



CONTROLE DE QUALIDADE NOS SERVIÇOS METEO-OCEANOGRÁFICOS PARA OPERAÇÕES PORTUÁRIAS

José Chambel Leitão; Paulo Leitão, Sofia Cardoso, Adélio Silva

HIDROMOD

jcleitao@hidromod.com; paulo.chambel@hidromod.com; sofia.bartolomeu@hidromod.com,
adelio@hidromod.com;

Resumo

Os atuais serviços de disseminação de informações meteo-oceanográficas para apoio a operações portuárias e costeiras permitem o acesso permanente e atualizado a observações *in situ*, dados remotos e previsões numéricas de diversas origens.

Um requisito crucial destes serviços é a necessidade de controle e manutenção contínuos. Nesta comunicação, apresenta-se uma metodologia para a definição de indicadores de performance a serem adotados em serviços operacionais, para garantir uma melhoria contínua da qualidade do serviço e garantir níveis de precisão e fiabilidade que atendam às necessidades dos utilizadores. Descreve-se ainda a abordagem por processos utilizada nos sistemas operacionais de vários portos, incluindo controle de qualidade e métodos de auditoria.

Contexto

Tem vindo a aumentar a quantidade de dados meteo-oceanográficos (observações *in situ* e remotas, previsões numéricas e reanálises) disponíveis em diversas instituições públicas internacionais (e.g. NOAA, NASA, CMEMS, ECMWF) e nacionais (e.g. IPMA, IH). Esta informação ao ser devidamente reunida, organizada e processada é de grande utilidade para diferentes operações costeiras. Todavia, apesar da grande maioria daqueles dados serem de acesso livre nem sempre são de fácil acesso para o utilizador comum. Outra dificuldade é a de as previsões numéricas normalmente disponibilizadas serem de mesoescala ou macroescala, podendo não ter a resolução espacial necessária para simular processos de microescala, críticos para uma operação específica. Na zona costeira, esta questão é muito relevante.

Com o objetivo de criar informação objetiva, personalizada às necessidades de um utilizador, a HIDROMOD tem vindo a desenvolver serviços centrados na disseminação de informação de apoio a diversas operações nas quais se incluem as operações costeiras. Estes serviços permitem um acesso permanente e atualizado a observações *in situ* (e.g. boia ondógrafo), a dados remotos (e.g. temperatura superficial do mar) e a previsões numéricas (e.g. agitação marítima) a diversas escalas.

Este tipo de serviços é sujeito a erros, que podem ser de origem puramente informática (e.g. falhas nas ligações via internet) ou ter origem nos algoritmos de cálculo dos modelos numéricos (e.g. instabilidade numérica) ou nas observações (e.g. avaria do sensor). Qualquer que seja a origem dos erros, a sua caracterização e registo conduzem a indicadores de performance (ou KPI-*Key Performance Indicators*). Estes indicadores são uma forma eficaz de controlo de qualidade do serviço, permitindo identificar possíveis falhas.

Controlo de qualidade de sistemas operacionais

A experiência tem mostrado que, o controlo de qualidade de sistemas operacionais, é mais eficiente quando se analisam em separado diferentes processos: (1) Serviços informáticos; (2)



Ingestão e gestão de dados; (3) Modelos; e (4) Produtos finais (divulgação).

Dada a complexidade de um sistema operacional, a definição de KPI por processos tem vantagens práticas. Uma delas é identificar possíveis inconsistências e atuar sobre as mesmas com maior rapidez.

Na descrição (ou definição) de cada KPI deve ser indicado:

- **Fonte de Dados** – deve estar claramente definida para que não haja dúvidas na forma como cada um está a ser medido e/ou calculado;
- **Definição/Fórmulas** - a metodologia de como é calculado. Idealmente o resultado deve ser um valor numérico com unidades claras;
- **Metas de qualidade** –é necessária uma meta a alcançar;
- **Periodicidade** –deve ter claramente definido com que periodicidade é calculado.

Serviços informáticos

Nos serviços informáticos, os KPI devem garantir a operacionalidade de todo o sistema. O primeiro grande requisito é garantir a correta e contínua acessibilidade do servidor onde está alojado o sistema operacional (que pode ser local ou externo). Posteriormente, é importante garantir a acessibilidade e funcionalidade de todas as componentes que constituem o sistema operacional e que todos os processos automáticos sejam realizados com sucesso. Apresentam-se na Tabela 1 exemplos de dois KPI para os Serviços Informáticos.

Ingestão e gestão de dados

A ingestão de dados inclui o acesso, leitura e processamento dos dados internos e externos. A gestão de dados consiste na capacidade de recolha de informação de forma eficaz, rápida e segura. Qualquer fonte de dados que integre um sistema operacional tem de ser previamente analisada para que possa ser devidamente lida e gerida pela plataforma.

Antes de configurar uma nova fonte de dados é necessário garantir que esta: (1) tem metadados associados (idealmente seguindo a diretiva europeia INSPIRE); (2) é confiável e segura; (3) está acessível de forma persistente; (4) e a sua latência é compatível com as necessidades dos utilizadores.

No processo de controlo da fonte de dados é necessário garantir que: (1) todos os processos programados são corretamente executados, realizando várias tentativas de download (e.g. até 10) e permitindo um tempo de download tolerante a falhas (e.g. até 60 minutos); e (2) nenhum processo fica suspenso, suspendendo em cadeia outros processos.

Independentemente da fonte de informação e da sua origem, a disponibilidade de todas as fontes de dados deve ser monitorizada diariamente. No controlo da gestão dos dados dum sistema operacional, são definidos KPI que permitem a medição da disponibilidade das fontes de dados (Tabela 1).

Modelos

Consideram-se os modelos como ferramentas de processamento de dados executados de forma automática ou a pedido pela plataforma operacional. Do ponto de vista da gestão de dados, os modelos são classificados como fontes de dados internas. Estas ferramentas são configuradas e implementadas para dar resposta a uma determinada necessidade de um sistema operacional. Define-se como modelo qualquer processo que implique o tratamento/processamento de dados produzindo novos dados, e, que são automaticamente guardados no sistema operacional após cada execução.

Por exemplo, o conceito de modelo na plataforma AQUASAFE (aquasafe.hidromod.com) foi generalizado ao ponto de qualquer programa que precise de dados de *input* e gere dados de *output* possa ser considerado um modelo. Existem diversos programas em R, e em Python que são corridos naquela plataforma utilizando os mesmos módulos que o modelo MOHID WATER



(mohid.com), que é muito mais complexo em termos de *input/output* e dos processos que resolve.

A execução de um modelo deve ser controlada e monitorizada diariamente, garantindo permanentemente a sua correta execução e que a informação é atualizada a cada execução. Os modelos podem ser corridos de forma automática (e.g. previsão de agitação a cada 6 h) ou a pedido (cálculo do resguardo de um determinado navio feito por um piloto).

A correta execução de um modelo deve garantir a seguinte sequência de ações: (1) as fontes de dados de *input* para o modelo estão disponíveis e atualizadas; (2) o modelo termina a sua simulação com sucesso; e (3) os ficheiros de *output* são corretamente convertidos e ingeridos pelo sistema para que sejam novamente controlados e monitorizados na gestão de dados.

No caso dos modelos, os KPI associados incluem um aspecto muito importante que é o cálculo de diversos parâmetros de erro quando comparados os resultados com as medições *in-situ* (exemplo na Tabela 1).

Produtos finais (divulgação)

Dependendo do sistema operacional implementado, a informação final pode ser apresentada aos utilizadores através de diferentes produtos finais. A criação de novos produtos procura adaptar-se às necessidades dos utilizadores que mudam com os ciclos tecnológicos e com a evolução natural das suas operações (*web, desktop, mobile, email*).

Para assegurar o controlo de todos os produtos finais, bem como de todo o seu conteúdo, a cada produto final é atribuído um conjunto de objetivos de performance. Os produtos finais são o resultado de todo um processo desenvolvido num sistema operacional. O controlo a este nível, permite detetar alguma inconsistência nos níveis anteriores e requer maior atenção e detalhe por ser o resultado que chega ao utilizador (exemplo de KPI na Tabela 1).

Considerações Finais

Os serviços operacionais permitem o acesso fácil e rápido a dados meteo-oceanográficos, que têm o potencial de aumentar significativamente a segurança e diminuir os custos de diferentes operações no mar: tráfego de navios em portos, alimentação de peixes em aquaculturas *off-shore*, combate a acidentes marítimos, bombagem de grandes volumes de água do mar, previsão de qualidade de água nas praias, entre outros.

À medida que as necessidades dos utilizadores evoluem, as capacidades dos serviços também devem ser adaptadas ao longo do tempo. Os produtos e serviços estão sujeitos a mudanças, principalmente devidos aos ciclos tecnológicos, e é importante que os prestadores de serviços operacionais permaneçam ágeis e capazes de responder a essas mudanças. Esta adaptação à constante mudança está incluída na melhoria contínua do sistema operacional. O sistema tem de ser capaz de acompanhar e adaptar-se às necessidades do utilizador.

Para garantir o pleno funcionamento de um sistema operacional, propõe-se a definição de KPI, específicos de cada sistema e preferencialmente em conjunto com os utilizadores finais. A avaliação dos KPI deve ser feita no âmbito de auditorias periódicas. Tendo em mente a melhoria contínua, devem ser disponibilizadas ao utilizador as melhorias efetuadas durante o período auditado, bem como uma comparação dos KPI da última auditoria com os resultados obtidos nas auditorias anteriores.

Referências Bibliográficas

Leitão, P., Cardoso, S., Leitão, J.C., Silva, A. (2022). “Recomendações sobre indicadores de performance, melhoria contínua e métodos de auditoria”, Entregável 5.4.2 do projeto ASTRIS

Agradecimentos



O trabalho aqui apresentado foi feito no âmbito do projeto ASTRIIS - Atlantic Sustainability Through Remote and In-situ Integrated Solutions, co-financiado pelo Portugal 2020 (nº 046092).

Tabela 1 - Exemplo de KPI

KPI	Fonte de dados	Definição/Fórmulas	Metas de qualidade	Periodicidade
Serviços informáticos				
Acessibilidade do servidor	Logs do sistema	São contabilizadas todas as falhas superiores a 30 minutos de inatividade $KPI\ Acessibil. = \frac{N^{\circ}\ minutos\ de\ servidor\ acessível}{N^{\circ}\ minutos\ total} \times 100$	≥ 99.9%	1 ano
Espaço em disco	Propriedades do sistema	Servidor com pelo menos 100 GB livres, para correto funcionamento do sistema operacional. $KPI\ Disco = N^{\circ}\ Dias\ com\ espaço$	≥ 364 dias	1 ano
Gestão e ingestão de dados				
Disponibilidade de modelos	Logs do sistema	% de sucesso de downloads automáticos de um modelo. Insucesso: mais de duas tentativas consecutivas falhadas. $KPI\ Modelo = \frac{N^{\circ}\ dias\ com\ sucesso}{N^{\circ}\ total\ de\ dias} \times 100$	≥ 95%	1 ano
Disponibilidade de medidas em tempo real	Séries temporais	% dos dados medidos relativamente ao total de dados que poderiam ser medidos no período. $KPI\ Medidas = \frac{N^{\circ}\ dados\ disponíveis}{N^{\circ}\ dados\ do\ período} \times 100$	≥ 90%	1 ano
Modelos				
Execução de imagens	Logs do sistema	% de sucesso na criação de imagens. $Imagens = \frac{N^{\circ}\ dias\ com\ sucesso}{N^{\circ}\ total\ de\ dias} \times 100$	≥ 98%	1 ano
Avaliação do erro no nível do mar	Séries temporais	RMSE normalizado (NRMSE) nas previsões do nível do mar de um modelo operacional $RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^n (p_i - a_i)^2}{n}} \quad NRMSE = \frac{RMSE}{4 * STDEV}$	< 3%	1 ano
Produtos finais (divulgação)				
Acesso a um site dedicado	Logs do sistema	Indica a probabilidade de um utilizador ter acesso ao site dedicado com sucesso $T[\%] = \frac{\sum\ Acesso\ ao\ site\ com\ sucesso}{\sum\ Tentativas\ de\ acesso} \times 100$	≥ 99%	1 ano
Envio de relatórios	Verificação no Outlook	Percentagem correspondente ao envio com sucesso de relatórios automáticos. $Relatório = \frac{N^{\circ}\ relatórios\ dia/semana/mês}{N^{\circ}\ total\ de\ dias\ avaliado} \times 100$	≥ 99%	1 ano