

Sistema de Leitura de Contadores de Consumos de Água por Dispositivo Móvel - *Water Watcher*



WATER WATCHER

Lucas Silva, n.º 44862, e-mail: a44862@alunos.isel.pt

Orientadores: Carlos Gonçalves, e-mail: carlos.goncalves@isel.pt
Luís Osório, e-mail: lo@isel.ipl.pt

Relatório do projeto realizado no âmbito de Projecto e Seminário
Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Departamento de Engenharia Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores

Maio de 2021

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Sistema de Leitura de Contadores de Consumos de Água por Dispositivo Móvel - *Water Watcher*

44862 Lucas Neves da Silva

Orientadores: Carlos Gonçalves

Luís Osório

Relatório do projeto realizado no âmbito de Projecto e Seminário
Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Departamento de Engenharia Eletrónica e Telecomunicações e de Computadores

Maio de 2021

Resumo

O processo de envio de leituras de consumo de água é um processo tecnologicamente desatualizado, na medida que o cliente paga, por norma, um valor baseado num consumo estimado, pelo que é frequente existirem erros nas estimativas, cuja resolução é algo morosa e burocrática.

Este projeto pretende colmatar estas situações, propondo a implementação de um sistema informático que permite ao cliente indicar de forma simples e prática, ao prestador de serviços, o valor que realmente consumiu. Com a abordagem proposta, não são necessários acertos de pagamento e é disponibilizado tanto o cliente como ao prestador de serviços um maior controlo do valor real de água consumida.

O sistema informático disponibiliza uma aplicação *web* que poderá ser acedida através de *smartphones* e computadores e que, para além de permitir o envio de leituras, apresentará ao utilizador estatísticas e informações relativas a este serviço, bem como informá-lo-á de situações relacionadas com o pagamento ou outros eventos relacionados.

Palavras-chave: Leituras de Contadores de Água; Sistema Informático; Progressive Web Apps.

Glossário de Termos

Interface de Utilizador	Apresentação gráfica dos dados e funcionalidades de um elemento que possibilita interação.
PWA	Progressive Web Applications
SMAS	Serviços Municipalizados de Água e Saneamento
OCR	Optical Character Recognition ou Reconhecimento Ótico de Caracteres

Índice de Conteúdos

Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	1
1 Introdução	3
1.1 Objetivo do Projeto	4
1.2 Organização do Documento	4
2 Trabalho Relacionado e Tecnologias Utilizadas	5
2.1 Contadores de Água	5
2.2 Sistemas Semelhantes	6
2.2.1 Aplicação para Dispositivo Móvel	6
2.2.2 Sistemas de Telemetria	6
2.3 Progressive Web Apps	7
2.4 Outsystems	7
2.4.1 Outsystems Service Studio	8
2.4.2 Outsystems Integration Studio	10
2.5 SysML	10
3 Análise do Problema	11
3.1 Requisitos do Sistema	12
3.2 Requisitos da Interface para Interação com os Utilizadores	12
3.2.1 Interface para Interação com os Clientes	13
3.2.2 Interface para Interação com os Administradores	13
3.3 Requisitos do Servidor	14
3.4 Casos de Uso do Sistema	15
3.5 Casos de Uso do Servidor	16
3.6 Casos de Uso da Interface de Utilização	18
4 Estratégias de Abordagem ao Desenvolvimento do Sistema Water Watcher	21
4.1 Esboços dos Ecrãs da Aplicação Móvel	21
4.2 Programa de Controlo Semanal	23

4.3	Modelo de Dados	24
4.4	Reconhecimento de Caracteres	25
4.5	Biblioteca de Reconhecimento de Caracteres	25
4.6	Segurança	26
5	Implementação do Sistema Water Watcher	27
5.1	Módulo WaterWatcher	27
5.2	Módulo WaterWatcherService	28
5.3	Módulo SimulCompany	28
5.4	Extensão NumberOCR	29
5.5	Extensão Generate Random String	30
5.6	Ecrãs de <i>Login</i> , Registo e Redefinição de Palavra-passe	30
5.7	Ecrã de Informações e Estatísticas	31
5.8	Ecrã de Definições	32
5.9	Ecrã de Envio de Leituras	32
5.10	Ecrã de Envio de Fotografia do Contador	33
5.11	Ecrã de Administração	34
5.12	Módulo de Testes WaterWatcherTests	34
6	Conclusão	35
	Referências	38

Lista de Figuras

1.1	Interações do sistema.	3
2.1	Dispositivo indicador do contador de água.	6
2.2	Comparação entre linguagem Outsystems e Java.	9
3.1	Arquitetura do sistema.	11
3.2	Casos de uso do sistema.	15
3.3	Casos de uso do servidor pela interface do utilizador.	16
3.4	Casos de uso do servidor pela empresa prestadora do serviço ou pelo administrador.	17
3.5	Processamento das leituras dos contadores.	17
3.6	Casos de uso da interface de utilização.	18
3.7	Processo de autenticação.	19
3.8	Processo de envio de leituras.	19
4.1	Página de <i>login</i>	21
4.2	Página principal	22
4.3	Página de informações e estatísticas	22
4.4	Página de definições.	23
4.5	Página de definições relacionadas com os contadores.	23
4.6	Modelo de dados.	24
5.1	Modelo de dados do módulo SimulCompany.	29
5.2	Processo de registo no sistema.	31
5.3	Alinhamento da moldura com os caracteres da medição de água.	33

Lista de Tabelas

3.1	Requisitos funcionais da interface para interação com os clientes.	13
3.2	Requisitos funcionais da interface com utilizadores com permissões de administrador.	13
3.3	Requisitos não funcionais da interface com utilizadores com permissões de administrador.	14
3.4	Requisitos funcionais do servidor.	14
3.5	Requisitos não funcionais do servidor.	15

Capítulo 1

Introdução

A maioria dos domicílios, lojas e escritórios recorrem a serviços de abastecimento de água. O custo deste serviço é usualmente calculado através da estimativa da quantidade de água gasta (por norma mensalmente) e, periodicamente, um funcionário da empresa prestadora do serviço tem de se deslocar à localização do contador para que seja verificado o consumo real de água para o acerto do pagamento.

A evolução tecnológica dos últimos anos tem facilitado e incentivado o acesso de grande parte das pessoas aos vários equipamentos e plataformas tecnológicas que nos permitem efetuar diversas tarefas que outrora necessitariam de outra burocracia ou até serviço presencial. A entrega da leitura da contagem da água é algo que pode ser modernizado e automatizado. Porém reconhecemos que soluções que envolvam, por exemplo, a substituição dos equipamentos contadores, possam acarretar um custo logístico e financeiro não justificável para o fornecedor do serviço.

Neste projeto, foi desenvolvido um sistema informático que pretende solucionar os problemas apresentados, modernizando o processo de entrega de leituras de água.

A figura 1.1 representa as interações do sistema Water Watcher, bem como os elementos com os quais o sistema interage.

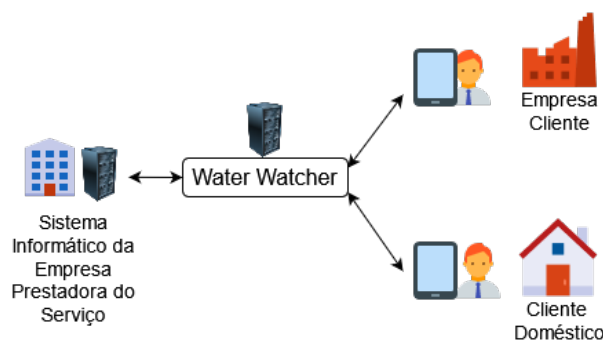


Figura 1.1: Interações do sistema.

Como podemos observar na figura, o sistema Water Watcher é um sistema complementar ao sistema que a empresa prestadora do serviço de fornecimento de água já utiliza para gerir os clientes e as suas contagens, pelo que, caso implementado, seria gerido por esta empresa.

Este sistema comunica com os utilizadores através de uma interface, à qual podem aceder através de um dispositivo com acesso a um *web browser* e comunica também com o sistema do prestador de serviços para obter e fornecer informações sobre os utilizadores.

1.1 Objetivo do Projeto

De forma a não ser necessário proceder a acertos de pagamentos e permitir que o cliente pague realmente o valor que consumiu, ao invés do consumo estimado, este projeto teve como propósito o desenvolvimento de um sistema informático composto por, de entre outros elementos, um elemento que o cliente utiliza para comunicar ao fornecedor o seu consumo de água. Este sistema interagirá com o sistema informático já utilizado pela empresa prestadora do serviço para a gestão das contagens de água dos clientes, pelo que será mantido também por esta entidade. Este poderá também ser utilizado para apresentar estatísticas de consumo e notificar o cliente sobre informações pertinentes relativas a este serviço. Para além deste elemento, também vai ser realizado um servidor cuja função principal é comunicar com o elemento dos utilizadores e interagir com o local onde estão guardadas as informações dos clientes.

1.2 Organização do Documento

O restante relatório encontra-se organizado em quatro capítulos. No capítulo 2 vamos avaliar e debater soluções já existentes no mercado cuja função se aproxima da do sistema desenvolvido neste projeto, bem como os vários equipamentos e conceitos utilizados na área cujo projeto se insere. No capítulo 3 são analisados os vários problemas do projeto, detalhando os vários requisitos que o sistema terá de cumprir para satisfazer o seu propósito. No capítulo 4 são estudadas as várias abordagens aos problemas do projeto. No capítulo 5 são analisadas as várias escolhas e decisões que foram efetuadas no desenvolvimento deste projeto.

Capítulo 2

Trabalho Relacionado e Tecnologias Utilizadas

Neste capítulo são abordados sistemas relacionados com o nosso trabalho e alguns sistemas semelhantes ao que vamos desenvolver. São também debatidas algumas tecnologias e plataformas utilizadas no desenvolvimento do projeto.

A elaboração deste projeto envolve vários componentes externos, pelo que foi importante analisar os vários componentes com os quais vamos interagir.

Na secção 2.1 são analisados os contadores de água com os quais o nosso sistema interage. Na secção 2.2 são abordadas algumas soluções já existentes no mercado com funções semelhantes à do sistema que desenvolvido. Na secção 2.3 é apresentado o tipo de sistema que foi desenvolvido. Na secção 2.4 apresentamos a plataforma Outsystems, utilizada para desenvolver o sistema informático. Na secção 2.5 vamos abordar a linguagem de modelação que utilizamos para elaborar os diagramas presentes neste relatório.

2.1 Contadores de Água

O nosso sistema interage com os dispositivos contadores de água, nomeadamente, de forma a obter a sua medição.

Existem vários tipos de contadores de água, diferindo na aparência, no contexto que devem ser utilizados (residencial, comercial, industrial) ou na forma como registam a quantidade de água que passa por eles. Para este projeto, apenas interagimos com o dispositivo indicador, que é o local do contador que indica a leitura de água e o seu número de série.

A Figura 2.1 contém uma imagem de um contador, onde podemos observar no retângulo 1 (a verde) a medição do contador e no retângulo 2 (a azul) o ano e número de série do contador.

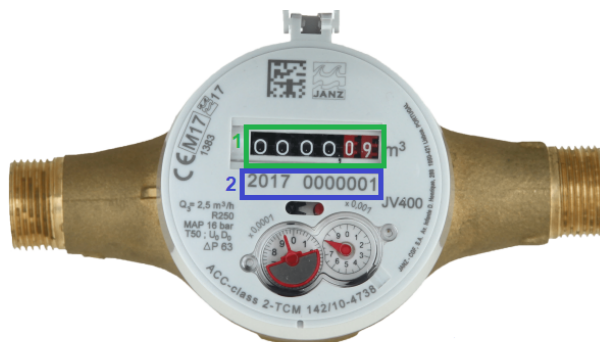


Figura 2.1: Dispositivo indicador do contador de água.

2.2 Sistemas Semelhantes

Existem sistemas com funções e finalidades próximas ou até iguais ao sistema concebido. Deveremos analisar as várias funções destes sistemas, porém também as suas falhas e funcionalidades que deveriam ter sido implementadas, para que no nosso sistema possamos colmatar essas situações e oferecer uma solução mais competente e vantajosa.

2.2.1 Aplicação para Dispositivo Móvel

Os Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Almada e de Sintra já possuem, respetivamente, aplicações para *smartphone* [1] e websites [2] para as diferentes zonas em que operam. Estas plataformas permitem a gestão do contrato, consulta de contas, faturas e consumos, ativação de pagamento por débito direto, alteração de dados pessoais e a comunicação de leituras.

Comparando com o sistema Water Watcher, para além das funções que estes sistemas já possuem, o nosso sistema permite também aos utilizadores enviar as suas contagens através de uma fotografia do contador de água. Dado que o nosso sistema consegue reconhecer caracteres em imagens, futuramente, estaria mais preparado no caso de se instalarem dispositivos autónomos nos contadores que captam fotografias automaticamente, dado que apenas seria necessário que estes dispositivos enviassem as fotografias para o nosso sistema para que o processo de envio de contagens automáticas funcionasse corretamente.

O nosso sistema também permite o envio de contagens semanalmente, para que os clientes da empresa prestadora do serviço, caso estejam interessados, possam ter um controlo do seu consumo de água em períodos de tempo mais curtos, neste caso, semanalmente.

2.2.2 Sistemas de Telemetria

Existem, aplicados a esta área, sistemas de telemetria, ou seja, sistemas que efetuam a medição e comunicação das leituras. Alguns destes sistemas vêm incorporados no apare-

lho contador, existindo também outros que são um dispositivo separado [3]. Porém, neste último caso, o contador de água tem de ser construído com características próprias que lhe permitam comunicar com estes dispositivos.

Nesta situação, no entanto, são necessárias estruturas intermediárias, como antenas, para mediar a comunicação entre o sistema informático da empresa e os sistemas de telemetria, dado que estes têm um alcance máximo de dez quilómetros em meio urbano [4].

Caso estes sistemas comunicassem com o Water Watcher, nomeadamente, através da aplicação móvel, não seriam necessárias estruturas intermediárias, nem alterações ao sistema excepto alterações para configurar esta nova comunicação.

2.3 Progressive Web Apps

Progressive Web Apps (PWA) ou aplicações web progressivas são aplicações que podem funcionar em qualquer dispositivo que possua um *web browser*, sendo a principal característica que as define ser a junção das vantagens das aplicações web normais e das aplicações nativas, específicas para plataformas.

As aplicações web são aplicações que funcionam em qualquer dispositivo que suporte um *web browser*, como computadores e *smartphones*. Isto permite-nos ter uma base de código comum que funciona em vários dispositivos, ao contrário do que acontece com as aplicações nativas, o que resulta em construir e suportar menos código.

Porém, ao contrário das restantes aplicações web, as PWA permitem-nos utilizar funções específicas do dispositivo, como aceder à localização ou interagir com dados do dispositivo, tal como acontece com as aplicações nativas, ou seja, aplicações desenvolvidas especificamente para dispositivos com um mesmo sistema operativo, que conseqüentemente têm um conjunto de características semelhantes entre eles.

2.4 Outsystems

Outsystems é uma plataforma que permite o desenvolvimento, testagem, implantação (ou *deployment*) e monitorização de vários tipos de sistemas informáticos que utilizem aplicações móveis, aplicações web ou PWA.

É considerada uma ferramenta ‘low-code’, dado que gera automaticamente algum código que podemos utilizar no nosso projeto, o que ajuda no seu desenvolvimento e manutenção. Apesar de na licenciatura que frequentamos não tenha sido abordado o desenvolvimento de aplicações ‘low-code’, sentimos curiosidade em desenvolver o projeto segundo esta abordagem. Esta escolha foi motivada pelo facto de querermos estudar e colocar em prática conhecimentos sobre plataformas ‘low-code’, mas também para nos inteirarmos da plataforma Outsystems, dado que a nossa licenciatura nos dá conhecimentos para que possamos desenvolver a própria plataforma, que é desenvolvida em Portugal.

Segundo a análise da consultora Gartner [5], a Outsystems é uma empresa líder em plataformas de desenvolvimento de aplicações em ‘low-code’. Esta análise mostra que esta plataforma é das mais utilizadas neste contexto, o que foi um fator que influenciou positivamente a escolha desta plataforma para o desenvolvimento do sistema Water Watcher.

Esta plataforma também facilita a implantação (ou *deployment*) do sistema informático. Ao compilar um módulo Outsystems, ele é publicado num *workspace* privado ao utilizador. O *workspace* é onde estão armazenados os módulos e extensões de cada utilizador. Quando um módulo é publicado, podemos aceder ao URI correspondente e aceder à aplicação cliente desses módulos, caso o módulo defina uma.

Este *workspace* está alojado em estruturas computacionais geridas pela Outsystems, porém os sistemas informáticos desenvolvidos nesta plataforma são portáteis, na medida que é possível implantar o sistema em outras estruturas, como estruturas computacionais de outra empresa.

Nas subsecções 2.4.1 e 2.4.2 vamos apresentar, respetivamente, o Outsystems Service Studio e o Outsystems Integration Studio, que são duas ferramentas da plataforma Outsystems que utilizamos para o desenvolvimento dos elementos do sistema informático desenvolvido no projeto.

2.4.1 Outsystems Service Studio

Outsystems Service Studio é uma ferramenta que nos permite desenvolver PWA. Esta ferramenta permite-nos desenvolver as várias componentes de um sistema informático, como a lógica do sistema, a sua componente visual de interação com o utilizador e o seu modelo de dados, o que é vantajoso, na medida em que apenas é necessário utilizar uma plataforma para a elaboração do sistema.

Por ser uma plataforma ‘low-code’, a forma de programar é diferente da que aprendemos e utilizamos durante licenciatura. Na figura 2.2 podemos comparar um excerto de código realizado na plataforma Outsystems Service Studio, com recurso à linguagem OML (Outsystems Markup Language), com um excerto de código numa linguagem abordada na licenciatura, neste caso, linguagem Java.

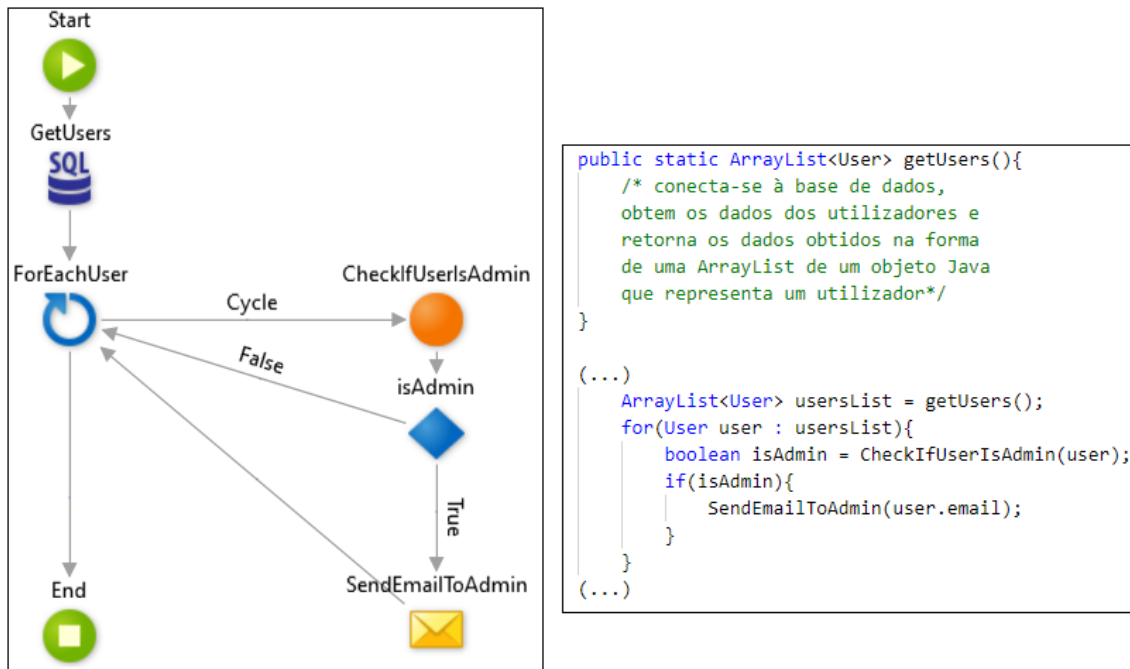


Figura 2.2: Comparação entre linguagem Outsystems e Java.

Como podemos observar, a lógica de programação é semelhante em ambas as linguagens, porém podemos inferir algumas diferenças, como o facto de uma linguagem gráfica ser mais apelativa e fácil de ler e compreender, e não precisarmos de várias estruturas ou objetos diferentes para representar uma entidade, neste caso os utilizadores, o que é vantajoso na medida que não precisamos de ter preocupações com consistência e compatibilidade de tipos entre os vários atributos das estruturas. Na solução de código Java, para além da estrutura definida na linguagem utilizada na base de dados, é necessário uma outra estrutura (em Java denominada objeto) para representar um utilizador e os seus atributos. Na solução em código Outsystems utilizamos a mesma estrutura em todo o módulo para representar uma mesma entidade, o que é possível porque tanto o código utilizado para definir essa estrutura na base de dados como o código da lógica do sistema são desenvolvidos na mesma linguagem.

Outra vantagem do desenvolvimento de sistemas informáticos na plataforma Outsystems é não serem necessárias configurações ou desenvolver código para que os vários elementos de um sistema, como o sistema de gestão de bases de dados, a aplicação para os utilizadores e a aplicação servidora possam comunicar entre si.

Para além das vantagens referidas, a plataforma também facilita a construção de interfaces gráficas, oferecendo componentes, como listas, caixas de texto ou botões já definidas. Os componentes pretendidos podem ser simplesmente arrastados para uma tela que nos permite construir interfaces gráficas sem ser necessário escrever código.

2.4.2 Outsystems Integration Studio

A ferramenta Outsystems Integration Studio possibilita o desenvolvimento de funções em linguagem de programação C# que podem ser utilizadas no Outsystems Service Studio.

Com esta ferramenta podemos desenvolver extensões, que são equivalentes a classes nas linguagens de programação Java ou C#, que contém funções.

Para definir uma função começamos por definir os seus parâmetros de entrada e de saída, mais concretamente, definir o seu nome e o seu tipo. O tipo dos parâmetros é escolhido de entre os vários tipos da plataforma Outsystems. Quando o código é gerado em C#, o tipo selecionado anteriormente é transformado no seu tipo correspondente em C# (por exemplo um parâmetro do tipo text será transformado no tipo String).

Após definir os parâmetros da função podemos editar o código C# correspondente a essa função no editor Microsoft Visual Studio, podendo importar funções do sistema ou através de *package managers* como o NuGet, adicionar novas classes e compilar o código.

Por fim, depois de definir as funções, podemos publicar a extensão gerada no nosso *workspace* e utilizá-la nos módulos desenvolvidos no Service Studio.

2.5 SysML

A linguagem SysML (*Systems Modeling Language*, normalizada no ISO/IEC 19514:2017[6]) é uma linguagem de modelação desenvolvida principalmente para engenharia de sistemas. Esta linguagem é derivada da linguagem UML (*Unified Modeling Language*), pelo que apresentam várias semelhanças nas notações e sintaxe utilizadas.

Para a elaboração dos diagramas nesta linguagem, utilizamos a ferramenta MagicDraw dado que, para além de nos permitir desenhar todos os diagramas que precisamos numa só ferramenta, de forma a manter consistência nas notações utilizadas, a empresa a quem pertence esta ferramenta fornece licenças de utilização aos estudantes do ISEL e a interface da ferramenta é semelhante à da interface da ferramenta Eclipse que utilizamos na licenciatura.

Neste relatório utilizamos Diagramas de Entidade Relação (*Entity Relationship Diagrams*) para representar estruturas de dados e as relações entre elas. Utilizamos Diagramas Máquina de Estados SysML (*SysML State Machine Diagrams*) para representar processos e ações sequenciais. Utilizamos também (*SysML Block Definition Diagram*) para representar o sistema informático e os seus componentes. Por fim, para representar os requisitos do sistema e os seus casos de uso utilizamos, respetivamente, Diagramas de Casos de Uso SysML (*SysML Use Case Diagrams*) e Diagramas de Requisitos (*Requirement Diagrams*).

Capítulo 3

Análise do Problema

Tal como apresentado anteriormente, neste projeto desenvolvemos um sistema informático que designamos por Water Watcher, que é constituído por três partes: a interface para interação com os utilizadores, o elemento servidor e o elemento que armazena os dados. Estes interagem com o sistema informático que a empresa de sistema de fornecimento de água já possui e utiliza. A Figura 3.1 representa o sistema e os seus componentes.

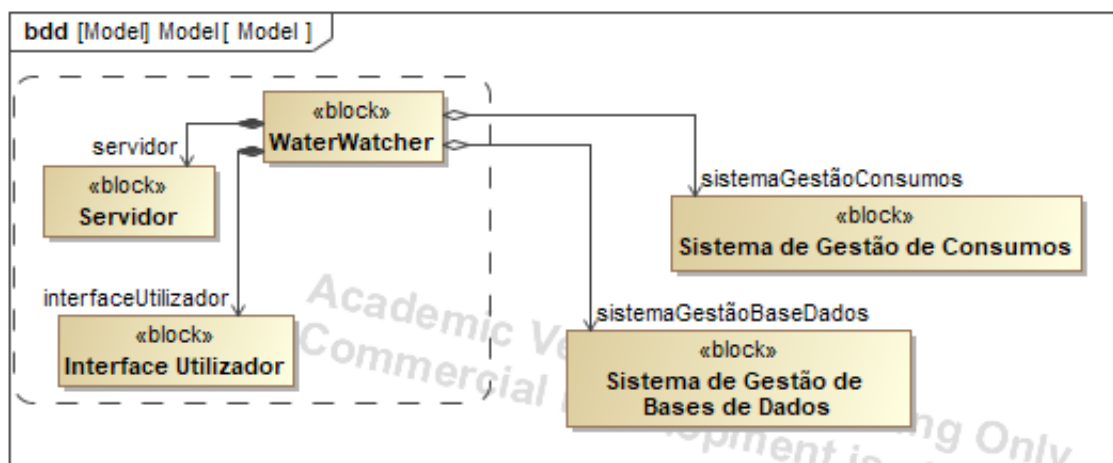


Figura 3.1: Arquitetura do sistema.

O servidor e a interface para interação com os utilizadores, são componentes intrínsecos do sistema desenvolvido, pelo que não existiria sem eles, enquanto que o sistema de gestão de base de dados será um componente do sistema porém independente. O sistema de gestão de consumos é um outro sistema com o qual o nosso comunica, sendo este sistema o sistema que a empresa prestadora do serviço já utiliza para gerir os dados relativos ao seu serviço.

Foi desenvolvido também, para validação do sistema Water Watcher, um sistema informático que simula o sistema utilizado pelo fornecedor do serviço para gerir os clientes e as suas contagens de água.

A interface para interação com os utilizadores tem como função principal a “leitura” do contador, ou seja, através da câmara do dispositivo, é capturada uma imagem da contagem

medida pelo aparelho contador de consumo de água. Este elemento tem garantias de robustez em cenários de utilização real, isto é, sabe lidar de forma correta com situações anómalas como o mau estado dos contadores ou leituras erradas por erro do sistema ou do cliente.

Este componente também apresenta informações relativas ao consumo de água como estatísticas de consumo em intervalos de tempo definidos, aviso de gastos menores/maiores que o esperado e outras informações pertinentes ao cliente sobre este serviço.

Outro elemento deste sistema informático é um servidor, cuja função é, resumidamente, interpretar os caracteres das imagens captadas pelos utilizadores e receber os pedidos de informação das interfaces dos utilizadores, comunicá-los ao elemento que armazena os dados e encaminhar a devida resposta de novo à interface de interação com os utilizadores. Também é o servidor o responsável por assegurar a integridade das comunicações, como verificar a origem das mensagens e se não houve alterações das mensagens durante o seu transporte, e garantir o correto acesso das várias funcionalidades do sistema apenas aos utilizadores autorizados.

Neste capítulo, na secção 3.1 são explorados os requisitos que deve cumprir, nas secções 3.2, 3.2.1 e 3.2.2 os requisitos da interface dos utilizadores e na secção 3.3 vamos explorar os requisitos do servidor. Nas secções 3.4, 3.5 e 3.6 são abordados, respetivamente, os casos de uso do sistema, do servidor e da interface para interação com os utilizadores.

3.1 Requisitos do Sistema

Uma das primeiras etapas no desenvolvimento de um sistema informático deve ser o levantamento dos requisitos do sistema, ou seja, averiguar as várias funcionalidades que o sistema deverá ter para que este resolva os problemas que se propõe a resolver.

Os requisitos classificam-se como funcionais ou não funcionais. Os requisitos funcionais são requisitos que o sistema tem obrigatoriamente que cumprir para operar corretamente. Os requisitos não funcionais são características que, apesar de não serem essenciais ao funcionamento do sistema, garantem funcionalidades importantes para conferir qualidade de utilização, segurança e um bom desempenho do sistema.

3.2 Requisitos da Interface para Interação com os Utilizadores

Este sistema é utilizado por dois tipos de utilizadores, classificados consoante as suas permissões neste sistema. Existem os utilizadores clientes da empresa prestadora do serviço, designados por clientes, e os utilizadores com papéis de administração geridos pela entidade que gere este sistema.

A interface para interação com os utilizadores é composta por duas vistas, ou interfaces específicas para um tipo de utilizadores. Uma para os utilizadores clientes e outra específica

para os administradores, de forma a existir uma correta separação de funções e permissões no sistema.

Nas subsecções 3.2.1 e 3.2.2 analisamos, respetivamente, os requisitos das interfaces de interação com os clientes e com os administradores.

3.2.1 Interface para Interação com os Clientes

O sistema tem uma interface de utilização para que os utilizadores clientes possam fácil e intuitivamente efetuar as diversas operações que o sistema disponibiliza. Os vários requisitos estão apresentados na Tabela 3.1, todos eles requisitos funcionais.

Tabela 3.1: Requisitos funcionais da interface para interação com os clientes.

Requisito	Função
RF 1	Interação com o utilizador
RF 1.1	Interação de leitura de contagem
RF 1.1.1	Envio e captura de leitura
RF 1.2	Interface de autenticação
RF 1.3	Interface de estatísticas

O sistema informático tem interfaces gráficas com as quais o utilizador pode interagir para efetuar diferentes operações. Uma dessas interfaces é a interface que permite ao utilizador efetuar a captura da imagem do contador para ser efetuada a leitura dos caracteres. Este elemento é responsável por enviar a imagem capturada, respeitando os vários procedimentos para efetuar um envio seguro e sem erros.

Existe também outra interface gráfica que permita que o utilizador se autentique. A autenticação divide-se em registo e *login*. Por fim existe também uma interface dedicada a apresentar ao utilizador estatísticas relacionadas com o seu consumo de água.

3.2.2 Interface para Interação com os Administradores

O sistema tem na sua composição uma interface de utilização para os utilizadores administradores. Os vários requisitos funcionais e não funcionais desta interface estão apresentados, respetivamente, nas Tabelas 3.2 e 3.3.

Tabela 3.2: Requisitos funcionais da interface com utilizadores com permissões de administrador.

Requisito	Função
RF 2	Interação com o administrador
RF 2.1	Gestão de dados

Esta interface tem um papel de gestão dos dados dos clientes e outras funções como emitir alertas/notificações para todos ou alguns utilizadores. Como é necessário guardar e modificar

informações de utilizadores (informações pessoais e informações relativas ao serviço), existe uma interface gráfica que permite a determinados utilizadores, com papéis de administração, inserir, modificar e apagar estes dados.

Tabela 3.3: Requisitos não funcionais da interface com utilizadores com permissões de administrador.

Requisito	Função
RnF 1	Anúncios

Poderá ainda ser necessário contactar um ou vários clientes em específico, e tal pode ser feito através da aplicação.

Todo este módulo do sistema apresenta várias garantias de segurança, nomeadamente, garantindo a integridade das comunicações e a segurança dos dados.

3.3 Requisitos do Servidor

O servidor tem de cumprir os requisitos funcionais apresentados na Tabela 3.4 e deve cumprir os requisitos não funcionais presentes na Tabela 3.5.

Tabela 3.4: Requisitos funcionais do servidor.

Requisito	Função
RF 3	Aceder à informação de utilizador
RF 3.1	Editar a informação de utilizador
RF 3.2	Obter a informação de utilizador

O servidor é capaz de aceder ao local onde estão armazenadas as informações dos utilizadores. Por alterações relativas aos contadores, ao contrato ou às informações pessoais do utilizador, como uma nova morada, é importante ser possível que o servidor tenha, nesse caso, permissões para corrigir as informações guardadas relativas a um utilizador de forma a que esta fique coerente e correta. Também é essencial obter informações sobre os vários utilizadores do serviço de forma a confirmar as suas credências de autenticação ou para apresentar informações personalizadas.

O servidor é responsável por guardar persistentemente na base de dados as contagens de água relativas a cada utilizador.

Por fim, o servidor é o módulo responsável neste sistema por interpretar os caracteres presentes nas imagens que os vários utilizadores capturam dos seus contadores. Para interpretar os caracteres presentes nas fotografias dos contadores, o servidor recorre a um processo de OCR (*Optical Character Recognition* ou Reconhecimento Óptico de caracteres).

Tabela 3.5: Requisitos não funcionais do servidor.

Requisito	Função
RnF 2	Segurança
RnF 2.1	Opacidade dos Dados
RnF 2.2	Integridade dos Dados

À semelhança da interface de utilização, o servidor também garante a integridade das comunicações e a segurança dos dados. Os dados transportados nas comunicações entre os diversos sistemas não poderão ser visíveis para possíveis atacantes. Também temos que nos certificar que os dados que chegam ao servidor foram enviados de uma origem fidedigna e que esses dados não foram alterados.

3.4 Casos de Uso do Sistema

É importante averiguar qual a utilização que o sistema terá e como é que os utilizadores e outros sistemas interagem com o sistema Water Watcher. Para além disso, dado que o sistema é composto por vários módulos, também devemos planear quais as interações entre eles. A Figura 3.2 apresenta de forma geral os casos de uso do sistema.

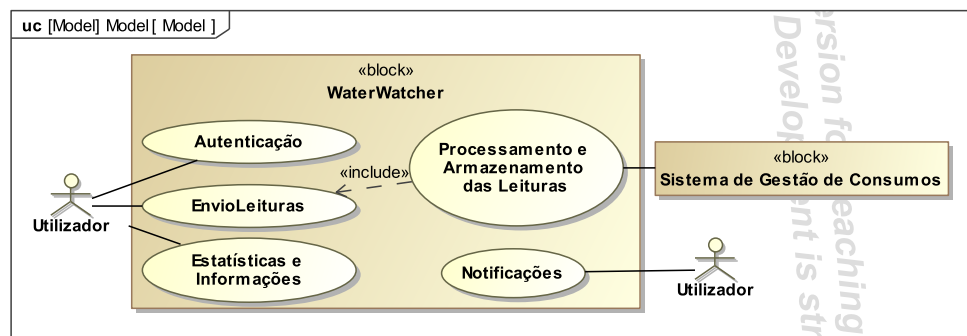


Figura 3.2: Casos de uso do sistema.

O sistema, de forma geral, permite ao utilizador autenticar-se, submeter as leituras de água e aceder a informações relacionadas com o seu consumo. Após receber a leitura de água do utilizador, o sistema irá processar essa informação e posteriormente enviá-la-á para o sistema de gestão de consumos. Por fim, o sistema também pode enviar notificações relativas ao serviço para o utilizador.

Analisámos também os casos de uso específicos para cada componente do sistema, analisando as funções de cada um e as suas interações tanto com utilizadores como com outros componentes do sistema ou até outros sistemas. A secção descreve os casos de uso do servidor

enquanto que a secção descreve os caso de uso da interface do utilizador.

3.5 Casos de Uso do Servidor

Na Figura 3.3 estão presentes os casos de utilização em que o ator, ou seja, onde se iniciam as ações que promovem os processos no sistema, é a interface de utilizador, enquanto que na Figura 3.4 o ator é a empresa prestadora do serviço ou a interface de utilização.

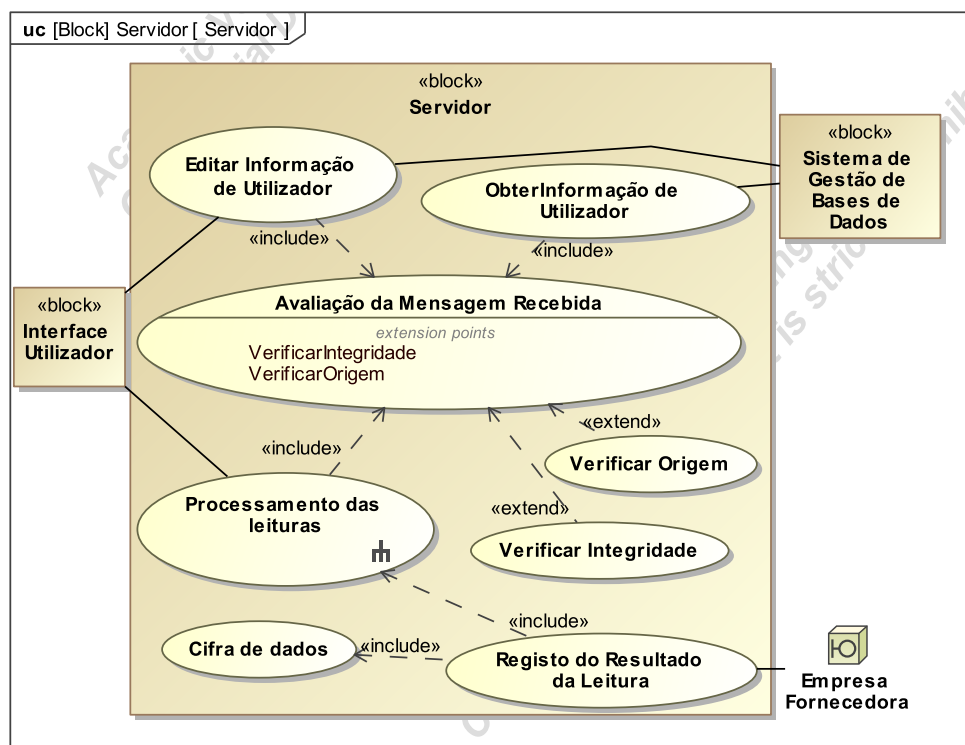


Figura 3.3: Casos de uso do servidor pela interface do utilizador.

O servidor está encarregue de receber as fotografias dos contadores enviadas pelos utilizadores e processá-las, ou seja, interpretar os caracteres na fotografia do contador para obter o resultado da contagem e enviar esse resultado para o sistema informático da empresa prestadora do serviço.

Também é o responsável por mediar as interações das interfaces de utilização com a base de dados que contém a informação dos utilizadores, confirmando se o utilizador que fez o pedido pode ter acesso às informações que pede, efetuar o pedido à base de dados e enviar o resultado para o cliente que fez o pedido.

Qualquer mensagem recebida tem de ser avaliada para garantir a sua origem e garantir que o conteúdo não se alterou no processo da comunicação.

Quanto às interações promovidas pelos administradores ou pela empresa prestadora do serviço, estas poderão submeter notificações para um ou vários utilizadores, pelo que o ser-

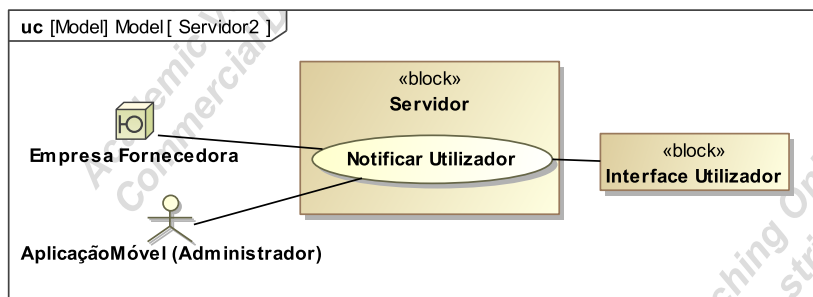


Figura 3.4: Casos de uso do servidor pela empresa prestadora do serviço ou pelo administrador.

vidor depois encaminhará essas notificações para os utilizadores corretos.

A Figura 3.5 representa o processamento das leituras pelo servidor.

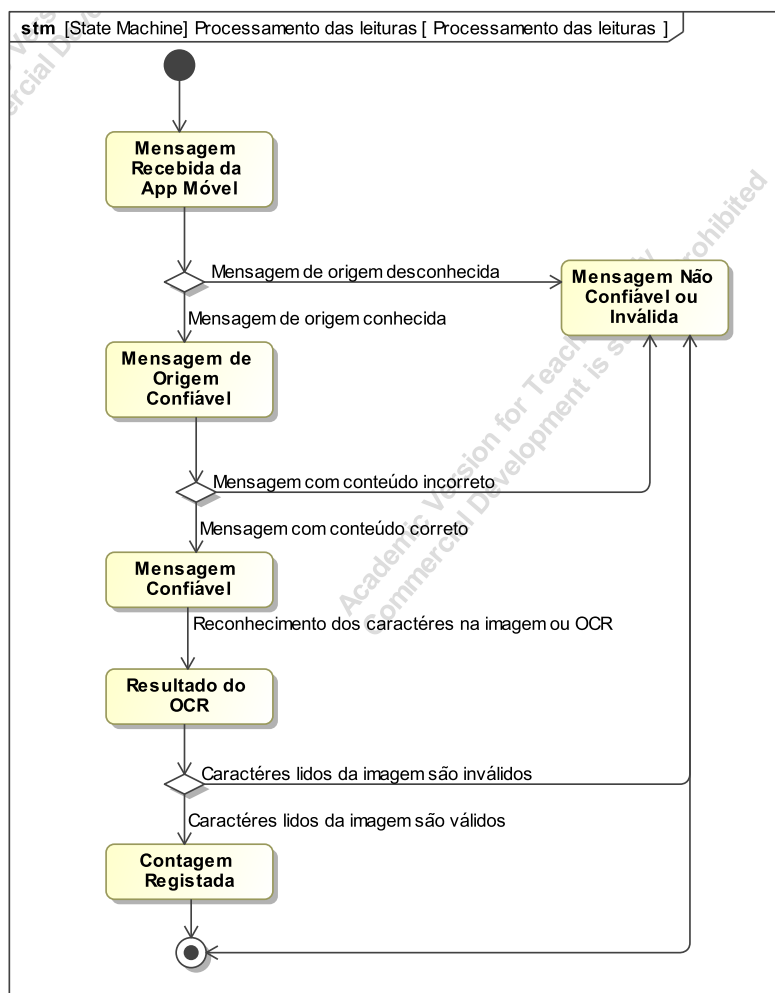


Figura 3.5: Processamento das leituras dos contadores.

O processamento das leituras consiste inicialmente em verificar a origem e a integridade

da mensagem recebida, descartando a mensagem caso o sistema detete que a mensagem não deva ser processada. Posteriormente é efetuado o reconhecimento dos caracteres na imagem e, caso o resultado deste processo apresente um valor válido para uma leitura, a contagem é registada para o utilizador que enviou a mensagem inicial.

3.6 Casos de Uso da Interface de Utilização

A interface de utilização também tem vários casos de utilização, apresentados na Figura 3.6.

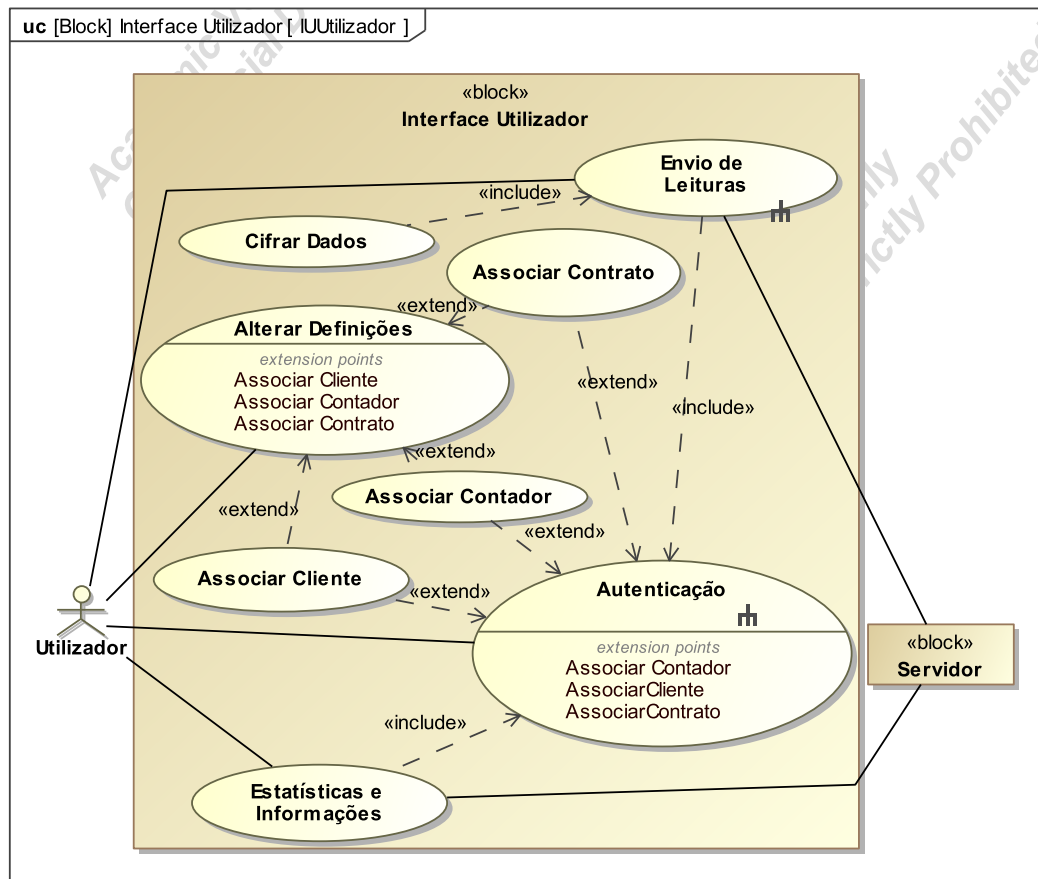


Figura 3.6: Casos de uso da interface de utilização.

A interface de utilização é a parte do sistema que trata a interação com os utilizadores. É aqui que o utilizador se autentica, ou seja, efetua o seu registo quando utiliza o sistema pela primeira vez, sendo que nos próximos acessos será naturalmente apenas necessário o *login*.

Poderá posteriormente adicionar ou remover contadores e contratos, bem como alterar as suas informações pessoais. O utilizador pode ter acesso às suas estatísticas de consumo de água e a outras informações relativas ao serviço.

Também poderá então captar uma fotografia do contador para iniciar o processo de informar a empresa da sua contagem de água. À semelhança do servidor, as comunicações deverão ser cifradas e assinadas pelos mesmos motivos.

A autenticação, descrita na Figura 3.7, consiste em permitir ao utilizador criar uma conta nova ou aceder com as credenciais de uma conta já existente.

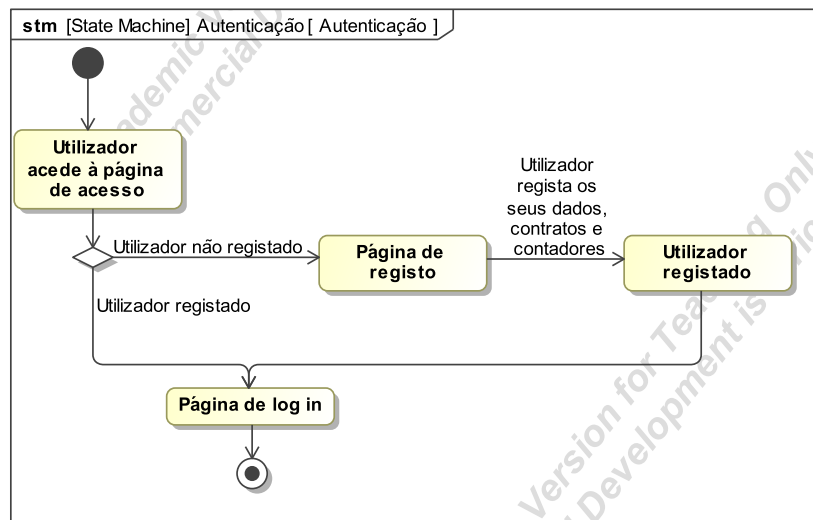


Figura 3.7: Processo de autenticação.

A Figura 3.8 descreve o processo de envio de leituras.

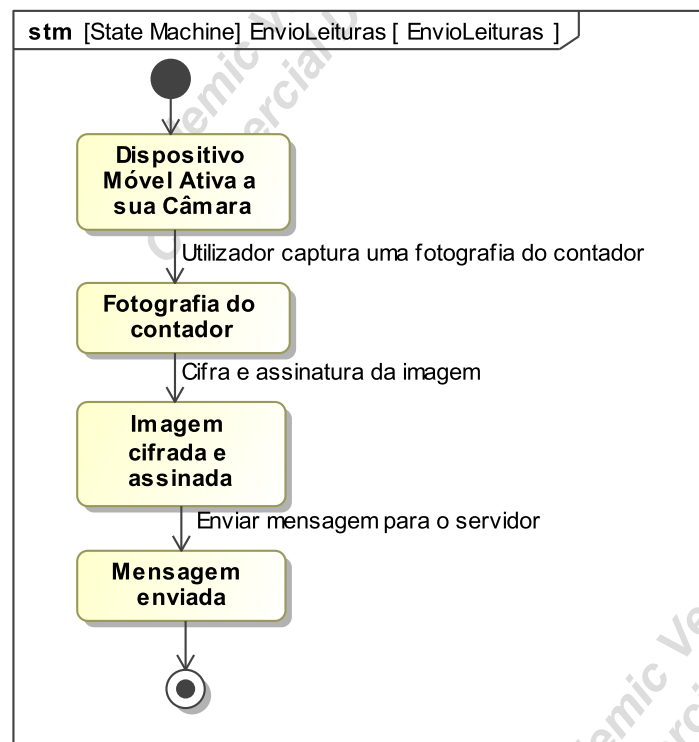


Figura 3.8: Processo de envio de leituras.

O processo de envio de leituras começa com a ativação da câmara do dispositivo do utilizador de forma a que este possa captar uma fotografia do seu contador. Depois de tirada

a fotografia, este elemento gera uma mensagem que contém esta fotografia, cifra e assina esta mensagem e envia-a para o servidor.

Capítulo 4

Estratégias de Abordagem ao Desenvolvimento do Sistema Water Watcher

Neste capítulo analisamos os procedimentos, tecnologias e conceitos utilizados no desenvolvimento deste projeto. Na secção 4.1 apresentam-se os esboços dos ecrãs da aplicação para os utilizadores. Na secção 4.2 explicamos o conceito de programa de controlo semanal. Na secção 4.3 propomos um modelo para a estrutura de dados utilizada neste sistema. Na secção 4.4 analisamos várias imagens para deliberar qual o tipo de imagem com mais sucesso no reconhecimento de caracteres. Na secção 4.5 analisamos a biblioteca utilizada no reconhecimento de caracteres e na secção 4.6 descrevemos os mecanismos e elementos que garantem a segurança do sistema.

4.1 Esboços dos Ecrãs da Aplicação Móvel

Nesta secção apresentamos os vários esboços que desenhamos para os ecrãs ou páginas da aplicação móvel. Na Figura 4.1 está a página de *login*.

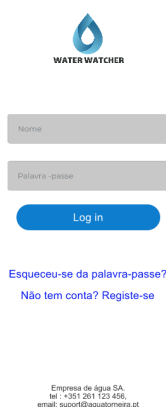


Figura 4.1: Página de *login*.

Nesta página é possível o utilizador inserir as suas credenciais para entrar na aplicação. Também é possível registar uma nova conta ou recuperar o acesso a uma conta. Esta página apresenta também os contactos da empresa.

Depois de efetuado o *login*, o utilizador é encaminhado para a página principal, apresentada na Figura 4.2.

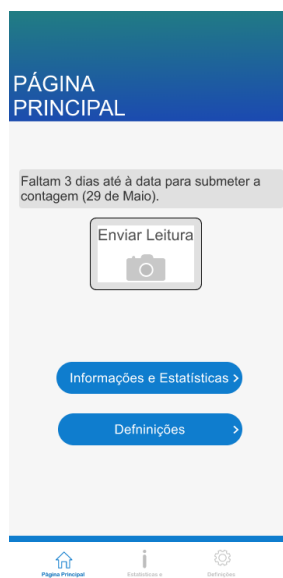


Figura 4.2: Página principal

É neste ecrã que o utilizador poderá enviar a fotografia do contador no dia designado.

A partir deste ecrã, tem também a possibilidade de aceder às informações e estatísticas presentes no ecrã representado na Figura 4.3.



Figura 4.3: Página de informações e estatísticas

A página de informações e estatísticas é onde estão disponíveis vários dados referentes ao serviço e detalhes das faturas do utilizador.

Por fim, é possível aceder ao ecrã de definições representado na Figura 4.4.

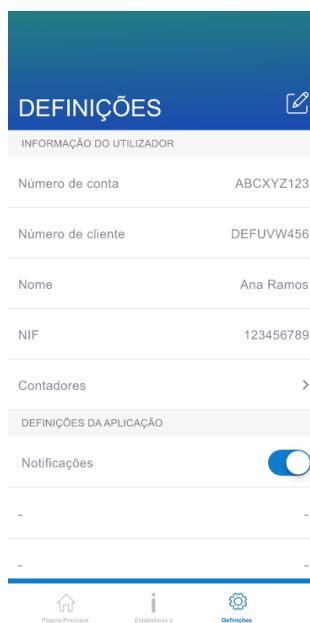


Figura 4.4: Página de definições.

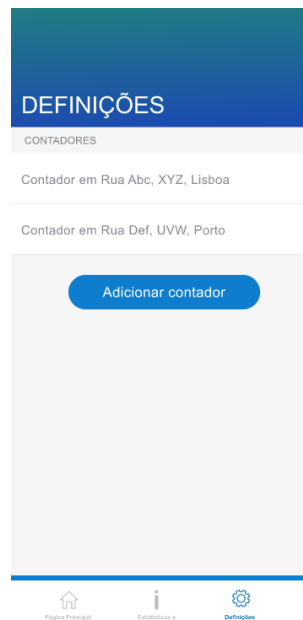


Figura 4.5: Página de definições relacionadas com os contadores.

Nesta página, o utilizador pode ver e editar as suas informações e preferências da aplicação. Mais concretamente, também é possível gerir os contadores associados à sua conta, no ecrã da Figura 4.5.

4.2 Programa de Controlo Semanal

Existirá uma forma de os clientes do serviço poderem ter um maior controlo do seu consumo de água, nomeadamente, saber o seu gasto em períodos menores do que mensalmente.

Propomos a implementação de um processo, totalmente opcional e que não interfere com a restante utilização do sistema, que lembra os utilizadores semanalmente de enviar a contagem do seu contador.

Estes envios terão como propósito poder apresentar ao utilizador o seu gasto de água semanal, permitindo que este, por exemplo, alterando os seus hábitos de consumo de água, consiga observar alterações mais imediatas nas suas contagens. Por outro lado, a empresa prestadora do serviço terá também acesso a estas contagens.

Estas contagens têm uma função meramente informativa e são de caráter opcional.

4.3 Modelo de Dados

Um dos componentes deste sistema é um repositório de dados, que irá conter as várias informações relacionadas com os clientes deste serviço. Na Figura 4.6 está representado de forma gráfica o modelo dos dados guardados neste repositório.

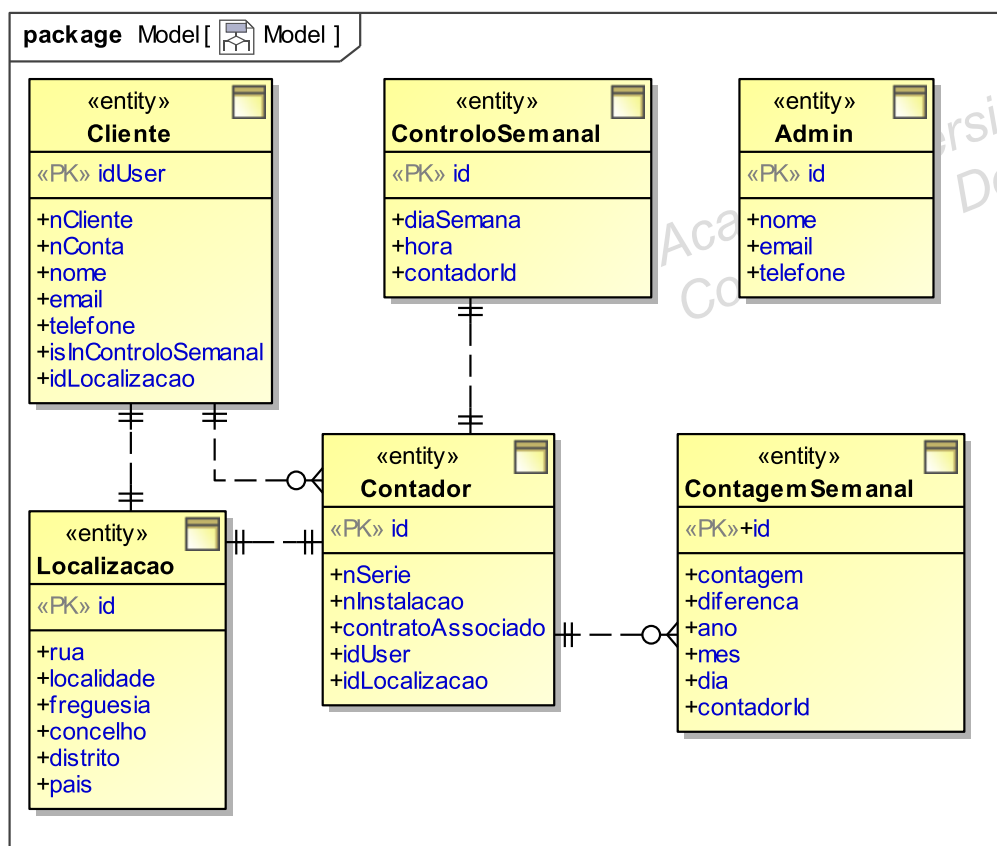


Figura 4.6: Modelo de dados.

A entidade **Cliente** representa um cliente do serviço que utiliza o sistema. Para cada cliente será registado um ID único (IDUser), o seu nome, email, número de telefone/telemóvel (telefone), número de cliente (nCliente), número de conta (nConta) e se este cliente está inscrito no controlo semanal (isInControloSemanal).

Também existem utilizadores com papel de administrador, representados pela entidade **Admin** para os quais registamos um ID único (id), o seu nome, email e número de telefone/telemóvel (telefone).

Os clientes terão associado um ou mais contadores, pelo que para cada **Contador** guardamos um identificador único (id), o seu número de instalação (nInstalação), o seu número de série (nSerie) e o contrato (contratoAssociado) e o cliente (idUser) aos quais este contador está associado.

Cada contador tem uma **Localização**, que representa o local onde o contador está instalado. Cada cliente tem também uma localização associada, que representa a sua morada

principal para onde é, por exemplo, enviado o correio postal. Uma localização segue a estrutura normal de uma morada: **rua**, **localidade**, **freguesia**, **concelho**, **distrito** e **país**.

Existe também uma entidade **ControloSemanal** que está associada à entidade contador no caso de o cliente a quem pertence este contador estar inscrito no programa de controlo semanal. Essa entidade é composta por um identificador único (**id**), o contador cujas contagens o cliente vai enviar (**contadorId**) e o dia da semana e hora que o cliente deseja ser lembrado para efetuar a contagem (**diaSemana** e **hora**, respetivamente).

Por fim, existe a entidade **ContagemSemanal** que representa uma contagem semanal submetida pelo cliente, composta por um identificador único (**id**), pela **contagem** do contador, pela **diferença** em relação à contagem do mês anterior, pelo **ano**, **mês** e **dia** em que a contagem foi submetida e pelo identificador do contador associado a esta contagem (**idContador**).

4.4 Reconhecimento de Caracteres

Este sistema vai reconhecer caracteres presentes nas fotografias dos contadores dos clientes. Para melhorar a qualidade e eficácia do reconhecimento de caracteres decidimos estudar e testar vários tipos de imagens de um contador para perceber em quais é que o reconhecimento de caracteres era mais eficaz. Para este teste utilizamos as seguintes imagens:

- 1-Imagem digital de números pretos em fundo branco, de referência.
- 2-Fotografia do contador.
- 3-Fotografia do contador cortada de forma a só conter o mostrador dos números.
- 4-Fotografia 3 em preto e branco.
- 5-Fotografia 3 com as cores invertidas.
- 6-Fotografia 3 com as dimensões aumentadas.

Obtivemos mais sucesso, ou seja, o texto obtido através do reconhecimento de caracteres ser mais próximo dos números reais presentes no contador, com a fotografia restringida ao mostrador do contador com as cores invertidas, o que corresponde à situação 5.

4.5 Biblioteca de Reconhecimento de Caracteres

Para o reconhecimento de caracteres elaborámos uma extensão Outsystems que tem por base a biblioteca Tesseract [7]. A biblioteca Tesseract é uma biblioteca *open source*, ou seja, que pode ser utilizada sem custos monetários, muito utilizada no reconhecimento de caracteres em imagem por ser facilmente configurável consoante a linguagem ou tipo de caracteres que se pretende extrair. Implementa uma rede neuronal para a deteção dos caracteres e utiliza um ficheiro de configuração configurado para detetar dígitos presente em [8].

4.6 Segurança

Cookies são estruturas que armazenam informação relativa a uma aplicação web no *web browser* do utilizador dessa aplicação.

A plataforma Outsystems permite que as aplicações construídas nesta plataforma possam utilizar vários *cookies* gerados automaticamente que conferem ao sistema uma camada de segurança contra possíveis ataques informáticos que possam aceder ou alterar informações de um utilizador [9]. Assim, são armazenados no *web browser* do utilizador *cookies* com valores únicos que identificam unicamente um utilizador, de forma a garantir a identidade do utilizador nas comunicações com o elemento servidor.

Estes *cookies* devem ser aceites pelos utilizadores da aplicação, caso contrário algumas funções da aplicação não estarão disponíveis, dado que sem elas existiriam problemas de segurança do sistema.

Os principais *cookies* gerados são :

- ServiceCenter : utilizado na funcionalidade de manter a sessão iniciada.
- ServiceCenter.sid : utilizado para prevenir ataques de *Session Fixation* [10], ou seja, prevenir que um atacante possa manipular ou obter o ID de sessão de um utilizador, que é utilizado nas comunicações com o servidor.
- nr2Users : utilizado para definir o ID de utilizador, que é utilizado nas comunicações com o servidor para identificar a que utilizador corresponde o pedido. Evita ataques de *Cross Site Request Forgery* [11] na medida que o possível atacante não se conseguiria identificar como a vítima, perante o servidor, sem ter acesso ao conteúdo deste *cookie*.

Capítulo 5

Implementação do Sistema Water Watcher

Este sistema, por ser desenvolvido na plataforma Outsystems, é constituído por módulos, que representam os vários elementos do sistema.

O módulo onde foi desenvolvido o servidor e a interface para os utilizadores é o módulo WaterWatcher. O módulo cuja função é manter os dados é o WaterWatcherService.

Por fim desenvolvemos também um módulo de testes (WaterWatcherTests) e um módulo que simula as interações com o sistema informático da empresa prestadora do serviço, denominado SimulCompany. Este capítulo tem como propósito clarificar e justificar as várias decisões que tomámos no desenvolvimento dos vários módulos do projeto.

Na secção 5.1 vamos abordar o módulo WaterWatcher, na secção 5.2 o módulo WaterWatcherService e na secção 5.3 o módulo que, apesar de não fazer parte do sistema, simula o sistema da empresa prestadora do serviço. Nas secções 5.4 e 5.5 vamos abordar as extensões, ou seja, estruturas que permitem código C# ser executado nos módulos Outsystems, cujas funções são, respetivamente, efetuar OCR e gerar códigos únicos aleatórios. Nas secções 5.6, 5.7, 5.9, 5.10 e 5.11 vamos analisar os vários ecrãs da aplicação e os processos que ocorrem nesses ecrãs. Por fim, na secção 5.12 vamos analisar a aplicação de testes.

5.1 Módulo WaterWatcher

Este módulo é onde foram desenvolvidos a aplicação para os utilizadores e a lógica do servidor. Sendo assim, este módulo está dependente dos módulos WaterWatcherService e SimulCompany, sendo estas as únicas dependências entre os módulos do projeto.

Decidimos implementar a aplicação e o servidor no mesmo módulo dado que a plataforma nos permite implementar ações específicas do servidor ou do cliente num mesmo módulo, podendo distinguir quais os processos que irão ser executados nos servidores da aplicação ou no dispositivo dos clientes sem ser necessário criar mais estruturas de código.

Este módulo implementa toda a lógica e as vistas da aplicação para os utilizadores.

5.2 Módulo WaterWatcherService

Este módulo é onde implementamos toda a lógica relativa ao armazenamento de informações que vamos utilizar neste sistema.

Os clientes têm os todos os atributos propostos na secção 4.3 e têm ainda um atributo único que os identifica denominado `idUser`, que é gerado automaticamente aquando da criação de um novo utilizador. Este identificador é também o identificador de outra estrutura, que é a estrutura `User`. Esta estrutura contém as mesmas informações da estrutura `Cliente`, porém como esta é uma estrutura em qual a autenticação em aplicações construídas nesta plataforma se baseia [12] não poderíamos substituí-la.

5.3 Módulo SimulCompany

O módulo `SimulCompany` é o elemento do projeto que, não constituindo o sistema `Water Watcher`, simula o sistema informático da empresa prestadora do serviço, de forma a poder-mos testar o nosso sistema. Tal como os outros módulos, foi desenvolvido na plataforma `Outsystems`.

Decidimos implementar um módulo que simula um sistema apenas com um elemento de armazenamento de dados e algumas funções simples de acesso e modificação desses dados. O reduzido número de requisitos deste módulo tem como objetivo permitir que o sistema `Water Watcher` seja compatível com o máximo de interfaces programáticas possíveis, dado que não requer muitas funcionalidades e operações do sistema com o qual vai comunicar.

Os dados deste módulo possuem vários atributos e relações que estão representados de forma gráfica na Figura 5.1.

Como podemos observar na figura, a entidade `Cliente` representa um cliente do serviço de fornecimento de água, sendo ele identificado unicamente pelo seu número de cliente (`nCliente`). Também tem outros atributos associados que são necessários para a sua identificação ou de forma a poder ser contactado como o número de conta (`nConta`), `nome`, `email` e o contacto telefónico (`telefone`).

Cada cliente tem associado um conjunto de um ou mais `Contadores`, identificados unicamente pelo seu número de Instalação (`nInstalacao`). São também armazenados o número de série (`nSerie`) e o contrato (`contratoAssociado`) e o cliente (`nCliente`) aos quais o contador está associado.

Existe também a entidade `Contagens` que representa uma contagem mensal de um contador, que é composta por um identificador único (`id`), o `mês` e `ano` em que foi emitida, o preço que o cliente pagou (`preco`), a medição do contador na altura da contagem (`contagem`), a diferença para o mês anterior (`diferenca`) e o contador associado a essa contagem (`contadorAssociado`).

Por fim, considerou-se a entidade `Localização` que estará associada aos clientes e aos contadores representando, respetivamente, a morada do cliente e o local onde o contador está im-

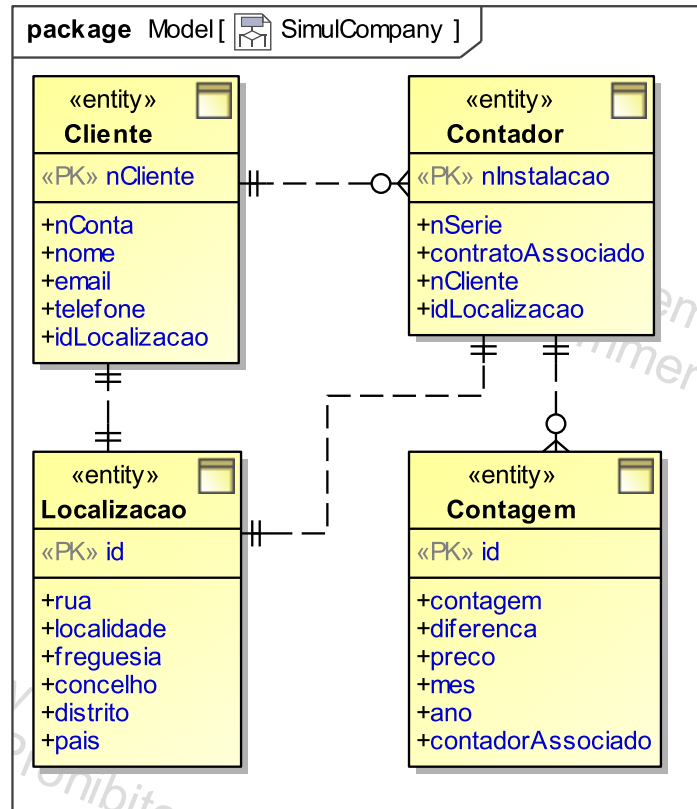


Figura 5.1: Modelo de dados do módulo SimulCompany.

plementado. Uma localização é composta por um identificador único (*id*), *rua*, *localidade*, *freguesia*, *concelho*, *distrito* e *país*.

Neste módulo estão implementadas também as funções que permitem aceder, modificar e apagar as instâncias criadas das entidades. Para além destas operações, implementámos também uma função que nos permite saber quais os contadores de um cliente que não tiveram uma contagem submetida para o mês atual, e algumas funções que envolvem mais do que uma entidade, como obter as contagens de um cliente num intervalo de anos.

5.4 Extensão NumberOCR

Esta extensão foi desenvolvida na ferramenta Outsystems Integration Studio, recorrendo à linguagem de programação C#.

Neste módulo está implementada a função OCR, que é utilizada noutros módulos do projeto para interpretar caracteres de uma imagem. Esta função recebe como parâmetro um *array* de *byte* com o conteúdo da imagem de onde se pretendem extrair os caracteres e retorna o texto encontrado na imagem e também um número compreendido entre 0 e 100 que representa a confiança que a aplicação tem de que o texto obtido será o texto real da imagem.

Dado que este módulo vai principalmente obter o texto a partir de imagens de contadores,

e os caracteres dessas imagens são de cor branca em fundo preto, tal como analisado anteriormente, decidimos inverter a cor das imagens recebidas, de forma a ficar com dígitos pretos em fundo branco. Para isso, subtraímos o máximo valor possível (255) a cada componente de cor de cada *pixel* da imagem (no formato RGB, ou seja, vermelho verde e azul), o que transforma a cor desse pixel na sua cor inversa no círculo cromático.

5.5 Extensão Generate Random String

Tal como a extensão anterior, esta foi também desenvolvida na ferramenta Outsystems Integration Studio, recorrendo à linguagem. O propósito desta extensão é implementar uma função que gere um código único, com comprimento passado por parâmetro, que será utilizado na aplicação de forma a garantir autenticidade em algumas comunicações entre a aplicação móvel e o servidor.

Para a geração deste código aleatório, recorreremos à biblioteca RNGCryptoServiceProvider [13] onde geramos um código composto por caracteres que podem ser letras maiúsculas, minúsculas ou números.

5.6 Ecrãs de *Login*, Registo e Redefinição de Palavra-passe

A primeira página com a qual o utilizador interage é a página de *login*. Esta página, para além de apresentar os contactos da empresa prestadora do serviço, permite que o utilizador se registe ou se autentique com a sua conta já existente. O registo no sistema segue o processo representado na Figura 5.2.

Como descrito na figura, após o utilizador iniciar o registo e indicar o seu número de cliente, o sistema verifica se existe algum cliente registado na empresa prestadora do serviço com esse número de cliente. Caso não exista nenhum cliente, é apresentada uma mensagem de erro. Se existir, o sistema verifica agora se este cliente já se encontra registado no serviço. Caso já se encontre registado, não será possível criar uma nova conta para este cliente, sendo assim apresentada uma nova mensagem de erro.

Sabendo agora que o cliente existe e não tem conta no sistema, é enviado um *link* para o email associado à conta do cliente no sistema da empresa prestadora do serviço. Este *link* contém um código gerado aleatoriamente que permitirá ao utilizador finalizar o seu registo, definindo uma palavra-passe. Após este registo, o sistema obtém as informações deste cliente na empresa prestadora do serviço e é então gerado um novo utilizador no sistema .

Para a geração deste código aleatório, recorreremos à extensão Generate Random String 5.5 onde geramos um código de 20 caracteres). Ao início deste código vai ser adicionado o número de cliente seguido por um ‘.’ , para que possamos identificar o cliente ao qual o código está associado apenas pelo código em si. Este código é depois apagado do sistema após o registo do cliente.

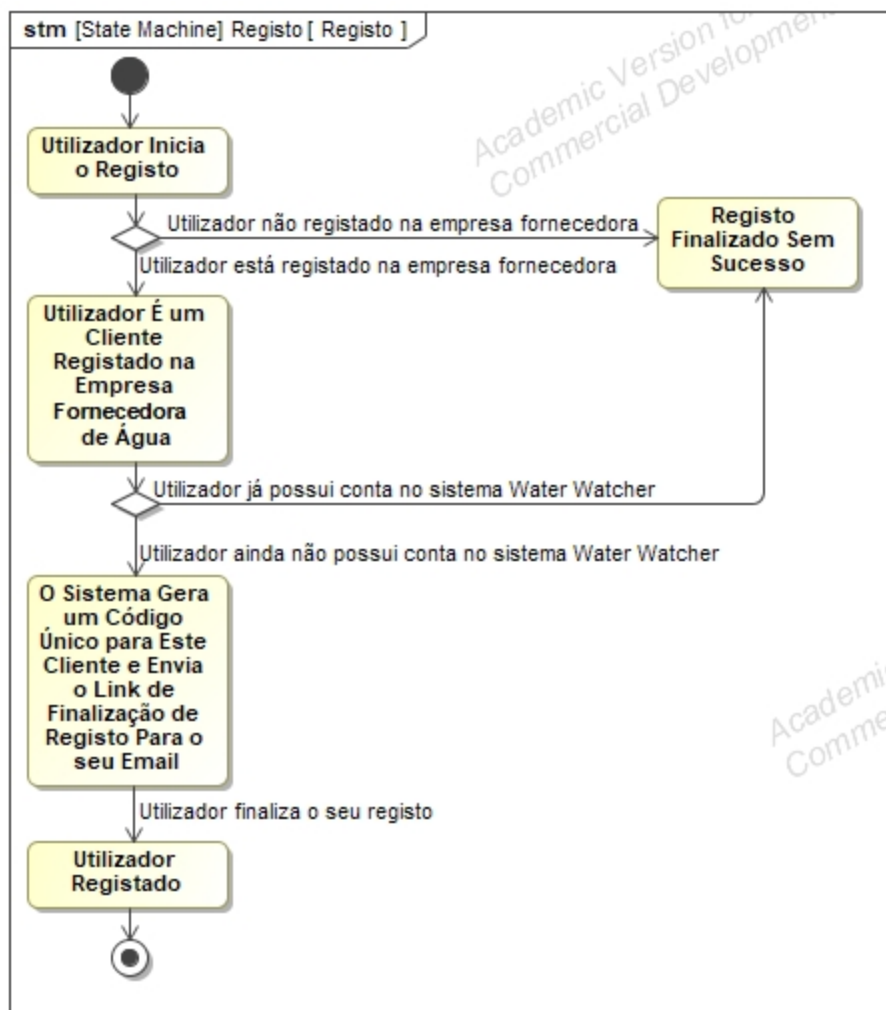


Figura 5.2: Processo de registo no sistema.

Depois de registado o utilizador poderá fazer o *login*, indicando o seu número de cliente e a palavra-passe que definiu.

Caso o utilizador queira alterar a sua palavra-passe o procedimento é semelhante. O utilizador indica o seu número de utilizador, é-lhe enviado um email com um *link* com um código único gerado igualmente ao código de registo e, seguindo esse *link*, o utilizador pode definir uma nova palavra-passe.

5.7 Ecrã de Informações e Estatísticas

No ecrã de informações e estatísticas o cliente pode consultar as suas contagens de forma gráfica e os detalhes das suas faturas para os seus vários contadores e em diferentes anos.

Caso esteja inscrito no programa de controlo semanal também poderá visualizar as suas várias contagens semanais de forma gráfica para os vários contadores, anos e meses.

Por não mantermos um registo das faturas mensais dos utilizadores na base de dados do

sistema, estas são obtidas através de pedidos ao sistema informático da empresa prestadora do serviço.

De forma a não fazer pedidos em excesso a esse sistema informático, quando o utilizador carrega a página, serão carregadas as suas faturas para o ano atual e o ano passado. Posteriormente, caso o utilizador selecione outro ano para obter as faturas, é feito um novo pedido à empresa, porém essas faturas ficam guardadas localmente para que não sejam feitos novos pedidos à empresa cada vez que o utilizador seleciona esse ano nessa mesma sessão de utilização. Ou seja, só é feito um pedido à empresa da primeira vez que o utilizador seleciona esse ano e contador nessa sessão.

5.8 Ecrã de Definições

No ecrã de definições, são apresentadas ao cliente as informações relacionadas com a sua conta na empresa prestadora do serviço, mais concretamente, o seu número de cliente, número de conta, nome, email e telefone.

O cliente poderá também alterar o seu email e telefone, sendo que esta informação será alterada neste sistema informático e no da empresa de água.

O cliente também poderá atualizar as suas informações, ou seja, caso tenha sido alterada alguma informação da sua conta na empresa, o cliente poderá atualizar a sua informação no sistema, sendo verificada e alterada a sua informação neste sistema informático, de acordo com a informação presente no sistema da empresa, de forma esta que fique consistente em ambos.

5.9 Ecrã de Envio de Leituras

A vista da interface de utilização Envio de Leituras permite aos clientes do serviço enviar as suas contagens mensais e semanais, caso esteja inscrito no programa de controlo semanal.

O envio das contagens só é possível durante alguns dias, sendo eles o dia escolhido para o envio das contagens semanais e o dia seguinte, e os dias finais de cada mês para o envio das contagens mensais. Atualmente o dia definido para o início do envio das contagens mensais é o dia 25 de cada mês, porém este dia pode ser alterado.

Também é possível, nesta página, que o cliente se inscreva, ou desista do programa de controlo semanal de contagens. Para a inscrição apenas precisa de selecionar o dia de semana e hora a que pretende ser notificado e após finalizar a inscrição será lembrado semanalmente no tempo escolhido através de um email.

Por fim, o envio da contagem pode ser feito por texto, escrevendo a leitura atual do contador, ou através de uma fotografia, que encaminhará o utilizador para o ecrã de envio da fotografia.

Para ambos os casos, deverá ser selecionado o contador em questão, de entre os contadores apresentados numa caixa de seleção. Apenas são apresentados os contadores que ainda não têm contagem submetida no determinado mês ou semana.

5.10 Ecrã de Envio de Fotografia do Contador

Quando o utilizador inicia o processo de envio da fotografia do seu contador, a câmara do seu dispositivo é ativada e o ecrã passa a transmitir o que a câmara está a captar, aparecendo no centro do ecrã uma moldura retangular azul. O utilizador deve alinhar os algarismos que mostram a leitura (com fundo preto) com a moldura, como representado na Figura 5.3, dado que o sistema vai apenas recolher a imagem que está contida nessa moldura.

Posteriormente, a aplicação móvel envia a imagem para o elemento servidor do sistema informático Water Watcher, local onde será feito o OCR.

Após o utilizador fotografar o contador, é efetuada a seleção da secção da fotografia dentro dos limites da moldura. Depois, transformamos a imagem num array de byte, utilizando o método *toDataURL*, que nos permite obter a imagem no esquema Data Uri [14], em que temos um campo que contém a imagem codificada em base64. Acedendo à propriedade *src* deste elemento podemos verificar que o array obtido representa, de facto, a secção da fotografia pretendida.

Posteriormente convertemos esse array de base 64 em um array de bit, que é a forma definida nesta plataforma para guardar imagens.

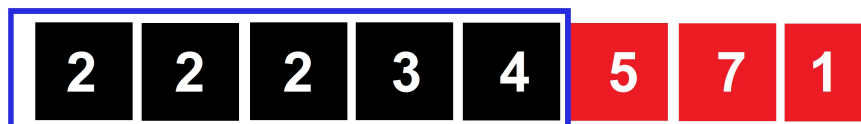


Figura 5.3: Alinhamento da moldura com os caracteres da medição de água.

Depois de o servidor efetuar o OCR, é enviado para a aplicação cliente o resultado desta operação e um número compreendido entre 0 e 100 que representa a confiança no resultado, ou seja, a probabilidade calculada pelo módulo de OCR de o resultado estar correto.

Caso a confiança seja menor de 65, é apresentado ao utilizador uma mensagem de erro de forma a que o utilizador envie uma nova fotografia.

Se for maior ou igual a 65, é apresentado ao utilizador o texto obtido para que este possa confirmar se este está correto e, nesse caso, submeter a sua leitura ou para que este possa enviar uma nova fotografia.

Durante a submissão da leitura, no servidor, é verificado se o contador relativo à contagem enviada, que é passado como parâmetro *query string*, pertence ao utilizador que está a enviar o pedido.

5.11 Ecrã de Administração

A página para os administradores permite a utilizadores com papéis de administração notificar utilizadores sob a forma de email, bem como apagar utilizadores da base de dados do sistema.

A notificação de utilizadores inicia-se quando o utilizador seleciona o destinatário da mensagem, que pode ser um utilizador em específico, identificado pelo seu número de cliente, todos os utilizadores registados cuja morada se encontre na freguesia indicada ou todos os utilizadores do sistema.

Como referido anteriormente, este utilizador também poderá apagar outros utilizadores da base de dados do sistema, apenas indicando o número de cliente do utilizador a apagar. Esta ação apaga as contagens semanais, os seus contadores e a sua informação pessoal na base de dados do sistema.

5.12 Módulo de Testes WaterWatcherTests

Para o desenvolvimento de testes unitários aos componentes desenvolvidos, elaborámos um módulo de testes também na plataforma Outsystems.

Este módulo está desenvolvido segundo a metodologia BDD (Behavior Driven Development) [15], ou seja, desenvolver testes que replicam o comportamento de um utilizador na aplicação, testando as funções e processos envolvidos nessas ações e ao mesmo tempo descrevendo textualmente o que é que está a ocorrer.

Esta aplicação possui uma interface gráfica que nos permite observar o resultado dos cenários de teste e das ações que os compõem. Esta interface gráfica é composta por duas páginas: a página que apresenta os resultados dos testes e uma página de testes ao reconhecimento de caracteres.

Cada teste individual a uma funcionalidade da aplicação, denominado de cenário, é composto por vários passos que se encaixam em uma de três fases do teste. A primeira fase (Given) descreve o contexto do sistema aquando do início do teste e configura o sistema para o estado pretendido para que possamos começar o teste. A segunda fase (When) descreve um evento ou interação com o sistema, que pode ser iniciada por um utilizador ou outro sistema. A terceira e última fase (Then) é quando comparamos o resultado obtido com o resultado esperado.

A página de teste ao OCR permite-nos submeter imagens para a deteção de caracteres e observar o resultado e confiança obtidos.

Capítulo 6

Conclusão

Concluindo, podemos afirmar que o projeto foi concluído com sucesso.

No projeto, desenvolvemos o sistema informático Water Watcher adotando a plataforma 'low-code' Outsystems. O sistema informático permite a clientes de uma empresa prestadora de serviços de água e saneamento enviar as suas contagens de água mensais, consultar o seu histórico de contagens e controlar o seu consumo de água semanal.

Os clientes interagem com o sistema através de uma PWA, que comunica com uma aplicação servidora, sendo estes os elementos que constituem o sistema Water Watcher. Foram também desenvolvidos os sistemas com os quais o Water Watcher comunica, sendo eles um sistema de gestão de bases dados e o sistema informático da empresa prestadora do serviço, sendo este último um módulo que simula o comportamento desse sistema.

O planeamento temporal foi cumprido, tendo algumas fases demorado mais ou menos tempo do que o previsto, devido sobretudo à não familiaridade inicial com a plataforma Outsystems, porém foi possível entregar o projeto e o relatório no tempo esperado.

Este projeto permitiu-nos sobretudo integrarmo-nos com o desenvolvimento integral de um projeto, desde a análise do problema e requisitos do sistema, até ao desenvolvimento da solução e do relatório técnico.

Como trabalho futuro, sugerimos alterações no módulo de OCR, para que o reconhecimento de caracteres tenha maior exatidão nos resultados obtidos.

Referências

- [1] APP SMAS Almada. <https://www.smasalmada.pt/web/portal/-/app-smas-almada>. [Online; accessed 5-May-2021].
- [2] Balcão digital SMAS Sintra. <https://www.smas-sintra.pt/balcao-digital/>. [Online; accessed 5-May-2021].
- [3] JANZ Sensor de Impulsos JI. <https://cgf.janz.pt/produto/sensor-de-impulsos-ji/> [Online; accessed 5-May-2021].
- [4] Janz MyWater - Serviço de Leitura Remota do Consumo de Água. <https://cgf.janz.pt/tecnologia/telemetria-mywater/>. [Online; accessed 24-July-2021].
- [5] Magic Quadrant for Enterprise Low-Code Application Platforms. <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-25MRWL6A&ct=210325&st=sb>. [Online; accessed 22-July-2021].
- [6] ISO/IEC 19514:2017 Information technology — Object management group systems modeling language (OMG SysML). <https://www.iso.org/standard/65231.html>. [Online; accessed 24-July-2021].
- [7] Biblioteca Tesseract. <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>. [Online; accessed 22-June-2021].
- [8] Traineddata digits file . https://github.com/Shreeshrii/tessdata_shreetest/blob/master/digits.traineddata. [Online; accessed 7-July-2021].
- [9] Cookie usage in OutSystems applications. https://success.outsystems.com/Support/Enterprise_Customers/Maintenance_and_OperationsCookie_usage_in_OutSystems_applications/. [Online; accessed 10-July-2021].
- [10] Session fixation . https://owasp.org/www-community/attacks/Session_fixation. [Online; accessed 10-July-2021].
- [11] Cross Site Request Forgery (CSRF). <https://owasp.org/www-community/attacks/csrf>. [Online; accessed 10-July-2021].

- [12] Documentação Outsystems: 'Extend the Users' data model' . https://success.outsystems.com/Documentation/How-to_Guides/Logic/How_to_add_extra_logic_to_Users'_login. [Online; accessed 23-June-2021].
- [13] Class RNGCryptoServiceProvider. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.security.cryptography.rngcryptoserviceprovider>. [Online; accessed 22-June-2021].
- [14] The data URL scheme . <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2397>. [Online; accessed 7-July-2021].
- [15] Your Complete Guide To BDD Testing In OutSystems . <https://www.outsystems.com/blog/posts/bdd-testing/>. [Online; accessed 8-July-2021].
- [16] Czech Metrology Institute. EU-type examination — certificate number: TCM 142/10 - 4738 addition 9. https://cgf.janz.pt/wp-content/uploads/2018/04/Anexo-B_JV400.pdf, 2017. [Online; accessed 4-May-2021].
- [17] JANZ JV400. <https://cgf.janz.pt/produto/jv400/> [Online; accessed 5-May-2021].
- [18] Package Tesseract. <https://www.nuget.org/packages/tvn-cosine.ocr.tesseract/>. [Online; accessed 4-July-2021].