

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

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

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 facilmente à empresa o valor que realmente consumiu, não sendo assim necessários acertos de pagamento e permitindo ao cliente e à empresa ter um controlo do valor real de água consumida.

O sistema também 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

1	Introdução	1
1.1	Objetivo do Projeto	1
1.2	Organização do Documento	2
2	Trabalho Relacionado	3
2.1	Contadores de Água	3
2.2	Sistemas Semelhantes	3
2.3	Progressive Web Apps	4
2.4	Outsystems Service Studio	5
3	Análise do Problema	7
3.1	Requisitos do Sistema	8
3.2	Requisitos da Interface com o Utilizador.	8
3.3	Interface para o Utilizador	9
3.4	Interface para o Administrador	9
3.5	Requisitos do Servidor	10
3.6	Casos de Uso do Sistema	11
3.7	Casos de Uso do Servidor	11
3.8	Casos de Uso da Interface de Utilização	13
4	Estratégias de Abordagem aos Problemas	17
4.1	Modelo de Dados	17
4.2	Ecrãs da Aplicação Móvel	18
4.3	Reconhecimento de Caracteres	20
4.4	Programa de Controlo Semanal	21
4.5	Biblioteca de Reconhecimento de Caracteres	21
5	Implementação do Sistema	23
5.1	Módulo WaterWatcher	23
5.2	Módulo WaterWatcherService	23
5.3	Módulo SimulCompany	24

5.4	Ecrãs de Log in e Registo	25
5.5	Ecrã de Informações e Estatísticas	26
5.6	Ecrã de Definições	26
5.7	Ecrã de Envio de Leituras	27
5.8	Ecrã de Envio de Fotografia do Contador	27
5.9	Ecrã de Administração	28
5.10	Módulo de Testes WaterWatcherTests	28

Lista de Figuras

2.1	Dispositivo indicador do contador de água.	4
3.1	Arquitetura do sistema.	7
3.2	Casos de uso do sistema.	11
3.3	Casos de uso do servidor pela interface do utilizador.	12
3.4	Casos de uso do servidor pela empresa fornecedora ou pelo administrador. . .	13
3.5	Processamento das leituras dos contadores.	14
3.6	Casos de uso da interface de utilização.	15
3.7	Processo de autenticação.	15
3.8	Processo de envio de leituras.	16
4.1	Arquitetura do sistema.	17
4.2	Página de log-in.	18
4.3	Página principal	19
4.4	Página de informações e estatísticas	19
4.5	Página de definições.	20
4.6	Página de definições relacionadas com os contadores.	20
5.1	Processo de registo no sistema.	25
5.2	Esquematização do alinhamento da moldura com os caracteres da medição de água.	28

Lista de Tabelas

3.1	Requisitos funcionais da interface com o utilizador.	9
3.2	Requisitos funcionais da interface com utilizadores com permissões de administrador.	9
3.3	Requisitos não funcionais da interface com utilizadores com permissões de administrador.	10
3.4	Requisitos não funcionais do servidor.	10
3.5	Requisitos funcionais do servidor.	10

Capítulo 1

Introdução

A vasta maioria das casas, lojas e escritórios recorrem a serviços de abastecimento de água. O custo deste serviço é calculado, normalmente, através de uma estimativa da quantidade de água gasta (por norma mensalmente) e, periodicamente, um funcionário da empresa que fornece o serviço tem de se deslocar à localização do contador para que seja verificado o consumo real de água para o acerto do pagamento. O crescimento tecnológico contemporâneo facilitou e incentivou o acesso de grande parte da população 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 a empresa. Neste projeto, propomos uma solução que permite modernizar o processo de entrega de leituras de água apenas envolvendo a implementação de um sistema informático que permite aos clientes enviar fotografias dos seus contadores que depois o sistema processará para obter o valor da contagem.

1.1 Objetivo do Projeto

De forma a não ser necessário fazer acertos de pagamentos e permitir que o cliente pague realmente o valor que consumiu, ao invés do consumo estimado, este projeto tem 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 poderá também ser utilizado para indicar estatísticas de consumo e notificar o cliente de 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 deste projeto, bem como os vários equipamentos e conceitos utilizados na área cujo projeto se insere. No capítulo 3 estudaremos os vários problemas do projeto, detalhando os vários requisitos que o sistema terá de cumprir para satisfazer o seu propósito. No capítulo 4 vamos analisar as várias abordagens aos problemas do projeto. No capítulo 5 vamos analisar as várias escolhas e decisões que foram efetuadas no desenvolvimento deste projeto.

Capítulo 2

Trabalho Relacionado

Neste capítulo vamos abordar sistemas relacionados com o nosso trabalho e alguns sistemas semelhantes ao que vamos desenvolver. Vamos também debater sobre algumas tecnologias e plataformas que vamos utilizar no desenvolvimento do projeto.

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

Na secção 2.1 vamos analisar os contadores de água com os quais o nosso sistema vai interagir. Na secção 2.2 vamos abordar algumas soluções já existentes no mercado com funções semelhantes à do sistema que vamos desenvolver. Na secção 2.3 vamos apresentar o tipo de sistema que vamos desenvolver e na secção 2.4 a ferramenta que vamos utilizar para o desenvolver.

2.1 Contadores de Água

Para a realização deste projeto é importante analisar os dispositivos contadores de água, dado que o nosso sistema vai interagir com eles, nomeadamente, obtendo 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, nós vamos interagir apenas 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.

2.2 Sistemas Semelhantes

Existem sistemas com funções e finalidades próximas ou até iguais ao sistema que vamos conceber. 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.

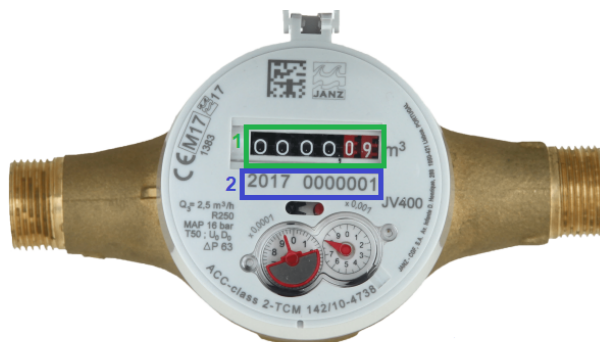


Figura 2.1: Dispositivo indicador do contador de água.

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.

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 aparelho 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.

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, as PWA permitem-nos, tal como as aplicações nativas e ao contrário das restantes aplicações web, utilizar funções específicas do dispositivo, como aceder à localização, interagir

com dados do dispositivo ou utilizar notificações.

2.4 Outsystems Service Studio

Outsystems Service Studio é uma ferramenta que nos permite desenvolver PWA. Esta ferramenta permite-nos desenvolver as várias componentes do sistema 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.

É considerada uma plataforma ‘low-code’, dado que a plataforma gera automaticamente algum código que podemos utilizar no nosso projeto, o que ajuda no desenvolvimento e manutenção do projeto.

Capítulo 3

Análise do Problema

Tal como apresentado anteriormente, este projeto consiste na realização do sistema informático que designamos por Water Watcher, constituído por três partes: a interface para os utilizadores, o elemento servidor e o elemento que armazena os dados. Estes irão interagir 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. O servidor e a interface do utilizador são componentes intrínsecos do sistema, pelo que o sistema 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 vai comunicar, sendo este sistema o sistema que a empresa fornecedora de água já utiliza para gerir os dados relativos ao seu serviço.

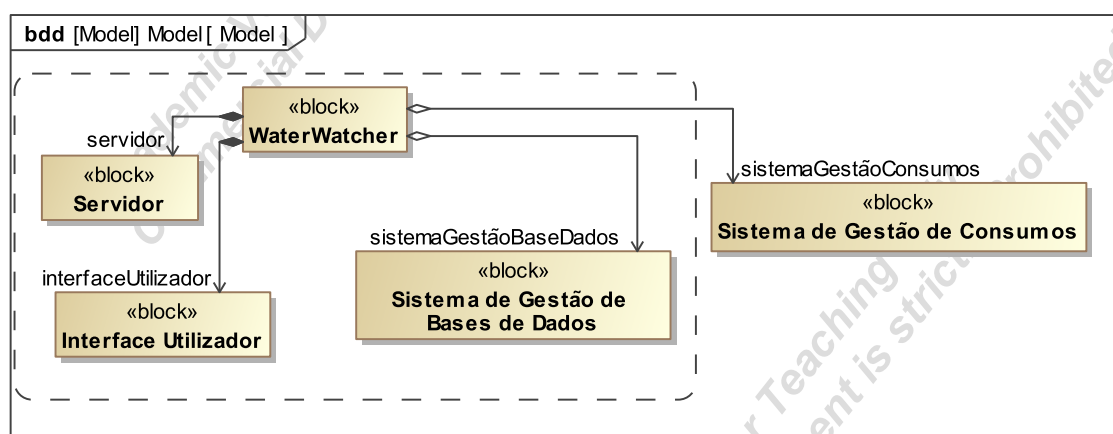


Figura 3.1: Arquitetura do sistema.

A interface para os utilizadores terá 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 terá garantias de robustez em cenários

de utilização real, isto é, deverá saber lidar de forma correta com situações anómalas como o mau estado dos contadores ou leituras erradas por erro do sistema ou do cliente.

Leituras erradas deverão, de forma geral, ser substituídas pela estimativa já calculada pela empresa, ou por uma nova estimativa calculada por este sistema informático.

Este componente poderá também apresentar 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 possíveis informações pertinentes ao cliente sobre este serviço.

Outro elemento deste sistema informático será 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 dos utilizadores. Também será 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 vamos explorar os requisitos deve cumprir, nas secções 3.2, 3.3 e 3.4 os requisitos da interface dos utilizadores e na secção 3.5 vamos explorar os requisitos do servidor. Nas secções 3.6, 3.7 e 3.8 vamos abordar, respetivamente, os casos de uso do sistema, do servidor e da interface dos 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 com o Utilizador.

A interface de utilizador vai-se dividir em duas interfaces. Uma interface que será comum aos utilizadores clientes e aos administradores e uma interface específica aos administradores, para que haja uma correta separação de funções e permissões no sistema.

3.3 Interface para o Utilizador

O sistema terá uma interface de utilização para que os utilizadores 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 com o utilizador.

Requisito	Função
RF1	Interação com o utilizador
RF1.1	Interação de leitura de contagem
RF1.1.1	Envio e captura de leitura
RF1.2	Interface de autenticação
RF1.3	Interface de estatísticas

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

Terá de existir outra interface que permita que o utilizador se autentique. A autenticação divide-se em registo e *log in*. Por fim existirá também uma interface dedicada a apresentar ao utilizador estatísticas relacionadas com o seu consumo de água.

3.4 Interface para o Administrador

O sistema deverá ter 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
RF2	Interação com o administrador
RF2.1	Gestão de dados

Esta interface deverá ter 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), deverá existir uma interface que permita 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
RnF1	Anúncios

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

Todo este módulo do sistema terá de apresentar várias garantias de segurança, nomeadamente, garantir a integridade das comunicações e a segurança dos dados.

3.5 Requisitos do Servidor

O servidor deverá cumprir os requisitos não funcionais presentes na tabela 3.4 e terá de cumprir os requisitos funcionais apresentados na tabela 3.5.

Tabela 3.4: Requisitos não funcionais do servidor.

Requisito	Função
RnF2	Segurança
RnF2.1	Opacidade dos Dados
RnF2.2	Integridade dos Dados

À semelhança da interface de utilização, o servidor terá também de garantir 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 teremos que nos certificar que os dados que chegam ao servidor foram enviados de uma origem fidedigna e que os dados não foram alterados.

Tabela 3.5: Requisitos funcionais do servidor.

Requisito	Função
RF3	Aceder à informação de utilizador
RF3.1	Editar a informação de utilizador
RF3.2	Obter a informação de utilizador

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

Por fim, será o servidor 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 terá de recorrer a um processo de OCR (*Optical Character Recognition* ou Reconhecimento Óptico de caracteres).

3.6 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 Water Watcher. Para além disso, dado que o sistema será 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.

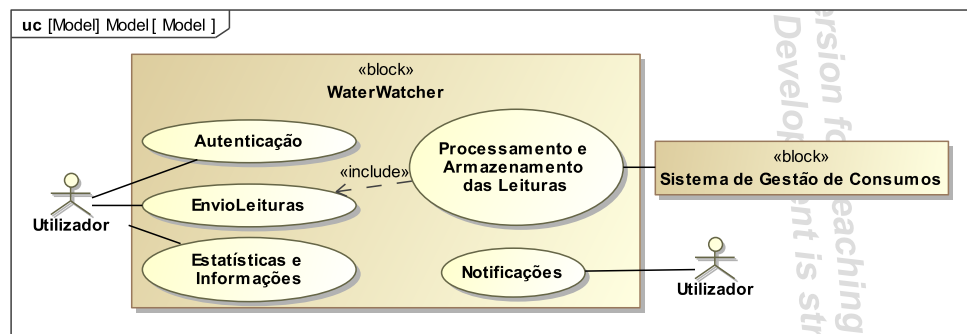


Figura 3.2: Casos de uso do sistema.

O sistema, de forma geral, permitirá 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 para o sistema de gestão de consumos. Por fim, o sistema também poderá 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 casos de uso da interface do utilizador.

3.7 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 fornecedora ou a interface de utilização.

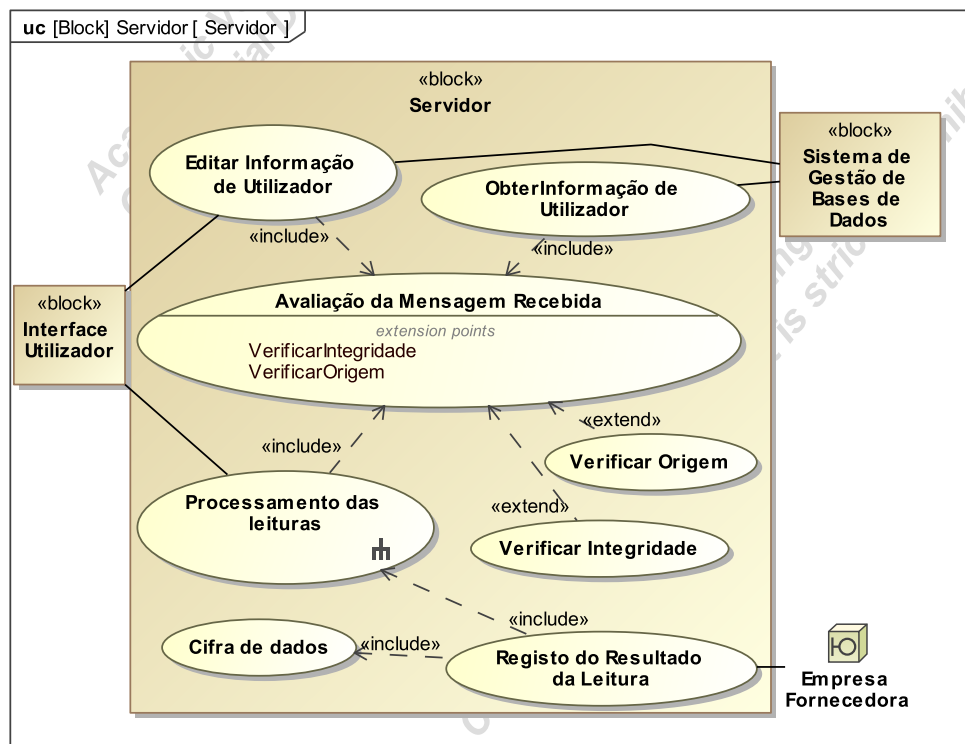


Figura 3.3: Casos de uso do servidor pela interface do utilizador.

O servidor está encarregado 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 fornecedora de água.

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. As comunicações provenientes do servidor devem ser cifradas e assinadas de forma a que o destinatário saiba que foi, de facto, o servidor quem enviou essa mensagem e que o conteúdo da mensagem não sofreu alterações indevidas e também para que o conteúdo da mensagem não seja visível para alguém que tenha acesso indevido à mensagem durante o seu transporte.

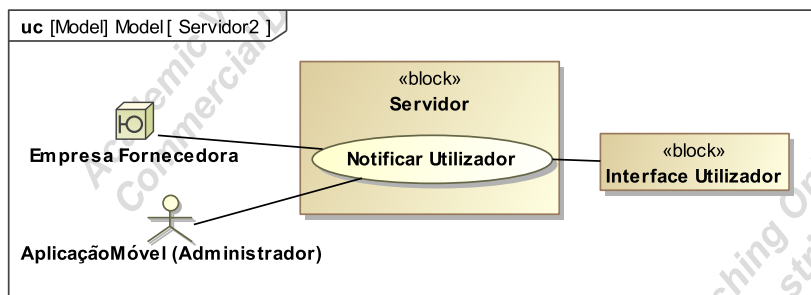


Figura 3.4: Casos de uso do servidor pela empresa fornecedora ou pelo administrador.

Quanto às interações promovidas pelos administradores ou pela empresa fornecedora, estas poderão submeter notificações para um ou vários utilizadores, pelo que o servidor depois encaminhará essas notificações para os utilizadores corretos.

A figura 3.5 representa o processamento das leituras pelo servidor.

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.

3.8 Casos de Uso da Interface de Utilização

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

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 *log in*. 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.

A figura 3.8 descreve o 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

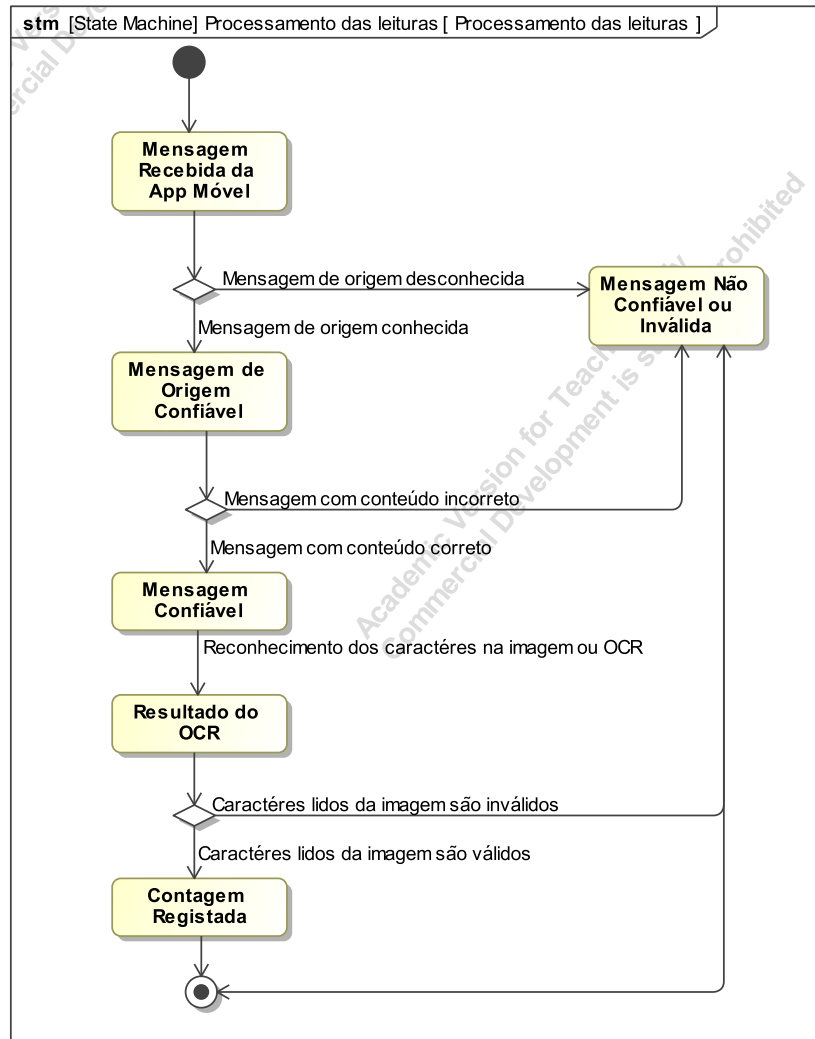


Figura 3.5: Processamento das leituras dos contadores.

mensagem e envia-a para o servidor.

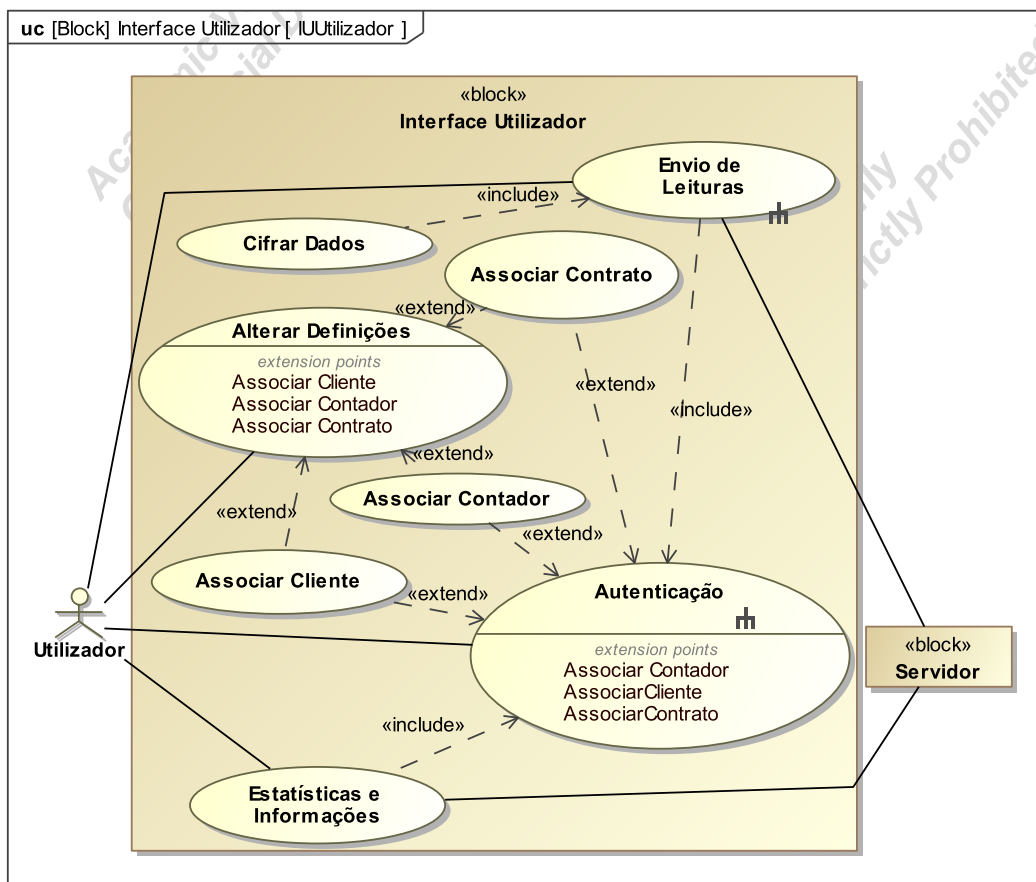


Figura 3.6: Casos de uso da interface de utilização.

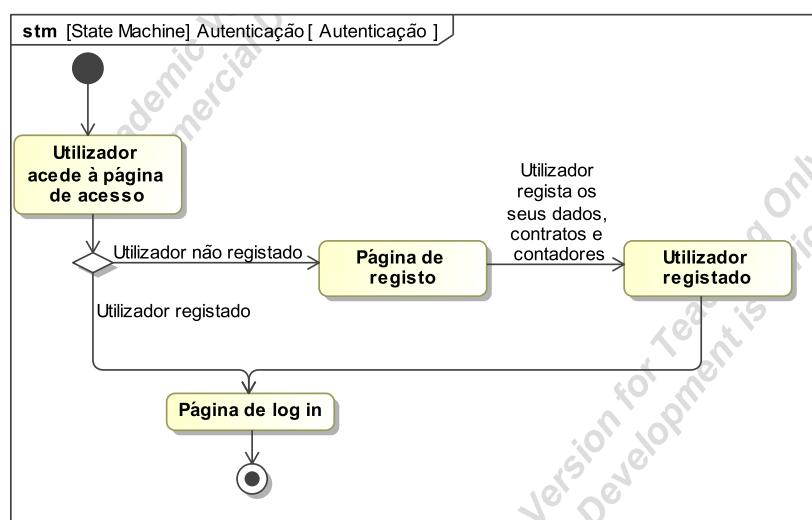


Figura 3.7: Processo de autenticação.

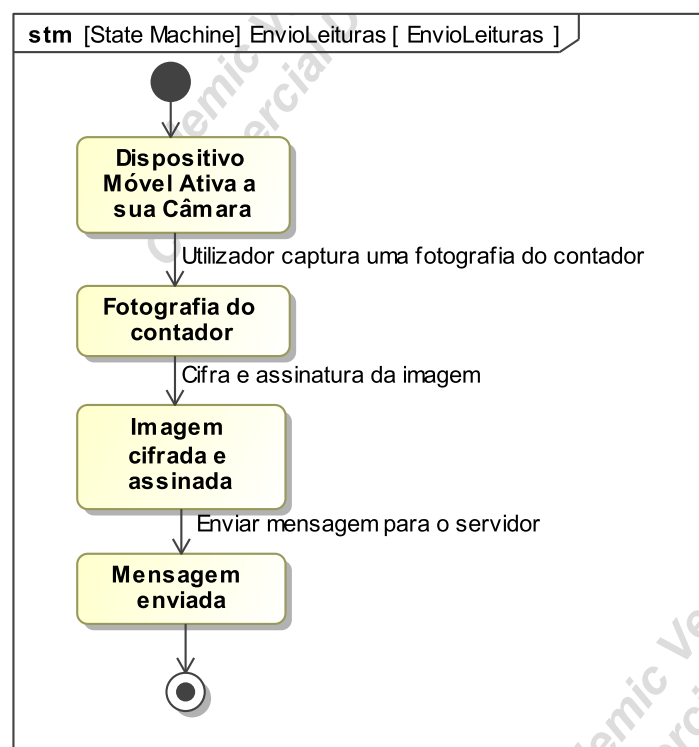


Figura 3.8: Processo de envio de leituras.

Capítulo 4

Estratégias de Abordagem aos Problemas

Neste capítulo vamos analisar os procedimentos, tecnologias e conceitos utilizados no desenvolvimento deste projeto. Na secção 4.1 propomos um modelo para a estrutura de dados utilizada neste sistema. Na secção 4.2 vamos apresentar esboços para os ecrãs da aplicação para os utilizadores.

4.1 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 4.1 está representado de forma gráfica o modelo dos dados guardados neste repositório.

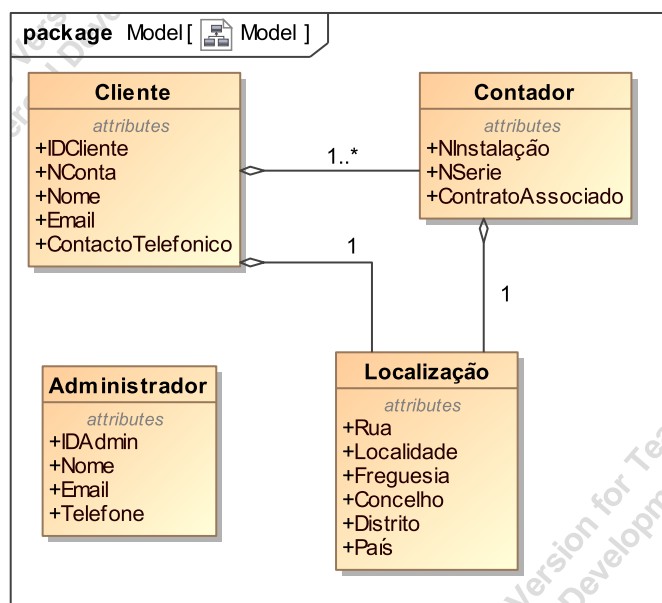


Figura 4.1: Arquitetura do sistema.

O elemento cliente representa um cliente do serviço que utiliza o sistema. Para cada cliente será registado um ID único (**IDCliente**), o seu **nome**, **email**, número de telefone/telemóvel (**Telefone**) e **número de conta**.

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

Os clientes terão associado um ou mais contadores, pelo que para cada contador guardamos o seu número único de instalação (**NInstalação**), o seu número de série (**NSerie**) e o contrato (**ContratoAssociado**) e o cliente (**IDCliente**) 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**.

4.2 Ecrãs da Aplicação Móvel

Nesta secção apresentamos os vários esboços que desenhamos para os ecrãs ou páginas da aplicação móvel.

Na figura 4.2 está a página de *log-in*.

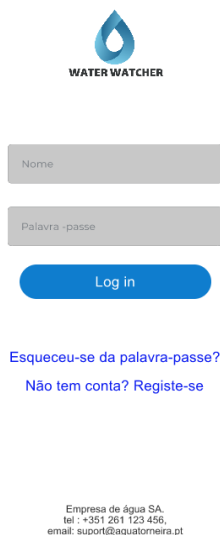


Figura 4.2: Página de log-in.

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 *log-in*, o utilizador é encaminhado para a página principal, apresentada na figura 4.3.

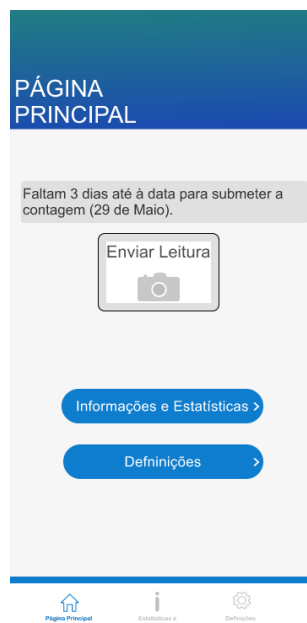


Figura 4.3: Página principal

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 4.4.

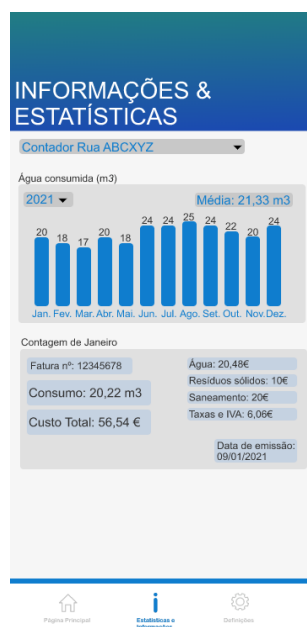


Figura 4.4: Página de informações e estatísticas

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 4.5.

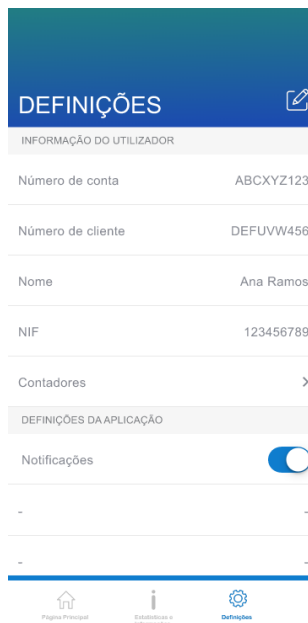


Figura 4.5: Página de definições.

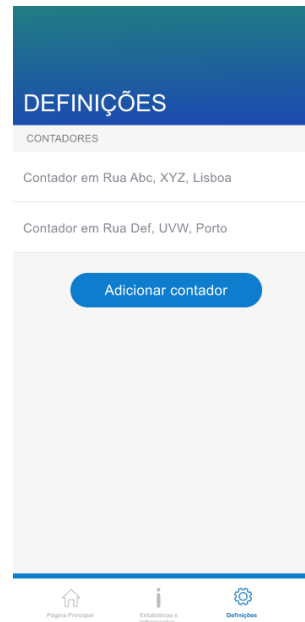


Figura 4.6: Página de definições relacionadas com os contadores.

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 4.6.

4.3 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.

4.4 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 terá também acesso a estas contagens.

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

4.5 Biblioteca de Reconhecimento de Caracteres

Para o reconhecimento de caracteres elaborámos uma extensão Outsystems que tem por base a biblioteca Tesseract [4].

A biblioteca Tesseract é uma biblioteca open source 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 ??.

Capítulo 5

Implementação do Sistema

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

O módulo onde será desenvolvido o servidor e a interface para os utilizadores é o módulo WaterWatcher. O módulo que servirá para manter os dados será o WaterWatcherService.

Por fim desenvolvemos também um módulo de testes (WaterWatcherTests) e um módulo que simula as interações com o sistema informático da empresa fornecedora de água, 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 simula o sistema da companhia fornecedora de água.

5.1 Módulo WaterWatcher

Este módulo é onde serão 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. No diagrama [adicionar diagrama] podemos observar uma representação gráfica das várias entidades que armazenamos.

Os clientes têm todos os atributos propostos na secção 4.1 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 [5] não poderíamos substituí-la.

5.3 Módulo `SimulCompany`

O módulo `SimulCompany` é o elemento do projeto que simula o sistema informático da empresa fornecedora de água, de forma a podermos testar o nosso sistema. Por não termos acesso ou conhecimento sobre o sistema informático das várias empresas de água que poderão utilizar o nosso sistema, decidimos implementar um sistema apenas com um elemento de armazenamento de dados e algumas funções simples de acesso e modificação desses dados, para que o sistema `Water Watcher` possa funcionar 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.

[adicionar figura]

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. Também terá outros atributos associados que são necessários para a sua identificação ou de forma a poder ser contactado como o número de conta, nome, email e o contacto telefónico.

Cada cliente terá associados um ou mais `Contadores`, identificados unicamente pelo seu número de Instalação. São também armazenados o número de série e o contrato e o cliente 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, o mês e ano em que foi emitida, o preço que o cliente pagou, a medição do contador na altura da contagem, a diferença para o mês anterior e o contador associado a essa contagem.

Por fim, criámos a entidade `Localização` que estará associada aos clientes e aos contadores representando, respetivamente, a morada do cliente e o local onde o contador está implementado. Uma localização é composta por um identificador único, 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 Ecrãs de Log in e Registo

A primeira página com a qual o utilizador interage é a página de log in. Esta página, para além de apresentar os contactos da empresa fornecedora, 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 5.1.

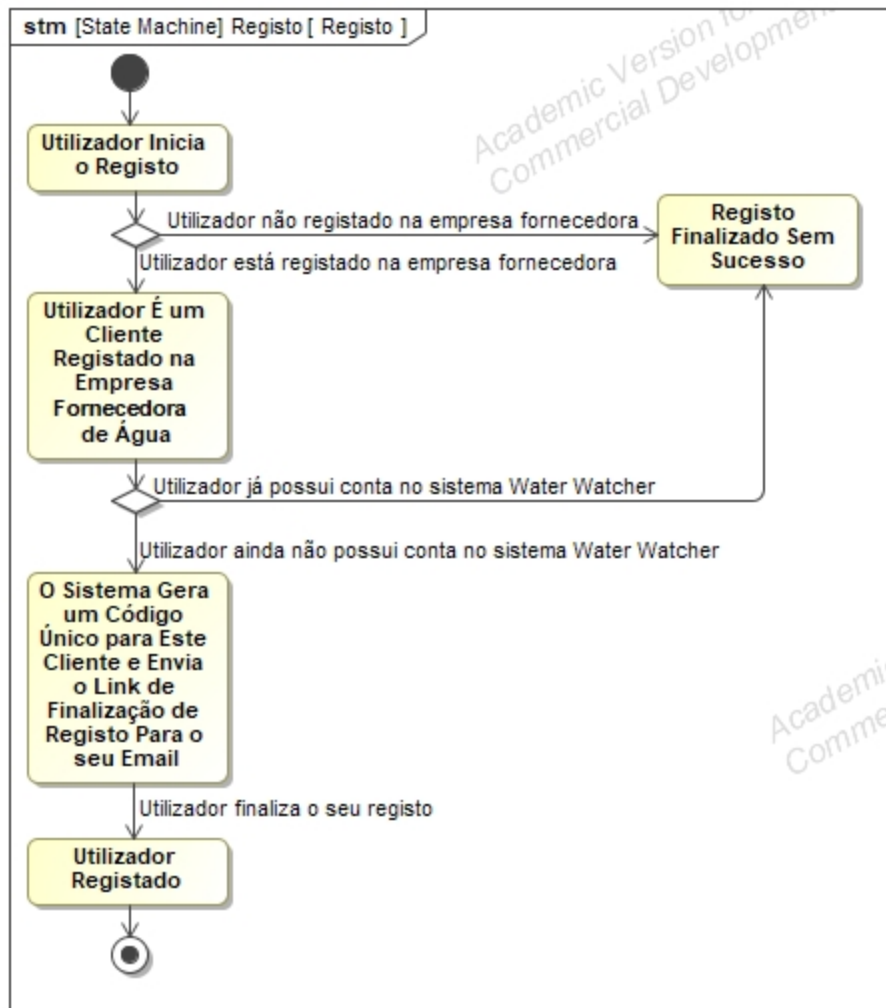


Figura 5.1: Processo de registo no sistema.

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 fornecedora 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 fornecedora de água. 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 fornecedora e é então gerado um novo utilizador no sistema .

Para a geração deste código aleatório, recorreremos à biblioteca `RNGCryptoServiceProvider` [6] onde geramos um código de 20 caracteres (letras maiúsculas, minúsculas e números). 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.

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

5.5 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 fornecedora. 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.

5.6 Ecrã de Definições

No ecrã de definições, são apresentadas ao cliente as informações relacionadas com a sua conta na empresa fornecedora de água, 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.

5.7 Ecrã de Envio de Leituras

Esta página 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.

5.8 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 5.2, dado que o sistema vai apenas recolher a imagem que está contida nessa moldura.

Posteriormente, a aplicação móvel envia a imagem para o servidor, local onde será feito o OCR.

Após o utilizador fotografar o contador, é efetuada a seleção da porção 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 [7], 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.

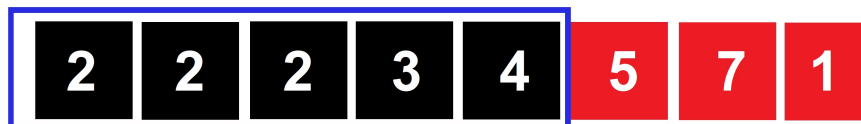


Figura 5.2: Esquematização do alinhamento da moldura com os caracteres da medição de água.

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.

5.9 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.

5.10 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) [8], 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 expectado.

A página de teste ao OCR permite-nos submeter imagens para a deteção de caracteres e observar o resultado e confiança 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] Biblioteca Tesseract. <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>. [Online; accessed 22-June-2021].
- [5] 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].
- [6] Class RNGCryptoServiceProvider. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.security.cryptography.rngcryptoserviceprovider>. [Online; accessed 22-June-2021].
- [7] The data URL scheme . <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2397>. [Online; accessed 7-July-2021].
- [8] Your Complete Guide To BDD Testing In OutSystems . <https://www.outsystems.com/blog/posts/bdd-testing/>. [Online; accessed 8-July-2021].
- [9] 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].
- [10] JANZ JV400. <https://cgf.janz.pt/produto/jv400/?> [Online; accessed 5-May-2021].
- [11] Package Tesseract. <https://www.nuget.org/packages/tvn-cosine.ocr.tesseract/>. [Online; accessed 4-July-2021].
- [12] Traineddata digits file . https://github.com/Shreeshrii/tessdata_shreetest/blob/master/digits.traineddata. [Online; accessed 7-July-2021].