



Jogo para a consciencialização de comportamentos do consumo de energia

RITA INÊS CORREIA DA COSTA

outubro de 2023

JOGO PARA A CONSCIENCIALIZAÇÃO DE COMPORTAMENTOS DO CONSUMO DE ENERGIA

Rita Inês Correia da Costa



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2023

Relatório elaborado para a Unidade Curricular de TEDSEE – Dissertação/Estágio do
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Rita Inês Correia da Costa, Nº 1180815, 1180815@isep.ipp.pt

Orientação científica: Zita Maria Almeida do Vale, zav@isep.ipp.pt

Coorientação científica: João André Pinto Soares, jan@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2023

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço aos orientadores, pela atenção e dedicação ao ensino em geral e à orientação efetiva deste trabalho.

Agradeço também ao Grupo de Investigação em Engenharia e Computação Inteligente para a Inovação e o Desenvolvimento (GECAD) que me proporcionou meios para a execução da dissertação, sendo que é importante destacar que este agradecimento também se estende a cada pessoa individual que pertence a este grupo.

Para além destes, e não menos importante, agradeço aos meus pais: sem eles não estaria aqui, literalmente. Com efeito, para além de me colocarem no mundo, deram o apoio que os pais não são obrigados a dar, mas que todos desejamos.

O caminho é longo. Assim, tenho de agradecer a todos os docentes que, ao longos dos anos, fizeram parte da minha rotina diária, a todos os colegas que fizeram deste percurso menos solitário e, por fim, aos amigos, aqueles que fizeram parte da jornada académica e não académica.

Resumo

Os consumidores de eletricidade têm-se tornado essenciais para ser possível aumentar o grau de flexibilidade da rede elétrica. Este aumento é só possível se os consumidores forem clientes ativos. Para haver esta evolução é necessário que estes obtenham mais conhecimento sobre como podem-se tornar clientes ativos e o que ganham com tal.

Educar sobre eletricidade é difícil, mas há processos de educação que facilitam, como por exemplo, o uso de mecanismos de jogos em circunstâncias mais sérias. Assim, poder-se-á consciencializar os consumidores para haver um menor consumo de energia?

Neste trabalho, foi desenvolvida uma aplicação Android que utiliza vários jogos (e três simuladores) para testar se esta cativa os utilizadores a pensar sobre este tema.

Após ser feito um pequeno teste com 23 pessoas, pode-se concluir que esta amostra nunca experienciou um jogo sobre esta temática. Apenas uma pessoa indicou que nada aprendeu com a aplicação e apenas três indicaram que não recomendariam esta aplicação a alguém que conhecem.

Obviamente que este é um resultado inicial positivo, mas é necessário reconhecer que existem algumas melhorias a serem feitas para, se possível, colocar esta aplicação diante de vários jovens e estudar se a perceção destes sobre o consumo energético sofre algum tipo de alteração.

Palavras-Chave

Clientes ativos, Consumidores de eletricidade, Consciencialização de jovens, *Gamification*, Poupança energética.

Abstract

Electricity consumers have become essential to increase the degree of flexibility of the electrical grid. This increase is only possible if consumers are active customers. For this evolution to occur, they need to gain more knowledge about how they can become active customers and what they earn from doing so.

Educating about electricity is difficult, but there are educational processes that make it easier, such as the use of game mechanisms in more serious circumstances. So, can consumers be made aware of how to consume less energy?

In this work, an Android application was developed that uses several games (and three simulators) to test whether it captivates users to think about this topic.

After carrying out a small test with 23 people, it can be concluded that this sample has never experienced a game on this topic. Only one person indicated that they learned nothing from the application and only three indicated that they would not recommend this application to someone they know.

Obviously, this is a positive initial result, but it is necessary to recognize that there are some improvements to be made to, if possible, put this application in front of several young people and study whether their perception of energy consumption undergoes any type of change.

Keywords

Active customers, Electricity consumers, Youth awareness, Gamification, Energy savings.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XV
SIGLAS E ACRÓNIMOS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2.OBJETIVOS	3
1.3.ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	3
2. ESTADO DE ARTE	5
2.1.A PERCEÇÃO DO CONSUMIDOR ENERGÉTICO	5
2.2.A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO E DOS AGENTES DE SOCIALIZAÇÃO PARA A POUPANÇA ENERGÉTICA	7
2.3.O USO DE <i>GAMIFICATION</i> NA EDUCAÇÃO	11
2.4.MECANISMOS DE <i>GAMIFICATION</i>	14
2.5. <i>GAMIFICATION</i> PARA CONSCIENCIALIZAR SOBRE A POUPANÇA ENERGÉTICA	15
2.6.CONCLUSÕES	20
3. CONCEBER A APLICAÇÃO	22
3.1.UNITY	23
3.2.GAMEMAKER STUDIO 2	23
3.3.UNREAL ENGINE	24
3.4.ANDROID STUDIO	24
4. OS JOGOS CRIADOS	27
4.1 JOGOS RELACIONADOS COM O MODO SEGUIDO	27
4.1.1. <i>Jogo 1</i>	28
4.1.2. <i>jogo 2</i>	30
4.1.3. <i>Jogo 3</i>	36
4.2. OUTROS JOGOS	40
4.2.1. <i>Jogo 4</i>	40
4.2.2. <i>Jogo 5</i>	45
4.2.3. <i>Jogo 6</i>	51

5. RESULTADOS.....	69
6. CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

Índice de Figuras

Figura 1 Esboço da arquitetura do “GReSBAS” (Fonte: [58]).	19
Figura 2 Ecrã inicial	27
Figura 3 Planta inicial apresentada da casa T1.	28
Figura 4 Opções apresentadas ao jogador.	29
Figura 5 Interface do jogo de seleccionar a potência média do aparelho eléctrico.	29
Figura 6 Cálculo do preço a pagar com os dados indicados.	30
Figura 7 Lista de seleção do jogo 2.	32
Figura 8 Código que permite alterar de ecrã.	32
Figura 9 Ecrã que aparece quando é feita a seleção errada.	33
Figura 10 Ecrã que é exposto quando é feita a seleção correta.	33
Figura 11 Interface do simulador do jogo 2.	34
Figura 12 Simulação com maior consumo eléctrico (jogo 2).	35
Figura 13 Simulação com um menor consumo eléctrico (jogo 2).	35
Figura 14 Interface que permite o utilizador a alterar as potências de base (jogo 2).	36
Figura 15 Apresentação das opções de melhoria (jogo 3).	38
Figura 16 Como aparecimento a primeira dica do jogo 3.	38
Figura 17 Ecrã quando dois eletrodomésticos da mesma categoria são seleccionados.	39
Figura 18 Ecrã que aparece quando o orçamento é ultrapassado.	39

Figura 19	Ecrã que indica que a resposta selecionada está errada (jogo 3).	40
Figura 20	Ecrã que indica que a resposta selecionada está certa (jogo 3).	40
Figura 21	Menu de escolha entre o modo de aprendizagem ou de jogo (jogo 4).	41
Figura 22	Opções depois de ser selecionado o modo de aprendizagem (jogo 4).	41
Figura 23	Figura para evidenciar o uso de sombras, presente no jogo 4.	42
Figura 24	Resposta está certa no modo de aprendizagem (jogo 4).	42
Figura 25	O resultado é apresentado no fim do teste do jogo das tarifas.	43
Figura 26	Indicação sobre a existência do <i>website</i> da ERSE.	43
Figura 27	Interface para o utilizador indicar quando consome mais energia.	43
Figura 28	Conselho obtido de acordo com o selecionado na figura 28.	44
Figura 29	Exemplo da poupança obtida, dependendo da tarifa de eletricidade.	45
Figura 30	Apresentação da informação sobre comunidades de energia.	46
Figura 31	Menu apresentado no modo de aprendizagem (jogo 5).	47
Figura 32	Pergunta exemplo de verdadeiro e falso, presente no jogo 5.	47
Figura 33	Pergunta exemplo de escolha múltipla (jogo 5).	47
Figura 34	A pontuação obtida no modo de teste (jogo 5).	50
Figura 35	O que aparece depois do utilizador clicar no “sim” da figura 35.	50
Figura 36	Menu inicial do jogo 6.	51
Figura 37	Apresenta como a pontuação é apresentada em modo individual.	51
Figura 38	Menu de entrada na conta para o jogo 6.	51
Figura 39	Criação de conta para o jogo 6.	52

Figura 40 A pontuação é apresentada (jogo 6).	52
Figura 41 Código presente na parte da aplicação para a criação de conta.	53
Figura 42 XAMPP ligado e a funcionar devidamente.	53
Figura 43 Código presente no ficheiro “signup.php”, que referencia a função signUp.	54
Figura 44 Código da função signUp, presente no ficheiro “DataBase.php”.	54
Figura 45 Apresentação da tabela depois da criação da conta.	54
Figura 46 Código presente no ficheiro “login.php”.	55
Figura 47 Código da função logIn presente no ficheiro “DataBase.php”.	55
Figura 48 Código da função “Colocardados” no ficheiro “DataBase.php”.	55
Figura 49 Esboço de comunicação de quem é o adversário.	56
Figura 50 Esboço sobre a comunicação entre a aplicação e o servidor, nesta fase.	56
Figura 51 Figura com o ficheiro para atualização de pontos.	56
Figura 52 Figura com a função indicada na figura 51.	56
Figura 53 Esboço sobre a comunicação com o ficheiro “fetch.php”.	57
Figura 54 Código relativo ao ficheiro “fetch.php”.	57
Figura 55 Código que divide a informação, procura e expõe os pontos do adversário.	58
Figura 56 Esboço sobre a comunicação existente para apagar os dados do jogo.	58
Figura 57 Código presente no ficheiro “Apagar.php”.	58
Figura 58 Código para serem eliminadas as linhas em que o nome do utilizador aparece.	59
Figura 59 Caminhos possíveis de realizar ao responder às 20 perguntas.	59
Figura 60 Gráfico com os votos que cada jogo teve na categoria de menos apreciado.	71

Figura 61 Gráfico com os votos que cada jogo teve na categoria de mais apreciado.	71
Figura 62 Todos os adjetivos indicados pelos participantes.	72

Índice de Tabelas

Tabela 1 Principais casos de estudo: variáveis que afetam a percepção e como alterar esta.	6
Tabela 2 Estudos a destacar sobre relação com os agentes de socialização.	8
Tabela 3 Tabela resumo: alguns casos de estudo importantes.	12
Tabela 4 Tabela resumo de alguns jogos em destaque.	15
Tabela 5 Quadro resumo de outros estudos em destaque.	17
Tabela 6 As principais desvantagens presentes nas diferentes opções consideradas.	23
Tabela 7 Indicação dos dados da potência média utilizados para o jogo 1.	29
Tabela 8 Tabela indicadora do consumo de cada equipamento durante as 8 horas.	31
Tabela 9 Potências de base utilizadas.	34
Tabela 10 Dicas apresentadas em relação às tentativas realizadas (primeira otimização).	38
Tabela 11 Dicas apresentadas em relação às tentativas realizadas (segunda otimização).	39
Tabela 12 Categorização do horário do utilizador.	44
Tabela 13 Texto que é indicado na aplicação em função da categorização.	44
Tabela 14 Principais vantagens e desvantagens das CER.	46
Tabela 15 As questões/afirmações apresentadas no jogo 5.	47
Tabela 16 As questões/afirmações do jogo 6.	59
Tabela 17 Questões apresentadas aos inquiridos.	69

Siglas e Acrónimos

APP	-	Aplicação
CER	-	Comunidades de Energia Renovável
DEE	-	Departamento de Engenharia Eletrotécnica
DGEG	-	Direção-Geral de Energia e Geologia
ISEP	-	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ENSE	-	Entidade Nacional para o Sector Energético
ERSE	-	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
MEE-SEE	-	Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia
MIBEL	-	Mercado Ibérico de Eletricidade
ONU	-	Organização das Nações Unidas
PNAEE	-	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	-	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
PNEC2030	-	Plano Nacional para a Energia e Clima
REN	-	Rede Energéticas Nacionais
UE	-	União Europeia
UPAC	-	Unidade de Produção para Autoconsumo

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo serve para revelar a contextualização e os objetivos deste trabalho de dissertação. Para além disso, este inclui a calendarização de todo o trabalho e a organização deste documento que foi escrito no âmbito da unidade curricular Dissertação/Estágio, do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (MEE-SEE), do Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE), do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O papel dos consumidores é essencial para se atingir o grau de flexibilidade necessário para ser possível adaptar a rede de eletricidade a uma produção de eletricidade renovável, variável e distribuída [1], [2]. O desejo por obter energia mais limpa e de esta ser usada de forma mais racional é cada vez mais alcançável: a produção de eletricidade renovável é cada vez mais acessível e tecnicamente viável, mas também houve um aumento das tecnologias que ajudam na poupança de energia [1], [3], [4]. Apesar desses mesmos avanços, ainda há muito a melhorar, e por exemplo, no espaço da União Europeia existem diretivas e comunicações que indicam a grande necessidade de os clientes serem mais ativos e participarem mais nos mercados elétricos [1], [2]. Normalmente e tradicionalmente, existe uma preocupação acrescida com consumidores industriais – por serem grandes consumidores de eletricidade – mas cada vez mais os consumidores domésticos consomem grandes quantidades de eletricidade, o que não pode ser ignorado: na União Europeia, os consumidores domésticos representam cerca de 30% dos consumidores finais, percentagem superior às percentagens observadas anteriormente [5], [6]. Todavia, esta realidade poderá não estar relacionada com

fatores locais ou sociais, uma vez que no Catar, um país peninsular árabe, que pouco tem em comum com países da União Europeia, também tem sofrido um aumento de consumo de energia a nível doméstico [5], [6].

Obviamente, que os consumidores também necessitam de entender como podem ser mais ativos e como podem beneficiar dessa participação – o incentivo a esta deve ser feito de diversas formas [7] – mas a ideologia de clientes domésticos passivos tem de ser ultrapassada. Se historicamente os consumidores eram apenas cargas passivas e inertes [4], atualmente existe uma preocupação acrescida com os preços e as origens de produção energética, especialmente em gerações mais novas, uma vez que estão mais consciencializadas para questões ambientais, económicas e sociais [7], [8]. Assim, a consciencialização pode ser o primeiro passo para adquirir mais conhecimento, de forma explícita ou implícita, o que poderá ser um fator determinante para a mudança de atitudes, de forma generalizada, uma vez que poderá ser benéfica para consumidores que já têm alguma pré-disposição para se preocuparem com a parte económica, social ou ambiental, mas também para consumidores que não pensam nesses aspetos [9]. Portanto, a necessidade de sensibilizar os clientes é crescente, mas estes muitas vezes não têm disponibilidade para se educarem sobre essas questões, então o melhor será apostar na sensibilização dos jovens adultos para esta questão cada vez mais importante e, para tal, estes necessitam de saber como podem fazer a diferença [10], [11], não esquecendo que normalmente não são os jovens que tomam decisões relacionadas com a eletricidade, mas que estes serão um dia mais tarde os consumidores responsáveis pelas mesmas e, entretanto, estes podem influenciar ou educar os responsáveis pela tomada de decisões [12], [13]. Também é necessário reconhecer que muitas vezes a poupança de energia é desejável, mas esta não deverá afetar o estilo de vida ou o conforto da pessoa/família: por exemplo, numa habitação que tem sempre o aquecimento elétrico ligado para uma determinada temperatura, os habitantes provavelmente não se importariam de diminuir a temperatura objetivo da habitação em alguns graus se estes praticamente não sentirem a diferença entre as duas temperaturas [14].

Efetivamente, explicar conceitos como a eletricidade e a energia, apesar de bastante importante, é difícil e muitas vezes há a necessidade de utilizar outro tipo de processos de aprendizagem para ser perceptível este tipo de conceitos [15], [16]. Um processo de aprendizagem, cada vez mais aceitável e apelativo para os jovens, envolve a utilização de jogos [17], [18]. Em geral, a utilização de jogos em contexto de aprendizagem tem provado

o seu potencial em variadíssimos ambientes [19], [20] incluindo a área relacionada com o desenvolvimento do conhecimento relacionado com a eletricidade e a poupança de energia [21], [22].

Assim, a concretização de uma aplicação com vários mini jogos para os consumidores aprenderem conceitos sobre o consumo de eletricidade conduzir à consciencialização da necessidade crescente de poupar energia.

1.2. OBJETIVOS

Este projeto visa conceber uma aplicação móvel que tenta educar consumidores sobre conceitos energéticos. Para tal resultado ser possível é necessário expor os vários objetivos subjacentes:

- Pesquisa do estado da arte, nomeadamente como pode ser incentivada a redução do consumo de energia de jovens/crianças, mecanismos de *gamification* e *gamification* existente nesta área, entre outros, de forma a se responder à questão “Poder-se-á consciencializar os consumidores para haver um menor consumo de energia?”;
- Definição de metodologia a adotar para a realização da aplicação;
- Programação e implementação da aplicação;
- Teste da aplicação, pedindo a diferentes utilizadores opiniões e sugestões.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Esta dissertação está dividida em seis secções. A Secção 1 apresenta o contexto e os principais objetivos para a realização desta dissertação. A Secção 2 indica a base teórica e expõe trabalhos anteriormente feitos sobre este tema. Na Secção 3 é explicitado as ferramentas idealizadas inicialmente para a programação da aplicação. A Secção 4 explicita a programação realizada para a programação da aplicação. A Secção 5 apresenta as principais conclusões obtidas, limitações e possíveis trabalhos futuros. Por fim, a Secção 6 apresenta as principais conclusões obtidas.

2. ESTADO DE ARTE

Este capítulo apresenta o estado de arte relacionado com o conceito de *gamification*, incluindo a necessidade do uso desta e vários exemplos de casos em que esta foi utilizada na educação de jovens para a consciencialização do consumo de energia.

2.1. A PERCEÇÃO DO CONSUMIDOR ENERGÉTICO

A União Europeia anseia por clientes ativos, visto que estes são fundamentais de forma a se poder atingir o grau de flexibilidade necessário para adaptar a rede de eletricidade a uma produção de eletricidade renovável, variável e distribuída [2].

Um cliente é ativo quando este é um cliente final que consome/armazena eletricidade produzida nas suas instalações, respeitando certos limites. Este cliente final também pode ser caracterizado como cliente ativo (individual ou em grupo) se este vender eletricidade de produção própria ou participar em programas de flexibilidade e/ou outros planos de eficiência energética, desde que essas atividades não constituam a sua atividade principal, comercial ou profissional [2].

O mercado energético é considerado complexo - já foram feitas alterações, na tentativa este se tornar mais perceptível para os consumidores [1], [3] – mas os consumidores para terem mais poder, precisam de possuir mais conhecimento, assim há uma maior necessidade de consciencialização destes sobre temas relacionados com a energia [3], [4], e é necessário haver um foco no que, normalmente, é importante para os consumidores: a garantia de um serviço de energia contínuo, o mais renovável possível, pelo menor custo alcançável [7]. Um maior conhecimento não assegura que os clientes passarão a ser mais ativos, no entanto indica que a preocupação destes com o ambiente poder-se-á tornar significativa, o que poderá contribuir para realizarem investimentos relacionados com eletricidade de fontes renováveis e/ou informarem-se sobre como os comportamentos individuais podem afetar a comunidade mundial [6], [23], [24]. Na tabela 1 são apresentadas algumas referências, que tentam relacionar o conhecimento da população com o investimento em energias de fontes renováveis e com a possível diminuição do consumo energético, são apresentadas.

Tabela 1 Principais casos de estudo: variáveis que afetam a percepção e como alterar esta.

Referência	É um inquérito?	País	Número da <i>sample</i>
[7]	<input checked="" type="checkbox"/>	Itália	3122
[6]	<input checked="" type="checkbox"/>	Catar	410
[23]	<input checked="" type="checkbox"/>	Arábia Saudita	310
[24]	<input checked="" type="checkbox"/>	Gana	413

Em [7] a iniciativa “Schools4energy” é descrita como um programa desenvolvido, entre o ano letivo 2018/2019, para aumentar a eficiência energética de quatro escolas, para os alunos aprenderem quais os resultados que podem obter quando tentam, sem sentirem desconforto, poupar. Este programa envolveu crianças dos 3 aos 14 anos de idade e teve por base várias atividades: uma competição entre escolas tendo por base as medidas adotadas para diminuir o consumo energético, uma competição artística sobre formas de interpretar vários conceitos energéticos e a utilização de jogos (*serious games*) para ensinar sobre os mesmos. Ao todo, 58% da população escolar do município de Potenza participou de forma voluntária e o facto dos professores e auxiliares de educação aderirem, com agrado, a este programa fez com que houvesse uma grande aceitação e participação no mesmo por parte dos alunos, sendo que este estudo contribuiu para uma poupança estimada de 4% (tendo em conta as variações que normalmente existem de ano para ano, a nível energético) [7].

No estudo desenvolvido no Catar [6], é referido que uma grande parte da população obtém energia de forma gratuita, sendo que dos 410 inquéritos, 81,5% dos participantes admitem ter esse privilégio. Obviamente, que neste caso, a consciencialização da população torna-se bastante importante, uma vez que a motivação relacionada com o custo deste consumo excessivo não lhes é aplicável. Assim, a educação, neste caso, torna-se o único ponto que faz com que os cidadãos possam entender como o seu consumo excessivo de energia pode afetar negativamente o meio ambiente, como é necessário melhorar a eficiência energética e como há a necessidade de incluir energia proveniente de fontes renováveis, de forma a garantir um futuro melhor [6].

No estudo [23], um dos objetivos era determinar a percepção e as atitudes dos consumidores da Arábia Saudita sobre a utilização de fontes de energia renováveis. Tal foi feito a partir de um inquérito online e, de forma geral, os inquiridos apresentam um conhecimento moderado relacionado com o tema: 79.2% dos inquiridos indicam-se preocupados com os efeitos negativos da poluição e consideram que o uso de energia de fontes renováveis seriam benéficas, sendo que 71,6% indicam ter interesse em incorporar fontes de energias

renováveis na sua vida. Este estudo conclui que quanto maior o grau acadêmico do indivíduo, maior é o entendimento relacionado com energias de fontes renováveis [23].

Já o estudo [24] feito no Gana tentou entender as variáveis que afetam uma família estar mais disposta à adoção de energias renováveis. Este estudo concluiu que as duas variáveis mais importantes são: o rendimento do agregado familiar e a literacia financeira do mesmo. Assim, uma família com alta literacia financeira e alto rendimento tem maior probabilidade de investir na adoção de energias renováveis [24].

Em suma, para um cliente ser ativo, é necessário entender que existem várias variáveis (a localização da habitação, o grau acadêmico, a literacia financeira, o rendimento do agregado familiar, entre outros) que afetam a perceção de um indivíduo e, conseqüentemente, afeta o consumo do mesmo [23], [24]. Essa mesma perceção pode ser alterada ao educar os consumidores, o que pode ser feito de diversas formas e poderá conduzir a uma diminuição efetiva do consumo [6], [7].

2.2. A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO E DOS AGENTES DE SOCIALIZAÇÃO PARA A POUPANÇA ENERGÉTICA

O desejável seria toda a população mundial aprender como os seus comportamentos, por muito mínimos que sejam, podem afetar a fatura elétrica, mas também, como podem afetar o meio ambiente, porém muitas das vezes a educação especializada não está acessível a toda a população [8]. Nos países considerados desenvolvidos, a importância deve ser focada na diversificação de ensino [25], sendo que nos parágrafos seguintes, é considerada esta realidade como base, visto que estes são países que são mais retratados na literatura, têm menos pessoas analfabetas e o conhecimento é, em geral, mais acessível à população.

É essencial denotar que a educação, em ambos os contextos, deve ser feita considerando que é necessário a criança se relacionar bem com os professores, educadores ou assistentes de educação [26] e também com os outros adultos na sua vida, sejam esses os pais, tutores e/ou parentes [27], [28]. Também é importante denotar, que normalmente adultos preocupam-se com este tipo de temas apenas quando existe um mecanismo de recompensa, seja este monetário ou outro benefício que seja mensurável [7] .

A relação parentes-criança muitas das vezes pode ser bilateral [12]. Até aos 18 anos de idade as crianças e jovens aprendem com os pais, sendo que crianças em idades pré-escolares

apresentam uma baixa consciência da pegada de carbono que possuem, assim como o comportamento destas depende bastante do comportamento da família e do estilo de vida da mesma, mas os pais/tutores, em geral, tentam entender as preocupações e interesses da criança/adolescente [10], [12], [29], [30]. No entanto, quando a criança atinge a maior de idade (jovens adultos independentes) começa a ter mais consciência e a ajudar mais nas decisões domésticas [12], sendo que estas, em geral, prioriza o meio ambiente visto que, normalmente são as gerações mais novas que têm em conta fatores ambientais [9], o que pode ser verificado quando estes, por exemplo optam por escolher novos dispositivos eletrónicos mais amigos do ambiente, se a classe económica da família e quem faz essa decisão o permitir [7], [12], [13], [30].

Esta última parte da relação poderia acontecer mais cedo, visto que, em geral, crianças têm contacto com telemóveis e outros dispositivos eletrónicos em tenra idade, sendo que só a partir dos 10 anos de idade, segundo o estudo desenvolvido no Reino Unido [31], já há um entendimento do que é o nível de bateria e uma associação deste a dispositivos móveis [31]. Assim, é necessário que crianças aprendam mais sobre estes temas em ambientes escolares, uma vez que estes são cruciais para influenciar o comportamento humano em relação à sustentabilidade ambiental [11], [32], [33]. Segundo [34] a educação deste tema a jovens deve ser realizada mais cedo, de forma que a atitude sobre o desenvolvimento sustentável seja mais positiva, para ser possível a resolução dos problemas ambientais [9], [34].

Na tabela 2 é apresentado um resumo das referências a destacar sobre o tópico deste subcapítulo.

Tabela 2 Estudos a destacar sobre relação com os agentes de socialização.

Referência	É relacionado com agentes de socialização?	Qual/Quais agentes de socialização?	Qual é o foco?
[26]	<input checked="" type="checkbox"/>	Professores.	A relação entre professores/educadores e a criança, em idades pré-escolares.
[10]	<input checked="" type="checkbox"/>	Família/Pais (e um pouco professores).	A consciencia que a criança possui da sua pegada ecológica e o papel que a família tem para esta consciencialização.
[34]	<input checked="" type="checkbox"/>		As atitudes de alunos em relação ao desenvolvimento sustentável.

[27]	<input checked="" type="checkbox"/>	Pais.	Como crianças ajustam (ou não) o termostato e porquê.
[12]	<input checked="" type="checkbox"/>	Pais.	A relação entre pais e filhos para economizar energia.
[29]	<input checked="" type="checkbox"/>	Pais.	A relação entre diferentes variáveis (género, área de estudo, grau de escolaridade dos pais, etc.) e o conhecimento que os alunos possuem sobre energias renováveis
[9]	<input checked="" type="checkbox"/>		Avaliação da consciência que as pessoas têm sobre as problemáticas ambientais.
[28]	<input checked="" type="checkbox"/>	Pais e professores	Os agentes de socialização que influenciam as crianças e os jovens para a redução do consumo de energia.

Em [26] é estudada a consciência que os educadores de crianças em idades pré-escolares têm sobre a contribuição (mesmo quando inconsciente) que têm para os processos educativos e para o desenvolvimento da criança. É de frisar a relação da criança em idade pré-escolar com os educadores de infância é de extrema importância, nesta fase de crescimento [26].

Na Turquia 100 crianças entre os 5 e 6 anos de idade participaram num estudo [10] no qual se prova que estas têm consciência muita baixa da sua pegada ecológica e comportamentos para a melhorar. Este estudo também enfatiza o papel dos parentes, destacando o papel que as mães das crianças têm para o desenvolvimento desta consciência, o que faz com que os autores indiquem que para a criação de uma geração amiga do ambiente e consciente do planeta, tanto os pais como os educadores/professores da criança devem estar envolvidos [10].

No estudo [34] é analisado como diferentes variáveis demográficas afetam o conhecimento e a atitude de alunos entre o quinto e o oitavo ano de escolaridade sobre o desenvolvimento sustentável. Este estudo foi realizado com o inquérito de 144 alunos e foi descoberto que os estudantes já possuíam algum conhecimento, sendo que os alunos mais velhos, isto é, os alunos que frequentam o oitavo ano de escolaridade, apresentaram melhores resultados, como era expectável.

Já o estudo [27] tinha o objetivo de entender como podem ser envolvidas crianças e adultos a aprenderem juntos sobre sustentabilidade ambiental. Para tal, os autores focaram-se em estudar como famílias usam o termostato, quem o controla, razões pelas quais é essa pessoa a controlar, entre outros. Este estudo descobriu que o termostato é raramente utilizado pelas crianças da casa.

O estudo em [12] tinha o objetivo de entender a influência que as crianças/adolescentes podem ter sobre os pais de forma a poupar energia, e vice-versa. O estudo chegou à conclusão que as famílias em que tanto os pais como as crianças querem poupar, obtêm realmente uma maior poupança do consumo de energia. Este estudo, conduzido na China, com 3012 inquiridos, também destaca que as crianças do género feminino que queiram poupar energia, com pais que adotaram um estilo de educação menos conservativa, têm mais influencia sobre a vontade que os pais têm de poupar energia [12].

Já no estudo [29] o objetivo era entender o nível de conhecimento dos jovens estudantes universitários em relação às energias renováveis, tanto a nível técnico como económico. Os resultados demonstram que os estudantes têm, em geral, um conhecimento limitado. Também foi observável, que este conhecimento, é independente do género do estudante, independente do grau académico dos pais, mas dependente da área de estudo pelo qual o estudante demonstra interesse [29].

Considerando que os jovens cada vez mais aderem a atividades para haver mais ações que beneficiam o planeta, como por exemplo protestos pelo ambiente, o estudo [9] teve o objetivo de entender a consciência ambiental que os jovens têm e como esta se traduz em ações de melhoria. Os 1834 inquiridos apresentam idades entre os 13 e os 65 anos e estes foram divididos por duas faixas etárias: o grupo Y – desde os 13 aos 20 anos de idade – e o grupo A – dos 21 aos 65 anos. O estudo concluiu que a geração mais nova tem uma maior consciência ambiental.

No estudo [28] foram entrevistadas 29 crianças dos 6 aos 12 anos de idade, de forma a ser apurado qual é o conhecimento destas relacionado com o comportamento de corte¹ e

¹ Do anglo-saxónico *curtailment behaviour*.

descobrir quais são os agentes de socialização que lhes ensinaram tal. Os resultados reforçam o mencionado anteriormente: pais e professores têm o maior impacto (neste caso, para a criança adquirir conhecimento sobre comportamentos de corte). Para além disso, as crianças mais velhas demonstram algum conhecimento geral sobre aquecimento global.

Em suma, a relação da criança com os educadores é essencial [26], sendo que os docentes e os pais são os agentes de socialização que têm maior importância para a aquisição de conhecimento [28]. Sendo que com a idade, a criança vai adquirindo maior conhecimento [9] o que faz com que estas comecem a ser mais ativas na realização de ações positivas para o ambiente [29].

2.3. O USO DE *GAMIFICATION* NA EDUCAÇÃO

Educar crianças em relação a temas como a eletricidade e energia é extremamente difícil, dada à especificidade destes, uma vez que muitos professores optam por uma educação teórica inicial e só depois aplicação prática [16], [35]. No entanto, há outros processos de educação que têm em conta esta realidade [36] e muitas das vezes a inserção de outros parâmetros importantes para o desenvolvimento sustentável [15], [18], [37]. Uma possibilidade está relacionada com o uso de jogos sobre desenvolvimento sustentável ou jogos mais específicos sobre a necessidade de poupar energia ou água [38]. Estes jogos são cada vez mais uma ferramenta útil [39], [40] por não exigirem que a criança tenha conhecimento inicial, por normalmente serem cativantes para os jogadores e adaptáveis às idades dos mesmos [32], [38], [41].

O uso de jogos pode surgir em diferentes contextos, sejam estes:

1. jogos causais individuais em que simplesmente o jogo acontece e pode, ou não, providenciar conhecimento aos jogadores;
2. jogos de tabuleiro, em que é, normalmente, necessário mais que um jogador;
3. *serious games*, que são conhecidos por possuírem mais regras e condições, simulando quase a realidade.

Todas estas formas mencionadas anteriormente são formas de *gamification*, ou seja, há uma utilização de mecanismos de jogos para simular, sensibilizar ou de qualquer outra forma se relacionar com a realidade, tentando influenciar o utilizador a fazer determinadas tarefas ou a educar o utilizador sobre algo [41]–[43].

Obviamente, que a *gamification* pode ser usada por todo o tipo de pessoas e todo o tipo de tarefas, em vários contextos [19]. Esta tem ganho bastante popularidade [25], [44] e, por exemplo, empresas como a “Google”, “Samsung” e “Domino’s Pizza” usam esta ferramenta para o treino de novos colaboradores [19], [20]. No entanto, também existem algumas críticas a esta ferramenta, sendo a mais importante relacionada com o facto de muitas vezes os jogadores no jogo obterem sucesso, mas nem sempre tal se traduz na aquisição de conhecimento nem na alteração dos comportamentos do indivíduo (alguns casos de estudo estão enumerados na tabela 3) [36], [45], [46].

Tabela 3 Tabela resumo: alguns casos de estudo importantes.

Referência	Foco
[36]	Caso de estudo com 15 estudantes universitários
[41]	Caso de estudo com 42 Crianças dos 3 aos 6 anos
[19]	Expõe sobre a utilização de <i>gamification</i> no local de trabalho
[44]	Caso estudo com 98 estudantes universitários
[45]	Menciona algumas críticas a mecanismos de <i>gamification</i>
[46]	Caso de estudo com 27 crianças
[47]	Caso de estudo com crianças do quarto ano de escolaridade

O estudo [36] exemplifica a utilização de um jogo denominado “We Energy Game” para ser analisada a eficiência deste na aprendizagem. Praticamente todos os estudantes preferiram utilizar o jogo para aprender em vez das aulas tradicionais. No entanto, os alunos admitem que não têm vontade de mudar os seus comportamentos.

Em [41] foi estudado se *gamification* poderá fazer com que crianças entre os 3 e 6 anos de idade aprendam, mais facilmente, a desligar as luzes quando saem de uma divisão da pré-escola. Em geral, os resultados do estudo foram positivos, mas o efeito deste a longo prazo é incerto e os professores que acompanharam o estudo indicam que apesar dos resultados serem aparentemente positivos, existem outros tópicos mais importantes para aprender, como por exemplo conceitos matemáticos.

Jogos podem ser utilizados como ferramentas mediadoras de aquisição de conhecimento a nível escolar, mas também podem ser utilizados em diferentes locais de trabalho – em [19] é indicado que os jogos devem corresponder à importância do trabalho a fazer e deverá ter em conta o conhecimento que o utilizador tem. No entanto, em geral, o uso de jogos pode ser bastante eficaz, uma vez que é uma forma destes trabalhadores aprenderem as tarefas a

executar mais facilmente ou de forma mais segura. Um exemplo mencionado neste estudo está relacionado com o uso de jogos de guerra para treinar militares do exército.

Aprender inglês é outro conhecimento que é possível de obter através do uso de *gamification*, mas será que tal forma de ensino é eficaz? O estudo [47] tentou entender a eficácia desse método em 100 crianças da escola primária. Sendo que 50 alunos foram ensinados da forma tradicional e os outros 50 alunos foram ensinados com o uso de jogos. Os resultados demonstraram que realmente as crianças ensinadas com jogos, especialmente os interativos, apresentam melhores resultados, visto que os alunos tanto aprenderam como apreciaram a experiência.

Em [44] o jogo “Marketplace®” é usado para verificar a opinião dos alunos sobre jogar para aprender – neste caso, aprender sobre gestão. A maior parte dos alunos inquiridos (75%) acreditam acham que o jogo os ajudou a entender gestão.

Assim, *gamification* é cada vez mais comum e existem muitos programas que são feitos de forma a tentar motivar pessoas para a conservação de energia e outras estratégias para combater as alterações climáticas. Apesar de no estudo [45] tal ser reconhecido, o foco foi verificar diversos jogos que usam *gamification*, classificá-los e apresentar alguns criticismos, de forma a poder haver melhorias. Dos criticismos apresentados [45], os seguintes são os mais relevantes:

1. Normalmente, o uso deste tipo de jogos não é constante, sendo que, em geral, não são usados por mais que um ano;
2. Muitas vezes, o uso de *gamification* é muito usado para *branding*;
3. Nem sempre tem o efeito desejado.

Realmente, nem sempre o efeito desejado é alcançado e uma das críticas mais necessárias de reconhecer. O estudo em [46] é um exemplo deste tipo de casos, uma vez que o objetivo era reconhecer informação sobre o conhecimento das famílias sobre energia e problemas ambientais. Para além dessa recolha inicial, foi desenvolvida uma aplicação com duas versões: uma *gamified* e outra *non-gamified* (ou seja, uma era apenas informativa, enquanto a outra tinha mecanismos de jogos). As duas versões da aplicação demonstraram que as crianças conseguiram ser educadas sobre esta temática, mas ao contrário do esperado, não houve nenhuma diferença significativa entre estas duas versões da aplicação.

2.4. MECANISMOS DE *GAMIFICATION*

Este documento destaca a *gamification* digital [48] direcionada para jovens, sobre a consciencialização de comportamentos do consumo de energia, que está integrado no tema geral do desenvolvimento sustentável [49]. A crítica mais frequente da utilização desta ferramenta neste tipo de contexto relaciona-se com a falta de perceção dos resultados desta. No entanto, em geral, *gamification* tem apresentado resultados positivos na redução do consumo da energia dos jogadores [17], [46], [50].

Gamification só é efetiva se for conveniente para os jogadores e tiver em consideração a idade, a condição social e os valores destes [51], mas também, estes jogos não podem tentar competir com jogos bastante conhecidos e viciantes, nem devem constituir uma perda de tempo para o utilizador, uma vez que *gamification* deve traduzir-se na realização de ações [47], [52], [53]. Para além disso, muitos professores consideram que há assuntos mais importantes que os jovens/crianças devem aprender [41] e, em geral, os programas académicos não dependem dos professores que estão a lecionar [18], [41], [54].

Este não é um conceito novo e a criação de jogos relacionados com energia é vasta. Em 2009 foi desenvolvido um estudo [55] com 3 dispositivos que garantia a poupança de energia tendo em conta 3 fatores diferentes, de forma a entender os aspetos positivos e negativos de cada dispositivo - este estudo foi feito apenas para a poupança de energia do frigorífico, e teve a participação de famílias com crianças pequenas – os fatores de pressão social e emocional não demonstraram grande potencial, enquanto o fator de *feedback* destacou-se [55]. Assim, o fator de *feedback* é importante como observado mais tarde em [56]: a poupança de energia por causa do *feedback* recebido situa-se entre os 5% e 20%, no entanto, se a família estiver disposta a pequenos sacrifícios, esta poupança pode aumentar até aos 30% [55], [56]. Noutra perspetiva, a utilização de frequente *feedback* e pequenas recompensas quando este está de acordo com o pretendido faz com que haja um efeito a longo prazo [57].

Feedback é um dos conceitos mais importantes para a *gamification*, e é bastante utilizado [55]–[57], mas a utilização de reforços visuais, seja tabuletas, seja pequenos autocolantes, pode ser bastante positiva, especialmente para crianças mais novas, porém nestes casos, nem sempre se pode assegurar que a criança recorda a razão pela qual está a realizar determinada ação [41].

Existem outros mecanismos de *gamification* e de todos eles há um grande uso tabela de líderes, isto é, uma lista dos jogadores com maior pontuação ou melhores resultados [58]. Estas podem ser bastante positivas, uma vez que incentiva a obtenção de resultados por comparação, mas também pode ser um ponto desmotivador para os jogadores que estejam nos últimos lugares desta [59].

Já o mecanismo de recompensas é o menos utilizado, uma vez que normalmente implicaria que o jogador beneficiasse monetariamente do estudo [7]. Para além disso, o benefício monetário nem sempre é possível uma vez que certos países fornecem energia aos cidadãos de forma gratuita [6].

2.5. **GAMIFICATION PARA CONSCIENCIALIZAR SOBRE A POUPANÇA ENERGÉTICA**

Existem bastantes artigos sobre a utilização de jogos para jovens relacionados tanto com o tópico geral desenvolvimento sustentável como com o tópico específico de redução do consumo da energia [32], [39], [40], [50], [60]–[62], nestes normalmente mencionam-se jogos como: “3rd World Farmer”, “AtollGame”, “Balance of the Planet”, “Build a Prairie”, “Building Game”, “Catchment Detox”, “Climate Challenge”, “Cool Choices”, “ElectroCity”, “Encon City”, “EnerCities”, “Energyville”, “Environment Game”, “Fate of the World: Tipping Point”, “Green City”, “Learning Sustainable Development (LSD)”, “Lords of the Valley: board game”, “MHP”, “Power Explorer”, “Power Grid”, “Shortfall”, “Social Power”, “SOS 21”, “Stop Disasters!”, “The Great Green Web”, “The Sims Adapted”, “World Without Oil”. Dos mencionados alguns não estavam disponíveis para teste, então na tabela 4 são apresentados determinados jogos que serão usados como inspiração do que deve ser feito e, também, do que deve ser evitado.

Tabela 4 Tabela resumo de alguns jogos em destaque.

Nome do jogo	Pontos de inspiração	Pontos negativos	Observações	Referências
ElectroCity	O jogador tem de considerar tanto o crescimento de uma cidade como o impacto ambiental.	O jogo pode-se tornar rapidamente demasiado complexo e já não está disponível <i>online</i> .	Foi desenvolvido por uma empresa geradora de energia da Nova Zelândia	[32], [63]

EnerCities	O jogador tem de incentivar a evolução da cidade, tendo em consideração o impacto ambiental.	O site que possibilita o jogo está em alemão.	Foi desenvolvido por uma empresa fornecedora de energia.	[60], [62], [64]
Power Explorer	Tem 4 ambientes diferentes com o qual o jogador interage e ainda 2 modos de duelo para testar conhecimentos.	Necessita de <i>hardware</i> específico e O duelo pode ser negativo, se um jogador perder demasiadas vezes.		[32], [57]
Social Power	O jogo tem uma estética intemporal, apresenta boas dicas/desafios e utiliza o conceito de <i>feedback</i> .	Contem demasiadas atividades – os utilizadores podem achar uma perda de tempo.	De 108 agregados familiares que assinaram para participar no estudo, apenas 46 participaram	[21], [65]
The Sims Adapted	O jogador tem de considerar as compras de uma família para reduzir os impactos ambientais.	Não é grátis e requer jogar em equipa.	O jogo é bastante restrito com as adições que podem ser feitas.	[32]

No entanto, mais aplicações e jogos foram desenvolvidos, sendo que, em geral, os resultados apresentados são bastante positivos, mas outros não correspondem ao que os autores tinham idealizado [65], [66].

Em 2019, foi integrado um kit laboratorial (constituído por uma “Raspberry Pi”, componentes eletrónicos como resistências, potenciómetros, interruptores, sensores “GrovePi” e placas eletrónicas) para ser possível realizar atividades básicas de eletrónica e visualizar os consumos energéticos em tempo real dados do edifício de uma escola para baixar o consumo de energia e educar crianças sobre o assunto [11]. Este foi um projeto financiado pela União Europeia que alterou as atividades letivas de alguns estudantes gregos e em geral, fez com que estes aprendessem mais sobre como poupar energia, de forma interativa [11].

Mais recentemente, foi também feito um estudo em que colocava crianças a planear e construir o futuro, com o uso do jogo “Minecraft”, de forma a estas entenderem vários conceitos relacionados com o aquecimento global [67], o que, quase se assemelha ao estudo [68], sendo que este último utilizara o jogo “SimCity 4”. Ambos demonstraram resultados

positivos, isto é, os estudantes implementaram estratégias de jogo que conduzem a sociedades mais amigas do ambiente, demonstraram interesse no jogo e mostraram que entenderam vários conceitos ambientais, mas pouco foi feito a longo prazo para avaliar se o sucesso destes mesmos estudos foi apenas momentâneo [67], [68].

Os estudos a longo prazo são bastante importantes para se entender se a poupança se manteve, mas para além de estes não serem muito habituais de serem realizados, os poucos que existem apresentam resultados pouco motivadores, exemplo disso é o estudo realizado em 2019 [21] uma vez que após ano da finalização do estudo, os impactos positivos não eram praticamente verificados. Este estudo [21] retrata que no início da intervenção 108 agregados familiares assinaram para participarem, mas enquanto a intervenção decorria muitos acabaram por desinstalar a aplicação ou nunca a chegaram a instalar, assim no primeiro período da intervenção a amostra foi só de 46 agregados famílias, e, durante o ano a seguir, mais 4 famílias abandonaram o estudo. Apesar das desistências, é necessário indicar que, 3 meses depois da intervenção, os participantes reduziram o consumo energético, mas um ano depois da intervenção foi possível verificar uma recaída [65]

Uma recaída acontece normalmente depois de uma intervenção, visto que a novidade da aplicação ou jogo dissipa-se e volta-se às rotinas [21], [69]. Mas muitas vezes, esta dissipação demora e por vezes, até a intervenção fazer um ano de aniversário, os resultados são positivos [21], [70].

Obviamente que as intervenções não são a única solução para haver uma redução do consumo energético, havendo vários produtos que podem ajudar a poupar energia, fazendo com que as ações de poupança de energia sejam efetuadas sem grande esforço para o indivíduo, seja por estas estarem automatizadas, seja por rapidamente conseguirem atuar perante um comando de voz [71]–[73]. Assim como algumas aplicações e jogos que merecem ser mencionados neste trabalho por apresentarem diversidade de como *gamification* pode ser utilizada – assim um quadro resumo pode ser verificado na tabela 5.

Tabela 5 Quadro resumo de outros estudos em destaque.

Referência	É um jogo?	Nome	Público-alvo	Observações
[33]	<input checked="" type="checkbox"/>	Protecting the Earth	Crianças	
[58]	<input checked="" type="checkbox"/>	GReSBAS	Utilizadores de edifícios	É uma aplicação
[74]	<input checked="" type="checkbox"/>	ecoGator	Compradores	É um assistente de compras

[13]	<input checked="" type="checkbox"/>		Alunos do ensino secundário	
[75]	<input checked="" type="checkbox"/>	Kid Gaia	Crianças	Utiliza realidade virtual
[76]	<input checked="" type="checkbox"/>		Crianças	Utiliza realidade virtual
[77]	<input checked="" type="checkbox"/>		Adultos	O público-alvo tem de ser adulto, visto que o jogo tem muitas regras
[22]	<input checked="" type="checkbox"/>		Crianças entre os 7 e 12 anos de idade	É um protótipo com <i>website</i>
[78]	<input checked="" type="checkbox"/>		Famílias	É um <i>serious game</i> com simulação

O trabalho [13] foi desenvolvido com o objetivo de ensinar alunos do ensino secundário sobre a consciencialização do consumo de energia. Este estaria disponível no *website*, mas também poderia ser usado se o utilizador tivesse o programa no computador ou no assistente pessoal digital.

Protecting the Earth [33] é um jogo (*serious game*) que tenta incentivar as crianças a serem mais amigas do ambiente, focando-se em vários aspetos que contribuem para o desenvolvimento sustentável [33]. Já o jogo Kid Gaia [75] utiliza realidade virtual para sensibilizar crianças para a necessidade de salvar o planeta. Numa narrativa em que a criança é um herói que tem de combater contra uma empresa que está a contaminar o planeta da narrativa e tentar reverter o impacto negativo de algumas das ações diárias humanas [75].

Outro jogo que usa a realidade virtual foi desenvolvido no trabalho [76]. Este jogo passa-se em vários cenários, sendo o primeiro uma casa, o segundo é uma espécie de entrada no jogo (os autores denominam esta cena como “Game Scene”) e a última cena é num escritório. Ao longo dos 3 cenários do jogo, o utilizador tem de realizar atividades como desligar as luzes que não estão a ser úteis, desligar as impressoras que não estão a ser utilizadas, cortar objetos que não são amigos do ambiente, entre outros [76].

Smart grids cada vez mais são retratadas na literatura, mas a população em geral não tem conhecimento dos fundamentos e características destas, assim o trabalho desenvolvido em [77] apresenta a criação de um jogo de tabuleiro para esse conhecimento. Neste, os jogadores têm de escolher uma central elétrica que fornece eletricidade a habitações em determinadas áreas, depois, durante o jogo, é necessário haver a construção e melhoria de geradores, habitações e, pouco a pouco os jogadores poderão criar um *network* de *smart grids*, respeitando sempre as regras do manual de instruções [77].

No projeto de dissertação [22] foi elaborado um projeto de forma a sensibilizar crianças entre os 7 e 12 anos de idade para pouparem energia. O *website* ainda está disponível² com os vídeos explicativos originais. Obviamente que este trabalho é mais simples e essa mesma simplicidade faz com que se entenda facilmente como o uso de sensores e atuadores pode ajudar a diminuir o consumo de energia. Para além disso, à data deste projeto de dissertação os utilizadores consideraram que a informação apresentada no *website* era útil e que o protótipo era um bom demonstrativo [22].

A aplicação “ecoGator” [74] é um assistente virtual que ajuda os consumidores a fazer compras de produtos com maior eficiência energética e a usar os mesmos de forma mais consciente. Assim, este estudo explica a estratégia de ter vários elementos da *gamification* para incentivar o utilizador.

No estudo [78], o uso do termóstato foi o ponto de partida. Assim, foi criado um *serious game* para entender se o uso deste diminuía com o decorrer do jogo. Para além disso, os autores estudaram como é que a personalidade dos habitantes pode afetar a redução da temperatura, levando a um menor consumo energético. Os resultados simulados demonstram que no melhor dos casos ocorreu uma redução energética de 82%.

Já a aplicação desenvolvida em [58] tinha como objetivo poupar a energia consumida por vários escritórios. Este estudo foi feito no Porto e envolveu a criação de uma aplicação de telemóvel, que interage com o ambiente, como apresentado na figura 1. Esta ferramenta tem o potencial de conseguir uma poupança de cerca de 20%.

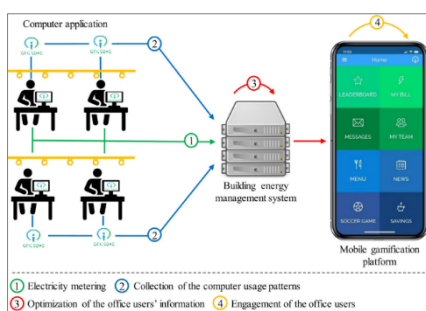


Figura 1 Esboço da arquitetura do “GReSBAS” (Fonte: [58]).

² URL: <http://venicelegolas.wix.com/green-campus>.

2.6. CONCLUSÕES

Como o desejo por clientes ativos tem aumentado, uma vez que estes podem aumentar o grau de flexibilidade necessário para se poder adaptar a rede de eletricidade a uma produção de eletricidade renovável, variável e distribuída, a consciencialização pode ser o primeiro passo para a mudança.

Este capítulo apresenta a importância de conscientização de crianças e jovens para estes saberem como comportamentos individuais podem ter consequências globais.

A consciencialização pode ser obtida com o conhecimento e, existem estudos sobre como estes conhecimentos podem ser transmitidos pelos agentes de socialização mais importantes para crianças e jovens: pais e/ou professores. No entanto é necessário reconhecer que a aprendizagem relacionada com conceitos energéticos não é fácil, então a utilização de *gamification* pode auxiliar no ensino e pode cativar a atenção das crianças e dos adultos.

Já existem jogos para adultos e/ou crianças relacionados tanto com o tópico geral desenvolvimento sustentável como com o tópico específico de redução do consumo da energia, como por exemplo os jogos: “Balance of the Planet”, “Climate Challenge”, “Cool Choices”, “ElectroCity”, “Encon City”, “EnerCities”, “Energyville”, “Green City”, “Learning Sustainable Development (LSD)”, “Power Explorer”, “Power Grid” e “The Sims Adapted”.

3. CONCEBER A APLICAÇÃO

A ideia foi desenvolver uma aplicação móvel, visto que para o tópico de sustentabilidade estas não são as mais discutidas na literatura. Para além disso, as aplicações móveis são mais populares atualmente. Assim sendo, para fazer uma aplicação podem ser usadas ferramentas de desenvolvimento como *engines* ou ambientes de desenvolvimento integrados [79], [80].

Pelo exposto no capítulo anterior, sabe-se que a aplicação deve:

1. Abordar vários tópicos relacionados com a poupança de dinheiro ao diminuir o consumo;
2. Ter, pelo menos, um simulador do consumo semanal;
3. Mencionar os tópicos: tarifas elétricas e comunidades de energia;
4. Não pode ser demasiado simples nem demasiado complexa;
5. Ter um mini jogo que dê para jogar com um adversário.

Assim, houve a necessidade de criar jogos relacionados com a casa, isto é que tentam informar o consumidor como pode optar por eletrodomésticos que consomem menos, sobre algumas potências médias e ainda como o uso de um determinado aparelho durante determinado tempo afeta no custo semanal a nível elétrico. Estes serão os jogos relacionados com a casa e terão de ser feitos de forma seguida.

Também existem outros temas que são importantes mencionar, então foram idealizados outros jogos para tal. Estes contam com serem jogos simples e práticos, sendo que um é sobre as tarifas de eletricidade e fez sentido ter uma página no modo de aprender sobre informações, com um exemplo prático.

Além do referido, a adição de uma pequena competição é crucial para jogadores que querem praticar com amigos, assim sendo, foi pensada numa forma em que dois jogadores podem jogar um contra o outro, de forma a existir uma competição saudável. Tal faz com que a utilização de ferramentas de desenvolvimento de aplicações (nomeadamente *engines* e ambientes de desenvolvimento integrados) seja crucial.

Comparando as ferramentas referidas pode-se indicar que *engines* são ferramentas mais automatizadas que facilitam o processo de visualizar código, verificar a validade da programação efetuada e, também, alguns incluem *templates* que podem ser utilizadas. Por vezes, existem parte de jogos disponíveis, sejam estas menus, algumas ações, designs ou texturas [80].

Seguidamente serão apresentadas várias ferramentas, incluindo a que foi escolhida nesta dissertação. A tabela 6 apresenta um resumo das desvantagens de cada uma destas.

Tabela 6 As principais desvantagens presentes nas diferentes opções consideradas.

Opções	Linguagem de programação principal	Aspetos negativos
Unity	C#	De aprendizagem demorada.
Gamemaker Studio 2	GML	A versão grátis só deixa fazer upload para o GX.games; Obriga a aprender uma linguagem de programação que só é utilizada por este <i>engine</i> .
Unreal Engine	C#	De aprendizagem demorada.
Android Studio	Java/Kotlin	Apenas permite a criação de aplicações para Android.

3.1. UNITY

O Unity é um *engine* muito utilizado para a criação de jogos em 2D, 3D e realidade virtual para todo o tipo de plataformas, utilizando a linguagem de programação C#, no entanto este software permite a adição de tradutores de forma a outras linguagens de programação poderem ser utilizadas [79]–[81]. Esta ferramenta é utilizada por todo o tipo de programadores, mas visto que esta ferramenta apresenta *plugins* e *templates* que ajudam bastante à criação de jogos, esta torna-se muito utilizado, especialmente para criar jogos mais simples. Um dos aspetos negativos desta ferramenta está relacionada com a dificuldade inicial de entender o seu funcionamento [79], [80], mas, para colmatar esse problema foram feitos vídeos tutoriais oficiais e também há um incentivo para os utilizadores se integrem na comunidade bastante ativa presente no Discord [82].

3.2. GAMEMAKER STUDIO 2

Este *engine* é utilizado por vários jogos 2D menos conhecidos, sendo que esta comunidade não é só constituída por pessoas que gostam ou se interessam por programar, mas também por pessoas que gostam de experimentar jogos novos, únicos e pouco conhecidos [83]. O Gamemaker Studio 2 apresenta vários aspetos pouco atrativos, entre eles: a versão grátis deste *engine* só possibilita que os jogos desenvolvidos sejam lançados na biblioteca de jogos

deles, conhecida como GX.games³. Outro aspeto que afasta muitos programadores ou entusiastas de programar jogos com este *software* está relacionada com a linguagem de programação utilizada: GML. GML é considerada uma linguagem de programação bastante simples e foi desenvolvida para otimizar a programação de jogos neste *engine*, o que faz com que esta seja só utilizada neste ambiente, apesar de haver tradutores estes não são de origem fidedigna [79], [84]. Este *engine* também oferece um espaço de Marketplace em que existem vários códigos disponíveis para tornarem a programação mais rápida, apesar da oferta ser bastante menor, comparando com outros *engines* mais conhecidos [83], [85].

3.3. UNREAL ENGINE

Principal competidor do Unity e bastante conhecido, o Unreal Engine foi desenvolvido pela empresa Epic Games e destaca-se por possuir um editor visual que oferece uma grande variedade de gráficos [80]. Como o Unity, este tem uma comunidade bastante grande e ativa incluindo, também, um Marketplace com uma grande oferta [86].

No entanto, como acontece com o competidor, aprender a programar no Unreal Engine é um processo demorado e complexo e, assim sendo, como o competidor, o Unreal Engine oferece tutoriais oficiais para cativar mais pessoas a utilizar este software [86].

3.4. ANDROID STUDIO

O Android Studio é um ambiente de desenvolvimento de aplicações para Android, com uma grande ligação à Google e à Google Play, que utiliza as linguagens de programação Java ou Kotlin [87]. Este ambiente de desenvolvimento foi o utilizado neste trabalho, visto que tem várias ferramentas incluídas que facilitam a criação de ficheiros executáveis.

No entanto, tecnicamente, o Android Studio não é considerado um *engine* visto que não está tão automatizado como os competidores nem tem um Marketplace para a compra e venda ou troca de programas. Talvez por isso a comunidade disponibiliza código e projetos de

³ URL: <https://gx.games/pt-br/>.

forma gratuita e é bastante ativa no Discord, havendo pessoas destacadas pela plataforma para moderarem e ajudarem os utilizadores, quando necessário.

Java foi a linguagem de desenvolvimento utilizada. Esta é bastante estável e extensamente documentada de forma oficial pelos desenvolvedores do Android Studio [88]. Para além do mencionado, o uso de ficheiros com a linguagem xml é quase obrigatório visto que a parte estética é feita com esta linguagem, mas o ambiente de desenvolvimento já inclui alguns objetos pré feitos.

4. OS JOGOS CRIADOS

A aplicação (APP) tem, ao todo, 6 jogos: Sendo que os 3 primeiros (podem ser acedidos quando é clicado no botão “Modo seguido”, apresentado na figura 2) são apresentados de forma ordenada, isto é, tem de se jogar o primeiro o jogo 1 e só depois deste estar correto é que se pode jogar o jogo 2. Para além desses, os outros 3 jogos são jogos extra para o utilizador ter rápido acesso e poder jogar quando desejar.

Todos os jogos foram idealizados para o utilizador aprender sobre os assuntos relacionados com energia e o consumo desta e, por isso, por vezes depois ou antes do jogo existem algumas explicações ou simuladores, para o utilizador entender mais sobre o assunto.



Figura 2 Ecrã inicial

4.1. JOGOS RELACIONADOS COM O MODO SEGUIDO

O modo seguido, com o denominado no título deste subcapítulo, é feito para que o utilizador possa escolher o tipo de apartamento/casa mais parecido ao seu, de forma que o utilizador possa explorar o modelo de casa apresentado. Para além disso, ao ter sido feito um modelo bastante simples, apenas é colocado o essencial em cada divisão, uma vez que assim subconscientemente o utilizador compara o apresentado com a sua casa e reflete sobre o que

é ou não essencial, sendo que cada uma destas pode ser acedida pela planta (na figura 3 é apresentada a planta de um apartamento/casa T1). Este layout de modelo simples permite que o utilizador ligue/desligue a luz, em cada divisão, quando há lâmpadas, e ainda é possível verificar as várias partes da mesma divisão.



Figura 3 Planta inicial apresentada da casa T1.

É importante mencionar que a escolha do modelo de casa/apartamento não é uma variável que fica armazenada na memória do telemóvel, mas apenas usa memória bastante volátil. Estas são vulgarmente chamadas de Shared Preferences e, de modo simples, são como variáveis globais que podem ser usadas ao longo de uma aplicação, tendo o seu próprio nome e espaço de memória temporariamente [89].

4.1.1. JOGO 1

O jogo 1 inicia-se a questionar quais eram os eletrodomésticos presentes na casa escolhida anteriormente, para o utilizador pensar o que foi considerado essencial e tentar comparar com a sua habitação, tornando assim um jogo de memória, uma forma de repensar o que realmente é essencial. Na figura 4 é apresentada uma lista bastante simples em que o utilizador apenas tem de clicar nas opções dos aparelhos que surgiram inicialmente.

Identifique quais dos seguintes eletrodomésticos estavam na casa

1 Fogão 1 Carro elétrico

1 Frigorífico 2 Carros elétricos

2 Chaleiras 1 Máquina de secar a roupa

1 Máquina de café Microondas

Aquecimento 1 Máquina de lavar a roupa

1 Chaleira 1 Máquina de lavar a louça

Iluminação 1 Televisão

1 Forno 2 Televisões

VOLTAR ESTÁ CORRETO?

Figura 4 Opções apresentadas ao jogador.

Após completar de forma correta o jogo, é apresentado um jogo de selecionar a potência média correta, tendo em conta o eletrodoméstico apresentado (figura 5) tendo em conta que existem 8 potências médias apresentadas e o utilizador descobrirá que também será questionado sobre 8 eletrodomésticos. Desta forma é testado se o utilizador sabe a potência média de alguns aparelhos de casa, sendo que as respostas certas estão apresentadas na tabela 7 [90].

Atendendo ao equipamento indicado, sabe a potência média? Clique na opção correta

1. Consola de jogos

10 W 100 W

1800 W 1000 W

140 W 30 W

1600 W 120 W

Figura 5 Interface do jogo de selecionar a potência média do aparelho elétrico.

Tabela 7 Indicação dos dados da potência média utilizados para o jogo 1.

Equipamento	Potência (W)
Computador portátil	100
Consolas de jogos	140
Secador de cabelo	1800
Chaleira (1L)	1600
Máquina de café	1000
Robô aspirador	30
Máquina de barbear	10
Exaustor	120

Depois selecionar uma opção, se esta for a errada, o botão ficará a vermelho, mas se for a correta o botão fica a verde, passando imediatamente para o próximo eletrodoméstico.

Depois do jogo ser completado corretamente, é apresentada a explicação de como partindo da potência de um aparelho podemos saber o seu consumo elétrico e, com esta informação, calcular o custo dessa energia utilizada (figura 6). Esta explicação está acompanhada de uma possibilidade de inserção de dados pelo utilizador, de forma que possa testar alguns valores tanto para o número de horas de utilização, o custo da eletricidade e a potência gasta – entendendo como estas 3 variáveis alteram o preço final.

Como calcular o consumo elétrico em kWh tendo em conta a potência e o tempo

Potência em Watts X horas de utilização

10000 X 24

1000

O valor calculado serve, posteriormente para calcular o preço que vai pagar tendo em conta o preço por kWh existente. Assim, a conta seria:

Consumo elétrico em kWh X preço em €/kWh

240.0 X 0.1745

O custo calculado é: 41.88 €

PRÓXIMO JOGO

Figura 6 Cálculo do preço a pagar com os dados indicados.

4.1.2. JOGO 2

No jogo 2, inicialmente, o utilizador tem de descobrir qual é a tecnologia da lista apresentada que consome mais, partindo do princípio de que todos estes equipamentos estão ligados e continuarão ligados por 8 horas.

Assim, foi necessário verificar o que existia no mercado a nível de eletrodomésticos – neste caso, foi escolhido o vendedor “Worten” [91] para verificar algumas das ofertas existentes – esta escolha foi feita uma vez que esta empresa fez marketing com anúncios televisivos, durante o período em que esta ideia surgiu. Seguidamente, foi feita uma tabela com o modelo, preço, consumo/potência e classe energética, para cada eletrodoméstico. Para além destes dados, houve a necessidade de recorrer a outros websites para verificar outro tipo de eletrodomésticos/aparelhos [92], [93]. Com estes dados foram feitas médias e alguns ajustes para a aplicação ter por base dados representativos da realidade. Seguidamente, foi feito o cálculo do consumo destes para 8 horas, havendo algumas considerações, nomeadamente:

1. A bateria vai carregar completamente;
2. Existem 15 LEDs ligados na casa;
3. Existem 3 emissores de calor e todos eles estão ligados;
4. O fogão tem todos os discos ligados;
5. O forno, o frigorífico e a televisão estão ligados;

Na tabela 8 são apresentados os dados relativos ao consumo e facilmente pode-se verificar que o carro será o maior consumidor durante as 8 horas.

Tabela 8 Tabela indicadora do consumo de cada equipamento durante as 8 horas.

Equipamento	Gasto em kWh (8h)
Carro (bateria de 75kWh)	75,00
Iluminação total	0,72
Forno	12,80
Aquecimento	28,80
Fogão	56,40
Frigorífico	0,21
Televisão	0,80

Apesar do jogo em si partir de uma ideia simples e de a dificuldade do jogo não ser elevada, a programação deste acabou por ser muito mais complexa do que era idealizado, visto que uma lista foi criada, ou seja, houve a necessidade de usar um RecyclerView, e como este é dinâmico teve de ser criado um adaptador (conhecido como RecyclerView.Adapter). Com o uso do RecyclerView da forma mais simples, apenas seria possível fazer uma lista simples. Como o pretendido não era apenas um texto simples foi necessário modificar esta lista para incluir outros aspetos visuais. A interface desejada incluía a utilização de uma figura e dois textos (título e descrição) para cada elemento – o que fez com que a nível de programação fosse necessária uma referência para o programa saber de que forma deve ser feita a parte estética da lista – o que obrigou à criação de um novo layout que é referenciado para o RecyclerView saber como cada linha da lista deverá ser preenchida. O resultado obtido pode ser verificado na figura 7 [94].



Figura 7 Lista de seleção do jogo 2.

Quando o utilizador seleciona a opção é necessário mudar para outro ecrã que, na prática, é como criar uma folha nova no programa, só que como existem várias opções a escolher, é também necessário transmitir a esse novo ecrã o que foi selecionado. A mudança de um ecrã feita por meio de uma função que usa o método Intent e ao receber os dados que foram selecionados, apresenta-os (figura 8).

```
private void getDatafrom ()
{
    if ( getIntent().hasExtra( name: "position") &&
        getIntent().hasExtra( name: "imgview") &&
        getIntent().hasExtra( name: "data1") &&
        getIntent().hasExtra( name: "data2"))
    {
        s1 = getIntent().getStringExtra( name: "data1");
        s2 = getIntent().getStringExtra( name: "data2");
        Image = getIntent().getIntExtra( name: "imgview", defaultValue: 1);
        number = getIntent().getIntExtra( name: "position", defaultValue: 1);
        buttonnext = findViewById(R.id.button12);
        buttonvoltar = findViewById(R.id.button13);
        buttonvoltar.setVisibility(View.GONE);
        buttonnext.setVisibility(View.GONE);
    }
    else Toast.makeText( context: this, text: "Não tem data", Toast.LENGTH_LONG);
}
```

Figura 8 Código que permite alterar de ecrã.

Assim, a nova atividade (anteriormente referida como novo ecrã) tem os dados do elemento selecionado, de forma a mostrar ao utilizador o que este selecionou e o resultado desta seleção é apresentado, como pode ser verificado na figura 9 e na figura 10, sendo que a primeira corresponde a uma resposta errada e a segunda é a resposta certa.



Figura 9 Ecrã que aparece quando é feita a seleção errada.



Figura 10 Ecrã que é exposto quando é feita a seleção correta.

No entanto, é bastante limitador imaginarmos que todos estes equipamentos estarão ligados por 8 horas. Assim, depois deste minijogo existe um simulador para cada pessoa entender a diferença entre usar um determinado aparelho por menos tempo, por exemplo, o aquecimento de casa por 6 horas e usar o mesmo equipamento por 3 horas, durante uma semana (de segunda-feira a sexta-feira).

Na figura 11, pode ser vista a interface deste pequeno simulador, sendo que as horas são indicadas pelo utilizador e as potências de base utilizadas [90], [91] são apresentadas na tabela 9.



Figura 11 Interface do simulador do jogo 2.

Tabela 9 Potências de base utilizadas.

Equipamento	Potência (W)
Máquina de café	1000
Micro-ondas	1000
Forno	2500
Aquecimento	1500
Frigorífico	200
Telemóvel	20
Televisão	50
Iluminação	20
Máquina de secar a roupa	3200
Máquina de lavar a roupa	2000
Máquina de lavar a louça	2000
Fogão	3000
Chaleira	1600
Carro	75000

Sendo que a população, em geral, é pouco exposta à unidade de medida para o consumo energético, para além de ser mostrado este na simulação, é feito o cálculo do custo monetário correspondente a esse consumo, mas visto que o preço altera por base em vários fatores, o preço utilizado para fazer este cálculo situa-se nos 0.1449 €/kWh [95].

Entre a figura 12 e 13 pode ser verificada a diferença de consumo energético (e, por conseguinte, monetário), com alteração de alguns dos consumos efetuados durante a semana e não alterando as potências.



Figura 12 Simulação com maior consumo elétrico (jogo 2).

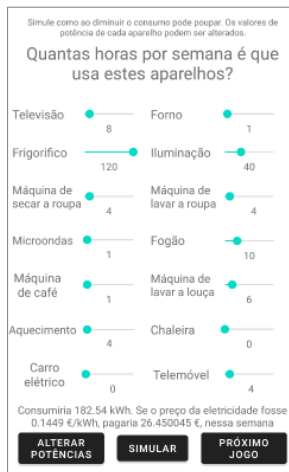


Figura 13 Simulação com um menor consumo elétrico (jogo 2).

Os utilizadores que souberem as potências dos seus equipamentos têm a opção de alterar as potências de base para poderem testar de forma mais realista ao colocar a potência dos seus equipamentos elétricos. No entanto, se o utilizador não souber a potência de alguns dos equipamentos, poderá colocar 0 e a potência ficará definida para a de base. Esta interface é feita numa nova atividade, presente na figura 14, que usa novamente as Shared Preferences para poder guardar os dados necessários.

Preencha em Watts. Caso não saiba a potência de algum equipamento, preencha com 0

Televisão	Iluminação	Microondas
<u>50</u>	<u>20</u>	<u>1000</u>
Telemóvel	Chaleira	Carro elétrico
<u>20</u>	<u>1600</u>	<u>75 000</u>
Forno	Aquecimento	Fogão
<u>2500</u>	<u>1500</u>	<u>3000</u>
Frigorífico	Máquina de café	Máquina de lavar a roupa
<u>200</u>	<u>1000</u>	<u>2000</u>
Máquina de secar a roupa	Máquina de lavar a louça	
<u>3200</u>	<u>2000</u>	

USAR ESTES VALORES

Figura 14 Interface que permite o utilizador a alterar as potências de base (jogo 2).

4.1.3. JOGO 3

Com o terceiro jogo aproveita-se dos dados anteriormente encontrados sobre eletrodomésticos [91], [93], para haver opções de melhoria. No entanto, se apenas houvesse a necessidade de melhoria sem restrições, o utilizador apenas iria escolher os melhores artigos sem ter de ponderar outras condicionantes, o que não seria desafiante. Assim, o jogador é apresentado com um orçamento que deve respeitar para conseguir avançar no jogo. Outra condição está relacionada com apenas ser necessário uma das opções de melhoria, ou seja, se o objetivo for comprar um frigorífico melhor que o atual, a solução nunca passará por comprar dois frigoríficos.

Neste jogo são apresentados dois níveis diferentes. No primeiro, o orçamento máximo indicado é 1100,00 € e só pode ser feita a compra de um eletrodoméstico de cada categoria apresentada, sendo que existem 3 categorias (forno, aquecimento e televisão), já no segundo nível, o orçamento aumenta para 1450,00 € e são apresentadas outras 3 categorias (iluminação, fogão e frigorífico). Este jogo pode ser caracterizado cada nível ser uma otimização linear simples, o que faz seja possível a utilização do solver do “Excel” para encontrar o ponto ótimo de cada uma. O objetivo de cada uma desta otimização é maximizar a poupança do consumo, sendo que esta é calculada tendo em conta a diferença entre os consumos de cada eletrodoméstico de base e os novos eletrodomésticos a comprar. Sendo que para ambas temos as seguintes variáveis:

1. A variável x_i representa a existência ou inexistência do eletrodoméstico i . Assim, esta variável é binária;

2. A variável p_i representa a poupança energética inerente à compra do eletrodoméstico i . Esta é uma variável não inteira;
3. A variável g_i representa o custo direto inerente à compra do eletrodoméstico i . Esta é uma variável não inteira;
4. A variável o representa o orçamento máximo, sendo que para a primeira otimização este corresponde a 1100 e para a segunda otimização será 1450.

O modelo geral pode ser apresentado como:

Objetivo:

$$\max f(x) = \sum_i p_i x_i$$

Sujeito a:

$$\sum_i x_i g_i \leq o$$

$$\sum_{i=0}^{i+3} x_i \leq 1$$

$$\sum_{i=3}^{i+3} x_i \leq 1$$

$$\sum_{i=6}^{i+2} x_i \leq 1$$

Com o solver o Excel, foi obtido uma poupança máxima de 8,72 kWh para o primeiro caso e 1,05 kWh para o segundo enunciado. Para o primeiro nível é só necessário comprar 2 eletrodomésticos, sendo estes são: o aquecimento de 896,97 € e a televisão de 175,99 €. Já para o segundo nível, o utilizador deve seleccionar um eletrodoméstico de cada categoria, sendo que acabará a gastar 1440,49 € ao comprar o frigorífico de 1078,00 €, os discos de indução de 309,99 € e as luzes que gastam menos, mas são as mais caras entre as opções.

A programação deste jogo, tem por base um princípio simples, visto que cada opção é apenas um botão que, ao ser clicado, guarda numa variável esse facto (interface presente na figura 15), guardando também os valores correspondentes ao preço, à poupança do consumo e, ao mesmo tempo, é apresentado o gasto pelo utilizador.

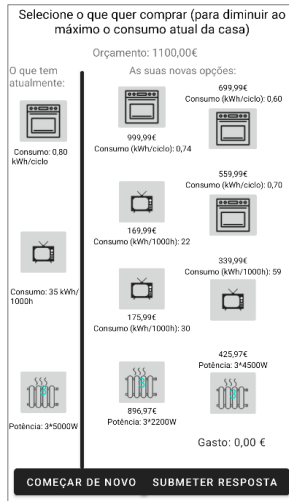


Figura 15 Apresentação das opções de melhoria (jogo 3).

Como o jogo é um pouco difícil, são indicadas dicas: pelo número de tentativas que o utilizador já realizou. A dica aparece em forma de Toast, isto é, uma caixa de texto que aparece como um pop-up temporário, como pode ser visualizada na figura 16, já na tabela 10 é indicado quais são as dicas apresentadas e a partir de qual número de tentativas é que esta surge para a primeira otimização e a tabela 11 apresenta o mesmo para a segunda otimização.

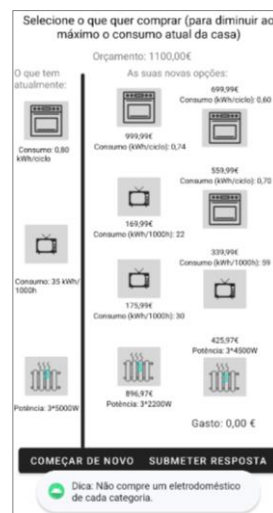


Figura 16 Como aparecimento a primeira dica do jogo 3.

Tabela 10 Dicas apresentadas em relação às tentativas realizadas (primeira otimização).

Tentativa número	Texto apresentado
3	Dica: Não compre um eletrodoméstico de cada categoria.
5 em diante	Dica: A televisão que custa 175.99€ deve ser incluída na resposta certa.

Tabela 11 Dicas apresentadas em relação às tentativas realizadas (segunda otimização).

Tentativa número	Texto apresentado
3	Dica: Compre um eletrodoméstico de cada categoria.
5 em diante	Dica: A iluminação que custa 52.50€ deve ser incluída na resposta certa.

No final da seleção, quando o botão de submeter é clicado, o programa rapidamente verifica se existe algum erro: se existir, o utilizador encontrará uma página a indicar isso mesmo (figura 17). Caso não seja encontrado erros, os dados selecionados são comparados com a resposta correta. Se o utilizador ultrapassar o orçamento, tal é indicado (figura 18), caso o orçamento não seja ultrapassado, a resposta poderá ser a errada ou a certa, em ambas é apresentado o gasto e a poupança obtida, sendo que se o utilizador indicar a resposta certa aparecerá um botão extra para a continuação dos jogos como pode ser verificado na figura 19 e 20.

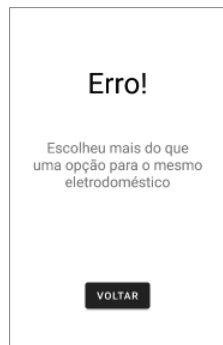


Figura 17 Ecrã quando dois eletrodomésticos da mesma categoria são selecionados.

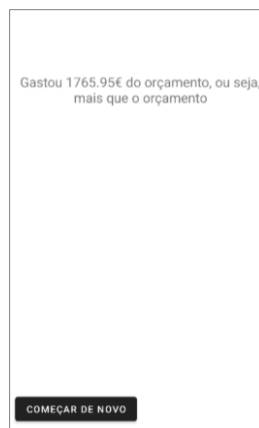


Figura 18 Ecrã que aparece quando o orçamento é ultrapassado.

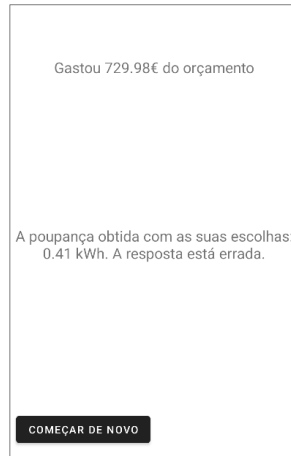


Figura 19 Ecrã que indica que a resposta seleccionada está errada (jogo 3).



Figura 20 Ecrã que indica que a resposta seleccionada está certa (jogo 3).

4.2. OUTROS JOGOS

Para além dos jogos relacionados com a casa existem outros jogos. O primeiro jogo a ser apresentado tem relação com as tarifas horárias, o segundo está intrinsecamente relacionado com o conceito de comunidades de energia e o último jogo é um desafio com questões que pode ser jogado individualmente ou contra um adversário e aborda diferentes temas.

4.2.1. Jogo 4

O quarto jogo tem em consideração os dados relativos às tarifas bi-horárias e tri-horárias [96] e o jogador deve arrastar os equipamentos para o horário que seria mais economicamente viável que eles funcionem. Neste caso, os equipamentos são máquinas de lavar e secar a roupa, máquina de lavar a loiça e ferro de engomar. Estes foram escolhidos visto que já existem máquinas de lavar e de secar a roupa programáveis para uma

determinada hora e o ferro foi adicionado a este jogo, visto que normalmente é uma à tarefa feita depois de lavar e secar a roupa.

Este jogo tem dois modos de jogo (figura 21), sendo o primeiro de aprendizagem, em que o utilizador pode seleccionar o nível que quer jogar ou seleccionar a opção de informação, que dá acesso ao ecrã apresentado na figura 22, enquanto na versão de jogar o utilizador não tem estas opções: cada nível é apresentado a seguir ao anterior, até ao quarto nível, que depois apresenta o ecrã de informações mencionado anteriormente.

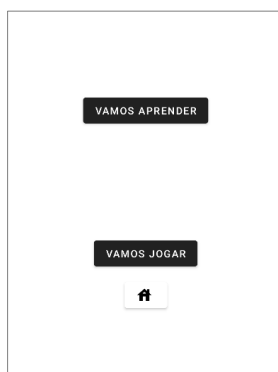


Figura 21 Menu de escolha entre o modo de aprendizagem ou de jogo (jogo 4).



Figura 22 Opções depois de ser selecionado o modo de aprendizagem (jogo 4).

O método Drag & Drop existe no Android Studio e quando utilizado corretamente, permite, de forma simples, o arrastar de determinado objeto/imagem, neste caso, classificado como `imageView`. Este arrasto implica que esse objeto seja possível de arrastar e que haja um recetor do objeto (denominado como um *drag listener*, envolvido no método como `View.OnDragListener`). Apesar deste arrasto poder acontecer sem necessitar da criação de sombras ou de ligações, para ser mais perceptível ao utilizador, a criação de uma sombra associada ao movimento de arrastar é benéfico (apresentado na figura 23) e, neste caso existe

funções como a myDragShadowBuilder que o Android Studio já providencia como exemplo e podem ser alterados *à posteriori* [97].



Figura 23 Figura para evidenciar o uso de sombras, presente no jogo 4.

O mecanismo de arrasto é igual para os dois modos de jogo, mas no modo de aprendizagem se depois de todos os equipamentos serem arrastados, a resposta estiver certa, o ecrã aparecerá como está na figura 24. Se estiver errada, é indicada a percentagem correta e ao clicar no botão, esse nível recomeça. Já no modo de teste, o *feedback* é só apresentado no final dos 4 níveis, como apresentado na figura 25.

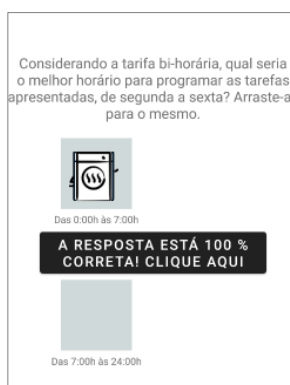


Figura 24 Resposta está certa no modo de aprendizagem (jogo 4).

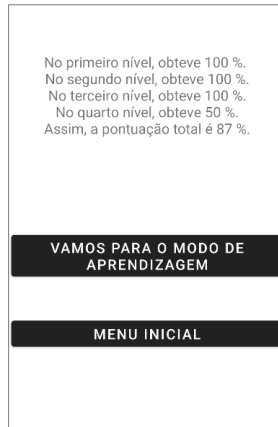


Figura 25 O resultado é apresentado no fim do teste do jogo das tarifas.

O ecrã de informações indica o *website* da ERSE para o utilizador poderá obter mais informações sobre tarifas energéticas, como presente na figura 26. Já, o botão “Fazer simulação” conduz o jogador ao ecrã apresentado na figura 27 e este tem a função de deixar o utilizador indicar as horas em que usa mais eletricidade, usando essa informação para ajudar o utilizador apresentado diferentes opções sobre tarifas sobre as quais se deve informar, dependendo das horas indicadas anteriormente (figura 28).

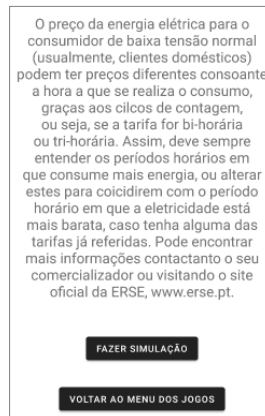


Figura 26 Indicação sobre a existência do *website* da ERSE.

Indique a que horas há mais consumo de eletricidade em sua casa (de segunda a sexta, durante o verão)

<input type="checkbox"/> 0h até às 1h	<input type="checkbox"/> 12h até às 13h
<input type="checkbox"/> 1h até às 2h	<input type="checkbox"/> 13h até às 14h
<input checked="" type="checkbox"/> 2h até às 3h	<input type="checkbox"/> 14h até às 15h
<input checked="" type="checkbox"/> 3h até às 4h	<input type="checkbox"/> 15h até às 16h
<input checked="" type="checkbox"/> 4h até às 5h	<input type="checkbox"/> 16h até às 17h
<input type="checkbox"/> 5h até às 6h	<input type="checkbox"/> 17h até às 18h
<input type="checkbox"/> 6h até às 7h	<input type="checkbox"/> 18h até às 19h
<input type="checkbox"/> 7h até às 8h	<input type="checkbox"/> 19h até às 20h
<input type="checkbox"/> 8h até às 9h	<input type="checkbox"/> 20h até às 21h
<input type="checkbox"/> 9h até às 10h	<input type="checkbox"/> 21h até às 22h
<input type="checkbox"/> 10h até às 11h	<input type="checkbox"/> 22h até às 23h
<input type="checkbox"/> 11h até às 12h	<input type="checkbox"/> 23h até às 24h


RECOMEÇAR  CONCLUÍDO

Figura 27 Interface para o utilizador indicar quando consome mais energia.

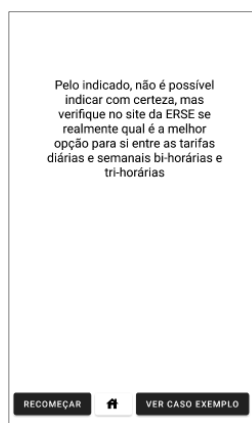


Figura 28 Conselho obtido de acordo com o selecionado na figura 28.

A tabela 12 categoriza o horário selecionado pelo utilizador sendo que dependendo deste, existe um resultado interno e, com essa categoriza o horário para uma das 6 categorias indicadas, que se traduzem, depois em resultados que o utilizador receberá, como podem ser verificados na tabela 13.

Tabela 12 Categorização do horário do utilizador.

Horário \ Categoria	A	B	C	D	E	F	G
0h até às 7h	X			X		X	
7h até às 8h		X			X	X	
8h até às 9h			X	X	X		
10h até às 12h			X	X	X		
12h até às 13h			X	X	X		
13h até às 19h			X	X	X		
19h até às 21h			X	X	X		
21h até às 22h			X	X	X		
22h até às 24h		X			X	X	

Tabela 13 Texto que é indicado na aplicação em função da categorização.

Categoria	Indicado na aplicação
A	Pelo indicado, não é possível indicar com certeza, mas verifique no site da ERSE se realmente qual é a melhor opção para si entre as tarifas diárias e semanais bi-horárias e tri-horárias")
B	Pelo indicado, não é possível indicar com certeza, mas verifique no site da ERSE se realmente qual é a melhor opção para si entre as tarifas diárias bi-horárias e tri-horárias
C	Pelo indicado, talvez seja melhor optar por uma tarifa simples, mas verifique a melhor opção para si
D	Pelo indicado, talvez seja melhor olhar para o seu horário e talvez seja vantajoso ter uma tarifa semanal bi-horária ou tri-horária, mas verifique as opções e não se esqueça de ajustar a sua rotina à tarifa que subscreveu
E	Pelo indicado, talvez seja melhor olhar para o seu horário e talvez seja vantajoso ter uma tarifa diária ou semanal bi-horária ou tri-horária, mas verifique as opções e não se esqueça de ajustar a sua rotina à tarifa que subscreveu

F	Pelo indicado, talvez seja melhor olhar para o seu horário e talvez seja vantajoso ter uma tarifa diária bi-horária ou tri-horária, mas verifique as opções e não se esqueça de ajustar a sua rotina à tarifa que subscreveu
G	Não selecionou nenhuma opção ou algum erro aconteceu, por favor, recomece

Seguidamente, o utilizador pode verificar um exemplo prático de quanto se pode poupar ao consumir eletricidade em determinadas horas quando a tarifa de eletricidade é a bi-horária comparando com a tarifa simples, como apresentado na figura 29 [98], [99].

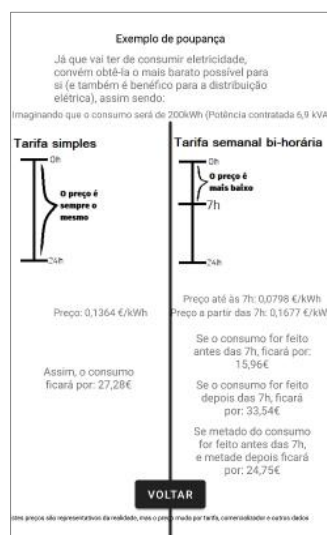


Figura 29 Exemplo da poupança obtida, dependendo da tarifa de eletricidade.

4.2.2. Jogo 5

O primeiro ecrã do quinto jogo tem o objeto de disponibilizar informação. A 22 maio de 2019, a União Europeia publicou o pacote legislativo “Energia Limpa para todos os Europeus”. Por consequência, o estado português decretou, em outubro de 2019, o Decreto-Lei 162/2019 – introduzindo o enquadramento jurídico aplicável ao autoconsumo, às comunidades de energia e ao conceito do direito de partilha da energia [100]. Tal aconteceu por haver uma necessidade de flexibilização de recursos para aceitar a energia proveniente de fontes de energia renovável e, ao mesmo tempo, haver necessidades coletivas de energia agregadas por motivações e interesses individuais de várias ordens [100].

Mais importante de que saber como começou o conceito, é necessário entender que existem diferenças entre o autoconsumo coletivo e a comunidade de energia: o autoconsumo coletivo normalmente requer a existência de um regulamento interno definindo direitos e obrigações, enquanto uma comunidade de energia requer haver uma entidade jurídica do tipo cooperativa

ou sociedade participada tanto por autoconsumidores como por outras entidades envolvidas no projeto de autoconsumo [101].

Também é necessário mencionar que algumas das comunidades são comunidades de energia renovável (CER) e estas evidenciam algumas das principais vantagens e desvantagens, sendo que a tabela 14 evidencia as mesmas [102].

Tabela 14 Principais vantagens e desvantagens das CER.

Vantagens	Desvantagens
Reduz custos de operação e transporte	De difícil criação
Conduz à difusão de energias renováveis	Modelos podem parecer injustos
Incentiva ao conhecimento de questões/conceitos energéticas	
Estimula a economia local	
Redução da emissão de carbono	
Possível redução do custo da energia	

Algumas das informações referidas anteriormente, são apresentadas na aplicação como é demonstrado na figura 30. E perante estas existem duas opções: vamos aprender ou vamos jogar.

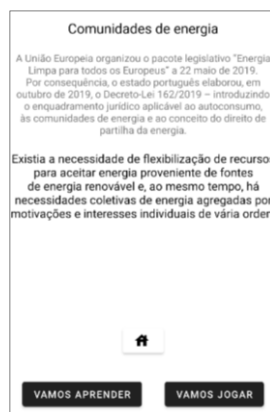


Figura 30 Apresentação da informação sobre comunidades de energia.

Ao ser clicado no botão com o texto “Vamos aprender”, é apresentado um menu com vários números, como é possível observar na figura 31. Cada número corresponde a uma questão, sendo que estas podem ser de verdadeiro/falso ou de escolha múltipla (figura 32 e 33, respetivamente). Todas estas mesmas questões são apresentadas, por ordem, na tabela 15, apresentando também a resposta certa às mesmas.

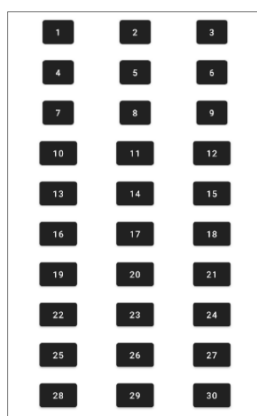


Figura 31 Menu apresentado no modo de aprendizagem (jogo 5).

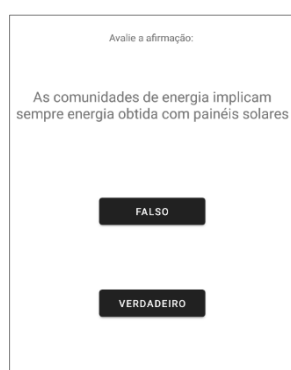


Figura 32 Pergunta exemplo de verdadeiro e falso, presente no jogo 5.

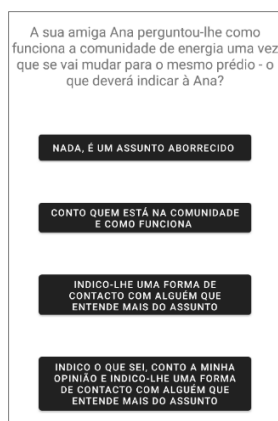


Figura 33 Pergunta exemplo de escolha múltipla (jogo 5).

Tabela 15 As questões/afirmações apresentadas no jogo 5.

Nº	Questão/Afirmação apresentada	Opção correta	Referências utilizada
1	Pertencer a uma comunidade de energia apenas faz com que eu tenha de mudar todo o meu horário por causa do planeta	Falso	[103]
2	Tenho de ter muito dinheiro para entrar numa comunidade de energia	Falso	[104]

3	Eu só participo numa comunidade de forma voluntária	Verdadeiro	[105]
4	Necessito de ter estudos relacionados com energia para poder aderir às comunidades de energia	Falso	[104]
5	Existem comunidades de energia que optam por usar os proveitos económicos obtidos para ajudar organizações de caridade que investem em formas de diminuir a pobreza energética	Verdadeiro	[106]
6	Uma comunidade, no seu conceito base, pode ser feita de forma física ou virtual	Verdadeiro	[106]
7	Para colocar um painel solar em casa, tenho de pertencer a uma comunidade energética	Falso	[107]
8	As comunidades de energia implicam sempre energia obtida com painéis solares	Falso	[106]
9	O conceito de economia circular pode estar interligado com as comunidades de energia	Verdadeiro	[108]
10	Para pertencer a uma comunidade destas tenho de produzir energia ou consumir energia que vêm de consumidores auto produtores que não consumiram essa mesma energia	Falso	[109]
11	Uma comunidade pode usar <i>machine learning</i> ou inteligência artificial nas transições energéticas	Verdadeiro	[110]
12	Existe um modelo único de compensação pela flexibilidade	Falso	[106], [109]
13	A comunidade de energia a que pertence enviou-lhe a seguinte mensagem "Por favor, a partir de agora e durante 30 minutos, consuma o menos possível". Assim sendo e tendo em conta que tem um acordo com eles que é prejudicado sempre não faz o pedido, o que deve fazer?	Ler um livro na varanda	
14	Contratualizou com a comunidade de energia a que pertence que iria consumir menos energia das 5:00h às 7:00h, sendo que normalmente coloca as máquinas que tem em casa a funcionar neste período, mas hoje não tem nenhuma tarefa por fazer que envolve o uso dessas mesmas máquinas. O que deve fazer?	Ir passear o cão	
15	A comunidade de energia da qual faz parte apresentou-lhe o seguinte negócio "Sem haver custos para si, podemos lhe colocar um painel solar em casa, e por nos emprestar um pouco do seu telhado, recebe um vale de 10 € que pode descontar na próxima fatura de eletricidade". O que deveria fazer?	10€ é pouco demais, então tentava negociar, mas aceitaria	
16	Portugal ainda não tem muitas comunidades de energia renovável	Verdadeiro	[104], [111]
17	A comunidade de energia a que pertence enviou-lhe a seguinte mensagem "Entre a 00:20h da manhã de amanhã e as 03:00h da manhã do mesmo dia, por favor, se puder consuma mais, para equilibrar a procura e a oferta". Assim sendo, o que deve fazer?	Tentar lavar, secar e passar a ferro entre o período indicado da mensagem	

18	Combinou com a comunidade de energia a que pertence que entre as 20:00h e as 22:00h iria consumir pouco e não iria aumentar o consumo, mas o seu primo Manuel foi a sua casa e, apesar de ter bateria suficiente para o mesmo voltar a casa, ele insistia que tinha de carregar o carro elétrico em sua casa, visto que a sua eletricidade é mais barata que a dele. O que deveria fazer?	Explicar-lhe que faz parte de uma comunidade de energia e se ele carregar o carro, poderá ser prejudicial para si e/ou para a comunidade da qual faz parte	
19	A comunidade de energia a que pertence enviou-lhe a seguinte mensagem "Se tiver forno, aquecimento, veículo elétrico a carregar, máquinas de lavar/secar roupa ou outros equipamentos que estejam a consumir, desligue todos, o mais rápido possível". Assim sendo, o que deve fazer?	Desligar todos os equipamentos que consumam muito, se tiverem ligados	
20	Se eu tiver um painel solar e partilhar o excesso de energia com o meu vizinho Alfredo, eu e o Alfredo formamos uma comunidade energética.	Falso	[105]
21	Como a comunidade de energia sabe a minha rotina, vou ter problemas de segurança	Falso	[112]
22	As comunidades de energia que existem em Portugal estão apenas relacionadas com a eletricidade	Verdadeiro	[104], [111]
23	Com a participação numa comunidade de energia posso beneficiar o ambiente e a rede elétrica do meu país	Verdadeiro	[106]
24	Fazer parte de uma comunidade estimula a economia local	Verdadeiro	[113]
25	Em geral, existem mais desvantagens que vantagens sobre pertencer a uma comunidade de energia	Falso	[106]
26	A diferença entre o autoconsumo coletivo e o estabelecimento de uma comunidade de energia tem a ver com a forma de organização: a primeira é através de um regulamento interno em que existe direitos e obrigações, já a segunda é através de uma entidade jurídica do tipo cooperativa ou sociedade	Verdadeiro	[101]
27	Por volta das 10:00h, a comunidade de energia da qual faz parte apresentou-lhe o seguinte negócio "Todos do seu prédio podem investir 500 € para a colocação de um novo painel solar que calculamos que poupar-lhe-ia em cerca de 2.5€ por semana em eletricidade". Por acaso, só viu esta mensagem às 10:38h, quando ia contar à sua tia Maria, que ganhou 500€ na raspadinha. O que deveria fazer?	Investia o dinheiro com a comunidade na aquisição do painel solar	
28	Às 19:00h viu que a comunidade de energia a que pertence enviou-lhe a seguinte mensagem às 18:00h "Entre a 20:20h e as 21:00h de hoje, por favor diminua o seu consumo de eletricidade". Sendo que chegou agora a casa depois de um dia de trabalho, o que deve fazer?	Tentar ter atenção às horas para durante aquele período não fazer nenhuma atividade que consuma eletricidade	

29	A comunidade de energia a que pertence e que indicou que queria receber e-mails informativos, enviou-lhe 2 e-mails (sobre informações do consumo que fez e dicas gerais) durante esta semana e só agora é que teve tempo de os ver. O que deve ser feito?	Lia todos para me educar mais e aprender	
30	A sua amiga Ana perguntou-lhe como funciona a comunidade de energia uma vez que se vai mudar para o mesmo prédio - o que deverá indicar à Ana?	Indico o que sei, conto a minha opinião e indico-lhe uma forma de contacto com alguém que entende mais do assunto	

Já quando é clicado no botão com o texto “Vamos jogar”, não aparece o menu e o jogo entra em modo de teste, ou seja, o utilizador apenas vai respondendo à sequência de todas as perguntas e no fim, aparece, como é demonstrado na figura 34, qual foi a pontuação que o jogador obteve e, se a pessoa quiser, poderá ver onde errou, como demonstrado na figura 35.

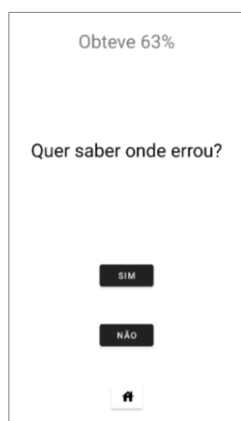


Figura 34 A pontuação obtida no modo de teste (jogo 5).

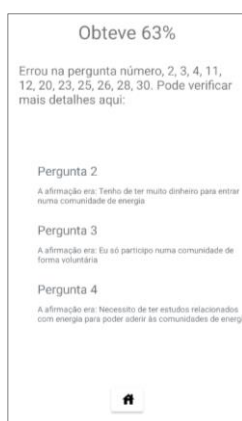


Figura 35 O que aparece depois do utilizador clicar no “sim” da figura 35.

4.2.3. Jogo 6

O jogo 6 é um jogo simples de escolha múltipla e pode ser jogado de forma competitiva contra um adversário ou sozinho. Assim sendo, inicialmente há um menu para o utilizador escolher o que fará, apresentado na figura 36.



Figura 36 Menu inicial do jogo 6.

A opção de jogar sozinho, permite o utilizador verificar o seu conhecimento perante 20 perguntas de diferentes categorias e, no final, pode verificar a sua pontuação, como demonstrado na figura 37.

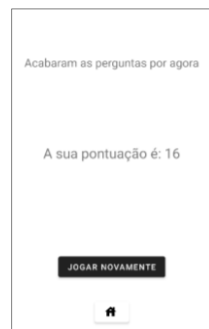


Figura 37 Apresenta como a pontuação é apresentada em modo individual.

Já a opção de jogar contra um amigo, permite o utilizador fazer a entrada na conta (figura 38), sendo que se o utilizador não tiver criado conta antes, deve clicar no botão para o fazer e aparecerá como deve ser feito o registo, como na figura 39.



Figura 38 Menu de entrada na conta para o jogo 6.



Figura 39 Criação de conta para o jogo 6.

Após ser feita a entrada na conta, o utilizador deverá colocar o nome do adversário, de forma a ser possível saber quem está a jogar contra quem. Para, no final da partida ser apresentado um ecrã final, onde é indicado que os dois jogadores deverão estar neste mesmo ecrã para clicarem no botão “ver pontuação”. Após esse clique, é possível verificar os pontos do jogador e do seu oponente, como é possível de observar na figura 40.



Figura 40 A pontuação é apresentada (jogo 6).

Apesar da apresentação visual ser bastante simples, a programação torna-se um pouco mais complexa, uma vez que tem de haver vários programas que comunicam entre si. A comunicação é feita recorrendo a uma base de dados, que está presente num servidor remoto em que existe o software XAMPP e o phpMyAdmin. O primeiro software faz a criação de um servidor fácil por ser uma distribuição de Apache [114], sendo completamente grátis, fácil de usar e que permite usar PHP ou Perl como linguagens de programação para comunicar, já a base de dados deve ser feita em MariaDB e, por causa da base de dados é que se pode recorrer ao software phpMyAdmin, uma vez que este faz com que a gestão da base de dados seja mais gráfica e mais facilmente visualizada [114]. Assim, a comunicação de dados tem por base vários ficheiros em PHP e, dentro destes, o uso de SQL é importante para criar e gerir (inserir ou extrair ou atualizar ou apagar) dados das tabelas [115].

Primeiramente, o registo de conta é feito usando os dados inseridos na interface, e depois do utilizador clicar em criar conta, no código é recolhido o nome de utilizador e a palavra-passe escolhidos e estes são guardados numa variável enviada para o ficheiro php com o nome “signup”, como indicado na figura 41.

```

criar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        final String username, password;

        username = String.valueOf(username1.getText());
        password = String.valueOf(passe1.getText());

        Handler handler = new Handler(Looper.getMainLooper());
        handler.post(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                String[] field = new String[2];
                field[0] = "username";
                field[1] = "password";
                String[] data = new String[2];
                data[0] = username;
                data[1] = password;
                PutData putData = new PutData(url="http://10.0.2.2/liese/signup.php", method="POST", field, data);
            }
        });
    }
});

```

Figura 41 Código presente na parte da aplicação para a criação de conta.

O IP utilizado neste caso é o que faz referência ao IP do computador em que está o servidor. E para o ficheiro ser possível de aceitar a informação o XAMPP tem de ter a Apache e o port de SQL ligado e a correr sem erros, como na figura 42.

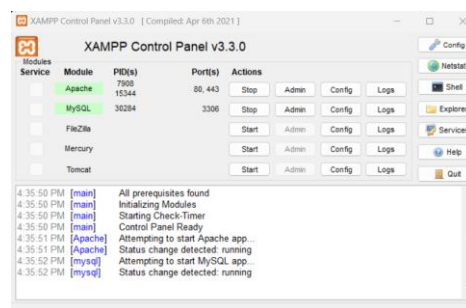


Figura 42 XAMPP ligado e a funcionar devidamente.

O ficheiro signup.php tem o código presente na figura 43, sendo que este requer o documento “DataBase.php” visto que este tem as funções de conectar e, depois da conexão ser bem sucedida, o código verifica se o utilizador inseriu o nome de utilizador e a palavra-passe, depois verifica se aquele é um novo nome. Depois de passar nestes dois testes, os dados são enviados para a função signUp do ficheiro “DataBase.php” (figura 44), e esta tem de preparar a informação para ser aceite no código SQL, incluindo a palavra-passe ser *hashed* para ser realmente secreta, depois é necessário verificar se o username é único, se tal acontecer, é usado o comando “INSERT” para o utilizador ser criado na tabela “users”, como pode ser verificado na figura 45.

```

<?php
require "DataBase.php";
$db = new DataBase();
if ( !isset($_POST['username']) && !isset($_POST['password'])) {
    if ($db->dbConnect()) {
        if ($db->signUp("users", $_POST['username'], $_POST['password'])) {
            echo "Sucesso";
        } else echo "Falhou";
    } else echo "Erro: Database connection";
} else echo "Erro: há campos por preencher...";
?>

```

Figura 43 Código presente no ficheiro “signup.php”, que referencia a função signUp.

```

function signUp($table, $username, $password)
{
    $username = $this->prepareData($username);
    $password = $this->prepareData($password);
    $password = password_hash($password, PASSWORD_DEFAULT);

    $checkUsernameQuery = "SELECT COUNT(*) FROM $table WHERE username = '$username'";
    $result = mysqli_query($this->connect, $checkUsernameQuery);

    if (!$result) {
        return false;
    }

    $row = mysqli_fetch_array($result);
    $count = $row[0];

    if ($count > 0) {
        return false;
    }

    $this->sql = "INSERT INTO $table (username, password) VALUES ('$username', '$password')";
    if (mysqli_query($this->connect, $this->sql)) {
        return true;
    } else {
        return false;
    }
}

```

Figura 44 Código da função signUp, presente no ficheiro “DataBase.php”.

The screenshot shows a database management tool interface. On the left, a tree view shows the database structure with folders for 'Novo', 'information_schema', 'mysql', 'performance_schema', 'phpmyadmin', 'tese', and 'Nova'. Under 'Nova', there are folders for 'basegeral', 'pontos', and 'users'. The main window displays the 'users' table with the following SQL query: `SELECT * FROM `users``. Below the query, there are options for 'Perfil', 'Editar em linha', 'Editar', 'Explicar SQL', 'Criar código PHP', and 'Atualizar'. There are also options to 'Mostrar tudo', 'Número de registros: 25', and 'Filtrar registros: Pesquisar esta tabela'. The table has columns 'id', 'username', and 'password'. The first row contains the values '1', 'aaa', and '\$2y\$10\$ShKNkpAhs3TKGA/y60/pIS.Y5Zzn3XfnC4DhNBFYATvZ...'. At the bottom, there are options for 'Opções extra', 'Marcar todos', and 'Com os seleccionados: Editar, Copiar, Apagar, Exportar'.

id	username	password
1	aaa	\$2y\$10\$ShKNkpAhs3TKGA/y60/pIS.Y5Zzn3XfnC4DhNBFYATvZ...

Figura 45 Apresentação da tabela depois da criação da conta.

A entrada na conta no lado do Android Studio utiliza o mesmo método anterior (PutData), mas conecta ao ficheiro login.php (figura 46) que inicialmente verifica se o utilizador preencheu os campos de informações para depois verificar se é possível realizar a conexão à base de dados, usando posteriormente a função de login para verificar se o utilizador indicou o nome de utilizador e a palavra-passe correta, procurando em toda a tabela a existência do nome de utilizador e depois é feita a verificação se para aquele nome de utilizador a palavra-passe indicada é a correta (figura 47).

```

<?php
require "DataBase.php";
$db = new DataBase();
if (isset($_POST['username']) && isset($_POST['password'])) {
    if ($db->dbConnect() {
        if ($db->login("users", $_POST['username'], $_POST['password'])) {
            echo "Sucesso";
        } else echo "Username ou Password incorretos";
    } else echo "Erro: Database connection";
} else echo "Erro: há campos por preencher...";
?>

```

Figura 46 Código presente no ficheiro “login.php”.

```

function login($table, $username, $password)
{
    $username = $this->prepareData($username);
    $password = $this->prepareData($password);
    $this->sql = "select * from " . $table . " where username = '" . $username . "'";
    $result = mysqli_query($this->connect, $this->sql);
    $row = mysqli_fetch_assoc($result);
    if (mysqli_num_rows($result) != 0) {
        $dbusername = $row['username'];
        $dbpassword = $row['password'];
        if ($dbusername == $username && password_verify($password, $dbpassword)) {
            $login = true;
        } else $login = false;
    } else $login = false;

    return $login;
}

```

Figura 47 Código da função login presente no ficheiro “DataBase.php”.

É importante explicar que as funções __construct, dbConnect, prepareData, login e signUp presentes no ficheiro DataBase.php têm por base o código fonte disponibilizado pela conta de github VishnuSivadasVS, o mesmo acontece com os ficheiros signup.php e login.php, sendo que todos foram verificados e, quando necessário, foram efetuadas alterações de forma a estas corresponderem ao pretendido [116], [117].

Há a necessidade de saber com quem o utilizador está a jogar para haver a criação de uma linha com o nome do utilizador, o nome do adversário, os pontos que o utilizador tem e se o utilizador já completou o jogo. Tal é feito recorrendo ao ficheiro “tabelapontos.php” que remete para a função “Colocardados” no ficheiro “DataBase.php” (figura 48), como pode ser verificado no esboço da ligação na figura 49.

```

function Colocardados($table, $username, $adversario, $pontos, $done)
{
    $username = $this->prepareData($username);
    $adversario = $this->prepareData($adversario);
    $pontos = $this->prepareData($pontos);
    $done = $this->prepareData($done);

    $this->sql =
        "INSERT INTO " . $table . " (username, adversario,pontos,done) VALUES ('" . $username . "','" . $adversario . "','" . $pontos . "','" . $done . "')";
    if (mysqli_query($this->connect, $this->sql)) {
        return true;
    } else return false;
}

```

Figura 48 Código da função “Colocardados” no ficheiro “DataBase.php”.

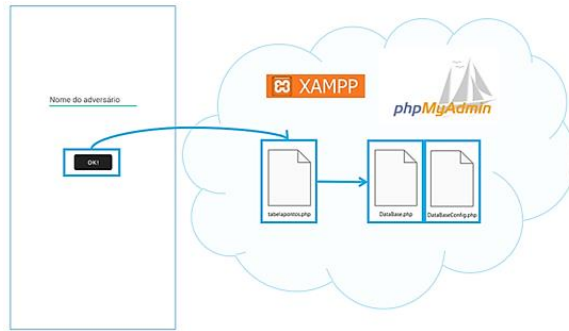


Figura 49 Esboço de comunicação de quem é o adversário.

No final das questões, o utilizador chega a um ecrã final como apresentado na figura 50. Esta retrata que quando este ecrã é apresentado, a atualização dos pontos é imediatamente feita com a comunicação com o ficheiro “atualizarPontos.php”. Este é um ficheiro que usa o nome do utilizador para atualizar que este chegou ao fim do seu questionário e quais são os seus pontos (figura 51), que utiliza a função atualizar do ficheiro “DataBase.php” para realmente atualizar a tabela, utilizado o comando “UPDATE” da linguagem SQL (figura 52).

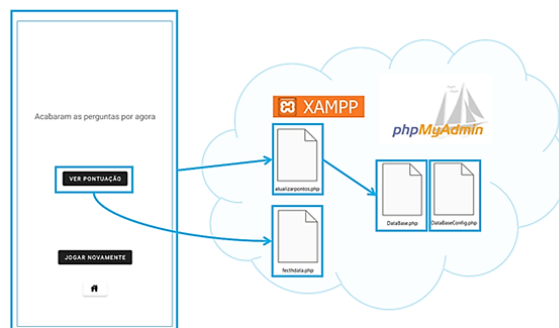


Figura 50 Esboço sobre a comunicação entre a aplicação e o servidor, nesta fase.

```
<?php
require "DataBase.php";
$db = new DataBase();

if ($db->dbConnect() {
    if ($db->atualizar("pontos", $_POST['username'], $_POST['pontos'], $_POST['done'])) {
        echo "Sucesso";
    } else echo "Falhou";
} else echo "Erro: Database connection";
?>
```

Figura 51 Figura com o ficheiro para atualização de pontos.

```
function atualizar($table, $username, $pontos, $done)
{
    $username = $this->prepareData($username);
    $pontos = $this->prepareData($pontos);
    $done = $this->prepareData($done);

    $this->sql= "UPDATE " . $table . " SET pontos = '" . $pontos . "', done=''" . $done . "' WHERE username=''" . $username . "'";
    if (mysql_query($this->connect, $this->sql)) {
        return true;
    } else return false;
}
```

Figura 52 Figura com a função indicada na figura 51.

Já parte relacionada com recolher os dados utiliza o ficheiro “fetch.php”, este faz inicialmente a conexão e retira todos os dados dos nomes e dos pontos presentes na tabela pontos (esboço com tal em evidência presente na figura 53). Com estes dados, é preparado um vetor/array para ser enviado para a aplicação (figura 54). Já no código presente no Android Studio é que é feita a divisão da informação com o uso de aspas, usando a função split e com a informação dividida, é realizada a procura o nome do adversário, para que com este possa ser encontrado os pontos do adversário (figura 55).

É importante indicar que o ficheiro “fetch.php” é o único que não usa o ficheiro “DataBase.php” como base e, por sua vez não usa o “DataBaseConfig”. Este ficheiro é usado nos outros casos visto que é uma forma mais fácil de indicar qual é o servidor em que as tabelas se encontram, uma vez que desta forma não é necessário fazer tal mais que uma vez e também assim pode ser vista quase como uma caixa preta de informação que não é necessário alterar.

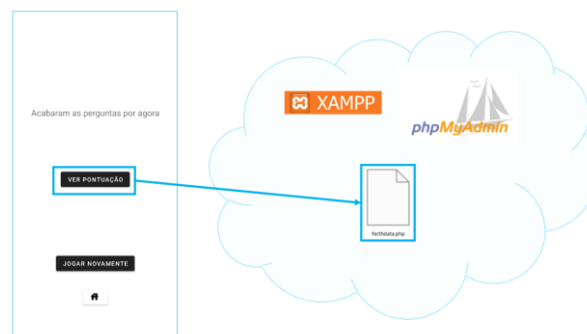


Figura 53 Esboço sobre a comunicação com o ficheiro “fetch.php”.

```
<?php
$conn = mysqli_connect("localhost", "root", "", "tese");

$stmt = $conn->prepare("SELECT username, pontos, done FROM pontos");
$stmt ->execute();
$stmt -> bind_result($username, $pontos,$done);

$user = array();
while($stmt ->fetch()){
    $temp = array();

    $temp['username'] = $username;
    $temp['pontos'] = $pontos;
    $temp['done'] = $done;

    array_push($user,$temp);
}

echo json_encode($user);
-?>
```

Figura 54 Código relativo ao ficheiro “fetch.php”.

```

btnpontuacao.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        btnpontuacao.setVisibility(View.INVISIBLE);
        testeponuacao1.setVisibility(View.VISIBLE);
        String username = sh.getString( R.id.username, "");
        String adversario = sh.getString( R.id.nomedoadversario, "");

        String[] field2 = new String[1];
        String[] data2 = new String[1];
        field2[0] = "username";
        data2[0] = username;

        PutData putData3 = new PutData( url: "http://10.0.2.2/Tese/facthdata.php", method: "POST", field2, data2);
        if (putData3.startPut()) {
            if (putData3.onComplete()) {
                String result = putData3.getResult();
                String[] resultadoseparado1=result.split( regex: "\\n");
                aaa.setVisibility(View.VISIBLE);
                for (int i = 0; i < resultadoseparado1.length ; i++) {
                    if (resultadoseparado1[i].equals(adversario))
                    {
                        if (resultadoseparado1[i+8].equals("true")) {
                            String userprocurarpontos = resultadoseparado1[i+4];
                            aaa.setText("A pontuação do seu adversário é: " + userprocurarpontos);
                        }
                        else
                        {
                            aaa.setText("O adversário ainda não acabou");
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

Figura 55 Código que divide a informação, procura e expõe os pontos do adversário.

Depois dos pontos serem expostos é necessário apagar estes dados da tabela para não haver conflitos se as mesmas pessoas quiserem jogar uma contra a outra. Assim sendo, quando o utilizador clica no botão “Jogar novamente” é enviado (esboço na figura 56) o *username* do utilizador para o ficheiro “Apagar.php” (figura 57) e com este são eliminadas todas as instâncias em que este é igual ao *username* do utilizador, como é indicado na figura 58.

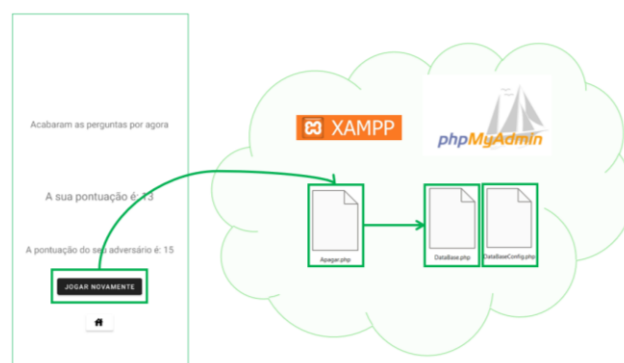


Figura 56 Esboço sobre a comunicação existente para apagar os dados do jogo.

```

<?php
require "DataBase.php";
$db = new DataBase();

if ($db->dbConnect() ) {
    if ($db->deletefunction("pontos", $_POST['username'])) {
        echo "Sucesso";
    } else echo "Falhou";
} else echo "Erro: Database connection";
?>

```

Figura 57 Código presente no ficheiro “Apagar.php”.

```

function deletefunction($table, $username)
{
    $this->sql = "delete from " . $table . " where username='" . $username . "'";
    //"where username='" . $username . "' ";
    if (mysqli_query($this->connect, $this->sql)) {
        return true;
    } else return false;
}

```

Figura 58 Código para serem eliminadas as linhas em que o nome do utilizador aparece.

Toda a comunicação é feita para suportar o modo em que dois jogadores são adversários, mas as perguntas que estes respondem é praticamente aleatória uma vez que das 100 perguntas existentes (apresentadas na tabela 16), os jogadores apenas respondem a 20, sendo que na versão individual deste jogo, o mesmo acontece. A ordem pela qual as perguntas podem aparecer depende de um número aleatório criado, e dependendo deste, a pergunta seguinte pode variar, de acordo com os caminhos possíveis apresentados na figura 59. Todos os caminhos possíveis começam na pergunta 1.

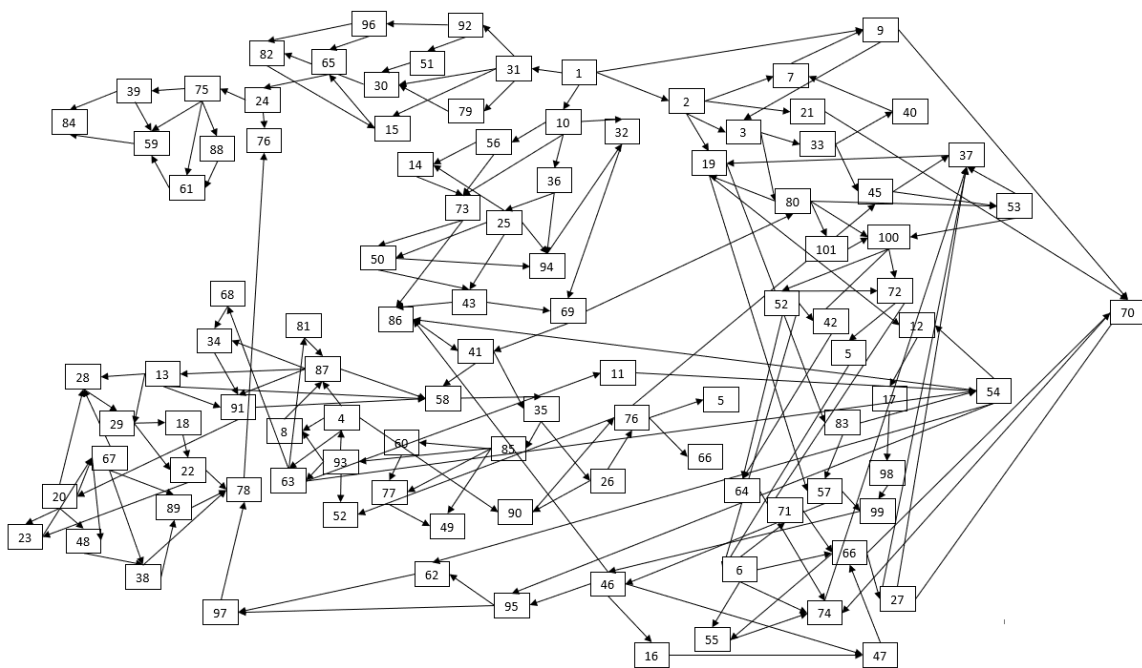


Figura 59 Caminhos possíveis de realizar ao responder às 20 perguntas.

Tabela 16 As questões/afirmações do jogo 6.

Nº	Questão/ Afirmações	Resposta correta	Referência utilizada
1	Um LCD e um LED de características estéticas iguais (por exemplos, com a mesma dimensão) gastam o mesmo	Falso	[118]
2	Domingo é o dia da semana em que a energia é mais barata, se a tarifa do consumidor for bi-horária ou tri-horária	Verdadeiro	[96]

3	A tarifa tri-horária confere 3 horários em que a eletricidade é mais barata	Falso	[96]
4	O preço da eletricidade pode variar consoante o país em que nos encontramos	Verdadeiro	[2]
5	O MIBEL constitui uma iniciativa conjunta dos Governos de Portugal e Espanha, visando a construção de um mercado regional de eletricidade.	Verdadeiro	[119]
6	A flexibilidade energética, de forma simples e prática, indica o quanto alguém está disposto a mudar os seus hábitos para consumir mais ou menos energia num determinado momento	Falso	[2]
7	Uma comunidade de energia renovável pode ser, por exemplo, uma entidade criou um parque de energia solar e partilha a energia elétrica produzida com uma rede de empresas ao seu redor. Assim este vende a um preço diferente da rede e todos os participantes ganham.	Verdadeiro	
8	Todos os países da união europeia têm legislação nacional a favorecer a criação de comunidades de energia.	Falso	[103]
9	Um dos primeiros projetos relacionados com comunidades energéticas, aconteceu na Dinamarca, em 1978	Verdadeiro	[106]
10	Posso ter um benefício económico por estar numa comunidade de energia	Verdadeiro	[106]
11	Uma comunidade de energia é fácil de criar para uma pessoa comum	Falso	[103]
12	Pertencer a uma comunidade de energia não altera absolutamente nada na vida do participante que não seja apenas relacionado com a fatura de eletricidade	Falso	[103]
13	A instalação de painéis solares entre 700 W e 30 kW tem de ser comunicada à DGEG (Direção-Geral de Energia e Geologia) pelo portal online	Verdadeiro	[120]
14	Posso instalar em casa painéis solares sem ter de comunicar à DGEG (Direção-Geral de Energia e Geologia), mas a soma destes não pode alcançar os 700 W de potência instalada e só podem ser usados para autoconsumo.	Verdadeiro	[121]
15	Como consumidor posso produzir, consumir, armazenar e partilhar energia no mercado sem sobreencargos financeiros, até uma determinada potência	Verdadeiro	[2]
16	Ao usar o aquecimento com as janelas e portas não isoladas, há uma perda de calor	Verdadeiro	[122]
17	Uma comunidade de energia renovável pode ser, por exemplo, uma entidade que criou um parque eólico e partilha a energia elétrica produzida com uma rede de empresas ao seu redor. Assim este vende a um preço diferente da rede e todos os participantes ganham	Verdadeiro	[123]
18	Em Portugal, a legislação em vigor permite que diversas entidades desenvolvam e estabeleçam comunidades de energia, desde pequenas e médias empresas, a autarquias ou cidadãos comuns	Verdadeiro	[109]

19	Só existe comunidades de energia na Europa ou nos Estados Unidos da América	Falso	[112]
20	A REN apenas lida com a eletricidade.	Falso	[124]
21	Todas as comunidades funcionam da mesma forma	Falso	[106]
22	A REN tem duas áreas de negócio principais: a eletricidade e o gás natural	Verdadeiro	[124]
23	REN é o acrónimo para Rede Energéticas Nacionais	Verdadeiro	[124]
24	DGEG é o acrónimo para...	Direção-Geral de Energia e Geologia	[125]
25	A REN é responsável pelo transporte de eletricidade em muito alta tensão e a gestão técnica global do Sistema Elétrico Nacional	Verdadeiro	[126]
26	A REN não é responsável pelo transporte de gás natural em alta pressão	Falso	[127]
27	ERSE é o acrónimo para...	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos	[128]
28	A DGEG é o órgão da Administração Pública Portuguesa que tem por missão contribuir para a conceção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos.	Verdadeiro	[125]
29	A ERSE regula os setores da eletricidade, do gás natural e do gás de petróleo liquefeito (GPL) em todas as suas categorias, dos combustíveis derivados do petróleo e dos biocombustíveis, e da atividade de gestão de operações da rede de mobilidade elétrica.	Verdadeiro	[128]
30	O mercado elétrico português está separado de toda a Europa	Falso	[129]
31	O acrónimo MIBEL significa	Mercado Ibérico de Electricidade	[119]
32	Para poupar em iluminação, devo optar por luzes LED	Verdadeiro	[130]
33	A tarifa social de energia é um apoio social	Verdadeiro	[131]
34	A tarifa de acesso às redes de eletricidade em baixa tensão e/ou de gás natural em baixa pressão, afeta o preço final faturado ao cliente de eletricidade e/ou de gás natural.	Verdadeiro	[109]
35	Entre 1 de janeiro e 30 de abril de 2023 foram gerados 15826 GWh de eletricidade em Portugal Continental, dos quais 16,9 % foram de origem renovável	Verdadeiro	[132]
36	A lista de beneficiários da tarifa social de energia é elaborada pela ERSE	Falso	[131]
37	Para ter acesso à Tarifa Social de Gás Natural, o consumidor tem que ter um contrato de fornecimento de gás natural destinado exclusivamente a uso doméstico em habitação permanente, em baixa pressão, com consumo anual inferior ou igual a 500 m3.	Verdadeiro	[133]
38	Para ter acesso à Tarifa Social Energia Elétrica, o consumidor tem que ter um contrato destinado exclusivamente a uso doméstico em habitação permanente, com uma potência elétrica contratada em baixa tensão normal igual ou inferior 6,9 kVA.	Verdadeiro	[133]

39	O OMIP (polo português) encarregue da gestão dos mercados a prazo.	Verdadeiro	[129]
40	O OMIE (polo espanhol) com a competência da gestão do mercado diário e intradiário	Verdadeiro	[134]
41	A tarifa de acesso às redes é paga apenas pelos consumidores que estão no mercado regulado	Falso	[131]
42	A tarifa de energia e a tarifa de comercialização são pagas pelos consumidores, caso estes estejam no mercado regulado ou no mercado liberalizado	Verdadeiro	[109]
43	O imposto de IVA é definido pela ERSE (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos)	Falso	[131]
45	Em 2022, na Região Autónoma da Madeira, 74,3 % da eletricidade foi gerada por fontes de eletricidade renováveis	Falso	[132]
46	A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi adotada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em setembro de 2015, e define um conjunto de 17 objetivos, sendo o 7º Energias renováveis e acessíveis	Verdadeiro	[135]
47	A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi adotada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em setembro de 2015, e define um conjunto de 17 objetivos, sendo o 12º Ação climática	Falso	[136]
48	Uma das metas aprovadas pela União Europeia está relacionada com a necessidade de 32% da energia verificada no consumo final bruto ter de ser proveniente de fontes renováveis, até 2030	Verdadeiro	[137]
49	Uma das metas aprovadas pela União Europeia está relacionada com a necessidade de reduzir o consumo de energia na origem dos 50%, até 2030	Falso	[137]
50	Guimarães, Lisboa e Porto fazem parte das 100 cidades selecionadas para participar na iniciativa “100 Climate-neutral and Smart Cities by 2030”	Verdadeiro	[109]
51	Em 2022, a produção eólica foi a principal fonte renovável a abastecer o consumo	Verdadeiro	[132]
52	Portugal consegue produzir energia graças à central nuclear que possui	Falso	[132]
53	O acrónimo PNEC2030 por extenso é:	Plano Nacional para a Energia e Clima	[109]
54	O Plano Nacional para a Energia e Clima (PNEC2030) veio substituir os anteriores planos: Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) e Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) que findaram em 2020 a sua ação.	Verdadeiro	[109]
55	A Comissão Europeia apresentou em 2020 o Pacote Legislativo “Energia Limpa para todos os Europeus”	Falso	[109]
56	É expectável uma redução do preço do consumo ou a aquisição de benefícios de eletricidade para quem adira a um autoconsumo coletivo ou a comunidades de energia renovável	Verdadeiro	[109]
57	O acrónimo UPAC traduz-se para Unidade de Produção para Autoconsumo	Verdadeiro	[109]

58	As CER (Comunidades de energia renovável) após constituídas apresentam a possibilidade de produzir, consumir, armazenar, comprar e vender de energia renovável com os seus membros ou com terceiros.	Verdadeiro	[109]
59	Os membros de uma CER (Comunidade de energia renovável) mantêm os seus direitos e deveres enquanto consumidores.	Verdadeiro	[109]
60	Um cliente ativo, segundo a diretiva (UE) 2019/944, é um cliente final, ou grupo de clientes finais que atua em conjunto, consumindo ou armazenando eletricidade produzida nas suas instalações. Este(s) pode(m) vender eletricidade de produção própria ou participar na flexibilidade ou nos planos de eficiência energética, desde que essas atividades não constituam a sua atividade principal, comercial ou profissional.	Verdadeiro	[2]
61	Um Cliente ativo é um cliente final, ou grupo de clientes finais que atua em conjunto, que decidem reclamar e protestar por qualquer tipo de ação dos comercializadores de energia, mesmo que essa(s) determinada(s) ação(ões) esteja(m) dentro das normas legais.	Falso	[2]
62	Um cliente ativo, segundo a diretiva (UE) 2019/944, é um distribuidor que consome, armazena ou vende eletricidade de produção própria ou não própria	Falso	[2]
63	Um cliente ativo, segundo a diretiva (UE) 2019/944, é um cliente final, ou grupo de clientes finais que atua em conjunto, consumindo ou armazenando eletricidade produzida nas suas instalações. Este(s) pode(m) vender eletricidade de produção própria ou participar na flexibilidade ou nos planos de eficiência energética, se estas atividades constituírem a sua atividade principal, comercial ou profissional.	Falso	[2]
64	Um contrato de eletricidade a preços dinâmicos é sempre mais economicamente viável que um contrato de eletricidade regulado	Falso	[2]
65	Segundo a diretiva (UE) 2019/944, um cliente final é definido como um cliente que pode comprar eletricidade para consumo próprio	Verdadeiro	[2]
66	Um cliente doméstico é, segundo a diretiva (UE) 2019/944, um cliente que compra eletricidade para consumo doméstico próprio, excluindo as atividades comerciais ou profissionais;	Verdadeiro	[2]
67	O contrato de eletricidade a preços dinâmicos é, como o próprio nome indica, um contrato de fornecimento de eletricidade entre um comercializador e um cliente final, que reflete a variação de preços nos mercados à vista, incluindo nos mercados de dia seguinte e intradiário, com intervalos pelo menos iguais à frequência de ajustamentos do mercado;	Verdadeiro	[2]
68	Distribuição é entendido como o transporte de eletricidade em redes de distribuição de alta, média e baixa tensão, para entrega aos clientes, excluindo a comercialização	Verdadeiro	[121]

69	Distribuição é entendido como o transporte de eletricidade em redes de distribuição de alta, média e baixa tensão, para entrega aos clientes, incluindo a comercialização	Falso	[121]
70	As medidas de intervenção pública de fixação dos preços de comercialização de eletricidade têm de ser claramente definidas, transparentes, não discriminatórias e verificáveis	Verdadeiro	[2]
71	A EDP Comercial pode ser responsável pelo transporte de eletricidade em alta tensão?	Não	[126]
72	Uma comunidade pode usar machine learning ou inteligência artificial nas transições energéticas	Verdadeiro	[110]
73	Existe um modelo único de compensação pela flexibilidade energética	Falso	[106], [109]
74	Pobreza energética pode ser definida em situações em que um agregado familiar não tem possibilidades (financeiras, sociais ou outras) de ter acesso a produtos e serviços energéticos essenciais	Verdadeiro	[138]
75	De acordo com a Eurostat, cerca de 35 milhões de cidadãos da união europeia não puderam manter as suas casas numa temperatura adequada, em 2020.	Verdadeiro	[138]
76	Nos dados divulgados a 6 de janeiro de 2020 pelo Eurostat, Portugal consta como o quinto país da União Europeia onde as pessoas têm menos condições económicas para manter as casas devidamente aquecidas.	Verdadeiro	[139]
77	Nos dados divulgados a 6 de janeiro de 2020 pelo Eurostat, cerca de 30% dos portugueses estão em situação de pobreza energética	Falso	[139]
78	De acordo com a Eurostat, cerca de 20% dos cidadãos da união europeia não puderam manter as suas casas numa temperatura adequada, em 2020.	Falso	[138]
79	Quando a energia produzida não é consumida, pode ser vendida aos comercializadores de último recurso (CUR), dentro de certos parâmetros legais/técnicos	Verdadeiro	[140]
80	Uma comunidade de flexibilidade colocou em minha casa dispositivos de monitorizar o custo de energia, devo também observar esses custos?	Sim	[112]
81	Na casa da Ana, veículo elétrico deve-se colocar a carregar quando? (sendo a tarifa de eletricidade da Ana bi-horária)	De madrugada	[96]
82	Devo ter em consideração o consumo energético de qualquer equipamento antes de decidir comprar o mesmo	Verdadeiro	[130]
83	Não existe informação disponível, em português, sobre como funciona o autoconsumo e/ou as comunidades de energia renováveis	Falso	[123]
84	Quanto mais equipamentos inteligentes em casa tiver, mais eletricidade vou consumir	Falso	[130]
85	Existem iniciativas interessantes que podem ser benéficas, mesmo que estas não sejam relacionadas com a participação numa comunidade energética	Verdadeiro	[141]

86	O hidrogénio verde é obtido por processo químico conhecido como eletrólise (utiliza a corrente elétrica para separar o hidrogénio do oxigénio que existe na água), sendo que essa corrente elétrica tem de ser obtida por fontes renováveis.	Verdadeiro	[142]
87	Uma grande contribuição para a descarbonização relaciona-se com a eletrificação do consumo, uma vez que esta eletricidade pode ser proveniente de fontes renováveis.	Verdadeiro	[143]
88	O que é a transição energética?	De forma simples, é a mudança do consumo: em vez de haver um consumo baseado em combustíveis fósseis, haver um consumo baseado em fontes renováveis	[143]
89	Não posso participar em iniciativas de demand response, visto que tenho um veículo elétrico em casa	Falso	[144]
90	O que é um veículo elétrico?	Um veículo que é alimentado apenas com energia elétrica, normalmente, baterias.	[123], [145]
91	O que é um veículo híbrido?	Um veículo que pode ser alimentado por derivados de combustíveis fósseis (exemplo, gasolina) ou energia elétrica (normalmente, baterias).	[145]
92	O que é biogás?	O biogás é um biocombustível produzido a partir de matéria orgânica, que pode ser purificado até à qualidade do gás natural	[146]
93	O que é biomassa?	Biomassa é a matéria orgânica, quer seja de origem vegetal quer animal, que pode ser utilizada como fonte de energia	[147]

94	A biomassa, depois do Sol, é uma das mais antigas fontes de energia, utilizada pelo Homem.	Verdadeiro	[147]
95	Das opções apresentadas, qual delas tem alguns dos tipos de resíduos que podem ser usados para fornecer energia?	Resíduos florestais, resíduos agrícolas, excreta animal e a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos.	[147]
96	O acrónimo ENSE pode ser indicado como...	Entidade Nacional para o Setor Energético	[148]
97	O primeiro bairro solar do país estreou-se em Belas, no empreendimento Lisbon Green Valley	Verdadeiro	[149]
98	Qual é o objetivo do mercado diário?	Tem o objetivo de realizar transações de energia elétrica através da apresentação de ofertas de venda e aquisição de energia elétrica por parte dos agentes do mercado para as vinte e quatro horas do dia seguinte.	[150]
99	A Entidade Nacional para o Sector Energético (ENSE) é a entidade responsável pela constituição, gestão e manutenção das reservas estratégicas nacionais de petróleo e produtos petrolíferos, assumindo a qualidade de Entidade Central de Armazenagem.	Verdadeiro	[148]
100	Qual é o objetivo do mercado intradiário?	Tem o objetivo de possibilitar haver os ajustes necessários, em conformidade com as necessidades que se esperam em tempo real, através da apresentação de ofertas de venda e aquisição de energia.	[151]
101	Para que serve o hidrogénio verde?	O hidrogénio verde poderá,	[152]

		essencialmente, substituindo o gás natural.	
--	--	---	--

É de reconhecer que a pergunta 44 não existe e por isso é que existe perguntas até ao número 101.

5. RESULTADOS

Após a aplicação ser desenvolvida, todas pessoas do Grupo de Investigação em Engenharia e Computação Inteligente para a Inovação e o Desenvolvimento (GECAD) foram convidadas a experimentar e a expressar a sua opinião sobre a mesma. 23 Pessoas aceitaram este convite.

16 das pessoas que experimentaram a aplicação são do sexo masculino e pode ser observável que o grupo de idades entre os 24 e os 30 anos foi o grupo com maior participação (43,48%). Estas proporções estão relacionadas com o facto de não ter havido uma seleção especial, de forma a amostra ser completamente aleatória.

Os 23 participantes puderam preencher um questionário após a utilização da aplicação, de forma anónima (as perguntas estão presentes na tabela 17). Neste questionário estavam presentes algumas questões específicas e, no final, foi pedido que usassem a última questão para indicar sugestões e/ou opiniões para melhorar esta aplicação, para saber o que tem maior preferência e o que deve ser evitado.

Tabela 17 Questões apresentadas aos inquiridos.

Número	Questão efetuada
1	Sou do género... (selecione)
2	A minha idade está presente no intervalo (selecione)
3	No GECAD sou... (selecione)
4	O meu grau académico é... (selecione)
5	Qual é o primeiro adjetivo que se lembra para qualificar a app?
6	Alguma vez experimentou aplicações deste género?
7	Se respondeu sim na pergunta anterior, escreva sobre essa(s) experiência(s). Exemplo: nome da aplicação, o que sentiu, se alterou algo sobre a sua rotina ou aprendeu algo.
8	Considera que aprendeu algo com a aplicação?
9	Recomendaria esta aplicação a alguém?
10	De todos os jogos, qual foi o que menos gostou?
11	De todos os jogos, qual foi o que mais gostou?
12	Preferia que a aplicação fosse em <i>website</i> ?
13	Use esta pergunta para indicar qualquer outro tipo de opinião e/ou sugestão

Todas as pessoas indicaram que nunca experienciaram um jogo sobre esta temática e apenas 3 pessoas da amostra (que representam 13% da amostra) indicam que não recomendariam este jogo a outra pessoa, sendo que uma refere que nunca recomenda aplicações a outras pessoas, já os outros 2 participantes que deram esta resposta têm bastante em comum: ambos têm um grau académico de nível 8 (doutoramento), são do sexo masculino, apresentam idades entre os 35 anos e os 45 anos e no GECAD são investigadores. No entanto, de todos as pessoas apenas uma (que representa 4% da amostra) reportou que não aprendeu nada com a aplicação e deu a sugestão de explicitar o que está errado.

O facto de ninguém conhecer um jogo sobre esta temática ajuda a provar que realmente não é um tema muito discutido ou, e no limiar, quando é discutido, não se recorre a jogos deste género para tal. Para além disso, foram feitas outras perguntas, por exemplo, foi questionado se os inquiridos preferiam que esta aplicação tivesse sido feita em *website*, uma vez que por vezes há pessoas não gostam de descarregar aplicações, sendo que 13 pessoas (57% do total de inquiridos) indicaram que realmente preferiam que a aplicação fosse em *website*.

Finalmente, foi pedido que todos os participantes indicassem o jogo que mais gostaram e o jogo que menos gostaram e claramente o jogo que mais cativou foi o de competir (jogo 6), já o jogo que menos conquistou foi o jogo em que o utilizador é confrontado com um orçamento e tem de comprar eletrodomésticos para poupar energia (jogo 3). A contagem dos votos para cada caso é apresentada na figura 60 e na figura 61, de forma a realçar a frequência dos votos para cada jogo.

É de realçar que foi indicado verbalmente a todos os inquiridos que em vez de responderem com o número do jogo podiam, para a questão 10 e 11, responder com características do jogo, de forma a ser mais simples para eles, mas também para não influenciar de qualquer forma as respostas. Assim, pode-se verificar que na figura 60 existem 3 votos (13% do total) que foram usados para uma variação pouco exata de qual foi o jogo que estes indivíduos menos gostaram.

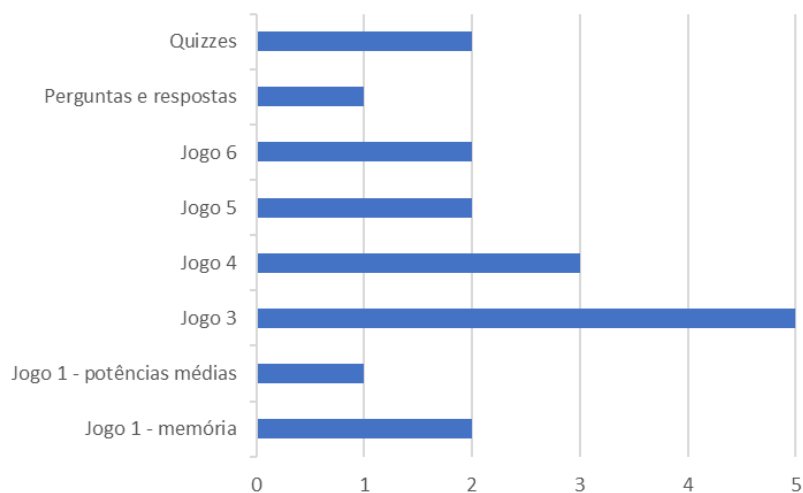


Figura 60 Gráfico com os votos que cada jogo teve na categoria de menos apreciado.

Na figura 61 só existe um voto pouco exato, uma vez que não é possível saber qual foi o primeiro jogo que o utilizador jogou. No entanto também houve dois votos para os simuladores (um voto para cada um dos simuladores, como é possível de observar).

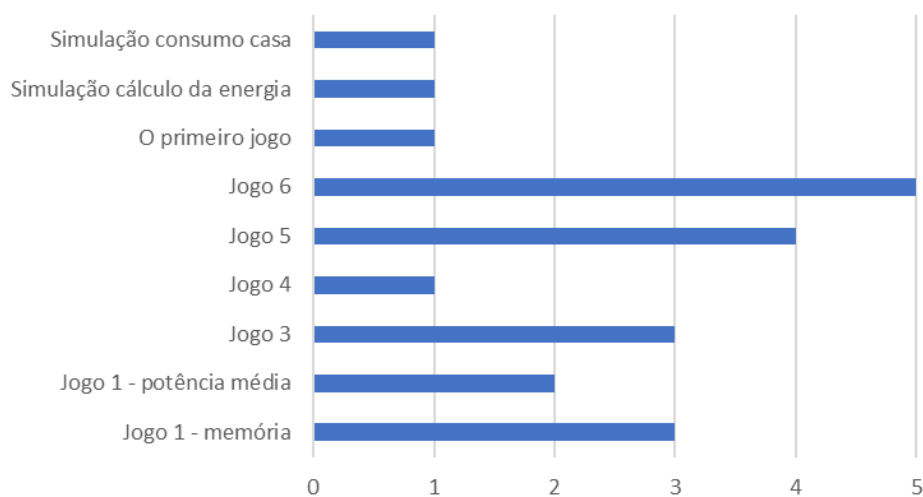


Figura 61 Gráfico com os votos que cada jogo teve na categoria de mais apreciado.

Para além disso, se houver uma verificação do número de votos, no total, estes não serão iguais a 23, uma vez que apesar de haver 23 inquiridos e estas serem perguntas obrigatórias, alguns dos inquiridos apenas colocaram um ponto ou uma variação não textual que fez com que o campo obrigatório fosse preenchido, mas que não indica informações.

Toda a amostra pareceu inicialmente curiosa com o jogo e por vezes essa curiosidade, ao longo dos jogos, foi alterando-se para uma maior atenção, sendo que alguns dos utilizadores demonstraram bastante interesse. Posteriormente, verificou-se que 5 utilizadores (22% da

amostra), que apenas têm em comum serem do gênero masculino, indicaram no questionário o adjetivo interessante como o primeiro adjetivo que se lembraram para qualificar a aplicação. No entanto, houve outras opiniões, sendo que um dos inquiridos nesta pergunta indicou *draft* (esboço, em inglês) para qualificar a aplicação. É importante realçar que esta questão é bastante subjetiva, sendo que todos os adjetivos indicados estão apresentados na figura 62.

Simple utilização	Informativo	Interessante
Didática	Educativo	Interessante
Útil	Avançado	Draft
Intrigante	Informativa	Interessante
Prestativo	Educativa	Aprendizado
Diversificado	Branca e preta	Fantastic
Interessante	Interessante	Informativo
Cute	Eficiente (Tempo de resposta)	

Figura 62 Todos os adjetivos indicados pelos participantes.

Algumas sugestões apresentadas relacionam-se com a necessidade de acrescentar informação. Sugestões como: “Quando erramos seria interessante o jogo clarificar de modo ao utilizador aprender”, “Por vezes falta uma explicação inicial para indiciar o objetivo do jogo. Por exemplo: entender o impacto das tarifas no consumo do dia a dia” e “No jogo de competição era engraçado aparecer as respostas que erramos e acertamos e compararmos com o adversário” mostram que seria importante adicionar informações sobre o que está errado na parte de competir (jogo 6) e expor maior quantidade de informações noutros jogos, como por exemplo, no das tarifas (jogo 4). Ao incluir uma maior quantidade de informações estas devem também ser colocadas antes de ser possível escolher o modo de jogo ou esta poderia ser incluída numa secção da aplicação destinada a tal em que, como um dos jogadores sugeriu, seria criada uma “base de dados com informações para o utilizador aprender”, o que faria com que um utilizador possa optar por um método mais parecido ao que associamos a uma aula – havendo primeiramente um tempo para aprender, sendo exposta a teoria de determinado conceito e só depois uma parte prática, sendo que a parte prática seria a parte do jogo.

Já em relação à parte visual existem várias sugestões que os jogadores apontaram, nomeadamente a utilização de cores para a aplicação ser mais apelativa, fazer com que todos os subtítulos se encontrem no mesmo tipo de letra e que os botões sejam todos do mesmo tamanho durante um jogo, havendo uma maior coerência visual durante o jogo. Outros

detalhes foram sugeridos como a colocação de mais imagens e a indicação de quantas perguntas faltam para o jogo acabar, sendo que esta última sugestão é mais aplicável para o jogo 5 e para o jogo 6.

Para além da parte visual, a parte responsiva teve também um comentário interessante relativamente ao jogo do orçamento (jogo 3): “Selecionar as opções no orçamento, se carregarmos numa opção indesejada, teremos que clicar no começar de novo e sugeria clicar em cima da opção para remover a seleção. Seria mais prático.” O que pode indicar uma das causas para o jogo 3 ser o menos apreciado, mas é de reconhecer que este é um dos jogos em que os participantes tiveram mais dificuldades.

Para além destas sugestões e de forma inesperada, nenhum utilizador sugeriu a criação de um jogo diferente ou a remoção de algum jogo. No entanto, um utilizador indicou que na competição (jogo 6) deveriam ser adicionados níveis de dificuldade, enquanto outro mencionou a adição de uma tabela de melhores pontos. Estas sugestões em conjunto com outras já mencionadas demonstram que o jogo de competição (jogo 6) para além de ser o mais apreciado, é o que os jogadores demonstram mais interesse e mais atenção aos detalhes.

Em suma e tendo em consideração que este é um estudo com uma amostra bastante pequena, a opinião geral é positiva e os utilizadores indicaram que aprenderam algo, sendo que recomendariam esta aplicação a alguém, sugerindo várias formas de melhorar esta aplicação, que devem ser incorporadas futuramente.

6. CONCLUSÃO

Algumas das principais conclusões relacionam-se com a verificação e a validação do conceito de *gamification* como uma abordagem possível a consciencializar a população para a necessidade de se tornarem clientes mais ativos, promovendo assim para flexibilidade da rede elétrica e, ao mesmo tempo, serem beneficiados tanto a nível monetário como a nível ambiental.

É necessário reconhecer que este trabalho foi desenvolvido a considerar uma sociedade ocidental, refletindo muito a realidade europeia, nomeadamente a portuguesa. Para além disso, tanto a aplicação como este documento foram escritos em língua portuguesa. No entanto, aplicações como esta poderão ser feitas noutros idiomas e considerando outras realidades e, ao haver essa criação, também poderá ser feita uma melhoria de jogos para moldar estes ao público-alvo do caso a ser estudado.

Para além de apenas ter sido considerada essa realidade, a aplicação foi desenvolvida em Android Studio, o que faz com que só possa ser utilizada em dispositivos Android, o que é uma limitação. Esta não seria sentida se a aplicação fosse feita em *website*, sendo que pelos resultados obtidos, poderá a ser um trabalho futuro a desenvolver.

A amostra inquirida apresenta-se recetiva a esta aplicação, indicando que, em geral, aprendeu algo com esta e que a recomendariam a alguém. Este resultado já é positivo e demonstra que a aplicação obteve o seu objetivo principal (consciencializar os utilizadores). Os participantes ofereceram várias sugestões para melhorar, o que poderá ser bastante útil para o futuro, uma vez que antes de colocar uma aplicação (ou possivelmente um *website*) diante de uma grande amostra de jovens devem ser feitos vários testes. Destas devem ser destacadas as sugestões:

1. incluir mais explicações antes do jogo ou depois do utilizador errar explicitar a razão de a resposta estar errada;
2. desenvolver uma versão *website*;
3. alterar o aspeto visual, recorrendo a uma maior variedade de cores.

Assim sendo, estas sugestões podem definir o que deve ser feito como trabalho futuro, sendo que outra questão futura seria fazer um caso de estudo com um maior número de jovens, depois de serem feitas as melhorias necessárias.

Em suma, *gamification* pode ser uma boa forma de consciencializar os consumidores para haver um menor consumo de energia, sendo que esta aplicação em específico apresenta bons resultados (os inquiridos indicam demonstram-se recetivos), mas poderá ser melhorada com base nas sugestões obtidas, nomeadamente a utilização de mais cor e adição de mais informação.

Referências Bibliográficas

- [1] Parlamento Europeu e do Conselho, *Regulamento (UE) 2019/943 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, relativo ao mercado interno da eletricidade*. Portugal, 2019. [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0943&from=HR>
- [2] Parlamento Europeu e do Conselho, *Diretiva (UE) 2019/944 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019, relativa a regras comuns para o mercado interno da eletricidade e que altera a Diretiva 2012/27/UE*. Portugal, 2019. [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944>
- [3] Parlamento Europeu e do Conselho, *Diretiva (UE) 2018/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2018, que altera a Diretiva 2012/27/UE relativa à eficiência energética*. Portugal, 2018. [Em linha]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2002>
- [4] European Commission, *Towards an Integrated Strategic Energy Technology (SET) Plan: Accelerating the European Energy System Transformation*. Communication from the commission, 2015. [Em linha]. Disponível em: <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan>
- [5] D. Streimikiene, G. L. Kyriakopoulos, V. Lekavicius, e A. Pazeraite, «How to support sustainable energy consumption in households?», *Acta Montanistica Slovaca*, vol. 27, n. 2, pp. 479–490, 2022, doi: 10.46544/AMS.v27i2.15.
- [6] W. Al-Marri, A. Al-Habaibeh, e M. Watkins, «An investigation into domestic energy consumption behaviour and public awareness of renewable energy in Qatar», *Sustain Cities Soc*, vol. 41, pp. 639–646, Ago. 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.06.024.
- [7] F. Pietrapertosa *et al.*, «An educational awareness program to reduce energy consumption in schools», *J Clean Prod*, vol. 278, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123949.

- [8] R. Lamrani e E. H. Abdelwahed, «Game-based learning and gamification to improve skills in early years education», *Computer Science and Information Systems*, vol. 17, n. 1, pp. 339–356, Jan. 2020, doi: 10.2298/CSIS190511043L.
- [9] C. Calculi, A. M. D’Uggento, A. Labarile, e N. Ribecco, «Evaluating people’s awareness about climate changes and environmental issues: A case study», *J Clean Prod*, vol. 324, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129244.
- [10] A. Simsar, «Young Children’s Ecological Footprint Awareness and Environmental Attitudes in Turkey», *Child Indic Res*, vol. 14, n. 4, pp. 1387–1413, Ago. 2021, doi: 10.1007/s12187-021-09810-7.
- [11] G. Mylonas, D. Amaxilatis, L. Pocero, I. Markelis, J. Hofstaetter, e P. Koulouris, «An educational IoT lab kit and tools for energy awareness in European schools», *Int J Child Comput Interact*, vol. 20, pp. 43–53, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.ijcci.2019.03.003.
- [12] J. Wang, R. Long, H. Chen, e Q. Li, «How do parents and children promote each other? The impact of intergenerational learning on willingness to save energy», *Energy Res Soc Sci*, vol. 87, Mai. 2022, doi: 10.1016/j.erss.2021.102465.
- [13] J. Luis *et al.*, «Web-Based Support for Rational Use of Energy Awareness», em *34th Annual Conference*, Orlando: IEEE Industrial Electronics, 2008, pp. 3556–3561. doi: 10.1109/IECON.2008.4758535.
- [14] K. Avramides, B. Craft, R. Luckin, e J. C. Read, «Working with Teenagers to Design Technology that Supports Learning about Energy in Informal Contexts», Sydney: International Society of the Learning Sciences (ISLS), 2012, pp. 151–158. doi: 10.22318/icls2012.1.151.
- [15] R. A. Dias, M. Rios de Paula, P. M. Silva Rocha Rizol, J. A. Matelli, C. Rodrigues de Mattos, e J. A. Perrella Balestieri, «Energy education: Reflections over the last fifteen years», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 141, Mai. 2021, doi: 10.1016/j.rser.2021.110845.

- [16] R. Gunstone, P. Mulhall, e B. McKittrick, «Physics teachers' perceptions of the difficulty of teaching electricity», *Res Sci Educ*, vol. 39, n. 4, pp. 515–538, 2009, doi: 10.1007/s11165-008-9092-y.
- [17] D. Johnson, E. Horton, R. Mulcahy, e M. Foth, «Gamification and serious games within the domain of domestic energy consumption: A systematic review», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 73. Elsevier Ltd, pp. 249–264, 2017. doi: 10.1016/j.rser.2017.01.134.
- [18] R. de la Torre, B. S. Onggo, C. G. Corlu, M. Nogal, e A. A. Juan, «The role of simulation and serious games in teaching concepts on circular economy and sustainable energy», *Energies (Basel)*, vol. 14, n. 4, Fev. 2021, doi: 10.3390/en14041138.
- [19] D. Ahrens, «Serious Games – A New Perspective on Workbased Learning», *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 204, pp. 277–281, Ago. 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.08.152.
- [20] A. Behl, N. Jayawardena, V. Pereira, N. Islam, M. Del Giudice, e J. Choudrie, «Gamification and e-learning for young learners: A systematic literature review, bibliometric analysis, and future research agenda», *Technol Forecast Soc Change*, vol. 176, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.techfore.2021.121445.
- [21] D. Wemyss, F. Cellina, E. Lobsiger-Kägi, V. de Luca, e R. Castri, «Does it last? Long-term impacts of an app-based behavior change intervention on household electricity savings in Switzerland», *Energy Res Soc Sci*, vol. 47, pp. 16–27, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.erss.2018.08.018.
- [22] L. S. Kwan, «Intelligent Lighting System: An Education Kit to Increase the Awareness of Energy-Saving for Primary School Children», Universiti Teknologi Petronas, 2012.
- [23] A. I. Almulhim, «Understanding public awareness and attitudes toward renewable energy resources in Saudi Arabia», *Renew Energy*, vol. 192, pp. 572–582, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.renene.2022.04.122.

- [24] M. Ankrah Twumasi, D. Asante, P. Fosu, G. Essilfie, e Y. Jiang, «Residential renewable energy adoption. Does financial literacy matter?», *J Clean Prod*, vol. 361, Ago. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132210.
- [25] M. Ullah *et al.*, «Serious Games in Science Education. A Systematic Literature Review», *Virtual Reality and Intelligent Hardware*, vol. 4, n. 3, pp. 189–209, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.vrih.2022.02.001.
- [26] E. Gölbaşı e A. Önder, «The Role of Unconscious Awareness of Teachers within Teacher-child Relationship», *J Educ Train Stud*, vol. 5, n. 8, p. 132, Jul. 2017, doi: 10.11114/jets.v5i8.2482.
- [27] M. S. Horn, Z. A. Leong, M. D. Greenberg, e R. Stevens, «Kids and thermostats: Understanding children’s involvement with household energy systems», *Int J Child Comput Interact*, vol. 3–4, pp. 14–22, 2015, doi: 10.1016/j.ijcci.2015.09.002.
- [28] H. Pearce, L. Hudders, e D. Van de Sompel, «Young energy savers: Exploring the role of parents, peers, media and schools in saving energy among children in Belgium», *Energy Res Soc Sci*, vol. 63, Mai. 2020, doi: 10.1016/j.erss.2019.101392.
- [29] A. Assali, T. Khatib, e A. Najjar, «Renewable energy awareness among future generation of Palestine», *Renew Energy*, vol. 136, pp. 254–263, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.renene.2019.01.007.
- [30] Z. Guo, K. Zhou, C. Zhang, X. Lu, W. Chen, e S. Yang, «Residential electricity consumption behavior: Influencing factors, related theories and intervention strategies», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 81. Elsevier Ltd, pp. 399–412, 2018. doi: 10.1016/j.rser.2017.07.046.
- [31] E. Parviainen, P. Hansen, e E. Lagerström, «Transform your kids into self sustainable power plants - Teaching sustainable behaviour to young users», em *DIS 2017 Companion - Proceedings of the 2017 ACM Conference on Designing Interactive Systems*, Association for Computing Machinery, Inc, Jun. 2017, pp. 155–160. doi: 10.1145/3064857.3079137.

- [32] K. Katsaliaki e N. Mustafee, «A survey of serious games on sustainable development», em *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 2012. doi: 10.1109/WSC.2012.6465182.
- [33] E. P. S. Nunes *et al.*, «Mobile serious game proposal for environmental awareness of children», em *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Nov. 2016. doi: 10.1109/FIE.2016.7757353.
- [34] S. Arık e A. Özçelik, «Attitudes of secondary school students towards sustainable development», 1987. [Em linha]. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0001-5683-2381>
- [35] V. Robin, A. Pache, C. Perpignan, e D. Dessagne, «Serious games to promote education for sustainable development, a French and Swiss experimentation», em *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*, IEEE Computer Society, Jun. 2017, pp. 806–814. doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942939.
- [36] T. Ouariachi, W. J. L. Elving, e F. Pierie, «Playing for a sustainable future: The case of We Energy Game as an educational practice», *Sustainability (Switzerland)*, vol. 10, n. 10, Out. 2018, doi: 10.3390/su10103639.
- [37] S. A. Malik e A. R. Ayop, «Solar energy technology: Knowledge, awareness, and acceptance of B40 households in one district of Malaysia towards government initiatives», *Technol Soc*, vol. 63, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.techsoc.2020.101416.
- [38] A. Haleem, M. Javaid, M. A. Qadri, e R. Suman, «Understanding the role of digital technologies in education: A review», *Sustainable Operations and Computers*, vol. 3, pp. 275–285, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.susoc.2022.05.004.
- [39] B. D. Douglas e M. Brauer, «Gamification to prevent climate change: a review of games and apps for sustainability», *Current Opinion in Psychology*, vol. 42. Elsevier B.V., pp. 89–94, 1 de Dezembro de 2021. doi: 10.1016/j.copsyc.2021.04.008.
- [40] J. Krath, L. Schürmann, e H. F. O. von Korflesch, «Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification,

- serious games and game-based learning», *Comput Human Behav*, vol. 125, Dez. 2021, doi: 10.1016/j.chb.2021.106963.
- [41] P. Mattsson e T. Laike, «Young children’s learning about lighting and turn-off behaviour in preschool environments», *Energy Build*, vol. 268, Ago. 2022, doi: 10.1016/j.enbuild.2022.112193.
- [42] S. Albertarelli *et al.*, «A survey on the design of gamified systems for energy and water sustainability», *Games (Basel)*, vol. 9, n. 3, Set. 2018, doi: 10.3390/g9030038.
- [43] Z. Play, M. Turrin, C. Lee, M. R. Bokel, e G. Kijne, «A fair play system connected to serious games to motivate energy sustainable behaviors inside dwellings Building Technology-Sustainable design Graduation studio Faculty of Architecture-TU Delft Mentors».
- [44] K. Biercewicz, A. Sulich, e L. Soloduch-Pelc, «The improvements propositions for players’ engagement and sustainable behaviors in managerial games», em *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2022, pp. 1509–1518. doi: 10.1016/j.procs.2022.09.208.
- [45] S. Mazur-Stommen e K. Farley, «Games for Grownups: The Role of Gamification in Climate Change and Sustainability», 2016.
- [46] I. Rodríguez, A. Puig, D. Tellols, e K. Samsó, «Evaluating the effect of gamification on the deployment of digital cultural probes for children», *International Journal of Human Computer Studies*, vol. 137, Mai. 2020, doi: 10.1016/j.ijhcs.2020.102395.
- [47] J. Chen, S. Yang, e B. Mei, «Towards the sustainable development of digital educational games for primary school students in China», *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, n. 14, Jul. 2021, doi: 10.3390/su13147919.
- [48] S. J. Ho, Y. S. Hsu, C. H. Lai, F. H. Chen, e M. H. Yang, «Applying Game-Based Experiential Learning to Comprehensive Sustainable Development-Based Education», *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, n. 3, Fev. 2022, doi: 10.3390/su14031172.

- [49] A. Wagner e D. Galuszka, «Let's play the future: Sociotechnical imaginaries, and energy transitions in serious digital games», *Energy Res Soc Sci*, vol. 70, Dez. 2020, doi: 10.1016/j.erss.2020.101674.
- [50] R. Fenner e H. Cruickshank, «Critical evaluation of simulations and games as tools for expanding student perspectives on sustainability», 2015. [Em linha]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278447261>
- [51] B. T. Beel *et al.*, «Teenagers Talking about Technologies: Designing Technology to Reduce Teen Energy Use», em *CHI 2013: Changing Perspectives*, 2013, p. 3320. doi: 10.1145/2468356.2468622.
- [52] J. D. Fijnheer, H. Van Oostendorp, e R. C. Veltkamp, «Persuasive games to stimulate sustainable energy consumption», Utrecht.
- [53] P. Shao, H. Yu, Y. Zhu, e J. Wang, «Electronic Sports Sustainable Development of Probing into Digital Games, Teenage Domestication, and Mutual Construction», *J Environ Public Health*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/6375787.
- [54] H. Dieleman e D. Huisingh, «Games by which to learn and teach about sustainable development: exploring the relevance of games and experiential learning for sustainability», *J Clean Prod*, vol. 14, n. 9–11, pp. 837–847, 2006, doi: 10.1016/j.jclepro.2005.11.031.
- [55] S. B. Luitjens *et al.*, «Raising awareness on energy consumption of household devices Optical Storage Blue ray Disc View project Neurofeedback to enhance performance View project Raising Awareness on Energy Consumption of Household Devices». [Em linha]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272819070>
- [56] S. Tuomela, M. de Castro Tomé, N. Iivari, e R. Svento, «Impacts of home energy management systems on electricity consumption», *Appl Energy*, vol. 299, Out. 2021, doi: 10.1016/j.apenergy.2021.117310.
- [57] A. Gustafsson, C. Katzeff, e M. Bang, «Evaluation of a pervasive game for domestic energy engagement among teenagers», *Computers in Entertainment*, vol. 7, n. 4, Dez. 2009, doi: 10.1145/1658866.1658873.

- [58] J. Iria *et al.*, «A gamification platform to foster energy efficiency in office buildings», *Energy Build*, vol. 222, Set. 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110101.
- [59] N. Zaric e S. Šćepanović, «Gamification in higher education learning-state of the art, challenges and opportunities», 2015, pp. 24–25. [Em linha]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320622364>
- [60] K. Katsaliaki e N. Mustafee, «Serious Games for Sustainable Development», *Journal of Management Education*, vol. 37, n. 6. pp. 889–894, Dezembro de 2013. doi: 10.1177/1052562913509219.
- [61] M. Stanitsas, K. Kirytopoulos, e E. Vareilles, «Facilitating sustainability transition through serious games: A systematic literature review», *Journal of Cleaner Production*, vol. 208. Elsevier Ltd, pp. 924–936, 20 de Janeiro de 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.157.
- [62] O. Iweka, S. Liu, A. Shukla, e D. Yan, «Energy and behaviour at home: A review of intervention methods and practices», *Energy Research and Social Science*, vol. 57. Elsevier Ltd, 1 de Novembro de 2019. doi: 10.1016/j.erss.2019.101238.
- [63] Genesis Energy, «ElectroCity». [Em linha]. Disponível em: <https://games4sustainability.org/gamepedia/electrocity/>
- [64] «EnerCity», [Em linha]. Disponível em: <https://www.enercity.de/>
- [65] D. Wemyss, R. Castri, F. Cellina, V. De Luca, E. Lobsiger-Kägi, e V. Carabias, «Examining community-level collaborative vs. competitive approaches to enhance household electricity-saving behavior», *Energy Effic*, vol. 11, n. 8, pp. 2057–2075, Dez. 2018, doi: 10.1007/s12053-018-9691-z.
- [66] L. Magnusson e D. E. Sobolewska, «Study Into Gamification and Awareness of Sustainability Amongst Young Adults», BCS Learning & Development, 2018. doi: 10.14236/ewic/hci2018.157.
- [67] S. Hettinga, J. Boter, E. Dias, S. Fruijtjer, B. de Vogel, e H. Scholten, «Urban energy transition in a gaming context: The role of children», *Land use policy*, vol. 111, Dez. 2021, doi: 10.1016/j.landusepol.2020.104903.

- [68] E. M. Nilsson e A. Jakobsson, «Simulated Sustainable Societies: Students' Reflections on Creating Future Cities in Computer Games», *J Sci Educ Technol*, vol. 20, n. 1, pp. 33–50, Fev. 2011, doi: 10.1007/s10956-010-9232-9.
- [69] T. Hargreaves, M. Nye, e J. Burgess, «Keeping energy visible? Exploring how householders interact with feedback from smart energy monitors in the longer term», *Energy Policy*, vol. 52, pp. 126–134, Jan. 2013, doi: 10.1016/j.enpol.2012.03.027.
- [70] P. Fraternali, S. Albertarelli, S. Luis, e H. Gonzalez, «Demo Abstract: Funergy, a hybrid game for energy awareness».
- [71] Amazon, «Say hello to the Alexa energy dashboard», [Em linha]. Disponível em: <https://www.amazon.com/b?ie=UTF8&node=21442874011>
- [72] Virtual Power Solutions, «Avigae». [Em linha]. Disponível em: <http://avigae.vps.energy/#o-projeto>
- [73] C. Pinto, «AVIGAE: Assistente Virtual Inteligente para a gestão ativa da Energia em Edifícios», *Compete 2020*. [Em linha]. Disponível em: https://www.compete2020.gov.pt/noticias/detalhe/Proj3401_AVIGAE
- [74] M. Peham, G. Breitfuss, e R. Michalczuk, «The “ecoGator” App: Gamification for enhanced energy efficiency in Europe», em *ACM International Conference Proceeding Series*, Association for Computing Machinery, Out. 2014, pp. 179–183. doi: 10.1145/2669711.2669897.
- [75] B. Fernando William Goyret Raleigh e N. Carolina, «Kid Gaia: -An Environmental Awareness VR-based Video game».
- [76] V. Sangeetha, E. Shanthini, K. Anindita, D. Divya Shree, e R. Avanthikha, «Leveraging VR to spread awareness about energy conservation among children; Leveraging VR to spread awareness about energy conservation among children», *2022 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC)*, 2022, doi: 10.1109/aic.2022.92.
- [77] L. W. Kiong e T. Logenthiran, «Developing a strategical smart grid game and creating smart grid awareness through games», em *IEEE PES Innovative Smart Grid*

Technologies Conference Europe, IEEE Computer Society, Dez. 2016, pp. 154–159.
doi: 10.1109/ISGT-Asia.2016.7796378.

- [78] J. I. Méndez, T. Peffer, P. Ponce, A. Meier, e A. Molina, «Empowering saving energy at home through serious games on thermostat interfaces», *Energy Build*, vol. 263, Mai. 2022, doi: 10.1016/j.enbuild.2022.112026.
- [79] O. Chawla, «How to make a mobile game?», Tekrevol Team . [Em linha]. Disponível em: <https://www.tekrevol.com/blogs/how-to-make-a-mobile-game/>
- [80] Florian, «How to Make a Game App», ToolTester Network. [Em linha]. Disponível em: <https://apptooltester.com/>
- [81] Unity, «Ferramentas em tempo real e mais». [Em linha]. Disponível em: <https://unity.com/pt>
- [82] Unity, «Tutorials». [Em linha]. Disponível em: <https://learn.unity.com/tutorials>
- [83] GameMaker, «The Ultimate 2D Game Engine». [Em linha]. Disponível em: <https://gamemaker.io/en>
- [84] GameMaker, «GameMaker Language». [Em linha]. Disponível em: https://manual.yoyogames.com/GameMaker_Language.htm
- [85] GameMaker, «GameMaker Marketplace». [Em linha]. Disponível em: <https://marketplace.yoyogames.com/>
- [86] Unreal Engine, «The world’s most open and advanced real-time 3D creation tool». [Em linha]. Disponível em: <https://www.unrealengine.com/en-US>
- [87] Android Developers, «Download Android Studio & App Tools». [Em linha]. Disponível em: <https://developer.android.com/studio>
- [88] Android Developers, «Meet Android Studio». [Em linha]. Disponível em: <https://developer.android.com/studio/intro>
- [89] Android Developers, «Salvar dados simples com SharedPreferences», [Em linha]. Disponível em: <https://developer.android.com/training/data-storage/shared-preferences?hl=pt-br>

- [90] Eligenio, «Artigos sobre energia». [Em linha]. Disponível em: <https://eligenio.com/pt/blog/>
- [91] Worten, «Worten - Tudo o que precisas em Worten.pt». [Em linha]. Disponível em: <https://www.worten.pt>
- [92] Kia Portugal, «Quanto dura uma bateria de um carro elétrico?», Kia Portugal. [Em linha]. Disponível em: <https://kia.pt/blog/quanto-dura-uma-bateria-de-um-carro-eletrico/>
- [93] Inter IKEA Systems B.V, «Hej!», [Em linha]. Disponível em: <https://www.ikea.com/pt/pt/>
- [94] Android Developers, «Create dynamic lists with RecyclerView». [Em linha]. Disponível em: <https://developer.android.com/develop/ui/views/layout/recyclerview>
- [95] N. Fatela, «Saiba O Melhor Preço De Eletricidade Em 2023». [Em linha]. Disponível em: <https://www.comparamais.pt/blog/saiba-qual-o-melhor-preco-de-eletricidade-em-2021-e-poupe-nas-faturas>
- [96] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, «Períodos horários na energia elétrica em Portugal», Set. 2020. [Em linha]. Disponível em: <https://www.erse.pt/media/wijn0vgt/periodos-horarios-de-energia-elétrica-em-portugal.pdf>
- [97] Android Developers, «Enable drag and drop». [Em linha]. Disponível em: <https://developer.android.com/develop/ui/views/touch-and-input/drag-drop>
- [98] N. Fatela, «Tarifa Simples Ou Bi-Horária – Como Escolher A Melhor?»
- [99] Lojaluz, «Preço da luz em vazio e fora vazio e em vazio, cheias e pontas». [Em linha]. Disponível em: <https://lojaluz.com/faq/tarifas/ciclos-horarios>
- [100] Direção Geral de Energia e Geologia, «Comunidades de Energia». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/>

- [101] Direção Geral de Energia e Geologia, «Comunidades de Energia Renovável em Portugal». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/comunidades-de-energia-renovavel-em-portugal/>
- [102] Community Energy Association (England) Ltd, «Benefits of Community Energy». [Em linha]. Disponível em: <https://communityenergyengland.org/pages/benefits-of-community-energy>
- [103] Renaissance-H2020, «Creating an Energy Community: What do you need to know?» [Em linha]. Disponível em: <https://www.renaissance-h2020.eu/creating-an-energy-community-what-do-you-need-to-know/>
- [104] F. A. Santos, «Comunidades de energia renovável em Portugal», Casa Galp. [Em linha]. Disponível em: <https://casa.galp.pt/blog/comunidades-de-energia-renovavel-em-portugal>
- [105] Direção Geral de Energia e Geologia, «O que é uma comunidade de energia?» [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/comunidades-de-energia/o-que-e-uma-comunidade-de-energia/>
- [106] Interreg Europe, «A Policy Brief from the Policy Learning Platform on Low-carbon economy», Nov. 2022. [Em linha]. Disponível em: https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/good_practices/PolicyBrief_RECommunities_final.pdf
- [107] Direção Geral de Energia e Geologia, «Produção Descentralizada (Autoconsumo e UPP/MP/MN)». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energia-eletrica/producao-de-energia-eletrica/producao-descentralizada-autoconsumo-e-upp-mp-mn/>
- [108] R. Mishra, B. K. R. Naik, R. D. Raut, e S. K. Paul, «Circular economy principles in community energy initiatives through stakeholder perspectives», *Sustain Prod Consum*, vol. 33, pp. 256–270, Set. 2022, doi: 10.1016/j.spc.2022.07.001.

- [109] D. José, D. E. Carvalho, e G. M. Santana, «Estudo para a implementação de uma comunidade de energia renovável», Escola Superior de Tecnologia de Setúbal , Setúbal, 2022. [Em linha]. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/43317/1/Estudo%20para%20a%20Implementa%C3%A7%C3%A3o%20de%20uma%20Comunidade%20de%20Energia%20Renov%C3%A1vel.pdf>
- [110] Y. Zhou, «Advances of machine learning in multi-energy district communities—mechanisms, applications and perspectives», *Energy and AI*, vol. 10. Elsevier B.V., 1 de Novembro de 2022. doi: 10.1016/j.egyai.2022.100187.
- [111] D. Dias, «Portugal ainda não chegou a uma mão-cheia de comunidades de energia renovável». [Em linha]. Disponível em: <https://www.publico.pt/2023/02/05/azul/noticia/portugal-nao-chegou-maocheia-comunidades-energia-renovavel-2036970>
- [112] S. Heuninckx, M. Meitern, G. te Boveldt, e T. Coosemans, «Practical problems before privacy concerns: How European energy community initiatives struggle with data collection», *Energy Res Soc Sci*, vol. 98, Abr. 2023, doi: 10.1016/j.erss.2023.103040.
- [113] J. Roberts, «Gas energy communities: Little added value, big risks». [Em linha]. Disponível em: <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/gas-energy-communities-little-added-value-big-risks/>
- [114] Apache Friends, «What is XAMPP?» [Em linha]. Disponível em: <https://www.apachefriends.org>
- [115] phpMyAdmin, «Bringing MySQL to the web». [Em linha]. Disponível em: <https://www.phpmyadmin.net>
- [116] V. Sivadas, «Advanced-HttpURLConnection». [Em linha]. Disponível em: <https://github.com/VishnuSivadasVS/Advanced-HttpURLConnection>
- [117] V. Sivadas, «Secure LogIn and SignUp API in PHP». [Em linha]. Disponível em: <https://github.com/VishnuSivadasVS/LogIn-SignUp>

- [118] R. Bergher, «Plasma, LCD ou LED: quem gasta menos energia?» [Em linha]. Disponível em: <https://www.zoom.com.br/tv/deumzoom/plasma-lcd-ou-led-quem-gasta-menos-energia>
- [119] OMIP, «Sobre nós». [Em linha]. Disponível em: <https://www.omip.pt/pt/sobre-nos-omip>
- [120] Direção Geral de Energia e Geologia, «Produção de Energia Elétrica». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energia-eletrica/producao-de-energia-eletrica/>
- [121] Presidência do Conselho de Ministros, *Decreto-Lei n.º 15/2022, de 14 de janeiro*. Presidência do Conselho de Ministros, 2022, pp. 3–185. [Em linha]. Disponível em: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/15-2022-177634016>
- [122] Elevate, «Community Resources: Frequently Asked Energy Questions». [Em linha]. Disponível em: <https://www.elevatenp.org/energy-efficiency/community-resources-frequently-asked-energy-questions/>
- [123] Agência para a Energia e Direção Geral de Energia e Geologia, «Autoconsumo e comunidade de energia renovável», Nov. 2022. [Em linha]. Disponível em: https://www.adene.pt/wp-content/uploads/2022/11/Manual-Digital-Autoconsumo-e-Comunidade-de-Energia-Renovavel-Guia-Legislativo_vs2.pdf
- [124] Redes Energéticas Nacionais, «O que fazemos». [Em linha]. Disponível em: <https://www.ren.pt/pt-pt/atividade/o-que-fazemos>
- [125] Direção Geral de Energia e Geologia, «Missão / Competências». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/a-dgeg/missao-competencias/>
- [126] Redes Energéticas Nacionais, «Eletricidade». [Em linha]. Disponível em: <https://www.ren.pt/pt-pt/atividade/eletricidade>
- [127] Redes Energéticas Nacionais, «Gás», [Em linha]. Disponível em: <https://www.ren.pt/pt-pt/atividade/gas>
- [128] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, «A ERSE». [Em linha]. Disponível em: <https://www.erse.pt/institucional/erse/a-erse/>

- [129] Direção Geral de Energia e Geologia, «OMIP». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/mercados-e-mecanismos-de-capacidade/mibel/omip/>
- [130] H. Almenara, «Uma casa inteligente poupa energia?»
- [131] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, «Tarifas e preços - gás natural».
- [132] Associação Portuguesa de Energias Renováveis, «Produção». [Em linha]. Disponível em: <https://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/producao>
- [133] Direção Geral de Energia e Geologia, «Apoio aos beneficiários de Tarifa Social de Energia Elétrica». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/politicas-de-protecao-ao-consumidor-de-energia/apoio-aos-beneficiarios-de-tarifa-social-de-energia-eletrica/>
- [134] Direção Geral de Energia e Geologia, «OMIE». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/mercados-e-mecanismos-de-capacidade/mibel/omie/>
- [135] Department of Economic and Social Affairs, «Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all». [Em linha]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal7>
- [136] Department of Economic and Social Affairs, «Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable». [Em linha]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal11>
- [137] Agência Portuguesa do Ambiente, «Energias renováveis». [Em linha]. Disponível em: <https://rea.apambiente.pt/content/energias-renovaveis>
- [138] European Commission, «Energy poverty in the EU». [Em linha]. Disponível em: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumer-rights/energy-poverty-eu_en
- [139] Direção Geral de Energia e Geologia, «Pobreza Energética». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/politicas-de-protecao-ao-consumidor-de-energia/pobreza-energetica/>

- [140] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, «Comercialização». [Em linha]. Disponível em: <https://www.erse.pt/eletricidade/funcionamento/comercializacao/>
- [141] Lightness Project, «Pilot sites». [Em linha]. Disponível em: <https://www.erse.pt/eletricidade/funcionamento/comercializacao/>
- [142] Iberdrola, «O que é Hidrogénio Verde e sua importância». [Em linha]. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/hidrogenio-verde>
- [143] Enel Green Power, «A transição energética». [Em linha]. Disponível em: <https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/transicao-energetica>
- [144] J. Soares, Z. Vale, H. Morais, e N. Borges, «Demand response in electric vehicles management optimal use of end-user contracts», em *Proceedings - 14th Mexican International Conference on Artificial Intelligence: Advances in Artificial Intelligence, MICAI 2015*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Mar. 2016, pp. 122–128. doi: 10.1109/MICAI.2015.25.
- [145] EDP Comercial, «Carro elétrico: tudo o que precisa de saber». [Em linha]. Disponível em: <https://www.edp.pt/particulares/content-hub/tudo-sobre-carros-eletricos/>
- [146] Direção Geral de Energia e Geologia, «Biocombustíveis». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/biocombustiveis/>
- [147] Direção Geral de Energia e Geologia, «Biomassa». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/biomassa/>
- [148] Entidade Nacional para o Sector Energético, «Quem Somos». [Em linha]. Disponível em: <https://www.ense-epe.pt/quem-somos/>
- [149] A. B. Oliveira, «Primeiro bairro solar do país estreia-se em Belas», *Jornal de Negócios*, 15 de Julho de 2020. [Em linha]. Disponível em: <https://www.jornaldenegocios.pt/sustentabilidade/social/detalhe/20200715-1136-primeiro-bairro-solar-do-pais-estrea-se-em-belas>

- [150] Direção Geral de Energia e Geologia, «Mercado diário». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/mercados-e-mecanismos-de-capacidade/mibel/mercado-diario/>
- [151] Direção Geral de Energia e Geologia, «Mercado intradiário». [Em linha]. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-transversais/mercados-e-mecanismos-de-capacidade/mibel/mercado-intradiario/>
- [152] R. Martins, «O que é e para que serve o hidrogénio verde?», *Público*, 14 de Janeiro de 2023.