

Mestrado em Engenharia Informática
Estágio
Relatório Final

Desenvolvimento de plataforma para monitorização de consumos em edifícios (Frontend)

André Filipe Rodrigues Jorge

afjorge@student.dei.uc.pt

Orientadores da empresa Streamline:

Francisco Maia

Paulo Ferreira

Orientador do Departamento de Engenharia Informática:

Joel Perdiz Arrais

Data: 3 de Setembro de 2013



FCTUC DEPARTAMENTO
DE ENGENHARIA INFORMÁTICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Resumo

O século XXI tem sido marcado por políticas que procuram melhorar a segurança do aprovisionamento energético. A União Europeia estabeleceu metas a atingir até 2020 com o objectivo de reduzir 20% nas emissões de gases com efeito estufa e aumentar 20% na eficiência energética.

A empresa Streamline, Lda desenvolveu o sistema multi-metering MeWaGo. Trata-se de uma solução para monitorização de consumos de electricidade, água, gás e outros. Um dos pontos fortes deste sistema é o de ser possível monitorizar não só os consumos em residências, mas também em edifícios de grande dimensão e grupos de edifícios.

O presente estágio tem como objectivos o desenvolvimento de um serviço web e de uma aplicação web multiplataforma, capaz de providenciar uma interface gráfica ao utilizador final, permitindo a interacção entre os utilizadores e os seus dados no sistema MeWaGo através da Internet.

Palavras-Chave

Serviço HTTP RESTful, JSON, Aplicação Web Desconectável, MV*, Javascript, HTML5, CSS3, Monitorização de consumos, Eficiência energética, Sensibilização energética.

Index

Capítulo 1 Introdução.....	10
1.1. Streamline, Lda.	10
1.2. Enquadramento e Motivação	10
Capítulo 2 Estado da arte.....	12
2.1. O projecto MeWaGo.....	12
2.1.1. Equipamento de aquisição	12
2.1.2. Proxys.....	13
2.1.2.1. Base de dados local	13
2.1.3. Servidor central.....	13
2.1.3.1. Base de dados MeWaGO (principal)	14
2.2. Revisão Literária	14
2.3. Architecturas de software para a Internet	17
2.4. Análise de soluções disponíveis no Mercado	19
Capítulo 3 Objectivos, Método de Abordagem e Requisitos.....	21
3.1. Objectivos.....	21
3.2. Método de Abordagem	21
3.3. Servidor Web	22
3.4. Aplicação Web	23
3.5. Software	30
Capítulo 4 Descrição do sistema.....	33
4.1 Servidor Web	33
4.1.1. Casos de Uso.....	33
4.2 Arquitectura da aplicação Web.....	35
4.2.1. Casos de Uso.....	35
Capítulo 5 Desenvolvimento.....	37
5.1. Trabalho desenvolvido durante o primeiro semestre	37
5.2. Trabalho desenvolvido durante o segundo semestre.....	40
Capítulo 6 Conclusões e Trabalho Futuro	50
Referências	51

Lista de Figuras

Figura 1 - Arquitectura geral da plataforma MeWaGo.....	12
Figura 2 - Kit da Schneider.....	13
Figura 3 - Módulo Zélio com módulo de comunicação	13
Figura 4 - Exemplo do processo Scrum	21
Figura 5 - Visão geral da arquitectura do servidor Web.....	33
Figura 6 - Visão geral da arquitectura da aplicação Web.....	35
Figura 7 - Três tabelas extraídas do diagrama ER da base de dados do sistema MeWaGo ...	37
Figura 8 - Exemplo de uma actualização feita ao modelo de dados	38
Figura 10 - Interface Inicial da aplicação Web.....	43
Figura 11 - Popup para autenticação.....	43
Figura 12 - Interface para listagem de edifícios monitorizados	44
Figura 13 -Interface de dados de edifícios, localizações e canais.....	45
Figura 14 - Interface com opções para gráficos	45
Figura 15 - Interface para visualização de gráficos	46

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Breve descrição dos métodos HTTP/1.1	15
Tabela 2 - Descrição dos códigos de estado de resposta a pedidos HTTP	15
Tabela 3 - Exemplo genérico de uma API RESTful	18
Tabela 4 - Comparação de algumas soluções de software para monitorização.....	20
Tabela 5 - Requisitos para o servidor Web	22
Tabela 6 - Requisitos para a aplicação Web	30
Tabela 7 - Lista de software utilizado.....	30
Tabela 8 - Lista de navegadores compatíveis.....	39
Tabela 9 - Plano de trabalhos para o segundo semestre	40
Tabela 10 - Estado de implementação de requisitos do servidor Web.....	42
Tabela 11 - Estado de implementação de requisitos da aplicação Web.....	49

Acrónimos

AJAX	Asynchronous Javascript and XML
API	Application Programming Interface
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CSS	Cascading Style Sheets
DEEC	Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
DEI	Departamento de Engenharia Informática
DIP	Device-Independent Pixel
ERS	Especificação de Requisitos de Software
FCTUC	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ID	Identificador
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
ISO	International Organization for Standards
JSON	JavaScript Object Notation
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MVC	Modelo-Visão-Controlador
MVP	Model-View-Presenter
MVVM	Model-View-ViewModel
OSI	Open Systems Interconnection
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
REST	Representational State Transfer
RFC	Request for Comments
RMI	Remote Method Invocation
SOA	Service-Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
URL	Uniform Resource Locator
UTF-16	16-bit Unicode Transformation Format

W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web

Capítulo 1

Introdução

Este relatório pretende dar a conhecer o trabalho realizado pelo estagiário André Filipe Rodrigues Jorge, durante o ano lectivo 2012/2013, no âmbito da disciplina “Estágio/Dissertação” do Mestrado em Engenharia Informática do Departamento de Engenharia Informática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. O título do estágio é “Desenvolvimento de plataforma para monitorização de consumos em edifícios (Frontend)” e teve como orientadores:

- Dr. Joel Perdiz Arrais - DEI FCTUC
- Eng. Francisco Maia - Streamline, Lda.
- Eng. Paulo Ferreira - Streamline, Lda.

1.1. Streamline, Lda.

A Streamline, Lda. é uma empresa de engenharia informática que tem como missão tornar os processos de sistemas e tecnologias de informação mais eficientes. Esta empresa fornece serviços de administração de sistemas, helpdesk, segurança, virtualização e web analytics.

1.2. Enquadramento e Motivação

Actualmente enfrentamos um problema energético mundial complexo, com recursos cada vez mais escassos e preços em ascensão, os líderes mundiais procuram promover políticas que sensibilizem os consumidores a adoptarem medidas que resultem numa maior eficiência no consumo energético. Um exemplo são as metas estabelecidas pela União Europeia para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa e aumentar a eficiência energética até ao ano de 2020[3]. Portugal não é excepção, e como exemplo do “bom aluno” que é, criou o Decreto-Lei n.º319/2009 que contempla um conjunto de medidas com o objectivo de alcançar, até 2015, uma melhoria da eficiência energética equivalente a 10% do consumo final de energia, antecipando o prazo e ultrapassando a meta prevista na Directiva n.º2006/32/CE[4][5].

Face aos desafios actuais, a empresa Streamline, Lda. criou um sistema para monitorização de consumos de electricidade, gás, água e outros chamado MeWaGo. As características que distinguem este sistema de outros é o facto de conseguir uma integração eficiente de dados de origem diversa (multi-metering) - gás, água, electricidade e outros - permitindo que vários equipamentos de contabilização energética possam ser instalados num ou mais edifícios. O sistema é responsável por guardar um histórico dos consumos energéticos dos diversos equipamentos instalados em clientes empresariais e domésticos.

Este estágio surgiu para colmatar a falta de uma plataforma que permita a interação entre o utilizador e os dados históricos de consumos armazenados no sistema MeWaGo. Dada a evolução que se tem notado nas tecnologias de informação, nomeadamente ao nível de smartphones e tablets, será hoje possível maximizar a quantidade de dispositivos compatíveis com as mais recentes tecnologias para a Internet. Pretende-se portanto desenvolver um serviço e uma aplicação web multiplataforma de forma a disponibilizar ao utilizador do sistema uma interface gráfica que permita tal interacção através da Internet.

Como resultado deste estágio o aluno pretende complementar os seus conhecimentos de tecnologias para a Internet, através do estudo das mais recentes em desenvolvimento, bem como proporcionar à empresa Streamline, Lda. uma solução que satisfaça as suas necessidades para os próximos anos.

Capítulo 2

Estado da arte

2.1. O projecto MeWaGo

O projecto MeWaGo teve origem na dissertação de mestrado integrado de engenharia electrotécnica e de computadores do ex-aluno do DEEC Francisco André Martins Ferreira [1]. Desta dissertação resultou um protótipo de um sistema de monitorização intitulado eMonitor. O sistema eMonitor foi posteriormente instalado no DEEC para efeitos de estudo e testes.

Devido à necessidade de tornar o sistema de monitorização compatível com outros equipamentos de aquisição, para além dos que inicialmente utilizava, e torná-lo compatível com edifícios com configurações diferentes do DEEC, foi necessário redesenhar algumas componentes do sistema tornando-o mais modular. Foi então que surgiu o projecto MeWaGo composto por quatro componentes, sendo estas os pontos de aquisição, os proxys, o servidor central e o frontend. A Figura 1 ilustra o estado actual deste projecto.

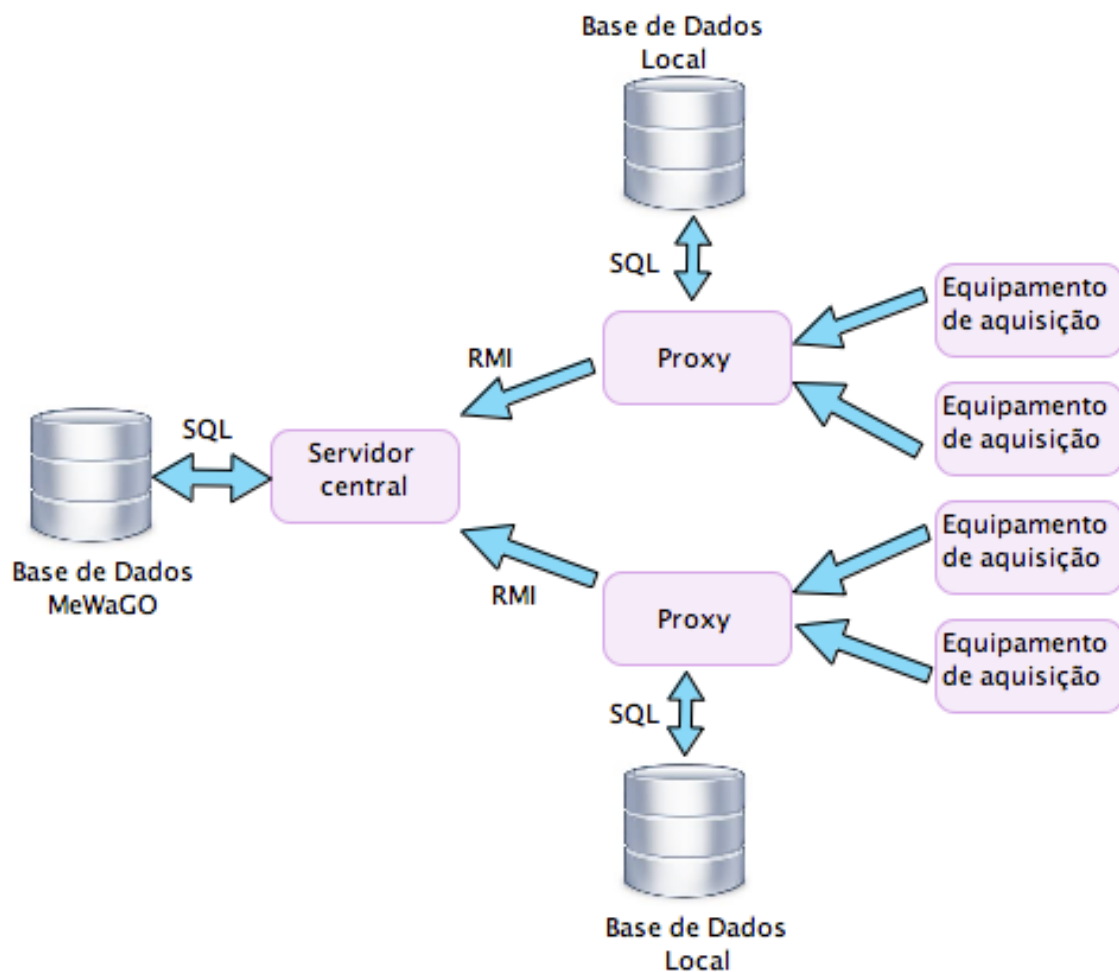


Figura 1 - Arquitectura geral da plataforma MeWaGo

2.1.1. Equipamento de aquisição

Estes equipamentos são responsáveis por registar os recursos consumidos, em média em intervalos de 15 minutos, numa determinada localização. Cada equipamento tem um driver específico que permite gerir os registos armazenados nos respectivos equipamentos. As Figuras 2 e 3 [1] ilustram dois dos vários tipos de equipamentos compatíveis com o sistema.

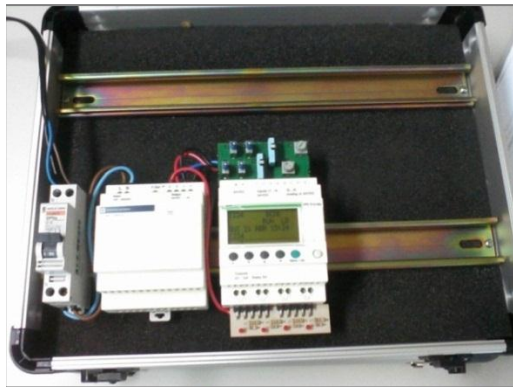


Figura 2 - Kit da Schneider



Figura 3 - Módulo Zélio com módulo de comunicação

2.1.2. Proxys

O proxy é a componente do sistema MeWaGo responsável por obter os dados dos vários equipamentos de aquisição instalados num edifício. Cada proxy tem uma base de dados onde os valores obtidos dos equipamentos de aquisição são persistidos até que estes sejam transferidos para o servidor central. É portanto necessário instalar um proxy em cada edifício. A base de dados de cada proxy foi criada usando o software SQLite.

2.1.2.1. Base de dados local

Cada proxy usa uma base de dados SQLite para armazenar temporariamente as leituras antes destas serem transmitidas para o Servidor Central para serem armazenadas na Base de dados principal do sistema MeWaGO.

2.1.3. Servidor central

O servidor central é responsável por obter os dados de aquisições de cada proxy e persisti-los na base de dados principal do sistema MeWaGo. A comunicação entre o servidor central e os vários proxys activos é feita recorrendo a RMI e em intervalos de 15 minutos. Após os dados serem persistidos na base de dados do servidor central este ordena a remoção dos

dados persistidos localmente em cada um dos proxys activo. A base de dados do servidor central foi criada recorrendo ao software MySQL.

2.1.3.1. Base de dados MeWaGO (principal)

Esta base de dados usa o software MySQL e é a base de dados principal do sistema MeWaGO. O modelo de dados desenvolvido para o sistema MeWaGo torna possível a gestão dos seguintes dados:

- Utilizadores
- Permissão de acesso aos dados de determinado edifício
- Alertas
- Edifícios
- Localização dos equipamentos de aquisição
- Equipamentos de aquisição
- Tarifários
- Leitura dos consumos registados

2.2. Revisão Literária

Esta secção do capítulo descreve as várias tecnologias e protocolos relevantes para o desenvolvimento deste projecto. Pretende que o leitor seja capaz de entender os conceitos que ajudaram a determinar os objectivos e permitiram a realização do trabalho desenvolvido durante o estágio.

2.2.1. HTTP

HTTP é o principal protocolo de comunicação utilizado na *World Wide Web*, i.e., utilizado por sistemas de informação de hipermédia, distribuídos e colaborativos. É um protocolo de requisição-resposta que tem como base o modelo computacional cliente-servidor, permitindo uma forma padronizada de comunicação entre clientes e servidores ligados à Internet.

Tim Berners-Lee e sua equipa de investigação foram os principais responsáveis pela primeira versão do protocolo (HTTP/0.9), em 1991[17]. Nesta primeira versão os dados eram transmitidos no formato de texto ASCII e existia apenas um método de requisição chamado GET. Desde então o IETF [IETF], através do Network Working Group, continuou a desenvolver o protocolo e no ano de 1996 surgiu a primeira versão oficial do protocolo, a versão HTTP/1.0 [RFC1945]. Esta nova versão permitia transferir mensagens do tipo MIME [RFC2045], utilizar novos métodos de requisição chamados POST e HEAD, e utilizar cabeçalhos nas mensagens. Em Janeiro de 1997 foi publicada a versão HTTP/1.1 [RFC2068] do protocolo que acabou por dar lugar a algumas melhorias e actualizações em Junho de 1999 [RFC2616]. A Tabela 1 descreve os métodos presentes na versão mais recente do protocolo.

Método	Descrição
CONNECT	Permite converter a ligação para um túnel TCP/IP, por vezes utilizado para criar conexões encriptadas que usem um <i>proxy</i> HTTP que gere ligações não encriptadas.
DELETE	Apaga o recurso especificado.

GET	Permite ao cliente solicitar um recurso ao servidor, alguns parâmetros podem estar explícitos no URL.
HEAD	Solicita metainformações, sobre um recurso, por meio do cabeçalho da resposta sem que o recurso seja retornado.
OPTIONS	Permite ao cliente consultar os métodos que o servidor suporta para o URL especificado.
PATCH	Permite modificar parcialmente o recurso especificado.
POST	Permite ao cliente enviar dados para o servidor processar sobre um recurso especificado.
PUT	Permite guardar um novo recurso, ou actualizar o recurso existente, no URL especificado.
TRACE	Ecoa o pedido de volta ao cliente para que possa saber se o pedido sofreu alterações durante a transmissão até ao servidor.

Tabela 1 - Breve descrição dos métodos HTTP/1.1

O protocolo HTTP/1.1 inclui um código de estado na primeira linha do cabeçalho de cada resposta. Estes códigos são formados por três dígitos e o primeiro dígito permite agrupar os códigos por classes. A Tabela 2 pretende dar ao leitor uma breve descrição das várias classes existentes.

Código de resposta	Descrição
1xx	Informação - permite informar o cliente de que o seu pedido foi recebido e está a ser processado.
2xx	Sucesso - o pedido foi bem sucedido.
3xx	Redireccionamento - alguma acção adicional é necessária para completar o pedido.
4xx	Erro no cliente - o cliente fez um pedido inválido, que resultou num erro ou não pode ser retornado.
5xx	Erro no servidor - o cliente fez um pedido válido mas o servidor falhou na resposta.

Tabela 2 - Descrição dos códigos de estado de resposta a pedidos HTTP

2.2.2. HTML

A linguagem de marcação HTML foi criada em 1990 pelo físico britânico Tim Berners-Lee, quando trabalhava para a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, como uma solução para a guardar de forma organizada toda a informação gerada durante o projecto do Grande Colisionador de Hadrões. A primeira publicação na IETF ocorreu em 1993 pela autoria de Berners-Lee e Dan Connolly e em 1995 ambos publicaram a versão HTML 2.0 [RFC1866]. Algumas funcionalidades foram adicionadas como formulários para upload de ficheiros [RFC1867], a possibilidade de criação de tabelas [RFC1942], mapas de imagens do lado do cliente [RFC1980] e internacionalização (i18n) [RFC2070]. Em 1997, a versão HTML 3.2 foi publicada pela W3C, dado que o grupo de trabalho da IETF terminou em 1996, e desde então a linguagem tem vindo a ser desenvolvida pela W3C. A versão final mais recentemente publicada foi a versão HTML 4.01 em 1999 [16], para a qual foi lançada uma errata em 2001. No ano 2000, a linguagem deu origem à norma internacional ISO/IEC 15445:2000. Finalmente, em Janeiro de 2008 a W3C publicou a especificação HTML5 como Working Draft que se mantém em desenvolvimento.

2.2.2.1. HTML5

HTML5, é quinta versão da linguagem de marcação HTML. Esta versão, apesar de ainda estar em desenvolvimento pela W3C, já começou a ser implementada pelos principais navegadores disponíveis. Para além de novos elementos, atributos e comportamentos, esta nova versão torna possível a utilização de novas tecnologias possibilitando o

desenvolvimento de aplicações web mais diversas e poderosas. Estas novas tecnologias suportadas podem ser agrupadas da seguinte forma [7]:

- Semântica - permitindo uma descrição mais concisa do conteúdo das páginas web;
- Connectividade - melhorando a forma como os navegadores comunicam com os servidores;
- Offline e armazenamento - permitindo aos utilizadores guardem mais dados nos seus navegadores e interajam com as páginas web em modo offline de uma forma mais eficiente;
- Multimédia - suporte para vídeo e áudio embutido nas páginas HTML;
- Gráficos e efeitos 2D/3D - melhorando a forma como a apresentação do conteúdo das páginas é feito;
- Desempenho e Integração - procurando otimizar a forma como os diferentes tipos de hardware executam o conteúdo dos navegadores;
- Acessos a dispositivos - aumentando a interactividade das páginas web com os dispositivos de input/output presentes nos equipamentos onde o navegador executa;
- Estilização - permitindo aos autores desenvolverem novos estilos e temas para as suas páginas web.

A utilização desta nova versão da linguagem HTML foi um dos requisitos impostos pela empresa Streamline, Lda para o desenvolvimento deste estágio, por isso torna-se necessário identificar quais as principais funcionalidades que serão utilizadas. Em seguida o leitor pode encontrar uma breve descrição introdutória destas tecnologias que permitem a criação de aplicações web mais complexas.

Application Cache

Esta funcionalidade permite que o navegador guarde em cache os vários componentes da aplicação web. Estes podem ser ficheiros HTML, CSS, scripts JavaScript, imagens e outros ficheiros que componham a aplicação[8]. Esta funcionalidade permite aceder aos conteúdos em modo offline, carregar os conteúdos da página mais depressa em modo online a partir do segundo acesso e reduzindo a quantidade de dados a transferir do servidor uma vez que apenas os conteúdos que tenham sido alterados serão transferidos.

Web Storage

Esta API permite persistir dados do lado do cliente na forma de pares chave-valor. Divide-se em dois mecanismos, por um lado temos o `sessionStorage` que funciona de forma semelhante a *HTTP session cookies* permitindo guardar dados acessíveis apenas ao separador do navegador onde a página web se encontra aberta. O outro mecanismo chama-se `localStorage` e permite persistir dados que podem ser partilhados por múltiplos separadores no mesmo navegador onde a página web está a ser visualizada.[9]

Indexed Database API

Esta API funciona de forma semelhante à Web Storage API, i.e., permite persistir dados na forma de pares chave-valor. Permite associar uma base de dados a cada domínio visitado pelo navegador.[10] Cada base de dados é composta por uma ou mais Object Stores implementadas na forma de estruturas árvore B, o que garante uma complexidade logarítmica na inserção, remoção e consulta (*in-order traversal*) mesmo quando se trata de uma quantidade significativa de dados.[15]

Web SQL Database

Esta API já não se encontra em manutenção e o W3C recomenda que não seja implementada em futuras aplicações web. É semelhante à Indexed Database API, uma vez que permite persistir e consultar dados do lado do cliente com a diferença de usar a linguagem SQL[11]. A sua utilização continua a ser necessária porque alguns dos principais navegadores suportam esta API e não a Indexed Database API.

2.2.3. CSS

CSS é uma linguagem de estilo criada para permitir gerir a forma de apresentação de documentos, escritos por numa linguagem de marcação como HTML ou XML, independentemente do conteúdo de tais documentos. Antes da utilização de CSS aspectos relacionados com a apresentação estavam contidos na própria linguagem de marcação. A primeira recomendação foi publicada pelo W3C a 17 de Dezembro de 1996 e teve como autores Håkon Wium Lie e Bert Bos [CSS1]. Em Março de 1998 foi publicado o RFC 2318 [RFC2318] que define o tipo MIME text/css para ser usado pelos documentos escritos na linguagem CSS. Desde então a linguagem tem evoluído, foi publicada a recomendação CSS nível 2 [CSS2] e posteriormente a revisão 1 do CSS nível 2 CSS [CSS2.1]. Até à revisão 1 nível 2 da linguagem CSS a especificação era contida num único documento. O nível 3 da linguagem surge na forma de módulos, estando cada módulo contido num documento individual e tendo como base a revisão 1 do nível 2, cada novo módulo pretende adicionar novas capacidades à revisão 1 do nível 2 da linguagem ou extender algumas características já presentes [CSS3]. Tendo a especificação CSS dividida por módulos torna possível desenvolver alguns módulos até níveis mais elevados, como é o caso do módulo Selectors nível 4 [Selectors4] em desenvolvimento.

2.2.4. JavaScript

JavaScript é uma linguagem de programação interpretada que permite executar scripts em navegadores. Tem como base linguagem ECMAScript, padronizada pela Ecma International através das especificações ECMA-262 [ECMA262] e ISO/IEC 16262. Cada navegador web tem um motor JavaScript responsável por executar os scripts, por exemplo o navegador Google Chrome utiliza o motor JavaScript V8 da própria Google escrito na linguagem de programação C++ e distribuído em código aberto.

A execução de scripts JavaScript do lado do cliente permite ao cliente interagir com o conteúdo da página web independentemente do servidor. A principal vantagem desta linguagem de programação é permitir ao navegador fazer solicitações assíncronas de informações a um ou mais servidores, esta técnica chama-se AJAX e deu origem à evolução do modelo de arquitectura de software MVC, usada em aplicações web, por permitir que alguns componentes do modelo MVC executem no navegador.

2.3. Architecturas de software para a Internet

Esta secção pretende descrever algumas das principais arquitecturas de software utilizadas para criar sistemas de informação que comunicam usando a Internet. A grande maioria destas arquitecturas são uma variação do tipo cliente/servidor. Este tipo de arquitecturas é mais comum estar dividida em três camadas (*3-Tier*), sendo estas: a camada de interface com o usuário, a camada lógica do negócio e a camada de dados onde normalmente se encontra uma ou mais bases de dados. A grande vantagem em dividir as componentes da arquitectura em módulos está em permitir actualizar cada uma de forma independente sem que todo o sistema fique comprometido.

2.3.1. Architecturas orientadas a serviços

Este tipo de arquitectura, chamada SOA, procura representar a camada lógica do negócio fundamentalmente através da disponibilização das funcionalidades do software na forma de serviços. Duas das principais formas de implementar estes serviços via Internet são usando a arquitectura REST ou implementando uma pilha de protocolos de web services usando o protocolo SOAP.

2.3.1.1. REST

REST [REST], em português 'Transferência de Estado Representativo', é um estilo de arquitectura de software para sistemas distribuídos que serve para descrever qualquer interface web simples que utiliza JSON (ou qualquer outro formato incluindo texto simples) e o protocolo HTTP para as comunicações. O termo RESTful server para identificar um sistema que obedeca aos princípios REST. A Tabela 3 lista os métodos HTTP utilizados por este estilo.

Operação	URL	Método HTTP	Dados anexos ao pedido/Opcionais
Obter registos da tabela A	/api/A	GET	Campo Range no cabeçalho do pedido HTTP (exemplo: Range: resources=2-10 devolve os registos com identificadores entre 2 e 10 inclusive)
Obter registo da tabela A com identificador X	/api/A/X	GET	nenhum
Criar novo registo na tabela A	/api/A	POST	Dados do novo registo
Actualizar registo com identificador X da tabela A	/api/A/X	PUT	Dados que se pretendem actualizar do registo com identificador X
Remover o registo com identificador X da tabela A	/api/A/X	DELETE	nenhum

Tabela 3 - Exemplo genérico de uma API RESTful

2.3.1.2. SOAP

SOAP [SOAP], ou Protocolo Simples de Acesso a Objectos, é um protocolo que se baseia na utilização da linguagem de marcação extensível (XML) para estruturar e formatar as mensagens e possibilitar a troca de informação em plataformas descentralizadas e distribuídas. Para negociar a troca de informação são utilizados protocolos da camada de aplicação do modelo OSI como SMTP, RPC ou HTTP. O protocolo SOAP divide-se em três componentes: um envelope composto por um cabeçalho e o corpo da mensagem a transmitir; um conjunto de regras codificadas para expressar instâncias dos tipos de dados usados na aplicação; e uma convenção para representar chamadas de procedimentos e respostas.

2.3.2. Architecturas de software para aplicações Web (Frontend)

Em seguida serão descritas algumas das principais arquitecturas usadas na camada de interface com o utilizador.

2.3.2.1. MVC

O modelo MVC foi inicialmente concebido por Trygve Reenskauge em 1979[MVC]. Neste tipo de modelo de arquitectura de software temos três componentes chamadas de Modelo, Vista e Controlador. A componente Vista é responsável por representar visualmente o Modelo, ou parte deste, permitindo ao utilizador iniciar interacções com os dados do

sistema, sendo fundamental que a Vista reflita alguma semântica por detrás dos atributos do Modelo. O Modelo representa os dados armazenados no sistema, é portanto responsável por permitir manipular a informação do sistema. E finalmente a componente Controlador é responsável por fazer a mediação das acções efectuadas entre a Vista e o Modelo.

2.3.2.2. MVVM

O padrão MVVM [MVVM] é uma variação do modelo MVC. Neste caso as componentes do modelo são o Modelo, a Vista e a VistaModelo. Este tipo de padrão de software diferencia-se do seu antecessor MVC através da componente VistaModelo que funciona de forma semelhante à componente Controlador, servindo de medidor entre a Vista e o Modelo, com a vantagem de conseguir reflectir alterações ao Modelo na Vista sem que o utilizador tenha efectuado qualquer operação. Através desta componente, alterações aos dados do Modelo podem ser automaticamente propagadas até à componente Vista, o que é uma vantagem em linguagens orientadas por eventos como é o caso do JavaScript.

2.3.2.3. MVP

O padrão MVP [MVP] é uma generalização do padrão de software MVC com a diferença de ter uma camada Presenter em vez de uma camada Controlador. A camada Presenter, que funciona como uma interface capaz de mediar a informação trocada entre a camada View e Model, é responsável por obter os dados do modelo e formatá-los para exibí-los na camada Vista.

2.4. Análise de soluções disponíveis no Mercado

Em seguida serão apresentadas algumas das soluções para monitorização de consumos energéticos existentes no mercado nacional e internacional, bem como uma tabela que permite comparar as características das diferentes soluções. Desta forma é possível analisar com algum detalhe as características das diferentes Frontends usados pelas soluções.

2.4.1. Cloogy® (ISA - Intelligent Sensing Anywhere, S.A.)

O produto Cloogy® permite medir e analisar os consumos eléctricos através de um sensor instalado junto ao quadro eléctrico e de tomadas inteligentes. Os dados são enviados para um concentrador que pode ser ligado a um Router de forma a transmitir os dados recolhidos para a aplicação que executa no PC, Tablet ou Smartphone do cliente.

<http://www.cloogy.com>

2.4.2. Bidgely

Solução que não requer qualquer instalação de hardware. De acordo com os consumos registados ao fim do mês, este software usa técnicas de análise de padrões de consumo para fazer previsões dos consumos efectuados por cada equipamento eléctrico.

www.bidgely.com

2.4.3. Geoterme Automação

Sistema de monitorização que permite o acompanhamento do funcionamento de um edifício ou de um sistema. Este sistema permite monitorizar vários recursos como o consumos de electricidade, água e gás.

<http://www.geoterme.com/pt/soluções/sistemas-de-monitorização>

2.4.4. PlotWatt

Utiliza um equipamento de medição de consumo geral de electricidade juntamente com técnicas de análise de padrões de consumos de forma a tentar prever o consumo individual de cada equipamento eléctrico sem que haja uma medição individual.

<http://www.bluelineinnovations.com/Products/power-cost-energy-monitor-wifi-gateway/Plotwatt>

2.4.5. Eragy

Utiliza um equipamento de medição de consumo geral de electricidade juntamente com técnicas de análise de padrões de consumos de forma a tentar prever o consumo individual de cada equipamento eléctrico sem que haja uma medição individual.

<http://www.eragy.com/control4-dealers.html>

2.4.6. Tabela comparativa

A Tabela 4 lista as diferentes características de cada solução de monitorização de consumos energéticos analisada.

Característica	Cloogy	Bidgely	Geotherme	PlotWatt	Eragy
Recursos analisados	electricidade	electricidade	Electricidade gás, água e entalpia	electricidade	electricidade
Gráficos de consumos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Histórico de consumos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Comparação de consumos	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Cálculo de custos	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Cálculo de emissões CO2	Não	Não	Não	Não	Não
Envio de alertas	Não	Não	Não	Não	Sim
Controlo remoto de equipamentos	Sim	Não	Não	Não	Não
Simulação de tarifas	Sim	Não	Não	Não	Não
Criação de relatórios	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Rede social de utilizadores	Sim	Não	Não	Não	Não

Tabela 4 - Comparação de algumas soluções de software para monitorização

Capítulo 3

Objectivos, Método de Abordagem e Requisitos

Este capítulo identifica os objectivos do estágio, os requisitos identificados e os método de abordagem que foi usado.

3.1. Objectivos

O objectivo deste estágio é implementar uma plataforma que torne possível a interacção, via Internet, entre os de utilizadores do sistema MeWaGo e os seus dados persistidos na base de dados principal do sistema MeWaGo. A empresa Streamline, Lda. decidiu que esta plataforma deverá disponibilizar ao utilizador uma aplicação Web, compatível com HTML5 e CSS3, que esteja disponível também em modo offline de forma a que os utilizadores possam utilizá-la mesmo quando uma ligação à Internet não esteja disponível.

Para alcançar tal objectivo, foi necessário desenvolver um serviço RESTful e uma aplicação Web. Estas duas soluções, juntamente com o servidor Web (onde a RESTful API opera) e a base de dados principal do sistema MeWaGo, compõem a plataforma MeWaGo Web.

3.2. Método de Abordagem

Para o desenvolvimento da plataforma MeWaGo Web durante o segundo semestre foi utilizado o processo Scrum [14]. Como ainda não há uma versão final da especificação para a linguagem HTML5, apesar dos principais navegadores já terem começado a implementá-lo, torna-se difícil prever o comportamento destes durante o desenvolvimento da aplicação web. Uma das principais vantagens do processo Scrum é o de possibilitar um desenvolvimento iterativo e incremental face à impossibilidade de prever o que irá ocorrer quando os vários navegadores estiverem a executar a aplicação Web. Outro factor que levou à escolha deste método ágil de desenvolvimento de software deve-se ao facto de ter sido usado com sucesso durante o desenvolvimento do sistema MeWaGo. Como a Figura 4 (imagem retirada de [6]) nos mostra, o processo Scrum tem duas listas principais de tarefas, o Product Backlog e o Sprint Backlog.

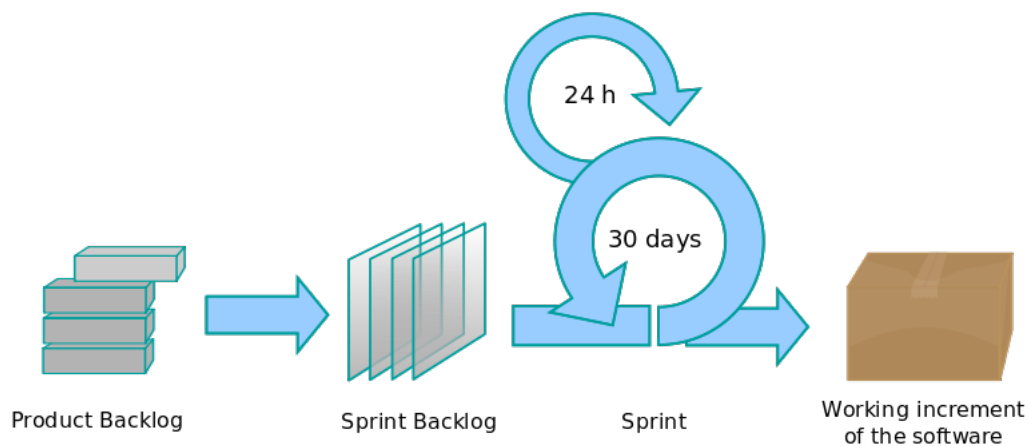


Figura 4 - Exemplo do processo Scrum

O Product Backlog pretende listar as várias componentes da solução de software a ser desenvolvida e o Sprint Backlog é uma lista de tarefas a realizar de forma a implementar de forma as componentes do Product Backlog seleccionadas para cada Sprint. Um Sprint corresponde a um período de tempo limitado em que a equipa de desenvolvimento se compromete a desenvolver uma parte da solução. Foi feita uma reunião no início de cada Sprint e outra no final de forma a analisar os problemas que foram surgindo por forma a poderem tomar-se medidas concretas para ultrapassar tais dificuldades.

O dono do produto foi o engenheiro Francisco Maia, responsável por manter o product backlog. O scrum master foi o engenheiro Paulo Ferreira, responsável pelo processo Scrum e sua correcta aplicação. A equipa de desenvolvimento foi composta pelo estagiário.

3.3. Servidor Web

O servidor Web tem duas funções na plataforma MeWaGO Web. É responsável por disponibilizar a aplicação Web ao navegador do utilizador durante o primeiro acesso, desta forma a instalação da aplicação no navegador é feito de forma automática durante este primeiro acesso, e é também responsável por disponibilizar uma RESTful API para que a aplicação Web possa interagir com a base de dados do sistema MeWaGO através de pedidos AJAX feitos à RESTful API.

A RESTful API é responsável por receber pedidos HTTP do navegador Web a executar do lado do cliente, de obter os dados da base de dados do sistema MeWaGO e de enviar as respectivas respostas ao navegador Web do cliente no formato de dados JSON. O estagiário foi responsável por identificar o conjunto de requisitos necessários a implementar para a RESTful API de forma a proporcionar o correcto funcionamento da plataforma MeWaGO Web. A Tabela 5 lista os requisitos para o servidor Web.

Requisito	Descrição
REQ_1_2_2	O utilizador terá de se autenticar para poder interagir com os dados do sistema MeWaGO.
REQ_2_1_2	As respostas de pedidos devem usar o formato de dados JSON.
REQ_2_2_1	O cliente terá de voltar a autenticar-se após 1 hora.
REQ_2_2_2	As comunicações entre o cliente e o servidor requerem uma chave de autenticação válida.
REQ_2_2_3	Envio de dados de edifícios no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_4	Envio de dados de tarifários no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_5	Envio de dados de localizações no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_6	Envio de dados de dispositivos de aquisição no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_7	Envio de dados sobre o tipo de recursos a serem monitorizados no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_8	Envio de dados de canais de aquisição no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_9	Envio de dados de alarmes no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_10	Envio de dados de consumos associados a uma localização no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_2_11	Envio de dados de consumos associados a um canal de aquisição no formato JSON para a aplicação cliente.
REQ_2_4_1	A base de dados do sistema MeWaGO deve estar acessível.

Tabela 5 - Requisitos para o servidor Web

3.4. Aplicação Web

A aplicação Web permite a um utilizador ter acesso aos seus dados no sistema MeWaGO. Através desta aplicação o utilizador terá acesso ao seu histórico de consumos, poderá fazer comparações entre dois períodos de consumos e também terá acesso à metainformação associada à localização e tipos de equipamentos instalados em seus edifícios. A Tabela 6 lista os requisitos identificados pela empresa.

ID	Resumo	Justificação
REQ_3_2_1	Gráfico com consumo diário de electricidade	Gráfico de área com o consumo diário de electricidade em kWh, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_2	Gráfico com consumo diário de água	Gráfico de área com o consumo diário de água em m ³ , desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_3	Gráfico com consumo diário de gás	Gráfico de área com o consumo diário de gás em m ³ , desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_4	Gráfico com consumo semanal de electricidade	Gráfico de área com o consumo semanal de electricidade em kWh, desde o início da semana actual até à hora actual, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_5	Gráfico com consumo semanal de água	Gráfico de área com o consumo semanal de água em m ³ , desde o início da semana actual até à hora actual, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_6	Gráfico com consumo semanal de gás	Gráfico de área com o consumo semanal de gás em m ³ , desde o início da semana actual até à hora actual, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_7	Gráfico com consumo mensal de electricidade	Gráfico de barras com o consumo mensal de electricidade em kWh, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_8	Gráfico com consumo mensal de água	Gráfico de barras com o consumo mensal de água em m ³ , desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, com base numa frequência de amostragem de um dia .
REQ_3_2_9	Gráfico com consumo mensal de gás	Gráfico de barras com o consumo mensal de gás em m ³ , desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, com base numa frequência de amostragem de um dia .
REQ_3_2_10	Gráfico com consumo anual de electricidade	Gráfico de barras com o consumo anual de electricidade em kWh, desde Janeiro do ano actual até ao mês actual, com base numa frequência de amostragem de um mês .
REQ_3_2_11	Gráfico com consumo anual de água	Gráfico de barras com o consumo anual de água em m ³ , desde Janeiro do ano actual até ao mês actual, com base numa frequência de amostragem de um mês .
REQ_3_2_12	Gráfico com consumo anual de gás	Gráfico de barras com o consumo anual de gás em m ³ , desde Janeiro do ano actual até ao mês actual, com base numa frequência de amostragem de um mês .
REQ_3_2_13	Gráfico com consumo diário comparativo de electricidade	Gráfico de área com o consumo diário de electricidade em kWh, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.

REQ_3_2_14	Gráfico com consumo diário comparativo de água	Gráfico de área com o consumo diário de água em m ³ , desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_15	Gráfico com consumo diário comparativo de gás	Gráfico de área com o consumo diário de gás em m ³ , desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_16	Gráfico com consumo semanal comparativo de electricidade	Gráfico de área com o consumo semanal de electricidade em kWh, desde o início da semana actual até à hora actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_17	Gráfico com consumo semanal comparativo de água	Gráfico de área com o consumo semanal de água em m ³ , desde o início da semana actual até à hora actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_18	Gráfico com consumo semanal comparativo de gás	Gráfico de área com o consumo semanal de gás em m ³ , desde o início da semana actual até à hora actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_19	Gráfico com consumo mensal comparativo de electricidade	Gráfico de barras com o consumo mensal de electricidade em kWh, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, incluindo igual período do mês anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_20	Gráfico com consumo mensal comparativo de água	Gráfico de barras com o consumo mensal de água em m ³ , desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, incluindo igual período do mês anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_21	Gráfico com consumo mensal comparativo de gás	Gráfico de barras com o consumo mensal de gás em m ³ , desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, incluindo igual período do mês anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_22	Gráfico com consumo plurianual de electricidade	Gráfico de barras com o consumo total de electricidade em kWh, com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_23	Gráfico com consumo plurianual de água	Gráfico de barras com o consumo total de água em m ³ , com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_24	Gráfico com consumo plurianual de gás	Gráfico de barras com o consumo total de gás em m ³ , com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_25	Gráfico com variação anual do consumo médio semanal de electricidade	Gráfico de linhas e barras. As barras devem identificar o consumo médio semanal de electricidade em kWh, com base numa frequência de amostragem de uma semana. A linha deve identificar a variação anual de acordo com o consumo médio semanal.
REQ_3_2_26	Gráfico com variação anual do consumo médio semanal de água	Gráfico de linhas e barras. As barras devem identificar o consumo médio semanal de água em m ³ , com base numa frequência de amostragem de uma semana. A linha deve identificar a variação anual de acordo com o consumo médio semanal.
REQ_3_2_27	Gráfico com variação anual do consumo médio semanal de gás	Gráfico de linhas e barras. As barras devem identificar o consumo médio semanal de gás em m ³ , com base numa frequência de amostragem de uma semana. A linha deve identificar a variação anual de acordo com o consumo médio semanal.

REQ_3_2_28	Tabela comparativa de consumos diário de electricidade	Tabela com valores da potência corrente, da potência máxima, da potência média e do total de energia eléctrica consumida, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_29	Tabela comparativa de consumos semanais de electricidade	Tabela com valores da potência máxima, da potência média e do total de energia eléctrica consumida, desde o início da semana actual até ao dia actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_30	Gráfico personalizado com consumo diário comparativo de electricidade	Gráfico de área com o consumo diário de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_31	Gráfico personalizado com consumo diário comparativo de água	Gráfico de área com o consumo diário de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_32	Gráfico personalizado com consumo diário comparativo de gás	Gráfico de área com o consumo diário de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_33	Gráfico personalizado com consumo semanal comparativo de electricidade	Gráfico de área com o consumo semanal de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_34	Gráfico personalizado com consumo semanal comparativo de água	Gráfico de área com o consumo semanal de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_35	Gráfico personalizado com consumo semanal comparativo de gás	Gráfico de área com o consumo semanal de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_36	Gráfico personalizado com consumo mensal comparativo de electricidade	Gráfico de barras com o consumo mensal de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_37	Gráfico personalizado com consumo mensal comparativo de água	Gráfico de barras com o consumo mensal de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_38	Gráfico personalizado com consumo mensal comparativo de gás	Gráfico de barras com o consumo mensal de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_39	Gráfico personalizado com consumo plurianual de electricidade	Gráfico de barras com o consumo de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_40	Gráfico personalizado com consumo plurianual de água	Gráfico de barras com o consumo de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um ano.

REQ_3_2_41	Gráfico personalizado com consumo plurianual de gás	Gráfico de barras com o consumo de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_42	Tabela personalizada com consumo diário comparativo de electricidade	Tabela com o consumo diário de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_43	Tabela personalizada com consumo diário comparativo de água	Tabela com o consumo diário de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_44	Tabela personalizada com consumo diário comparativo de gás	Tabela com o consumo diário de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_45	Tabela personalizada com consumo semanal comparativo de electricidade	Tabela com o consumo semanal de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_46	Tabela personalizada com consumo semanal comparativo de água	Tabela com o consumo semanal de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_47	Tabela personalizada com consumo semanal comparativo de gás	Tabela com o consumo semanal de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_48	Tabela personalizada com consumo mensal comparativo de electricidade	Tabela com o consumo mensal de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_49	Tabela personalizada com consumo mensal comparativo de água	Tabela com o consumo mensal de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_50	Tabela personalizada com consumo mensal comparativo de gás	Tabela com o consumo mensal de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_51	Tabela personalizada com consumo plurianual de electricidade	Tabela com o consumo de electricidade em kWh, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_52	Tabela personalizada com consumo plurianual de água	Tabela com o consumo de água em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_53	Tabela personalizada com consumo plurianual de gás	Tabela com o consumo de gás em m ³ , durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um ano.
REQ_3_2_54	Gráfico com custo diário de electricidade	Gráfico de área com o custo diário de electricidade, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.

REQ_3_2_55	Gráfico com custo diário de água	Gráfico de área com o custo diário de água, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_56	Gráfico com custo diários de gás	Gráfico de área com o custo diário de gás, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_57	Gráfico com custo semanal de electricidade	Gráfico de área com o custo semanal de electricidade, desde o início da semana actual até à hora actual, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_58	Gráfico com custo semanal de água	Gráfico de área com o custo semanal de água, desde o início da semana actual até à hora actual, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_59	Gráfico com custo semanal de gás	Gráfico de área com o custo semanal de gás, desde o início da semana actual até à hora actual, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_60	Gráfico com custo mensal de electricidade	Gráfico de barras com o custo mensal de electricidade, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_61	Gráfico com custo mensal de água	Gráfico de barras com o custo mensal de água, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_62	Gráfico com custo mensal de gás	Gráfico de barras com o custo mensal de gás, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_63	Gráfico com custo anual de electricidade	Gráfico de barras com o custo anual de electricidade, desde Janeiro do ano actual até ao mês actual, com base numa frequência de amostragem de um mês.
REQ_3_2_64	Gráfico com custo anual de água	Gráfico de barras com o custo anual de água, desde Janeiro do ano actual até ao mês actual, com base numa frequência de amostragem de um mês.
REQ_3_2_65	Gráfico com custo anual de gás	Gráfico de barras com o custo anual de gás, desde Janeiro do ano actual até ao mês actual, com base numa frequência de amostragem de um mês.
REQ_3_2_66	Gráfico com custo diário comparativo de electricidade	Gráfico de área com o custo diário de electricidade, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_67	Gráfico com custo diário comparativo de água	Gráfico de área com o custo diário de água, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_68	Gráfico com custo diário comparativo de gás	Gráfico de área com o custo diário de gás, desde as zero horas do dia actual até ao momento actual, incluindo igual período do dia homólogo da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_69	Gráfico com custo semanal comparativo de electricidade	Gráfico de área com o custo semanal de electricidade, desde o início da semana actual até à hora actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_70	Gráfico com custo semanal comparativo de água	Gráfico de área com o custo semanal de água, desde o início da semana actual até à hora actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de uma hora.

REQ_3_2_71	Gráfico com custo semanal comparativo de gás	Gráfico de área com o custo semanal de gás, desde o início da semana actual até à hora actual, incluindo igual período da semana anterior, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_72	Gráfico com custo mensal comparativo de electricidade	Gráfico de barras com o custo mensal de electricidade, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, incluindo igual período do mês anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_73	Gráfico com custo mensal comparativo de água	Gráfico de barras com o custo mensal de água, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, incluindo igual período do mês anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_74	Gráfico com custo mensal comparativo de gás	Gráfico de barras com o custo mensal de gás, desde o primeiro dia do mês actual até ao dia actual, incluindo igual período do mês anterior, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_75	Gráfico personalizado com custo diário comparativo de electricidade	Gráfico de área com o custo diário de electricidade, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_76	Gráfico personalizado com custo diário comparativo de água	Gráfico de área com o custo diário de água, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_77	Gráfico personalizado com custo diário comparativo de gás	Gráfico de área com o custo diário de gás, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de quinze minutos.
REQ_3_2_78	Gráfico personalizado com custo semanal comparativo de electricidade	Gráfico de área com o custo semanal de electricidade, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_79	Gráfico personalizado com custo semanal comparativo de água	Gráfico de área com o custo semanal de água, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_80	Gráfico personalizado com custo semanal comparativo de gás	Gráfico de área com o custo semanal de gás, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma hora.
REQ_3_2_81	Gráfico personalizado com custo mensal comparativo de electricidade	Gráfico de barras com o custo mensal de electricidade, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_82	Gráfico personalizado com custo mensal comparativo de água	Gráfico de barras com o custo mensal de água, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_83	Gráfico personalizado com custo mensal comparativo de gás	Gráfico de barras com o custo mensal de gás, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.

REQ_3_2_84	Gráfico personalizado com custo anual de electricidade	Gráfico de barras com o custo de electricidade, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um mês.
REQ_3_2_85	Gráfico personalizado com custo anual de água	Gráfico de barras com o custo de água, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um mês.
REQ_3_2_86	Gráfico personalizado com custo anual de gás	Gráfico de barras com o custo de gás, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um mês.
REQ_3_2_87	Tabela com valor total do custo do mês corrente de electricidade de acordo com o tarifário	Tabela com valores totais dos custos do mês corrente, desagregados pelos períodos horários existentes no tarifário actual e pelos diferentes áreas / smart meters existentes na instalação.
REQ_3_2_88	Gráfico diário com emissão directas de dióxido de carbono	Gráfico de área com a emissão directa de dióxido de carbono em toneladas, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de 15 minutos.
REQ_3_2_89	Gráfico semanal com emissões directas de dióxido de carbono	Gráfico de área com a emissão directa de dióxido de carbono em toneladas, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_90	Gráfico mensal com emissões directas de dióxido de carbono	Gráfico de barras com a emissão directa de dióxido de carbono em toneladas, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma semana.
REQ_3_2_91	Gráficos diário com emissões indirectas de dióxido de carbono	Gráfico de área com a emissão indirecta de dióxido de carbono em toneladas, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de 15 minutos.
REQ_3_2_92	Gráficos semanal com emissões indirectas de dióxido de carbono	Gráfico de área com a emissão indirecta de dióxido de carbono em toneladas, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de um dia.
REQ_3_2_93	Gráficos mensal com emissões indirectas de dióxido de carbono	Gráfico de barras com a emissão indirecta de dióxido de carbono em toneladas, durante um período de tempo definido pelo utilizador, relativo a uma área/smart meter definidos pelo utilizador, com base numa frequência de amostragem de uma semana.
REQ_3_2_94	Gráficos com os valores instantâneos de consumos de electricidade	A aplicação web deve ser capaz de gerar um gráfico no formato <i>gauge</i> com a leitura mais recente do consumo de electricidade em kWh, de acordo com a área/smart meter definido pelo utilizador.
REQ_3_2_95	Gráficos com os valores instantâneos de consumos de água	A aplicação web deve ser capaz de gerar um gráfico no formato <i>gauge</i> com a leitura mais recente do consumo de água em m ³ , de acordo com a área/smart meter definido pelo utilizador.
REQ_3_2_96	Gráficos com os valores instantâneos de consumos de gás	A aplicação web deve ser capaz de gerar um gráfico no formato <i>gauge</i> com a leitura mais recente do consumo de gás em m ³ , de acordo com a área/smart meter definido pelo utilizador.

REQ_3_2_97	Instalar e actualizar a aplicação usando a funcionalidade AppCache, activando a cache do browser.	A aplicação Web deve ser instalada e actualizada sem qualquer intervenção do utilizador. Para tal os ficheiros HTML, CSS e JavaScript serão guardados na cache do browser recorrendo à funcionalidade AppCache.
REQ_3_2_98	Actualização dos consumos de electricidade, gás e água em intervalos de 15 minutos	A aplicação Web deve ser capaz de obter a última leitura de electricidade, gás e água de cada equipamento de medição em intervalos de 15 minutos quando estiver em modo Online.
REQ_3_2_99	A aplicação Web deve estar acessível em modo Offline	Para que a aplicação esteja disponível em modo offline está terá de estar persistida na cache do browser a ser utilizado.
REQ_3_3_1	As comunicações entre a aplicação Web e o servidor devem ser feitas usando AJAX	Se a aplicação Web não comunicar de forma assíncrona com o servidor a aplicação bloqueará até que obtenha a resposta do servidor
REQ_3_4_1	A aplicação Web deve permitir sincronizar os seus dados com a base de dados do sistema MeWaGo	Para garantir a consistência dos dados armazenados na base de dados da aplicação Web com os dados da base de dados do sistema MeWaGo é necessário que estes se mantenham sincronizados periodicamente.
REQ_3_4_2	A aplicação Web deve permitir visualizar os dados em modo offline, excepto os consumos	Para garantir total funcionalidade da aplicação Web é necessário permitir a edição dos dados da base de dados local em modo offline. As funcionalidades IndexedDB e WebSQL serão usadas.

Tabela 6 - Requisitos para a aplicação Web

3.5. Software

Nesta secção será brevemente descrito o software usado para a elaboração deste estágio, listado na Tabela 7. Deu-se preferência ao software disponível em código aberto à excepção da biblioteca para gerar os gráficos na aplicação Web.

Módulo	Solução	Versão
Servidor HTTP	Apache HTTP Server	2
RESTful API	Slim micro PHP Framework	2.3.1
Aplicação Web	Underscore.js	1.5.1
Aplicação Web	Backbone.js	1.0.0
Aplicação Web	Modernizr	2.6.2
Aplicação Web	IndexedDBShim	0.1.2
Aplicação Web	CryptoJS	3.1.2
Aplicação Web	Indexeddb-backbonejs-adapter	-
Aplicação Web	jQuery	1.10.2
Aplicação Web	jQuery mobile	1.3.1
Aplicação Web	Tolito	1.0.5
Aplicação Web	HTML5 mobile boilerplate	4.1.0
Aplicação Web	Highcharts JS	3.0.2
Aplicação Web	Normalize.css	2.1.3

Tabela 7 - Lista de software utilizado

Apache HTTP Server

Este software corresponde ao serviço HTTP que executa no servidor Web. É responsável por receber pedidos feitos pela aplicação Web via Internet, usando o protocolo HTTP, redireccionar os pedidos para o módulo PHP e enviar a resposta à aplicação Web recorrendo novamente ao protocolo HTTP.

Slim Framework

O software Slim permite facilitar o desenvolvimento da RESTful API. Tem um mecanismo de roteamento que permite facilmente redireccionar os pedidos HTTP, provenientes do servidor HTTP, para as devidas funcionalidades implementadas na forma de uma RESTful API.

Backbone.js

Software que permite estruturar a aplicação web recorrendo à criação de objectos que representam modelos, colecções e vistas. Outros pontos fortes que levam a adopção deste software são o facto de facilitar a comunicação com um servidor recorrendo a uma RESTful[REST] API e proporcionar um mecanismo de sincronização dos dados persistidos localmente com os dados persistidos no servidor.

Underscore.js

Biblioteca JavaScript. que serve de suporte ao software Backbone.js, adicionando novas funcionalidades que não são genericamente disponíveis na linguagem JavaScript.

Json2.js

Biblioteca que permite manipular objectos JSON em navegadores que não suportem esta funcionalidade nativamente.

jQuery

Biblioteca JavaScript que permite simplificar a gestão de documentos HTML, a gestão de eventos, animações nos documentos HTML e comunicações assíncronas (AJAX) entre a aplicação Web e o servidor Web.

jQuery UI

Extensão da biblioteca jQuery que permite enriquecer a interface gráfica da aplicação Web através da disponibilização de novos tipos de interações, efeitos e widget, bem como através da criação de temas personalizados para formatação gráfica.

jQuery Mobile

Framework JavaScript que adiciona às bibliotecas jQuery e jQuery UI a capacidade de lidar com características específicas de dispositivos de dimensão pequena (smartphones e tablets), como por exemplo o uso da tecnologia de toque em vez do típico teclado e rato.

Highcharts JS

Biblioteca JavaScript que permite a criação de gráficos intuitivos e interactivos.

Modernizr

Biblioteca JavaScript que permite detectar a compatibilidade do navegador com as mais recentes funcionalidades das especificações HTML5 e CSS3.

Tolito

Esta ferramenta, escrita em JavaScript, serve para que a aplicação Web possa mostrar uma barra de progresso que é usada durante o processo de sincronização dos dados com o servidor Web.

CryptoJS

Este software é usado para gerar o hash SHA-256 durante a criação de chaves de autenticação na aplicação Web.

IndexedDBShim (IndexedDB Polyfill over WebSql)

Biblioteca JavaScript que permite recorrer ao uso da IndexedDB API em navegadores que apenas suportem a WebSQL API. É criado um objecto window.IndexedDB que interage com a WebSQL API como se da IndexedDB API se tratasse. Desta forma, não é preciso implementar múltiplas versões do código que acede à base de dados disponibilizada pelos diferentes navegadores [12].

HTML5 Mobile Boilerplate

Este pacote de software é um template para aplicações web que define a estrutura inicial de ficheiros e directórios necessários para a implementação de um front-end usando HTML5[13].

Normalize.css

Este script CSS permite que o aspecto visual da aplicação Web seja semelhante quando executada em navegadores distintos.

Capítulo 4

Descrição do sistema

Neste capítulo o autor pretende dar a conhecer a arquitectura geral da plataforma MeWaGO Web, bem como as arquitecturas do servidor e da aplicação web. Também são referidos os casos de uso de cada componente da plataforma.

4.1 Servidor Web

A visão geral da arquitectura do servidor Web está ilustrada na figura 5.

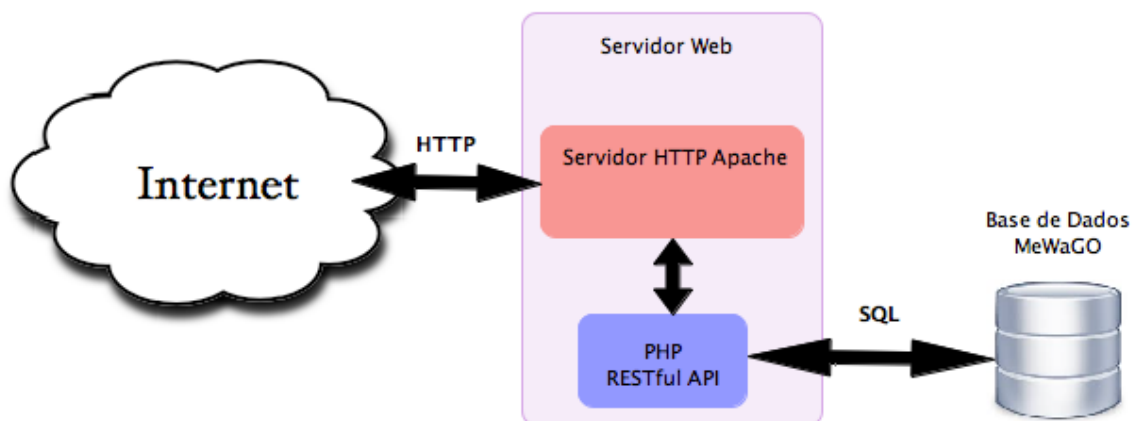


Figura 5 - Visão geral da arquitectura do servidor Web

4.1.1. Casos de Uso

Os casos de uso do servidor Web têm sempre como actor a aplicação Web a interagir através de pedidos HTTP via Internet.

Autenticação

A aplicação Web envia para o servidor Web os dados de autenticação de um utilizador para que esses dados sejam validados. Em caso de sucesso é retornada informação do utilizador, em caso de erro é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido dos dados dos edifícios do utilizador ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso o servidor Web retorna os dados dos edifícios do utilizador, em caso de erro é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de localizações em edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados das localizações dos edifícios do utilizador ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, em caso de erro é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de tarifários associados aos edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados dos tarifários associados aos edifícios de um utilizador ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, em caso de erro é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de dispositivos de aquisição em edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados dos dispositivos de aquisição, instalados nos edifícios do utilizador, ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, caso contrário é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de canais dos dispositivos de aquisição em edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados dos canais dos dispositivos de aquisição, instalados nos edifícios do utilizador, ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, caso contrário é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de alarmes associados aos canais de aquisição em edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados dos alarmes associados aos canais dos dispositivos de aquisição, instalados nos edifícios do utilizador, ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, caso contrário é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados de dispositivos de aquisição em edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados dos dispositivos de aquisição, instalados nos edifícios do utilizador, ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, caso contrário é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados sobre o tipo de recursos associados aos canais dos dispositivos de aquisição em edifícios de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os dados dos diferentes tipos de recursos que estão a ser monitorizados pelos canais dos dispositivos de aquisição, instalados nos edifícios do utilizador, ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador. Em caso de sucesso os dados são retornados, caso contrário é retornada uma mensagem de erro.

Transferência de dados sobre os consumos registados por um canal de um determinado dispositivo de aquisição num edifício de um utilizador

A aplicação Web faz um pedido sobre os registos de consumos de um canal de um dispositivo de um edifício do utilizador ao servidor Web, enviando os dados de autenticação do utilizador, o período de tempo a que os registos devem corresponder e a identificação do canal pretendido. Em caso de sucesso os dados são retornados, caso contrário é retornada uma mensagem de erro.

4.2 Arquitectura da aplicação Web

A Figura 6 mostra a arquitectura da aplicação Web.

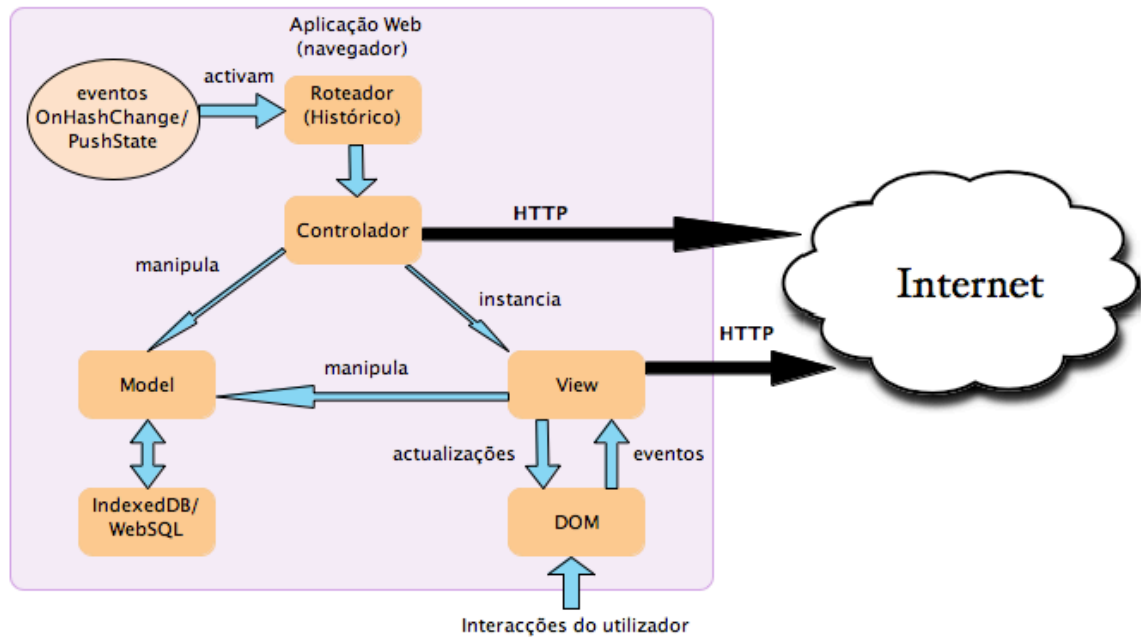


Figura 6 - Visão geral da arquitectura da aplicação Web

4.2.1. Casos de Uso

Sincronização dos dados

O utilizador prime o botão Sync na página inicial. A aplicação Web pede os dados do utilizador ao servidor Web, em caso de sucesso os dados são persistidos na base de dados da aplicação Web, em caso de erro é apresentada uma mensagem de erro.

Pré-condição: O utilizador ter feito a autenticação.

Visualização de lista de edifícios

O utilizador prime a opção Buildings no menu. Os dados de edifícios do utilizador são listados no ecrã.

Visualização de dados de um edifício

O utilizador prime o botão Details presente no resumo de informação de um edifício. Os dados do edifício são mostrados no ecrã.

Visualização de dados de uma localização de um edifício

O utilizador prime o botão Details presente no resumo de informação de uma localização. Os dados da localização do edifício são mostrados no ecrã.

Visualização de dados de um dispositivo

O utilizador prime o botão Details presente no resumo de informação de um dispositivo. Os dados do dispositivo são mostrados no ecrã.

Visualização de dados de um canal de aquisição

O utilizador prime o botão Details presente no resumo de informação de um canal de aquisição. Os dados do canal de aquisição são mostrados no ecrã.

Visualização das opções para gerar gráfico com consumos/emissões

O utilizador escolhe a opção Consumption no menu da aplicação Web. A página com os detalhes do gráfico a ser gerado é apresentada no ecrã.

Visualização de gráfico com consumos/emissões

O utilizador prime o botão Ok na página de opções para gerar gráfico. A aplicação requer os dados para gerar o gráfico ao servidor Web e em seguida mostra uma página com o gráfico. Em caso de erro é apresentada uma mensagem de erro.

Pré-condição: O utilizador ter feito a autenticação.

Capítulo 5

Desenvolvimento

5.1. Trabalho desenvolvido durante o primeiro semestre

Durante o primeiro semestre a primeira tarefa realizada foi estudar a documentação disponível, nomeadamente a documentação do projecto eMonitor[1] e do projecto MeWaGo[2], de forma a enquadrar-me com o estado actual do sistema MeWaGo. Após uma análise detalhada deste sistema algumas inconsistências foram detectadas. O modelo de dados usado para a implementação da base de dados relacional do sistema contém alguns erros críticos. Um desses erros deve-se ao facto de todas as chaves estrangeiras terem também sido identificadas como chaves primárias, fazendo com que haja um uso desnecessário de chaves compostas, aumentando a complexidade do modelo de dados e reduzindo a performance da base de dados. Outros erros surgiram devido a uma incorrecta normalização dos dados, um exemplo é o facto do modelo de dados apenas permitir que seja associado um edifício a cada utilizador. A Figura 7 corresponde a três tabelas extraídas do diagrama ER da base de dados do sistema. Nesta podemos verificar os problemas referidos anteriormente, cada utilizador apenas pode estar relacionado a um edifício, impossibilitando estar associado a um conjunto de edifícios. Por outro lado, podemos também verificar que na tabela Building o campo Entity_id é uma chave estrangeira (que estabelece a relação com a tabela Entity) e também é usada como chave primária juntamente com o campo id (formando uma chave composta). O mesmo acontece com a tabela User, uma vez que a chave estrangeira Building_id também é usada como chave primária juntamente com o campo id da mesma tabela User.

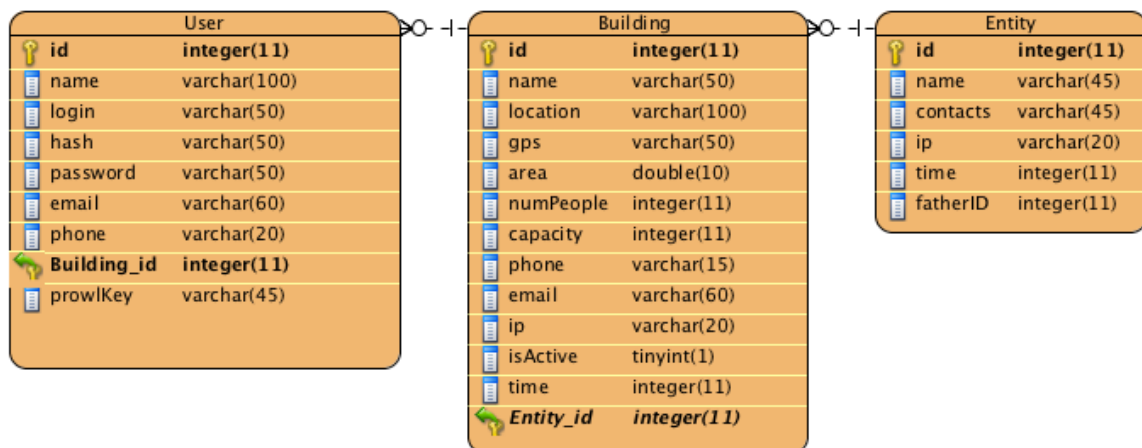


Figura 7 - Três tabelas extraídas do diagrama ER da base de dados do sistema MeWaGo

Na prática, quando um utilizador for adicionado terá de ser indicado qual o edifício (pré-inserido) a que está associado. Algo semelhante acontece com a tabela Building, um novo registo terá de indicar qual o registo pré-inserido na tabela Entity a que está associado. Pode parecer que forçar um ordem pré-definida para inserção de novos registo não é um problema, mas se a base de dados estiver vazia e quisermos inserir apenas os dados do administrador do sistema não será possível porque para tal é necessário indicar qual o id do edifício associado para formar a chave primária composta pelos dois campos (id e Building_id na tabela User).

Para ultrapassar algumas destas dificuldades, a propriedade chave primária foi removida de todos os campos que apenas correspondam a chaves estrangeiras, usadas para estabelecer a

relação entre tabelas do modelo de dados. Isto é possível porque o campo id é suficiente para determinar a unicidade de cada registo dessas tabelas. Também foi feita outra alteração na estrutura do modelo de dados de forma a permitir associar um utilizador a um ou mais edifícios, como podemos verificar na Figura 8.

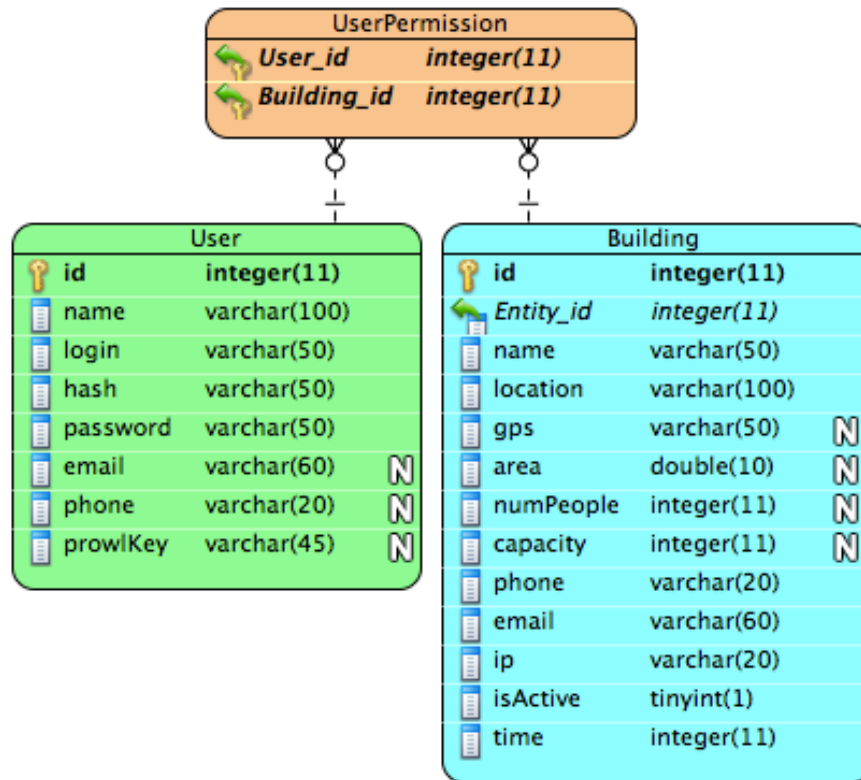


Figura 8 - Exemplo de uma actualização feita ao modelo de dados

5.1.1. Arquitectura de alto nível da plataforma MeWaGO Web

Durante o primeiro semestre, também foi necessário repensar a arquitectura da plataforma MeWaGo Web. O plano inicial seria implementar o modelo MVC tradicional, onde toda a lógica era executada do lado do servidor Web sendo apenas o conteúdo das páginas web enviado para o navegador do utilizador.

Após os elementos da empresa tomarem conhecimento do novo rumo que as aplicações Web estão a tomar, foi pedido ao estagiário que usasse as mais recentes tecnologias para desenvolver o Frontend na forma de uma aplicação Web onde possível a interacção entre os utilizadores e os seus dados em modo offline. Esta nova abordagem fazia com que alguma lógica fosse executada no navegador do cliente e resultou numa arquitectura diferente da proposta inicialmente.

A Figura 9 pretende ilustrar a arquitectura de alto nível da plataforma MeWaGo Web pensada durante o primeiro semestre.

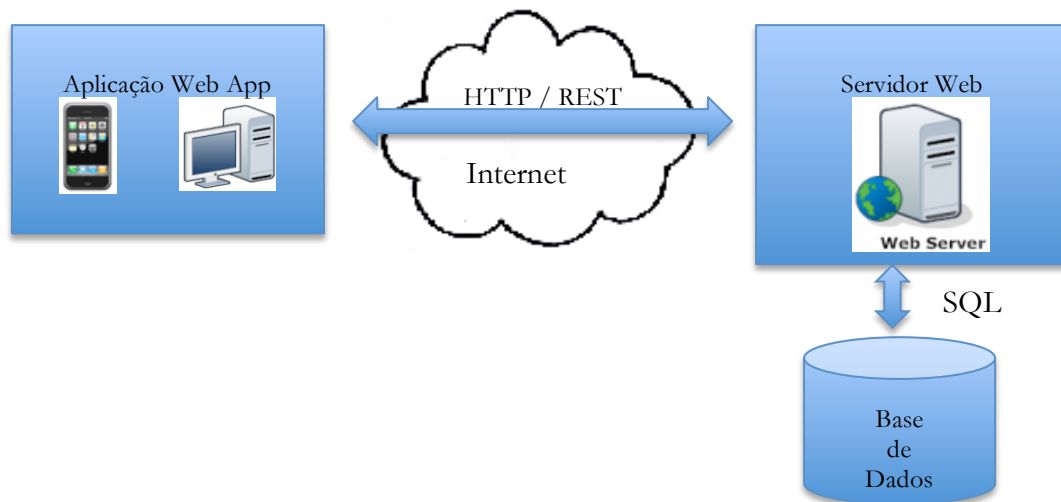


Figura 9 - Arquitectura de alto nível da plataforma MeWaGO Web

5.1.1. Identificação dos navegadores

Durante o primeiro semestre foi definida uma lista com os navegadores Web nos quais a aplicação Web deve poder ser executada através de uma análise da compatibilidade destes com as tecnologias a serem usada para a aplicação Web. A Tabela 8 contém essa listagem.

Navegador	Versão	Motor de renderização
Internet Explorer	10+	Trident
Firefox	17+	Gecko
Firefox Android	15+	Gecko
Safari	6+	WebKit
Blackberry Browser	10+	WebKit
iOS Safari	6+	WebKit
Android Browser	4.0+	WebKit
Google Chrome	23+	WebKit
Chrome Android	18+	WebKit
Opera	12+	Presto
Opera Mobile	12.1+	Presto

Tabela 8 - Lista de navegadores compatíveis

5.1.2. Identificação dos requisitos

Apesar dos principais requisitos já terem sido referidos no capítulo 3, estes estão identificados na sua totalidade no anexo A que contém o documento de especificação de requisitos para a plataforma MeWaGo Web, desenvolvido durante este primeiro semestre.

5.1.3. Planeamento para o segundo semestre

Durante o primeiro semestre foi feito o planeamento das tarefas a desenvolver durante o segundo semestre. Estas tarefas estão identificadas na Tabela 9.

Item/Tarefa	Componente da plataforma Web	ID do Item/tarefa	Início	Fim
Configuração de SSL/TLS no servidor Apache	Servidor web	1.02	11/2/2013	15/2/2013
Mecanismo de Autenticação e gestão de sessão de utilizadores autenticados	Servidor web	1.03	18/2/2013	22/2/2013
Implementação da RESTful API	Servidor web	1.04	25/2/2013	8/3/2013
Implementação da aplicação web	Aplicação web	2.01	11/3/2013	6/6/2013
Implementação das Vistas	Aplicação web	2.01.1	11/3/2013	15/3/2013
Implementação das Vistas para dispositivos de pequena dimensão	Aplicação web	2.01.1.1	11/3/2013	22/3/2013
Implementação das Vistas para dispositivos de média/grande dimensão	Aplicação web	2.01.1.2	25/3/2013	5/4/2013
Implementação do Modelo (base de dados local)	Aplicação web	2.01.2	8/4/2013	19/4/2013
Implementação do Controlador (gestão de eventos)	Aplicação web	2.01.3	22/4/2013	3/5/2013
Autenticação	Aplicação web	2.01.3.1	6/5/2013	10/5/2013
Sincronização de dados do utilizador	Aplicação web	2.01.3.2	13/5/2013	17/5/2013
Transferência de dados de consumos	Aplicação web	2.01.3.3	20/5/2013	24/5/2012
Escrita do relatório	Documentação	3	27/5/2013	6/6/2013

Tabela 9 - Plano de trabalhos para o segundo semestre

Devido às dificuldades que foram sendo encontradas ao longo do segundo semestre, o plano de trabalhos foi sofrendo alterações.

5.2. Trabalho desenvolvido durante o segundo semestre

5.2.1. RESTful API (Servidor Web)

Após terem sido identificados os requisitos foi possível proceder à implementação da RESTful API. Cada funcionalidade é executada através do acesso a um URL específico. As suas funcionalidades serão descritas em seguida, os valores entre chavetas correspondem a valores dinâmicos gerados pela aplicação Web quando os pedidos são feitos, excepto {ID} que corresponde a um valor numérico usado para identificar o utilizador que está a fazer o pedido. O valor {UT} corresponde a um valor numérico relativo à data em que a última autenticação foi feita.

Autenticação

URL: api/index.php/login

Método HTTP: POST

Dados anexos ao pedido: Chave na forma de Hash SHA-256 gerado usando o nome de utilizador, a palavra-passe e um valor numérico representativo da data no formato UNIX Timestamp.

Dados de edifícios

URL: api/index.php/buildings/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de tarifários

URL: api/index.php/tariffs/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de localizações dos edifícios

URL: api/index.php/locations/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de dispositivos de aquisição

URL: api/index.php/devices/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de canais de aquisição

URL: api/index.php/channels/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de recurso a ser monitorizado pelos canal de aquisição

URL: api/index.php/measures/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de alarmes configurados para canais de aquisição

URL: api/index.php/alarms/{chave}/{UT}/{ID}

Método HTTP: GET

Dados de leituras relativos a uma localização de um edifício

URL: api/index.php/registers/{chave}/{UT}/{ID}/{medida}/{periodo}/{data de início}/{data final}/1/{ID da localização}

Método HTTP: GET

Dados de leituras relativos a um canal de aquisição de um edifício

URL: api/index.php/registers/{chave}/{UT}/{ID}/{medida}/{periodo}/{data de início}/{data final}/c/{ID do canal de aquisição}

Método HTTP: GET

Através desta API, o servidor web pode transformar os pedidos HTTP da aplicação web em comandos SQL a executar na base de dados principal do sistema MeWaGo. O resultado dos comandos SQL é convertido para objectos JSON e encapsulado em respostas HTTP enviadas para a aplicação web.

5.2.1.1. Estado de implementação de requisitos

A Tabela 10 permite identificar o estado de implementação dos requisitos para o servidor Web.

Requisito	Descrição	Implementado
REQ_1_2_2	O utilizador terá de se autenticar para poder interagir com os dados do sistema MeWaGO.	SIM
REQ_2_1_2	As respostas de pedidos devem usar o formato de dados JSON.	SIM
REQ_2_2_1	O cliente terá de voltar a autenticar-se após 1 hora.	SIM
REQ_2_2_2	As comunicações entre o cliente e o servidor requerem uma chave de autenticação válida.	SIM
REQ_2_2_3	Envio de dados de edifícios no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_4	Envio de dados de tarifários no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM

REQ_2_2_5	Envio de dados de localizações no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_6	Envio de dados de dispositivos de aquisição no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_7	Envio de dados sobre o tipo de recursos a serem monitorizados no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_8	Envio de dados de canais de aquisição no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_9	Envio de dados de alarmes no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_10	Envio de dados de consumos associados a uma localização no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_2_11	Envio de dados de consumos associados a um canal de aquisição no formato JSON para a aplicação cliente.	SIM
REQ_2_4_1	A base de dados do sistema MeWaGO deve estar acessível.	SIM

Tabela 10 - Estado de implementação de requisitos do servidor Web

5.2.2. Aplicação Web

Em seguida serão apresentadas as interfaces e funcionalidades da aplicação Web desenvolvidas durante o segundo semestre, para cada funcionalidade é apresentada a respectiva interface. A aplicação Web é contida numa única página Web, são usados diversos Templates para implementar cada interface. Desta forma, a navegação pela aplicação Web corresponde a uma iteração entre interfaces apresentadas pelo navegador Web.

Finalmente, no canto inferior direito de todas as interfaces há um indicador onde o utilizador pode verificar o estado de conectividade.

5.2.2.1. Interface inicial

A página inicial da aplicação serve para o utilizador ter acesso a um resumo da totalidade de elementos que compõe a sua instalação do sistema MeWaGO. Isto é, o número total de edifícios onde foram instalados equipamentos, o número total de respectivas localizações, o número total de canais de aquisição em funcionamento, o número total de dispositivos de aquisição e finalmente a data da última sincronização feita pelo utilizador. A Figura 10 mostra esta interface.

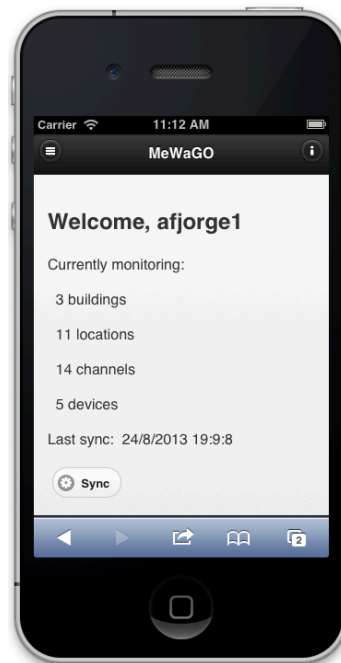


Figura 10 - Interface Inicial da aplicação Web

No canto superior esquerdo da página inicial o utilizador tem acesso ao menu da aplicação e no canto superior direito um botão que permite ao utilizador obter algumas informações sobre a aplicação.

Na parte inferior da página inicial há um botão Sync que permite ao utilizador fazer uma nova sincronização dos seus dados locais com os seus dados armazenados no servidor Web. Se o utilizador ainda não tiver feito a autenticação será mostrado um Popup a pedir os dados para autenticação, como a Figura 11 mostra.



Figura 11 - Popup para autenticação

Se o navegador estiver Offline o botão Sync ficará desactivado, o caso contrário ocorrerá quando a aplicação voltar a estar no estado Online.

5.2.2.2. Lista de edifícios

Após o utilizador escolher a opção Buildings no menu da aplicação, é apresentada uma lista de edifícios onde o utilizador tem equipamentos de monitorização de consumos instalados. A Figura 12 mostra essa interface.



Figura 12 - Interface para listagem de edifícios monitorizados

O utilizador poderá ver um resumo da informação de cada um dos seus edifícios. Cada resumo tem também um botão Details que permite ao utilizador ir para a interface de dados de edifício.

5.2.2.2.1. Interface de dados de edifício, localizações, dispositivos e canais

Esta interface mostra todos os dados do edifício seguido de três listas: uma lista de localizações monitorizadas nesse edifício, outra dos dispositivos instalados nesse edifício e finalmente uma lista dos canais de aquisição instalados. Cada uma destas listas tem um resumo de informação e um botão Details que permite uma transacção para a interface que mostra a totalidade dos respectivos. A Figura 13 corresponde a esta interface, as três imagens mostram a mesma interface à medida que o utilizador navega até à parte inferior desta.



Figura 13 -Interface de dados de edifícios, localizações e canais

5.2.2.3. Interface com opções de dados para gerar gráficos

Após o utilizador escolher a opção Consumption no menu da aplicação, é apresentada uma lista com as opções disponíveis para gerar os gráficos que o utilizador pretenda ver. Na parte inferior da interface está um botão Ok, quando activado a aplicação busca os respectivos dados do servidor Web e faz a transição para a interface que mostra o gráfico. A Figura 14 mostra a interface com opções para gráficos.



Figura 14 - Interface com opções para gráficos

Caso o utilizador não tenha ainda inserido os seus dados de autenticação, estes serão pedidos da mesma forma descrita anteriormente para o processo de sincronização na interface inicial.

5.2.2.4. Interface para visualização de gráfico

Uma vez premido o botão Ok na interface anterior, estando o utilizador devidamente autenticado, é apresentado o gráfico de consumo de acordo com as opções escolhidas anteriormente. A Figura 15 mostra o gráfico de consumos de electricidade do edifício do DEEC no dia 10 de Agosto de 2012 na forma de gráfico de área e também uma linha a vermelho indicando o consumo de electricidade no mesmo dia da semana anterior (3 de Agosto de 2012).



Figura 15 - Interface para visualização de gráficos

5.2.2.5. Estado de implementação de requisitos

A Tabela 11 permite identificar o estado de implementação dos requisitos para a aplicação Web.

ID	Resumo	Implementado
REQ_3_2_1	Gráfico com consumo diário de electricidade	SIM
REQ_3_2_2	Gráfico com consumo diário de água	SIM
REQ_3_2_3	Gráfico com consumo diário de gás	SIM
REQ_3_2_4	Gráfico com consumo semanal de electricidade	SIM
REQ_3_2_5	Gráfico com consumo semanal de água	SIM
REQ_3_2_6	Gráfico com consumo semanal de gás	SIM
REQ_3_2_7	Gráfico com consumo mensal de electricidade	SIM
REQ_3_2_8	Gráfico com consumo mensal de água	SIM
REQ_3_2_9	Gráfico com consumo mensal de gás	SIM
REQ_3_2_10	Gráfico com consumo anual de electricidade	SIM

REQ_3_2_11	Gráfico com consumo anual de água	SIM
REQ_3_2_12	Gráfico com consumo anual de gás	SIM
REQ_3_2_13	Gráfico com consumo diário comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_14	Gráfico com consumo diário comparativo de água	SIM
REQ_3_2_15	Gráfico com consumo diário comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_16	Gráfico com consumo semanal comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_17	Gráfico com consumo semanal comparativo de água	SIM
REQ_3_2_18	Gráfico com consumo semanal comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_19	Gráfico com consumo mensal comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_20	Gráfico com consumo mensal comparativo de água	SIM
REQ_3_2_21	Gráfico com consumo mensal comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_22	Gráfico com consumo plurianual de electricidade	SIM
REQ_3_2_23	Gráfico com consumo plurianual de água	SIM
REQ_3_2_24	Gráfico com consumo plurianual de gás	SIM
REQ_3_2_25	Gráfico com variação anual do consumo médio semanal de electricidade	NÃO
REQ_3_2_26	Gráfico com variação anual do consumo médio semanal de água	NÃO
REQ_3_2_27	Gráfico com variação anual do consumo médio semanal de gás	NÃO
REQ_3_2_28	Tabela comparativa de consumos diário de electricidade	SIM
REQ_3_2_29	Tabela comparativa de consumos semanais de electricidade	SIM
REQ_3_2_30	Gráfico personalizado com consumo diário comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_31	Gráfico personalizado com consumo diário comparativo de água	SIM
REQ_3_2_32	Gráfico personalizado com consumo diário comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_33	Gráfico personalizado com consumo semanal comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_34	Gráfico personalizado com consumo semanal comparativo de água	SIM
REQ_3_2_35	Gráfico personalizado com consumo semanal comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_36	Gráfico personalizado com consumo mensal comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_37	Gráfico personalizado com consumo mensal comparativo de água	SIM
REQ_3_2_38	Gráfico personalizado com consumo mensal comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_39	Gráfico personalizado com consumo plurianual de electricidade	SIM
REQ_3_2_40	Gráfico personalizado com consumo plurianual de água	SIM
REQ_3_2_41	Gráfico personalizado com consumo plurianual de gás	SIM
REQ_3_2_42	Tabela personalizada com consumo diário comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_43	Tabela personalizada com consumo diário comparativo de água	SIM
REQ_3_2_44	Tabela personalizada com consumo diário comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_45	Tabela personalizada com consumo semanal comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_46	Tabela personalizada com consumo semanal comparativo de água	SIM
REQ_3_2_47	Tabela personalizada com consumo semanal comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_48	Tabela personalizada com consumo mensal comparativo de electricidade	SIM
REQ_3_2_49	Tabela personalizada com consumo mensal comparativo de água	SIM
REQ_3_2_50	Tabela personalizada com consumo mensal comparativo de gás	SIM
REQ_3_2_51	Tabela personalizada com consumo plurianual de electricidade	SIM
REQ_3_2_52	Tabela personalizada com consumo plurianual de água	SIM
REQ_3_2_53	Tabela personalizada com consumo plurianual de gás	SIM

REQ_3_2_54	Gráfico com custo diário de electricidade	NÃO
REQ_3_2_55	Gráfico com custo diário de água	NÃO
REQ_3_2_56	Gráfico com custo diários de gás	NÃO
REQ_3_2_57	Gráfico com custo semanal de electricidade	NÃO
REQ_3_2_58	Gráfico com custo semanal de água	NÃO
REQ_3_2_59	Gráfico com custo semanal de gás	NÃO
REQ_3_2_60	Gráfico com custo mensal de electricidade	NÃO
REQ_3_2_61	Gráfico com custo mensal de água	NÃO
REQ_3_2_62	Gráfico com custo mensal de gás	NÃO
REQ_3_2_63	Gráfico com custo anual de electricidade	NÃO
REQ_3_2_64	Gráfico com custo anual de água	NÃO
REQ_3_2_65	Gráfico com custo anual de gás	NÃO
REQ_3_2_66	Gráfico com custo diário comparativo de electricidade	NÃO
REQ_3_2_67	Gráfico com custo diário comparativo de água	NÃO
REQ_3_2_68	Gráfico com custo diário comparativo de gás	NÃO
REQ_3_2_69	Gráfico com custo semanal comparativo de electricidade	NÃO
REQ_3_2_70	Gráfico com custo semanal comparativo de água	NÃO
REQ_3_2_71	Gráfico com custo semanal comparativo de gás	NÃO
REQ_3_2_72	Gráfico com custo mensal comparativo de electricidade	NÃO
REQ_3_2_73	Gráfico com custo mensal comparativo de água	NÃO
REQ_3_2_74	Gráfico com custo mensal comparativo de gás	NÃO
REQ_3_2_75	Gráfico personalizado com custo diário comparativo de electricidade	NÃO
REQ_3_2_76	Gráfico personalizado com custo diário comparativo de água	NÃO
REQ_3_2_77	Gráfico personalizado com custo diário comparativo de gás	NÃO
REQ_3_2_78	Gráfico personalizado com custo semanal comparativo de electricidade	NÃO
REQ_3_2_79	Gráfico personalizado com custo semanal comparativo de água	NÃO
REQ_3_2_80	Gráfico personalizado com custo semanal comparativo de gás	NÃO
REQ_3_2_81	Gráfico personalizado com custo mensal comparativo de electricidade	NÃO
REQ_3_2_82	Gráfico personalizado com custo mensal comparativo de água	NÃO
REQ_3_2_83	Gráfico personalizado com custo mensal comparativo de gás	NÃO
REQ_3_2_84	Gráfico personalizado com custo anual de electricidade	NÃO
REQ_3_2_85	Gráfico personalizado com custo anual de água	NÃO
REQ_3_2_86	Gráfico personalizado com custo anual de gás	NÃO
REQ_3_2_87	Tabela com valor total do custo do mês corrente de electricidade de acordo com o tarifário	NÃO
REQ_3_2_88	Gráfico diário com emissão directas de dióxido de carbono	SIM
REQ_3_2_89	Gráfico semanal com emissões directas de dióxido de carbono	SIM
REQ_3_2_90	Gráfico mensal com emissões directas de dióxido de carbono	SIM
REQ_3_2_91	Gráficos diário com emissões indirectas de dióxido de carbono	SIM
REQ_3_2_92	Gráficos semanal com emissões indirectas de dióxido de carbono	SIM
REQ_3_2_93	Gráficos mensal com emissões indirectas de dióxido de carbono	SIM
REQ_3_2_94	Gráficos com os valores instantâneos de consumos de electricidade	NÃO
REQ_3_2_95	Gráficos com os valores instantâneos de consumos de água	NÃO

REQ_3_2_96	Gráficos com os valores instantâneos de consumos de gás	NÃO
REQ_3_2_97	Instalar e actualizar a aplicação usando a funcionalidade AppCache, activando a cache do browser.	SIM
REQ_3_2_98	Actualização dos consumos de electricidade, gás e água em intervalos de 15 minutos	NÃO
REQ_3_2_99	A aplicação Web deve estar acessível em modo Offline	SIM
REQ_3_3_1	As comunicações entre a aplicação Web e o servidor devem ser feitas usando AJAX	SIM
REQ_3_4_1	A aplicação Web deve permitir sincronizar os seus dados com a base de dados do sistema MeWaGo	SIM
REQ_3_4_2	A aplicação Web deve permitir visualizar os dados em modo offline, excepto os consumos	SIM

Tabela 11 - Estado de implementação de requisitos da aplicação Web

Os gráficos relacionados com custos não foram implementados porque o sistema MeWaGO não está preparado para fazer e armazenar os custos associados aos consumos energéticos.

Capítulo 6

Conclusões e Trabalho Futuro

O facto da população mundial ser cada vez maior tem feito com que as pessoas se preocupassem mais com questões de consumos eficientes de energia. Facto este que também serviu como fonte de motivação para o estagiário desenvolver um bom trabalho.

Este projecto acontece numa altura interessante porque cada vez mais surgem comunidades de desenvolvedores de software que cooperam Online no criação de novas ferramentas de software, em código aberto, gerando um ambiente ideal para fazer evoluir tecnologias que regra geral costumam durar várias décadas sem sofrer grandes alterações. O modelo MVC é um bom exemplo disso, sendo uma arquitectura de software com mais de três décadas que nos últimos anos tem dado origem a novos modelos MV*, como o MVVM e MVP.

Este estágio permitiu aprofundar os conhecimentos de arquitecturas de software do tipo cliente/servidor e até estudar algumas que não eram do conhecimento do estagiário.

O resultado deste estágio é uma solução de software muito interessante que recorre a alguns módulos que estão em constante evolução. Manter o código actualizado requer uma constante monitorização dos pacotes de software usados para o desenvolvimento da aplicação Web. Também a especificação HTML5 poderá sofrer algumas alterações que façam com que a aplicação Web funcione de uma forma menos normal, podendo mesmo resultar na ocorrência de *bugs*. Mas valerá a pena porque com comunidades tão empenhadas em corrigir erros e fazer evoluir o seu software, a solução final será de certeza uma mais valia para a empresa.

Referências

- [1] FRANCISCO ANDRÉ MARTINS FERREIRA, “Sistemas de monitorização de consumos para o DEEC - Definição da estrutura física de recolha de dados e de interface com os utentes”, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Julho, 2011.
- [2] ANGELO NICOLA SIMÕES IODICE, “Desenvolvimento de plataforma para monitorização de consumos em edifícios”, Relatório Final de Estágio de Mestrado em Engenharia Informática, Julho, 2012.
- [3] “DIRECTIVA 2006/32/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 5 de Abril de 2006 relativo à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos e que revoga a Directiva 93/76/CEE do Conselho”, Jornal Oficial da União Europeia, 25 de Abril, 2006.
- [4] Ministério da Economia e da Inovação, Decreto-Lei n.º 319/2009 de 3 de Novembro, Diário da República, 1ª série - N.º213 - 3 de Novembro de 2009.
- [5] DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia, consultado a 8 de Outubro, 2012, <http://www.dgeg.pt>
- [6] “Scrum”, Wikipédia, <http://pt.wikipedia.org/wiki/Scrum>
- [7] “HTML5”, <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/HTML/HTML5>
- [8] “HTML5 - A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML”, W3C Candidate Recommendation, 17 de Dezembro, 2012, <http://www.w3.org/TR/2012/CR-html5-20121217/>
- [9] “Web Storage”, W3C Candidate Recommendation, 8 de Dezembro, 2011, <http://www.w3.org/TR/webstorage/>
- [10] “Indexed Database API”, W3C Working Draft, 24 de Maio, 2012, <http://www.w3.org/TR/IndexedDB/>
- [11] “Web SQL Database”, W3C Working Group Note, 18 de Novembro, 2010, <http://www.w3.org/TR/webdatabase/>
- [12] Parashuram Narasimhan, “IndexedDB Polyfill over WebSql”, <http://nparashuram.com/IndexedDBShim/>
- [13] “HTML5 Boilerplate - The web’s most popular front-end template“, <http://html5boilerplate.com>
- [14] Jeff Sutherland, Ken Schwaber, “O Guia do Scrum - O decisivo guia Scrum: As regras do Jogo”, Outubro 2011, www.scrum.org
- [15] R. Bayer, E. McCreight, “Organization and Maintenance of Large Ordered Indexes”, Acta Informatica 1, 173-189, Springer-Verlag, 29 de Setembro de 1971
- [16] “HTML 4.01 Specification”, W3C Recommendation, 24 de Dezembro de 1999, <http://www.w3c.org/TR/html401>

- [17] T. Berners-Lee, “The Original HTTP as defined in 1991”, W3C, <http://www.w3.org/Protocols/HTTP/AsImplemented.html>, consultado a 6 de Março de 2013
- [CSS1] Håkon Wium Lie, Bert Bos, “Cascading Style Sheets, level 1”, W3C, 17 de Dezembro de 1996, <http://www.w3.org/TR/CSS1>
- [CSS2] Håkon Wium Lie, Bert Bos, Chris Lilley, Ian Jacobs, “Cascading Style Sheets, level 2 CSS2 Specification”, W3C Recommendation, 12 de Maio de 1998, <http://www.w3.org/TR/1998/REC-CSS2-19980512>
- [CSS2.1] Håkon Wium Lie, Bert Bos, Tantek Çelik, Ian Hickson, “Cascading Style Sheets Level 2 Revision 1 (CSS2.1) Specification”, W3C Recommendation, 7 de Junho de 2011, <http://www.w3.org/TR/CSS2>
- [CSS3] Erika J. Etemad, “Cascading Style Sheets (CSS) Snapshot 2010”, W3C Working Group Note, 12 de Maio de 2011, <http://www.w3.org/TR/CSS/#css3>
- [ECMA262] “Standard ECMA-262 5.1 Edition - ECMAScript Language Specification”, Ecma International, Junho de 2011, <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST>
- [IETF] Internet Engineering Task Force (IETF), <http://www.ietf.org>, consultado a 6 de Março de 2013
- [MVC] Trygve Reenskaug, “Models - Views - Controllers”, Xerox PARC, 10 de Dezembro de 1979, <http://heim.ifi.uio.no/~trygver/1979/mvc-2/1979-12-MVC.pdf>
- [MVP] Mike Potel, “MVP: Model-View-Presenter - The Taligent Programming Model for C++ and Java”, Taligent Inc., 1996, <http://www.wildcrest.com/Potel/Portfolio/mvp.pdf>
- [MVVM] “The MVVM Pattern”, Microsoft patterns & practices - proven practices for predictable results, MSDN Library, 10 de Fevereiro de 2012, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh848246.aspx>
- [REST] ROY THOMAS FIELDING, “Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures”, doctoral dissertation, University of California, Irvine, 2000, http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf
- [RFC1866] T. Berners-Lee, MIT/W3C, D. Connolly, “Hypertext Markup Language - 2.0”, IETF Network Working Group, Novembro de 1995, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1866.txt>
- [RFC1867] E. Nebel, L. Masinter, Xerox Corporation, “Form-based File Upload in HTML”, IETF Network Working Group, Novembro de 1995, <http://tools.ietf.org/html/rfc1867>
- [RFC1942] D. Raggett, W3C, “HTML Tables”, IETF Network Working Group, Maio de 1996, <http://tools.ietf.org/html/rfc1942>
- [RFC1945] T. Berners-Lee, R. Fielding, H. Frystyk, “Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.0”, IETF Network Working Group, Maio de 1996, <http://tools.ietf.org/html/rfc1945>
- [RFC1980] J. Seidman, “A Proposed Extension to HTML : Client-Side Image Maps”, Agosto de 1996, <http://tools.ietf.org/html/rfc1980>

[RFC2045] N. Freed, N. Borenstein, “Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Part One: Format of Internet Message Bodies”, IETF Network Working Group, Novembro de 1996, <http://tools.ietf.org/html/rfc2045>

[RFC2068] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, T. Berners-Lee, “Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1”, IETF Network Working Group, Janeiro de 1997, <http://tools.ietf.org/html/rfc2068>

[RFC2070] F. Yergeau, G. Nicol, G. Adams, M. Duerst, IETF Network Working Group, Janeiro de 1997, <http://tools.ietf.org/html/rfc2070>

[RFC2318] H. Lie, B. Bos, C. Lilley, “The text/css Media Type”, IETF Network Working Group, Março de 1998, <http://tools.ietf.org/html/rfc2318>

[RFC2616] R. Fielding, J. Gettys, J. Mogul, H. Frystyk, L. Masinter, P. Leach, T. Berners-Lee, “Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1”, IETF Network Working Group, Junho de 1999, <http://tools.ietf.org/html/rfc2616>

[Selectors4] Erika J. Etemad, Tab Atkins Jr., “Selectors Level 4”, W3C Working Draft, 2 de Maio de 2013, <http://www.w3.org/TR/selectors4>

[SOAP] Nilo Mitra, Yves Lafon, “SOAP Version 1.2 Part 0: Primer (Second Edition)”, W3C Recommendation, 27 de Abril de 2007, <http://www.w3.org/TR/2007/REC-soap12-part0-20070427>

