

# **Sistema Inteligente de Apoio à Gestão Avançada de Sistemas Urbanos de Águas Residuais**

**Relatório de análise de requisitos do sistema SI-GeA**



# SI-GeA – Sistema Inteligente de Apoio à Gestão Avançada de Sistemas Urbanos de Águas Residuais

---

## Relatório de Análise de Requisitos

# SI-GeA – Sistema Inteligente de Apoio à Gestão Avançada de Sistemas Urbanos de Águas Residuais

## Relatório de Análise de Requisitos

### Índice

Introdução.....	6
Apresentação e objetivos.....	6
Organização do relatório.....	6
Metodologia de análise de requisitos técnicos e funcionais do sistema inteligente de apoio à decisão .....	7
Engenharia de Requisitos.....	7
Verificação e Validação dos Requisitos.....	7
Conceção do sistema inteligente de interface para supervisão e apoio à decisão em tempo real de sistemas urbanos de águas residuais e pluviais .....	9
Objetivos e componentes do sistema.....	9
Plataforma de monitorização.....	10
Sistema integrado de modelos.....	12
Modelo de simulação da rede de coletores.....	12
Modelo de simulação do Caneiro de Alcântara .....	13
Modelo de simulação da Frente de drenagem do Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara .....	15
Modelo de simulação da frente de drenagem Algés-Alcântara.....	17
Modelo de simulação da ETAR.....	17
Modelo do meio recetor .....	18
Sistema de previsão em tempo real.....	21
Sistema de interface XHQ .....	23
Análise de Requisitos .....	25
Catálogo de Requisitos do Sistema .....	25
Matriz de Requisitos.....	25
Requisitos da Plataforma de Monitorização .....	25
Requisitos do Sistema Integrado de Modelos.....	25
Requisitos do Sistema de Previsão em Tempo-real.....	26
Descrição dos Requisitos.....	26

Requisitos do Sistema Integrado de Modelos.....	26
Requisitos do Sistema Integrado de Modelos.....	28
Requisitos do Sistema de Previsão em Tempo-real.....	30
Lista de autores e instituições.....	33
Referências.....	34

# SI-GeA – Sistema Inteligente de Apoio à Gestão Avançada de Sistemas Urbanos de Águas Residuais

## Relatório de Análise de Requisitos

### Lista de Figuras

Figura 1 – Sistema integrado de modelação e seus inputs.....	12
Figura 2 – Esquema do modelo de coletores.....	14
Figura 3 – Bacias afluentes ao sistema interceptador do Terreiro do Paço (Fonte: CHIRON/ENGIDRO/HIDRA, 2006).....	16
Figura 4 - Arquitetura do sistema RDFS-PT (adaptado de Ribeiro et al., 2011).....	22

# SI-GeA – Sistema Inteligente de Apoio à Gestão Avançada de Sistemas Urbanos de Águas Residuais

## Relatório de Análise de Requisitos

### Lista de Tabelas

Tabela 1. Fontes de dados.....	10
Tabela 2. Fontes de previsões de modelos em tempo real .....	11
Tabela 3. Tabela resumo dos dados de inputs e de calibração do modelo do Caneiro.....	14
Tabela 4. Tabela resumo dos produtos do modelo do Caneiro .....	15
Tabela 5. Resumo dos dados de inputs e de calibração do modelo do Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara.....	16
Tabela 6. Resumo dos dados de inputs e de verificação do modelo simplificado da frente de drenagem Algés-Alcântara .....	17
Tabela 7. Resumo dos dados de inputs e de calibração do modelo do meio recetor. ....	19
Tabela 8. Tabela resumo dos produtos do modelo do meio recetor.....	20
Tabela 9. Tabela resumo dos dados de inputs do sistema de previsão em tempo real .....	22
Tabela 10. Tabela resumo dos produtos do sistema de previsão em tempo real .....	23
Tabela 11. Dados recolhidos e sistematizados pela plataforma XHQ.....	24

# SI-GeA – Sistema Inteligente de Apoio à Gestão Avançada de Sistemas Urbanos de Águas Residuais

## Relatório de Análise de Requisitos

### Introdução

#### Apresentação e objetivos

O projeto SI-GeA visa o desenvolvimento de um sistema inteligente de interface para supervisão e apoio à decisão em tempo real de toda a informação relevante para a gestão de sistemas urbanos de águas residuais, incluindo águas pluviais, integrando coletores gravíticos, sistemas elevatórios e estações de tratamento, proveniente de redes de monitorização, de operação das redes e de sistemas de previsão em tempo real do desempenho das infraestruturas e da dinâmica dos meios recetores.

O sistema foi desenhado para os requisitos de utilização da informação pelas entidades gestoras, permitindo também criar produtos “a-la-carte” em tempo real. O objetivo desta fase do projeto é apresentar a lista de especificações técnicas e científicas sobre as quais todo o sistema irá assentar, nomeadamente: a) os objetivos operacionais que devem constar na interface do sistema inteligente de apoio à decisão; b) as especificações técnicas do sistema inteligente de interface; c) as metodologias a utilizar para a monitorização e modelação e d) a metodologia de integração dos vários modelos desenvolvidos. Apresenta-se neste relatório a análise de requisitos do sistema, nas suas várias vertentes: sistema integrador baseado na interface XHQ, plataforma de monitorização, sistema integrado de modelação e plataforma de previsão em tempo real.

A presente análise de requisitos servirá de base à implementação do sistema inteligente de interface, de natureza genérica, e à sua aplicação ao caso real: sistema de águas residuais da bacia de Alcântara, incluindo as frentes de drenagem de Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara e Algés-Alcântara, e meio recetor (Estuário do Tejo).

#### Organização do relatório

O relatório encontra-se dividido em 3 capítulos para além desta Introdução. No segundo capítulo é apresentada a metodologia seguida na análise de requisitos técnicos e funcionais do sistema inteligente de apoio à decisão do projecto SI-GeA, seguida da conceção do sistema inteligente de interface. Apresenta-se no último capítulo a análise de requisitos da interface inteligente, com o detalhe necessário ao nível dos requisitos a cumprir.

# Metodologia de análise de requisitos técnicos e funcionais do sistema inteligente de apoio à decisão

## Engenharia de Requisitos

No presente relatório utiliza-se uma linguagem de modelação atualmente aceite como padrão na definição de requisitos de sistemas computacionais – a *Unified Model Language* (UML). UML define uma metodologia baseada na construção de modelos para especificar os requisitos técnicos de um sistema em diferentes níveis de abstração. Os modelos são diagramas UML acompanhados de descrições textuais.

Na fase de análise de requisitos da aplicação os objetivos são descritos em UML, e é desenvolvido o modelo de requisitos funcionais. Este modelo define os requisitos funcionais do sistema através da apresentação de casos de Uso. Pretende-se que os casos de Uso apresentados compreendam os conceitos e definições que o sistema deve suportar e executar.

Os requisitos podem ser categorizados em três tipos: os requisitos funcionais, requisitos não funcionais e requisitos organizacionais.

Os requisitos funcionais descrevem, os serviços que o sistema deve oferecer, como o sistema deve reagir a certas entradas e como comportar-se em determinadas situações. Os requisitos não funcionais podem ser classificados segundo diferentes categorias: (i) de produto, que definem como o produto se deve comportar; (ii) de processo, representam consequências das políticas e normas estabelecidas pela organização ou pela equipa de desenvolvimento; e (iii) externos, associados a fatores que são externos ao sistema e ao seu processo de desenvolvimento.

Os requisitos organizacionais dizem respeito aos objetivos da empresa, às suas políticas estratégicas adotadas e ao relacionamento entre os seus atores com os seus objetivos.

A diferença entre requisitos funcionais e não funcionais está no facto dos primeiros descreverem o que o sistema deve fazer, enquanto os últimos fixam restrições sobre como os requisitos funcionais serão implementados.

Na segunda fase do levantamento de requisitos do sistema é efetuado um levantamento dos requisitos técnicos, nomeadamente definir as premissas e restrições quanto à arquitetura tecnológica, aos padrões, à comunicação, às ferramentas e às linguagens a utilizar no desenvolvimento do sistema.

## Verificação e Validação dos Requisitos

Em engenharia de requisitos, existem dois procedimentos genéricos, aplicáveis a todos os objetos resultantes de um desenvolvimento de um projeto, para verificação e validação dos requisitos:

- **Inspeções** - método formal muito rigoroso de revisão de processos;
- **Revisões** - versão simplificada das inspeções, mas mantendo o carácter formal.



Uma inspeção é uma técnica de revisão manual de processos, feita por uma equipa composta por um moderador e os revisores. É uma técnica formal pois consiste num conjunto preciso de passos que têm de ser cuidadosamente aplicados. As inspeções não são um método de avaliação de desempenho. Quem se sente avaliado não participa com abertura e empenho na deteção de erros.

O moderador planeia a inspeção, alocando as pessoas envolvidas (revisores) e os recursos que serão necessários. De seguida é explicada uma visão geral do processo e cada membro da equipa de inspeção estuda o processo e deteta os erros. Os erros serão mostrados e registados pelo moderador. Posteriormente, os problemas identificados serão corrigidos e uma nova reunião da equipa de inspeção decidirá (pela voz do moderador) se é necessário ou não outra inspeção.

As revisões são uma versão simplificada das inspeções, a aplicar a processos menos críticos do que aqueles onde as inspeções são aplicadas. Trata-se também de uma técnica de análise manual de processos baseando-se antes na revisão solitária feita pelos revisores (correspondente à fase de preparação das inspeções).

Estes métodos aplicam-se em qualquer momento por decisão dos envolvidos, mas são obrigatórios em determinados momentos, nomeadamente aquando da aceitação formal e final de um documento, que no presente estudo será a versão final da aplicação de suporte a relatórios internos periódicos da qualidade dos recursos hídricos. No presente documento de análise de requisitos são indicados os procedimentos que devem ser aplicados para a aceitação formal e para a aceitação final de cada requisito em concreto.

# Conceção do sistema inteligente de interface para supervisão e apoio à decisão em tempo real de sistemas urbanos de águas residuais e pluviais

## Objetivos e componentes do sistema

O objetivo do projeto SI-GeA é a conceção, o desenvolvimento e a demonstração da aplicabilidade de um produto que permite, através de um sistema inteligente de interface, consultar em tempo real toda a informação relevante, quantitativa e qualitativa, para a gestão de sistemas urbanos de águas residuais, proveniente de redes de monitorização, dados de operação das redes e de sistemas de previsão do desempenho da rede de coletores, da ETAR e dos meios recetores. A obtenção deste produto materializa-se através dos seguintes objetivos parcelares:

- a) O1 – Conceber um modelo integrado do comportamento de sistemas de drenagem (redes de coletores – ETAR – meio recetor). Para alcançar este objetivo deverão ser:
  - Desenvolvidos e/ou adaptados os modelos do comportamento das redes de drenagem nas componentes de hidrodinâmica e de qualidade da água;
  - Desenvolvido um modelo do funcionamento da ETAR de Alcântara, em termos hidráulicos e de qualidade (nomeadamente em termos da remoção de SST, CQO e CBO<sub>5</sub>), com fatores de ajustamento dos dados decorrentes da monitorização em contínuo (caudais e CQO) obtidos em tempo real, em secções da ETAR;
  - Adaptados os modelos hidrodinâmicos e de qualidade da água do meio recetor.
  - Integrados os 3 modelos, tendo em consideração: a) o grau de acoplamento dos modelos e a plataforma de simulação; b) o processo de transferência de informação e c) o modo de integração da incerteza nas várias simulações e a incorporação da mesma no modelo a jusante.
- b) O2 - Desenvolver uma plataforma de previsão em tempo real que simule o sistema integrado e alimente o sistema de alerta, criando informação que deverá alimentar as bases de dados do sistema de interface. Para tal tornar-se-á necessário definir:
  - Os algoritmos de extrapolação dos forçamentos para o modelo de drenagem e do funcionamento da ETAR;
  - Os produtos resultantes da previsão em tempo real, cujos resultados serão incorporados em base de dados para uso no sistema de interface;
  - A metodologia para definição do sistema de alerta e a incorporação da incerteza, tendo em conta os custos computacionais e os recursos disponíveis.
- c) O3 - Desenvolver uma plataforma que integra dados operacionais obtidos através de diferentes fontes e que os apresenta através de uma interface intuitiva e de fácil acesso customizada às necessidades dos gestores, com produtos pré-definidos ou criados *on-the-fly* – Sistema inteligente de interface. Esta plataforma será desenvolvida a partir de um produto standard da SIEMENS denominado “XHQ”, desenvolvido nos Estados Unidos da América, que tira partido das potencialidades da WEB 2.0 para integração e apresentação da informação operacional relevante e será totalmente customizada aos requisitos necessários à eficaz gestão de um sistema de drenagem.

- d) O4 – Calibrar e validar o produto final, aplicando-o num caso real. A plataforma genérica será aplicada ao sistema de águas residuais da bacia de Alcântara, incluindo as frentes de drenagem de Terreiro do Paço-Cais do Sodr -Alcântara e Algés-Alcântara, e meio recetor (Estuário do Tejo).

O desenvolvimento e aplica o do sistema de interface requer assim a análise de requisitos funcionais e técnicos para cada uma das suas componentes, tendo em conta as necessidades de informa o externa e as interdependências entre componentes:

1. Plataforma de monitoriza o
2. Sistema integrado de modelos
3. Modelo de simula o da rede de coletores
4. Modelo de simula o da ETAR
5. Modelo do meio recetor
6. Sistema de previsão em tempo real
7. Sistema de interface

Detalha-se nas subsec es seguintes a conce o de cada uma destas componentes e na sec o seguinte os requisitos a obedecer para cada uma delas, de modo a obter-se um sistema de interface que d  cumprimento aos objetivos do projeto.

### Plataforma de monitoriza o

Esta plataforma deverá incluir toda a informa o disponível para suporte ao sistema de interface XHQ, desde a monitoriza o da ETAR, das afluências ao rio Tejo e de precipita o sobre a bacia e caudais e parâmetros de qualidade do escoamento nos coletores, necessárias   calibra o e valida o dos modelos e   extrapola o dos forçamentos para as simula es de previsão em tempo real, assim como ao conjunto de dados *on-line* que permitirão aferir em contínuo as previsões e suportar o sistema de alerta, em articula o com as previsões em tempo real.

Listam-se nas Tabelas 1 e 2 as fontes de informa o previamente identificadas e a sua origem, assim como os usos pretendidos para elas.

Tabela 1. Fontes de dados

Fontes de Informa�o	Local/coordenadas	Dados	Consumidores	Entidade fornecedora	Acesso
Con::cube #1	Caneiro de Alcântara	SST, CQO, CQOfiltr, NO <sub>3</sub> espetro	Modelos, XHQ	LNEC	Privado
Con::cube #2	Terminal de cruzeiros da APL	SST, CQO, CQOeq, Nitratos, espetro, OD, temperatura, condutividade, am�nia, nitratos, pH	Modelos, XHQ	LNEC	Privado
con::stat#1	Afluente do tratamento primário	SST, CQO, CQO filtrado, Nitratos, Espetro, OD, temperatura	Modelo de ETAR e XHQ	SIMTEJO	Privado

Sonda de turvação	Efluente do tratamento primário	Turvação e SST	Modelo de ETAR, XHQ	SIMTEJO	Privado
Medidores de nível e caudal	Terreiro do Paço	Alturas de escoamento e caudais	Modelos	SIMTEJO	Privado
Sondas de nível nos coletores	Caneiro de Alcântara, ETAR, Falagueira, Damaia	Nível	Modelos, XHQ	SIMTEJO	Privado
Medidores de caudal	Caneiro de Damaia, Falagueira e Alcântara, ETAR, Estação Elevatória 3	Caudal	Modelos, XHQ	SIMTEJO	privado
Rede de udómetros da SIMTEJO	U5, e U7	Precipitação	Modelos, XHQ	SIMTEJO	privado
Rede de udómetros wunderground	Vários locais	Precipitação	Modelos, XHQ	Wunderground.com	Público
Marégrafo	Torre VTS	Níveis	Modelos, XHQ	APL	Público
Marégrafo	Cascais	Níveis	Modelos, XHQ	IGP	Público
Sensor de nível	Almourol	Níveis	Modelos	APA/SNIRH	Público

Tabela 2. Fontes de previsões de modelos em tempo real

Fontes de Informação	Modelo/Área/Resolução	Resultados	Consumidores	Entidade fornecedora	Acesso
MyOcean	Nemo/IBI/1:36 graus	Temperatura, salinidade	Modelos	Consórcio MyOcean	Público –
Windguru-PRO	WRF/NW Europa/9km	Vento, Temperatura do ar, Humidade relativa, Pressão, Nebulosidade e Precipitação	Modelos/XHQ	Empresa Windguru	Por subscrição do LNEC
NOAA/NCEP	Modelo global	Direcção e intensidade do vento, Temperatura do ar, Pressão atmosférica, Humidade específica, Radiação solar à superfície, Radiação de longo comprimento de onda à superfície	Modelos	NOAA	Público

## Sistema integrado de modelos

O sistema integrado de modelos deverá simular todos os processos relevantes desde a origem até ao meio recetor, com base num conjunto de modelos dos diferentes componentes (descritos em detalhe nas subsecções seguintes).

Este sistema será parte integrante da componente de previsão em tempo-real, que além da integração dos vários modelos descritos abaixo, irá permitir o funcionamento ordenado de cada um dos modelos numa cadeia de eventos ilustrados na Figura 1. Cada modelo necessitará de um conjunto de dados resultantes da plataforma de monitorização e da execução dos modelos finalizados em eventos anteriores. A integração permite a produção de resultados que seriam impossíveis de obter por cada um dos modelos individualmente, ou parte da cadeia. Os dados resultantes irão ser posteriormente utilizados pelo sistema de interface e de previsão em tempo-real.

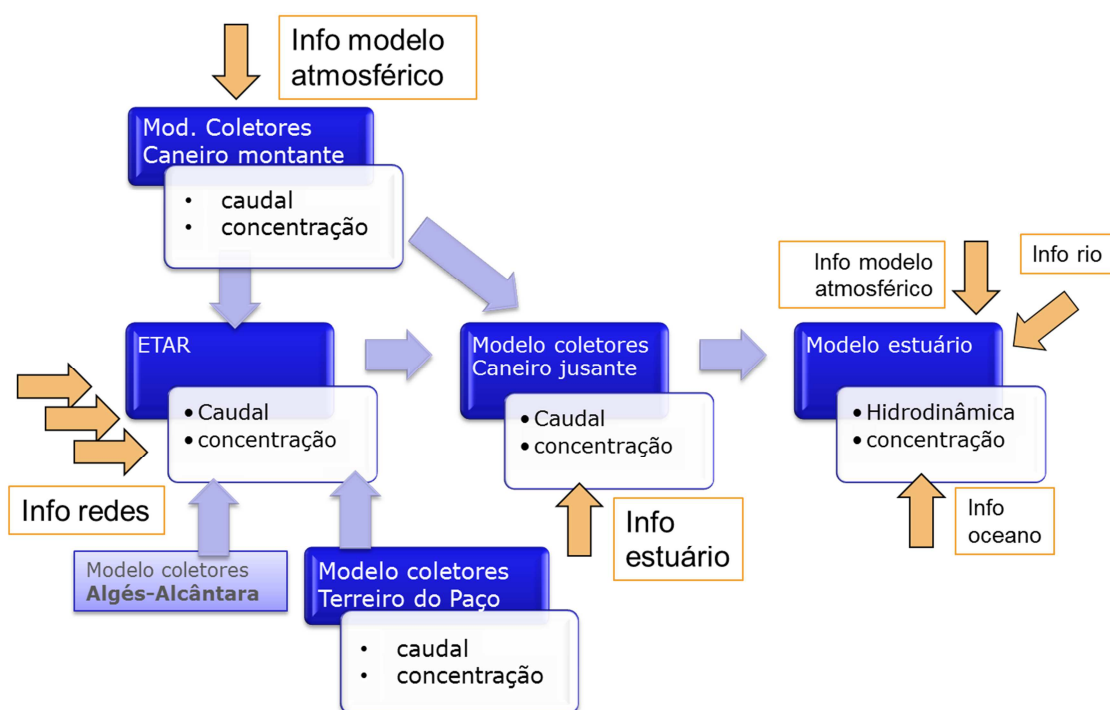


Figura 1 – Sistema integrado de modelação e seus inputs.

## Modelo de simulação da rede de coletores

O subsistema de Alcântara, com uma área aproximada de 6200ha, inclui a ETAR de Alcântara e a rede de drenagem da bacia associada. Devido à topografia e desenvolvimento da cidade, este subsistema encontra-se naturalmente dividido em dois sectores, a “Zona Alta” e a “Zona Baixa”. Os caudais provenientes da “Zona Alta”, correspondente a parte norte da cidade de Lisboa e a parte do concelho da Amadora, afluem à ETAR através do Caneiro de Alcântara, uma antiga linha de água posteriormente canalizada. A drenagem da parte sul da cidade de Lisboa, denominada por “Zona Baixa”, é garantida por intermédio de sistemas interceptores que drenam para um sistema elevatório principal, designado por EE3, que eleva os efluentes para a ETAR de Alcântara.

A "Zona Baixa" do Sistema Intercetor de Lisboa encontra-se dividida em dois eixos de drenagem principais: Algés-Alcântara e Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara.

Os sistemas mais antigos da cidade de Lisboa são unitários, isto é drenam conjuntamente as águas pluviais e as águas residuais domésticas. O escoamento produzido na bacia de Alcântara é encaminhado por gravidade até à ETAR de Alcântara, localizada na Av. de Ceuta, através do caneiro de Alcântara. Em tempo de chuva, o caudal do caneiro que excede a capacidade hidráulica da ETAR galga um descarregador de tempestade e prossegue para jusante, sendo descarregado no estuário do Tejo, sob o Terminal de cruzeiros da APL.

As águas residuais produzidas nas bacias vizinhas drenam por gravidade até junto ao estuário, sendo aí encaminhadas para a ETAR de Alcântara, através dos sistemas intercetores e elevatórios Algés - Alcântara e Terreiro do Paço - Cais do Sodré - Alcântara. Em tempo de chuva, os caudais que excedem a capacidade do sistema intercetor são descarregados para o estuário, através de descarregadores de tempestade instalados na frente ribeirinha da cidade.

Os caudais pluviais podem conter elevadas cargas poluentes, não só devido à mistura com águas residuais, mas também devido à lavagem dos pavimentos e ao arrastamento de substâncias previamente depositadas nos coletores, podendo alterar a qualidade da água do estuário.

O modelo de simulação da rede de coletores destina-se a determinar as características do escoamento (alturas, velocidades e caudais, mas também concentrações de CQO e coliformes fecais) ao longo do sistema de drenagem e, especialmente, à entrada da ETAR e nas descargas para o meio recetor.

A simulação dos coletores no sistema em estudo será dividida em três sub-modelos, respeitantes, respectivamente, às bacias do Caneiro de Alcântara, do Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara e de Algés-Alcântara. Descreve-se abaixo a conceção de cada uma destas aplicações, baseadas em usos distintos do modelo SWMM (Rossman, 2007). A contribuição das bacias Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara e Algés-Alcântara será quantificada, mas com recurso a um modelo simplificado.

#### **Modelo de simulação do Caneiro de Alcântara**

A modelação da bacia do caneiro de Alcântara será efetuada com o programa SWMM, partir de um modelo construído em estudos anteriores, o qual será atualizado e recalibrado com base na informação disponibilizada para presente projeto. Os forçamentos de montante serão baseados nas previsões de precipitação disponíveis para o projeto, e será tido em conta o nível de maré a jusante (com base na análise harmónica dos níveis na estação maregráfica do VTS). Serão ainda tidos em consideração a distinta distribuição de caudal e qualidade nos vários troços do Caneiro, consoante as condições de precipitação: montante da ETAR, entre a entrada e a rejeição da ETAR, a jusante da ETAR.

A Figura 2 esquematiza a metodologia proposta, válida para este sistema e para qualquer sistema de coletores que contenha aflúências de montante, uma estação de tratamento e descarregue num meio recetor sujeito a maré.

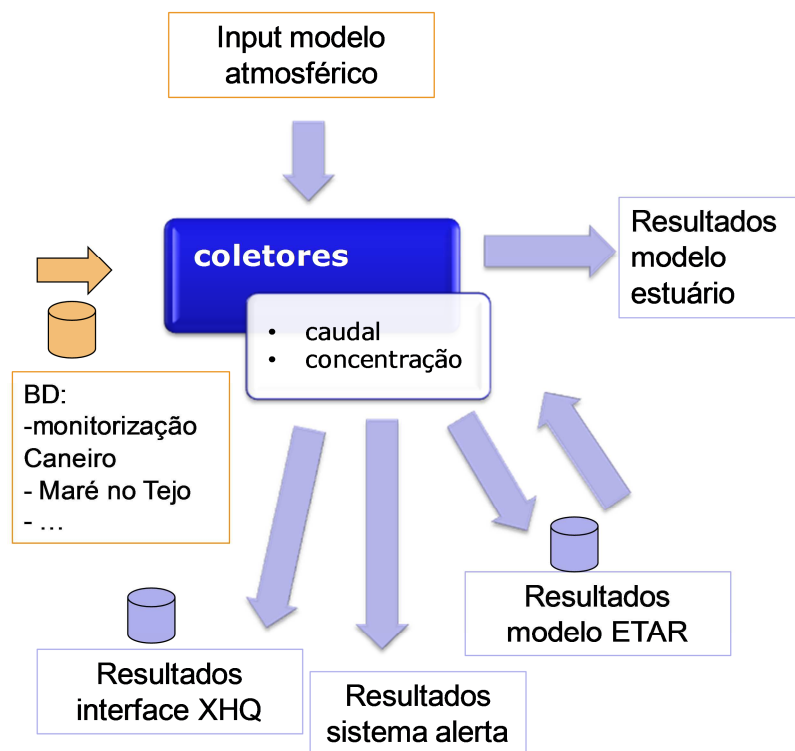


Figura 2 – Esquema do modelo de coletores

Tabela 3. Tabela resumo dos dados de inputs e de calibração do modelo do Caneiro

Fontes de Informação	Localização	Dados	Uso	Entidade fornecedora	Acesso
Udómetros	Quartel dos Bombeiros da Pontinha (U5) e ETAR de Chelas (U7)	Precipitação	Forçamento do modelo	SIMTEJO	Privado
Udómetros	Várias localizações	Precipitação	Forçamento do modelo	Wunderground	Público
Udómetros	ETAR de Alcântara e NES	Precipitação	Forçamento do modelo	LNEC	Privado
Medidor de caudal	Braço Principal do Caneiro de Alcântara – junto ao Aqueduto	Caudal	Calibração/ validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Início do Braço Principal do Caneiro de Alcântara – Portas de Benfica	Caudal	Calibração/ validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Início do Braço da Damaia - Braço Secundário do Caneiro de Alcântara	Caudal	Calibração/ validação	SIMTEJO	Privado
Análise harmónica da maré	VTS	Nível de maré	Forçamento do modelo	LNEC (base dados da APL)	Privado
Modelo da ETAR	Local de descarga da ETAR no caneiro	Caudal e concentrações poluentes	Forçamento do modelo	SIMTEJO	Privado

Tabela 4. Tabela resumo dos produtos do modelo do Caneiro

Resultados	Localização	Uso
Caudal e concentrações poluentes (coliformes fecais e E. coli, entre outros) afluentes à ETAR	Descarregador do caneiro para a ETAR	Calibração do modelo e forçamento do modelo da ETAR
Caudal e concentrações poluentes (coliformes fecais e E. coli, entre outros) afluentes à ETAR	Ponto de descarga do caneiro no estuário	Forçamento do modelo do estuário

Os resultados do modelo serão comparados com séries históricas de eventos de precipitação neste sistema, com base na rede de monitorização da SIMTEJO (udómetros e medidores de caudal) e da rede Wunderground (udómetros).

#### Modelo de simulação da Frente de drenagem do Terreiro do Paço-Cais do Sodrê-Alcântara

O eixo Terreiro do Paço-Cais do Sodrê-Alcântara é constituído por dois interceptores paralelos, o Cais do Sodrê-Alcântara I e o mais recente Cais do Sodrê-Alcântara II (interceptor do sistema de drenagem afluente do Terreiro do Paço), ambos afluentes à Estação Elevatória 3. Esta estação, por sua vez, encaminha os caudais de ambos os eixos da Zona baixa de Lisboa para a ETAR de Alcântara.

Enquanto que o interceptor Cais do Sodrê-Alcântara I será modelado de forma simplificada, o modelo de simulação do sistema de drenagem unitário afluente ao Terreiro do Paço será construído tendo por base as infraestruturas existentes, as características das bacias de drenagem, nomeadamente, área, inclinação e percentagem de áreas impermeáveis, os caudais de tempo seco e de tempo húmido, assim como os condicionalismos de fronteira (decorrentes do nível de água no estuário do Tejo) Será construído no programa SWMM (*Storm Water Management Model*), e recalibrado tendo por base os medidores de caudal instalados nos três grandes coletores unitários afluentes ao Terreiro do Paço, no medidor de caudal instalado no Interceptor doméstico do sistema de drenagem do Terreiro do Paço e na rede de udómetros disponível.

Em tempo seco será definido um hidrograma padrão com base no histórico de medição de caudal obtido no Terreiro do Paço, sendo que em tempo húmido, a simulação do modelo terá em conta a previsão da precipitação, a medição da precipitação da rede de udómetros disponível da SIMTEJO e da rede Wunderground, bem como o funcionamento das estações elevatórias.

Este submodelo incide apenas sobre a nova frente de drenagem Terreiro do Paço-Alcântara. Esta frente de drenagem abrange bacias de grande dimensão, como é o caso das bacias da Av.



da Liberdade e Portas de Santo Antão, da Av. Almirante Reis, do Largo de Chafariz de Dentro e da Sé (Figura 3). A calibração em tempo húmido será efetuada recorrendo a pelo menos 5 a 10 eventos de chuva.



Figura 3 – Bacias afluentes ao sistema interceptor do Terreiro do Paço (Fonte: CHIRON/ENGIDRO/HIDRA, 2006)

Tabela 5. Resumo dos dados de inputs e de calibração do modelo do Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara

Fontes de Informação	Localização	Dados	Uso	Entidade fornecedora	Acesso
Udómetros	Várias localizações	Precipitação	Forçamento do modelo	SIMTEJO	Privado
Udómetros	Várias localizações	Precipitação	Forçamento do modelo	Wunderground	Público
Medidor de caudal	Coletor da rua Augusta (unitário)	Caudal	Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Coletor da rua da Prata (unitário)	Caudal	Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Coletor da rua do Ouro (unitário)	Caudal	Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Interceptor do Largo Chafariz de Dentro-Cais do Sodré (doméstico)	Caudal	Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Análise harmónica da maré	VTS	Nível de maré	Forçamento do modelo	LNEC (com base em dados da APL)	Privado

### Modelo de simulação da frente de drenagem Algés-Alcântara

O eixo Algés-Alcântara é constituído por dois interceptores em série, o Emissário de Monsanto e o interceptor Algés-Alcântara que transportam parte dos caudais de Oeiras, Amadora e Lisboa até à Estação Elevatória 3. Esta estação, por sua vez, encaminha os caudais de ambos os eixos da Zona baixa de Lisboa para a ETAR de Alcântara.

Tabela 6. Resumo dos dados de inputs e de verificação do modelo simplificado da frente de drenagem Algés-Alcântara

Fontes de Informação	Localização	Dados	Uso	Entidade fornecedora	Acesso
Udómetros	Quartel dos Bombeiros da Pontinha (U5)	Precipitação	Forçamento do modelo	SIMTEJO	Privado
Udómetros	Várias localizações	Precipitação	Forçamento do modelo	Wundergrund	Público
Medidor de caudal	Emissário de Monsanto (secção de jusante)	Caudal	Verificação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Estação Elevatória 1	Caudal	Verificação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Estação Elevatória 2	Caudal	Verificação	SIMTEJO	Privado
Análise harmónica da maré	VTS	Nível de maré	Forçamento do modelo	LNEC (com base em dados da APL)	Privado

Este modelo será construído de uma forma simplificada, mas de modo a permitir a simulação de descargas existentes e que contribuam para melhorar os resultados da simulação no meio recetor. A calibração em tempo húmido será efetuada recorrendo a pelo menos 5 a 10 eventos de chuva.

### Modelo de simulação da ETAR

O modelo de simulação da ETAR contemplará a componente de qualidade e de quantidade. Atendendo às diversas operações unitárias realizadas na linha de tratamento da ETAR de Alcântara, nomeadamente, à alteração no padrão de entrada de caudal na ETAR de Alcântara, será construído o modelo hidráulico da ETAR, tendo-se optado pela construção do modelo também no software SWMM. Serão escolhidos 2 a 5 dias de tempo seco para calibração do regime hidráulico da ETAR em tempo seco, e pelo menos 5 eventos de tempo húmido para calibração do modelo hidráulico em tempo húmido.

No que se refere à componente de qualidade, face aos objetivos pretendidos, que requerem respostas rápidas, a simulação dinâmica do desempenho da ETAR (neste caso com as características da ETAR de Alcântara) será baseada em formalismos que incluem constantes e parâmetros empíricos, tanto para o tratamento físico-químico (decantação lamelar de alta carga com tecnologia de balastro assistida com reagentes) como para o tratamento biológico (biofiltração), calibrados e validados com resultados das campanhas de monitorização relativas

ao afluente e efluente dessas unidades. O modelo de simulação, calibrado e validado, será usado para simular o desempenho do sistema de tratamento, nomeadamente em termos de remoção de SST e da CQO (com base nas sondas de espectrofotometria e de turvação), com factores de ajustamento dos dados decorrentes da monitorização em contínuo (caudais e CQO) obtidos em tempo real, em três secções da ETAR, designadamente, à entrada do tratamento preliminar, efluente do tratamento primário e efluente final da ETAR.

Fontes de Informação	Localização	Dados	Uso	Entidade fornecedora	Acesso
Udómetros	Bombeiros da Pontinha (U5)	Precipitação	Forçamento do modelo	SIMTEJO	Privado
Udómetros	ETAR de Chelas (U7)	Precipitação	Forçamento do modelo	SIMTEJO	Privado
Udómetros	Várias localizações	Precipitação	Forçamento do modelo	Wundergrund	Público
Medidor de caudal	Tratamento primário	Caudal	Forçamento do modelo /Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Elevação intermédia	Caudal	Forçamento do modelo/ Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Águas de lavagem da biofiltração	Caudal	Forçamento do modelo/ Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Medidor de turvação	Efluente do Tratamento primário	Caudal	Forçamento do modelo /Calibração/validação	SIMTEJO	Privado
Sonda de NO3	Efluente do tratamento secundário	nitratos	Calibração/validação	SIMTEJO	privado
con::stat#1	Afluente do tratamento primário	SST, CQO, CQO filtrado, Nitratos, espectro, OD, temperatura,	Forçamento do modelo /Calibração/validação	SIMTEJO	privado
con::stat#2	Efluente do tratamento primário	SST, CQO, CQO filtrado, Nitratos, espectro, OD, temperatura,	Calibração/validação	SIMTEJO	privado

A ligação com o modelo hidráulico do Caneiro de Alcântara será materializada em três locais nomeadamente, na captação, descarga da linha de tempo húmido e descarga final.

### Modelo do meio recetor

A aplicação do modelo acoplado hidrodinâmico e de contaminação fecal (Rodrigues et al., 2011) – ECO-SELFE, versão 3.1d – será baseada na aplicação preliminar para o estuário do Tejo de Costa et al. (2012). As simulações serão realizadas com o modelo tridimensional em modo

baroclínico, abrangendo uma área desde a zona oceânica próxima de Cascais até ao limite de montante próximo de Ómnias. A malha de cálculo horizontal apresenta uma resolução variável entre os 2 km e 1 m, localizando-se as áreas de maior resolução na zona de estudo do projeto SI-GeA relativa à zona de influência da descarga do caneiro de Alcântara. Na discretização do domínio vertical consideram-se 20 níveis verticais S e Z.

Nas simulações do meio recetor consideram-se cinco fronteiras abertas: i) a fronteira fluvial, a montante, relativa à descarga do rio Tejo; ii) a fronteira oceânica, a jusante, referente às condições na zona oceânica exterior (oceano Atlântico); iii) a fronteira relativa à descarga do caneiro de Alcântara; e iv) t fronteiras correspondentes a pontos de descarga nos troços Terreiro do Paço-Alcântara e Alcântara-Algés. Os forçamentos de montante, da fronteira fluvial, serão baseados nos dados disponíveis no SNIRH, relativos ao caudal e à temperatura do rio Tejo e aos parâmetros de qualidade da água (coliformes fecais e *E. coli*). Relativamente a estes últimos parâmetros os dados disponíveis serão utilizados para estabelecer uma climatologia/condição de referência para o forçamento da fronteira fluvial. A fronteira oceânica será forçada por maré, com base nos resultados do modelo regional de maré do LNEC (Fortunato et al., 2002) ou nas previsões do consórcio MyOcean. Nesta fronteira, para o forçamento de salinidade e temperatura serão utilizadas as previsões disponíveis no MyOcean ou dados de climatologia do Levitus, quando as previsões do MyOcean não estiverem disponíveis. As fronteiras relativas às várias descargas serão forçadas com os resultados dos modelos de coletores a jusante.

Tabela 7. Resumo dos dados de inputs e de calibração do modelo do meio recetor.

Fontes de Informação	Localização	Dados	Uso	Entidade fornecedora	Acesso
Análise harmónica da maré	Cascais	Nível de maré	Forçamento do modelo	LNEC (com base em dados de 1991)	Privado
Modelo regional de maré	Cascais	Nível de maré	Forçamento do modelo	LNEC	Privado
MyOcean	Fronteira oceânica	Temperatura, salinidade	Forçamento do modelo	Consórcio MyOcean	Público
LEVITUS	Fronteira oceânica	Temperatura, salinidade	Forçamento do modelo	NOOA	Público
Marégrafo Cascais - IGP	Cascais	Temperatura	Forçamento do modelo	IGP	Público
Sensor de Níveis - SNIRH	Almourol	Níveis	Forçamento do modelo	APA/SNIRH	Público
Rede de Qualidade - SNIRH	Várias no estuário do Tejo	Temperatura, Coliformes fecais	Forçamento do modelo / Calibração/ validação	APA/SNIRH	Público
Sensor de níveis, de temperatura e de condutividade - SIMPATICO	Salvaterra de Magos	Níveis, temperatura, salinidade	Forçamento do modelo / Calibração/ validação	IST	Público

Windguru-PRO	WRF/NW Europa/9km	Vento, Temperatura do ar, Humidade relativa, Pressão, Nebulosidade e Precipitação	Forçamento do modelo	Empresa Windguru	Por subscrição do LNEC
ECMWF	Modelo global	Direcção e intensidade do vento, Temperatura do ar, Pressão atmosférica, Temperatura do ponto de orvalho, Radiação solar à superfície, Radiação de longo comprimento de onda à superfície	Forçamento do modelo / Calibração/ validação	ECMWF	Público
NOAA/NCEP	Modelo global	Direcção e intensidade do vento, Temperatura do ar, Pressão atmosférica, Humidade específica, Radiação solar à superfície, Radiação de longo comprimento de onda à superfície	Forçamento do modelo / Calibração/ validação	NOAA	Público
Wunderground	Várias	Vento, Temperatura do ar, Humidade relativa, Pressão, Nebulosidade e Precipitação	Forçamento do modelo / Calibração/ validação		Público

Para as simulações do modelo do meio recetor será ainda considerado o forçamento atmosférico, que incluirá previsões de vento, temperatura do ar, pressão atmosférica, humidade específica, radiação solar incidente e radiação de longo comprimento de onda incidente.

Para a calibração e validação do modelo do meio recetor os resultados do modelo serão comparados com os dados obtidos em campanhas realizadas e a realizar no decurso do projecto na zona de estudo. As previsões do modelo serão também com os dados obtidos com o Con::cube #2, localizado na no terminal de cruzeiros da APL.

Tabela 8. Tabela resumo dos produtos do modelo do meio recetor

Resultados	Localização	Uso
Nível	Terminal de cruzeiros da APL, outros a definir	Validação do modelo / Alerta
Velocidade da	Terminal de	Validação do

Corrente	cruzeiros da APL, outros a definir	modelo / Alerta
Salinidade	Terminal de cruzeiros da APL, outros a definir	Validação do modelo / Alerta
Temperatura	Terminal de cruzeiros da APL, outros a definir	Validação do modelo / Alerta
Coliformes fecais	Terminal de cruzeiros da APL, outros a definir	Validação do modelo / Alerta
E. coli	Terminal de cruzeiros da APL, outros a definir	Validação do modelo / Alerta

## Sistema de previsão em tempo real

Os sistemas de previsão em tempo real fazem previsões a escalas de tempo curtas (dias), através da integração de modelos e dados de campo. O sistema de previsão a utilizar no projeto SI-GeA é baseado no sistema RDFS-PT (Ribeiro et al., 2011, Jesus et al., 2012), desenvolvido pelo CMOP (<http://www.stccmop.pt>) e adaptado pelo LNEC para a costa Portuguesa. Este sistema integra modelos numéricos e de dados de campo, um conjunto de scripts e de programas, e uma interface de visualização. Os modelos utilizados permitem prever a variação da elevação da superfície da água, correntes, temperatura, salinidade e da agitação marítima.

A arquitetura física do RDFS-PT inclui um conjunto de servidores integrados num sistema central que utiliza o sistema operativo LINUX. Este servidor central arquiva os resultados das previsões dos modelos, o acesso aos dados e as ferramentas de gestão do acesso às previsões. Em cada servidor, um ou vários modelos são aplicados diariamente para produzir previsões, as quais podem ser acedidas por Web browsers.

A estrutura do RDFS-PT é genérica e constituída por um conjunto de scripts que são replicados para cada aplicação. Estes scripts preparam e lançam as previsões, interagindo com um servidor de base de dados PostgreSQL para obter a informação específica da previsão, assim como informação sobre fontes de dados para condições de fronteira. Sendo um processo diário, os scripts principais são executados a partir do crontab. O processo de previsão inicia-se na criação do ambiente, usando informação da base de dados, alterando os parâmetros iniciais da simulação, e guardando estes parâmetros para corridas futuras. O lançamento das simulações envolve a execução dos modelos. De seguida, outro conjunto de scripts em Perl processa os resultados, compara-os com dados e gera produtos através de software de visualização como o VisTrails ou a biblioteca matplotlib. A Figura 4 ilustra a arquitetura do sistema, incluindo a interação física entre componentes.

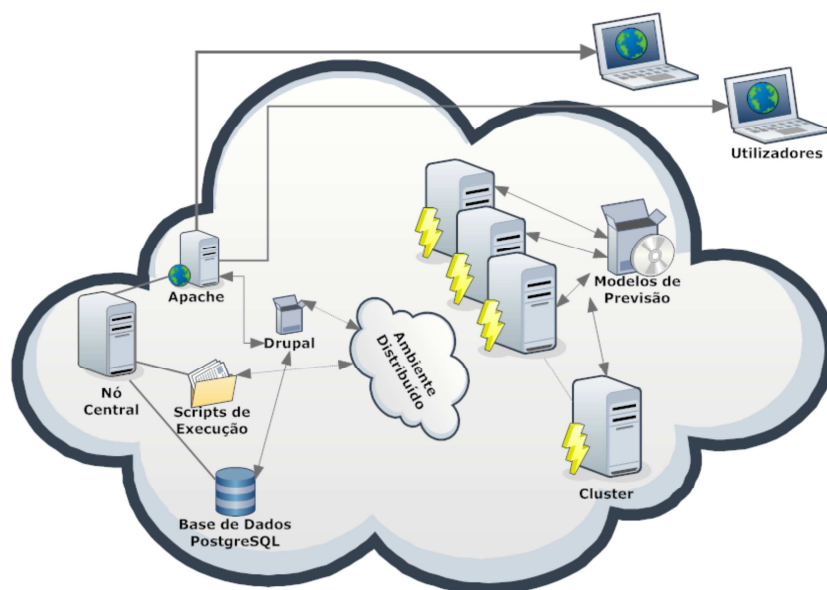


Figura 4 - Arquitetura do sistema RDFS-PT (adaptado de Ribeiro et al., 2011)

No âmbito do SI-GeA, o sistema de previsão integrará os modelos de simulação dos coletores, da ETAR e do meio recetor, cujas implementações no caso de estudo deverão ser fornecidas para integração no sistema de previsão (Tabela 9), após calibração/validação. O sistema de previsão do SI-GeA será implementado nos servidores do LNEC e da SIMTEJO, para redundância e garantia de robustez das previsões e do suporte à emissão de alertas. Os resultados das previsões e de produtos previamente definidos com base nestas previsões (Tabela 10) serão arquivados em base de dados, para permitir a interação com o XHQ.

Tabela 9. Tabela resumo dos dados de inputs do sistema de previsão em tempo real

Fontes de Informação	Localização	Dados	Uso	Entidade fornecedora	Acesso
Modelo coletor – Caneiro de Alcântara	Bacia do Caneiro de Alcântara – desde montante da ETAR até Terminal de cruzeiros APL	Ficheiros de input para simulação do escoamento e variáveis de qualidade da água	Forçamento do modelo da ETAR e do modelo do meio recetor	LNEC	Privado
Modelo coletor – Terreiro do Paço	Terreiro do Paço	Ficheiros de input para simulação do escoamento e variáveis de qualidade da água	Forçamento do modelo do sistema de drenagem e estações elevatórias	IST e SIMTEJO	Privado
Modelo da ETAR de Alcântara	ETAR de Alcântara	Ficheiros de input para simulação	Forçamento do modelo do caneiro a jusante da descarga da ETAR	SIMTEJO	Privado
Medidor de caudal	Aqueduto	Caudal	Aferição em tempo quase-real da qualidade das previsões	SIMTEJO	Privado

Marégrafo APL	VTS	Nível de maré	Aferição em tempo quase-real da qualidade das previsões de níveis	APL	Público
Marégrafo Cascais	Cascais	Nível de maré	Aferição em tempo quase-real da qualidade das previsões de níveis	IGP	Público
Con::cube #2 e equipamento associado	Terminal de cruzeiros da APL	Temperatura, Salinidade, SST CQO, Nitratos, Oxigénio dissolvido, Amónia	Aferição em tempo quase-real da qualidade das previsões de temperatura e salinidade	LNEC	Privado
Espectrofotómetro e Con::cube #1	Coletor de desvio do caneiro para a ETAR	SST e CQO	Aferição em tempo quase-real da qualidade dos SST e CQO	LNEC	Privado

Tabela 10. Tabela resumo dos produtos do sistema de previsão em tempo real

Resultados	Localização	Uso
Séries temporais de previsão de fluxos, níveis, salinidade e temperatura	Locais a definir	Visualização no XHQ
Séries temporais de previsão de indicadores de contaminação fecal	Locais a definir	Visualização no XHQ e suporte à emissão de alerta
Campos bidimensionais de previsões de variáveis físicas e de qualidade (temperatura, salinidade, indicadores de contaminação fecal,...)	Domínios dos vários modelos (meio recetor, caneiro,...)	Visualização no XHQ e suporte à emissão de alerta
Imagens georeferenciadas dos Campos bidimensionais de previsões de variáveis físicas e de qualidade	Domínios dos vários modelos (meio recetor, caneiro,...)	Visualização no XHQ

## Sistema de interface XHQ

Para o desenvolvimento desta tarefa foram consideradas as diferentes especificações que irão permitir interligar a plataforma XHQ aos dados, modelos e visualizações pretendidas para o projeto.

### Integração de dados

A ligação entre a plataforma XHQ e os restantes dados está condicionada pelo sistema de integrações de modelos e transferência de informação entre os mesmos. Por essa razão foi necessário estabelecer a arquitetura do sistema (desenvolvido na Tarefa 1.4) representado pela **Error! Reference source not found.**

Cada Módulo (ETAR, Rede de Colectores – *dividido em três sub-modelos: bacia do Caneiro de Alcântara, bacia do Terreiro do Paço- Cais do Sodré - Alcântara e de Algés - Terreiro do Paço -*



Alcântara - e Estuário/ Meio receptor) irá alimentar a plataforma XHQ (e os modelos) de forma individual, sendo que esta plataforma irá integrar e sistematizar os dados recolhidos.

A tipologia de dados recebida pela plataforma XHQ pertence a uma de duas fontes de informação: Dados remetidos diretamente pela plataforma de monitorização e dados recebidos da execução dos modelos finalizados em eventos anteriores que se encontram armazenados em bases de dados implementadas nos servidores do LNEC e da SIMTEJO. Estas bases de dados serão do tipo SQLSERVER, POSTGRES ou acessíveis via WEBSEVER.

Prevê-se que os dados a recolher pelo XHQ sejam os apresentados nas Tabelas em seguida sumarizadas.

Tabela 11. Dados recolhidos e sistematizados pela plataforma XHQ

Dados	Tabela
Dados da Rede de Monitorização	<b>Error! Reference source not found.</b>
Dados dos Modelos	
ETAR	
Rede de Colectores	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caneiro de Alcântara</li> </ul>	<b>Error! Reference source not found.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frente de drenagem do Terreiro do Paço-Cais do Sodré-Alcântara</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frente de drenagem Algés-Alcântara</li> </ul>	
Meio receptor	<b>Error! Reference source not found.</b>

No caso da ETAR prevê-se que o sistema operativo escolhido seja o Windows, pelo que a sua ligação ao XHQ é imediata.

No caso do modelo do estuário e da rede de coletores, o sistema operativo selecionado para o módulo foi LINUX pelo que a ligação será feita através de base de dados.

### Visualização/ Interface

Para determinar a forma de apresentação dos dados e definir a arquitetura da interface começou por se rever o grupo de utilizadores finais que terão acesso à plataforma para estudar quais as suas necessidades e relevância de sistematização.

Tendo em conta estas necessidades bem como os dados que irão alimentar a plataforma, quer através de rede de monitorização quer da execução dos modelos, neste primeira fase ficaram definidos quatro dashboard:

- sistema integrado;
- sistema intercetor;
- ETAR;

- meio recetor.

Em cada um dos dashboards referidos serão apresentados gráficos pré-definidos com as fontes de dados principais para efeitos de previsão em tempo real. Será analisada a possibilidade de georreferenciar GIFs animados de modo a permitir, por exemplo, leituras de histórico de dados num determinado local.

Foi também analisada a introdução da componente de alarmes, e respetiva hierarquização dos mesmos, tendo ficado pré-estabelecido que serão enviados emails pelo sistema sempre que se verificar uma situação de alerta, sendo que estes serão estabelecidos a priori. A informação para controlo será apenas visível no monitor.

O *software* XHQ ficará colocado nos servidores da SIMTEJO, nas instalações da ETAR.

## Análise de Requisitos

### Catálogo de Requisitos do Sistema

#### Matriz de Requisitos

##### Requisitos da Plataforma de Monitorização

<b>PLAMON-REQ-01</b>	Recolher a informação das fontes de dados
<b>PLAMON-REQ-02</b>	Estruturar a informação recolhida
<b>PLAMON-REQ-03</b>	Guardar a informação estruturada em bases de dados
<b>PLAMON-REQ-04</b>	Disponibilizar o acesso de informação estruturada a modelos de simulação
<b>PLAMON-REQ-05</b>	Disponibilizar acesso seguro (e autenticado) às bases de dados
<b>PLAMON-REQ-06</b>	Intermediar o acesso às bases de dados através de Web Services (autenticados)
<b>PLAMON-REQ-07</b>	Identificar faltas e/ou falhas de recolha de dados
<b>PLAMON-REQ-08</b>	Identificar faltas e/ou falhas na disponibilização dos dados
<b>PLAMON-REQ-09</b>	Gerar alertas mediante condições pré-determinadas

##### Requisitos do Sistema Integrado de Modelos

<b>SIMOD-REQ-01</b>	Executar corretamente os modelos de simulação envolvidos
<b>SIMOD-REQ-02</b>	Encadear os modelos de simulação de acordo com a Figura 1
<b>SIMOD-REQ-03</b>	Aceder aos dados disponibilizados através da plataforma de monitorização
<b>SIMOD-REQ-04</b>	Obter de forma correta os dados de entrada para a execução dos modelos
<b>SIMOD-REQ-05</b>	Produzir informação necessária à execução dos modelos envolvidos
<b>SIMOD-REQ-06</b>	Identificar faltas e/ou falhas na execução dos modelos
<b>SIMOD-REQ-07</b>	Identificar faltas e/ou falhas na produção da informação produzida pelos modelos

<b>SIMOD-REQ-08</b>	Resolver e alertar para situações anómalas na execução dos modelos
---------------------	--

### Requisitos do Sistema de Previsão em Tempo-real

<b>SPREVTR-REQ-01</b>	Automatizar o processo de execução dos modelos de simulação
<b>SPREVTR-REQ-02</b>	Estruturar a informação produzida em bases de dados
<b>SPREVTR-REQ-03</b>	Criar produtos de visualização periodicamente
<b>SPREVTR-REQ-04</b>	Disponibilizar acesso seguro (e autenticado) às bases de dados
<b>SPREVTR-REQ-05</b>	Intermediar o acesso às bases de dados através de Web Services (autenticados)
<b>SPREVTR-REQ-06</b>	Identificar faltas e/ou falhas na criação de produtos
<b>SPREVTR-REQ-07</b>	Identificar faltas e/ou falhas na disponibilização dos dados
<b>SPREVTR-REQ-08</b>	Gerar alertas mediante condições pré-determinadas

### Descrição dos Requisitos

#### Requisitos do Sistema Integrado de Modelos

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-01</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Recolher a informação das fontes de dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	A recolha de informação por parte da plataforma de monitorização é a sua principal tarefa e um requisito fundamental para o funcionamento de todo o sistema. Este requisito tem como objetivo recolher todos os dados necessários à execução dos modelos (que não são produzidos pelos mesmos), fornecidos por serviços <i>on-line</i> terceiros ou por sondas, independentemente da forma como estes são disponibilizados.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-02</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Estruturar a informação recolhida		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Não existe uma estrutura/organização comum dos dados recolhidos, o mais provável é que diferentes fontes de informação utilizem diferentes formas de estrutura/organização dos seus dados. Esta limitação requer a existência de um subsistema que tenha a capacidade de uniformizar a estrutura/organização.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-03</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Guardar a informação estruturada em bases de dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	O requisito anterior revela-se fundamental para o armazenamento (de forma persistente) da informação previamente recolhida. Essa organização dos dados permite o seu armazenamento, e conseqüentemente o acesso, em sistemas de informação (bases de dados SQL) de forma "direta", isto é, evitando refazer trabalho descrito nos requisitos anteriores.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-04</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Disponibilizar o acesso de informação estruturada a modelos de simulação		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	A execução de um modelo (uma simulação) requer parâmetros de entrada, os quais afetam o seu desempenho e também os resultados que produz. Alguns destes parâmetros não são mais que a informação recolhida e armazenada pela plataforma de monitorização, sendo necessário o acesso a esses dados na execução dos modelos. Esta disponibilidade é conseguida, em grande parte dos casos, através de bases de dados SQL.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-05</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Disponibilizar acesso seguro (e autenticado) às bases de dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	A utilização dos dados recolhidos não se limita apenas à execução dos modelos, esta pode ser disponibilizada a um sistema exterior, o que faz com que haja a necessidade de controlar o seu acesso. De forma a cumprir o requisito, os dados disponibilizados são cifrados utilizando um esquema de autenticação com certificados digitais.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-06</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Difícil</b>
<b>Título:</b>	Intermediar o acesso às bases de dados através de Web Services (autenticados)		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	De forma a manter o sistema simples e seguro, dever-se-á evitar, sempre que possível, o acesso direto às bases de dados por parte de sistemas exteriores. Para intermediar este acesso utilizam-se web-services, os quais limitam a funcionalidade oferecida apenas ao necessário e desejado. Os web-services tornam a gestão da segurança numa tarefa muito mais simples e eficaz do que em sistemas grandes e complexos como os sistemas de bases de dados.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-07</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Difícil</b>
<b>Título:</b>	Identificar faltas e/ou falhas de recolha de dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Sendo a tarefa de recolha de dados tão importante para o sistema, é desejável que eventuais falta e/ou falhas no processo de recolha sejam detetadas automaticamente. Sem esta funcionalidade, tanto a recolha como os próprios dados necessitariam de algum tipo de revisão/inspeção manual e periódica, tornando a utilização do sistema impraticável ou muito pouco fiável.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-08</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Difícil</b>
<b>Título:</b>	Identificar faltas e/ou falhas na disponibilização dos dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	À semelhança do requisito anterior, também a disponibilização dos dados é crucial ao sistema. Sem esta disponibilização, a execução dos modelos fica comprometida, ou por não ser possível executá-los ou, ainda pior, por estes produzirem resultados degenerados.		

<b>Req. ID:</b>	<b>PLAMON-REQ-09</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Gerar alertas mediante condições pré-determinadas		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Com base nos dois anteriores requisitos, além de identificar faltas e/ou falhas, é necessário gerar avisos (email, sms, etc..) de forma a alertar os administradores/operadores do sistema para os problemas ocorridos. Esta funcionalidade não é apenas para utilização exclusiva dos sistemas de deteção automática de faltas e/ou falhas na recolha e disponibilização dos dados, sendo possível gerá-los mediante condições pré-definidas, como o estado do sistema, certas gamas de valores recolhidos, o estado das fontes de dados, etc...		

## Requisitos do Sistema Integrado de Modelos

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-01</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Difícil</b>
<b>Título:</b>	Executar corretamente os modelos de simulação envolvidos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Na componente do sistema integrado de modelos, pretende-se que todos os modelos integrados executem corretamente, acedendo a dados de entrada através da plataforma de monitorização e produzindo os resultados que servirão como entrada para outros modelos. Os processos supracitados devem ser devidamente identificados e verificados.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-02</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Encadear os modelos de simulação de acordo com a Figura 1		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Na componente do sistema integrado de modelos, pretende-se que todos os modelos integrados executem numa ordem específica, de acordo com a Figura 1, e que os resultados finais do último modelo a executar reflète o fluxo de simulações encadeadas e contínuas.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-03</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Aceder aos dados disponibilizados através da plataforma de monitorização		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Todos os modelos necessitam de aceder a vários parâmetros de entrada, relativos a informação atmosférica e marítima, entre outros. Esta informação estará acessível, nos instantes antecedentes ao início da execução dos modelos, via plataforma de monitorização. A componente do sistema integrado de modelos irá aceder à informação através dos serviços de transferência de dados prestados pela componente da plataforma de monitorização.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-04</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Obter de forma correta os dados de entrada para a execução dos modelos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Os modelos integrados na cadeia de simulação necessitarão dos parâmetros de entrada, provenientes da plataforma de monitorização e dos resultados de simulação de modelos previamente executados, de acordo com uma determinada estrutura, específica para cada tipo de modelo. Todas as estruturas de informação necessárias para a execução dos modelos têm de ser devidamente preenchidas aquando a obtenção dos dados através da plataforma de monitorização.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-05</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Produzir informação necessária à execução dos modelos envolvidos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Devido ao processo de cadeia demonstrado na Figura 1, alguns dos modelos necessitam não só de informação proveniente da plataforma de monitorização, mas também de dados sob a forma de resultados de simulações de modelos que executaram previamente. Cabe ao sistema integrado de modelos verificar que estes resultados são produzidos corretamente.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-06</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Identificar faltas e/ou falhas na execução dos modelos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Quaisquer falhas ou faltas ocorridas durante a execução de algum dos modelos ou no processo de transição entre execuções de modelos tem de ser identificada para posterior verificação e/ou correção.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-07</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Identificar faltas e/ou falhas na produção da informação produzida pelos modelos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Quaisquer falhas ou faltas ocorridas durante produção da informação proveniente dos resultados das simulações tem de ser identificada para posterior verificação e/ou correção.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SIMOD-REQ-08</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Difícil</b>
<b>Título:</b>	Resolver e alertar situações anómalas na execução dos modelos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Quaisquer falhas ou faltas identificadas durante o processo da cadeia de simulações identificada pela Figura 1 terão de ser verificadas e consoante o tipo de situação informar-se-ão os responsáveis e/ou corrigir-se-á a situação anómala de forma automática.		

## Requisitos do Sistema de Previsão em Tempo-real

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-01</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Automatizar o processo de execução dos modelos de simulação		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	A componente do sistema de previsão em tempo-real irá permitir atingir de forma automática os resultados de simulações de previsão da componente do sistema integrado de modelos, através de scripts e bases de dados, <i>web services</i> ou do sistema de gestão de ficheiros dos servidores envolvidos.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-02</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Estruturar a informação produzida em bases de dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Os resultados das simulações feitas no sistema integrado de modelos terão de ser estruturados, para maior facilidade na pesquisa e obtenção desta, e posteriormente guardada em uma ou várias bases de dados.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-03</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Criar produtos de visualização periodicamente		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	O sistema de previsão em tempo real irá executar um conjunto de simulações numa base periódica a estabelecer, e criar os produtos de visualização instantaneamente após os resultados das simulações serem produzidos.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-04</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Disponibilizar acesso seguro (e autenticado) às bases de dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	A utilização dos dados recolhidos não se limita apenas à execução dos modelos, esta pode ser disponibilizada a um sistema exterior, o que faz com que haja a necessidade de controlar o seu acesso. De forma a cumprir o requisito, os dados disponibilizados são cifrados utilizando um esquema de autenticação com certificados digitais.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-05</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Intermediar o acesso às bases de dados através de Web Services (autenticados)		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Normal</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	De forma a manter o sistema simples e seguro, sempre que possível, há que evitar o acesso direto às bases de dados por parte de sistemas exteriores. Para intermediar este acesso utilizam-se web-services, estes limitam a funcionalidade oferecida apenas ao necessário e desejado. Os web-services tornam a gestão da segurança numa tarefa muito mais simples e eficaz que em sistemas grandes e complexos como os sistemas de bases de dados.		



<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-06</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Identificar faltas e/ou falhas na criação de produtos		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Quaisquer falhas ou faltas ocorridas durante a criação de algum dos produtos tem de ser identificada para posterior verificação e/ou correção.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-07</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Média</b>
<b>Título:</b>	Identificar faltas e/ou falhas na disponibilização dos dados		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Inspeção feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	À semelhança do requisito anterior, também a disponibilização dos dados é crucial ao sistema. Sem esta é muito provável que a execução dos modelos fique comprometida, ou por não ser possível executá-los ou, ainda pior, por estes produzirem resultados degenerados.		

<b>Req. ID:</b>	<b>SPREVTR-REQ-08</b>	<b>Dificuldade:</b>	<b>Fácil</b>
<b>Título:</b>	Gerar alertas mediante condições pré-determinadas		
<b>Tipo:</b>	<b>Funcional</b>	<b>Fonte:</b>	<b>LNEC</b>
<b>Prioridade:</b>	<b>Alta</b>	<b>Verificação:</b>	<b>Revisão feita pela SIMTEJO</b>
<b>Descrição:</b>	Com base nos dois anteriores requisitos, além de identificar faltas e/ou falhas, é necessário gerar avisos (mail, sms, etc..) de forma a alertar os administradores/operadores do sistema para os problemas ocorridos. Esta funcionalidade não é apenas para utilização exclusiva dos sistemas de deteção automática de faltas e/ou falhas na recolha e disponibilização dos dados, é possível gerá-los mediante condições pré-definidas, como o estado do sistema, certas gamas de valores recolhidos, o estado das fontes de dados, etc...		

## Lista de autores e instituições

### **Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)**

Anabela Oliveira (coord.)

Luís David

Marta Rodrigues

Gonçalo de Jesus

João Rogeiro

Joana Costa

João Luís Gomes

João Palha Fernandes

### **Instituto Superior Técnico (IST)**

José Saldanha Matos (coord.)

Filipa Ferreira

### **SIMTEJO**

Pedro Póvoa (coord.)

Conceição David

### **SIEMENS**

João Santos (coord.)

## Referências

CHIRON/ENGIDRO/HIDRA (2006) - Plano Geral de Drenagem de Lisboa – Fase B – Diagnóstico e Desempenho do Sistema. 2º Relatório. EMARLIS. Lisboa.

Costa R.C., Rodrigues M., Oliveira A., Fortunato A.B., David L.M. (2012). Alerta precoce da contaminação fecal para o estuário do Tejo: implementação preliminar do modelo hidrodinâmico e de contaminação fecal. 2ªs Jornadas de Engenharia Hidrográfica, Lisboa, 2012, 77-80.

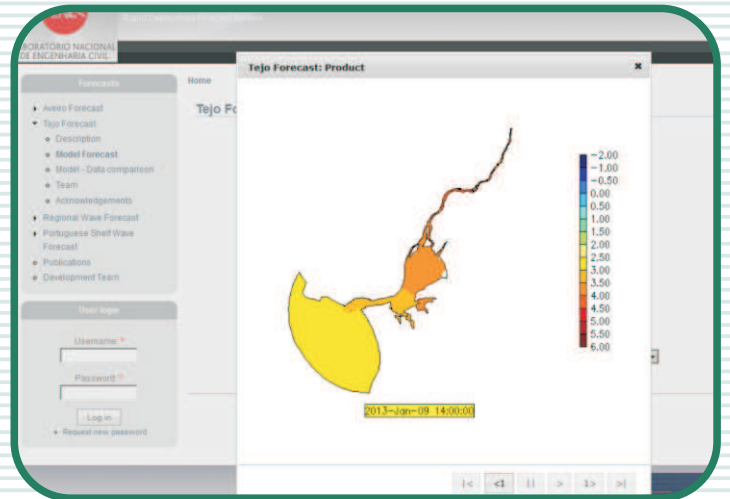
Fortunato, A.B., Pinto, L.L., Oliveira, A. and Ferreira, J.S., 2002. Tidally-generated shelf waves off the western Iberian coast. *Continental Shelf Research*, 22 (14), 1935-1950.

Jesus G., Gomes J., Ribeiro N.A., Oliveira A. (2012). Custom deployment of a Nowcast-forecast information system in coastal regions, *Geomundus 2012*, <http://geomundus.org>.  
<http://geomundus.org/media/Papers/JESUS%20G,%20Custom%20deployment%20of%20a%20Nowcast-forecast%20information%20system%20in%20coastal%20regions.pdf>

Ribeiro; N. A., M. Rodrigues; G. Dodet; G. Jesus; A. Oliveira; A.B. Fortunato; A. Azevedo; A.M. Baptista; P. Turner (2011). Sistema de previsão em tempo real da circulação e agitação marítima para as zonas costeiras e estuarinas, *Actas do VI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*, 12 pp, em CD-ROM.

Rodrigues, M., Oliveira, A., Guerreiro, M., Fortunato, A.B., Menaia, J., David, L.M., Cravo, A. (2011). Modeling fecal contamination in the Aljezur coastal stream (Portugal), *Ocean Dynamics*, 61(6), 841-856.

Rossman L.A. (2007). *Stormwater Management Model User's Manual, Version 5.0*. U.S. Environmental Research Agency. EPA/600/R-05/040 Revised June 2007



## Financiamento



## Consórcio

