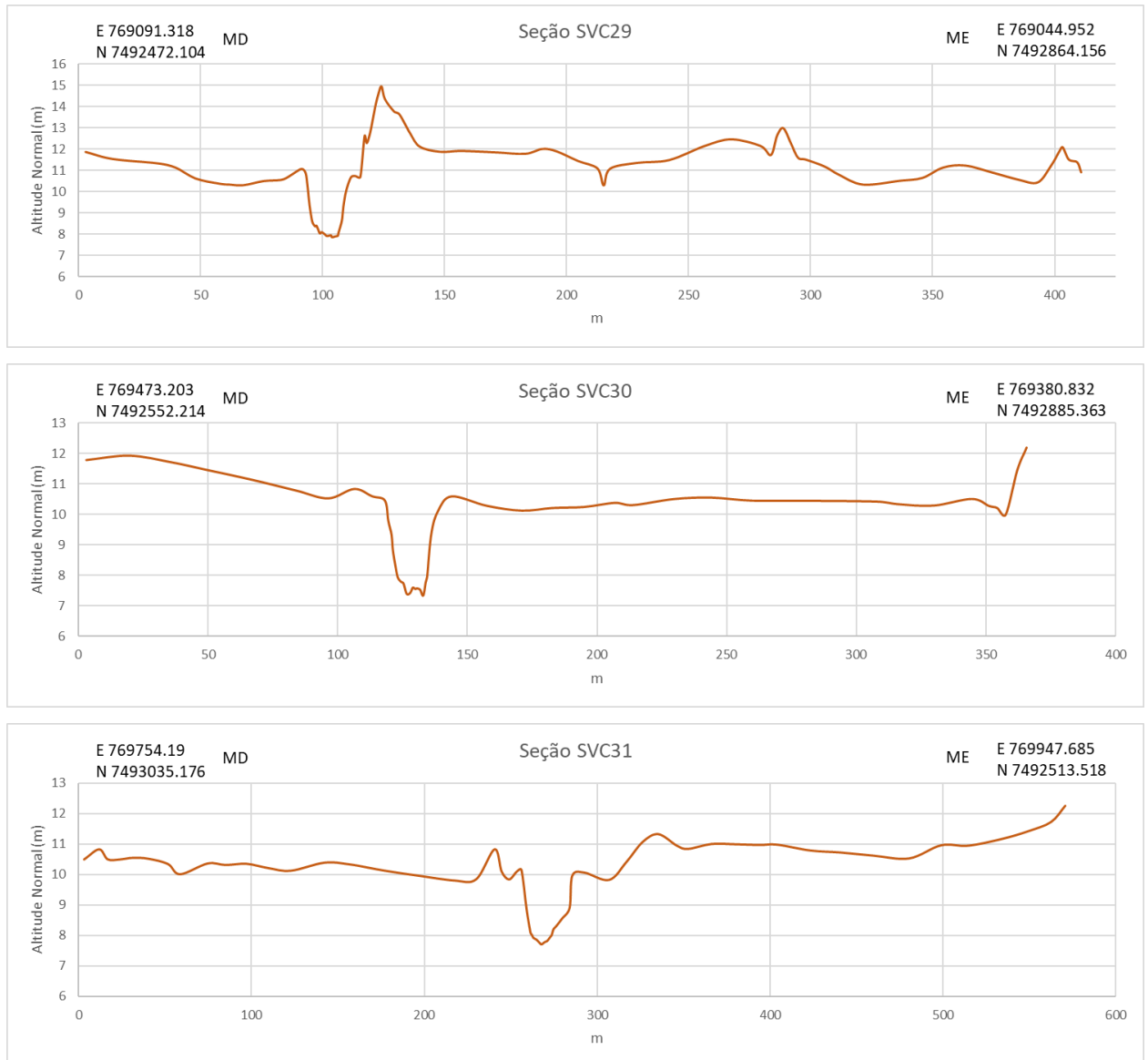
**Figura 38. Seções topobatimétricas SVC17 a SVC20 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**



**Figura 39. Seções topobatimétricas SVC21 a SVC24 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**



**Figura 40. Seções topobatimétricas SVC25 a SVC28 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**



**Figura 41. Seções topobatimétricas SVC29 a SVC31 do Valão da Caixa. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

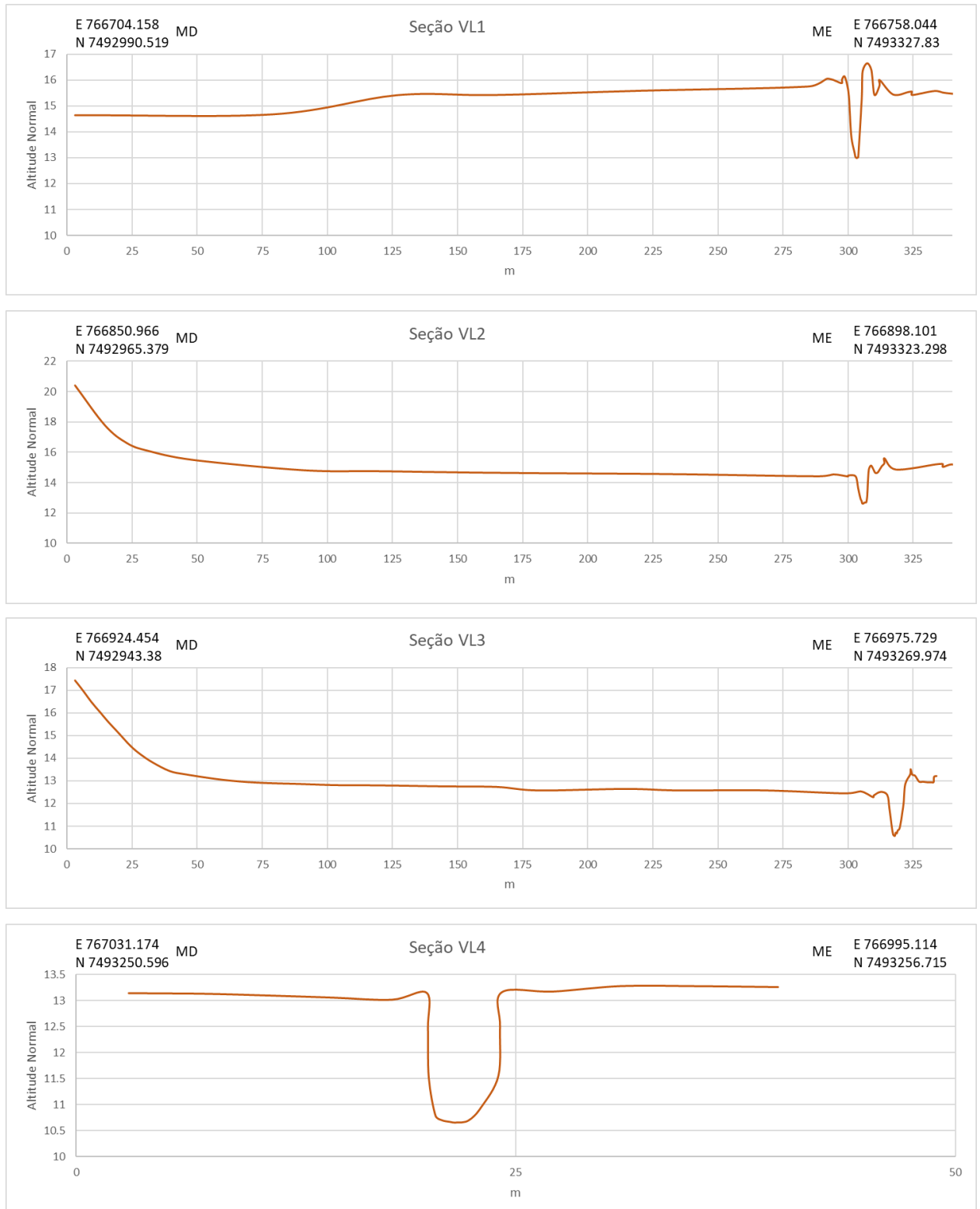
### 5.3 Topobatimetria Valão do Lúcio

Na Figura 42 é apresentada a localização das seções topobatimétricas levantadas no Valão do Lúcio. Na sequência, são apresentadas figuras que representam as seções em detalhes.

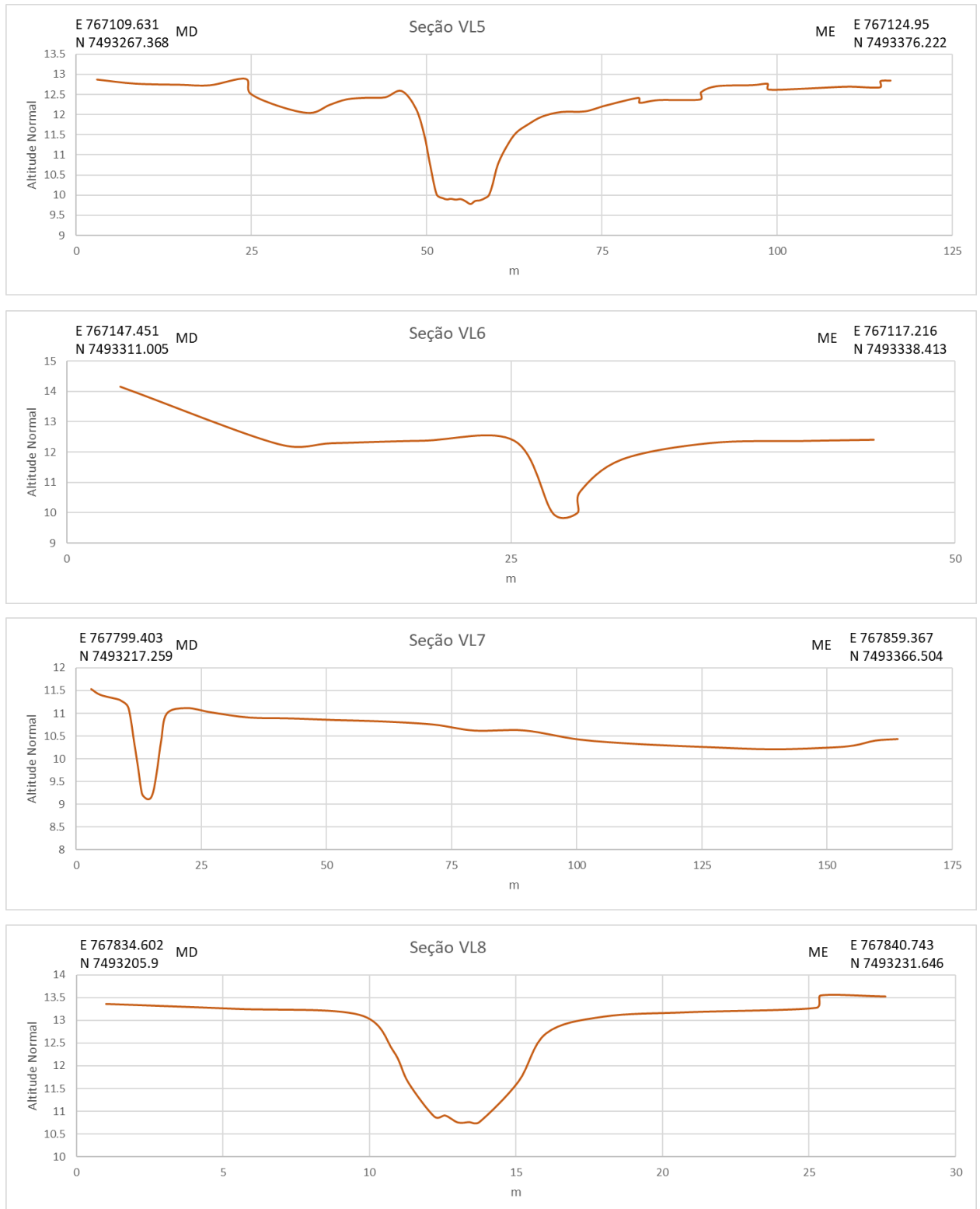




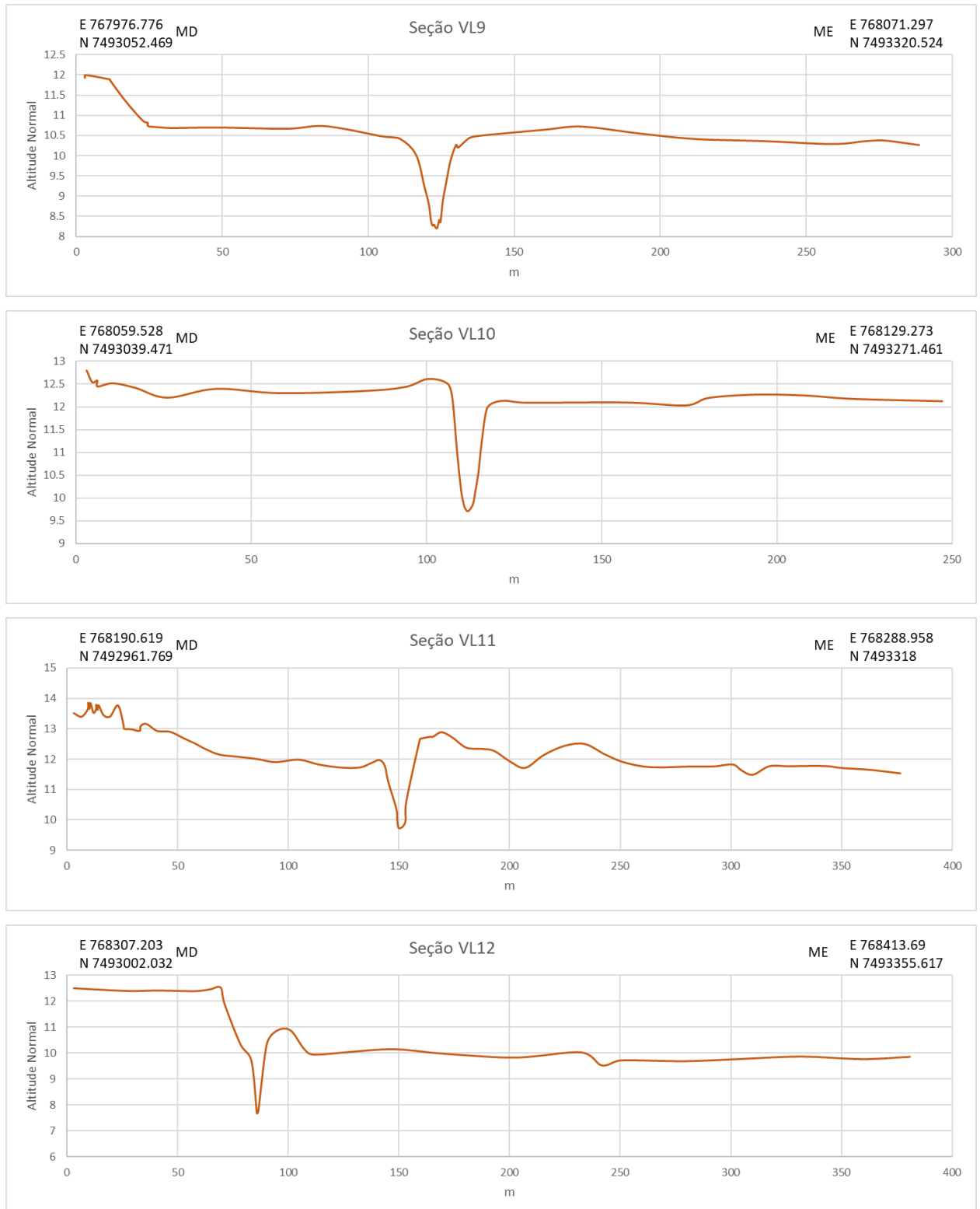
**Figura 42. Localização das seções topobatimétricas realizadas no Valão do Lúcio, município de Silva Jardim, RJ.**



**Figura 43. Seções topobatimétricas VL1 a VL4 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

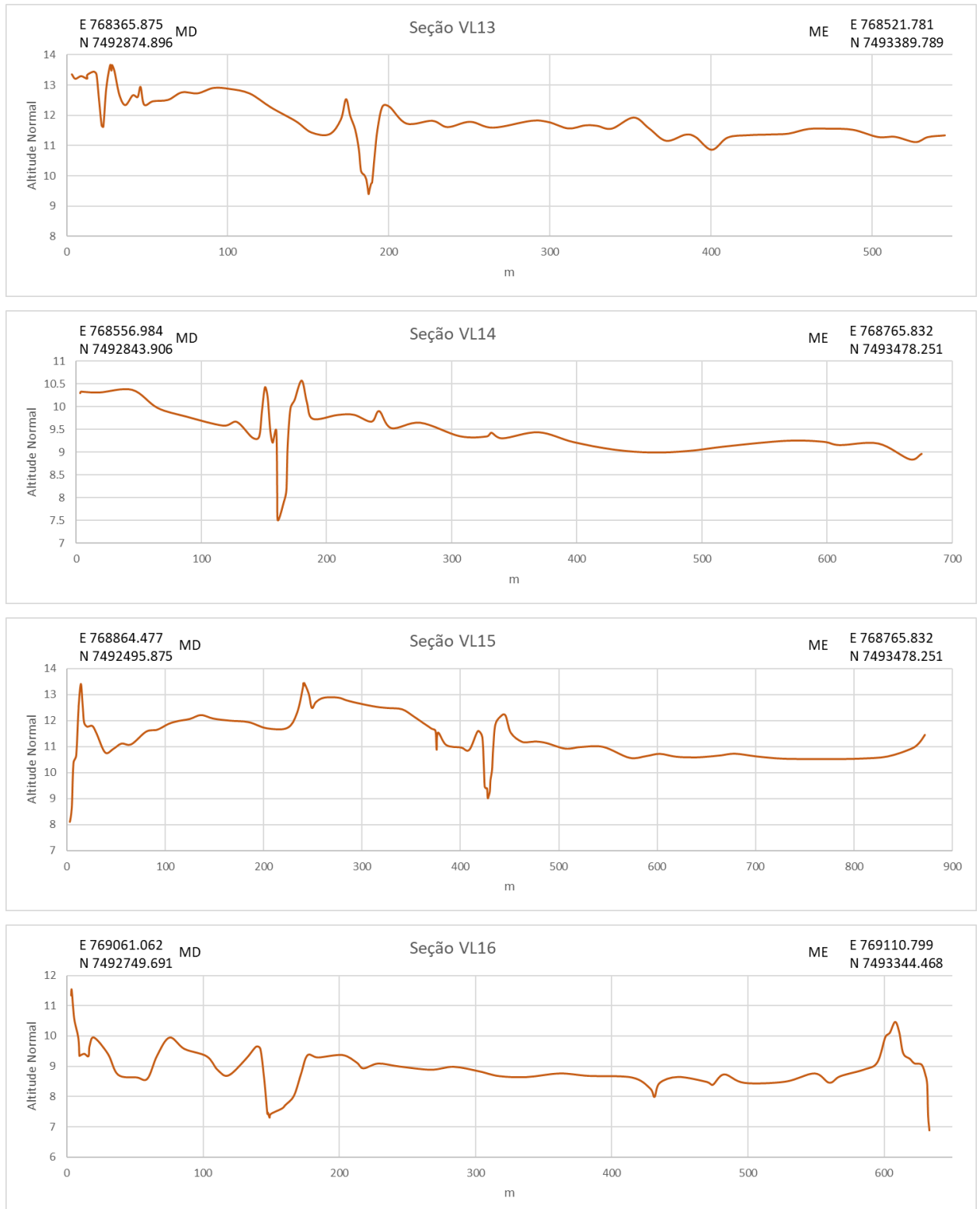


**Figura 44. Seções topobatimétricas VL5 a VL8 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**



**Figura 45. Seções topobatimétricas VL9 a VL12 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

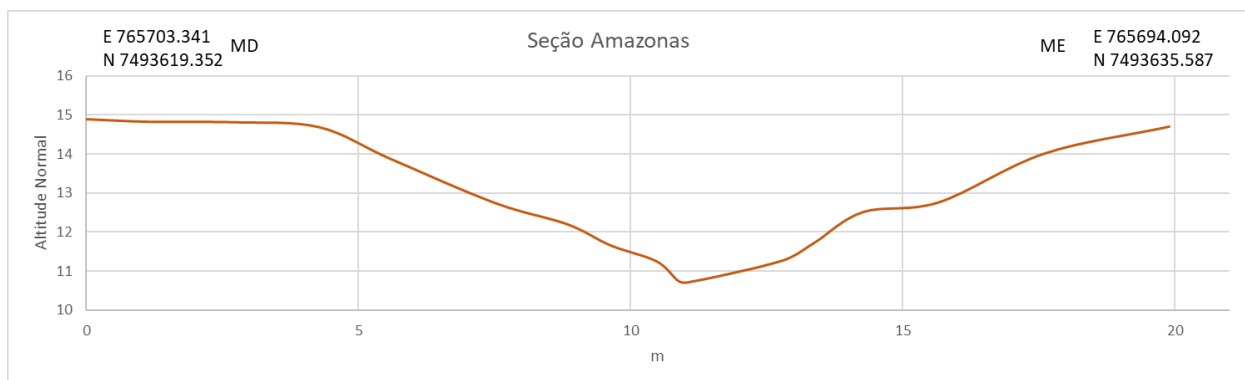




**Figura 46. Seções topobatimétricas VL13 a VL16 do Valão do Lúcio. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

## 5.4 Topobatimetria Rio Amazonas

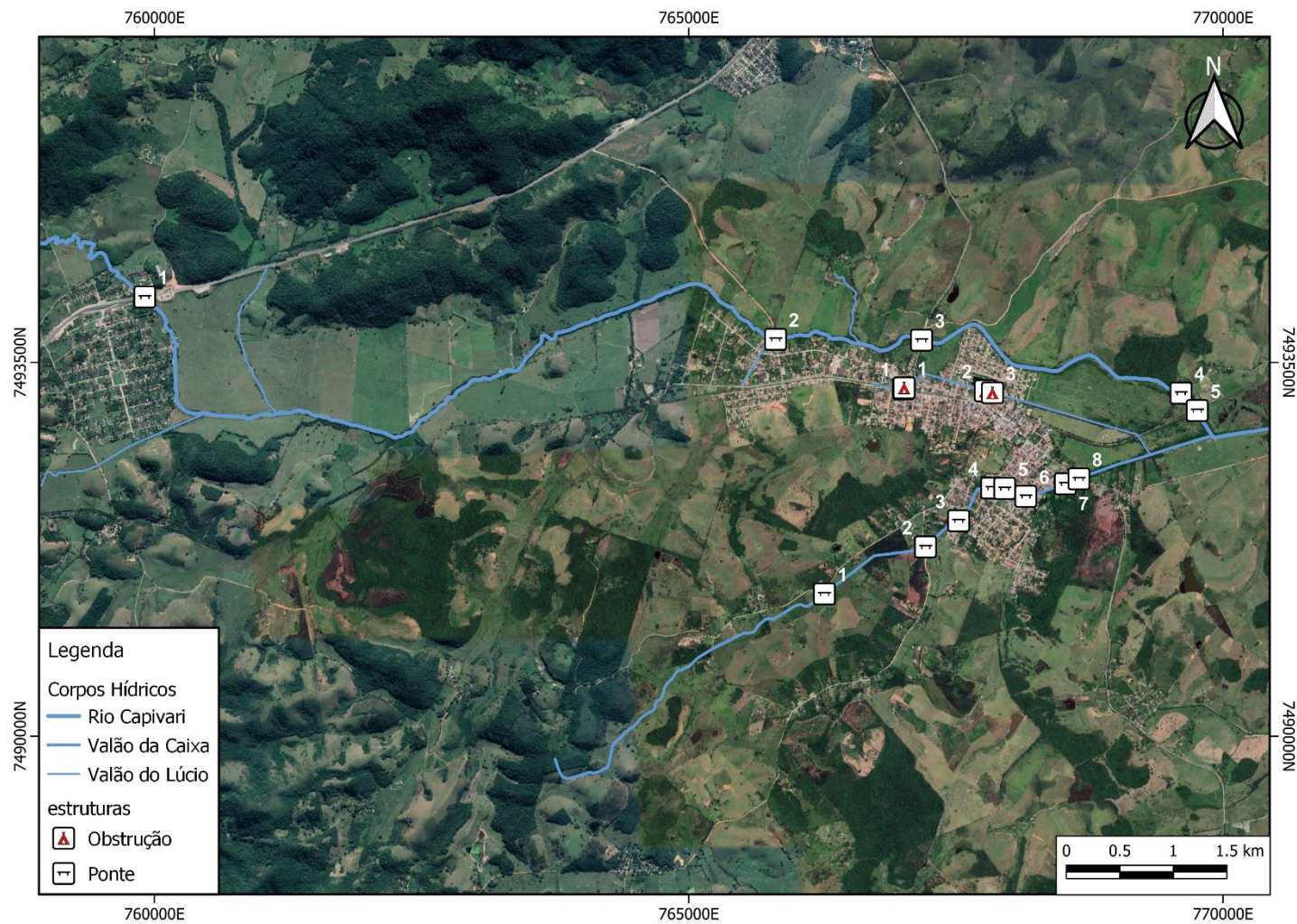
Para complementação do estudo foi realizada uma seção topobatimétrica no Rio Amazonas, afluente do Rio Capivari presente dentro da zona urbana da Cidade de Silva Jardim. O detalhamento da seção é apresentado na figura



**Figura 47. Seção topobatimétrica realizada no Rio Amazonas. MD = margem direita; ME = margem esquerda. Coordenadas representam o ponto inicial da seção na MD e o ponto final da seção na ME. Coordenadas UTM 23S SIRGAS 2000.**

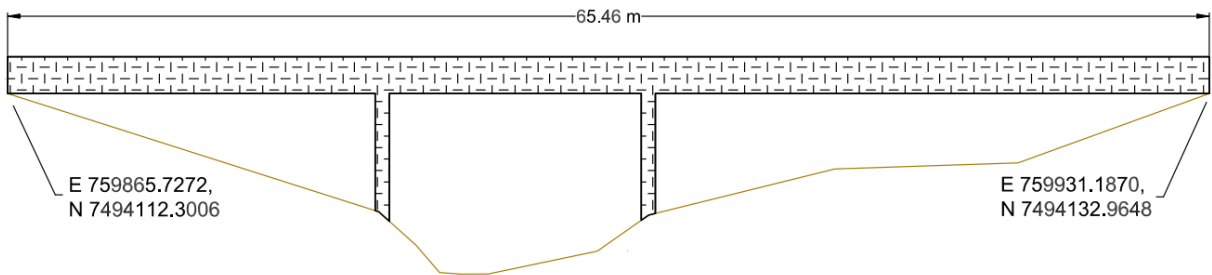
## 5.5 Levantamento das estruturas

O mapa a seguir (Figura 66) apresenta a localização de cada estrutura levantada ao longo dos rios. As estruturas consistiram em pontes, galerias fluviais e intervenções realizadas nas calhas fluviais para canalização dos cursos da água, e/ou intervenções realizadas nos bancos fluviais. Na sequência, são apresentados os detalhes das estruturas levantadas em específico.

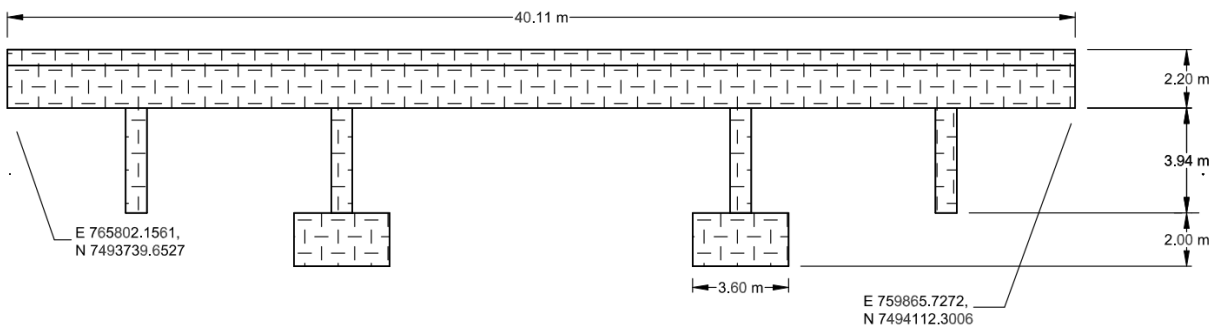


**Figura 48. Localização das estruturas levantadas no Rio Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio, Silva Jardim, RJ.**

### 5.5.1 Estruturas Rio Capivari

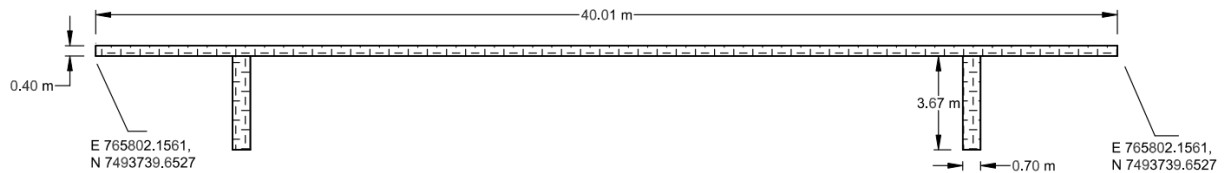


**Figura 49. Ponte 1 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

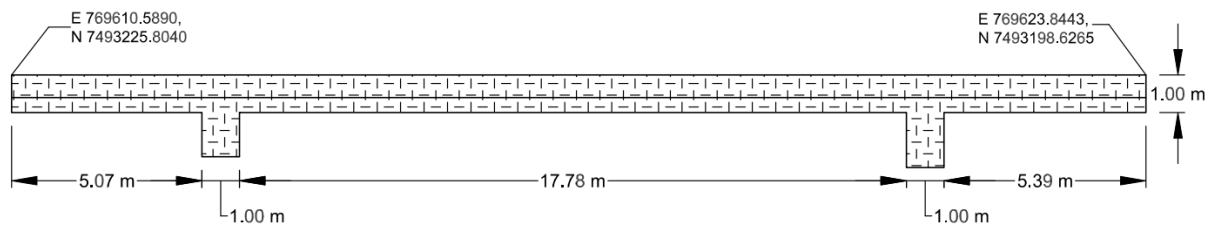


**Figura 50. Ponte 2 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

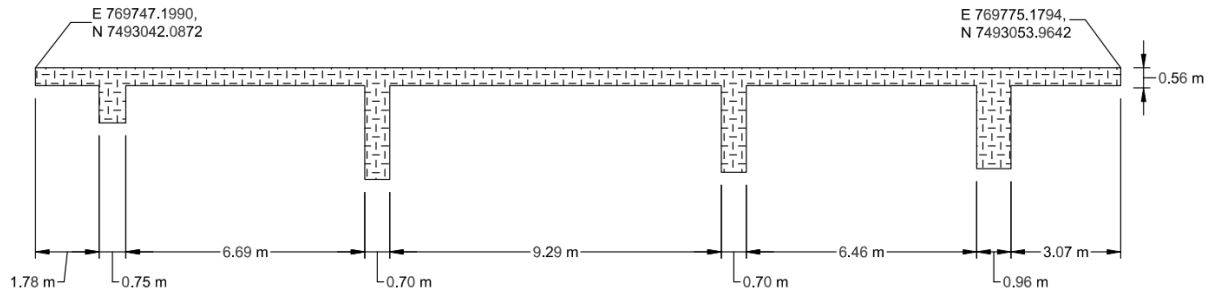




**Figura 51. Ponte 3 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

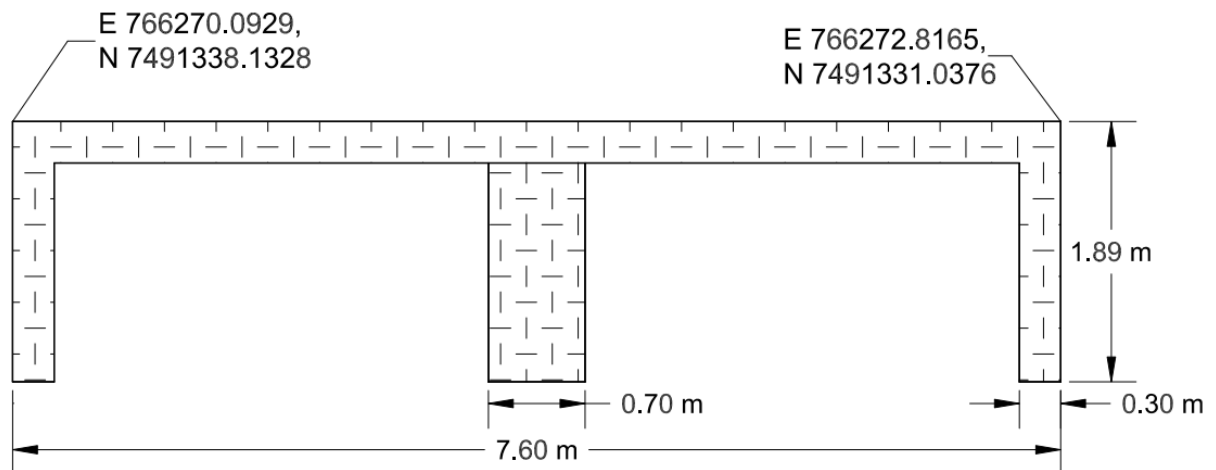


**Figura 52. Ponte 4 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

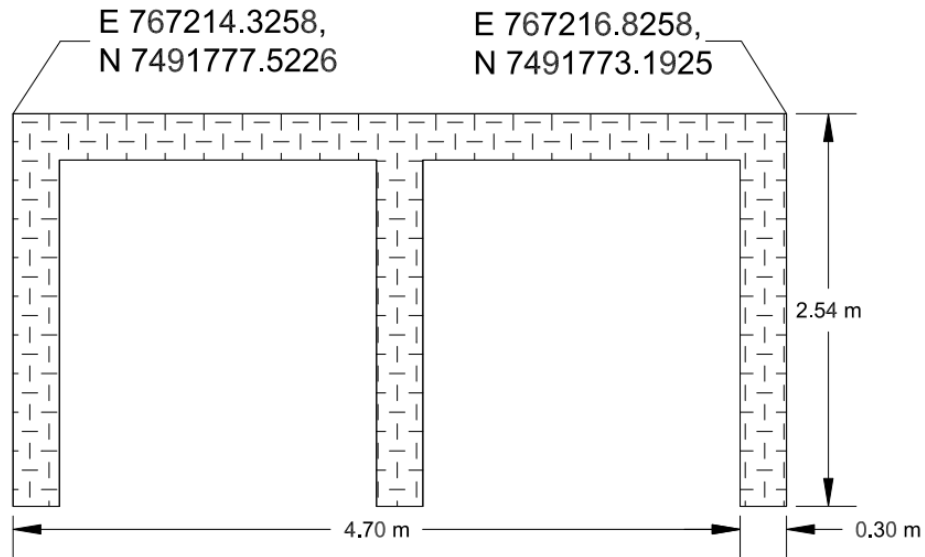


**Figura 53. Ponte 5 levantada no Rio Capivari. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

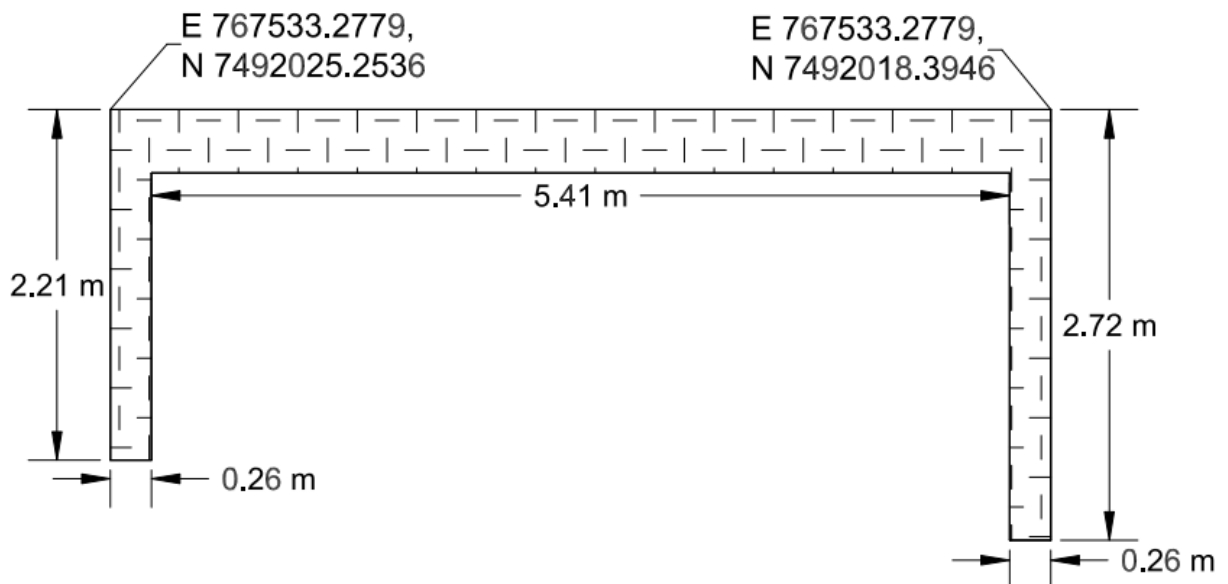
### 5.5.2 Estruturas Valão da Caixa



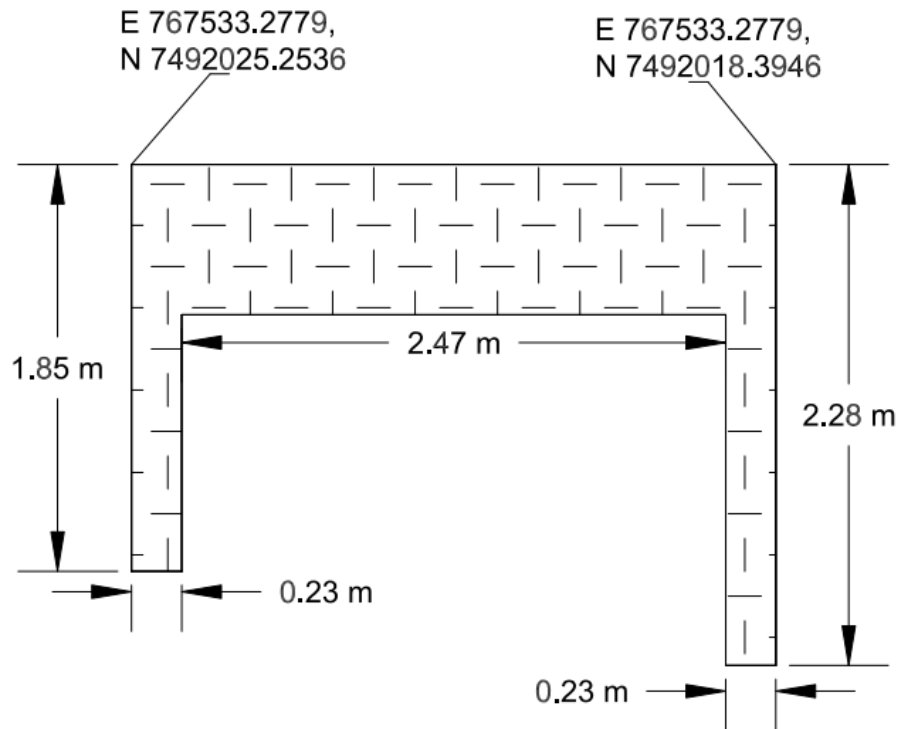
**Figura 54. Ponte 1 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**



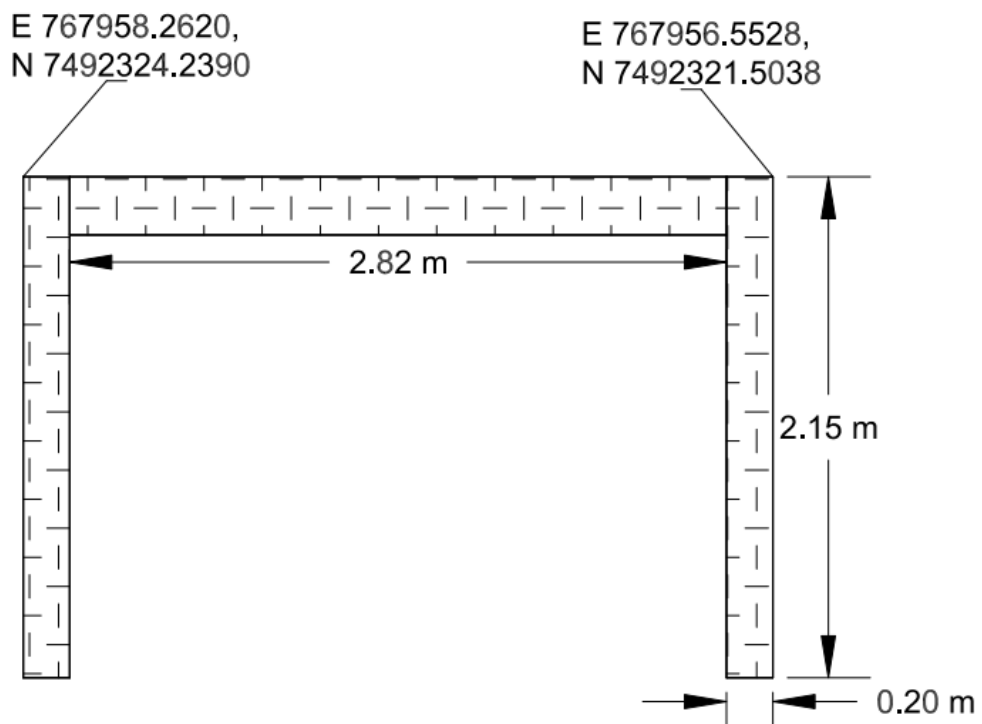
**Figura 55. Ponte 2 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**



**Figura 56. Ponte 3 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

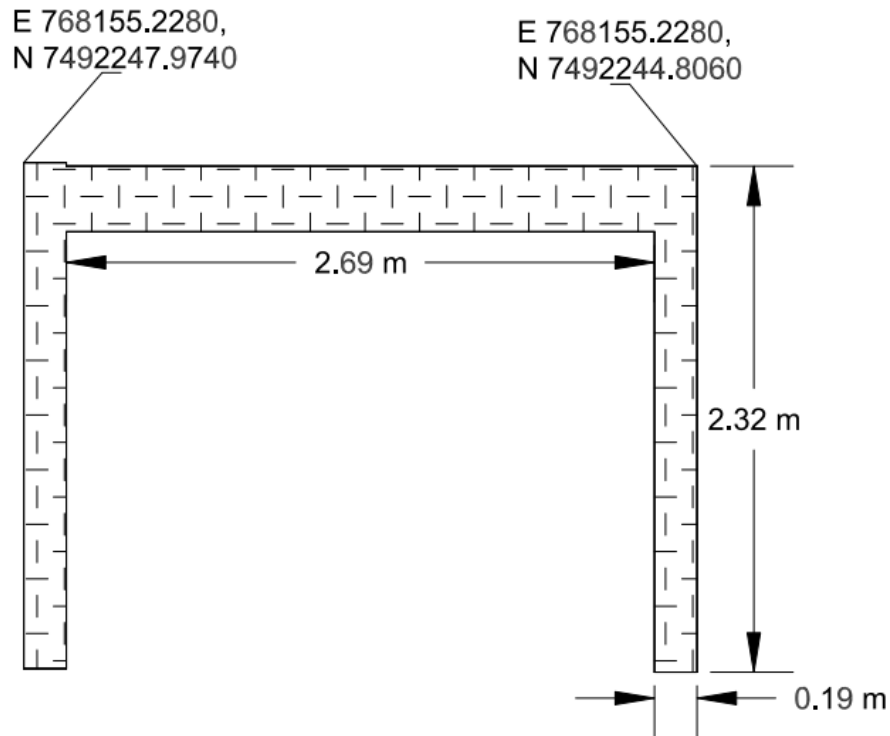


**Figura 57. Ponte 4 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

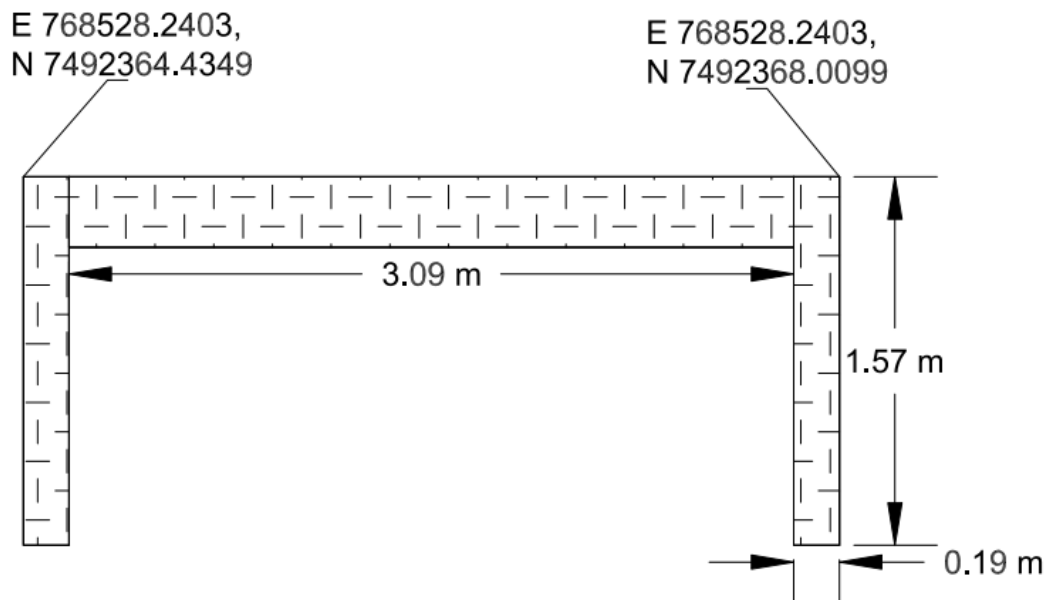


**Figura 58. Ponte 5 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

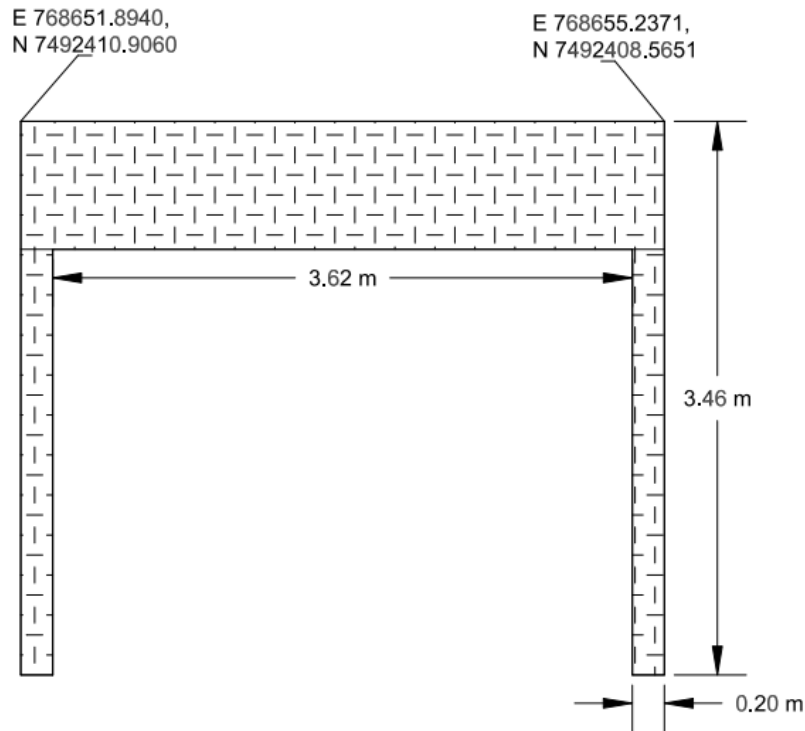




**Figura 59. Ponte 6 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

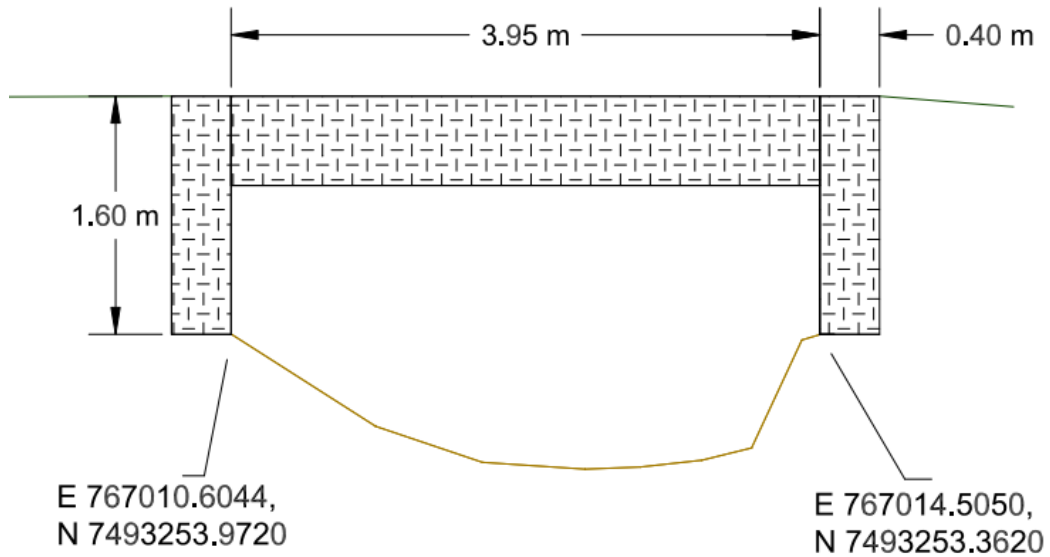


**Figura 60. Ponte 7 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

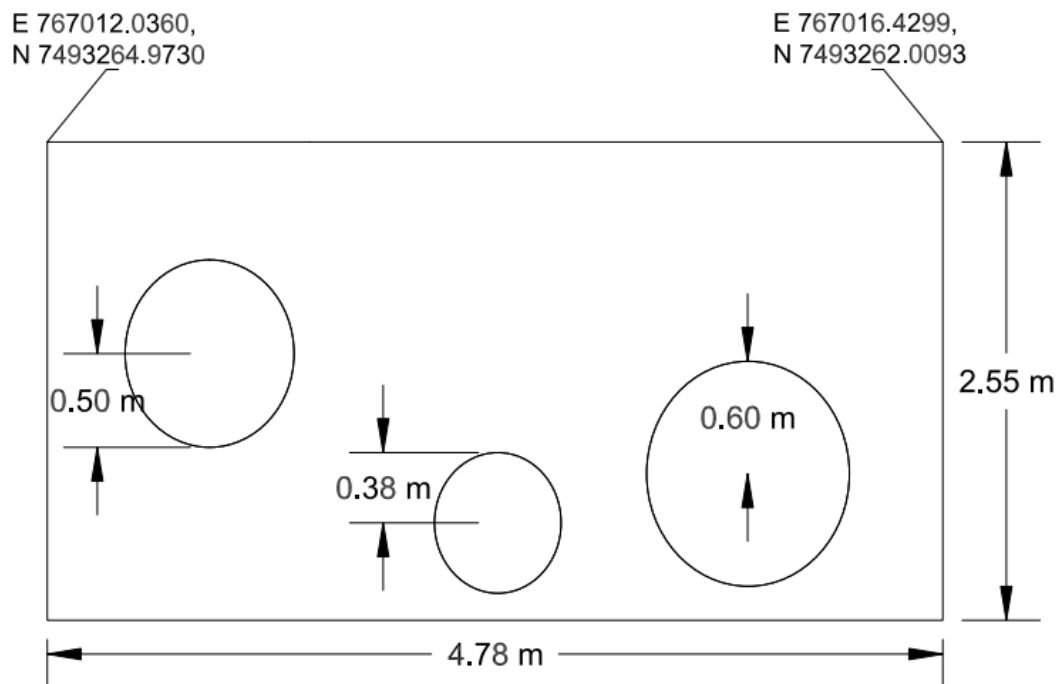


**Figura 61. Ponte 8 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

### **5.5.3 Estruturas Valão do Lúcio**



**Figura 62. Ponte 1 levantada no Valão do Lúcio. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**



**Figura 63. Obstrução 1 levantada no Valão do Lúcio. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.**

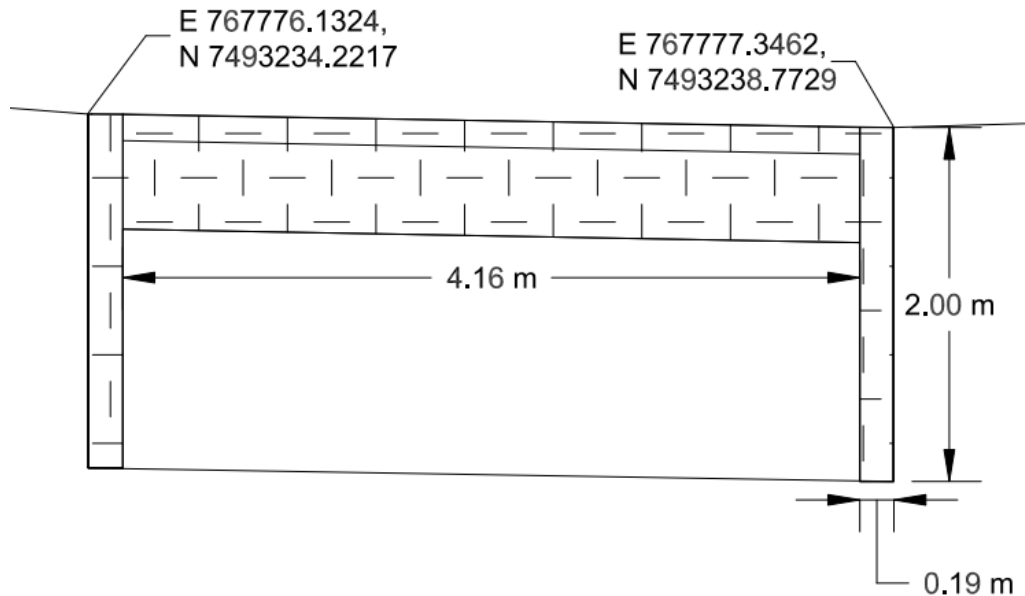


Figura 64. Obstrução 2 levantada no Valão da Caixa. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.

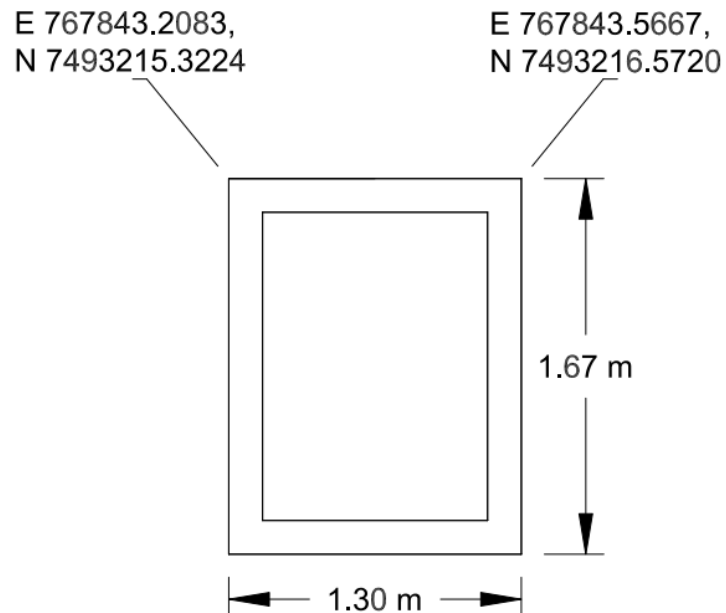


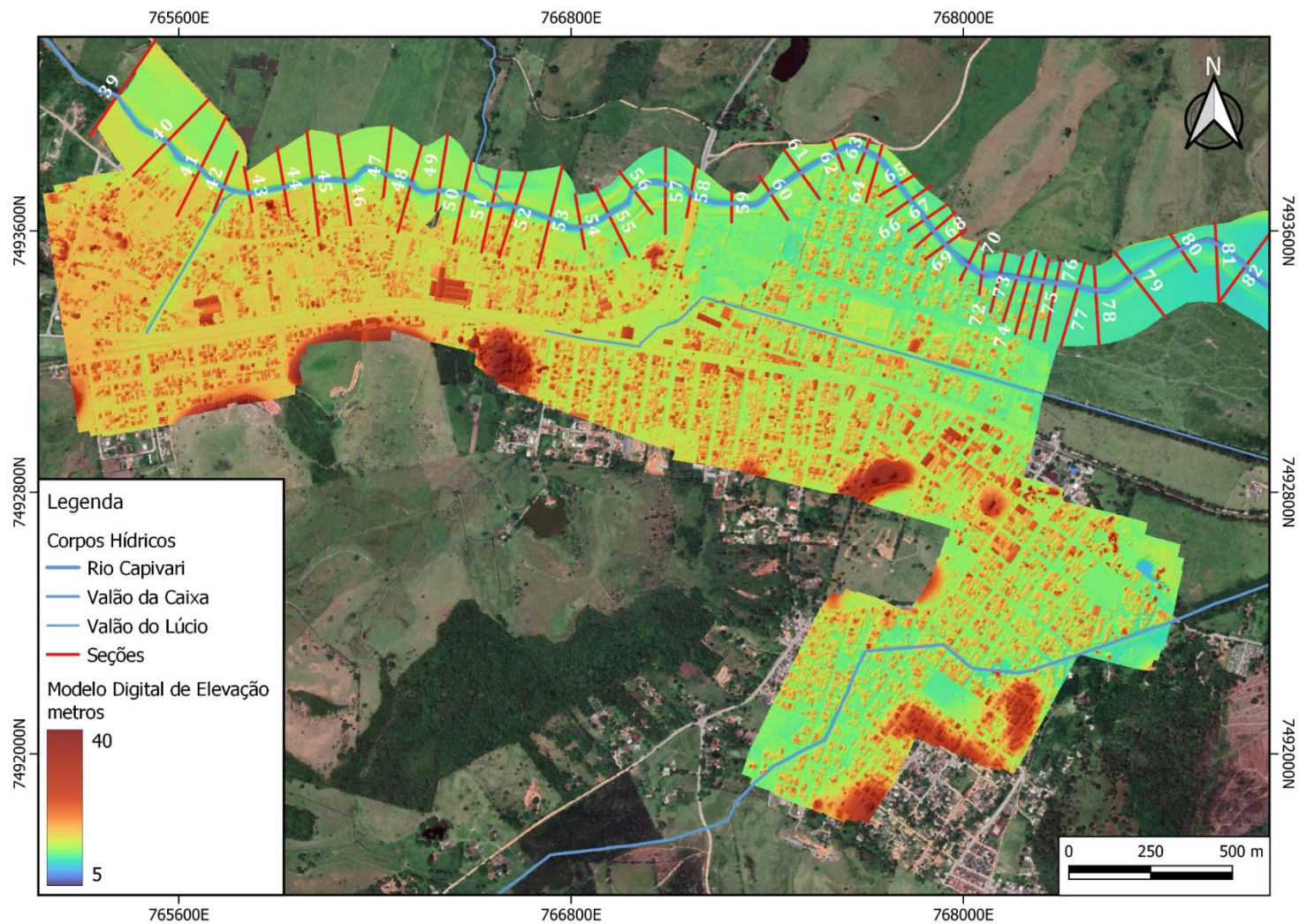
Figura 65. Obstrução 3 levantada no Valão do Lúcio. Coordenadas da vista de montante em projeção UTM sistema de referência SIRGAS 2000.



### **5.6 Levantamento aerofotogramétrico**

O levantamento aerofotogramétrico realizado foi utilizado para complementação a nível de detalhes do modelo digital de elevação (MDE) que será usado para modelagem das áreas susceptíveis a inundação. O modelo obtido a partir do drone será integrado com o modelo realizado a partir da interpolação das seções levantadas nos corpos hídricos e respectivas planícies de inundações, gerando uma composição de MDEs com diferentes níveis de detalhes. A partir dessa composição, conjuntamente com os dados hidrométricos levantados nos principais rios e afluentes, será desenvolvida a modelagem hidrodinâmica para mapeamento das áreas susceptíveis a inundação no município de Silva Jardim e elaboração de cenários com previsibilidade de eficiência das medidas mitigatórias a serem propostas.

A figura a seguir apresenta a composição realizada entre o MDE gerado a partir do levantamento aerofotogramétrico e o modelo gerado a partir do levantamento das seções topobatimétricas com RTK. Na figura podem ser vistos em detalhes as casas e ruas da área urbana da cidade de Silva Jardim.



**Figura 66. Composição entre os modelos de terreno gerados a partir do levantamento aerofotogramétrico e do levantamento das seções com RTK.**

## **6. CONSIDERAÇÕES**

Os resultados apresentados no presente relatório se mostram consistentes na medida em que as seções topobatimétricas levantadas apresentam um contínuo gradativo de transformações estruturais esperadas na calha do rio principal, assim como na calha dos tributários analisados. Variações na cota de fundo foram observadas ao longo do mesmo contínuo. No Rio Capivari, a variação da cota de fundo foi de 24,3 m na seção mais à montante, para 6,6 m na penúltima seção a jusante. Cotas de fundo das seções no Rio Capivari não seguiram um contínuo gradativo da montante para jusante muito provavelmente em virtude das atividades de extração de areia observadas ao longo deste corpo hídrico, que podem causar alterações de leito com conformação de “buracos” ao longo da calha. Seções topobatimétricas realizadas no Valão da Caixa e Valão do Lúcio representaram a conectividade hidráulica entre os corpos hídricos, e a interrelação entre as cotas mínimas dos leitos dos mesmos, sendo a cota mínima na seção mais a jusante do Valão da Caixa de 7,7 m, e no Valão do Lúcio de 7,4 m. Seções estendidas conjuntamente entre os 3 corpos hídricos representaram as variações de terreno entre os mesmos nas proximidades de suas interconexões. Modelos Digitais de Elevação gerados a partir do levantamento aéreo e das seções com RTK apresentaram boa representatividade do terreno com as precisões alcançadas.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

ANA – Agência Nacional de Águas. Orientações para Operação de Estações Hidrométricas. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. -- Brasília: ANA, SGH. 2012. 52p.: il.

CILJS - Consórcio Intermunicipal Lagos do São João. Plano das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos e do Rio São João. Araruama-RJ: Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira – CILSJ, 2005. 153p.

GORDON, ND., McMahon, TA, Finlayson, BL, Gippel, CJ. & Nathan, RJ. Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists. 2nd ed. John Wiley & Sons, LTD. Chichester, England. 2004. 427p.



## **8. ANEXOS**

**8.1 Anexo I – Marco Oficial RN 2813M.**

**8.2 Anexo II – Relatório Processamento PPP-IBGE marco Defesa Civil**

**8.3 Anexo III – Cadastro do Drone junto à ANAC**

**8.4 Anexo IV – Relatórios de Processamento Aerofotogramétrico**

**8.5 Anexo V – Seções Topobatimétricas dos rios Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio**

**8.6 Anexo VI – Pontes, galerias e estruturas dos rios Capivari, Valão da Caixa e Valão do Lúcio**