

# Projecto Integrador Enunciado

(Versão 1.0)

LEI - 2023/2024 – 1º Semestre, 2º Ano

**Resumo:** Este documento consiste no enunciado do trabalho prático a desenvolver no contexto do Projecto Integrador das Disciplinas ARQCP, BDDAD, ESINF, FISIAP e LAPR3. O trabalho consiste no desenvolvimento de uma solução informática que apoie a gestão de uma empresa responsável pela gestão de uma exploração agrícola em modo biológico. Neste documento são apresentados de forma breve: as especificidades da Agricultura Biológica; uma exploração agrícola e seus componentes; os documentos fundamentais na condução da instalação agrícola, o Caderno de Campo e o Plano de Regas e Fertilizações; por fim são apresentados os requisitos funcionais e não funcionais da solução a desenvolver, bem como modo de funcionamento e detalhes técnicos do Projecto Integrador.

## Índice

1	Projecto Integrador.....	2
2	Descrição do Problema .....	2
2.1	Agricultura Biológica .....	2
2.2	Instalação Agrícola .....	3
2.3	Sistema de rega e estações meteorológicas .....	5
2.4	Comercialização e Distribuição de Produtos Agrícolas .....	7
2.5	Caderno de Campo e Plano de rega e fertilização .....	7
2.6	Utilizadores do sistema .....	8
3	Produto Viável Mínimo.....	8
3.1	Arquitectura de Computadores (ARQCP).....	8
3.1.1	Sprint 1 .....	9
3.1.2	Sprint 2 .....	9
3.2	Bases de Dados (BDDAD).....	9
3.2.1	Sprint 1 .....	10
3.2.2	Sprint 2 .....	12
3.3	Estruturas de Informação (ESINF).....	14
3.3.1	Sprint 1 .....	14
3.3.2	Sprint 2 .....	15
3.4	Física Aplicada (FSIAP).....	16
3.4.1	Sprint 1 .....	16
3.4.2	Sprint 2 .....	17
3.5	Requisitos não funcionais.....	18
4	Detalhes Técnicos .....	19
4.1	Projecto Integrador.....	19
4.2	ARQCP.....	19
4.3	BDDAD.....	19
4.4	ESINF.....	19
4.5	FISIAP.....	19
4.6	LAPR3.....	19
5	Histórico de Revisões.....	19

# 1 Projecto Integrador

Neste projecto, os alunos deverão ser capazes de fazer a análise, design e implementação de uma solução informática que apoie a gestão de uma empresa responsável pela gestão de uma instalação agrícola em modo de produção biológico (MPB). Este projecto funciona como prova-de-conceito e abarca um conjunto de aspectos críticos na gestão de uma exploração agrícola em MPB, designadamente: a gestão de parcelas (campos), culturas, regas, comercialização de produtos agrícolas em rede, gestão de informação recolhida de sensores de solo e meteorológicos, e dimensionamento e utilização de armazéns agrícolas com necessidade de temperaturas controladas. De acordo com as boas práticas apreendidas no curso e em particular nas disciplinas de Arquitectura de Computadores (ARQCP), Bases de Dados (BDDAD), Estruturas de Informação (ESINF), Física Aplicada (FSIAP) e Laboratório de Projecto III (LAPR3), será utilizado um processo de desenvolvimento iterativo e incremental. Pelo que deverá ser utilizada uma metodologia ágil baseada em SCRUM para gestão do trabalho de equipa em cada sprint com quatro semanas de duração.

A solução a desenvolver deverá ser composta por conjunto aplicações desenvolvidas em, PL/SQL, Java e C/Assembly, em função dos requisitos. Com o objectivo de aumentar a manutenibilidade da solução e respeitar as boas práticas de desenvolvimento de Software, a implementação deverá seguir uma abordagem TDD (*Test-Driven Development*).

## 2 Descrição do Problema

Nesta secção é descrito o problema a resolver, o desenvolvimento de uma solução informática que resolva alguns dos aspectos críticos no funcionamento de uma exploração agrícola em modo biológico. Desta forma é apresentada a agricultura biológica e as suas especificidades, caracterização de uma exploração agrícola e seus componentes incluindo sistemas rega e estações meteorológicas para agricultura. Também são apresentados os modelos de comercialização mais comuns nesta forma de agricultura.

### 2.1 Agricultura Biológica

A Agricultura Biológica, também designada por Orgânica, é uma forma de produzir alimentos que se baseia na sustentabilidade e responsabilidade agro-ecológica e social. Este modelo é preconizado pelas Nações Unidas como capaz de gerar alimento para a humanidade de forma sustentável e justa.



Figura 1: Agricultura Biológica

fonte: <http://www.draplvt.mamaot.pt/DRAPLVT/>

A Agricultura Biológica permite reverter a massificação agrícola, tendo o solo como suporte de toda a cadeia alimentar, permite aos agricultores promoverem a saúde do ecossistema agrícola, uma vez que este modo de produção fomenta a biodiversidade, os ciclos biológicos e a actividade biológicas dos solos. A prática de rotação das culturas, a utilização de adubos orgânicos, o cultivo de variedades autóctones e a sua consorciação, bem como a utilização da luta biológica contra as pragas, fomenta uma interação entre o solo, as culturas, os animais e as pessoas, que formam assim, um ecossistema onde todos se influenciam, garantindo a sustentabilidade, bem como a preservação do solo e do meio ambiente.

Como resultado das consequências adversas que o modelo agro-industrial produziu no meio ambiente e no tecido social (em particular nos países menos desenvolvidos), nas décadas mais recentes surgiram múltiplos projectos e/ou empresas que têm por objectivo trabalhar em agricultura biológica<sup>1</sup>.

A Agricultura Biológica caracteriza-se por:

- Seguir uma lógica policultural (múltiplas culturas na mesma instalação agrícola) e em menor escala, em múltiplos ciclos ao longo do ano agrícola com o objectivo de manter o sistema em equilíbrio e diminuir o número e dimensão das pragas que podem afectar as culturas;
- Incluir os animais no ciclo de produção pois são elementos que para além de produzirem bens de grande valor económico e alimentar (e.g., ovos, carne e mel) têm um papel fundamental no controlo de infestantes e pragas, polinização e fertilização das culturas
- Combinar técnicas ancestrais agrícolas (como empalhamento do solo, adubação verde ou rotação cultural) com as mais recentes tecnologias que permitem: monitorizar a saúde das plantas, solos e condições climáticas; produzir de energia (e.g., eléctrica de fontes solares ou eólicas, térmica de fontes solares ou composteiras); regar de forma eficiente; reduzir a quantidade de insumos a fornecer ao solo e por consequência reduzir o impacto ambiental da actividade agrícola.
- Privilegiar cadeias curtas de consumo (isto significa que existem poucos ou nenhuns intermediários entre produtor e consumidor final)
- Favorecer a cooperação através de redes de comercialização que agreguem múltiplos operadores de pequena dimensão
- Proteger os recursos comuns, como a água, a atmosfera e os solos.

## 2.2 Instalação Agrícola

Uma instalação agrícola, ou exploração, é tipicamente uma quinta composta por um conjunto de parcelas e edifícios. Os edifícios que podem ser: estábulos para animais; garagens para máquinas e alfaia; sistemas de rega incluindo tanques agrícola; e armazéns para colheitas, para factores de produção (e.g., fertilizantes) e para rações animais.

---

<sup>1</sup>A título de exemplo, na Europa, de acordo com dados do Eurostat de 2019, 8.5% da área agrícola já estava em Modo de Produção Biológico (MPB), tendo registado um crescimento de 46% face a 2012. Países como a Áustria e Suécia já têm mais de um quinto da sua área agrícola em MPB.



*Figura 2- Vista aérea de um conjunto de parcelas e edifícios agrícolas*

- **Parcela Agrícola** – uma parcela, também designada por campo, é caracterizada por uma designação, área (ha) e culturas (macieira, pereira, trigo, feijão), que vão variando ao longo do tempo. É possível ter simultaneamente mais do que uma cultura numa mesma parcela.
- **Cultura** – uma cultura é uma espécie vegetal cultivada na agricultura com o objectivo de produzir produtos agrícolas para consumo humano/animal (e.g., flores, frutos, cereais, hortícolas, forragens, fibras) ou para produzir adubação verde. Uma cultura pode ser do tipo permanente (e.g., frutícolas como pereiras ou macieiras) ou temporária (e.g., hortícolas ou forragem).
- **Factor de Produção** – os factores de produção são todos os produtos que são aplicados no solo ou nas plantas, por forma a melhorar e nutrir o solo e as plantas, prevenir doenças, corrigir desequilíbrios, e combater pragas e doenças. Podem ser classificados como fertilizantes, adubos, correctivos ou produtos fitofármacos. Um determinado produto é caracterizado pelo nome comercial, formulação (líquido, granulado, pó) e ficha técnica (que inclui entre outros uma lista de elementos e substâncias existentes no produto e respectivas quantidades)

O objetivo de uma cultura é obter uma colheita, nem que seja para adubação verde.

Para facilitar a gestão da instalação agrícola, pretende-se gerir a informação em termos de ciclo de cultura, i.e. uma plantação/preparação e uma ou mais colheitas. Isto é evidente nas plantações temporárias.

Nas plantações permanentes considera-se o ciclo vegetativo. Findo este ciclo considera-se que a plantação se pode manter com as mesmas características da plantação anterior ou sofrer alterações (e.g. alterações no número de plantas, etc.), note-se em que qualquer dos casos a idade (calculada das árvores aumenta).

A cada plantação está sempre associada uma ou mais colheitas previstas (semana e quantidade). A análise das diferenças entre as previsões e os resultados reais é uma tarefa importante do gestor agrícola.

## 2.3 Sistema de rega

Um sistema de rega/fertirrega é um conjunto de equipamentos capaz de fazer chegar às culturas água ou soluções aquosas contendo factores de produção (e.g., fertilizantes). A dimensão e complexidade destes sistemas pode variar muito em função de múltiplos factores, designadamente,



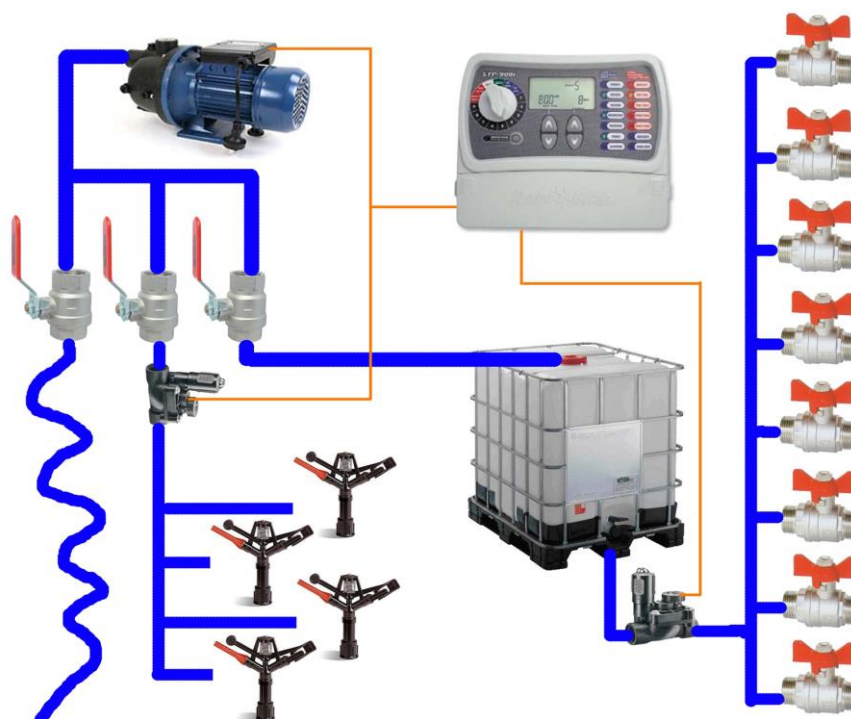


Figura 4- Sistema de Rega – fonte <https://forumdacasa.com/>

da dimensão da exploração, do número de culturas e parcelas, da quantidade e qualidade da água utilizada, variedade de factores de produção utilizados.

A rega pode ser realizada por gravidade (quando exista um desnível entre a fonte e as culturas) ou bombeada (através de bombas hidráulicas). A distribuição propriamente dita pode ser feita por aspersão, gotejamento ou pulverização, em funções das necessidades das diferentes culturas. A água é transportada ao longo da exploração através de um sistema de tubagens (primário) e posteriormente distribuída nas parcelas por tubagens de menor dimensão (secundário). O sistema também inclui diferentes filtros necessários para manter as tubagens, aspersores, gotejadores e/ou pulverizadores livres de micro-algas e sedimentos que a água pode transportar.

O controlador é um elemento fundamental do sistema de rega pois permite, através de um conjunto de electroválvulas, dispensar a água ou as soluções aquosas de acordo com um plano de rega. Neste plano está definida uma ordem com as parcelas a regar, os tempos de rega (convertível em quantidade de rega) e a periodicidade com que é realizada a rega em cada parcela.

## 2.4 Estação meteorológica para agricultura

Uma estação meteorológica é constituída por um conjunto de sensores que permitem medir grandezas atmosféricas como o vento, temperatura, humidade, radiação e pressão. Estas estações são actualmente um elemento muito importante para a condução de uma exploração sustentável. Uma previsão adequada das condições climáticas, designadamente, vento, humidade e temperatura permite adequar as quantidades de água necessária na rega bem como evitar a aplicação de factores de produção que poderiam ser lixiviados em caso de ocorrer chuva após a sua aplicação. Esta adequação pode implicar poupanças muito significativas em termos de água, energia e factores de produção.



Figura 5 - : Estação meteorológica agrícola fonte: <http://www.florencaagro.com.br/>

Os principais sensores instalados numa estação meteorológica para agricultura são:

- Sensor de pluviosidade
- Sensor de temperatura do solo
- Sensor de humidade do solo
- Sensor de velocidade do vento
- Sensor de temperatura, de humidade do ar e pressão atmosférica

## 2.5 Comercialização e Distribuição de Produtos Agrícolas

No contexto da Agricultura Biológica são privilegiadas as cadeias de consumo curtas e locais, idealmente sem intermediários entre o agricultor e o consumidor. As razões que suportam esta posição são essencialmente, redução dos custos ambientais associados ao transporte de alimentos ao longo de grandes distâncias (designado de turismo alimentar), preservação da qualidade dos alimentos, criação de vínculo entre consumidores e produtores, e garantia de um retorno económico mais justo para o agricultor.



*Figura 6: Mercados Locais*

*[fonte: <https://grandeconsumo.com/tag/biologicos/>]*

São múltiplas as formas de comercializar e distribuir os alimentos produzidos nesta forma de agricultura. Para além da mais simples venda directa ao consumidor, na quinta ou em mercados locais. Existem por exemplo, Grupos de Consumo, AMAPs<sup>2</sup> e também distribuição em rede muitas vezes com base em Portais e soluções informáticas (e.g., Prove<sup>3</sup> ou *Good Food Hub*<sup>4</sup>) que têm a capacidade de agregar múltiplos consumidores e produtores.

## 2.6 Caderno de Campo e Plano de rega e fertilização

Em função das culturas instaladas é definido um plano (tipicamente anual) das necessidades de rega, correcções minerais e fertilizações a realizar ao longo da época agrícola. Estas aplicações podem ser realizadas por via foliar (pulverização das culturas), através do sistema de rega ou aplicação directa ao solo. As aplicações a realizar discriminam as parcelas, culturas, datas previstas, factores de produção e respectivas quantidades.

O Caderno de Campo é um documento formal (obrigatório) que permite registar todas as operações agrícolas relevantes ocorridas na exploração, em particular:

- fertilizações (ou aplicação de um qualquer Factor de Produção permitido) realizados por: via foliar, fertirrega ou aplicação directa ao solo com discriminação dos factores e quantidades aplicadas, data da realização, parcela. Este registo as entradas do Plano de Rega e Fertilizações efectivamente realizados bem como acções extra (não planeados);
- Resumo dos dados recolhidos dos sensores meteorológicos e solo
- Registo colheitas incluído produto, quantidade colhida, data e parcelas
- Regas executadas, quantidades, data da realização, parcela.

<sup>2</sup>AMAP – Associação de Manutenção da Agricultura de Proximidade - <https://amap.movingcause.org/>  
CSA – <https://communitysupportedagriculture.org.uk/>

<sup>3</sup><http://www.prove.com.pt/www/>

<sup>4</sup><https://goodfoodhubs.pt/>

## 2.7 Utilizadores do sistema

Este sistema pode ser potencialmente utilizado por múltiplos utilizadores, designadamente:

- Gestor Agrícola – pessoa que gere culturas nas parcelas, realiza as diferentes acções culturais e as regista no Caderno de Campo
- Cliente – pessoa que encomenda e consume os produtos agrícolas, distribuídos sob a forma de cabazes
- Condutor – pessoa que recolhe os cabazes na exploração agrícola e os deposita nos Hubs de distribuição
- Gestor de Distribuição – pessoa que gere processo de recolha e transporte dos produtos agrícolas entre explorações, Hubs e posterior recolha pelos clientes

## 3 Produto Viável Mínimo

O projecto a desenvolver deverá ter em consideração a arquitectura apresentada no diagrama de componentes da Figura 6:

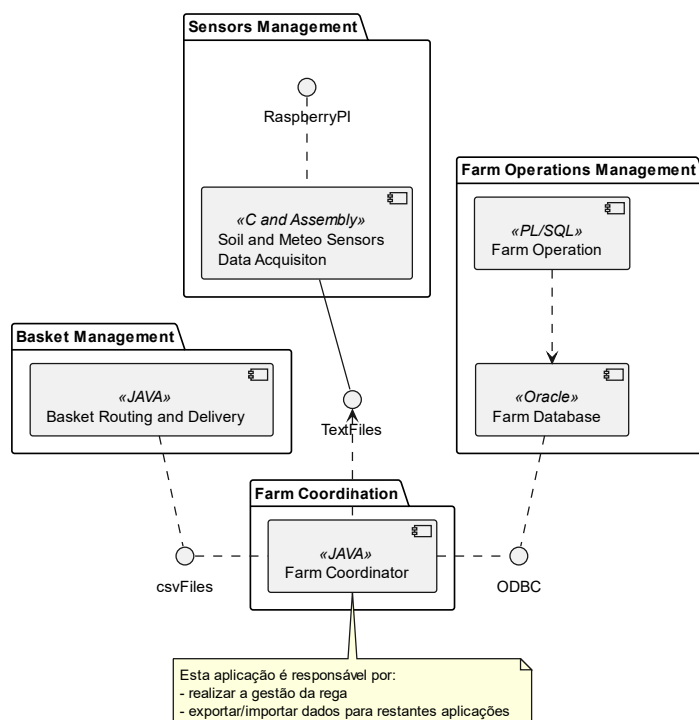


Figura 6 - Diagrama de componentes

O objectivo deste projecto é desenvolver um Produto Viável Mínimo de forma iterativa e incremental, desta forma, o trabalho será dividido em três Sprints:

- Sprint 1 – semanas 3 a 6 – de 2/Outubro a 29/Outubro
- Sprint 2 – semanas 7 a 10 – de 30/Outubro a 26/Novembro
- Sprint 2 – semanas 11 a 14 – de 27/Novembro a 3 de Janeiro



Uma descrição do PVM é fornecida para cada sprint. As equipas devem seguir as USs fornecidas e ter em conta o seu encadeamento e respectivas dependências e no final de cada sprint cada equipa deve conseguir satisfazer os requisitos especificados. As equipas devem ser capazes de adicionar as USs ao *backlog*, dimensioná-las adequadamente e distribuí-las pelos membros da equipa. Por simplicidade de leitura as US estão separadas por Unidade Curricular.

## **3.1 Arquitectura de Computadores (ARQCP)**

### **3.1.1 Sprint 2**

### **3.1.2 Sprint 3**

## **3.2 Bases de Dados (BDDAD)**

Neste componente deve ser concebida uma Base de Dados que modele uma exploração agrícola que permita suportar as seguintes USs:

### **3.2.1 Sprint 1**

US BD01 Como Product Owner, pretendo que seja elaborado dicionário de dados/glossário.

US BD02 Como Product Owner, pretendo que seja elaborado o modelo relacional (nível lógico).

Critérios de aceitação:

- O modelo de dados deve cobrir a atividade da instalação agrícola, ficando excluída a comercialização e distribuição de produtos e a gestão da rega. Apesar do sistema de rega fazer parte da instalação agrícola, não é necessária manter na base de dados a topologia detalhada. Pode-se considerar cada sistema de rega como uma "caixa preta", associando cada sistema às parcelas que rega.

- Esperado: modelo "básico" partilhado no Visual Paradigm ou docs no git (e.g., PlantUML).

- Acima do esperado: modelo completo no Visual Paradigm, que inclua todas as restrições e que permita a geração automática de script de modelo físico.

US BD03 Como Product Owner pretendo que seja instanciado o modelo relacional (nível físico).

- Será demonstrado no Oracle LiveSQL.

- Esperado: criação manual do script

- Acima do esperado: geração automática a partir do Visual Paradigm (gestão centralizada de alterações)

US BD04 Como Product Owner pretendo que sejam importados os dados de um sistema legacy, fornecidos numa folha de cálculo.

- Esperado: construção manual dos scripts de inserção dos dados

- Acima do esperado: geração automática do código SQL de inserção de dados a partir da folha de cálculo (e.g. fórmulas Excel, scripts noutra linguagem qualquer, etc.)

US BD05 Como Gestor Agrícola, pretendo saber a quantidade de produtos colhidos numa dada parcela, para cada produto, num dado intervalo de tempo.

US BD06 Como Gestor Agrícola, pretendo saber o número de fatores de produção aplicados numa dada parcela, para cada tipo de fator, num dado intervalo de tempo.

US BD07 Como Gestor Agrícola, pretendo saber o número de operações realizadas numa dada parcela, para cada tipo de operação, num dado intervalo de tempo.

US BD08 Como Gestor Agrícola, pretendo saber o fator de produção com mais aplicações na instalação agrícola num dado intervalo de tempo.

US BD09 Como Gestor Agrícola, pretendo saber o número de aplicações de cada tipo de fator de produção aplicados na instalação agrícola num dado intervalo de tempo.

US BD10 Como Gestor Agrícola, pretendo saber qual a parcela com mais operações de rega num dado intervalo de tempo.

Critério de aceitação das US BD05 a BD10:

- Critério mínimo de aceitação: só serão avaliadas as US em que haja dados que permitam avaliar o seu funcionamento.
- Esperado: demonstrado com dados criados pelo grupo
- Acima do esperado: demonstrado com dados importados do sistema legacy

### **3.2.2 Sprint 2**

### **3.2.3 Sprint 3**

## **3.3 Estruturas de Informação (ESINF)**

### **3.3.1 Sprint 2**

### **3.3.2 Sprint 3**

## **3.4 Física Aplicada (FSIAP)**

### **3.4.1 Sprint 2**

### **3.4.2 Sprint 3**

## **3.5 Laboratório Projecto 3 (LAPR3)**

### **3.5.1 Sprint 1**

US LP01 Como Product Owner, pretendo que seja elaborado o modelo de domínio (nível conceptual). Este modelo será um elemento fundamental de comunicação entre todos os interessados na solução a desenvolver. O diagrama do modelo de domínio é um documento “vivo” e deverá reflectir em cada momento o entendimento partilhado sobre o domínio pelos interessados.

Critérios de aceitação:

- O modelo de dados deve cobrir a atividade da instalação agrícola, ficando excluída a comercialização e distribuição de produtos e a gestão da rega. Apesar do sistema de rega fazer parte da instalação agrícola, não é necessária manter na base de dados a topologia detalhada.
- Esperado: modelo "básico" partilhado no Visual Paradigm ou docs no git (e.g., PlantUML).

USLP02 – Como Product Owner, pretendo que seja definida uma funcionalidade que consiste em simular um controlador do sistema de rega.

Para tal deve ser consumido um ficheiro de texto com um conjunto de instruções e gerado um plano de rega para 30 dias. O ficheiro de texto deverá ter a seguinte informação e formato:

#### <Horas de rega>

Nesta linha são definidos as horas que se inicia um ciclo de rega, por exemplo: 8:30 e 17:00, significa que existem dois ciclos de rega diários que se iniciam respectivamente às 8:30 e 17:00.

#### <parcela, duração, regularidade>

Existe uma linha para cada parcela a rega. A parcela identifica o sector a ser regado (controlado por uma electroválvula); a duração, o tempo em minutos que a parcela deve receber rega; e a regularidade, a fórmula de recorrência que define os dias que a parcela deve ser regada {**todos, ímpares, pares, a cada 3 dias**}

Exemplo:

8:30, 17:00

A,14,T

B,8,T

C,25,P

D,25,I

E,7,T

F,10,3

O controlador de rega, contem um plano de rega para 30 dias a partir da data de criação e em qualquer momento (data/hora) sabe responder se está a regar ou não, e em caso afirmativo qual o sector que está a regar e quantos minutos faltam para terminar.

### 3.5.2 Sprint 2

### 3.5.3 Sprint 3

## 3.6 Requisitos não funcionais

Esta secção descreve alguns dos requisitos não funcionais que devem ser considerados na implementação do projecto.

- A validação das regras de negócio que devem ser respeitadas aquando do registo e actualização de dados.
- A Base de Dados será o repositório principal de informação do sistema e deverá reflectir a necessária integridade de dados. A informação deverá ser persistida num SGBD remoto.
- Por forma a potenciar a interoperabilidade entre sistemas existentes ou a desenvolver, a aplicação principal será desenvolvida em Java. No entanto alguns componentes deverão ser desenvolvidos noutras linguagens, a criação e gestão da Base de dados utilizará PL/SQL, e a interacção com estações meteorológicas será desenvolvida em C/Assembly. Uma parte significativa da integração será realizada através de ficheiros.
- A estrutura de classes deve ser concebida por forma a permitir a sua fácil manutenção e adição de novas funcionalidades, de acordo com as melhores práticas de OO.

## 4 Detalhes Técnicos

### 4.1 Projecto Integrador

Versão actualizada deste enunciado e informação adicional na página do moodle do Projecto Integrador.

(<https://moodle.isep.ipp.pt/course/view.php?id=5535>)

Cada grupo deverá criar um repositório no *bitbucket* com o nome:

sem3pi2023\_24\_gXXX sendo o XXX substituído pelo número do grupo. Na criação do repositório deverão configurar o mesmo de forma adequada para integrar com o Jira (na cloud, não utilizar o servidor de Jira do DEI).

Deverão ser concedidas permissões de leitura/escrita aos docentes das diferentes UCs que interagem com o grupo.

### 4.2 ARQCP

### 4.3 BDDAD

### 4.4 ESINF

### 4.5 FISIAP

### 4.6 LAPR3

Informação adicional na página do moodle da disciplina LAPR3

(<https://moodle.isep.ipp.pt/course/view.php?id=4706>)

## 5 Histórico de Revisões

1.0	Versão Inicial