

Desenvolvimento de um Pipeline Semiautomático para Estimativa de Sólidos Suspensos Totais via Sentinel-2 e SNAP GPT

P. Gonçalves, S. Nave

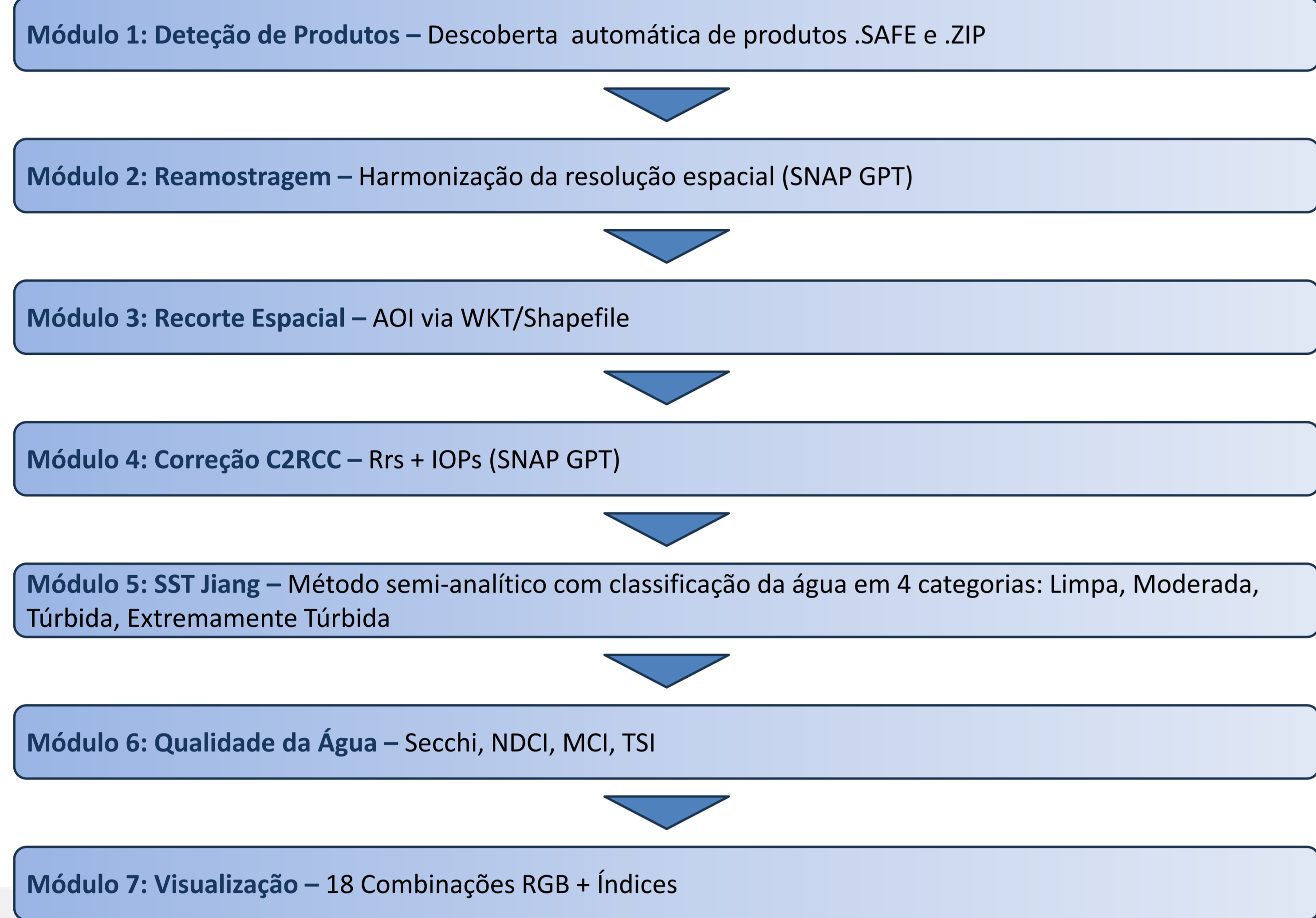
pedro.goncalves@lneg.pt silvia.nave@lneg.pt

A monitorização da qualidade da água em ambientes aquáticos complexos exige algoritmos robustos e fluxos de dados eficientes. Este estudo apresenta um pipeline em Python que automatiza o processamento de grandes quantidades de dados Sentinel-2 L1C para a estimativa de Sólidos Suspensos Totais (SST). O motor de processamento utiliza o SNAP GPT da ESA para correção atmosférica via processador C2RCC, com integração de dados auxiliares do ECMWF.

O sistema implementa a metodologia de Jiang et al. (2021), que classifica a água em quatro tipos de turbidez para a seleção dinâmica de bandas de referência (560nm a 865nm). Além de SST, o pipeline gera mais de 17 índices espectrais (ex. NDCI, MCI) e mapas de Estado Trófico (TSI). Os resultados demonstram uma estrutura escalável que une a deteção remota à automação em ambiente local, fornecendo fluxo de trabalho sistemático e automatizado a monitorização ambiental e gestão costeira.

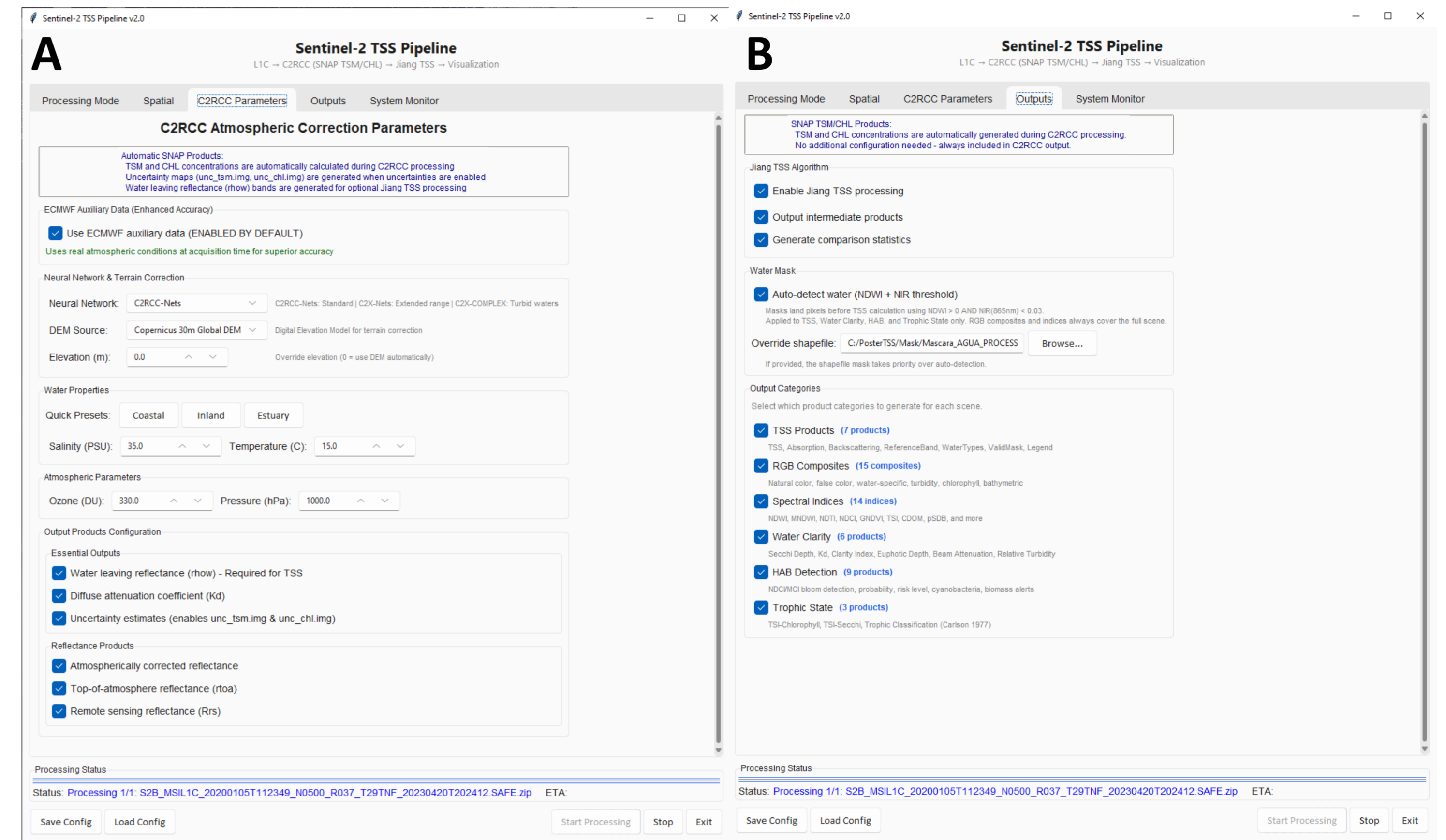
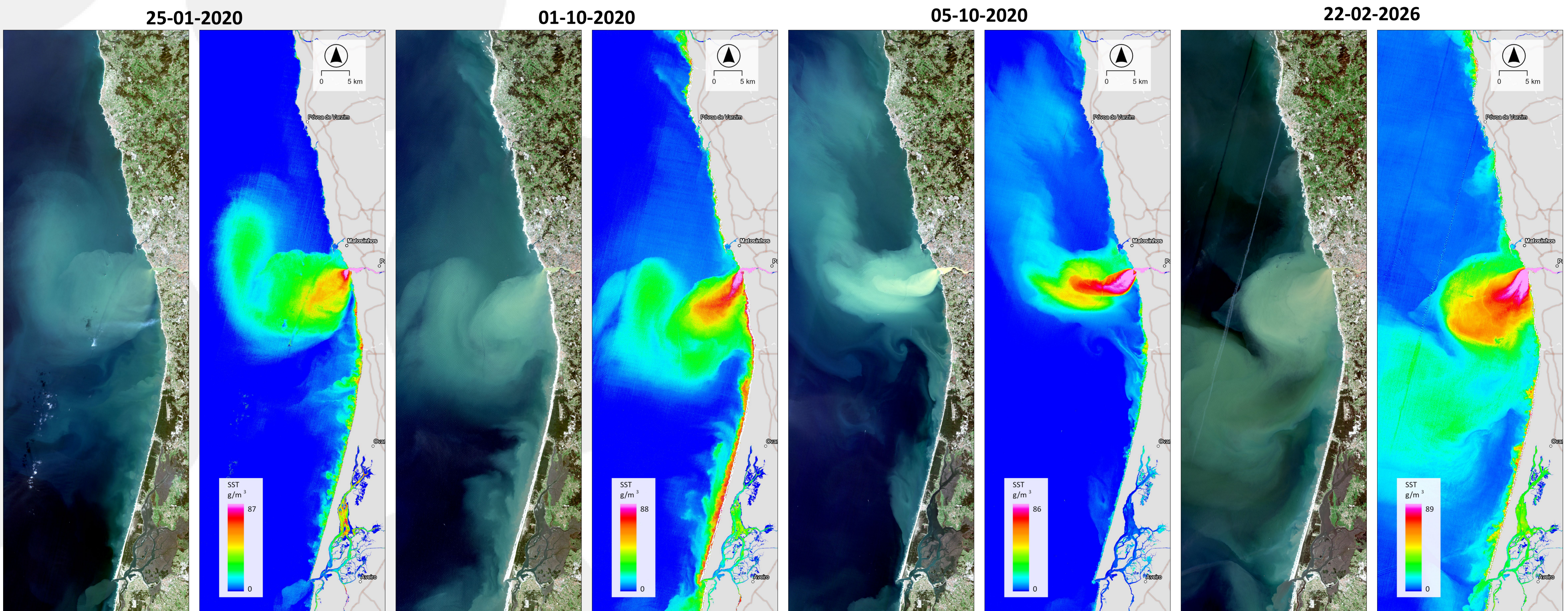
O hardware utilizado para execução deste trabalho consiste numa workstation de elevado desempenho equipada com processador AMD Threadripper 5975WX de 32 núcleos, 256 GB de RAM DDR4, placa gráfica NVIDIA RTX 4090 com 24 GB de VRAM e armazenamento em disco NVMe PCIe Gen4.

Pipeline de Processamento

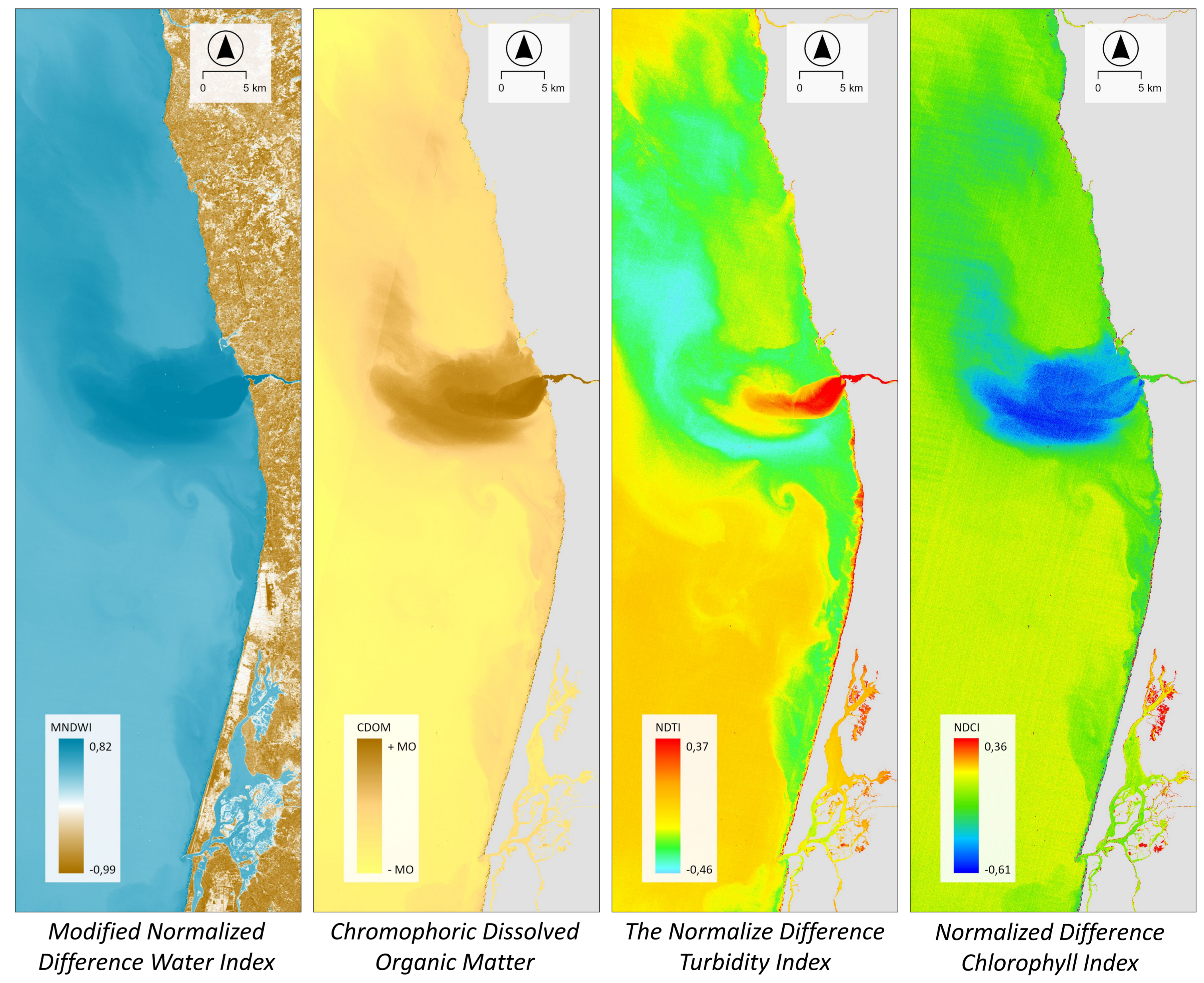


A ferramenta aqui apresentada integra o processamento automatizado de imagens multiespectrais (MSI) do Sentinel-2 com a metodologia analítica desenvolvida por Jiang et al., 2023, para estimar a concentração total de sólidos em suspensão (Total Suspended Solids, TSS).

Esta abordagem, anteriormente aplicada no estuário do rio Tejo (Jiang et al., 2023) foi agora testada em águas costeiras na foz do Rio Douro, permitindo avaliar a eficácia das imagens MSI para monitorizar a concentração de TSS. O processamento resultou no desenvolvimento de mapas de alta resolução espacial, possibilitando a visualização e quantificação da extensão da pluma gerada pela descarga fluvial do Rio Douro, reconhecida como uma relevante fonte sedimentar para a deriva litoral.



A imagem mostra a interface gráfica do programa, com dois painéis: (A) o separador "C2RCC Parameters" para configuração da correção atmosférica, redes neuronais, propriedades da água e produtos de saída; e (B) o separador "Outputs" com as opções do algoritmo TSS de Jiang, máscara de água e as 6 categorias de produtos (TSS, RGB, Índices, Claridade da Água, HAB e Estado Trófico).



Fuentes:

- Behrenfeld, M.J. & Falkowski, P.G. (1997). Photosynthetic rates derived from satellite chlorophyll concentration. *Limnology and Oceanography*, 42(1), 1–20.
- Boss, E., et al. (2001). Shape of the particulate beam attenuation spectrum and its inversion to obtain the shape of the particulate size distribution. *Applied Optics*, 40(27), 4885–4893.
- Caballero, L., et al. (2020). New capabilities of Sentinel-2A/B satellites combined with in situ data for monitoring HABs. *Scientific Reports*, 10, 8743.
- Carlson, R.E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 363–369.
- Gitelson, A.A., et al. (2008). A simple semi-analytical model for remote estimation of chlorophyll-a. *Remote Sensing of Environment*, 112, 3582–3593.
- Gordon, H.R. (1989). Can the Lambert-beer law be applied to the diffuse attenuation coefficient of ocean water? *Limnology and Oceanography*, 34(8), 1389–1409.
- Jiang, D., Matsushita, B., Pakhavan, N., et al. (2021). Remotely estimating total suspended solids concentration in clear to extremely turbid waters using a novel semi-analytical method. *Remote Sensing of Environment*, 258, 112386.
- Lee, Z., et al. (2002). Deriving inherent optical properties from water color. *Applied Optics*, 41(27), 5755–5772.
- Mishra, S. & Mishra, D.R. (2012). Normalized difference chlorophyll index. *Remote Sensing of Environment*, 117, 394–406.
- Nechal, R., et al. (2010). Calibration and validation of a generic multisensor algorithm for mapping of TSM. *Remote Sensing of Environment*, 114(4), 854–866.
- O'Reilly, J.E., et al. (1998). Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS. *Journal of Geophysical Research*, 103(C11), 24937–24953.
- Pakhavan, N., et al. (2017). Sentinel-2 Multispectral Instrument data processing for aquatic science applications. *Remote Sensing of Environment*, 201, 47–56.
- Pekel, J.F., et al. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540, 418–422.
- Pope, R.M. & Fry, E.S. (1997). Absorption spectrum (380–700 nm) of pure water. *Applied Optics*, 36(33), 8710–8723.
- Stumpf, R.P., et al. (2003). Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. *Limnology and Oceanography*, 48(1), 547–556.
- Vanhellemont, G. & Ruddick, K. (2018). Atmospheric correction of metre-scale optical satellite data for inland and coastal water applications. *Remote Sensing of Environment*, 216, 586–597.