



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Software de gestão de exploração agrícola

João Manuel Vitória Fernandes Espadinha

Orientação: Irene Pimenta Rodrigues e Luís Miguel
Mendonça Rato

Mestrado em Engenharia Informática

Dissertação

Évora, 2015



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Software de gestão de exploração agrícola

João Manuel Vitória Fernandes Espadinha

Orientação: Irene Pimenta Rodrigues e Luís Miguel
Mendonça Rato

Mestrado em Engenharia Informática

Dissertação

Évora, 2015

Sumário

Neste trabalho estudam-se algumas soluções para a gestão de explorações agrícolas. Apresenta-se um estado da arte com as principais aplicações em uso não só em Portugal, mas também internacionalmente, indicando as suas principais características e possíveis lacunas. Apresenta-se também as principais aplicações desenvolvidas em Portugal. Propõe-se um modelo de dados e desenvolve-se uma aplicação para gestão de explorações agrícolas. Utilizou-se um conjunto de dados provenientes de uma exploração real com o modelo proposto. O conjunto de dados foi alvo de análise usando as técnicas de redes de *bayes* e árvores de decisão com o objetivo de identificar regras de gestão e auxiliar à tomada de decisão.

Keywords: Gestão agrícola, Base de dados, Modelo ER, *Software*, Redes de *bayes*, Árvores de decisão.

Farm management Software

Abstract

This work addresses the topic of management software for farms. It presents a state of the art with the main applications in use not only in Portugal, but also internationally, indicating its main features and possible gaps. It also gives the main applications developed in Portugal. We propose a data model and an application developed for use in this class of applications. A set of data from an actual exploration was used with the proposed model. The data set was subjected to analysis using the techniques of bayesian networks and decision trees in order to identify management rules and assist decision making.

Keywords: *Agricultural management, Databases, ER model, Software, Bayesian network, Decision trees*

Conteúdo

| | |
|--|-------------|
| Sumário | i |
| Abstract | iii |
| Lista de Conteúdo | vi |
| Lista de Figuras | viii |
| Lista de Tabelas | ix |
| 1 Introdução | 1 |
| 1.1 Objetivo | 2 |
| 1.2 Estrutura da dissertação | 2 |
| 2 Estado da Arte | 3 |
| 2.1 <i>Software</i> de gestão para explorações agrícolas | 3 |
| 2.1.1 Empresas e aplicações existentes | 4 |
| 2.1.2 Outros <i>softwares</i> nacionais para agricultura | 7 |
| 2.1.3 Casos de sucesso | 10 |
| 2.1.4 Benefícios | 10 |
| 2.2 Rede de <i>bayes</i> , árvores de decisão, sistemas de suporte à decisão e gestão agrícola | 10 |
| 2.2.1 Redes de <i>bayes</i> e árvores de decisão | 10 |
| 2.2.2 Sistemas de suporte à decisão e gestão agrícola. | 11 |
| 3 Aplicação desenvolvida | 13 |
| 3.1 Funcionalidades | 13 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2 | Tecnologias utilizadas | 15 |
| 3.3 | Modelo Entidade-Relação | 15 |
| 3.4 | Modelo de dados | 17 |
| 4 | Aprendizagem | 25 |
| 4.1 | Descrição do problema | 25 |
| 4.2 | Abordagem utilizada | 26 |
| 4.2.1 | Dados | 26 |
| 4.2.2 | Rede de bayes | 26 |
| 4.2.3 | Árvore de decisão | 28 |
| 4.3 | Resultados | 29 |
| 4.3.1 | Resultados Rede de <i>Bayes</i> | 29 |
| 4.3.2 | Árvore de decisão | 33 |
| 4.4 | Casos de uso | 34 |
| 4.4.1 | Caso de uso n ^o 1 | 35 |
| 4.4.2 | Caso de uso n ^o 2 | 36 |
| 5 | Conclusões e trabalho futuro | 37 |
| | Referências bibliográficas | 41 |
| A | Anexo 1 | 45 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Modelo ER | 16 |
| 3.2 | Relação entre cultura e rotação | 17 |
| 3.3 | Relação entre terreno e Rotação | 18 |
| 3.4 | Relação entre infraestrutura e terreno | 19 |
| 3.5 | Relação entre terreno, sementeira e cultura | 20 |
| 3.6 | Relação entre operações, operaçõesTerreno e sementeira | 22 |
| 3.7 | Relação entre sementeira e venda | 23 |
| 4.1 | Rede bayes | 28 |
| 4.2 | Árvore de decisão que relaciona quantidade de fertilizante e produção. | 30 |
| 4.3 | Lado esquerdo da árvore decisão com mais detalhe | 31 |
| 4.4 | Lado direito da árvore decisão com mais detalhe | 32 |
| 4.5 | Relação entre produção e fertilizante | 34 |
| 4.6 | Relação entre produção e tipo de rega | 35 |
| A.1 | Adicionar novo terreno | 45 |
| A.2 | Terrenos existentes | 46 |
| A.3 | Dados de um terreno | 46 |
| A.4 | Adicionar nova cultura | 46 |
| A.5 | Culturas existentes | 47 |
| A.6 | Dados de uma cultura | 47 |
| A.7 | Adicionar nova rotação | 47 |
| A.8 | Rotações existentes | 47 |
| A.9 | Associar uma cultura a uma rotação | 48 |

| | |
|--|----|
| A.10 Associar um terreno a uma rotação | 48 |
| A.11 Terrenos com uma determinada rotação | 48 |
| A.12 Culturas de uma rotação | 48 |
| A.13 Adicionar nova infraestrutura | 49 |
| A.14 Infraestruturas existentes | 49 |
| A.15 Associar uma infraestrutura a um terreno | 49 |
| A.16 Terrenos com uma determinada infraestrutura | 49 |
| A.17 Adicionar novo tipo de operação | 50 |
| A.18 Tipos de operações existentes | 50 |
| A.19 Adicionar nova sementeira | 51 |
| A.20 Sementeiras existentes | 51 |
| A.21 Dados de uma sementeira | 51 |
| A.22 Associar uma operação a uma sementeira | 52 |
| A.23 Operações de uma determinada sementeira | 52 |
| A.24 Adicionar uma nova venda | 52 |
| A.25 Vendas existentes | 53 |
| A.26 Dados de uma venda | 53 |
| A.27 Escolher tipo de custos | 53 |
| A.28 Custos por cultura | 53 |
| A.29 Custos por cultura | 54 |
| A.30 Custos por cultura | 54 |
| A.31 Custos por operações | 54 |
| A.32 Custos por operações | 55 |
| A.33 Custos por operações | 55 |
| A.34 Custos por sementeira | 55 |
| A.35 Custos por sementeira | 56 |
| A.36 Custos por terreno | 56 |
| A.37 Custos por terreno | 57 |
| A.38 Custos totais | 57 |
| A.39 Custo total | 57 |
| A.40 Escolher estatísticas | 58 |
| A.41 Estatísticas por produção | 58 |
| A.42 Estatísticas por área de cada cultura | 58 |
| A.43 Estatísticas sobre área de cada operação | 59 |
| A.44 Estatísticas sobre área de cada operação | 59 |

Lista de Tabelas

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Dados iniciais | 27 |
| 4.2 | Probabilidades dos terrenos. | 29 |
| 4.3 | Probabilidades dos tipos de rega. | 29 |
| 4.4 | Probabilidades das quantidades de fertilizantes | 31 |
| 4.5 | Tabela com probabilidades das produções | 33 |
| 4.6 | Valores de referência para fertilizante e venda | 33 |
| 4.7 | Valores de referência para instalação e utilização de equipamentos de rega | 33 |
| 4.8 | Utilidade(em euros) para cada produção tendo em conta o fertilizante e tipo de rega | 34 |

Capítulo 1

Introdução

A agricultura é uma atividade muito importante para o mundo, pois é daqui que sai grande parte dos alimentos que são consumidos. Atualmente, em Portugal e em quase todo o mundo, a agricultura atravessa tempos difíceis, pois os custos de produção não param de aumentar e os preços dos produtos (no produtor) têm-se mantido constantes ou com ligeiras modificações. Outro dos desafios da agricultura é o de produzir cada vez mais, utilizando para isso cada vez menos recursos. Para ajudar a realizar esta gigantesca tarefa é necessário que se aumente a eficácia e a eficiência, para tal uma boa gestão é fundamental. Os *softwares* de gestão podem ajudar nesta tarefa. No Capítulo 2 apresentam-se as principais aplicações já existentes neste ramo, sendo que o foco maior incide sobre as relacionadas com a produção de culturas e terrenos. No Capítulo 3 apresenta-se uma aplicação desenvolvida no âmbito desta dissertação, sendo que são apresentados o modelo Entidade-Relação, o modelo de dados e as funcionalidades. No Capítulo 4, apresentam-se alguns dos problemas que a agricultura enfrenta e possíveis soluções, inclusive alguns casos de uso, de modo a demonstrar a utilidade das soluções apresentadas. O que motivou a elaboração desta dissertação foi o facto de não se ter encontrado nenhum *software* (entre os que são apresentados no Capítulo 2) que conseguisse satisfazer todas as necessidades de uma exploração agrícola, como por exemplo, registo de vendas, introdução de rotações de culturas e infraestruturas.

As várias decisões tomadas (estrutura de dados, funcionalidades, análise de dados) ao longo desta dissertação são o resultado de informação e sugestões recolhidas junto de agricultores e conhecimento prático de casos reais.

1.1 Objetivo

A área da agricultura é muito abrangente, sendo que todas as suas atividades podem beneficiar da utilização de um *software* de gestão. Ao longo desta dissertação incide-se mais sobre os *softwares* relacionados com a parte da gestão dos terrenos e das culturas. O objetivo é desenvolver um *software* que permita fazer a gestão de terrenos e culturas, que irá conter as seguintes funcionalidades:

1. Dados de cada terreno (identificação, nome, área, tipo de solo, presença de infraestruturas e água);
2. Histórico com as culturas e as suas produções;
3. Histórico com as operações (por exemplo, colheita, sementeira ou fertilização) realizados;
4. Estatísticas sobre produções e área de cada cultura e área total de cada operação realizada;
5. Parte financeira, que englobará custos associados a cada terreno, cultura, operação e sementeira;
6. Previsão de produções e estimativa de lucro.

1.2 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: no Capítulo 2 aborda-se o tema das aplicações já existentes no âmbito de gestão de explorações agrícolas, os benefícios destes sistemas e os casos de sucesso. Ainda neste capítulo é também apresentado um pequeno resumo sobre redes de *bayes* e árvores de decisão, sendo que são apresentadas algumas publicações onde estes algoritmos foram utilizados.

No Capítulo 3 apresenta-se a aplicação desenvolvida no âmbito desta dissertação, sendo apresentado o modelo Entidade-Relação, o modelo de dados e as funcionalidades da aplicação.

No Capítulo 4 apresentam-se dois problemas e duas soluções. São também apresentados alguns casos de uso.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo, é apresentado o estado da arte de duas áreas. Na Secção 2.1 são apresentadas as principais aplicações já existentes para gestão de explorações agrícolas, os seus benefícios e os casos de sucesso. Na Secção 2.2 é apresentado um pequeno estado da arte sobre redes de *bayes* e árvores de decisão, onde são apresentadas algumas situações onde estas duas ferramentas podem ser úteis, no âmbito da gestão de explorações agrícolas.

2.1 *Software* de gestão para explorações agrícolas

Antes de explorar o tema dos *softwares* de gestão para explorações agrícolas, é necessário explicar alguns conceitos. Exploração agrícola pode ser definida como o conjunto de unidades de produção submetidas a uma gestão única [20]. Por outro lado, uma unidade de produção é o conjunto de parcelas agrícolas, agro-florestais ou florestais, contínuas ou não, que constituem uma unidade técnico-económica, caracterizada pela utilização em comum da mão de obra e dos meios de produção, submetida a uma gestão única, independentemente do título de posse, do regime jurídico e da área ou localização [20]. As explorações agrícolas podem ser divididas em várias categorias, entre elas as que se dedicam aos animais, as que se dedicam às culturas e as que se dedicam tanto a animais como a culturas. Em 2007 existiam em Portugal 275083[23] explorações agrícolas com uma superfície agrícola utilizada de 3472939 hectares[23].

Em 2009, o número de explorações agrícolas apresentava-se reduzido a 242400[21] explorações agrícolas. De modo a permitir efetuar uma gestão mais eficiente dos recursos, reduzir custos e aumentar as margens de lucro foram criados vários *softwares* de gestão, mais direcionados para a área agrícola.

Seguidamente, apresentam-se algumas das aplicações já existentes, os seus principais benefícios, alguns casos de sucesso e a razão pela qual são um sucesso.

2.1.1 Empresas e aplicações existentes

Atualmente já existem várias aplicações disponíveis que permitem efetuar a gestão das explorações agrícolas. A maioria destas aplicações permitem a utilização no computador e em *smartphones*, o que permite atualizar dados e ter acesso a informações em tempo real. Seguidamente são apresentadas algumas empresas e as várias aplicações já existentes, desde as desenvolvidas por empresas de *software* até às que são desenvolvidas através de marcas de equipamentos agrícolas.

Softimbra

Este primeiro caso refere-se a uma empresa portuguesa, situada na zona de Coimbra, especializada na conceção e implementação de programas informáticos para a agricultura e pecuária[28]. As aplicações que esta empresa oferece são:

- *Gestiagro*: solução que permite a gestão técnica, económica e ambiental de uma empresa agrícola e pecuária[28];
- *Fertil*: calcula a adubação e as correções da acidez e alcalinidade do solo[28];
- *WinSani*: trata-se de uma base de dados sobre os tratamentos fitossanitários[28];
- *WinMix-Feed*: destina-se à formulação de alimentos compostos;
- *WinArrac*: destina-se à formulação de regimes alimentares[28];
- *WinBov-Meat*: centra-se na gestão técnica de efetivos de bovinos de carne[28];
- *WinBov-Milk*: é semelhante à *WinBov-Meat* mas destinada a bovinos de leite[28];
- *WinOv-Milk*: é semelhante à *WinBov-Milk* mas destinada a ovinos de leite[28];
- *WinContagro*: centra-se na contabilidade Agrícola de gestão por margens brutas [28].

A *Gestiagro* tem um custo de 410 euros por utilizador e destina-se a empresas que necessitam de informações atualizadas sobre a utilização de materiais, mão-de-obra e quantidades de produtos por atividade ou terreno[28]. É ainda possível comparar estes resultados com o que foi previamente planeado e é também possível ligar esta aplicação com as aplicações *Fertil* e *Winsani*[28].

AgroGestão

A *AgroGestão* é outra empresa portuguesa, sediada em Cascais[4]. Esta empresa apresenta diversas soluções para os diferentes ramos de atividade do sector primário. De entre as várias aplicações disponibilizadas por esta empresa, dá-se especial atenção à aplicação Agrogestão produção - Gestão de Atividade Produtivas por ser o que mais se relaciona com o tema abordado Esta aplicação pretende melhorar a eficácia e a eficiência dos processos produtivos das explorações agrícolas[4]. Conta com as seguintes funcionalidades[4]:

- Controlo detalhado de atividades de vários tipos: vegetais, animais, pastoreio entre outros;
- Controlo detalhado de todos os fatores de produção como por exemplo, consumíveis, mão-de-obra, equipamentos;
- Controlo detalhado das operações;
- Possibilidade de escolha por diferentes formas de custeio: padrão, real e racional;
- Mapas de resultados com diferentes orientações: económica, operacional e por fator;
- Mapas de resultados com apuramentos por hectare;
- Controlo de regas;
- Manutenção de equipamentos.

Em termos de clientes, só foi possível encontrar dados para esta aplicação, sendo que em Portugal a AgroGestão conta com 815[5] clientes.

Agricostos

O *Agricostos* é um *software* direcionado para a industria agrícola que permite gerir os custos de produção(mão-de-obra, utilização de equipamentos, regas)[1].

APEX- Software de gestão agrícola

Esta aplicação é disponibilizada pelo fabricante de equipamentos agrícolas *John Deere*. Esta aplicação é baseada nos SIG(Sistemas de Informações Geográficas), sendo que permite a gestão dos terrenos através de mapas e informações recolhidas nos terrenos[13]. Além de permitir gerir os custos, verificar dados sobre terrenos, culturas, produções, utilização de produtos químicos e equipamentos, esta ferramenta permite também a gestão da frota[13].

Farm Works Mapping

Esta aplicação utiliza informação (por exemplo, através de sistemas de GPS) recolhida durante a estação de crescimento, de modo a permitir que se tomem melhores decisões de gestão[31]. As principais características desta aplicação são[31]:

- Gerir terrenos, equipamentos, e trabalhadores;
- Manter registos detalhados sobre o equipamento;
- Mapas e relatórios dos terrenos;
- Análise de mapas de produtividade, de modo a verificar que partes do terreno são mais rentáveis.

FarmLogs

FarmLogs é uma aplicação para computador e *smartphones*, com a possibilidade de ser gratuita ou paga (para explorações acima de um certo número de hectares). Com esta aplicação é possível identificar os campos num mapa, saber a sua área, as culturas que cada campo tem e ainda adicionar os equipamentos e fazer a sua gestão. As principais características desta aplicação são[15]:

- Controlar atividades e despesas: através desta funcionalidade é possível controlar os custos mais facilmente, associar cada atividade a um determinado terreno ou cultura, visualizar quando é que cada atividade foi realizada, obter uma melhor noção do consumo de combustível e adicionar atividades à medida que estas vão sendo executadas[15];
- Previsão e medida de lucros: informações sempre acessíveis, desde que se tenha uma ligação à *internet*. Possibilidade de ver o total de receitas, despesas e lucro por hectare ou pelo total da cultura;
- Desempenho do terreno: através desta funcionalidade é possível verificar o desempenho de cada cultura, e assim fazer modificações para melhorar o desempenho na próxima época, aumentando assim a eficiência e rentabilidade;
- Compreender e gerir o risco: através desta funcionalidade é possível inserir os custos, uma estimativa das produções e do preço de venda e assim ter uma noção do que se pode ganhar ou perder;
- Agendar operações mais eficientemente: através desta funcionalidade é possível agendar o trabalho para a semana, colocando quem, onde e quando se deve realizar determinada tarefa;

- Gerir inventario e vendas: através desta funcionalidade é possível saber sempre o que se têm e onde está. É também possível saber o que se vende e qual o lucro dessa venda;
- Acompanhar o clima: o clima é um fator fundamental na agricultura, através desta funcionalidade é possível visualizar uma previsão do estado do tempo sempre que se faz *log in*. É ainda possível ter atualizações sobre o estado do tempo hora a hora e no período de 10 dias seguintes;
- Encontrar os melhores preços e mercados: Através desta funcionalidade é possível ver os melhores preços, tendências históricas de preços e preços nas principais bolsas;
- Visualizar a acumulação de chuva: através desta ferramenta é possível visualizar a quantidade de chuva que cada terreno recebeu e assim fazer melhores previsões sobre a potencial produção.

2.1.2 Outros *softwares* nacionais para agricultura

No panorama nacional existem outros *softwares* relacionados com a agricultura, mas que ainda não foram referidos, pois não se enquadram na gestão de terrenos e culturas. Seguidamente apresentam-se algumas aplicações produzidas em Portugal, que se destinam à produção animal ou regas.

AgroGestão

A *AgroGestão* além de apresentar a aplicação referida anteriormente apresenta também aplicações na gama zootécnica e na gama agro-industrial.

Na gama zootécina estão disponíveis as seguintes aplicações[3]:

- Zoogestão - Leilões;
- Zoogestão - Registo Zootécnico;
- Zoogestão - Gestão de equinos;
- Zoogestão - Gestão de efetivos pecuários.

A *Zoogestão*- Leilões permite acompanhar o processo de leilão desde que o animal entra até ser expedido, como por exemplo o processo de faturação e o registo dos efetivos-[8].

A *Zoogestão* - Registo zootécnico permite fazer a gestão dos livros genealogicos. Esta aplicação conta com as seguintes funcionalidade[9]:

- Registo de nascimentos;
- Registo de adultos;

- Registo zootécnico;
- Registo de parâmetros de valores produtivos;
- Registo de mortes, castrações e movimentos;
- Cálculo da pontuação dos animais;
- Base de dados de criadores;
- Listagens genealógicas: árvore, ascendência, descendência, consanguinidade e parentesco;
- Listagens totalmente parametrizáveis;
- Diferentes alternativas de processamento de informação;
- Elaboração de ficheiros com vários tipos de registos efetuados.

A *Zoogestão* - Gestão de equinos é uma aplicação destinada à produção equina e conta com as seguintes funcionalidades[7]:

- Registo completo de cada animal;
- Banco de múltiplas imagens por animal;
- Registo de toda a informação de carácter técnico, como ocorrências e produtividades;
- Previsão de acontecimentos;
- Agrupamento de animais por rebanho, lote ou classe;
- Ligação ao site da APSL para visualização da ficha de animal e da sua ascendência;
- Listagens específicas para a APSL.

A *Zoogestão*- Gestão de efetivos pecuários é uma aplicação destinada à produção animal e conta com as seguintes funcionalidades[6]:

- Totalmente parametrizável, podendo o utilizador definir os registos que quer fazer e para que espécies ou raças;
- Registo dos movimentos administrativos de cada animal (entrada, saída, perdas de brincos);
- Livro de medicamentos;
- Impressão de guias SNIRA;
- Possibilidade de gerir múltiplas marcas de exploração e múltiplas empresas;

- Registo completo de cada animal ou rebanho;
- Cálculo de indicadores produtivos, reprodutivos, genealogia e consanguinidade.

Na gama Agro-industrial estão disponíveis as seguintes aplicações [2]:

- OVOGESTÃO - Gestão de centros de classificação e embalamento de ovos;
- OLIGESTÃO - Solução integrada de gestão de lagares;
- LACTOGESTÃO - Solução integrada de gestão de queijarias;
- HORTIGESTÃO - Solução de gestão de centrais hortícolas;
- FRUTIGESTÃO - Solução integrada de gestão de centrais frutícolas;
- ENOGESTÃO - Solução integrada de gestão de adegas;
- CARNEGESTÃO - Solução de gestão de indústrias da carne.

Ruralbit

A *Ruralbit* é uma empresa portuguesa e conta com as seguintes aplicações[24]:

- *Genpro online*: é uma plataforma *on-line* que permite fazer a gestão de livros genealógicos[26];
- *e-Exploração*: é uma ferramenta de apoio à decisão e contém os módulos de bovinos, de registo de ovinos e caprinos e o livro de medicamentos[25]; é uma ferramenta para a gestão do funcionamento de um laboratório[27];
- *Lab online*.

Hidrosoph

A *Hidrosoph* é uma empresa portuguesa sediada em Évora e apresenta as seguintes aplicações:

- *SI in a box*;
- *Irristrat*.

A *SI in a box* ou *smart irrigation in a box* apresenta as seguintes funcionalidades[19]:

- Visualização de humidade de solo;
- Dados meteorológicos;

- Registos de campo.

A *Irristrat* é uma ferramenta que suporta a decisão e gestão de rega e permite ter acesso a[18]:

- Evapotranspiração cultural;
- Humidade do solo; Informações obtidas a partir de estações meteorológicas e sensores remotos em tempo real;
- Estratégias de rega;
- Necessidades hídricas específicas da cultura ao longo do ciclo.

2.1.3 Casos de sucesso

FarmLogs é claramente um dos casos de sucesso na área de *softwares* de gestão agrícola. Este sucesso deve-se a vários fatores, como a interface *user-friendly*, as funcionalidades que apresenta e também pelo facto de ter contado com a ajuda de agricultores durante o desenvolvimento do *software*[16].

2.1.4 Benefícios

Os benefícios destes *softwares* são:

- Melhor controle dos custos;
- Redução do tempo necessário para tratar da documentação(registo dos custos, trabalhos realizados, recursos utilizados, manutenções efetuadas, entre outros)[16];
- Visualização de todos os terrenos sem necessidade de procurar em mapas [16];
- Acesso em tempo real a dados da atividade sem necessitar de procurar em vários documentos.

2.2 Rede de *bayes*, árvores de decisão, sistemas de suporte à decisão e gestão agrícola

2.2.1 Redes de *bayes* e árvores de decisão

Seguidamente apresenta-se um pequeno conjunto de situações onde foram utilizadas redes de *bayes* e árvores de decisão com o objetivo de melhorar a precisão de certos algoritmos ou então como forma de comparar vários algoritmos de modo a encontrar o melhor.

2.2. REDE DE BAYES, ÁRVORES DE DECISÃO, SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO E GESTÃO AGRÍCOLA

As redes de *bayes* foram utilizadas em [12] com o objetivo de testar a precisão e o desvio padrão. Para efetuar o treino do algoritmo eram utilizadas todas as instâncias (do *data set* utilizado, neste caso o *car evaluation data set*[11]), sendo o teste realizado utilizando *cross-validation 5 folds*. Os algoritmos utilizados foram o *naive bayes*, o *GBN*, o *BAN* e o *TAN*. Em termos de resultados, o *naive bayes* obteve melhor resultado que o *GBN*, pois o *GBN* reduziu-se a um *naive bayes* com ligações em falta. Isto revela que os dados são quase independentes uns dos outros.

As árvores de decisão foram utilizadas em [22], [29] e em [10].

No caso de [22], as árvores de decisão foram utilizadas com o objetivo de comparar o desempenho, em termos de precisão, dos algoritmos de *Boosting* e *Bagging*. Independentemente do número de casos de treino os algoritmos de *Boosting* e *Bagging* conseguiram ser sempre melhores que as árvores de decisão.

No caso de [29], recorre-se a vários *data sets* com o objetivo de testar o tempo de execução de algoritmos de árvores de decisão. Finalmente, em [10], recorre-se a árvores de decisão, com o objetivo de tomar a melhor decisão (comprar um carro) com base no preço e características técnicas do carro. Chegou-se à conclusão de que se as características técnicas são boas se:

1. Conforto é aceitável e segurança é alta;
2. Conforto é bom e segurança é média;
3. Conforto é muito bom e segurança é média.

As características técnicas só são muito boas se o conforto for bom e a segurança for alta.

2.2.2 Sistemas de suporte à decisão e gestão agrícola.

A gestão agrícola e os sistemas de suporte à decisão são extremamente úteis nos dias de hoje, pois ajudam a controlar mais eficientemente os diversos aspetos duma exploração agrícola moderna e permitem também tomar decisões mais acertadas com base em acontecimentos ocorridos anteriormente.

A gestão agrícola pode ser definida como a ciência e arte de otimizar os recursos e de alcançar o funcionamento ideal desses recursos[14]. Apesar dos sistemas de suporte à decisão serem sistemas que permitem melhorar o modo como os agricultores gerem a sua exploração, ainda não são muito utilizados para as decisões do dia a dia[17]. No caso da agricultura um sistema de suporte à decisão representa uma ferramenta que fornece aos agricultores informação (simulação de produções para diferentes quantidades de fertilizante) e processos para a tomada de decisão (probabilidades de lucro para cada quantidade de fertilizante)[17]. Um sistema de suporte à decisão parte dos seguintes pressupostos[17]:

- Computadores são uma ferramenta apropriada para efetuar a gestão operacional de uma exploração;

- A tomada de decisão por parte dos agricultores é limitada pela informação e pelos procedimentos e um sistema de suporte à decisão pode ajudar;
- A tomada de decisão por parte do agricultor é um ponto interessante e eficiente para a interação entre cientistas e gestão agrícola.

Os sistemas de suporte à decisão não são muito utilizados, pois os agricultores dão mais importância a obter equipamentos mais eficientes e variedades de culturas mais produtivas do que a obter um sistema que os ajude a tomar melhores decisões.

Capítulo 3

Aplicação desenvolvida

No âmbito desta dissertação foi criada uma aplicação *web* que permitisse efetuar a gestão duma exploração agrícola. Seguidamente apresenta-se o modelo entidade-relação, o modelo de dados e as funcionalidades presentes na aplicação.

3.1 Funcionalidades

Em termos de funcionalidades, a aplicação conta com as seguintes:

- Inserir terrenos: adicionar um novo terreno, e os seus dados, como por exemplo, identificação, área, nome, foto. Representada pela Fig. A.1, presente na página 45;
- Ver terrenos existentes: visualizar os terrenos existentes. Representada pela Fig. A.2, presente na página 46;
- Ver dados dos terrenos: como por exemplo, área ou tipo de terreno. Representada pela Fig. A.3, presente na página 46;
- Inserir culturas: adicionar uma nova cultura, e os seus dados, como por exemplo, nome e necessidade de irrigação. Representada pela Fig. A.4, presente na página 46;
- Ver culturas existentes: visualizar as culturas existentes. Representada pela Fig. A.5, presente na página 47;
- Ver informações das culturas: como por exemplo quantidade de semente necessária e se necessita de irrigação. Representada pela Fig. A.6, presente na página 47;

- Inserir rotação: adicionar uma nova rotação. Representada pela Fig. A.7, presente na página 47;
- Ver rotações existentes: visualizar as rotações existentes. Representada pela Fig. A.8, presente na página 47;
- Associar cultura a rotação: associar uma determinada cultura e a ordem a uma determinada rotação. Representada pela Fig. A.9, presente na página 48;
- Associar terreno a rotação: associar uma rotação e uma data a um terreno. Representada pela Fig. A.10, presente na página 48;
- Ver terrenos associados a uma determinada rotação. Representada pela Fig. A.11, presente na página 48;
- Ver culturas associadas a uma determinada rotação. Representada pela Fig. A.12, presente na página 48;
- Inserir infraestruturas: adicionar um novo tipo de infraestruturas. Representada pela Fig. A.13, presente na página 49;
- Ver infraestruturas existentes: visualizar os tipos de infraestruturas existentes. Representada pela Fig. A.14, presente na página 49;
- Associar infraestrutura a terreno: associar um tipo de infraestrutura a um terreno. Representada pela Fig. A.15, presente na página 49;
- Ver terreno com infraestruturas: ver que infraestruturas estão presentes num determinado terreno. Representada pela Fig. A.16, presente na página 49;
- Inserir operação: adicionar um novo tipo de operação. Representada pela Fig. A.17, presente na página 50;
- Ver operações existentes: ver os tipos de operações existentes. Representada pela Fig. A.18, presente na página 50;
- Inserir sementeira: adicionar uma nova sementeira, e os seus dados, como por exemplo, terreno, data de início e cultura. Representada pela Fig. A.19, presente na página 51;
- Ver sementeiras existentes: ver lista com as sementeiras existentes. Representada pela Fig. A.20, presente na página 51;
- Ver informações sobre sementeira:, como por exemplo, cultura, terreno e data de início. Representada pela Fig. A.21, presente na página 51;
- Associar operações a sementeira: associar uma operação a uma determinada sementeira. Representada pela Fig. A.22, presente na página 52;

- Ver operações associadas a uma determinada sementeira: ver que operações foram realizadas numa sementeira. Representada pela Fig. A.23, presente na página 52;
- Inserir venda: adicionar nova venda e os seu dados, como por exemplo, identificação, data, preço de venda e quantidade. Representada pela Fig. A.24, presente na página 52;
- Ver vendas existentes: ver lista com todas as vendas realizadas. Representada pela Fig. A.25, presente na página 53;
- Ver informações sobre uma venda: como por exemplo, preço e quantidade. Representada pela Fig. A.26, presente na página 53;
- Ver custos por terreno, cultura, operação e sementeira, num determinado intervalo de tempo. Representada pelas Fig. A.27, A.28, A.29, A.30, A.31, A.32, A.33, A.34, A.35, A.36 e A.37, presentes da página 53 à página 57;
- Ver custos totais. Representada pelas Fig. A.38 e A.39, presentes na página 57;
- Ver estatísticas de produções por cultura. Representada pelas Fig. A.40 e A.41, presentes na página 58;
- Ver estatísticas sobre a área de cada cultura. Representada pela Fig. A.42, presente na página 58;
- Ver estatísticas sobre os hectares trabalhados por cada operação. Representada pelas Fig. A.43 e A.44, presente na página 59.

3.2 Tecnologias utilizadas

A aplicação desenvolvida é uma aplicação *web* e para tal utilizou-se as seguintes tecnologias:

- *MySQL*: utilizado para o desenvolvimento da base de dados;
- *PHP*: utilizado desenvolver as diversas funcionalidades;
- *CSS*: utilizado para criar os estilos e *interfaces*.

3.3 Modelo Entidade-Relação

Na Fig. 3.1, está representado o modelo ER(Entidade-Relação). Neste modelo é possível ver as tabelas, os atributos e as ligações existentes entre as várias tabelas. Um modelo ER bem definido facilita o processo de programação, pois ao visualizar o modelo consegue-se ter a noção de como se relacionam as tabelas e os seus dados. É também muito útil

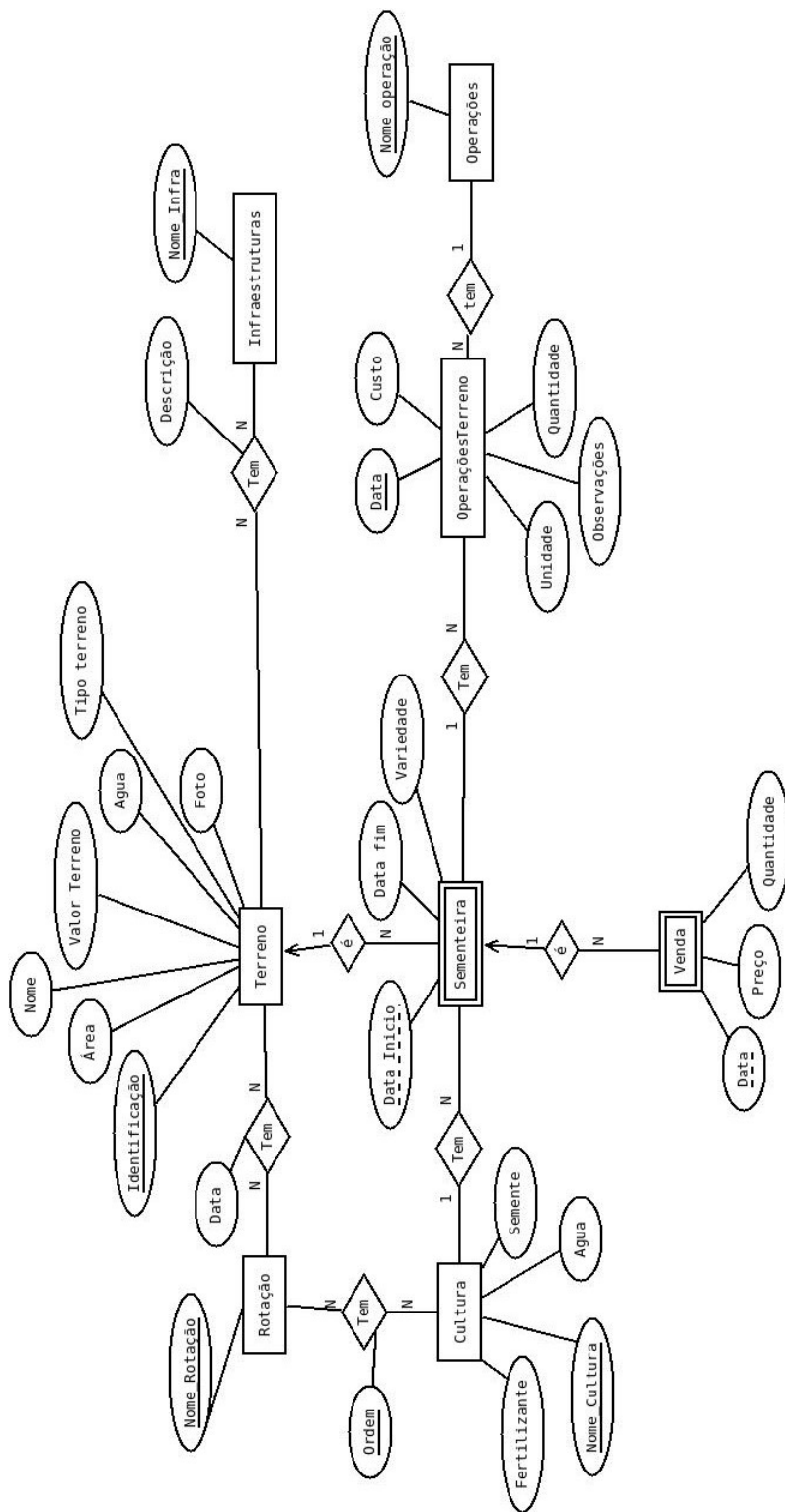


Figura 3.1: Modelo ER

quando a meio do desenvolvimento é necessário realizar alterações na estrutura da base de dados, pois sabe-se em que partes da aplicação que já está desenvolvida é necessário fazer alterações, evitando assim passar muito tempo a procurar erros no código resultantes da alteração da estrutura da base de dados.

3.4 Modelo de dados

A partir do modelo Entidade-Relação define-se o modelo de dados. O modelo de dados indica todos os atributos de uma tabela, bem como a chave primária e a chave estrangeira (caso exista).

Relação entre cultura e Rotação

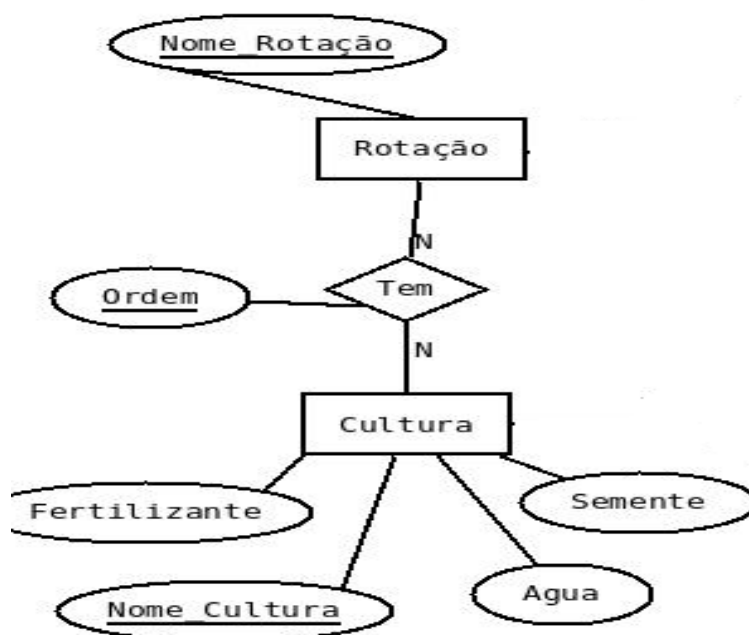


Figura 3.2: Relação entre cultura e rotação

Na Fig. 3.2 é possível ver a relação entre Cultura e Rotação. Desta relação nascem 3 tabelas, com a seguinte estrutura:

- Rotação (nome_rotação);
- Cultura (nome_cultura, agua, semente, fertilizante);
- RotaçãoCultura (nome_rotação(fk), nome_cultura(fk), ordem);

Uma vez que uma rotação pode ter várias culturas, e uma cultura pode estar presente em várias rotações a ligação resultante é de muitos para muitos, o que implica a criação de uma nova tabela de nome RotacaoCultura, que contém o atributo “nome_rotacao” da tabela “Rotacao” e “nome_cultura” da tabela “Cultura”, contém ainda um terceiro atributo “ordem” que serve para estabelecer a ordem das várias culturas numa determinada rotação. Para permitir que uma rotação possa conter várias vezes a mesma cultura, estabeleceu-se como chaves primárias os atributos “nome_rotacao” e “ordem”. Os atributos água e fertilizante da tabela Cultura, referem-se respetivamente, se é necessário irrigação e a quantidade de fertilizante utilizada.

Relação entre terreno e rotação

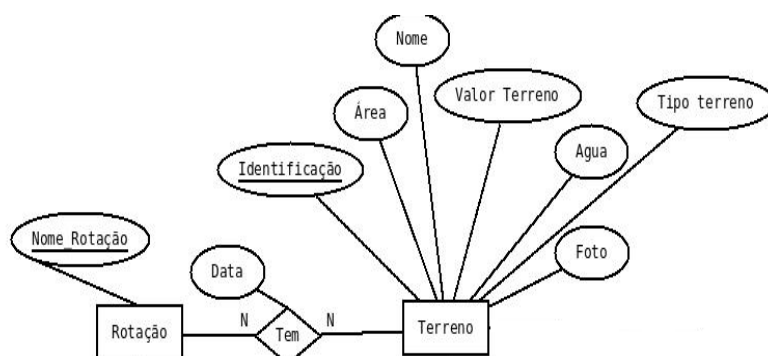


Figura 3.3: Relação entre terreno e Rotação

A Fig. 3.3 apresenta a relação entre um terreno e uma rotação. O terreno é constituído por uma Identificação, que por ser única é utilizada como chave primária. Mas uma vez que o número de identificação é extenso e quase ninguém sabe os números dos seus terrenos foi introduzido um atributo “nome” que permite atribuir um nome, que não pode ser repetido de modo a tornar a identificação de um terreno mais fácil. Relativamente aos restantes atributos do terreno, de destacar o atributo “agua” que serve para indicar se o terreno em questão possui ou não uma fonte de água. Os restantes atributos servem apenas para dar alguma informação sobre o terreno.

A tabela “terreno” apresenta a seguinte estrutura:

- Terreno (identificação, nome, área, valor_terreno, agua, tipo_terreno, foto);

Uma vez que um terreno pode ter várias rotações associadas (sendo a mais recente a que está ativa) e uma rotação pode ter vários terrenos, surge uma ligação de muito para muitos, o que significa que se tem de criar uma nova tabela. Neste caso essa tabela chama-se “RotacaoTerreno” e apresenta a seguinte estrutura:

- RotacaoTerreno(identificação(fk), nome_rotacao(fk), data);

Esta tabela é constituída por três atributos:

- “identificacao” que vem da tabela “Terreno”;
- “nome_rotacao” que vem da tabela “Rotacao”;
- “data” que serve para indicar a altura em que uma determinada rotação esteve ativa num determinado terreno.

As chaves primárias desta tabela são os atributos “identificacao” e “nome_rotacao”.

Relação entre terreno e infraestrutura

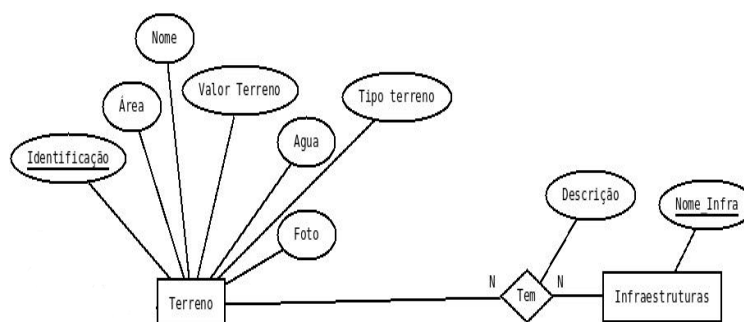


Figura 3.4: Relação entre infraestrutura e terreno

Na Fig. 3.4 está representada a relação entre um terreno e uma infraestrutura. Uma infraestrutura pode ser, por exemplo, um edifício, um sistema de rega, uma estrada ou um lago que esteja presente num determinado terreno.

A tabela “Infraestruturas” apresenta seguinte estrutura:

- Infraestruturas (nome_infra);

Esta tabela contém apenas o atributo “nome_infra” e serve apenas para indicar o nome das infraestruturas que podem estar presentes num terreno. Uma vez que um terreno pode ter várias infraestruturas, e que um tipo de infraestrutura pode estar em vários terrenos esta-se perante uma ligação muitos para muitos, o que obriga à existência de uma terceira tabela de nome “InfraestruturasTerreno” para registar as infraestruturas que cada terreno contém. Esta tabela apresenta a seguinte estrutura:

- InfraestruturasTerreno (nome_infra(fk), descricao, identificacao(fk));

Sendo composta por três atributos:

- “nome_infra”, proveniente da tabela “Infraestruturas” indica o tipo de infraestrutura existente, como por exemplo, um edifício;
- “descricao”, é um atributo que permite dar uma pequena descrição da infraestrutura, como por exemplo, edifício com 50m2;
- “identificacao”, proveniente da tabela “Terreno”, indica qual o terreno em que a infraestrutura esta localizada.

As chaves primárias desta tabela são os atributos “nome_infra” e “identificacao”. Assim um terreno pode ter várias infraestruturas de tipos diferentes, e um tipo de infraestrutura pode existir em vários terrenos, por exemplo uma infraestrutura do tipo “edifício” pode existir em dois terrenos, sendo que neste caso existem dois edifícios.

Relação entre terreno, sementeira e cultura

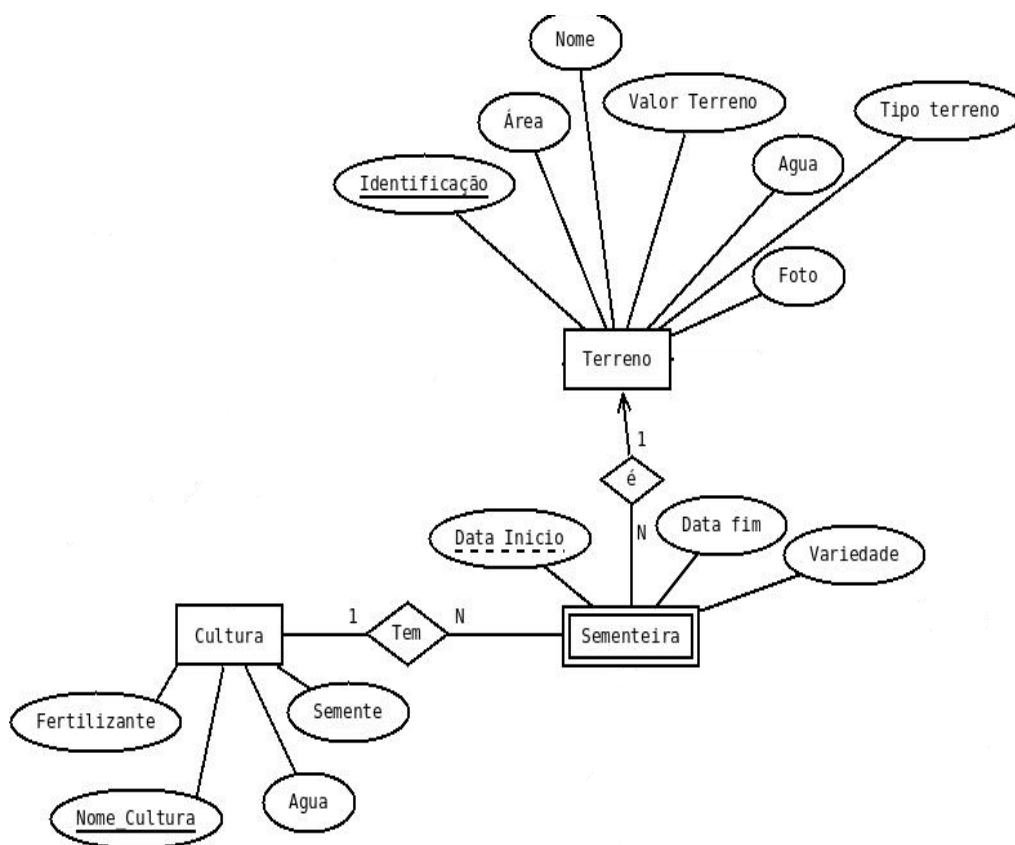


Figura 3.5: Relação entre terreno, sementeira e cultura

Na Fig. 3.5 é possível visualizar a relação entre uma sementeira, um terreno e uma cultura. Uma sementeira necessita de três elementos, que são um terreno, uma cultura e uma data. Uma vez que “Sementeira” não apresenta nenhum atributo que, sozinho, possa ser chave

primária, torna-se uma entidade fraca e necessita de uma entidade forte, neste caso a entidade “Terreno”. A tabela “Sementeira” é constituída da seguinte forma:

- Sementeira (identificacao(fk), dataInicio, dataFim, variedade, cultura(fk));

Os seus atributos são:

- “identificacao”, proveniente da entidade “Terreno”, e serve para identificar qual o terreno em que a sementeira está a decorrer;
- “dataInicio”, refere-se à data em que se iniciou a sementeira num determinado terreno;
- “dataFim”, refere-se à data em que a sementeira terminou, deixando o terreno livre para receber uma nova sementeira;
- “variedade”, atributo relevante para culturas que possam ter várias variedades como por exemplo, a cultura “trigo” pode ter uma variedade com melhor produção de grão, outra com melhor produção de palha e outra que serve de intermédio entre grão e palha;
- “cultura”, proveniente da entidade “Cultura”, e serve para identificar qual a cultura associada a uma sementeira.

As chaves primárias desta entidade são “identificacao” e “dataInicio”. Uma vez que uma sementeira só ocorre num terreno está-se na presença de uma ligação de uma para muitos, em que um terreno pode ter várias sementeiras ao longo do tempo, mas nunca duas em simultâneo e uma sementeira está associada apenas a um terreno, sendo que um terreno só volta a estar livre para receber uma nova sementeira quando o atributo “dataFim” for preenchido. O mesmo acontece na ligação entre “sementeira” e “cultura”, pois uma cultura pode estar presente em várias sementeiras, mas uma sementeira é sempre constituída uma única cultura.

Relação entre operações, operaçõesTerreno e sementeira

Na Fig. 3.6 é possível visualizar as relações entre “Operações” e “OperaçõesTerreno” e entre “Sementeira” e “OperaçõesTerreno”. A entidade “Operações” apresenta o seguinte formato:

- Operações (nome_operacao);

Esta entidade é semelhante à entidade “Infraestruturas”, referida na Fig. 3.4, servindo apenas para indicar os tipos de operações que se podem realizar, como por exemplo, semear ou colher. A entidade “OperacoesTerreno” tem como função associar uma operação a uma sementeira, e apresenta a seguinte estrutura:

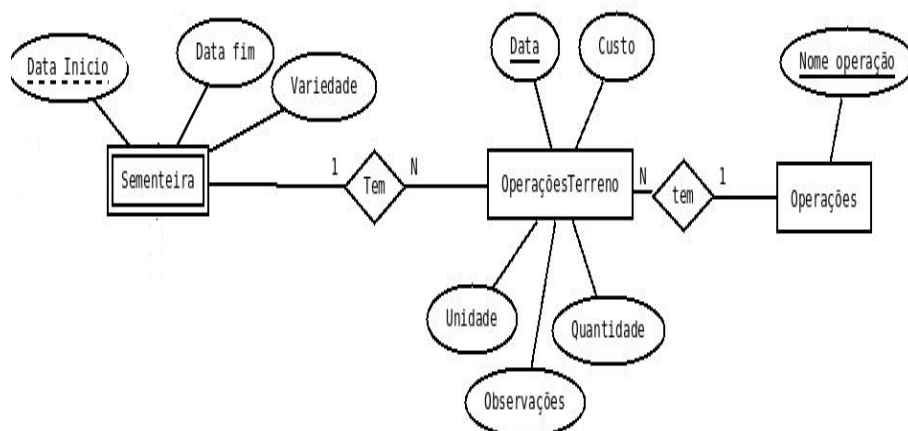


Figura 3.6: Relação entre operações, operaçõesTerreno e sementeira

- OperaçõesTerreno(nome_operacao(fk), data, identificacao(fk), custo, quantidade, unidade, observacoes);

Em termos de ligações, uma sementeira pode ter várias operações associadas pelo que estase na presença de uma ligação um para muitos entre “Sementeira” e “OperacoesTerreno.” No caso de “Operacoes” com “OperacoesTerreno” a ligação também é de um para muitos, pois um tipo de operação pode ser associada várias vezes à mesma sementeira. Em termos de atributos, a entidade “OperacoesTerreno” apresenta a seguinte estrutura:

- “nome_operacao”, proveniente da entidade “Operacoes”, serve para indicar qual a operação realizada;
- “data”, indica quando é que a operação foi realizada;
- “identificacao”, proveniente da entidade “Sementeira”, indica em que terreno/sementeira foi realizada a operação;
- “custo”, informação sobre o custo da operação;
- “quantidade”, quantidade de produto obtido ou gasto conforme o tipo de operação, por exemplo, a operação “fertilizar” irá ter associado um gasto de um certo número de kg de fertilizante, enquanto que a operação “colher” numa sementeira de trigo irá ter associado a obtenção de um certo número de kg de trigo.
- “unidade”, associado ao atributo “quantidade”, refere-se por exemplo a kg/hectare.
- “observacoes”, atributo destinado a algumas informações adicionais que se pretendam guardar.

Como chaves primárias, a entidade “Operacoesterreno” apresenta os atributos “nome_operacao”, “data”, “identificacao”. Deste modo é possível que uma sementeira tenha várias operações do mesmo tipo, desde que sejam em datas diferentes.

Relação entre sementeira e venda

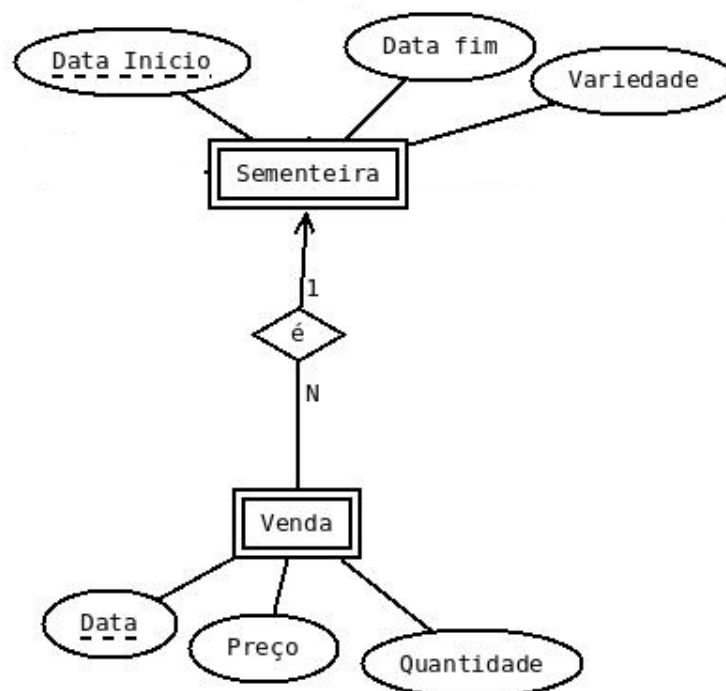


Figura 3.7: Relação entre sementeira e venda

Na Fig. 3.7 é possível visualizar a relação entre a entidade “Sementeira” e a entidade “Venda”. A entidade “Venda” apresenta a seguinte estrutura:

- Venda (identificacao(fk), data, preco, cultura(fk), quantidade);

Uma vez que a entidade “Venda” não apresenta nenhum atributo capaz de ser chave primária, torna-se uma entidade fraca e necessita de um atributo da entidade “Sementeira” para chave primária. Os atributos da entidade “Venda” são:

- “identificacao”, proveniente da entidade “Sementeira”, tem como objetivo identificar a que sementeira pertence a venda;
- “data”, indicação de quando se realizou a venda;
- “preco”, preço da venda, em €/tonelada;
- “cultura”, proveniente da entidade “Sementeira”, tem como objetivo identificar a cultura de cada venda;

- “quantidade”, quantidade de produto vendida, em toneladas.

Esta entidade apresenta os seguintes atributos como chaves primárias, “identificacao” e “data”. Deste modo é possível ter várias vendas referentes a uma sementeira, desde que não se realizem na mesma data. Em termos de ligações, estamos na presença de uma ligação um para muitos entre “Sementeira” e “Venda”, pois uma sementeira pode ter várias vendas, mas uma venda só é referente a uma sementeira.

Capítulo 4

Aprendizagem

4.1 Descrição do problema

A agricultura, tal como os restantes setores de atividade, atravessa um período de dificuldades. Os custos de produção aumentam a cada ano e no entanto os preços no produtor não sofrem alterações, ou quando sofrem são residuais. Dado este problema, o agricultor atual tem de fazer escolhas, de modo a reduzir ao máximo os custos de produção, obtendo a melhor produção possível e o melhor preço de venda para conseguir obter lucro. O tempo em que bastava lançar umas sementes ao solo, colocar um pouco de fertilizante e obter lucro já passou e provavelmente não vai regressar. Ao deparar-se com os custos com fertilizante e irrigação cada vez mais elevados, um agricultor pode chegar à conclusão que no seu caso é preferível utilizar menos fertilizante, obtendo assim um decréscimo na produção, mas dado o capital investido obter um retorno maior ou vice-versa. Ao analisar as produções, a quantidade de fertilizante e o tipo de rega utilizado nos anos anteriores, é possível criar um sistema que seja capaz de por um lado indicar qual a produção esperada dado o tipo de rega e quantidade de fertilizante utilizada e por outro quanto se vai ganhar (ou perder) tendo em conta os custos e a produção esperada. Por vezes é mais rentável aplicar menos fertilizante e por exemplo, rega por gravidade, obtendo deste modo produções mais baixas e no entanto obter um lucro superior ao que teria se por exemplo, aplicasse o dobro do fertilizante, com o mesmo tipo de rega.

Resumindo, pretende-se:

- Prever a produção dado o tipo de rega e a quantidade de fertilizante;
- Prever o lucro tendo em conta a produção esperada e os custos de fertilizante e de rega para obter essa produção.

4.2 Abordagem utilizada

Para resolver os problemas indicados anteriormente utilizam-se duas técnicas, uma rede de *bayes* e uma árvore de decisão.

A rede de *bayes* foi desenvolvida utilizando o *software GeNIe 2.0* e pretende dar resposta à questão: quanto se ganha ao aplicar um determinado tipo de rega e uma determinada quantidade de fertilizante? A árvore de decisão foi desenvolvida utilizando o *software weka*, recorrendo ao algoritmo *J48* e pretende dar resposta à questão: que produção se pode esperar tendo em conta o tipo de rega e a quantidade de fertilizante utilizada?

4.2.1 Dados

Os dados utilizados para criar a árvore de decisão e a rede de *bayes* referem-se à cultura do milho, em 5 terrenos, durante um período de 10 anos (de 2001 até 2010), perfazendo um total de 50 amostras, que foram recolhidos numa exploração localizada no concelho da Chamusca, distrito de Santarém .

Os dados foram obtidos utilizando a seguinte *query* à base de dados:

```
Select T.identificacao, I.Nome_infra, Year(S.Data_fim), O.Quantidade as Fertilizante, (select Quantidade from OperacoesTerreno O where S.Identificacao = O.Identificacao and Year(S.Data_fim) = Year(O.Data) and Nome_operacao = "Colher") as Producao from Terreno T, InfraestruturasTerreno I, Sementeira S, OperacoesTerreno O where I.identificacao = T.identificacao and T.identificacao = S.identificacao and O.Identificacao = S.Identificacao and Year(S.Data_Fim) = Year(O.Data) and O.Nome_operacao = "Fertilizar" and S.Cultura = "milho"
```

Os dados iniciais estão representados na Tabela 4.1.

4.2.2 Rede de bayes

A rede de *bayes* foi criada utilizando 7 nós, sendo 4 do tipo possibilidade, 2 do tipo ação e 1 do tipo utilidade. Os nós do tipo possibilidade são:

1. Terreno: indica os terrenos existentes e a probabilidade associada a cada um deles;
2. Fertilizante: indica as diferentes quantidades de fertilizante que se podem aplicar e a probabilidade associada a cada uma delas;
3. Tipo rega: indica os tipos de rega existentes e a probabilidade associada a cada um;
4. Produção: é influenciada pelos nós anteriores e indica os diferentes níveis de produção, e as probabilidades de ocorrência tendo em conta o tipo de rega, o terreno e o fertilizante.

Todos os dados presentes nos nós acima referidos são do tipo nominal.

Os nós do tipo ação são:

| Terreno | Tipo Rega | Fertilizante | Produção | Ano |
|---------|-----------|--------------|----------|-----|
| 47 | Gravidade | 380 | 6,46 | 1 |
| 49 | Pivot | 380 | 13,93 | 1 |
| 44 | Cobertura | 380 | 11,85 | 1 |
| 34 | Pivot | 380 | 14,64 | 1 |
| 35 | Gravidade | 380 | 8,69 | 1 |
| 47 | Gravidade | 400 | 8,46 | 2 |
| 49 | Pivot | 400 | 14,6 | 2 |
| 44 | Cobertura | 400 | 12,64 | 2 |
| 34 | Pivot | 380 | 14,29 | 2 |
| 35 | Gravidade | 400 | 9,25 | 2 |
| 47 | Gravidade | 410 | 8,57 | 3 |
| 49 | Pivot | 400 | 11,72 | 3 |
| 44 | Cobertura | 400 | 8,91 | 3 |
| 34 | Pivot | 400 | 14,5 | 3 |
| 35 | Gravidade | 400 | 8,04 | 3 |
| 47 | Gravidade | 410 | 7,05 | 4 |
| 49 | Pivot | 415 | 13,86 | 4 |
| 44 | Cobertura | 420 | 12,11 | 4 |
| 34 | Pivot | 400 | 13,27 | 4 |
| 35 | Gravidade | 450 | 12,2 | 4 |
| 47 | Gravidade | 450 | 9,37 | 5 |
| 49 | Pivot | 415 | 13,89 | 5 |
| 44 | Cobertura | 420 | 11,18 | 5 |
| 34 | Pivot | 405 | 10,95 | 5 |
| 35 | Gravidade | 425 | 10,39 | 5 |
| 47 | Gravidade | 500 | 11,91 | 6 |
| 49 | Pivot | 450 | 14,76 | 6 |
| 44 | Cobertura | 500 | 13,25 | 6 |
| 34 | Pivot | 500 | 14,82 | 6 |
| 35 | Gravidade | 450 | 10,64 | 6 |
| 47 | Gravidade | 350 | 7,31 | 7 |
| 49 | Pivot | 450 | 14,03 | 7 |
| 44 | Cobertura | 500 | 13,11 | 7 |
| 34 | Pivot | 500 | 13,79 | 7 |
| 35 | Gravidade | 450 | 7,52 | 7 |
| 47 | Gravidade | 400 | 10,28 | 8 |
| 49 | Pivot | 400 | 13,32 | 8 |
| 44 | Cobertura | 400 | 11,32 | 8 |
| 34 | Pivot | 400 | 15,01 | 8 |
| 35 | Gravidade | 400 | 11,05 | 8 |
| 47 | Gravidade | 450 | 11,75 | 9 |
| 49 | Pivot | 450 | 13,14 | 9 |
| 44 | Cobertura | 450 | 13,53 | 9 |
| 34 | Pivot | 450 | 14,35 | 9 |
| 35 | Gravidade | 450 | 12,93 | 9 |
| 47 | Gravidade | 450 | 11,74 | 10 |
| 49 | Pivot | 450 | 14,35 | 10 |
| 44 | Cobertura | 450 | 13,04 | 10 |
| 34 | Pivot | 450 | 15,01 | 10 |
| 35 | Gravidade | 450 | 12,93 | 10 |

Tabela 4.1: Dados iniciais

1. Escolher fertilizante: como o nome indica neste nó estão as diferentes quantidades de fertilizante que se podem aplicar. Este nó é influenciado pelo nó Fertilizante;
2. Escolher rega: como o nome indica neste nó estão os diferentes tipos de rega que se podem utilizar, sendo este nó influenciado pelo nó Tipo rega.

O nó referente à utilidade, é influenciado pelos nós produção, escolher fertilizante e escolher rega, e indica a quantidade monetária que se vai ganhar tendo em conta a produção, o fertilizante e tipo de rega utilizado. Para chegar a valores de utilidade utilizaram-se as seguintes formulas:

1. Utilidade= "valorProdução-"custoFertilizante-"custoRega";
2. "ValorProdução"=produção*preço;
3. "CustoFertilizante"= "quantidadeFertilizante"*preço;
4. "CustoRega"="valorInstalação"+"custoUtilização".

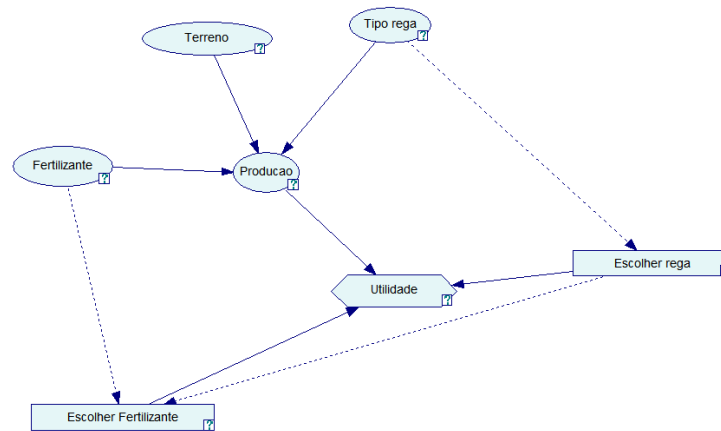


Figura 4.1: Rede bayes

Para se utilizar os dados anteriormente referidos, foi necessário proceder a algumas alterações, nomeadamente passar os dados das colunas "Fertilizante" e "Produção" de contínuo para discreto, sendo que os dados ficaram com a seguinte estrutura:

- Fertilizante:

1. 350: para valores até 374;
2. 400: para valores de 375 até 424;
3. 450: para valores de 425 até 474;
4. 500: para valores superiores a 475.

- Produção:

1. 6: para valores até 6.99;
2. 8: para valores de 7 até 8.99;
3. 10: para valores de 9 até 10.99;
4. 12: para valores de 11 até 12.99;
5. 14: para valores de 13 até 14.99;
6. 16: para valores superiores a 15.

4.2.3 Árvore de decisão

Para criar a árvore de decisão, utilizou-se o conjunto de dados originais, sendo os atributos "Fertilizante" e "Produção" do tipo numérico e os atributos, "Terreno", "Tipo rega" e

| Terreno | Probabilidade |
|---------|---------------|
| T47 | 0.206 |
| T49 | 0.206 |
| T44 | 0.196 |
| T34 | 0.196 |
| T35 | 0.196 |

Tabela 4.2: Probabilidades dos terrenos.

| Tipo rega | Probabilidade |
|-----------|---------------|
| Gravidade | 0.402 |
| Cobertura | 0.198 |
| Pivot | 0.400 |

Tabela 4.3: Probabilidades dos tipos de rega.

”Ano” do tipo nominal. Para obter a árvore de decisão utilizou-se o algoritmo ”J48” e *cross-validation 10 folds*, no entanto foi necessário aplicar o filtro *NumerictoNominal*[30] para transformar os dados numéricos para nominais, resultando na árvore representada pela Fig. 4.2. A árvore de decisão está também representada com mais detalhe nas Fig. 4.3 e 4.4.

4.3 Resultados

Os resultados seguidamente apresentados apresentam algumas limitações, pois o conjunto de dados é de reduzida dimensão.

4.3.1 Resultados Rede de *Bayes*

Utilizando os dados referidos anteriormente, obtiveram-se as seguintes probabilidades de ocorrência para cada nó:

1. Terreno: ver tabela 4.2;
2. Tipo rega: ver tabela 4.2;
3. Fertilizante: ver tabela 4.4;
4. Produção: ver tabela 4.5.

Na tabela 4.5 é possível ver as probabilidades de ocorrência de cada produção, no entanto, e uma vez que a tabela original é demasiado extensa foram deixados de fora os campos cujas probabilidades eram igual a 0 ou que tinham o valor dado por defeito pelo *weka*.

No caso das utilidades, estas foram calculadas utilizando as formulas referidas em 4.2.2,

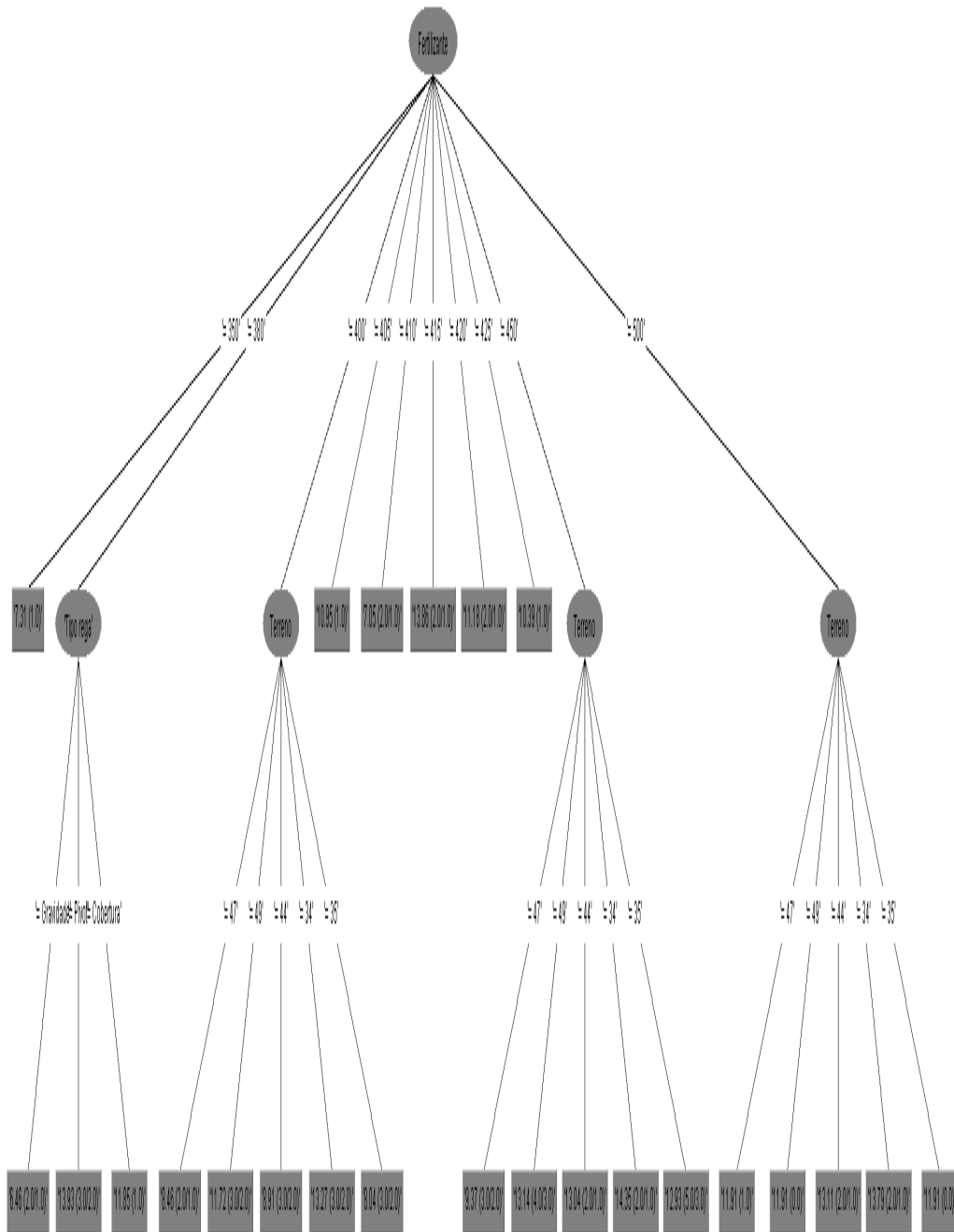


Figura 4.2: Árvore de decisão que relaciona quantidade de fertilizante e produção.

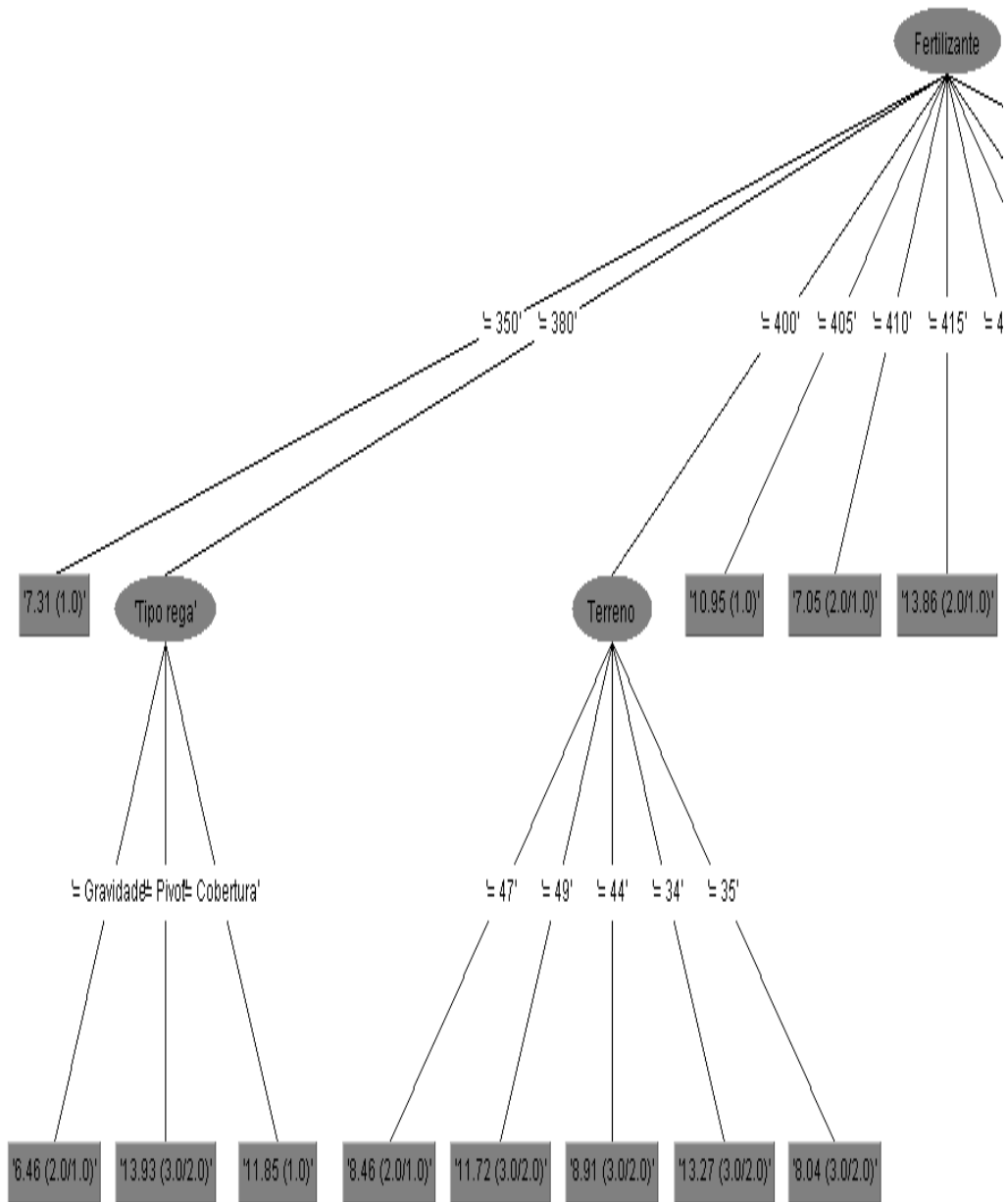


Figura 4.3: Lado esquerdo da árvore decisão com mais detalhe

| Fertilizante | Probabilidade |
|--------------|---------------|
| F350 | 0.029 |
| F400 | 0.539 |
| F450 | 0.333 |
| F500 | 0.098 |

Tabela 4.4: Probabilidades das quantidades de fertilizantes

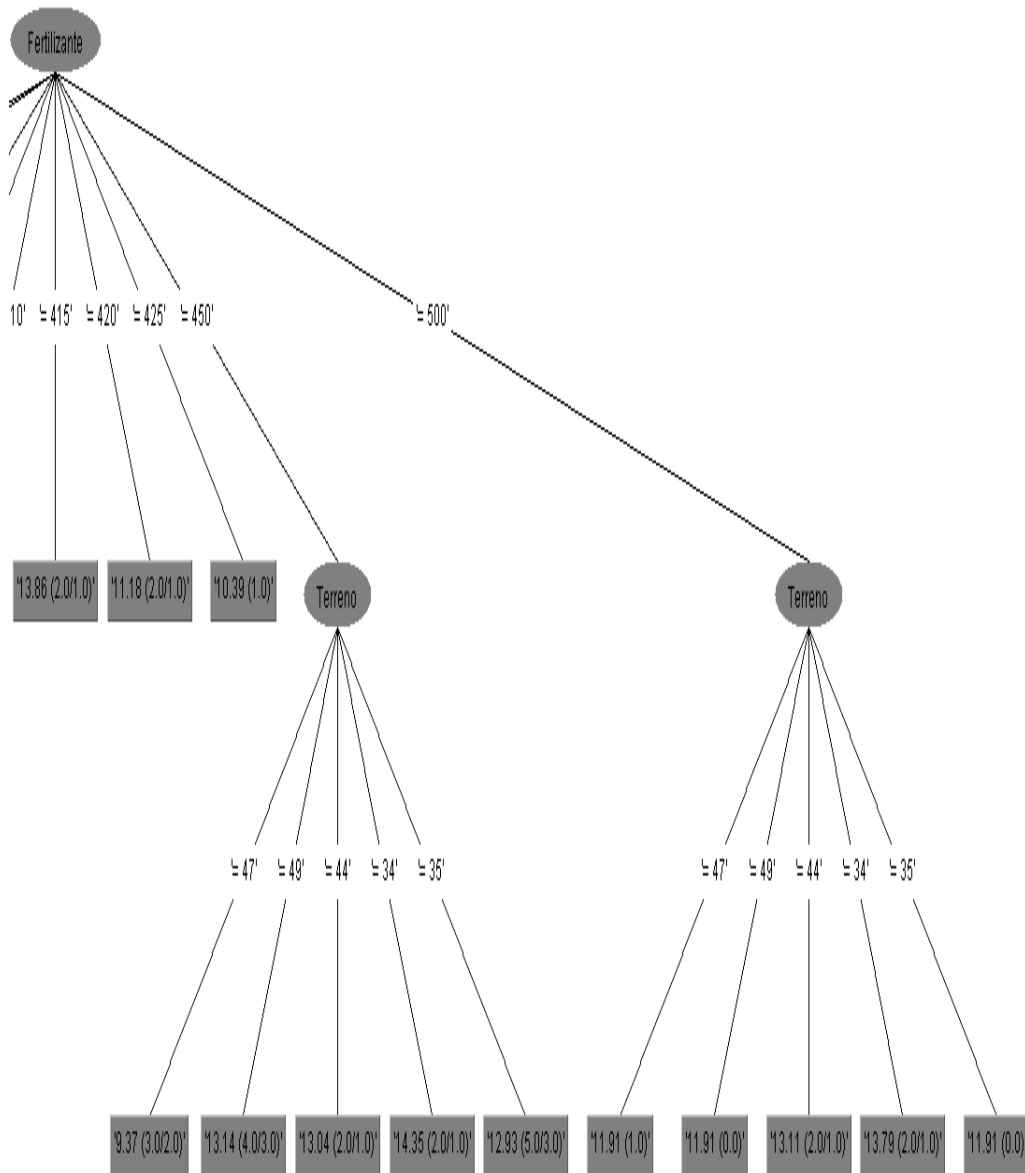


Figura 4.4: Lado direito da árvore decisão com mais detalhe

| Tipo rega | Gravidade | | | | | | Cobertura | | | | Pivot | | | | |
|--------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Terreno | T47 | | | T35 | | | T44 | | | T49 | | T34 | | | |
| Fertilizante | F350 | F400 | F450 | F500 | F400 | F450 | F400 | F450 | F500 | F400 | F450 | F400 | F450 | F500 | |
| Produção | P6 | 0,250 | 0,250 | 0,125 | 0,250 | 0,100 | 0,071 | 0,071 | 0,167 | 0,167 | 0,071 | 0,100 | 0,071 | 0,167 | 0,167 |
| | P8 | 0,750 | 0,583 | 0,125 | 0,250 | 0,500 | 0,214 | 0,214 | 0,167 | 0,167 | 0,071 | 0,100 | 0,071 | 0,167 | 0,167 |
| | P10 | - | 0,167 | 0,250 | - | 0,200 | 0,286 | - | - | - | - | - | 0,143 | - | - |
| | P12 | - | - | 0,500 | 0,500 | 0,200 | 0,429 | 0,714 | - | - | 0,143 | - | - | - | - |
| | P14 | - | - | - | - | - | - | - | 0,667 | 0,667 | 0,714 | 0,800 | 0,571 | 0,333 | 0,667 |
| P16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,143 | 0,333 | - | |

Tabela 4.5: Tabela com probabilidades das produções

| | |
|--------------------------|------|
| Preço fertilizante(€/kg) | 0.43 |
| Preço venda (€/ton) | 200 |

Tabela 4.6: Valores de referência para fertilizante e venda

e estão presentes na tabela 4.8. Para se chegar a estes valores utilizaram-se como valores de referência os valores presentes nas tabelas 4.6 e 4.7.

É possível verificar que o tipo de rega "Gravidade" é o que obtêm maiores utilidades, no entanto com este tipo de rega não se conseguem obter produções muito altas. O caso oposto ocorre com o tipo de rega "Pivot", que obtêm utilidades menores (chegam a ser negativas no caso das produções mais baixas), mas com este tipo de rega existem maiores possibilidades de obter produções altas. No meio, fica o tipo de rega "Cobertura" que obtêm valores de utilidade médios e produções médias. O ideal seria ter elevadas produções utilizando o tipo de rega "Gravidade", mas uma vez que este tipo de rega é pouco eficiente em termos de utilização de água não se conseguem obter produções tão elevadas quanto as que se conseguem com sistemas de rega mais eficientes.

4.3.2 Árvore de decisão

A árvore de decisão resultante da aplicação do algoritmo J48, representada na Fig. 4.2, dá a indicação da produção que se pode esperar tendo em conta a quantidade de fertilizante utilizada, sendo que em alguns casos com a mesma quantidade de fertilizante se podem obter produções diferentes, consoante o tipo de rega ou o terreno utilizado.

Ao juntar os dois sistemas (árvore de decisão e rede de *bayes*) é possível saber quanto se vai ganhar ou perder, pois pode-se utilizar a árvore de decisão com as utilidades da rede de *bayes*.

Na Fig. 4.5 é possível visualizar a relação entre a produção e a quantidade de fertilizante utilizada. Em regra geral, quanto maior a quantidade de fertilizante, maior a produção e vice-versa. Na Fig. 4.6 é possível visualizar a relação entre o tipo de rega e a produção,

| Tipo rega | Instalação(€/hectare) | Utilização(€/hectare) |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| Gravidade | 200 | 0 |
| Cobertura | 200 | 600 |
| Pivot | 500 | 750 |

Tabela 4.7: Valores de referência para instalação e utilização de equipamentos de rega

| Produção | 6 | | | 8 | | | 10 | | | 12 | | | 14 | | | 16 | | | |
|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Tipo de rega | gravidade | cobertura | pivot | gravidade | cobertura | pivot | gravidade | cobertura | pivot | gravidade | cobertura | pivot | gravidade | cobertura | pivot | gravidade | cobertura | pivot | |
| Fertilizante | 350 | 850,16 € | 250,16 € | -199,84 € | 1 250,16 € | 650,16 € | 200,16 € | 1 650,16 € | 1 050,16 € | 600,16 € | 2 050,16 € | 1 450,16 € | 1 000,16 € | 2 450,16 € | 1 850,16 € | 1 400,16 € | 2 850,16 € | 2 250,16 € | 1 800,16 € |
| | 400 | 828,75 € | 228,75 € | -221,25 € | 1 228,75 € | 628,75 € | 178,75 € | 1 628,75 € | 1 028,75 € | 578,75 € | 2 028,75 € | 1 428,75 € | 978,75 € | 2 428,75 € | 1 828,75 € | 1 378,75 € | 2 828,75 € | 2 228,75 € | 1 778,75 € |
| | 450 | 807,34 € | 207,34 € | -242,66 € | 1 207,34 € | 607,34 € | 157,34 € | 1 607,34 € | 1 007,34 € | 557,34 € | 2 007,34 € | 1 407,34 € | 957,34 € | 2 407,34 € | 1 807,34 € | 1 357,34 € | 2 807,34 € | 2 207,34 € | 1 757,34 € |
| | 500 | 785,94 € | 185,94 € | -264,06 € | 1 185,94 € | 585,94 € | 135,94 € | 1 585,94 € | 985,94 € | 535,94 € | 1 985,94 € | 1 385,94 € | 935,94 € | 2 385,94 € | 1 785,94 € | 1 335,94 € | 2 785,94 € | 2 185,94 € | 1 735,94 € |

Tabela 4.8: Utilidade(em euros) para cada produção tendo em conta o fertilizante e tipo de rega



Figura 4.5: Relação entre produção e fertilizante

sendo que os tipos de rega estão pela seguinte ordem, gravidade, pivot e cobertura. Da análise da Fig. é possível perceber que o tipo de rega por pivot é o que obtêm melhores produções, sendo o tipo de rega por gravidade o que apresenta produções mais baixas.

4.4 Casos de uso

Para melhor demonstrar a utilidade destes sistemas, são apresentados alguns casos de uso. Em cada caso apresenta-se os resultados obtidos utilizando a rede de *bayes* e a árvore de decisão.



Figura 4.6: Relação entre produção e tipo de rega

4.4.1 Caso de uso nº1

O agricultor João tem um terreno, onde pretende cultivar milho e quer colocar apenas 380kg de fertilizante por hectare. Uma vez que o terreno em questão não tem nenhum sistema de rega, ele quer saber qual o sistema de rega que lhe vai proporcionar maior lucro. Assim e consultado a árvore de decisão, presente na Fig. 4.2, conclui-se que com 380kg de fertilizante as produções esperadas são:

1. tipo de rega "Gravidade": 6.46 ton/hec;
2. tipo de rega "Cobertura": 11.85 ton/hec;
3. tipo de rega "Pivot": 13.93 ton/hec.

Sabendo as produções utiliza-se a rede de *bayes*, para efetuar a previsão do lucro esperado:

1. tipo de rega "Gravidade": 828.75 €;
2. tipo de rega "Cobertura": 1428.65 €;
3. tipo de rega "Pivot": 1378.25 €.

Com os resultados apresentados anteriormente, pode-se concluir que a melhor opção é escolher o tipo de rega "Cobertura". Este exemplo mostra que, por vezes é possível

obter maiores margens de lucro com produções menores, do que aquelas que se conseguem obtendo produções mais elevadas.

4.4.2 Caso de uso nº2

O agricultor João impressionado com o desempenho do sistema no ano anterior, voltou a utiliza-lo, desta vez para saber se era preferível reduzir os custos ao aplicar só 350kg de fertilizante ou se era melhor aplicar 405 kg, aumentando assim os custos e possivelmente a produção. Mais uma vez, utilizando a árvore de decisão obtêm-se:

1. 350kg de fertilizante: 7.31 ton/hec;
2. 405kg de fertilizante: 10.95 ton/hec;

Neste momento, o agricultor João acha que a melhor opção é aplicar 405kg, pois representa um incremento da produção em 3 toneladas. Mas antes de decidir o agricultor achou melhor confirmar com a rede de decisão, e obteve os seguintes resultados:

1. 350kg de fertilizante e tipo de rega "Gravidade": 1250.16 €;
2. 350kg de fertilizante e tipo de rega "Cobertura": 650.16 €;
3. 350kg de fertilizante e tipo de rega "Pivot": 200.16 €.
4. 405kg de fertilizante e tipo de rega "Gravidade": 1628.75 €;
5. 405kg de fertilizante e tipo de rega "Cobertura": 1028.75 €;
6. 405kg de fertilizante e tipo de rega "Pivot": 578.75 €.

Com estes resultados, é possível verificar que, neste caso, apenas indicar a quantidade de fertilizante não é suficiente, pois o tipo de rega também é importante. Dados os resultados apresentados, o agricultor João escolheu aplicar 405kg de fertilizante e utilizar o tipo de rega "Gravidade".

Capítulo 5

Conclusões e trabalho futuro

Tal como foi dito no início, a agricultura enfrenta a enorme tarefa de produzir cada vez mais utilizando para isso cada vez menos recursos. Os *softwares* de gestão podem ajudar nessa tarefa, pois permitem saber em tempo real o que se passa, e permitem verificar o que foi feito de errado no passado para que esses erros não se voltem a repetir.

A nível nacional existem duas empresas com aplicações nesta área, pelo que se pode dizer que os portugueses começam a olhar para a agricultura como uma atividade cada vez mais interessante e com "brinquedos" de vários milhares de euros. Inclusive, as marcas de equipamentos para a agricultura começam cada vez mais a desenvolver os seus próprios *softwares* de gestão e a permitir que estes recolham automaticamente dados das máquinas enquanto estas operam nos terrenos, pois assim criam uma vantagem para os seus clientes. Uma das aplicações mais interessante é *FarmLogs*, pois apresenta uma *interface* simples e intuitiva, ainda que apresente o inconveniente de algumas funcionalidades só estarem disponíveis nos Estados Unidos da América.

Em relação às soluções apresentadas para os problemas de prever as produtividades e os lucros, estas sofrem de algumas limitações, pois o conjunto de dados é de reduzida dimensão, e servem apenas para efetuar previsões para uma cultura, neste caso o milho. Como trabalho futuro, poderia-se recolher mais dados de modo a obter melhores previsões, e também recolher dados de outras culturas. Também se pode considerar adicionar mais módulos à aplicação, ou seja, em vez de ser só para culturas, podia ser possível adicionar um módulo para a gestão dos equipamentos (tratores e alfaías) ou então para a gestão do efetivo animal. Esta parte seria interessante, pois normalmente as explorações agrícolas conjugam duas atividades, por exemplo quem tem animais também tem culturas, mas quem tem culturas também pode ter equipamentos. Deste modo, com uma única aplicação podia ser feita a gestão de uma exploração agrícola, que estivesse presente em duas áreas, ao invés de ter uma aplicação para cada área.

Bibliografia

- [1] Agricostos. Agricostos. <http://goo.gl/p5PQDx>. Acedido a 23 de Outubro de 2013.
- [2] AgroGestão. Agrogestão - gama agro-industrial. <http://goo.gl/v99Bcm>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [3] AgroGestão. Agrogestão: Gama zootécnica. <http://goo.gl/JnxAtf>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [4] AgroGestão. Agrogestão produção - gestão de actividades produtivas. <http://goo.gl/HSPoY7>. Acedido a 23 de Outubro de 2013.
- [5] AgroGestão. Clientes agrogestão. <http://goo.gl/izFs4v>. Acedido a 23 de Agosto de 2014.
- [6] AgroGestão. Zoogestão - gestão de efetivos pecuários. <http://goo.gl/X48NAJ>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [7] AgroGestão. Zoogestão - gestão de equinos. <http://goo.gl/Bl6TFw>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [8] AgroGestão. Zoogestão - leilões. <http://goo.gl/H5nSbg>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [9] AgroGestão. Zoogestão - registo zootécnico. <http://goo.gl/RUCoUu>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [10] M Bohanec and V Rajkovic. Knowledge acquisition and explanation for multi-attribute decision making. In *8th Intl Workshop on Expert Systems and their Applications*, pages 59–78, 1988.
- [11] Marko Bohanec. Car evaluation data set. <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Car+Evaluation>. Acedido a 9 de Setembro de 2014.

- [12] Jie Cheng and Russell Greiner. Comparing bayesian network classifiers. In *UAI*, page 101, 1999.
- [13] John Deere. Apex - software de gerenciamento agrícola. <http://goo.gl/9XPYA>. Acedido a 23 de Outubro de 2013.
- [14] FAO. Farm management for asia: a systems approach. <http://www.fao.org/docrep/w7365e/w7365e05.htm>. Acedido a 9 de Setembro de 2014.
- [15] FarmLogs. Information managemnent solutions - mapping. <http://goo.gl/6GR98>. Acedido a 23 de Outubro de 2013.
- [16] Dee Goerge. Farm management simplified. <http://goo.gl/LnHhaU>. Acedido a 14 de Novembro de 2013.
- [17] Peter Hayman. Decision support systems in australian dryland farming: A promising past, a disappointing present and uncertain future.
- [18] Hidrosoph. Irristrat. <http://goo.gl/TJDO75>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [19] Hidrosoph. Sarmt irrigation in a box. <http://goo.gl/NV6EhN>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [20] IFAP. Definições. <http://goo.gl/D9axvm>. Acedido a 21 de Outubro de 2013.
- [21] INE. Explorações agrícolas com culturas permanentes. <http://goo.gl/vzZ6Zi>. Acedido a 21 de Outubro de 2013.
- [22] Nikunj C Oza and Stuart J Russell. Experimental comparisons of online and batch versions of bagging and boosting. In *KDD*, page 359, 2001.
- [23] PORDATA. Explorações agrícolas e superfície agrícola utilizada em portugal. <http://goo.gl/h7MrEg>. Acedido a 21 de Outubro de 2013.
- [24] Ruralbit. Aplicações online. <http://goo.gl/DXynNL>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [25] Ruralbit. e-explorações. <http://goo.gl/2YQS7D>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [26] Ruralbit. Genpro online. <http://goo.gl/upRblP>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [27] Ruralbit. Lab online. <http://goo.gl/wwLE92>. Acedido a 20 de Agosto de 2014.
- [28] Softimbra. Softimbra - agroinformática. <http://goo.gl/btHITs>. Acedido a 23 de Outubro de 2013.
- [29] Peter J Tan and David L Dowe. Mml inference of decision graphs with multi-way joins and dynamic attributes. In *Australian Conference on Artificial Intelligence*, page 269, 2003.

- [30] Weka. Class numerictonominal. <http://weka.sourceforge.net/doc.dev/weka/filters/unsupervised/attribu>
Acedido a 9 de Setembro de 2014.
- [31] Farm Works. Information managemment solutions - mapping. <http://goo.gl/ydh0Rb>.
Acedido a 23 de Outubro de 2013.

Anexos

Anexo A

Anexo 1

Neste anexo estão presentes as *screens* das funcionalidades da aplicação.



The screenshot shows a web application interface for the University of Évora. At the top left is the university's logo and name. A navigation menu includes 'Início', 'Terreno', 'Cultura', 'Rotação', 'Infraestruturas', 'Operações', 'Sementeira', 'Venda', 'Custos', and 'Estatísticas'. The main content area is titled 'Inserir novo terreno' and contains a form with the following fields: 'Identificação' (text input), 'Nome' (text input), 'Área' (text input), 'Valor do terreno' (text input), 'Fonte de água' (checkbox), 'Tipo de terreno' (text input), and 'Foto:' (file upload button labeled 'Browse...' with the text 'No file selected.'). An 'Adicionar' button is located at the bottom of the form.

Figura A.1: Adicionar novo terreno



Figura A.2: Terrenos existentes

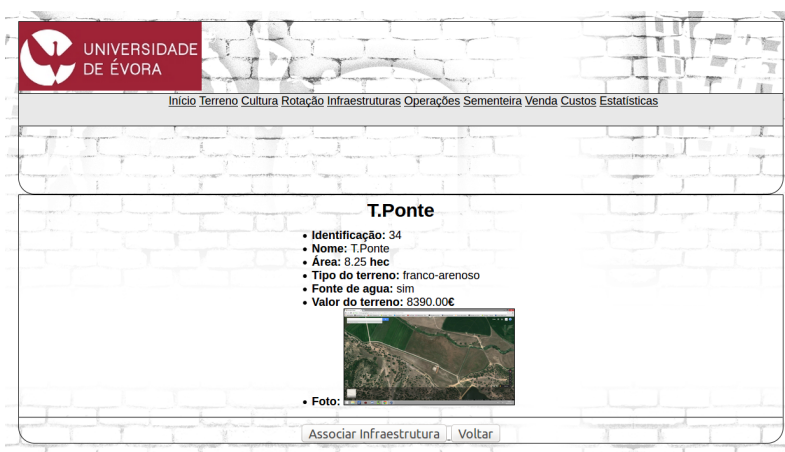


Figura A.3: Dados de um terreno



Figura A.4: Adicionar nova cultura



Figura A.5: Culturas existentes

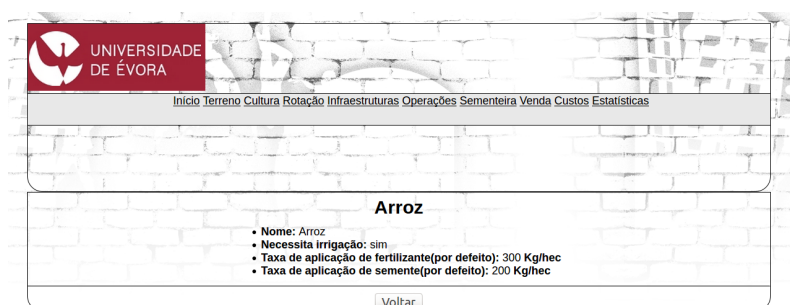


Figura A.6: Dados de uma cultura

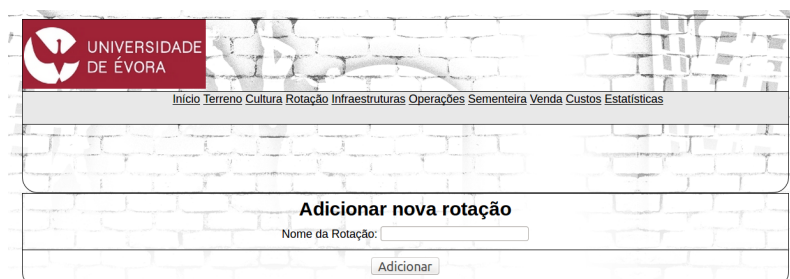


Figura A.7: Adicionar nova rotação



Figura A.8: Rotações existentes

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Adicionar nova cultura

Nome da cultura:

Ordem:

Figura A.9: Associar uma cultura a uma rotação

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Associar novo terreno

Nome do terreno:

Data(AAAA-MM-DD):

Figura A.10: Associar um terreno a uma rotação

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Terrenos com a rotação CashCrop

- T.Ponte
- Ativa desde: 2014-05-28

Figura A.11: Terrenos com uma determinada rotação

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

CashCrop

- Nome: milho Ordem: 1
- Nome: Arroz Ordem: 2

[Adicionar nova cultura](#) | [Associar Terreno](#) | [Ver terrenos com esta rotação](#) | [Voltar](#)

Figura A.12: Culturas de uma rotação

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Inserir nova infraestrutura

Nome da infraestrutura

Adicionar

Figura A.13: Adicionar nova infraestrutura

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Infraestruturas

Por favor, escolha uma infraestrutura

- [Cobertura](#)
- [Edifício](#)
- [Gravidade](#)
- [Pivot](#)

Adicionar nova infraestrutura

Figura A.14: Infraestruturas existentes

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Associar nova infraestrutura

Infraestrutura:

Descrição:

Associar

Figura A.15: Associar uma infraestrutura a um terreno

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Gravidade

- Terreno nº: 35 Descrição: Sistema de rega
- Terreno nº: 47 Descrição: Sistema de rega

Voltar

Figura A.16: Terrenos com uma determinada infraestrutura

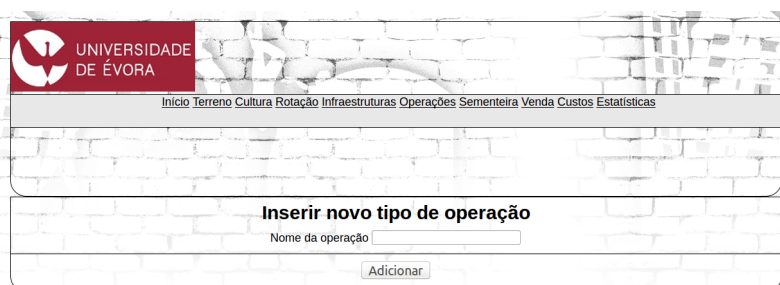


Figura A.17: Adicionar novo tipo de operação



Figura A.18: Tipos de operações existentes

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Iniciar nova sementeira

Nome do terreno:

Nome da cultura:

Variedade:

Data de inicio(AAAA-MM-DD):

Figura A.19: Adicionar nova sementeira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Sementeira

Por favor, escolha uma Sementeira

- T.Ponte / 2014-07-26
- T.Ponte / 2009-04-01
- T.Beterraba / 2009-04-01
- T.Sobreiro / 2009-04-01
- T.Azude / 2009-04-01
- T.Barracao / 2009-04-01
- T.Beterraba / 2008-04-01
- T.Sobreiro / 2008-04-01
- T.Azude / 2008-04-01
- T.Barracao / 2008-04-01
- T.Ponte / 2008-04-01
- T.Sobreiro / 2007-04-01
- T.Azude / 2007-04-01
- T.Barracao / 2007-04-01
- T.Ponte / 2007-04-01
- T.Beterraba / 2007-04-01
- T.Sobreiro / 2006-04-01
- T.Azude / 2006-04-01
- T.Barracao / 2006-04-01
- T.Ponte / 2006-04-01
- T.Beterraba / 2006-04-01
- T.Azude / 2005-04-01
- T.Barracao / 2005-04-01

Figura A.20: Sementeiras existentes

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Sementeira: 34 / 2014-07-26

- Terreno n°: 34
- Data de inicio: 2014-07-26
- Data de fim: Sementeira em curso
- Variedade: palha
- Cultura: aveia

Figura A.21: Dados de uma sementeira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Adicionar nova operação

Nome da operação: Colher -

Data:

Custo:

Quantidade:

Unidade de medida:

Concluir sementeira

Observações:

Adicionar

Figura A.22: Associar uma operação a uma sementeira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Operações

- Nome: Colher Data: 2009-10-18 Custo: 825.00 Quantidade: 15.01 Unidade: Ton/hec Observações:
- Nome: Fertilizar Data: 2009-06-03 Custo: 160.00 Quantidade: 450.00 Unidade: kg/hec Observações:
- Nome: Semear Data: 2009-04-02 Custo: 838.10 Quantidade: 80000.00 Unidade: sementes/hec Observações:
- Nome: Lavrar Data: 2009-04-01 Custo: 825.00 Quantidade: 8.25 Unidade: hectares Observações:

Voltar

Figura A.23: Operações de uma determinada sementeira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Adicionar nova venda

Nome do terreno: T.Beterraba/2014-07-27 / Trigo -

Preço(€/ton)

Quantidade(toneladas)

Data de venda(AAAA-MM-DD):

Adicionar

Figura A.24: Adicionar uma nova venda

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Vendas

Por favor, escolha uma Venda

- T.Barracao / 2014-10-19 / milho
- T.Ponte / 2000-10-19 / milho

Adicionar nova Venda

Figura A.25: Vendas existentes

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Venda: 47 / 2014-10-19

- Terreno nº: 47
- Data: 2014-10-19
- Cultura: milho
- Preço: 256.00 €/Kg
- Quantidade: 85.00 Toneladas

Voltar

Figura A.26: Dados de uma venda

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Custos

Nesta página é possível ter acesso aos custos referentes ao processo produtivo.
É possível ver os custos num determinado intervalo de tempo ou desde sempre por:

Ver

Terreno
Cultura
Operação
Sementeira
Total

Figura A.27: Escolher tipo de custos

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Custos

Cultura: milho

Data(YYYY-MM-DD): 2000-01-01 e 2014-07-16

Ver

Figura A.28: Custos por cultura

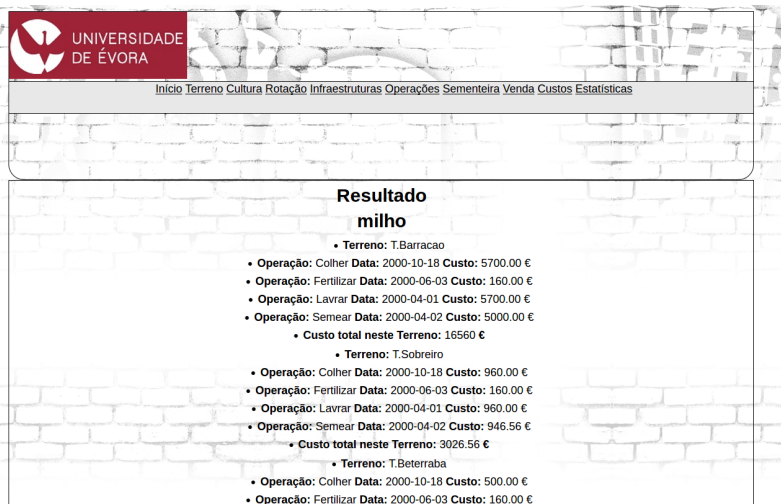


Figura A.29: Custos por cultura

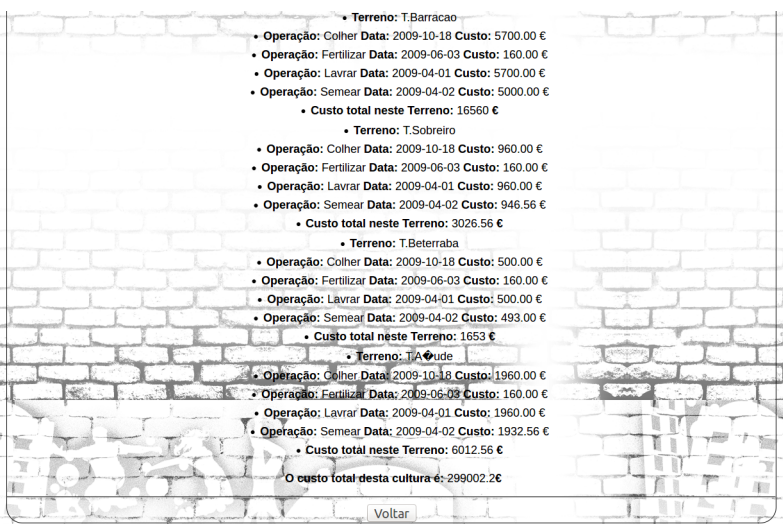


Figura A.30: Custos por cultura

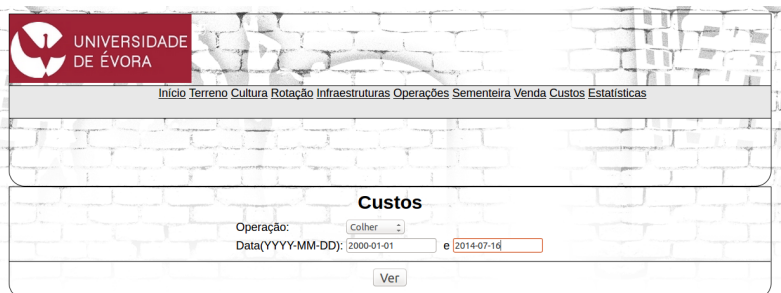


Figura A.31: Custos por operações

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas **Operações** Sementeira Venda Custos Estatísticas

Resultado Colher

- Operação: Colher Data: 2000-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2000-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2000-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2000-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2000-10-18 Custo: 500.00 €
- Operação: Colher Data: 2001-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2001-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2001-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2001-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2001-10-18 Custo: 500.00 €
- Operação: Colher Data: 2002-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2002-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2002-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2002-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2002-10-18 Custo: 500.00 €

Figura A.32: Custos por operações

- Operação: Colher Data: 2005-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2005-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2005-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2005-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2005-10-18 Custo: 500.00 €
- Operação: Colher Data: 2006-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2006-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2006-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2006-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2006-10-18 Custo: 500.00 €
- Operação: Colher Data: 2007-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2007-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2007-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2007-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2007-10-18 Custo: 500.00 €
- Operação: Colher Data: 2008-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2008-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2008-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2008-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2008-10-18 Custo: 500.00 €
- Operação: Colher Data: 2009-10-18 Custo: 825.00 €
- Operação: Colher Data: 2009-10-18 Custo: 960.00 €
- Operação: Colher Data: 2009-10-18 Custo: 1960.00 €
- Operação: Colher Data: 2009-10-18 Custo: 5700.00 €
- Operação: Colher Data: 2009-10-18 Custo: 500.00 €

• Custo total: 99450 €

[Voltar](#)

Figura A.33: Custos por operações

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas **Sementeira** Venda Custos Estatísticas

Custos

Sementeira: T.Ponte/2004-04-01

[Ver](#)

Figura A.34: Custos por sementeira

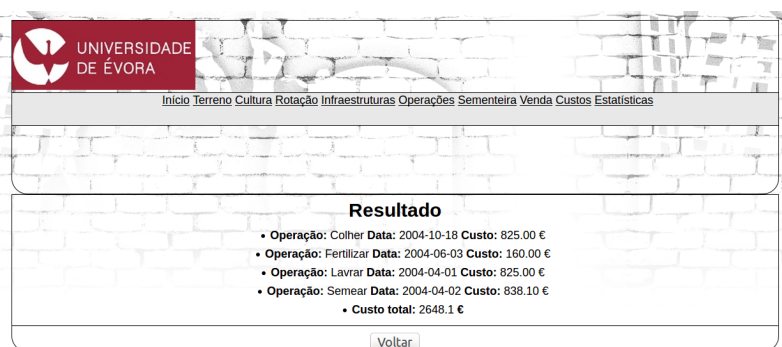


Figura A.35: Custos por sementeira

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Início Terreno Cultura Rotação Infraestruturas Operações Sementeira Venda Custos Estatísticas

Custos

Nome do terreno:

Data(YYYY-MM-DD): e

Ver

Figura A.36: Custos por terreno

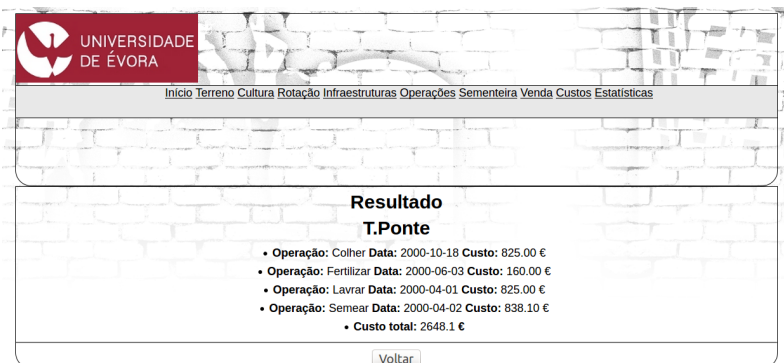


Figura A.37: Custos por terreno



Figura A.38: Custos totais



Figura A.39: Custo total

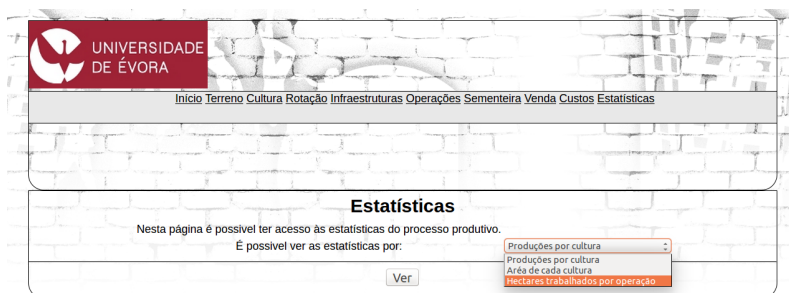


Figura A.40: Escolher estatísticas



Figura A.41: Estatísticas por produção



Figura A.42: Estatísticas por área de cada cultura

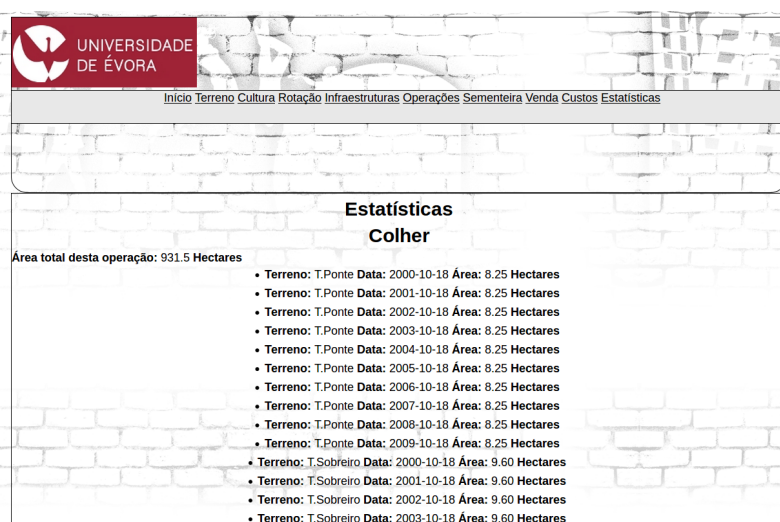


Figura A.43: Estatísticas sobre área de cada operação

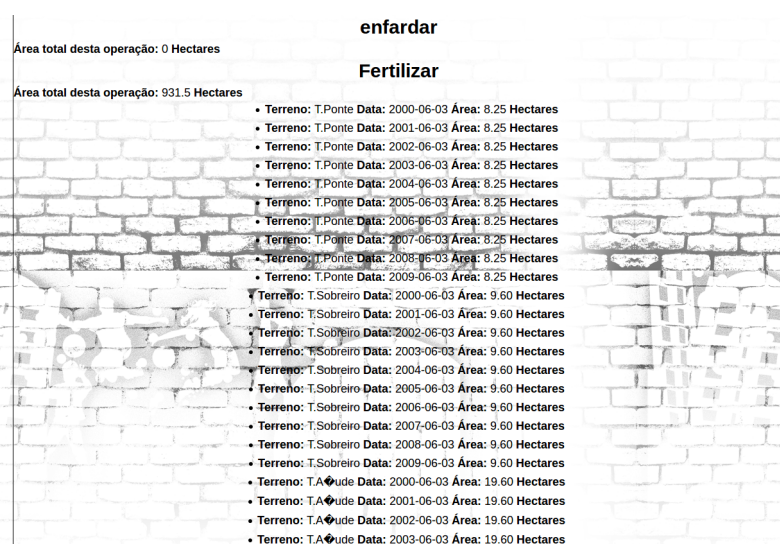


Figura A.44: Estatísticas sobre área de cada operação

