



**Politécnico
Castelo Branco**

Escola Superior
de Tecnologia

Sistema de Apoio à Gestão e Recolha de Dados Agrícolas Licenciatura em Engenharia Informática

Miguel José Rodrigues Marcelino N^o 20171053

Orientadores

Prof. Adjunto Ana Paula Neves Ferreira da Silva

Prof. Coordenador José Carlos Meireles Monteiro Metrolho

Trabalho de Projeto apresentado à Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Paula Neves Ferreira da Silva e do Professor Doutor José Carlos Meireles Monteiro Metrolho, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

outubro 2024

Composição do júri

Presidente do júri

Doutor Eduardo Sabina dos Santos Valente

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Vogais

Doutor Fernando Reinaldo da Silva Garcia Ribeiro

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Doutora Ana Paula Neves Ferreira da Silva

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco

Dedicatória

Quero dedicar este trabalho à minha família, que sempre me apoiou e encorajou em todo o meu percurso académico. Sem o seu apoio constante, este percurso não teria sido possível.

Dedico este projeto a todos os agricultores, gestores agrícolas e entusiastas da agricultura que trabalham para alimentar o mundo. Este projeto é uma homenagem ao seu compromisso em tornar a agricultura mais eficiente, sustentável e produtiva.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus orientadores, que me guiaram ao longo deste projeto, pois com as suas orientações e conhecimentos foram inestimáveis para o seu sucesso.

Agradeço, também, a todos os colegas e amigos que estiveram ao meu lado durante todo este percurso.

É meu desejo que este projeto contribua de alguma forma para melhorar a agricultura e para tornar o nosso mundo um lugar mais próspero e sustentável.

Resumo

Este relatório descreve o desenvolvimento de um sistema de apoio à recolha de dados agrícolas (SAGRDA).

O SAGRDA tem como objetivo facilitar e otimizar a gestão de explorações agrícolas, permitindo aos agricultores recolher, armazenar e analisar dados essenciais sobre as suas operações, como a monitorização de colheitas, controlo e gestão de recursos, com vista à melhoria da tomada de decisões e aumento da produtividade.

Através de uma interface web, o SAGRDA facilita a visualização de dados em tempo real e a criação de relatórios personalizados, fornecendo ferramentas que ajudam a maximizar a eficiência das explorações agrícolas.

Este relatório, apresenta e descreve os principais objetivos do projeto, as várias etapas de desenvolvimento, o estudo do estado da arte na área de utilização de sistemas de informação para gestão e recolha de dados no setor agrícola e as metodologias de desenvolvimento de *software* adotadas.

Adicionalmente, é apresentada a modelação da base de dados que suporta o sistema, as tecnologias utilizadas e, por fim, será apresentada um pequeno protótipo desenvolvido com algumas interfaces do sistema.

Palavras-chave

- ICONIX
- Aplicação Web
- Agricultura
- Gestão Agrícola
- Recolha de dados agrícolas

Abstract

This report describes the development of an agricultural data collection support system (SAGRDA).

SAGRDA aims to facilitate and optimize farm management, allowing farmers to collect, store and analyse essential data about their operations, such as crop monitoring, control and resource management, with a view to improving decision-making and increasing productivity.

Through na web interface, SAGRDA makes it easy to view data in real time and create customized reports, providing tools that help maximize farm efficiency.

This report presents and describes the main objectives of the project, the various stages of development, the study of the state of the art in the area of using information systems for management and data collection in the agricultural sector and the software development methodologies adopted.

Additionally, the modeling of the database that supports the system, the technologies used and, finally, a small prototype developed with some system interfaces will be presented.

Keywords

- *ICONIX*
- *Web Application*
- *Agriculture*
- *Agricultural Management*
- *Agricultural data collection*

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Planeamento do Projeto.....	4
1.4. Organização do Relatório	5
2. Trabalho Relacionado	6
2.1. Aplicações Comerciais.....	7
2.2. Trabalhos Académicos.....	13
3. Fase 1 ICONIX - Análise de Requisitos.....	16
3.1 Metodologia ICONIX	16
4. Fase 2 ICONIX - Análise e Projeto Preliminar	42
4.1. Descrição dos Casos de Uso	43
4.2. Diagramas de Robustez.....	75
5. Fase 3 ICONIX - Projeto	81
5.1. Diagramas de sequência	82
6. Modelação da Base de Dados.....	91
6.1. Modelo Entidade-Relacionamento.....	91
6.2. Descrição das relações.....	93
6.3. Modelo Relacional	96
6.3.1. Descrição das tabelas	97
7. Protótipo	105
8. Conclusão e Trabalho Futuro.....	110
8.1. Conclusão	110
8.2. Trabalho Futuro.....	111
Referências.....	112

Índice de figuras

Figura 1 - Diagrama Casos de Uso - SmartAgr	18
Figura 2 - Página Inicial.....	20
Figura 3 - Página Entrar	21
Figura 4 - Página <i>Dashboard</i>	21
Figura 5 - Página Registrar Nova Conta	22
Figura 6 - Página Dados Pessoais	22
Figura 7 - Página Terrenos.....	23
Figura 8 - Página Terrenos - Terreno Selecionado (Remover).....	23
Figura 9 - Página Terrenos - Terreno Selecionado (Removido).....	24
Figura 10 - Página Adicionar Terrenos	24
Figura 11 - Página Editar Terrenos	25
Figura 12 - Página Doenças.....	26
Figura 13 - Página Adicionar Doenças.....	27
Figura 14 - Página Editar Doenças	28
Figura 15 - Página Culturas.....	29
Figura 16 - Página Adicionar Culturas.....	30
Figura 17 - Página Editar Culturas	31
Figura 18 - Página Colheitas	32
Figura 19 - Página Adicionar Colheitas	33
Figura 20 - Página Editar Colheitas	34
Figura 21 - Página Análises.....	35
Figura 22 - Página Registo Análises.....	36
Figura 23 - Página Editar Análises	37
Figura 24 - Página Tratamento/Manutenção	38
Figura 25 - Página Adicionar Tratamento/Manutenção	39
Figura 26 - Página Editar Tratamento/Manutenção.....	40
Figura 27 - Página Despesas.....	41
Figura 28 - Diagrama de Robustez: Registo	76
Figura 29 - Diagrama de Robustez: <i>Login</i>	76
Figura 30 - Diagrama de Robustez: Alterar dados pessoais	77
Figura 31 - Diagrama de Robustez: Terminar Sessão	77
Figura 32 - Diagrama de Robustez: Visualizar terrenos, Adicionar terrenos, Editar terrenos e Remover terrenos.....	78
Figura 33 - Diagrama de Robustez: Visualizar culturas, Adicionar culturas, Editar culturas e Remover culturas	79
Figura 34 - Diagrama de Robustez: Visualizar colheitas, Adicionar colheitas, Editar colheitas e Remover colheitas	80
Figura 35 - Diagrama de Sequência: <i>Login</i>	84
Figura 36 - Diagrama de Sequência: Registo.....	85
Figura 37 - Diagrama de Sequência: Terminar Sessão.....	86
Figura 38 - Diagrama de Sequência: Visualizar Terrenos.....	87

Figura 39 - Diagrama de Sequência: Adicionar Terrenos.....	88
Figura 40 - Diagrama de Sequência: Editar Terreno.....	89
Figura 41 - Diagrama de Sequência: Remover Terreno.....	90
Figura 42 - Modelo Entidade Relacionamento.....	92
Figura 43 - Descrição do relacionamento possuir das entidades Utilizador - Terreno.....	93
Figura 44 - Descrição do relacionamento pertencer das entidades Terreno - Cultura.....	93
Figura 45 - Descrição do relacionamento possuir das entidades Doença – Cultura.....	94
Figura 46 - Descrição do relacionamento gera das entidades Cultura – Colheita ..	94
Figura 47 - Descrição do relacionamento associada das entidades Cultura – Analise.....	95
Figura 48 - Descrição do relacionamento envolve das entidades Cultura – TrataManu.....	95
Figura 49 - Modelo Relacional.....	96
Figura 50 - Página Inicial.....	105
Figura 51 - Página Entrar.....	106
Figura 52 - Página <i>Dashboard</i>	106
Figura 53 - Página Terrenos.....	107
Figura 54 - Página Adicionar Terreno.....	107
Figura 55 - Página Terrenos (Novo Terreno Adicionado).....	108
Figura 56 - Informação do Terreno B Editada.....	108
Figura 57 - Remover o Terreno A.....	109
Figura 58 - Terreno Removido.....	109

Lista de tabelas

Tabela 1 - Planeamento do Projeto.....	4
Tabela 2 - Tabela comparativa	11
Tabela 3 - Objetos usados nos diagramas de robustez e descrição dos objetos	75
Tabela 4 - Elementos dos diagramas de sequência	82
Tabela 5 - Descrição dos objetos utilizados no Modelo Entidade-Relacionamento	91
.....	
Tabela 6 - Descrição da tabela Utilizador	97
Tabela 7 - Descrição da tabela UtilizadorTerreno	97
Tabela 8 - Descrição da tabela Terreno	98
Tabela 9 - Descrição da tabela TerrenoCultura	99
Tabela 10 - Descrição da tabela Cultura	99
Tabela 11 - Descrição da tabela CulturaDoenca	100
Tabela 12 - Descrição da tabela Doenca	100
Tabela 13 - Descrição da tabela CulturaColheita.....	101
Tabela 14 - Descrição da tabela Colheita.....	101
Tabela 15 - Descrição da tabela CulturaTrataManu.....	102
Tabela 16 - Descrição da tabela TrataManu.....	102
Tabela 17 - Descrição da tabela CulturaAnalise	103
Tabela 18 - Descrição da tabela Analise.....	104

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AP – Agricultura de Precisão

DGADR – Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

ETL – Extração, Transformação e Carregamento (*Extract, Transform and Load*)

IA – Inteligência Artificial

IoT – Internet das Coisas (*Internet of Things*)

ML – *Machine Learning* (“Aprendizagem Máquina”)

SaaS – Software como um Serviço (*Software-as-a-Service*)

SAGRDA - Sistema de Apoio à Gestão e Recolha de Dados Agrícolas

1. Introdução

A agricultura, ao longo dos tempos, tem sido e é um dos pilares fundamentais da sociedade, fornecendo alimento e recursos essenciais para a humanidade. No entanto, à medida que enfrentamos desafios crescentes, como o aumento da população global, mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, é imperativo que a agricultura evolua e adote tecnologias e soluções avançadas para se tornar mais eficiente, produtiva e sustentável. Neste contexto, a implementação de soluções tecnológicas à agricultura está a desempenhar um papel crucial, fornecendo implementações inovadoras que estão a otimizar a forma como a agricultura é gerida e como os dados agrícolas são recolhidos e utilizados.

O presente projeto intitulado Sistema de Apoio à Gestão e Recolha de Dados Agrícolas (SAGRDA), pretende ser uma ferramenta de apoio aos agricultores. Ao investigar as tecnologias usadas e os benefícios deste tipo de sistemas, pretende-se fornecer uma visão abrangente das transformações que estão a ocorrer no setor agrícola.

Este capítulo serve para fazer uma introdução ao projeto, bem como às suas características e funcionalidades específicas e está dividido em quatro subcapítulos.

No primeiro subcapítulo é feito um enquadramento do projeto, ou seja, o âmbito do mesmo e as razões para o seu desenvolvimento. No seguinte subcapítulo, irão abordar-se os objetivos do projeto em concreto. Os restantes subcapítulos irão abordar o planeamento do desenvolvimento do projeto, e descrever a organização do relatório.

1.1. Enquadramento

A análise e predição da produção agrícola constitui um fator importante para a otimização das práticas agrícolas. São várias as tarefas em que as novas tecnologias podem auxiliar a tomada de decisão aquando do processo de gestão agrícola. Entre estas destacam-se a recomendação de culturas adequadas a uma determinada exploração agrícola, a identificação de doenças em determinadas espécies, a estimativa da quantidade de produção de uma determinada colheita, e a identificação de culturas. Normalmente, muitas destas decisões/recomendações dependiam de peritos, podendo ser dispendiosas, ou da própria experiência do agricultor ou dos agricultores da região. Porém, em determinadas situações, como por exemplo a exploração de culturas emergentes, os próprios agricultores poderão ter dificuldade em avaliar a viabilidade das mesmas, já que se trata de espécies com as quais não têm contato.

Com o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) e da área da aprendizagem *Machine Learning* (ML) em particular, estão agora disponíveis inúmeros algoritmos e plataformas, que, tendo acesso a conjuntos de dados adequados, permitem treinar modelos capazes de ter um papel crucial não só na área específica da recomendação de culturas, mas em muitas outras, como a predição de produção agrícola, as decisões sobre o tratamento das culturas, a deteção de pestes e doenças. A Inteligência Artificial surge assim como um recurso poderoso que pode contribuir significativamente para os resultados de uma exploração agrícola.

Apesar do grande sucesso que as técnicas de IA têm demonstrado em tarefas de classificação e reconhecimento, a sua aplicação está dependente em grande medida da existência de informação concreta (geralmente sob a forma de *datasets*) que possa ser usada para treinar os modelos. Muita da informação que seria valiosa para desenvolver ferramentas para apoio à resolução de problemas, como os atrás descritos, não é armazenada e perde-se na gestão diária de uma exploração.

Acresce que a atividade agrícola pode também beneficiar caso seja apoiada por um sistema de informação que permita aos agricultores armazenarem a informação relacionada com a gestão das suas explorações, como áreas cultivadas, tipo de produção, quantidade cultivada, quantidade colhida, propriedades do solo, doenças, fertilizantes usados. O armazenamento desta informação de forma estruturada poderá dar ao agricultor acesso rápido a informação que pode ser valiosa à tomada de decisão na gestão do dia-a-dia da sua exploração.

1.2. Objetivos

O principal objetivo deste projeto é desenvolver o SAGRDA para no sentido de contribuir para a modernização e otimização da gestão de explorações agrícolas. Este sistema permitirá uma recolha eficiente de dados sobre as operações agrícolas e oferecerá suporte à tomada de decisões, com potencial para gerar *datasets* úteis que poderão ser utilizados no futuro para o desenvolvimento de modelos de aprendizagem computacional, auxiliando numa gestão mais inteligente e precisa.

Para alcançar este objetivo geral, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um estudo do estado da arte sobre sistemas de informação dedicados à gestão agrícola.
- Proceder à modelação de um sistema de informação que forneça aos agricultores um conjunto de funcionalidades essenciais para uma gestão mais eficiente das suas explorações, permitindo ao mesmo tempo a recolha e análise dos dados.
- Desenvolver uma aplicação web com uma interface intuitiva, bem como a criação de relatórios personalizados e a gestão dos dados recolhidos, otimizando o processo de tomada de decisão.

1.3. Planeamento do Projeto

Neste subcapítulo é apresentado o planeamento dado ao desenvolvimento do projeto apresentado neste relatório.

Na Tabela 1, pode ser observado o trabalho que foi desenvolvido, a começar por uma pesquisa por aplicações semelhantes existentes no mercado. Na parte inicial, começou-se pela descrição da aplicação, na fase seguinte a modelação da aplicação, em concreto, e mais tarde, foi realizado as várias interfaces que a aplicação iria ter.

Ao terminar estas tarefas, avançamos para o ponto da construção do protótipo da aplicação. Durante a realização de todas estas tarefas o relatório foi escrito, complementado e revisto.

Tabela 1 - Planeamento do Projeto

Mês	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3	Tarefa 4	Tarefa 5	Tarefa 6
fevereiro						
março						
abril						
maio						
junho						
julho						
agosto						
setembro						

Legenda da Tabela 1:

- Tarefa 1 – Estudo do Estado da Arte
- Tarefa 2 – Fase 1 ICONIX – Análise de Requisitos
- Tarefa 3 – Fase 2 ICONIX – Análise e Projeto Preliminar
- Tarefa 4 – Fase 3 ICONIX – Projeto
- Tarefa 5 – Construção do Protótipo
- Tarefa 6 – Escrita e revisão do relatório

1.4. Organização do Relatório

O relatório está estruturado em oito capítulos, cada um abordando aspetos distintos do projeto em desenvolvimento.

O primeiro capítulo, "Introdução", oferece uma visão geral do projeto, contextualizando-o e delineando seus objetivos principais.

No segundo capítulo, intitulado "Trabalho Relacionado", é feita uma revisão das aplicações existentes no mercado e dos estudos académicos relevantes, proporcionando um panorama das soluções desenvolvidas para o setor agrícola.

A partir do terceiro capítulo, o relatório adota a metodologia ICONIX, onde começa pela Fase 1, que se concentra na "Análise de Requisitos". O capítulo quatro é seguido pela Fase 2, "Análise e Projeto Preliminar", onde são discutidos os primeiros esboços da solução proposta.

O quinto capítulo foca na Fase 3, que detalha o "Projeto" da aplicação, enquanto a Fase 4, dedicada à "Implementação", vai ser abordada no próximo relatório de projeto, o que inclui o desenvolvimento prático do sistema.

O capítulo seguinte inclui a Modelação de Base de Dados, que aborda o Modelo Relacional, Modelo Entidade Relacionamento, que apresenta a estrutura de dados da aplicação.

O capítulo, Protótipo, ilustra visualmente o funcionamento da aplicação.

Finalmente, o relatório culmina na Conclusão, onde são discutidas as implicações dos resultados obtidos e sugestões para trabalhos futuros.

2. Trabalho Relacionado

Neste capítulo, é apresentada uma análise detalhada de diferentes soluções tecnológicas já implementadas no setor agrícola, com o intuito de identificar as ferramentas atualmente utilizadas pelas empresas deste setor para a gestão e otimização das suas operações. Estas ferramentas incluem software especializado na recolha e análise de dados agrícolas, monitorização de colheitas, gestão de recursos e outras soluções destinadas a melhorar a produtividade e sustentabilidade das explorações agrícolas.

Inicialmente, será feita uma apresentação de diferentes sistemas. Estes são desenvolvidos por empresas líderes no mercado e permitem uma integração mais eficiente das tecnologias emergentes, como a *IoT*, sensores em campo e *Big Data*, possibilitando uma gestão agrícola mais precisa e eficiente.

Além da análise de *software* comercial, é também partilhada uma comparação feita com trabalhos académicos encontrados em bases de dados de artigos científicos, como a *Elsevier*, *Google Scholar*, entre outros, onde serão abordados projetos de investigação recentes focados na aplicação de tecnologias digitais e sistemas de informação na agricultura.

Ou seja, este capítulo visa apresentar um panorama comparativo entre as soluções adotadas pelas empresas e as abordagens académicas, procurando evidenciar os pontos fortes e as limitações de cada uma, bem como identificar possíveis áreas de melhoria e desenvolvimento futuro. O objetivo é proporcionar uma visão abrangente sobre o estado atual dos sistemas de gestão agrícola e destacar as oportunidades que poderão ser exploradas no desenvolvimento do SAGRDA, que constitui o foco deste projeto.

2.1. Aplicações Comerciais

2.1.1 ISAGRI

O ISAGRI [1] (*Software* para agricultores) – é um software desenhado particularmente para agricultores o qual permite:

- Acompanhar de forma individual os resultados das suas parcelas de terreno.
- Gerir com eficácia as faturas de compra e venda das transações inerentes à sua atividade.
- Gestão de stocks.
- Cartografia 3D intuitiva.
- Controlo de custos de produção.
- Obter acesso a informações meteorológicas (METEUS), sondas Agralis e Sentek.

Sondas Agralis e Sentek:

Este tipo de sondas usadas por esta empresa, permitem:

- Monitorizar as condições climáticas.
- Medição de humidade do solo a cada 10 cm de profundidade.
- Medição do consumo de água.
- Medição da quantidade água absorvida pelo solo durante a chuva ou irrigação.
- Observar o desenvolvimento da raiz em profundidade.
- Observar em tempo real da disponibilidade hídrica do solo.

2.1.2 Agroptima

O *software* Agroptima [2], tem as seguintes funcionalidades para ajudar o agricultor:

- Gerir os campos agrícolas.
- Acesso aos dados recolhidos por dispositivos *IoT*, os quais estão disponíveis instantaneamente.
- Produção de relatórios (Caderno de Operações, Caderno do Campo Agrícola).
- Consulta do histórico como também dos estados das tarefas.
- Ajuda na tomada de decisão relativamente aos custos e rendimentos agrícolas.
- Gerir funcionários/tarefas.

2.1.3 Agrivi360

O Agrivi360 [3] é um *software* de gestão agrícola que oferece aos produtores soluções fáceis para aumentar os seus ganhos tal como a produtividade. Uma vez que, permite ao produtor realizar uma gestão dos seus terrenos em tempo-real.

Apresenta também as seguintes funcionalidades:

- Recolha de dados por dispositivos *IoT* (para que seja mais fácil e eficaz o produtor perceber os dados que estão a ser recolhidos).
- Integra dispositivos de meteorologia (os quais fazem o controlo avançado do microclima, gestão da água, para que possa haver uma melhoria da rentabilidade da produção).
- Acompanhamento em tempo real dos campos agrícolas.
- Simplificação da administração da exploração agrícola (guarda a informação num só lugar, dados acessíveis em qualquer altura através de qualquer dispositivo).

2.1.4 iAgri

O iAgri [4], oferece soluções de *software* que permitem ao produtor controlar e gerir a sua quinta através de um *dashboard*.

Tal como as outras aplicações analisadas, o iAgri tem as seguintes funcionalidades:

- Integração de software de contabilidade de terceiros.
- Gestão de stocks.
- Mapas interativos (para que o produtor possa visualizar as suas parcelas de forma fácil e relatórios de apoio à decisão).
- Gestão animal.
- Gestão de funcionários/tarefas.
- Gestão de equipamentos.

2.1.5 AgroSense

O AgroSense [5], oferece uma interface fácil de usar, e permite ao agricultor manter a informação da sua quinta atualizada, como também armazenar/processar dados.

Oferece os seguintes equipamentos:

- **AgroSense Base** – permite medir a temperatura do ar, temperatura do solo, radiação global e humidade relativa do ar.
- **AgroSense Node** – temperatura da planta, humidade do ar relativa, temperatura do ar, humidade das folhas, humidade do solo.
- **AgroSense Cloud Logger** – quantidade de precipitação, direção e velocidade do vento, radiação global, pressão barométrica.

2.1.6 WIDHOC

O WIDHOC [6], é especializado em equipamentos de monitorização e sensores, agricultura 4.0, rega inteligente sustentável e otimizada, *Datalogger D-WIDE*, controlo e monitorização de pragas.

O *software* desenvolvido pela empresa interligado com equipamentos específicos, permitem ao produtor a otimização da rega dos campos agrícolas e a redução de resíduos no solo. Disponibiliza informação de forma remota e em tempo-real. O equipamento usado, *Datalogger D-WIDE* faz a recolha e envia de forma autónoma os dados obtidos pelos sensores, para que depois possam ser analisados, através de um computador ou dispositivo móvel. A apresentação da informação é realizada de forma que seja, fácil o seu manuseamento e interpretação. A empresa defende que o sistema desenvolvido, composto pelo *software* e o equipamento para a recolha de dados, promove a sustentabilidade do meio ambiente. A recolha de dados é feita a vários níveis:

- **Solo** – sonda potencial de matriz de temperatura e sonda de humidade.
- **Planta** – humedecedor de folhas, dendrómetro, câmara de pressão Scholander.
- **Água** – controlador de rega automático.
- **Clima** – termohigrómetro, pluviómetro, anemómetro e piranómetro.

2.1.7 Comparação/Conclusão

A Tabela 2, apresenta a comparação dos diferentes programas analisados com base em aspetos fundamentais: setor, funcionalidades, usabilidade, preço, vantagens e desvantagens.

Tabela 2 - Tabela comparativa

SOFTWARES/ EMPRESA	SETOR	FUNCIONALIDADES	USABILIDADE	PREÇO	VANTAGENS	DESvantagens
ISAGRI (PARA AGRICULTORES)	Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> Gestão de stocks; Cartografia 3D intuitiva; Controlo de custos; Informações meteorológicas; Acompanhamento em tempo real das parcelas; 	Complexo (Requer experiência)	Pago	<ul style="list-style-type: none"> Sustentabilidade; Ampla gama de funcionalidades; Inovação contínua; 	<ul style="list-style-type: none"> Custo; Complexidade;
AGROPTIMA	Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> Gerir campos agrícolas; Acesso aos dados recolhidos por dispositivos; Produção de relatórios; Consulta de histórico; Ajuda na tomada de decisão; Gerir funcionário/tarefa; Controlo de benefícios e custos; 	Fácil	Pago	<ul style="list-style-type: none"> Ampla gama de funcionalidades; 	<ul style="list-style-type: none"> Custo
		<ul style="list-style-type: none"> Análise de produtividade; 				
AGRIVI360	Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> Recolha de dados por dispositivos IoT; Acompanhamento em tempo real da exploração agrícola; Simplificação da administração da exploração agrícola; 	Fácil	Pago	<ul style="list-style-type: none"> Ampla gama de funcionalidades; Sustentabilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> Custo
IAGRI	Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> Integração se softwares de contabilidade; Gestão de stocks; Mapas interativos; Gestão animal; Gestão de funcionário/tarefa; Gestão de equipamentos; 	Complexo (Requer experiência)	Pago	<ul style="list-style-type: none"> Monitorização em tempo real; Sustentabilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> Custo; Complexidade;
AGROSENSE	Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> Gestão da exploração agrícola; 	Fácil	Pago	<ul style="list-style-type: none"> Inovação contínua; Sustentabilidade; 	<ul style="list-style-type: none"> Custo

2.2. Trabalhos Académicos

A pesquisa efetuada em relação a trabalhos académicos relacionados com a gestão de informação agrícola foi realizada através da consulta de várias bases de dados académicas, como *Google Scholar*, *Elsevier*, entre outros, depois de efetuada a pesquisa foram selecionados artigos e teses que apresentaram soluções que se considerou serem inovadoras e tecnológicas aplicadas ao setor agrícola, com foco em temas como a integração de sistemas de informação, o uso de *Big Data* e a aplicação de *IA* e *ML*. Os critérios de seleção incluíram a relevância do tema, a originalidade das soluções propostas e o impacto das mesmas na otimização da gestão agrícola.

2.2.1 Sistema de Apoio à Gestão de Informação Agrícola

O trabalho [7] apresentado ano letivo 2015/2016, descreve uma solução desenvolvida através de serviços web (*Google Maps* e *OpenWeatherMap*), e a implementação de sensores que permite a entrada/recolha de dados de forma manual ou automática, com o propósito de otimizar a gestão de campos agrícolas, para que o produtor possa melhorar o seu rendimento.

A solução apresentada tem como funcionalidades:

- Criar/Gerir quinta.
- Gerir lista de tipos de tratamento.
- Introduzir dados do terreno.
- Criar/Gerir atividades.
- Gerir lista de produtos.
- Visualizar parcelas no mapa interativo.
- Consultar informação histórica.

2.2.2 Modelação e implementação de um sistema de *Business Intelligence* para tratamento de *Big Data* agrícola

O trabalho [8] apresentado no ano de 2018, visa a criação, implementação e validação de um sistema de *Business Intelligence* para processamento e exposição de informação proveniente de *Big Data* agrícola, de forma a melhorar o processo de tomada de decisão.

A solução apresentada tem as seguintes funcionalidades:

- Recolha de Dados de consumos (água, adubos).
- Registo de operações.
- Dados da colheita.
- Registo de colheita.
- Dados climáticos.
- Consulta do histórico de consumos.
- Consulta do histórico de operações.

2.2.3 *Machine Learning* in Agriculture: A Comprehensive Updated Review

O artigo [9] publicado em 2021, aborda como podemos explorar a vertente de aplicar *ML* no setor da agricultura, uma variedade de algoritmos de *ML* tem sido aplicada, mas com destaque para as Redes Neurais Artificiais pela sua eficácia.

Com base na análise deste artigo, é evidente que o uso de *ML*, desempenha um papel inovador na modernização da agricultura, pois conseguimos obter as seguintes funcionalidades:

- Detecção de doenças e pragas.
- Previsão de colheitas.
- Otimização do uso de recursos.
- Análise do solo.
- Recolha/Análise de dados.
- Identificação de padrões.
- Controlo de qualidade.

2.2.4 Systematic literature review of implementations of precision agriculture

Nos dias de hoje, a agricultura enfrenta desafios, tais como, o uso de recursos naturais, como o solo e a água, os quais são indispensáveis para este setor, e com base na análise do artigo [10] publicado no ano 2020, aborda como a Agricultura de Precisão (AP), tem-se destacado como uma abordagem capaz de maximizar esses mesmos recursos, de forma a minimizar perdas, e aumentando o rendimento das colheitas.

Com a implementação da AP podemos ter as seguintes funcionalidades:

- Recolha de Dados.
- Análise de Dados.
- Gestão de Recursos.
- Armazenamento/Análise de Dados em grande escala.
- Geolocalização e Mapeamento de precisão.
- Integração com sistemas de GPS.

Conclusão

Em suma, efetuada a análise dos trabalhos académicos/artigos selecionados demonstram uma convergência no uso de tecnologias avançadas para otimizar o setor agrícola. Desde sistemas de gestão de informação agrícola até soluções baseadas em *Big Data* e *ML*, todas as abordagens partilham o objetivo comum de melhorar a eficiência e sustentabilidade da agricultura. A integração de sensores, serviços web e ferramentas de análise de dados apresenta-se como um caminho promissor para enfrentar os desafios da gestão de recursos e maximizar os rendimentos agrícolas.

3. Fase 1 ICONIX - Análise de Requisitos

3.1 Metodologia ICONIX

A metodologia *ICONIX* [11], é uma metodologia de desenvolvimento de software promovida pela empresa *ICONIX Software Engineering*.

O *ICONIX* é conduzido pelos casos de utilização (*Use Cases*), e é iterativo e incremental.

As tarefas principais do *ICONIX* são: Análise de Requisitos, Análise e Projeto Preliminar, Projeto e Implementação.

A fase de Análise de Requisitos no processo *ICONIX* é fundamental para garantir que o sistema a ser desenvolvido atende plenamente às necessidades dos utilizadores. Esta fase inicial concentra-se na definição clara e detalhada dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema, permitindo uma compreensão precisa dos objetivos do projeto e das funcionalidades esperadas.

Durante esta fase, são identificados os principais casos de uso que irão guiar o desenvolvimento da solução, assegurando que o sistema atenda tanto aos requisitos técnicos. A partir de análises de documentos e pesquisa, são obtidas informações que formam a base para a modelação e o design subsequentes, minimizando ambiguidades e reduzindo o risco de alterações significativas nas fases posteriores do projeto.

3.1.1. Análise de requisitos do sistema

A análise de requisitos é uma etapa fundamental na conceção do sistema. Durante esta fase, são identificadas e documentadas as necessidades e expectativas dos utilizadores.

Os requisitos são classificados em duas categorias principais: requisitos funcionais e não funcionais.

- **Requisitos funcionais** - descrevem as funcionalidades específicas que o sistema deve oferecer, como operações, comportamentos e interações que os utilizadores podem realizar.
- **Requisitos não funcionais** - referem-se a características qualitativas do sistema, como desempenho, segurança e usabilidade, estes requisitos abordam aspetos como "como o sistema se deve comportar?" e garantem que o sistema não só funcione corretamente, mas também ofereça uma boa experiência ao utilizador.

Requisitos Funcionais deste projeto

Os requisitos funcionais deste projeto são os seguintes:

- Gerir terrenos.
- Gerir culturas.
- Gerir colheitas.
- Gerir tratamentos.
- Introdução de dados recolhidos no terreno (manual/automaticamente).
- Consultar histórico (terrenos, colheitas, tratamentos, culturas).
- Gerir atividades.
- *Dashboard* onde poderá ser possível visualizar de modo geral, o que é permitido efetuar.

Requisitos não funcionais do projeto

Os requisitos não funcionais, deste projeto são os seguintes:

- **Interface:** permitir que seja acedida através de um navegador de Internet.
- **Disponibilidade:** o software deverá estar disponível a qualquer momento.
- **Segurança:** só os utilizadores com credenciais podem aceder ao software.
- **Usabilidade:** o software deverá ser de fácil utilização e compreensão.
- **Confiabilidade:** um sistema com tolerância a falhas.

3.1.2. Diagrama de Casos de Uso

Neste subcapítulo pretende-se apresentar o Diagrama de Casos de Uso, representado pela Figura 1, para a aplicação a desenvolver neste projeto. Este tipo de diagrama tem como finalidade demonstrar as funcionalidades que a aplicação irá ter na parte correspondente ao utilizador, com base na identificação e descrição de atores e casos de uso.

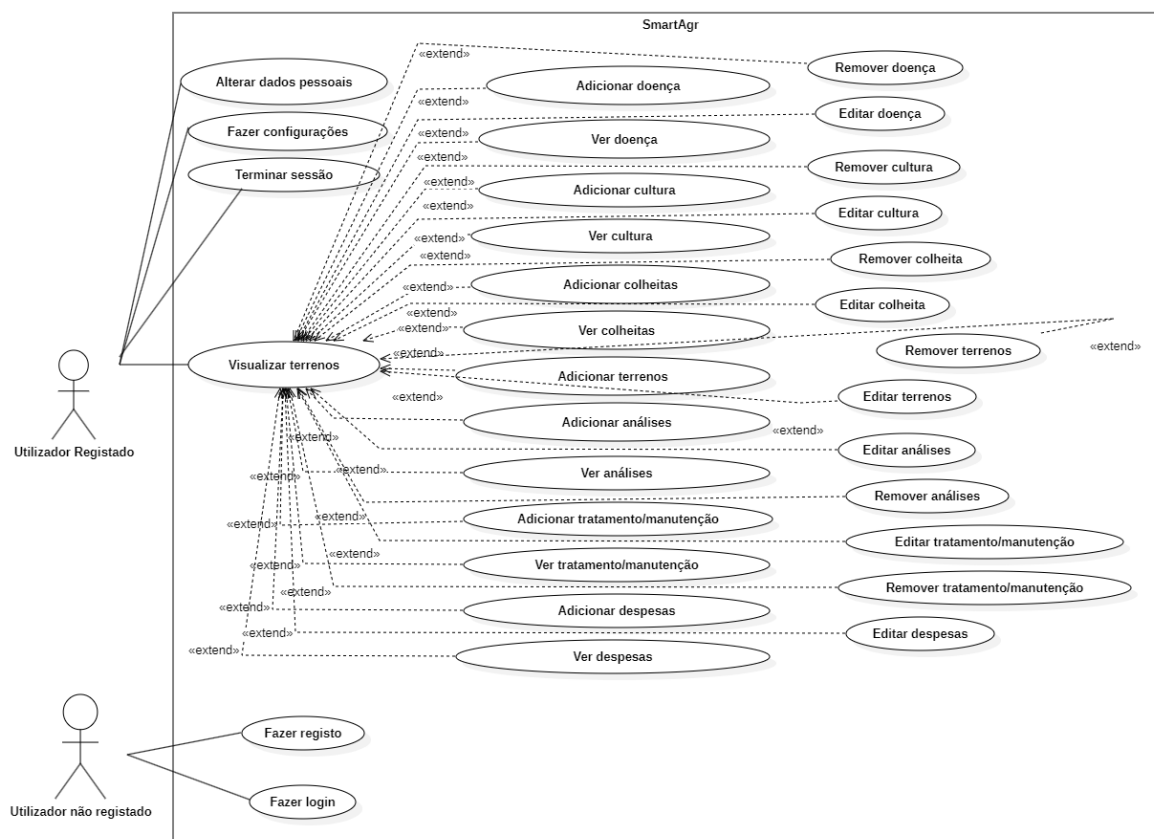


Figura 1 - Diagrama Casos de Uso - SmartAgr

No diagrama apresentado pela Figura 1, pode-se observar dois atores identificados, Utilizador registado e Utilizador não registado.

Atores

- **Utilizador Registrado** - Este ator pode realizar todas as operações no sistema relacionadas à gestão de terrenos, cultura, doenças, análises, tratamentos, etc.
- **Utilizador não registado** - Este ator pode apenas fazer o registo no sistema ou login, para passar a ser um "Utilizador" com as permissões referidas para o ator Utilizador.

Casos de Uso para o Utilizador

- **Alterar dados pessoais:** O utilizador pode modificar suas informações pessoais.
- **Fazer configurações:** Permite ao utilizador ajustar as configurações do sistema.
- **Fazer Login:** Permite ao utilizador efetuar login no sistema.
- **Terminar sessão:** Sair da conta no sistema.
- **Visualizar terrenos:** O utilizador pode visualizar os terrenos disponíveis.
- **Adicionar terreno:** Adicionar novos terrenos no sistema.
- **Editar terreno:** Possibilidade de modificar as informações de um terreno existente.
- **Remover terreno:** Remover terrenos do sistema.
- **Adicionar cultura:** Adicionar novas culturas agrícolas no sistema.
- **Ver cultura:** Visualização das culturas adicionadas.
- **Editar cultura:** Modificação das culturas já existentes.
- **Remover cultura:** Remover culturas existentes.
- **Adicionar doença:** Adicionar doenças que podem afetar as culturas.
- **Ver doença:** Visualização das doenças existentes.
- **Editar doença:** Alterar informações de doenças.
- **Remover doença:** Remover doenças existentes.
- **Adicionar colheita:** Adicionar dados de colheitas realizadas.
- **Ver colheita:** Visualização dos dados de colheitas.
- **Editar colheita:** Editar as informações de colheitas.
- **Remover colheita:** Remover registos de colheitas.
- **Adicionar análises:** Adicionar análises, sobre o solo ou o terreno.
- **Ver análises:** Visualização das análises adicionadas.
- **Editar análises:** Editar as análises existentes.
- **Remover análises:** Remover análises do sistema.
- **Adicionar tratamento/manutenção:** Adicionar dados sobre tratamentos ou manutenções aplicadas aos terrenos.
- **Ver tratamento/manutenção:** Visualização dos dados de tratamentos e manutenções.
- **Editar tratamento/manutenção:** Editar os dados sobre tratamentos ou manutenções.
- **Remover tratamento/manutenção:** Remover de dados de tratamentos ou manutenções.
- **Adicionar despesas:** Adicionar as despesas relacionadas aos terrenos.
- **Ver despesas:** Visualização de despesas registadas.
- **Editar despesas:** Editar as despesas.

Casos de Uso para o Utilizador não registado

- **Fazer Login:** Permite ao utilizador efetuar login no sistema.
- **Fazer Registo:** Permite ao utilizador efetuar registo no sistema.

3.1.3. Protótipos interface pessoa-máquina

Neste subcapítulo, abordamos a importância e a utilidade dos protótipos de interface pessoa-máquina no processo de desenvolvimento de um sistema. Os protótipos são representações preliminares da interface do utilizador, que permite visualizar e testar a interação entre o utilizador e o sistema antes da implementação final.

Na criação de protótipos, podemos identificar e corrigir problemas de usabilidade, avaliar o fluxo de interação e receber feedback dos utilizadores.

Na Figura 2, podemos observar a Página Inicial, a qual o utilizador pode entrar com as suas credenciais ou até mesmo registar uma conta nova.

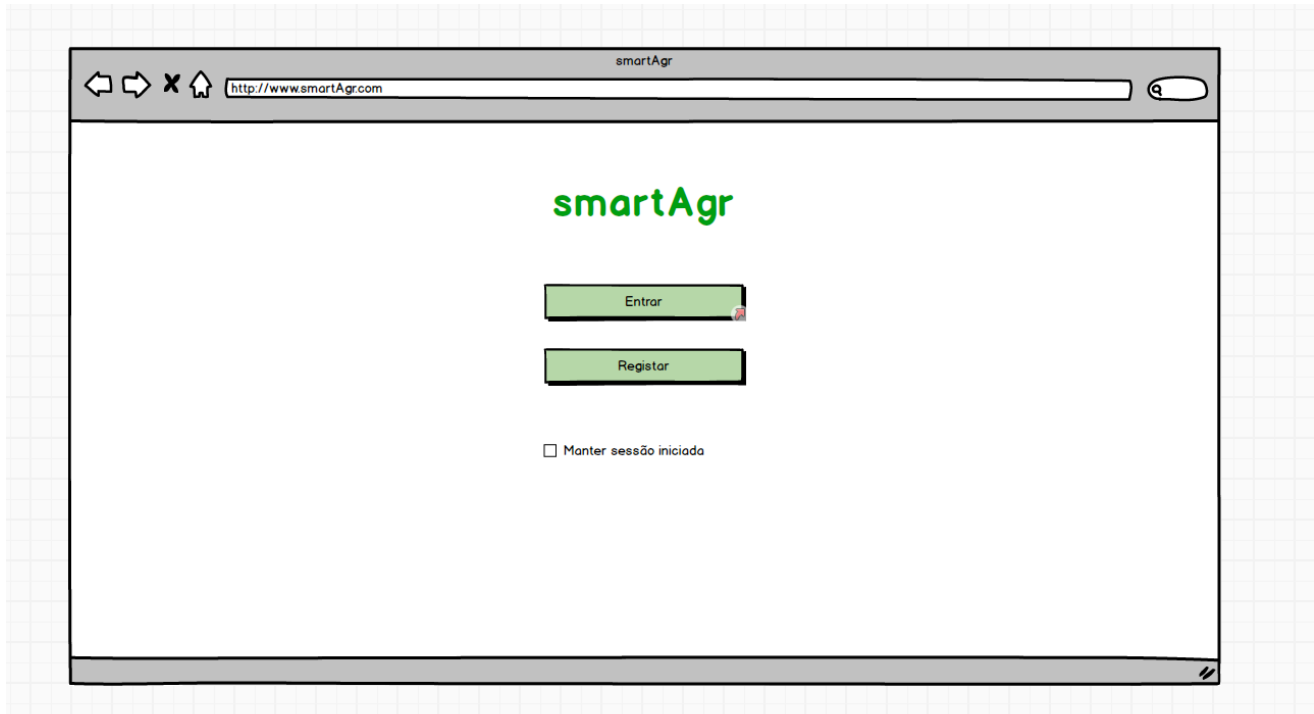


Figura 2 - Página Inicial

Na Figura 3, podemos observar a Página Entrar, a qual o utilizador insere as credenciais para ter acesso.

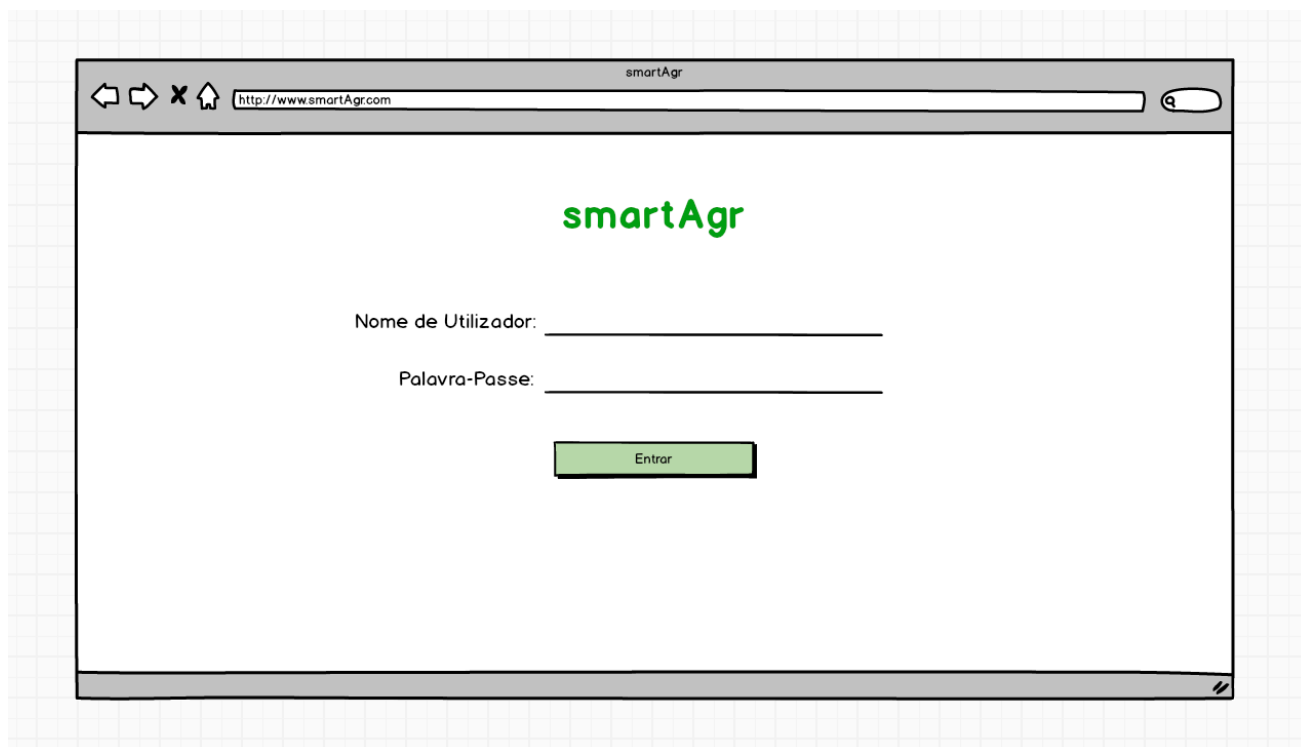


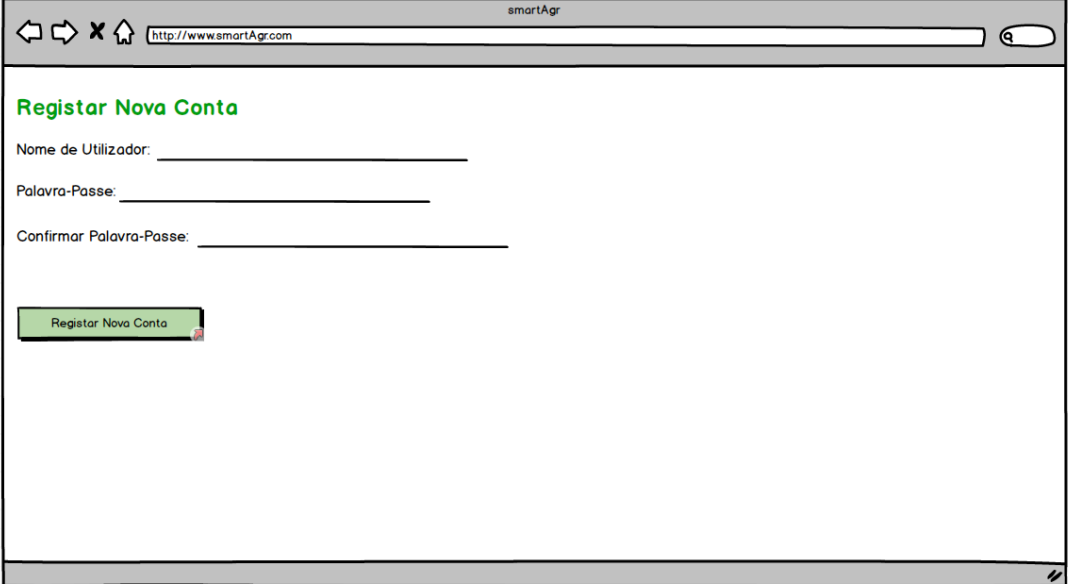
Figura 3 - Página Entrar

Na Figura 4, o utilizador ao entrar com as credenciais definidas, vai ter acesso à Página *Dashboard*, onde poderá fazer a gestão da sua conta e outras funcionalidades.



Figura 4 - Página *Dashboard*

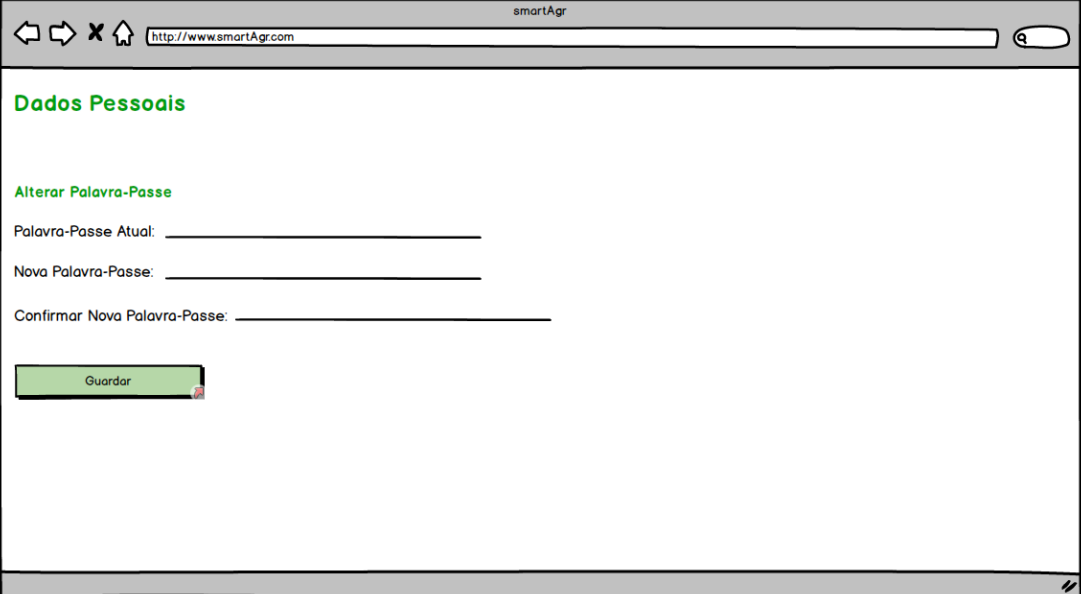
Na Figura 5, o utilizador faz o registo de uma nova conta, onde insere o seu nome de utilizador e *password* e de seguida a confirmação da *password* inserida anteriormente.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Registrar Nova Conta". The form contains three input fields: "Nome de Utilizador:", "Palavra-Passe:", and "Confirmar Palavra-Passe:". Below the fields is a green button labeled "Registrar Nova Conta".

Figura 5 - Página Registrar Nova Conta

Na Figura 6, o utilizador nesta interface consegue fazer a alteração da sua *password*, na qual insere a sua atual *password* e de seguida a *password* nova que pretende, juntamente com a sua confirmação.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Dados Pessoais". The form contains three input fields: "Palavra-Passe Atual:", "Nova Palavra-Passe:", and "Confirmar Nova Palavra-Passe:". Below the fields is a green button labeled "Guardar".

Figura 6 - Página Dados Pessoais

Na Figura 7, o utilizador depois de ter acesso à Página *Dashboard* e ao clicar no botão Terrenos que está disponível na interface Figura 4, poderá, depois, visualizar os seus terrenos e a informação neles contidos.

Nome Terreno	Matriz Perdiel	Dimensão Total	Parcela	Dimensão Parcela	Freguesia	Concelho/Distrito	Coordenadas	Registo
A		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
B		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
C		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
D		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
E		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
F		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
G		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D

Figura 7 - Página Terrenos

Nesta interface, Figura 8, podemos observar o procedimento que o utilizador tem de realizar para remover um terreno associado à sua conta.

Nome Terreno	Matriz Perdiel	Dimensão Total	Parcela	Dimensão Parcela	Freguesia	Concelho/Distrito	Coordenadas	Registo
A		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
B		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
C		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
D		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
E		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
F		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D
G		x m2	1-2	x m2	Castelo Branco	Castelo Branco		+ / @ / D

Figura 8 - Página Terrenos - Terreno Seleccionado (Remover)

A interface representada, Figura 9, mostra-nos o terreno que foi removido pelo utilizador, passo que foi efetuado anteriormente, representado pela interface Figura 8.

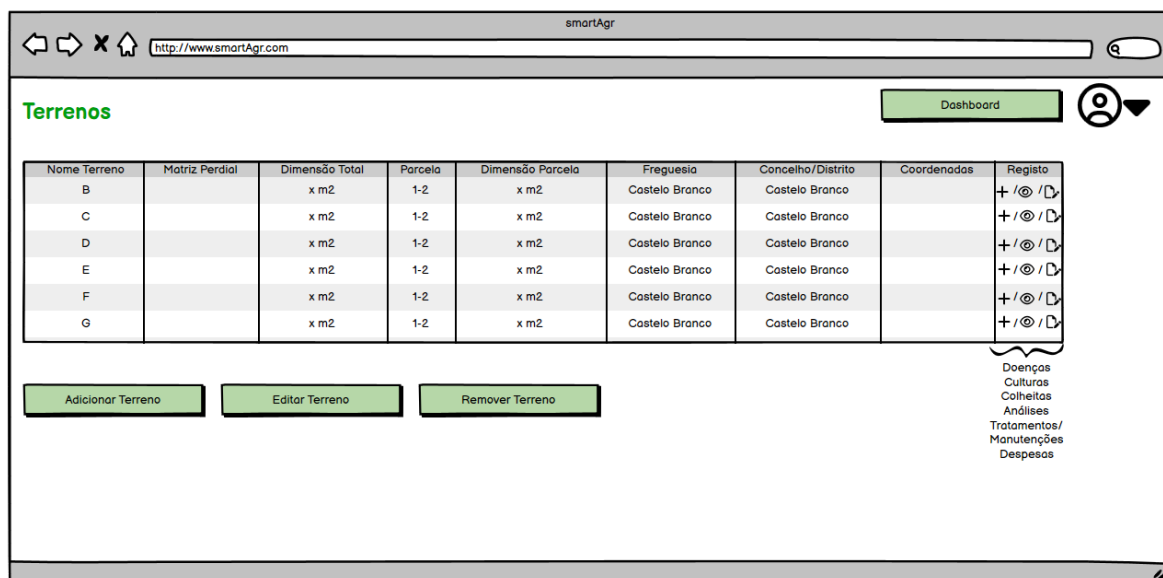


Figura 9 - Página Terrenos - Terreno Seleccionado (Removido)

Na Figura 10, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no botão Adicionar Terreno representado na interface Figura 7, pode adicionar informação acerca do seu terreno, para que depois possa ficar registado na sua conta.

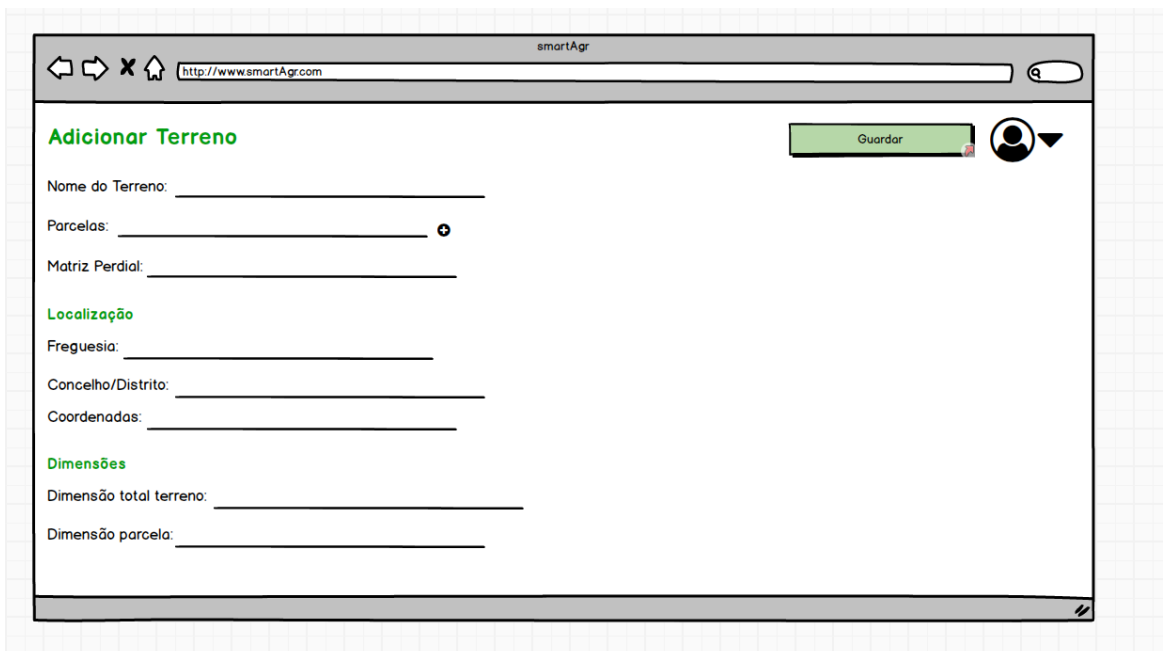


Figura 10 - Página Adicionar Terrenos

Na Figura 11, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no botão Editar Terreno representado na interface Figura 7, pode editar informação acerca do seu terreno, para que depois possa ficar registado na sua conta.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Editar Terrenos". The interface includes a search bar in the top right corner and a "Guardar" button. The main content area contains the following fields:

- Nome do Terreno: _____
- Parcelas: _____ +
- Matriz Perdiãl: _____
- Localização**
 - Freguesia: _____
 - Concelho/Distrito: _____
 - Coordenadas: _____
- Dimensões**
 - Dimensão total terreno: _____
 - Dimensão parcela: _____

Figura 11 - Página Editar Terrenos

Na Figura 12, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “👁️” que serve para visualizar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso em concreto, podemos visualizar as doenças que estão presentes no terreno selecionado.

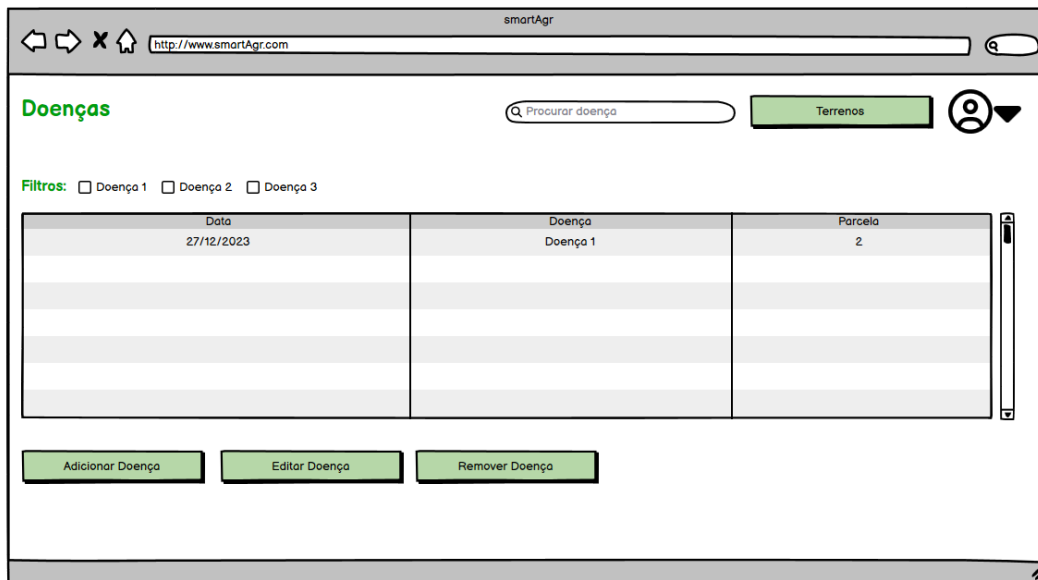


Figura 12 - Página Doenças

Na Figura 13, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “+” que serve para adicionar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso em concreto, para adicionar uma nova doença ao terreno selecionado.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Adicionar Doenças". The form contains the following elements:

- Data:** A text input field with a date format mask "dd / mm / aaaa" and a calendar icon.
- Doença:** A text input field with a plus sign icon to its right.
- Parcela:** A text input field with a plus sign icon to its right.
- Parcelas:** A dropdown menu with a plus sign icon to its left, showing a list of numbers 1 through 5.
- Doenças:** A dropdown menu with a plus sign icon to its left, showing a list of "Doença 1", "Doença 2", "Doença 3", "Doença 4", and "Doença 5".
- Guardar:** A green button at the bottom left of the form.

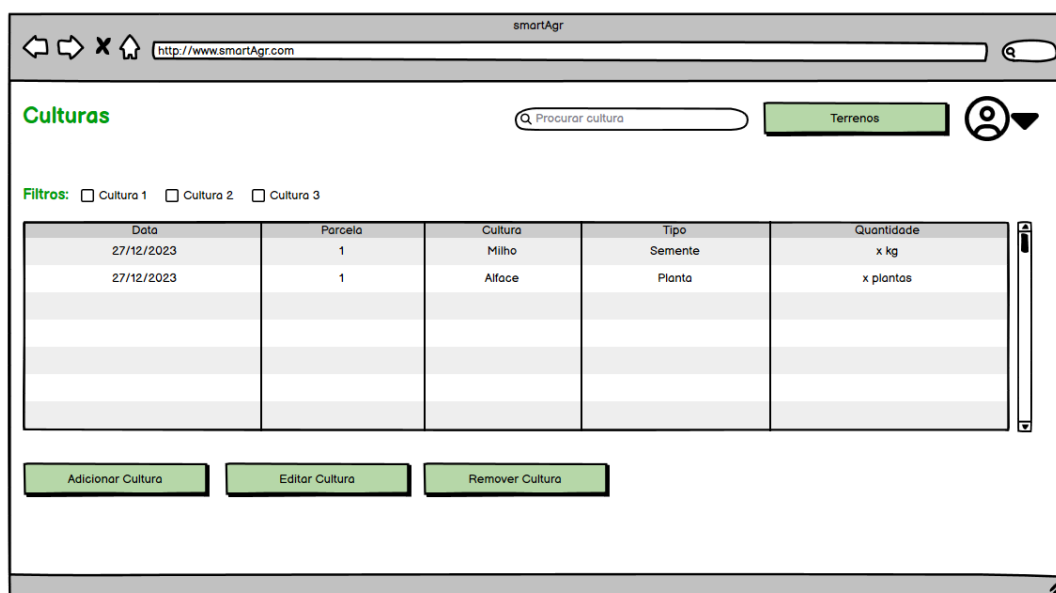
Figura 13 - Página Adicionar Doenças

Na Figura 14, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “✎” que serve para editar um dos itens presentes na lista que está representada na Figura 7, neste caso em concreto, para editar uma doença que já esteja presente no terreno selecionado.

The screenshot shows a web browser window titled 'smartAgr' with the URL 'http://www.smartAgr.com'. The page content is titled 'Editar Doenças' in green. In the top right corner, there is a user profile icon. Below the title, there are three input fields: 'Data:' with a calendar icon and the placeholder 'dd / mm / aaa'; 'Doença:' with a plus icon; and 'Parcela:' with a plus icon. To the right of the 'Parcela:' field is a dropdown menu labeled 'Parcelas' with a list of numbers 1, 2, 3, 4, and 5. To the right of the 'Doença:' field is a dropdown menu labeled 'Doenças' with a list of 'Doença 1', 'Doença 2', 'Doença 3', 'Doença 4', and 'Doença 5'. At the bottom left of the page, there is a green button labeled 'Guardar'. The browser's address bar and navigation icons are visible at the top.

Figura 14 - Página Editar Doenças

Na Figura 15, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “👁️” que serve para visualizar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso em concreto, para visualizar as culturas que estão presentes no terreno seleccionado.



The screenshot displays the 'Culturas' page in the smartAgr system. The page features a search bar labeled 'Procurar cultura', a 'Terrenos' button, and a user profile icon. Below these elements are filter options for 'Cultura 1', 'Cultura 2', and 'Cultura 3'. The main content is a table with the following data:

Data	Parcela	Cultura	Tipo	Quantidade
27/12/2023	1	Milho	Semente	x kg
27/12/2023	1	Alface	Planta	x plantas

Below the table, there are three buttons: 'Adicionar Cultura', 'Editar Cultura', and 'Remover Cultura'.

Figura 15 - Página Culturas

Na Figura 16, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “+” que serve para adicionar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para adicionar uma nova cultura ao terreno selecionado.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Adicionar Culturas". The form includes the following elements:

- Data:** A text input field with a date picker icon and the placeholder "dd / mm / aaaa".
- Parcela:** A text input field followed by a "+" icon and a dropdown menu labeled "Parcelas" containing options 1, 2, 3, 4, and 5.
- Cultura:** A text input field.
- Tipo:** A text input field followed by a dropdown menu labeled "Tipos" containing options "seme" and "planta".
- Quantidade:** A text input field with the unit "kg / plantas".
- Guardar:** A green button at the bottom of the form.

Figura 16 - Página Adicionar Culturas

Na Figura 17, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “✎” que serve para editar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para editar uma cultura que esteja presente no terreno seleccionado.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Editar Culturas". The form includes the following elements:

- Data:** A text input field with a date format placeholder "dd / mm / aaa" and a calendar icon.
- Parcela:** A text input field followed by a dropdown menu labeled "Parcelas" with a list of options: 1, 2, 3, 4, 5.
- Cultura:** A text input field.
- Tipo:** A text input field followed by a dropdown menu labeled "Tipos" with options: semente, planta.
- Quantidade:** A text input field with a unit label "kg / plantas".
- Guardar:** A green button at the bottom left.

Figura 17 - Página Editar Culturas

Na Figura 18, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “👁️” que serve para visualizar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, redireciona para a Página Colheitas, e neste caso em concreto para visualizar as colheitas que estão presentes no terreno selecionado.

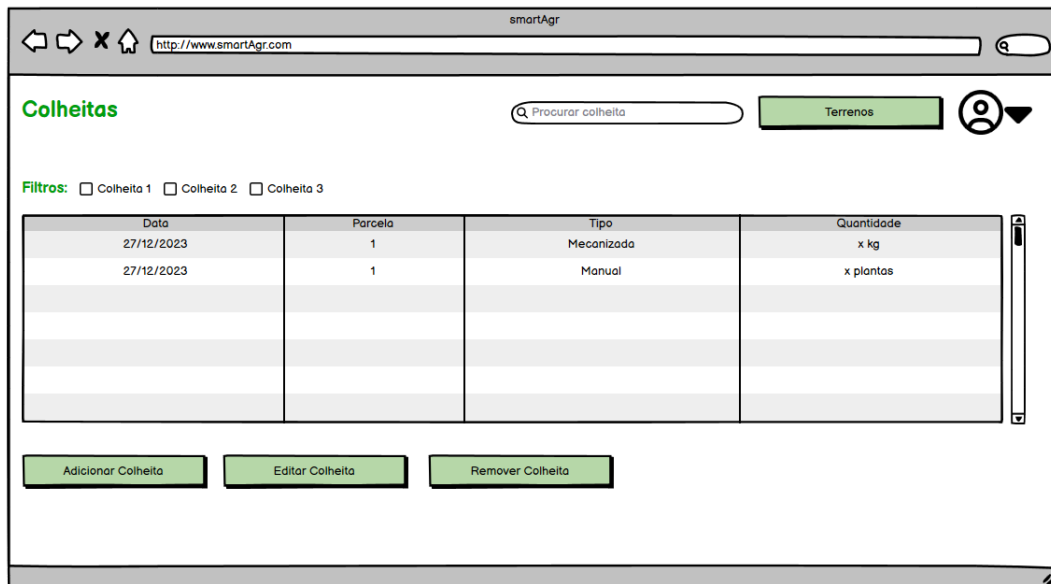


Figura 18 - Página Colheitas

Na Figura 19, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “+” que serve para adicionar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, redireciona para a Página Adicionar Colheitas, e neste caso em concreto, para adicionar uma nova colheita ao terreno seleccionado.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Adicionar Colheitas". The form includes the following elements:

- Data:** A text input field with a date format mask "dd / mm / aaa" and a calendar icon.
- Parcela:** A text input field with a "+" icon and a dropdown menu labeled "Parcelas" containing the numbers 1, 2, 3, 4, and 5.
- Tipo:** A text input field with a dropdown menu labeled "Tipos" containing the options "Meca" and "Manu".
- Quantidade:** A text input field.
- Guardar:** A green button at the bottom left of the form.

Figura 19 - Página Adicionar Colheitas

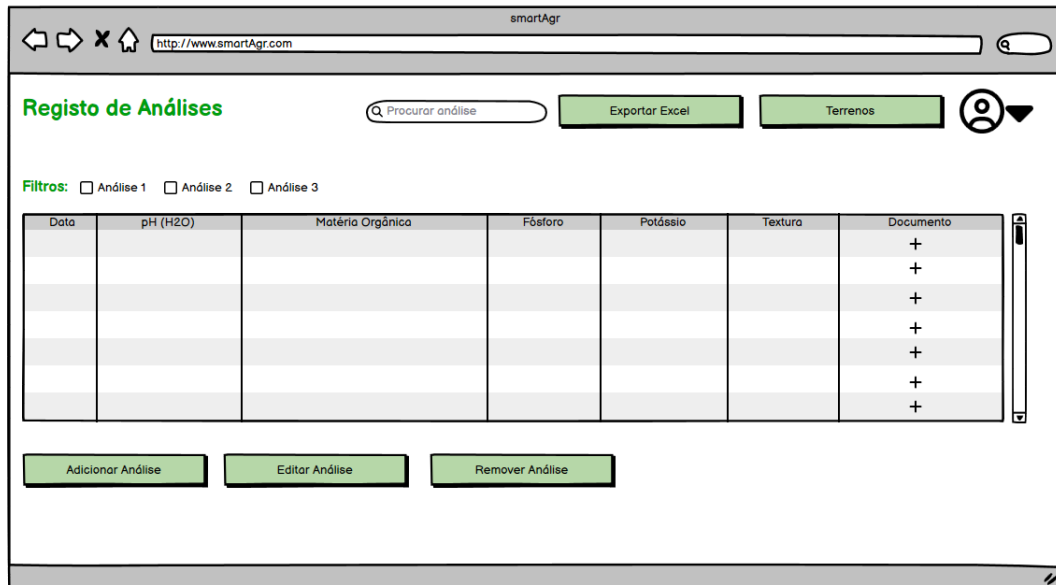
Na Figura 20, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “✎” que serve para editar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso em concreto, para editar uma das culturas que esteja presente no terreno seleccionado.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Editar Colheitas". The form contains the following fields and controls:

- Data:** A text input field with a placeholder "dd / mm / aaa" and a calendar icon.
- Parcela:** A text input field with a plus sign and a dropdown menu labeled "Parcelas" containing the numbers 1, 2, 3, 4, and 5.
- Tipo:** A text input field with a dropdown menu labeled "Tipos" containing the options "Meca" and "Manu".
- Quantidade:** A text input field.
- Guardar:** A green button at the bottom left.
- User Profile:** A user profile icon with a dropdown arrow in the top right corner.

Figura 20 - Página Editar Colheitas

Na Figura 21, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “👁” que serve para visualizar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para visualizar as análises que estão presentes no terreno selecionado.

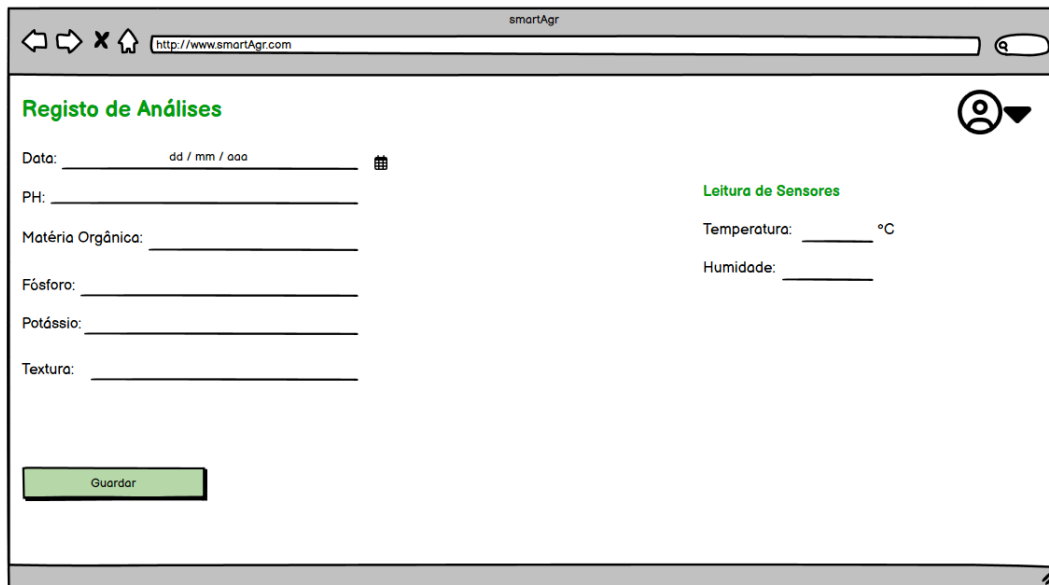


The screenshot displays the 'Registo de Análises' (Analysis Record) page. At the top, there is a search bar labeled 'Procurar análise', an 'Exportar Excel' button, and a 'Terrenos' button. Below the search bar, there are filter options: 'Filtros: Análise 1 Análise 2 Análise 3'. The main content is a table with the following columns: 'Data', 'pH (H2O)', 'Matéria Orgânica', 'Fósforo', 'Potássio', 'Textura', and 'Documento'. The 'Documento' column contains '+' symbols, indicating expandable rows. Below the table, there are three buttons: 'Adicionar Análise', 'Editar Análise', and 'Remover Análise'.

Data	pH (H2O)	Matéria Orgânica	Fósforo	Potássio	Textura	Documento
						+
						+
						+
						+
						+
						+
						+

Figura 21 - Página Análises

Na Figura 22, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “+” que serve para adicionar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para adicionar uma nova análise ao terreno selecionado.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Registo de Análises". The form includes the following fields:

- Data: _____ dd / mm / aaaa
- PH: _____
- Matéria Orgânica: _____
- Fósforo: _____
- Potássio: _____
- Textura: _____

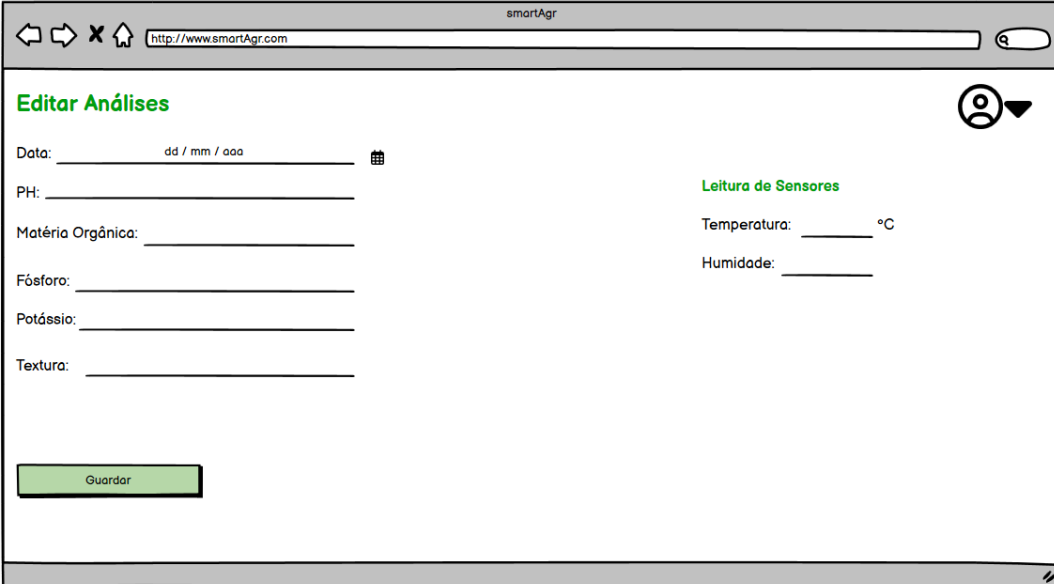
On the right side, there is a "Leitura de Sensores" section with the following fields:

- Temperatura: _____ °C
- Humidade: _____

A green "Guardar" button is located at the bottom left of the form area. A user profile icon is visible in the top right corner of the page.

Figura 22 - Página Registo Análises

Na Figura 23, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “✎” que serve para editar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para editar uma das análises que estejam presentes no terreno seleccionado.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Editar Análises". The interface includes a date field with a calendar icon, a "PH:" field, and a "Matéria Orgânica:" field. On the right side, there is a "Leitura de Sensores" section with "Temperatura: _____ °C" and "Humidade: _____" fields. A green "Guardar" button is located at the bottom left of the form area. A user profile icon is visible in the top right corner.

Figura 23 - Página Editar Análises

Na Figura 24, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “👁️” que serve para visualizar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para visualizar todos os tratamentos/manutenções que estão presentes no terreno selecionado.

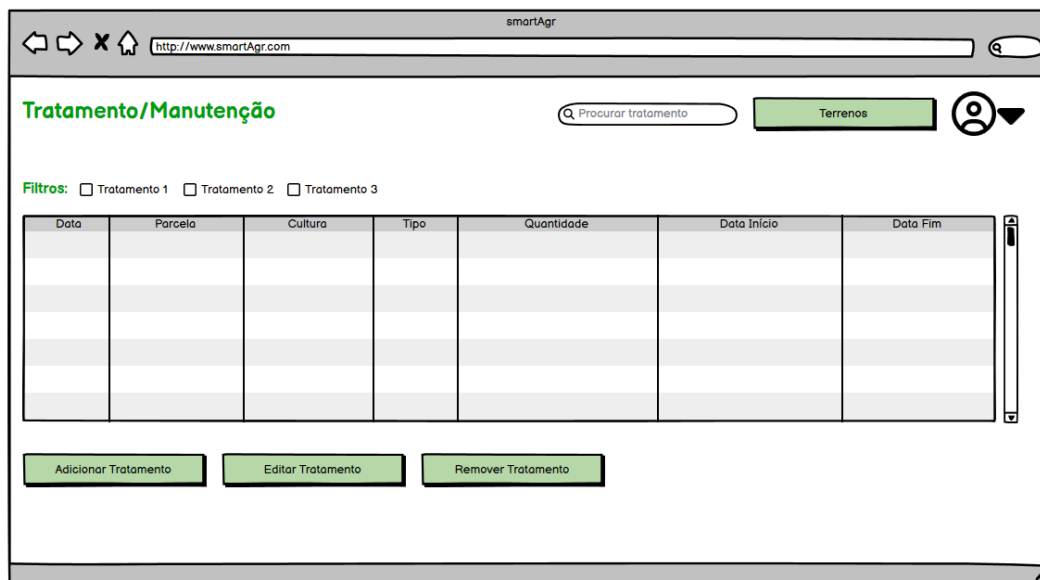
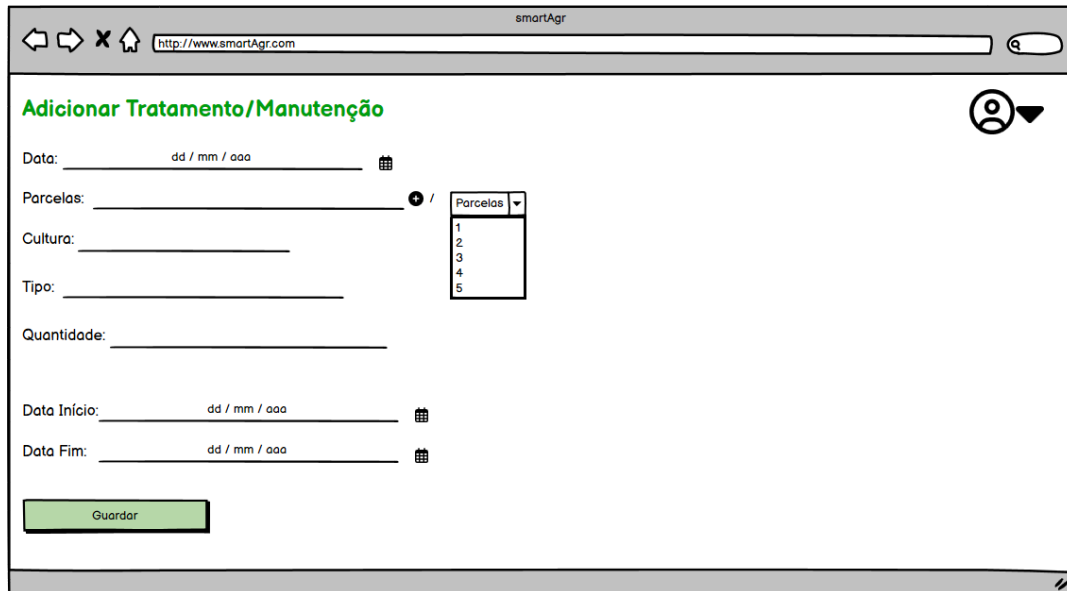


Figura 24 - Página Tratamento/Manutenção

Na Figura 25, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “+” que serve para adicionar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para adicionar um novo tratamento/manutenção ao terreno seleccionado.



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Adicionar Tratamento/Manutenção". The form contains the following fields and controls:

- Data:** A text input field with a date format placeholder "dd / mm / aaa" and a calendar icon.
- Parcelas:** A text input field with a dropdown arrow and a plus sign icon, followed by a dropdown menu labeled "Parcelas" with options 1, 2, 3, 4, and 5.
- Cultura:** A text input field.
- Tipo:** A text input field.
- Quantidade:** A text input field.
- Data Início:** A text input field with a date format placeholder "dd / mm / aaa" and a calendar icon.
- Data Fim:** A text input field with a date format placeholder "dd / mm / aaa" and a calendar icon.
- Guardar:** A green button at the bottom left.

Figura 25 - Página Adicionar Tratamento/Manutenção

Na Figura 26, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “✎” que serve para editar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para editar um dos tratamentos/manutenções que estejam presentes no terreno selecionado.

The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.smartAgr.com>. The page title is "Editar Tratamento/Manutenção". The form includes the following fields:

- Data: with a calendar icon.
- Parcelas: / (dropdown menu showing options 1, 2, 3, 4, 5).
- Cultura:
- Tipo:
- Quantidade:
- Data Início: with a calendar icon.
- Data Fim: with a calendar icon.

A green "Guardar" button is located at the bottom of the form.

Figura 26 - Página Editar Tratamento/Manutenção

Na Figura 27, podemos observar que o utilizador depois de ter clicado no ícone de um “👁️” que serve para visualizar um dos itens presentes na lista que está representada na interface Figura 7, neste caso, para visualizar todas despesas associadas ao terreno selecionado.

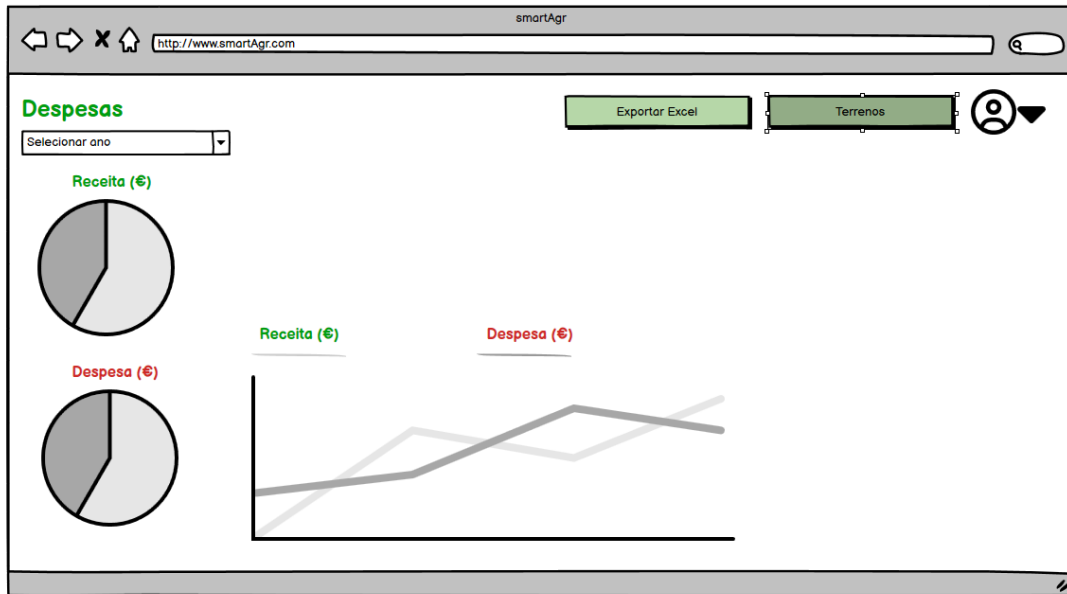


Figura 27 - Página Despesas

4. Fase 2 ICONIX - Análise e Projeto Preliminar

Neste capítulo, abordamos a Fase 2 do Modelo *ICONIX*, que abrange a análise e o projeto preliminar do sistema. Essa fase é crucial para transformar os requisitos identificados na fase anterior em uma estrutura coerente e viável para o desenvolvimento do sistema.

A análise nesta fase envolve a identificação de casos de uso e a definição de cenários que detalham como os utilizadores interagem com o sistema. Essa compreensão profunda das necessidades dos utilizadores é fundamental para a elaboração de um projeto que não tenha só em consideração os requisitos funcionais, mas também que garanta uma experiência ao utilizador.

Além disso, o projeto preliminar inclui a definição da arquitetura do sistema e a modelação de dados, proporcionando uma visão geral que vai servir de guia para as próximas etapas do desenvolvimento.

4.1. Descrição dos Casos de Uso

Neste subcapítulo, vamos efetuar a descrição dos casos de uso, presentes na Figura 1, uma ferramenta essencial para visualizar as interações entre utilizadores e o sistema.

Os casos de uso permitem de forma simplificada a compreensão das funcionalidades que o sistema pode oferecer, e mostrar ao detalhe como os utilizadores realizam determinadas tarefas.

Cada caso de uso descreve um cenário particular, incluindo os atores envolvidos, mostram também os passos a serem seguidos e os resultados esperados. Esta abordagem ajuda a esclarecer os requisitos e a identificar possíveis exceções ou variações no comportamento do sistema.

Caso de Uso: Fazer registo

O utilizador não registado efetua o processo de registo no sistema.

Ator: Utilizador não registado

Stakeholders: Utilizador não registado

Pré-condição: O utilizador não deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: O registo será efetuado com sucesso, e o utilizador recebe uma mensagem a confirmar.

Sucesso garantido: O utilizador não registado, tornar-se-á um utilizador registado após efetuar o registo.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Registrar” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador acede à página de inicial no sistema
2. O utilizador seleciona na interface “Registrar”.
3. O sistema exhibe um formulário.
4. O utilizador preenche com os seus dados (nome de utilizador, palavra-passe e confirmar palavra-passe).
5. O sistema valida os dados inseridos pelo utilizador.
6. O utilizador recebe uma mensagem de confirmação que o registo foi efetuado com sucesso.
7. O utilizador é redirecionado para a página inicial.

Pós-condições: O utilizador não registado torna-se um utilizador registado.

Extensões:

Se algumas validações falharem, o sistema exhibirá uma mensagem de erro e solicita ao utilizador que corrija os dados incorretos.

Caso de Uso: Fazer login

O utilizador efetua o *login* no sistema.

Ator: Utilizador (registado)

Stakeholders: Utilizador (registado)

Pré-condição: O utilizador deve estar registado no sistema.

Garantia mínima: O *login* será efetuado com sucesso.

Sucesso garantido: O utilizador efetua o *login* com sucesso e tem acesso às funcionalidades do sistema.

Trigger: O utilizador insere as credenciais e seleciona a opção “Entrar” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador acede à página entrar no sistema
2. O utilizador insere o nome de utilizador e a palavra-passe.
3. O utilizador seleciona na interface “Entrar”.
4. O utilizador é redirecionado para a página *dashboard* para ter acesso às funcionalidades do sistema.

Pós-condições: O utilizador efetua o *login* e tem acesso ao sistema.

Extensões:

Se as credenciais fornecidas pelo utilizador forem inválidas, o sistema exibirá uma mensagem de erro e solicita ao utilizador que introduza credenciais válidas.

Caso de Uso: Terminar sessão

O utilizador autenticado pode terminar a sessão no sistema.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Se falhar devolve uma mensagem de erro.

Sucesso garantido: Terminar a sessão no sistema.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Terminar sessão” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador clica no botão “Terminar Sessão”.

Extensões:

Se o utilizador não tiver efetuado o *login* não será possível terminar a sessão no sistema, e permanece na página de *login*.

Caso de Uso: Alterar dados pessoais

O utilizador autenticado pode alterar as suas informações pessoais.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: As informações pessoais do utilizador serão mantidas caso não realize alterações.

Sucesso garantido: As informações pessoais do utilizador serão atualizadas.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Alterar dados pessoais” na interface.

Cenário principal de sucesso:

2. O utilizador acede ao “Perfil”.
3. O utilizador seleciona em “Alterar dados pessoais”.
4. O utilizador efetua as alterações desejadas.
5. O utilizador confirma as alterações desejadas.
6. O sistema valida as alterações efetuadas pelo utilizador.

Pós-condições: As informações pessoais do utilizador são atualizadas.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a atualização dos dados inseridos pelo próprio, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Se as alterações efetuadas pelo utilizador não forem válidas, o sistema exibirá uma mensagem de erro e solicita ao utilizador que corrija os campos incorretos.

Caso de Uso: Fazer configurações

O utilizador pode personalizar as configurações do sistema de acordo com o que pretende realizar.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: As configurações por padrão serão mantidas caso o utilizador não faça alterações.

Sucesso garantido: As configurações serão efetuadas de acordo com as escolhas do utilizador.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Fazer Configurações” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Fazer Configurações”.
2. O utilizador identifica as opções disponíveis, notificações, preferências de exibição, entre outras.
3. O utilizador efetua as alterações desejadas.
4. O utilizador confirma as configurações para serem aplicadas.

Pós-condições: As configurações serão atualizadas de acordo com as escolhas do utilizador.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar as configurações, o sistema não efetuará nenhuma alteração nas configurações.

Se as configurações efetuadas pelo utilizador não forem válidas, o sistema exibirá uma mensagem de erro e solicita ao utilizador que corrija as configurações incorretas.

Caso de Uso: Visualizar terrenos

O utilizador pode visualizar informações detalhadas sobre os seus próprios terrenos disponíveis no sistema.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso não haja registos de terrenos.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso os terrenos.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Visualizar terrenos” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Visualizar terreno”.
2. O sistema exhibe os terrenos no mapa, juntamente com as suas parcelas.
3. O utilizador pode selecionar um terreno específico para obter informações detalhadas.

Pós-condições: O utilizador visualizou as informações detalhadas dos terrenos.

Extensões:

Na página visualizar terrenos, se não houver nenhum terreno registado, o sistema exhibe uma mensagem informativa e volta para página *Dashboard*.

Caso de Uso: Adicionar terrenos (extend)

O utilizador pode adicionar novos terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso falhe a adição do novo terreno.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso uma mensagem após o registo do novo terreno.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar terreno” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar terreno”.
2. O sistema exhibe o formulário para que o utilizador insira as informações necessárias sobre o novo terreno.
3. O utilizador preenche o formulário com as informações do novo terreno.
4. O sistema confirma o registo do novo terreno.
5. O sistema valida as informações inseridas pelo utilizador.
6. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso para confirmar que o novo terreno foi adicionado com sucesso.

Pós-condições: O registo do novo terreno é atualizado com as informações inseridas pelo utilizador.

Extensões:

Se o utilizador não inserir corretamente todos os campos necessários/obrigatórios do formulário, o sistema exhibirá uma mensagem de erro para os campos serem corrigidos.

Caso exista uma falha na validação dos dados inseridas pelo utilizador, o sistema exhibe uma mensagem de erro.

Caso de Uso: Remover terrenos (extend)

O utilizador pode remover terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e ter terrenos inseridos.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso falhe ao remover o terreno.

Sucesso garantido: O terreno será removido com sucesso.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Remover terreno” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona o terreno que pretende remover.
2. O utilizador seleciona a opção “Remover Terreno” que se encontra na interface.
3. O sistema exibe uma mensagem de alerta.
4. O utilizador seleciona a opção “Sim”.
5. O sistema confirma a remoção do terreno.
6. O sistema remove o terreno.
7. O sistema exibe uma mensagem de sucesso para confirmar que o terreno foi removido com sucesso.

Pós-condições: O terreno é removido do sistema e não está mais disponível.

Extensões:

Se o utilizador selecionar um terreno não existente no sistema ou não ter permissão para o remover, o sistema exibe uma mensagem de erro.

Caso de Uso: Editar terrenos (extend)

O utilizador pode editar terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e ter terrenos inseridos.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso falhe a edição do terreno.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso uma mensagem após a edição do terreno.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Editar Terreno” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Editar Terreno”.
2. O sistema exhibe o formulário para que o utilizador edite as informações necessárias sobre o terreno.
3. O utilizador preenche o formulário com as informações editadas.
4. O sistema confirma a edição do terreno.
5. O sistema valida as informações inseridas pelo utilizador.
6. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso para confirmar que o terreno foi editado com sucesso.

Pós-condições: A edição do terreno é atualizada com as informações inseridas pelo utilizador.

Extensões:

Se o utilizador não inserir corretamente todos os campos necessários/obrigatórios do formulário, o sistema exhibirá uma mensagem de erro para os campos serem corrigidos.

Caso exista uma falha na validação dos dados inseridas pelo utilizador, o sistema exhibe uma mensagem de erro.

Caso de Uso: Adicionar doença (extend)

O utilizador pode adicionar informação detalhada sobre a doença que encontrou no seu terreno.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso o registo falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar doença” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar doença”.
2. O sistema exibe um formulário para que o utilizador introduza a informação relacionada com a doença.
3. O utilizador preenche o formulário.
4. O sistema confirma o registo da informação sobre a doença.
5. O sistema valida a informação introduzida.
6. O sistema exibe uma mensagem de sucesso a confirmar o registo da doença.

Pós-condições: O registo é atualizado com a informação da nova doença.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a adição da informação da doença, o sistema não efetuará nenhuma alteração e o utilizador ficará na página de adicionar doença.

Se a validação dos dados introduzidos pelo utilizador falhar, o sistema exibirá uma mensagem de erro para que o utilizador corrija os campos incorretos.

Caso de Uso: Remover doença (extend)

O utilizador pode remover a doença.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos uma doença registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a remoção falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após remover a doença.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Remover doença” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona a doença que pretende remover.
2. O utilizador seleciona a opção “Remover doença” que se encontra na interface.
3. O sistema exhibe uma mensagem de alerta.
4. O utilizador seleciona a opção “Sim”.
5. O sistema confirma a remoção da doença.
6. O sistema remove a doença.
7. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso para confirmar que a doença foi removida com sucesso.

Pós-condições: A doença é removida do sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a remoção da doença, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Ver doença (extend)

O utilizador pode visualizar detalhadamente a informação sobre as doenças que foram encontradas nos seus cultivos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso não haja registos de doenças.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso as doenças.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Ver doença” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Ver doença”.
2. O sistema exhibe as informações sobre as doenças.
3. O utilizador pode selecionar uma doença específica para obter mais informações detalhadas.

Pós-condições: O utilizador visualizou as informações detalhadas acerca das doenças.

Extensões:

Na página ver doença, se não houver nenhuma doença registada, o sistema exhibe uma mensagem informativa.

Caso de Uso: Editar doença (extend)

O utilizador pode editar a doença.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos uma doença registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a edição falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após editar a doença.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Editar doença” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Editar doença”.
2. O sistema exhibe uma lista de doenças registadas no sistema.
3. O utilizador seleciona a doença que pretende editar.
4. O sistema exhibe um formulário preenchido com as informações atuais da doença.
5. O utilizador edita as informações necessárias.
6. O utilizador confirma a edição da doença.
7. O sistema valida a edição da doença selecionada.
8. O sistema mostra uma mensagem de sucesso que a doença foi editada com sucesso.

Pós-condições: A doença é editada no sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a edição da doença, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Adicionar cultura (extend)

O utilizador pode adicionar informações detalhadas sobre a cultura que pretende cultivar no seu terreno.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso o registo falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar cultura” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar cultura”.
2. O sistema exibe um formulário para que o utilizador introduza a informação relacionada com a cultura.
3. O utilizador preenche o formulário.
4. O sistema confirma o registo da informação sobre a colheita.
5. O sistema valida a informação introduzida.
6. O sistema exibe uma mensagem de sucesso a confirmar o registo da colheita.

Pós-condições: O registo é atualizado com a informação da nova cultura.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a adição da cultura, o sistema não efetuará nenhuma alteração e o utilizador ficará na página de adicionar cultura.

Se a validação dos dados introduzidos pelo utilizador falhar, o sistema exibirá uma mensagem de erro para que o utilizador corrija os campos incorretos.

Caso de Uso: Remover cultura (extend)

O utilizador pode remover a cultura.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e ter pelo menos uma cultura registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a remoção falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Remover cultura” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona a cultura que pretende remover.
2. O utilizador seleciona a opção “Remover cultura” que se encontra na interface.
3. O sistema exibe uma mensagem de alerta.
4. O utilizador seleciona a opção “Sim”.
5. O sistema confirma a remoção da cultura.
6. O sistema remove a cultura.
7. O sistema exibe uma mensagem de sucesso para confirmar que a cultura foi removida com sucesso.

Pós-condições: A cultura selecionada é removida do sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a remoção da cultura, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Ver cultura (extend)

O utilizador pode visualizar detalhes sobre a cultura que foi cultivada no seu terreno.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso não haja registos de culturas.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso a cultura cultivada.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Ver cultura” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Ver cultura”.
2. O sistema exhibe as informações detalhadas sobre a cultura.

Pós-condições: O utilizador visualizou as informações detalhadas acerca da cultura.

Extensões:

Na página ver cultura, se não houver nenhuma cultura registada, o sistema exhibe uma mensagem informativa.

Caso de Uso: Editar cultura (extend)

O utilizador pode editar a cultura.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos uma cultura registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a edição falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após editar a cultura.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Editar cultura” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Editar cultura”.
2. O sistema exhibe uma lista de cultura registadas no sistema.
3. O utilizador seleciona a cultura que pretende editar.
4. O sistema exhibe um formulário preenchido com as informações atuais da cultura.
5. O utilizador edita as informações necessárias.
6. O utilizador confirma a edição da cultura.
7. O sistema valida a edição da cultura selecionada.
8. O sistema mostra uma mensagem de sucesso que a cultura foi editada com sucesso.

Pós-condições: A cultura é editada no sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a edição da cultura, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Adicionar colheitas (extend)

O utilizador pode adicionar informação detalhada sobre a colheita de uma cultura específica que realizou no terreno.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso o registo falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar colheitas” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar colheitas”.
2. O sistema exibe um formulário para que o utilizador introduza a informação relacionada com a colheita.
3. O utilizador preenche o formulário.
4. O sistema confirma o registo da informação sobre a colheita.
5. O sistema valida a informação introduzida.
6. O sistema exibe uma mensagem de sucesso a confirmar o registo da colheita.

Pós-condições: O registo é atualizado com a informação da nova colheita.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a adição da colheita, o sistema não efetuará nenhuma alteração e o utilizador ficará na página de adicionar colheita.

Se a validação dos dados introduzidos pelo utilizador falhar, o sistema exibirá uma mensagem de erro para que o utilizador corrija os campos incorretos.

Caso de Uso: Ver colheitas (extend)

O utilizador pode visualizar a informação com detalhe sobre a colheita que foi adicionada no sistema.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso não haja colheitas registadas.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso as colheitas.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Ver colheitas” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Ver colheitas”.
2. O sistema exibe uma lista de colheitas registadas com informação detalhada.
3. O utilizador pode selecionar uma colheita específica para obter informação detalhada.

Pós-condições: O utilizador obteve informação detalhada acerca das colheitas.

Extensões:

Na página ver colheita, se não houver nenhuma colheita registada, o sistema exibe uma mensagem informativa.

Caso de Uso: Remover colheita (extend)

O utilizador pode remover a colheita.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e ter pelo menos uma colheita registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a remoção falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Remover colheita” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona a colheita que pretende remover.
2. O utilizador seleciona a opção “Remover colheita” que se encontra na interface.
3. O sistema exibe uma mensagem de alerta.
4. O utilizador seleciona a opção “Sim”.
5. O sistema confirma a remoção da colheita.
6. O sistema remove a colheita.
7. O sistema exibe uma mensagem de sucesso para confirmar que a colheita foi removida com sucesso.

Pós-condições: A colheita selecionada é removida do sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a remoção da colheita, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Editar colheita (extend)

O utilizador pode editar a colheita.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos uma colheita registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a edição falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após editar a colheita.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Editar colheita” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Editar colheita”.
2. O sistema exhibe uma lista de colheita registadas no sistema.
3. O utilizador seleciona a colheita que pretende editar.
4. O sistema exhibe um formulário preenchido com as informações atuais da colheita.
5. O utilizador edita as informações necessárias.
6. O utilizador confirma a edição da colheita.
7. O sistema valida a edição da colheita selecionada.
8. O sistema mostra uma mensagem de sucesso que a colheita foi editada com sucesso.

Pós-condições: A colheita é editada no sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a edição da colheita, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Adicionar análises (extend)

O utilizador pode adicionar informações detalhadas sobre análises realizadas no solo, nas plantas, ou até mesmo em outros aspetos relevantes.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso o registo de nova análise falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após o registo de nova análise.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar análises” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar análises”.
2. O sistema exhibe um formulário para inserir as informações relacionadas com a análise.
3. O utilizador preenche o formulário.
4. O sistema confirma o registo de nova análise.
5. O sistema valida a informação introduzida.
6. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso ao confirmar o novo registo adicionado.

Pós-condições: O registo da análise é atualizado com as informações introduzidas pelo utilizador.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a adição da análise, o sistema não efetuará nenhuma alteração e o utilizador ficará na página de adicionar análise.

Se a validação dos dados introduzidos pelo utilizador falhar, o sistema exhibirá uma mensagem de erro para que o utilizador corrija os campos incorretos.

Caso de Uso: Ver análises (extend)

O utilizador pode visualizar o histórico de análises realizadas nos seus terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso não haja análises registadas.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso o histórico de análises.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Ver análises” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Ver análises”.
2. O sistema exhibe uma lista de análises registadas.
3. O utilizador pode selecionar uma análise para visualizar informação mais detalhada.

Pós-condições: O utilizador obteve informações detalhadas sobre o histórico de análises realizadas nos seus terrenos.

Extensões:

Na página ver análises, se não houver nenhuma análise registada, o sistema exhibe uma mensagem informativa.

Caso de Uso: Remover análises (extend)

O utilizador pode remover análises realizadas no solo, nas plantas, ou até mesmo em outros aspetos relevantes.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a remoção da análise falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após remover o registo de análise.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Remover análise” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona a análise que pretende remover.
2. O utilizador seleciona a opção “Remover análise” que se encontra na interface.
3. O sistema exhibe uma mensagem de alerta.
4. O utilizador seleciona a opção “Sim”.
5. O sistema confirma a remoção da análise.
6. O sistema remove a análise.
7. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso para confirmar que a análise foi removida com sucesso.

Pós-condições: A análise é removida com sucesso do sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a remoção da análise, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Editar análise (extend)

O utilizador pode editar a análise.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos uma análise registada no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a edição falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após editar a análise.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Editar análise” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Editar análise”.
2. O sistema exhibe uma lista das análises registadas no sistema.
3. O utilizador seleciona a análise que pretende editar.
4. O sistema exhibe um formulário preenchido com as informações atuais da análise.
5. O utilizador edita as informações necessárias.
6. O utilizador confirma a edição da análise.
7. O sistema valida a edição da análise selecionada.
8. O sistema mostra uma mensagem de sucesso que a análise foi editada com sucesso.

Pós-condições: A análise é editada no sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a edição da análise, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Adicionar tratamento/manutenção (extend)

O utilizador pode adicionar informações sobre os tratamentos/manutenções realizados nos seus terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a adição de tratamento/manutenção falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar tratamento/manutenção” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar tratamento/manutenção”.
2. O sistema exhibe um formulário para inserir as informações necessárias para o tratamento/manutenção.
3. O utilizador preenche o formulário com a informação que pretende introduzir.
4. O sistema valida as informações introduzidas pelo utilizador.
5. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso para confirmar que a informação foi adicionada.

Pós-condições: O registo de tratamento/manutenção é atualizado com as informações introduzidas pelo utilizador.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a adição de tratamento/manutenção, o sistema não efetuará nenhuma alteração e o utilizador ficará na página de adicionar tratamento/manutenção.

Se a validação dos dados introduzidos pelo utilizador falhar, o sistema exhibirá uma mensagem de erro para que o utilizador corrija os campos incorretos.

Caso de Uso: Ver tratamento/manutenção (extend)

O utilizador pode visualizar detalhes sobre os tratamentos/manutenções que foram efetuadas nos seus terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso não haja tratamentos ou manutenções registadas.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso os tratamentos e as manutenções efetuadas.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Ver tratamento/manutenção” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Ver tratamento/manutenção”.
2. O sistema exhibe uma lista de tratamentos/manutenções efetuadas.
3. O utilizador pode selecionar um tratamento/manutenção para visualizar a informação detalhada.

Pós-condições: O utilizador obteve informação detalhada sobre os tratamentos/manutenções efetuadas nos seus terrenos.

Extensões:

Se não houver tratamentos/manutenções registadas, o sistema exhibirá uma mensagem a informar o utilizador que não existem registos disponíveis.

Caso de Uso: Remover tratamento/manutenção (extend)

O utilizador pode remover os tratamentos/manutenções realizados nos seus terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos tratamentos/manutenções registados no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a remoção de tratamento/manutenção falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Remover tratamento/manutenção” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona o tratamento/manutenção que pretende remover.
2. O utilizador seleciona a opção “Remover tratamento/manutenção” que se encontra na interface.
3. O sistema exibe uma mensagem de alerta.
4. O utilizador seleciona a opção “Sim”.
5. O sistema confirma a remoção do tratamento/manutenção.
6. O sistema remove o tratamento/manutenção.
7. O sistema exibe uma mensagem de sucesso para confirmar que o tratamento/manutenção foi removido com sucesso.

Pós-condições: O tratamento/manutenção é removido com sucesso do sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a remoção de tratamento/manutenção, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Editar tratamento/manutenção (extend)

O utilizador pode editar o tratamento/manutenção.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema e existir pelo menos um tratamento/manutenção.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso a edição falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida após editar o tratamento/manutenção.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Editar tratamento/manutenção” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Editar tratamento/manutenção”.
2. O sistema exibe uma lista de tratamento/manutenção registadas no sistema.
3. O utilizador seleciona o tratamento/manutenção que pretende editar.
4. O sistema exibe um formulário preenchido com as informações atuais do tratamento/manutenção.
5. O utilizador edita as informações necessárias.
6. O utilizador confirma a edição do tratamento/manutenção.
7. O sistema valida a edição do tratamento/manutenção selecionado.
8. O sistema mostra uma mensagem de sucesso que o tratamento/manutenção foi editado com sucesso.

Pós-condições: O tratamento/manutenção é editado com sucesso no sistema.

Extensões:

Se o utilizador não confirmar a edição do tratamento/manutenção, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Adicionar despesas (extend)

O utilizador pode adicionar informação sobre as despesas que teve nos seus terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: Uma mensagem será exibida caso ao adicionar a despesa falhe.

Sucesso garantido: Uma mensagem de sucesso será exibida.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Adicionar despesas” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Adicionar despesas”.
2. O sistema exhibe um formulário para inserir as informações acerca da despesa.
3. O utilizador confirma a adição da informação da despesa.
4. O sistema valida as informações introduzidas.
5. O sistema exhibe uma mensagem de sucesso.

Pós-condições: O registo das despesas é atualizado com as informações introduzidas pelo utilizador.

Extensões:

Se o utilizador ao adicionar a despesa falhar, o sistema exhibirá uma mensagem de erro, e indica ao utilizador para que corrija os campos necessários.

Se o utilizador não confirmar a adição da informação da despesa, o sistema não efetuará nenhuma alteração.

Caso de Uso: Ver despesas (extend)

O utilizador pode visualizar o histórico de despesas que teve nos seus terrenos.

Ator: Utilizador (autenticado)

Stakeholders: Utilizador

Pré-condição: O utilizador deve estar autenticado no sistema.

Garantia mínima: O sistema enviará uma mensagem caso não haja despesas.

Sucesso garantido: O utilizador visualizará com sucesso o histórico de despesas.

Trigger: O utilizador seleciona a opção “Ver despesas” na interface.

Cenário principal de sucesso:

1. O utilizador seleciona na interface “Ver despesas”.
2. O sistema exibe o histórico de despesas com detalhe como data, valor e descrição.

Pós-condições: O utilizador obteve informações detalhadas sobre as despesas.

Extensões:

Se não houver despesas registadas no sistema, o sistema exibirá uma mensagem a informar o utilizador que não existem despesas disponíveis para visualização.


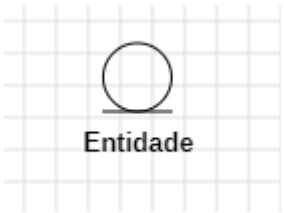

O sistema oferece opções de filtragem para que o utilizador possa visualizar as despesas de acordo com os critérios escolhidos pelo utilizador, como data, valor, tipo de despesa, etc.

4.2. Diagramas de Robustez

Neste subcapítulo serão apresentados os diagramas de robustez que correspondem aos casos de uso para o desenvolvimento da aplicação neste projeto.

Para a compreensão destes diagramas, na Tabela 3 estão indicados os objetos presentes, como a breve descrição de cada um.

Tabela 3 - Objetos usados nos diagramas de robustez e descrição dos objetos

Objeto	Descrição
 <p data-bbox="411 869 603 898">Objeto Fronteira</p>	<p data-bbox="826 824 1396 898">Este objeto permite aos atores comunicarem com o sistema.</p>
 <p data-bbox="448 1144 564 1173">Entidade</p>	<p data-bbox="826 1048 1396 1227">Corresponde de forma geral aos objetos identificados no Modelo de Domínio que são representados em tabelas de Base de Dados que guardam informação necessária.</p>
 <p data-bbox="395 1496 603 1525">Objeto Controlo</p>	<p data-bbox="826 1330 1396 1664">Estes objetos funcionam como integradores entre os objetos de fronteira e os objetos de entidade. O objetivo destes objetos é conterem as regras de negócio e as políticas de funcionamento de modo a potenciarem a independência das interfaces com os utilizadores, por um lado, e dos esquemas das Base de Dados, por outro.</p>

Caso de Uso: Fazer registo

A Figura 28, representa o Diagrama de Robustez: Registo, no qual é apresentado um formulário ao utilizador a solicitar que preencha com os dados para se registar no sistema, se os dados forem válidos, os dados serão guardados na base de dados na tabela Utilizador, caso contrário será exibida uma mensagem de erro ao utilizador.

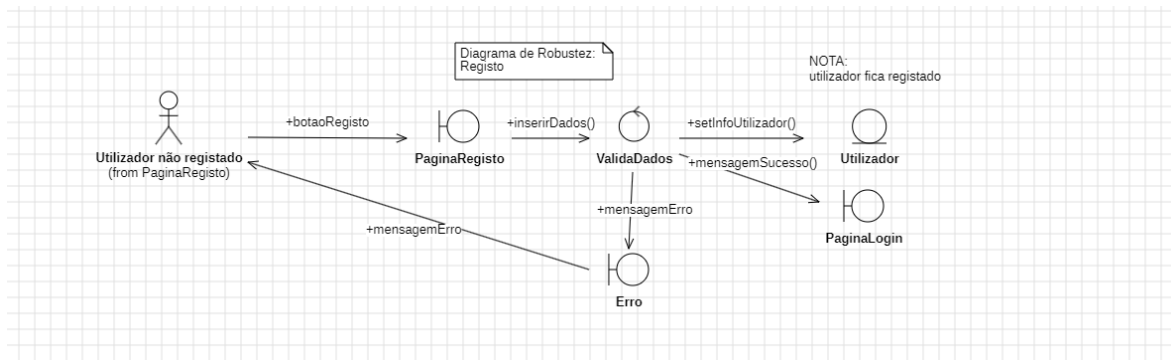


Figura 28 - Diagrama de Robustez: Registo

Caso de Uso: Fazer Login

A Figura 29, representa o Diagrama de Robustez: Login, no qual é apresentado um formulário ao utilizador a solicitar os dados para iniciar sessão no sistema, caso sejam válidos os dados, o utilizador será redirecionado para a Página Dashboard, caso contrário será exibida uma mensagem de erro.

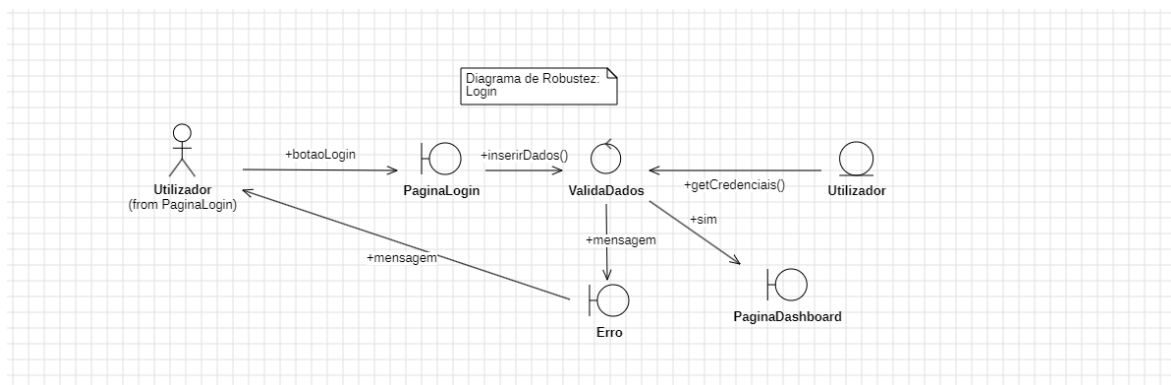


Figura 29 - Diagrama de Robustez: Login

Caso de Uso: Alterar dados pessoais

A Figura 30, representa o Diagrama de Robustez: Alterar dados pessoais, onde utilizador escolhe a informação que pretende editar. Caso seja efetuada essa edição, a informação é atualizada na base de dados, caso contrário é exibida uma mensagem de erro.

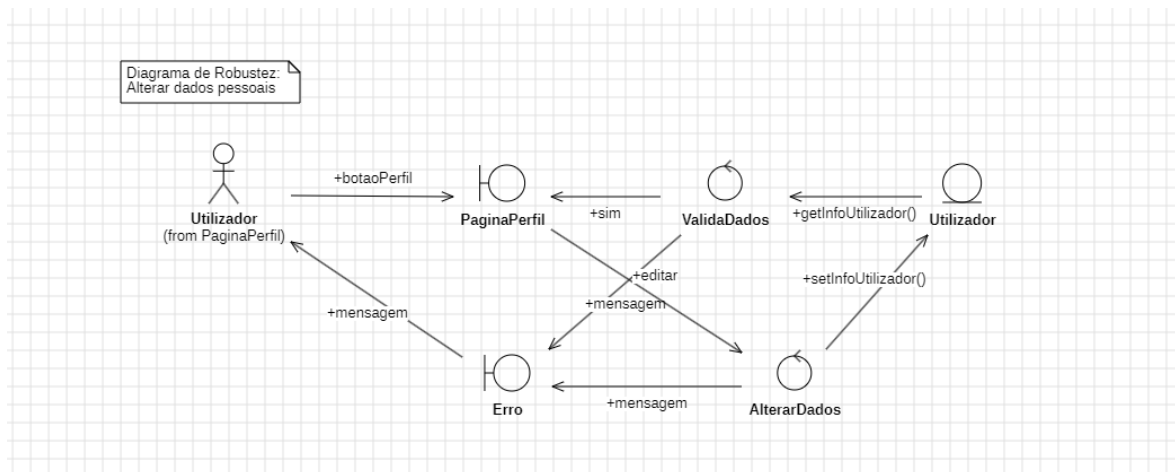


Figura 30 - Diagrama de Robustez: Alterar dados pessoais

Caso de Uso: Terminar sessão

A Figura 31, representa o Diagrama de Robustez: Terminar Sessão, onde utilizador escolhe a opção terminar sessão que se encontra no menu que tem na sua imagem de perfil e assim terminará a sua sessão e é redirecionado para a Página de *Login*.

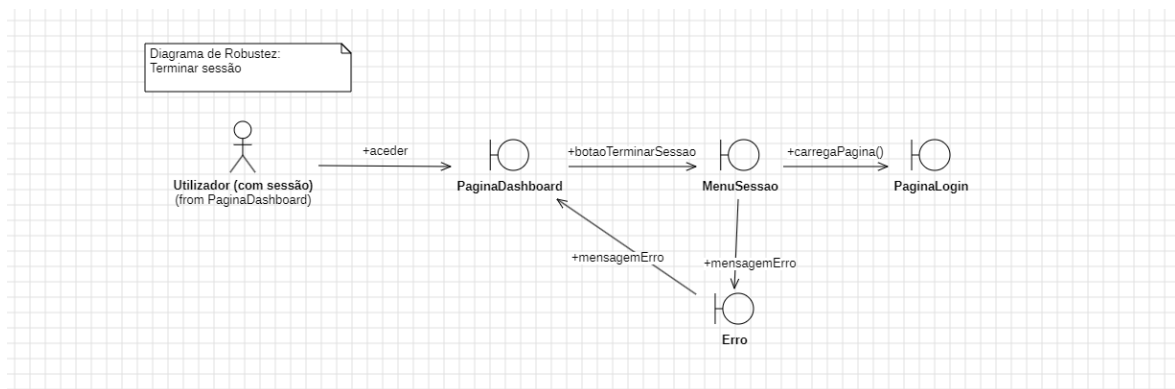


Figura 31 - Diagrama de Robustez: Terminar Sessão

5. Fase 3 ICONIX - Projeto

Neste capítulo, apresenta-se a Fase 3 do Modelo *ICONIX*, que se concentra no projeto do sistema. Esta etapa é crucial, pois envolve a transição das análises realizadas anteriormente para a criação de uma arquitetura e design detalhados, que servem como base para a implementação do sistema.

Durante esta fase, são definidos os componentes do sistema, as suas interações e a estrutura geral da aplicação. O foco é garantir que todos os requisitos funcionais e não funcionais sejam atendidos, considerando aspetos como desempenho, escalabilidade e usabilidade.




Iremos explorar as técnicas e abordagens utilizadas para a modelação do sistema, incluindo diagramas de sequência.

5.1. Diagramas de sequência

Os diagramas de sequência são uma ferramenta de modelação usada para visualizar e descrever a interação entre os objetos, os quais mostram como estes comunicam entre si e as respetivas mensagens que são trocadas durante uma determinada sequência de eventos.

Na seguinte, Tabela 4, estão demonstrados quais os elementos a serem utilizados nestes diagramas e uma breve descrição de cada um dos elementos.

Tabela 4 - Elementos dos diagramas de sequência

Objeto	Descrição
	<p>Linha de tempo</p> <p>Entidade que interage com o sistema e solicita pedidos.</p>
	<p>Caixa de ativação</p> <p>Tempo que é necessário para que um objeto conclua a interação que está a exercer. O tempo dessa mesma tarefa será demonstrado através do tamanho da caixa (que vai alongando verticalmente).</p>
	<p>Linha de tempo de Entidade</p> <p>Linha de tempo referente a um objeto de entidade.</p>

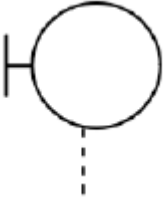
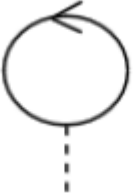
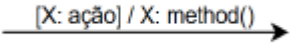
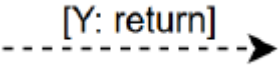
Objeto	Descrição
	Linha de tempo de fronteira Linha de tempo referente a um objeto de fronteira.
	Caixa de ativação Linha de tempo referente a um objeto de controlo.
	Mensagens síncronas Utilizado para representar uma ação do ator sobre o sistema, da qual é esperada uma ação ou resposta.
	Mensagens de retorno Usado para demonstrar um determinado resultado de uma interação do ator ou serviço prestado pelo sistema ao mesmo.

Diagrama de Sequência: *Login*

A Figura 35, representa o Diagrama de Sequência: *Login*, no qual é apresentado um formulário ao utilizador a solicitar os dados para iniciar sessão no sistema, caso sejam válidos os dados, o utilizador será redirecionado para a Página *Dashboard*, caso contrário será exibida uma mensagem de erro.

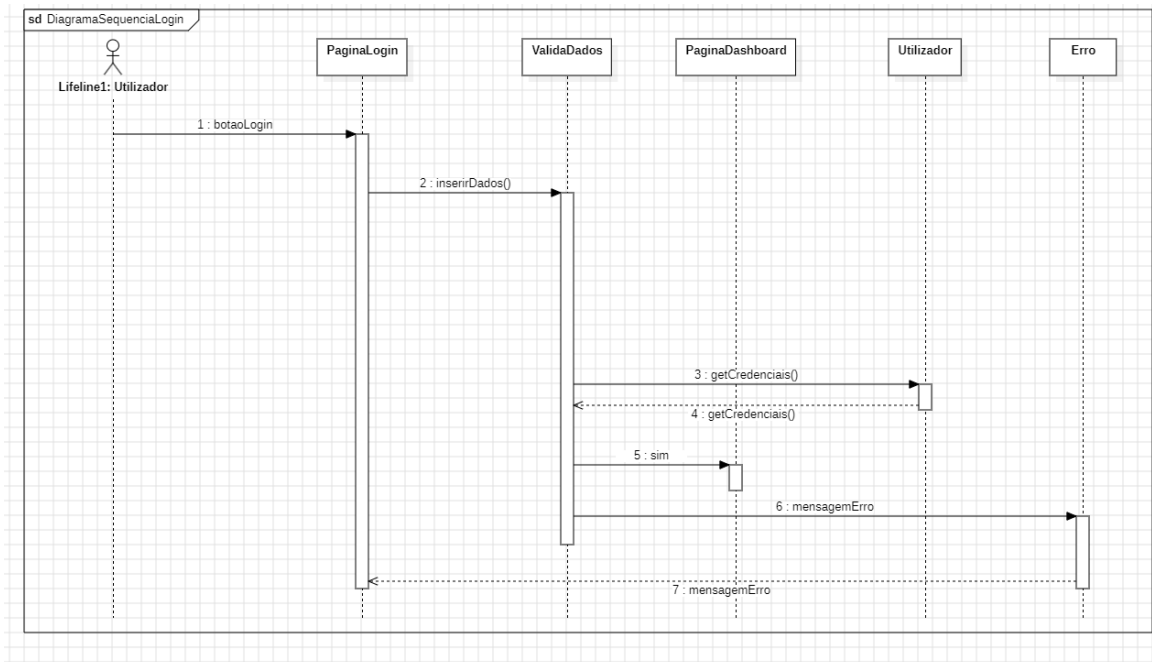


Figura 35 - Diagrama de Sequência: *Login*

Diagrama de Sequência: Registo

A Figura 36, representa o Diagrama de Sequência: Registo, no qual é apresentado um formulário ao utilizador a solicitar que preencha com os dados para se registar no sistema, se os dados forem válidos, os dados serão guardados na base de dados na tabela Utilizador, caso contrário será exibida uma mensagem de erro ao próprio utilizador.

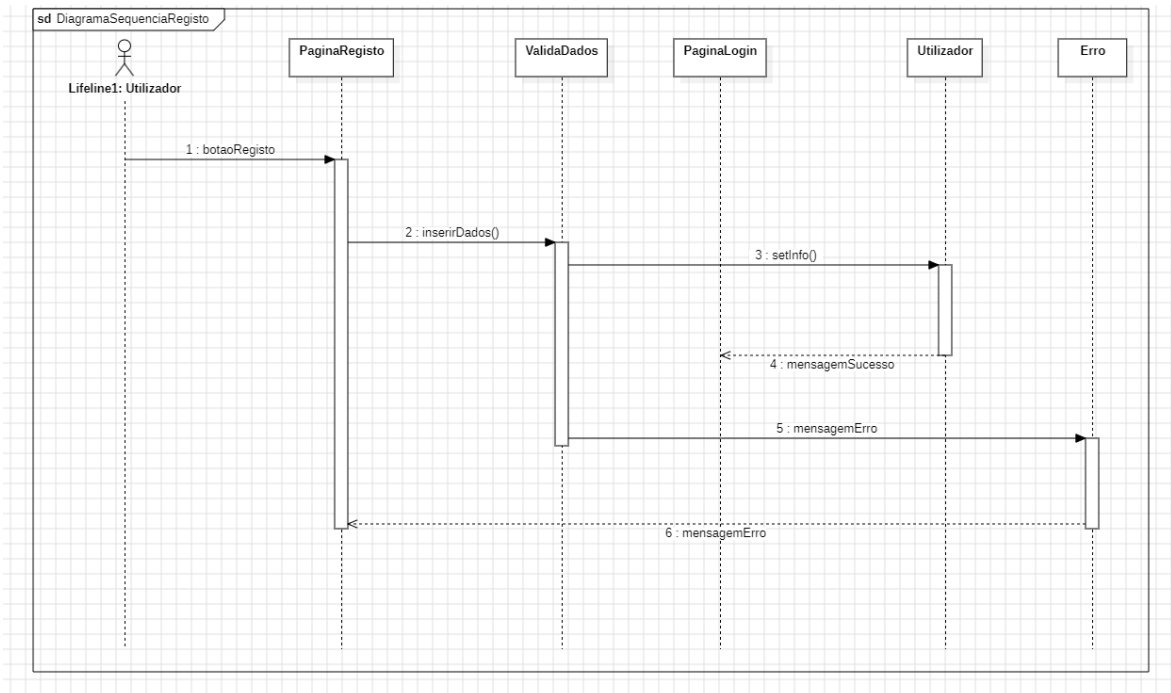


Figura 36 - Diagrama de Sequência: Registo

Diagrama de Sequência: Terminar Sessão

A Figura 37, representa o Diagrama de Sequência: Terminar Sessão, onde o utilizador escolhe a opção terminar sessão que se encontra no menu que tem na sua imagem de perfil e assim terminará a sua sessão e é redirecionado para a Página de Login.

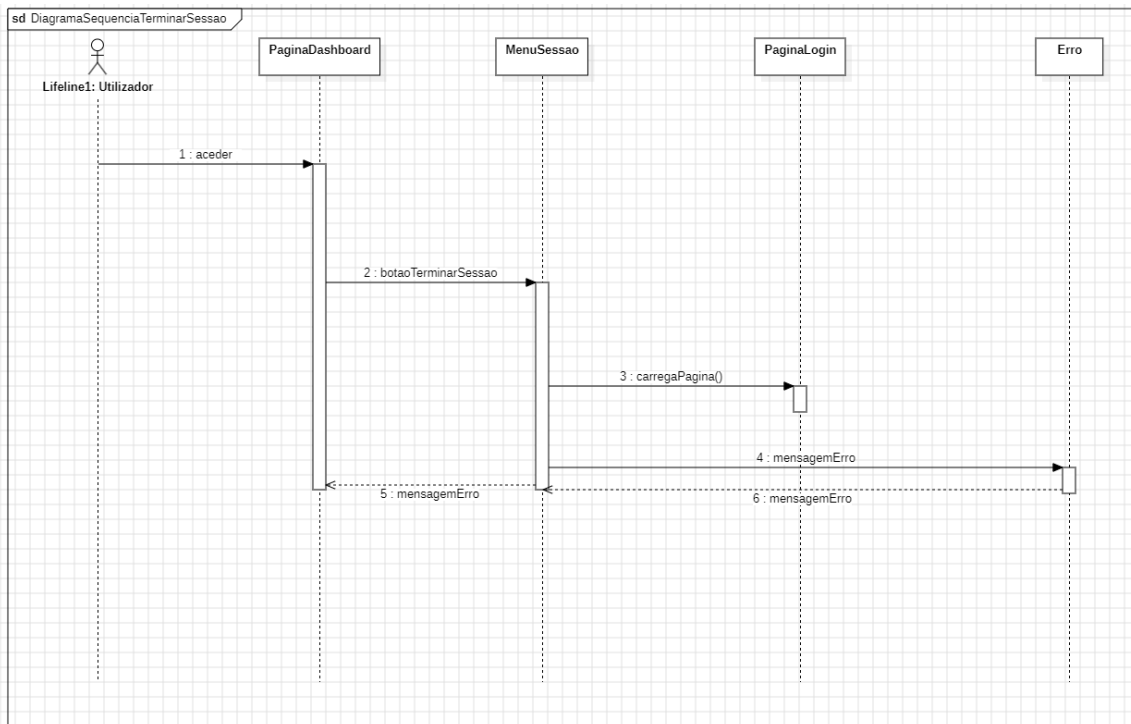


Figura 37 - Diagrama de Sequência: Terminar Sessão

Diagrama de Sequência: Visualizar Terrenos

A Figura 38, representa o Diagrama de Sequência: Visualizar terrenos, onde o utilizador pode visualizar os seus terrenos, caso falhe, o sistema exibe uma mensagem de erro.

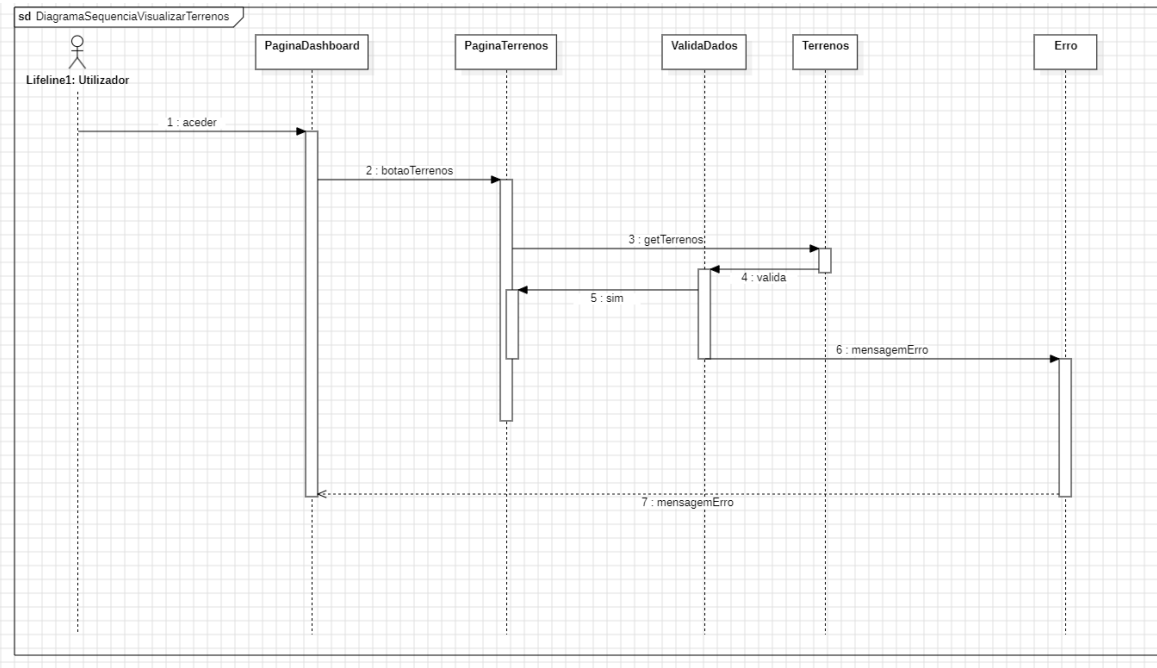


Figura 38 - Diagrama de Sequência: Visualizar Terrenos

Diagrama de Sequência: Adicionar Terrenos

A Figura 39, representa o Diagrama de Sequência: Adicionar Terrenos, onde o utilizador pode adicionar os seus terrenos, caso falhe, o sistema exibe uma mensagem de erro.

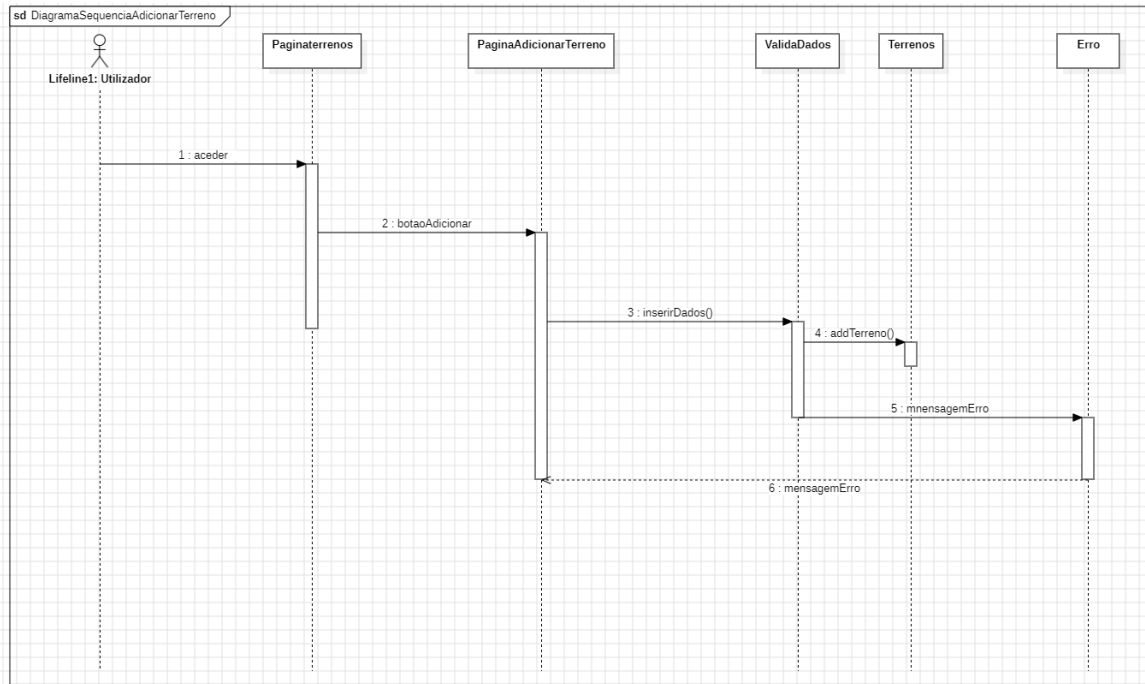


Figura 39 - Diagrama de Sequência: Adicionar Terrenos

Diagrama de Sequência: Editar Terrenos

A Figura 40, representa o Diagrama de Sequência: Editar Terreno, onde o utilizador pode editar os seus terrenos, caso falhe, o sistema exibe uma mensagem de erro.

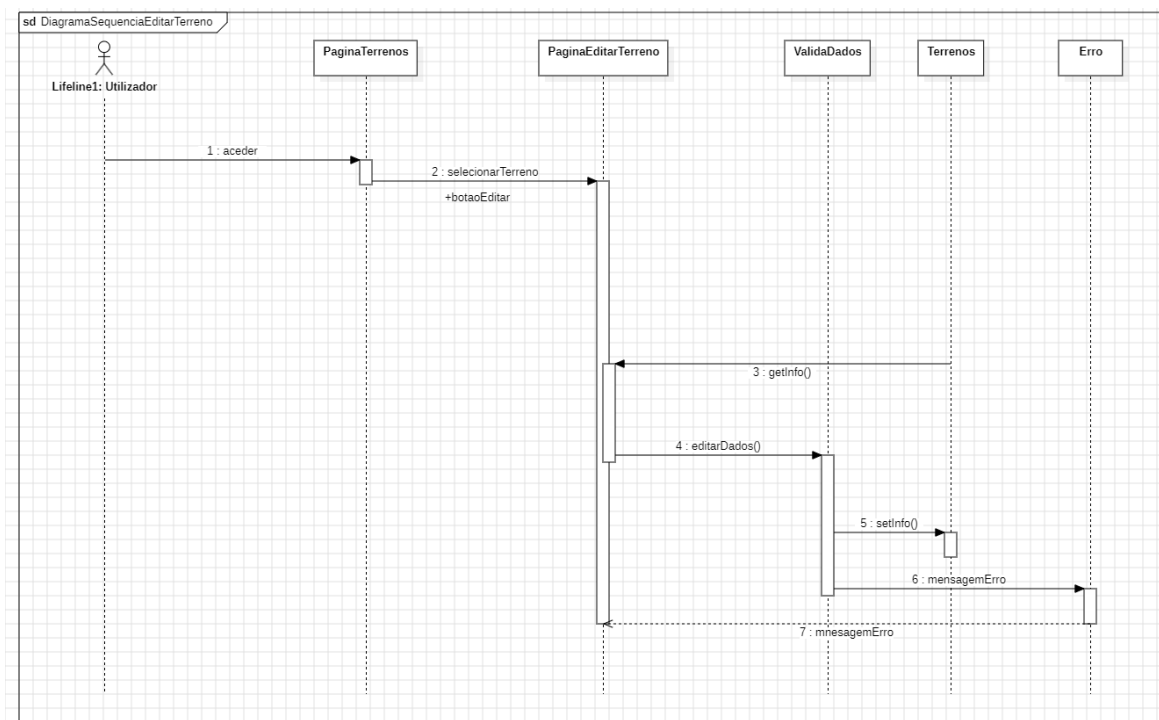


Figura 40 - Diagrama de Sequência: Editar Terreno

Diagrama de Sequência: Remover Terrenos

A Figura 41, representa o Diagrama de Sequência: Remover Terreno, onde o utilizador pode remover os seus terrenos, caso falhe, o sistema exibe uma mensagem de erro.

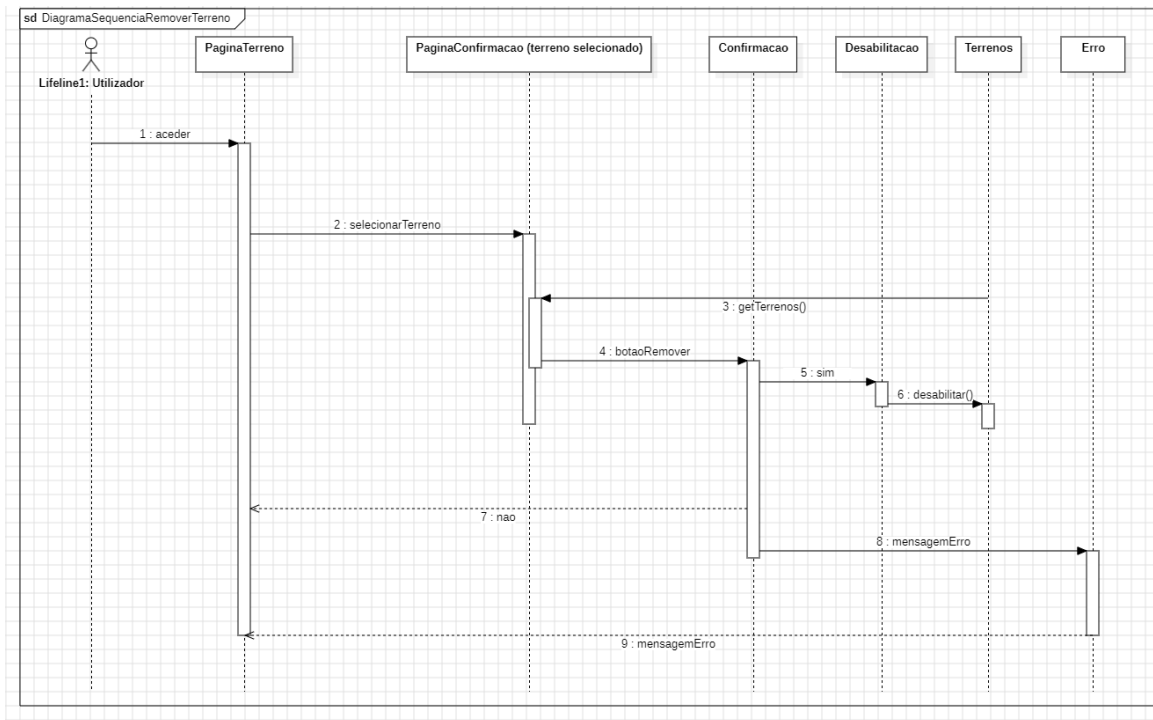


Figura 41 - Diagrama de Sequência: Remover Terreno

Uma vez que a Fase 4 do Modelo *ICONIX* consiste em escrever e, eventualmente, gerar código, realizar testes unitários e de integração e realizar testes de sistema e de aceitação [11], a mesma será descrita no próximo relatório que descreverá as atividades do trabalho que irá ser desenvolvido para concluir o SAGRDA.

6. Modelação da Base de Dados

Neste capítulo, apresentamos a Modelação da Base de Dados necessária para suportar as informações da aplicação.


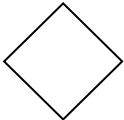
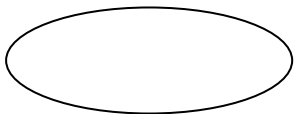
O qual será dividido em duas partes: a primeira abordará o Modelo Entidade-Relacionamento, que descreve as entidades e suas relações, enquanto a segunda parte focará no Modelo Relacional, derivado do Modelo Entidade-Relacionamento, que detalha como os dados serão organizados em tabelas. Essa modelação é essencial para garantir a integridade e eficiência no armazenamento e recuperação das informações.

6.1. Modelo Entidade-Relacionamento

Este tipo de modelo é um modelo conceptual onde é possível efetuar a descrição dos dados através das entidades, relacionamentos e atributos [12].

Na seguinte Tabela 5, estão presentes os objetos utilizados na realização do Modelo Entidade-Relacionamento.

Tabela 5 - Descrição dos objetos utilizados no Modelo Entidade-Relacionamento

Objeto	Descrição
	Este objeto representa as entidades que irão dar origem às tabelas na Base de Dados.
	Representa os relacionamentos entre as entidades.
	Representam os atributos dos relacionamentos, estes atributos são colocados na tabela que surgem do relacionamento.

<hr/> <hr/>	Representa a participação obrigatória da entidade.
<hr/>	Representa a participação não obrigatória da entidade.

Na Figura 42, é possível visualizarmos o Modelo Entidade Relacionamento, o qual mostra as entidades necessárias e as suas respetivas relações entre elas.

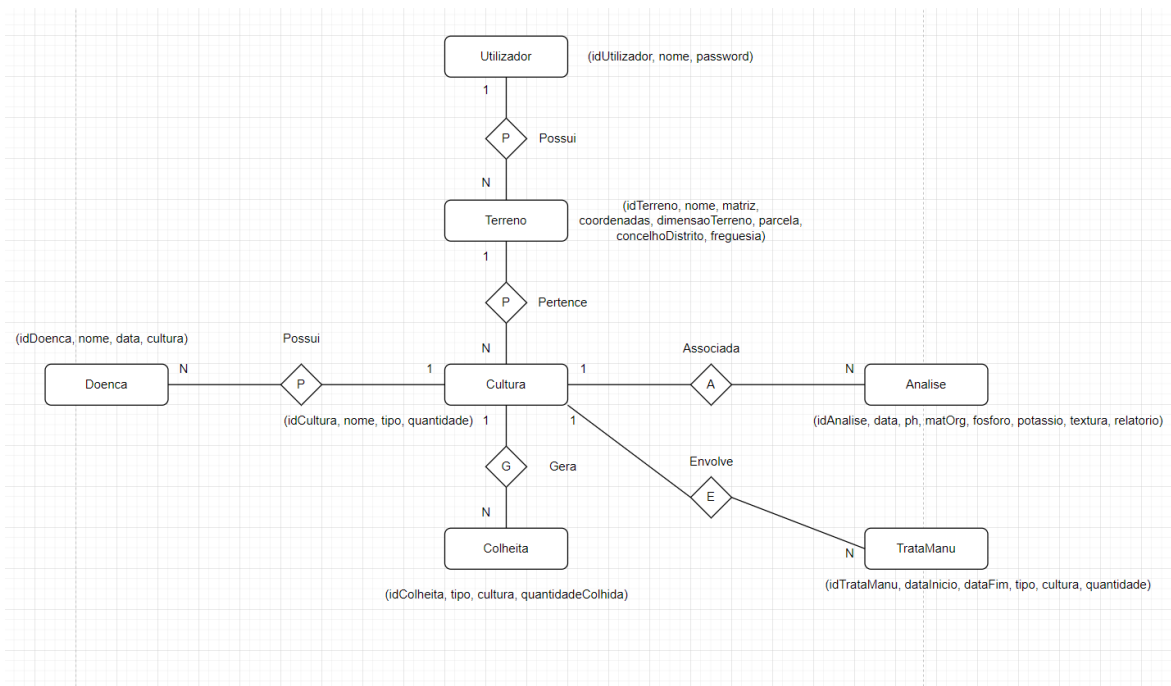


Figura 42 - Modelo Entidade Relacionamento

6.2. Descrição das relações

Neste subcapítulo irão ser descritas as relações identificadas no Modelo Entidade Relacionamento, representado pela Figura 42.

A Figura 43, mostra, individualmente, o relacionamento Possui (Utilizador - Terreno).

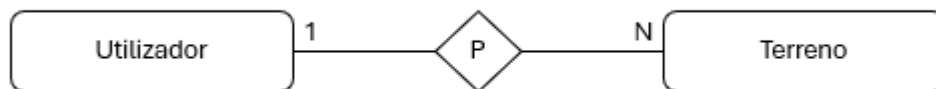


Figura 43 - Descrição do relacionamento possuir das entidades Utilizador - Terreno

P - Possui

Um utilizador pode possuir vários terrenos, enquanto vários terrenos estão na posse de um utilizador.

A Figura 44, mostra, individualmente, o relacionamento Pertence (Terreno - Cultura).

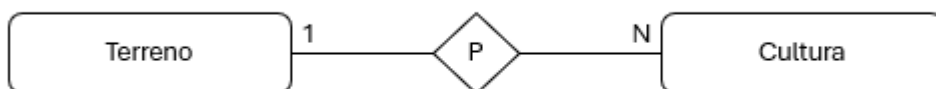


Figura 44 - Descrição do relacionamento pertencer das entidades Terreno - Cultura

P - Pertence

Um terreno pertence a várias culturas, enquanto várias culturas pertencem apenas a um terreno.

A Figura 45, mostra, individualmente, o relacionamento Possui (Doença - Cultura).

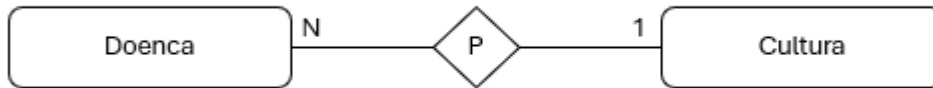


Figura 45 - Descrição do relacionamento possuir das entidades Doença - Cultura

P – Possui

Várias doenças possuem apenas uma cultura, enquanto uma cultura pode possuir várias doenças.

A Figura 46, mostra, individualmente, o relacionamento Gera (Cultura - Colheita).



Figura 46 - Descrição do relacionamento gera das entidades Cultura - Colheita

G – Gera

Uma cultura pode gerar várias colheitas, enquanto várias culturas são geradas em uma cultura apenas.

A Figura 47, mostra, individualmente, o relacionamento Associada (Cultura - Analise).

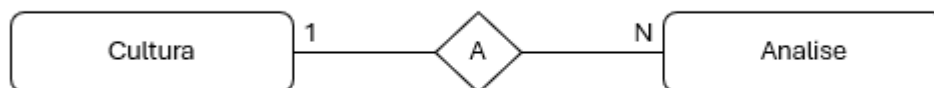


Figura 47 - Descrição do relacionamento associada das entidades Cultura - Analise

A - Associada

Uma cultura está associada a várias análises, enquanto várias análises estão associadas a uma cultura apenas.

A Figura 48, mostra, individualmente, o relacionamento Envolve (Cultura - TrataManu).

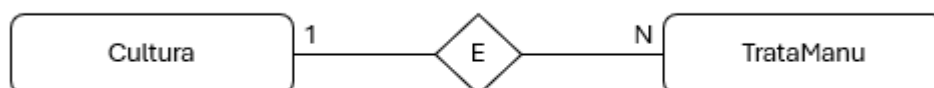


Figura 48 - Descrição do relacionamento envolve das entidades Cultura - TrataManu

E - Envolve

Uma cultura envolve vários tratamentos/manutenções, enquanto vários tratamentos/manutenções estão envolvidos apenas com uma cultura.

6.3. Modelo Relacional

Neste subcapítulo, é apresentado o Modelo Relacional, representado pela Figura 49, que consiste as tabelas necessárias para representar as entidades identificadas anteriormente, além das novas tabelas que surgem a partir dos relacionamentos estabelecidos no Modelo Entidade-Relacionamento, Figura 42. Esta modelação permite uma organização estruturada dos dados.

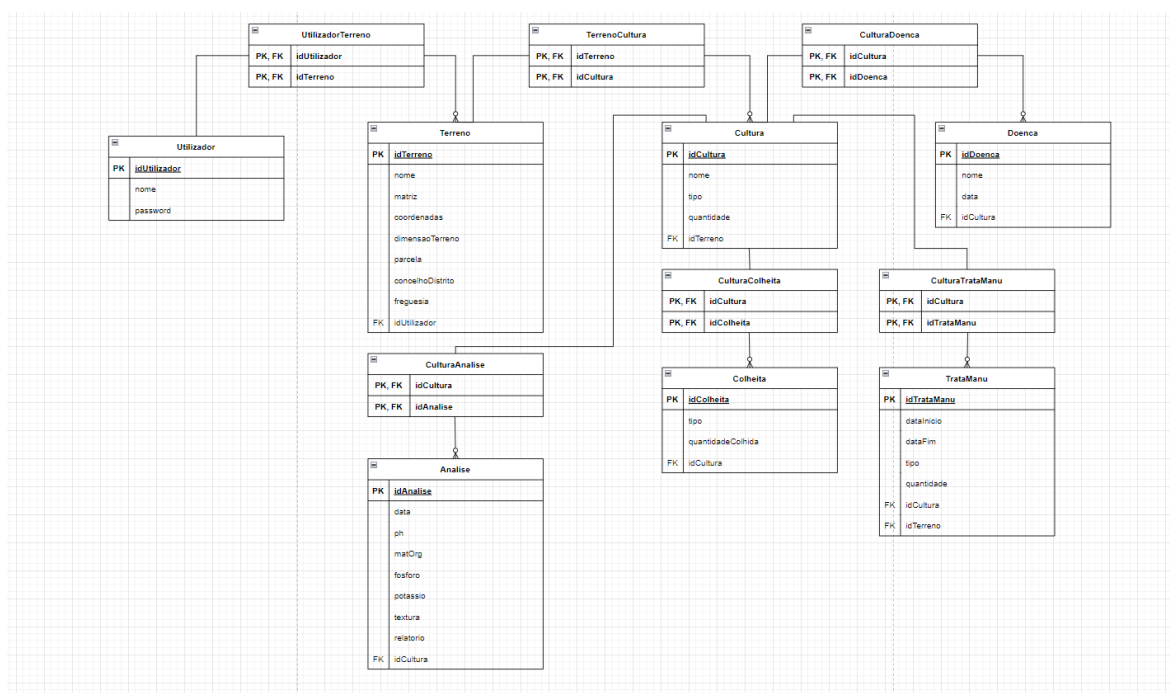


Figura 49 - Modelo Relacional

6.3.1. Descrição das tabelas

Neste subcapítulo, irão ser descritas as tabelas presentes na Figura 49. A descrição das tabelas permite perceber quais os tipos de atributos das tabelas, a sua descrição e algumas observações.

Tabela 6 - Descrição da tabela Utilizador

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idUtilizador	Integer	Identificador único de cada um dos utilizadores.	Chave Primária, não admite valores nulos.
nome	Varchar (50)	Nome do utilizador.	Não admite valores nulos.
password	Varchar (50)	Palavra-Passe do utilizador.	Não admite valores nulos.

Tabela 7 - Descrição da tabela UtilizadorTerreno

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idUtilizador	Integer	Identificador único de cada um dos utilizadores.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idTerreno	Integer	Identificador único de cada um dos terrenos.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 8 - Descrição da tabela Terreno

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idTerreno	Integer	Identificador único de cada um dos terrenos.	Chave Primária, não admite valores nulos.
nome	Varchar (50)	Nome do terreno.	Não admite valores nulos.
matriz	Varchar (50)	Matriz do terreno.	Não admite valores nulos.
coordenadas	Varchar (50)	Coordenadas do terreno.	Não admite valores nulos.
dimensaoTerreno	Varchar (50)	Dimensão do terreno.	Não admite valores nulos.
parcela	Varchar (50)	Parcelas que constituem o terreno.	Não admite valores nulos.
concelho	Varchar (50)	Concelho a que pertence o terreno.	Não admite valores nulos.
distrito	Varchar (50)	Distrito a que pertence o terreno.	Não admite valores nulos.
freguesia	Varchar (50)	Freguesia a que pertence o terreno.	Não admite valores nulos.
idUtilizador	Integer	Identificador único de cada um dos utilizadores.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 9 - Descrição da tabela TerrenoCultura

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idTerreno	Integer	Identificador único de cada um dos terrenos.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 10 - Descrição da tabela Cultura

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Primária, não admite valores nulos.
nome	Varchar (50)	Nome da cultura.	Não admite valores nulos.
tipo	Varchar (50)	Tipo de cultura.	Não admite valores nulos.
quantidade	Varchar (50)	Quantidade da cultura.	Não admite valores nulos.
idTerreno	Varchar (50)	Identificador único de cada um dos terrenos.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 11 - Descrição da tabela CulturaDoenca

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idDoenca	Integer	Identificador único de cada uma das doenças.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 12 - Descrição da tabela Doenca

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idDoenca	Integer	Identificador único de cada uma das doenças.	Chave Primária, não admite valores nulos.
nome	Varchar (50)	Nome da doença.	Não admite valores nulos.
data	Varchar (50)	Data da doença.	Não admite valores nulos.
idCultura	Varchar (50)	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 13 - Descrição da tabela CulturaColheita

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idColheita	Integer	Identificador único de cada uma das colheitas.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 14 - Descrição da tabela Colheita

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idColheita	Integer	Identificador único de cada uma das colheitas.	Chave Primária, não admite valores nulos.
tipo	Varchar (50)	Tipo de colheita.	Não admite valores nulos.
quantidadeColhida	Varchar (50)	Quantidade colhida da colheita.	Não admite valores nulos.
idCultura	Varchar (50)	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 15 - Descrição da tabela CulturaTrataManu

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idTrataManu	Integer	Identificador único de cada um dos tratamentos/manutenções.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 16 - Descrição da tabela TrataManu

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idTrataManu	Integer	Identificador único de cada um dos tratamentos/manutenções.	Chave Primária, não admite valores nulos.
dataInicio	Varchar (50)	Data de início do tratamento/manutenção.	Não admite valores nulos.
dataFim	Varchar (50)	Data de fim do tratamento/manutenção.	Não admite valores nulos.
tipo	Varchar (50)	Tipo de tratamento/Manutenção.	Não admite valores nulos.
quantidade	Varchar (50)	Quantidade de tratamento/manutenção.	Não admite valores nulos.
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idTerreno	Integer	Identificador único de cada um dos terrenos.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 17 - Descrição da tabela CulturaAnalise

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idCultura	Integer	Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.
idAnalise	Integer	Identificador único de cada uma das análises.	Chave Primária/Chave Forasteira, não admite valores nulos.

Tabela 18 - Descrição da tabela Analise

Campo	Tipo de Dados	Descrição	Observações
idAnalise	Integer	Identificador único de cada uma das análises.	Chave Primária, não admite valores nulos.
data	Varchar (50)	Data da análise.	Não admite valores nulos.
ph	Varchar (50)	Ph da análise.	Não admite valores nulos.
matOrg	Varchar (50)	Matéria orgânica presente na análise.	Não admite valores nulos.
fosforo	Varchar (50)	Fósforo presente na análise.	Não admite valores nulos.
potassio	Varchar (50)	Potássio presente na análise.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.
textura	Varchar (50)	Textura presente na análise.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.
relatorio		Relatório em formato PDF da respectiva análise.	Não admite valores nulos.
idCultura		Identificador único de cada uma das culturas.	Chave Forasteira, não admite valores nulos.

7. Protótipo

Este capítulo apresenta o desenvolvimento do protótipo do sistema, que visa demonstrar a viabilidade técnica e operacional de algumas funcionalidades do sistema. O protótipo serve como uma versão inicial do sistema, onde podemos focar os aspetos essenciais, como a interface do utilizador, a navegação, e a integração das funcionalidades principais, como o registo, o login, a edição dos terrenos, visualização dos terrenos, etc.

O protótipo foi desenvolvido com base no desenvolvimento das interfaces desenhadas na Fase 3 do *ICONIX*, garantindo também que o protótipo atenda aos objetivos principais e necessidades dos utilizadores.

Na Figura 50, podemos observar a Página Inicial, a qual o utilizador poderá aceder para efetuar o *Login* e o registo na aplicação.

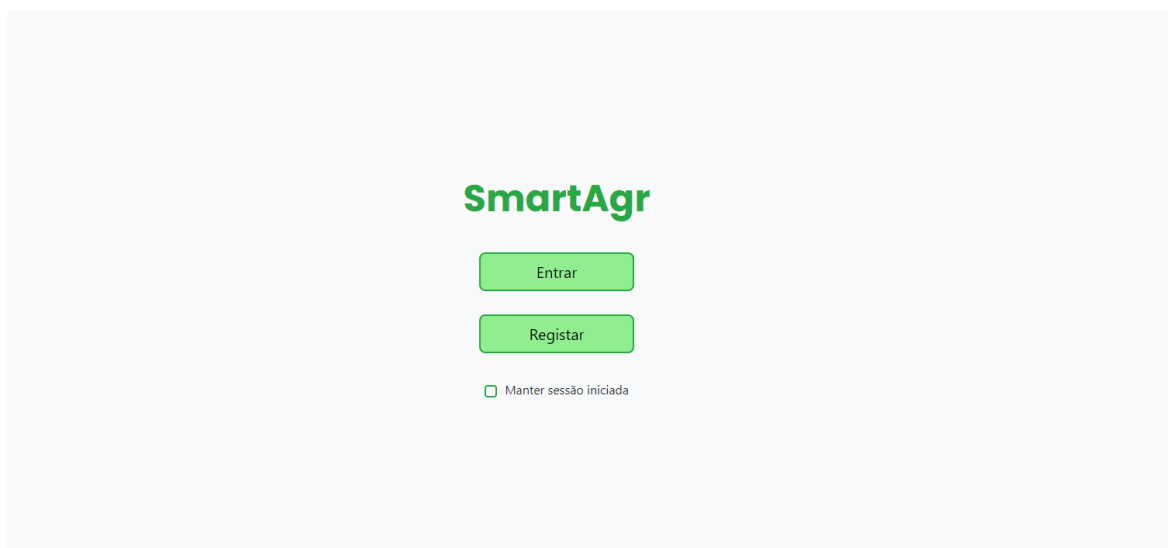



Figura 50 - Página Inicial

Ao clicar no botão Entrar, que se encontra na Página Inicial, Figura 50, vai redirecionar o utilizador para a Página Entrar, como mostra a Figura 51.



The image shows a login form for 'smartAgr'. At the top, the logo 'smartAgr' is displayed in green. Below it, there are two input fields: 'Nome de Utilizador:' with the placeholder text 'Insira o nome de utilizador', and 'Palavra-Passe:' with the placeholder text 'Insira a palavra-passe'. A green button labeled 'Entrar' is positioned at the bottom of the form.

Figura 51 - Página Entrar

Ao efetuar o início de sessão na página anterior, com as credenciais corretas, o utilizador terá acesso à Página *Dashboard*, Figura 52, onde pode visualizar um mapa, onde vão ficar registados os seus terrenos com as respetivas coordenadas.

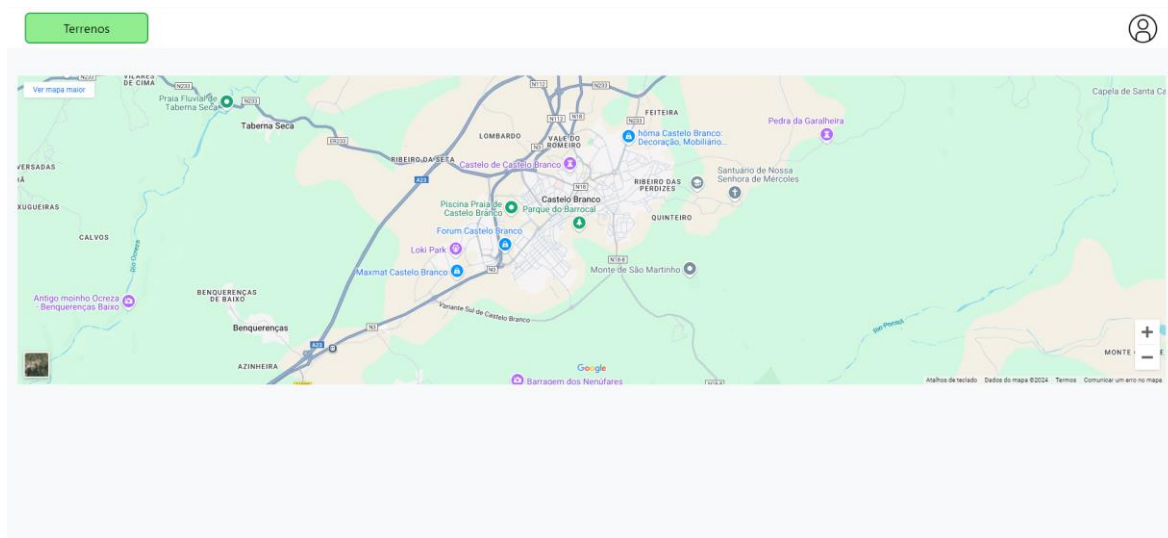
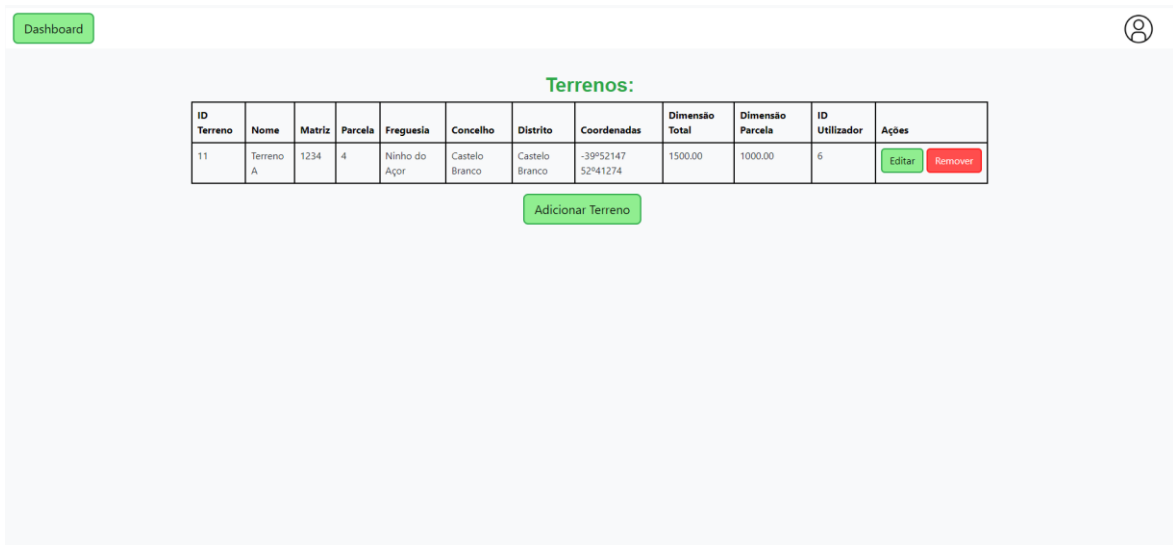


Figura 52 - Página *Dashboard*

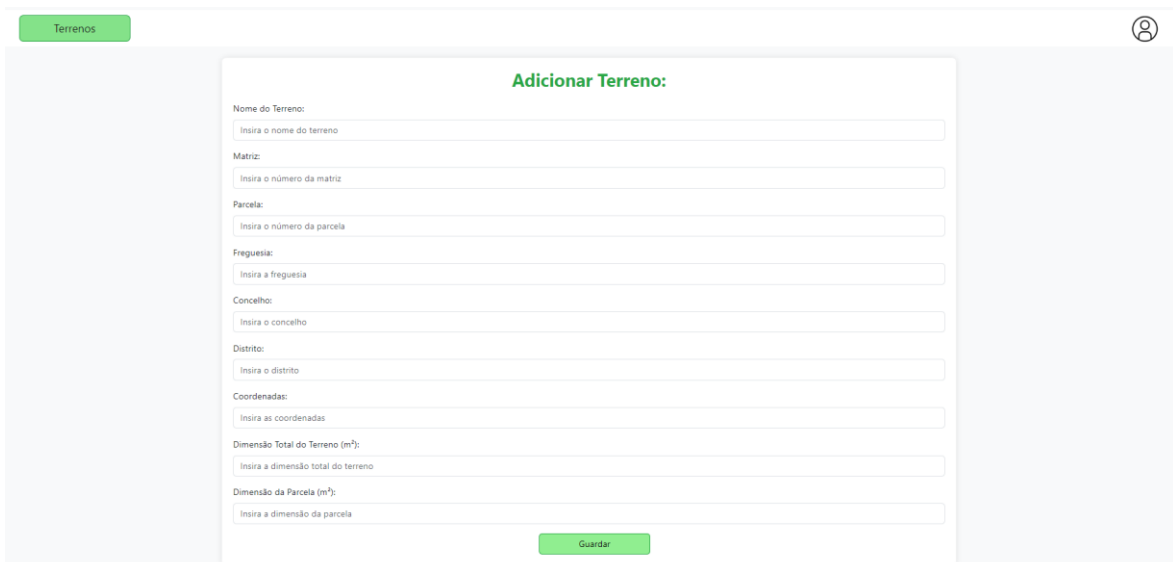
Ainda na Página *Dashboard*, Figura 52, se clicarmos no botão Terrenos, vai redirecionar para a Página Terrenos, como podemos observar pela Figura 53, onde o utilizador poderá visualizar todos os seus terrenos associados à sua conta



ID Terreno	Nome	Matriz	Parcela	Freguesia	Concelho	Distrito	Coordenadas	Dimensão Total	Dimensão Parcela	ID Utilizador	Ações
11	Terreno A	1234	4	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-39°52'147 52°41'274	1500.00	1000.00	6	Editar Remover

Figura 53 - Página Terrenos

Ainda na Figura 53 - Página Terrenos, podemos observar um botão Adicionar Terreno, e ao efetuarmos esse clique, vai redirecionar o utilizador para a Página Adicionar Terreno, Figura 54, a qual o utilizador pode inserir informação acerca do seu novo terreno.



Nome do Terreno:

Matriz:

Parcela:

Freguesia:

Concelho:

Distrito:

Coordenadas:

Dimensão Total do Terreno (m²):

Dimensão da Parcela (m²):

[Guardar](#)

Figura 54 - Página Adicionar Terreno

Quando o utilizador insere a informação do novo terreno e clica no botão Guardar, podemos observar na Figura 55, a informação do novo terreno.

Dashboard

👤

Terrenos:

ID Terreno	Nome	Matriz	Parcela	Freguesia	Concelho	Distrito	Coordenadas	Dimensão Total	Dimensão Parcela	ID Utilizador	Ações
11	Terreno A	1234	4	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-39°52'147 52°41'274	1500.00	1000.00	6	Editar Remover
13	Terreno B	4567	5	Castelo Branco	Castelo Branco	Castelo Branco	-25°52'147 35°41'274	2500.00	500.00	6	Editar Remover

[Adicionar Terreno](#)

Figura 55 - Página Terrenos (Novo Terreno Adicionado)

Ao clicarmos no botão Editar, correspondente ao Terreno B, como mostra a Figura 55, vai aparecer o mesmo formulário, que se encontra na Página Adicionar Terreno, Figura 54, mas com a informação previamente preenchida, o seguinte passo será proceder à alteração dos dados, o que neste exemplo, efetuámos a alteração do nome do Terreno e a Freguesia a qual pertence o terreno, como mostra a Figura 56.

Dashboard

👤

Terrenos:

ID Terreno	Nome	Matriz	Parcela	Freguesia	Concelho	Distrito	Coordenadas	Dimensão Total	Dimensão Parcela	ID Utilizador	Ações
11	Terreno A	1234	4	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-39°52'147 52°41'274	1500.00	1000.00	6	Editar Remover
13	Terreno XPTO XPTO	4567	5	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-25°52'147 35°41'274	2500.00	500.00	6	Editar Remover

[Adicionar Terreno](#)

Figura 56 - Informação do Terreno B Editada

Ao clicarmos no botão Remove, correspondente ao Terreno A, como mostra a Figura 57, vai aparecer uma mensagem de aviso para o utilizador, se quer efetuar a eliminação do terreno, se clicar no “OK”, o sistema vai proceder à sua eliminação.

Tem a certeza de que deseja remover este terreno?

OK Cancelar

Terrenos:

ID Terreno	Nome	Matriz	Parcela	Freguesia	Concelho	Distrito	Coordenadas	Dimensão Total	Dimensão Parcela	ID Utilizador	Ações
11	Terreno A	1234	4	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-39°52'147 52°41'274	1500.00	1000.00	6	Editar Remove
13	Terreno XPTO XPTO XPTO	4567	5	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-25°52'147 35°41'274	2500.00	500.00	6	Editar Remove

Adicionar Terreno

Figura 57 - Remover o Terreno A

Podemos observar, na Figura 58, que ao clicarmos no “OK” o terreno já não se encontra na Página Terrenos, Figura 53, e foi eliminado com sucesso.

Terrenos:

ID Terreno	Nome	Matriz	Parcela	Freguesia	Concelho	Distrito	Coordenadas	Dimensão Total	Dimensão Parcela	ID Utilizador	Ações
13	Terreno XPTO XPTO XPTO	4567	5	Ninho do Açor	Castelo Branco	Castelo Branco	-25°52'147 35°41'274	2500.00	500.00	6	Editar Remove

Adicionar Terreno

Figura 58 - Terreno Removido

No concluir este capítulo, fica evidente que as fases iniciais do trabalho proporcionaram uma base para o desenvolvimento do SAGRDA. Na próxima fase, nossa prioridade será concluir a implementação das funcionalidades restantes, que irá assegurar que o sistema atenda às necessidades definidas e contribua efetivamente para os objetivos propostos. Essa etapa será importante para transformar as diretrizes teóricas em aplicações práticas, o que irá permitir que o SAGRDA funcione de maneira integrada e eficiente.

8. Conclusão e Trabalho Futuro

Este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos. No primeiro vai ser apresentado as conclusões finais do projeto e, no segundo, será feita uma reflexão sobre o trabalho realizado e o que se considera que poderá ainda ser feito para melhorar o SAGRDA desenvolvido.

8.1. Conclusão

Em síntese, o SAGRDA surge como uma ferramenta que pode vir a ser importante para a modernização da agricultura. Apesar de ser ainda uma abordagem inicial ao problema, tem grande potencialidade de crescimento, não só para receber mais funcionalidades interessantes para os agricultores, como para a utilização dos dados recolhidos para a construção de *datasets* que podem ser muito relevantes para a aplicação de técnicas de *Machine Learning* neste setor. De facto, ao atender às necessidades específicas dos agricultores, o SAGRDA não apenas otimiza o uso de recursos, mas também eleva a qualidade dos produtos e fundamenta decisões estratégicas em dados concretos e atualizados.

Este projeto final de curso aborda o papel do SAGRDA no setor agrícola em transformação, apresentando-se ser uma ferramenta útil para enfrentar alguns desafios futuros. A possibilidade de consultar dados e gerir atividades agrícolas de forma mais organizada na qual vai auxiliar os agricultores a adaptarem-se às necessidades do mercado e às mudanças climáticas.

Por último, a implementação do SAGRDA pode ser vista não apenas como uma resposta às exigências da agricultura moderna, mas também um testemunho do potencial transformador da tecnologia na gestão agrícola. Ao longo do seu desenvolvimento, ficou claro que o futuro da agricultura pode estar intimamente ligado à implementação de sistemas de informação como o SAGRDA, cuja influência e eficácia podem moldar um setor no sentido de o tornar mais sustentável, eficiente e resiliente.

8.2. Trabalho Futuro

Neste subcapítulo, pretende-se identificar as tarefas que ficaram por desenvolver na realização deste projeto. Tal como já foi referido, na primeira fase, o foco principal foi a modelação da aplicação e da base de dados, além do início da construção de um primeiro protótipo com as interfaces para o SAGRDA.

Dado que a primeira fase do projeto foi concluída com sucesso, a segunda fase envolve a implementação das funcionalidades restantes, bem como a melhoria do design, tornando a aplicação mais apelativa para os utilizadores.

Referências

- 1] [ISAGRI GROUP, “Isagri,” [Online]. Available: <https://www.isagri.pt/BibliFrontOffice/Accueil.aspx>. [Acedido em 4 novembro 2023].
- 2] [Agroptima, “Easy-to-use Agricultural Management Software and Application | Agroptima,” [Online]. Available: <https://www.agroptima.com/en/>. [Acedido em 4 novembro 2023].
- 3] [AGRIVI, “AGRIVI: Farm Management Software for Digital Agriculture,” [Online]. Available: <https://www.agrivi.com/>. [Acedido em 4 novembro 2023].
- 4] [iAgri, “iAgri Farm Management Agricultural Software,” [Online]. Available: <https://iagri.com/>. [Acedido em 4 novembro 2023].
- 5] [“AgroSense,” [Online]. Available: <https://www.agrosense.com/>. [Acedido em 22 Setembro 2024].
- 6] [WIDHOC, “WIDHOC . soluciones de riego eficiente . datalogger D-WIDE,” [Online]. Available: <https://www.widhoc.com/>. [Acedido em 4 novembro 2023].
- 7] [M. Gomes, “Sistema de apoio à gestão de informação agrícola,” Aveiro, 2016.
- 8] [P. Dias, “Modelação e implementação de um sistema de Business Intelligence para tratamento de Big Data agrícola,” Lisboa, 2018.
- 9] [L. Benos, A. Tagarakis, G. Dolias, R. Berruto, D. Kateris e D. Bochits, “Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review,” pp. 1-55, 28 maio 2021.
- 10] [I. Cistemas, I. Velásquez, A. Caro e A. Rodríguez, *Systematic literature review of implementations of precision agriculture*, pp. 1-11, 30 julho 2020.
- 11] [L. Barata, “P04_1-ICONIX TP,” 2023.
- 12] [Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu, “Modelo Entidade-Relacionamento”.
- 13] [L. Barata, “UML - Unified Modeling Language - Diagramas de Classes,” [Online]. [Acedido em 29 Abril 2024].