

UniTIDE – uma ferramenta para dados mareográficos

D. Ceddia Porto Silva (1), D. Carinhas (2).

- (1) RJ/Brasil, diogoceddia@id.uff.br.
(2) Instituto Hidrográfico, dora.carinhas@hidrografico.pt.

Resumo:

O crescente desenvolvimento tecnológico acompanhou uma demanda por visualização, processamento e análise de dados sem precedentes. No âmbito dos dados mareográficos, ferramentas eficientes que atendam essas necessidades são fundamentais. Visto isso, o software uniTIDE propõe uma forma simples, versátil e intuitiva de visualizar, processar e analisar dados mareográficos. A sua construção é suportada em três pilares: (1) utilidade, através da unificação de ferramentas adaptadas à necessidade de qualquer analista; (2) transparência, provendo ao usuário o controle de todas as variáveis envolvidas no processo. Além disso, não possui ‘caixas negras’: a documentação é detalhada, e há ajudas em todos os menus; e (3) design inteligente, objetivando uma interface intuitiva, que atenda a necessidade dos usuários iniciantes e avançados.

Palavras-chave: análise de dados, maré, processamento de dados, python GUI.

1. INTRODUÇÃO

Com o rápido e crescente desenvolvimento tecnológico e computacional, a capacidade para medir e controlar fenómenos, variados, cresceu substancialmente. Tal contexto institui a “Era dos Dados”, marcando uma disrupção do registo e armazenamento de dados físicos para o formato digital. Não somente ao que tange o armazenamento, as informações digitalizadas são passivas de processamento e análise via ferramentas computacionais, possibilitando uma agilidade e praticidade sem precedentes. Além disso, a digitalização permite não só integrações do sistema de armazenamento/análise, mas também a lidar com quantidades de informação muito maiores.

No âmbito do processamento e análise dos dados mareográficos, o *software* uniTIDE propõe uma interface (GUI – *Graphic User Interface*) simples e intuitiva, orientada ao usuário, no formato executável *standalone* e projetado em Python. Aqui, entende-se por usuário qualquer especialista em marés, oceanografia ou hidrografia. O objetivo é abstrair a programação, oferecendo um *software* que unifica ferramentas cotidianas fundamentais. Ele baseia-se em três pilares:

- (1) utilidade, pois reúne o máximo de ferramentas possíveis de acordo com as necessidades do usuário;
- (2) transparência, através de um controle total pelo usuário das variáveis empregues, sem “caixas negras” e com documentação disponível, detalhada e de fácil acesso;
- (3) design inteligente, através de uma interface feita pensando em atender a necessidade do usuário básico até o mais avançado.

O *software* uniTIDE, atualmente, contempla as seguintes ferramentas já em pleno funcionamento:

- I. Abrir dados de maré em qualquer formato;
- II. Graficar os dados da maré e seus níveis médios;
- III. Apresentar as principais estatísticas descritivas dos dados;
- IV. Aplicar o filtro butterworth;
- V. Calcular da maré residual;
- VI. Calcular a Transformada Rápida de Fourier dos resíduos;
- VII. Calcular a Transformada Rápida de Fourier da maré;
- VIII. Efetuar a reamostragem dos dados;
- IX. Exportar em formato ASCII todos os produtos gerados citados acima.

Em desenvolvimento, mas não limitado, ainda estão as seguintes funcionalidades:

- X. Abrir e graficar diversas séries de dados de maré, simultaneamente;
- XI. Aplicar técnicas de controlo de qualidade;
- XII. Efetuar a previsão da maré;
- XIII. Analisar e calcular concordâncias de maré entre portos;
- XIV. Exportar arquivo de maré adequado à *softwares* de Levantamentos Hidrográficos (ex.: CARIS HIPS and SIPS *.tid);
- XV. Criar fluxos de processamento, para que seja possível importar, processar, analisar e exportar diversos dados de maré em simultâneo;
- XVI. Arquivar em formato PDF toda a documentação completa das funcionalidades;

XVII. Colocar comandos de ajuda rápida em todos os menus.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O *software* uniTIDE foi desenvolvido em Python, tendo como base, para construção da sua *interface*, a biblioteca nativa tkinter¹.

Para abrir dados de maré (I.), o algoritmo foi estruturado para detectar, automaticamente, qualquer tabulação de texto e colunas referentes aos dados. Se a detecção automática falhar, surgirá uma janela de erro, onde é identificado o erro e dada a opção, ao utilizador, de inserir, manualmente, os parâmetros.

Os gráficos de maré (II.) possuem opção para o eixo X ser em formato de grupo data-hora ou em dias julianos, e o eixo Y ser em metros, pés ou qualquer outra unidade métrica. Além disso, há a possibilidade de graficar níveis médios do mar em qualquer período desejável.

A descrição estatística do dado de maré carregado (III.) contempla:

- Maior altura de maré registrada no período;
- Menor altura de maré registrada no período;
- Média das alturas registradas em todo período;
- Início do intervalo temporal;
- Fim do intervalo temporal;
- Duração do intervalo temporal;
- Intervalo de amostragem.

A filtragem butterworth (IV.) consiste num filtro de sinal passa-baixa (*anti-aliasing*) e é utilizado para eliminar ruídos de alta frequência nas medições de altura da maré. É definido por:

$$G(w) = \sqrt{1/(1 + w^{2n})}$$

Onde G é a resposta em frequência (Hz), w é a frequência angular (radianos/s) e n é o número de polos do filtro (Butterworth, 1930).

O cálculo da maré residual (V.) é feito através da diferença entre a maré observada e a maré prevista. Essa diferença representa a maré meteorológica.

A Transformada Rápida de Fourier (FFT – *Fast Fourier Transform*) dos resíduos (VI.) é uma ferramenta exploratória para identificar algum evento periódico na maré meteorológica. A metodologia matemática foi desenvolvida e publicada por John Turkey (Cooley e Turkey, 1965).

A FFT da maré (VII.) por sua vez compõe a análise harmónica, dedicada para identificar as constantes harmónicas da maré observada (Boon e Kiley, 1978). Pode ser expressa em frequência (Hz) ou em período (horas ou dias).

A reamostragem de marés (VIII.) é feita utilizando, como função interpoladora, a spline cúbica, caracterizada por ser uma curva extremamente suave (triplamente derivável). É utilizada para recuperar a totalidade do espectro da curva da maré, para então se prosseguir para a reamostragem. A spline cúbica natural (terceira derivada igual a zero), continuidade C^2 e de dimensão j é um polinómio definido por (Ahlberg e Walsh, 1967):

$$S_j(x) = a_j + b_j \times (x - x_j) + c_j \times (x - x_j)^2 + d_j \times (x - x_j)^3$$

3. RESULTADOS: O uniTIDE

A interface do *software* uniTIDE foi desenvolvida pensando na utilização tanto em módulos como em fluxo de processamento sucessivo e integrado (ainda em desenvolvimento). Dessa forma, cada ferramenta possui o seu módulo individual, acessado em separadores (Figuras 1 e 3).

Como exemplo, uma simulação do cálculo residual (Figuras 1 e 2) e feita. Aqui, são inseridas a maré observada e prevista, podendo estar em qualquer intervalo de amostragem e temporal. Uma descrição estatística de ambos dados carregados aparece, juntamente com prévia dos dados para o usuário averiguar correto carregamento deles e o diretório do arquivo carregado. Para cada etapa bem-sucedida, o botão adquire cor verde. Com os dados carregados corretamente, é permitido ao usuário computar os residuais, graficá-los definindo unidades métricas (metros, pés, etc.) e temporais (data-hora ou dias julianos), e salvar em formato ASCII. Ao exportar os resíduos, o diretório e nome dos dados salvos aparecem na tela. Com os residuais computados, a opção de calcular a transformada de Fourier dos resíduos é habilitada, permitindo gráfico com eixo X em frequência (Hz) ou período (horas ou dias).

Não somente, uma simulação da aplicação do filtro butterworth foi realizada (Figuras 3 e 4). O menu de importação é idêntico ao descrito na simulação do cálculo dos residuais, assim como todos os botões ficam verdes quando realizam suas tarefas com sucesso. Quando o usuário carrega o dado corretamente, automaticamente os parâmetros do filtro são sugeridos e preenchidos, com a opção de o usuário alterá-los. Uma vez que a filtragem é procedida, o menu de salvar com opção de reamostragem é habilitado. Nesse momento, é possível escolher reamostrar o dado em qualquer intervalo temporal, utilizando o interpolador da spline cúbica.

Em ambas as simulações e todos os produtos gráficos no uniTIDE, há possibilidade de formatação e exportação (Figuras 2 e 4).

¹ <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>

Residuals

Data Input (OBSERVED)

Input Parameters

Skip Header Rows: 0
Skip Footer Rows: 0
Date Column: 0
Height Column: 1

Delimiter: ☒ Auto Detect ☐ Other

Browse file
C:/DCPS/GitHub/uniTIDE/dados teste/Observada.txt

Preview:

	date	h
0	2022-01-01 00:02:00	3.273
1	2022-01-01 00:03:00	3.290
2	2022-01-01 00:04:00	3.306
3	2022-01-01 00:05:00	3.322
4	2022-01-01 00:06:00	3.338

Statistics

Hmax: 3.895
Hmin: 0.511
Hmean: 2.183
Start: 2022-01-01 00:02:00
End: 2022-03-15 09:24:00
Interval: 73 days 09:22:00
Sample Rate: 1.0 minute(s)

Data Input (PREDICTED)

Input Parameters

Skip Header Rows: 0
Skip Footer Rows: 0
Date Column: 0
Height Column: 1

Delimiter: ☒ Auto Detect ☐ Other

Browse file
C:/DCPS/GitHub/uniTIDE/dados teste/Prevista.txt

Preview:

	date	h
0	2022-01-01 00:00:00	3.215
1	2022-01-01 00:01:00	3.219
2	2022-01-01 00:02:00	3.223
3	2022-01-01 00:03:00	3.227
4	2022-01-01 00:04:00	3.230

Statistics

Hmax: 3.745
Hmin: 0.362
Hmean: 2.0
Start: 2022-01-01 00:00:00
End: 2022-12-31 23:58:00
Interval: 364 days 23:58:00
Sample Rate: 1.0 minute(s)

Compute Residuals

Plot options

Date Units: ☐ Julian days ☒ Datetime
Height Units: ☒ Meters ☐ Feet ☐ Other

Compute Residuals & Plot
Export ASCII
File is saved in: C:/DCPS/GitHub/uniTIDE/dados teste/residuals.txt

Residuals FFT

X-axis Scale: ☒ Hours ☐ Days ☐ Hz

Run FFT & Plot
Export ASCII
File is saved in: C:/DCPS/GitHub/uniTIDE/dados teste/residuals_fft.txt

Fig. 1. Exemplo de aplicação prática do cálculo de residuais. No topo, os separadores para acessar todos os menus do uniTIDE.

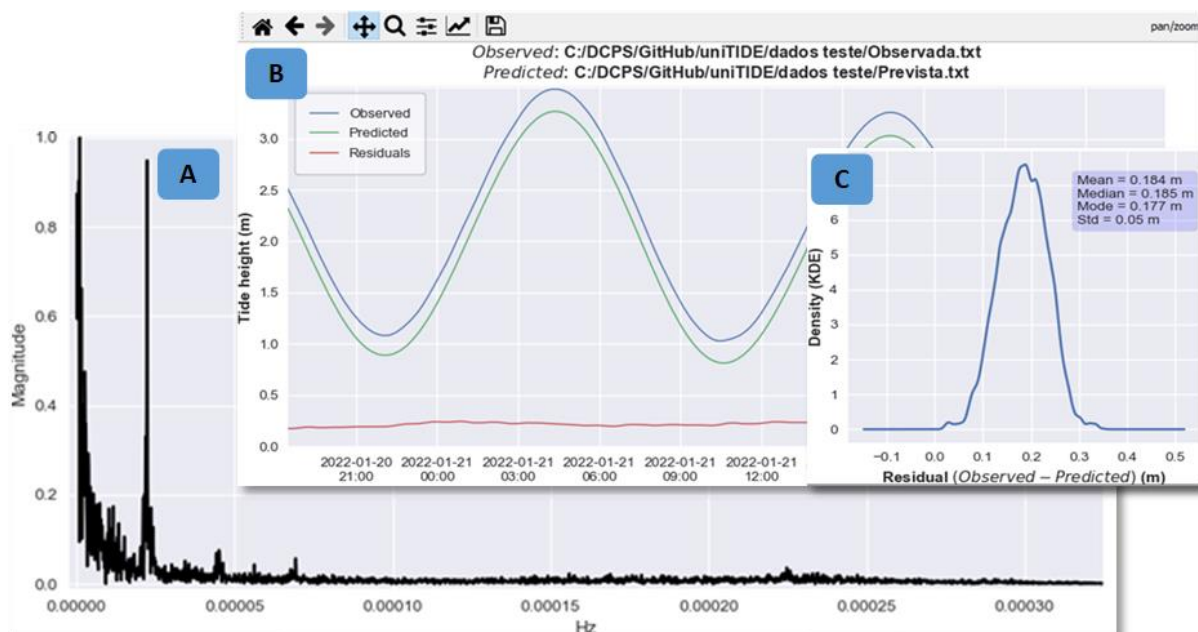


Fig. 2. (A): transformada de Fourier dos residuos; (B): gráfico da maré prevista, observada e residual; e (C): distribuição de frequências do resíduo, que acompanha descrição estatística. No topo, opções de formatação e exportação dos gráficos. Nos gráficos de FFT e distribuição de frequências, a opção de formatação e exportação foi suprimida com finalidade de visualização.

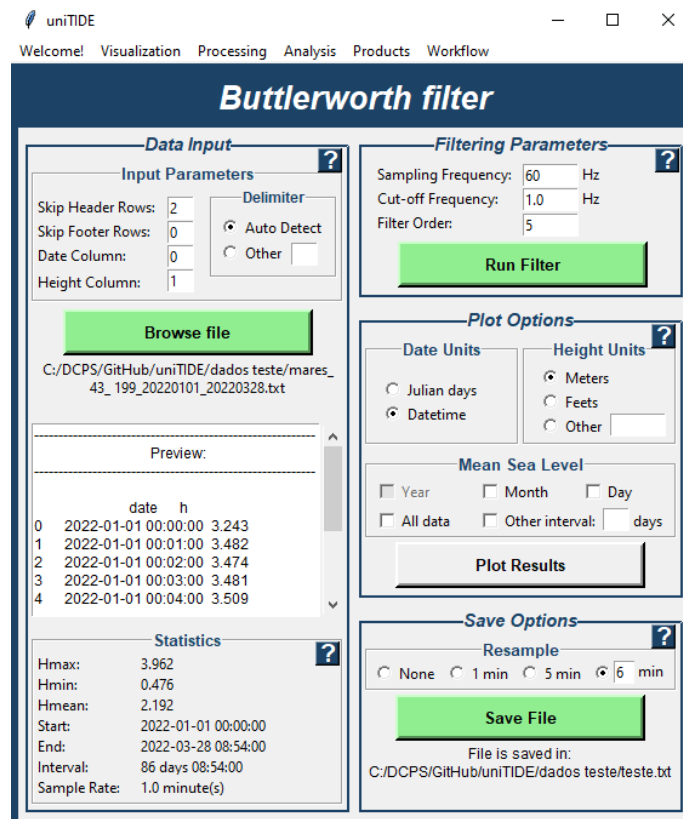


Fig. 3. Exemplo de aplicação de filtragem butterworth nos dados de maré. No topo, os separadores para acessar todos os menus do uniTIDE.

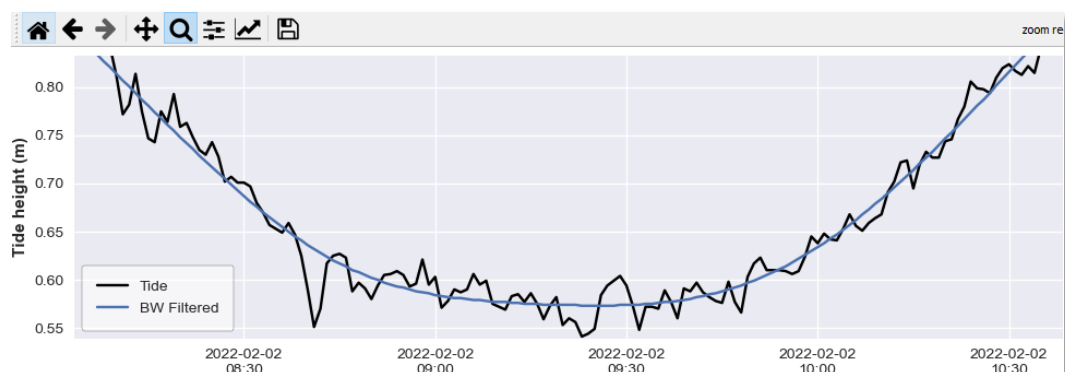


Fig. 4. Gráfico em aproximado, evidenciando a filtragem butterworth (em azul) em contraste com o dado bruto (em preto). No topo, opção de formatação e exportação do gráfico.

CONCLUSÃO

O *software* uniTIDE é uma poderosa ferramenta de investigação maregráfica designada tanto para trabalhos tanto em campo quanto em gabinete. Propõe praticidade e agilidade, estando sempre em desenvolvimento e aperfeiçoamento de acordo com as necessidades do usuário. Seus produtos são exportáveis, tanto gráficos quanto texto, e todos seus parâmetros são configuráveis. Em suma, o uniTIDE se adequa às necessidades básicas e avançadas.

REFERÊNCIAS

- Ahlberg, Nielson and Walsh (1967). The Theory of Splines and Their Applications. Volume 38, Pages v-viii, 1-284.
- Boon, J. D., & Kiley, K. P. (1978). Harmonic Analysis and Tidal Prediction by the Method of Least Squares: A User's Manual. *Special Reports in Applied Marine Science and Ocean Engineering (SRAMSOE) No. 186*. <https://doi.org/10.21220/V5PF2T>.
- Butterworth, S. (1930). On the Theory of Filter Amplifiers. *Experimental Wireless and the Wireless Engineer*. Volume 7, páginas 536–541.
- Cooley, James W.; Tukey, John W. (1965). An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series. *Mathematics of Computation*. <https://doi.org/10.2307/2003354>.