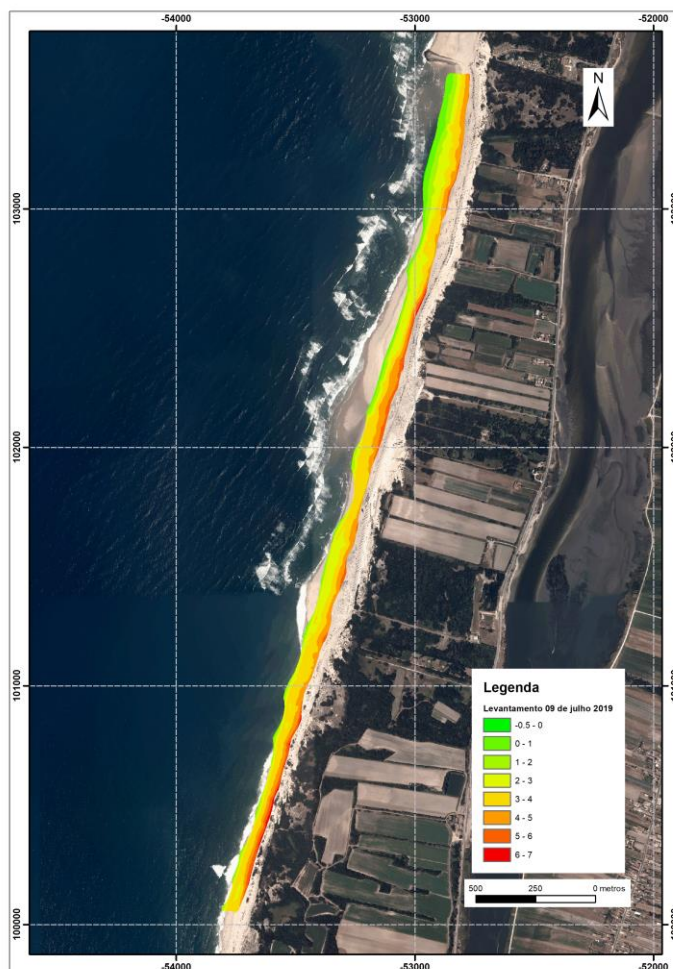


SandTrack

Relatório XII – Análise Levantamentos Topográficos



Julho 2021

Cofinanciado por:

Autores:

Joaquim Pais-Barbosa¹, Paulo A. Silva¹, Paulo Baganha Baptista¹, Cristina Bernardes¹, Soraia Romão², Ana Nobre Silva², João Cascalho², Rui Taborda²

¹ CESAM & Universidade de Aveiro

² IDL & Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Termos de referência

O presente relatório descreve o processamento das amostras de traçador recolhido durante a campanha de campo realizada entre 8 e 12 de julho de 2019 na praia da Costinha, Costa Nova, Aveiro.

No âmbito do projecto *SandTrack*, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (contrato PTDC/CTA-GEO/31779/2017), desenvolveram-se um conjunto de relatórios que ilustram os trabalhos desenvolvidos nas várias etapas do projeto, assim como alguns dos resultados já obtidos.

Relatório I - Alimentações artificiais na praia da Costa Nova, Aveiro;

Relatório II – Análise textural dos sedimentos;

Relatório III – Preparação de traçadores fluorescentes e magnéticos;

Relatório IV – Análise textural dos traçadores.

Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro.

Relatório VI - Relatório da tarefa 5

Relatório VII - Estudo da exequibilidade de realização de uma nova experiência ao largo de Troia.

Relatório VIII - Medição de propriedades magnéticas.

Relatório IX - Implementação do modelo hidrodinâmico – Delft3D.

Relatório X - Densidade de partículas.

Relatório XI - Processamento das amostras de traçador

Objetivo

O presente relatório tem como objetivo apresentar o processamento e análise dos levantamentos topográficos da praia emersa realizados durante a campanha de campo que se realizou entre 8 e 12 de julho de 2019 na praia da Costinha, Costa-Nova, Aveiro.

Agradecimentos

Este trabalho recebeu apoio financeiro do projeto SANDTRACK (PTDC/CTA-GEO/31779/2017) financiado pelo FEDER através do COMPETE2020 - Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e do Programa Operacional Regional de Lisboa, e por fundos nacionais (OE) através da FCT/MCTES.

Índice

1	Introdução.....	7
2	Síntese da campanha.....	7
2.1	Condições hidrodinâmicas – Maré e Agitação	7
2.2	Topografia da praia.....	9
2.3	Síntese da campanha de colocação e amostragem de traçador	10
2.3.1	Praia emersa	10
3	Análise da praia emersa com base em levantamentos topográficos.....	12
3.1	Avaliação morfológica e balanço sedimentar	15
3.1.1	Volumes.....	15
3.1.2	Análise morfológica dos perfis transversais.....	20
3.2	Avaliação da topografia vs concentração do traçador nas amostras sedimentares	39
3.3	Estimativa de caudais de transporte sólido (sedimentos) - Indicador de caudal sólido mínimo	41
3.4	Espraiamento Máximo	42
4	Considerações finais	62
5	References.....	63

Índice de Figuras

Figura 1 – Altura da maré medida no marégrafo do Porto de Aveiro.....	7
Figura 2 – Caracterização das condições de agitação para o período da campanha.....	8
Figura 3 - Fotografias do sistema Inshore instalado na Moto 4 (a) e do monociclo geodésico (b).	9
Figura 4 - Levantamento topográfico de referência a pé com DGPS RTK. Está indicado o local de injeção da areia marcada no perfil ST0.....	9
Figura 5 – Traçador fluorescente verde colocado no terraço de baixa-mar.....	10
Figura 6 – Testemunho vertical com 20 cm de comprimento recolhido durante a amostragem de traçador.	11
Figura 7- Localização das amostragens de traçador fluorescente verde realizadas durante as 3 campanhas (o ponto laranja representa o local de injeção do traçador fluorescente verde na praia).....	12
Figura 8 – Levantamentos realizados entre 8 e 12 de julho de 2019 na praia da Costinha, Costa Nova, Aveiro.....	13
Figura 9 - Levantamentos de 11 e 12 de julho 2019 compostos com o levantamento de 9 de julho de 2019 (praia emersa).....	13
Figura 10 – Modelos Digitais do Terreno: método Triangular Irregular Network.	14
Figura 11 – Modelo Digital do Terreno – formato raster.....	14
Figura 12 – Análise da variação de áreas e volumes dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha.	16
Figura 13 – Análise da variação de áreas e volumes, zona comum, dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha.....	17
Figura 14 – Variação topográfica dos levantamentos de 3.6 km de extensão.	18
Figura 15 – Variação topográfica dos levantamentos de 1.5 km de extensão.	19
Figura 16 - Localização dos perfis transversais.....	20
Figura 17 – Análise morfológica dos perfis transversais 1 e 2.	21
Figura 18 – Análise morfológica dos perfis transversais 3 e 4.	22
Figura 19 – Análise morfológica dos perfis transversais 5 e 6.	23
Figura 20 – Análise morfológica dos perfis transversais 7 e 8.	24
Figura 21 – Análise morfológica dos perfis transversais 9 e 10.	25
Figura 22 – Análise morfológica dos perfis transversais 11 e 12.	26
Figura 23 – Análise morfológica dos perfis transversais 13 e 14.	27
Figura 24 – Análise morfológica dos perfis transversais 15 e 16.	28
Figura 25 – Análise morfológica dos perfis transversais 17 e 18.	29
Figura 26 – Análise morfológica dos perfis transversais 19 e 20.	30
Figura 27 – Análise morfológica dos perfis transversais 21 e 22.	31
Figura 28 – Análise morfológica dos perfis transversais 23 e 24.	32
Figura 29 – Análise morfológica dos perfis transversais 25 e 26.	33
Figura 30 – Análise morfológica dos perfis transversais 27 e 28.	34
Figura 31 – Análise morfológica dos perfis transversais 29 e 30.	35
Figura 32 – Análise morfológica dos perfis transversais 31 e 32.	36
Figura 33 – Análise morfológica dos perfis transversais 33 e 34.	37
Figura 34 – Análise morfológica dos perfis transversais 35 e 36.	38
Figura 35 – Localização dos pontos de amostragem relativamente aos perfis topográficos.....	39
Figura 36 – Avaliação de variação topográfica vs identificação de partículas de traçador na amostragem (AMI).....	40
Figura 37 – Avaliação de variação topográfica vs identificação de partículas de traçador na amostragem (AMII).....	40
Figura 38 – Representação esquemática para estimar os caudais de transporte sólido.	41
Figura 39 - Representação do espraçamento máximo.....	42
Figura 40 - Declive de seis perfis dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha de campo.	44
Figura 41 – Determinação do espraçamento máximo para o perfil 1 e perfil 12.	50
Figura 42 - Determinação do espraçamento máximo para o perfil 13 e perfil 14.....	55
Figura 43 - Determinação do espraçamento máximo para o perfil 24 e perfil 34.....	61

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Levantamentos topográficos praia emersa.....	10
Tabela 2 - Condições da realização das amostragens na praia emersa.....	11
Tabela 3 – Cálculo de áreas e volumes dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha: Levantamentos 3.6 km.....	15
<i>Tabela 4 – Cálculo de áreas e volumes dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha: Levantamentos 1.5 km – área comum.....</i>	<i>16</i>
Tabela 5 – Valores estimados de caudais de transporte sólido	41
Tabela 6 – Expressões adotadas para o cálculo do espriamento máximo.	42
Tabela 7 – Declive de seis perfis dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha de campo.	43

1 Introdução

O **Relatório V – Campanha de campo na Praia da Costinha, Aveiro**, apresenta as várias etapas e trabalhos que foram desenvolvidos durante a campanha de campo que se realizou na praia da Costinha: a medição de parâmetros de referência, a realização de levantamentos topográficos, a instalação de equipamentos e a colocação de traçador: 0.5 T de traçador fluorescente verde na praia emersa, 1T de traçador fluorescente laranja e 1T de traçador magnético na praia submarina.

O **Relatório XI - Processamento das amostras de traçador**, apresenta o processamento e análise das amostras de traçador e os resultados obtidos.

O **Relatório XII - Análise dos Levantamentos Topográficos**, apresenta o processamento e análise dos levantamentos topográficos realizados, uma análise de balanço sedimentar e uma avaliação do espraio máximo na praia emersa durante a campanha.

2 Síntese da campanha

2.1 Condições hidrodinâmicas – Maré e Agitação

A Figura 1 apresenta a variação da altura da maré medidas pelo marégrafo de Aveiro para o período da campanha. Os valores da altura da maré estão referidos ao nível do zero hidrográfico que se encontra 2,00 m abaixo do NMM e à hora legal de Verão (UTC/GMT+1). Nesta figura é representada a hora média dos levantamentos topográfico e a amostragens sedimentares realizadas.

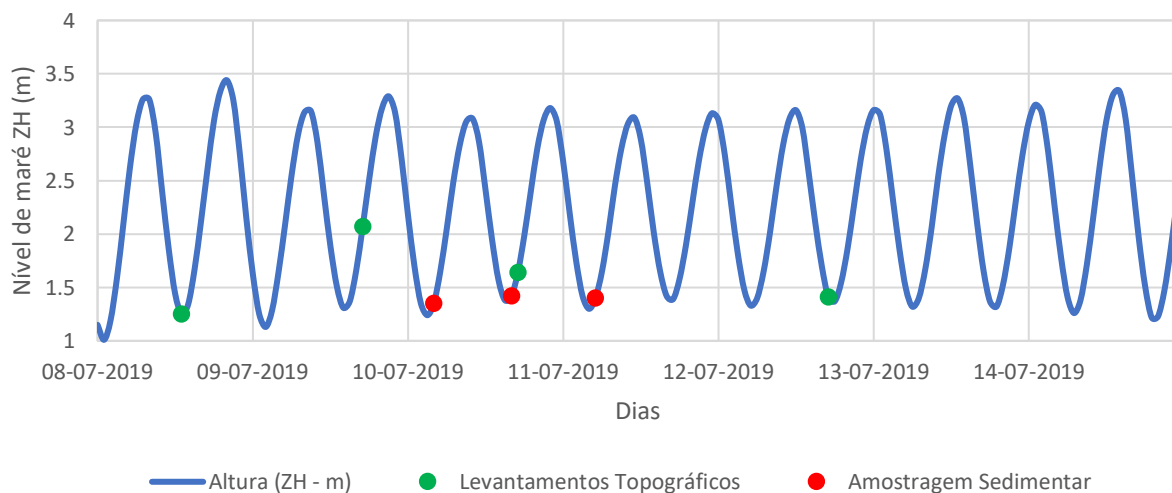
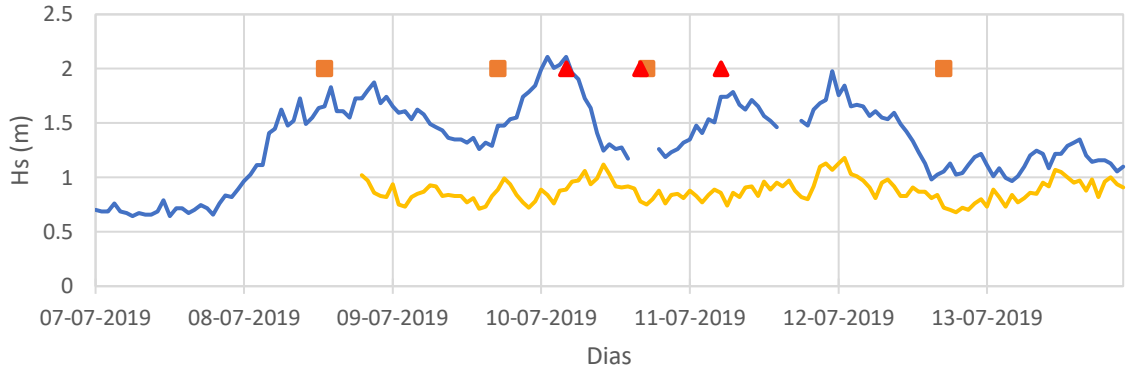
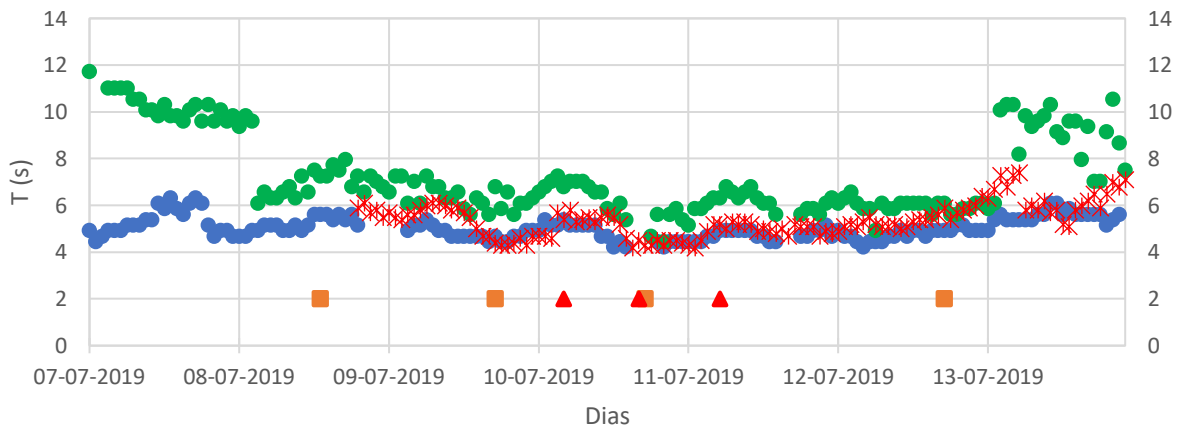


Figura 1 – Altura da maré medida no marégrafo do Porto de Aveiro.

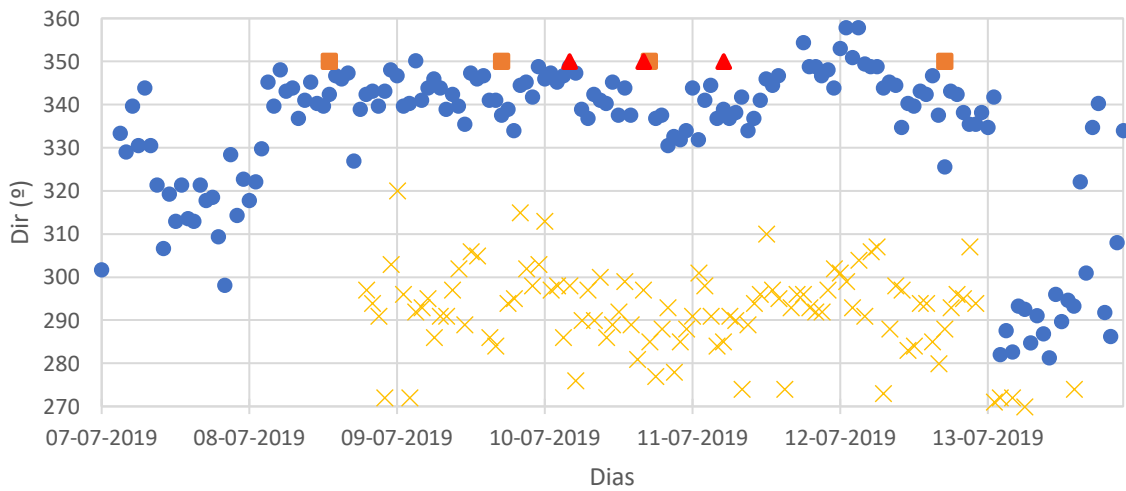
Na Figura 2 são apresentados os valores da altura significativa da onda (Figura 2a), do período médio (Figura 2b) e da direção do período de pico de propagação das ondas (Figura 2c) medidas na boia ondógrafo de Leixões oceânica (Alfredo Ramalho) entre as 0h00 do dia 7 de julho e as 0h00 do dia 14 de julho e medidas no ADCP colocado durante a campanha a uma profundidade de 8 m NMM, sendo representada a hora média dos levantamentos topográfico e a amostragens sedimentares realizadas.



— HS Boia Alferedo Ramalho — HS ADCP
 ■ Levantamentos Topográficos ▲ Amostragem Sedimentar



● Período ● Período Pico ■ Levantamentos Topográficos ▲ Amostragem Sedimentar × T Médio ADCP



● Dir Boia Alferedo Ramalho × Dir ADCP ■ Levantamentos Topográficos ▲ Amostragem Sedimentar

Figura 2 – Caracterização das condições de agitação para o período da campanha.

2.2 Topografia da praia

Na área de estudo da praia emersa foram realizados levantamentos topográficos de todo o sector, desde o 5º esporão da Costa Nova até à Vagueira com o sistema DGPS instalado na moto 4 (- Fotografias do sistema Inshore instalado na Moto 4 (a) e do monociclo geodésico (b). Figura 3a) (Baptista *et al.*, 2011) e levantamentos mais detalhados na zona de deposição do traçador durante a baixa-mar com o sistema DGPS da Trimble, modelo R8s (modo RTK) instalado num monociclo (Figura 3b e Figura 4). A Tabela 1 apresenta as datas e horas em que foram realizados os levantamentos topográficos.



Figura 3 - Fotografias do sistema Inshore instalado na Moto 4 (a) e do monociclo geodésico (b).



Figura 4 - Levantamento topográfico de referência a pé com DGPS RTK. Está indicado o local de injeção da areia marcada no perfil ST0.

Tabela 1 – Levantamentos topográficos praia emersa.

Dias\Equipamento	Monociclo		Inshore	Observações
	horas	nome	horas	
8 JUL	12h30 e as 14h	SandTrackNR1-11.txt; SandTrackNR1-10b.txt; SandTrackNR1-10.txt; SandTrackNR1-9.txt; SandTrackNR1-8.txt; SandTrackNR2-8.txt	13h45-16h00	-
9 JUL	-	-	16h16-18h40	Total
10 JUL	-	-	16h39-17h30	Parcial – Face da praia
11 JUL	-	-	16h01-17h05	-
12 JUL	-	-	17h04-18h03	Parcial – Face da praia

2.3 Síntese da campanha de colocação e amostragem de traçador

2.3.1 Praia emersa

Conforme descrito no **Relatório V**, foram colocados 0.5 T de traçador fluorescente verde no terraço de baixa-mar à cota 0 m (NMM) ao longo do perfil ST0 segundo um retângulo com dimensão 2x3x0.075 m e uma espessura média de 5 a 10 cm (Figura 5).



Figura 5 – Traçador fluorescente verde colocado no terraço de baixa-mar.

A amostragem de traçador consistiu na realização de 3 campanhas de amostragem nas três baixa-mar seguintes à colocação de traçador, tendo sido recolhidas um total de 334 amostras ao longo de 21 perfis perpendiculares à linha de costa.

A malha de amostragem variou entre 25 m de espaçamento entre os perfis próximos ao ponto de injeção, acabando por se tornar mais espaçada com intervalos de 50 m, 100 m e 500 m entre os perfis de amostragem mais afastados da injeção.

Ao longo de um perfil as amostras foram recolhidas com intervalos de 15 m desde a cabeça do perfil até aos 60 m (Figura 6). Em cada ponto recolheu-se um testemunho vertical com um máximo de 20 cm de comprimento que foi segmentado em intervalos de 5 cm.

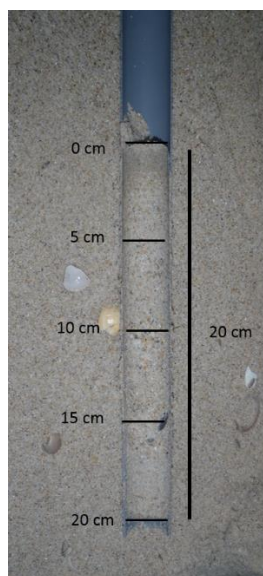


Figura 6 – Testemunho vertical com 20 cm de comprimento recolhido durante a amostragem de traçador.

A Tabela 2 apresenta de forma resumida as condições em que se realizaram as campanhas de amostragem na praia emersa.

Tabela 2 - Condições da realização das amostragens na praia emersa

Dia	Amostragem	Maré	Elevação (m) ZH	Perfis amostrados	Amostras recolhidas
10/07/2019	I	Baixa-mar - 03:58	1.0	13	123
	II	Baixa-mar - 16:22	1.2	13	112
11/07/2019	III	Baixa-mar - 05:07	1.1	11	99

A primeira campanha decorreu na baixa-mar das 03:58h no dia 10/07/2019 e foram amostrados 13 perfis (desde o perfil ST-25 até ao perfil ST350), tendo sido recolhidas 123 amostras. A segunda campanha decorreu no mesmo dia, mas na baixa-mar das 16:22h, foram amostrados também 13 perfis (do perfil ST0 até ao perfil ST1000), tendo sido recolhidas um total de 112 amostras. A terceira campanha de amostragem decorreu no dia 11/07/19 na baixa-mar das 05:07h, amostraram-se 11 perfis topográficos (desde o ST0 ao perfil ST1500) e recolheram-se um total de 99 amostras (Figura 7).

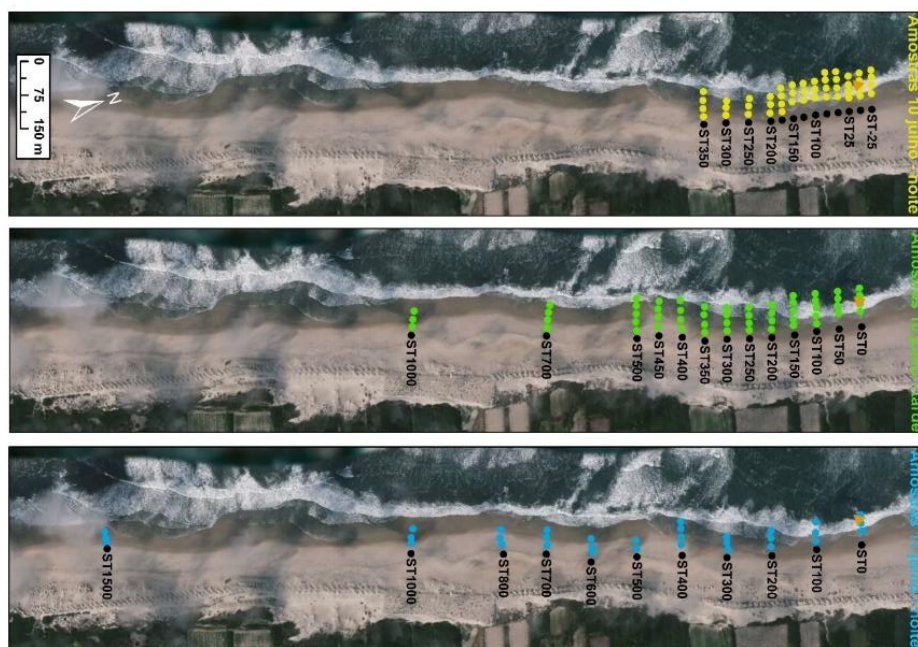


Figura 7- Localização das amostragens de traçador fluorescente verde realizadas durante as 3 campanhas (o ponto laranja representa o local de injeção do traçador fluorescente verde na praia).

O processamento das amostras do traçador verde e respetiva análise é apresentada detalhadamente no **Relatório XI - Processamento das amostras de traçador**.

3 Análise da praia emersa com base em levantamentos topográficos

A análise da praia emersa, em particular da sua variação topo-morfológica, teve em consideração três levantamentos topográficos (Tabela 1) realizados pelo sistema INSHORE e 1 levantamento a pé realizado no primeiro dia da campanha.

O conjunto de levantamentos realizados caracteriza-se por um levantamento do terraço de maré, face da praia e praia emersa numa extensão de 1,5 km (8 d julho de 2019), um levantamento global da área de estudo - face da praia/zona intertidal e praia emersa - (9 de julho de 2019) e dois levantamentos parciais da face da praia/zona intertidal (10 e 12 de julho de 2019), com uma extensão de 3.6 km (Figura 8). Os levantamentos parciais tiveram com pressuposto que a zona da alta praia não teve influência da interação das ondas ou eólica, mantendo a sua topografia constante. Neste contexto, e partindo do pressuposto anteriormente referido, os levantamentos parciais foram complementados com a área da praia emersa do levantamento de 9 de julho de 2019 (Figura 9).

Recorrendo ao ARCGIS, foram gerados modelos digitais do terreno utilizando o método *Triangular Irregular Network*, *TIN*, (Figura 10) e convertido posteriormente em formato *raster* com a dimensão do pixel de 0.1 m de lado (Figura 11).

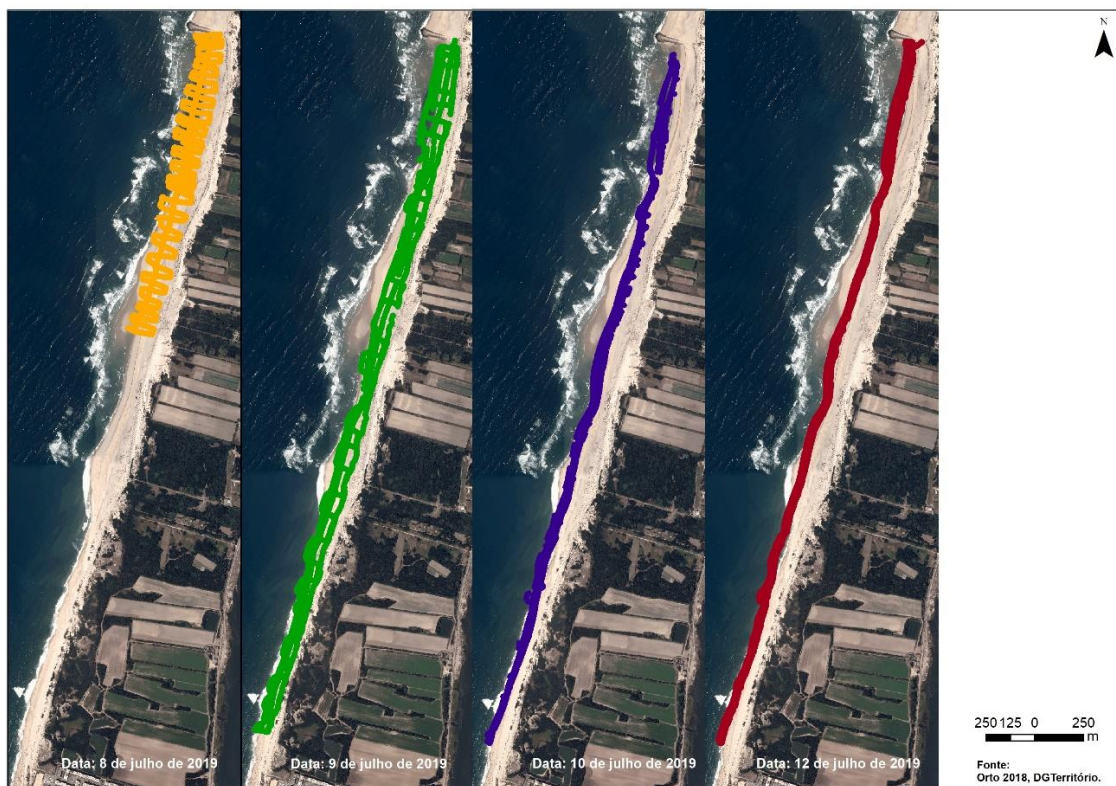


Figura 8 – Levantamentos realizados entre 8 e 12 de julho de 2019 na praia da Costinha, Costa Nova, Aveiro.

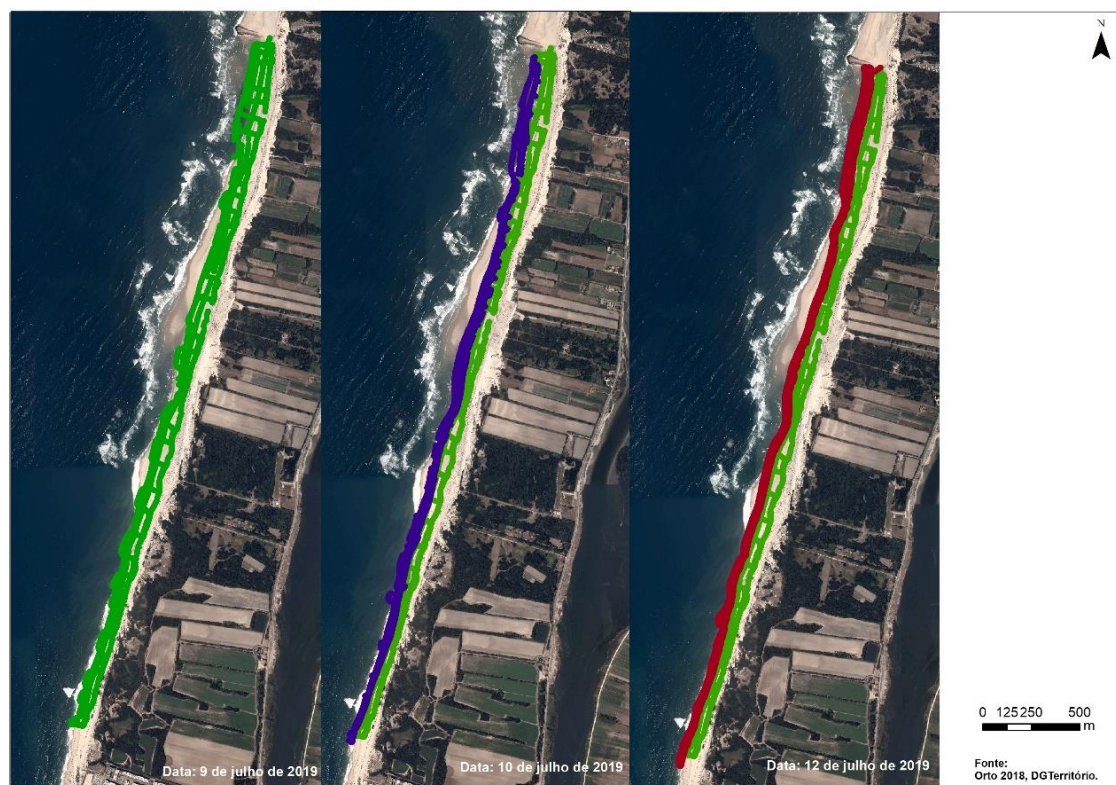


Figura 9 - Levantamentos de 11 e 12 de julho 2019 compostos com o levantamento de 9 de julho de 2019 (praia emersa).

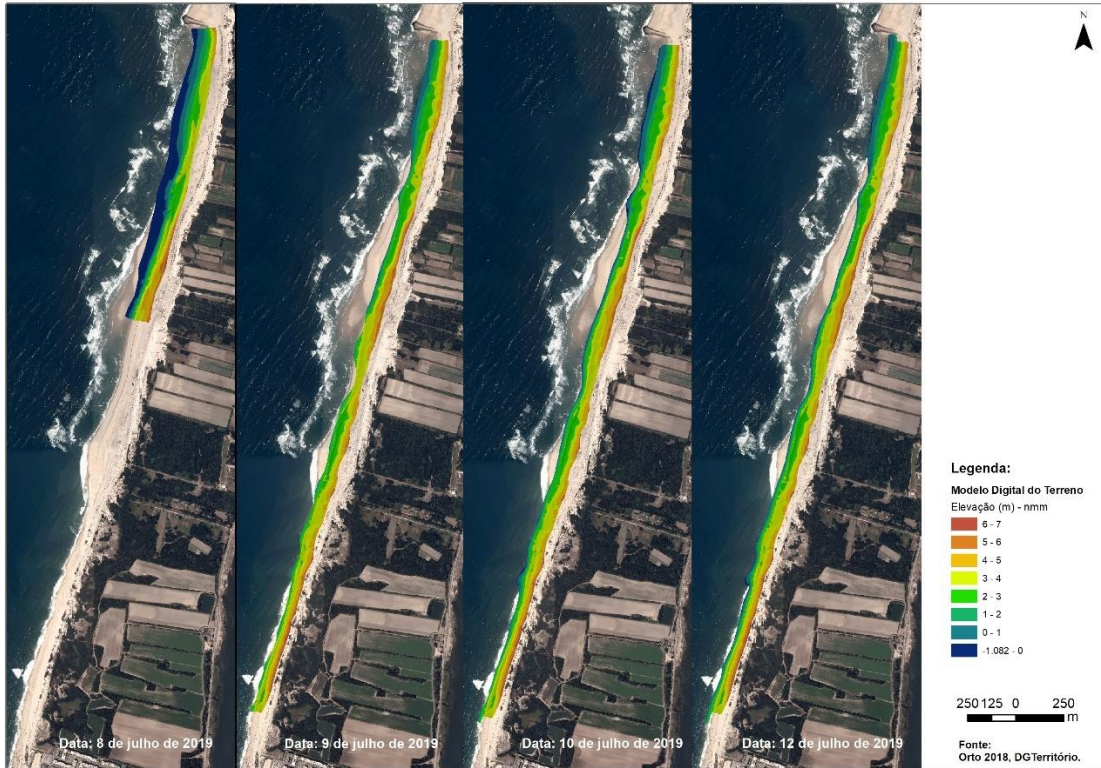


Figura 10 – Modelos Digitais do Terreno: método Triangular Irregular Network.

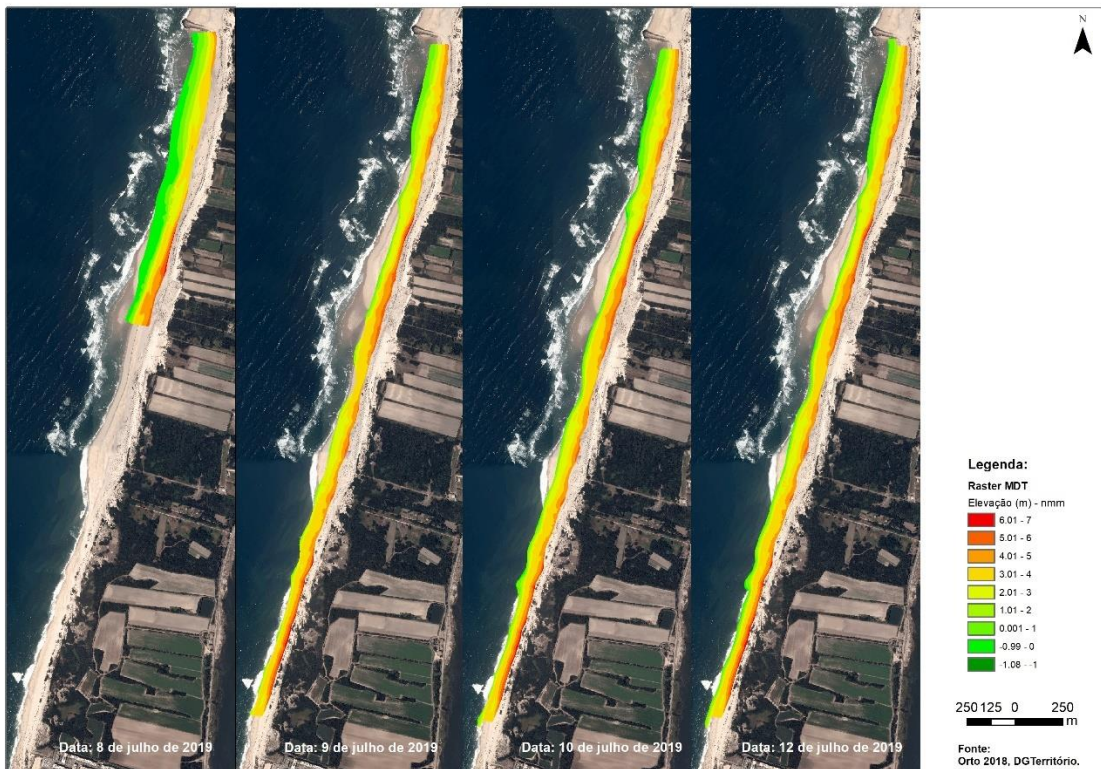


Figura 11 – Modelo Digital do Terreno – formato raster.

3.1 Avaliação morfológica e balanço sedimentar

3.1.1 Volumes

A análise de volumes foi realizada com base nos modelos digitais do terreno e originados a partir dos três levantamentos efetuados no decorrer da campanha de campo.

Para o cálculo dos volumes de praia utilizou-se a ferramenta *Surface Volume*, do ARCGIS. Determinou-se o volume e a respetiva área, para cinco níveis de base associados às cotas do MDT (-0.193 m, 0,00 m; 1,05 m; 2,00 m; e 4,00 m). O valor de cota de -0.193 m é o valor da cota mínima comum a todos os MDT e a cota 1,05 m, foi considerada para o litoral de Aveiro como representativo do indicador de linha de praia de acordo com a definição de Carapuço *et al.*, (2016) e resulta da análise de uma serie temporal de 19 anos de níveis de maré (maré astronómica de Aveiro) estando referido a um datum de maré em condições de preia-mar (Lopes, C., 2016).

Tabela 3 – Cálculo de áreas e volumes dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha: Levantamentos 3.6 km.

Levantamento	09-07-2019	10-07-2019	12-07-2019	Variação de áreas e volume		
ID	B	C	D	B-C	C-D	B-D
Cota mínima	-0.193	-0.464	-0.415			
Area_2D	293636	328509	331281	34873	2772	37645
Volume	1000282	1120276	1114202	119994	-6074	113920
Cota	-0.193 (m)					
Area_2D	293636	326421	330622	32785	4202	36986
Volume	1000282	1031376	1040688	31094	9313	40407
Cota	0 (m)					
Area_2D	293157	320347	326692	27190	6345	33535
Volume	943638	968961	977135	25323	8175	33497
Cota	1.05					
Area_2D	272054	282421	282764	10367	344	10711
Volume	644793	652104	657559	7311	5455	12766
Cota	2 (m)					
Area_2D	245247	247856	249566	2609	1710	4319
Volume	398689	400060	405064	1371	5004	6375
Cota	4 (m)					
Area_2D	75406	75537	75517	130	-20	110
Volume	57236	57249	57255	12	6	18

Nota: os valores de variação com sinal negativo correspondem à diminuição de área e de volume (erosão).

Analisando os dados Tabela 3, a área e os volumes dos levantamentos, verifica-se uma diferença de área significativa entre o levantamento do dia 9 de julho e os restantes levantamentos e uma menor variação entre o levantamento do dia 10 e 12 de julho. No que respeita à variação de volume verifica-se no geral uma tendência de acreção, apresentando um maior valor entre os dois primeiros levantamentos (9 e 10 de julho). Entre os levantamentos de 10 e 12 de julho verifica-se uma menor variação do valor de acreção, verificando uma maior tendência para a estabilização acima do valor de cota de 2 m (Figura 12).

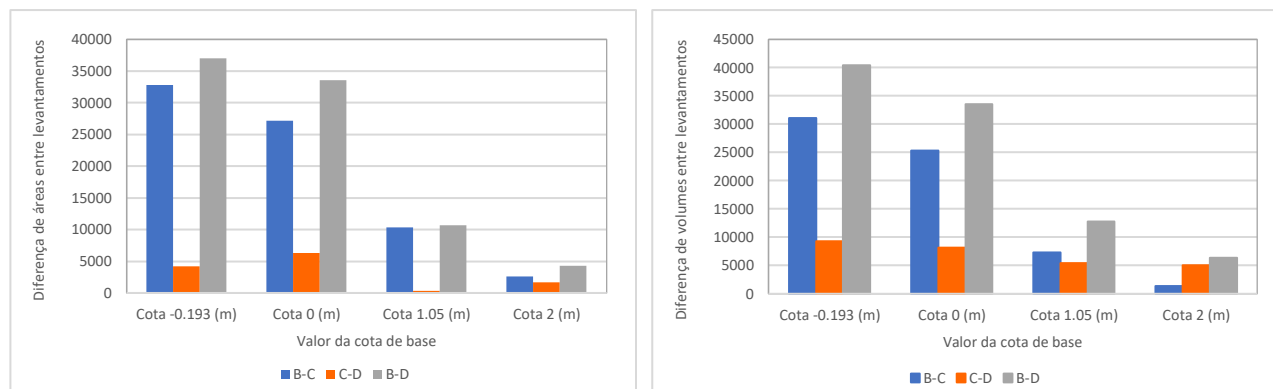


Figura 12 – Análise da variação de áreas e volumes dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha.

Paralelamente foi realizada a análise de para a área comum dos quatro levantamentos para uma extensão de 1,5 km, que se apresenta na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo de áreas e volumes dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha: Levantamentos 1.5 km – área comum.

Levantamento	08-07-2019	09-07-2019	10-07-2019	12-07-2019	Variação de áreas e volume			
ID	A	B	C	D	A-B	B-C	C-D	B-D
Cota minima	0.122	-0.193	-0.178	-0.155				
Area_2D	127821	127821	127822	127822	0	1	0	1
Volume	355142	361317	363570	361050	6175	2253	-2520	5908
Cota	1.05 (m)							
Area_2D	114641	107837	107936	108477	-6804	100	541	-6164
Volume	240892	211320	216025	216389	-29572	4705	364	-24504
Cota	2 (m)							
Area_2D	94183	89029	90264	90633	-5153	1234	369	-3550
Volume	142142	117921	121894	122017	-24221	3974	123	-20125

Nota: os valores de variação com sinal negativo correspondem à diminuição de área e de volume (erosão).

Analisando os dados da Tabela 4, as áreas e os volumes da zona comum aos 4 levantamentos, observa-se que para a cota de 1,05 e 2 m apresentam, para o levantamento de 8 de julho de 2019 - 9 de julho de 2019, uma redução da área e respectiva redução de volume, constando-se uma tendência erosiva. Comparando os levantamentos de 9 de julho -10 de julho e este com o de 12 de julho, verifica-se uma recuperação do valor da área e do volume (Figura 13) apresentando uma tendência de acreção e de estabilização.

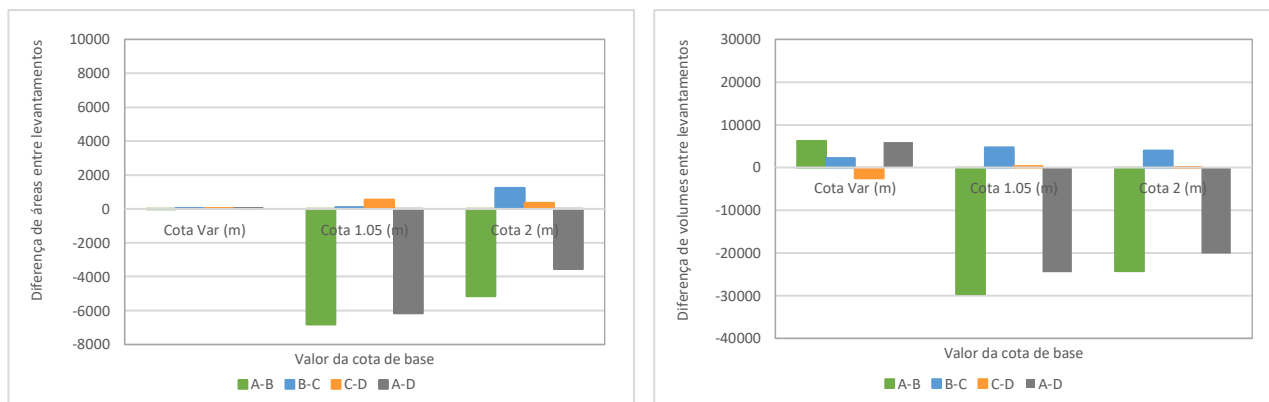


Figura 13 – Análise da variação de áreas e volumes, zona comum, dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha.

Para além da determinação de volumes foi realizada uma comparação da variação altimétrica entre levantamentos consecutivos recorrendo ao *raster calculator* do ARCGIS, considerando a extensão total (3.6 km) e a área comum de todos dos levantamentos topográficos (1.5 km), assumindo que as variações de ± 0.1 m estão na margem de erro do: erro do método de interpolação e do erro levantamento topo-hidrográfico, sendo essas zonas representadas sem cor (Figura 14 e Figura 15).

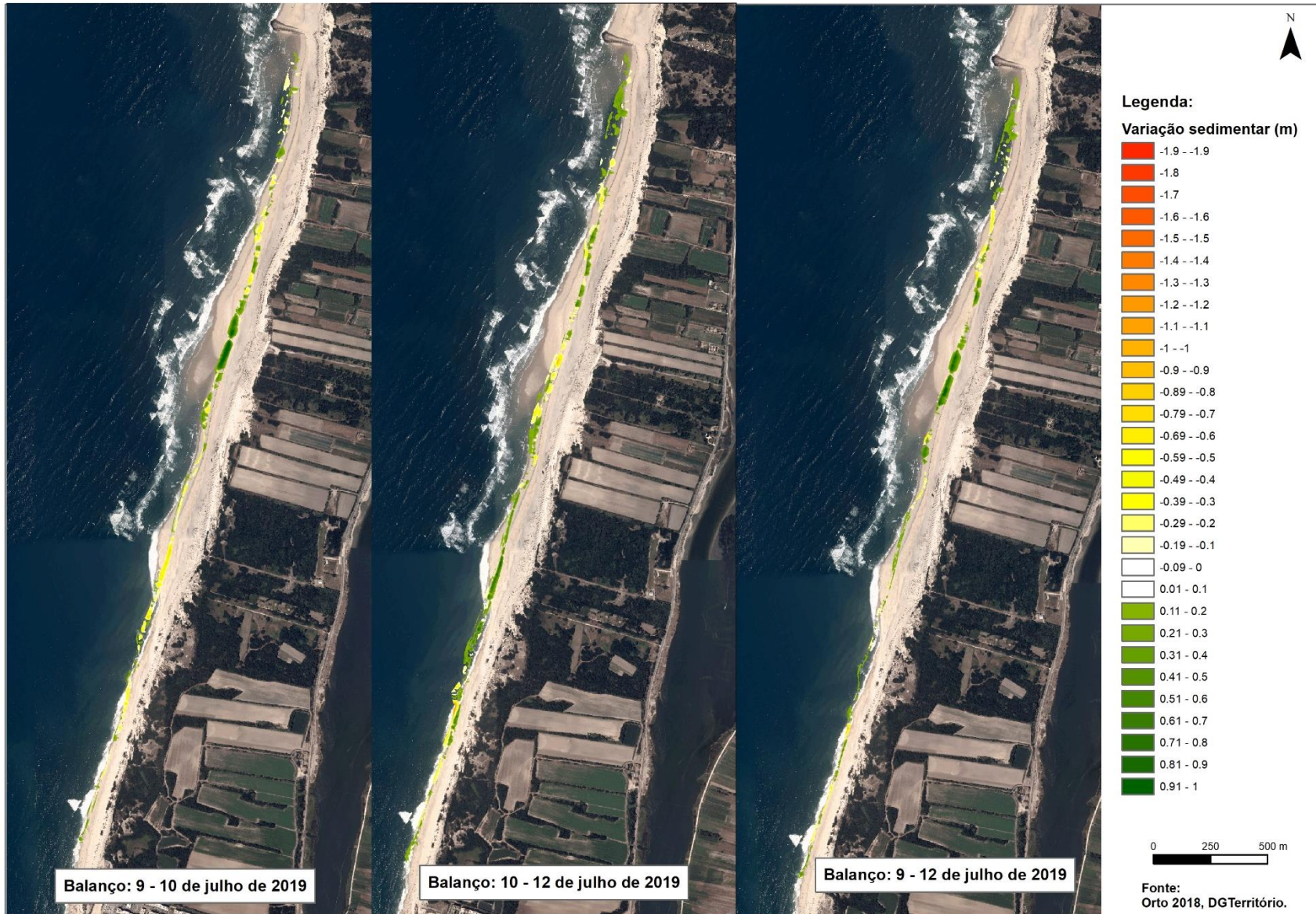


Figura 14 – Variação topográfica dos levantamentos de 3.6 km de extensão.

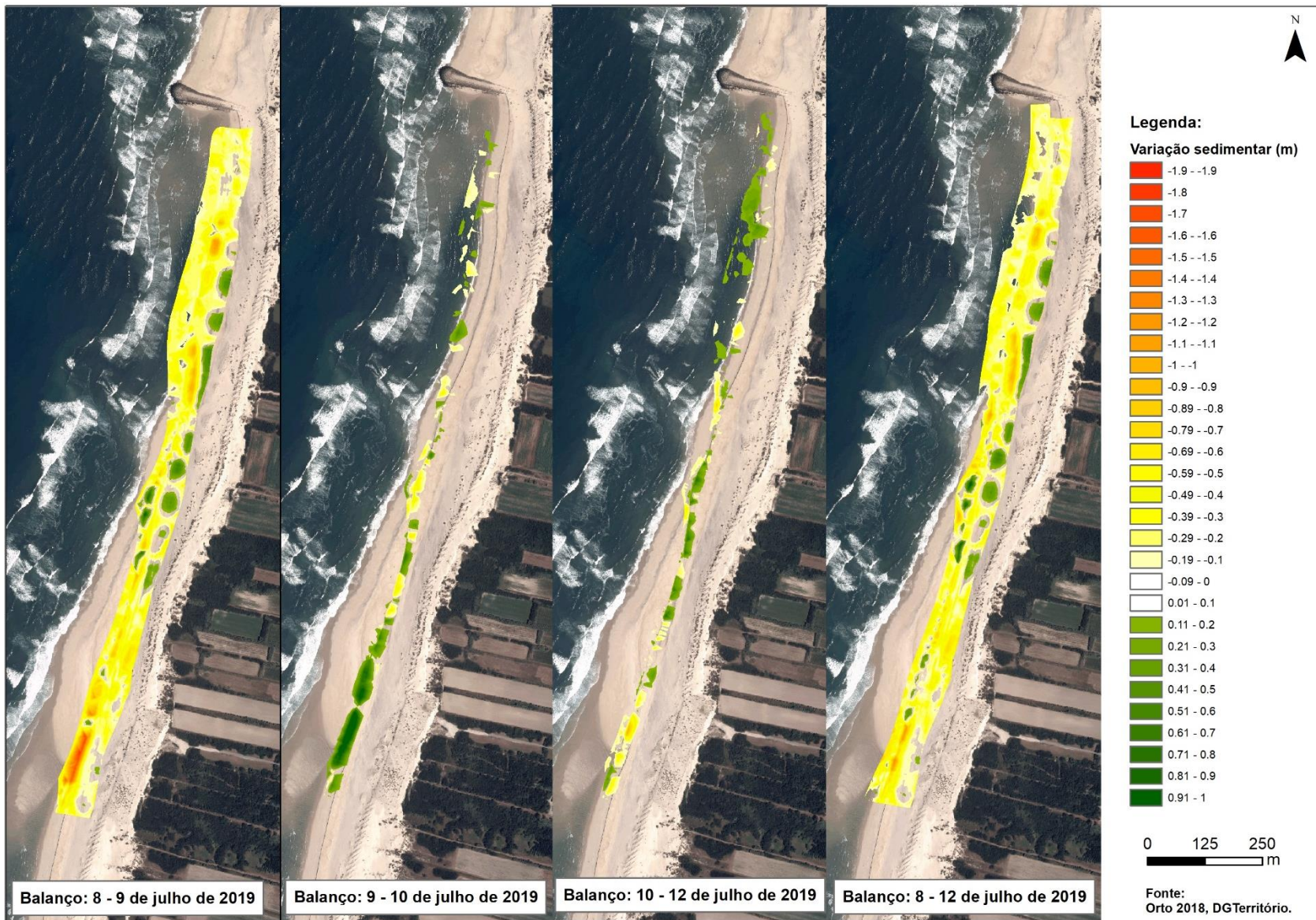


Figura 15 – Variação topográfica dos levantamentos de 1.5 km de extensão.

3.1.2 Análise morfológica dos perfis transversais

No âmbito da análise morfológica de praia foram traçados perfis transversais, com um espaçamento de 100 m, para a área de estudo, com o objetivo de avaliar a variação morfológica do perfil transversal da praia ao longo da campanha (Figura 16). Os perfis obtidos resultam dos modelos digitais do terreno criados no ARCGIS, que posteriormente foram analisados em ambiente Matlab. Contudo, esta avaliação poderá apresentar um grau de incerteza dado que o levantamento de 8 de junho e os restantes levantamentos foram realizados utilizando metodologias diferentes, com referido no ponto 2 do presente relatório.



Figura 16 - Localização dos perfis transversais.

De acordo com os resultados obtidos, apresentado nas Figura 17 - Figura 34, verifica-se que as alterações morfológicas de maior relevância ocorrem na berma e na face de praia superior. Esta alterações morfológicas apresentam o seu valor mínimo e máximo nos perfis 13 e 14, cuja a diminuição de cota atinge os -0,97 m e os -1,7 m entre o levantamento de 8 de julho e 9 de julho, e uma recuperação entre o levantamento de 9 de julho e o de 10 de julho com um aumento da cota de 0,75 m e de 1,7 m, respetivamente.

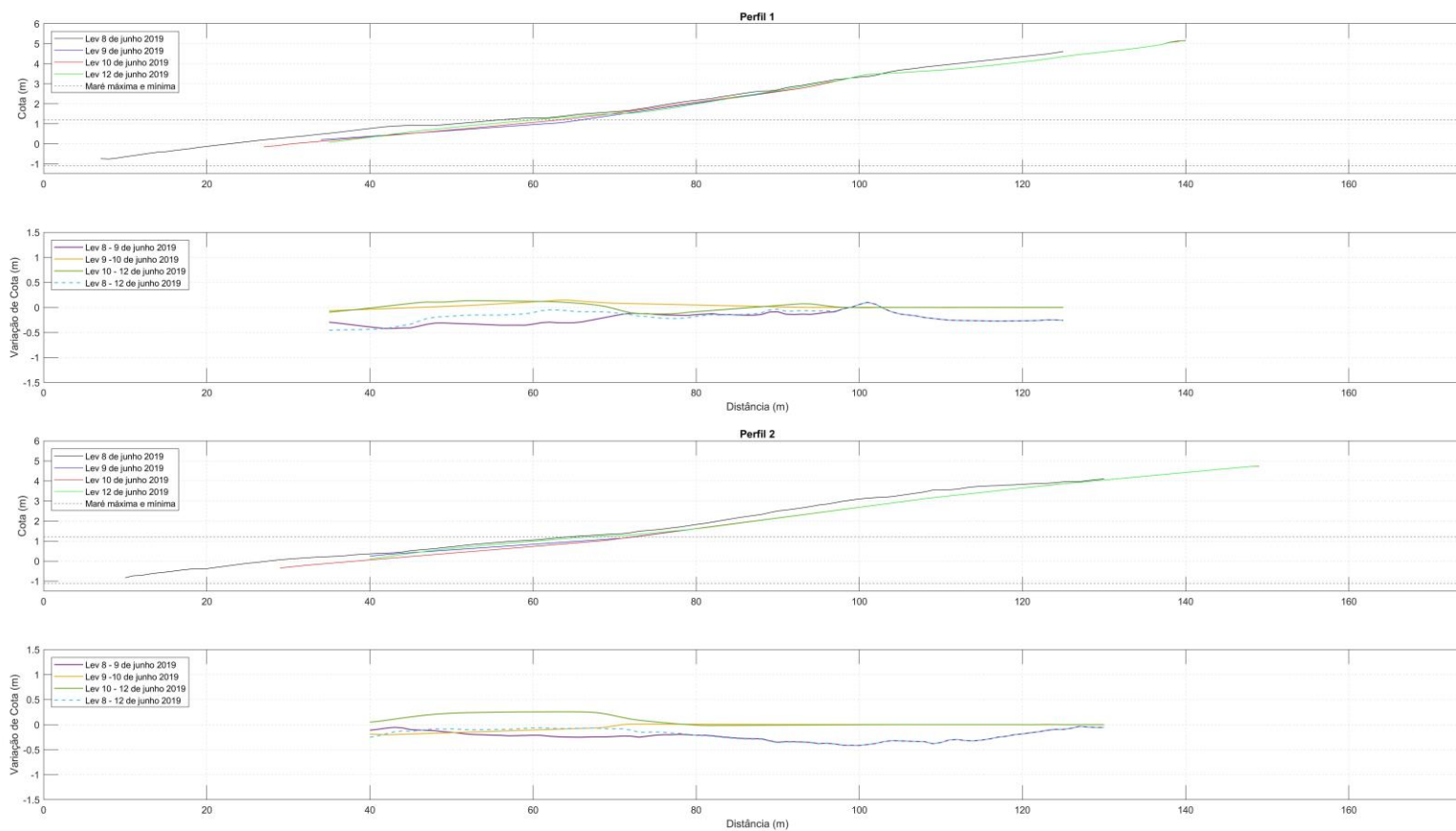


Figura 17 – Análise morfológica dos perfis transversais 1 e 2.

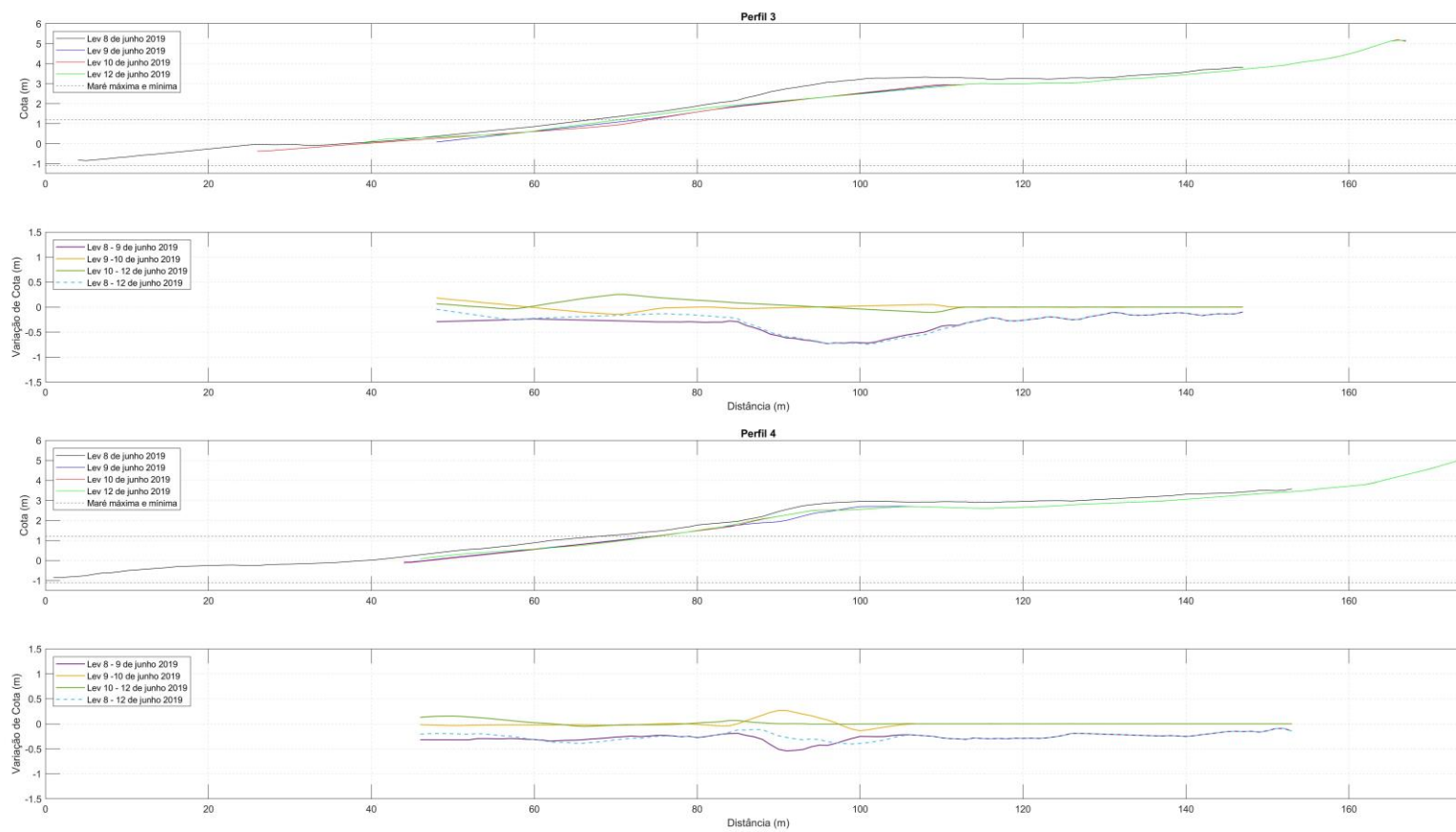


Figura 18 – Análise morfológica dos perfis transversais 3 e 4.

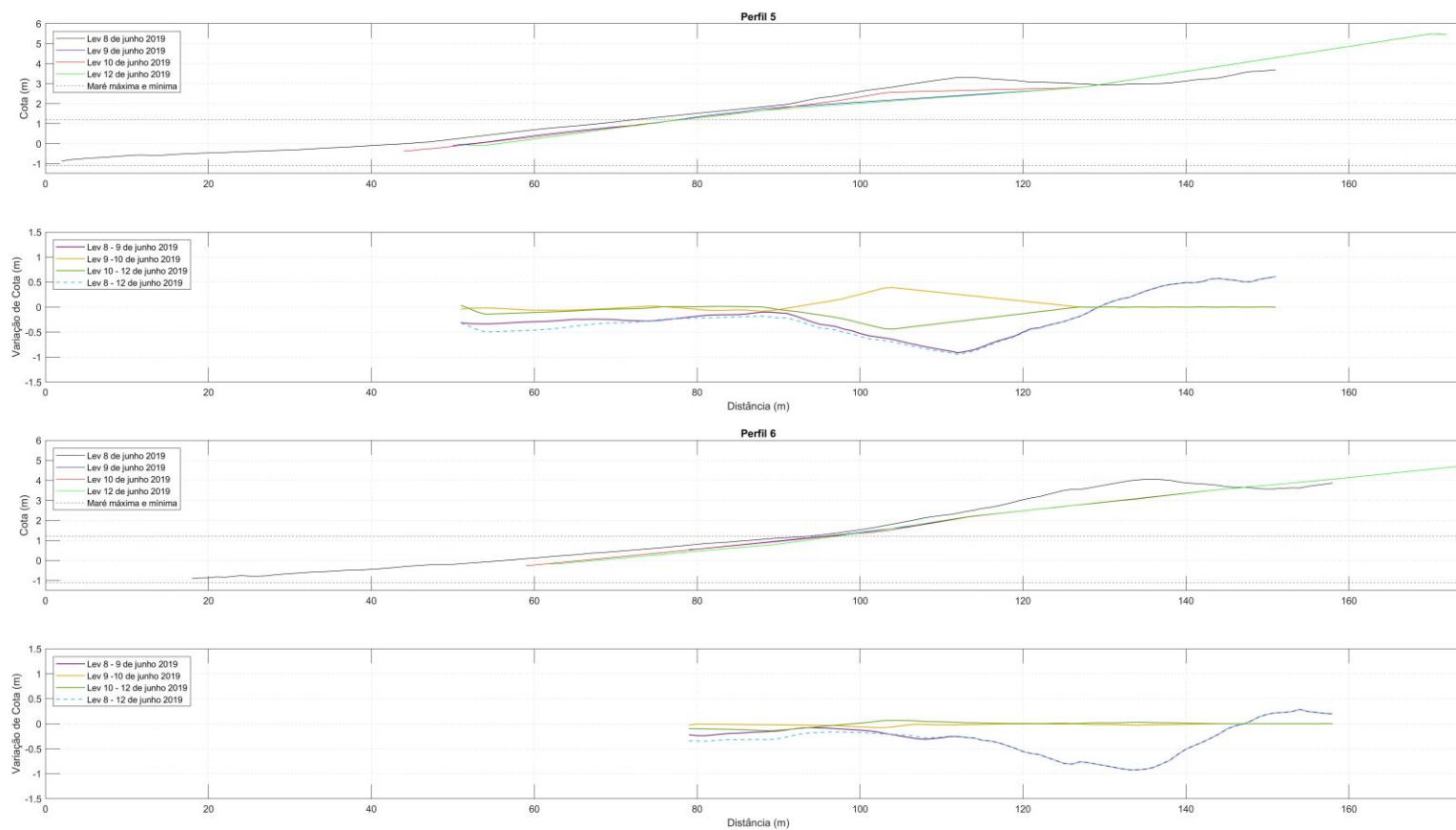


Figura 19 – Análise morfológica dos perfis transversais 5 e 6.

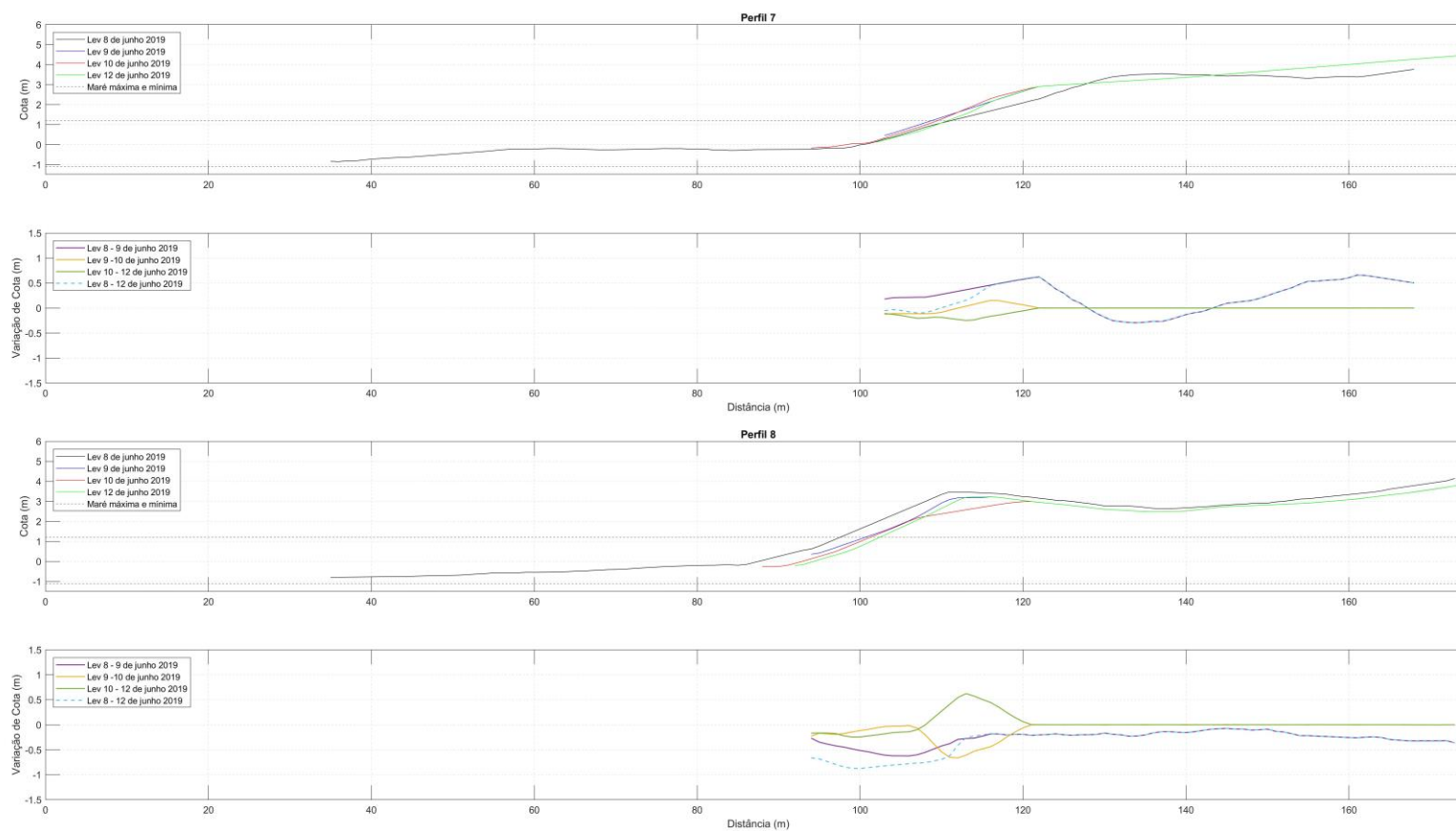


Figura 20 – Análise morfológica dos perfis transversais 7 e 8.

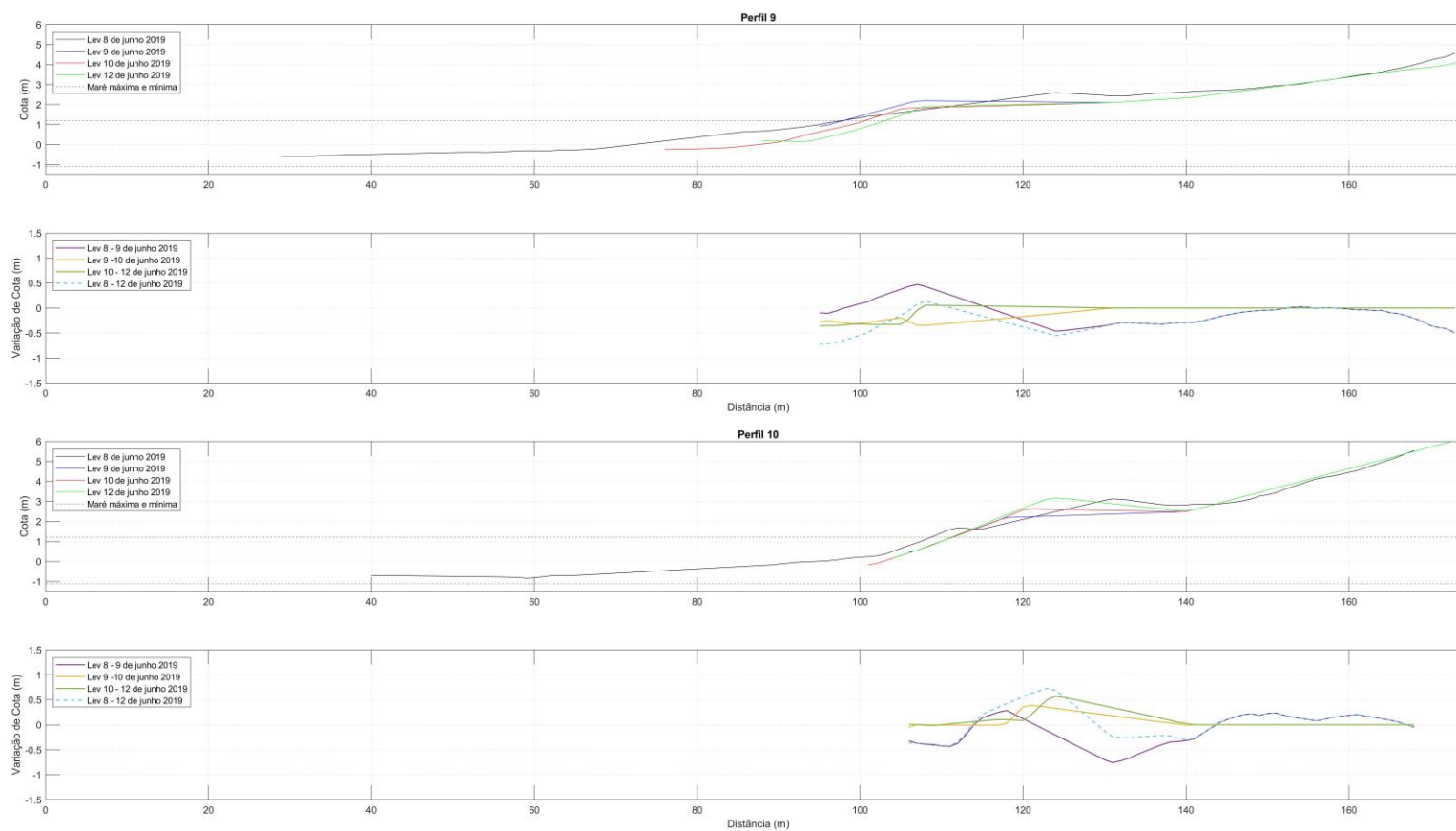


Figura 21 – Análise morfológica dos perfis transversais 9 e 10.

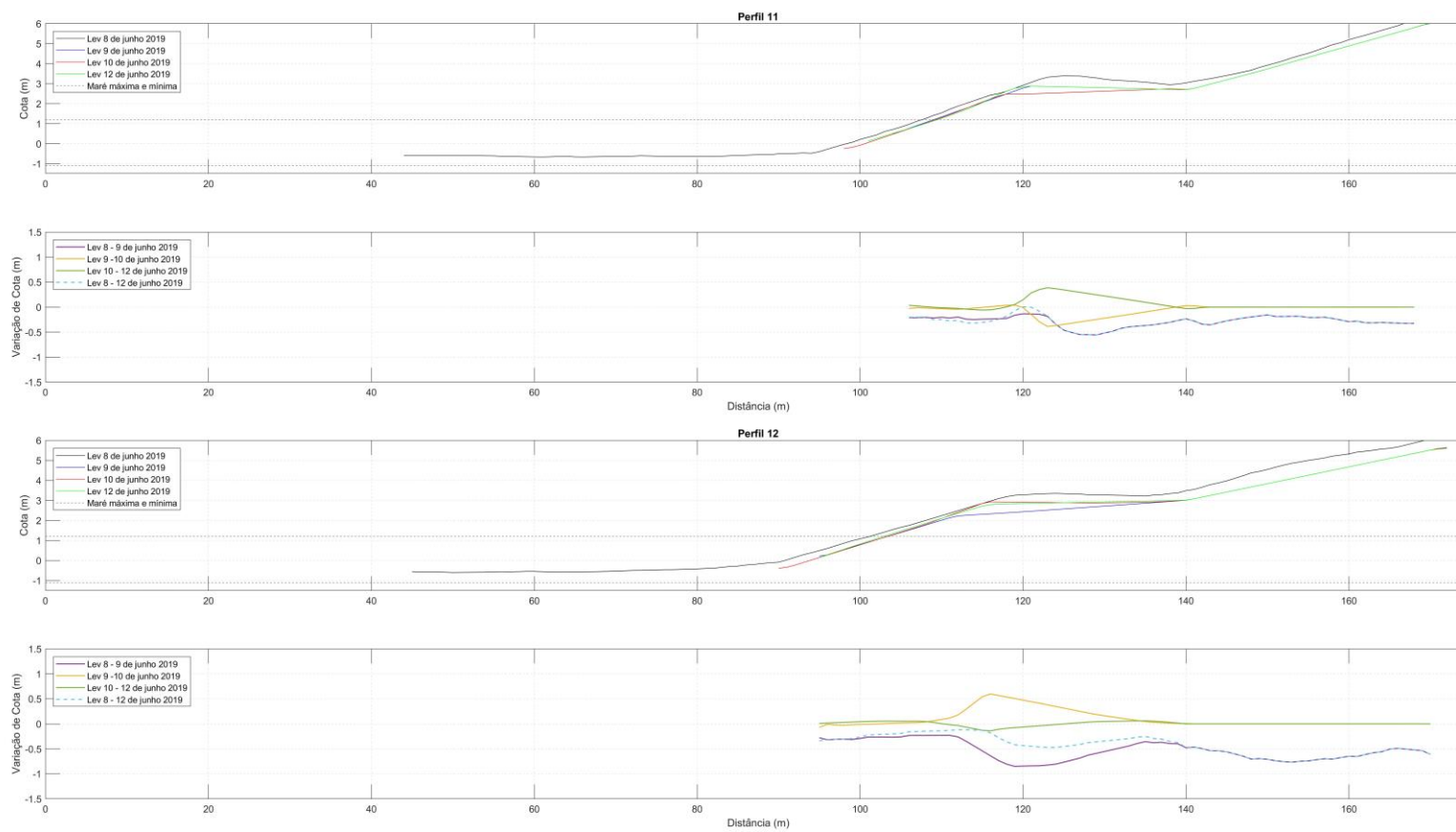


Figura 22 – Análise morfológica dos perfis transversais 11 e 12.

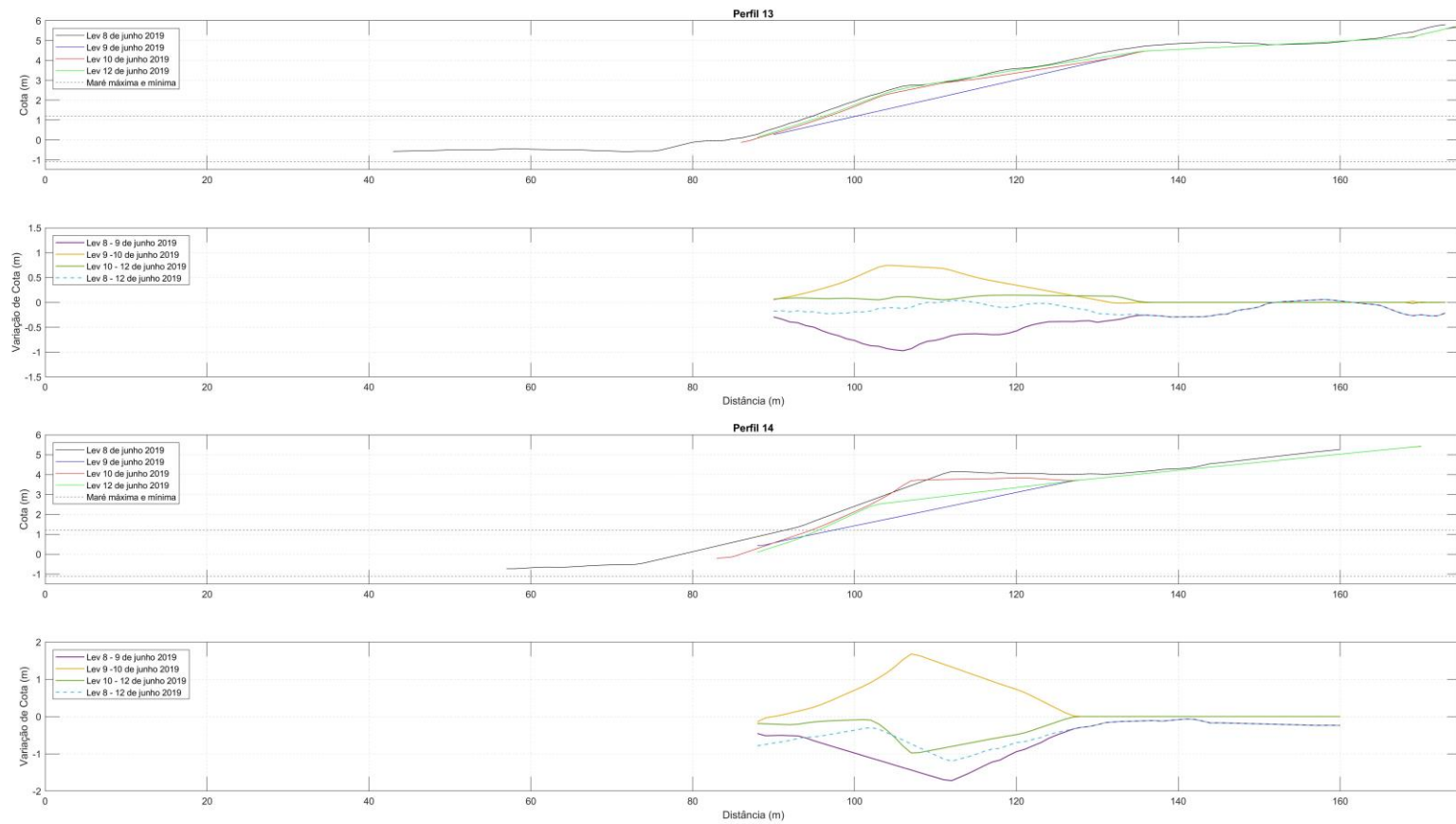


Figura 23 – Análise morfológica dos perfis transversais 13 e 14.

Relatório XX - Análise Levantamentos Topográficos e Sedimentos

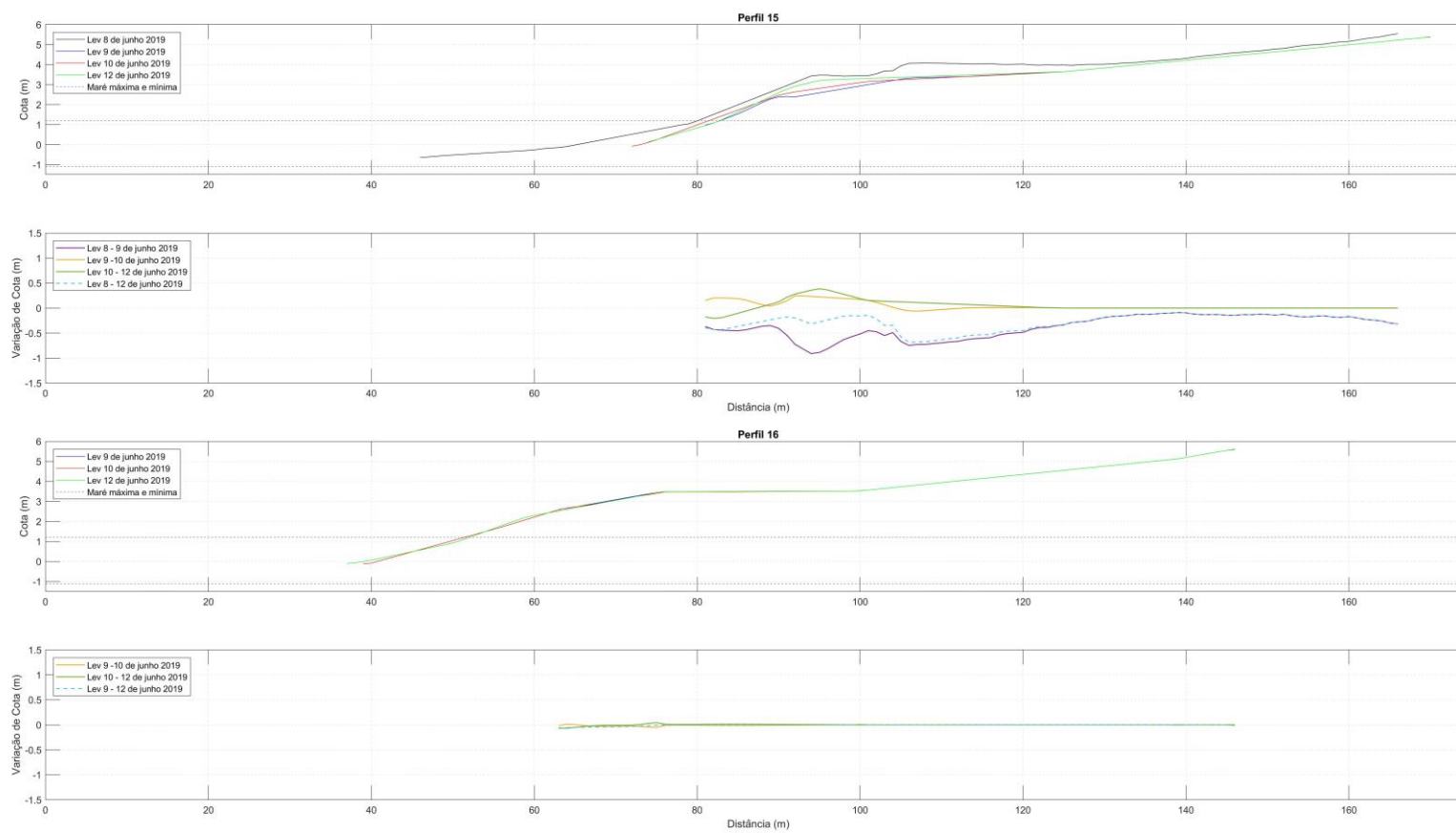


Figura 24 – Análise morfológica dos perfis transversais 15 e 16.

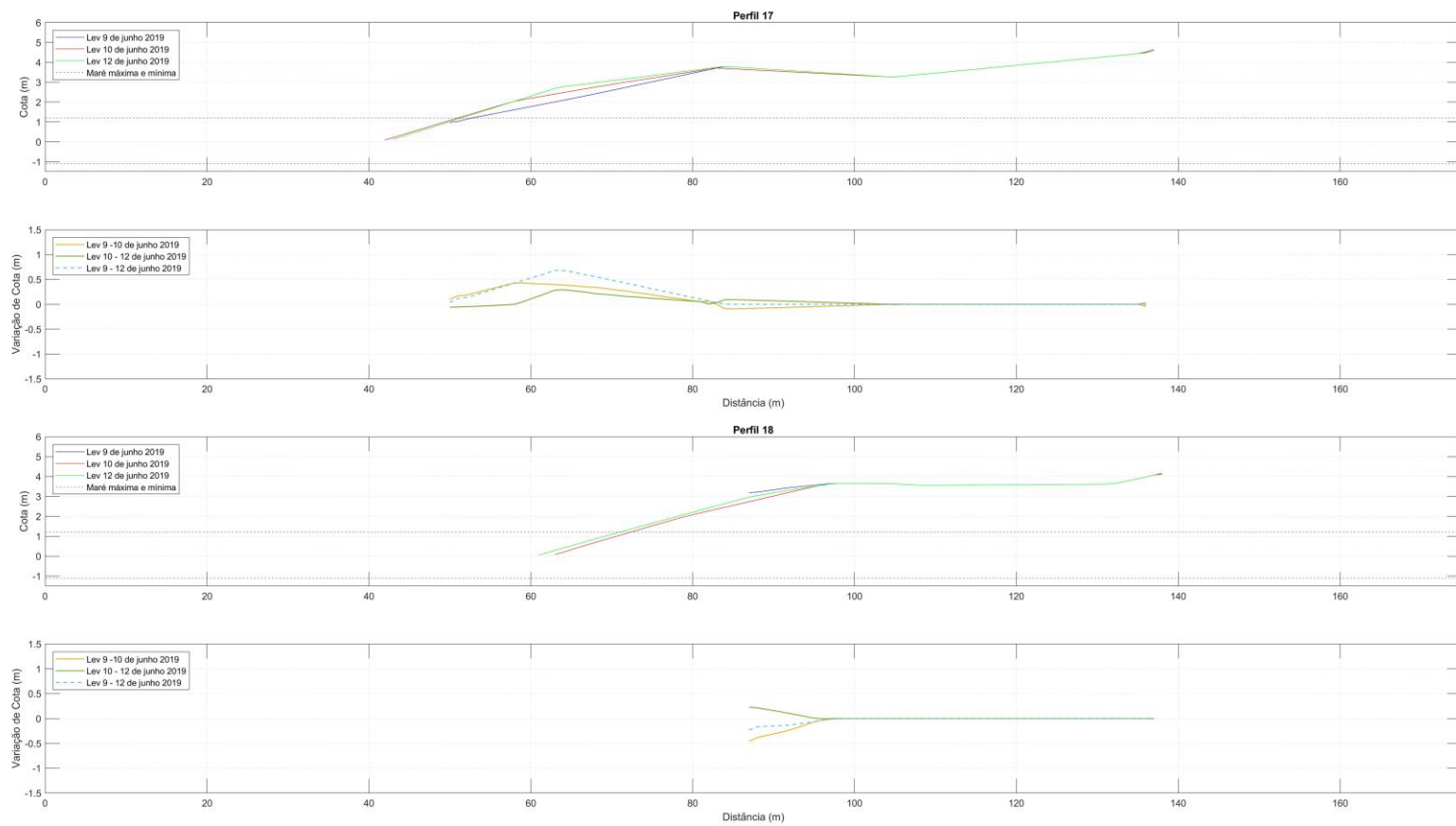


Figura 25 – Análise morfológica dos perfis transversais 17 e 18.

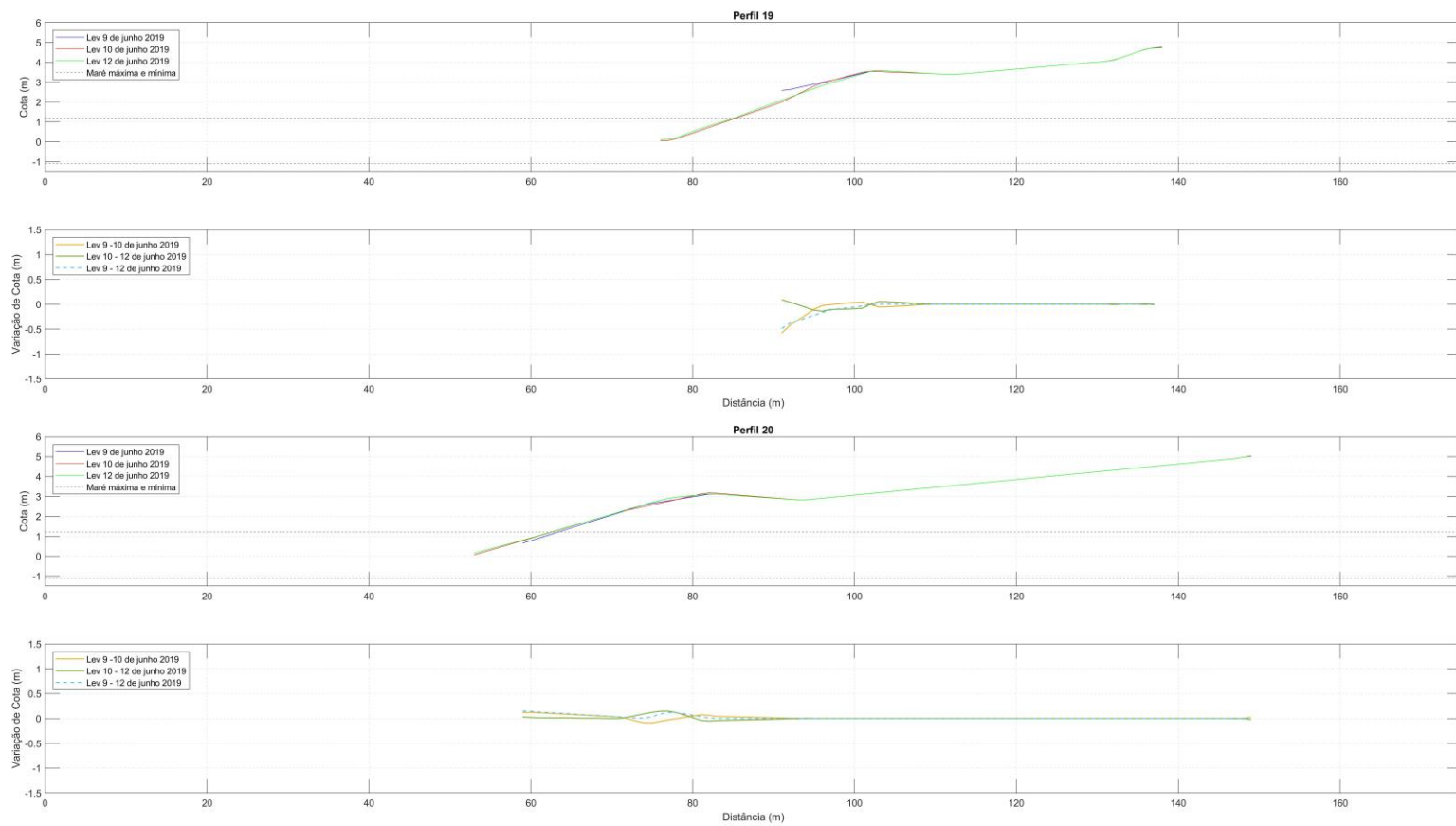


Figura 26 – Análise morfológica dos perfis transversais 19 e 20.

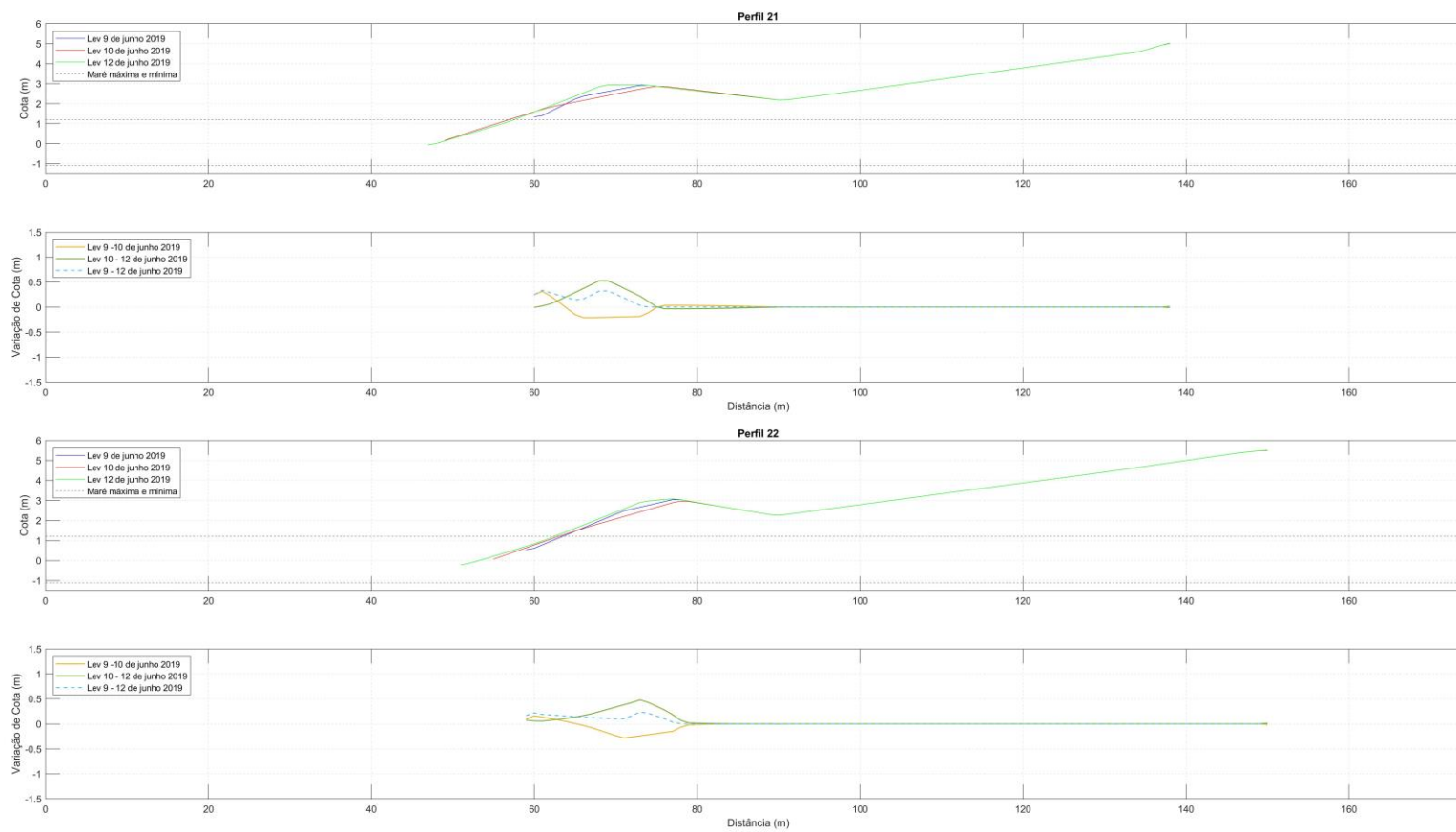


Figura 27 – Análise morfológica dos perfis transversais 21 e 22.

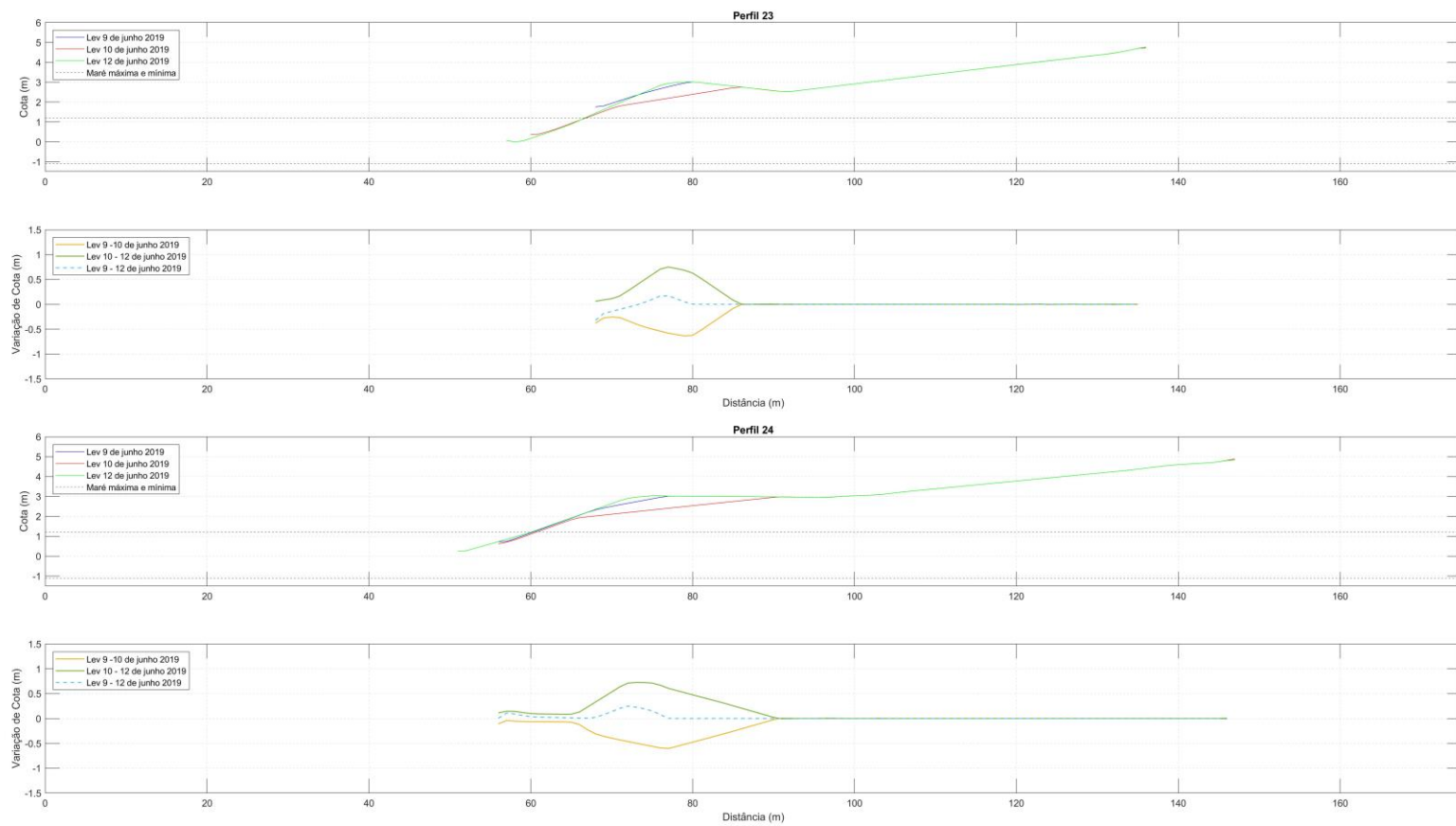


Figura 28 – Análise morfológica dos perfis transversais 23 e 24.

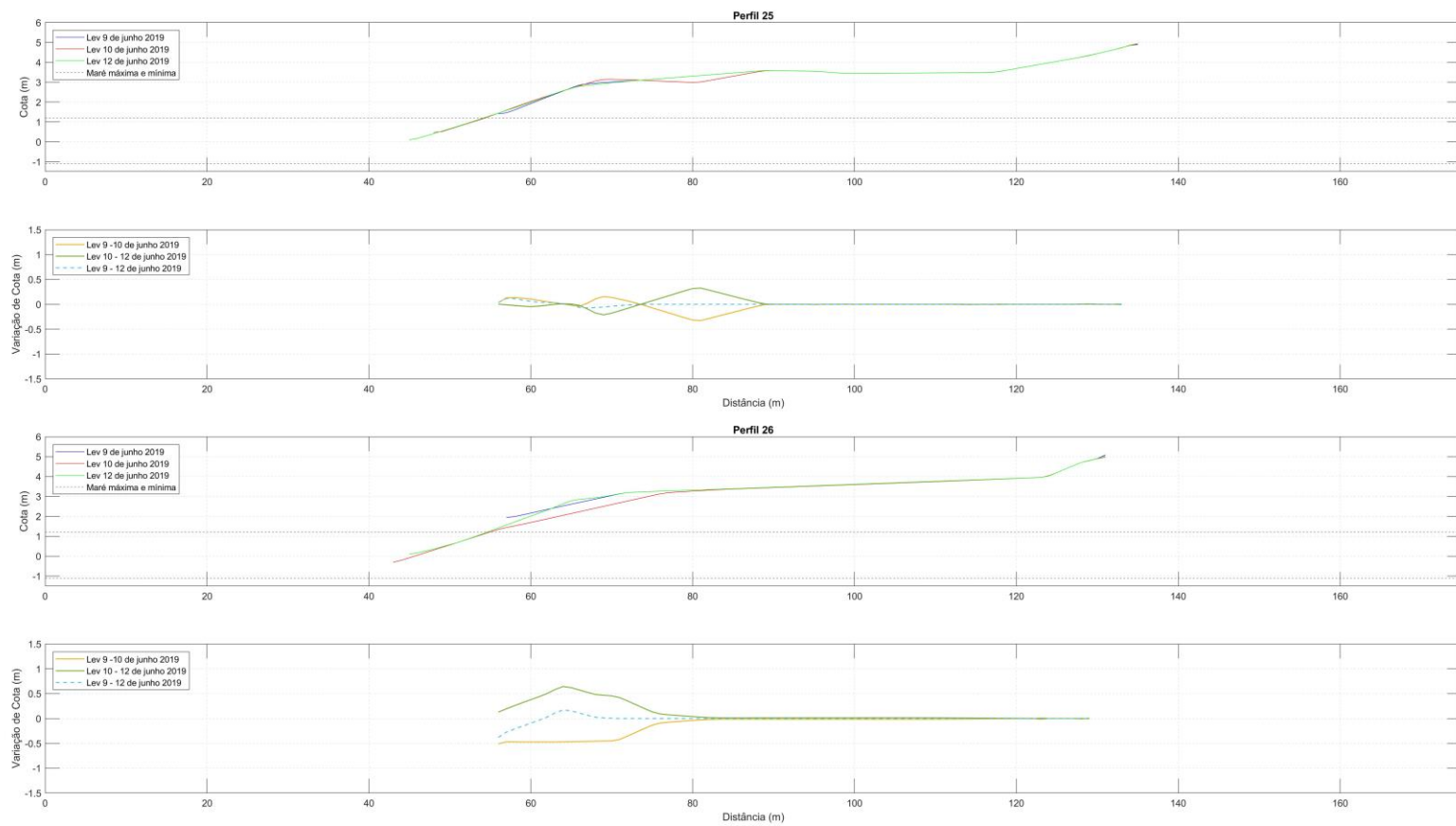


Figura 29 – Análise morfológica dos perfis transversais 25 e 26.

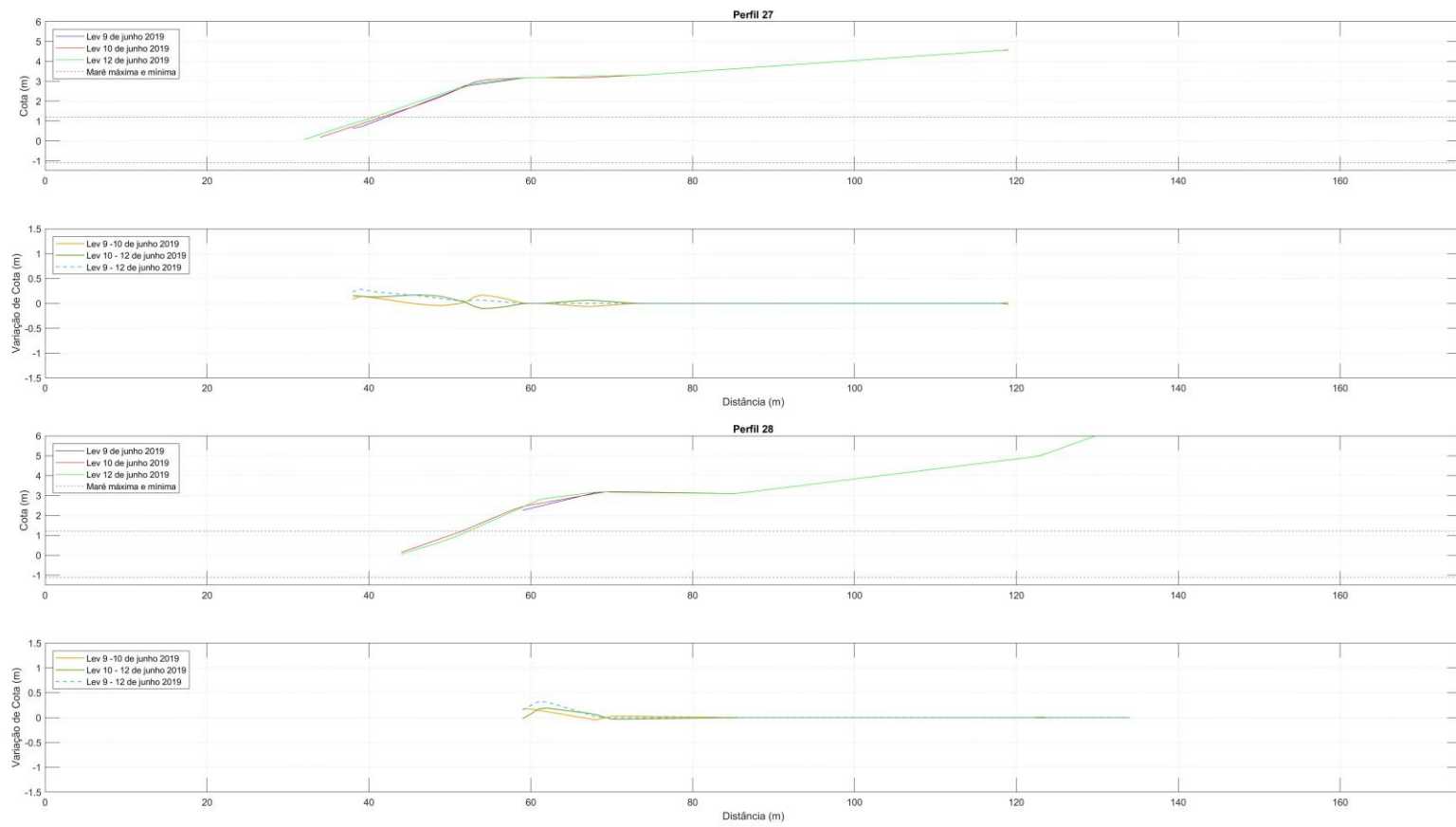


Figura 30 – Análise morfológica dos perfis transversais 27 e 28.

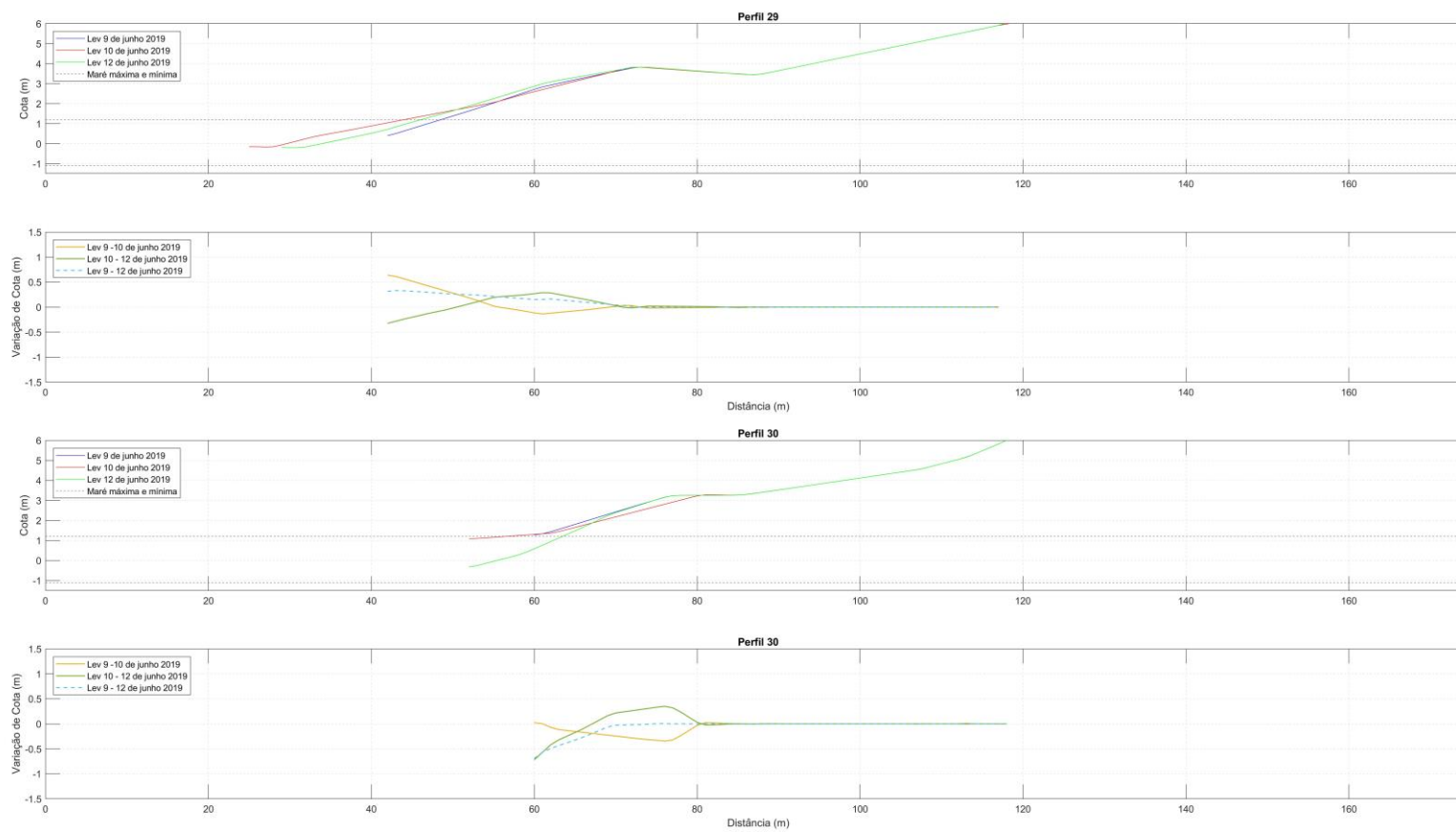


Figura 31 – Análise morfológica dos perfis transversais 29 e 30.

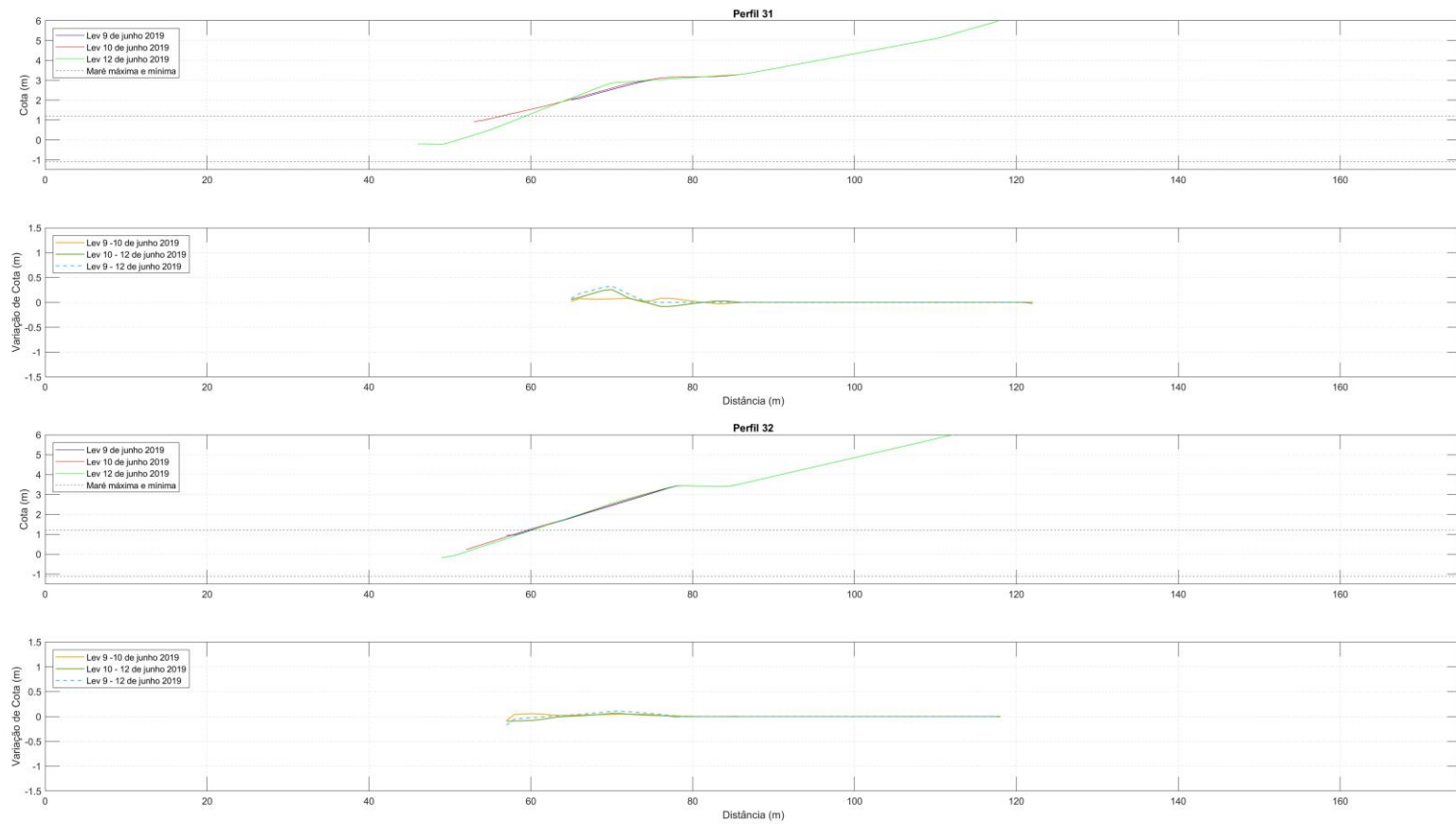


Figura 32 – Análise morfológica dos perfis transversais 31 e 32.

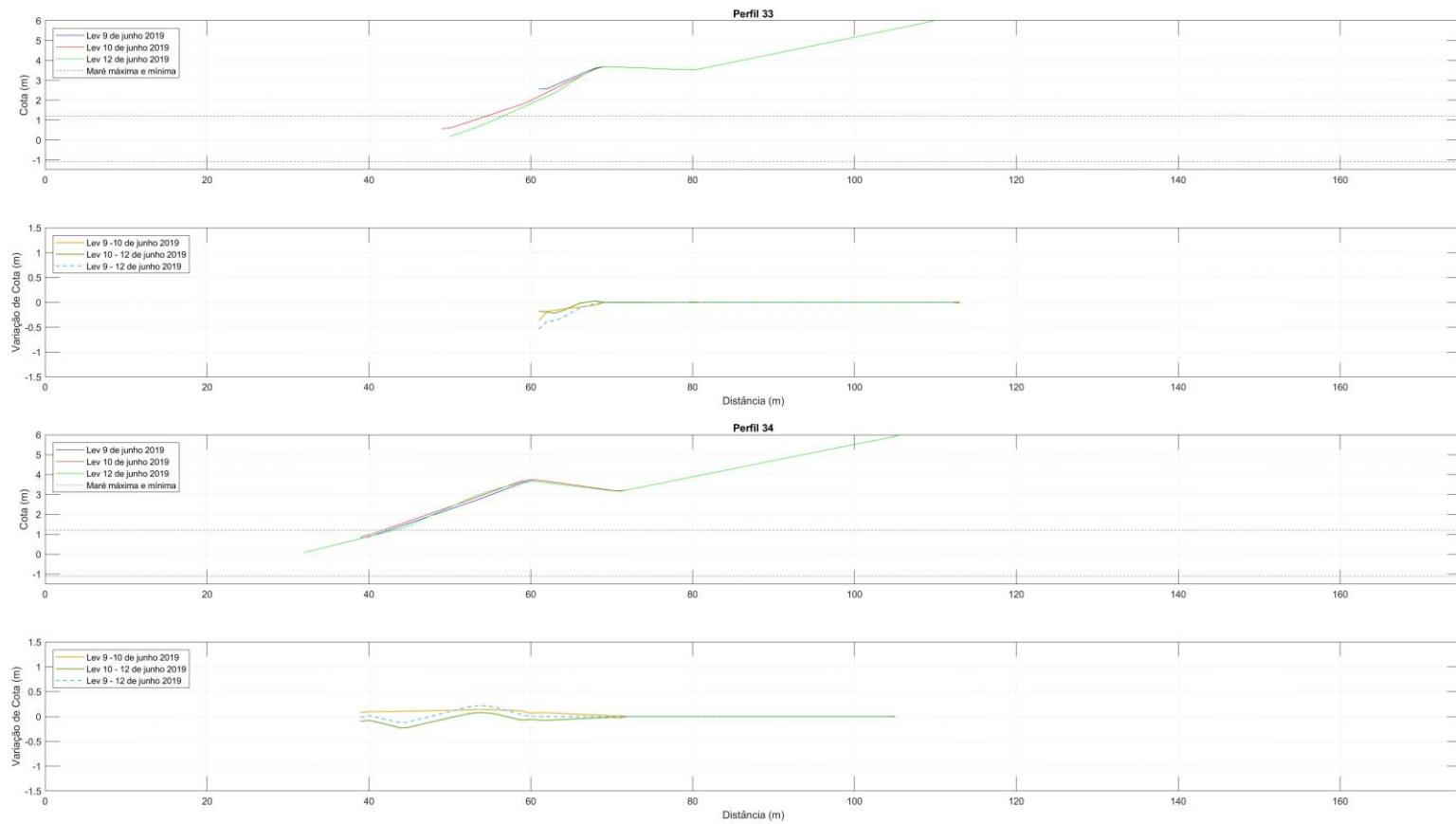


Figura 33 – Análise morfológica dos perfis transversais 33 e 34.

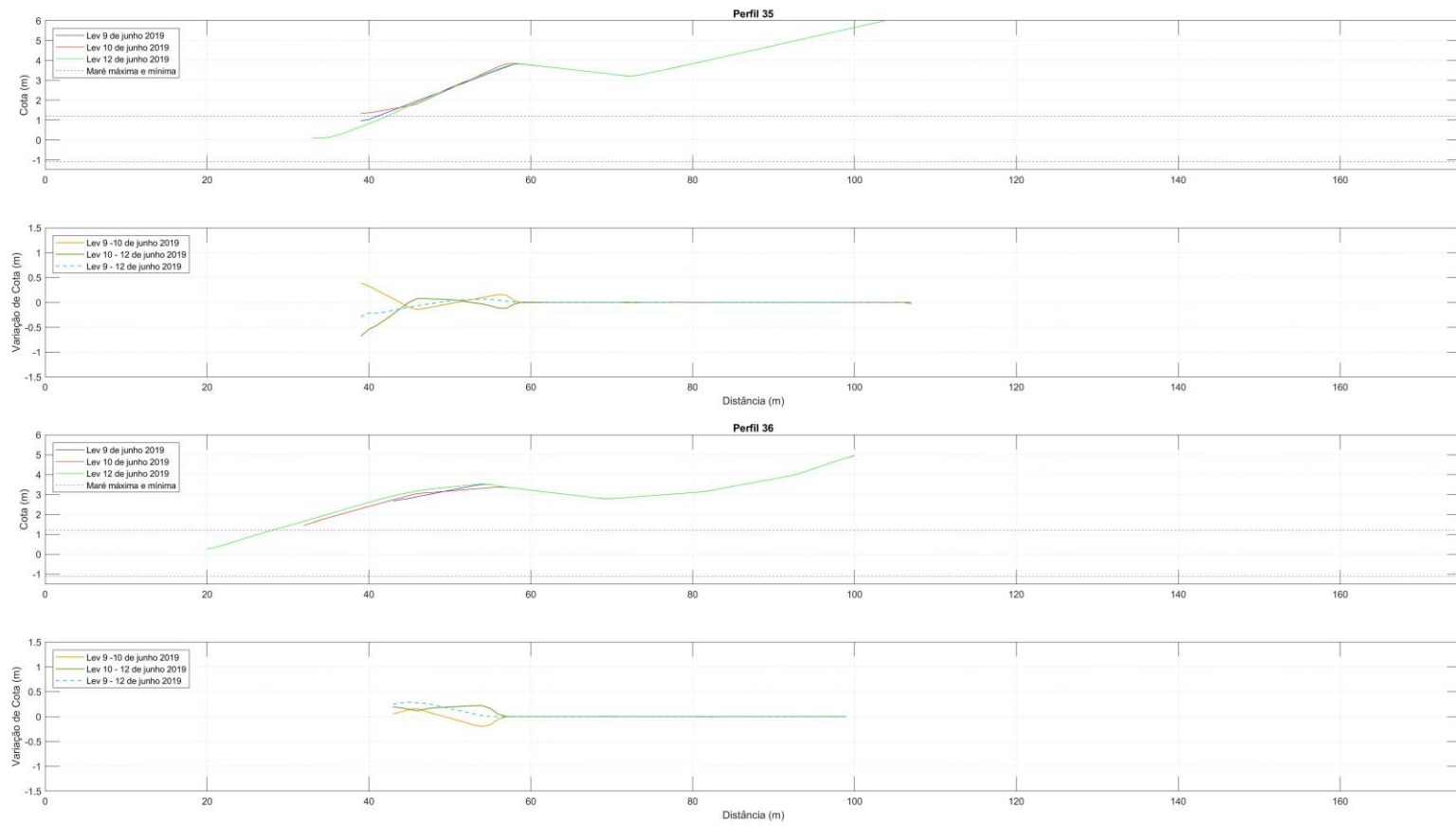


Figura 34 – Análise morfológica dos perfis transversais 35 e 36.

3.2 Avaliação da topografia vs concentração do traçador nas amostras sedimentares

No âmbito da análise sedimentar observou-se, em diversos pontos de amostragem, que o número de partículas de traçador verde presente por amostra sedimentar variava significativamente e em grande parte das amostras não foram detetados qualquer partícula.

Neste contexto, foi realizada uma avaliação com o objetivo de analisar a relação entre a variação topográfica e o número de partículas presente em cada ponto de amostragem. Assim, foram traçados perfis topográficos e inseridas as localizações dos pontos de amostragem, verificando-se que entre a cota do levantamento topográfico que antecede o momento da recolha de amostragem apresentava um desvio padrão de 13 cm entre o levantamento de 9 de julho e as amostragens de dia 10 de julho AMI e AMII, e de 30 cm entre o levantamento de 10 de julho e a amostragem AMII de 11 de julho (Figura 35)

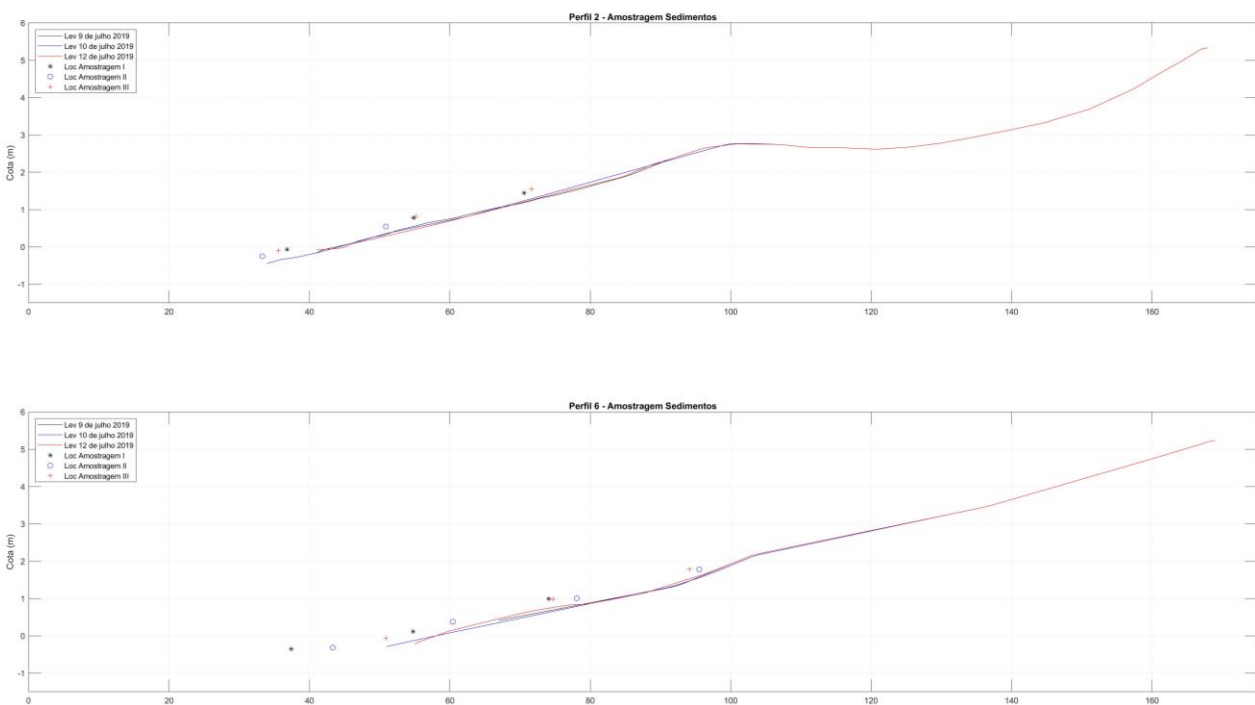


Figura 35 – Localização dos pontos de amostragem relativamente aos perfis topográficos.

Neste âmbito, foi ainda realizada uma avaliação da relação da profundidade e a concentração de traçador por amostragem. Da avaliação realizada não se verifica uma relação direta entre a variação da cota do levantamento topográfico e a concentração de partículas (Figura 36 e Figura 37).

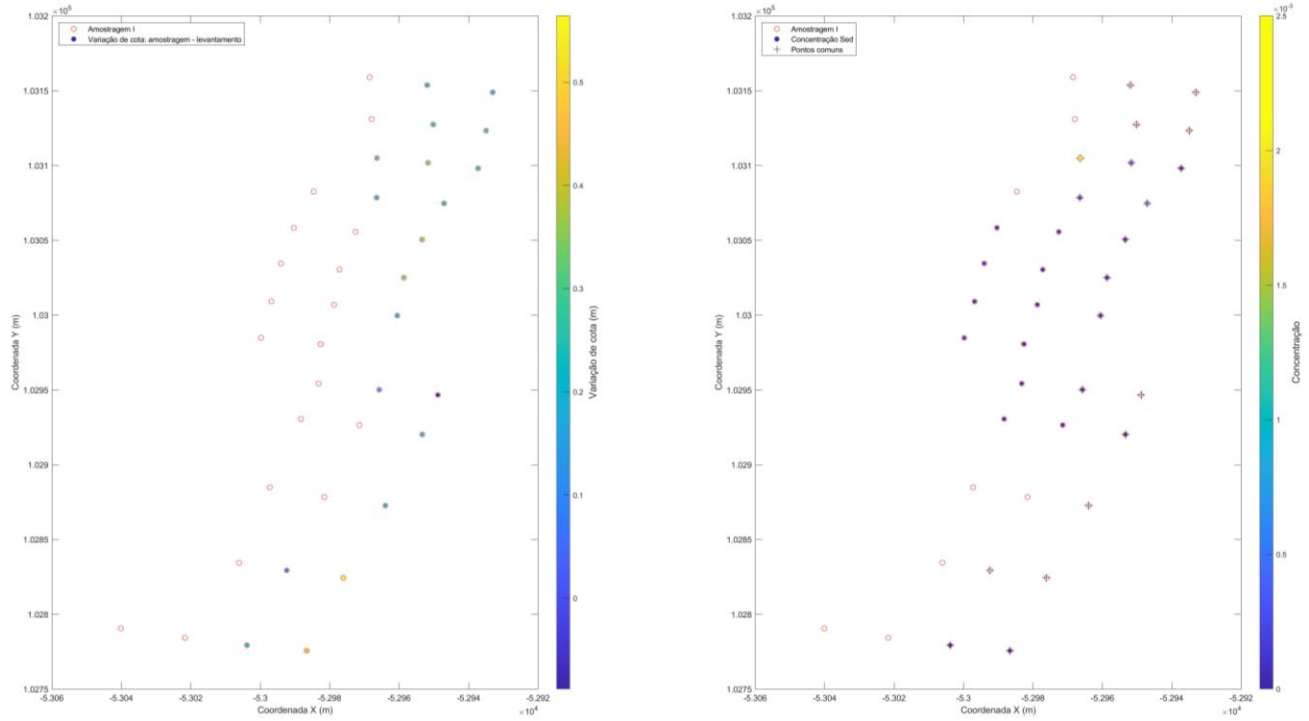


Figura 36 – Avaliação de variação topográfica vs identificação de partículas de traçador na amostragem (AMI).

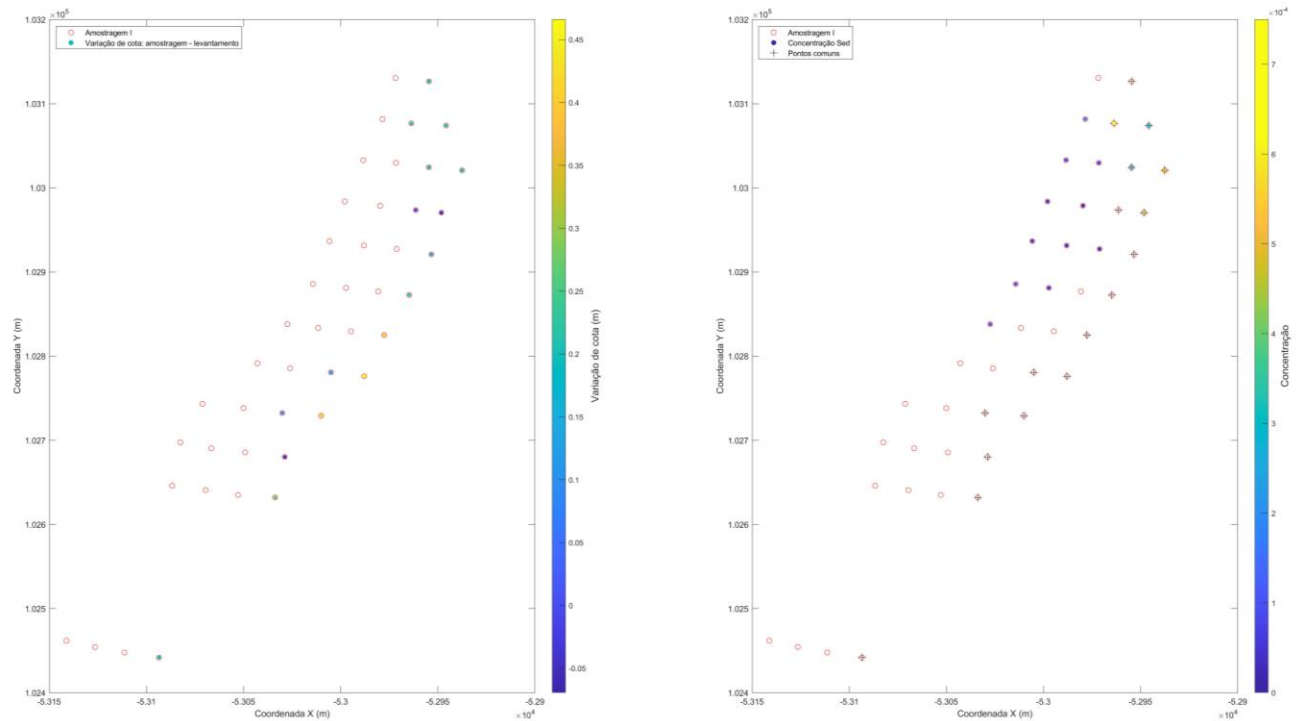


Figura 37 – Avaliação de variação topográfica vs identificação de partículas de traçador na amostragem (AMII).

3.3 Estimativa de caudais de transporte sólido (sedimentos) - Indicador de caudal sólido mínimo

A estimativa de caudais de transporte sólido tem em consideração os pressupostos seguintes:

- Considerando a variação de volume entre dois levantamentos consecutivos, para um determinado período de tempo;
- Considerando que o resultado da variação final resulta das componentes de transporte longitudinal e transversal, não sendo, contudo, possível a diferenciação ambas as componentes;
- Considerando que a variação de volume resulta da variação de volume no domínio de calculo definido (Variação de volume nas fronteiras: $\Delta V_f = Q_{Sed_entrada_f} - Q_{Sed_Saída_f}$);
- Considerando que a variação global do volume da face da praia é definido por: $\Delta V_{global} = \sum_{i=0}^n (Q_{Sed_Entrada_n} - Q_{Sed_Saída_n})$, em que n é o número de fronteiras do domínio de calculo (Figura 38),
- Considerando que a determinação do caudal sedimentar pode ser obtida a partir da expressão $Q_{sed} = \frac{\Delta V_{global}}{\Delta t}$.

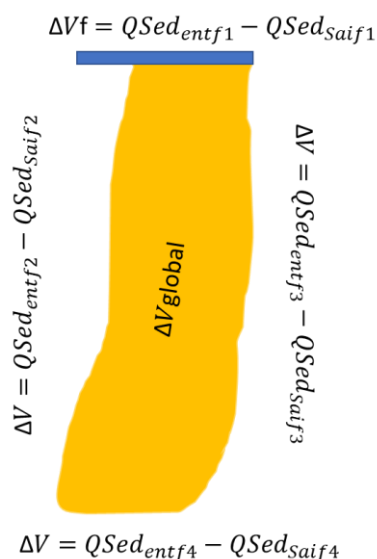


Figura 38 – Representação esquemática para estimar os caudais de transporte sólido.

Partindo destes pressupostos, foram estimados os caudais de transporte sólido para os períodos entre 9 e 10 de julho e 10 e 12 de julho de 2019.

Tabela 5 – Valores estimados de caudais de transporte sólido

Levantamentos	ΔV_{global}	Δt		Total - dt(s)	Qsed (m ³ /s)	Qsed (m ³ /dia)	Qsed (m ³ /mês)
	m ³	horas	min				
09 e 10	795	24	0	86400	0.009	795	23850
10 e 12	2253	48	30	174600	0.013	1115	33447
				Media	0.011	955	28648

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 6, estão dentro do intervalo esperado para o mês de julho quando comparados com resultados obtidos em outros estudos para a costa oeste de Portugal.

3.4 Espraçamento Máximo

Dada a dinâmica sedimentar notada na berma e face da praia superior, foi analisado o espraçamento máximo com o objetivo de compreender a relação entre este fator forçador da dinâmica sedimentar e consequente alteração morfológica observada nos perfis de praia traçados.

O espraçamento máximo pode ser definido como a cota máxima atingida por uma onda, na interação com a praia ou uma estrutura costeira, sendo influenciado pela inclinação da face da praia, e deste modo para a mesma altura de onda a elevação máxima atingida no espraçamento máximo é proporcional à inclinação da face da praia (Figura 39).

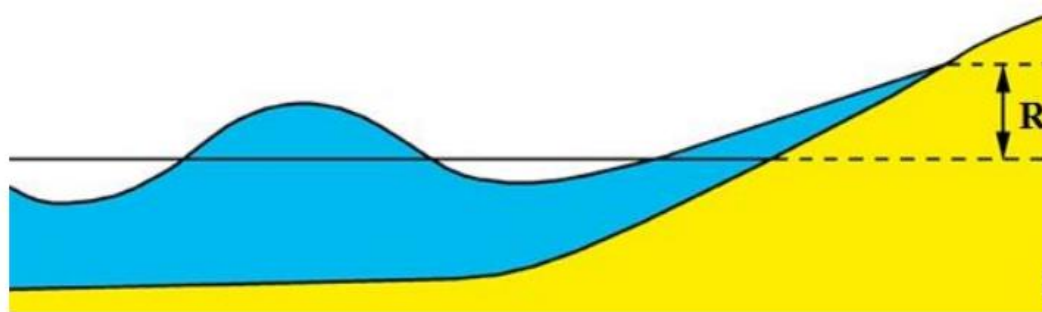


Figura 39 - Representação do espraçamento máximo.

O espraçamento é no geral dado por $R_{2\%}$, que corresponde ao nível vertical medido a partir do nível médio da água do mar, que é excedido pelas ondas incidentes em 2% das vezes.

O cálculo do espraçamento máximo foi realizado através de diferentes formulações, todas elas de carácter empírico (Tabela 6).

Tabela 6 – Expressões adotadas para o cálculo do espraçamento máximo.

Autor	Expressão		
Sallenger (2000)	$R_{2\%} = H_0(0.83\xi_0 + 0.2)$		(1)
	$S_{2\%} = H_0(0.85\xi_0 + 0.06)$	Onde $S_{2\%}$ representa o swash excedido pelas ondas incidentes em 2% das vezes definido por Holman (1986),	(2)
	$R_{high} = R_{2\%} + n_{mean}$	onde n_{mean} é o nível médio do mar obtido considerando a maré astronómica e a maré meteorológica	(3)

Autor	Expressão		
	$R_{low} = R_{high} - S_{2\%}$	R_{low} representa a elevação mínima em que a praia, para a maior parte, está continuamente submersa	(4)
Hunt (1959)	$R_{2\%} = \tan\beta(H \times L_0)^{0.5}$		(5)
Holman (1986)	$R_{2\%} = H_0(0.83\xi + 0.20)$		(6)
Stockdon et al. (2006)	$Ra_{2\%} = 1.1 \times (0.35 \tan\beta \times (H_0 \times L_0)^{0.5} + [(H_0 \times L_0 \times 0.563(\tan\beta)^{0.5} + 0.004)]/2)$ se $\xi \geq 0.3$		(7)
	$Rb_{2\%} = 0.043(H_0 \times L_0)^{0.5}$ se $\xi < 0.3$ praias dissipativas		(8)
Teixeira (2009)	$Ra_{max} = 0.80H_s + 0.62$		(9)
	$Rb_{max} = 1.08H_s \times \xi_0$		(10)

As expressões utilizadas dependem do comprimento de onda ao largo (L_0), ou do número de Iribarren (ξ), definido pela expressão (11), que é influenciado pelo comprimento de onda (L_0) e pela altura de onda ao largo (H_0) ou altura de onda de onda significativa (H_s).

$$\xi = \tan\beta / \left(\frac{H}{H_0}\right)^{0.5} \quad (11)$$

onde a $\tan\beta$ corresponde ao declive da face da praia e o comprimento de onda é definido pela expressão seguinte,

$$L_0 = gT^2 / (2\pi) \quad (12)$$

em que g representa a aceleração da gravidade e T_p o período de pico da onda.

O cálculo do espriamento máximo teve em consideração um declive constante da face da praia entre os intervalos de tempo entre os levantamentos topográficos (Tabela 7).

Tabela 7 – Declive de seis perfis dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha de campo.

Perfil	Declive do levantamento (radianos)			
	08 de julho de 2019	09 de julho de 2019	10 de julho de 2019	12 de julho de 2019
1	0.0399	0.0288	0.0369	0.0465
12	0.1180	0.1164	0.1179	0.1535
13	0.0828	0.0898	0.1204	0.1280
14	0.0928	0.0823	0.1184	0.1438
24	-	0.0970	0.1206	0.1033
34	-	0.0996	0.2149	0.1006

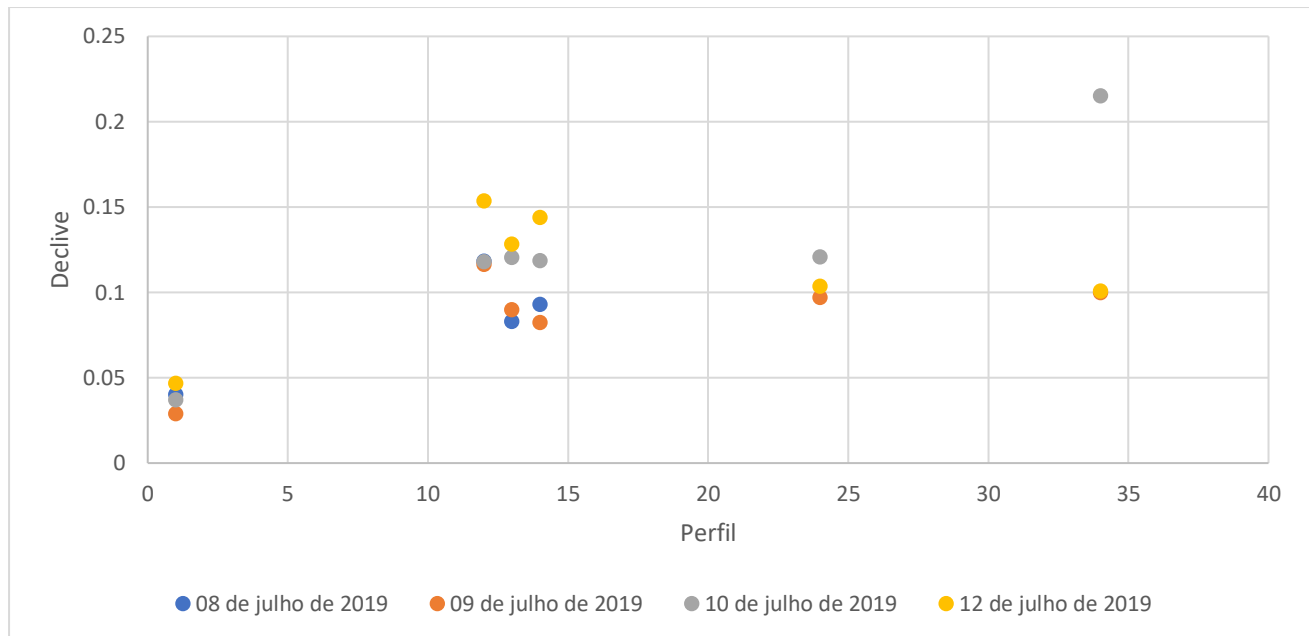


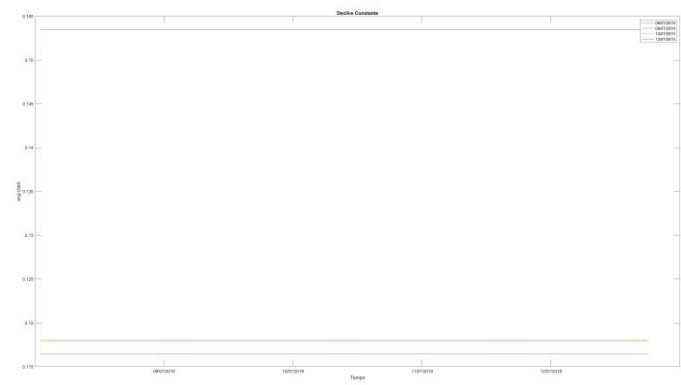
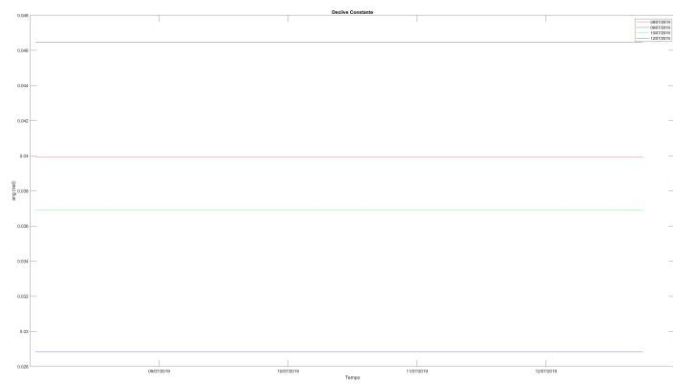
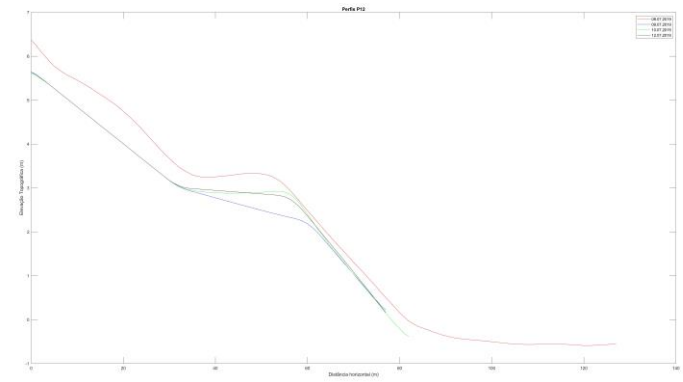
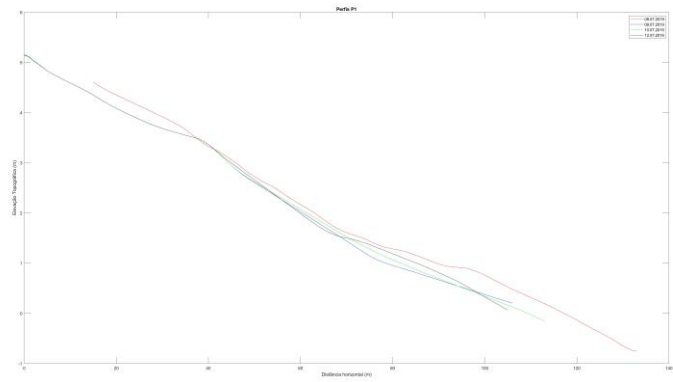
Figura 40 - Declive de seis perfis dos levantamentos topográficos realizados durante a campanha de campo.

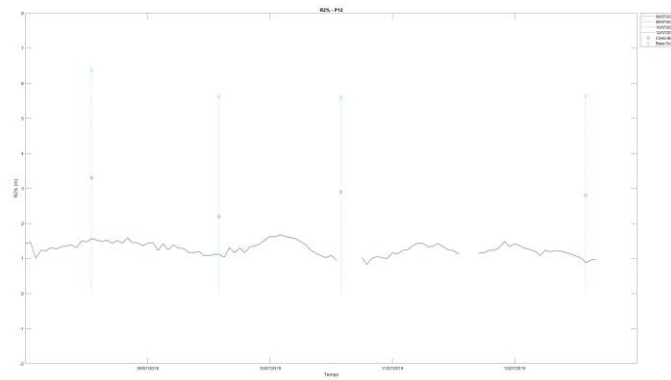
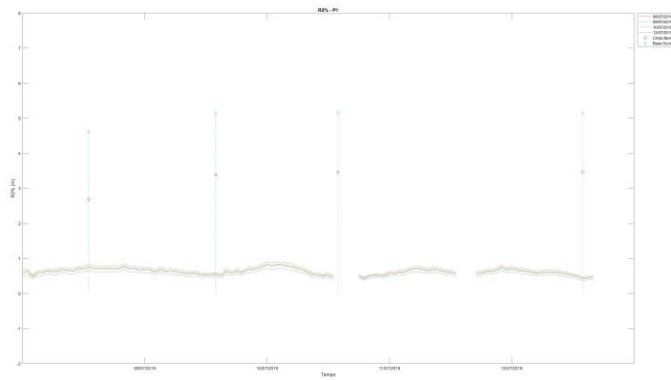
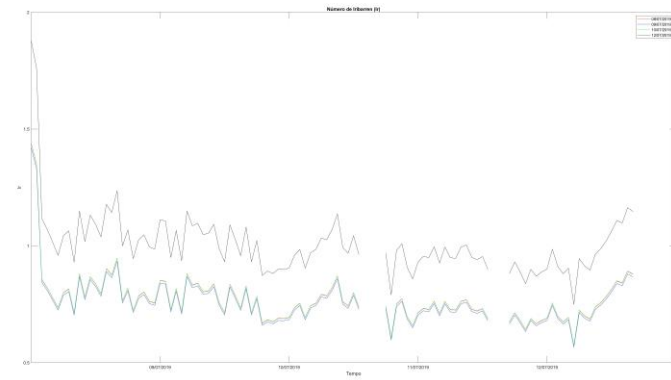
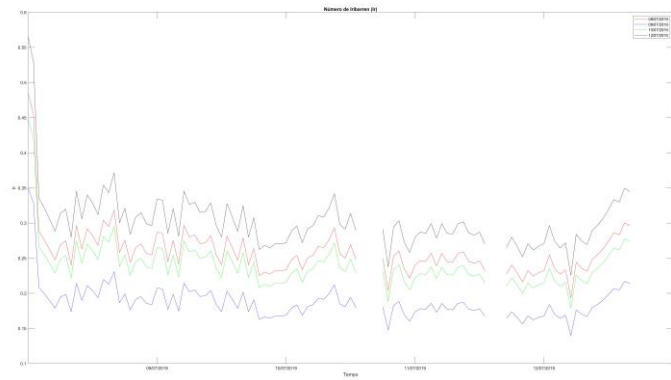
De acordo com a Tabela 7 e a Figura 40, verifica-se que o perfil 1 apresenta um declive suave, de características dissipavas e os restantes perfis apresentam características refletivas com o declive da face da praia a variar entre os 5° – 12°.

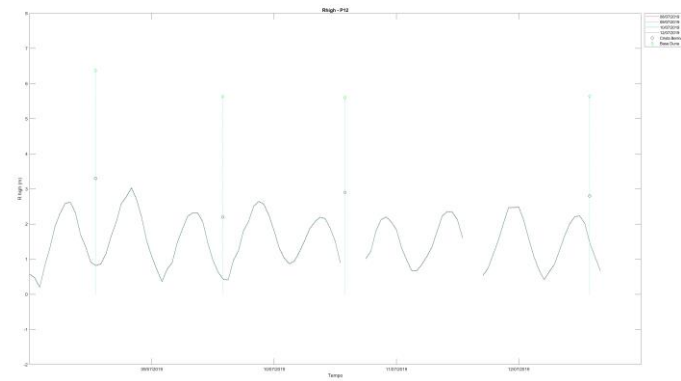
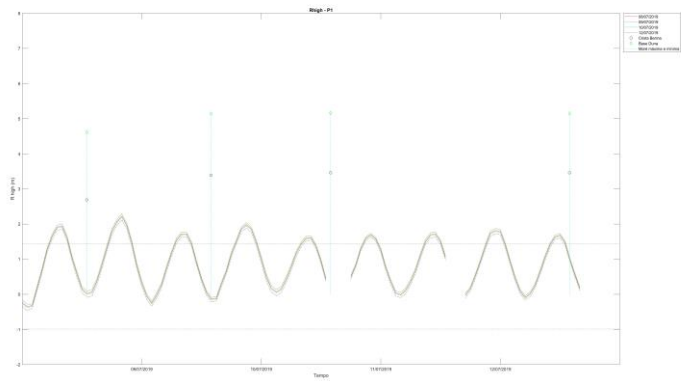
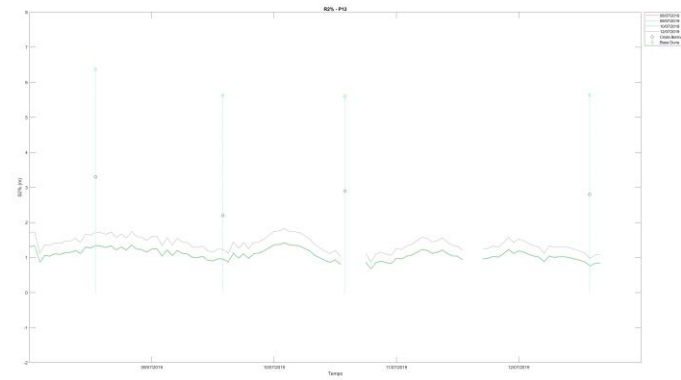
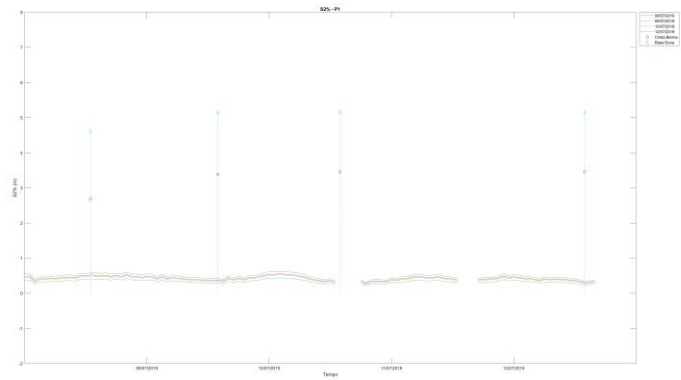
Analisando os resultados obtidos da determinação do espraçamento máximo dos 6 perfis selecionados (Figura 41, Figura 42 e Figura 43), verifica-se que os valores de espraçamento máximo obtidos alcançam a cota da berma, em particular nos perfis 12, 14 e 34, agindo como fator forçador da dinâmica sedimentar. Relativamente ao perfil 13 verifica-se a existência de uma “berma de espraçamento” a uma cota de 2.7 m (NMM), com exceção do levantamento do dia 9 de julho de 2019, área onde se verificam as alterações mais acentuadas do perfil e onde se verifica influência do espraçamento máximo, contribuindo para a alteração dinâmica deste perfil.

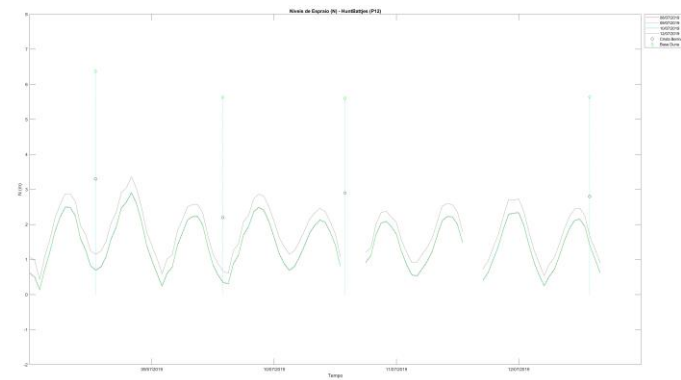
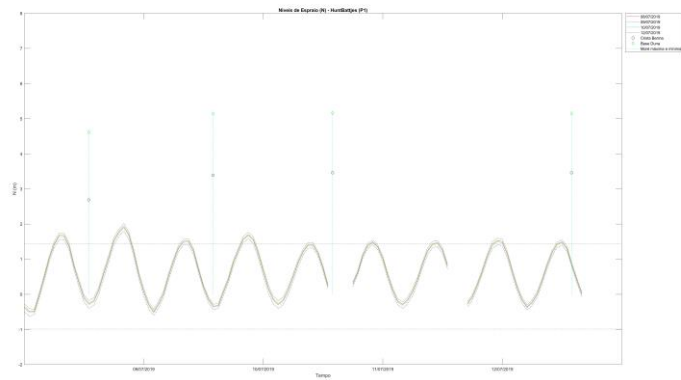
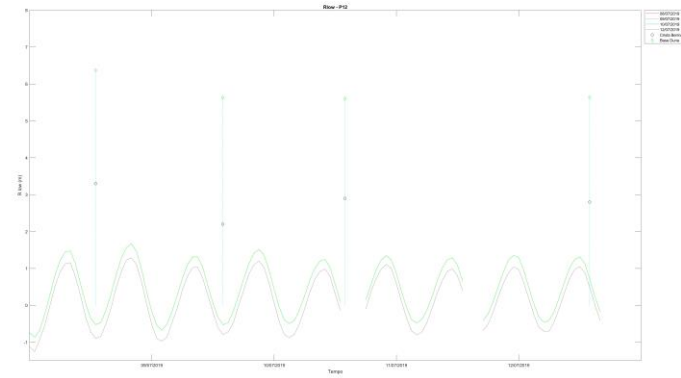
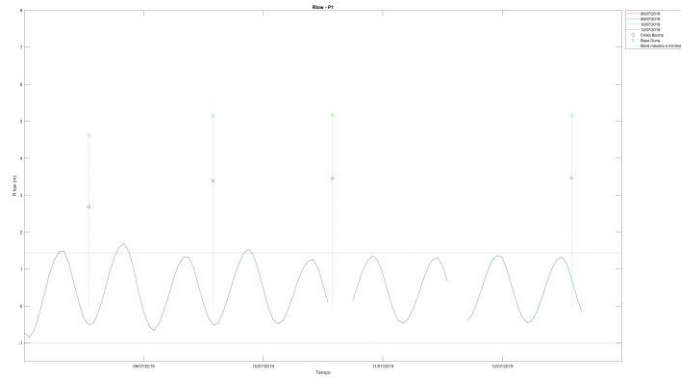
Sandtrack

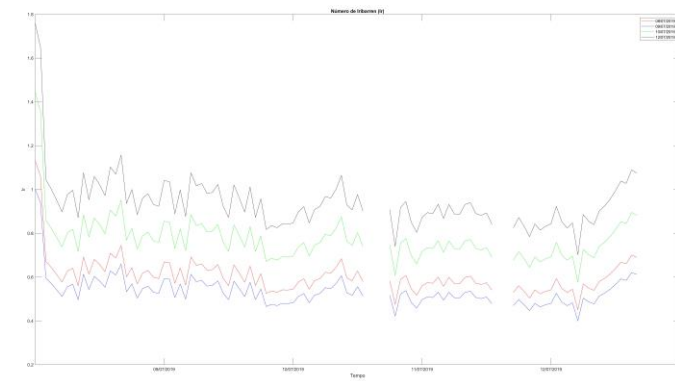
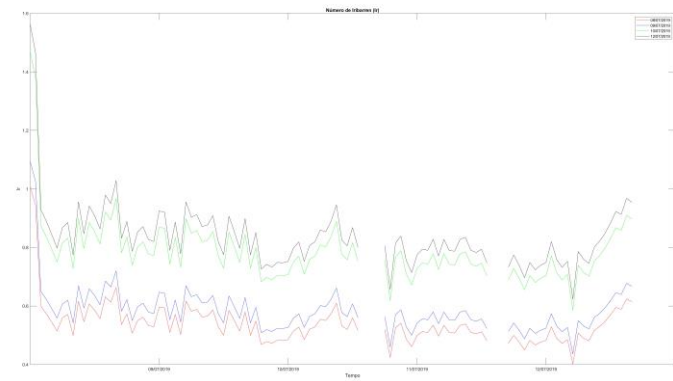
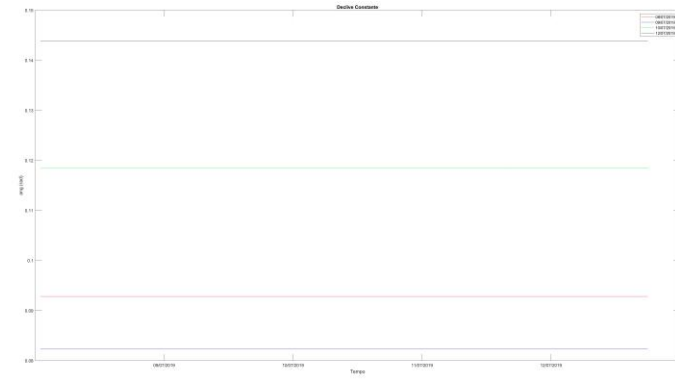
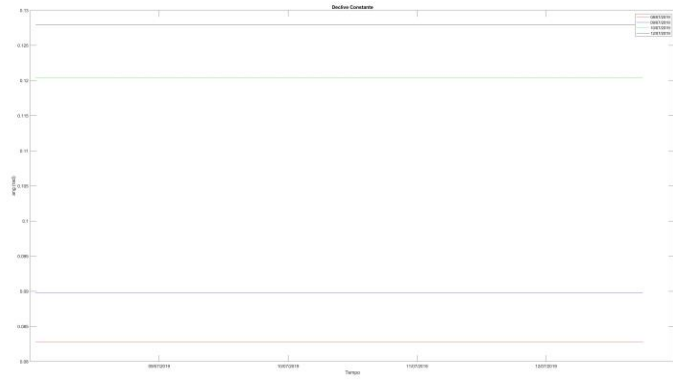
Relatório XX - Análise Levantamentos Topográficos e Sedimentos

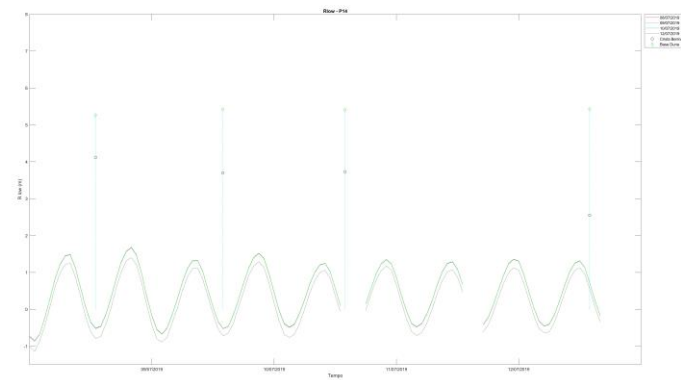
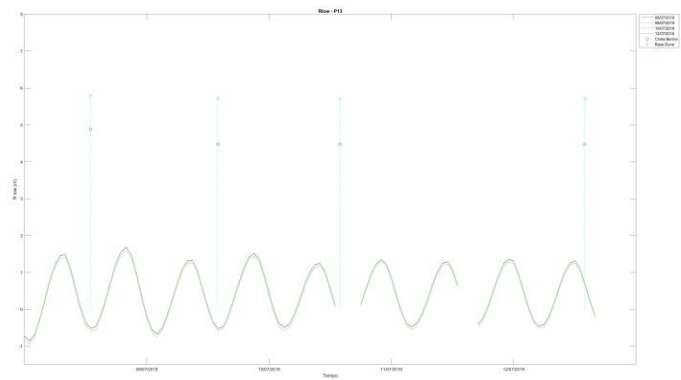
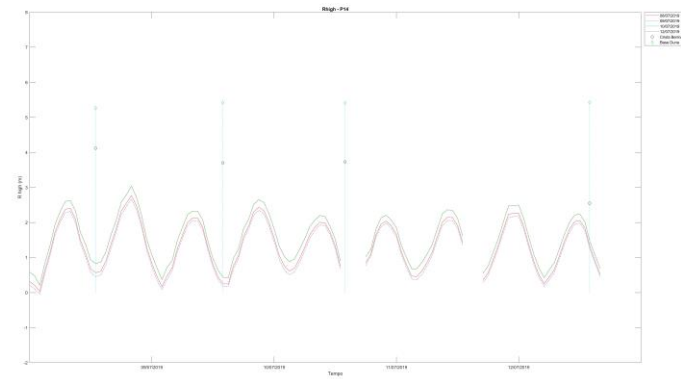
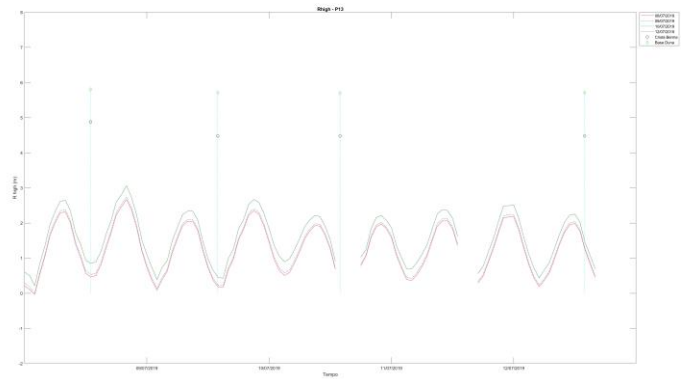


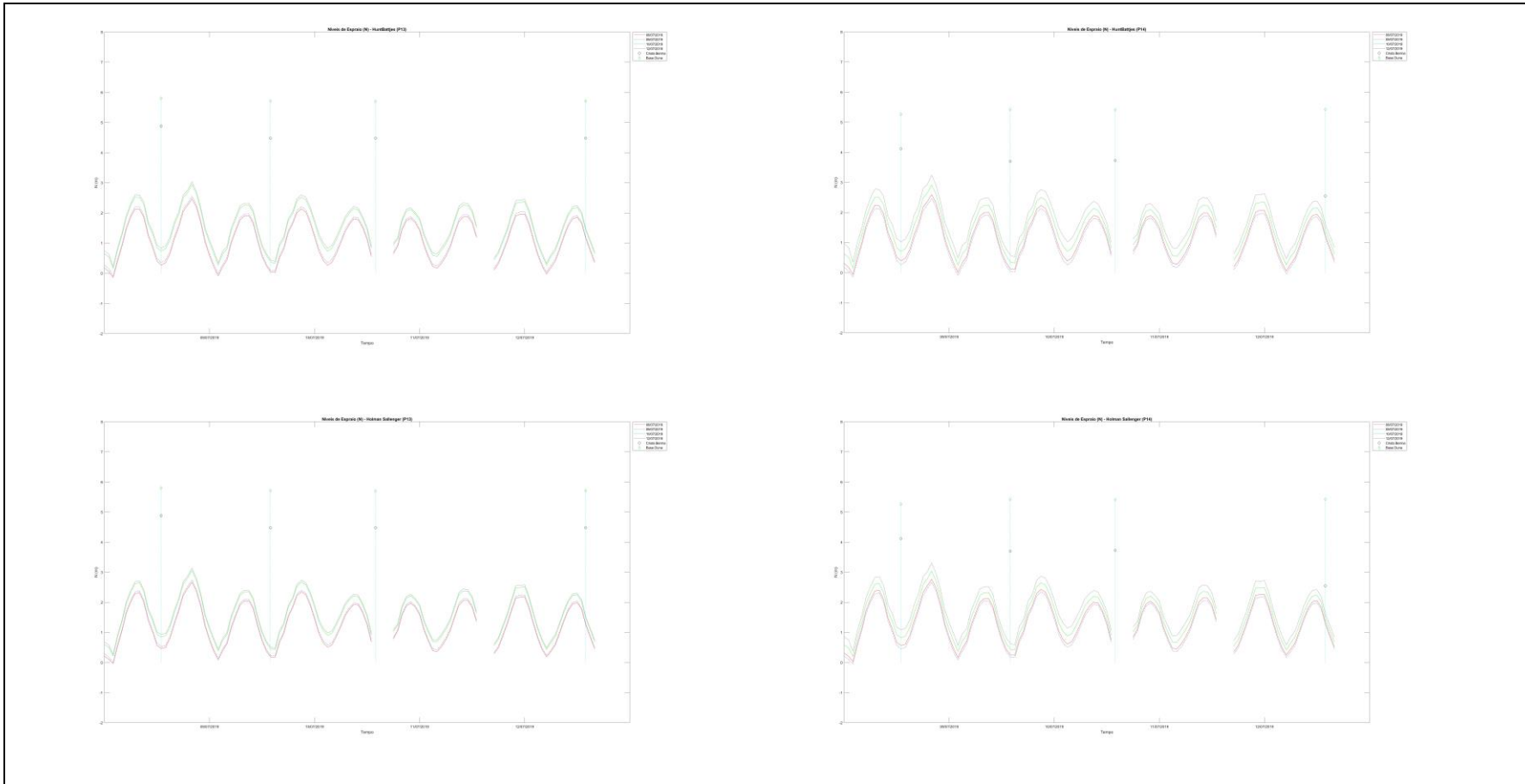












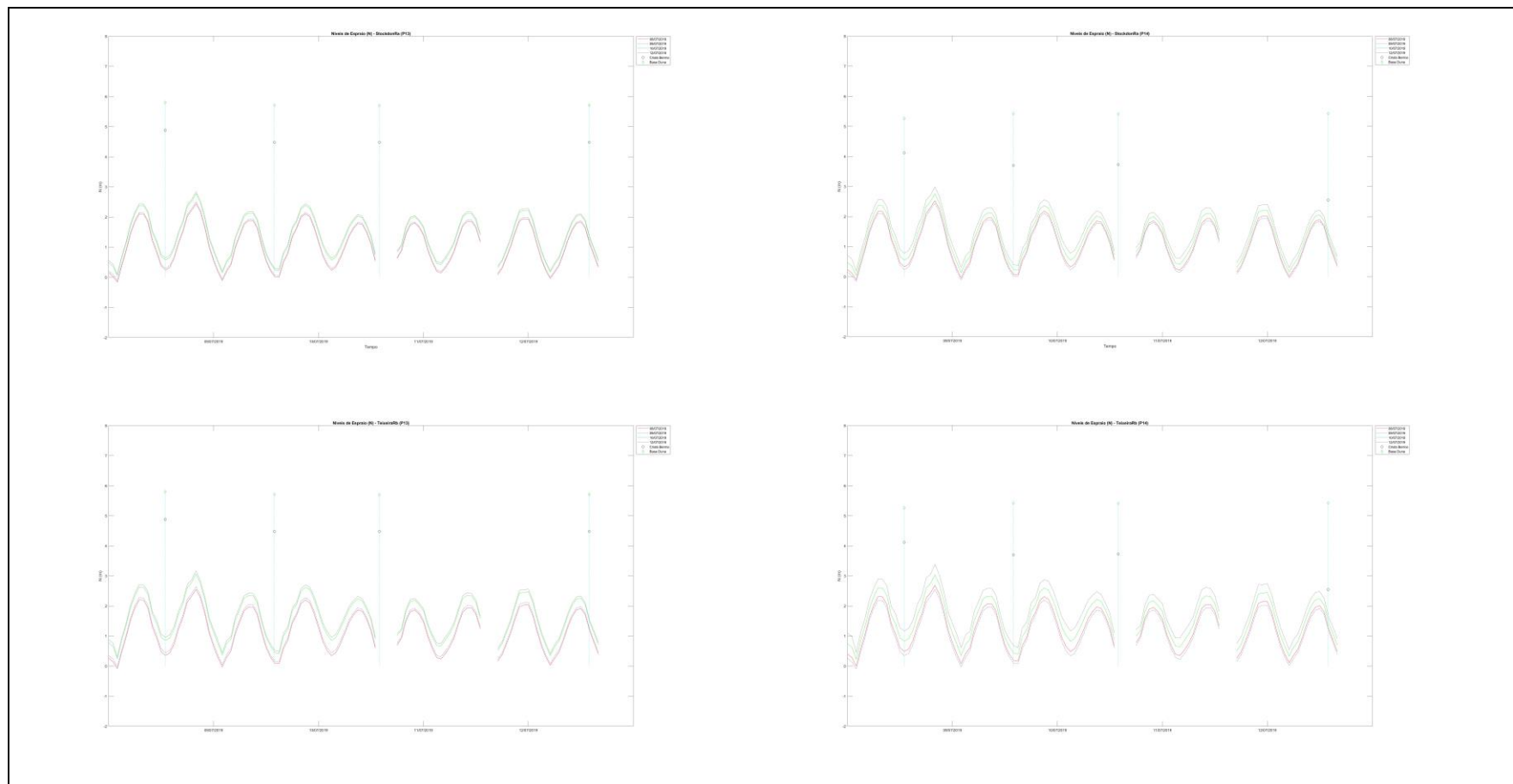
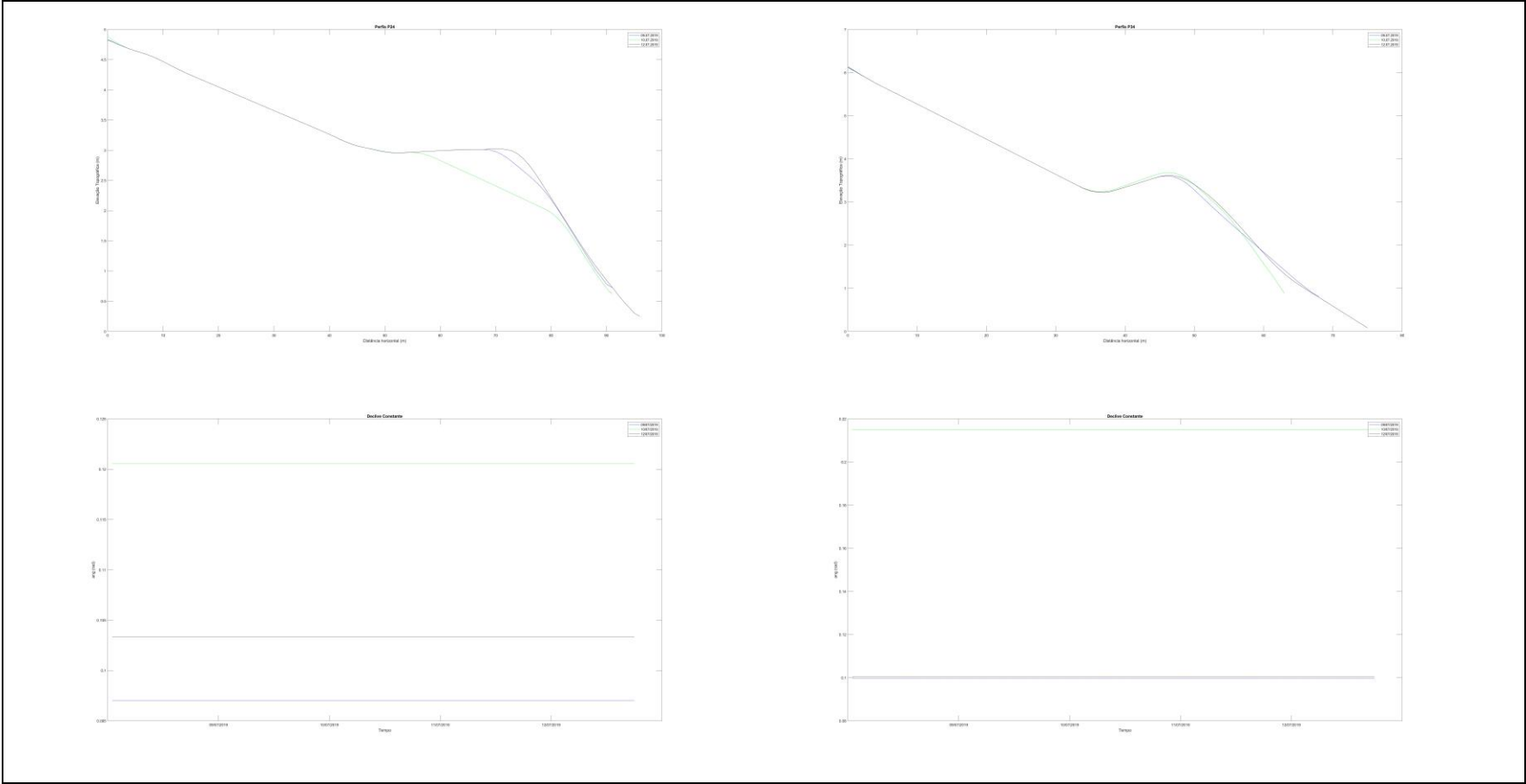
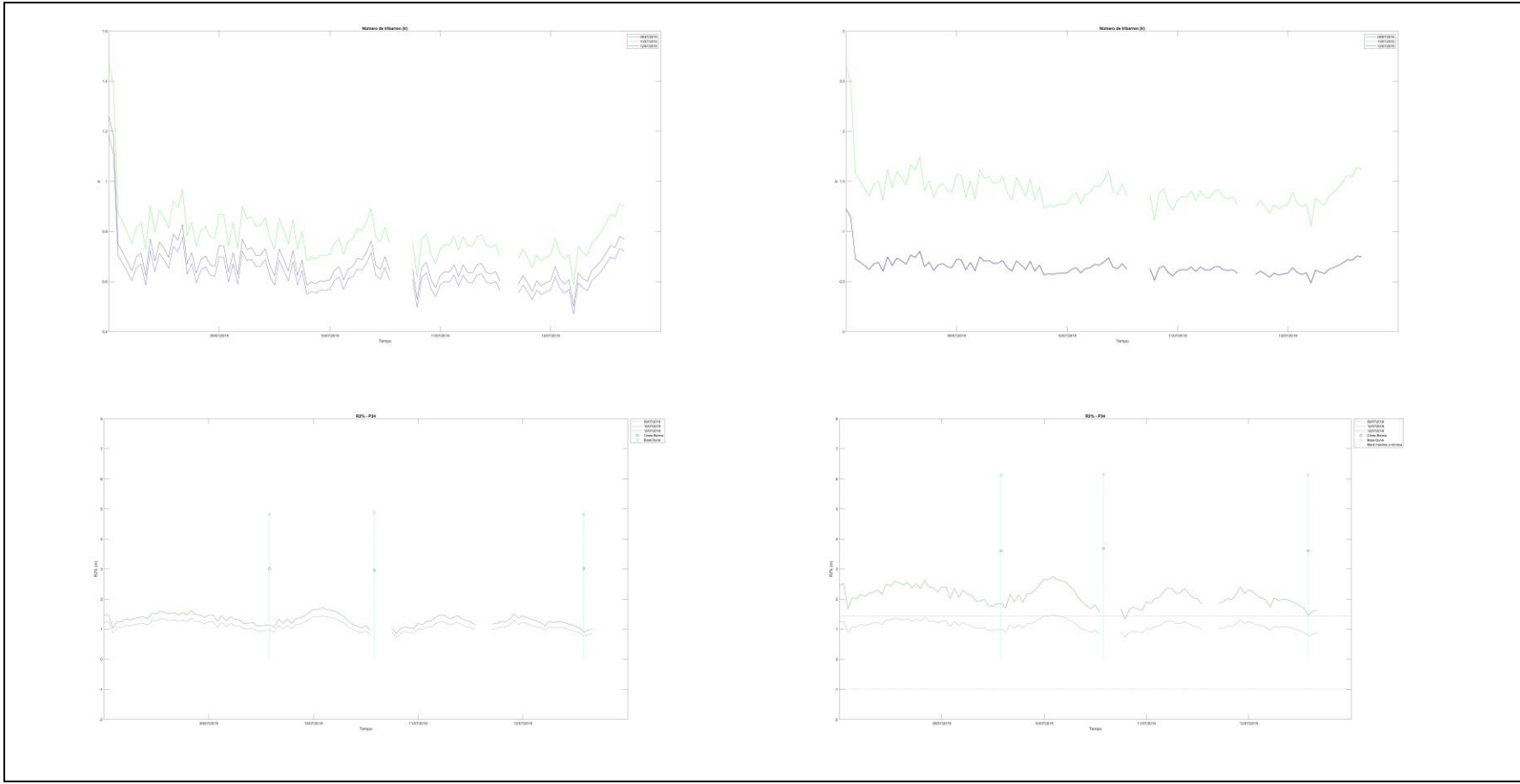
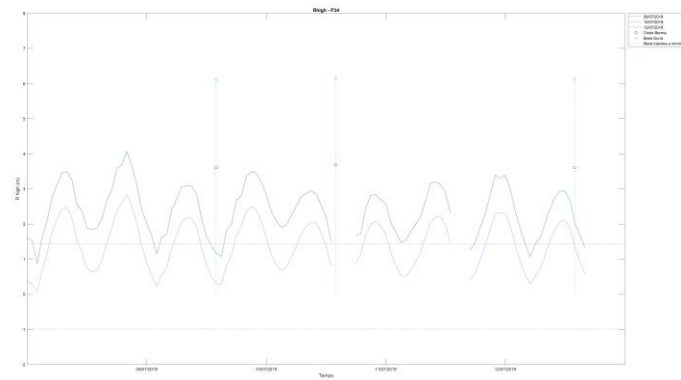
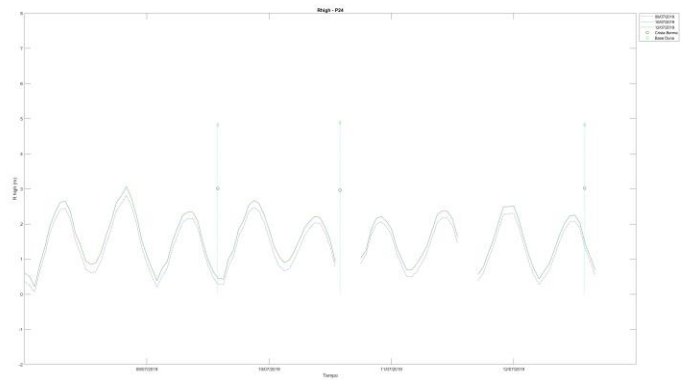
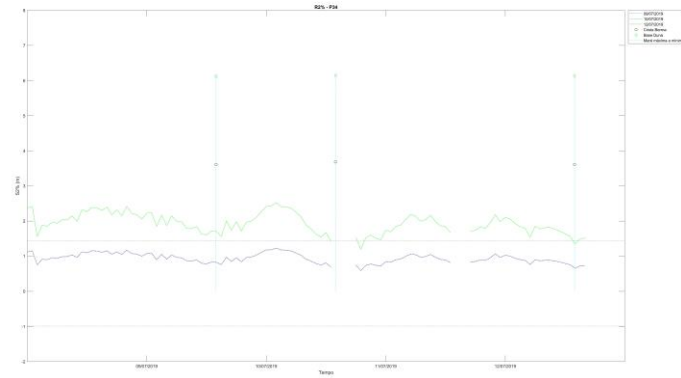
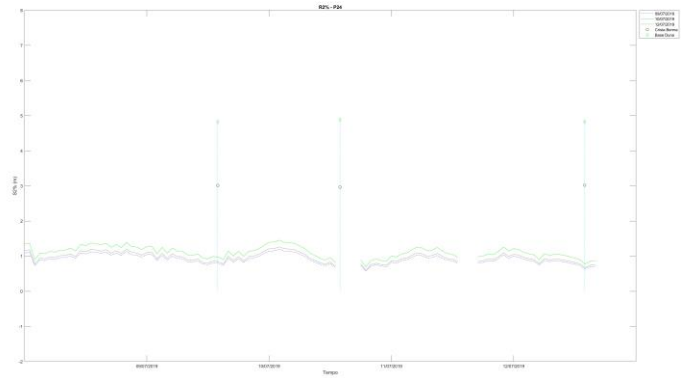
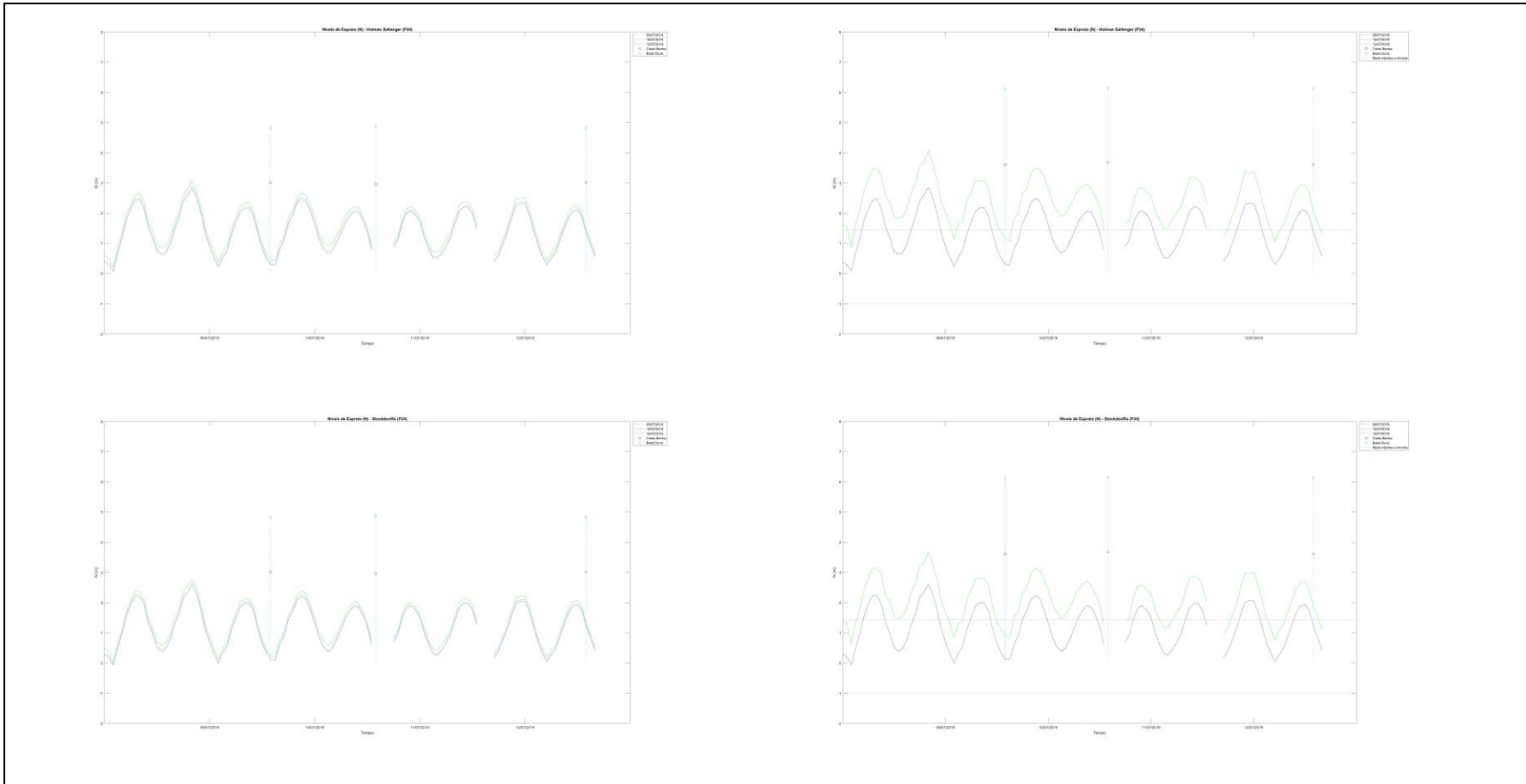


Figura 42 - Determinação do espraiamento máximo para o perfil 13 e perfil 14.









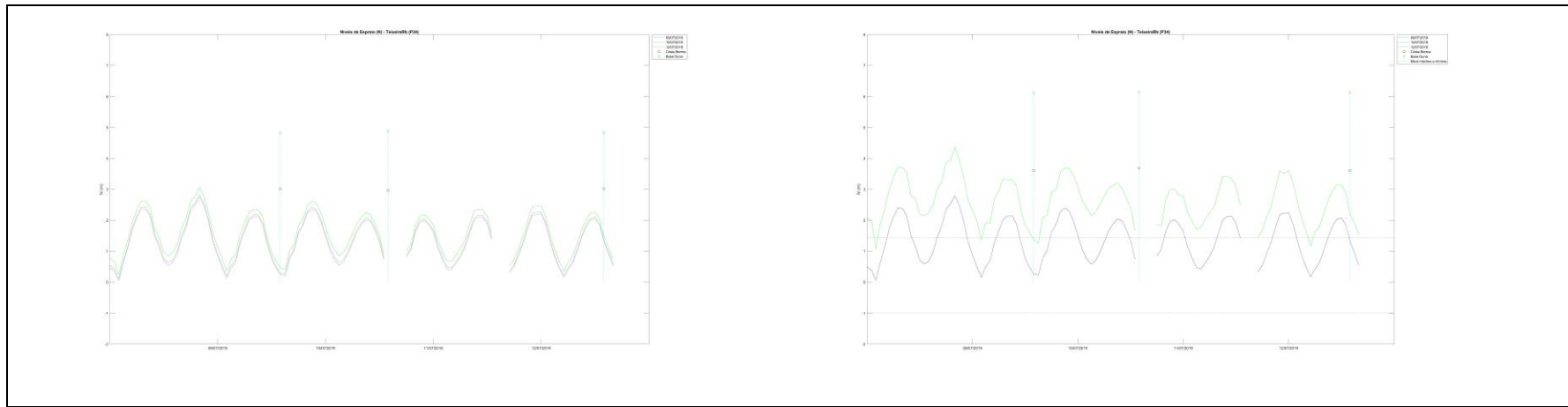


Figura 43 - Determinação do espreiamento máximo para o perfil 24 e perfil 34.

4 Considerações finais

O presente relatório centra-se na análise da praia emersa, em particular da sua variação topo-morfológica, teve em consideração três levantamentos topográficos realizados pelo sistema INSHORE e 1 levantamento a pé, realizado no primeiro dia da campanha.

O conjunto de levantamentos realizados caracteriza-se por um levantamento do terraço de maré, face da praia e praia emersa numa extensão de 1,5 km (8 d julho de 2019), um levantamento global da área de estudo - face da praia/zona intertidal e praia emersa - (9 de julho de 2019) e dois levantamentos parciais da face da praia/zona intertidal (10 e 12 de julho de 2019), com uma extensão de 3.6 km. Os levantamentos parciais tiveram com pressuposto que a zona da alta praia não teve influência da interação das ondas ou eólica, mantendo a sua topografia constante. Neste contexto, e partindo do pressuposto anteriormente referido, os levantamentos parciais foram complementados com a área da praia emersa do levantamento de 9 de julho de 2019.

Da análise deste conjunto de levantamentos conclui-se que ocorreu uma variação de volume entre os diversos levantamentos consecutivos, tendo-se verificado que para a cota de 1,05 e 2 m apresentam, para o levantamento de 8 de julho de 2019 - 9 de julho de 2019, uma redução da área e respetiva redução de volume, constando-se uma tendência erosiva. Comparando os levantamentos de 9 de julho -10 de julho e este com o de 12 de julho, verifica-se uma recuperação do valor da área e do volume apresentando uma tendência de acreção e de estabilização.

Verifica-se ainda que as alterações morfológicas de maior relevância ocorrem na berma e na face de praia superior. Esta alterações morfológicas apresentam o seu valor mínimo e máximo nos perfis 13 e 14, cuja diminuição de cota atinge os -0,97 m e os -1,7 m entre o levantamento de 8 de julho e 9 de julho, verificando-se uma recuperação entre o levantamento de 9 de julho e o de 10 de julho com uma subida da cota de 0,75 m e de 1,7 m, respetivamente.

Em relação ao número de partículas por amostra e a variação topográfica, não se verifica uma correspondência direta entre a erosão ou acreção e a variação de concentração de partículas por amostra. No que respeita à estimativa do caudal sólido, observa-se que os valores obtidos estão dentro do intervalo esperado para o mês de julho quando comparados com resultados obtidos em outros estudos para a costa oeste de Portugal.

Relativamente ao espraio máximo, verifica-se que o perfil 1 apresenta um declive suave, de características dissipavas e os restantes perfis apresentam características refletivas com o declive da face da praia a variar entre os 5° – 12°, o que influencia a cota máxima de espraio. Com base nos cálculos realizados, recorrendo a expressões empíricas, os valores obtidos alcançam a cota da berma, em particular nos perfis 12, 14 e 34, agindo como fator forçador da dinâmica sedimentar. Relativamente ao perfil 13 verifica-se a existência de uma “berma de espraio” a uma cota de 2.7 m (NMM), com exceção do levantamento do dia 9 de julho de 2019, área onde se verificam as alterações mais acentuadas do perfil e onde se verifica influência do espraio máximo, contribuindo para a alteração morfológica deste perfil.

5 References

- Baptista, P., Bernardes, C., Cunha, T.R. 2011. The validation analysis of the INSHORE system-a precise and efficient coastal survey system. *Environmental Monitoring Assessment* 179, 589- 604. doi: 10.1007/s10661-010-1765-0.
- Carapuço, A. Mafalda & Taborda, Rui & Silveira, Tanya & Psuty, Norbert & Andrade, Cesar & Freitas, Maria. (2016). Coastal geoindicators: Towards the establishment of a common framework for sandy coastal environments. *Earth-Science Reviews*. 154. 10.1016/j.earscirev.2016.01.002.
- Holman, R. A. (1986). Extreme Value Statistics for wave Runup on a natural beach. *Coastal Engineering*, 527-544.
- Hunt, I. A. (1959). Design of seawalls and breakwaters. *Journal of Waterways and Harbours Division*, 85, 123-152.
- Lopes C, (2016). Flood Risk Assessment in Ria de Aveiro Under Present and Future Scenarios. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Física, 258 p.
- Sallenger, A. H. (2000). *Storm impact scale for barrier islands*. *Journal of Coastal Research*, 16(3):860-895.
- Stockdon, H. F., Holman, R. A., Howd, P. A. e Sallenger Jr., A. H. (2006). *Empirical parameterization of setup, swash, and runup*. *Coastal Engineering*, 53, 573-588.
- Teixeira, S. B. (2009). *Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral sul do Algarve*. Administração da Região Hidrográfica do Algarve, Faro.