



ISEL – INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
DEETC – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ELECTRÓNICA
E TELECOMUNICAÇÕES E DE COMPUTADORES

LEIM

LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E MULTIMÉDIA
UNIDADE CURRICULAR DE PROJETO

Leitura de contadores de consumos de água por Dispositivo Móvel



Andreia Fontinha 41410

Rafael Silva 41522

Orientador(es)

Professor Doutor Carlos Gonçalves

Setembro, 2021

Resumo

A água, eletricidade e gás são os serviços básicos e essenciais mais usados pelos cidadãos. Estes serviços são vigiados por contadores, isto é, dispositivos que indicam ao cidadão o valor consumido.

Atualmente, existem contadores com sistema inteligente e com sistema manual. Os contadores com sistema inteligente já possibilitam a leitura e envio da contagem para o fornecedor do serviço, mas em contra partida a substituição dos contadores existentes por este tipo de contadores apresenta um custo muito elevado.

Com os contadores manuais existem problemas para a empresa fornecedora, nomeadamente, o problema de como controlar os valores dos seus contadores. Uma solução para este problema será enviar periodicamente funcionários para efetuarem as leituras. No entanto, esta solução implica um custo associado para a empresa fornecedora derivada do facto de ter de enviar esses funcionários para controlar os valores dos seus contadores. A mesma acaba por fazer estimativas de consumos o que frequentemente causa erros no valor estimado dos mesmos.

Este projeto tem como objetivo proporcionar uma solução simples para que o cidadão possa indicar facilmente os seus consumos sem ter de pagar mais por isso. A solução passa pela construção de um sistema informático em que o consumidor, com um dispositivo móvel, pode captar através de fotografia o valor no leitor do contador (leitura dos consumos) para assim os dados serem processados e enviados à empresa correspondente.

Palavras Chave: *Optical Character Recognition, Câmara Fotográfica, Leituras de Consumos de Água, Dispositivo Móvel, NodeJS, Sistema Informático.*

Abstract

Water, electricity, and gas are the basic and essential services most used by citizens. These services are monitored by accountants, that is, devices that indicate to the citizen the value consumed. Currently, there are counters with intelligent system and manual system. The smart system counters already make it possible to read and send the count to the service provider, but in the same way the replacement of existing counters by this type of counters presents a very high cost. With manual counters there are problems for the supplier company, namely the problem of how to control the values of its counters. One solution to this problem will be to periodically send employees to take the readings. However, this solution entails an associated cost for the supplying company derived from having to send those employees to control the values of their accountants. It ends up making estimates of consumption, which often causes errors in their estimated value. This project aims to provide a simple solution so that the citizen can easily indicate their consumption without having to pay more for it. The solution involves the construction of a computer system in which the consumer, with a mobile device, can capture through photography the value in the meter reader (reading the consumptions) so that the data is processed and sent to the corresponding company.

Keywords: Camera, Computer System, Mobile Device, *NodeJS*, *Optical Character Recognition*, Water Consumption Readings,.

Índice de Conteúdos

Resumo	i
Abstract	iii
Índice de Conteúdos	v
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	ix
Lista de Acrónimos	xi
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Motivação	2
1.3 Organização do Relatório	3
2 Trabalho Relacionado	5
2.1 Equipamentos de Leitura	5
2.2 Soluções Semelhantes	6
2.3 MagicDraw	8
2.3.1 Linguagem SysML	8
2.3.2 Modelo de Dados Cameo	9
3 Análise do Problema	11
3.1 Arquitetura Lógica do Sistema	11
3.2 Requisitos do Sistema	12
3.2.1 Requisitos Funcionais	12
3.2.2 Requisitos não Funcionais	14

3.3	Casos de Utilização	16
3.3.1	Subscrição e Autenticação	16
3.3.2	Registros de Contratos e Contadores	18
3.3.3	Visualizar Informação do Utilizador	21
3.3.4	Visualizar Informação do Administrador	21
3.3.5	Envio de Notificações	22
3.4	<i>Mockups</i> da Interface com o Utilizador	23
3.5	Sistema de Base Dados	27
4	Implementação do Modelo	29
4.1	Arquitetura Tecnológica	29
4.2	Preparação das Imagens para tratamento por <i>OCR</i>	31
5	Validações e Testes	33
5.1	<i>Login</i>	33
5.2	Registar Utilizador	34
5.3	Página Principal	35
5.4	Perfil de Utilizador	36
5.5	Registo de Contratos	37
5.6	Consultar	38
5.6.1	Consumos	38
5.6.2	Contratos	39
5.7	Enviar Consumos	40
5.8	Notificações	42
6	Conclusões e Trabalho Futuro	43
6.1	Situação Atual	43
6.2	Perspetivas Futuras	44
6.3	Considerações Finais	44
A	Diagrama de Atividades	47
A.1	Diagrama de Atividades - Autenticação	47
A.2	Diagrama de Atividades - Registo de Contadores	48
B	Modelo Entidade Associação da Base Dados	49
	Bibliografia	51

Índice de Figuras

2.1	Contador de água	6
3.1	Arquitetura Lógica do Sistema	11
3.2	Casos de Utilização - Subscrição e Autenticação	17
3.3	Diagrama de Atividades - Subscrição	17
3.4	Casos de Utilização - Registros	19
3.5	Casos de Utilização - Envio de Leituras	19
3.6	Diagrama de Atividades - Tirar fotografia ao contador	20
3.7	Casos de Utilização - Visualizar Informação	21
3.8	Casos de Utilização - Visualizar Informação Administrador . .	21
3.9	Casos de Utilização - Envio de Notificações	22
3.10	Ecrãs de <i>Login</i> e de Registo	23
3.11	Ecrã Principal	24
3.12	Ecrã de Registo de Contratos	25
3.13	Ecrã de Envio de Leituras	26
3.14	Modelo Entidade Associação Simplificado da Base de Dados .	27
4.1	Arquitetura utilizada	29
4.2	Imagens antes e depois da leitura do <i>OCR</i>	31
5.1	Ecrã de Validação/Teste do <i>Login</i>	34
5.2	Ecrã de Validação/Teste de Registo do Utilizador	34
5.3	Imagens do Ecrã Principal - Página Principal e <i>Menu</i>	35
5.4	Ecrã de Validação/Teste do Perfil de Utilizador	36
5.5	Ecrã de Validação/Teste do Registo de Contratos	37
5.6	Ecrã de Consulta dos Consumos	38
5.7	Ecrã de Validação/Teste de <i>Consulta de Contratos</i>	39
5.8	Ecrã de Envio de Consumos	40

5.9	Email recebido por parte do Sistema	41
5.10	Ecrã de Validação/Teste das Notificações	42
A.1	Diagrama de Atividades - Autenticação	47
A.2	Diagrama de Atividades - Registo de Contadores	48
B.1	Modelo Entidade Associação da Base de Dados	49

Índice de Tabelas

3.1 Requisitos Funcionais do Sistema	13
3.2 Requisitos Funcionais do Sistema - Registar Leituras	14
3.3 Requisitos Funcionais do Sistema - Gestão de Consumos	14
3.4 Requisitos não Funcionais do Sistema	15
3.5 Requisitos não Funcionais do Servidor	15

Lista de Acrónimos

BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
ER model	<i>Entity Relationship model</i>
DoDAF	<i>Department of Defense Architecture Framework</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
JWT	<i>JSON Web Token</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
OO	<i>Object-oriented</i>
MODAF	<i>Ministry of Defence Architecture Framework</i>
PWA	<i>Progressive Web App</i>
REST	<i>Representational State Transfer</i>
SysML	<i>Systems Modeling Language</i>
SMAS	Serviços Municipalizados de Água e Saneamento
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UPDM	<i>Unified Profile for (DoDAF)/(MODAF)</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

Capítulo 1

Introdução

Nos dias de hoje, os serviços básicos e essenciais mais usados pelos cidadãos são a eletricidade, gás e água. As empresas fornecedoras destes serviços necessitam, para faturação, de efetuar leituras periódicas relativas aos consumos efetuados. Para a medição da água consumida é utilizado um dispositivo de medição volumétrica da água que passa numa parte da rede de abastecimento, que designamos por contador. No caso dos contadores manuais, essas leituras implicam a deslocação de um funcionário da empresa fornecedora ao local onde se encontra o contador algo que é demorado e dispendioso. Esta é uma das razões pela qual as empresas optam por calcular estes valores com base em estimativas, e efetuam as leituras reais com uma menor periodicidade.

Este valor tem um erro relativamente ao valor real pelo que se tem de calcular o consumo médio como mostra a [Equação 1.1](#) e a partir daí fazer uma estimativa consoante o número de dias como mostra a [Equação 1.2](#), pelo que é favorável desenvolver um sistema que possa efetuar as leituras remotamente.

$$\text{Consumo Médio Diário} = \frac{\text{Consumo entre 2 leituras}}{n \text{ dias}} \quad (1.1)$$

$$\text{Consumo Estimado} = \text{Consumo Médio Diário} \times n \text{ dias a estimar} \quad (1.2)$$

Atualmente já existem contadores com sistemas inteligentes que permitem o envio dos consumos à empresa fornecedora, no entanto a instalação deste

tipo de contadores ainda é bastante dispendiosa para a empresa fornecedora do serviço.

1.1 Objetivos

Com o crescimento tecnológico a maior parte dos serviços que anteriormente teriam de ser feitos presencialmente podem ser facilitados pelos equipamentos tecnológicos. O mesmo pode acontecer com o envio de leituras da contagem de água sem ter de haver uma substituição dos contadores, não acarretando assim mais custos para as empresas fornecedoras.

Com este projeto pretendemos criar uma solução tecnológica para todos os consumidores, para que facilmente possam enviar as suas leituras para as empresas fornecedoras do serviço.

A solução passa por melhorar a interatividade homem-máquina com a criação de uma interface gráfica simpática para o utilizador (*User-Friendly*), simples, intuitiva e de confiança. O utilizador através do uso de um dispositivo móvel, equipado com uma câmara fotográfica, irá, captar os valores do seu contador que por sua vez serão apresentados no ecrã e após confirmar os dados, será possível enviar a leitura para a empresa fornecedora.

Para suportar esta solução vamos criar um sistema informático que vai efetuar o reconhecimento dos caracteres presentes nas fotografias tiradas pelo consumidor recorrendo ao processo de **OCR** (*Optical Character Recognition* ou Reconhecimento óptico de caracteres) e após a confirmação pelo consumidor, irá enviar os valores para a empresa fornecedora.

1.2 Motivação

A motivação para a realização deste projeto passou pela inovação, interação homem-máquina e na ajuda aos consumidores de serviços essenciais de modo a que consigam facilmente enviar as leituras dos seus consumos para as empresas sem passarem por um processo demoroso do envio das mesmas, notificar os consumidores de eventos como possíveis fugas e excesso de consumo. Para tal, o utilizador passa a usufruir de um sistema informático capaz de operar em qualquer dispositivo, sendo assim capaz de realizar leituras através da câmara, consultar os seus consumos e enviar os mesmos para as empresas

fornecedoras obtendo assim um serviço barato, simples e inovador com a interação do mundo tecnológico e real, possibilitando também a redução no consumo e poupando a escassez de recursos como a água.

1.3 Organização do Relatório

Este relatório está organizado em seis capítulos. Neste capítulo, é elaborada a introdução global pormenorizando o objetivo, a motivação e a organização deste projeto. No [Capítulo 2 \(Trabalho Relacionado\)](#), é descrito o trabalho relacionado, enunciando aspectos gerais associados à leitura de contadores, enumerando os sistemas semelhantes que mais se relacionam com este projeto. No [Capítulo 3 \(Análise do Problema\)](#), especifica-se a arquitetura proposta para conceber o sistema detalhando os seus requisitos e casos de utilização. No [Capítulo 4 \(Implementação do Modelo\)](#) é descrita a implementação do modelo definido no [Capítulo 3 \(Análise do Problema\)](#). No [Capítulo 5 \(Validações e Testes\)](#) especifica-se as validações e testes feitos ao sistema implementado. No [Capítulo 6 \(Conclusões e Trabalho Futuro\)](#) e último, apresentadas as conclusões que resultaram da execução do trabalho e são indicadas as perspetivas de trabalho futuras. O projeto WaterSpy encontra-se no repositório <https://github.com/rafaelds18/waterspy> [1].

Capítulo 2

Trabalho Relacionado

Neste capítulo será apresentado na [Seção 2.1](#) o enquadramento das contagens de consumos, na [Seção 2.2](#) apresentam-se os sistemas semelhantes e na [Seção 2.3](#) apresenta-se a ferramenta que foi utilizada para a modelação do sistema informático.

2.1 Equipamentos de Leitura

Os serviços de eletricidade, gás e água são fornecidos por empresas próprias, e são estas empresas que colocam contadores no local de consumo para que estes serviços possam ser medidos. Para este projeto iremos abordar apenas o serviço de consumo de águas e os seus contadores.

Os contadores de água são um instrumento de medição concebido para, de forma contínua, registar e indicar o volume de água que passa através dele.

Na [Figura 2.1](#) apresenta-se um contador de água em que sinalizado por um retângulo verde está o valor total de água que já foi contabilizado por este contador sendo que para efeitos de contagem apenas se utilizam os valores da zona a preto. O retângulo azul indica o ano e número de série do contador.

Existem diversos tipos de contadores de água: contadores de água residenciais e industriais, volumétricos, monojato, multijato, húmidos e secos, mecânicos, magnéticos e inteligentes. Cada um destes tipos tem as suas próprias características sendo que diferem no tipo de serviço para que são utilizados ou diferem na forma como fazem o registo dos consumos de água.

Dentro destes tipos de contadores, podemos efetuar uma divisão em dois



Figura 2.1: Contador de água

grupos, os de leitura manual e os inteligentes. Um contador inteligente (ou *smart meter*) é um contador que regista a água consumida em pequenos intervalos de tempo e se este estiver em telecontagem (ou telegestão) garante um conjunto de benefícios ao cliente, tais como o envio automático de leituras ou a faturação do consumo de água sem estimativas. Em contrapartida, os contadores manuais exigem que a empresa fornecedora envie um funcionário para fazer as leituras ou faça estimativas dos valores consumidos.

Os contadores inteligentes são automatizados e melhores tanto para a empresa fornecedora como para o cliente. No entanto, ainda se torna muito dispendioso para as empresas fornecedoras destes serviços removerem os contadores antigos dos seus clientes por estes inteligentes e por isso existem em menor quantidade.

2.2 Soluções Semelhantes

Nesta secção são apresentadas algumas soluções que se relacionam com o sistema a implementar. Atualmente existem algumas soluções criadas para os mais diferentes dispositivos móveis e/ou web, algumas delas tendo como objetivo comum facilitar o processo de envio leituras de água. Algumas dessas soluções são apresentadas nas subsecções seguintes.

A solução “Leitura de contadores de água, luz e gás” [2], foi desenvolvida para os principais serviços de consumos básicos (água, eletricidade e gás).

Permite o controle dos consumos e efetuar leituras dos contadores através da câmara do dispositivo. Esta é uma solução que não tem interação com nenhuma empresa pois ela só têm um propósito guardar dados para o consumidor ter um histórico dos seus consumos.

A solução “EyeOnWater” [3] foi desenvolvida para todos os consumidores de serviços de água, dentro dos códigos postais suportados pela mesma, isto é, de acordo com a documentação desta solução os códigos postais suportados pela solução pertencem aos E.U.A não se sabe exatamente quais os estados ou cidades que esta solução suporta, esta solução depende assim muito da localização do contador, do consumidor, para o registo solução. Esta solução conta com as funcionalidades de entrar em contacto com o fornecedor de água, têm a possibilidade registar os consumos diários, notificar de possíveis fugas e de efetuar comparações se está a consumir água em excesso. Como a solução depende da localização para o registo, torna-se muito restrita enquanto a empresas fornecedoras de água que comunica. Esta solução não permite o envio de leituras.

A solução “myAQUA” [4] foi desenvolvida para todos os consumidores de serviços de água fornecidos pela Empresa Portuguesa de Águas Livres e pelas a empresas associadas a ela. Esta solução permite consultar faturas, assim como comunicar anomalias, receber alertas e comunicar leituras inserindo manualmente os valores.

A solução web e aplicação para telemóvel das “Águas do Porto” [5] foi desenvolvida para todos os consumidores de serviços de água da cidade do Porto. Esta solução permite ao consumidor acompanhar os seus consumos, receber alertas de possíveis fugas, notificações e avisos da empresa como dar o conhecimento da qualidade da água aos consumidores, é também possível comunicar as leituras através da web e por aplicação móvel via câmara ou inserindo manualmente os valores.

A solução web e aplicação para telemóvel do “SMAS Almada” [6] foi desenvolvida para todos os consumidores de serviços de água da cidade de Almada. Esta solução permite ao consumidor o envio de leituras a empresas através da página web e por aplicação móvel. A comunicação da leitura por aplicação móvel, só permite a inserção dos dados da leitura manualmente não têm uso da câmara do telemóvel.

A solução “CM-Funchal” [7] permite ao consumidor que reside na cidade

do Funchal ou que contenha uma habitação no local a comunicação da leitura do seu contador de água.

2.3 MagicDraw

Neste secção apresenta-se a ferramenta utilizada para a modelação do modelo proposto. MagicDraw é uma ferramenta de modelagem *Unified Modeling Language (UML)*, *Systems Modeling Language (SysML)*, *Business Process Model and Notation (BPMN)* e *Unified Profile for (DoDAF)/(MODAF) (UPDM)* onde *Department of Defense Architecture Framework (DoDAF)* e *Ministry of Defence Architecture Framework (MODAF)* visual com suporte de colaboração em equipa. Projetada para analistas de negócios, analistas de software, programadores e engenheiros de controle de qualidade, esta ferramenta de desenvolvimento dinâmica e versátil facilita a análise e o projeto de sistemas e bases de dados orientados a objetos *Object-oriented (OO)*.

2.3.1 Linguagem SysML

No contexto deste projeto utilizou-se a linguagem *Systems Modeling Language (SysML)* que foi projetada para unificar as diversas linguagens de modelagem usadas atualmente por engenheiros de sistema. O SysML oferece suporte às especificações, análises, projetos, verificações e validações de uma ampla gama de sistemas complexos. O SysML suporta uma vasta gama de diagramas tais como Casos de Uso, Requisitos e Atividade. O Diagrama de Caso de Uso descreve os serviços fornecidos pelo sistema, bem como os utilizadores que utilizarão esses serviços. O Diagrama de Requisitos descreve os requisitos do sistema, incluindo um **id** e um texto como propriedades. O diagrama pode ter propriedades definidas pelo utilizador e categorias, tais como **Funcional** e **Não Funcional**. O Diagrama de Atividade descreve as atividades que um bloco do diagrama de Casos de Uso pode conter. As atividades representam a sequência de passos da descrição de um requisito, em que mostra os passos para a sua realização e finalização. Para este projeto, esta linguagem foi utilizada para modelar a arquitetura lógica do sistema, os casos de utilização, os diagramas de atividades e modelo de dados Entidade Associação usando os diagramas mencionados.

2.3.2 Modelo de Dados Cameo

O plugin Cameo Data Modeler fornece modelagem relacionada a dados para o MagicDraw. Inclui recursos de modelagem de relacionamento com entidades, base de dados e esquema *Extensible Markup Language (XML)* [8]. Este plugin permite desenhar diagramas de relação de entidade (usando a notação do pé de galo) [9]. Esta é uma variante completa do diagrama *Entity Relationship model (ER model)* (incluindo conceitos estendidos de relação de entidade - como generalização), fornecendo um espectro de recursos para modelagem lógica de dados. Neste projeto, este modelo foi utilizado para modelar o diagrama de entidade associação da base de dados.

Capítulo 3

Análise do Problema

Neste capítulo apresenta-se a análise do problema. Na [Seção 3.1](#) apresenta-se a arquitetura lógica do sistema, na [Seção 3.2](#) apresentam-se os requisitos do sistema e na [Seção 3.3](#) apresentam-se os casos de utilização.

3.1 Arquitetura Lógica do Sistema

A [Figura 3.1](#) apresenta a arquitetura lógica do sistema informático implementado no contexto deste projeto e descreve a organização lógica do sistema, bem como os elementos que o compõem.

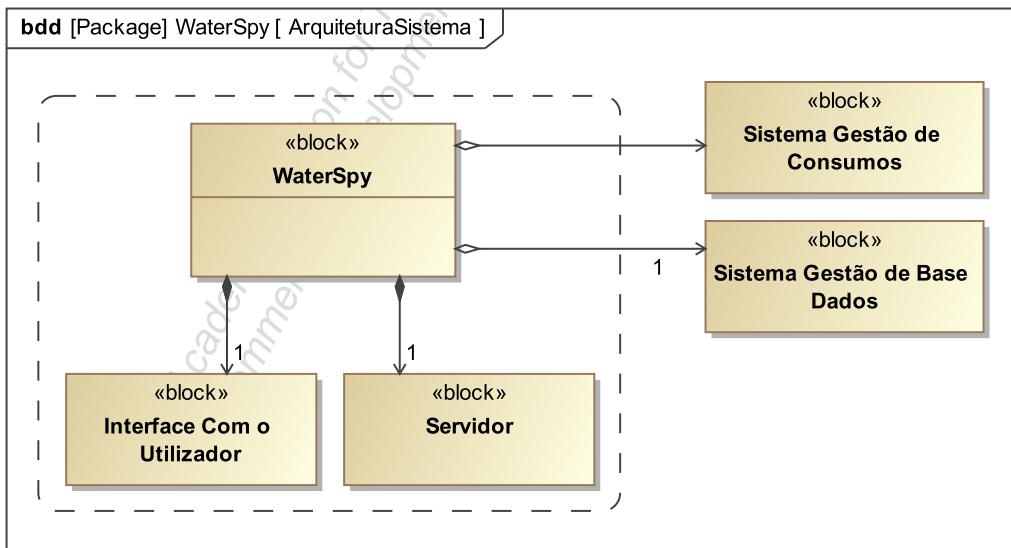


Figura 3.1: Arquitetura Lógica do Sistema

O nosso sistema informático é constituído por três elementos: a **Interface Com o Utilizador**, o **Servidor** e o **Sistema de Gestão de Base Dados**. A **Interface Com o Utilizador** representa o ambiente gráfico com que o utilizador irá interagir e executar as ações que o sistema permite. O **Servidor** representa toda a parte lógica do sistema, é onde se efetuam todas as comunicações com o **Sistema de Gestão de Base Dados** para gravar dados ou obter dados e envia as respostas com esses dados previamente tratados para a **Interface Com o Utilizador**. O **Sistema de Gestão de Base Dados** representa um sistema que contem a Base Dados e as tabelas necessária para o funcionamento do sistema WaterSpy. O **Sistema de Gestão de Consumos** representa, o sistema informático das empresas fornecedoras do serviço de água, que irá comunicar com o nosso sistema informático. No nosso projeto vamos criar um sistema, que simule este elemento, pelo motivo de não ter nenhuma empresa integrada com o sistema WaterSpy.

3.2 Requisitos do Sistema

Nesta secção apresentam-se os requisitos necessários para implementação do sistema informático WaterSpy. Os requisitos (funcionais e não funcionais) definem o que um sistema deve fazer e sob que restrições. Os requisitos funcionais definem uma função de um sistema de software, representam o que o software faz, em termos de tarefas e serviços. Os requisitos não funcionais estão relacionados com a qualidade do serviço prestado pelo sistema, incluindo características como desempenho, disponibilidade, níveis de segurança, portabilidade, privacidade, consumo de memória e disco, dentre outros. Ou seja, os requisitos não-funcionais definem restrições ao funcionamento do sistema.

Na [Seção 3.2.1](#) são apresentados os requisitos funcionais e na [Seção 3.2.2](#) os requisitos não funcionais.

3.2.1 Requisitos Funcionais

Nesta secção são apresentados os requisitos funcionais do sistema WaterSpy na [Seção 3.2.1.1](#) e do **Sistema de Gestão de Consumos** na [Seção 3.2.1.2](#).

3.2.1.1 Requisitos do Sistema

A [Tabela 3.1](#) apresenta os requisitos funcionais do sistema.

Tabela 3.1: Requisitos Funcionais do Sistema

Requisito	Descrição
<i>RF 1</i>	<i>Subscrever</i>
<i>RF 2</i>	<i>Autenticar</i>
<i>RF 2.1</i>	<i>Validar autenticação</i>
<i>RF 3</i>	<i>Registar</i>
<i>RF 3.1</i>	<i>Associar contratos</i>
<i>RF 3.2</i>	<i>Registar manualmente ou por fotografia o contador</i>
<i>RF 3.3</i>	<i>Validar registo do contador por contrato</i>
<i>RF 3.4</i>	<i>Registar leituras</i>
<i>RF 4</i>	<i>Consultar</i>
<i>RF 4.1</i>	<i>Consultar histórico de leituras</i>

O requisito *RF 1* representa a subscrição do utilizador no nosso sistema para que seja criada uma conta para o mesmo. O requisito *RF 2* representa a autenticação onde o sistema vai verificar os dados que foram subscritos no sistema e validar os mesmos (requisito *RF 2.1*), reconhecendo o utilizador que está a autenticar-se, pode assim usufruir das restantes funcionalidades do sistema. O requisito *RF 3* representa o registo, função do sistema que dá origem a vários sub-requisitos, os sub-requisitos originados é onde o sistema vai associar contratos dos consumidores (requisito *RF 3.1*), registar o contador (requisito *RF 3.2*) e registar as leituras a serem enviadas (requisito *RF 3.3*) para o Sistema de Gestão de Consumos.

A associação de contratos (requisito *RF 3.1*) representa onde o consumidor pode associar o contrato ou contratos que tem com a empresa à sua conta do sistema. O registo do contador (requisito *RF 3.2*) pode ser feito manualmente ou por meio de uma fotografia que o próprio consumidor tira ao valor que se encontra no contador, esses dados serão validados (requisito *RF 3.3*) e gravados no Sistema de Base Dados.

A [Tabela 3.2](#) apresenta em detalhe os requisitos funcionais sobre o registo das leituras (requisito *RF 3.4*) que se faz de forma idêntica ao caso anterior sendo que se os dados forem válidos para além de serem gravados serão

também enviados à respetiva empresa onde é feita a atualização do valor dos consumos (requisito RF 3.4.4).

Tabela 3.2: Requisitos Funcionais do Sistema - Registar Leituras

Requisito	Descrição
<i>RF 3.4.1</i>	<i>Leitura das contagens dos contadores por fotografia</i>
<i>RF 3.4.2</i>	<i>Enviar leitura dos contadores</i>
<i>RF 3.4.3</i>	<i>Validar valor da leitura</i>
<i>RF 3.4.4</i>	<i>Actualizar os consumos após envio de leitura</i>

3.2.1.2 Requisitos do Sistema de Gestão de Consumos

A Tabela 3.3 apresenta os requisitos funcionais do sistema de gestão de consumos. O requisito RF_{SGC} 1 dá origem a dois sub-requisitos em que o sistema

Tabela 3.3: Requisitos Funcionais do Sistema - Gestão de Consumos

Requisito	Descrição
<i>RF_{SGC} 1</i>	<i>Enviar Notificações</i>
<i>RF_{SGC} 1.1</i>	<i>Notificar os indicadores de consumos ao cliente</i>
<i>RF_{SGC} 1.2</i>	<i>Notificar a existência de eventos</i>
<i>RF_{SGC} 2</i>	<i>Processar Leituras</i>

tem de notificar os indicadores dos consumos ao cliente (requisito RF_{SGC} 1.1) e tem de notificar a existência de eventos ao cliente (requisito RF_{SGC} 1.2), isto é, quando o sistema tem de notificar os indicadores dos consumos ao cliente trata-se de notificar as estimativas do consumo feito ao cliente, o notificar a existência de eventos trata-se de notificar o pedido de enviar a leitura, leitura incorreta.

3.2.2 Requisitos não Funcionais

Nesta secção são apresentados os requisitos não funcionais de todo o sistema na Seção 3.2.2.1 e do servidor na Seção 3.2.2.2.

3.2.2.1 Requisitos não Funcionais do Sistema

A [Tabela 3.4](#) apresenta os requisitos não funcionais do sistema. O requisito

Tabela 3.4: Requisitos não Funcionais do Sistema

Requisito	Descrição
<i>RnF 1</i>	<i>Proteção de dados</i>
<i>RnF 2</i>	<i>Compatibilidade de dispositivos</i>
<i>RnF 3</i>	<i>Integrabilidade</i>
<i>RnF 4</i>	<i>Usabilidade</i>

RnF 1 representa que os dados devem ser protegidos, isto é, garantir que todos os dados passados por comunicação são cifrados e que todos os dados guardados num *Sistema de Gestão de Base Dados* com acesso a informação privilegiada só são acedidos por administradores do sistema e que esses dados mais críticos sejam também cifrados. O sistema tem de garantir a compatibilidade com todos os dispositivos (requisito *RnF 2*), e também ser possível integrar com outros sistemas externos como os das empresas (requisito *RnF 3*). Por último deve ter uma interface gráfica que cumpra as normas de usabilidade de modo a garantir que a interface seja de fácil uso e eficaz para o utilizador (requisito *RnF 4*).

3.2.2.2 Requisitos não Funcionais do Servidor

A [Tabela 3.5](#) apresenta os requisitos não funcionais do servidor.

Tabela 3.5: Requisitos não Funcionais do Servidor

Requisito	Descrição
<i>RnF_{Serv} 1</i>	<i>Arquitetura modular</i>
<i>RnF_{Serv} 2</i>	<i>Testes unitários</i>
<i>RnF_{Serv} 3</i>	<i>Comunicação feita no sistema</i>

O servidor é composto por uma arquitetura modular (requisito *RnF_{Serv} 1*), ou seja, garantir que todo a arquitetura do código presente no servidor é composta por funções/métodos abstratos e classes abstratas de modo que

seja possível serem utilizados por outros sistemas, é composto por testes unitários (requisito RnF_{Serv} 2), testes que vão cobrir todo o código de modo a garantir que não existem erros e é composto pela comunicação no sistema (requisito RnF_{Serv} 3) que deve ser feita via *Representational State Transfer* (REST) através de mensagens do tipo *JavaScript Object Notation* (JSON).

3.3 Casos de Utilização

Nesta secção são apresentados os casos de utilização do sistema. Apresenta-se o caso de utilização de subscrição e autenticação na [Seção 3.3.1](#), na [Seção 3.3.2](#) apresenta-se o caso de utilização de registo de contratos e de contadores, na [Seção 3.3.3](#) apresenta-se o caso de utilização de visualizar informação do utilizador, na [Seção 3.3.4](#) apresenta-se o caso de utilização de visualizar informação do administrador e na [Seção 3.3.5](#) apresenta-se o caso de utilização envio de notificações.

Os casos de utilização representam a interacção entre um actor (seja Humano ou não Humano) e o sistema. Cada caso de utilização tem uma descrição da funcionalidade que será construída no sistema. Um caso de utilização pode "incluir" outra funcionalidade de caso de utilização ou "estender" outro caso de utilização com seu próprio comportamento.

3.3.1 Subscrição e Autenticação

A [Figura 3.2](#) apresenta a Subscrição e a Autenticação dos utilizadores no sistema, tem-se como atores o **Utilizador** e a generalização deste em dois outros: o **Consumidor** e o **Administrador** que têm tipos de autenticação diferentes o que lhes vai permitir acesso a diferentes funcionalidades do sistema.

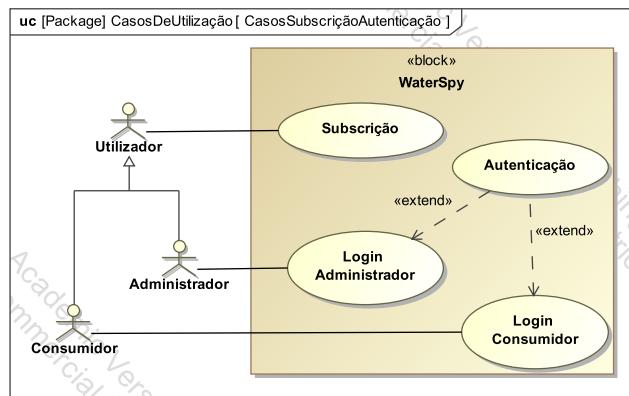


Figura 3.2: Casos de Utilização - Subscrição e Autenticação

A Figura 3.3 descreve o diagrama de atividades que permite ao utilizador a criação de uma conta para aceder ao sistema.

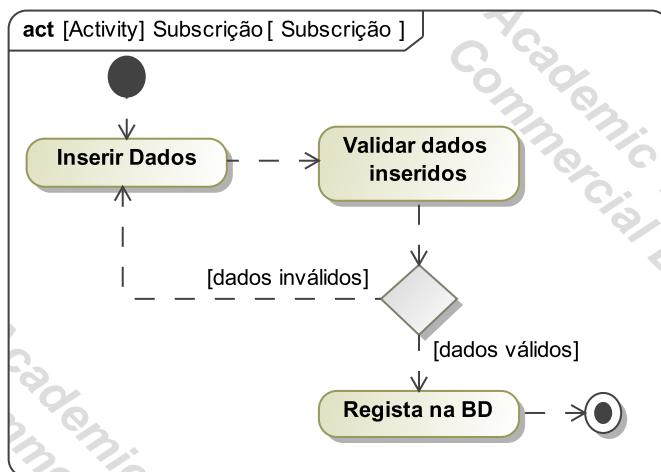


Figura 3.3: Diagrama de Atividades - Subscrição

O diagrama apresenta o processo de **Subscrição** que começa com a atividade **Inserir Dados** onde o utilizador insere os dados pedidos. Após a atividade anterior passa-se para a seguinte **Validar dados inseridos**, em que caso os dados sejam inválidos volta-se ao ponto inicial caso contrário passa para atividade seguinte **Regista na BD**. Nesta atividade os dados são armazenados na base de dados e assim termina a **Subscrição**.

No Seção A.1 encontra-se o diagrama de atividades que descreve o processo que é feito para que o utilizador se possa autenticar após a subscrição

já descrita.

3.3.2 Registos de Contratos e Contadores

Nesta seção apresentam-se os casos de utilização relacionados com os registos que podem ser efetuados no sistema. Vão ser apresentados dois tipos de atores o **Consumidor**, que se encontra na forma de um boneco para representar que é um ser humano a interagir, enquanto que o outro ator **Sistema de Gestão de Base de Dados** está em forma de bloco, porque retrata um sistema informático que gera a Base de Dados e/ou um ser humano a gerir a Base de Dados.

Na [Figura 3.4](#) observamos a **Associação de contratos** que consiste num consumidor associar no sistema o(s) número(s) dos contratos ao qual tem um ou mais contadores associados. O registo de contadores representa a ação do consumidor registar um contador manualmente ou por fotografia num contrato já associado, estando representado pela ligação “*extend*” no caso tirar fotografia ao contador. Por último temos o **Armazenar Dados** em que os casos **Associação de contratos** e **Registo de contadores** estão ligados a este, por uma ligação “*include*”, significando que o caso **Armazenar Dados** terá sempre de acontecer quando os outros 2 casos se verificarem. O ator **Sistema Gestão de Base Dados** será o responsável por armazenar estes dados.

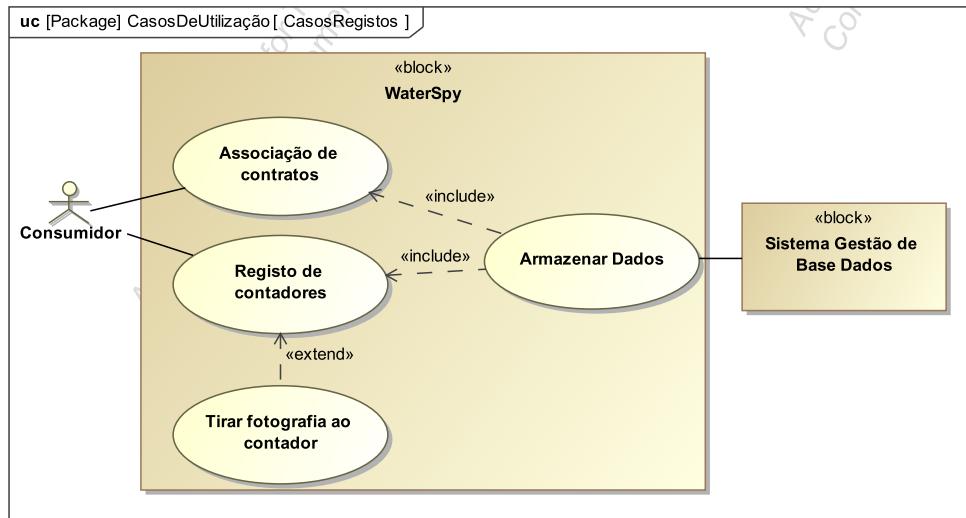


Figura 3.4: Casos de Utilização - Registros

Na Figura 3.5 observamos o envio de leituras que é efetuado pelo consumidor após tirar fotografia ao valor da leitura no seu contador, assim que a leitura for enviada é executado o **Interpretar Leituras** e após isso as mesmas serão armazenadas algo que vai ser tratado pelo **Sistema Gestão de Base Dados**.

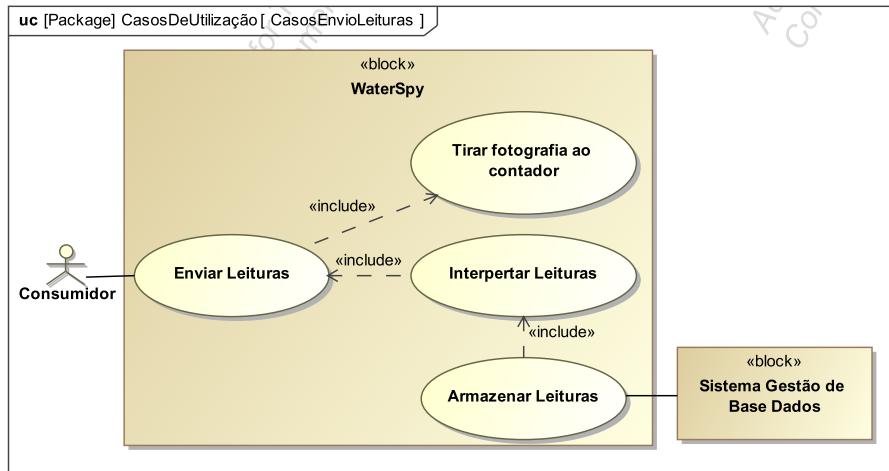


Figura 3.5: Casos de Utilização - Envio de Leituras

A Figura 3.6 representa o diagrama de atividades para que o utilizador possa tirar fotografias ao leitor dos contadores.

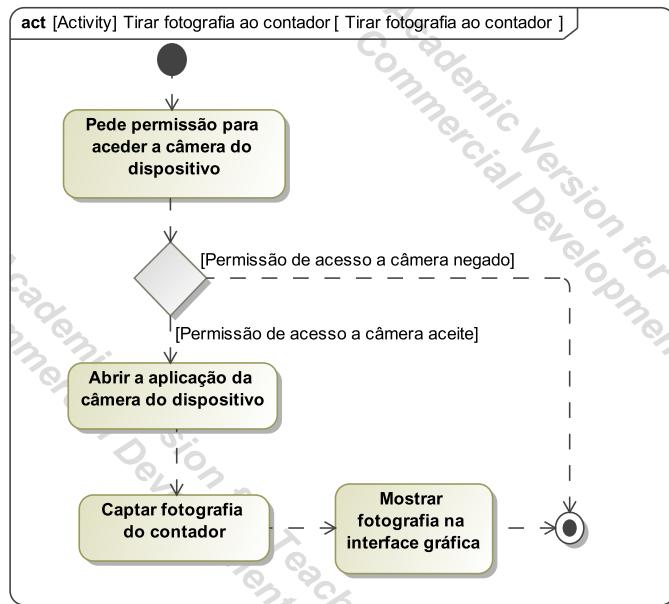


Figura 3.6: Diagrama de Atividades - Tirar fotografia ao contador

Na [Seção A.2](#) encontra-se o diagrama de atividades para efetuar o registo de contadores.

3.3.3 Visualizar Informação do Utilizador

A Figura 3.7 apresenta os casos em que o consumidor pode visualizar as suas informações dentro do sistema tais como o histórico de leituras e os seus indicadores de consumos. E aqui também se apresenta o caso em que o consumidor pode editar o seu perfil.

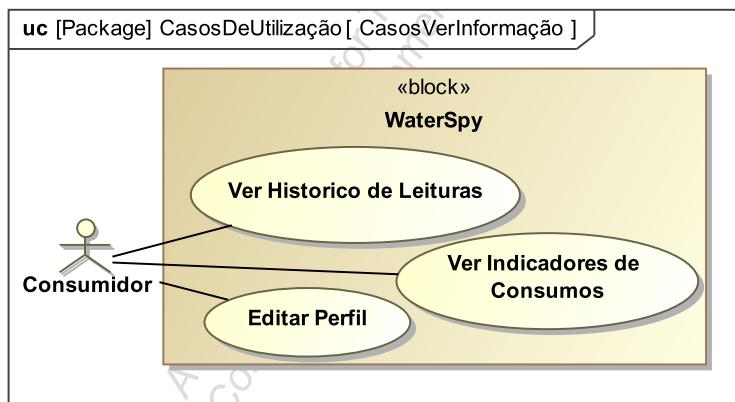


Figura 3.7: Casos de Utilização - Visualizar Informação

3.3.4 Visualizar Informação do Administrador

A Figura 3.8 apresenta os casos em que o administrador pode visualizar informações sobre qualquer consumidor e gerir os seus perfis e o próprio.

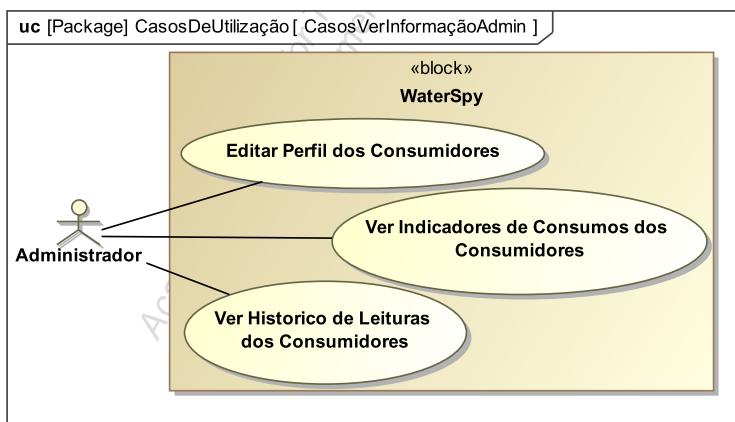


Figura 3.8: Casos de Utilização - Visualizar Informação Administrador

3.3.5 Envio de Notificações

Neste caso de utilização de envio de notificações Figura 3.9, demonstra-se a interação do sistema implementado com o sistema de gestão de consumos e o administrador.

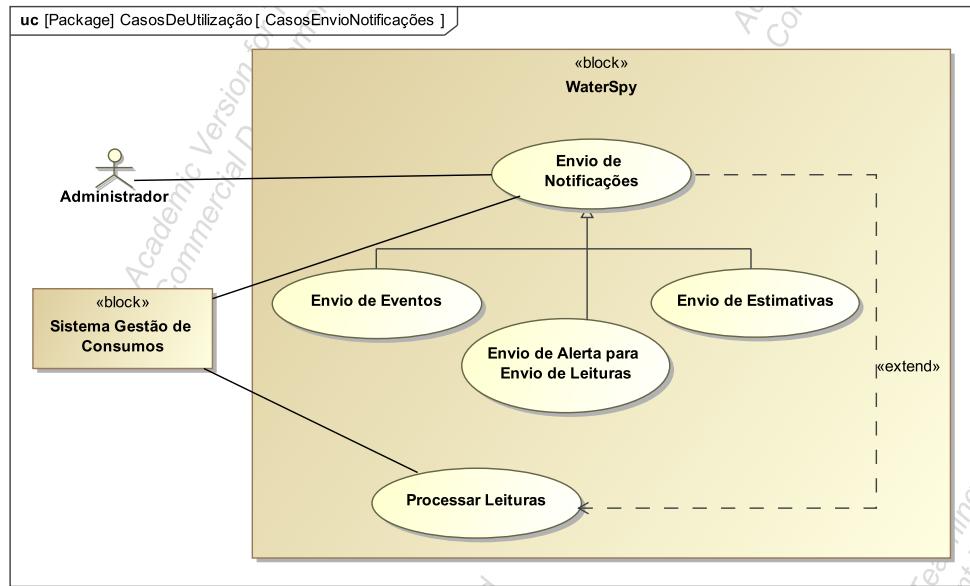


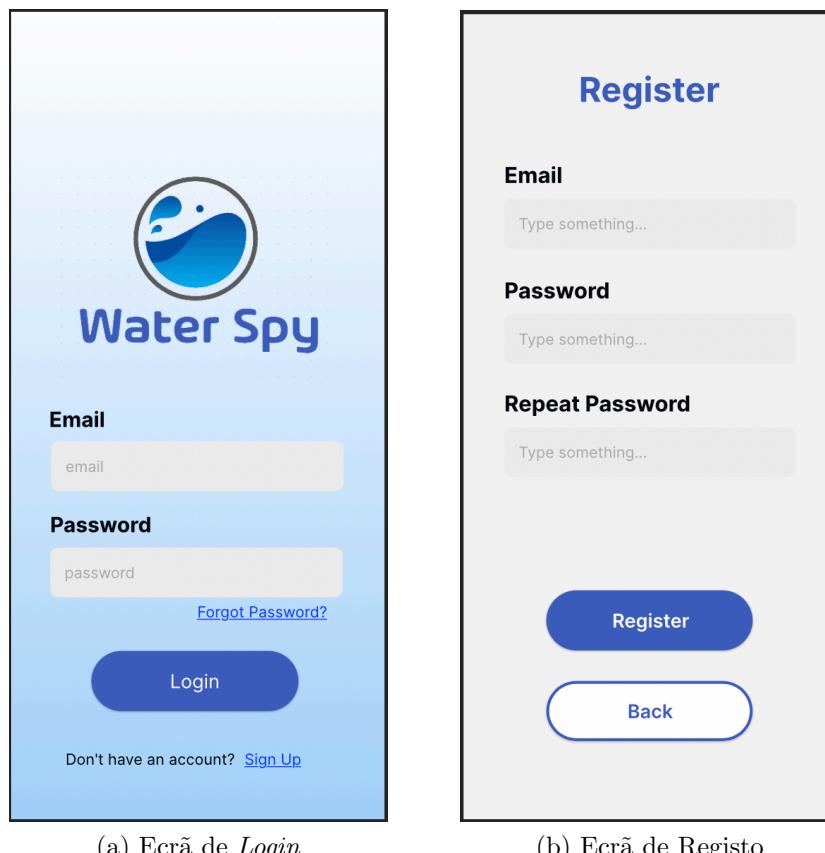
Figura 3.9: Casos de Utilização - Envio de Notificações

Os casos presentes são o envio de notificações e o processar leituras, o caso de envio de notificações divide-se em três casos, o envio de eventos, envio de alerta para envio de leituras e envio de estimativas, isto quer dizer que existem três possíveis casos de envio de notificações quando o sistema de gestão de consumos ou administrador acedem a este elemento. Quando acedem ao envio de notificações existe uma ligação designada de extensão que significa que o elemento ao qual é estendido o comportamento realizado naquele elemento só é realizado se necessário, neste caso o processar leituras que tem o comportamento de receber as leituras provenientes do consumidor e interpretá-las.

3.4 Mockups da Interface com o Utilizador

Nesta secção apresentam-se detalhadamente os vários ecrãs da interface com o utilizador.

A Figura 3.10 apresenta os primeiros ecrãs da nossa interface, o ecrã de *login* (Figura 3.10a) e registo de novos utilizadores (Figura 3.10b).



(a) Ecrã de *Login*

(b) Ecrã de Registo

Figura 3.10: Ecrãs de *Login* e de Registo

No primeiro ecrã Figura 3.10a, o utilizador pode inserir as suas credenciais que lhe darão acesso às funcionalidades do nosso sistema. Caso ainda não se tenha registado, pode aceder ao ecrã de registo Figura 3.10b que é onde o utilizador se pode registar com o seu email.

Após o login efetuado com sucesso, o utilizador é encaminhado para o ecrã principal apresentado na [Figura 3.11](#).

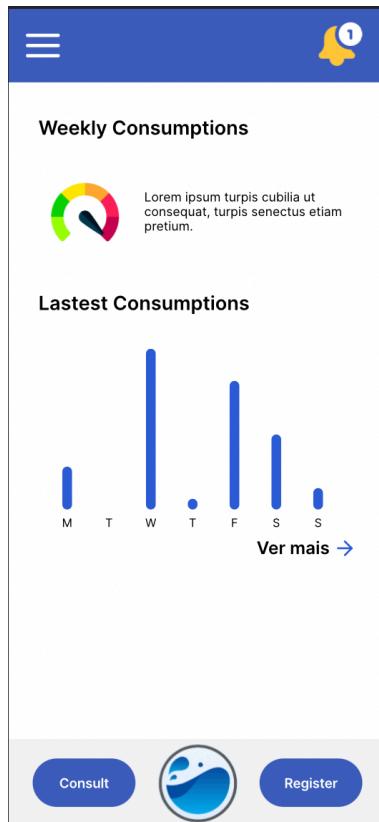


Figura 3.11: Ecrã Principal

Neste ecrã, o utilizador pode ver o valor do último consumo enviado e se está com consumos excessivos através de um indicador colorido. Considera-se um consumo excessivo valores que estejam acima da média de valores enviados até ao momento. Pode também ver os seus últimos consumos semanais através de um gráfico. Pode facilmente aceder ao ecrã de consulta dos seus consumos de forma mais detalhada, ao ecrã de registo de contadores ([Figura 3.12](#)) e ao ecrã para efetuar uma leitura ([Figura 3.13](#)).

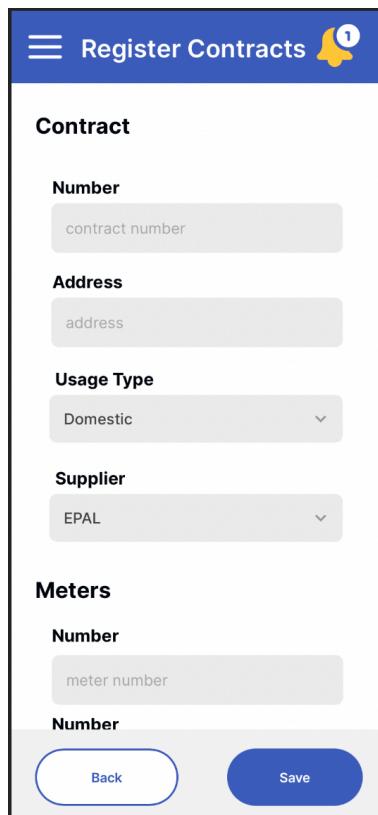


Figura 3.12: Ecrã de Registo de Contratos

Neste ecrã, é possível o utilizador adicionar contratos que ficarão associados à sua conta, inserindo os dados necessários relativos ao seu contrato. Pode associar aqui ainda os vários contadores que pertençam ao contrato.



Figura 3.13: Ecrã de Envio de Leituras

Neste ecrã, o utilizador escolhendo o contrato e o contador pode tirar fotografia ao leitor do seu contador e após a imagem ser analisada é mostrado ao utilizador o valor para confirmar se é o valor correto a enviar. Caso por algum motivo não consiga com a opção do uso da câmara pode sempre inserir manualmente o valor da sua leitura.

3.5 Sistema de Base Dados

Uma das componentes deste sistema é um sistema base de dados, que irá conter as várias informações dos utilizadores deste sistema. De modo a facilitar a leitura apresenta-se na Figura 3.14 o modelo relacional simplificado da nossa base de dados. É um modelo simplificado pois não se apresentam os atributos de cada entidade. Para mais detalhes encontra-se no Anexo B o modelo completo.

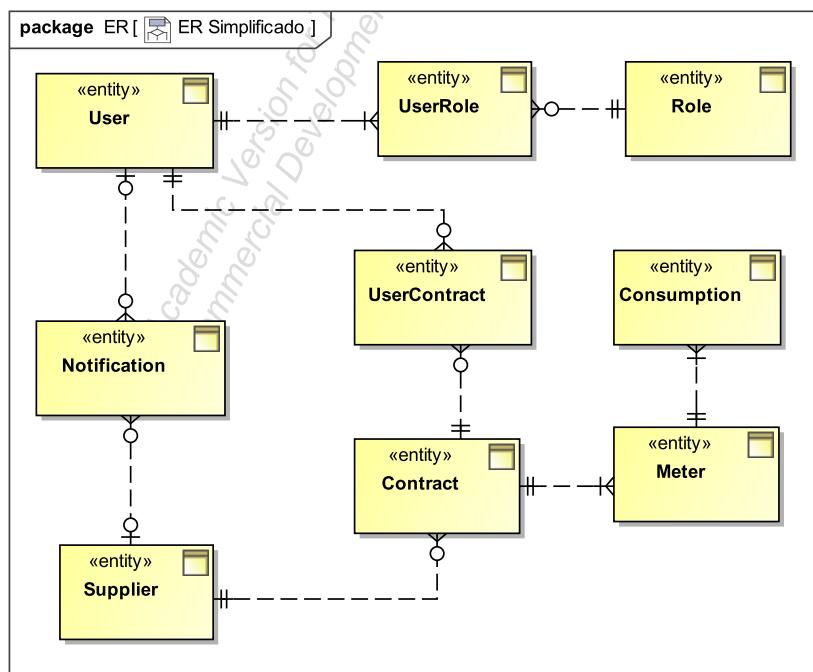


Figura 3.14: Modelo Entidade Associação Simplificado da Base de Dados

A entidade **User** representa os utilizadores que estão registados no sistema *WaterSpy*. Para cada utilizador serão guardadas as informações principais como o *email*, *firstName*, *lastName*, *password* e imagem de perfil (*image*). A entidade **Role** armazena os dois cargos que os utilizadores podem ter, o **Consumer** e o **Admin** que fornecem permissões diferentes de utilização. A entidade **UserRole** faz a ligação entre as duas entidades anteriores.

A entidade **Contract** armazena as informações sobre os contratos que o consumidor tem, neste caso o **contractNumber** e uma descrição para facilitar ao utilizador perceber de onde se trata o contrato. Esta entidade está re-

lacionada com a entidade **Supplier** que são os fornecedores do serviço para aquele contrato. O contrato também tem relação com a entidade **Meter** que armazena os números dos contadores relacionados com aquele contrato, que por sua vez tem uma relação com a entidade **Consumption** que armazena os valores enviados dos consumos e a sua data de envio.

Por fim, a entidade **Notification** armazena as informações sobre as notificações que são enviadas ao utilizador.

Capítulo 4

Implementação do Modelo

Neste capítulo apresenta-se a implementação do modelo proposto. A arquitetura tecnológica utilizada para o desenvolvimento do sistema apresenta-se na [Seção 4.1](#).

4.1 Arquitetura Tecnológica

A [Figura 4.1](#) apresenta a arquitetura que foi adotada para implementar o sistema informático WaterSpy.

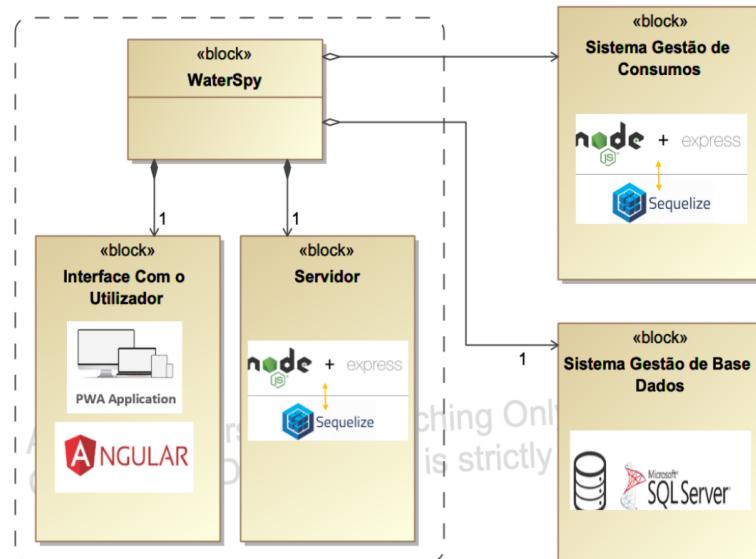


Figura 4.1: Arquitetura utilizada

Esta arquitetura é composta por uma **Interface Com o Utilizador** e pelo **Servidor**.

A **Interface Com o Utilizador** é a interface gráfica para o utilizador, de modo a facilitar a realização das operações que o sistema oferece, esta interface tem o apoio da tecnologia *Progressive Web App* (PWA) que ajuda a mostrar a interface nos mais variados dispositivos, sem que haja desenvolvimento de mais código para mostrar a mesma interface.

O **Servidor** é onde está desenvolvido toda a parte lógica do sistema e é onde se efetua as comunicações com os serviços externos como o **Sistema de Gestão de Base de Dados** e o **Sistema de Gestão de Consumos**.

O **Sistema de Gestão de Base de Dados** é um sistema onde os gestores do sistema tem a possibilidade de manutenção do mesmo e manipulação dos dados. A tecnologia no **Sistema de Gestão de Base de Dados** usada para a manipulação de dados é o *Microsoft SQL Server* [10], para o um editor gráfico do **Sistema de Gestão de Base de Dados** é usado o editor *Azure Data Studio* [11] e para o executar os *scripts* feitos no editor é usado o *Docker* [12] que contém uma imagem *Microsoft SQL Server* que interpreta os *scripts*.

O **Sistema de Gestão de Consumos** é um sistema que recebe os valores dos consumo enviados, e onde é possível enviar *e-mails* para os utilizadores do sistema. Este sistema para questões de teste encontra-se dentro do *Back-end* usa as seguinte tecnologia *NodeJS + Express* [13] para parte da lógica e comunicação com o **Servidor**, para o envio de *e-mails* é usado uma biblioteca do *NodeJS + Express* o *Nodemailer*. Apesar de **Sistema de Gestão de Consumos** utilizar tecnologias usadas para simular/teste é possível usar outras tecnologias desde que os cumpra o número de parâmetros de entradas dos métodos e os seus tipos de dados.

A **Interface Com o Utilizador** é designado o *Front-end* e o **Servidor** de *Back-end* de uma aplicação tecnológica. O *Front-end* é onde está desenvolvido toda a estrutura que suporta interface gráfica e que comunica com o *Back-end* para realizar certas operações e receber os dados das mesmas. Para o desenvolvimento das componentes gráficas é usado a linguagem *Angular 12* [14] e a biblioteca *Bootstrap 5* [15]. O *Back-end* é onde esta desenvolvido toda a estrutura que suporta toda a parte lógica do sistema, para tal é usado as seguintes tecnologias: o *NodeJS + Express* para o desenvolvimento da parte lógica, para o *Optical Character Recognition (OCR)* e

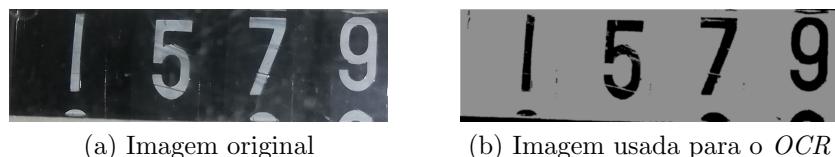
para comunicação com o *Front-end* e o Sistema de Gestão de Consumos, para a comunicação com o Sistema de Gestão de Base de Dados é usado o *Sequelize* [16] uma biblioteca do NodeJS + Express.

No ato de uma autenticação no sistema na comunicação entre o *Front-end* e o *Back-end* para encriptação da autenticação é usado a tecnologia *JWT* [17] que funciona por *accessToken*.

4.2 Preparação das Imagens para tratamento por *OCR*

A Figura 4.2 apresenta a imagem original que é capturada e a imagem processada que é utilizada para a interpretação de caracteres do sistema.

O servidor recebe a Figura 4.2a que foi a captura feita pelo utilizador do sistema, imagem esta que tem de ser processada de modo a que o reconhecimento dos caracteres seja feito com maior precisão. Com o uso da biblioteca *JIMP* [18] são feitos processamentos à imagem original como colocar em escala de cinzentos, até se obter algo semelhante à Figura 4.2b. O *OCR* é feito sobre a Figura 4.2b usando uma biblioteca *node-tesseract-ocr* [19] fornecida pelo *NodeJS + Express*.



(a) Imagem original

(b) Imagem usada para o *OCR*

Figura 4.2: Imagens antes e depois da leitura do *OCR*

Capítulo 5

Validações e Testes

Neste capítulo apresentam-se em várias secções os vários ecrãs que constituem o sistema WaterSpy, que demonstram as validações e testes que foram efetuados ao sistema WaterSpy. Para validações e testes o sistema foi hospedado nos servidores *Heroku* [20], e encontra-se disponível no seguinte endereço <https://waterspy.herokuapp.com>.

5.1 *Login*

Na Figura 5.1 é apresentado o ecrã de *Login*, o primeiro ecrã com que o utilizador se depara e onde terá de fazer a autenticação para poder entrar no sistema. Para tal o utilizador terá de se registar primeiro, ecrã que será apresentado na Seção 5.2.

Caso o utilizador tente entrar com uma conta que não existe, ou o *e-mail* não tenha sido confirmado, ou tente entrar com senha errada ou com uma conta que tenha sido apagada não irá conseguir entrar no sistema. Neste ecrã ao fazer *login* poderá ir para o *front-office* caso entre como consumidor ou para o *back-office* caso entre como administrador.



Figura 5.1: Ecrã de Validação/Teste do *Login*

5.2 Registar Utilizador

Na [Figura 5.2](#) é apresentado o ecrã de **Registar Utilizador**, em que o utilizador terá de preencher todos os dados corretamente para ficar registado no sistema, para poder autenticar-se e poder usufruir do mesmo.

A screenshot of a web-based user registration form titled "Registrar". The form consists of several input fields: "Primeiro nome" (First name), "Último nome" (Last name), "Email", "Palavra-passe" (Password), and "Repetir palavra-passe" (Repeat password). Each field is accompanied by a small placeholder text. At the bottom of the form are two buttons: a white "Voltar" (Back) button and a larger blue "Registrar" (Register) button.

Figura 5.2: Ecrã de Validação/Teste de Registo do Utilizador

Após o registo o utilizador irá receber um *e-mail* de confirmação de conta na sua caixa de entrada do *e-mail* que usou para o registo, só após carregar no *url* do *e-mail* recebido é que irá poder autenticar-se no sistema com sucesso.

5.3 Página Principal

Na Figura 5.3 é apresentado o ecrã principal na Figura 5.3a e o menu na Figura 5.3b.

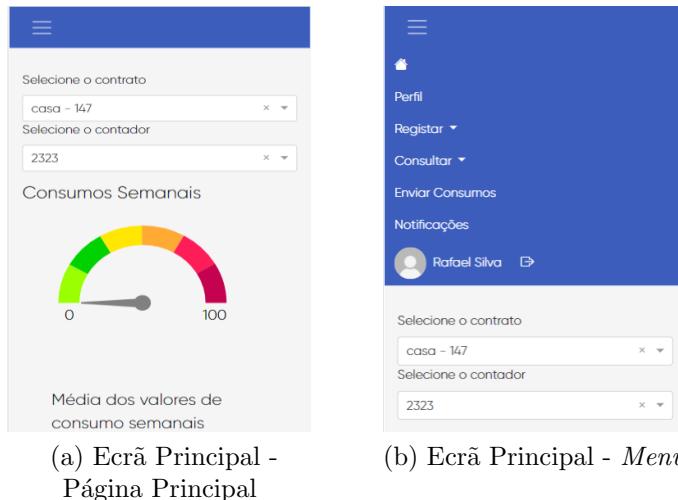


Figura 5.3: Imagens do Ecrã Principal - Página Principal e *Menu*

No ecrã principal é possível ver o consumo médio, que é calculado em função dos envios que o utilizador faz. Através de um gráfico com uma agulha, que indica se está a exceder a média dos seus consumos, o utilizador pode controlar melhor os seus consumos de água, este gráfico é mostrado por percentagem de consumo, sendo os 100%, o valor mais alto do consumo e 0% o valor mais baixo. Através de outro gráfico, neste caso de barras é possível ver o consumo de todos os meses que foi efetuado.

É possível observar no navbar que existe um menu onde se encontram todas as suas opções como o símbolo de uma casa que redireciona para a página principal, o **Perfil de Utilizador** e a opção ao lado da fotografia com o "Nome do Utilizador Autenticado" redirecionam ambas para a página de perfil do utilizador, a opção **Registrar** redireciona para a página de registo de

contratos, a opção **Consultar** têm duas sub-opções **Consumos** e **Contratos** em que redirecionam para as páginas consultar consumos e consultar contratos, a opção **Enviar Consumos** para a página que permite enviar os consumos efetuados, a opção **Notificações** que permite ver as notificações recebidas e a opção com um símbolo de uma porta com uma seta para a direita para terminar a sessão.

5.4 Perfil de Utilizador

Na [Figura 5.4](#) é apresentado o ecrã de **Perfil de Utilizador** que apresenta todas as informações sobre os dados de conta do utilizador, esses mesmos dados são editáveis, como também é possível editar a imagem de perfil com a exceção do e-mail não é editável, por ser o elemento que se usa para autenticação do sistema.

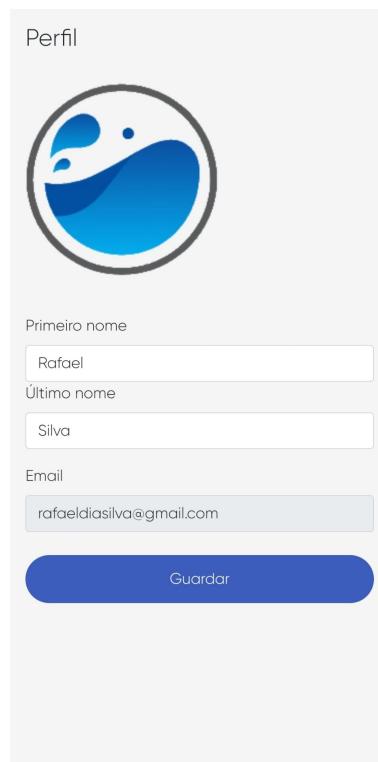


Figura 5.4: Ecrã de Validação/Teste do Perfil de Utilizador

5.5 Registo de Contratos

Na [Figura 5.5](#) é apresentado o ecrã de **Registo de Contratos** onde é possível o utilizador registar os vários contratos que tenha e associar os contadores aos mesmos. Para o registo de um contrato é necessário uma **Descrição**, que será a forma mais fácil para o utilizador identificar a que local pertence aquele contrato, é necessário o **Número de Contrato** e escolher o **Fornecedor** que está associado ao contrato. Poderá dar-se o caso de o **Fornecedor** não estar presente, nesse caso é porque o sistema **WaterSpy** não tem nenhuma integração com esse **Fornecedor**. Um dado opcional é associar um contador ao contrato no momento de registo do contrato, assim o utilizador poderá ou não associar um ou mais contadores. No caso de não associar nenhum poderá fazê-lo mais tarde na **Consulta de Contratos**.

The screenshot shows a mobile application interface titled "Registrar Contratos". At the top, there is a blue header bar with three horizontal lines on the left. Below the header, the title "Registrar Contratos" is displayed. The main form is divided into two sections: "Contrato" (Contract) and "Contadores" (Meters).
Contrato Section:

- "Descrição" (Description) input field.
- "Número de Contrato" (Contract Number) input field.
- "Fornecedor" (Supplier) dropdown menu.

Contadores Section:

- "Número do Contador" (Meter Number) input field.
- "Valor Inicial do Leitor do Contador" (Initial Meter Reader Value) input field.
- A red circular delete icon.
- A blue button labeled "Adicionar" (Add) with a plus sign.

Figura 5.5: Ecrã de Validação/Teste do Registo de Contratos

5.6 Consultar

Nesta [Seção 5.6](#) está presente as [Seção 5.6.1](#) e a [Seção 5.6.2](#), nas quais é possível verificar os consumos feitos e os contratos associados a conta do utilizador.

5.6.1 Consumos

Na [Figura 5.6](#) são apresentados dois tipos de visualizações dos consumos enviados pelos utilizadores. A [Figura 5.6a](#) representa os consumos efetuados na semana presente e a [Figura 5.6b](#) representa os consumos efetuados no mês mas com a opção de poder escolher outros meses para ver como foram os seus consumos.



5.6.2 Contratos

Na [Figura 5.7](#) é apresentado todos os contratos registados na conta do utilizador, contendo a **Descrição**, **Número de Contrato** e **Fornecedor** também é possível visualizar com mais detalhe os contratos e editá-los para poder associar contadores.

Descrição	Número de Contrato	Fornecedor
casa de ferias 12345678	1234567890	sintra
Casa de Férias 2	888444555	Epal

Figura 5.7: Ecrã de Validação/Teste de *Consulta de Contratos*

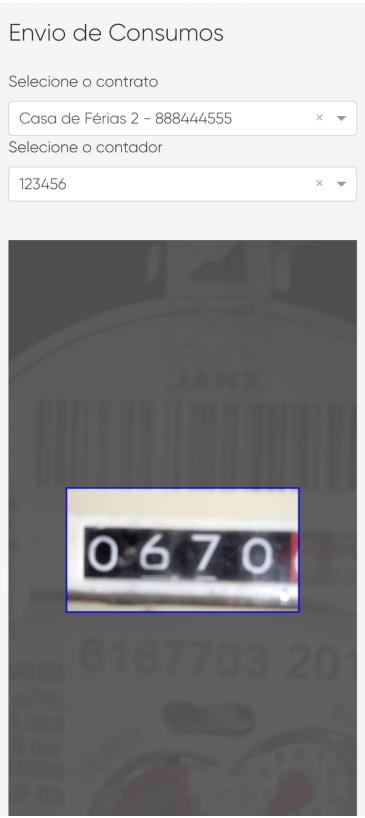
5.7 Enviar Consumos

Na [Figura 5.8](#) são apresentados os dois modos de envio de consumos que o sistema WaterSpy permite. A [Figura 5.8a](#) representa o envio de consumo por texto que pode ser usado no caso do utilizador estar num ambiente em que a câmara fotográfica não tenha a melhor qualidade ou por algum motivo não funcione ou ainda caso o valor interpretado pelo *OCR* não esteja correto. A [Figura 5.8b](#) representa o envio de consumos por fotografia, onde neste caso existem duas possibilidades, tirar fotografia ao leitor e guardar no seu *SmartPhone* e mais tarde na opção escolher o ficheiro submeter para a análise do *OCR*. A outra possibilidade é retirar uma foto no momento e proceder para análise do *OCR* e enviar a mesma.

The figure consists of two side-by-side screenshots of a mobile application interface. Both screenshots have a blue header bar with three horizontal lines on the left and the text 'Envio de Consumos' in the center. Below the header, both screens show a section titled 'Selecione o contrato' with a dropdown menu containing the text 'Casa de Férias 2 - 888444555'. Underneath this, both screens show a section titled 'Selecione o contador' with a dropdown menu containing the text '123456'. The right screenshot shows a blurred background image of a water meter faceplate with a digital display showing '0670'. The left screenshot has a solid grey background. At the bottom of both screens is a large blue button labeled 'Envio de Consumos'.



(a) Ecrã Envio de Consumos -
Envio por Texto



(b) Ecrã Envio de Consumos -
Envio por Fotografia

Figura 5.8: Ecrã de Envio de Consumos

Para melhor precisão do *OCR* deve-se reunir um conjunto de fatores/- condições como estar num ambiente que não seja muito escuro ao ponto da fotografia não ser perceptível e só retirar fotografia aos valores do leitor excluindo os últimos que estejam a vermelho.

Para realização de testes sempre que é enviado um consumo é recebido por parte do **Sistema Gestão de Consumos** uma resposta. Resposta essa que fica a cargo do sistema WaterSpy enviar um email para o utilizador **Figura 5.9**, a indicar por exemplo: "Foi recebido com sucesso a sua leitura de $670m^3$ ".

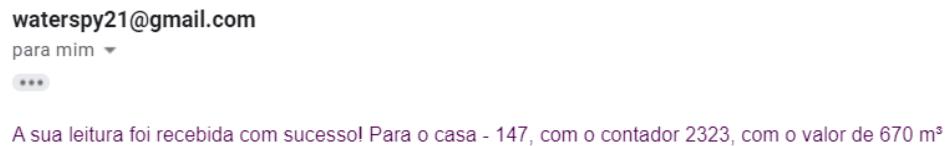


Figura 5.9: Email recebido por parte do Sistema

5.8 Notificações

Na [Figura 5.10](#) apresenta o ecrã de Notificações que utilizador recebeu seja por parte dos administradores do sistema WaterSpy seja respostas por parte do Sistema Gestão de Consumos.

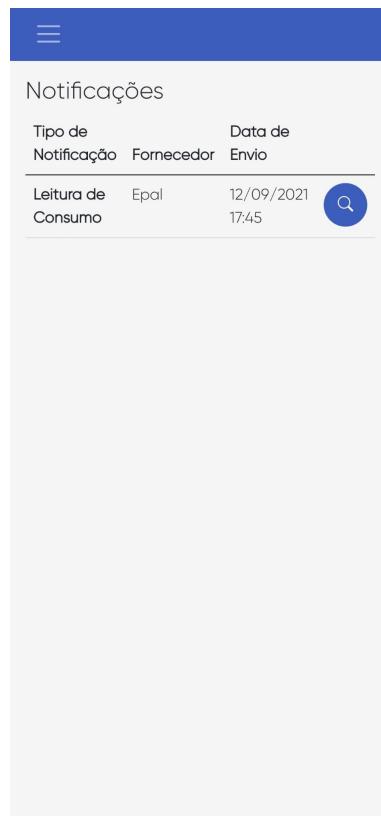


Figura 5.10: Ecrã de Validação/Teste das Notificações

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo são apresentadas as seções que representam a conclusão deste projeto. A [Seção 6.1](#) apresenta o que já foi concluído neste projeto, a [Seção 6.2](#) apresenta o que se pode fazer futuramente e a [Seção 6.3](#) apresenta as considerações finais.

6.1 Situação Atual

No âmbito deste relatório, foi proposta a construção de um sistema informático, que pudesse efetuar leituras e enviar as mesmas para uma empresa fornecedora de serviços de abastecimento de água, integrada com o sistema construído. Para construção deste sistema, foi desenhada uma arquitetura tecnológica e foi efetuado o levantamento de todos os seus requisitos, funcionais e não funcionais, bem como os *MockUps* que demonstram a estrutura do sistema **WaterSpy**.

Para efeitos de avaliação experimental, e como não existe nada implementado da parte das empresas fornecedoras, foi implementado um **Sistema de Gestão de Consumos** que simula uma empresa fornecedora. Este sistema recebe as leituras efetuadas pelo cidadão e por sua vez responde ao sistema **WaterSpy** que recebeu essa leitura, para que assim seja enviado um *e-mail* ao cidadão a informar da receção da leitura. Como resultado, deste projeto resulta numa **API**, que deverá no futuro ser implementado pelas empresas que queiram integrar este sistema nos seus sistemas informáticos.

Para uma melhor experiência de utilização do sistema **WaterSpy**, foi implementada uma funcionalidade, que permite a leitura dos valores do conta-

dor por captura de imagem. Esta funcionalidade funciona com o auxilio de uma biblioteca do `NodeJs`, um `OCR`, que permite a interpretação de caracteres, neste caso algarismos, de uma imagem. Assim esta funcionalidade veio permitir, uma nova interação do cidadão, no âmbito da recolha de dados da leitura e o seu envio.

Sendo assim, o sistema desenvolvido (`WaterSpy`) tem a capacidade de melhorar a vida dos seus utilizadores, na questão da leitura e dos envios das leituras, tornando mais fácil e rápido todo este processo. É de salientar, que este sistema, não vai substituir de modo algum, o envio do funcionário, para fazer a leituras periódicas, o funcionário terá à mesma de efetuar deslocações periódicas, mas vai sim substituir, o envio das contagens por telefone melhorando sim, o envio das leituras efetuadas tornando este método muito mais rápido e simples.

6.2 Perspetivas Futuras

No decorrer deste relatório, foram identificados aspectos que podem vir a ser desenvolvidos no âmbito de trabalho futuro, nomeadamente, quanto ao `OCR` poder-se-ia desenvolver um próprio, de modo a ser um mais robusto e mais preciso, na interpretação de algarismos. Quanto á interface gráfica poder-se-ia ter alguns ajustes, tais como incluir novos ecrãs de gráficos, de modo a ter uma visão, mais completa dos consumos efetuados, pelos utilizadores.

6.3 Considerações Finais

As atividades realizadas no âmbito deste relatório foram cumpridas dentro do prazo estipulado, como todos os seus objetivos definidos. Neste projeto, optamos por escolher outras tecnologias e ferramentas de trabalho, tais como o `MagicDraw`, `NodeJs` e `Angular 12`, isto para conhecer e aprender essas novas tecnologias e ferramentas de modo a obter mais conhecimento, do que é utilizado hoje em dia.

As dificuldades sentidas, na realização deste projeto passaram, pela leitura de imagens por `OCR`, o que foi complicado, no sentido de acertar os parâmetros, para uma melhor precisão, de interpretação dos algarismos. O envio de *e-mail*, também foi uma dificuldade sentida, por motivos de segu-

rança, impostas pelas empresas fornecedores de *e-mail*, como a *Google*, que não deixa enviar *e-mails*.

Em suma, com o que foi realizado, neste projeto e apresentado como futuras melhorias é possível, assim dar continuidade a este projeto e abrir portas para outras investigações, tais como, criação de um *OCR* para análise e reconhecimento de caracteres, com mais precisão, na análise e reconhecimento.

Anexo A

Diagrama de Atividades

A.1 Diagrama de Atividades - Autenticação

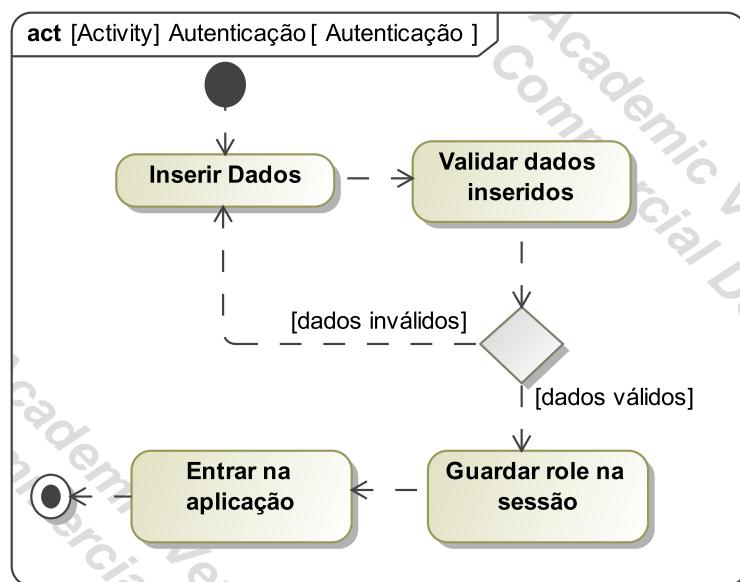


Figura A.1: Diagrama de Atividades - Autenticação

A.2 Diagrama de Atividades - Registo de Contadores

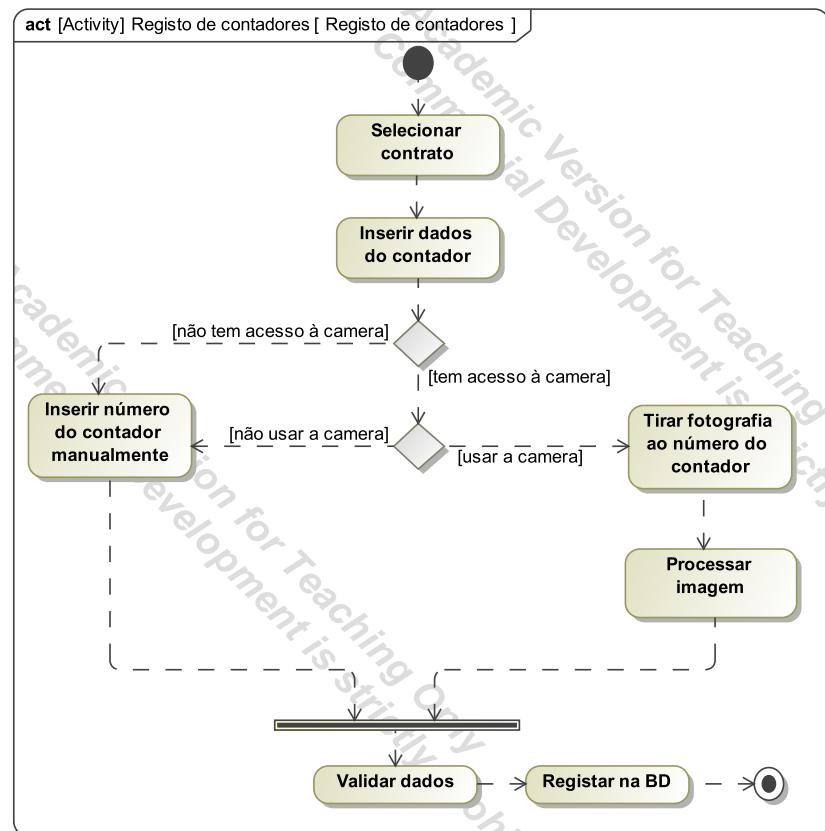


Figura A.2: Diagrama de Atividades - Registo de Contadores

Anexo B

Modelo Entidade Associação da Base Dados

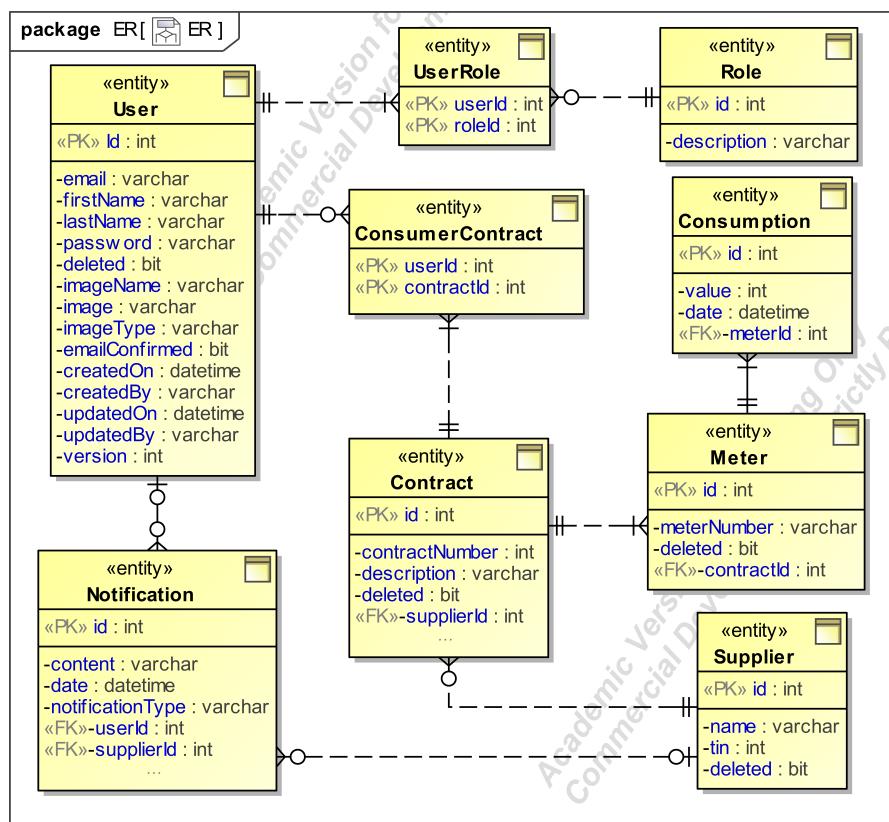


Figura B.1: Modelo Entidade Associação da Base de Dados

Bibliografia

- [1] Andreia Fontinha Rafael Silva. Waterspy. <https://github.com/rafaelds18/waterspy>, 2021.
- [2] Leitura Contadores. Leitura de contadores de água, luz e gás. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.water.consumption&hl=pt_PT&gl=US, Dezembro 2017.
- [3] Eyeonwater. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.badgermeter.eyeonwater&hl=pt_PT&gl=US, Novembro 2016.
- [4] myAqua. myaqua. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.epal.myaqua&hl=pt_PT&gl=US, Julho 2014.
- [5] Aguas Porto. Aguas porto. <https://www.aguasdopporto.pt/leitura-do-contador/comunicacao-de-leituras>, Março 2016.
- [6] SMAS Almada. Smas almada. <https://www.smasalmada.pt/web/portal/leitura-de-contador>, Abril 2015.
- [7] CM Funchal. Cm funchal. <http://www.cm-funchal.pt/pt/servicos-online/leitura-do-contador-da-agua.html>, n.d.
- [8] Gordon C. Everest. Advanced data modeling. <https://geverest.umn.edu/>, n.d.
- [9] Patrycja Dybka. Crow's foot notation. <https://www.vertabelo.com/blog/crow-s-foot-notation/>, n.d.
- [10] Microsoft. Microsoft sql server. <https://www.microsoft.com/sql-server>, Abril 1989.

- [11] Microsoft. Azure data studio. <https://docs.microsoft.com/en-us/sql/azure-data-studio/release-notes-azure-data-studio?view=sql-server-ver15>, Novembro 2017.
- [12] Solomon Hykes. Docker. <https://www.docker.com/>, Março 2013.
- [13] Ryan Dahl. Node.js. <http://www.nodejs.org/>, Maio 2009.
- [14] Angular 12. Angular 12. <https://angular.io/docs>, n.d.
- [15] Bootstrap 5. Bootstrap 5. <https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/introduction>, n.d.
- [16] Sequilize contributers. Sequelize. <https://sequelize.org/master/index.html>, Setembro 2019.
- [17] IETF. Json web token. <https://jwt.io/>, December 2010.
- [18] oliver moran. Javascript image manipulation program. <https://github.com/oliver-moran/jimp#readme>, Agosto 2018.
- [19] zapolnoch. Tesseract ocr for node.js. <https://github.com/zapolnoch/node-tesseract-ocr#readme>, 2018.
- [20] Adam Wiggins James Lindenbaum, Orion Henry. Heroku. <https://www.heroku.com/>, 2007.