

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Aplicação móvel ludificada para promover a mudança comportamental na área da eficiência energética

Pedro Santiago



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: António Coelho

Co-orientador: Fernando Cassola

25 de Fevereiro de 2019

Aplicação móvel ludificada para promover a mudança comportamental na área da eficiência energética

Pedro Santiago

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Prof. Rui Pedro Amaral Rodrigues

Arguente: Prof. João Paulo Fonseca da Costa Moura

Vogal: Prof. António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho

25 de Fevereiro de 2019

Abstract

In current times, there is a great number of automated systems with the intent of reducing energy consumption in the buildings on which they are placed for managing the energetic efficiency. However, a huge part of the energy consumption is dependent on human behaviour.

This dependence on human behaviour for energy efficiency promotes the use of methods that can change the behaviour on the users towards more green attitudes. To this end, there is gamification.

Summarized, gamification is defined as the use of game elements in non-game contexts. This topic is relevant to this context as an efficient and engaging way to implement and create positive behaviours on the users in these buildings.

With the current technologies and external sensors available, there is the possibility of increasing energy efficiency through gamified applications that allow the establishment of positive behaviours on users. This work proposes an interactive application using gamification techniques that interact with the users in a contextualized way to promote behaviour changes with the final purpose of increasing energy efficiency.

The approach for the application development consists on a front-end based on using React that cooperates with the OpenWeather and GReSBAS APIs as external sensors to the application for the use of the existing functionalities. Using the first one to aggregate data and the second one to analyse and filter data through defined choreographies, it is possible to promote the appropriate behaviours which are gamified with the implemented mechanics.

To test and validate the main concept of this approach, some simple choreographies were created to be used with the purpose of verifying their platform independence, the relevance of the information returned and the impact of gamification on adopting new behaviours.

Resumo

Atualmente, existe um grande número de sistemas automatizados, com o intuito de reduzir o consumo energético nos edifícios onde se encontram através da gestão energética. No entanto, uma parte significativa do consumo energético é dependente da interação humana com o espaço e equipamentos.

A dependência da interação humana para a melhoria da eficiência energética leva a que sejam necessários novos métodos que consigam promover comportamentos positivos nas pessoas. Para este propósito, pode-se utilizar a ludificação.

A ludificação (gamification) é definida como o uso de elementos e técnicas de design de jogos em contextos distintos de jogos. Esta abordagem pode ter grande relevância, neste contexto de mudança comportamental, como um meio eficiente e cativante na promoção de comportamentos positivos nos utilizadores destes edifícios.

Com as tecnologias e sensores externos atualmente disponíveis, surge a possibilidade de aumentar a eficiência energética através de aplicações ludificadas que permitam o estabelecimento de comportamentos positivos nos utilizadores.

Este trabalho propõe assim o desenvolvimento de uma aplicação interativa usando técnicas de ludificação que interagem com os utilizadores de uma forma contextualizada de maneira a instaurar mudanças de comportamento com a finalidade do aumento da eficiência energética.

A aplicação, desenvolvida em React, em cooperação com as APIs do OpenWeather e GReSBAS como sensores externos à aplicação, para o uso das funcionalidades existentes. Usando o primeiro sensor como forma de agregação de informação e o segundo sensor como forma de análise e filtragem de dados através das coreografias definidas, é possível a promoção dos comportamentos apropriados que serão ludificados com as mecânicas contextualizadas implementadas.

Para testar e validar o conceito desta funcionalidade principal foram criadas umas coreografias simples a serem usadas com o intuito de verificar a independência de plataforma destas coreografias, relevância da informação devolvida e o impacto da ludificação na adoção de novos comportamentos.

Agradecimentos

Após um longo semestre de trabalho, escrevo aqui esta nota no fim desta fase da minha vida.

Primeiro, gostaria de começar por agradecer à minha família pelo apoio e oportunidades dadas para neste momento estar a escrever isto.

Também gostaria de agradecer aos meus orientadores, Prof. António Coelho e Prof. Fernando Cassola, por permitirem que conseguisse trabalhar neste tema em específico e pelo imenso apoio e ajuda durante todo o período de trabalho.

Finalmente gostaria de agradecer aos meus amigos mais próximos Eduardo Almeida, Pedro Perestrelo e Nuno Duarte pela paciência demonstrada com a minha pessoa nos momentos mais difíceis e por permitirem com que conseguisse voltar ao trabalho com uma mente mais relaxada e preparada.

Esta tese foi desenvolvida na base do projecto GREsBAS (SmartGP/0003/2015) financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) sobre a iniciativa da ERA-Net Smart Grids Plus.

Pedro Santiago

*“Games are the only force in the known universe that can
get people to take actions against their self-interest,
in a predictable way, without using force.”*

Gabe Zimmermann

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto	1
1.2	Motivação	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Estrutura do documento	3
2	Estado da arte	5
2.1	Ludificação	5
2.1.1	Conceito e História	5
2.1.2	Áreas de aplicação e exemplos	6
2.1.3	Jogos e ludificação	7
2.2	Técnicas de ludificação	7
2.3	Jogos sérios	8
2.4	Mudanças de comportamento	9
2.5	<i>Design</i> de ludificação	10
2.5.1	Os seis passos de Werbach	10
2.5.2	Octalysis de Yu-Kai Chou	12
2.6	Sensores externos	14
2.6.1	API	15
2.6.2	Aparelhos e sensores	15
2.7	Tecnologias Web	16
2.7.1	Angular	16
2.7.2	React	17
2.8	Sumário	20
3	Solução/Aplicação	21
3.1	Problema	21
3.2	Solução	22
3.3	Aplicação	22
3.3.1	Requisitos da Aplicação	22
3.3.2	Características	24
3.3.3	Implementação	26
3.4	Sumário	26
4	Resultados	27
4.1	Metodologia	27
4.2	Testes e Resultados	27
4.3	Análise dos resultados	31

4.4	Conclusão	31
5	Conclusões	33
5.1	Conclusões	33
5.2	Trabalho futuro	33
A	Interface da aplicação	35
A.1	Vistas da aplicação	35
B	Coreografias	43
	Referências	47

Lista de Figuras

2.1	Octalysis e as oito unidades centrais	13
3.1	Diagrama UML dos utilizadores na aplicação	23
3.2	Diagrama UML dos casos de uso na aplicação	23
A.1	Vista da página principal sem login efectuado	35
A.2	Vista da página de login	36
A.3	Vista da página de registo	37
A.4	Vista da página principal com login efectuado	38
A.5	Vista da página de perfil	39
A.6	Vista da página do tempo	40
A.7	Vista da página do tempo com notificações	41

Lista de Tabelas

3.1	Descrição dos atores na aplicação	23
3.2	Histórias de utilizadores para um utilizador não autenticado	24
3.3	Histórias de utilizadores para um utilizador autenticado	24
4.1	Testes relativos aos elementos do tempo temperatura e céu realizados a partir das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro	28
4.2	Testes relativos ao elemento da humidade realizados a partir das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro	29
4.3	Testes relativos ao elemento da velocidade do vento realizados a partir das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro	30

Acrónimos

API	Aplication Programming Interface (Interface de programação de aplicações)
DOM	Documento Object Model (Modelo de Objeto de Documentos)
GReSBAS	Grid Responsive Society Through Building Automation Systems
INESC TEC	Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência
JSON	JavaScript Object Notation
LED	Ligh-emitting diode (Diodo emissor de luz)
UML	Unified Modeling Language (Linguagem de Modelagem Unificada)

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo inicial é apresentado o tema através da descrição do seu contexto assim como a motivação para realização do trabalho, os seus objetivos e a estrutura do documento.

1.1 Contexto

O uso de sistemas automatizados consegue contribuir para uma maior eficiência energética através da gestão da distribuição elétrica de forma adequada. No entanto, grande parte do consumo energético é dependente da interação humana.

A ludificação é definida como o uso de elementos e técnicas de design de jogos em contextos distintos de jogos com o propósito de melhorar a experiência e interação do utilizador. Em tempos mais recentes, tem-se mostrado um tópico cada vez mais relevante e presente e também um meio eficiente e cativante na modificação positiva dos comportamentos dos utilizadores no contexto da sua utilização em serviços. O aumento da atividade, da produtividade e das interações sociais do utilizador entres outros comportamentos são emergentes como resultado de elementos de jogos num serviço que causam ao utilizador sentimentos de motivação intrínseca. [1] [2]

A eficiência energética é o nome dado ao objetivo de reduzir a quantidade de energia necessária a fornecer a produtos ou serviços. Isto pode ir desde a instalação de material isolante num edifício para reduzir o uso de aquecimento usado, à instalação de lâmpadas LED ou claraboias para reduzir os consumos de energia mantendo o mesmo nível de iluminação até ao simples ato de desligar aparelhos que não estejam em uso quer seja iluminação, aquecedores, computadores, entre outros.

Atualmente, é possível agregar uma enorme quantidade de dados sobre uma pessoa e aparelhos que a mesma utiliza. No entanto, apesar de existirem formas de modelar ou simular o comportamento de um indivíduo com base nos dados, estes métodos não conseguem provocar mudanças comportamentais permanentes.

Este projeto toma uma alternativa à simulação de comportamentos humanos através da agregação de dados e apresentação de comportamentos ao utilizador através de uma experiência ludificada como gerador de motivação para os utilizadores.

No âmbito do contexto presente, surge o projeto GREsBAS [3] que consiste na promoção, estimulação e concretização de uma maior eficiência energética através de mudanças comportamentais utilizando como método uma plataforma ludificada.

O método utilizado para atingir um comportamento de consumo mais adequado e responsável na plataforma ludificada, pretende chamar à consciência e ao compromisso do utilizador através da análise do contexto e envio de mensagens personalizadas para além de uma gestão ludificada da competição. Assim, pretende-se também que se atinjam metas de eficiência energética e que se motivem as alterações ao comportamento dos utilizadores sem comprometer o seu nível de conforto e autonomia.

1.2 Motivação

O estudo dos elementos de ludificação, as suas aplicações e os motivos pelos quais a sua implementação, quando adequada e bem planeada, resultam em influências positivas para os utilizadores, justificam o seu uso atual [4].

Para poder iniciar o planeamento do projeto, será necessário explorar os processos específicos que justificam a aplicação da ludificação e o porquê da mesma ter o impacto esperado. No sentido de evitar ambiguidades é necessário realçar as diferenças entre a ludificação e jogos sérios devido às várias similaridades que ambos assumem. Algo que também é importante é entender para que tipo de ambientes é destinada a plataforma, devido às influências culturais e sociais sobre as motivações intrínsecas e extrínsecas dos utilizadores.

Assim é proposto o desenvolvimento de uma aplicação multiplataforma interativa através de técnicas de ludificação adequadas que interagem com os utilizadores de uma forma contextualizada. De forma a causar um impacto positivo na mudança comportamental dos utilizadores, a aplicação irá propor comportamentos apropriados aos utilizadores.

1.3 Objetivos

Com o apoio do INESC TEC e orientada pelo projeto GREsBAS, a aplicação desenvolvida terá mais especificamente o objetivo de promover e estimular uma melhor eficiência energética e um comportamento energético mais responsável, usando como método de referência, coreografias independentes [5] juntamente com elementos de ludificação.

Através de uma representação dos comportamentos típicos dos utilizadores ao nível do consumo energético e de uma proposta de comportamentos novos, garante-se uma maior e melhor eficiência energética. Assim, não existe a necessidade de modelar a mudança de comportamento, mas sim que através do uso mecânicas adequadas de ludificação que motivem os utilizadores e da agregação de dados fornecidos por sensores externos que se apresentem periodicamente comportamentos ideais a seguir.

Sumarizando, pretende-se:

- Criar uma aplicação móvel

- Obter e analisar dados e coreografias para obter comportamentos
- Definir os comportamentos que se pretendem nas coreografias
- Representar os comportamentos na aplicação
- Representar os comportamentos com mecânicas de ludificação

1.4 Estrutura do documento

Para além da introdução, este documento inclui os seguintes capítulos:

- No capítulo 2, é apresentado o estado da arte relativo aos tópicos e tecnologias relevantes para o início do projeto;
- No capítulo 3, é descrita a solução desenvolvida juntamente com o problema que levou ao seu desenvolvimento bem como as tecnologias escolhidas;
- No capítulo 4, são detalhados os testes e resultados da análise dos mesmos;
- No capítulo 5, estão presentes as conclusões sobre o trabalho desenvolvido e a descrição do trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado da arte

Neste capítulo, o estado da arte juntamente com tecnologias existente é aqui descrito e analisado com o objetivo de avaliar a futura relevância para o projeto para poder desenvolver uma solução apropriada.

2.1 Ludificação

Em anos recentes, a criação de produtos e *software* que responde às necessidades dos utilizadores é uma das maiores filosofias por detrás desses projetos. A ideia de um produto simples e agradável é esperado pelos utilizadores, surgindo a ideia de elementos divertidos para a experiência do utilizador. Como forma de transformar um produto em algo divertido e agradável de usar utilizou-se a ludificação no *design*, melhorando assim a experiência de utilizador.

2.1.1 Conceito e História

O termo inicialmente apareceu em 2008 [6] no contexto de *software*, onde já vários campos utilizavam elementos de vídeo jogos, ganhando uma maior tração por volta de 2010, no sentido da incorporação de aspetos sociais ou de recompensas em *software*.

A existência de vários termos paralelos usados para definir ludificação fez com que o próprio termo fosse fortemente contestado, surgindo várias descrições do conceito dependendo do campo ou comunidade de estudo.

Em 2011, Deterding, Dixon, Khaled e Nacke na sua publicação "Defining 'Gamification' " [7] definiram o termo como o uso de elementos do *design* de jogos em contextos que não são jogos, como a educação, saúde, desporto e ciência.

Zichermann e Cunningham (2011)[8] argumentaram sobre o conceito acrescentando que a concentração única e simples nos elementos dos jogos é incorreta e que um grande aspeto da ludificação foca-se em assuntos psicológicos sendo necessária a compreensão do comportamento individual e contexto cultural. Assim, foi incorporado no termo o objetivo de aumentar o interesse e a interação dos considerados alvos de forma a resolver certos problemas práticos ou consciencializar os mesmos para um determinado assunto.

De modo a distinguir e concretizar o que é a ludificação comparada aos conceitos semelhantes, Deterding *et al.* diferenciam-nos a partir de quatro elementos opostos aos pares. O primeiro é o brincar e jogar, onde brincar refere-se a algo livre de tentar e errar sem qualquer tipo de regras e jogar refere-se a algo com regras e definições de sucesso. O outro par é o total e parcial, cujas definições são intrínsecas do par.

É possível contrastar ludificação com outros conceitos semelhantes a partir destas dimensões. Algo como jogos e jogos sérios distinguem-se da ludificação pelo facto destes serem jogos completos enquanto algo ludificado possui apenas elementos do *design* característico dos jogos. Noutra dimensão o que distingue a ludificação de brinquedos ou de algo com um *design* lúdico é a ausência de regras ou objetivos e um maior espaço para exploração e liberdade nestes últimos. [7]

Em síntese, ludificação refere-se à utilização (em vez da extensão) do *design* (em vez de práticas ou tecnologias com base em jogos) de elementos (em vez de jogos completos) característicos de jogos (e não de brincadeiras) em contextos que não o de jogos (independentemente das intenções específicas de uso, contexto ou método de implementação). [9]

2.1.2 Áreas de aplicação e exemplos

Atualmente, definem-se três grandes categorias [9] [10] onde a ludificação acrescenta valor:

- Externa - Corresponde ao contexto externo à organização onde um indivíduo se encontra e, normalmente, correspondem em aplicações de ludificação para clientes ou potenciais clientes como, por exemplo, marketing, vendas e interação com cliente
- Interna - Ao contrário do contexto interno, este remete para os indivíduos já pertencentes a uma firma ou organização. As aplicações são usadas no contexto dos recursos humanos, aumento de produtividade ou *crowdsourcing* para enumerar alguns exemplos
- Mudança comportamental - Esta categoria remete para casos onde os elementos de ludificação são usados com a ideia de nutrir a motivação em indivíduos, transformando práticas em hábitos mais facilmente. Campos como a saúde, o bem-estar, sustentabilidade, finanças pessoais e a educação usufruem da ludificação neste sentido

Um exemplo de ludificação existente é o Foldit [11]. Este é uma iniciativa de várias universidades, institutos de pesquisa e companhias com o objetivo de encontrar a cura para várias doenças através da compreensão das estruturas proteicas no corpo humano.

Transformando a forma de como se dobram as proteínas num puzzle e adicionando elementos de jogos como pontuações, classificações e conquistas, é possível para qualquer pessoa resolver vários problemas e assim contribuir para a descoberta de novas estruturas proteicas.

Outra aplicação como o Foursquare [12], nas suas mais antigas versões, estava muito dependente da ludificação para gerar o interesse e valor que pretende quando é utilizada.

Recompensando os seus utilizadores com crachás de várias formas quer utilizando a aplicação frequentemente ou em locais específicos, estes ganham motivação para utilizar a aplicação regularmente. Até o uso de pontos e quadros de pontuação existiam como forma de gerar alguma competição entre amigos que usavam a aplicação. Atualmente estes elementos foram migrados para outra aplicação designada por Swarm [13] que funciona em conjunto com a Foursquare.

2.1.3 Jogos e ludificação

Para poder perceber a utilidade da ludificação é também necessário perceber a presença dos comportamentos derivados dos jogos. Jogos com um bom *design* conseguem fornecer aos seus jogadores um grande sentimento de satisfação e felicidade e para saber como criar estes sentimentos pela ludificação é também necessário saber como isso funciona.

O conceito de diversão é cientificamente definido como o processo de libertação de uma substância química designada por dopamina que está relacionada com o prazer e recompensa.

Os jogos conseguem fornecer aos jogadores este tipo de sentimentos através da oferta de desafios para serem conquistados, dando a criação da dopamina quando o desafio é completo. No entanto, é importante manter controlo sobre o ciclo de criação de dopamina (desafio, conquista, satisfação, dopamina) de forma a manter o jogador interessado e cativado. [14]

A ludificação, de certa forma, partilha este objetivo com os jogos, no sentido de conseguir adesão através de mecanismos que consigam dar aos utilizadores um sentimento de diversão, prazer e recompensa. [14]

2.2 Técnicas de ludificação

Quando se inicia o desenvolvimento de um produto ou aplicação onde se pretende incluir alguma forma de ludificação é importante ter em conta as várias formas de como pode ser implementada, de forma a obter o máximo proveito da mesma.

As técnicas de ludificação utilizadas têm de conseguir influenciar os desejos naturais das pessoas para o objetivo pretendido quer seja socializar, aprender, dominar, concretizar, estatuto, expressividade, altruísmo, entre outros elementos da natureza humana. O importante é que no final, qualquer tarefa ou situação onde um utilizador se encontre seja encarado como algo divertido e algo significativo.

Vários são os métodos pelos quais se pode implementar ludificação em algo, sendo algumas das técnicas provenientes de elementos de jogos aqui referidas [15]:

1. Cartões de lealdade

- Este método é um dos melhores na retenção de utilizadores e crescimento da base de utilizadores. Consiste na existência de uma espécie de cartão com um número de espaços a serem preenchidos quer seja por uso periódico da aplicação ou por certas atividades que ajudam no preenchimento do mesmo. Quando o cartão se encontra preenchido, o utilizador é recompensado com algum prémio.

2. Sistema de pontos/Quadros de pontuação

- A necessidade de competição é algo que qualquer pessoa possui e este sistema apela exatamente a esse sentimento. Pela implementação de um quadro de pontuação ou algo semelhante, os utilizadores são de certa forma comparados e isso motiva os mesmos se apliquem na contagem dos pontos. Aplicando o sistema a uma mecânica principal da aplicação, os utilizadores ficam interessados em dar uso à aplicação e até partilhar/recomendar a outros.

3. Crachás/Troféus

- O uso de crachás diferencia-se do sistema de pontos pelo facto de que os crachás encontram-se associados a atividades específicas. Associando várias atividades a vários tipos de crachás, um utilizador sente-se motivado a realizar estas atividades como forma de colecionar os mesmos. Inclusive, estes crachás também podem ser utilizados como o sistema de pontos no sentido em que um utilizador continua a dar uso à aplicação para não os perder, ou como forma de estatuto podendo partilhar a sua coleção com outros utilizadores.

4. Desafios/Missões

- Esta técnica foca-se num nível de competição pessoal como forma de incentivar o utilizador para o uso da aplicação. Através da criação destes desafios para os utilizadores cumprirem com a aplicação, estes sentem-se desafiados e motivados para a completar o mais brevemente possível.

5. Barras de progresso/Níveis

- A existência de algo que quantifique o esforço e dedicação de um utilizador permite a que o mesmo se sinta realizado de uma forma mais divertida. Barras de progresso e níveis no entanto possuem uma diferença principal. Uma barra de progresso tem um início e um fim, enquanto que os níveis (exceto se especificado) não possuem limite superior. Mesmo assim, o uso destes elementos permitem a um utilizador a verificação do seu nível de progresso, dando também motivação para trabalhar mais sobre o mesmo.

2.3 Jogos sérios

Nos jogos sérios, o elemento da diversão e entretenimento é combinado com uma mensagem importante ou um plano de educação com a intenção de criar mudanças de comportamento ou o ensino de novas competências. Através do propósito de entretenimento que é incluído na estrutura destes jogos, pretende-se que o processo de aprendizagem, quer ao nível de comportamentos, quer ao nível de conhecimento, seja bastante mais aprazível de forma semelhante às técnicas educacionais que os professores durante as aulas usam para motivar os alunos. [16]

Oposto aos jogos normais, os jogos sérios seguem metas de aprendizagem quer implícitas ou explícitas. Apesar dos mesmos poderem conter elementos de entretenimento ou competição (como os usados na ludificação), estes são utilizados de forma a aumentar o nível de dedicação para assegurar melhores níveis de conhecimento e/ou competências. [17]

A ideia do uso de jogos com um propósito para além do divertimento do utilizador foi inicialmente proferido por Clark C. Abt em 1975 no seu livro *Serious Games* [18] no qual entende-se que a intenção educacional nos jogos sérios do autor não necessitam de estar incluídos no *design* mas que podem estar presentes pelo contexto onde é utilizado. Um exemplo relevante considera-se a adaptação de um jogo de tabuleiro usado num contexto militar para ensinar princípios de combate armado e pensamento estratégico.

Apesar de atualmente existirem variadas definições do que são jogos sérios, esta definição por Abt é ainda maioritariamente válida no sentido em que a grande maioria destas definições partilham o pensamento principal que jogos sérios são jogos que são usados para mais do que mero entretenimento [19] [20] [21].

2.4 Mudanças de comportamento

Ludificação é uma das várias ferramentas utilizada atualmente como forma de encorajar a mudança de comportamentos e promover determinadas atitudes em vários campos. No entanto, cada pessoa é influenciada pela ludificação de diferentes formas, sugerindo que diferentes influências culturais têm um grande impacto na forma como a ludificação deverá ser utilizada para garantir a sua melhor implementação. [22]

Isto significa que para tirar o melhor proveito da ludificação e da sua aplicação nos vários campos existentes, o contexto cultural e o comportamento de um indivíduo tem de ser bem compreendido. [23]

É bastante comum o uso de conceitos psicológicos em jogos e aplicações com o objetivo de influenciar e alterar o comportamento dos seus utilizadores sem causar ao utilizador uma mudança forçada. É importante salientar que a mudança de comportamento tem de consistir num processo onde um comportamento indesejado é abandonado em favor de um melhor. [24]

Para então influenciar o comportamento, é necessário perceber como o mesmo é criado e afetado através de métodos de mudança de comportamento e influências culturais e sociais. [22]

Neste sentido, a motivação é um dos principais fatores a considerar na ludificação particularmente pelo peso que possui sobre o comportamento humana. Motivação é de uma forma simples o desejo de fazer alguma coisa e este desejo pode ter dois motivos diferentes. Como é explicado por Ryan e Deci (2000) [25], a motivação de uma pessoa pode ser intrínseca, sendo caracterizada por um desejo interno de fazer algo por divertimento ou gosto, ou extrínseca, representando o ato de fazer algo simplesmente pelo resultado final.

Saber e reconhecer como criar um comportamento é crucial no *design* de qualquer aplicação ludificada ajudando na influência do utilizador quando devidamente utilizado. Actualmente, um grande número de aplicações com elementos de ludificação focam-se na motivação extrínseca e,

de acordo com Koivisto e Hamari (2014), o foco na motivação extrínseca não cria um ambiente ludificado sustentável. [26]

O uso de recompensas tangíveis ou motivações extrínsecas não podem ser o único fator na mudança de comportamento, pois a motivação extrínseca de um indivíduo é algo que tanto aumenta como diminui dependendo das características do mesmo, podendo resultar numa inversão de comportamentos para o comportamento original. Por exemplo, um indivíduo poderá sentir-se motivado a comer melhor na procura de resultados positivos, mas este desejo pelos resultado poderá ser perdido ao longo do tempo, voltando aos comportamentos que previamente tinha. Assim, é fundamental que o sistema ludificado consiga dar aos utilizadores uma realização do valor intrínseco da atividade. [27]

Para melhor compreender a mudança de comportamento e a motivação de um indivíduo, também é necessário ter em conta as influências culturais e sociais que o afeta. Em culturas diferentes, aspectos do comportamento do indivíduo são influenciados como a percepção, classe social, atitudes, tomada de decisões entre outros elementos (Usunier e Lee 2005 [28]). Tal como o fator da cultura, o fator social também tem influência sobre o comportamento através das normas sociais a que o indivíduo se sujeita.

De modo a explicar como os comportamentos ocorrem, Fogg (2009) [29] propôs um modelo que mostra que o comportamento humano é o resultado de três elementos que devem ocorrer ao mesmo tempo. Estes são a motivação, habilidade e estimulação do indivíduo. A combinação deste modelo com fatores sociais e culturais permitirá uma outra forma de criar uma experiência mais inclusiva para o utilizador.

2.5 Design de ludificação

A ludificação apesar de ser o uso de elementos de jogo fora do seu contexto, para ser efetiva, necessita de um plano, caso contrário, nunca será possível atingir o objetivo colocado para a aplicação da ludificação.

No sentido de ajudar na criação de um sistema ludificado que encoraje certos comportamentos e estimule a motivação, Kevin Werbach e Yu-Kai Chou criaram ambos a sua própria *framework* para o *design* de ludificação.

2.5.1 Os seis passos de Werbach

A *framework* desenvolvida por Werbach [30] consiste em seis passos que cobrem todos os aspetos de um sistema ludificado com a finalidade de decidir quais os elementos de jogo a serem aplicados ao sistema. Esses passos são:

- **Definir os objetivos de negócio** - Qual o benefício que a ludificação dará à organização?

Quando se trata do *design* de ludificação, deve-se sempre começar por colocar objetivos. Estes objetivos são sempre relativos ao resultado final esperado como, por exemplo, o incremento ou decréscimo de qualidade, custos e rendimentos.

- **Delinear o comportamento alvo** - Que comportamento é esperado e que comportamento deverá ser recompensado?

A seguir a definir os objetivos, deve-se delinear o comportamento para atingir esses objetivos. Este comportamento é o que o sistema é destinado a encorajar e é com base neste que os indicadores de desempenho se focam, portanto é importante que este comportamento seja o mais específico possível e que também seja possível de medir.

- **Descrever os jogadores** - Qual é a audiência alvo?

A importância de saber quais os jogadores de um sistema ludificado afeta os elementos que terão o maior impacto no sistema. Aspectos como cultura, nível de educação ou classe social são aspectos que podem ter influência.

Para além destes elementos de segmentação de mercado, saber que tipo de jogadores existem e ter isso em conta no desenvolvimento do sistema. Neste especto, Richard Bartle [31] desenvolveu uma segmentação por tipo de jogador que define os jogadores em 4 tipos colocados em 2 eixos que são:

1. Killers - Foco em ganhar, classificações e competição
2. Achievers - Foco em obter estatuto e atingir objetivos
3. Socializer - Foco na socialização e a desenvolver redes de amigos e contactos
4. Explorers - Foco na exploração e descobrir o desconhecido

Assim, é necessário saber qual o foco que se pretende tomar pois cada tipo de jogador tem a sua preferência de atividade, permitindo que o sistema ludificado seja mais eficiente.

- **Desenvolver ciclos de atividade** - Conseguir que os jogadores continuem interessados em jogar

Conseguir com que alguém entre num sistema ludificado é uma tarefa simples, no entanto manter esse alguém interessado durante um longo período de tempo é mais complexo. Para atingir a retenção de utilizadores é necessário desenhar ciclos de atividade.

Um ciclo de atividade que se baseia no compromisso é composto por 3 componentes que se repetem infinitamente. Este ciclo começa por mostrar o componente de motivação ao jogador que o deverá levar ao componente de ação sendo o mais simples possível seguindo para o componente de comentário instantâneo e específico resultando numa maior motivação, repetindo o ciclo.

Um ciclo de atividade com base no progresso é outro tipo de ciclo existente. No início existe um elemento de *onboarding*, que acaba por ser um tutorial, prevenindo o abandono do sistema pelo jogador antes do mesmo começar a jogar. O resto do ciclo consiste em passos de dificuldade crescente pequenos o suficiente para serem ultrapassados mas grandes o suficiente para serem considerados um desafio.

- **Não esquecer a diversão** - Qual é e onde é que se encontra a diversão neste sistema?

Nicole Lazzaro [32] investigou os motivos pelos quais as pessoas se divertem nos vídeo jogos e daí conseguiu distinguir quatro tipos de diversão. Num sistema ludificado a decisão sobre quais tipos de diversão devem estar presentes deve ser investigado. De acordo com Lazzaro, estes são:

1. Diversão difícil - Definida por um foco em atingir um objetivo e sentimentos de frustração ou vitória pessoal
2. Diversão fácil - Definida pelo foco em descobrir o mundo do jogo e sentimentos de mistério, ponderação e admiração
3. Diversão séria - Quando o foco se encontra em como um jogador se sente interiormente é o principal motivo para jogar
4. Diversão social - Quando para um jogador é tudo sobre jogar com outros quer por competição ou cooperação, usando o jogo como ferramenta de interação

- **Instalar as ferramentas apropriadas** - Que elementos de ludificação são necessários para o sistema?

Finalmente, olha-se para os elementos de jogo. Neste ponto, já existe uma ideia bastante clara dos elementos que irão ser aplicados. A decisão no entanto, deverá ser feita de cima a baixo.

Primeiro definem-se as dinâmicas que formam a grande imagem, ou seja, ou elementos do jogo ou sistema ludificado que se encontra escondido. Após, é feita a escolha das mecânicas relativas aos elementos de dinâmica. Em último, entram os componentes, ou noutras palavras, as instâncias específicas de elementos que são limitados pelas mecânicas definidas. Seguindo estes passos, é criada uma experiência constante e coerente.

2.5.2 Octalysis de Yu-Kai Chou

Enquanto a *framework* de Werbach foca-se no contexto do progresso do *design* do sistema ludificado, a *framework* desenvolvida por Yu-Kai Chou [33] é centrada no ser humano e em oito unidades centrais representantes da motivação humana.

Yu-Kai Cho defende que o *design* focado no ser humano permite uma melhor análise das forças existentes sobre a motivação humana e os motivos pelos quais as pessoas querem ou não realizar certas tarefas, podendo assim otimizar o sistema para os sentimentos, motivações e interações das pessoas.

Octalysis, como é designada esta *framework*, sugere que sem a existência destas unidades centrais não existe qualquer motivação e nenhum comportamento acontecerá. A premissa em que se baseia é que praticamente todos os jogos possuem apelos a certas motivações que levam a decisões e atividades. Estas motivações são divididas nas oito unidades centrais que são:

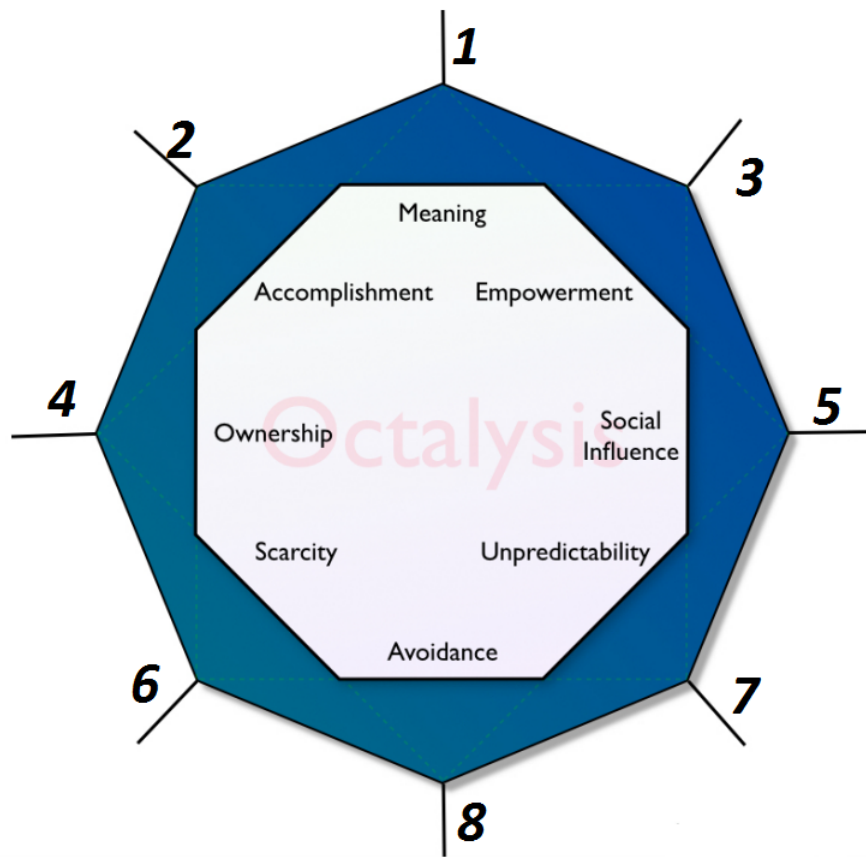


Figura 2.1: Octalysis e as oito unidades centrais

1. Significado épico e chamada

Existe quando uma pessoa acredita que está a fazer algo maior que ela ou que foi escolhida para efetuar a ação.

2. Desenvolvimento e realização

Corresponde à energia interna de uma pessoa para ter progresso, desenvolver habilidades, obter mestria e conquistar desafios.

3. Poder da criatividade e Comentários

Expressa-se quando os utilizadores se encontram num processo criativo onde repetidamente descobrem novas coisas ou tentam diferentes combinações recebendo comentários sobre os resultados e ajustando-se.

4. Propriedade e posse

Quando os utilizadores sentem motivação pelo facto de sentirem que são donos ou que controlam algo, querendo inatamente melhorar o que é deles.

5. **Influência social e relações**

Incorpora todos os elementos sociais que motivam as pessoas como relações de mentoria, aceitação social, comentários sociais, companhia, competição e inveja.

6. **Escassez e impaciência**

Engloba o querer algo simplesmente por ser raro, exclusivo ou imediatamente inatingível

7. **Imprevisibilidade e curiosidade**

Quando um utilizador se encontra constantemente empenhado pois algo está fora do padrão normal de reconhecimento do mesmo e não sabe o que irá acontecer a seguir.

8. **Perda e evitar**

Corresponde à motivação criada por querer evitar que algo negativo aconteça.

Dentro da Octalysis (figura 2.1), as unidades centrais estão arranjadas de forma a que o foco na expressividade, criatividade e dinâmicas sociais encontram-se no lado direito, designadas por unidades centrais do lado direito do cérebro e o foco nas unidades associadas à lógica, cálculo e posse encontram-se no lado esquerdo, designadas por unidades centrais do lado esquerdo do cérebro. É de notar que as referências aos lados do cérebro são simplesmente simbólicas das duas distintas funções que possuí.

As unidades do lado esquerdo tendem em fornecer motivação extrínseca (motivação em fazer algo pelo resultado), enquanto as unidades do lado direito tendem em fornecer motivação intrínseca (motivação em fazer algo por simplesmente querer fazer).

Outro fator dentro da Octalysis é que as unidades centrais no topo são consideradas motivações positivas e as em baixo são consideradas motivações negativas, sendo as técnicas que utilizam estas unidades designadas por "ludificação de chapéu branco" e "ludificação de chapéu preto". É importante realçar que apesar da tendência negativa nos motivadores em baixo, o seu uso como motivadores negativos, quando bem aplicados, podem produzir resultados positivos.

2.6 **Sensores externos**

O termo sensor refere-se a um aparelho ou módulo com o propósito de detetar certos eventos ou mudanças no seu ambiente e comunicar essas informações a outros aparelhos, normalmente com a capacidade de processamento das informações.

No contexto pretendido, a associação da palavra externo à palavra sensor remete para aqueles sensores que não fazem parte do aparelho principal. Por exemplo, o giroscópio de um telemóvel considera-se como um sensor interno do telemóvel ao contrário das antenas de uma estação de meteorologia que são sensores externos ao telemóvel.

2.6.1 API

Uma API (Application Programming Interface) é uma ferramenta usada para partilhar conteúdo e dados entre aplicações de *software*. As APIs são utilizadas em variados contextos, como por exemplo, incorporar conteúdo de um *website* para outro, colocar conteúdo dinâmico de uma aplicação para exibição ou a extração de dados de uma base de dados de uma forma mais programática que a permitida por interfaces de utilizador. [34]

Numerosas bases de dados e produtos oferecem APIs para permitir aos utilizadores com capacidades de programação uma forma de extração de dados mais eficiente, atendendo melhor às necessidades de pesquisa. Como exemplos, é possível com recurso a APIs, extrair dados estatísticos, consultar e colocar conteúdo de um blog dinamicamente e criar métodos de pesquisa para uma base de dados.

2.6.1.1 OpenWeather

OpenWeather [35] é um dos vários serviços existentes que realizam a coleção, processamento e distribuição de informação meteorológica através de ferramentas e APIs disponíveis.

Atualmente, este tipo de serviços são possíveis devido à existência das tecnologias de Big Data aplicadas na plataforma usada e também um custo cada vez menor para as transações e armazenamento.

A API disponibilizada é aberta para quem desenvolve aplicações web ou mobile e tem a necessidade de embutir elementos meteorológicos, entre outros variados campos.

2.6.1.2 GReSBAS

O Projeto GReSBAS [36] tem o objetivo de permitir a participação ativa de vários edifícios em programas de eficiência energética, tentando igualar o consumo elétrico à exigência elétrica do fornecedor.

Através do uso de competição ludificada entre edifícios ou dentro do próprio edifício, esta metodologia pretende que seja possível a redução do consumo elétrico e aumento da eficiência energética, motivando e/ou recompensando os participantes neste programas.

2.6.2 Aparelhos e sensores

É com certeza uma possibilidade que, atualmente, existe um sensor para praticamente tudo o que existe. Desde sensores de som, a sensores químicos, elétricos, do ambiente, de meteorologia, de temperatura, entre muitos mais, a quantidade de sensores existentes é extremamente diversa.

No entanto, um sensor por si só é inútil. A incorporação de um sensor num aparelho que consiga reconhecer, ler e agregar os sinais dos sensores é o passo que os torna práticos e úteis.

2.7 Tecnologias Web

As tecnologias web representam o tipo de tecnologias usadas para o desenvolvimento de aplicações web. Nesta secção irão ser referidas as tecnologias web mais relevantes na atualidade do desenvolvimento web.

2.7.1 Angular

Angular [37], que é uma entidade diferente do AngularJS, é uma *framework* em JavaScript com base em TypeScript desenvolvida pela Angular Team da Google, sendo disponibilizada em Setembro de 2016. O motivo principal pela reescrita da *framework* deveu-se à necessidade de igualar os requerimentos mais modernos exigidos.

Esta tecnologia pertence ao que é designado pelo acrónimo MEAN, que descreve as tecnologias que cobrem os principais pontos do desenvolvimento de software começando pelo MongoDB como base de dados, Express como *back-end middleware*, o Angular como *front-end framework* e o NodeJS como ambiente de execução.

Em relação às vantagens do uso desta tecnologia constam [38] [39] [40]:

1. Arquitetura com base em componentes

- Um componente pode ser considerado como um pedaço da interface que possui independência dos outros componentes.

O Angular apesar de ter uma arquitetura com base em modelos é bastante semelhante à arquitetura do AngularJS, mas vem com os seus principais benefícios como a reutilização de componentes criados, uma melhor legibilidade de código, uma maior facilidade no teste de componentes e uma maior eficiência na atualização e manutenção do código.

2. TypeScript

- Angular é escrito em TypeScript, que é um *superset* para JavaScript, ou seja, é compilado para Javascript. Vem com as vantagens de ajudar a identificar e eliminar erros na escrita de código e possui ferramentas próprias para projeto de escala maior.

3. RxJS

- Esta biblioteca é normalmente utilizada com o Angular para a manipulação de chamadas assíncronas. Permite a manipulação independente de eventos em paralelo e a execução contínua sem a necessidade de espera que algum evento aconteça deixando a página não responsiva.

4. Agnosticismo da plataforma

- O Angular foi desenvolvido com uma abordagem *mobile-first*, trabalhando com a equipa por detrás da *framework* NativeScript, que partilha vários conceitos

com Angular. Isto traduz-se numa curva de aprendizagem no desenvolvimento multiplataforma (principalmente móvel) menos íngreme do que seria suposto.

5. Injeção de dependências hierárquica

- Semelhante ao AngularJS mas mais aprimorado, esta técnica separa os componentes das dependências executando-os em paralelo. Angular constrói uma árvore separada com os injetores de dependência que pode ser alterada sem modificar os componentes, representando uma maior performance.

No entanto, é necessário considerar as suas desvantagens como:

1. Comunidade dividida

- Apesar de Angular ser uma das tecnologias mais comuns atualmente, na altura da passagem do AngularJS para Angular, a comunidade dividiu-se pela dificuldade imensa em migrar sistemas de um para o outro, devido às várias diferenças existentes entre ambos.

2. Detalhado e complexo

- Apesar da arquitetura ser uma grande vantagem do Angular, a forma como os componentes são geridos é bastante complexa e consequentemente repetido

3. Enorme curva de aprendizagem

- Apesar da familiaridade imensa com JavaScript que se possa possuir, para aprender a trabalhar com Angular depara-se com um enorme montante de tópicos a serem cobertos como módulos, injeção de dependências, componentes, serviços, modelos, entre outros.

Apesar de considerados como vantagens, o RxJS e o TypeScript também se encontram entre estes elementos e apesar das enormes vantagens que ambos fornecem em aplicações Angular, são elementos que também levam o seu tempo a aprender a usar eficientemente.

2.7.2 React

Antes da existência do ReactJS [41], o Facebook foi confrontado com a tarefa de construção de interface de utilizador de alta performance que permitisse, por exemplo a atualização de notícias enquanto simultaneamente um utilizador conversava pelo chat.

Jordan Walke, um engenheiro de software no Facebook na altura decidiu a concretização da ideia com JavaScript e propôs colocar a sintaxe de marcação XHP do Facebook no sistema de coordenadas JavaScript.

Em 2011, surge o ReactJS, uma biblioteca JavaScript que faz proveito da velocidade do JavaScript e utiliza uma nova forma de apresentar páginas web altamente dinâmicas e responsivas.

Mais tarde, em 2013 a biblioteca foi disponibilizada como *open-source* e tornou-se extremamente popular devido ao seu método revolucionário para programar interfaces de utilizador, iniciando uma competição entre o Angular, outra ferramenta de desenvolvimento web popular.

Algumas das vantagens desta tecnologia são [42] [43] [44]:

1. A existência do DOM virtual no ReactJS melhora a experiência de utilizador e acelera o trabalho desenvolvido

- DOM (document object model) é uma estrutura lógica de documentos em formato HTML, XHTML e XML num esquema de árvore que, através dos motores de plano presente nos *browsers* web, são analisados e transformados e visualizam-se no *browser*.

O maior problema presente neste tipo de DOM tradicionais é a forma como processa mudanças como *queries* por exemplo. Um servidor tem de constantemente verificar qual a diferença causada pelas mudanças e enviar a resposta necessária. Para responder devidamente, também é necessário atualizar as árvores DOM do documento inteiro, o que não é muito viável atualmente devido à enorme quantidade de elementos presentes nas árvores DOM.

O React consegue aumentar a velocidade destas atualizações a partir de um DOM virtual. Esta cópia abstrata consegue atualizar mudanças aplicadas pelo utilizador sem afetar outras partes da interface. Assim, as atualizações são rápidas, permitindo a construção de uma interface de utilizador bastante dinâmica. Incidentalmente não é necessário prender o DOM à funcionalidade no *front-end* devido aos elementos do React estarem já ligados.

No geral, esta solução permite trabalhar com objetos de interface mais depressa e permite a aplicação de mudanças em tempo real, aumentando a velocidade de programação.

2. A capacidade de reutilização de componentes React

- Outra vantagem que a introdução do React trouxe foi a possibilidade de reaproveitar componentes, que se traduz num efeito de poupança de tempo imenso.

A reutilização de componentes permite uma grande eficácia de *design* pois os componentes de React são isolados e mudança num componente não afeta outro. Assim também se consegue uma programação mais precisa e ergonómica para quem desenvolve em React.

3. Fluxo de dados unidirecional em React permite um código estável

- Conseguir trabalhar diretamente com componentes e o uso de ligação de dados descendente faz com que mudanças nas estruturas dos componentes crianças não afeta os componentes pais dando estabilidade ao código.

Maioria dos sistemas de modelos de vista mais complexos em JavaScript possuem uma desvantagem clara que é o fluxo de dados, onde a modificação nas crianças poderá ter um efeito sobre os pais. Com o React, não existem este tipo de problemas pois é constituído só pelo sistema de vista. Neste tipo de estruturas, para alterar um objeto, só é necessário modificar o seu estado e atualizar.

4. Biblioteca de livre acesso constantemente a evoluir e aberta à comunidade

- React possui todas as vantagens de livre acesso através de uso de variadas aplicações e ferramentas desenvolvidas por programadores para além dos criadores. A evolução da aplicação significa que é constantemente melhorada e reparada, ajudando a novos utilizadores uma melhor aprendizagem sobre React.

5. A existência do Redux como um contentor de estado conveniente

- O Redux simplifica o armazenamento e gestão dos estados dos componentes em grandes aplicações com elevado número de elementos dinâmicos. O estado da aplicação é armazenado num único objeto e permite com que cada componente React consiga aceder ao estado da aplicação sem ter de lidar com componentes crianças ou pedidos de retorno.

Adicionalmente, à medida que os estados ficam mais fáceis de gerir, fica mais fácil testar e registar mudanças de dados.

6. Conjuntos de ferramentas React e Redux variado

- A existência de ferramentas como a extensão React Developer Tools para o web browser Chrome permite examinar a hierarquia de componentes no DOM virtual e a edição de estados e propriedades. A extensão Redux DevTools permite o *debugging* dos estados da aplicação e mudanças. Resumindo, a enorme quantidade de ferramentas existentes facilitam a vida do programador.

E algumas das suas desvantagens mais relevantes são:

1. Alto ritmo de desenvolvimento

- O ambiente está constantemente a evoluir e a mudar pelo que quem trabalha e desenvolve aplicações com React tem de regularmente aprender as novas formas de fazer as coisas.

2. Pobre documentação

- O problema com a documentação remete à constante criação de novas ferramentas. Certas bibliotecas como o Redux e o Reflux melhoram o ambiente em React. No entanto, surge uma maior dificuldade em conseguir integrar estas ferramentas devido à evolução rápida do React, resultando em vários programadores acabarem por escrever a sua própria documentação para ferramentas específicas.

3. JSX

- JSX é uma extensão de sintaxe que permite a mistura de HTML com JavaScript. Apesar de esta sintaxe possuir benefícios como a proteção de código contra injeções, a enorme complexidade e curva de aprendizagem da sintaxe prova ser também uma desvantagem no desenvolvimento de aplicações.

2.8 Sumário

Concluindo este capítulo, foi obtida uma compreensão suficiente dos vários elementos existentes que poderão ser aplicados ao desenvolvimento do projeto.

Tendo em mente o contexto e objetivos referidos no capítulo 1, juntamente com a utilização da API do GReSBAS necessária para o trabalho, decidiu-se nesta fase a utilização da tecnologia React, destacando-se como pontos decisivos a pouca necessidade de desenvolver um back-end e o facto do mesmo ser multi-plataforma, que aumenta o apelo do React em relação às alternativas, a virtual DOM que permite uma melhor experiência para o utilizador da aplicação e a capacidade de reutilização dos componentes que serão criados, facilitando o escalamento da aplicação ou o simples reaproveitamento dos elementos criados para uso noutros sistemas.

Em termos de ludificação, irá tirar-se proveito do sistema de pontos existente na API do GReSBAS, trabalhando sobre o mesmo para as funcionalidades a desenvolver.

No seguinte capítulo, é demonstrado como estes elementos foram postos na prática.

Capítulo 3

Solução/Aplicação

Neste capítulo, o problema identificado é descrito assim como a solução, sendo esta caracterizada em detalhe.

3.1 Problema

A eficiência energética é o nome dado ao objetivo de reduzir a quantidade de energia necessária a fornecer a produtos ou serviços. Isto pode ir desde a instalação de material isolante num edifício para reduzir o uso de aquecimento usado, à instalação de lâmpadas LED ou claraboias para reduzir os consumos de energia mantendo o mesmo nível de iluminação até ao simples ato de desligar aparelhos que não estejam em uso quer seja iluminação, aquecedores, computadores, entre outros.

O apelo da eficiência energética encontra-se na redução de custos a nível financeiro aos consumidores, redução da poluição aérea, melhorias na saúde dos consumidores e numa escala maior a redução da emissão de gases de estufa.

O uso de aparelhos num local de trabalho como iluminação, computadores, aquecedores, humidificadores são da responsabilidade de quem os utiliza e apesar de necessários ao local de trabalho muitas das vezes estão constantemente ligados mesmo quando não são necessários ou não estão em uso. [45]

Estes hábitos causam uma má eficiência energética para a qual é necessária criar uma mudança de comportamento das pessoas dentro do local de trabalho. Mas, no entanto, a criação de reuniões ou algo como panfletos e lemas no local de trabalho não conseguem gerar suficiente motivação para corrigir permanentemente estes hábitos. [45]

Pela análise efetuada no estado da arte, é possível afirmar que a utilização da ludificação quando bem aplicada consegue causar mudanças de comportamento aos consumidores e conseguir dar motivação intrínseca suficiente aos mesmos para reter estes mesmos comportamentos novos. Com o acesso a vários instrumentos de medição de variáveis existentes também é possível um maior controlo dos elementos.

O potencial da eficiência energética encontra-se também na meteorologia, permitindo nas condições corretas, reduzir ainda mais o consumo elétrico e, mesmo assim, manter os níveis de

conforto dos utilizadores do sistema. Apesar de nem todos os aspetos da meteorologia possuírem o mesmo impacto, a análise dos elementos mais relevantes do tempo permitem distinguir a temperatura ambiente, a humidade relativa e a velocidade do vento como alguns dos fatores que possuem maior influência no ambiente interior de um edifício.[46]

Neste momento, apesar de existirem ferramentas para o aumento da eficiência energética através da mudança comportamental que façam uso de elementos de ludificação e de dados fornecidos por sensores externos, o método de coreografias independentes com base nos elementos do ambiente e meteorologia com uso para a mudança comportamental é algo que possui valor em ser investigado.

3.2 Solução

Para atingir os objetivos desejados foi então desenvolvida uma aplicação web interativa que utiliza técnicas de ludificação apropriadas que interagem com os utilizadores propondo-lhes comportamentos que sejam apropriados de acordo com os dados que são fornecidos por sensores externos e depois agregados pela própria aplicação.

No desenvolvimento da aplicação foi optado pelo uso do React para a criação do *front-end* devido principalmente à enorme flexibilidade para integração, melhor performance pelo uso do DOM virtual, melhor visão global, melhor compreensão pela gestão de dados unidirecional e capacidade inata de ser multiplataforma.

Ao nível de sensores externos, nesta fase do projeto, é utilizada a API do OpenWeather para recolher dados que serão usados em conjunto com a API do GReSBAS para serem analisados e comparados, devolvendo no final um conjunto de comportamentos apropriados.

Nos elementos de ludificação, tirou-se proveito do sistema de pontos existente no GReSBAS com o intuito de criar um ambiente de competição.

Neste sistema, no seu primeiro uso, o utilizador começa por se autenticar ou registar pelas vistas disponíveis na aplicação, ganhando acesso ao resto das funcionalidades, como a visualização do seu perfil de utilizador e a visualização de informações meteorológicas, esta última, com a funcionalidade principal de notificação do utilizador de comportamentos apropriados aos eventos meteorológicos presentes.

3.3 Aplicação

A aplicação, como descrito previamente, foi desenvolvida em ReactJS e permite a obtenção e visualização de dados.

3.3.1 Requisitos da Aplicação

Nesta secção são apresentados e descritos os atores do sistema, assim como os casos de uso na aplicação e as histórias dos utilizadores para cada tipo de utilizador.

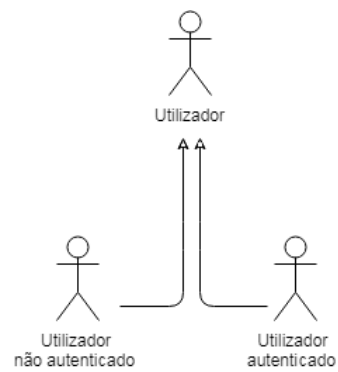


Figura 3.1: Diagrama UML dos utilizadores na aplicação

Identificador	Descrição
Utilizador não autenticado	O utilizador não autenticado só pode autenticar-se ou fazer o seu registo
Utilizador autenticado	O utilizador autenticado consegue aceder a todas as funções permitidas pela aplicação

Tabela 3.1: Descrição dos atores na aplicação

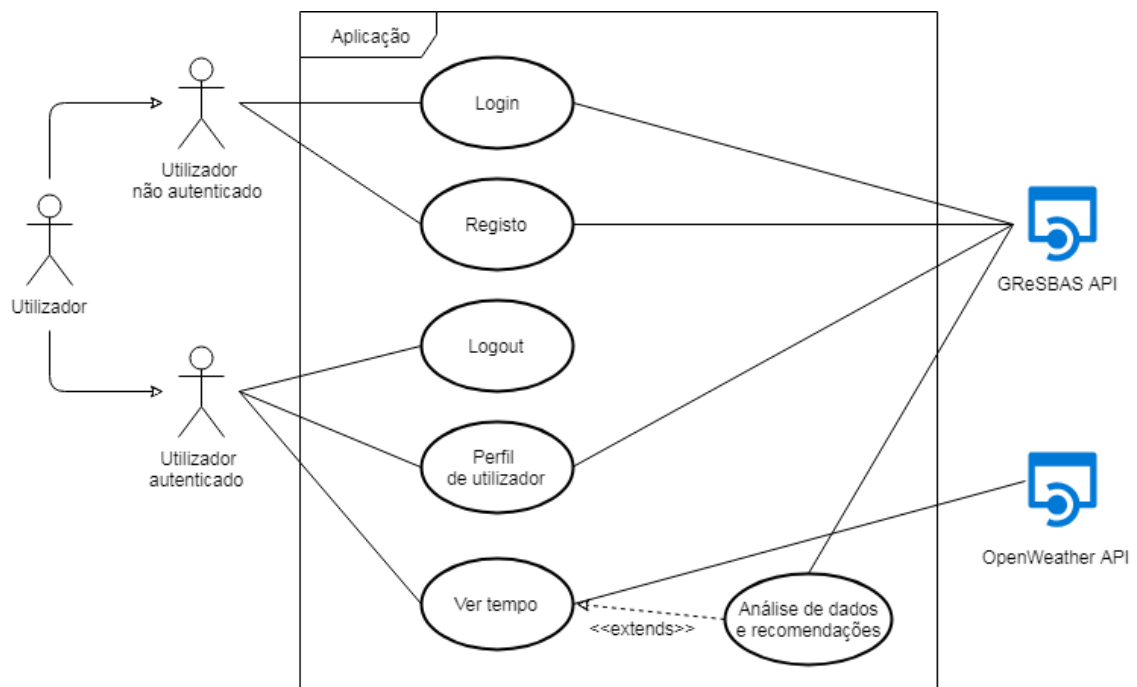


Figura 3.2: Diagrama UML dos casos de uso na aplicação

Identificador	Nome	Prioridade	Descrição	Interface
US101	Login	Alta	Como um utilizador não autenticado, quero efetuar login para poder usar a aplicação	A.1 , A.2
US102	Registo	Médio	Como um utilizador não autenticado, quero poder criar uma conta para poder dar login	A.1 , A.3

Tabela 3.2: Histórias de utilizadores para um utilizador não autenticado

Identificador	Nome	Prioridade	Descrição	Interface
US201	Logout	Média	Como um utilizador autenticado, quero efetuar logout para terminar a minha sessão	A.4
US202	Perfil de utilizador	Alta	Como um utilizador autenticado, quero poder aceder ao meu perfil de utilizador para poder visualizar todos os elementos que constituem o meu perfil	A.5
US203	Ver tempo	Média	Como um utilizador autenticado, quero poder aceder a página do tempo para poder consultar o tempo atual	A.6
US204	Análise de dados e recomendações	Alta	Como um utilizador autenticado, quero que me sejam recomendados comportamentos adequados à análise dos dados do tempo para poder ser informado e poder reagir apropriadamente de acordo com a situação	A.7

Tabela 3.3: Histórias de utilizadores para um utilizador autenticado

3.3.2 Características

Quando inicialmente o utilizador entra na aplicação é deparado com a vista principal para utilizadores não autenticados, de onde o mesmo pode continuar pela aplicação realizando o seu registo ou login.

Após o login ou registo do utilizador, é apresentada a vista principal para utilizadores autenticados. Daí, o utilizador tem acesso às outras funcionalidades existentes na aplicação.

Ao carregar no seu próprio nome de utilizador, o mesmo acede à sua página de perfil, onde conseguirá visualizar todos os dados relevantes ao utilizador. Todos os dados presentes são obtidos através da API do GReSBAS e são constituídos por:

- **Perfil**

- Nome do utilizador
- Imagem do utilizador

- **Espaço do utilizador**

- Nome do espaço
- Descrição do espaço
- Capacidade do espaço
- Edifício do espaço
- Imagem do espaço
- Tipo de espaço

- **Nível e pontos do utilizador**

- Nível do utilizador
- Nome do nível do utilizador
- Descrição do nível do utilizador
- Imagem do nível do utilizador
- Pontos do utilizador

- **Mensagens do utilizador**

- Mensagens do utilizador

- **Equipa do utilizador**

- Tabela da equipa do utilizador - Por ordem, as linhas da tabela correspondem ao nome das pessoas na equipa do utilizador, aos pontos das pessoas na equipa do utilizador e às imagens das pessoas na equipa do utilizador

Ao carregar no botão "Página do tempo" da vista principal, o utilizador acede à página do tempo onde consegue visualizar vários elementos pertinentes ao tempo na localidade pertinente como:

- Nome da localidade

- Descrição do céu na localidade
- Ícone relevante à descrição do céu na localidade
- Temperatura atual em graus Centígrados na localidade
- Percentagem de humidade atmosférica atual na localidade
- Velocidade do vento em metros por segundo na localidade

Para além da visualização destes elementos, o utilizador também terá acesso a uns botões de contexto que irão realizar uma análise dos dados visualizados através de coreografias implementadas na API do GReSBAS, devolvendo ao utilizador recomendações apropriadas ao tempo.

Por último, o botão "Logout" permite ao utilizador terminar a sua sessão atual na aplicação.

A visualização das vistas descritas encontram-se no apêndice [A](#).

3.3.3 Implementação

Um dos objetivos principais para a aplicação era a criação de uma aplicação que fosse móvel, com a criação de mecânicas de ludificação adequadas e a representação de comportamentos na própria aplicação.

Considerando o uso da API do GReSBAS principalmente para o desenvolvimento de funcionalidades, foi necessário o desenvolvimento da aplicação *client-side*. React foi então uma boa escolha para o projeto devido ao motivo de ser flexível, simples e eficiente comparativamente aos adversários existentes. A API do OpenWeather foi utilizada como um sensor externo para fornecer as informações necessárias para poder apresentar os comportamentos dentro de contexto.

Para ser possível a utilização das coreografias para a funcionalidade principal, foram criados dois documentos em formato JSON, onde as coreografias se encontram definidas. Para conseguir um acesso constante a estas coreografias, as mesmas foram inseridas na API do GReSBAS e foram criados dois métodos utilizados pela aplicação para permitir o seu funcionamento. A consulta do esquema exemplo das coreografias usadas encontram-se no apêndice [B](#).

3.4 Sumário

Nesta fase foi possível demonstrar como as funcionalidade principais foram implementadas e conseguir entender a estrutura da aplicação desenvolvida.

Mostra-se que foi desenvolvido, em específico, o uso de coreografias com a finalidade da mudança comportamental com o uso de elementos de ludificação.

Segue-se no capítulo [4](#), os resultados dos testes realizados à funcionalidade principal.

Capítulo 4

Resultados

Neste capítulo, é demonstrado um período de testes realizados à funcionalidade principal utilizando a aplicação, assim como a sua análise e conclusões após o seu uso.

4.1 Metodologia

Para poder avaliar a utilidade da funcionalidade principal da aplicação, foram criadas coreografias simples que foram colocadas na API do GReSBAS e foi desenvolvida na aplicação o método para as utilizar, fazendo a devolução de comportamentos das coreografias com base nos dados obtidos exteriormente pela API do OpenWeather para serem devolvidos os comportamentos apropriados da coreografia ao utilizador no formato de notificações.

4.2 Testes e Resultados

Os testes realizados à funcionalidade mencionada foram efetuados durante o período das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro de 2019 até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro de 2019 em períodos de 3 horas e incidiram sobre três elementos individuais existentes do tempo como temperatura e céu na tabela [4.1](#), humidade no ar na tabela [4.2](#) e velocidade do vento na tabela [4.3](#).

Dia	Hora	Temp (°C)	Título	Mensagem
24	11:00	14	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	14:00	14	Frio e nuvens quebradas	Ligue o aquecimento (+10)
	17:00	15	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	20:00	12	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	23:00	9	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
25	02:00	8	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	05:00	7	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	08:00	5	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	11:00	12	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	14:00	16	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	17:00	15	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	20:00	9	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	23:00	8	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
26	02:00	6	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	05:00	5	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	08:00	8	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	11:00	13	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	14:00	14	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	17:00	12	Frio e céu limpo	Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15)
	20:00	10	Frio e chuviscos	Ligue o aquecimento (+10)
	23:00	11	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
27	02:00	10	Frio e céu nublado	Ligue o aquecimento (+10)
	05:00	9	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	08:00	9	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	11:00	11	Frio e nuvens dispersas	Ligue o aquecimento (+10)
	14:00	13	Frio e nuvens dispersas	Ligue o aquecimento (+10)
	17:00	12	Frio e nuvens dispersas	Ligue o aquecimento (+10)
	20:00	9	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	23:00	9	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
28	02:00	9	Frio e chuviscos	Ligue o aquecimento (+10)
	05:00	10	Frio e poucas nuvens	Ligue o aquecimento (+10)
	08:00	12	Frio e nuvens quebradas	Ligue o aquecimento (+10)
	11:00	13	Frio e nuvens quebradas	Ligue o aquecimento (+10)

Tabela 4.1: Testes relativos aos elementos do tempo temperatura e céu realizados a partir das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro

Dia	Hora	Humidade (%)	Titulo	Mensagem
24	11:00	87	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	14:00	82	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	17:00	82	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	20:00	94	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	23:00	93	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
25	02:00	93	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	05:00	100	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	08:00	100	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	11:00	72	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	14:00	63	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	17:00	72	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	20:00	100	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	23:00	93	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
26	02:00	93	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	05:00	93	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	08:00	87	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	11:00	72	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	14:00	67	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	17:00	77	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	20:00	94	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	23:00	88	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
27	02:00	94	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	05:00	100	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	08:00	87	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	11:00	71	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	14:00	63	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	17:00	72	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	20:00	82	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	23:00	82	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
28	02:00	93	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	05:00	100	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	08:00	88	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)
	11:00	88	Ar húmido	Ligue o desumidificador (+10)

Tabela 4.2: Testes relativos ao elemento da humidade realizados a partir das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro

Dia	Hora	Vento (m/s)	Titulo	Mensagem
24	11:00	5.7	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	14:00	5.1	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	17:00	2.6	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	20:00	2.9	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	23:00	2.9	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
25	02:00	1.9	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	05:00	1.6	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	08:00	1.1	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	11:00	4	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	14:00	2.9	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	17:00	2.9	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	20:00	1.1	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	23:00	0	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
26	02:00	1.8	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	05:00	1.1	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	08:00	2.8	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	11:00	2.9	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	14:00	2.4	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	17:00	2.8	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	20:00	2.7	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	23:00	4.1	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
27	02:00	2	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	05:00	2.4	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	08:00	4.1	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	11:00	6	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	14:00	5.1	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	17:00	5.8	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	20:00	2.8	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	23:00	2.8	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
28	02:00	1.6	Vento ideal	Desligue o ventilador e abra as janelas(+10)
	05:00	6.5	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	08:00	4.6	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)
	11:00	7	Ventos fortes	Feche as janelas (+10)

Tabela 4.3: Testes relativos ao elemento da velocidade do vento realizados a partir das 11:00 horas do dia 24 de Janeiro até às 11:00 horas do dia 28 de Janeiro

4.3 Análise dos resultados

Durante o período de teste da aplicação, a mesma não teve qualquer problema com o uso das coreografias e devolveu sempre uma notificação ao utilizador contextual e não vazia, ou seja, as coreografias desenvolvidas conseguiram cobrir todas as situações que os dados retirados da API do OpenWeather forneceu.

Ao nível das notificações devolvidas, se se considerar a utilidade das mesmas, muitas delas são relevantes a elementos do tempo exterior para um ambiente interior, principalmente no caso da humidade do ar e velocidade do vento. Estes dois últimos elementos, são elementos que não possuem tanto impacto no ambiente interior de um edifício, como a temperatura exterior, possuindo um carácter mais informativo.

Ainda nas notificações, é importante salientar que as mesmas também possuem um carácter imediato, ou seja, são apenas relevantes ao momento exato de quando foram devolvidas ao utilizador, o que, num contexto real, pode resultar num comportamento válido no preciso momento mas algo de contrário momentos seguintes.

4.4 Conclusão

Com esta fase de validação, foi possível identificar os principais problemas da solução atual mas, ao mesmo tempo, conseguiu-se identificar a utilidade e praticabilidade da funcionalidade.

Considerando o que se aprendeu pelos testes realizados e elementos a corrigir pode-se dizer que esta parte da aplicação está funcional, visto que foi testada num ambiente apropriado e mostrou que funcionava corretamente.

Grande parte do problema a resolver consiste nas coreografias desenvolvidas que deverão ser mais adequadas ao caso em que foram testadas.

Capítulo 5

Conclusões

Este trabalho explica e analisa todos os métodos e tecnologias utilizados assim como um raciocínio para as escolhas feitas, concluindo com a necessidade para o desenvolvimento da solução e o seu carácter inovador.

Neste último capítulo, são apresentadas as conclusões finais assim como o possível trabalho futuro para a solução desenvolvida.

5.1 Conclusões

A aplicação desenvolvida, consiste num *front-end* desenvolvido em React com o contributo das APIs externas do GReSBAS e OpenWeather para o desenvolvimento das suas funcionalidades. A partir destes elementos foi possível a obtenção de dados de meteorologia e a sua filtração através de coreografias desenvolvidas para os elementos especificados, que devolvem notificações aos utilizadores com uma mecânica de ludificação (pontos) também implementada.

Assim, pode-se concluir que os objetivos desta dissertação foram alcançados, sendo estes objetivos o desenvolvimento de uma aplicação com mecânicas de ludificação contextualizada que faça a representação de comportamentos.

A partir dos testes realizados, foi possível concluir a utilidade e praticabilidade da solução implementada e também o possível impacto da solução com a existência de uma coreografia mais complexa e estruturada.

Finalmente, esta dissertação foi uma enorme experiência de aprendizagem permitindo concluir sobre a importância dos jogos, mais especificamente na ludificação e como o seu uso para os mais imensos tipos de atividades existentes, conseguem causar um impacto positivo em algo como a eficiência energética.

5.2 Trabalho futuro

Apesar do trabalho proposto ter sido concluído e estar funcional, existe muito mais que pode ser feito sobre o mesmo.

Neste momento, este projeto trabalha sobre informações de meteorologia e coreografias para essas mesmas informações. Estes elementos podem ser muito mais expandidos e as coreografias podem ser igualmente expandidas.

Existem elementos que possuem um maior impacto sobre a eficiência energética do que a meteorologia e assim este trabalho pode ser expandido para trabalhar com muitos mais sensores externos como, por exemplo, sensores em aquecedores, humidificadores, em ventiladores, nas tomadas elétricas até aos computadores, interruptores de luz e muito mais.

No mesmo nível, as coreografias sendo um elemento independente da plataforma terão de acompanhar o aumento de elementos sobre o qual a plataforma vai obter dados, sendo capaz de os poder filtrar e devolver os comportamentos adequados à aplicação.

Em termos de ludificação na aplicação, também seria importante incluir outras mecânicas existentes, como barras de progresso, por exemplo, que trabalhariam em paralelo ao sistema de pontos existente, com o objetivo de fornecer aos utilizadores algumas metas mais fixas do que só fornecer tarefas para cumprir.

Apesar da aplicação estar virada para a ludificação para a eficiência energética, grande parte deste projeto pode ser adaptado para outras áreas, como por exemplo, a ludificação no uso para a prevenção de acidentes durante terremotos. A utilidade do uso de React na aplicação brilha nestes casos, pois permite o aproveitamento e reciclagem dos componentes que a pessoa quer.

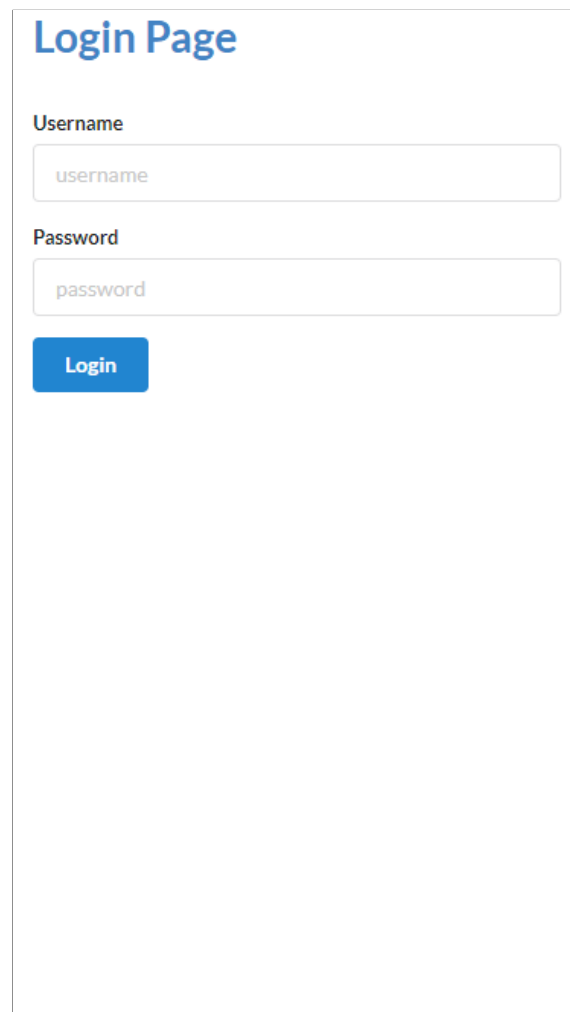
Anexo A

Interface da aplicação

A.1 Vistas da aplicação



Figura A.1: Vista da página principal sem login efectuado



The image shows a login page with a title 'Login Page' in blue. Below the title are two input fields: 'Username' and 'Password'. The 'Username' field contains the text 'username' and the 'Password' field contains the text 'password'. Below these fields is a blue 'Login' button.

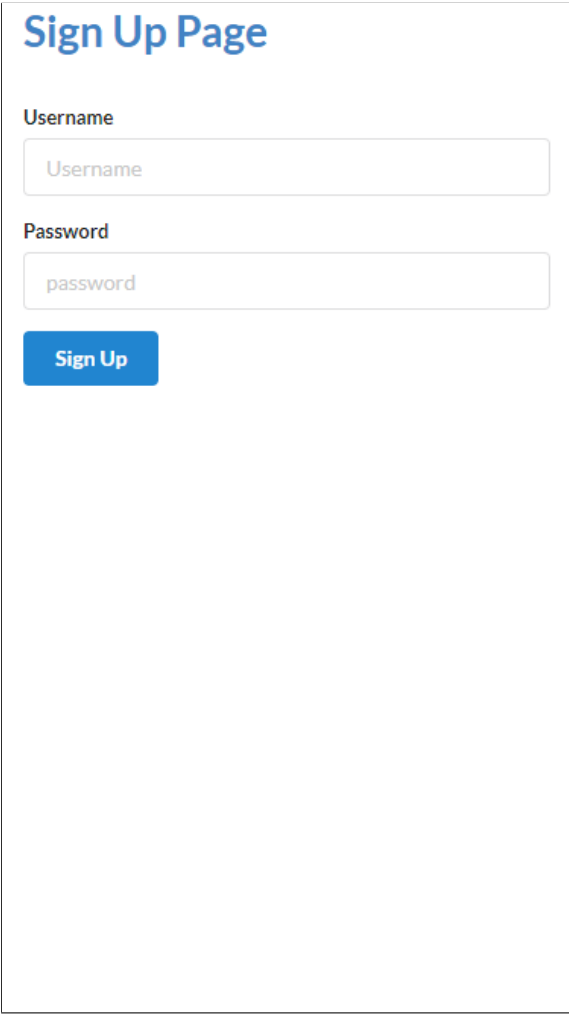
Login Page

Username

Password

Login

Figura A.2: Vista da página de login



The image shows a 'Sign Up Page' form. It has a title 'Sign Up Page' in blue. Below the title, there are two input fields: 'Username' and 'Password'. The 'Username' field contains the text 'Username' and the 'Password' field contains the text 'password'. Below these fields is a blue button labeled 'Sign Up'.

Sign Up Page

Username

Username

Password

password

Sign Up

Figura A.3: Vista da página de registo

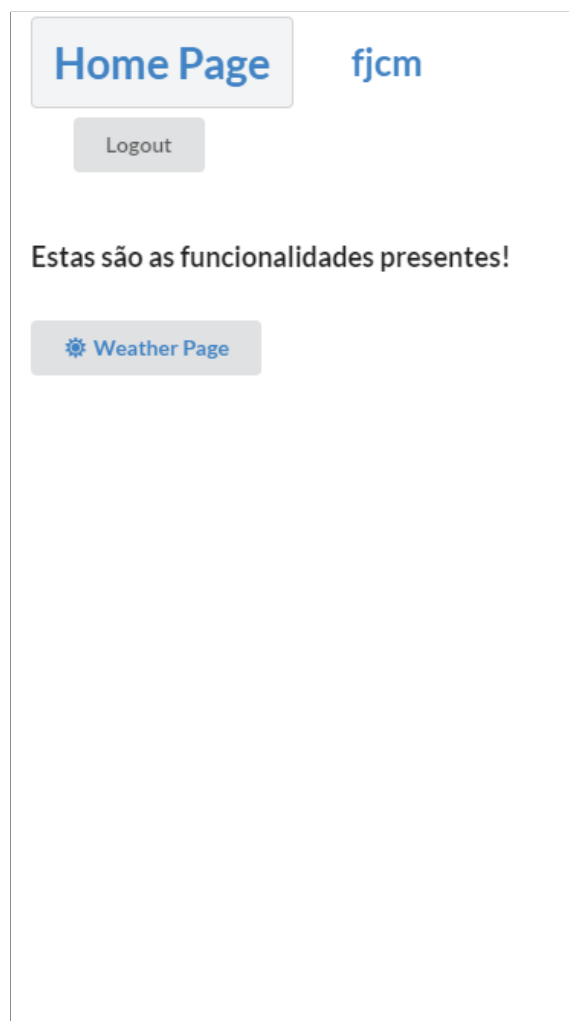


Figura A.4: Vista da página principal com login efectuado

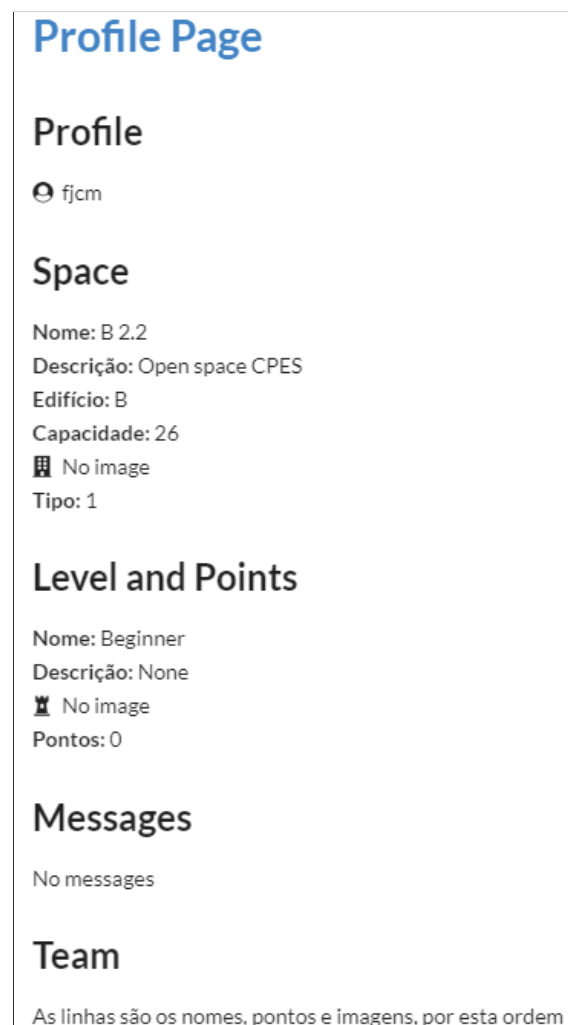


Figura A.5: Vista da página de perfil



Figura A.6: Vista da página do tempo

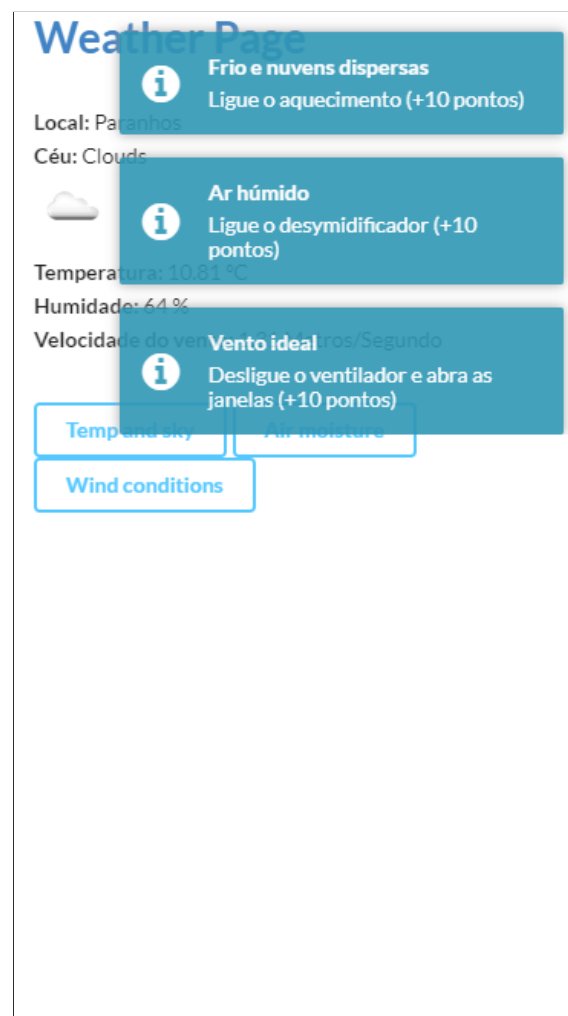


Figura A.7: Vista da página do tempo com notificações

Anexo B

Coreografias

```
1 {
2   "types": [
3     [],
4     {
5       "id": "1",
6       "title": "Outside temperature and sky",
7       "measures": "Temperature and sky"
8     },
9     {
10      "id": "2",
11      "title": "Air moisture",
12      "measures": "Humidity"
13    },
14    {
15      "id": "3",
16      "title": "Wind conditions",
17      "measures": "Wind speed"
18    }
19  ]
20 }
```

Listing B.1: Exemplo de tipos comportamentos na coreografia

```
1 {
2   "behaviour": [
3     {
```

```
4     "behaviourcontext": "1",
5     "skyid": "800",
6     "minvalue": "-10",
7     "maxvalue": "20",
8     "notmessage": "Ligue o aquecimento e suba as persianas (+15 pontos)",
9     "nottitle": "Frio e c\{e}u limpo"
10 },
11 {
12     "behaviourcontext": "1",
13     "skyid": "800",
14     "minvalue": "25",
15     "maxvalue": "40",
16     "notmessage": "Desligue o aquecimento e suba as persianas (+15 pontos)",
17     "nottitle": "Quente e c\{e}u limpo"
18 },
19 {
20     "behaviourcontext": "1",
21     "skyid": "801",
22     "minvalue": "-10",
23     "maxvalue": "20",
24     "notmessage": "Ligue o aquecimento (+10 pontos)",
25     "nottitle": "Frio e poucas nuvens"
26 },
27 {
28     "behaviourcontext": "1",
29     "skyid": "801",
30     "minvalue": "25",
31     "maxvalue": "40",
32     "notmessage": "Desligue o aquecimento (+10 pontos)",
33     "nottitle": "Quente e poucas nuvens"
34 },
35 {
36     "behaviourcontext": "1",
37     "skyid": "803",
38     "minvalue": "-10",
39     "maxvalue": "20",
40     "notmessage": "Ligue o aquecimento (+10 pontos)",
41     "nottitle": "Frio e nuvens quebradas"
42 },
43 {
```

```
44     "behaviourcontext": "1",
45     "skyid": "803",
46     "minvalue": "25",
47     "maxvalue": "40",
48     "notmessage": "Desligue o aquecimento (+10 pontos)",
49     "nottitle": "Quente e nuvens quebradas"
50 },
51 {
52     "behaviourcontext": "1",
53     "skyid": "804",
54     "minvalue": "-10",
55     "maxvalue": "20",
56     "notmessage": "Ligue o aquecimento (+10 pontos)",
57     "nottitle": "Frio e c\{e}u nublado"
58 },
59 {
60     "behaviourcontext": "1",
61     "skyid": "804",
62     "minvalue": "25",
63     "maxvalue": "40",
64     "notmessage": "Desligue o aquecimento (+10 pontos)",
65     "nottitle": "Quente e c\{e}u nublado"
66 },
67 {
68     "behaviourcontext": "2",
69     "skyid": "781",
70     "minvalue": "0",
71     "maxvalue": "40",
72     "notmessage": "Ligue o humidificador (+10 pontos)",
73     "nottitle": "Ar seco"
74 },
75 {
76     "behaviourcontext": "2",
77     "skyid": "781",
78     "minvalue": "40",
79     "maxvalue": "60",
80     "notmessage": "Desligue o humidificador (+10 pontos)",
81     "nottitle": "Humidade ideal"
82 },
83 {
```

```
84     "behaviourcontext": "2",
85     "skyid": "781",
86     "minvalue": "60",
87     "maxvalue": "100",
88     "notmessage": "Ligue o desumidificador (+10 pontos)",
89     "nottitle": "Ar h\ '{u}mido"
90 },
91 {
92     "behaviourcontext": "3",
93     "skyid": "781",
94     "minvalue": "0",
95     "maxvalue": "3",
96     "notmessage": "Desligue o ventilador e abra as janelas (+10 pontos)",
97     "nottitle": "Vento ideal"
98 },
99 {
100     "behaviourcontext": "3",
101     "skyid": "781",
102     "minvalue": "3",
103     "maxvalue": "30",
104     "notmessage": "Feche as janelas (+10 pontos)",
105     "nottitle": "Ventos fortes"
106 }
107 ]
108 }
```

Listing B.2: Exemplo de comportamentos e valores que despoletam os comportamentos

Referências

- [1] Bilal Amir and Paul Ralph. Proposing a theory of gamification effectiveness. 05 2014.
- [2] Nathan Lamar Hulsey. *For Play: Gamification and Everyday Life*. PhD thesis, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 2015.
- [3] Feedback - energy management in buildings. <https://feedback-project.eu/#>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [4] Juho Hamari and Jonna Koivisto. Why do people use gamification services? *International Journal of Information Management*, 35(4):419–431, 2015.
- [5] Fernando Cassola, José Iria, Hugo Paredes, Leonel Morgado, António Coelho, and Filipe Soares. Using choreographies to support the gamification process on the development of an application to reduce electricity costs. 2017.
- [6] Steffen P Walz and Sebastian Deterding. *The gameful world: Approaches, issues, applications*. Mit Press, 2015.
- [7] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. From game design elements to gamefulness: Defining gamification. volume 11, pages 9–15, 09 2011.
- [8] Gabe Zichermann and Christopher Cunningham. *Gamification by design: implementing game mechanics in web and mobile apps*. Oreilly & Assoc. Inc., 2011.
- [9] António Coelho. Gamification, 2018. FEUP - Mestrado Multimédia - Documentos de aulas.
- [10] Kevin Werbach. Coursera - 1.6 examples and categories. <https://www.coursera.org/lecture/gamification/1-6-examples-and-categories-Bqzj8>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [11] What is protein folding? <https://fold.it/portal/info/about>. Acedido pela última vez a 22 de Janeiro 2019.
- [12] Foursquare. <https://pt.foursquare.com/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [13] Swarm. <https://www.swarmapp.com/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [14] Piet van der Boer. Introduction to gamification. <https://cdu.edu.au/olt/ltresources/downloads/whitepaper-introductiontogamification-130726103056-phpapp02.pdf>. Acedido pela última vez a 22 de Janeiro 2019.

- [15] Firas Layth Khaleel, Noraidah Sahari @ Ashaari, Tengku Siti Meriam Tengku Wook, and Amirah Ismail. Gamification elements for learning applications. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 6(6):868–874, 2016.
- [16] Linda Stege, Giel Van Lankveld, and Pieter Spronck. Serious games in education. *International Journal of Computer Science in Sport*, 10(1):1–9, 2011.
- [17] Serious game. http://edutechwiki.unige.ch/en/Serious_game. Acedido pela última vez a 22 de Janeiro 2019.
- [18] Clark C. Abt. *Serious games [by] Clark C. Abt*. Viking Press New York, 1970.
- [19] Tarja Susi, Mikael Johannesson, and Per Backlund. Serious games - an overview. 11 2015.
- [20] AJ Voortman. Serious games - learning skills by means of computer games. <https://www.cs.vu.nl/~eliens/create/local/material/serious-games.pdf>. Acedido pela última vez a 22 de Janeiro 2019.
- [21] Damien Djaouti, Julian Alvarez, and Jean-Pierre Jessel. Classifying serious games: the g/p/s model. *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*, 01 2011.
- [22] Alaa AlMarshedi, Vanissa Wanick, Gary B Wills, and Ashok Ranchhod. Gamification and behaviour. In *Gamification*, pages 19–29. Springer, 2017.
- [23] Dick Schoech, Javier Boyas, Beverly Black, and Nada Elias-Lambert. Gamification for behavior change: Lessons from developing a social, multiuser, web-tablet based prevention game for youths. *Journal of Technology in Human Services*, 31:197–217, 07 2013.
- [24] Dominic King, Felix Greaves, Christopher Exeter, and Ara Darzi. ‘gamification’: Influencing health behaviours with games. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 106(3):76–78, 2013.
- [25] Richard M Ryan and Edward L Deci. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1):68, 2000.
- [26] Juho Hamari, Jonna Koivisto, and Harri Sarsa. Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. In *2014 47th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*, pages 3025–3034. IEEE, 2014.
- [27] Stefan Stieglitz, Christoph Lattemann, Susanne Robra-Bissantz, Zarnekow Rüdiger, and Tobias Brockmann. *Gamification Using Game Elements in Serious Contexts*. Springer International Publishing, 2018.
- [28] Jean-Claude Usunier, Julie Anne Lee, and Julie Lee. *Marketing across cultures*. Pearson Education, 2005.
- [29] Brian J Fogg. A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*, page 40. ACM, 2009.
- [30] Engaging leader - 6 steps to effective gamification | with kevin werbach [transcript]. <http://www.engagingleader.com/6-steps-to-effective-gamification-transcript/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.

- [31] Richard Bartle. Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, 1(1):19, 1996.
- [32] Nicole Lazzaro. Why we play games: Four keys to more emotion without story. *Game Dev Conf*, 01 2004.
- [33] Yu-kai chou: Gamification & behavioral design. <https://yukaichou.com/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [34] Apis for scholarly resources. <https://libraries.mit.edu/scholarly/publishing/apis-for-scholarly-resources/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [35] Openweather. <https://openweathermap.org/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [36] Gresbas. <https://gresbas.eu/en/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [37] Angular. <https://angular.io/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [38] The good and the bad of angular development. <https://www.altexsoft.com/blog/engineering/the-good-and-the-bad-of-angular-development/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [39] Angular for beginners guide: Why angular? understanding the top benefits. <https://blog.angular-university.io/why-angular-angular-vs-jquery-a-beginner-friendly-explanation-on-the-advant>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [40] The pros and cons of choosing angularjs. <https://jaxenter.com/the-pros-and-cons-of-choosing-angularjs-124850.html>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [41] React – a javascript library for building user interfaces. <https://reactjs.org/>. Acedido pela última vez a 22 de Janeiro 2019.
- [42] The good and the bad of reactjs. <https://www.altexsoft.com/blog/engineering/the-good-and-the-bad-of-reactjs-and-react-native/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [43] Advantages of developing modern web apps with react.js. <https://medium.com/@hamzamahmood/advantages-of-developing-modern-web-apps-with-react-js-8504c5>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [44] Knowing of reactjs with advantages, limitations & challenges. <https://developer.ibm.com/recipes/tutorials/knowning-of-reactjs-with-advantages-limitations-challenges/>. Acedido pela última vez a 25 de Janeiro 2019.
- [45] Sam C. Staddon, Chandrika Cycil, Murray Goulden, Caroline Leygue, and Alexa Spence. Intervening to change behaviour and save energy in the workplace: A systematic review of available evidence. *Energy Research & Social Science*, 17:30 – 51, 2016.

- [46] Frauke Oldewurtel, Alessandra Parisio, Colin N Jones, Dimitrios Gyalistras, Markus Gwerder, Vanessa Stauch, Beat Lehmann, and Manfred Morari. Use of model predictive control and weather forecasts for energy efficient building climate control. *Energy and Buildings*, 45:15–27, 2012.