

# Projecto Integrador Enunciado

(Versão 1.2)

LEI - 2022/2023 – 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 e 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 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 três aplicações desenvolvidas em, PL/SQL, Java e C/Assembly, respectivamente. 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: Direcção regional de Agricultura e Pesca de Lisboa e Vale do Tejo

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

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/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 como, ovos, carne e mel, têm um papel fundamental no controlo de infestantes e pragas, realização a 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 em 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 água, atmosfera e 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 alfaías, armazéns para colheitas, factores de produção (e.g., fertilizantes) e rações para animais, e sistemas de rega incluindo tanques agrícolas.

---

<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 uma Instalação Agrícola*

- Parcela Agrícola - Os sectores, também designados por sectores ou campos, são caracterizados por uma designação, área (ha) e cultura (macieira, pereira, trigo, feijão).
- Cultura – espécie vegetal utilizada na agricultura com o objectivo de ser consumida por humanos/animais (e.g., flores, frutos, cereais, hortícolas, forragens) 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).
- Factores 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)



COMPOSIÇÃO	
	
ELEMENTOS NUTRITIVOS ORGÂNICOS	
Azoto (N) orgânico	6%
Pentóxido de fósforo ( $P_2O_5$ )	15%
Óxido de potássio ( $K_2O$ )	2%
Óxido de cálcio ( $CaO$ )	10%
Óxido de magnésio ( $MgO$ )	2%
SUSTÂNCIAS ORGÂNICAS	
Carbono de origem biológica (TOC)	35%
Matéria Orgânica	60%
Ácidos húmicos	3,5%
Ácidos fúlvicos	7,5%
Humidade	7%
pH	6,5
Peso específico	0,8 kg / L
Formulação peletizada	Ø3mm

Figura 3: Exemplo de um fertilizante – Guanito  
[fonte: Crimolara - <https://www.crimolara.pt>]

## 2.3 Sistema de rega e estações meteorológicas

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

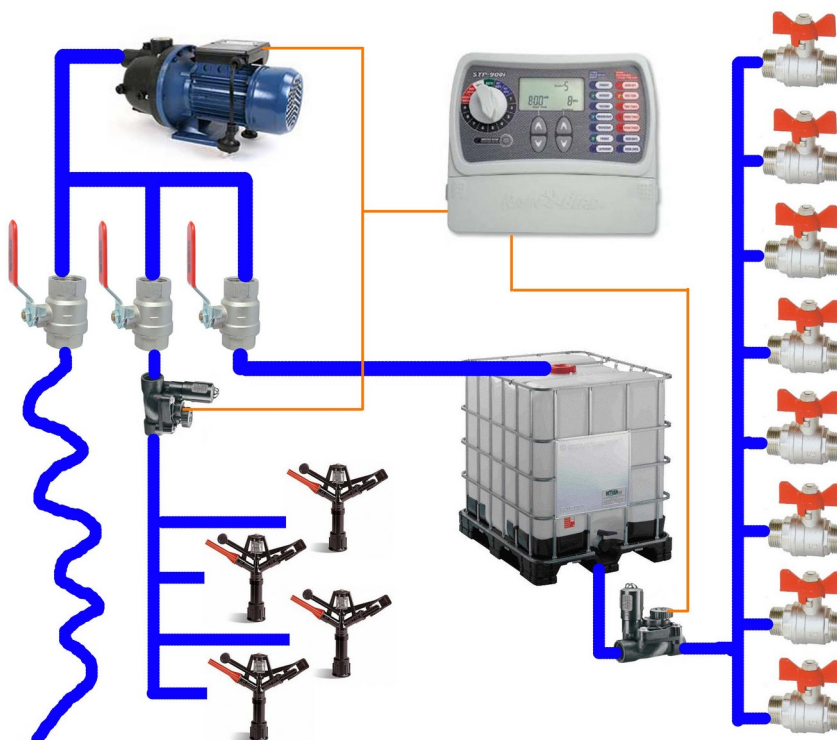


Figura 4: Esquema simples de um Sistema de Rega  
[fonte: adaptado de Forum da Casa - <https://forumdacasa.com/>]

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.

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

## 2.4 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.

## 2.5 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

---

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

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

4 <https://goodfoodhubs.pt/>

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.

## 2.6 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 objecto deste projecto é desenvolver um Produto Viável Mínimo de forma iterativa e incremental, desta forma, o trabalho será dividido em dois Sprints:

- Sprint 1 – 7 de Novembro a 4 de Dezembro
- Sprint 2 – 5 de Dezembro a 8 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)

A estação meteorológica a considerar deve incluir os seguintes sensores: temperatura, velocidade do vento, direcção do vento, humidade atmosférica, humidade do solo, pluviosidade.



Considera-se que os sensores produzem dados nas seguintes unidades:

- graus centígrados para a temperatura
- km/h para a velocidade do vento
- graus relativamente ao Norte para a direção do vento
- percentagem para a humidade atmosférica
- percentagem para a humidade do solo
- mm para a pluviosidade

### 3.1.1 Sprint 1

Deve ser possível definir vários sensores de cada tipo. Deste modo, os dados de todos os sensores de um dado tipo devem ser mantidos numa matriz.

Considera-se que cada tipo de sensor pode emitir dados com uma frequência específica para esse tipo (por exemplo, sensor de temperatura a cada 2 minutos, sensor de vento a cada 5 minutos).

US101 - Pretende-se que seja implementada em Assembly uma função que gere números pseudo-aleatórios, a ser usada na simulação dos sensores. É disponibilizada em C a função `pcg32_random_r()` e pretende-se que seja desenvolvida em Assembly uma função equivalente. É também disponibilizado um exemplo de como ler de `/dev/random` para inicializar o gerador indicado anteriormente.

US102 - Pretende-se que sejam gerados valores para os dados dos sensores. Cada sensor de um dado tipo deve produzir valores com uma determinada frequência (por exemplo, 20 segundos). Os protótipos das funções a desenvolver em Assembly estão indicados em anexo.

Critério de aceitação: os valores gerados devem ter alguma coerência, quer entre valores consecutivos, quer, em alguns casos, entre os valores gerados por sensores de tipos diferentes.

US103 - Deve ser construída em C, uma matriz diária de resumo de todos os tipos de sensores. Para cada tipo de sensor deve ser determinado o valor máximo, o mínimo e a média das leituras produzidas por todos os sensores desse tipo. A alocação de memória para a matriz é estática. Deve ser usada aritmética de apontadores para manipular a matriz.

US104 - Deve ser possível estabelecer limites máximos e mínimos para os valores produzidos por um sensor. Se o valor enviado pelo sensor estiver fora desse limite, deve ser assinalado o erro. Após N leituras consecutivas erradas, deve ser possível reiniciar o sensor, iniciando-se assim uma nova sequência de valores produzidos. Entende-se por reiniciar o sensor, descartar todas as leituras erradas e gerar uma nova semente para a geração aleatória de valores.

### 3.1.2 Sprint 2

Espera-se que o trabalho evolua da seguinte forma:

- trabalhar com diferentes granularidades/unidades temporais (semana, mês)
- gestão dinâmica de memória
- utilizar *structs* com dados etiquetados sobre os sensores (id, unidade de medida, etc.)
- conversão entre as diferentes unidades para a geração das matrizes de resumo
- novos cálculos sobre os valores produzidos pelos sensores
- interação com o sistema de rega (reduzir, aumentar quantidade de rega, cancelar ou adiar)

## 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

US201 – Como Gestor de Projeto, quero que a Equipa defina as convenções de nomenclatura a serem aplicadas ao definir identificadores ou escrever código SQL ou PL/SQL. As convenções de nomenclatura podem evoluir à medida que a Base de Dados ou objetos de programação são criados. O guia de convenções de nomenclatura deve ser organizado de forma a facilitar a sua manutenção.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Existem convenções de nomenclatura claramente definidas para criar Bases de Dados e objetos de Base de Dados. O conjunto mínimo inclui tabelas, atributos, restrições, chaves primárias e estrangeiras.
2. As convenções de nomenclatura devem ser fáceis de entender e completas.

US202 – Como Gestor de Projeto, quero que a Equipa desenvolva o modelo de dados necessário para suportar as funcionalidades requeridas e cumprir os propósitos do sistema PL/SQL a desenvolver, ou seja, (A) configurar a estrutura da quinta especificando seus setores e as características de cada setor; (B) gerir clientes e vendas; (C) manter um caderno de campo para registar todas as operações agrícolas relevantes realizadas na propriedade e (D) implementar um painel básico para apoiar a análise do negócio. Este modelo de dados deve ser projetado seguindo uma metodologia sistemática de modelação de dados.

Critério de Aceitação [BDDAD]

- O resultado deve incluir (1) o modelo de dados conceptual, (2) o modelo de dados lógico de acordo com a tecnologia de Base de Dados a ser usada, (3) o modelo de dados físico a ser implementado no SGBD selecionado, (4) um dicionário de dados descrevendo os detalhes relevantes dos elementos do Base de Dados e (5) uma justificação clara e concisa que justifique a tecnologia de Base de Dados selecionada.
- É possível executar um script SQL para criar o esquema da Base de Dados de forma completa e consistente sem erros.
- Os modelos de dados gerados em cada um dos três níveis de abstração (conceptual, lógico e físico) mapeiam apenas os conceitos e características significativas de acordo com o nível correspondente.
- Cada um dos modelos de dados é consistente com o anterior, ou seja, o modelo de dados lógico respeita o modelo de dados conceptual e o modelo de dados físico respeita o modelo de dados lógico.
- O modelo de dados conceptual é uma visão/representação válida da UoD.
- A notação utilizada para cada um dos modelos de dados é adequada, consistente e segue as especificações.

US203 – Como Gestor de Projeto, quero que a Equipa esboce um script SQL para testar se o Base de Dados verifica todas as restrições de integridade de dados necessárias para cumprir os objectivos do sistema e as restrições de negócios da UoD.

Critério de Aceitação [BDDAD]

- Existe um catálogo de restrições de integridade de dados agrupadas por tipo (Domínio, Identidade, Referencial, Aplicação) claramente indicadas.
- Para cada restrição de integridade de dados no catálogo existe um conjunto de instruções SQL que verificam/testam a restrição.
- Todas as instruções SQL no script de verificação da integridade dos dados são acompanhadas de um comentário que descreve o resultado esperado (Aprovado ou Reprovado; neste último é apresentada uma justificação).

US204 – Como Gestor de Projeto, quero que a Equipa crie um script SQL para carregar o Base de Dados com um conjunto mínimo de dados suficiente para realizar a verificação da integridade dos dados e testes funcionais. Este script deve gerar um relatório resumo fornecendo o número de tuplos/linhas que o script insere em cada relação/tabela.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. O script SQL *bootstrap* é executado e carrega o Base de Dados conforme o esperado sem erros.
2. O relatório de *bootstrap* é gerado.
3. O relatório *bootstrap* está correto, ou seja, todas as tabelas são mencionadas e sua cardinalidade está correta.

US205 – Como Gestor Agrícola, quero gerir os meus clientes, empresas ou particulares, que compram os bens produzidos na minha exploração agrícola.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Um utilizador pode inserir um novo Cliente no Base de Dados, com os dados que descrevem um cliente, sem a necessidade de escrever código SQL. Se a inserção for bem-sucedida, o utilizador é informado sobre o valor da chave primária do novo cliente
2. Quando o processo de inserção falha, o utilizador é informado sobre o erro que pode ter ocorrido.

US206 – Como Gestor Agrícola, quero manter a estrutura da minha exploração agrícola – contendo um conjunto de Setores – atualizada, ou seja, quero especificar cada um dos Setores. As suas características, como tipo de cultivo e cultivo, devem ser configuradas.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Um utilizador pode criar Setores numa exploração agrícola biológica especificando suas características.
2. É possível definir novos tipos de características parametrizadas, como tipo de cultura ou cultura entre outras.
3. Um utilizador pode listar os Setores de sua exploração agrícola ordenados por ordem alfabética.
4. Um utilizador pode listar os Setores de sua exploração agrícola ordenados por tamanho, em ordem crescente ou decrescente.
5. Um utilizador pode listar os Setores de sua exploração agrícola ordenados por tipo de cultura e cultura.

US207 – Como Gestor Agrícola, quero saber o quão rentáveis são os setores da minha exploração agrícola.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Um utilizador pode listar os Setores de sua exploração agrícola ordenados por ordem decrescente da quantidade de produção em uma determinada safra, medida em toneladas por hectare.
2. Um utilizador pode listar os Setores de sua exploração agrícola ordenados por ordem decrescente do lucro por hectare em uma determinada safra, medido em K€ por hectare.

US208 – Como Gestor Agrícola, quero manter os fatores de produção classificados por tipo (fertilizante, correctivo mineral, produto fitofármaco, etc.), incluindo sua ficha técnica – que deve ser armazenada como imagem.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Um utilizador pode configurar fatores de produção.
2. A ficha técnica é armazenada como imagem.

US209 – Como Gestor Agrícola, quero gerir os pedidos feitos pelos meus clientes.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Um utilizador pode registar pedidos de um determinado cliente, solicitando que determinada quantidade de um ou vários produtos sejam entregues em determinado endereço em determinada data.
2. Um utilizador pode registar a entrega de um pedido em uma determinada data. Presume-se que a encomenda seja entregue na totalidade; não há suporte para entregas parciais.
3. Posso listar pedidos pendentes, ainda não entregues, por data de encomenda.

### 3.2.2 Sprint 2

US210 – Como Gestor Agrícola, quero gerir o calendário e registar a execução das operações agrícolas na minha exploração agrícola. As operações agrícolas podem ser de vários tipos, como irrigação e adubação ou aplicação de qualquer Fator de Produção permitido. Para cada operação, é necessário registar diversos detalhes, como a forma de aplicação (foliar, fertirrega ou no solo), os produtos e quantidades aplicadas, a data de realização, etc. A aplicação dos fatores de produção pode estar sujeita a determinadas restrições dependendo do Setor; ou seja, alguns fatores de produção podem não ser permitidos em determinados Setores de uma exploração agrícola durante um determinado período. Estas restrições variam frequentemente em função da zona geográfica e do período de aplicação. Essas restrições devem ser verificadas no momento da reserva de uma operação e uma semana antes de aplicá-la.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Posso registar uma operação concreta para realizar em determinada data e manter um calendário de operações.
2. As restrições à aplicação dos fatores de produção são verificadas aquando da marcação de uma operação no calendário.
3. As restrições à aplicação dos factores de produção podem ser verificadas uma semana antes da sua aplicação.
4. Posso listar todas as restrições de fatores de produção que se aplicam a um determinado Setor da minha exploração agrícola numa determinada data.
5. Posso listar todas as operações planeadas na minha exploração agrícola durante um determinado período por setor, ordenadas por ordem cronológica.

US211 – Como Gestor Agrícola, quero adaptar/remarcar as operações planeadas para minha exploração agrícola em função dos dados adquiridos dos sensores em campo (temperatura, humidade) e meteorologia.

Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Qualquer operação que ainda não tenha sido realizada pode ser cancelada.
2. Qualquer operação ainda não realizada pode ser atualizada em qualquer um de seus parâmetros (data de aplicação, quantidades, produtos a aplicar, etc.).
3. Qualquer operação já realizada não pode ser cancelada ou atualizada.

US212 – Como Gestor Agrícola, quero preparar o meu sistema para que, no futuro, as operações planeadas possam ser adaptadas de forma automática às condições climáticas. Para tal, quero começar por persistir na minha base de dados os valores registados pelos sensores que estão



disponíveis num ficheiro CSV com a seguinte informação: identificador do sensor (string com 5 caracteres), tipo de sensor (string com dois caracteres), valor lido (número inteiro entre 0 e 100 para qualquer sensor), valor de referência (número inteiro, é único para cada sensor) e instante da leitura (data, hora, minuto no formato HH:MM). O tipo de sensor é caracterizado da seguinte forma:

- HS – Sensor de humidade do solo
- PI – Sensor de pluviosidade
- TS – Sensor de temperatura do solo
- VV – Sensor de velocidade do vento
- TA – Sensor de temperatura atmosférica
- HA – Sensor de humidade do ar
- PA – Sensor de pressão atmosférica

#### Critério de Aceitação [BDDAD]

1. É possível carregar as leituras dos sensores fornecendo o caminho/nome de um ficheiro, quando o ficheiro não contém erros.
2. Se o ficheiro tiver registos com erros de formatação, estes são identificados e não são inseridos na base de dados. O ficheiro é processado na totalidade, os registos sem erros são introduzidos e os registos com erros não.
3. Cada processo de leitura de um ficheiro é registado na base de dados. São inseridos os seguintes dados: nome do ficheiro, número de registos lidos, número de registos inseridos (sem erros) e o número de registos não inseridos devido a erros de formatação.
4. Assim que se conclui um processo de leitura de um ficheiro é mostrada um resumo do processo que mostra o nome do ficheiro, o número de registos lidos, o número de registos inseridos (sem erros) e o número de registos não inseridos devido a erros de formatação.

US213 – Como Gestor Agrícola, quero ter acesso a pistas de auditoria das operações agrícolas planeadas ou realizadas em determinado Setor da minha exploração agrícola, ou seja, quero ter acesso a uma lista de todas as alterações realizadas na base de dados, por ordem cronológica. Para cada alteração quero saber: o utilizador/login que a realizou, a data e hora em que a alteração foi realizada e o tipo de alteração (INSERT, UPDATE, DELETE).

#### Critério de Aceitação [BDDAD]

1. Existe uma tabela para registo de pistas de auditoria, ou seja, para o registo de todas as operações de escrita na base de dados envolvendo um determinado setor da minha exploração agrícola.
2. Os mecanismos apropriados para gravação de operações de escrita (INSERT, UPDATE, DELETE) estão implementados.
3. É implementado um processo de consulta de pistas de auditoria simples e eficaz.

US214 – Como Gestor Agrícola, pretendo desenvolver um modelo de dados para construir um Data Warehouse para análise de produção e vendas. Os factos a serem analisados são “produção em toneladas” e “vendas em milhares de euros”. As dimensões a considerar são Tempo, Setor, Produto e Cliente. A dimensão Tempo tem uma hierarquia com os seguintes níveis: Ano, Mês. A dimensão Produto está sujeita à seguinte hierarquia: Tipo de cultura, Cultura. Uma estimativa da cardinalidade superior das tabelas de dimensões e fatos deve ser indicada e justificada/comentada.

#### Critério de Aceitação [BDDAD]

1. As tabelas de factos estão devidamente identificadas e descritas.
2. As tabelas de dimensões estão devidamente identificadas e descritas.
3. O modelo Star ou Snowflake é consistente com a finalidade da data warehouse, bem como com as tabelas de factos e dimensões identificadas anteriormente.
4. A estimativa das cardinalidades é coerente com o modelo de dados e devidamente justificada.

5. Um script SQL para carregar o esquema Star/Snowflake com dados suficientes para suportar uma prova de conceito está disponível e é executado sem erros.

6. Um script SQL para consultar o data warehouse e suportar uma prova de conceito está disponível e é executado sem erros. Este script responde as seguintes perguntas:

a) Qual é a evolução da produção de uma determinada cultura num determinado setor ao longo dos últimos cinco anos?

b) Comparar as vendas de um ano com outro?

c) Analisar a evolução das vendas mensais por tipo de cultura?

### 3.3 Estruturas de Informação (ESINF)

Com recurso às classes que implementam a interface Graph crie um conjunto de classes e testes que permitam gerir uma **rede de distribuição de cabazes entre agricultores e clientes**.

Os agricultores/produtores disponibilizam diariamente à rede de distribuição os produtos e respetivas quantidades que têm para vender e os clientes (particulares ou empresas) colocam encomendas (cabazes de produtos agrícolas) à rede de distribuição.

Se a totalidade de um produto disponibilizado por um agricultor para venda, num determinado dia, não for totalmente expedido, fica disponível nos dois dias seguintes, sendo eliminado após esses dois dias. Os cabazes são expedidos num determinado dia, quer sejam totalmente satisfeitos ou não, sendo necessário registar para cada produto a quantidade encomendada, a quantidade entregue e o produtor que forneceu. Cada produto de um cabaz é fornecido por um só produtor, mas um cabaz pode ser fornecido por vários produtores.

A rede gere a distribuição dos produtos dos agricultores de modo a satisfazer os cabazes a serem entregues em hubs para posterior levantamento pelos clientes. Um hub é localizado numa empresa e cada cliente (particular ou empresa) recolhe as suas encomendas no hub mais próximo.

#### 3.3.1 Sprint 1

US301 - Construir a rede de distribuição de cabazes a partir da informação fornecida nos ficheiros. O grafo deve ser implementado usando a representação mais adequada e garantindo a **manipulação indistinta dos clientes/empresas e produtores agrícolas** (código cliente: C, código empresa: E, código produtor: P).

US302 - Verificar se o grafo carregado é conexo e devolver o número mínimo de ligações necessário para nesta rede qualquer cliente/produtor conseguir contactar um qualquer outro.

US303 - Definir os hubs da rede de distribuição, ou seja, encontrar as N empresas mais próximas de todos os pontos da rede (clientes e produtores agrícolas). A medida de proximidade deve ser calculada como a média do comprimento do caminho mais curto de cada empresa a todos os clientes e produtores agrícolas. (small, N=3)

US304 - Para cada cliente (particular ou empresa) determinar o hub mais próximo.

US305 - Determinar a rede que conecte todos os clientes e produtores agrícolas com uma distância total mínima.

US306 – A partir de um ficheiro construir um objecto que simule o funcionamento de um controlador de rega.

Na criação deste dispositivo é lido um ficheiro com a informação:

**<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**}

O objecto a criar que representa 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.

### 3.3.2 Sprint 2

US307 - Importar a lista de cabazes.

US308 - Gerar uma lista de expedição para um determinado dia que forneça os cabazes sem qualquer restrição quanto aos produtores.

US309 - Gerar uma lista de expedição para um determinado dia que forneça apenas com os N produtores agrícolas mais próximos do hub de entrega do cliente.

Critério de Aceitação: A lista de expedição deve indicar para cada cliente/cabaz, os produtos, quantidade encomendada/expedida e o produtor que forneceu o produto.

US310 - Para uma lista de expedição diária gerar o percurso de entrega que minimiza a distância total percorrida.

Critério de Aceitação: Indicar os pontos de passagem do percurso (produtores e hubs), cabazes entregues em cada hub, distância entre todos os pontos do percurso e a distância total.

US311 - Para uma lista de expedição calcular estatísticas:

- **por cabaz:** nº de produtos totalmente satisfeitos, nº de produtos parcialmente satisfeitos, nº de produtos não satisfeitos, percentagem total do cabaz satisfeito, nº de produtores que forneceram o cabaz.
- **por cliente:** nº de cabazes totalmente satisfeitos, nº de cabazes parcialmente satisfeitos, nº de fornecedores distintos que forneceram todos os seus cabazes
- **por produtor:** nº de cabazes fornecidos totalmente, nº de cabazes fornecidos parcialmente, nº de clientes distintos fornecidos, nº de produtos totalmente esgotados, nº de hubs fornecidos.
- **por hub:** nº de clientes distintos que recolhem cabazes em cada hub, nº de produtores distintos que fornecem cabazes para o hub.

### 3.4 Física Aplicada (FSIAP)

Como ponto de partida, vamos assumir um espaço físico grande como um armazém agrícola, com as seguintes dimensões: 10 metros de largura, 20 metros de comprimento e 5 metros de altura. O espaço interior pode ser dividido em 5 zonas (podem ter dimensões equivalentes), por forma a poder suportar diferentes temperaturas.

Sendo que uma zona, que podemos considerar a zona A, e que contém a porta de acesso, e receção terá um maior contacto direto com o exterior, e a uma temperatura de 5 °C abaixo da temperatura ambiente considerada, dado que é a zona preferencial de receção e distribuição para os restantes espaços.

Uma outra zona, que podemos considerar a zona B, e sem ligação interior às restantes, só com ligação direta ao exterior, e tal como na anterior, a manter-se a uma temperatura de 5 °C abaixo da temperatura exterior que for considerada, e será associada ao armazenamento de produtos e/ou de excedentes de produção.

Os restantes espaços, devem suportar temperaturas diferentes e inferiores, tal como se refere a seguir.

Num desses espaços a temperatura no seu interior será de -10 °C, vamos considerar como zona C. Num outro espaço a temperatura interior será de 0 °C, será a zona D. O terceiro espaço estará a uma temperatura de 10 °C, e será considerada a zona E.

#### 3.4.1 Sprint 1

Pretende-se elaborar uma estrutura composta por diferentes materiais, com as características que permitam manter as temperaturas indicadas anteriormente. Cada parede deve conter três materiais a separar as temperaturas interiores das exteriores. A saber: uma estrutura grande que envolva as divisões mais pequenas. A cobertura superior terá dupla inclinação mínima e que cobrirá toda a estrutura, com o cume ao longo de todo o comprimento. Também esta deve conter três materiais a separar a temperatura exterior da temperatura interior.

US401 - Apresente um croqui de uma estrutura, e suas divisões internas:

1. A estrutura deve ter as seguintes dimensões: 10 metros de largura, 20 metros de comprimento e 5 metros de altura.
2. A cobertura superior terá dupla inclinação mínima e que cobrirá toda a estrutura, com o cume ao longo de todo o comprimento.
3. Esta estrutura terá uma porta grande, que possa subir, de dimensões a definir pelo usuário, mas que permita o acesso a um veículo de transporte de mercadorias tipo furgão de grandes dimensões, e que dará acesso à zona de receção, zona A.
4. A estrutura deve ter ainda uma outra porta de duas folhas, com dimensões a definir pelo usuário, que servirá exclusivamente para acesso à zona de armazenamento de produtos e/ou excedentes, zona B.
5. A estrutura deve ter um mínimo de duas janelas, ambas com dimensões a definir pelo usuário. Uma posicionada na zona de receção, zona A, e a outra na zona de armazenamento, zona B.
6. O interior será dividido em cinco espaços ou zonas, separados fisicamente por paredes e uma porta de acesso ao seu interior. Com exceção da zona de armazenamento, que só terá acesso pelo exterior.
7. A sua disposição, dimensões individuais e portas de acesso são definidas pelo usuário.

US402 - Pretende-se saber qual o conjunto de materiais a usar nas paredes da estrutura grande e envolvente das restantes, assim como do respetivo telhado.

1. Quais os materiais e suas características térmicas, a usar na constituição das paredes exteriores.
2. Quais os materiais e suas características térmicas, a usar no telhado.



3. Quais os materiais e suas características térmicas, a usar na constituição das portas e janelas.

US403 - Pretende-se saber quais os materiais a usar nas paredes divisórias (interiores) por forma a definir os espaços indicados e para funcionarem às temperaturas indicadas. A disposição dos espaços fica ao critério dos usuários.

1. Quais os materiais e suas características térmicas, a usar na constituição das paredes interiores.
2. Quais os materiais e suas características térmicas, a usar na constituição das portas de acesso.

US404 - Pretende-se saber qual a resistência térmica das paredes, para cada temperatura de funcionamento, de cada espaço ou zona que deve conter pelo menos três materiais diferentes nas suas paredes. Um para o material exterior, outro para o material intermédio e outro para o material interior.

1. Para a divisão ou zona C, a funcionar à temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ , determinar a resistência térmica, de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.
2. Para a divisão ou zona D, a funcionar à temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ , determinar a resistência térmica, de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.
3. Para a divisão ou zona E, a funcionar à temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ , determinar a resistência térmica, de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.
4. Para a estrutura grande, que envolve as restantes divisões, determinar a resistência térmica, de cada parede e telhado, com a inclusão das portas de acesso à receção e de armazenamento e janelas consideradas, de acordo com a escolha dos materiais realizada.

Como resultado das USs deverá ser apresentado num documento resumo, a escolha de materiais considerados para as diferentes paredes consideradas, portas, janelas e telhado, e as respetivas resistências térmicas.

1. Um documento, em formato pdf, as escolhas consideradas para cada tipo de parede e telhado, assim como para as janelas e portas consideradas.
2. Um documento (pode ser incluído no documento anterior) em formato pdf, os cálculos das resistências térmicas das estruturas consideradas, em ordem de funcionamento (ou seja, a estrutura grande com as divisões interiores, nas temperaturas consideradas, com as portas e janelas consideradas).

### **3.4.2 Sprint 2**

Assumindo a estrutura criada anteriormente, com os espaços interiores às temperaturas indicadas, e assumindo que o ambiente exterior à estrutura apresenta uma temperatura, tal como se indica em cada ponto.

US406 - Pretende-se saber qual a energia necessária para manter os espaços ou zonas com as temperaturas interiores solicitadas, por cada hora de funcionamento, com uma temperatura exterior, a estas zonas na ordem dos  $15^{\circ}\text{C}$ .

1. Determinar a energia total a fornecer, à zona C com temperatura interior de funcionamento de  $-10^{\circ}\text{C}$
2. Determinar a energia total a fornecer, à zona D com temperatura interior de funcionamento de  $0^{\circ}\text{C}$
3. Determinar a energia total a fornecer, à zona E com temperatura interior de funcionamento de  $10^{\circ}\text{C}$

US407 - Pretende-se saber qual a energia total a fornecer, a toda a estrutura, estrutura grande com todas as suas divisões interiores mantidas às temperaturas indicadas anteriormente.

1. Determinar a energia total a fornecer, a toda a estrutura, com as divisões internas às suas temperaturas de trabalho, admitindo uma temperatura exterior de 20 °C e por hora de funcionamento.
2. Determinar a energia total a fornecer, a toda a estrutura, com as divisões internas às suas temperaturas de trabalho, admitindo uma temperatura exterior de 28 °C e por hora de funcionamento.

US408 - Pretende-se determinar quais as alterações nas paredes da estrutura anterior, por forma a usar uma menor energia a fornecer a toda a estrutura, estrutura grande com todas as suas divisões interiores mantidas às temperaturas indicadas, considerando uma alteração nos materiais, exclusivamente nas paredes partilhadas a funcionarem às temperaturas mais baixas.

1. Indicar quais as alterações de materiais e suas características a usar nas paredes partilhadas.
2. Determinar a energia total a fornecer, a toda a estrutura, com as alterações introduzidas nas paredes partilhadas, admitindo uma temperatura exterior de 20 °C e por hora de funcionamento.

US409 - Pretende-se determinar a potência do sistema necessário para o arrefecimento da estrutura total. Por cada hora de funcionamento.

1. Determinar a potência necessária para arrefecer cada uma das zonas, ou espaços, individualmente ou global. Considerar a estrutura que usou nos cálculos do ponto 7, e para as duas situações de temperatura exterior consideradas. (US407)
2. Determinar a potência necessária para arrefecer cada uma das zonas, ou espaços, individualmente ou global. Considerar a estrutura que usou nos cálculos do ponto 8, estrutura que foi sujeita a alterações de melhoramento térmico. (US408)
3. Otimizar o número de sistemas de arrefecimento para a estrutura total. Considerar a estrutura que usou nos cálculos do ponto 8, estrutura que foi sujeita a alterações de melhoramento térmico. (US408).

Como resultado das USs deverá ser apresentado num documento resumo, as energias e potências encontradas nos pontos solicitados anteriormente.

1. Apresentar num documento, em formato pdf, as considerações e cálculos de energias, que levaram aos cálculos dos pontos (US406 e US407).
2. Apresentar num documento, em formato pdf, as considerações e cálculos que levaram às escolhas e aos cálculos dos pontos (US408 e US409).

### **3.5 Requisitos não funcionais**

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

- Todos os utilizadores devem estar registados no sistema
- 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=4119>)

Cada grupo deverá criar um repositório no *bitbucket* com o nome: sem3pi2022\_23\_gXXX sendo o XXX substituído pelo número do grupo. Deverão ser concedidas permissões de leitura/escrita aos docentes das diferentes UCs que interagem com o grupo.

### 4.2 ARQCP

Considere os ficheiros disponíveis na página do moodle.

**sensores.h**

**read\_rnd.c**

**demo\_pcg.c**

### 4.3 BDDAD

### 4.4 ESINF

Considere os ficheiros contidos em:

**grafos.zip**

### 4.5 FISIAP

### 4.6 LAPR3

Informação adicional na página do moodle da disciplina LAPR3

(<https://moodle.isep.ipp.pt/course/view.php?id=2936>)

## 5 Histórico de Revisões

1.0	Versão Inicial
1.01	Corrige Numeração USs ARQCP; Referência ao anexo sensores.h
1.10	Actualiza texto introdutório ESINF; Actualiza USs do sprint 2 ESINF
1.20	Adiciona US ARQCP; Actualiza USs ESINF; actualiza USs BDDAD; USs de FSIAP que eram de geração de documentação passam a entregáveis das USs anteriores