



**LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL**

**SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÕES EM ZONAS COSTEIRAS E PORTUÁRIAS**

**PTDC/AAC-AMB/120702/2010**

**ANÁLISE TEMPORAL DE REGISTOS DA ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE LIVRE E DE VELOCIDADE EM  
ENSAIOS EXPERIMENTAIS**

**Lisboa, junho de 2014**

**Relatório HIDRALERTA 02/2014**



## ÍNDICE DO TEXTO

1.	INTRODUÇÃO .....	7
2.	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS .....	8
2.1.	Condições experimentais .....	8
2.2.	Equipamento de medição.....	9
2.2.1.	Sondas de altura de onda, baseadas em condutividade .....	9
2.2.2.	ADV - Vectrino.....	10
2.3.	Condições de agitação incidente .....	12
2.4.	Geração de ondas .....	13
2.5.	Registo de dados das sondas.....	15
2.6.	Procedimentos dos ensaios.....	15
3.	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS .....	17
3.1.	Série da elevação da superfície livre.....	17
3.1.1.	Nível de água de 18 cm.....	18
3.1.2.	Nível de água de 27.8 cm.....	23
3.2.	Séries temporais da velocidade das partículas.....	28
3.2.1.	Nível de água de 18 cm.....	28
3.2.2.	Nível de água de 27.8 cm.....	40
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	52
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
	ANEXO A.....	
	ANEXO B.....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Canal (à esquerda); gerador de ondas irregulares (à direita).....	8
Figura 2 – Canal de ondas: Planta e perfil longitudinal.....	8
Figura 3 - Características geométricas da sonda Wave-Height Sensor (WHS) mark III.....	9
Figura 4 – a) Sonda junto ao batedor; b) Sonda junto ao ADV.....	10
Figura 5 – Características geométricas do ADV Vectrino.....	11
Figura 6 – a) Sonda do ADV; b) sonda de nível do ADV e Vectrino.....	11
Figura 7 – Posicionamento do ADV em planta.....	12
Figura 8 – Sistema de geração das ondas: a) Batedor de ondas; b) Computador de geração do sinal (CPU1); c) Painel de atuação do gerador.....	13
Figura 9 – Série temporal da diferença de potencial da onda gerada.....	14
Figura 10 – Onda a ser gerada pelo batedor.....	14
Figura 11 – Computador de aquisição de sinal a 25 Hz (CPU2).....	15
Figura 12 – Ensaio em curso.....	16
Figura 13 – Sinais da sonda de nível ao largo (a vermelho) e da sonda de nível do ADV (a branco)...	17
Figura 14 – Elevação da superfície livre registada na sonda de nível ao largo, durante 60 segundos, desde o instante $t=200$ s até ao instante $t=260$ s, para uma onda gerada com $T=7.0$ s e $H=125$ cm.	17
Figura 15 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T5H05.....	18
Figura 16 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T9H05.....	19
Figura 17 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T10H05.....	19
Figura 18 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1_25.....	20
Figura 19 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1_5.....	21
Figura 20 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T11H2.....	22
Figura 21 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T5H05.....	23
Figura 22 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T9H05.....	24
Figura 23 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T10H05.....	24
Figura 24 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1_25.....	25
Figura 25 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1_5.....	26
Figura 26 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T11H2.....	27
Figura 27 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T5H05.....	28
Figura 28 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T5H05.....	29
Figura 29 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T5H05.....	29
Figura 30 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T9H05.....	30
Figura 31 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T9H05.....	31
Figura 32 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T9H05.....	31
Figura 33 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T10H05.....	32
Figura 34 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T10H05.....	33
Figura 35 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T10H05.....	33
Figura 36 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1_25.....	34
Figura 37 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1_25.....	35
Figura 38 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1_25.....	35
Figura 39 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1_5.....	36



Figura 40 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1_5 .....	37
Figura 41 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1_5 .....	37
Figura 42 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T11H2 .....	38
Figura 43 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T11H2 .....	39
Figura 44 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T11H2 .....	39
Figura 45 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T5H05 .....	40
Figura 46 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T5H05 .....	41
Figura 47 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T5H05 .....	41
Figura 48 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T9H05 .....	42
Figura 49 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T9H05 .....	43
Figura 50 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T9H05 .....	43
Figura 51 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T10H05 .....	44
Figura 52 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T10H05 .....	45
Figura 53 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T10H05 .....	45
Figura 54 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1_25 .....	46
Figura 55 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1_25 .....	47
Figura 56 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1_25 .....	47
Figura 57 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1_5 .....	48
Figura 58 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1_5 .....	49
Figura 59 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1_5 .....	49
Figura 60 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T11H2 .....	50
Figura 61 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T11H2 .....	51
Figura 62 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T11H2 .....	51

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Especificações técnicas da sonda de nível da sonda <i>Wave-Height Sensor (WHS)</i> mark III. .....	10
Quadro 2 – Especificações técnicas do ADV Vectrino. ....	12
Quadro 3 – Combinações de períodos e alturas de onda utilizadas nos ensaios. ....	13
Quadro 4 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T5H05;T9H05;T10H05 .....	18
Quadro 5 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T7H1_25 .....	20
Quadro 6 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T7H1_5 .....	21
Quadro 7 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T7H1_5 .....	22
Quadro 8 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T5H05;T9H05;T10H05.....	23
Quadro 9 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T7H1_25 .....	25
Quadro 10 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T7H1_5 .....	26
Quadro 11 – Alturas de onda significativa, $H_s$ , registadas – T7H1_5 .....	27
Quadro 12 – Velocidades registadas – T5H0_5 .....	28
Quadro 13 – Velocidades registadas – T9H0_5 .....	30
Quadro 14 – Velocidades registadas – T10H0_5.....	32
Quadro 15 – Velocidades registadas – T7H1_25.....	34
Quadro 16 – Velocidades registadas – T7H1_5 .....	36
Quadro 17 – Velocidades registadas – T11H2 .....	38
Quadro 18 – Velocidades registadas – T5H0_5 .....	40
Quadro 19 – Velocidades registadas – T9H0_5 .....	42
Quadro 20 – Velocidades registadas – T10H0_5.....	44
Quadro 21 – Velocidades registadas – T7H1_25.....	46
Quadro 22 – Velocidades registadas – T7H1_5 .....	48
Quadro 23 – Velocidades registadas – T11H2 .....	50

## AGRADECIMENTOS

Agradece-se a Rui Reis, João Fernandes, AVaz e MCastro pela realização dos ensaios.

Agradece-se o financiamento de:

- Projeto HIDRALERTA - Sistema de previsão e alerta de inundações em zonas costeiras e portuárias, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (contrato PTDC/AAC-AMB/120702/2010).
- Bolsa de doutoramento financiada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/64497/2009).
- (Projeto EROS – Erosion of Rocky Shores – differences in protection promoted by sandy beaches and shoreplatforms” financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PTDC/CTEGIX/111230/2009).



## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo a análise temporal de dados de elevação da superfície livre e de velocidade obtidos nos ensaios em modelo físico realizados no longo do canal de ondas irregulares do LNEC, para várias condições de agitação incidente regular sobre um fundo rugoso. Assim foi efetuado:

- Análise temporal da série de valores de elevação da superfície livre para cada condição de agitação e ao longo da posição em x do canal através da utilização do programa ANOIAGI (Fortes et al., 2010);
- Análise temporal da série de valores de velocidade das partículas para cada condição de agitação e ao longo da posição em x do canal através da utilização do programa ANOIAGI (Fortes et al., 2010);

Este trabalho insere-se no âmbito do Projeto HIDRALERTA - Sistema de previsão e alerta de inundações em zonas costeiras e portuárias, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (contrato PTDC/AAC-AMB/120702/2010), no qual a ferramenta de cálculo ANOIAGI é muito utilizada.

O projeto está a ser desenvolvido no LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil em conjunto com a Universidade Nova de Lisboa (Faculdade de Ciências e Tecnologia e Faculdade de Ciências Sociais e Humanas) e a Universidade dos Açores, e tem como principal objetivo desenvolver o Sistema de Previsão e Alerta de Inundações em Zonas Costeiras e Portuárias HIDRALERTA. Em especial, inclui as seguintes tarefas:

1. Criação de uma ferramenta, amigável com o utilizador, que permita:

- Avaliar o risco de inundação por intermédio de mapas de risco que constituam uma ferramenta de apoio à decisão pelas entidades competentes. Estes mapas são construídos com longas séries temporais de previsões da agitação marítima ou com cenários pré-definidos associados às mudanças climáticas e/ou eventos extremos
- Avaliar em tempo real situações de emergência e a emissão de alertas às entidades competentes sempre que se preveja estar em causa a segurança de pessoas, bens ou atividades desenvolvidas nessas zonas;

2. Desenvolvimento de um protótipo para o porto da Praia da Vitória e da zona de Lisboa-Vale do Tejo.

Este relatório é composto por 4 capítulos, em que, após esta breve introdução, no capítulo 2 apresentam-se as condições experimentais, com a descrição do canal, do sistema de geração de ondas, do equipamento de medição, das condições de agitação incidente e dos procedimentos de ensaios. No capítulo 3, apresentam-se as análises séries temporais de elevação da superfície livre e de velocidade, para os ficheiros dos ensaios realizados e no capítulo 4 apresentam-se umas breves considerações finais.

## 2. DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

### 2.1. Condições experimentais

Os testes experimentais foram realizados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) num canal com 32 m de comprimento, com cerca de 1 m de largura e 1 m de profundidade e equipado com um gerador de ondas regulares, de acordo com o especificado na Figura 1.



Figura 1 – Canal (à esquerda); gerador de ondas irregulares (à direita).

Na Figura 2, apresenta-se uma planta do canal e o respetivo perfil de fundo adotado para os ensaios realizados.

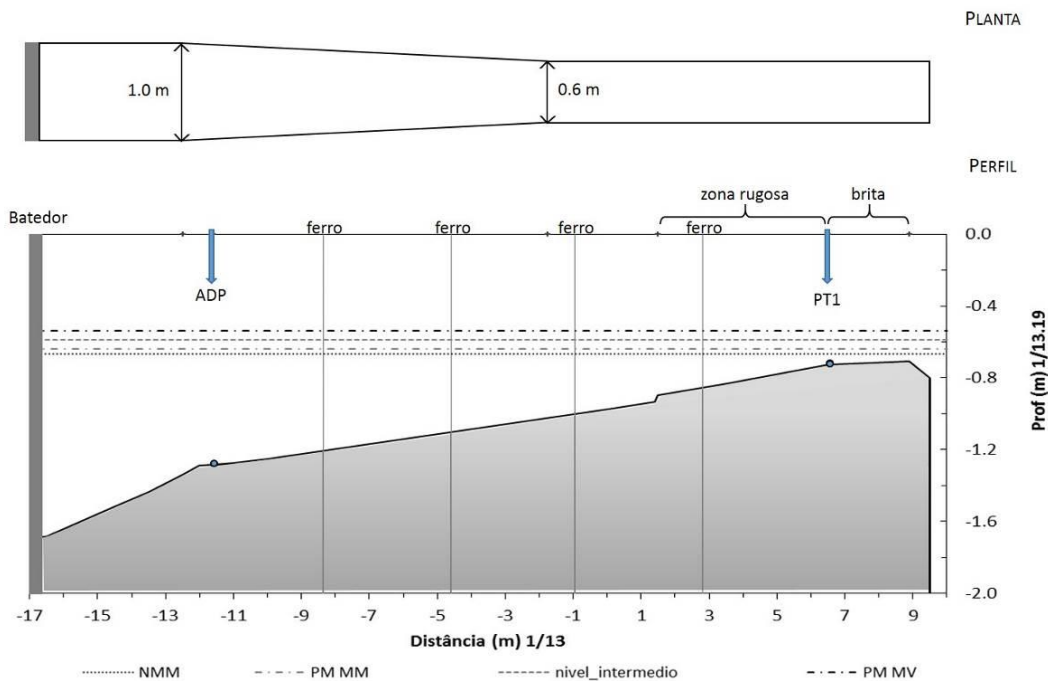


Figura 2 – Canal de ondas: Planta e perfil longitudinal.

## 2.2. Equipamento de medição

O equipamento de medição é constituído por uma sonda resistiva para medição da elevação da superfície livre e pelo ADV (*Acoustic Doppler Velocimeter*) para medição de velocidades das partículas. De seguida, descrevem-se cada um destes componentes.

### 2.2.1. Sondas de altura de onda, baseadas em condutividade

A medição da elevação da superfície da água é feita recorrendo a uma sonda resistiva e o correspondente condicionador de sinais. Foi utilizada a sonda Wave-Height Sensor (WHS) mark III, da Delft Hydraulics, com elétrodos de 50 cm. As suas características geométricas são apresentadas na Figura 3.

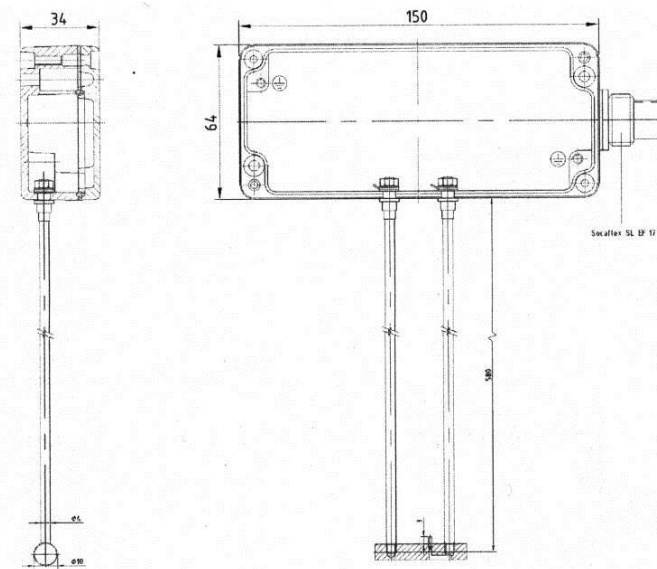


Figura 3 - Características geométricas da sonda Wave-Height Sensor (WHS) mark III.

Esta sonda é constituída por duas varetas paralelas de aço inoxidável, montadas por baixo (na face inferior) de uma pequena caixa que contém os circuitos eletrónicos para o sensor de excitação, deteção e amplificação de sinal. As varetas atuam como elétrodos através dos quais se mede a condução elétrica. É incluído um elétrodo de referência, de platina, para medir a condutividade do fluido, sendo esta usada para compensar a medição de altura de onda. Esta compensação é ótima em água doce, sendo que em água salgada existe uma diminuição da sua precisão. O sinal analógico de saída é proporcionalmente linear com o nível de água entre as varetas do sensor. Importa referir que é necessário realizar uma calibração prévia das sondas, antes da realização dos ensaios.

Para a medição dos valores da elevação da superfície livre, colocou-se, de acordo com o representado na Figura 4:

- Uma sonda junto ao batedor  $x=6$  m, para caracterização das condições de agitação incidente. Esta sonda foi mantida nesta posição para todas as condições de agitação incidente, Figura 4a. A frequência de aquisição é de 25Hz. A função desta sonda é verificar que o batedor de ondas está a gerar a altura de onda correta.
- Uma sonda junto ao medidor de velocidades. As posições da sonda variaram entre -1000 cm até 560 cm, com um espaçamento de 100 cm no intervalo entre -1000 e -100 cm e de 10 cm entre os -100 cm e os 430 cm, Figura 4b. A frequência de aquisição é também de 25 Hz.



Figura 4 – a) Sonda junto ao batedor; b) Sonda junto ao ADV.

As especificações técnicas da sonda Wave-Height Sensor (WHS) mark III são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Especificações técnicas da sonda de nível da sonda *Wave-Height Sensor (WHS) mark III*.

<b>Eléttodos do sensor</b>	<i>Varetas de 50 cm, aço inoxidável, tipo 316 Diâmetro – 4mm; espaçamento – 2.0 cm Comprimento – 580 mm</i>
<b>Dimensões</b>	Incluindo eletrônica – 649 x 34 x 150 mm
<b>Eléttrodo de referência</b>	Platina, 5 x 2 mm de diâmetro
<b>Não-linearidade</b>	0.5% da gama de medição, linha de tendência linear ótima
<b>Meio líquido</b>	Todos os líquidos compatíveis com os materiais supracitados
<b>Efeito-condutividade</b>	Condutividade mínima requerida – 0.08mS Sensibilidade <1% para variações entre 0.1 e 0.2 mS
<b>Saída</b>	-10 até +10 VDC para gama completa, i.e. 0.4 V/cm
<b>Cabo de alimentação</b>	Fornecido um cabo padrão, 7 núcleos, blindado, com conectores para o sensor e o Sensor Control Box, comprimento total – 10 m Comprimento máximo – 100 m

### 2.2.2. ADV - Vectrino

A medição de velocidades é feita com um medidor acústico (ADV - *Acoustic Doppler Velocimeter*), marca NORTEK, modelo Vectrino, com sonda “down-looking”. As suas características geométricas são apresentadas na Figura 5.



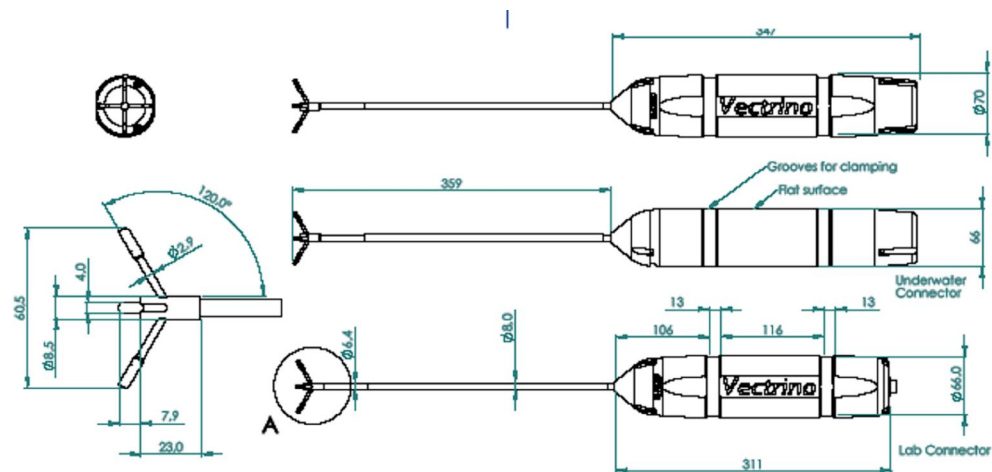


Figura 5 – Características geométricas do ADV Vectrino.

A sonda consiste em quatro transdutores recetores, cada um montado no interior do braço recetor, e um transdutor de transmissão ao centro. O Vectrino usa o efeito Doppler para medir a velocidade da água. Este transmite pares de impulsos sonoros curtos, capta os seus ecos e, finalmente, mede a variação de frequência do som que captou. O som não é refletido na água em si, mas sim, a partir de partículas em suspensão na água (zooplâncton ou sedimentos). Cada sonda tem um sensor de temperatura.

Este velocímetro fornece três componentes ortogonais da velocidade instantânea das partículas em suspensão na água, numa posição de análise (volume de medição), Figura 6a).

As posições do Vectrino ao longo do canal foram idênticas às posições da sonda resistiva que foi colocada ao seu lado. Na Figura 6b apresenta-se a montagem experimental utilizada nos ensaios.

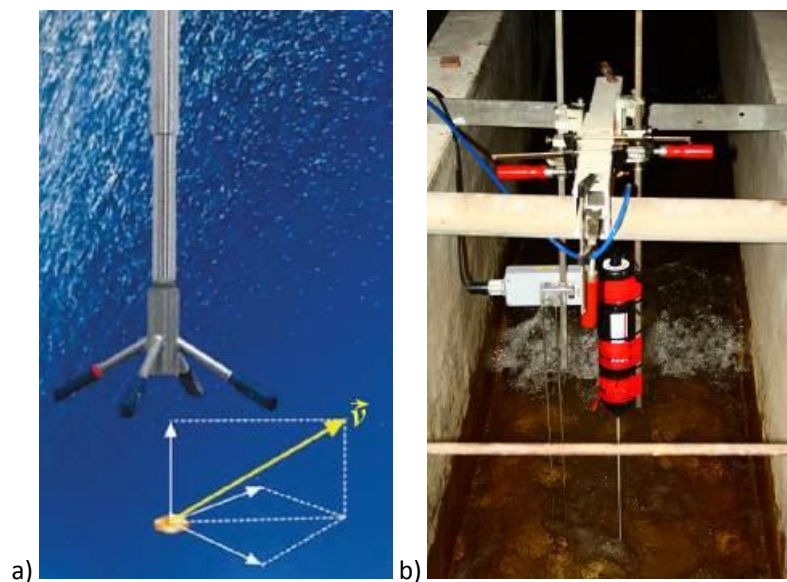


Figura 6 – a) Sonda do ADV; b) sonda de nível do ADV e Vectrino.

O ADV foi posicionado a meio da largura do canal e mantido com a direção “x”, alinhado com o eixo longitudinal do canal - ângulo 0° (representação esquemática na figura seguinte). A profundidade na posição de medição corresponde ao meio da coluna de água. A posição da sonda de nível foi ao lado do ADV. A frequência de aquisição é de 25 Hz.

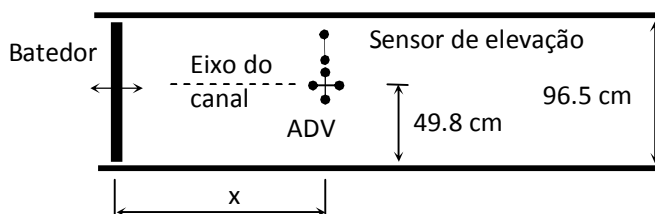


Figura 7 – Posicionamento do ADV em planta.

As especificações técnicas do ADV são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Especificações técnicas do ADV Vectrino.

Medições de velocidade da água	
<b>Gama</b>	±0.01, 0.1, 0.3, 1, 2, 4 m/s
<b>Precisão</b>	±0.5% do valor medido ±1 mm/s
<b>Taxa de amostragem</b>	(Saída) 1–25 Hz 1–200 Hz (firmware do Vectrino)
Volume de amostragem	
<b>Distância da sonda</b>	0.05 m
<b>Diâmetro</b>	6 mm
<b>Altura</b>	3–15 mm (personalizável)
Intensidade do eco	
<b>Frequência acústica</b>	10 MHz
<b>Resolução</b>	Escala linear
<b>Gama dinâmica</b>	25 dB
<b>Temperatura do termistor embutido na sonda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gama – 4°C até 40°C</li> <li>• Precisão/Resolução - 1°C/0.1°C</li> <li>• Tempo de resposta - 5 min</li> </ul>
Alimentação e saída de dados	
<b>Entrada DC</b>	12 – 48 VDC
<b>Pico de corrente</b>	2.5 A a 12 VDC (personalizável)
<b>Consumo máximo</b>	200 Hz 1.5 W
<b>Saídas analógicas</b>	3 canais padrão, um para cada componente da velocidade. A gama de saída é 0–5 V.
Ambiente	
<b>Temperatura de operação</b>	–5°C até 45°C
<b>Temperatura de armazenamento</b>	–15°C até 60°C

### 2.3. Condições de agitação incidente

As condições de onda simuladas no canal foram limitadas pelas características do gerador de ondas. Neste caso os ensaios foram realizados para dois níveis de água, 18 e 27,8 cm, considerando as condições de agitação indicadas no quadro 3, nomeadamente com ondas cujos períodos de onda são de 5.0, 7.0, 9.0, 10.0 e 11.0 s associados a alturas de onda de 50, 125, 150 e 200 cm.

**Quadro 3 – Combinações de períodos e alturas de onda utilizadas nos ensaios.**

T(s) \ H(cm)	5.0	7.0	9.0	10.0	11.0
50	x	-	x	x	-
125	-	x	-	-	-
150	-	x	-	-	-
200	-	-	-	-	x

### 2.4. Geração de ondas

O sistema de geração de ondas é constituído pelo batedor de ondas e pelos equipamentos eletrónicos e informáticos indicados na Figura 8.



**Figura 8 – Sistema de geração das ondas: a) Batedor de ondas; b) Computador de geração do sinal (CPU1); c) Painel de atuação do gerador.**

Este sistema de geração de onda é controlado a partir de um computador portátil (CPU1), Toshiba, modelo Tecra S10, conectado via USB a um conversor digital-analógico marca National Instruments que transforma o sinal digital em analógico e o envia para a instalação elétrica do batedor de ondas.

Para a geração das ondas, foram construídos arquivos em formato ASCII correspondentes a uma duração de 370s (duração total do ensaio). Estes arquivos possuem duas colunas sendo a primeira, o tempo, com intervalo de 0.01s e, a segunda, a amplitude das ondas incidentes em voltagem. A geração destes arquivos foi efetuada com emprego de um programa escrito em ambiente LabVIEW que reproduz um sinal sinusoidal ou retilíneo, incorporando a função de transferência do sistema gerador, com as seguintes características:

- Ondas regulares com características de amplitude e período definido;
- Rampa de amplitudes de onda crescente até à estabilização dos 0 s aos 60 s;
- Valor da amplitude de onda constante dos 60 s aos 300 s;
- Rampa de amplitudes de onda decrescente dos 300 s aos 360 s;
- Valor de amplitude constante e igual a zero dos 360 s aos 370 s.

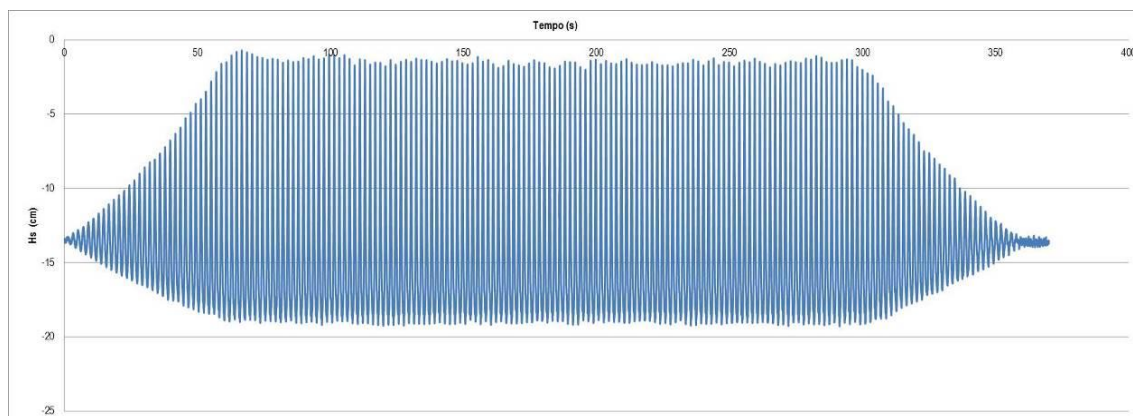


Figura 9 – Série temporal da diferença de potencial da onda gerada.



Figura 10 – Onda a ser gerada pelo batedor.

## 2.5. Registo de dados das sondas

No computador torre (CPU2, Figura 11) efetuou-se a aquisição de sinal da sonda resistiva e do ADV. Utilizou-se o software Vectrino 1.15 para o controlo do sistema de medição das velocidades. Para visualização e aquisição das medições da elevação da superfície livre a partir da sonda resistiva e da velocidade das partículas no volume de controle definido pelo ADV, segundo os três eixos espaciais, foram utilizadas as saídas analógicas de dados dos equipamentos, através do software LabVIEW Signal Express (National Instruments).



Figura 11 – Computador de aquisição de sinal a 25 Hz (CPU2).

Os testes tiveram a duração de 380 s e efetuou-se a aquisição de dados durante todo esse período.

## 2.6. Procedimentos dos ensaios

Para cada condição de agitação incidente, procedeu-se à medição de:

- Elevação da superfície livre;
- Velocidade das partículas;

O procedimento de ensaios foi:

- Ligação do hardware relativo ao canal de ondas;
  - Configuração do CPU1 como gerador de sinal;
  - Configuração do CPU2 para aquisição de dados a 25Hz;
  - Posicionamento do ADV no local em que se vai realizar o ensaio;
  - Colocação de água no canal de ondas;
  - Início dos ensaios, de acordo com o seguinte procedimento:
1. No software “LabVIEW SignalExpress”, do CPU1:
    - Fazer duplo click em “Load from ASCII” e no separador “Parse file”, clicar em “input file path”;
    - Selecionar “All files” para que se consiga visualizar todos os ficheiros das ondas e escolher o ficheiro de onda a gerar.
  2. Em “DAQmx Generate”:
    - Clicar no “triângulo virado para baixo” e selecionar a “column 2” do ficheiro da onda que se quer gerar.
  3. Efetuar em simultâneo:
    - No CPU1 Clicar em “Run”;
    - No CPU2 clicar em “Record” (se não estiver já, fazer check a “Voltage” na janela que aparece) e clicar em “OK”.
  4. Clicar em “Stop” quando acabar os cerca de 10 minutos de tempo reservado para o ensaio.
  5. Gravar os dados na pasta do dia:
    - Right click em “Voltage” e selecionar “Convert to ASCII”;



- Selecionar a pasta do dia em que se está a fazer os ensaios dentro da pasta VecNivCan, e o nome do ficheiro tem o formato T(período)\_H(altura)\_(posição);
  - Fazer right click no ficheiro que foi gravado no software “LabVIEW SignalExpress”, no canto inferior esquerdo do ecrã e clicar em delete.
6. Verificar o nível de água e corrigi-lo se for necessário.
  7. Voltar ao ponto 1 para a onda seguinte, até se ter efetuado os ensaios para todas as condições de agitação incidente.
  8. Calibração das duas sondas de nível;
  9. Análise dos dados adquiridos.

O procedimento de ensaio está descrito em mais detalhe no Anexo B.



Figura 12 – Ensaio em curso.

### 3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

#### 3.1. Série da elevação da superfície livre

A Figura 13 mostra os registos da sonda de nível junto ao bateror (ao largo) e da sonda de nível vinculada ao ADV.

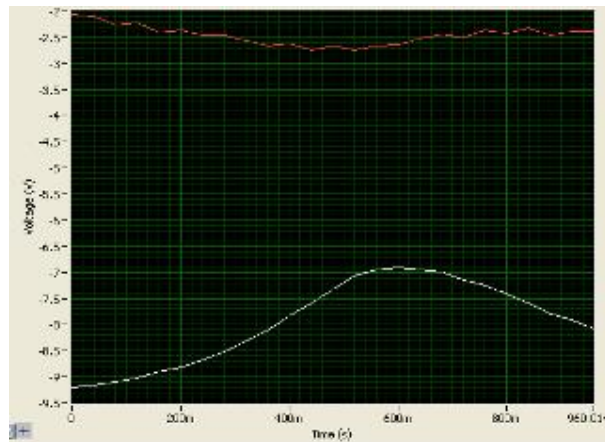


Figura 13 – Sinais da sonda de nível ao largo (a vermelho) e da sonda de nível do ADV (a branco).

Através da Figura 14, é possível observar que a sonda de nível regista características de onda iguais às impostas pelo bateror, o que mostra que realmente as características da onda no canal, registadas através da sonda de nível, são as mesmas que foram geradas a partir do gerador de ondas.

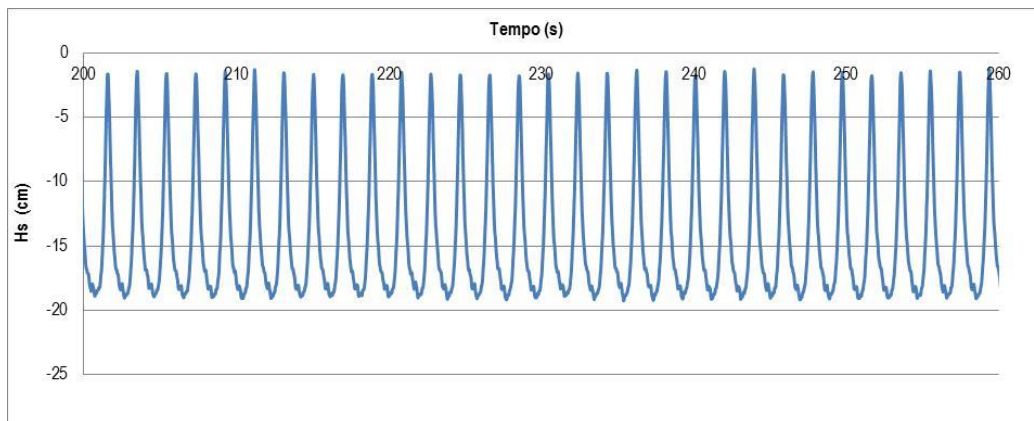


Figura 14 – Elevação da superfície livre registada na sonda de nível ao largo, durante 60 segundos, desde o instante  $t=200$  s até ao instante  $t=260$  s, para uma onda gerada com  $T=7.0$  s e  $H=125$  cm.

Para cada condição de agitação incidente, obtiveram-se as séries temporais de elevação da superfície livre em vários pontos ao longo do canal. Com base nessas séries, efetuou-se a análise temporal de uma série de dados (registo), recorrendo ao programa ANOIAGI (Fortes et al., 2010). Com base nesta ferramenta de cálculo, obtêm-se, para cada registo, os valores de  $H_M$  (altura máxima),  $H_S$  (altura significativa),  $H_{med}$  (altura média),  $T_S$  (período significativo) e  $T_{med}$  (período médio). No anexo A, descreve-se o procedimento para a análise temporal de uma série de dados recorrendo ao programa ANOIAGI.

Apresentam-se de seguida as análises das séries de elevação da superfície livre, para os diferentes ensaios realizados, apresentando os valores de altura significativa,  $H_s$ , registados para a sonda junto ao baterdor (sonda 13) e para a sonda junto ao ADV (sonda 14).

### 3.1.1. Nível de água de 18 cm

- **Altura de onda de 50 cm – T5H05; T9H05; T10H05**

Quadro 4 – Alturas de onda significativa,  $H_s$ , registadas – T5H05; T9H05; T10H05

T5H05				T9H05				T10H05			
Sonda 13		ADV		Sonda 13		ADV		Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)	x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)	x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	46.25	-400	54.779	-1100	48.769	-400	61.417	-1100	48.855	-400	65.307
-1100	46.194	-300	59.284	-1100	49.769	-300	64.462	-1100	49.616	-300	67.024
-1100	47.937	-200	61.472	-1100	49.397	-200	63.542	-1100	49.315	-200	66.067
-1100	45.53	-100	61.787	-1100	49.136	-100	73.38	-1100	49.3	-100	70.962
-1100	46.532	0	60.395	-1100	48.953	0	66.528	-1100	50.869	0	68.039
-1100	45.136	100	69.361	-1100	47.24	100	77.229	-1100	49.488	100	82.386
-1100	48.353	200	64.783	-1100	49.964	200	71.322	-1100	51.913	200	73.327
-1100	46.789	300	62.038	-1100	50.094	300	83.844	-1100	50.385	300	85.314
-1100	47.924	400	60.714	-1100	50.704	400	89.854	-1100	50.72	400	92.072
-1100	47.278	500	65.671	-1100	50.168	500	100.822	-1100	51.368	500	105.158
-1100	47.389	600	85.377	-1100	49.495	600	130.998	-1100	49.645	600	143.054
-1100	43.441	650	3.457	-1100	46.127	650	112.69	-1100	45.613	650	123.718

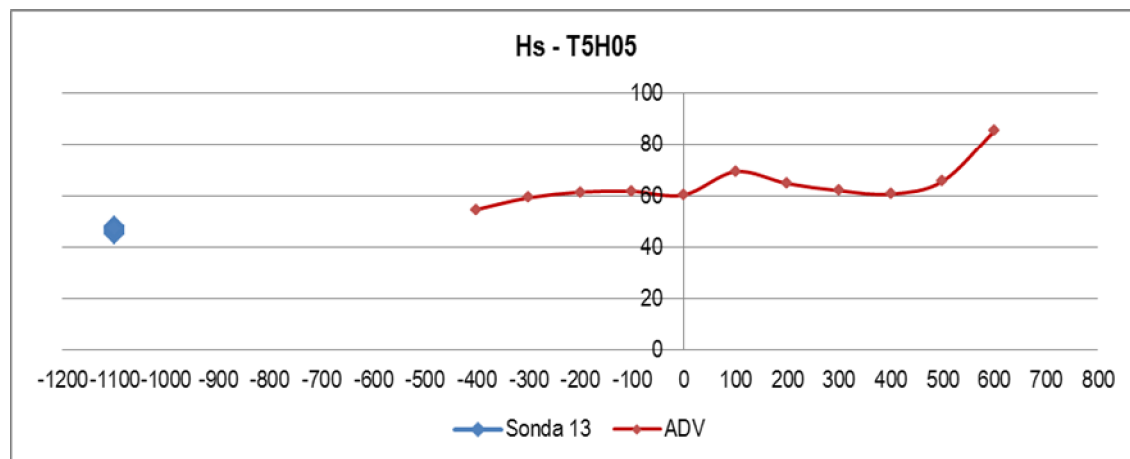


Figura 15 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T5H05



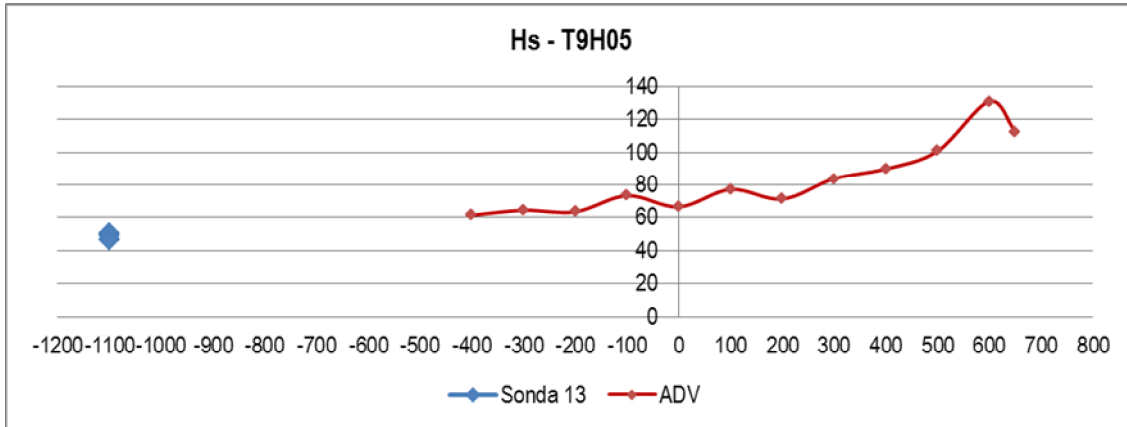


Figura 16 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T9H05

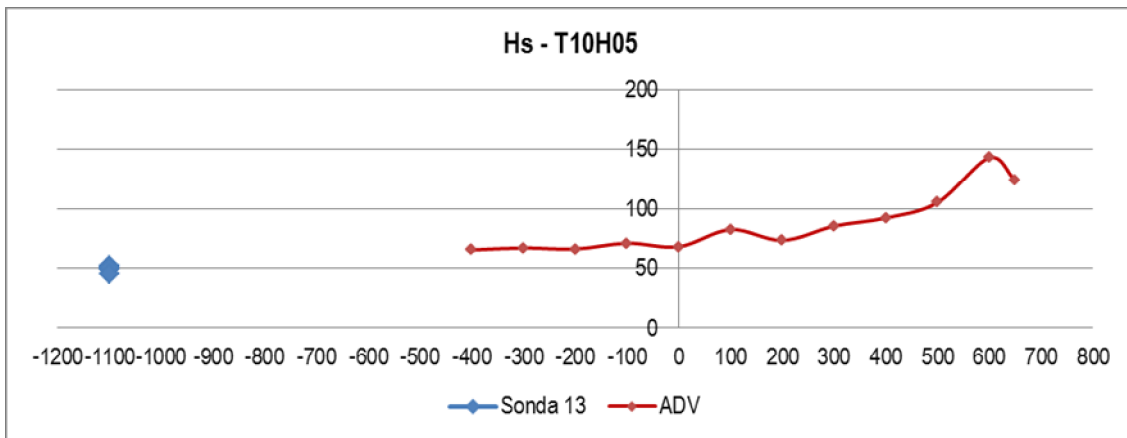
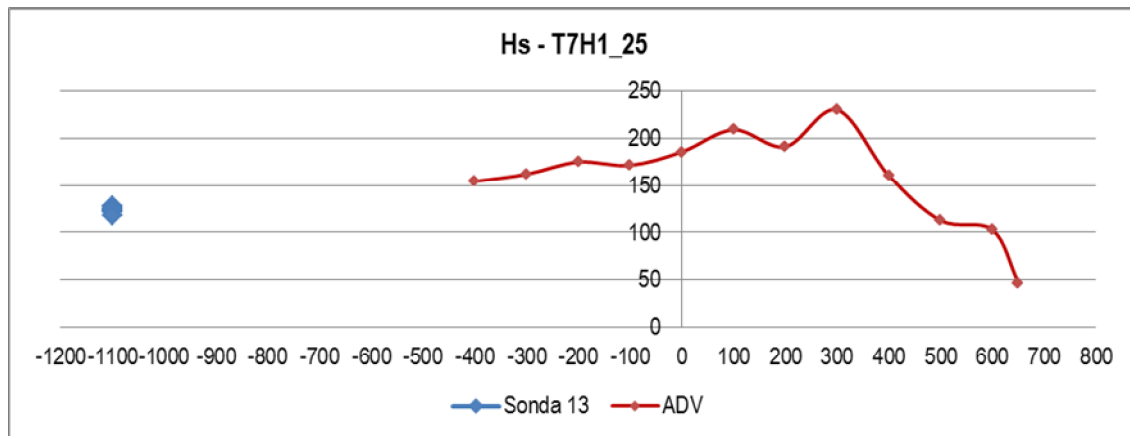


Figura 17 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T10H05

- **Altura de onda de 125 cm – T7H1\_25**

**Quadro 5 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T7H1\_25**

T7H1_25			
Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	122.136	-400	154.214
-1100	123.947	-300	161.825
-1100	123.48	-200	174.835
-1100	122.38	-100	171.361
-1100	123.778	0	185.53
-1100	121.463	100	208.902
-1100	127.377	200	190.982
-1100	124.332	300	229.935
-1100	126.923	400	160.217
-1100	124.721	500	112.6
-1100	123.183	600	102.8
-1100	117.341	650	47.302

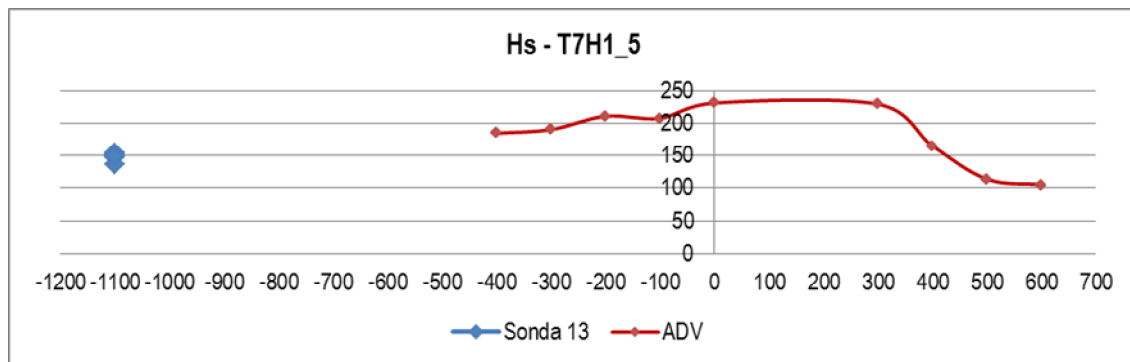


**Figura 18 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1\_25**

- **Altura de onda de 150 cm – T7H1\_5**

**Quadro 6 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T7H1\_5**

T7H1_5			
Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	147.439	-400	185.03
-1100	148.437	-300	190.636
-1100	148.626	-200	211.175
-1100	149.329	-100	207.774
-1100	149.622	0	231.429
-1100	151.6	300	229.562
-1100	154.71	400	165.038
-1100	136.695	500	113.491
-1100	148.926	600	105.026

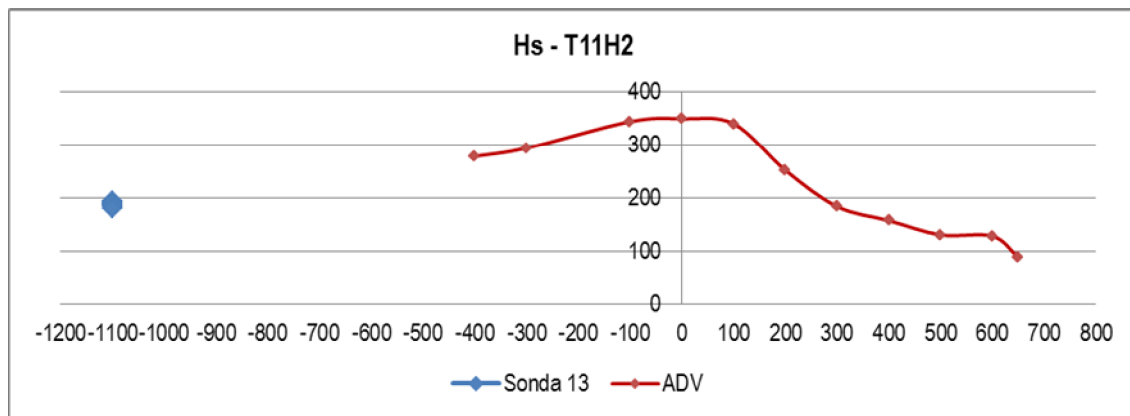


**Figura 19 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1\_5**

- **Altura de onda de 200 cm – T11H2**

**Quadro 7 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T7H1\_5**

T11H2			
Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	186.031	-400	277.956
-1100	187.365	-300	293.784
-1100	185.932	-100	343.813
-1100	187.748	0	348.953
-1100	185.2	100	339.847
-1100	193.106	200	251.807
-1100	189.863	300	183.839
-1100	192.779	400	157.437
-1100	188.729	500	130.759
-1100	188.702	600	128.426
-1100	180.68	650	88.661



**Figura 20 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T11H2**

### 3.1.2. Nível de água de 27.8 cm

- Altura de onda de 50 cm – T5H05; T9H05; T10H05

Quadro 8 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T5H05; T9H05; T10H05

T5H05				T9H05				T10H05			
Sonda 13		ADV		Sonda 13		ADV		Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)	x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)	x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	50.803	-400	56.962	-1100	49.618	-400	59.372	-1100	53.368	-400	67.285
-1100	52.989	-300	68.092	-1100	49.377	-300	64.212	-1100	53.443	-300	69.467
-1100	50.824	-200	63.884	-1100	-	-200	-	-1100	-	-200	-
-1100	50.075	-100	63.721	-1100	47.43	-100	65.444	-1100	52.498	-100	74.278
-1100	50.209	0	66.833	-1100	47.643	0	69.189	-1100	51.893	0	77.041
-1100	49.149	100	65.721	-1100	45.189	100	66.75	-1100	50.527	100	71.048
-1100	51.706	200	61.035	-1100	47.768	200	68.605	-1100	52.805	200	80.222
-1100	-	300	-	-1100	47.83	300	69.294	-1100	-	300	-
-1100	51.446	400	58.203	-1100	49.841	400	68.06	-1100	53.773	400	84.575
-1100	47.439	500	58.807	-1100	49.26	500	72.685	-1100	52.017	500	81.581
-1100	50.249	600	56.004	-1100	50.548	600	72.233	-1100	53.389	600	84.781
-1100	46.93	650	60.876	-1100	47.842	650	77.082	-1100	51.974	650	93.299

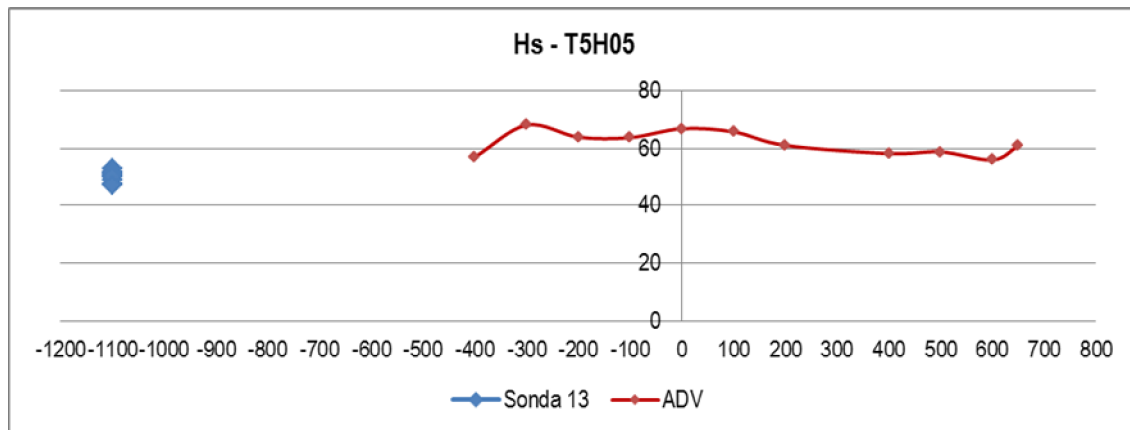


Figura 21 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T5H05

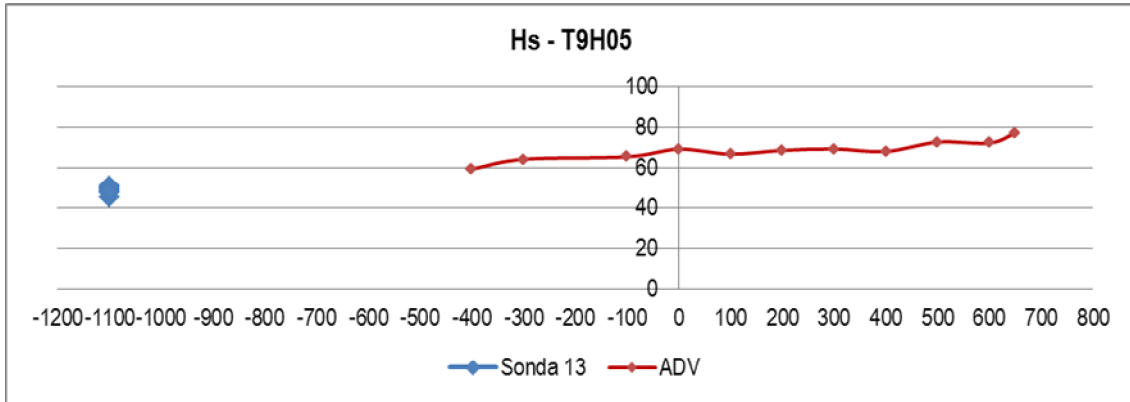


Figura 22 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T9H05

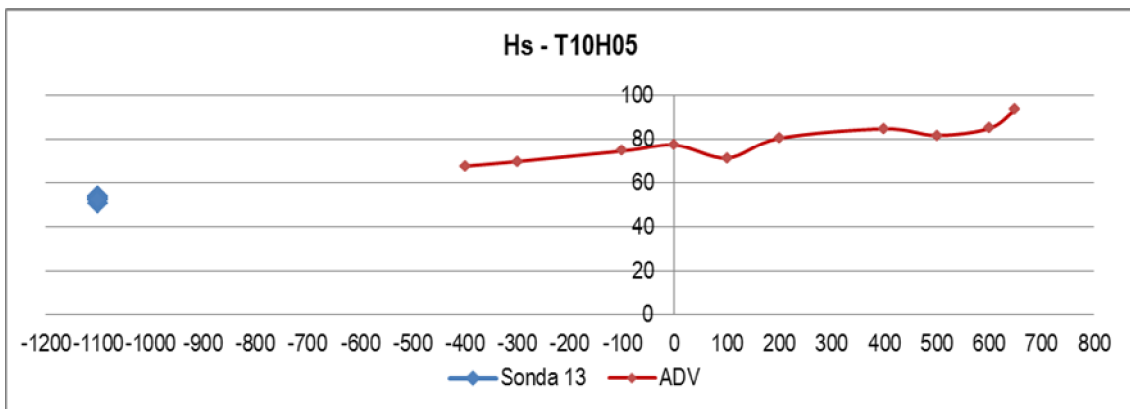
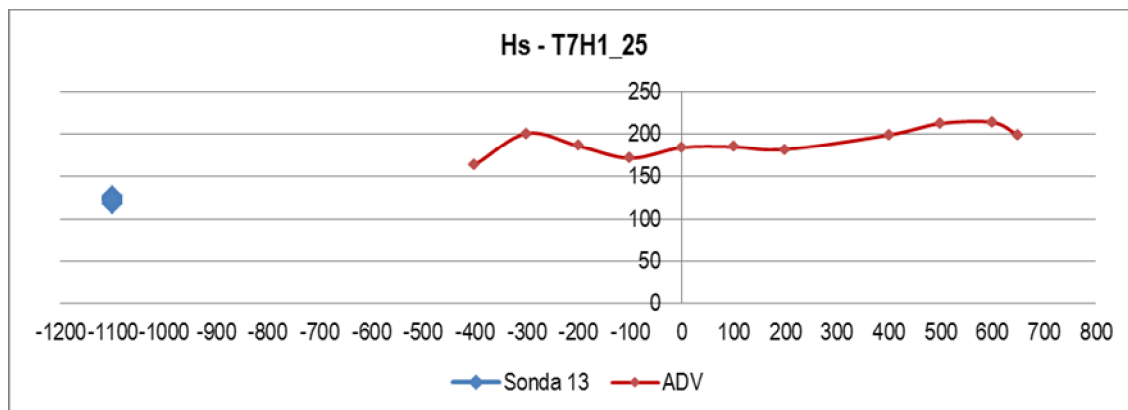


Figura 23 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T10H05

- **Altura de onda de 125 cm – T7H1\_25**

**Quadro 9 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T7H1\_25**

T7H1_25			
Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	122.275	-400	163.566
-1100	126.138	-300	201.221
-1100	124.972	-200	186.281
-1100	121.525	-100	171.522
-1100	120.844	0	184.324
-1100	117.646	100	185.03
-1100	124.598	200	182.094
-1100	124.501	400	199.357
-1100	122.191	500	213.056
-1100	118.742	600	214.355
-1100	120.997	650	198.937

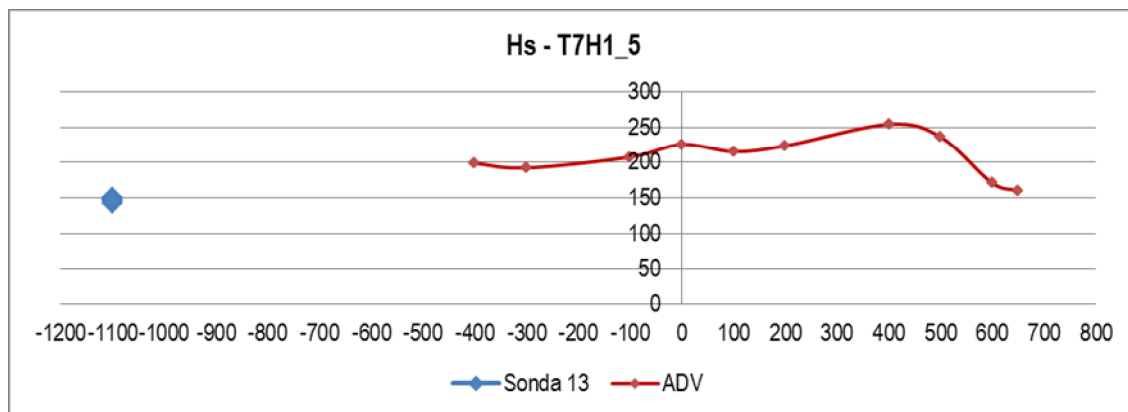


**Figura 24 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1\_25**

- **Altura de onda de 150 cm – T7H1\_5**

**Quadro 10 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T7H1\_5**

T7H1_5			
Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	148.202	-400	198.477
-1100	148.132	-300	191.985
-1100	146.075	-100	207.566
-1100	143.741	0	225.467
-1100	141.319	100	215.223
-1100	147.262	200	223.502
-1100	149.881	400	253.955
-1100	148.458	500	236.023
-1100	150.14	600	170.31
-1100	146.39	650	160.073



**Figura 25 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T7H1\_5**



- **Altura de onda de 200 cm – T11H2**

Quadro 11 – Alturas de onda significativa, Hs, registadas – T7H1\_5

T11H2			
Sonda 13		ADV	
x (cm)	Hs (cm)	X (cm)	Hs (cm)
-1100	194.061	-400	260.038
-1100	196.034	-300	361.448
-1100	188.02	-100	306.874
-1100	188.781	0	329.247
-1100	185.597	100	341.057
-1100	195.021	200	358.198
-1100	193.429	300	351.317
-1100	194.305	400	296.648
-1100	193.037	500	212.955
-1100	196.372	600	182.873
-1100	175.025	650	164.436

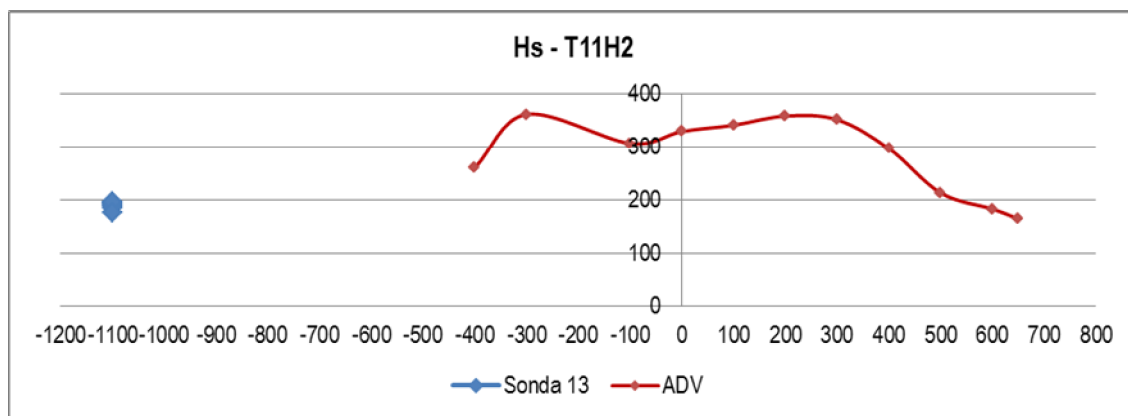


Figura 26 – Elevação de superfície livre ao longo do canal – T11H2

### 3.2. Séries temporais da velocidade das partículas

Para análise das séries temporais da velocidade de partículas, recorrendo ao programa ANOIAGI (Fortes et al, 2010), foi possível determinar a velocidade máxima (Vmax), mínima (Vmin) e média (VMed) para as sondas 9,10 e 11, as quais correspondem, respetivamente, às sondas que representam a velocidade longitudinal (Vx) dada pela sonda 9, a velocidade transversal (Vy), dada pela sonda 10 e a velocidade vertical (Vz) dada pela sonda 11. No Anexo A, descrevem-se os procedimentos para a análise temporal de velocidades com o ANOIAGI.

Apresentam-se de seguida as análises das séries temporais de velocidade de partículas, para os diferentes ensaios realizados, apresentando os valores de velocidades máximas, mínimas e médias, para cada sonda.

#### 3.2.1. Nível de água de 18 cm

- T5H05

Quadro 12 – Velocidades registadas – T5H0\_5

T5H05 -Velocidade longitudinal (sonda 9)				T5H05 - Velocidade transversal (sonda 10)				T5H05 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-400	2.718	-2.613	-0.001	-400	0.131	-0.128	0.000	-400	1.586	-1.569	0.000
-300	3.049	-2.788	0.001	-300	0.161	-0.164	0.000	-300	1.763	-1.84	0.000
-200	3.178	-2.963	-0.001	-200	0.128	-0.11	0.000	-200	1.641	-1.731	0.000
-100	3.346	-3.09	-0.001	-100	0.171	-0.16	0.000	-100	2.143	-1.916	0.000
0	3.656	-3.224	0.000	0	0.181	-0.176	0.000	0	2.266	-2.2	0.001
100	4.129	-3.852	-0.001	100	0.353	-0.361	0.000	100	3.478	-3.639	0.000
200	4.563	-3.831	0.000	200	0.2	-0.199	0.000	200	2.29	-1.841	0.000
300	5.05	-3.393	-0.001	300	0.201	-0.189	0.000	300	1.949	-1.739	0.000
400	6.184	-4.807	0.000	400	0.399	-0.455	0.000	400	2.401	-2.591	0.001
500	6.614	-4.776	0.001	500	0.333	-0.305	0.000	500	2.076	-2.048	0.000
600	7.291	-4.113	0.000	600	0.355	-0.319	0.000	600	2.882	-2.379	-0.001
650	10.491	-4.511	0.001	650	0.428	-0.449	0.000	650	2.482	-1.735	-0.001

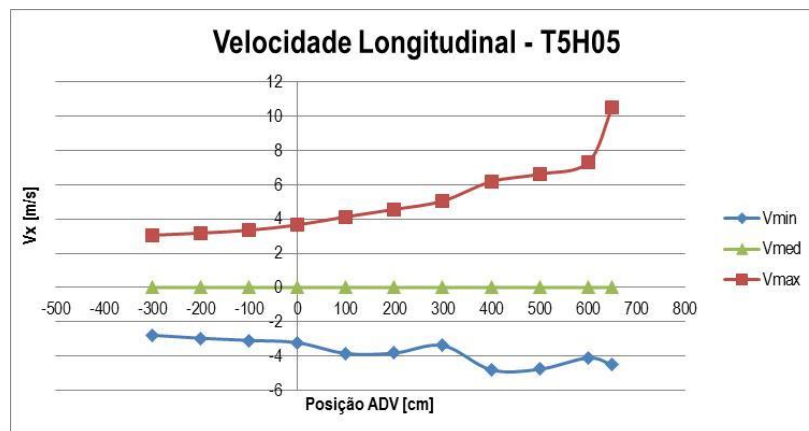


Figura 27 – Velocidade longitudinal (Vx) – T5H05

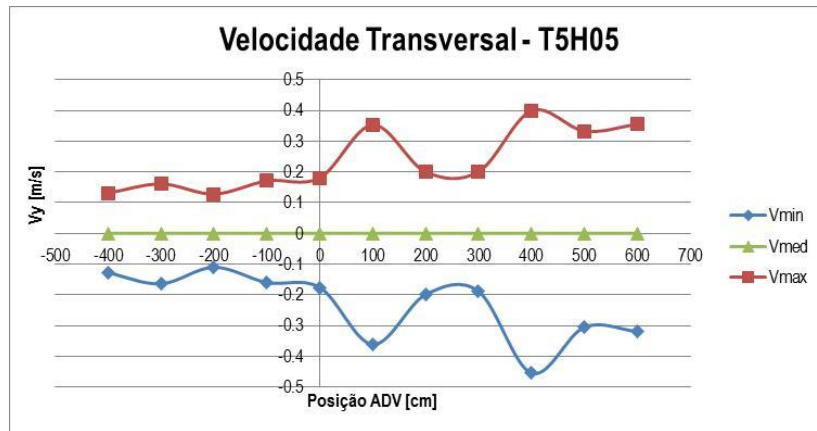


Figura 28 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T5H05

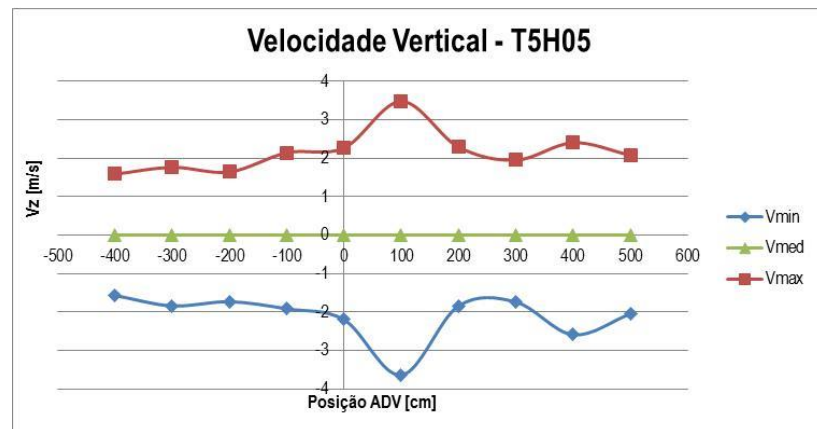
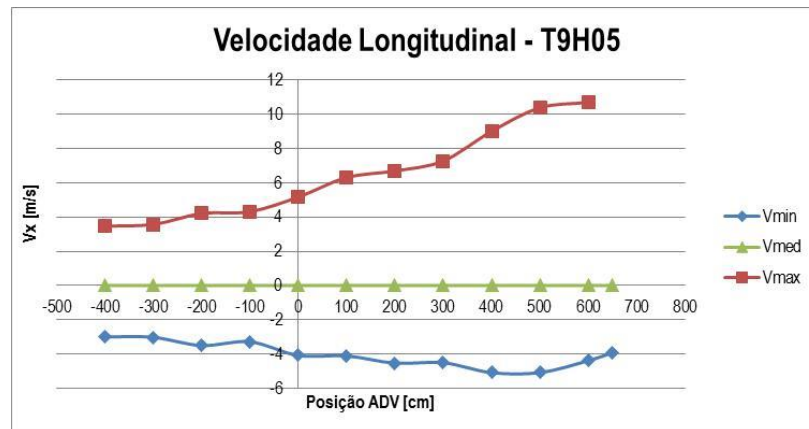


Figura 29 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T5H05

- **T9H05**

**Quadro 13 – Velocidades registadas – T9H0\_5**

T9H05 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T9H05 - Velocidade transversal (sonda 10)				T9H05 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-400	3.461	-2.995	0.001	-400	0.146	-0.143	0.000	-400	1.225	-1.085	0.000
-300	3.567	-3.026	-0.001	-300	0.176	-0.185	0.000	-300	1.802	-1.921	0.000
-200	4.203	-3.503	0.001	-200	0.145	-0.133	0.000	-200	1.5	-1.204	0.000
-100	4.312	-3.283	-0.001	-100	0.169	-0.167	0.000	-100	1.708	-1.386	0.000
0	5.167	-4.085	0.000	0.000	0.224	-0.233	0.000	0	1.92	-1.623	0.000
100	6.305	-4.113	0.001	100	0.382	-0.432	0.000	100	2.818	-3.199	0.000
200	6.69	-4.531	-0.002	200	0.291	-0.301	0.000	200	1.951	-1.105	-0.001
300	7.275	-4.51	0.001	300	0.317	-0.302	0.000	300	2.123	-1.211	0.000
400	9.003	-5.089	0.001	400	0.481	-0.516	0.000	400	2.241	-2.33	0.000
500	10.38	-5.086	0.000	500	0.368	-0.357	0.000	500	2.057	-1.95	0.000
600	10.69	-4.388	0.000	600	0.373	-0.362	0.000	600	2.479	-2.066	0.000
650	9.611	-3.923	-0.002	650	0.468	-0.454	0.000	650	2.602	-1.892	0.000



**Figura 30 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T9H05**

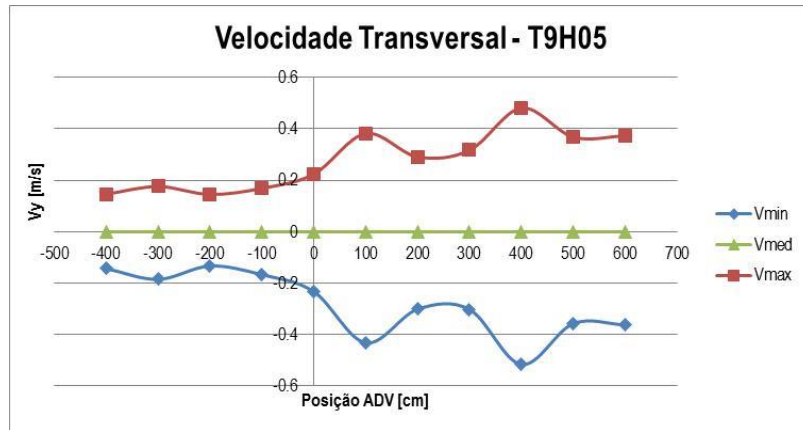


Figura 31 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T9H05

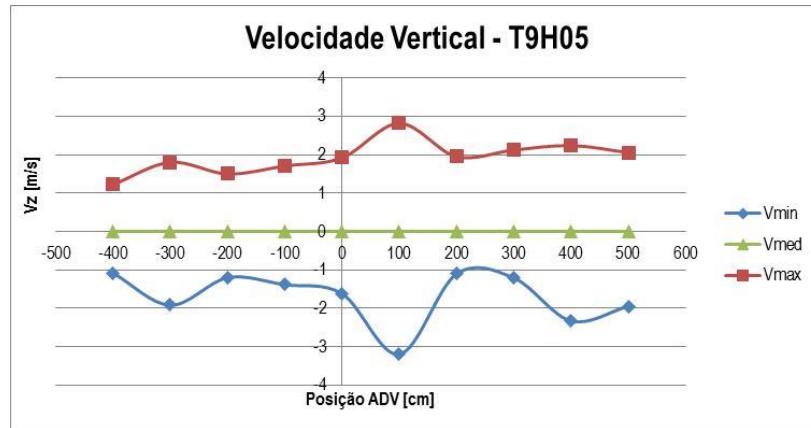
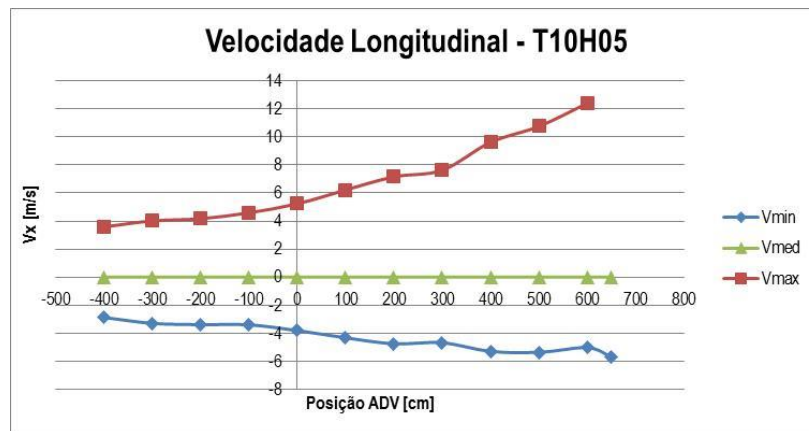


Figura 32 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T9H05

- **T10H05**

**Quadro 14 – Velocidades registadas – T10H0\_5**

T10H05 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T10H05 - Velocidade transversal (sonda 10)				T10H05 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-400	3.585	-2.871	0.001	-400	0.114	-0.125	0.000	-400	1.251	-1.003	0.000
-300	4.016	-3.292	0.001	-300	0.169	-0.178	0.000	-300	1.507	-1.573	0.000
-200	4.171	-3.388	0.001	-200	0.126	-0.114	0.000	-200	1.411	-1.094	0.000
-100	4.59	-3.397	-0.001	-100	0.152	-0.164	0.000	-100	1.576	-1.265	0.000
0	5.238	-3.811	-0.001	0.000	0.283	-0.276	0.000	0	1.751	-1.302	0.000
100	6.223	-4.323	0.002	100	0.589	-0.591	0.000	100	2.75	-2.764	0.001
200	7.164	-4.75	0.002	200	0.366	-0.385	0.000	200	1.776	-1.126	0.000
300	7.637	-4.68	0.000	300	0.424	-0.404	0.000	300	1.977	-1.207	0.000
400	9.624	-5.292	-0.003	400	0.679	-0.62	0.000	400	1.978	-1.964	0.000
500	10.759	-5.366	0.000	500	0.512	-0.492	0.000	500	2.253	-2.016	0.000
600	12.41	-5.031	-0.001	600	0.385	-0.386	0.000	600	2.685	-2.067	0.000
650	12.902	-5.683	-0.005	650	0.65	-0.532	0.000	650	2.635	-2.037	0.000



**Figura 33 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T10H05**

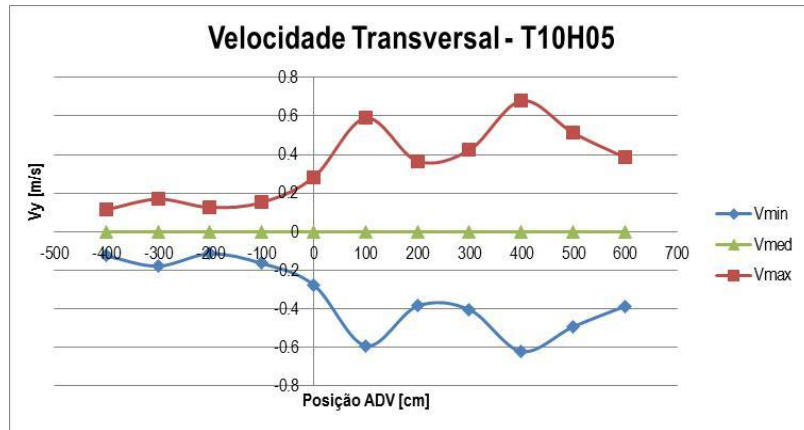


Figura 34 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T10H05

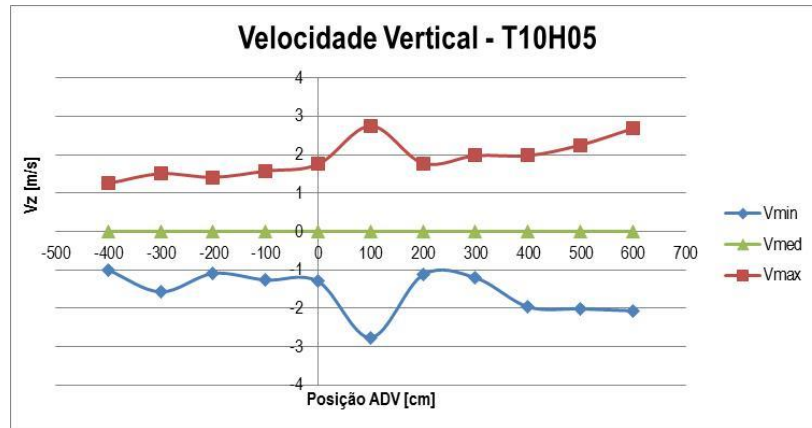


Figura 35 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T10H05

- T7H1\_25

Quadro 15 – Velocidades registadas – T7H1\_25

T7H1_25 -Velocidade longitudinal (sonda 9)				T7H1_25 - Velocidade transversal (sonda 10)				T7H1_25 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-400	9.077	-6.515	0.001	-400	0.243	-0.222	0.000	-400	4.048	-3.403	-0.001
-300	9.91	-6.968	0.001	-300	0.269	-0.241	0.000	-300	4.094	-3.551	-0.001
-200	10.611	-7.191	0.002	-200	0.224	-0.198	0.000	-200	4.465	-3.446	0.000
-100	12.389	-7.457	-0.004	-100	0.271	-0.244	0.000	-100	5.148	-4.103	-0.001
0	12.926	-7.016	0.000	0	0.316	-0.279	0.000	0	5.77	-4.749	0.001
100	14.748	-7.6	-0.005	100	0.497	-0.538	0.000	100	5.619	-4.785	0.001
200	17.406	-8.452	0.002	200	0.675	-0.682	0.000	200	5.771	-4.103	0.001
300	17.982	-7.781	0.001	300	0.963	-0.739	0.000	300	5.499	-3.27	-0.002
400	12.047	-6.946	0.000	400	2.004	-2.06	0.000	400	3.606	-3.191	0.000
500	9.088	-6.46	0.001	500	2.127	-2.168	-0.001	500	4.187	-4.755	0.000
600	8.127	-6.305	0.001	600	2.034	-2.07	0.001	600	4.289	-4.548	0.001
650	9.074	-7.009	0.003	650	1.76	-1.676	0.000	650	3.603	-3.687	0.001

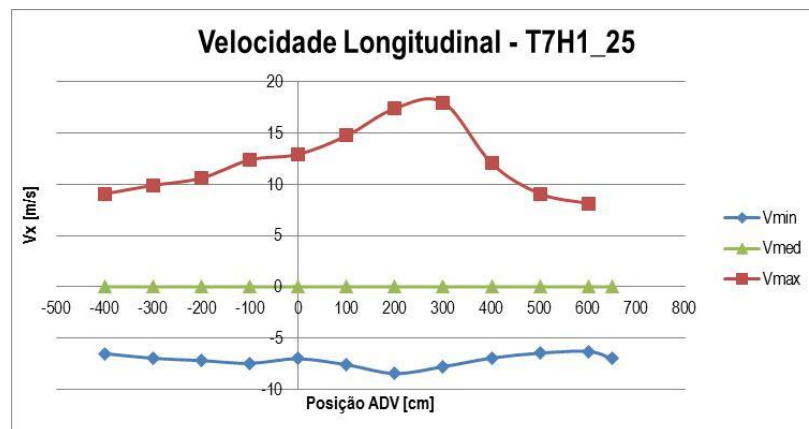


Figura 36 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1\_25



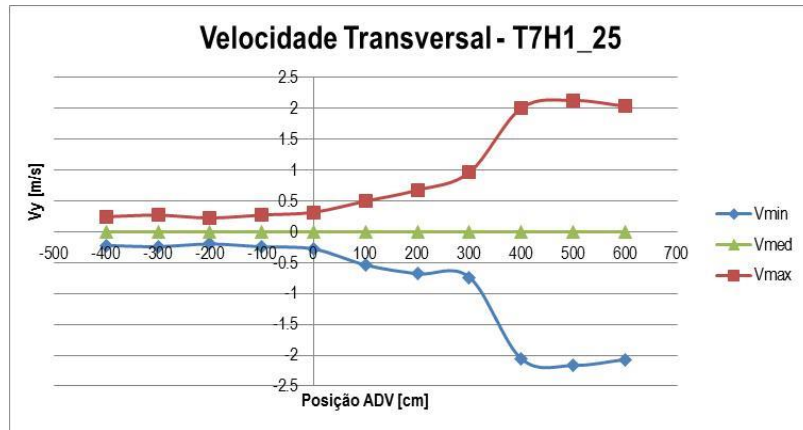


Figura 37 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1\_25

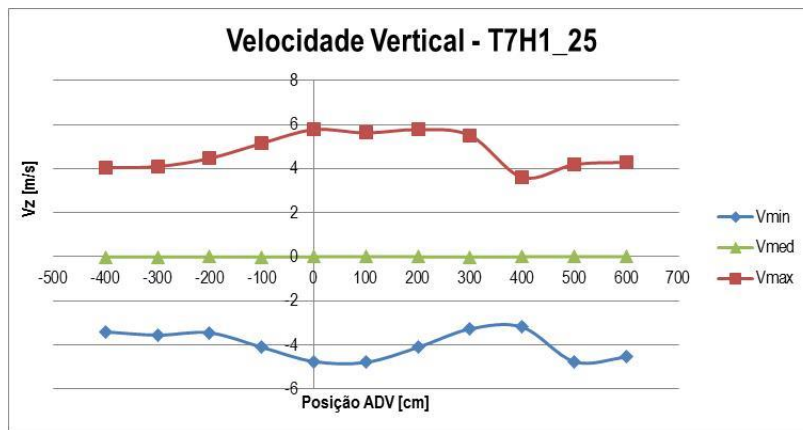
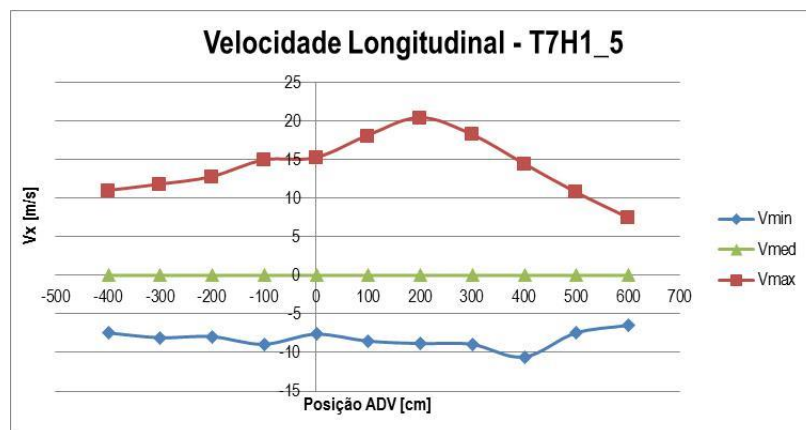


Figura 38 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1\_25

- **T7H1\_5**

**Quadro 16 – Velocidades registadas – T7H1\_5**

T7H1_5 -Velocidade longitudinal (sonda 9)				T7H1_5 - Velocidade transversal (sonda 10)				T7H1_5 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-400	11.024	-7.432	0.000	-400	0.265	-0.243	0.000	-400	4.925	-4.24	0.001
-300	11.843	-8.06	-0.002	-300	0.277	-0.235	0.000	-300	4.75	-4.343	0.002
-200	12.824	-7.923	-0.002	-200	0.232	-0.197	0.000	-200	5.434	-4.021	0.001
-100	14.982	-8.922	0.002	-100	0.344	-0.293	0.000	-100	0.051	-0.054	0.000
0	15.289	-7.624	0.002	0	0.405	-0.331	0.000	0	7.484	-6.008	0.000
100	18.163	-8.508	0.001	100	0.604	-0.603	0.000	100	7.22	-6.24	-0.002
200	20.483	-8.828	-0.004	200	0.798	-0.905	0.000	200	7.097	-5.081	0.002
300	18.325	-8.92	0.001	300	1.454	-1.204	0.000	300	6.002	-3.737	0.001
400	14.55	-10.582	0.004	400	4.002	-4.528	-0.001	400	9.784	-10.751	0.000
500	10.831	-7.47	-0.005	500	2.723	-2.805	-0.001	500	4.815	-5.833	0.000
600	7.553	-6.473	-0.003	600	1.997	-2.013	0.000	600	0.982	-2.138	0.000



**Figura 39 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1\_5**

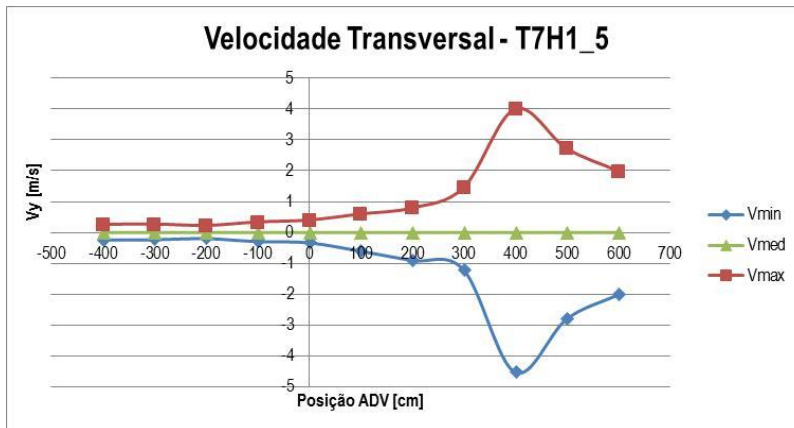


Figura 40 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1\_5

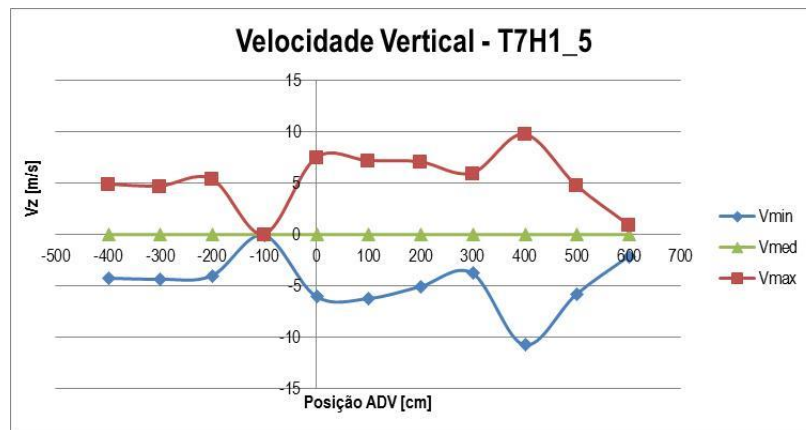
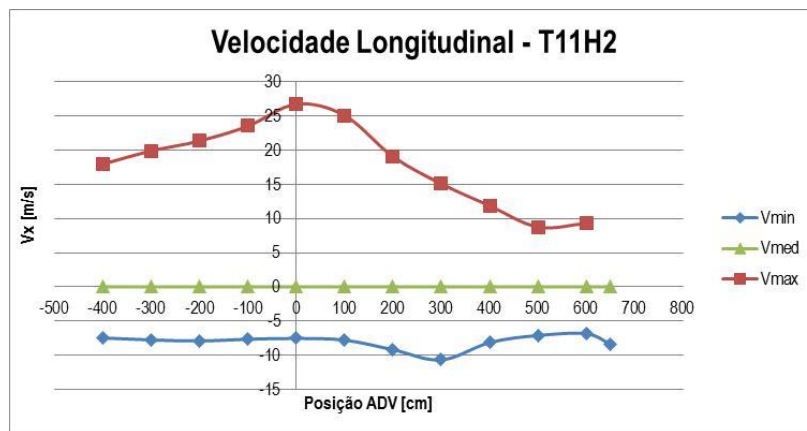


Figura 41 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1\_5

- **T11H2**

**Quadro 17 – Velocidades registadas – T11H2**

T11H2 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T11H2 - Velocidade transversal (sonda 10)				T11H2 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-400	17.97	-7.482	-0.006	-400	0.626	-0.498	0.000	-400	4.48	-3.842	0.000
-300	19.905	-7.764	0.001	-300	0.525	-0.469	0.000	-300	5.169	-4.247	0.000
-200	21.343	-7.918	0.002	-200	0.508	-0.487	0.000	-200	6.276	-4.552	0.000
-100	23.532	-7.659	-0.008	-100	0.542	-0.505	0.000	-100	5.578	-4.39	-0.001
0	26.728	-7.544	0.002	0	0.59	-0.588	0.000	0	5.703	-4.363	-0.001
100	25.075	-7.792	0.001	100	1.122	-1.113	0.000	100	6.014	-4.15	0.000
200	19.06	-9.197	0.003	200	2.475	-2.452	0.001	200	5.308	-4.553	0.000
300	15.079	-10.694	-0.001	300	3.403	-3.903	0.001	300	6.805	-8.02	0.001
400	11.864	-8.151	0.003	400	3.335	-3.54	0.000	400	6.449	-6.939	0.002
500	8.75	-7.114	-0.001	500	2.292	-2.467	0.000	500	4.042	-4.823	-0.001
600	9.298	-6.862	0.002	600	2.159	-2.399	0.000	600	4.28	-4.612	-0.001
650	10.191	-8.377	0.001	650	2.104	-1.947	-0.001	650	3.921	-3.961	-0.001



**Figura 42 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T11H2**

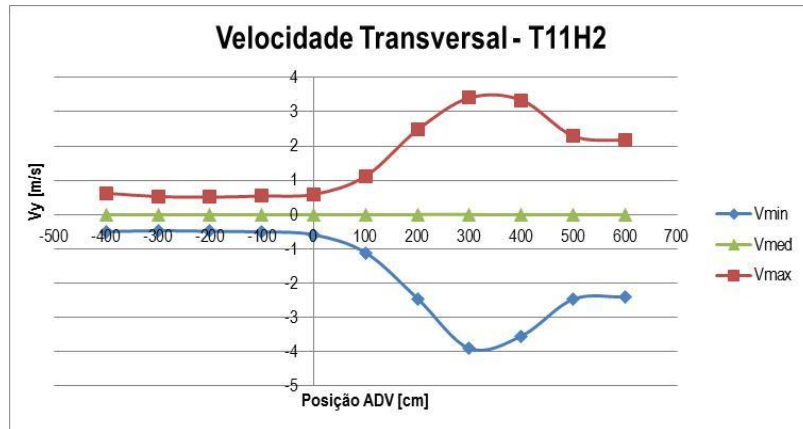


Figura 43 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T11H2

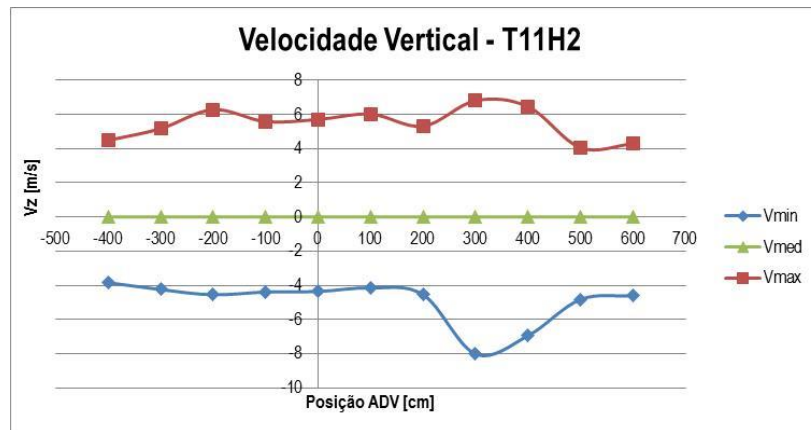


Figura 44 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T11H2

### 3.2.2. Nível de água de 27.8 cm

- T5H05

Quadro 18 – Velocidades registadas – T5H0\_5

T5H05 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T5H05 - Velocidade transversal (sonda 10)				T5H05 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-300	3.116	-2.938	-0.001	-300	0.255	-0.282	0.000	-300	2.881	-2.968	0.000
-200	3.499	-3.322	-0.001	-200	0.142	-0.212	0.000	-200	-	-	-
-100	3.084	-2.853	0.000	-100	0.36	-0.338	0.000	-100	3.602	-3.584	0.000
0	2.821	-2.776	-0.001	0	0.148	-0.14	0.000	0	2.056	-1.973	0.000
100	3.205	-3.021	-0.001	100	0.171	-0.186	0.000	100	2.23	-2.193	0.000
200	3.398	-3.118	0.001	200	0.157	-0.15	0.000	200	1.482	-1.361	0.000
300	4.308	-3.618	0.000	300	0.207	-0.241	-0.001	300	2.089	-2.043	-0.001
400	4.222	-3.876	0.001	400	0.195	-0.215	-0.001	400	2.043	-1.911	0.000
500	4.584	-3.623	0.001	500	0.224	-0.245	0.000	500	1.879	-1.593	0.000
600	4.655	-3.785	-0.001	600	0.199	-0.214	0.000	600	1.679	-1.432	0.000
650	1.567	-1.389	0.000	650	0.238	-0.23	0.000	650	1.567	-1.389	0.000

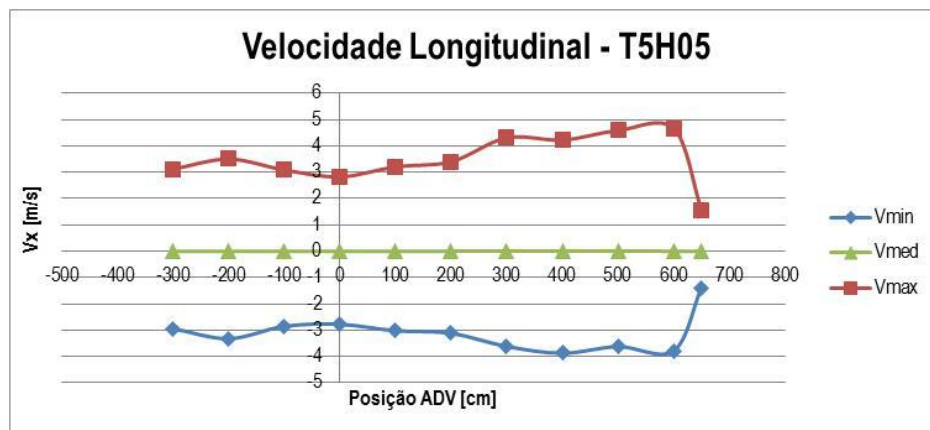


Figura 45 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T5H05

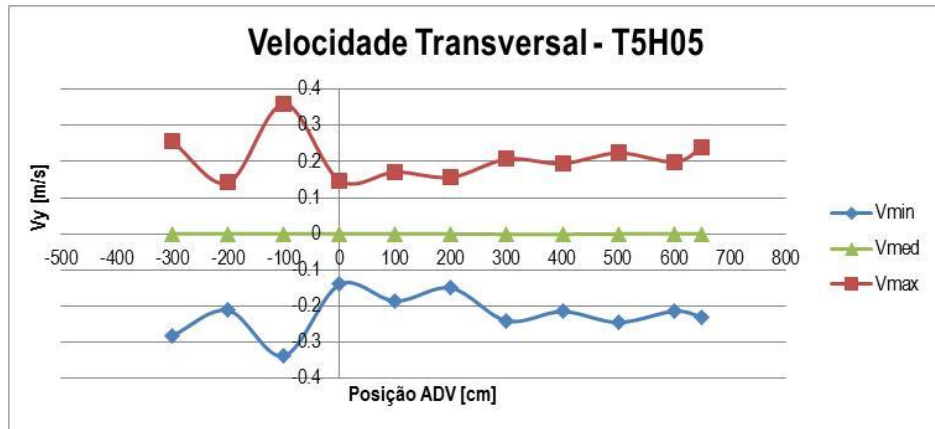


Figura 46 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T5H05

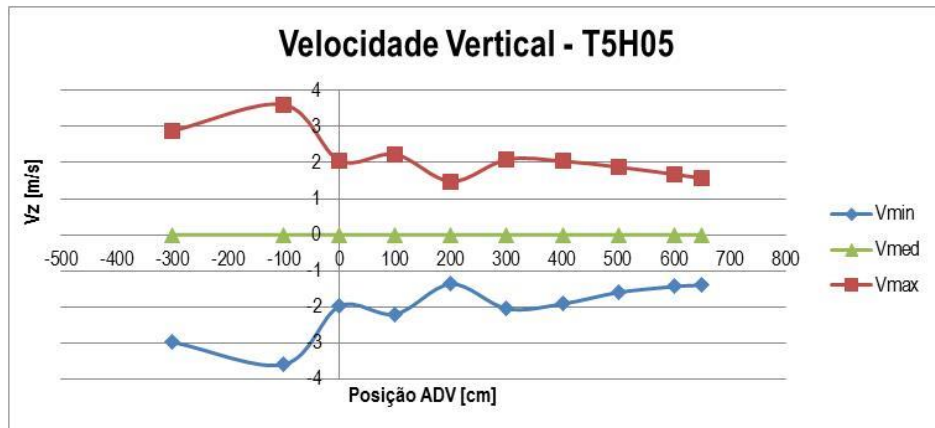
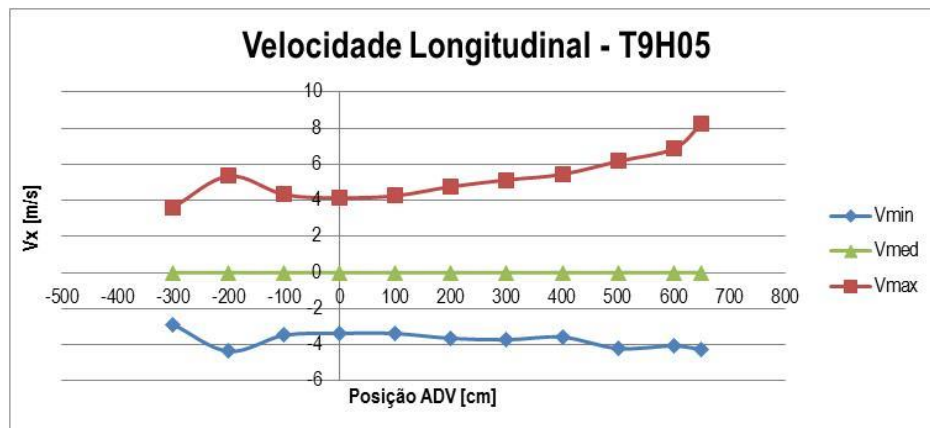


Figura 47 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T5H05

- **T9H05**

**Quadro 19 – Velocidades registadas – T9H0\_5**

T9H05 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T9H05 - Velocidade transversal (sonda 10)				T9H05 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-300	3.615	-2.869	0.001	-300	0.279	-0.258	0.000	-300	2.162	-2.218	0.000
-200	5.342	-4.356	-0.001	-200	0.334	-0.385	0.000	-200	-	-	-
-100	4.32	-3.468	0.000	-100	0.364	-0.341	0.000	-100	2.747	-2.791	0.000
0	4.133	-3.366	-0.001	0	0.18	-0.197	0.000	0	1.507	-1.472	0.000
100	4.253	-3.372	-0.001	100	0.216	-0.229	0.000	100	1.907	-1.999	0.000
200	4.76	-3.643	0.001	200	0.159	-0.169	0.000	200	1.361	-1.011	0.000
300	5.129	-3.721	0.001	300	0.147	-0.15	0.000	300	1.211	-0.843	0.000
400	5.443	-3.572	-0.002	400	0.231	-0.209	0.000	400	2.112	-1.501	0.000
500	6.161	-4.196	0.001	500	0.296	-0.344	0.000	500	1.761	-1.126	0.000
600	6.854	-4.059	-0.001	600	0.253	-0.251	0.000	600	2.033	-1.051	-0.001
650	8.241	-4.273	0.000	650	0.318	-0.343	0.000	650	1.276	-0.975	0.000



**Figura 48 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T9H05**



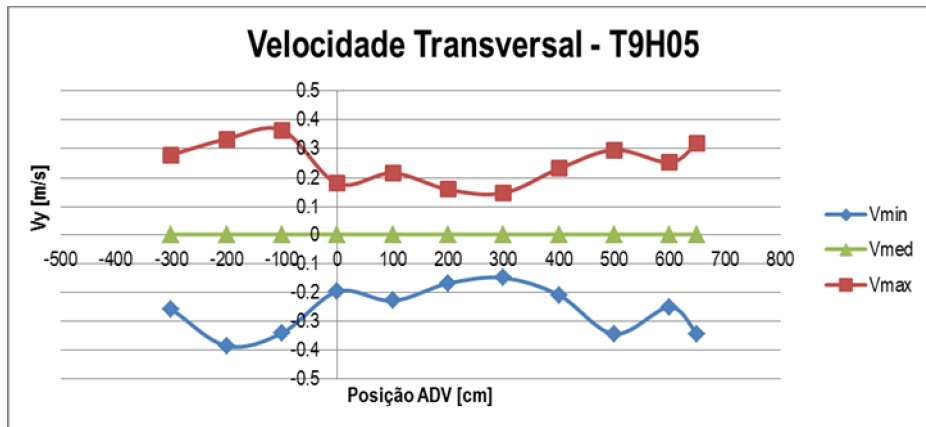


Figura 49 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T9H05

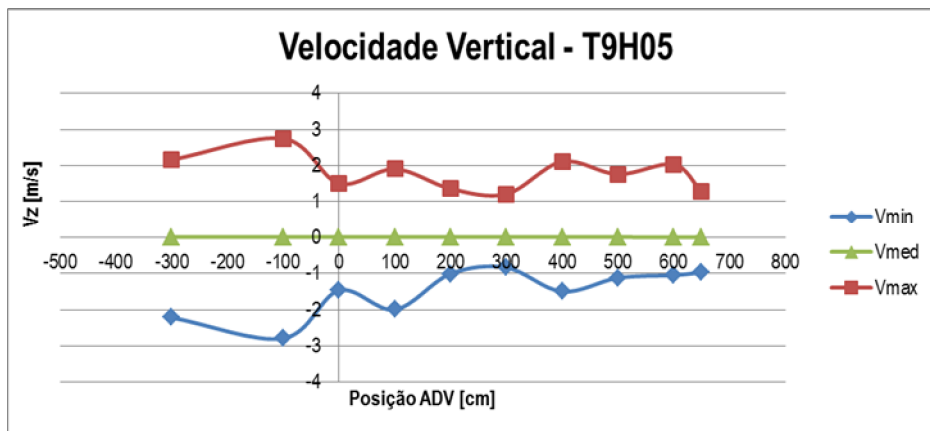
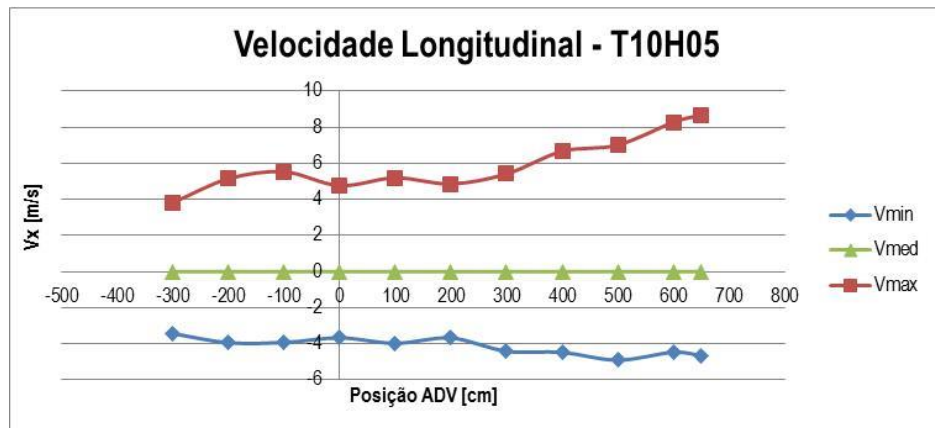


Figura 50 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T9H05

- **T10H05**

**Quadro 20 – Velocidades registadas – T10H0\_5**

T10H05 -Velocidade longitudinal (sonda 9)				T10H05 - Velocidade transversal (sonda 10)				T10H05 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-300	3.817	-3.43	0.000	-300	0.295	-0.356	0.000	-300	2.306	-2.666	-0.001
-200	5.143	-3.936	0.001	-200	0.218	-0.221	0.000	-200	5.143	-3.936	0.001
-100	5.525	-3.926	-0.001	-100	0.427	-0.387	0.000	-100	3.124	-3.218	0.001
0	4.761	-3.664	0.000	0	0.221	-0.201	0.000	0	1.665	-1.565	0.000
100	5.193	-3.967	-0.002	100	0.197	-0.218	0.000	100	1.777	-1.736	0.000
200	4.857	-3.675	0.000	200	0.155	-0.158	0.000	200	1.468	-0.997	0.000
300	5.413	-4.411	0.000	300	0.296	-0.315	0.000	300	1.917	-1.217	0.000
400	6.663	-4.471	-0.002	400	0.279	-0.263	0.000	400	1.995	-1.29	-0.001
500	7.009	-4.902	0.001	500	0.285	-0.346	0.000	500	2.007	-1.241	0.000
600	8.272	-4.461	0.001	600	0.243	-0.308	0.000	600	2.026	-1.132	0.000
650	8.669	-4.666	-0.002	650	0.312	-0.318	0.000	650	1.467	-1.098	-0.001



**Figura 51 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T10H05**

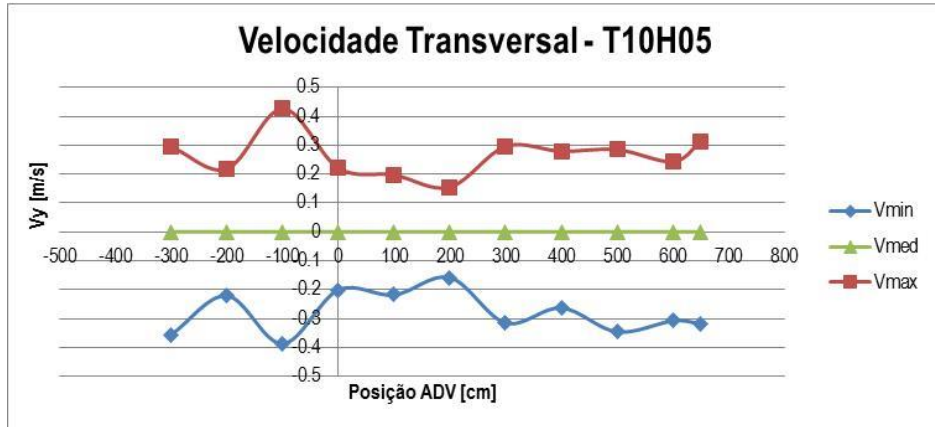


Figura 52 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T10H05

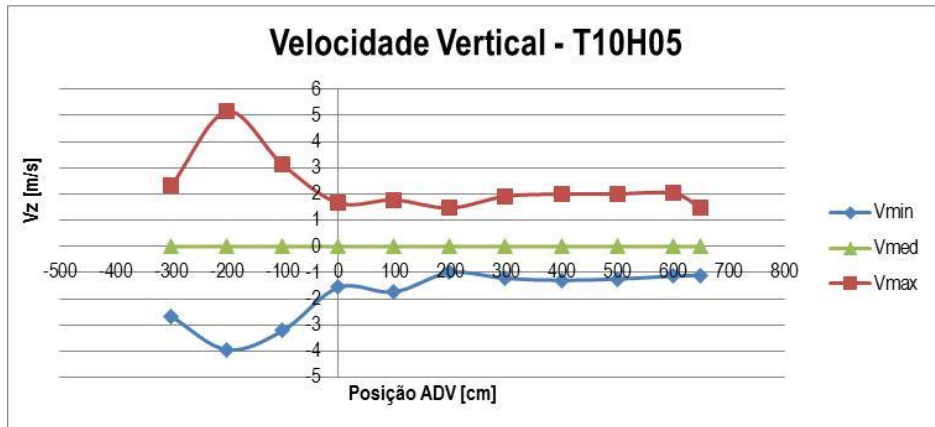


Figura 53 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T10H05

- T7H1\_25

Quadro 21 – Velocidades registadas – T7H1\_25

T7H1_25 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T7H1_25 - Velocidade transversal (sonda 10)				T7H1_25 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-300	8.961	-7.633	0.001	-300	0.368	-0.402	0.000	-300	5.141	-4.837	-0.001
-200	12.892	-8.117	-0.004	-200	0.528	-0.413	0.000	-200	12.892	-8.117	-0.004
-100	10.531	-8.237	-0.003	-100	0.557	-0.574	0.000	-100	5.474	-5.238	0.001
0	10.234	-7.401	0.000	0	0.441	-0.411	0.000	0	4.474	-4.001	0.001
100	10.91	-7.578	-0.004	100	0.397	-0.384	0.000	100	4.642	-3.969	-0.001
200	12.759	-8.04	0.003	200	0.398	-0.414	0.000	200	4.068	-2.952	0.000
300	14.083	-8.774	-0.003	300	0.55	-0.557	0.001	300	6.924	-4.137	0.000
400	15.32	-7.361	0.001	400	0.482	-0.47	0.000	400	15.32	-7.361	0.001
500	15.846	-5.927	-0.004	500	0.666	-0.68	0.000	500	15.846	-5.927	-0.004
600	15.024	-5.905	0.001	600	1.456	-1.224	0.000	600	2.243	-1.632	0.000
650	17.24	-6.357	-0.002	650	0.882	-0.876	0.000	650	4.396	-2.805	0.001

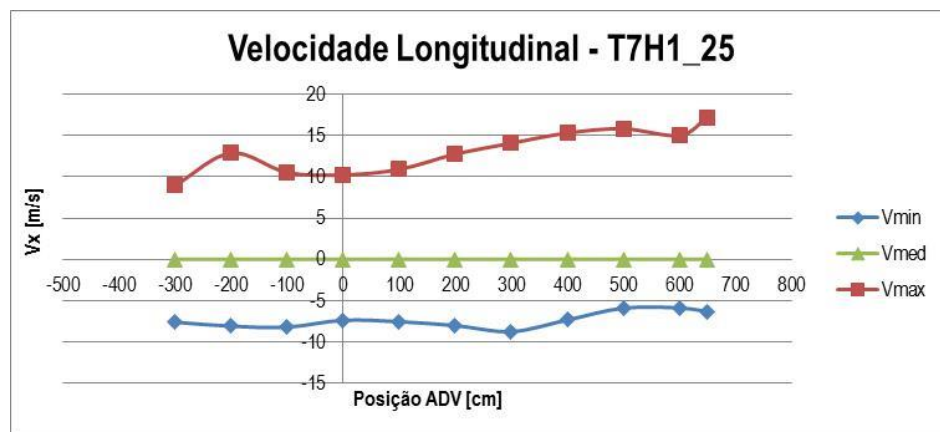


Figura 54 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1\_25

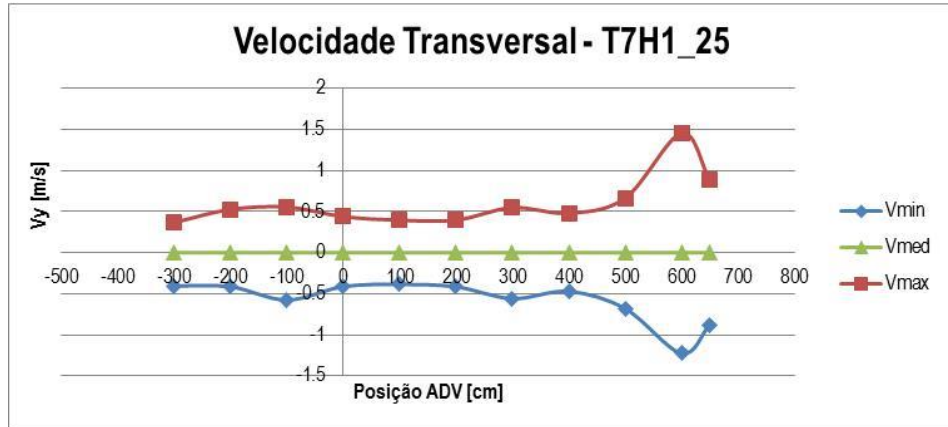


Figura 55 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1\_25

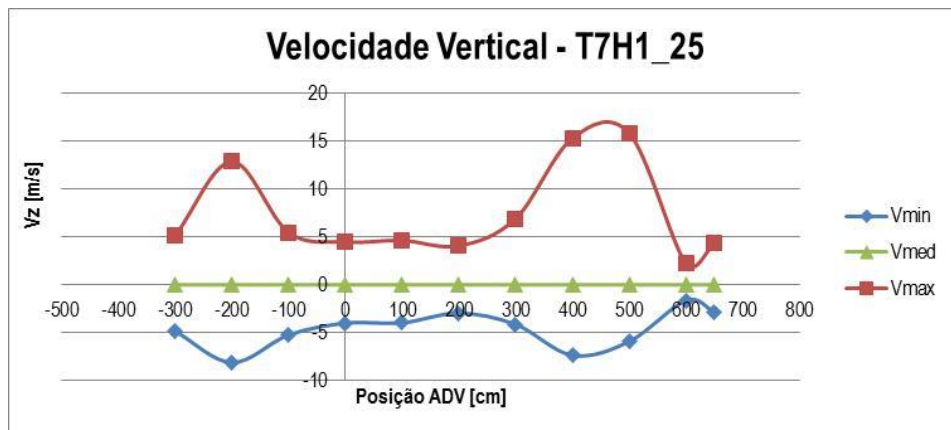


Figura 56 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1\_25

- T7H1\_5

Quadro 22 – Velocidades registadas – T7H1\_5

T7H1_5 -Velocidade longitudinal (sonda 9)				T7H1_5- Velocidade transversal (sonda 10)				T7H1_5 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-300	11.958	-9.677	0.003	-300	0.919	-0.959	0.000	-300	7.881	-9.68	0.000
-200	15.401	-8.994	0.003	-200	0.487	-0.469	0.000	-200	15.401	-8.994	0.003
-100	13.924	-10.976	0.000	-100	0.925	-1.451	0.000	-100	8.056	-10.569	0.001
0	12.41	-8.062	0.002	0	0.501	-0.506	0.000	0	4.988	-5.004	-0.001
100	13.495	-8.701	0.003	100	0.452	-0.466	0.000	100	5.612	-5.372	0.000
200	15.349	-9.201	-0.003	200	0.52	-0.509	0.000	200	4.796	-3.559	-0.001
300	17.511	-9.089	0.002	300	0.626	-0.614	0.000	300	8.406	-5.262	-0.001
400	17.004	-7.63	0.002	400	0.998	-1.155	0.000	400	3.59	-2.483	0.000
500	17.445	-6.957	-0.002	500	0.851	-0.912	0.000	500	6.251	-4.055	-0.002
600	12.989	-7.353	0.001	600	2.156	-2.493	0.000	600	4.603	-4.773	0.000
650	12.033	-7.84	-0.004	650	2.603	-2.56	0.001	650	4.864	-5.247	0.000

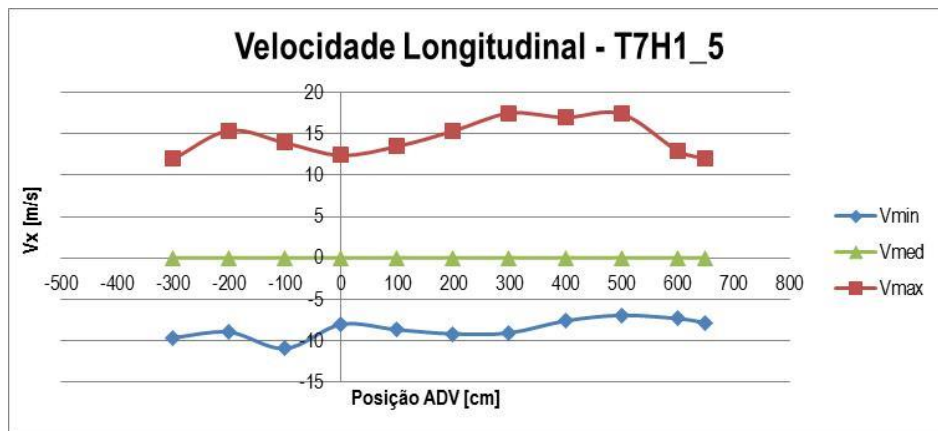


Figura 57 – Velocidade longitudinal ( $V_x$ ) – T7H1\_5

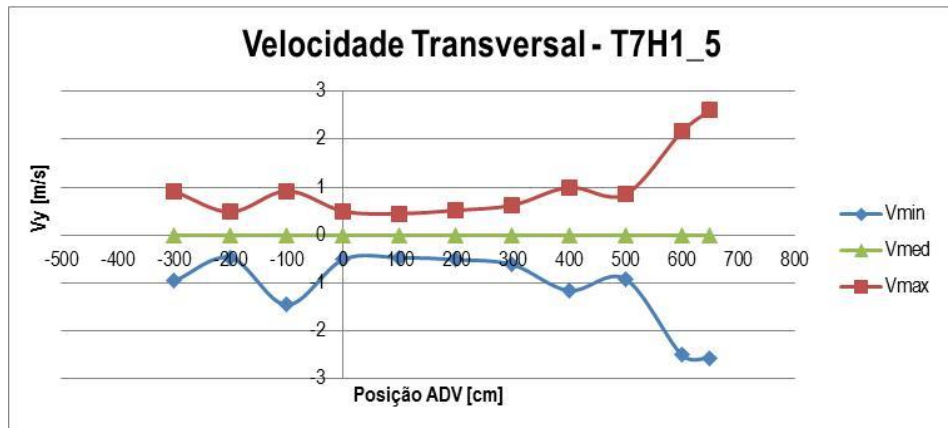


Figura 58 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T7H1\_5

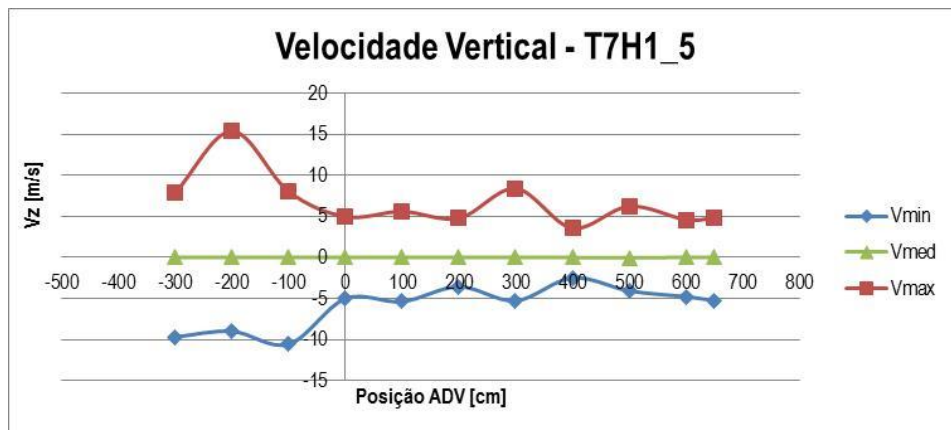
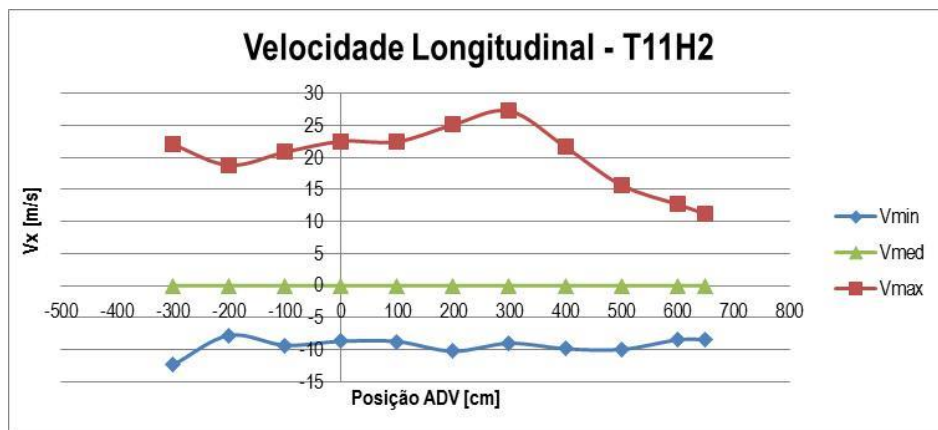


Figura 59 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T7H1\_5

- **T11H2**

**Quadro 23 – Velocidades registadas – T11H2**

T11H2 - Velocidade longitudinal (sonda 9)				T11H2 - Velocidade transversal (sonda 10)				T11H2 - Velocidade vertical (sonda 11)			
x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed	x (cm)	Vmax	Vmin	Vmed
-300	22.027	-12.356	0.003	-300	1.927	-1.858	0.000	-300	11.27	-11.82	0.001
-200	18.808	-7.747	0.002	-200	0.721	-0.614	0.000	-200	3.409	-2.302	0.000
-100	20.855	-9.294	-0.007	-100	0.539	-0.577	0.000	-100	4.61	-4.397	0.001
0	22.523	-8.659	0.002	0	0.761	-0.758	0.000	0	7.746	-6.844	0.000
100	22.476	-8.715	-0.005	100	0.545	-0.626	0.000	100	5.341	-4.764	-0.003
200	25.122	-10.209	0.002	200	0.493	-0.496	0.000	200	5.197	-3.307	0.000
300	27.261	-8.98	0.003	300	0.827	-0.947	0.000	300	7.945	-4.463	-0.001
400	21.663	-9.829	0.004	400	1.299	-1.205	0.000	400	5.512	-3.371	0.000
500	15.699	-9.952	-0.001	500	3.317	-3.206	0.000	500	6.894	-7.256	-0.002
600	12.707	-8.446	-0.002	600	3.021	-3.304	-0.001	600	5.962	-6.517	0.004
650	11.193	-8.423	0.002	650	2.895	-2.803	0.000	650	4.944	-5.355	-0.001



**Figura 60 – Velocidade longitudinal (V<sub>x</sub>) – T11H2**



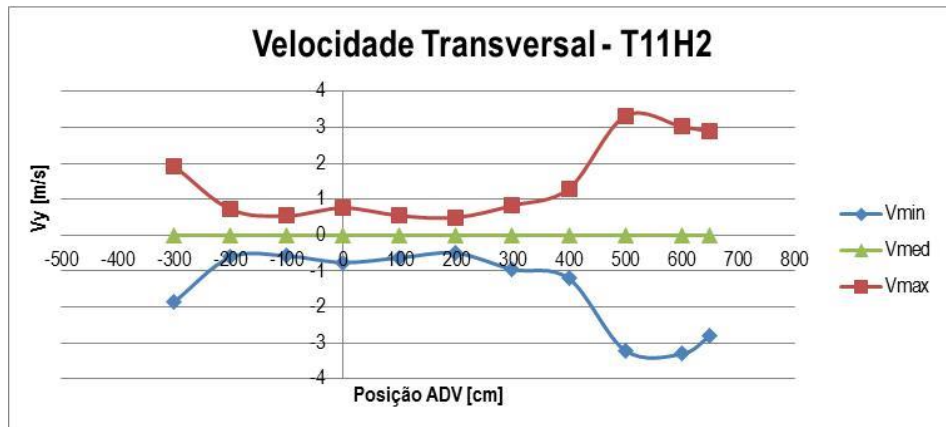


Figura 61 – Velocidade transversal ( $V_y$ ) – T11H2

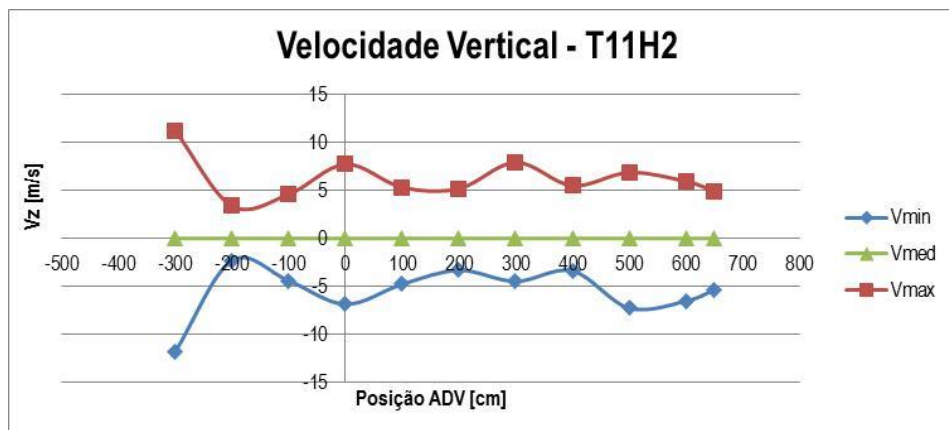


Figura 62 – Velocidade vertical ( $V_z$ ) – T11H2

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste relatório descreveu-se o tratamento realizado aos dados de elevação da superfície livre e de velocidade obtidos no CO13 para o estudo da propagação de ondas regulares sobre um fundo rugoso.

Este trabalho consistiu essencialmente em :

- Análise temporal das séries de valores de elevação da superfície livre para cada condição de agitação com o programa ANOIAGI (Fortes et al, 2010);
- Análise temporal da série de valores de velocidade das partículas para cada condição de agitação com o programa ANOIAGI (Fortes et al, 2010);

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fortes, C.J.E.M.; Pinheiro, L.; Santos, J.A. (2010). Análise temporal, espectral e de erros no pacote SOPRO. Aplicações. Proc. 10º Congresso da Água, Alvor.

Gil, J. (2006) Programa de análise espectral utilizando a transformada discreta de Fourier: Spegil.f, FORTAN.

Pinheiro, L.V.; Fortes, C.J.E.M.; Santos, J.A.; Neves, M.G. (2006). Caracterização de regimes de agitação marítima utilizando a ferramenta SOPRO, Proc. 8º Congresso da Água, Figueira da Foz, 13 a 17 de março de 2006.

Reis, R. (2010) - Relatório de Estágio – LNEC – 6 de setembro a 18 de outubro, LNEC

**Autores:**



André Ramos

Bolseiro de Experimentação



Selma Gabriel

Bolseira de Doutoramento



Joana Simão

Bolseiro de Experimentação



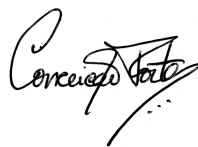
Ana Cristina Passarinho

Bolseiro de Experimentação



Rute Lemos

Técnico Superior



Conceição Juana Fortes

Investigadora Principal

## **ANEXO A**

# **Procedimentos para análise de dados de elevação da superfície livre e velocidades com o Anoiagi**

Apresentam-se de seguida os procedimentos, para realizar a análise de dados de elevação da superfície livre, e de velocidades, recorrendo ao Anoiagi.

**Passo 1** – Para abrir o Anoiagi, é necessário abrir o ficheiro “anoiagi\_28abril2014”, que está dentro da pasta do programa.

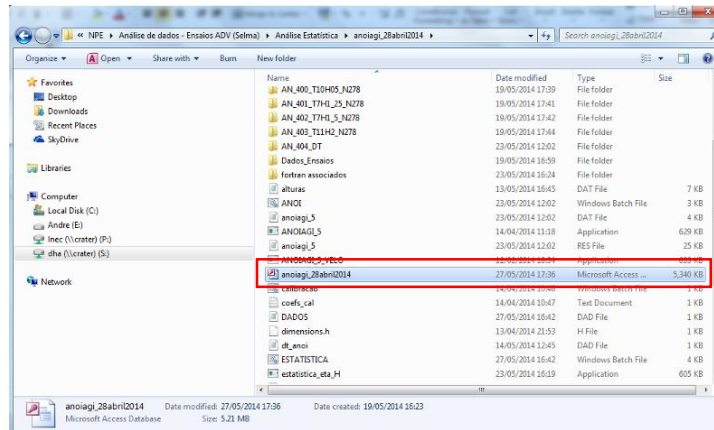


Fig. A.1 – Ficheiro para correr o Anoiagi

**Passo 2** – O ficheiro depois de aberto, dá acesso a um programa cuja interface é a representada na figura A.2. Para fazer uma análise com este programa, é necessário escolher a opção “Abre\_Proj”.

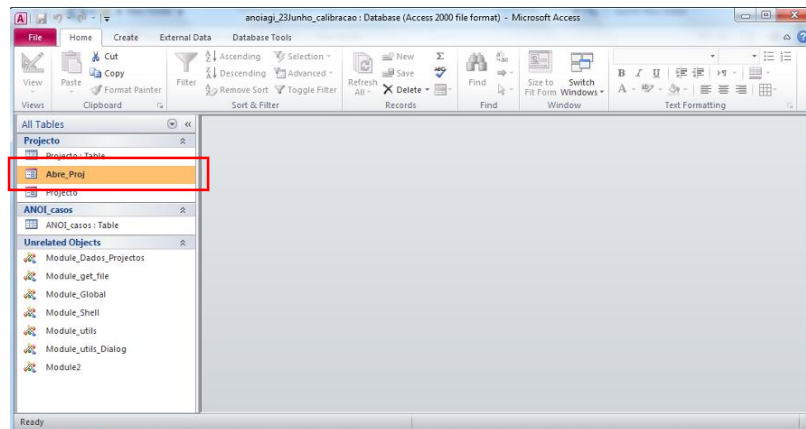


Fig. A.2 – Interface Anoiagi – Abre\_Proj

**Passo 3** – Após o passo anterior, escolhendo a opção “Abre\_Proj”, surge um quadro onde se escolhe “New project”.

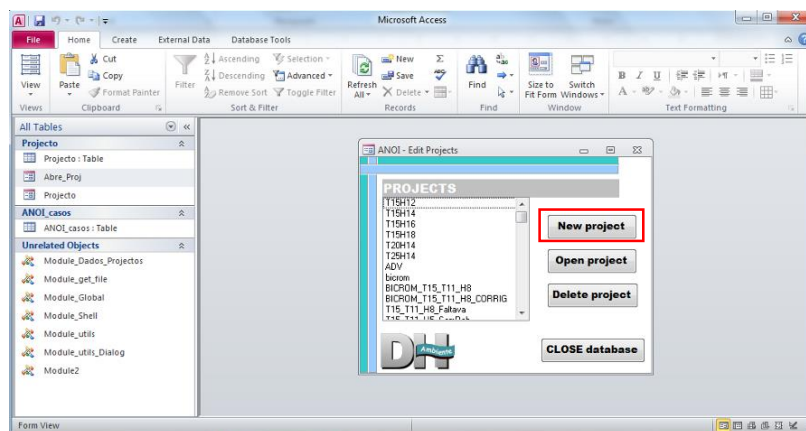


Fig. A.3 – Interface Anoiagi - escolha de novo projeto

**Passo 4** – Após fazer “New project”, seleciona-se o ficheiro criado, cujo nome é “Novo projeto” (o qual é dado por defeito pelo programa), e clica-se em “Open project”.

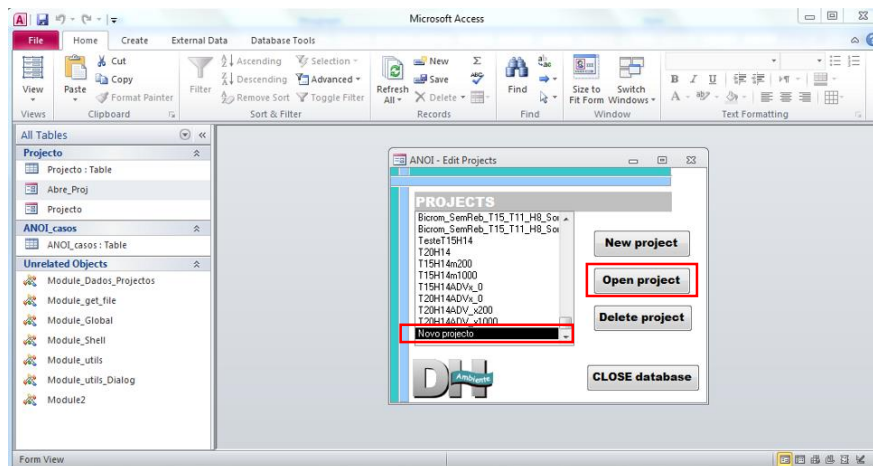


Fig. A.4 – Interface Anoiagi - abertura do projeto criado

**Passo 5** – Após fazer “Open project”, surge um quadro de acordo com o representado na figura A.5, onde se identifica o projeto e onde se define o nome a dar ao projeto.

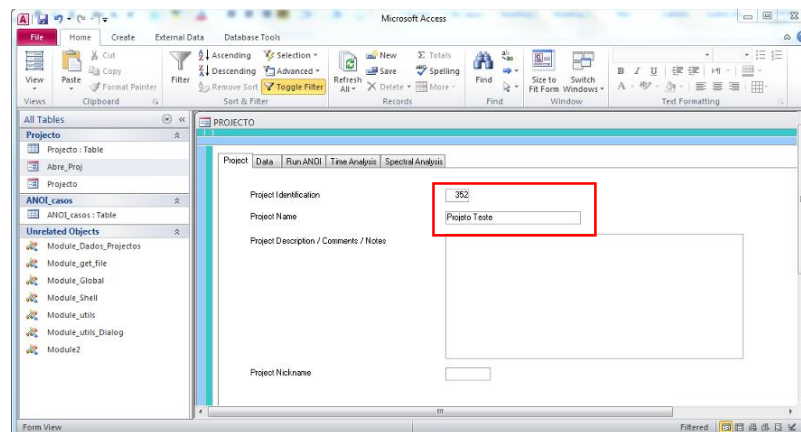


Fig. A.5 – Interface Anoiagi - Identificação do projeto

**NOTA 1** – O campo “Project Identification” normalmente deixa-se o valor que o programa coloca por defeito. Neste caso deu-se o nome de “Projeto Teste”.

**Passo 6** – Após identificação do projeto, passamos para o quadro “Data”, no qual vamos definir quais os dados que vamos analisar, surgindo um quadro de acordo com a figura A.6

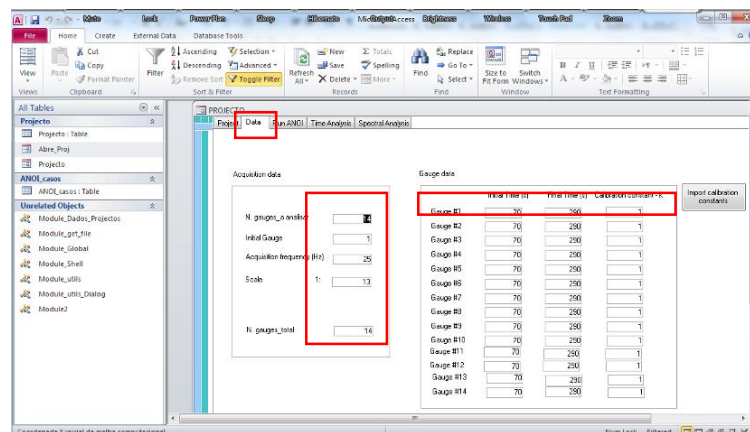


Fig. A.6 – Interface Anoiagi – Quadro “Data”

Neste caso, no quadro “Acquisition data” é onde definimos quais as sondas a analisar, assim como a frequência de aquisição de dados e ainda a escala do modelo. Para o presente caso, analisam-se 14 sondas, logo “N. gauges : 14”, “Initial Gauge: 1”. A frequência de aquisição é 25 Hz, logo “Acquisition frequency (Hz): 25” e, como a escala é 1:13, define-se “Scale 1:13”.

No quadro “Gauge data”, é onde se definem os dados da sonda, nomeadamente o coeficiente de calibração, e o período que vamos analisar os dados. Neste caso, tal como referido anteriormente, analisou-se o intervalo de tempo entre os 70 e os 290s, contabilizando um total de 220s. O coeficiente de calibração da sonda é o resultante da calibração de cada sonda. Estes valores podem ser preenchidos automaticamente, clicando em “Import calibration coeficiente” escolhendo o ficheiro onde estão as constantes de calibração das sondas, ou preenchendo diretamente os campos para cada sonda.

**Passo 7** – Após definição dos dados, passamos para o quadro “Run ANOI”, no qual vamos escolher os ficheiros que vão ser analisados, surgindo um quadro de acordo com a figura A.7. Nesse quadro escolhe-se a diretoria onde vamos buscar os ficheiros a analisar, e de seguida os respetivos ficheiros. Escolhendo a diretoria, surge uma lista onde devem ser selecionados os ficheiros que vão ser analisados.

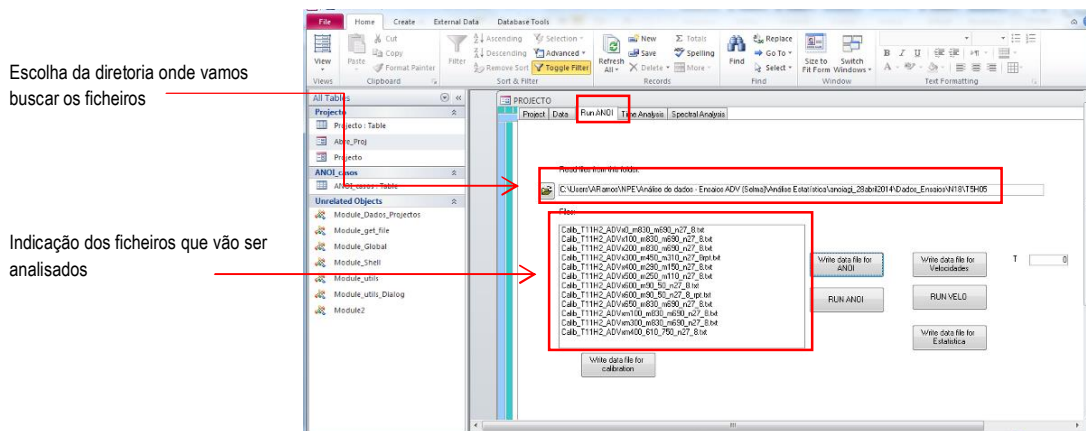


Fig. A.7 – Interface Anoiagi - Escolha dos ficheiros a analisar

**Passo 8** – Após escolha dos ficheiros, para realizar a análise da elevação de superfície livre, é necessário clicar no botão “Write data file for ANOI” e de seguida, após aguardar uns momentos, clicam-se no botão “RUN ANOI”.

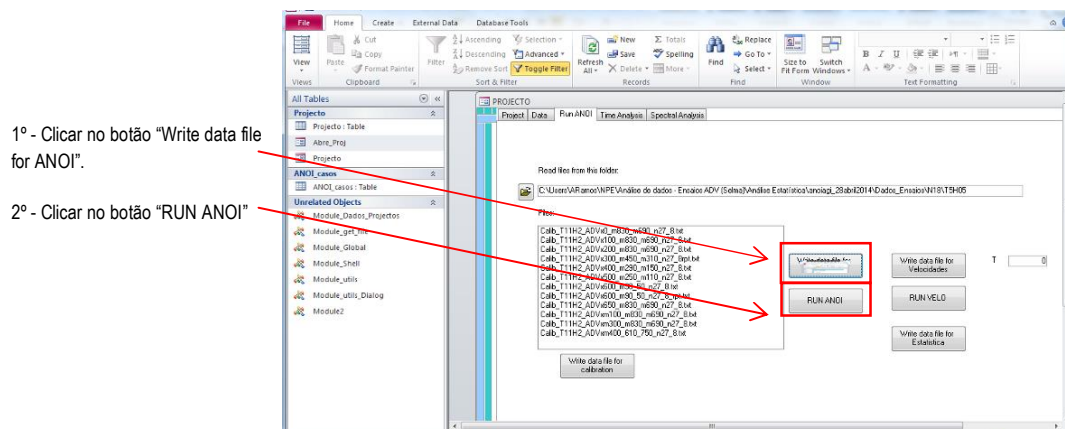


Fig. A.8 – Interface Anoiagi - Execução do programa – Análise de elevação de superfície livre

Após correr o programa, surge uma caixa de texto que significa que o programa foi executado. É necessário ter em conta que pode ocorrer um erro nesta fase. O erro que pode ocorrer encontra-se representado a figura A.9.



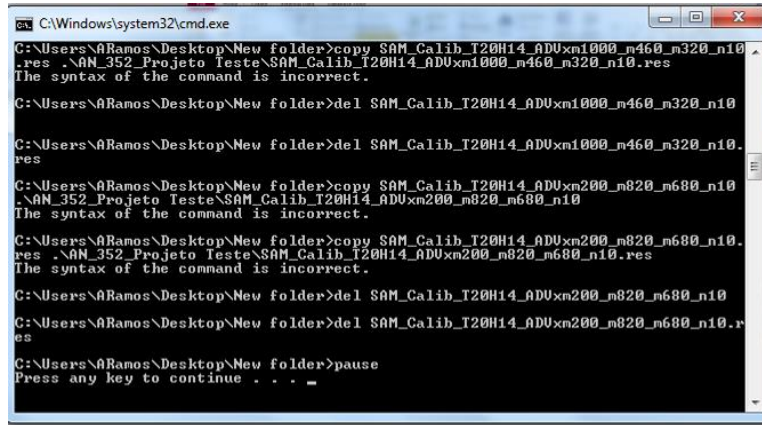


Fig. A.9 – Erro que pode ocorrer no ANOIAGI

Caso não dê nenhum erro, surge a mesma janela, mas em que não aparece nenhum erro do tipo *“The syntax of the command is incorrect”*.

Quando não ocorre erro, na pasta onde está o programa, é criada uma diretoria, com a identificação do projeto e o nome, onde vão ser guardados os resultados para os ficheiros analisados.

**Passo 9** – Para fazer a análise da velocidade, o processo é idêntico ao que se realiza para a análise de elevação de superfície livre, no entanto, é necessário clicar no botão *“Write data file for velocidades”* e de seguida, após aguardar uns momentos, clica-se no botão *“RUN VELO”*.

1º - Clicar no botão *“Write data file for velocidades”*.

2º - Clicar no botão *“RUN VELO”*

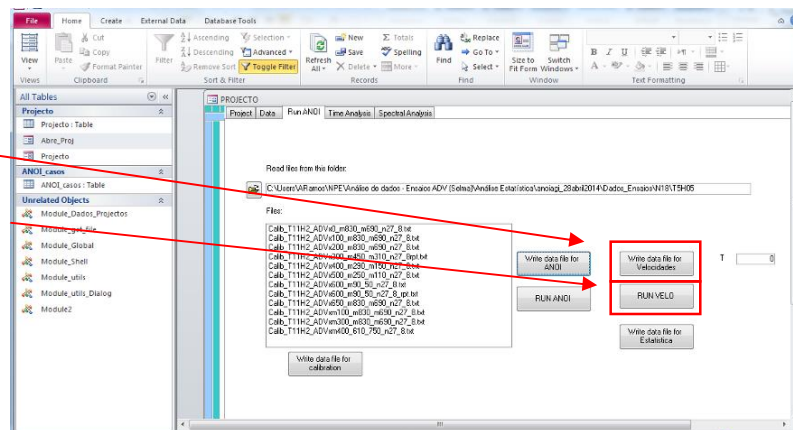


Fig. A.10 – Interface Anoiagi - Execução do programa – Análise de velocidades



## ANEXO B

# Procedimentos para ensaios com o ADV

## Equipamento:

### Na Observation box:

- CPU 1 (TOSHIBA portátil)
- Geração de ondas (Labview)

### Junto ao canal:

- CPU2 (Torre)
- Recolha de dados (Vectrino & Signal express - National instruments)

### Hardware

- Placa da National Instruments
- Transferência de dados analógicos para digital



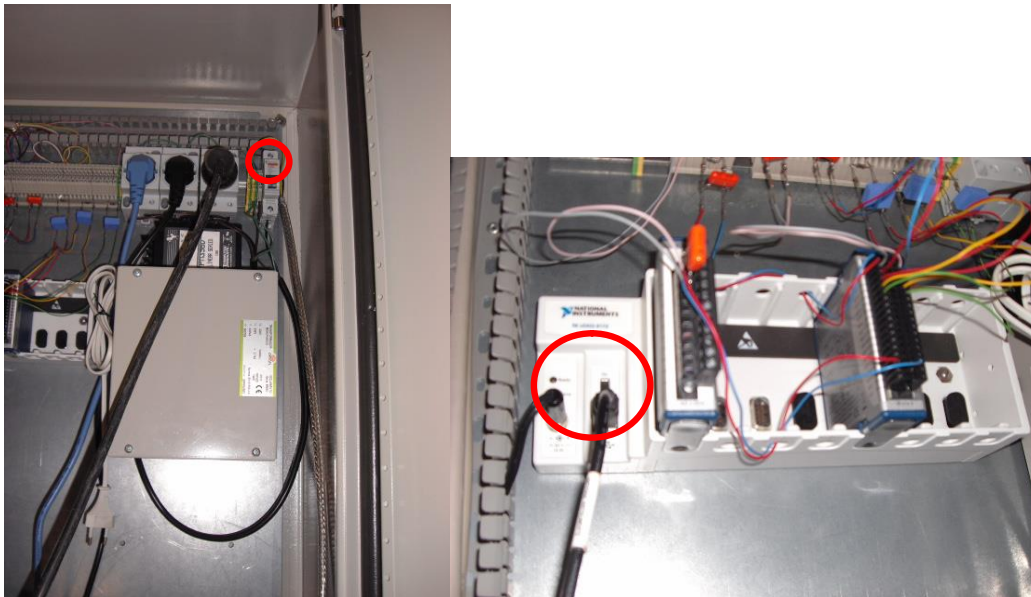
## Password's dos CPU's:

- CPU1 – Inec1700
- CPU2 – Apenas carregar em ok (Sem password) (Atenção carregar F1 para iniciar computador, **acertar sempre a hora deste computador!**)

## Passo 1 – Ligações

### Na caixa junto ao canal:

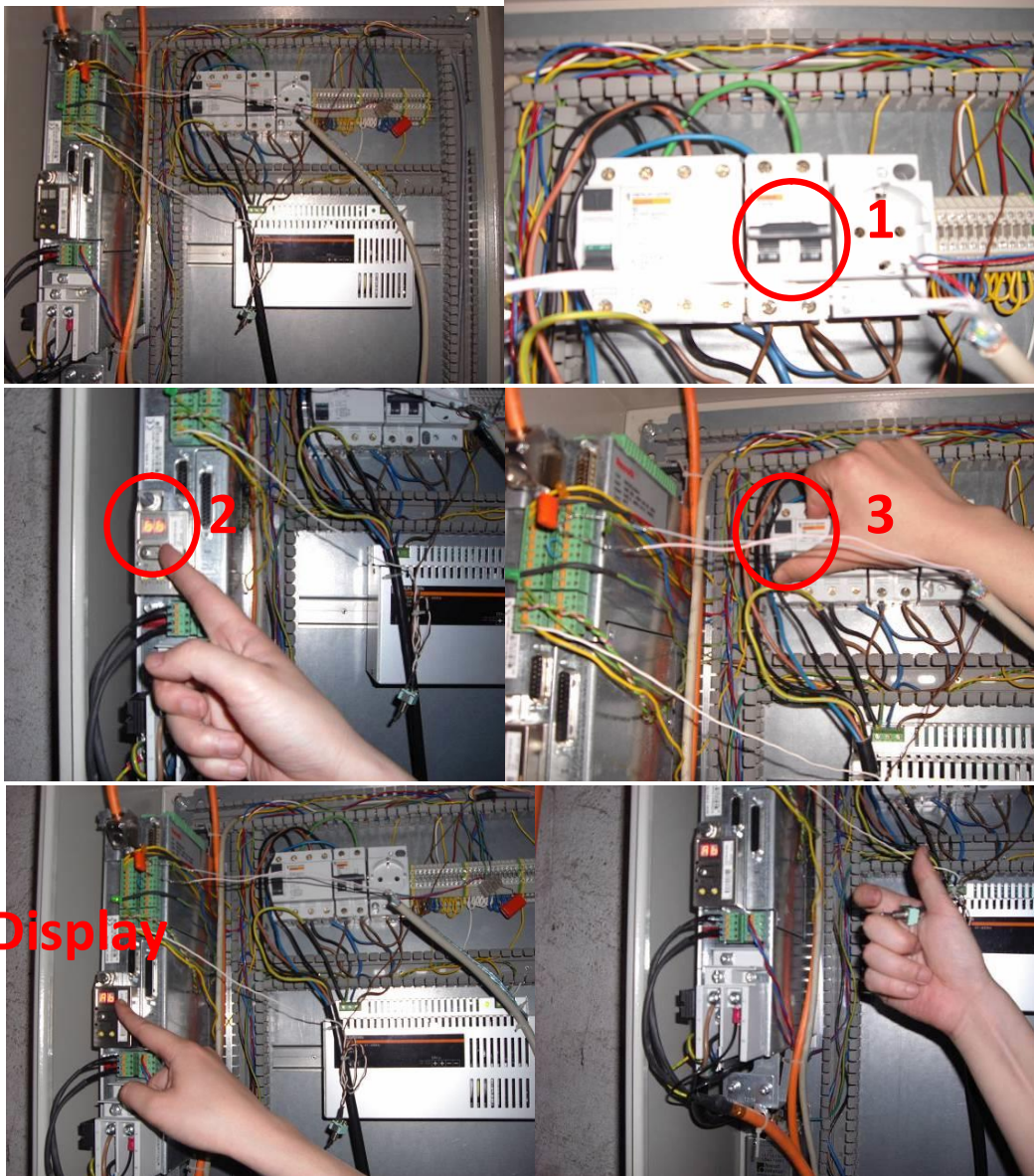
1. Ligar a alimentação na tomada que está no chão
2. Ligar o botão superior direito (Master Switch – botão preto)
3. Ligar à esquerda o botão no sistema de geração (botão National Instruments) (automaticamente liga a luz **amarela**, e depois liga a luz **verde** quando está pronto e desaparece ficando ligado amarelo no “Ready” (quando a geração está a ser feita a luz passa a acender no “Ative”)



### Na caixa por trás do canal:

1. Ligar o interruptor 1 (está ao lado da ficha)
2. Esperar que apareça o código “**bb**” no display
3. Ligar o interruptor 2 (mais à esquerda)
4. Acende uma luz vermelha a piscar e aparece na luz de código “**Ab**” no display (este é um sinal de segurança para não sobreaquecer o quadro)
5. Ligar o interruptor 3
6. Acende uma luz com o código “**AF**” no display
7. Para desligar o quadro fazer o percurso inverso à ligação do quadro





### **CPU1:**

1. Ligar o computador – a password é “Inec1700”



2. Ligar o cabo USB azul ao computador, só quando este já tiver iniciado totalmente.
  - Deve evitar-se utilizar a porta USB do meio dado que tem apresentado problemas ao se ligar os equipamentos.



### **Ligações junto ao CPU2:**

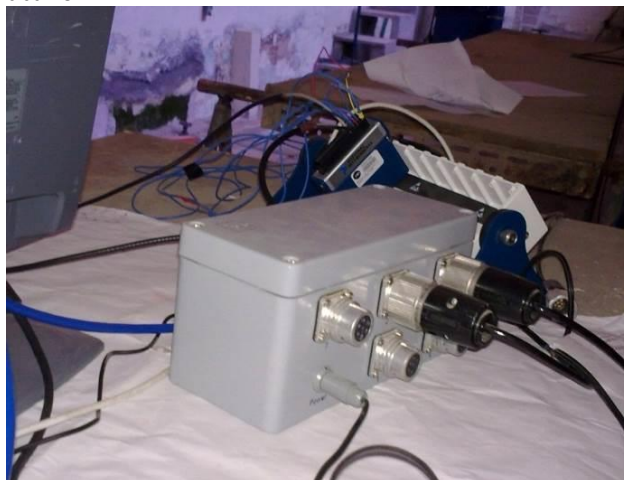
1. Verificar a se todos os instrumentos estão ligados na extensão que está colocada no chão (instrumentos: box, placa da National Instruments, monitor, computador, Vectrino) (figura abaixo)



2. Verificar se estão os instrumentos ligados na extensão (ficha tripla na figura abaixo):



3. Verificar se as sondas 1 (de nível ao largo) e sonda 2 (de nível junto ao ADV) estão ligadas na box de acordo com a figura abaixo:



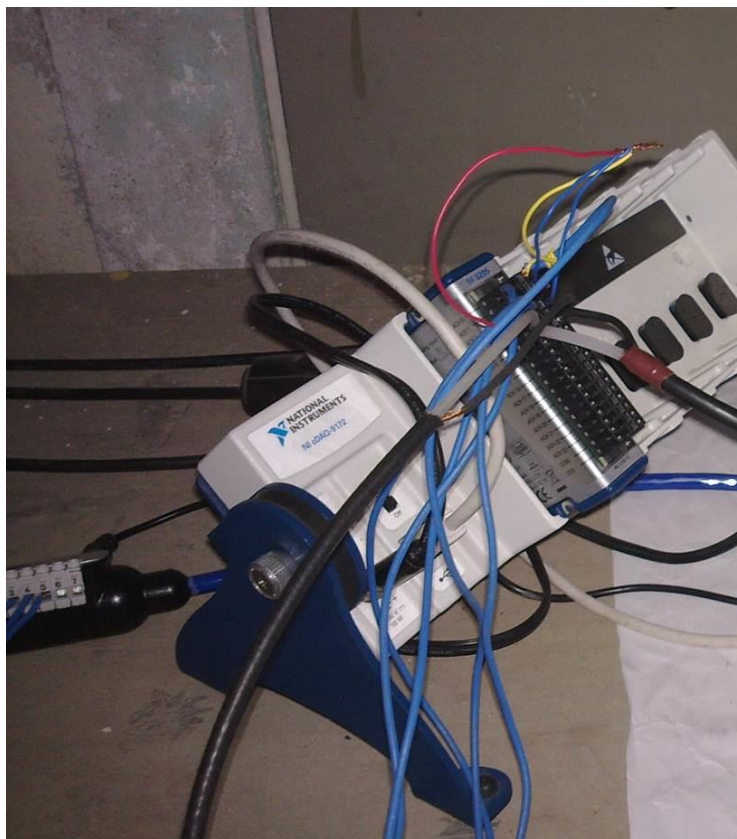


4. Verificar se os fios das sondas de nível 1 e 2 que saem da box estão ligados à placa da National Instruments (a sonda 1 corresponde ao canal 6 e a sonda 2 corresponde ao canal 5 da placa da National Instruments) (figura abaixo).



5. Verificar as ligações do ADV para a placa da National Instruments (no ADV: x(1) no canal 1 da placa, y(2) no canal 2 da placa, z1(3) no canal 3 da placa, z2(4) no canal 4 da placa e ground (5) no negativo da placa (terra) juntamente com o negativo das sondas de nível e dos canais do ADV) (figuras abaixo)





6. Verificar as ligações USB atrás do CPU2, uma da placa da National Instruments (fio azul) e a outra do ADV, como na figura abaixo! Não trocar o local porque senão muda a porta de ligação ao Vectrino!



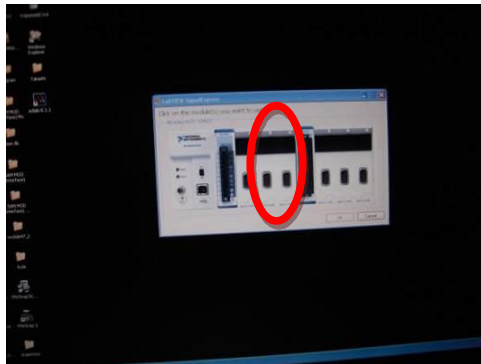
**CPU 2:**

1. Verificar mais uma vez se está tudo ligado e pronto a iniciar o computador



## Passo 2 - Configuração do CPU1 como gerador de sinal:

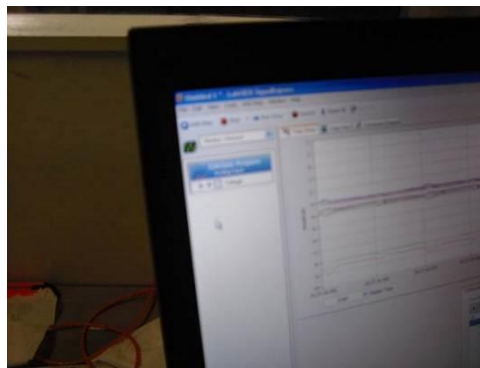
1. Quando se liga o cabo USB azul, o software “LabVIEW SignalExpress” inicia automaticamente. (Se este não ligar clicar em “Start” -> “Programs” -> “National Instruments” -> “LabVIEW SignalExpress” -> “LabVIEW SignalExpress”)
2. Clicar na entrada analógica (aquela que tem o círculo vermelho na figura abaixo)
3. Depois da entrada ficar highlighted (verde) clicar em OK para o LabVIEW entrar



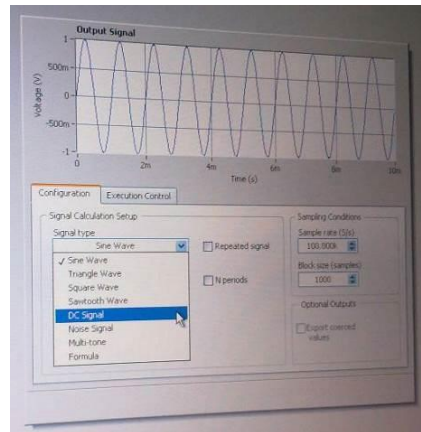
### Primeira vez:

### No LabVIEW:

1. **NÃO ESQUECER**, clicar em “STOP” na barra de ferramentas
2. Right click no “DAQmx Acquire” e fazer delete (Quando se inicia o programa através do menu iniciar não é necessário este passo)

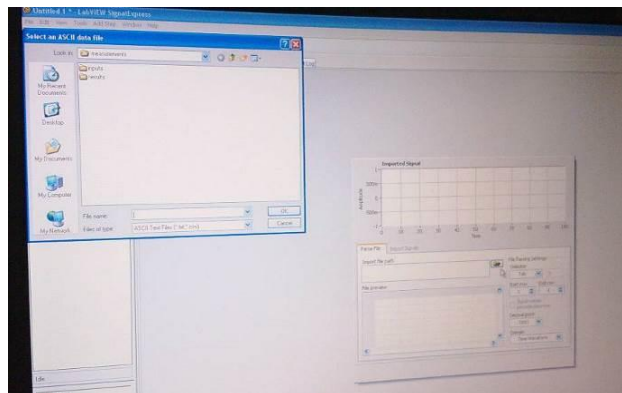


3. Tem que se colocar o software “LabVIEW SignalExpress” sem projetos
4. Fazer right click à esquerda (o mesmo que clicar em “add step”)
  - Clicar em “Create Signals” -> “Create analog signal”
  - No separador “Configuration”, em “Signal type”, escolher “DC signal” e selecionar 0.0000 de Offset(v)



5. Fazer right click à esquerda (o mesmo que clicar em “add step”)

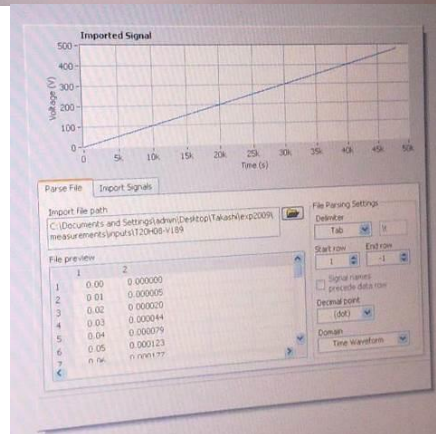
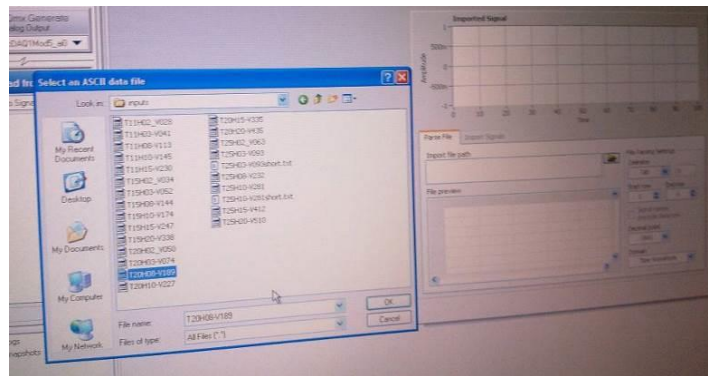
- Clicar em “Load/Save Signals” -> “Analog Signals” -> “Load from ASCII”



6. Escolher o ficheiro da onda a gerar em “Import file path” e selecionar “All files” para que se consiga visualizar todos os ficheiros das ondas

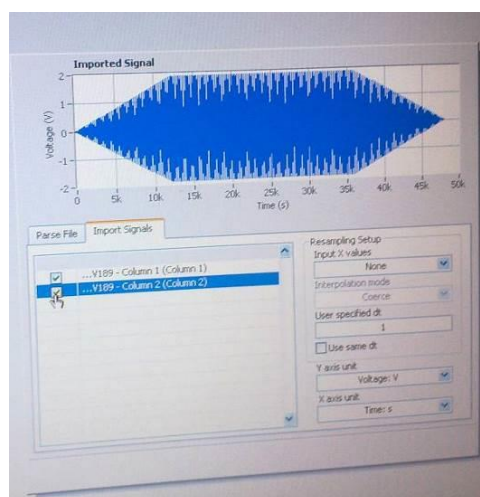
- Escolher, por exemplo, o ficheiro T25H18\_V472\_novo.dat (Atenção! Os dados de entrada aqui devem ser voltagens!)





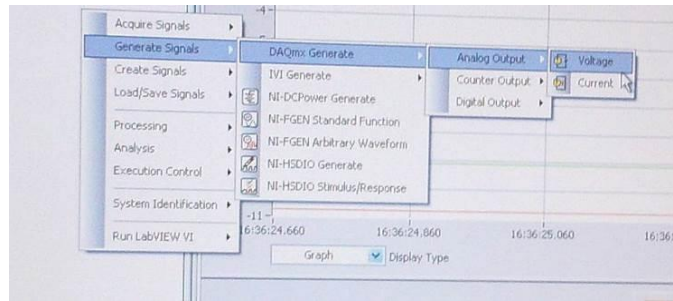
**7. No separador “Import Signals”:**

- Fazer “check” à “Column 2”
- Em “Input x value” e selecionar a “Column 1”

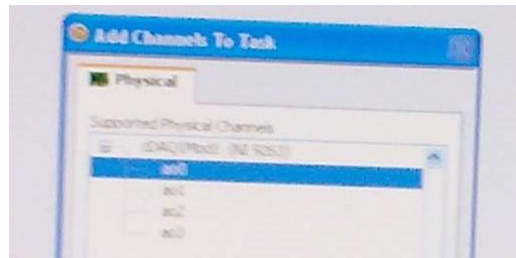


**8. Fazer right click à esquerda (o mesmo que clicar em “add step”)**

- Clicar em “Generate Signal” -> “DAQmx Generate” -> “Analog Output” -> “Voltage”



9. Vai aparecer uma janela – escolher o canal “ao0” e clicar em “ok”

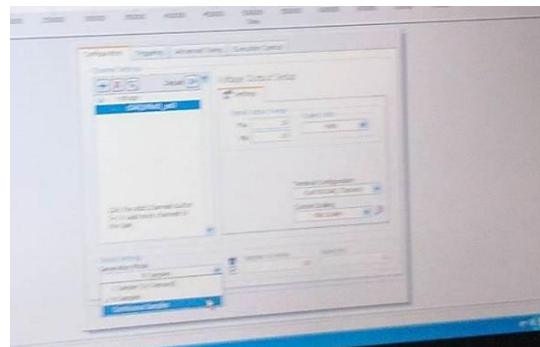


10. No separador “Configuration”

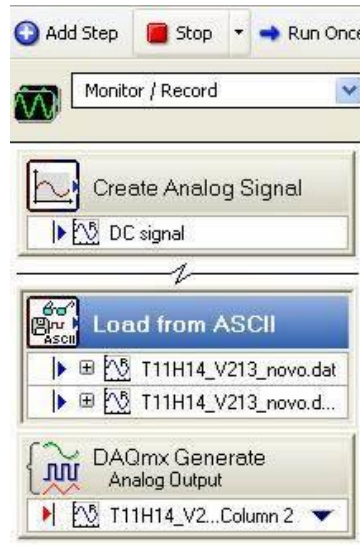
- Clicar em “Generate Mode”
- Selecionar “Continuous Sample”

11. No separador “Advanced Timing”

- Clicar em “Regenerate Mode”
- Selecionar “Do not allow regeneration”

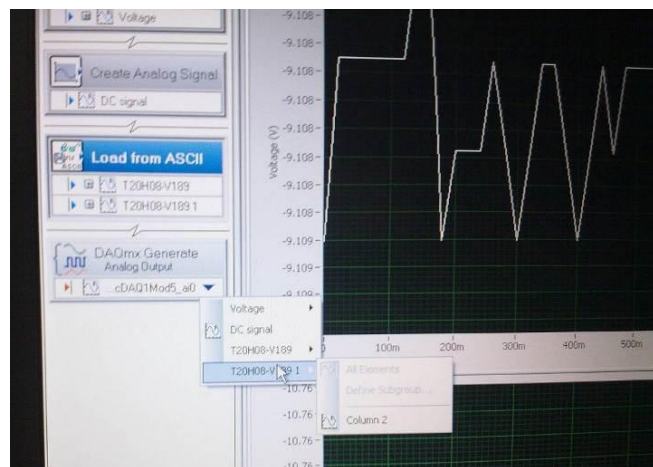


12. Verificar se os menus estão pela seguinte ordem:



13. Para começar a geração da onda clicar em “DAQmx Generate”

- Clicar no “triângulo virado para baixo” e seleccionar a “Column 2” da onda a gerar



**Próximas vezes:**

**No LabVIEW:**

1. Selecionar “File” -> “Open Project”
  - Ir à pasta “VecNivCan” e abrir o ficheiro “gerador.seproj”
2. Clicar duplamente em “DAQmx Generate” para visualizar a onda a ser gerada

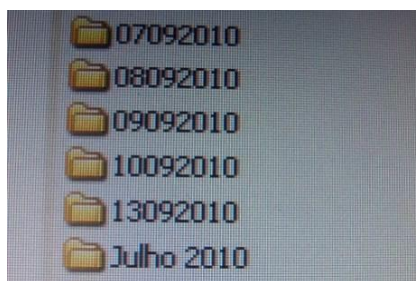


## Passo 3 – Configuração do CPU2 para aquisição de dados:

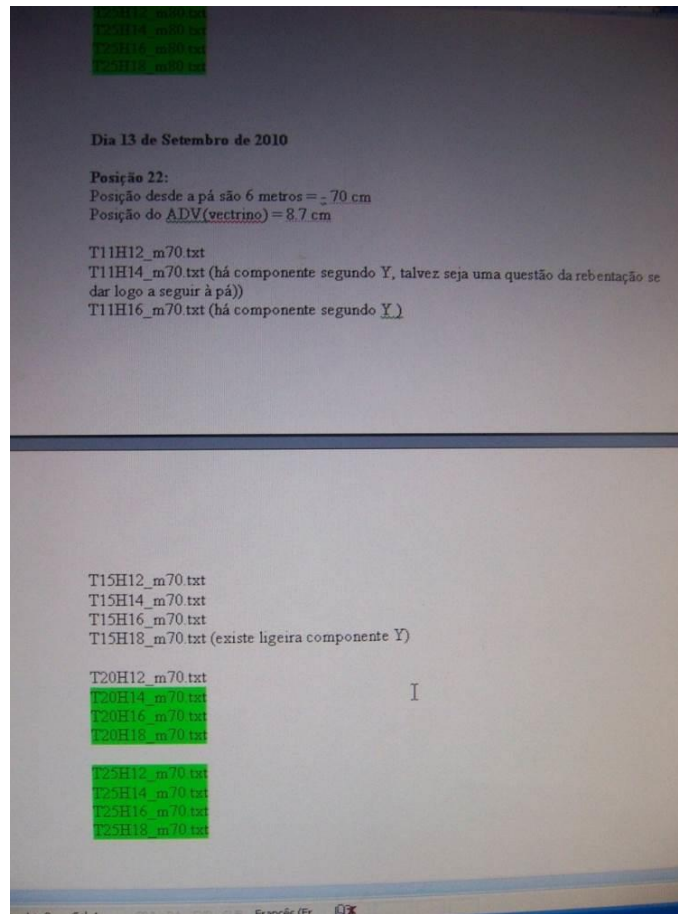
1. Ligar o CPU2
2. Clicar F1 se apresentar mensagem de erro ao iniciar
3. Quando pedir a password clicar em “ok” (não tem password)



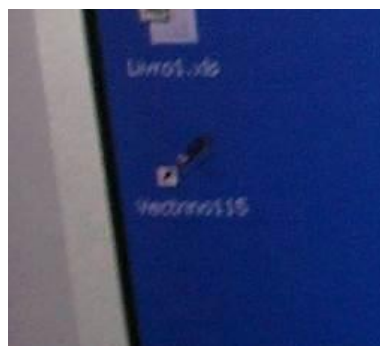
4. Colocar hora e data certas
5. Na pasta VecNivCan, criar uma nova pasta onde os ficheiros de registo vão ser guardados, tendo um nome com o formato DDMMAAAA



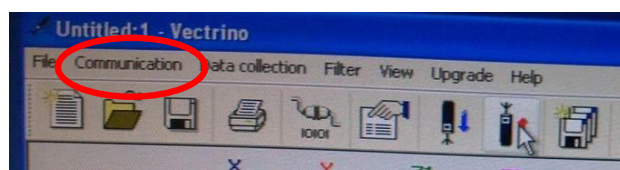
6. Atualizar o ficheiro “Diário dos ensaios ADV.doc”, que se encontra na pasta VecNivCan, com todos os dados do dia em que se está a efetuar o ensaio.



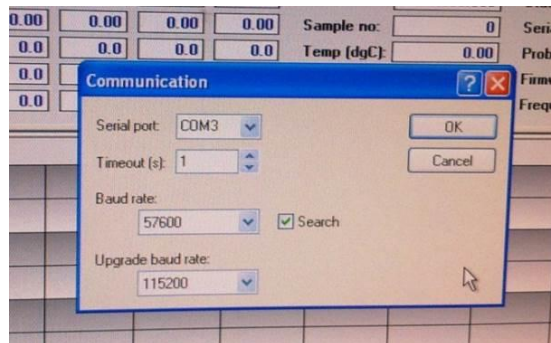
7. Clicar no icon do software Vectrino, que se encontra no Desktop



8. Clicar em “Communication”, na barra de ferramentas

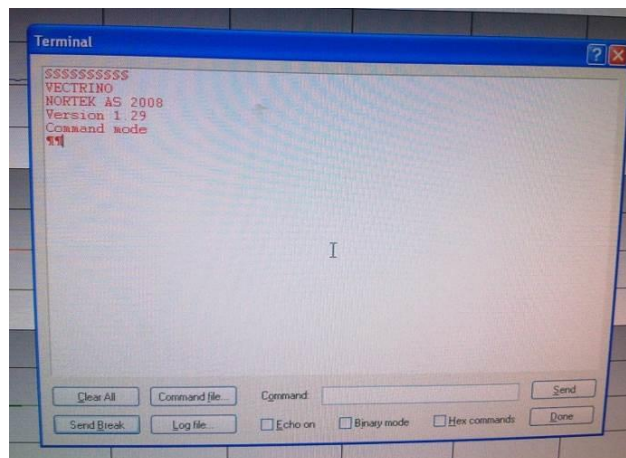


9. Clicar em “Serial port” e verificar se os valores estão como na figura abaixo (deve funcionar tudo bem com os valores que estão na figura abaixo, caso contrario tem que se experimentar vários valores)



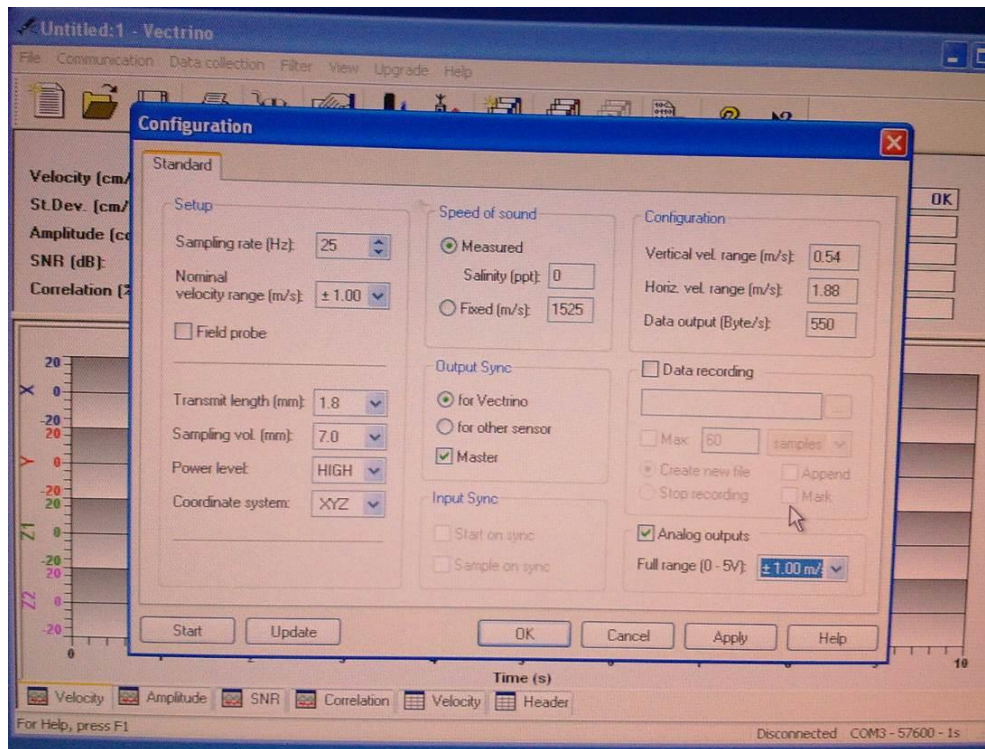
10. Clicar em “Communication”, na barra de ferramentas

- Clicar “terminal emulator”
- E no menu em “send break” para verificar se o ADV está a comunicar bem com o CPU2 (se estiver a comunicar bem, no ecrã vai aparecer algo do género Nortek qualquer coisa como na figura abaixo)



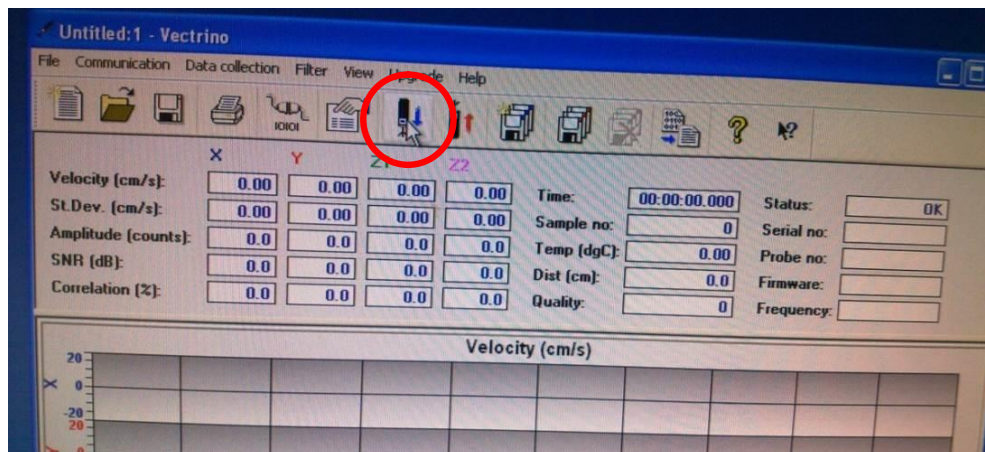
11. Clicar em “Data collection”

- Depois em “Edit configuration” (também pode ser icon que tem o desenho de uma mão com uma folha e colocar as opções da configuração como na figura abaixo)



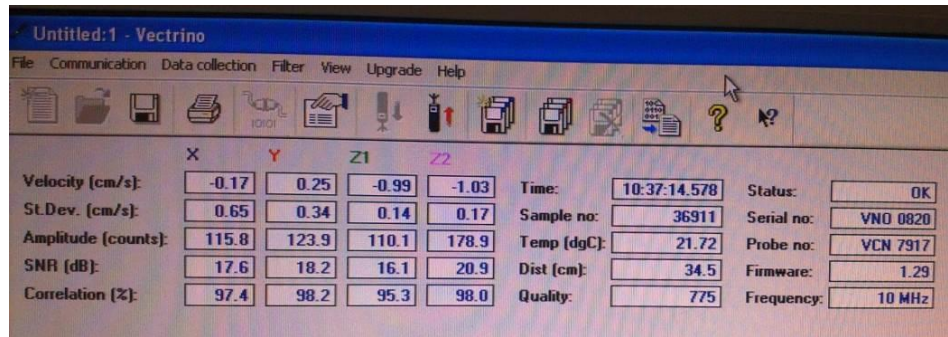
12. Seguidamente clicar em “Apply” e depois em “Update”

13. Seguidamente iniciar a visualização dos valores do ADV com o Vectrino, clicar no icon com a seta azul para baixo (para desligar clicar no icon da seta vermelha para cima)

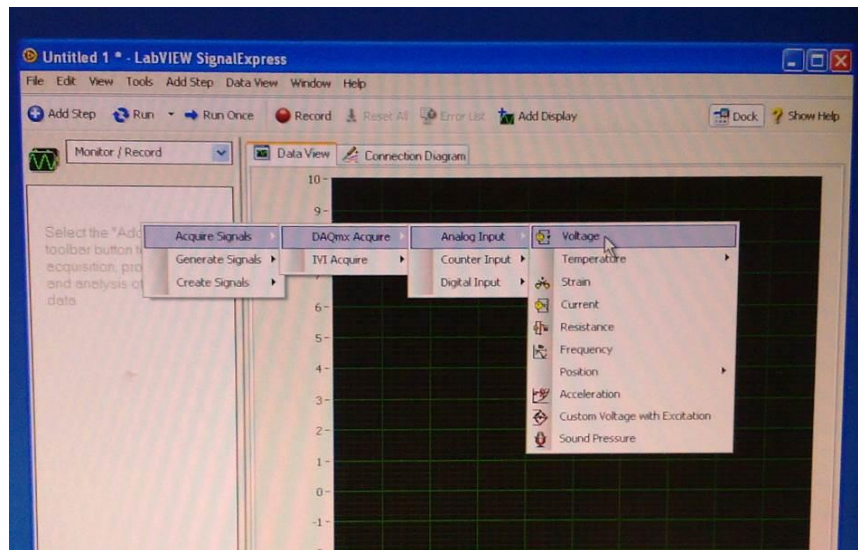


14. Verificar os parâmetros da correlação (próximos dos 90), distância ao fundo (se os valores fazem sentido), SNR (próximo dos 15-20) e qualidade (maior possível)

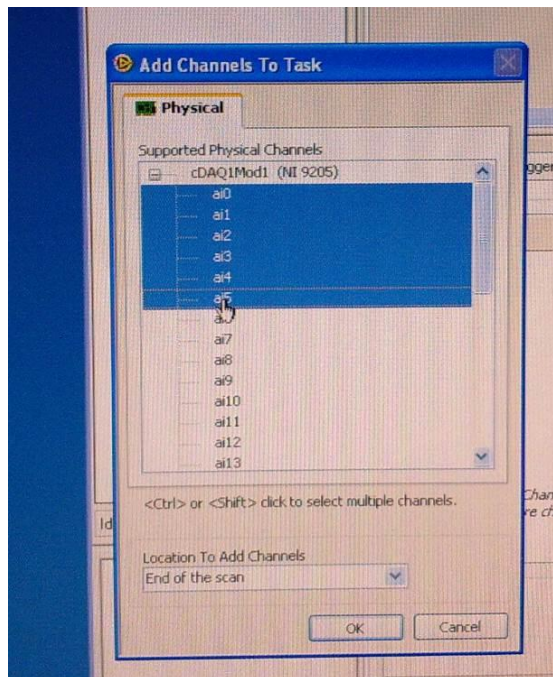




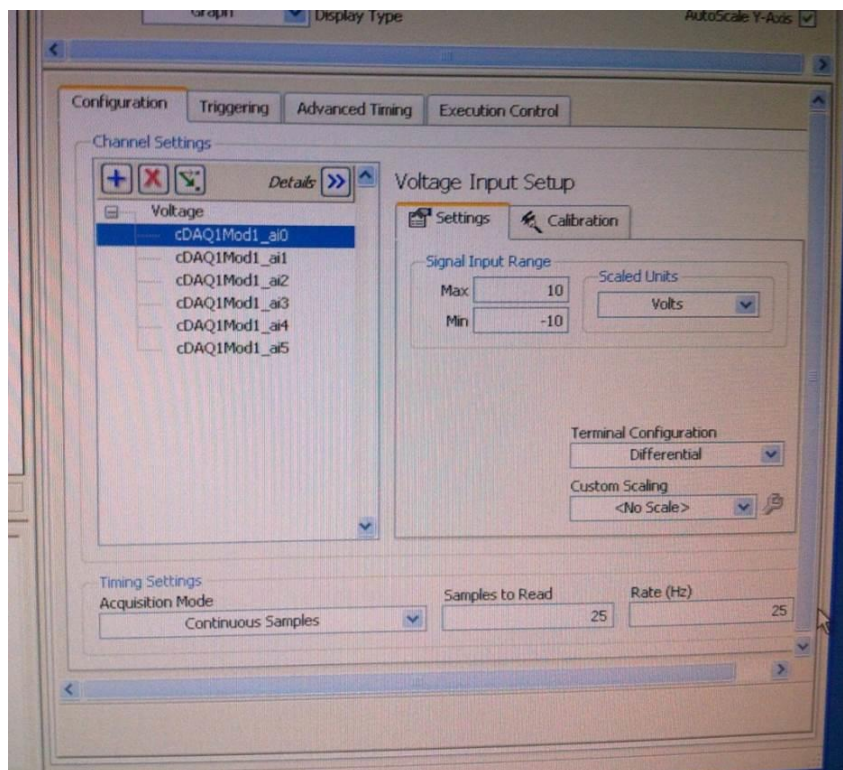
15. Na janela principal do vectrino clicar sobre o eixo y de qualquer um dos gráficos e colocar a escala de +100 a -100
16. Clicar em “Start” -> “Programs” -> “National Instruments” -> “LabVIEW SignalExpress” -> “LabVIEW SignalExpress”)
17. Com o botão direito do rato clicar na janela branca do lado esquerdo e, como na figura abaixo, clicar em “Aquire Signals” -> “DAQmx Acquire” -> “Analog Input” -> “Voltage”



18. Selecionar os canais de 0 a 5 e clicar em “ok”

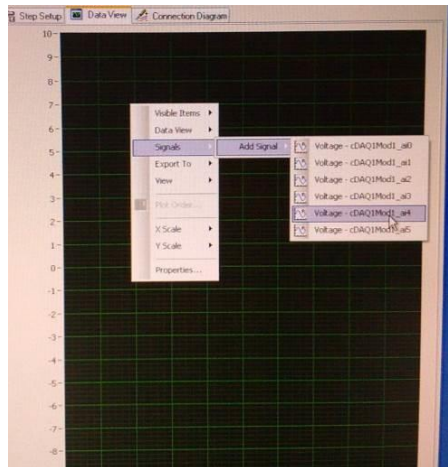


19. Colocar as settings na janela como na figura abaixo (Samples to read: 25; Rate: 25Hz)



**20. Clicar no separador Data View**

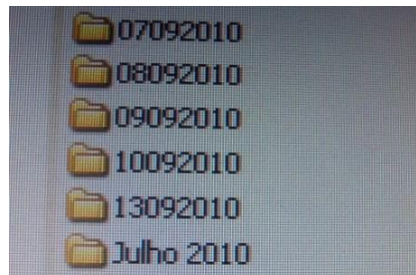
- Clicar com o botão direito do rato na janela escura e escolher Data View -> Add Display Below
- Na janela superior, clicar com o botão direito do rato na janela superior do data view e selecionar "Signals" -> "Add Signals" e adicionar desde o sinal "Voltage – cDAQ1Mod1\_a0" até ao "Voltage – cDAQ1Mod1\_a3"



- 21. Na janela inferior, clicar com o botão direito do rato na janela superior do Data View e selecionar "Signals" -> "Add Signals" e adicionar o sinal "Voltage – cDAQ1Mod1\_a4" e "Voltage – cDAQ1Mod1\_a5"**

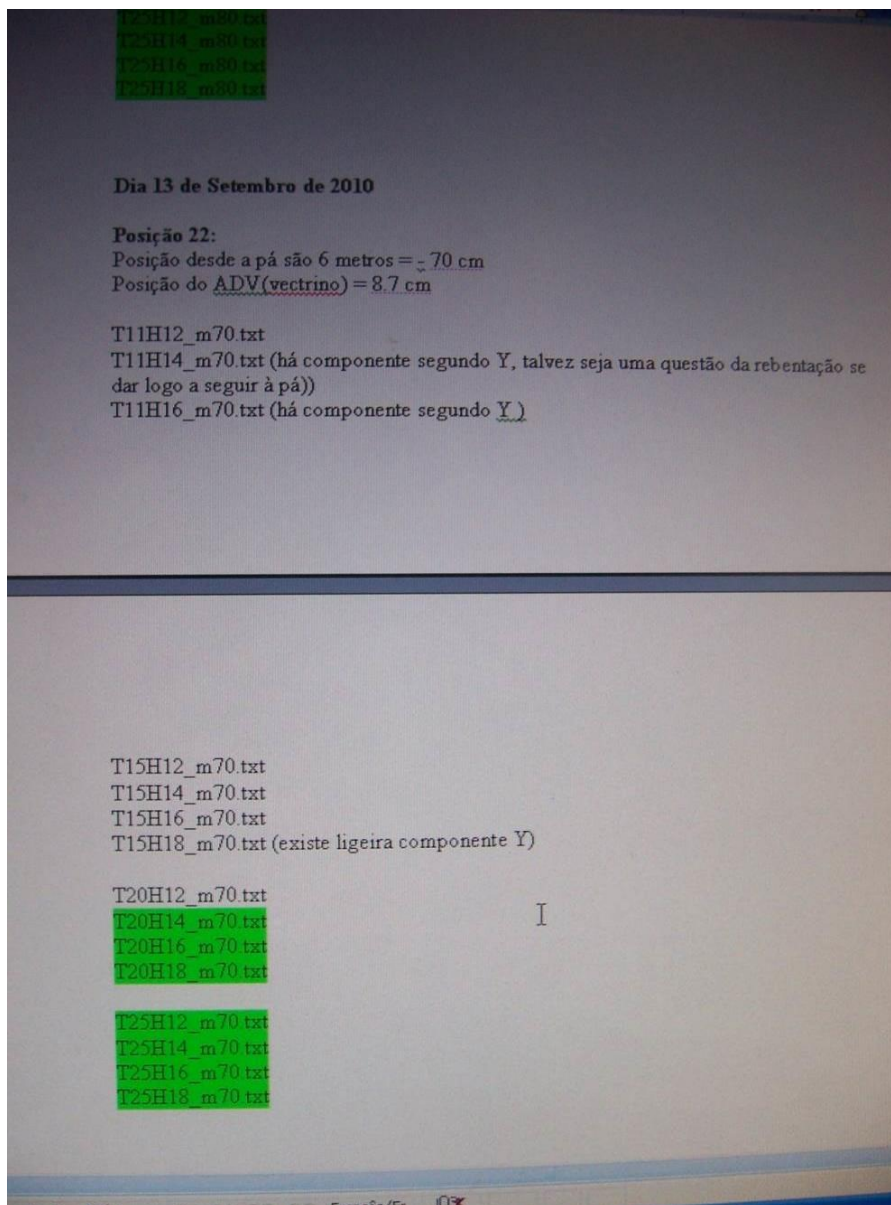
**Próximas vezes:**

1. Ligar o CPU2
2. Clicar F1 se apresentar mensagem de erro ao iniciar
3. Quando pedir a password clicar em "ok" (não tem password)
4. Colocar hora e data certas
5. Na pasta VecNivCan, criar uma nova pasta onde os ficheiros de registo vão ser guardados, tendo um nome com o formato DDMMAAAA





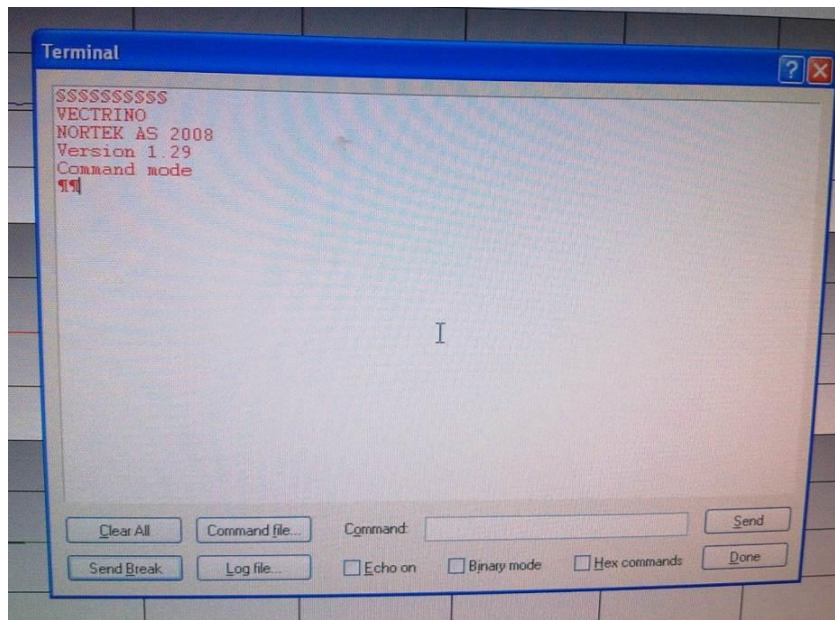
6. Atualizar o ficheiro “Diário dos ensaios ADV.doc”, que se encontra na pasta VecNivCan, com todos os dados do dia em que se está a efetuar o ensaio.



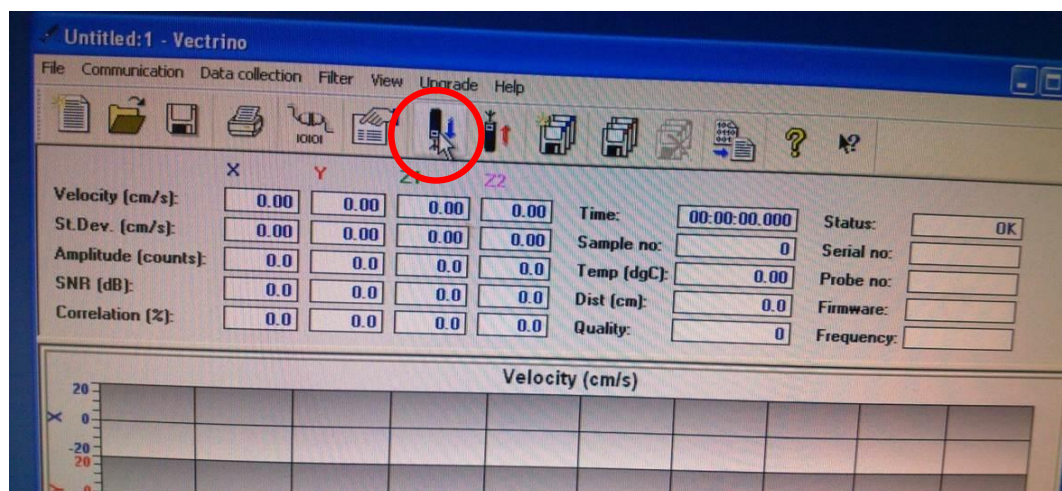
**No software Vectrino:**

1. Selecionar “File” -> “Open configuration”
  - Ir à pasta “VecNivCan” e abrir o ficheiro “Configuração vectrino.dep”
2. Clicar na barra de ferramentas onde diz communication
  - Clicar “terminal emulator”
  - E no menu em “send break” para verificar se o ADV está a comunicar bem com o CPU2 (se estiver a comunicar bem, no ecrã vai aparecer algo do género Nortek qualquer coisa como na figura abaixo)

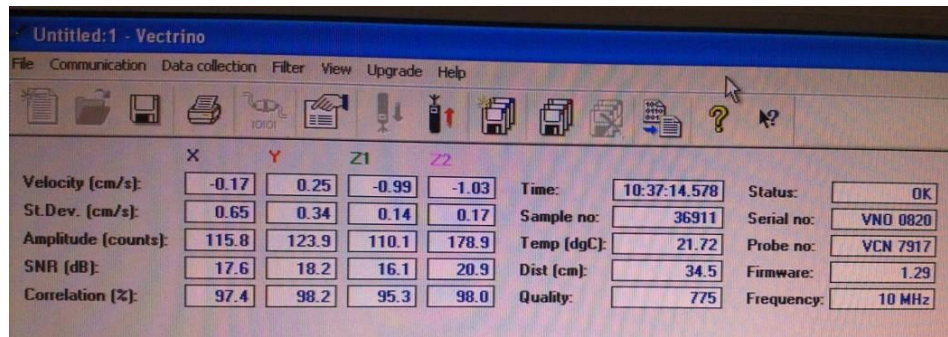




3. Clicar em “Data collection”
  - Depois em “Edit configuration” (também pode ser icon que tem o desenho de uma mão com uma folha e colocar as opções da configuração como na figura abaixo)
4. Seguidamente clicar em “Apply” e depois em “Update”
5. Seguidamente iniciar a visualização dos valores do ADV com o Vectrino, clicar no icon com a seta azul para baixo (para desligar clicar no icon da seta vermelha para cima)
6. Seguidamente iniciar a visualização dos valores do ADV com o Vectrino, clicar no icon com a seta azul para baixo (para desligar clicar no icon da seta vermelha para cima)



7. Verificar os parâmetros da correlação (próximos dos 90), distância ao fundo (se os valores fazem sentido), SNR (próximo dos 15-20) e qualidade (maior possível)



8. Na janela principal do vectrino clicar sobre o eixo y de qualquer um dos gráficos e colocar a escala de +100 a -100

**No software LabVIEW SignalExpress:**

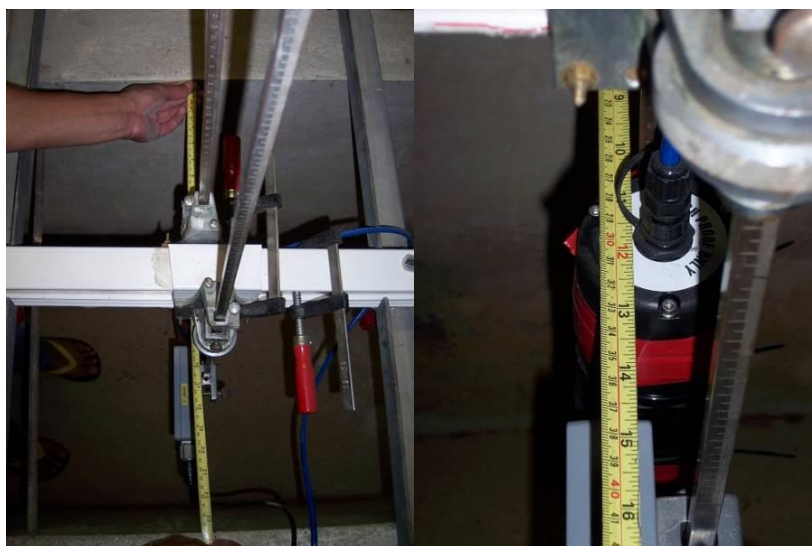
1. Selecionar "File" -> "Open Project"
  - Ir à pasta "VecNivCan" e abrir o ficheiro "gravador.seproj"

## Passo 4 – Colocação do ADV na posição correta

1. Ainda com o canal sem água, colocar o ADV na posição do canal em que se vai efetuar os ensaios.



- Este tem que estar centrado com o canal e ao meio da coluna de água. Para isso utiliza-se uma fita métrica para o colocar na posição correta.



- Também se tem que utilizar um nível para verificar a sua verticalidade, e corrigi-la se necessário.





## Passo 5 – Encher o canal com água do reservatório

1. Abrir a válvula de entrada e saída de água do canal



2. Verificar se as válvulas estão fechadas





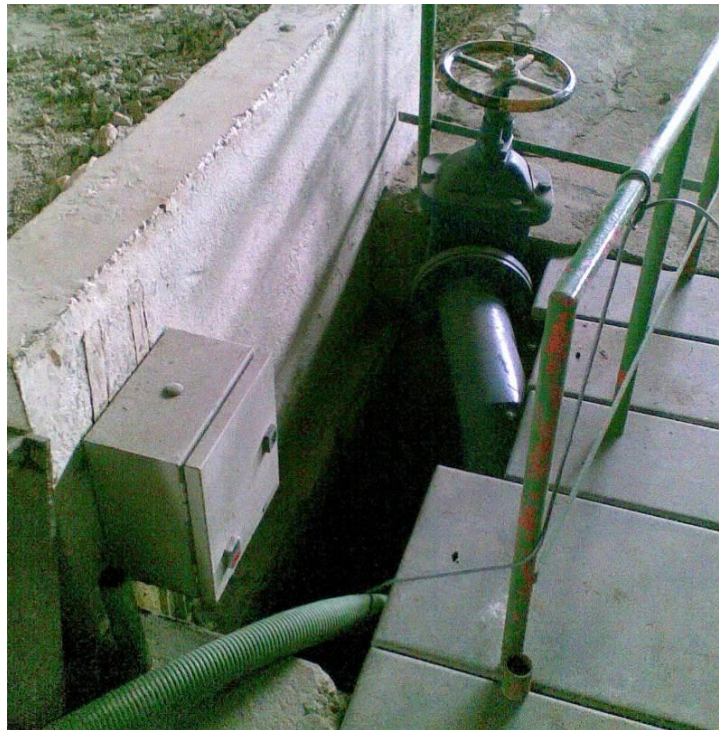
3. Verificar se a válvula de retorno está fechada



4. Bombear a água do local onde está a bomba de modo a que não entre na correia
  - Ligar a ficha que está no chão junto ao reservatório



- Desligar a ficha quando se começa a ouvir o ar a entrar na bomba





5. Carregar no botão verde para encher o canal



6. Quando o canal estiver com o nível de água correto, carregar no botão vermelho para parar de bombear água para o canal



7. Fechar a válvula de entrada e saída do canal
8. Para retirar a água do canal, abrir a válvula de entrada do canal e a de retorno



## Passo 6 – Ensaios

### Notas:

- **Poderá ser necessário** gerar uma ou duas ondas de grande período e altura com o Vectrino ligado para que o ADV comece a detetar bem as partículas em suspensão na água. Escolher, por exemplo a onda T25H18. (Normalmente, se for água do reservatório, não é preciso, mas se for água da rede, talvez seja melhor).
- **Nunca se deve interromper o ensaio quando este já começou, evitando assim que a pá fique fora da posição zero inicial.**
- **Verificar periodicamente se o motor do batedor está a aquecer demasiado!** Se ao meter a mão no motor, este queimar, tem que se parar um pouco para deixar o motor aquecer.

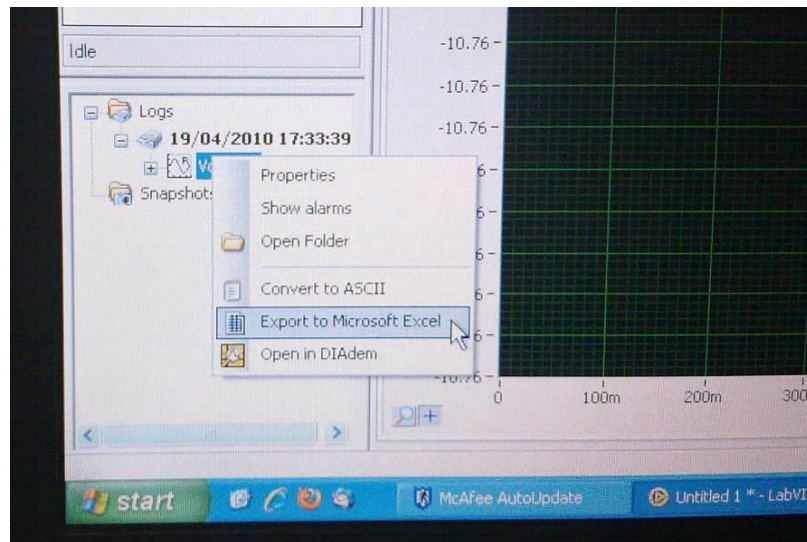


- Caso o motor sobreaqueça, o sistema desliga-se automaticamente para evitar que sejam causados danos no hardware. Nesse caso, aparecerá a mensagem “F219” no display, na caixa atrás do canal. **Para resolver este problema, tem que se recorrer às soluções apresentadas no final do relatório de procedimentos e esperar que o motor alcance arrefeça.**
- **Verificar sempre se a sonda de nível junto ao ADV está a registar as voltagens corretas** (observar na janela inferior do Data View do CPU2 se não existem retas quando estão a ser geradas ondas)

### Procedimento para cada geração de onda:

1. No software “LabVIEW SignalExpress”, do CPU1, fazer duplo click em “Load from ASCII” e no separador “Parse file”, clicar em “input file path”
  - Selecionar “All files” para que se consiga visualizar todos os ficheiros das ondas e escolher o ficheiro de onda a gerar


2. Em “DAQmx Generate”
  - Clicar no “triângulo virado para baixo” e seleccionar a “column 2” do ficheiro da onda que se quer gerar
3. Em simultâneo:
  - No CPU1 clicar em “Run”
  - No CPU2 clicar em “Record” (se não estiver já, fazer check a “Voltage” na janela que aparece) e clicar em “OK”
4. Clicar em “Stop” quando acabarem os 10 minutos de ensaio
5. Gravar os dados na pasta do dia:
  - Right click em “Voltage” e seleccionar “Convert to ASCII”



- Seleccionar a pasta do dia em que se está a fazer os ensaios dentro da pasta VecNivCan, e o nome do ficheiro tem o formato T(período)H(altura)\_(posição)
  - Fazer right click no ficheiro que foi gravado no LabVIEW SignalExpress no canto inferior esquerdo do ecrã e clicar em delete
6. Verificar o nível de água e corrigi-lo se for necessário
  7. Repetir o processo para a onda seguinte

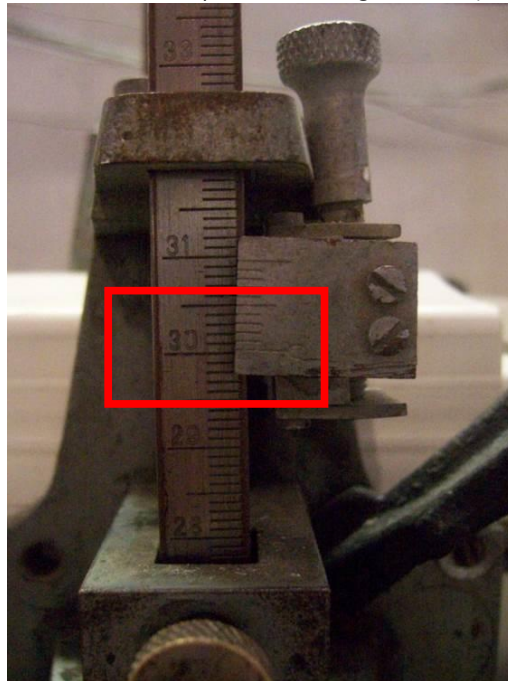
## Passo 7 – Calibração das sondas de nível e registo das constantes de calibração

1. Quando todos os ensaios do dia estiverem concluídos, abrir o ficheiro “calibracao diogo endres.xls”, que se encontra na pasta VecNivCan, no CPU2
2. Criar um novo registo para o dia, copiando o do dia anterior (para que as fórmulas de cálculo das constantes de calibração se mantenham nas células corretas) e apagar os valores correspondentes aos níveis do dia anterior

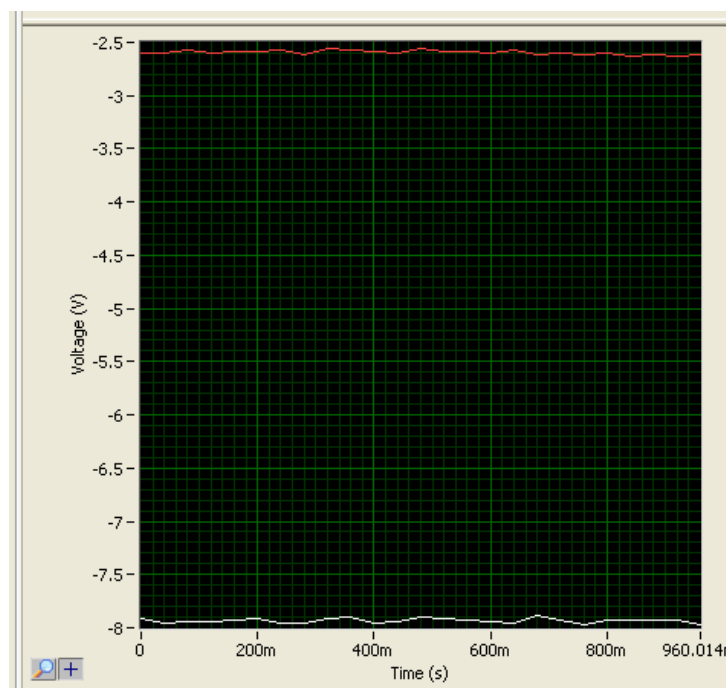


741	<b>10 de setembro</b>			
742	sonda 1	largo		sonda 2
743	altura	tensão		altura
744	(cm)	(volts)		(cm)
745	60	-2.2		30
746	50	-5.55		20
747				
748				
749				
750	A	B		A
751	2.9851	76.57		3.1056
752				
753				
754	<b>13 de setembro</b>			
755	sonda 1	largo		sonda 2
756	altura	tensão		altura
757	(cm)	(volts)		(cm)
758	60			30
759	50			20
760				
761				
762				
763	A	B		A
764	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!
765				

3. Ajustar as sondas de nível ao largo e do ADV, às posições em que se vai efetuar a leitura dos valores de voltagem (o valor do nível é lido numa chapa como a da figura abaixo)



4. Registrar os valores médios de voltagem das sondas de nível, indicados no software “LabVIEW SignalExpress”, no ficheiro “calibracao diogo endres.xls”

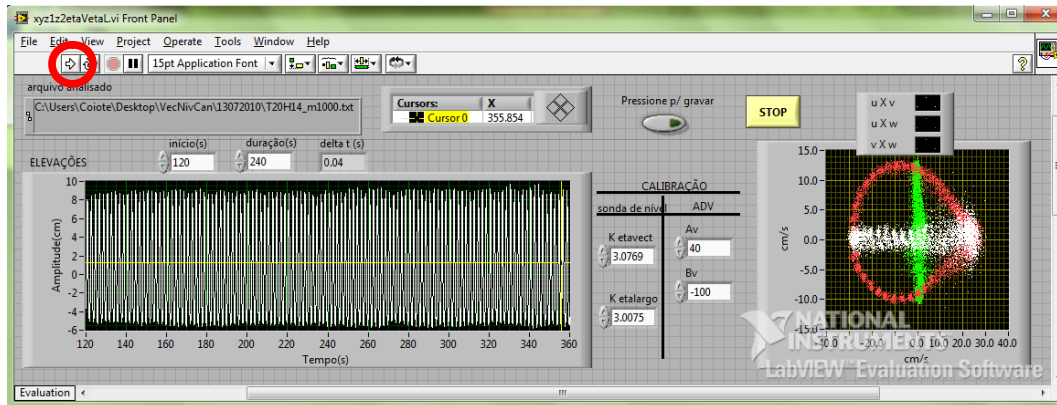


5. Se tudo correu bem, os valores das constantes, dados pelas células com fundo verde, serão à volta de 3

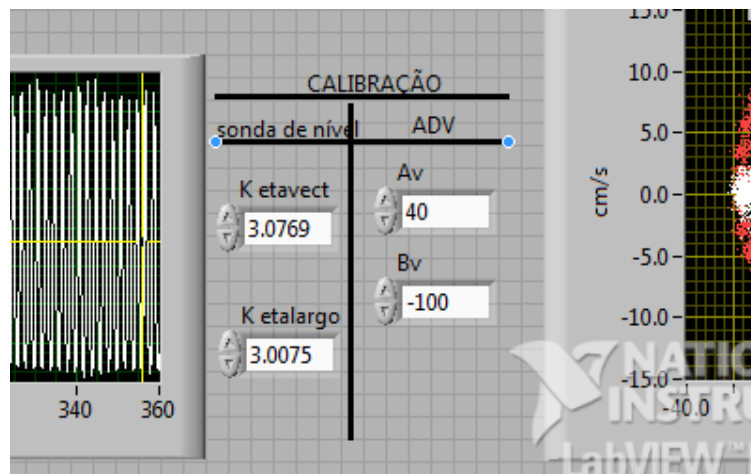
741	<b>10 de setembro</b>			
742	sonda 1	largo		sonda 2
743	altura	tensão		altura
744	(cm)	(volts)		(cm)
745	60	-2.2		30
746	50	-5.55		20
747				
748				
749				
750	A	B		A
751	2.9851	76.57		3.1056
752				
753				
754	<b>13 de setembro</b>			
755	sonda 1	largo		sonda 2
756	altura	tensão		altura
757	(cm)	(volts)		(cm)
758	60	-2.6		30
759	50	-5.95		22
760				
761				
762				
763	A	B		A
764	2.9851	77.76		3.0769
765				

# Programas para análise dos resultados

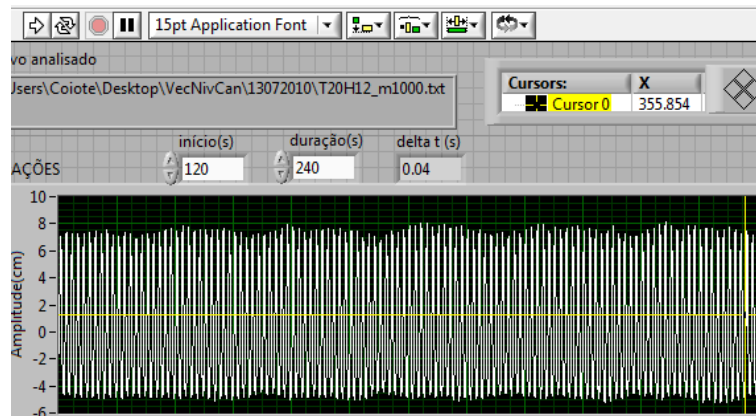
1. Abrir o programa “xyz1z2etaVetaL.vi” em LabVIEW



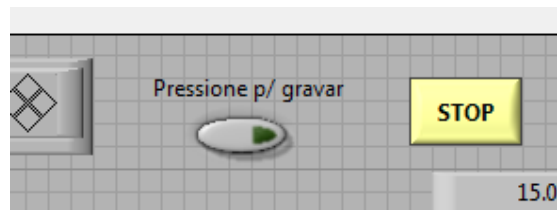
2. Clicar na “seta” em cima para correr o programa
3. Abrir o ficheiro de dados extraído das sondas (este ficheiro tem 6 colunas)
4. Colocar os parâmetros de calibração das duas sondas de nível. Estes valores mudam todos os dias.



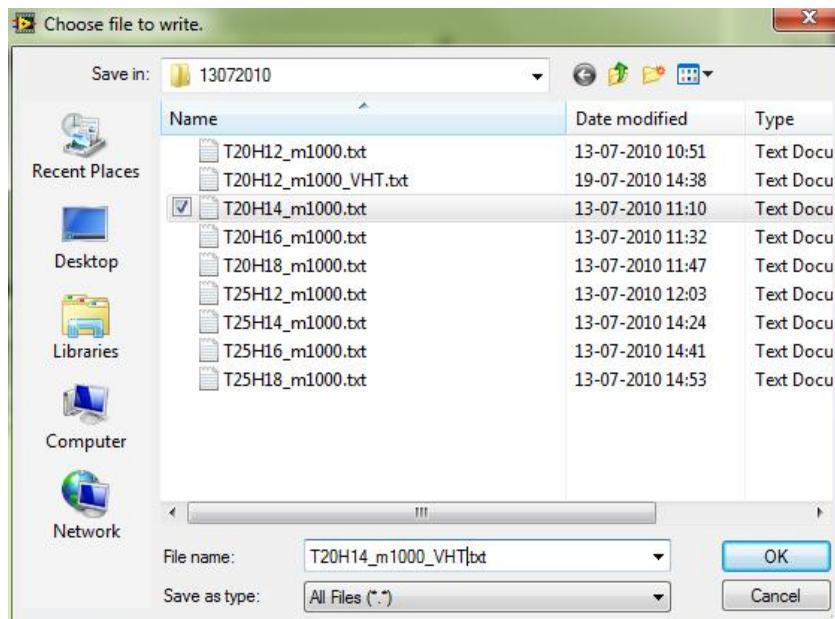
- Escolher o início a 120s e a duração a 240s.



- Clicar “pressione para gravar”

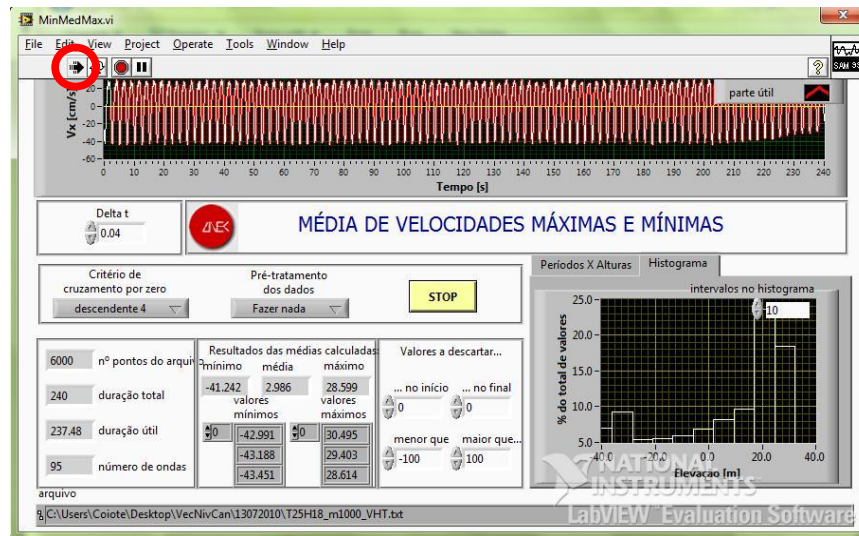


- Gravar o ficheiro de resultados com o nome original do ficheiro dos dados de origem e adicionar “\_VHT” ao nome do ficheiro de resultados

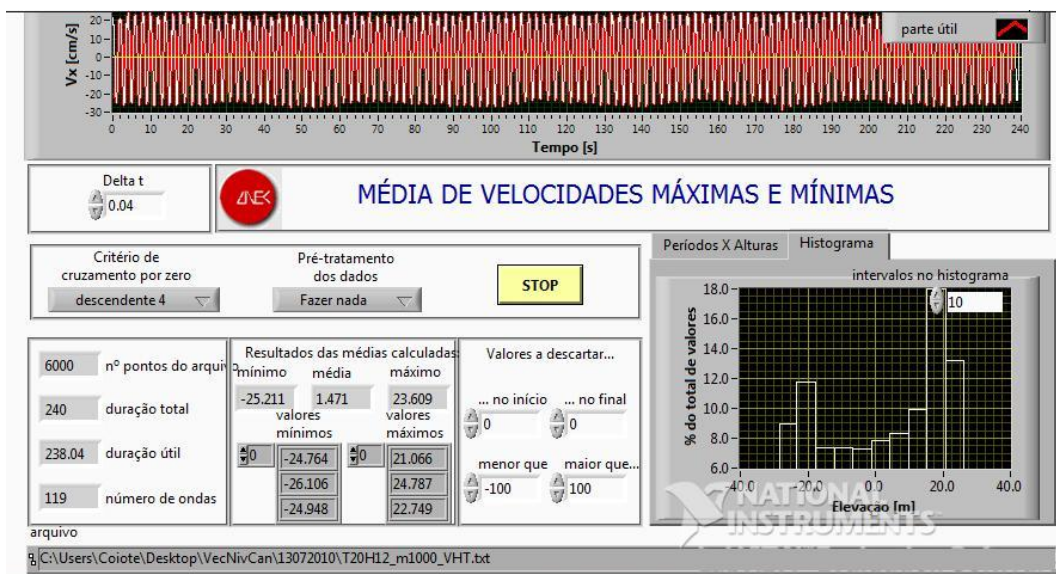


- Abrir o programa “MinMedMax.vi” em Labview
- Clicar na seta para correr o programa e abrir o ficheiro “VHT” criado no programa anterior (xyz1z2etaVetaL.vi)





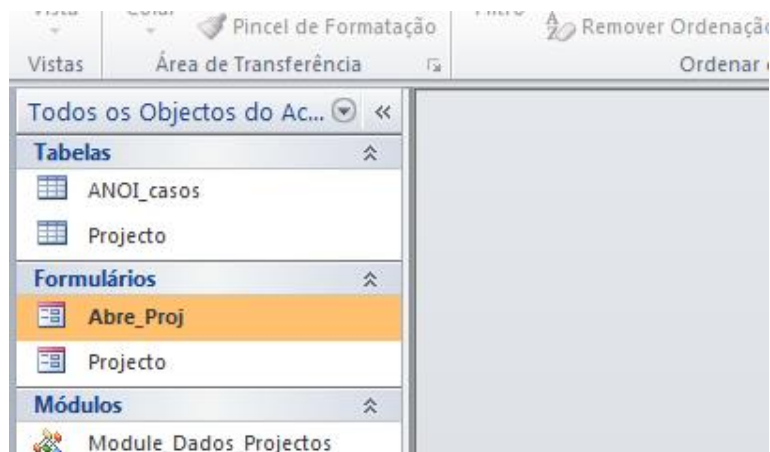
10. Fazer “print screen” dos resultados do MinMedMax.vi e gravar ficheiro na pasta do dia que se está a utilizar



11. Em seguida, ir à pasta “ANOIAGI” que está dentro da pasta VecNivCan e abrir “anoiagi.mdb”



12. Com o Access aberto, clicar duplamente em “Abre\_Proj”

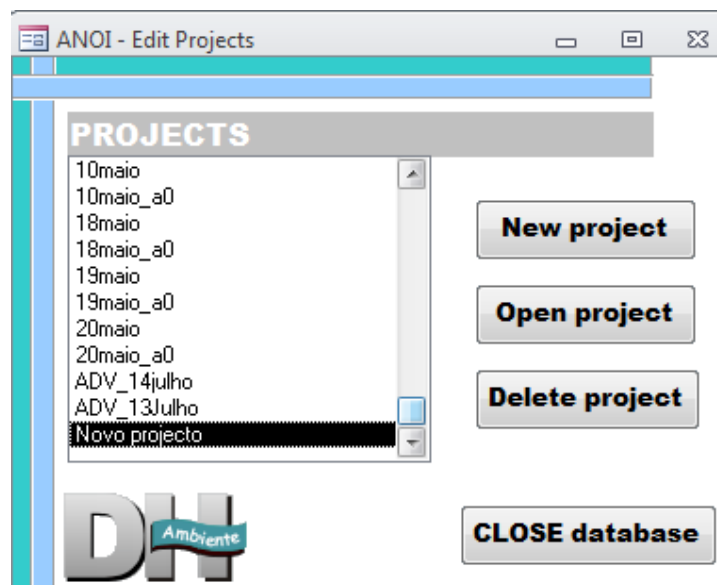


13. Clicar duplamente em New Project

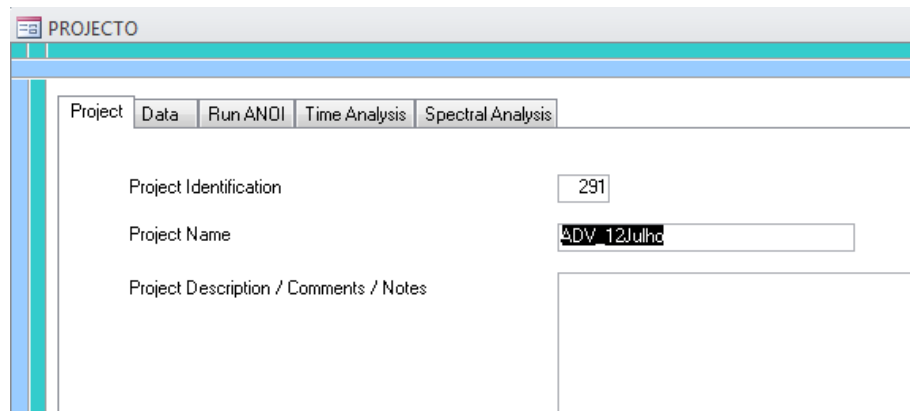
14. Clicar em “Sim” no aviso que aparecer

15. Escolher “Novo Projeto” de entre a lista de projetos (normalmente está sempre no fim da lista)

16. Clicar em Open Project



17. Em “Project”, inserir no nome do projeto com o formato ADV\_DDNomeDoMês (na figura abaixo está “ADV\_12julho”)



PROJECTO

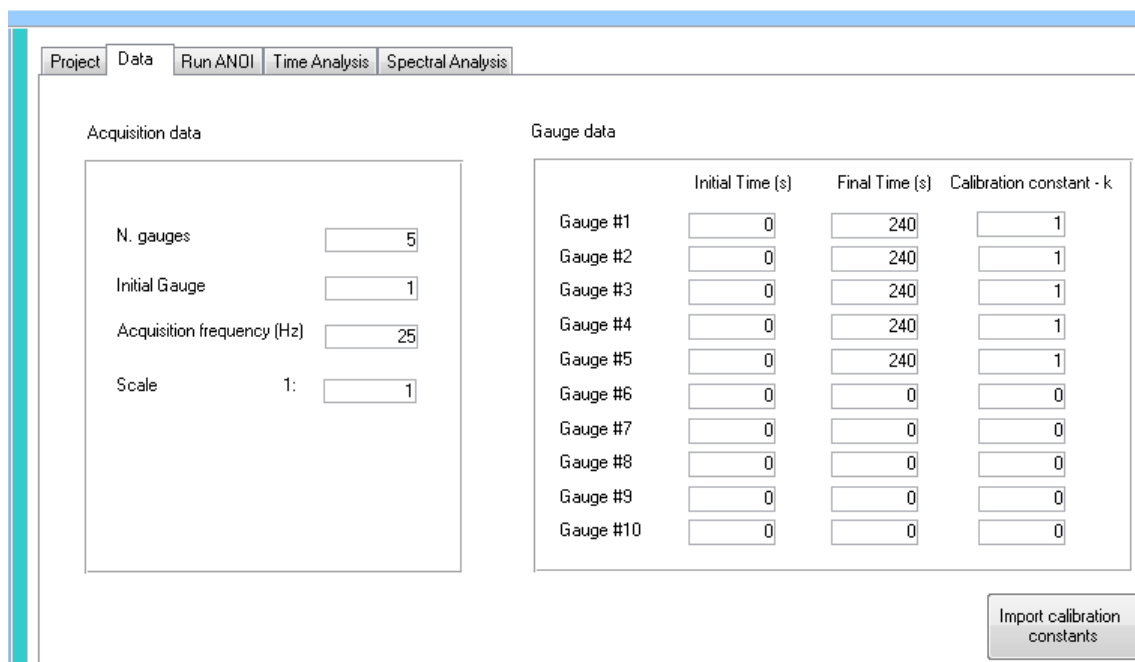
Project | Data | Run ANDI | Time Analysis | Spectral Analysis

Project Identification: 291

Project Name: ADV\_12Julho

Project Description / Comments / Notes:

18. Em “Data”, verificar que todos os valores estão conforme a figura em seguinte



Project | Data | Run ANDI | Time Analysis | Spectral Analysis

**Acquisition data**

N. gauges: 5  
 Initial Gauge: 1  
 Acquisition frequency (Hz): 25  
 Scale 1: 1

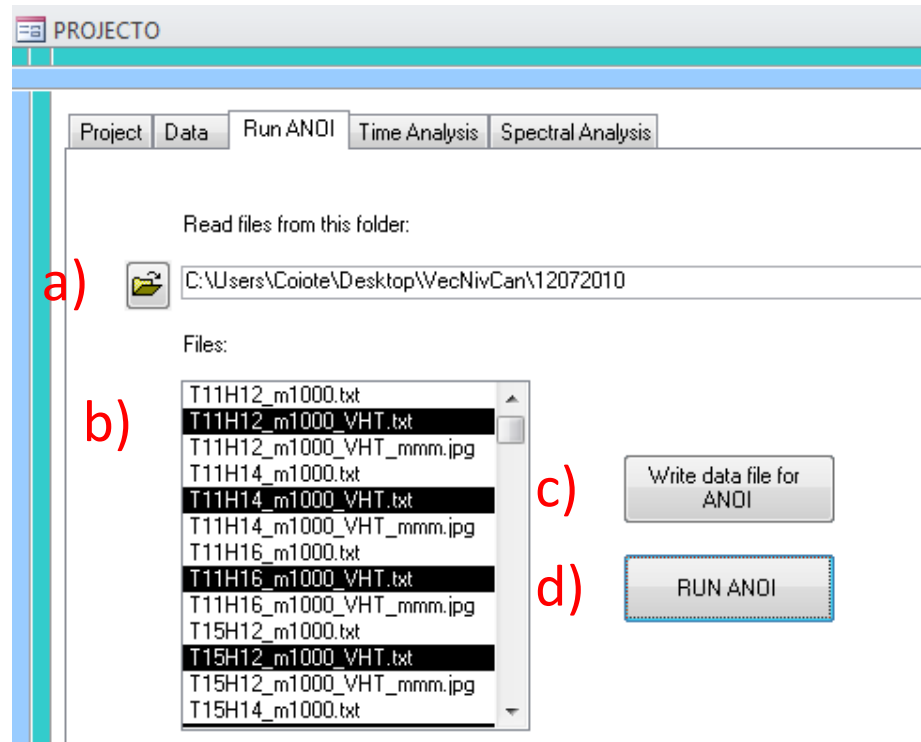
**Gauge data**

	Initial Time (s)	Final Time (s)	Calibration constant - k
Gauge #1	0	240	1
Gauge #2	0	240	1
Gauge #3	0	240	1
Gauge #4	0	240	1
Gauge #5	0	240	1
Gauge #6	0	0	0
Gauge #7	0	0	0
Gauge #8	0	0	0
Gauge #9	0	0	0
Gauge #10	0	0	0

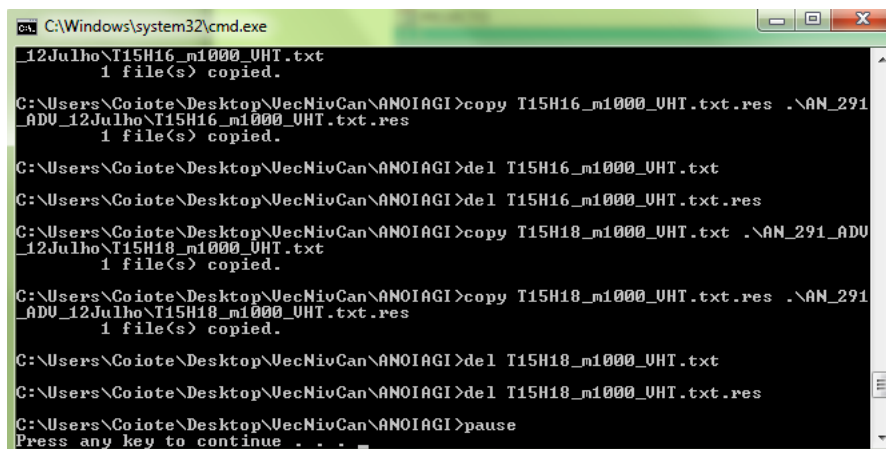
Import calibration constants

19. Em “Run ANOI”

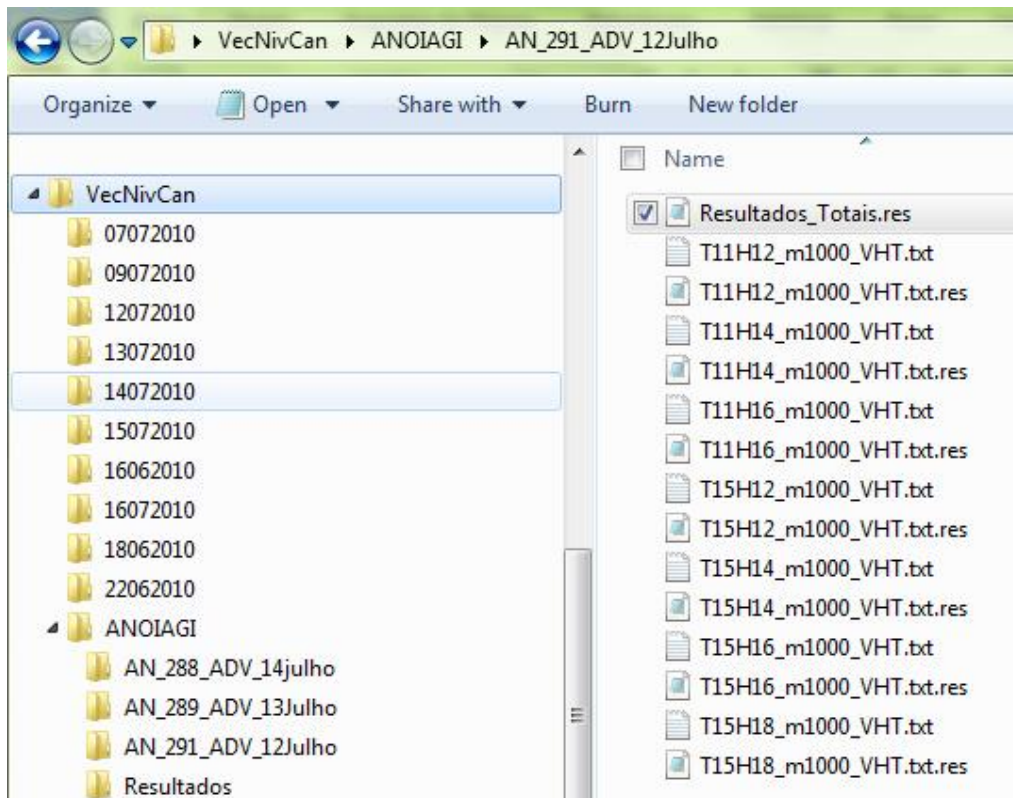
- a) Definir a pasta em que estão os ficheiros a processar
- b) Selecionar todos os ficheiros “qualquercoisa\_VHT.txt”
- c) Clicar em “Write data file for ANOI”
- d) Clicar em “Run ANOI”



20. Deixar correr o ANOIAGI.exe na linha de comandos e premir uma tecla quando terminar



21. Por fim, os dados que se querem estão no ficheiro “Resultados\_Totais.res”, que se encontra na pasta ANOIAGI\AN\_qualquercoisa (neste caso será a pasta AN\_291\_ADV\_12julho)



## Em caso do batedor parar na posição errada

### Notas:

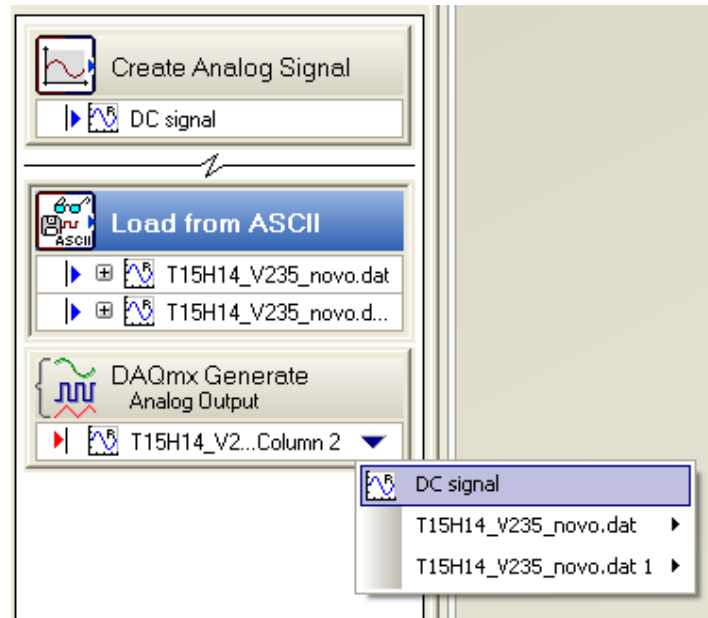
- Nunca desligar o quadro quando a pá parar fora do zero inicial. Só mesmo em caso das seguintes soluções não resolverem o problema.

### Solução nº 1:

1. Ir à caixa atrás do canal e colocar o display em “Ab”
2. Se este não passar automaticamente para “Ab”, clicar no interruptor “S1” para fazer reset à mensagem de erro



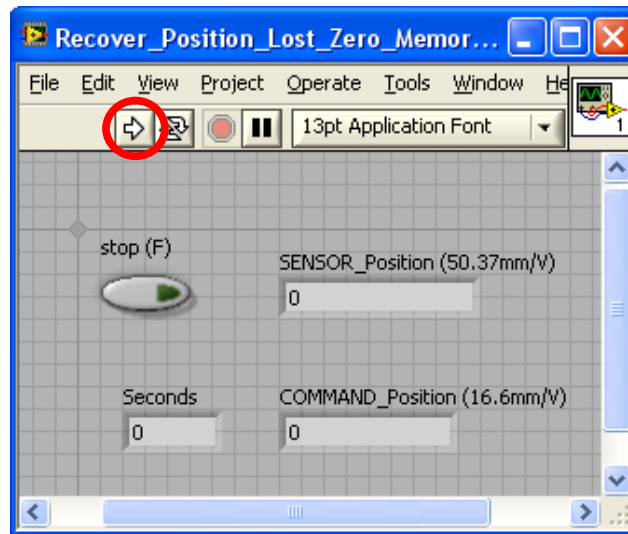
3. No CPU1, seleccionar “DC signal”, em “DAQmx Generate”



4. Clicar em “Run”, esperar 2 ou 3 segundos e clicar em “Stop”
5. Ir à caixa atrás do canal e colocar o display em “AF”.
6. Caso tudo corra bem, a pá deve voltar à posição inicial. Caso contrário, tem que se recorrer à solução nº 2

**Solução nº 2:**

1. Ir à caixa atrás do canal desligar tudo
2. Esperar 15 segundos e voltar a ligar os interruptores 1 e 2 até aparecer “Ab” no display na caixa atrás do canal
3. No CPU1, seleccionar “DC signal”, em “DAQmx Generate”
4. Clicar em “Run”, esperar 2 ou 3 segundos e clicar em “Stop”
5. Voltar à Box atrás do canal e desligar tudo
6. Em seguida, ligar tudo até aparecer “AF” no display na caixa atrás do canal
7. No CPU1, ir à pasta “Desktop\COI3\Recover\_Position\_Lost\_Zero\_Memory.vi”
8. Clicar em “Run”



9. Esperar que o programa pare automaticamente e ler valores, que têm que estar entre 0.04 e 0.06
10. Voltar a desligar todos os interruptores na caixa atrás do canal
11. Esperar 15 segundos e voltar a ligar os interruptores 1 e 2 até aparecer “Ab” no display na caixa atrás do canal
12. No CPU1, seleccionar “DC signal”, em “DAQmx Generate”
13. Clicar em “Run”, esperar 2 ou 3 segundos e clicar em “Stop”
14. Voltar à Box atrás do canal e desligar tudo
15. Em seguida, ligar tudo até aparecer “AF” no display na caixa atrás do canal
16. Agora o problema deve estar resolvido e a pá na sua posição inicial

