



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA

RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO

Sistemas de Recomendação aplicados à Gestão Energética de Habitações

Autor:

Rui Magalhães

rpmsm@student.dei.uc.pt

Orientadores:

Professor Doutor **Pedro Abreu**

Mestre **Rafael Jegundo**

Relatório submetido para o Grau de Mestre em Engenharia Informática

2 de Julho de 2013

Resumo

A questão da gestão energética é um problema cada vez mais urgente nas sociedades actuais. A preocupação centra-se em melhorar a eficiência para que o desenvolvimento se possa fazer em bases sustentáveis e a dependência de combustíveis fósseis possa abrandar. Uma significativa fatia da energia consumida localiza-se no mercado residencial, sendo este um ecossistema onde ainda se desperdiça uma quantidade substancial de energia.

Existem já no mercado algumas soluções que atacam este problema. A principal tendência seguida tem sido a consciencialização dos clientes sobre a energia que gastam nas suas habitações e um conseqüente fomentar de comportamentos que melhorem a eficiência energética. Este processo é auxiliado pela implementação de mecanismos que permitam a visualização de consumos, a comparação destes entre pares e outras métricas relevantes de poupança energética.

Os sistemas de recomendação são actualmente ferramentas amplamente utilizados por diversos mercados, tendo já a sua utilidade comprovada. Com o objectivo de sugerir ao utilizador produtos ou artigos do seu interesse e benefício, os sistemas de recomendação assumem uma função que facilmente é posicionada nas soluções de gestão energética.

O trabalho apresentado neste relatório visa explorar o potencial dos sistemas de recomendação na gestão energética de habitações, actuando de forma a alterar os comportamentos dos utilizadores no sentido da poupança energética. Esta abordagem almeja comprovar uma visão única neste mercado, personalização de recomendações com base nos dados e hábitos do utilizador.

A questão da interacção com o utilizador assume também especial importância, sendo um dos objectivos do trabalho o estudo das melhores soluções para manter o utilizador motivado em torno da questão energética.

Palavras Chave: Gestão Energética de Habitações, Eficiência Energética, Sistemas de Recomendação, Aplicações Web, unplugg

Agradecimentos

No final de um ano estágio e olhando retrospectivamente para o trabalho realizado, é com alguma facilidade que se identificam os responsáveis pela a chegada até este ponto.

Em primeiro e importante lugar, endereçar um profundo agradecimento às pessoas que orientaram o meu trabalho neste estágio. Ao Professor Doutor Pedro Abreu agradeço o rigor da sua orientação, a sua constante disponibilidade e o valor inestimável dos seus conselhos. Ao Mestre Rafael Jegundo a generosa disponibilidade e a oportunidade de estágio, mais uma no cada vez maior conjunto que me proporcionou. Aos dois, deixo a certeza de que a sua influência em mim não se esgota no âmbito deste estágio e também uma pequena penitência pelas vezes em que não fui um melhor orientando.

Palavras de apreço para o Jorge Santos e António Pratas, colegas de aventura que tanto me auxiliaram. Seria no entanto injusto não fazer especial o agradecimento ao colega João Barbosa que lado a lado me acompanhou nos momentos de todas as naturezas. Sem ele a conclusão deste trabalho gozaria de uma muito maior incerteza.

À minha família, o agradecimento mais profundo por me terem colocado na casa de partida. À minha mãe que me ensinou a generosidade, ao meu pai que me ensinou a confiança, aos meus irmãos que me ensinam a vida todos os dias.

A todos os meus amigos, especialmente aos que comigo partilharam os corredores do Departamento de Engenharia Informática, o meu agradecimento por tornarem tudo mais fácil.

Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?

Fernando Pessoa

Conteúdo

1	Introdução	9
1.1	Contexto	9
1.2	Problemativa da poupança energética	10
1.3	Objectivos	11
1.4	Estrutura do documento	12
2	Estado da arte	14
2.1	Sistemas de recomendação	14
2.1.1	Introdução	14
2.1.2	Abordagens e técnicas	14
2.1.3	Problemas e desafios	17
2.2	Casos de estudo	20
2.2.1	Hunch	20
2.2.2	Amazon	21
2.2.3	Netflix	22
2.2.4	Pandora	24
2.3	Gestão energética de habitações	25
2.3.1	Smart Grid	25
2.3.2	unplugg	26
2.3.3	Opower	28
2.3.4	Simple Energy	29
2.3.5	Lowfoot	30
2.3.6	Myenergy	32
2.3.7	Outras soluções	34
2.3.8	Comparação das soluções analisadas	36
2.4	<i>Utilities</i> e eficiência energética	38
2.4.1	Interesse das <i>utilities</i> na eficiência energética	38
2.4.2	EDP	39
2.5	Conclusões	41
2.5.1	Principais tendências	41

2.5.2	Estado dos sistemas de recomendação no mercado da gestão energética	42
2.5.3	Vantagens da Integração com o Facebook	43
2.5.4	Factores diferenciadores	44
3	Metodologia	45
3.1	Desenvolvimento de <i>software</i>	45
3.1.1	<i>Git</i> e <i>Pull requests</i>	45
3.1.2	Ferramentas de suporte ao desenvolvimento	46
3.2	Planeamento	47
3.2.1	Execução do planeamento	52
4	Análise do sistema	53
4.1	Descrição geral do sistema	53
4.2	Análise de requisitos	54
4.2.1	Execução dos requisitos	55
4.3	Análise de riscos	55
4.3.1	Impacto dos riscos	57
4.4	Tecnologias	57
4.5	Arquitectura	58
4.6	Recomendações	59
4.6.1	Classificação	59
4.6.2	Estratégias	60
4.6.3	Validação	61
4.6.4	Integração com a unplugg	62
4.7	<i>Frontend</i>	62
4.7.1	Introdução de dados	62
4.7.2	Recomendações	64
4.7.3	Informação pessoal	65
4.7.4	Ranking de utilizadores	66
4.7.5	Avisos	67
4.8	<i>Backend</i>	68
4.8.1	Integração com o Facebook	68
4.8.2	Gestão do sistema	69
4.8.3	<i>Gamification</i>	73
4.8.4	Métricas	73
5	Experimentação	75
5.1	Ambiente de testes	75
5.1.1	Utilizadores	75
5.1.2	Conjunto de perguntas	78

5.1.3	Conjuntos de classificação	79
5.1.4	Conjunto de estratégias	79
5.2	Resultados	80
5.2.1	Resultados das classificações	80
5.2.2	Métricas relevantes	82
5.2.3	Análise dos resultados	84
6	Conclusões	86
6.1	Estado actual do sistema	86
6.2	Trabalho futuro	87
A	Recolha de dados	91
B	Conjuntos de classificação	93
B.1	Classificação 1 - <i>Energy waste</i>	93
B.2	Classificação 2 - <i>High energy consumption</i>	95
B.3	Classificação 3 - <i>Bad energy habits</i>	96
C	Recomendações	98
D	Estratégias de recomendação	101
D.1	Estratégia 1 - <i>Energy waste</i>	101
D.2	Estratégia 2 - <i>High energy consumption</i>	103
D.3	Estratégia 3 - <i>Bad energy habits</i>	104
E	Artigo submetido	105

Lista de Figuras

2.1	Exemplo de uma THAY proposta pelo Hunch . . .	21
2.2	Exemplo de recomendações dadas pela Amazon	22
2.3	Exemplo da página de recomendações do Netflix .	23
2.4	Justificação da recomendação feita pelo Pandora .	25
2.5	Dashboard principal do unplugg	28
2.6	Simple Energy Dashboard	30
2.7	Lowfoot - Dicas da Comunidade	31
2.8	MyEnergy - Recomendações iniciais	33
2.9	MyEnergy - Recompensas pelos desafios	34
2.10	Dashboard do Cloogy	35
2.11	Termostato inteligente Nest	36
3.1	Exemplo da lista de tarefas registadas no <i>Pivotal Tracker</i>	46
3.2	Diagrama de Gantt do trabalho a desenvolver no estágio	50
3.3	Diagrama de Gantt do protótipo a desenvolver . .	51
4.1	Visão geral da aplicação	54
4.2	Esquema da arquitectura global da aplicação . . .	58
4.3	Esquema da classificação de utilizadores	60
4.4	Decisão de estratégias a aplicar	61
4.5	Exemplo de uma pergunta colocada pelo sistema .	63
4.6	Pergunta sobre o tipo de frigorífico do utilizador .	64
4.7	Recomendações apresentadas aos utilizadores sob a forma de desafios	65
4.8	Informação pessoal sobre o utilizador	66
4.9	Ranking de utilizadores	67
4.10	Aviso aos utilizadores	68
4.11	Área de <i>login</i> na aplicação	68
4.12	Área de <i>login</i> na aplicação	69
4.13	Interface de introdução de novas perguntas	70

4.14	Interface de introdução de novas recomendações	71
4.15	Interface de visualização do progresso dos utilizadores	72
4.16	Registo geral das acções dos utilizadores	73
4.17	Registo da actividade de um utilizador na aplicação	74
5.1	Distribuição dos utilizadores por género	76
5.2	Distribuição dos utilizadores por localização	77
5.3	Distribuição dos utilizadores por ocupação	77
5.4	Gráfico do somatório de percentagem de classificações	81
5.5	Gráfico do total de classificações de cada um dos conjuntos	82
5.6	Análise de funil para a resposta a perguntas	83
5.7	Análise de funil para o processo de recomendação	84

Lista de Tabelas

2.1	Comparação de soluções do mercado da gestão energética de habitações	38
3.1	Planeamento do estágio	48
3.2	Planeamento do protótipo	49
5.1	Resultados do período de experimentação	82
A.1	Conjunto de perguntas colocadas aos utilizadores para recolha de dados	92
B.1	Conjunto de respostas utilizadas na classificação do primeiro grupo de utilizadores	94
B.2	Conjunto de respostas utilizadas na classificação do segundo grupo de utilizadores	95
B.3	Conjunto de respostas utilizadas na classificação do terceiro grupo de utilizadores	97
C.1	Conjunto de recomendações utilizadas no ambiente de testes	100
D.1	Conjunto de recomendações utilizadas na primeira estratégia	102
D.2	Conjunto de recomendações utilizadas na segunda estratégia	103
D.3	Conjunto de recomendações utilizadas na terceira estratégia	104

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contexto

A unplugg¹ é uma plataforma de gestão energética para habitações onde os utilizadores são guiados por um ciclo de monitorização e análise dos consumos energéticos. O serviço surgiu depois de identificada a necessidade de soluções que ajudassem os utilizadores a poupar energia com a utilização da plataforma, aumentando assim a eficiência energética.

Actualmente existem no mercado algumas opções de medidores de energia eléctrica. O que estes aparelhos fazem é medir a quantidade de energia que os clientes gastam, podendo fazê-lo de uma forma abrangente a toda a habitação ou a segmentos específicos. Estes segmentos estão por norma sob monitorização de tomadas inteligentes² escolhidas pelo cliente, permitindo-lhe assim fazer um controlo mais restrito dos consumos (apenas de um electrodoméstico por exemplo).

Ao fazer o esforço de integração com os medidores mais fortes do mercado, o unplugg afirma-se como agnóstico no que ao *hardware* diz respeito, funcionando como *Software as a Service*³ e disponibilizando integração completa via API. Esta vasta integração alimenta a visão do produto: tornar-se numa plataforma global e aberta para a gestão energética de habitações. A plataforma integra ainda soluções de automação inteligente para *smartplugs*,

¹Serviço disponível em <http://unplu.gg>

²O termo mais utilizado no mercado global para tomadas inteligente é *smartplug*

³Modelo de distribuição de *software* em que o fornecedor fica responsável por toda a estrutura necessária para o funcionamento do sistema, ficando o mesmo disponível para o cliente a partir da internet e mediante o pagamento de um valor recorrente.

permitindo o controlo remoto da energia de aparelhos e a automação do seu funcionamento.

O trabalho desenvolvido no estágio procura responder a dois desafios importantes para este tipo de soluções: a questão da retenção de utilizadores a este tipo de serviço e a capacidade de fornecer recomendações úteis para o utilizador sob o ponto de vista da poupança energética.

1.2 Problematática da poupança energética

O problema da poupança energética pode ser encarado sob dois pontos de vista distintos: o dos consumidores e o da empresas de fornecimento energético. O primeiro é o principal alvo do trabalho desenvolvido no contexto deste estágio. Actualmente, estima-se que a quantidade de energia desperdiçada nas habitações ronda os 20%[14]. Este valor é extremamente significativo quando enquadrado no actual contexto económico e ambiental. Com uma redução efectiva da energia desperdiçada nas habitações, é possível abater as despesas familiares na energia e atingir um importante impacto social.

Para além do ponto de vista do consumidor, também o mercado das fornecedoras de energia tem a ganhar com uma mais eficiente poupança energética. Este ganho pode por exemplo provir da redução da necessidade da utilização de combustíveis fósseis para produção de energia. Uma utilização da energia mais inteligente por parte dos consumidores ao longo do tempo tenderá para uma diminuição das potências energéticas contratadas o que permitirá às fornecedoras de energia uma maior independência relativamente às fontes de energia mais poluentes como os combustíveis fósseis. O ganho passa assim também para a dimensão ambiental, uma questão cada vez mais importante nas sociedades modernas.

Utilizadores

O estado actual dos sistemas de gestão energética para habitações enfrenta hoje em dia importantes desafios na área de retenção de utilizadores aos serviços disponíveis.

As ofertas actuais na área de gestão energética de habitações apresentam dificuldades em implementar serviços que consigam segurar utilizadores em níveis de retenção satisfatórios. Face à pouca atractividade dos ciclos de interacção com o utilizador, este tende a perder o interesse depois de algum tempo e quebra-se a interacção desejada, arrastando por consequência os níveis de poupança e eficiência energética para níveis mais baixos.

Para combater esta questão irão ser estudadas e implementadas algumas técnicas de interacção com o utilizador, tentando maximizar as taxas de retenção dos utilizadores ao serviço.

1.3 Objectivos

O trabalho a desenvolver tem dois objectivos principais:

Aplicar um sistema de recomendações à gestão energética

Construção de um sistema de recomendações que ajude o utilizador na poupança energética.

Através das recomendações geradas, pretende-se que o utilizador desenvolva mudanças comportamentais no sentido da alteração dos seus hábitos de consumo energético mais gastadores. O sistema deverá ser capaz de recomendar desafios ou comportamentos concretos que o utilizador poderá realizar. A relação entre os desafios e os comportamentos a fomentar no utilizador quer-se o mais estrita possível, sendo o caso ideal o do desafio que leva o utilizador a alterar um comportamento que torne a sua habitação mais eficaz a nível energético.

Potenciar o papel da interacção com os utilizadores

A interacção próxima com o utilizador é um dos aspectos fundamentais deste trabalho e visa essencialmente atacar o problema da fraca retenção de utilizadores normalmente registada neste espaço. O sistema irá fazer as suas recomendações baseando-se sempre na premissa de que o utilizador conseguirá levar a cabo o desafio com mais ou menos esforço. No âmbito desta interacção, a construção de um sistema adicional de notificações e avisos ao utilizador trará valor

para recomendações mais imediatas e de menor tempo de reacção mais curto. Cenários como consumos de energia muito desviados da normalidade poderão de imediato ser reportados ao utilizador de forma a que este possa agir no sentido de corrigir uma possível anomalia. Este objectivo será implementado num prazo mais longo dada a sua relação mais afastada com o sistema de recomendação principal e a necessidade de integração com a plataforma em produção no unplugg.

Para o garantir, serão implementados métodos de análise da utilidade das recomendações dadas sendo que esta poderá ser verificada pela receptividade que as recomendações têm por parte dos utilizadores, ou pelo impacto que têm nos consumos depois de serem realizadas.

1.4 Estrutura do documento

Este relatório encontra-se estruturado segundo os seguintes capítulos:

Estado da arte

No capítulo do estado da arte são estudados e analisados os principais elementos presentes no mercado onde o trabalho desenvolvido se insere. A primeira parte do estado da arte dedica-se aos sistemas de recomendação. São revistas as técnicas mais utilizadas na área, referindo vantagens e desvantagens de cada uma. No final do capítulo são ainda levantados os principais problemas e desafios que os sistemas de recomendação enfrentam hoje em dia.

Passando para a secção de casos de estudo, o documento apresenta e analisa um conjunto de opções presentes no mercado dos serviços *web*. São estudadas as abordagens que estas opções seguem e como é que os sistemas de recomendação constituem uma mais valia para os serviços e para os seus utilizadores. De seguida é feita uma aproximação ao mercado da gestão energética de habitações. São revistas as soluções com maior representação no mercado e feita a análise do seu estado de utilização ou implementação de sistemas de recomendação. O capítulo termina com uma observação sobre o trabalho que as empresas fornecedoras

possuem em produção neste mercado e quais as suas motivação para o fazer.

Metodologia

O capítulo da metodologia pretende dar a conhecer o processo de trabalho seguido durante o estágio e o planeamento sob o qual este decorreu.

É descrita o método de trabalho e de desenvolvimento seguido, justificando as escolhas efectuadas e detalhando a utilização das ferramentas.

O planeamento do estágio efectuado é revisto no final deste capítulo, analisando-se a execução das tarefas propostas.

Análise do sistema

Este capítulo pretende dar a conhecer a aplicação desenvolvida com mais detalhe.

Começa-se por apresentar a aplicação desenvolvida sob uma perspectiva de alto nível, partindo-se gradualmente para o mais detalhado.

Depois de realizada a análise de requisitos e de riscos é explicada a arquitectura da aplicação e o seu funcionamento interno, percorrendo-se os vários componentes.

As escolhas de interface gráfica são descritas nesta fase do relatório, seguindo-se os detalhes técnicos ligados ao funcionamento da aplicação.

Experimentação

Todo o período de experimentação e intervenientes são descritos neste capítulo.

São percorridos factores como conjuntos de perguntas, estratégias e grupos de utilizadores.

No final são apresentados resultados e faz-se uma pequena conclusão sobre a experiência efectuada.

Conclusões

O último capítulo pretende encerrar o documento com algumas conclusões sobre o trabalho efectuado, o estado actual do sistema e os próximos passos a tomar no seu desenvolvimento.

Capítulo 2

Estado da arte

2.1 Sistemas de recomendação

2.1.1 Introdução

Os sistemas de recomendação são na sua essência, software que fornece sugestões ao utilizador, podendo estas sugestões estar relacionadas com processos de tomada de decisão variados como que notícias ler, que música ouvir ou que artigo comprar. [4]. A motivação para a implementação de sistemas de recomendação é em grande parte explicada pela enorme variedade de escolhas que o utilizador encontra na *web*, sendo necessário um mecanismo que de alguma forma o ajude a filtrar os conteúdos que mais lhe poderão interessar. Baseando-se na observação de que, nas decisões rotineiras, as pessoas tendem a confiar em recomendações dadas por outros [13], os primeiros sistemas de recomendação converteram este comportamento para gerar recomendações. As recomendações eram o resultado da análise do que utilizadores similares tinham também gostado. À medida que os conteúdos foram crescendo em variedade e dimensão na *web*, surgiu também a necessidade de diversificar as abordagens dos sistemas de recomendação, sendo hoje em dia peças fundamentais ao funcionamento de muitos dos maiores *websites* mundiais.

2.1.2 Abordagens e técnicas

Os sistemas de recomendação podem ser mais ou menos dependentes de grandes quantidades de dados para conseguir gerar resultados mas estes dados estão geralmente associados a três tipos

fundamentais:

Itens

Objectos que representam o resultado do sistema de recomendação, ou seja, aquilo que o sistema vai sugerir ao utilizador.

Os itens podem englobar o valor que têm ou poderão ter para um dado utilizador, bem como o conjunto de características intrínsecas que poderão ser utilizadas na geração de sugestões.

Utilizadores

Os utilizadores são os agentes alvo do sistema de recomendação, aqueles a quem as sugestões vão ser efectuadas.

À semelhança dos itens, também os utilizadores são possuidores de um conjunto de características que possibilitam o funcionamento do sistema de recomendação. A representação dos utilizadores no sistema varia consoante a orientação do sistema.

Transacções

Interacções que ocorrem entre os utilizadores e os itens.

Sempre que um utilizador visualiza um determinado item ou o classifica, está a dar informação que pode ajudar o sistema de recomendação na sua tarefa de gerar sugestões. Classificações de itens com estrelas de um a cinco, ou indicações de que o utilizador gostou ou não de um item são exemplos de transacções.

O objectivo principal de um sistema de recomendação é que as sugestões que fornecer sejam o mais úteis possível para o utilizador e, para isto, é necessário que o sistema preveja que itens valem ou não a pena recomendar.

Para o fazer, o sistema pode ser construído através de várias técnicas[3][16][17]:

Collaborative filtering[15]

Estes sistemas de recomendação executam as recomendações ao utilizador tomando por base os itens que melhor se adequaram a outros utilizadores similares.

Utilizando como exemplo um sistema de recomendação para filmes construído com esta técnica, se o sistema verificar que um utilizador apresenta gostos muito semelhantes a outro

grupo de utilizadores, pode utilizar os filmes que estes já avaliaram positivamente para recomendar ao primeiro utilizador.

O *collaborative filtering* é considerado a técnica mais popular e largamente implementada[4][7][19].

Content-based filtering

Ao contrário do *collaborative filtering*, esta técnica centra-se nos itens e não nos utilizadores.

As sugestões são geradas com base nas relações entre itens, sendo recomendados itens com características aproximadas às dos itens que o utilizador já demonstrou serem melhores para si.

Recorrendo novamente ao exemplo do sistema de recomendação de filmes, se o sistema tiver informação de que um utilizador viu ou gostou de vários filmes de acção, irá recomendar filmes desse género porque corresponderão com mais probabilidade ao gosto do utilizador.

Este tipo de sistemas de recomendação tem a vantagem de conseguir recomendar itens numa fase bastante prematura da utilização de um serviço.

Demographic filtering

Esta técnica procura fornecer recomendações com base no perfil demográfico do utilizador.

Existe uma tentativa de atribuir recomendações específicas a nichos demográficos identificados. Exemplos da utilidade deste tipo de técnica são recomendações específicas para utilizadores falantes de uma determinada língua, país ou faixa etária.

Knowledge-based filtering

Os sistemas de recomendação que utilizam esta técnica procuram inferir as necessidades ou preferências dos utilizadores.

A recomendação é baseada em conhecimento específico sobre a relação que os requisitos de um utilizador tem com as características dos itens.

Híbridos

Os sistemas híbridos combinam as técnicas acima descritas

e partem da premissa de que, combinadas, as técnicas compensam as falhas umas das outras.

2.1.3 Problemas e desafios

Os sistemas de recomendações são hoje em dia ferramentas com provas dadas da sua utilidade para os utilizadores e para os mercados onde são utilizados. Contudo existem ainda alguns problemas e desafios associados a este ramo da engenharia de software.

Problemas

Escassez de dados

A falta de quantidade de dados é provavelmente o factor de risco de maior relevância para os sistemas de recomendação. Atendendo aos exemplos do Netflix, Google ou Amazon, verifica-se que os sistemas de recomendação com melhores resultados são aqueles onde a quantidade de dados é maior. Mesmo para sistemas de recomendação que consigam funcionar numa fase precoce de interacção com o utilizador, a regra geral é que os sistemas vão melhorando à medida que são alimentados com maiores quantidades de dados.

Alteração de dados

Os sistemas de recomendação actuais ainda não mostram capacidade suficiente para se adaptar a ecossistemas com uma rápida mutação de tendências ou produtos. Exemplo claro deste fenómeno é o mercado da moda onde a alteração dos produtos e dos gostos dos utilizadores é constante e ocorre de forma rápida. Nestes casos os sistemas de recomendação apresentam algumas limitações dadas as técnicas que utilizam para gerar recomendações (geralmente baseadas no passado), mas também por culpa da enorme quantidade de atributos que os itens apresentam e da sua subjectiva relevância para os utilizadores.

Alteração da intenção dos utilizadores

A intenção com que o utilizador recorre a um dado serviço representa também um desafio importante para o sistema de recomendação. Quando um cliente da Amazon por exemplo, visita o serviço com o objectivo de encontrar um produto para oferecer à sua mãe, o sistema de recomendação não vai ajustar as suas recomendações a este propósito específico.

Itens imprevisíveis

Dada a sua natureza e à tentativa constante de recomendar itens com a maior probabilidade possível de aceitação pelo utilizador, os sistemas de recomendação não mostram muita flexibilidade para sugerir itens diferentes do habitual âmbito de escolhas do utilizador. Itens com reacções extremas por parte dos utilizadores por exemplo, onde as avaliações são ou muito boas ou muito más, têm muito pouca probabilidade de serem recomendados. Este comportamento contribuí para um afinilamento das recomendações que pode não se revelar benéfico para o utilizador.

Complexidade

Os sistemas de recomendação constituem tecnologia que, na maioria dos casos, é bastante complexa. Esta complexidade está bem patente na enorme quantidade de dados que os sistemas de recomendação têm de ter em conta para gerarem sugestões. Outro exemplo claro que ilustra bem esta complexidade é a necessidade de combinação de várias técnicas de recomendação para que o sistema alcance melhor performance.

Desafios

Escalabilidade

A escalabilidade é dos maiores desafios colocados aos sistemas de recomendação actualmente. É cada vez mais necessários que estes sistemas tenham a capacidade de receber e interpretar enormes quantidades de dados provenientes dos mais diversos contextos. O exponencial crescimento de interacções entre itens e utilizadores promovido pelo estado actual da web representa uma dificuldade para os sistemas de recomendação[4].

Proactividade

Muitos dos sistemas de recomendação actuais funcionam já num paradigma de sugestões não explicitamente requisitadas pelo utilizador. O desafio neste campo é, por iniciativa do sistema, fornecer recomendações que o utilizador não considere desajustadas ou incomodativas.

Privacidade

Na sua tentativa de melhorar as sugestões oferecidas, os sis-

temas de recomendação tendem a utilizar todas as informações que consigam obter sobre os utilizadores. Se esta busca de informação ocorrer de forma desmedida rapidamente se colocam questões sobre a privacidade dos utilizadores e estes sentem de que o sistema sabe demasiado sobre o utilizador pode ser prejudicial. O desafio está então na utilização regrada e inteligente de dados sobre o utilizador que não ponham em causa a sua privacidade.

Distribuição

A transacção dos sistemas de recomendação que funcionam em ambientes centralizados para tecnologias mais abertas e distribuídas como *cloud computing* é um desafio importante pela flexibilidade e robustez que irá trazer aos sistemas de recomendação.

Continuidade

Para se tornar mais inteligentes e conseqüentemente mais eficientes, é colocado o desafio aos sistemas de recomendação de expandir o conceito actual de recomendação singular ao utilizador. O que se pretende é que sistema e utilizador não interajam sob uma perspectiva esparsa e desconexa mas antes como se uma forma de dialogo se tratasse, com o sistema a conseguir gerar sequências de recomendação lógicas e mais adequadas às necessidades dos utilizadores.

Mobilidade

Com a cada vez maior disseminação de dispositivos móveis nas sociedades actuais, coloca-se também aos sistemas de recomendação que se adaptem a esta realidade. Este esforço terá de ser feito tanto na adaptação de interacções e interfaces aos dispositivos de menores dimensões, em grande parte utilizando as ferramentas de que os próprios dispõem (notificações por exemplo), como na utilização da camada de dados que a utilização dos dispositivos pode oferecer aos sistemas (localização por exemplo).

2.2 Casos de estudo

2.2.1 Hunch

O Hunch¹ é, numa perspectiva de alto nível, uma plataforma de recomendações customizada de uma maneira bastante individualizada para cada utilizador[20].

No sistema de recomendação do Hunch, as preferencias pessoais do utilizador ganham um peso mais alto, fazendo o sistema uma tentativa de traçar um 'perfil de gostos' o mais detalhado possível. Para o fazer, a plataforma convida o utilizador a inserir os seus gostos e preferências no sistema através de uma interface simplificada e apelativa, minimizando assim o risco da carga de esforço por parte do utilizador exceder o limite que o fará abandonar a introdução de dados. O Hunch torna tudo isto num processo leve e descomplicado para o utilizador, incluindo perguntas como "Que tipo de alface prefere na salada?" ou "Gosta de dançar?" nos questionários. A hipótese do utilizador não responder a uma pergunta é sempre disponibilizada.

Outro aspecto importante na abordagem do Hunch é a tentativa que o sistema faz de oferecer recomendações ao utilizador numa fase bastante prematura da sua interacção. Assim que o utilizador insere a informação básica e diz quais as suas escolhas sobre algumas questões apresentadas, o sistema, utilizando técnicas de *content-based filtering*, tenta adivinhar que outros itens o utilizador possa gostar e recomenda-as. Este ponto é importante porque aumenta a retenção dos utilizadores à utilização do serviço, aumentando por consequência a eficácia do sistema de recomendação.

Os questionários apresentados aos utilizador pelo Hunch são constituídos por perguntas denominadas THAY (*Tell Hunch About You*), que foram já respondidas mais 80 milhões[20]. Porém, hoje em dia a informação que entra no sistema do Hunch não provém exclusivamente das THAYs mas também de outras valiosas fontes de dados. Uma das maiores é também directamente 'oferecida' pelos utilizadores e consiste no sistema de *rating* de recomendações. O Hunch começa por sugerir algumas recomendações e atribui-lhes automaticamente o *rating* que acha mais indicado, estas são ajustadas posteriormente pelo utilizador, enriquecendo o

¹Plataforma disponível em <http://hunch.com>

sistema com o perfil de gostos próprio. O Hunch utiliza as ligações com *websites* externos para também procurar informação. Exemplo flagrante é a actividade que os utilizadores desenvolvem no Facebook em termos de preferências e os *chek-in's* que efectuam em serviços de geo-referenciação. Juntando a isto a informação social que consegue obter como amigos no Facebook² ou seguidores no Twitter³, o Hunch oferece um poderosíssimo sistema de recomendação sob a forma de API⁴ que distribui comercialmente para retalhistas, *merketers* e outras áreas de actividade onde o conhecimento sobre as preferencias dos clientes tenha valor.

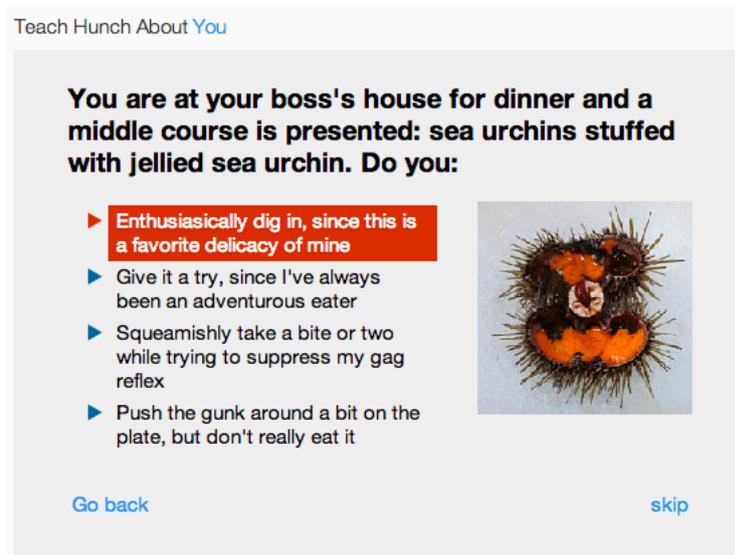


Figura 2.1: Exemplo de uma THAY proposta pelo Hunch

2.2.2 Amazon

A Amazon⁵ é considerada um líder no mercado retalhista e nos sistemas de recomendação[8].

Como base deste sucesso, a Amazon investiu uma grande quantidade de recursos na construção do seu sistema de recomendação que aplica a técnica do *collaborative filtering* aos produtos

²Rede social disponível em <http://facebook.com>

³Rede social disponível em <http://twitter.com>

⁴Application Programming Interface

⁵Serviço disponível em <http://amazon.com>

presentes no histórico do utilizador.[5].



Figura 2.2: Exemplo de recomendações dadas pela Amazon

Item-to-Item Collaborative Filtering

Esta técnica assemelha-se um pouco às técnicas de *content-based filtering* uma vez que o que faz é construir recomendações através de grupos de produtos que gera a partir do histórico de produtos de um determinado utilizador. Ao aplicar o conceito de *collaborative filtering* aos produtos e não aos utilizadores, a Amazon conseguiu aumentar os resultados na escalabilidade uma vez que uma grande parte do processamento de dados passou a ser feito *offline*. A questão da falta de dados foi também ultrapassada porque o sistema consegue recomendar produtos com um histórico bastante reduzido[5].

2.2.3 Netflix

O Netflix⁶ é o líder de mercado entre os serviços de aluguer de vídeo, sendo também o serviço que apresenta melhores níveis de satisfação de clientes. O sistema de recomendação é uma peça fulcral no sistema do Netflix quando se constata que 60% de filmes seleccionados resultam de recomendações geradas pelo sistema de recomendações.[18].

O Netflix usa também um sistema de *rating* de filmes por parte dos utilizadores para alimentar o seu motor de recomendações construído com técnicas de *collaborative filtering*. Para

⁶Serviço disponível em <http://netflix.com>

além do *collaborative filtering* aplicado à similaridade entre filmes, o Netflix aplica o algoritmo de *K-nearest-neighbor*[18] para aumentar a credibilidade das ligações que estabelece entre os filmes recomendados.

Outro aspecto relevante no sistema de recomendação do Netflix é a explicação dada ao utilizador sobre a recomendação que está a ser feita. Esta factor é importante no sistema de recomendação porque aumenta a confiança estabelecida entre o utilizador e as recomendações oferecidas. Esta confiança funciona por sua vez num elemento fomentador de retenção do utilizador ao serviço.

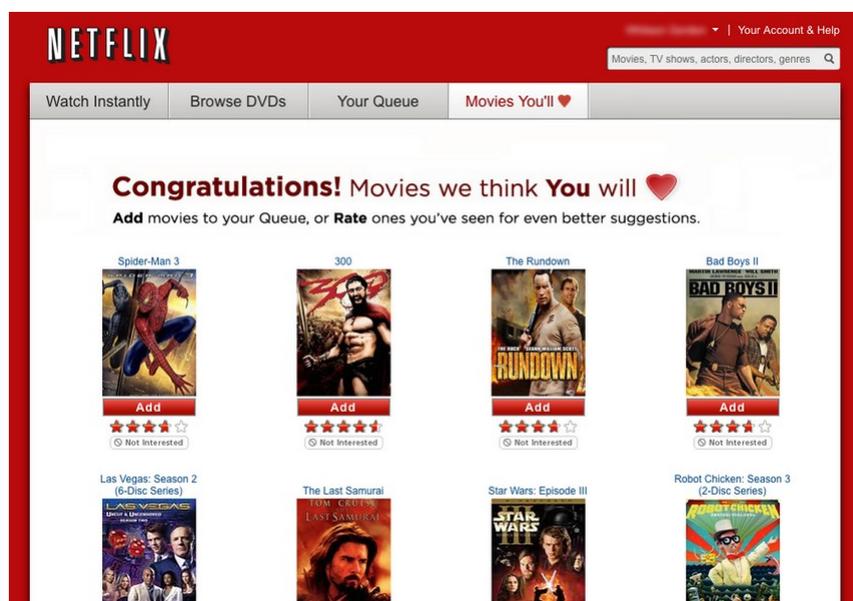


Figura 2.3: Exemplo da página de recomendações do Netflix

Netflix Prize

Em Outubro de 2006, o Netflix lançou um concurso que se viria tornar num marco na história e no desenvolvimento dos sistemas de recomendação.

O desafio colocado era o da construção de um sistema de recomendação que superasse em 10% o sistema utilizado pelo Netflix e para isso era disponibilizado um *dataset* com 100 milhões de *ratings* a filmes. O prémio de \$1.000.000 foi atribuído à *BellKor's*

Pragmatic Chaos[12] que venceu o concurso com um algoritmo que aglomerava diversos *sets* de recomendações[2][10].

2.2.4 Pandora

Ao contrário dos casos até agora referidos, o serviço de *streaming* de música Pandora⁷ tem o sistema de recomendação baseado em *content-based filtering*. O Pandora utiliza um dos maiores sucessos desta técnica de recomendação, o *Music Genome Project*.

O *Music Genome Project* parte do princípio de que os ouvintes têm gostos bastante particulares e pretende dotar as músicas do maior número possível de características distintas possível. São mais de 450 características distintas identificadas e que se tornam relevantes para a identificação dos gostos pessoais dos ouvintes e para as consequentes recomendações. Por cada música que o utilizador ouve ou demonstra preferência, o sistema vai inferindo o seu gosto e assim melhorando cada vez mais as suas recomendações[6].

⁷Plataforma disponível em <http://pandora.com>

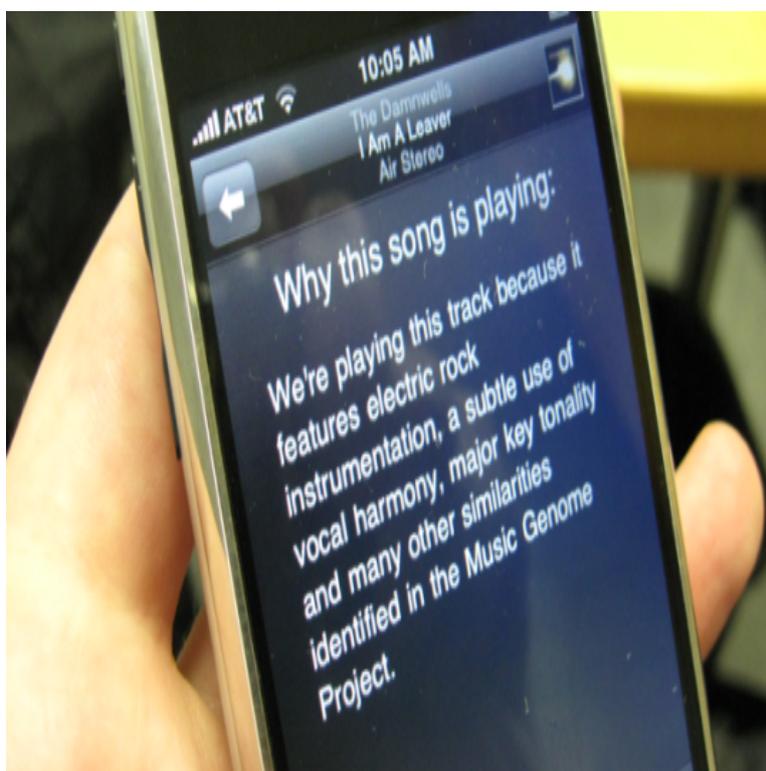


Figura 2.4: Justificação da recomendação feita pelo Pandora

2.3 Gestão energética de habitações

2.3.1 Smart Grid

O conceito de *Smart Grid* pretende implementar as tecnologias digitais modernas às infra-estruturas de distribuição energética[9], sendo possível uma monitorização e controlo precisos do estado da rede de distribuição. Este controlo possibilitado pela *Smart Grid* traz para o âmbito da produção e consumo de energia uma maior capacidade de adaptação das redes, resultando em economia energética.

A implementação da *Smart Grid* ocorre de uma forma profunda e alargada nas redes de distribuição eléctrica para que o controlo seja o mais preciso quanto possível. A aplicação de tecnologias sensoriais e de medição traz uma resposta rápida para as questões de monitorização e possibilitam uma dinâmica grande

no mercado de energia. Torna-se possível o ajuste do preço de energia para as fornecedoras, dependendo da procura que se verifica durante um determinado período de tempo por exemplo e esta flexibilidade traz vantagens também para os consumidores. [1].

O consumidor é então um conceito central dentro do projecto da *Smart Grid* uma vez que as possibilidades que abre alteram por completo o paradigma até aqui existente. É agora possível ao consumidor ter conhecimento preciso e actual sobre a energia que gasta, obrigando também as fornecedoras a criar produtos e serviços mais focados no consumidor. O resultado desta nova interacção será uma maior eficiência energética, tanto na escala das grandes fornecedoras como no mercado doméstico.

2.3.2 unplugg

Como já foi referido na introdução deste relatório, a unplugg é uma plataforma de gestão energética de habitações construída desde início com o utilizador final no topo das prioridades. Os objectivos são dar a conhecer aos utilizadores a energia gasta em sua casa de uma forma útil mas ao mesmo tempo simplificada. Para além disto o ponto de vista da poupança está subjacente a todas as ferramentas implementadas na plataforma.

Estas são as principais funcionalidades que o unplugg oferece aos seus utilizadores.

Facilidade de utilização

A interacção do utilizador foi um elemento de primordial importância desde o início do processo de desenvolvimento. O utilizador tem acesso às funcionalidades de uma forma intuitiva, sendo os processos validados de forma regular com utilizadores reais.

Integração

Para ir ao encontro das necessidades do maior número possível de utilizadores e para entrar no mercado internacional da gestão energética, a plataforma apresenta uma larga capacidade de integração com os medidores de energia implementados nos vários mercados. Este esforço de integração é justificado pela barreira que se elimina na adopção do serviço por parte dos utilizadores que já tenham adquirido os equipamentos.

Análise de dados

Os dados recolhidos pela plataforma são analisados e mostrados ao utilizador sob a forma de gráficos representativos dos seus consumos energéticos e de métricas úteis para a compreensão da poupança energética efectuada. A unplugg tem a capacidade de mostrar ao utilizador os consumos que ocorrem em tempo real e segmentados por tomadas inteligentes se o utilizador as possuir.

API

A API desenvolvida permite a comunicação entre aplicações externas e a plataforma unplugg. É suportada a comunicação bidireccional para quase todos os tipos de dados presentes na plataforma, recorrendo a tecnologias e convenções actuais que facilitem a integração como *REST* e *JSON*⁸. Este paradigma de comunicação da API implementada faz do unplugg um ecossistema favorável para a construção de outras aplicações que utilizem dados sobre consumos eléctricos.

Automação

No caso do utilizador possuir tomadas inteligentes, a unplugg encontra-se preparada para fazer a sua gestão de forma manual ou automática. É possível desligar e ligar os dispositivos de forma manual a partir da plataforma mas, mais interessante do que isso, é o algoritmo que detecta quando é que uma determinada tomada deve estar desligada e o faz de forma autónoma. Esta funcionalidade é bastante valiosa dada a poupança energética que pode traduzir pela aplicação a aparelhos que fiquem por norma em modo *standby*.

Desafios

Os desafios presentes na plataforma estimulam os utilizadores a desenvolver comportamentos de poupança energética. São conselhos que o utilizador pode por em prática na sua habitação e ao completa-los recebe pontos.

Suporte móvel

A aplicação móvel do unplugg dá a possibilidade aos utilizadores de consultarem os seus dados e de gerir o funcionamento das tomadas inteligentes.

⁸Mais informação em <http://www.json.org>

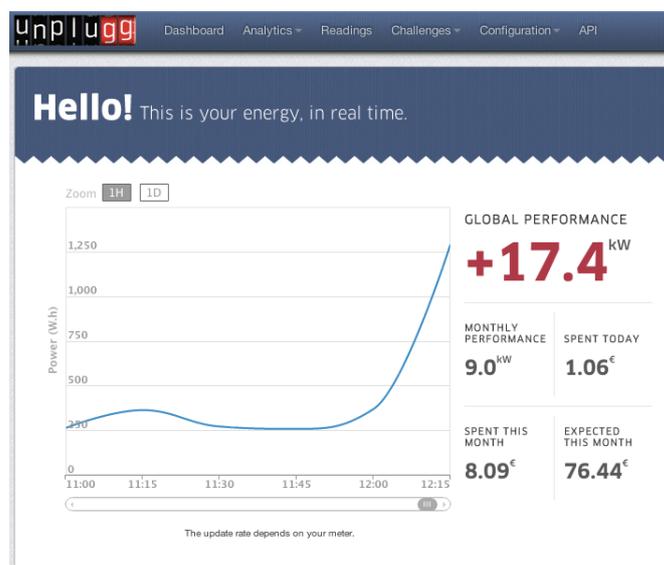


Figura 2.5: Dashboard principal do unplugg

2.3.3 Opower

A Opower⁹ pretende afirmar-se no mercado da gestão energética de habitações como sendo o principal intermediário entre os consumidores e as empresas de fornecimento de energia.

Para o fazer, a empresa apresenta um conjunto variado de soluções como relatórios de consumos energéticos, alteração de comportamentos de eficiência energética e automação de habitações. Estas soluções fomentam a poupança energética, não esquecendo uma forte atenção ao aspecto da retenção e fidelização dos clientes, tornando a Opower numa mais valia para as empresas fornecedoras de energia.

Opower Insight Engine

O *Opower Insight Engine* é o sistema de recomendações inteligentes da Opower que recolhe informação sobre energia de várias fontes e gera valor sobre esta para o utilizador. O grande objetivo do sistema é gerar informação o mais segmentada possível para os utilizadores, fazendo com que estes reconheçam a grande

⁹Plataforma disponível em <http://opower.com>

mais valia que este *feedback* personalizado traz para a gestão energética da habitação. Para alimentar o sistema a Opower utiliza uma variedade significativa de fontes de dados. Medições de energia eléctrica das habitações, despesas dos utilizadores em energia, participação directa de utilizadores, condições do clima, geolocalização, informação sobre a habitação são exemplos de tipos de dados que alimentam este motor de recomendação. Os resultados são então disponibilizados aos utilizadores e às empresas de fornecimento de energia[11].

2.3.4 Simple Energy

À semelhança da Opower, a Simple Energy¹⁰ apresenta uma solução que funciona como um posto intermédio entre empresas de fornecimento de energia e consumidores, colocando a questão do consumo energético sob um ponto de vista fortemente social.

O factor diferenciador da solução apresentada pela Simple Energy sustenta-se na comparação entre os consumos energéticos dos consumidores. O sistema utiliza as ligações sociais dos utilizadores como o Facebook para fornecer aos utilizadores comparações sobre os seus consumos energéticos relativamente aos dos seus amigos ou ligações no sistema. O que se pretende com esta interacção é fomentar no utilizador a aprendizagem de comportamentos facilitadores de eficiência energética. A competição que se cria com a experiência possibilitada pelo sistema da Simple Energy mantém os utilizadores mais motivados na utilização do sistema e resulta numa maior eficácia dos comportamentos aprendidos.

¹⁰Plataforma disponível em <http://utilities.simpleenergy.com/>



Figura 2.6: Simple Energy Dashboard

2.3.5 Lowfoot

À semelhança do produto oferecido no unplugg, a Lowfoot¹¹ permite a integração de *meters* de consumos energéticos e o funcionamento do sistema baseia-se nos dados recolhidos por essa via.

Com os dados dos consumos recolhidos, a Lowfoot vai ajudar o utilizador a perceber com detalhe a forma de como a sua energia está a ser gasta. Este processo é auxiliado por recursos como gráficos diversos de consumos para referencia visual ou notificações sobre a utilização energética.

Em complemento, a Lowfoot utiliza a comunidade existente

¹¹Plataforma disponível em <http://lowfoot.com>

para gerar recomendações para os seus utilizadores acerca da eficiência energética. Um membro da comunidade pode recomendar a outro que tome uma determinada medida como substituir um electrodoméstico ou desligar aparelhos no período nocturno e o utilizador poderá posteriormente dizer se as recomendações foram ou não úteis no seu caso.

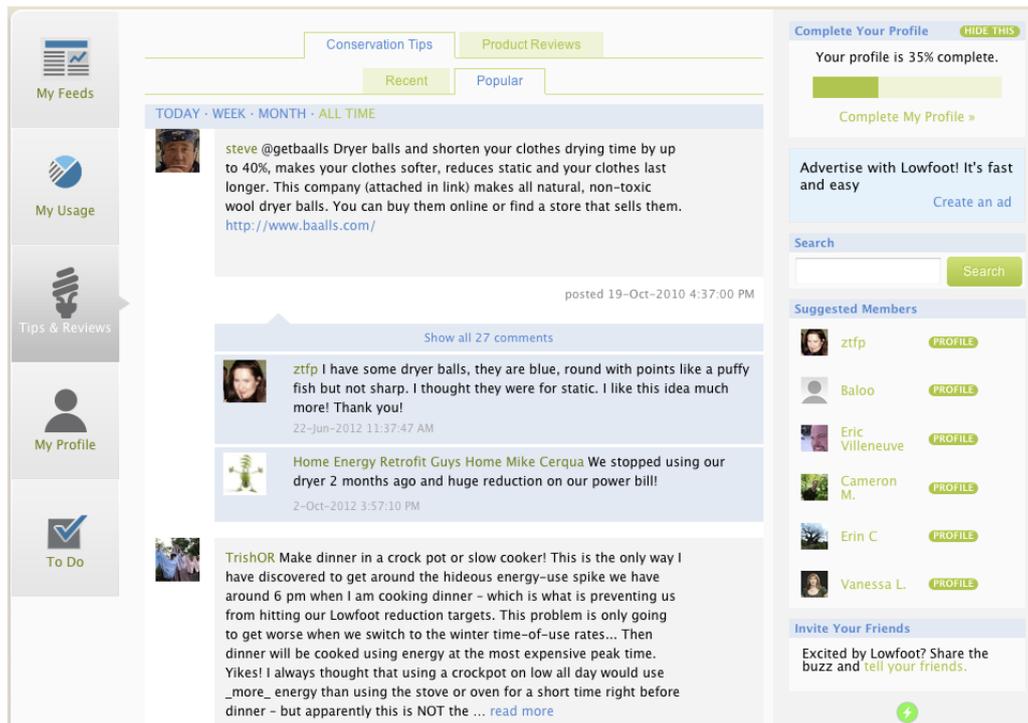


Figura 2.7: Lowfoot - Dicas da Comunidade

A Lowfoot utiliza uma forma de motivação e retenção de utilizadores baseada em prémios. Se um utilizador conseguir alcançar as metas estabelecidas para um determinado período de tempo receberá créditos do sistema que poderão posteriormente ser convertidos em dinheiro.

2.3.6 Myenergy

O MyEnergy¹² é um serviço mais abrangente de gestão energética que, em adição à energia eléctrica, possibilita também a gestão de água e gás.

Actualmente em funcionamento apenas nos Estados Unidos, o MyEnergy inclui alguns dos conceitos já discutidos em outras soluções e complementa-os com alguns aspectos diferenciadores de elevado relevo.

Para começar, o serviço permite ao utilizador monitorizar todos os consumos da habitação de uma forma centralizada dado o seu suporte para consumos de água e gás. A vertente social e de comparação com consumos de amigos a ela associados está também presente uma vez que o serviço permite integração de contas Facebook ou Google. A comparação de consumos com amigos, familiares e vizinhos funciona como factor motivador para a poupança e eficiência energética.

No plano das recomendações, o MyEnergy é capaz de as fazer chegar ao utilizador de duas maneiras distintas, através de truques e dicas que aumentem a eficiência energética da habitação registada no serviço ou, num exercício mais aprofundado, sob a forma de um plano personalizado de poupança energética. Sem qualquer tipo de informação específica sobre a habitação do utilizador o sistema é capaz de gerar recomendações simples e com um grau de esforço associado. Desta forma o utilizador tem desde o início da experiência com o serviço uma interacção que lhe traz valor e sabe sempre o que terá de gastar comparado com os lucros que terá posteriormente. Esta abordagem resulta numa maior satisfação dos utilizadores e consequentemente numa maior motivação para continuar a utilização do serviço.

¹²Plataforma disponível em <http://myenergy.com>

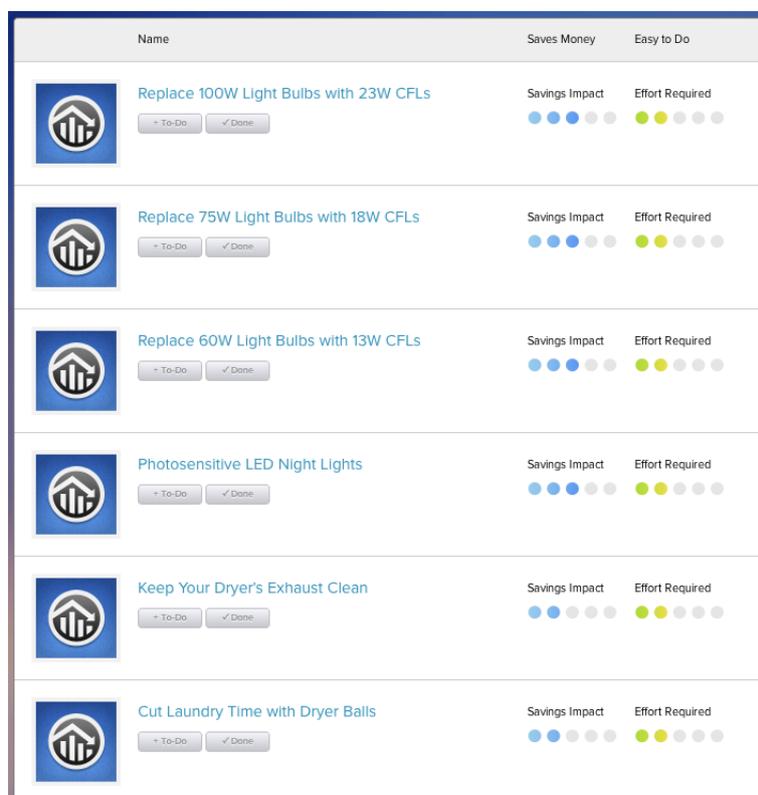


Figura 2.8: MyEnergy - Recomendações iniciais

Como mecanismos de motivação e retenção de utilizadores à plataforma, o MyEnergy utiliza um sistema de desafios e recompensas altamente encorajador. Nos desafios são utilizados os dados sobre a poupança energética efectuada pelo utilizador para o colocar em *leaderboards* como os seus amigos. Se o desempenho for satisfatório o utilizador terá então direito a recompensas que poderão ser convertidas em bens ou serviços.

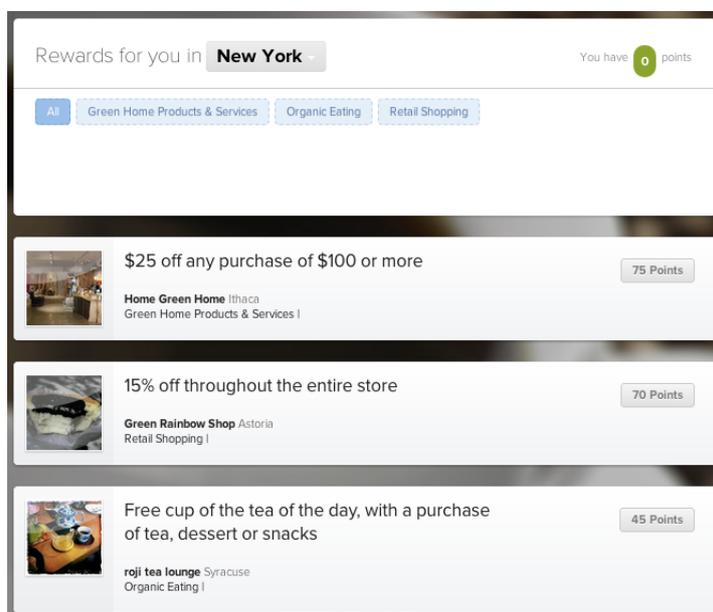


Figura 2.9: MyEnergy - Recompensas pelos desafios

2.3.7 Outras soluções

Xively

O Xively¹³ é uma plataforma de monitorização energética que centra a sua actividade nos dados energéticos que recolhe e disponibiliza.

À semelhança da unplugg, o Xively pretende trazer o conceito de *Internet of Things* para o campo da gestão energética, funcionando como uma ponte de dados entre aplicações e dispositivos. Para o fazer o Xively confia na sua poderosa API, capaz de integrar um grande número de dispositivos, incluindo soluções idealizadas pelos próprios utilizadores como por exemplo *arduin*os. Esta abertura da plataforma permite a sua utilização sob várias perspectivas, ajustando-se às necessidades do utilizador.

Cloogy

O Cloogy¹⁴ é uma solução nascida no mercado português e trata-se de um produto que combina *hardware* e *software*. É uma plata-

¹³Plataforma disponível em <https://xively.com>

¹⁴Serviço disponível em <http://cloogy.pt>

forma mais fechada dada a esta associação mas com um conjunto de funcionalidades de controlo energético bastante relevante.

O controlo da energia pode ser feito pelo utilizador em diversas plataformas e de forma remota, sendo suportado o consumo global da habitação e de tomadas inteligentes que os clientes podem instalar onde mais lhes convir. Permite a criação de alertas programados para situações em que o consumo não seja normal e oferece a possibilidade de comparação e competição com consumos de uma comunidade de utilizadores do serviço Cloogy.



Figura 2.10: Dashboard do Cloogy

Nest

O Nest¹⁵ é um produto bastante diferente dos apresentados mas pela inovação que traz ao mercado da gestão energética de habitações merece o destaque neste capítulo. Basicamente trata-se de um termostato inteligente para habitações.

O Nest surgiu da constatação de que grande parte da energia das habitações era gasta na climatização e, através de um controlo inteligente, tenta baixar esse valor. Para o fazer o Nest implementa no seu produto uma interface bastante *user-friendly*,

¹⁵Produto disponível em <http://nest.com>

conjugada com o seu algoritmo de otimização dos gastos energéticos.



Figura 2.11: Termostato inteligente Nest

2.3.8 Comparação das soluções analisadas

Solução	Principais características	Sistema de Recomendação
unplugg	<ul style="list-style-type: none"> • Integração com os principais <i>meters</i> existentes no mercado • API flexível e aberta • Automação energética • Dados em tempo real 	<ul style="list-style-type: none"> • Relatórios personalizados através do seu <i>Insight Engine</i>
OPower	<ul style="list-style-type: none"> • Integração com a <i>Smart Grid</i> • larga implementação com provedoras de energia • automação • suporte para <i>big data</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Conselhos genéricos na aplicação Facebook

Simple Energy	<ul style="list-style-type: none"> • Camada social para gestão energética • Comparação de resultados facilitada • Forte integração com o Facebook 	<ul style="list-style-type: none"> • Praticamente inexistentes uma vez que a poupança é fomentada por outras vias
Lowfoot	<ul style="list-style-type: none"> • Forte cultura de comunidade • Incentivos monetários à poupança 	<ul style="list-style-type: none"> • Baseado em dicas e conselhos fornecidos pela comunidade
MyEnergy	<ul style="list-style-type: none"> • Suporte para electricidade, gás e água • Forte utilização de <i>gamification</i> • Integração forte com fornecedoras de energia e <i>Smart Grid</i> • Recompensas para poupança energética 	<ul style="list-style-type: none"> • Conselhos genéricos sobre poupança energética em quantidade e com esforço calculado
Cosm	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes quantidades de dados sobre consumos • API poderosa e aberta • Facilidade de integração 	<ul style="list-style-type: none"> • Não existente dada a natureza da solução

Cloogy	<ul style="list-style-type: none"> • Solução de <i>hardware e software</i> integrada • Suporte para tomadas inteligentes • Controlo remoto da energia • Suporte para várias plataformas como <i>tablets, smartphones</i> ou <i>web</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de eficiência energética e dicas sobre poupança energética num dos planos do serviço
Nest	<ul style="list-style-type: none"> • Centrado no funcionamento do termóstato inteligente • Utilização intuitiva • Algoritmo forte para optimização da temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Não existente dada a natureza da solução

Tabela 2.1: Comparação de soluções do mercado da gestão energética de habitações

2.4 *Utilities* e eficiência energética

2.4.1 Interesse das *utilities* na eficiência energética

A ideia de que as *utilities*¹⁶ estão interessadas nas questões de poupança e eficiência energética das habitações dos consumidores pode à partida ser contraditória mas, com a análise de alguns factores, é facilmente explicada.

Actualmente, as empresas que fornecem a energia às habitações fazem o compromisso de fornecer o valor relativo à potência contratada pelos seus clientes. O problema deste modelo é que o valor da potência contratada corresponde tendencialmente a um máximo global do padrão de consumos diários de uma habitação. Em termos práticos tanto a *utilitie* como o cliente perdem com este desperdício. O cliente, se conseguisse identificar de uma forma eficaz onde ocorre o seu pico de consumo ener-

¹⁶Designação no mercado internacional para as empresas fornecedoras de energia

gético poderia direccionar a utilização de energia da habitação de maneira a distribuir os elementos que causam o referido pico ao longo de um maior período de tempo. Com isto, e de uma forma surpreendente, a *utilitie* pouparia também dinheiro uma vez que geralmente a energia necessária para suprir as necessidades provocadas por estes picos de consumo é obtida a partir de combustíveis fósseis.

A título de exemplo tomemos o caso duma habitação em que o pico de consumo energético se dê por volta das 18 horas quando o cliente chega a casa e o valor de kW.h consumidos dispara até para próximo do valor da potência contratada. Se um sistema de gestão energética de habitações conseguir orientar o utilizador no sentido de 'abater' este pico por um período de tempo que vá, por exemplo, das 17 horas às 19 horas o valor da potência contratada poderá ser reduzido poupando-se energia e dinheiro ao cliente e fornecedora. Citando alguns exemplos de como este controlo poderia ser executado temos a automação inteligente do aquecimento da habitação, as recomendações de trocas de aparelhos de baixa eficiência energética, a troca para lâmpadas de baixo consumo, entre muitas outras medidas que podem ser fornecidas ao cliente.

2.4.2 EDP

A EDP¹⁷ disponibiliza aos seus clientes uma variedade de ferramentas de eficiência energética. Analisemos os exemplos mais significativos.

Simuladores

Através do *website* da EDP os clientes têm acesso a um leque de simuladores onde podem introduzir dados referentes à sua habitação ou hábitos de consumo e receber informação no sentido do aumento da poupança energética.

Perfil de Eficiência Energética

O utilizador é guiado por um formulário onde introduz vários dados sobre os hábitos de utilização de aparelhos na habitação. O objectivo do simulador é traçar um perfil de

¹⁷Energias de Portugal

eficiência energética para a habitação e no final o utilizador tem hipótese de consultar conselhos que lhe permitam aumentar os resultados em termos de eficiência energética.

Potência e Consumo

Este simulador permite configurar as diversas divisões de uma habitação com os electrodomésticos que o cliente possui e a partir dessa configuração simula os valores de consumo energético e os gastos esperados para a divisão.

Comparação de Equipamentos

Através deste simulador o utilizador pode avaliar e comparar a eficiência dos seus aparelhos.

Comparação de Consumo

Com a introdução de um conjunto não muito extenso de dados sobre a habitação e os hábitos de consumo energético do cliente, o simulador calcula qual deverá ser o consumo anual e compara-o com a média nacional.

standby

Simulador que pretende informar o cliente do que poderá poupar se desligar os equipamentos que por norma ficam ligados no modo *standby*.

Conselhos energéticos

São disponibilizados ao cliente diversos recursos com recomendações facilitadoras da poupança e eficiência energética.

O alcance destas recomendações é bastante vasto, sendo abrangidas as habitações, equipamentos e até veículos.

Auditoria energética

A EDP fornece um serviço aos seus clientes de auditoria energética que consiste numa intervenção na própria habitação para levantamento dos problemas energéticos e construção de um plano de correcção dos problemas identificados.

Esta auditoria tem um custo para o cliente e é a solução proposta pela empresa que gera recomendações mais fiáveis para a redução energética.

Valor das soluções

No geral as soluções apresentadas pela EDP têm o mérito pelo esforço que representam para aumentar a eficiência energética dos seus clientes e pela mudança comportamental que pretendem fomentar.

No entanto, verifica-se muita fragmentação entre as soluções disponibilizadas, perdendo-se assim algum do valor. Os simuladores atribuem aos clientes valores sobre os diversos parâmetros que se dispõem a avaliar mas o nível de personalização das recomendações é sempre limitado. Os conselhos e recomendações por sua vez, encontram-se bastante dispersos por vários documentos e guias, não sendo linear para o utilizador perceber o seu valor nem o custo que terá a sua implementação.

2.5 Conclusões

2.5.1 Principais tendências

Da análise das várias soluções implementadas no mercado, é possível identificar algumas tendências:

Análise e Controlo de Consumos

A generalidade de soluções analisadas entende como fundamental a possibilidade de mostrar aos utilizadores o que gasta em energia.

A maneira como o fazem varia na forma e no intervalo como é feito. A representação é muitas vezes de uma forma visual, recorrendo a gráficos, mas também são utilizadas várias métricas de poupança como diferenças de consumos ou total gasto durante um período de tempo.

A periodicidade destas visualizações também varia, podendo o utilizador ter acesso a dados em tempo real em algumas soluções, ou relatórios mais detalhados que são entregues mensalmente ou semanalmente.

Plataformas sociais e *Gamification*[21]

É uma tendência cada vez mais forte entre as soluções de gestão energética apontadas aos mercados residenciais. Os conceitos de integração social, muitas vezes apoiadas pelo sistema do Facebook, é utilizado como mecanismo de *enga-*

gement de utilizadores e serve também para manter a sua utilização regular do serviço.

Os métodos que parecem resultar melhor são os que implementam competição através dos consumos efectuados. Os utilizadores podem ver como são os seus consumos quando comparados com os vizinhos ou amigos, motivando-se assim para aumentar a sua poupança.

Suporte multi-plataforma

Com a implementação profunda de produtos como *smartphones* e *tablets* na sociedade actual, é cada vez mais obrigatório oferecer serviços também nestas plataformas e é o que está também a acontecer no mercado da gestão energética, com muitas das soluções apresentadas e providenciar aplicações de controlo dos serviços a partir de dispositivos móveis.

Dicas e Conselhos

Muitos dos serviços revistos dispõem de uma área onde são dados conselhos ou dicas sobre poupança energética. Este esforço nunca se revela personalizado para os utilizadores e em muitos casos torna-se algo vago- É em todo o caso mais uma ferramenta que o utilizador pode utilizar para melhorar a sua poupança.

Orientação de mercado

Embora todas as soluções que foram vistas tenham os seus serviços disponibilizados directamente ao utilizador, nem sempre é este o seu principal mercado. Soluções como a Opower, Simple Energy ou MyEnergy utilizam toda a interacção que conseguem criar com os utilizadores para criar valor para a fornecedoras de energia.

2.5.2 Estado dos sistemas de recomendação no mercado da gestão energética

As actuais soluções implementadas no mercado utilizam em pequena escala os sistemas de recomendação.

As excepções a esta regra são as sugestões fornecidas ao utilizador para o ajudar na poupança energética mas estas são na sua generalidade vagas, genéricas, não sendo o valor dos sistemas de recomendação utilizados na sua plenitude para trazer valor ao utilizador.

Não se regista ainda um esforço alargado por parte dos serviços no sentido de tentar adequar as recomendações que oferecem às características dos utilizadores e das suas habitações e esta ideia tem potencial para trazer para o mercado um paradigma diferente sob o qual os sistemas de gestão energética podem ser vistos. Trata-se de construir assistentes altamente personalizados, que usam a informação das habitações e das interacções sociais dos utilizadores para gerar recomendações precisas e com a máxima utilidade para as situações em concreto.

O trabalho desenvolvido neste estágio vai muito ao encontro desta ideia.

2.5.3 Vantagens da Integração com o Facebook

A inclusão directa do sistema construído pela Simple Energy ou Opower no ecossistema do Facebook traz algumas vantagens importantes para o funcionamento eficaz de todo o processo que se quer ver realizado pelos utilizadores.

Em primeiro a escala que o Facebook apresenta hoje em dia é uma base de potenciais utilizadores de grande escala e a facilidade de partilha de conteúdos possibilita uma fácil e rápida disseminação do que se pretende fazer chegar aos utilizadores.

As ferramentas de integração do Facebook são, por seu lado, altamente versáteis e permitem integrações com aplicações externas bastante diversas. É possível utilizar apenas uma parte da API disponibilizada (registo de utilizadores por exemplo), ou recorrer ao Facebook para grande parte da lógica da aplicação (utilizando os dados pessoais como fonte de dados ou as ligações sociais do utilizador por exemplo).

Esta facilidade de integração oferece às aplicações outra preciosa vantagem. Sem que o utilizador tenha de gastar mais tempo de introdução de dados, é possível para uma aplicação saber diversos dados pessoais sobre o utilizador como localização, gostos ou número de amigos.

No caso de aplicações que se baseiem num modelo competitivo como é o caso da Simple Energy, o Facebook mais uma vez se destaca pelas facilidades óbvias de implementação de um sistema deste género. As redes de utilizadores já estão criadas e basta à aplicação fomentar a partilha entre amigos para que sem muito esforço o sistema esteja a funcionar.

2.5.4 Factores diferenciadores

Analisadas e comparadas as soluções existentes no mercado, é possível identificar os factores diferenciadores que destacam a aplicação a desenvolver dos restantes.

Um dos objectivos da aplicação prende-se com a construção de uma base de conhecimento sobre a habitação do utilizador e suas características. Esta tentativa de conhecer detalhadamente os detalhes mais e menos abstractos sobre a habitação é um factor que diferencia a aplicação das restantes.

A questão da personalização é também relevante, faltando no mercado uma solução que dê resposta à necessidade de dicas com alvo bem definido.

Embora haja algumas soluções a recomendar com base em consumos reais, o que se pretende neste trabalho é uma integração dos conhecimentos de consumo e características da habitação introduzidas pelo utilizador.

O mecanismo de jogo implementado junta-se assim ao motor de recomendações para formar um ecossistema único e diferenciador no mercado da gestão energética de habitações.

Capítulo 3

Metodologia

O trabalho desenvolvido estará enquadrado com o que as metodologias de trabalho já implementadas na equipa do unplugg.

3.1 Desenvolvimento de *software*

A equipa está focada em levar a cabo um desenvolvimento tão ágil quanto possível, dando grande importância à flexibilidade dos programadores e à comunicação fácil entre si.

O processo de desenvolvimento decorre em etapas curtas e com tarefas o mais atómicas possíveis. Esta granularidade do trabalho a efectuar traz mais flexibilidade na priorização das funcionalidades a implementar.

3.1.1 *Git e Pull requests*

O código escrito é gerido através do motor de controlo de versões *Git*. Esta escolha é justificada pelo facto da equipa usar o mesmo gestor anteriormente.

A equipa utiliza *pull requests* como forma de adicionar código novo ao código em produção. De uma forma sumária, quando é feito código novo, o membro da equipa que o faz requisita a validação desse código aos restantes membros. Esse código é então revisto e testado por terceiros antes de ser submetido a ambiente de produção. Este processo diminui o risco de erros e fomenta o conhecimento de toda a equipa sobre o sistema desenvolvido.

3.1.2 Ferramentas de suporte ao desenvolvimento

As principais ferramentas de suporte à metodologia descrita são o *Pivotal Tracker*¹ e o *Github*².

Pivotal Tracker

O *Pivotal Tracker* é a ferramenta utilizada para gerir todo o trabalho de desenvolvimento levado a cabo pela equipa.

É um serviço poderoso que permite registar as tarefas já referidas, adicionar uma carga de esforço facilmente mensurável e ainda atribuir a tarefa a um membro da equipa se necessário. Permite ainda a visualização facilitada do trabalho mais urgente a fazer, tornando mais ágil o processo de desenvolvimento.

A partir do serviço a equipa tem ainda acesso ao cálculo da velocidade de desenvolvimento e o estabelecimento de metas para o trabalho.

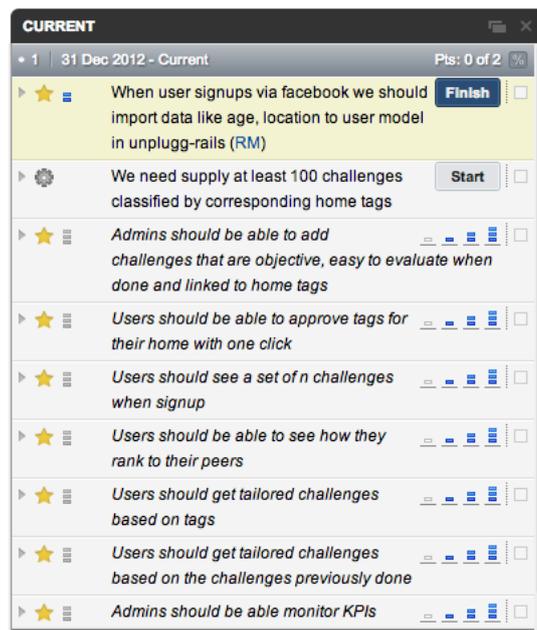


Figura 3.1: Exemplo da lista de tarefas registadas no *Pivotal Tracker*

¹Ferramenta disponível em <http://pivotaltracker.com>

²Ferramenta disponível em <http://github.com>

Github

A utilização de *git* como motor de controlo de versões traz algumas facilidades ao trabalho em equipa e quando conjugado com um serviço como o *Github* os benefícios para a eficiência da equipa são visíveis.

O *Github* aloja o repositório de desenvolvimento do unplugg, onde facilmente se pode ter a representação das alterações realizadas pelos vários membros aos ficheiros, bem como o estado actual dos vários *branches* do repositório sob uma bastante útil representação visual.

A aprovação dos *pull requests* efectuados é também gerida através do *Github*.

3.2 Planeamento

Depois de traçados os principais requisitos e objectivos do trabalho a desenvolver no contexto do estágio, houve a necessidade de detalhar e distribuir as etapas de trabalho em termos temporais. Esta secção procura dar a conhecer o planeamento delineado e tirar conclusões sobre a execução do mesmo.

Trabalho do estágio

A definição final da proposta de estágio e do trabalho a desenvolver sofreu algum atraso devido ao enquadramento que foi necessário fazer com os objectivos da empresa promotora do estágio.

Este processo durou até ao final do mês de Novembro, sendo feita durante este mês uma avaliação muito mais aprofundada da lógica do trabalho proposto para o estágio no enquadramento do unplugg e no valor que traria para o utilizador final. Este processo foi acompanhado por validação junto dos orientadores.

Seguiu-se a análise de como o sistema de recomendação iria funcionar conjugado com a plataforma já em produção. Daqui surgiu a necessidade de testar alguns cenários diferentes dada a possibilidade de construir o sistema de forma externa ao unplugg e implementando as comunicações via API ou, como acabou por ser preferido, integrar desde logo o sistema de recomendação no motor já implementado.

O estudo do mercado e das várias soluções que o populam estendeu-se por um mês sensivelmente e o desenvolvimento do

Tarefa	Início	Fim	Duração
Definição do trabalho a desenvolver	01/11/2012	30/11/2012	4s 2d
Estudo do enquadramento na plataforma unplugg	28/11/2012	19/12/2012	3s 1d
Estado da Arte	10/12/2012	28/12/2012	3s
Desenvolvimento do Protótipo	18/12/2012	20/02/2013	9s 2d
Análise de resultados do protótipo	01/03/2013	11/03/2013	1s 2d
Integração do protótipo na plataforma unplugg	12/03/2013	07/06/2013	12s 4d
Redacção do relatório final	10/06/2013	28/06/2013	3s

Tabela 3.1: Planeamento do estágio

protótipo iniciou-se em meados do mês de Dezembro e decorrerá até Fevereiro.

Depois da implementação do protótipo o sistema seguiu-se o período de experimentação e o estágio terminou com a redacção do relatório final.

A seguinte tabela e o diagrama 3.2 ilustram mais detalhadamente o planeamento de alto nível efectuado para o estágio.

Protótipo

Para o desenvolvimento do protótipo, estimou-se um custo temporal de sensivelmente dois meses.

A tabela seguinte e o diagrama 3.3 fornecem uma visualização detalhada do planeamento do protótipo.

Tarefa	Início	Fim	Duração
Levantamento e análise de requisitos	18/12/2012	04/01/2013	1s 4d
Integração com o Facebook	07/01/2013	10/01/2013	4d
Login com a conta do Facebook	07/01/2013	07/01/2013	1d
Integração da graph API	08/01/2013	10/01/2013	3d
Construção do front-end do protótipo	11/01/2013	24/01/2013	2s
Construção da interface de visualização de recomendações	11/01/2013	16/01/2013	4d

Construção da interface de introdução de dados	17/01/2013	22/01/2013	4d
Construção do ranking de utilizadores	23/01/2013	24/01/2013	2d
Introdução de recomendações genéricas	25/01/2013	29/01/2013	3d
Construção de back-end básico do protótipo	30/01/2013	04/02/2013	4d
Adição e edição de recomendações pelos administradores	30/01/2013	31/01/2013	2d
Construção do sistema de pontuação baseado nas recomendações efectuadas	01/02/2013	04/02/2013	2d
Inclusão de opções de partilha e publicações no Facebook	10/06/2013	28/06/2013	2d
Implementação do algoritmo de recomendação	07/02/2013	20/02/2013	2s
Geração das recomendações personalizadas	07/02/2013	12/02/2013	4d
Análise das características dos utilizadores e habitações	13/02/2013	14/02/2013	2d
Implementação do algoritmo knn	15/02/2013	20/02/2013	4d

Tabela 3.2: Planeamento do protótipo

Os diagramas de Gantt referentes ao planeamento descrito podem ser consultados nas figuras 3.2 e 3.3 respectivamente.



Figura 3.2: Diagrama de Gantt do trabalho a desenvolver no estágio

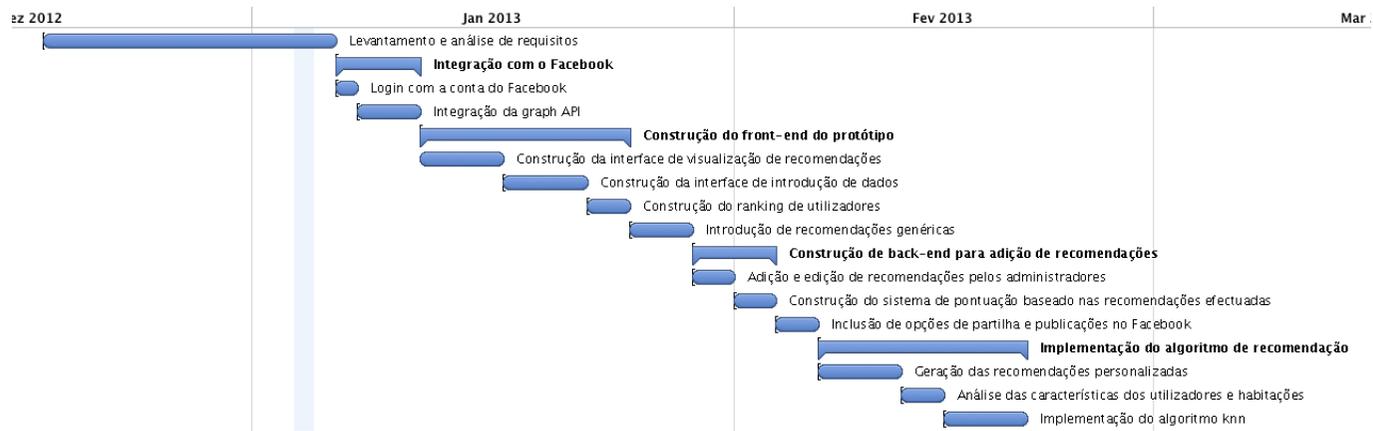


Figura 3.3: Diagrama de Gantt do protótipo a desenvolver

3.2.1 Execução do planeamento

Relativamente ao planeamento geral do trabalho definido no início do estágio, registou-se alguma derrapagem na implementação do protótipo.

Esta derrapagem foi essencialmente provocada por atrasos no desenvolvimento, fruto de detalhes de implementação que custaram mais tempo do que o esperado.

O resultado deste desvio ao planeamento original foi que o período de recolha de dados do protótipo iniciou-se mais tardiamente e a integração da aplicação na plataforma unplugg não pôde ser realizada com o tempo necessário para retirar resultados e conclusões fortes desta conjugação.

Ainda assim, o planeamento efectuado foi de importante utilidade na definição das etapas de trabalho e dos objectivos a cumprir.

Capítulo 4

Análise do sistema

4.1 Descrição geral do sistema

A figura 4.1 ilustra a visão geral da aplicação desenvolvida.

O objectivo principal da aplicação é fornecer recomendações ao utilizador, com base na informação que este fornece ao sistema sobre os seus hábitos de consumo e características da habitação e electrodomésticos.

A interacção do utilizador com a aplicação começa pela introdução de dados. Este processo decorre sob a forma de respostas rápidas a perguntas colocadas ao utilizador. Utilizando os dados fornecidos pelo utilizador, a aplicação procura oferecer uma colocação do utilizador num grupo de respostas previamente conhecido. Associada a esta classificação, estão definidas estratégias de actuação que contêm as recomendações a ser mostradas aos utilizadores.

Associado a este ciclo, está um motor de jogo que pretende fomentar o utilizador para a utilização da aplicação. Os utilizadores são recompensados com pontos se responderem às questões dos sistemas e se concluírem as recomendações propostas pela aplicação. Esta pontuação é comparada com outros amigos que estejam a utilizar a aplicação, num estímulo à competição em redor da poupança e eficiência energética.

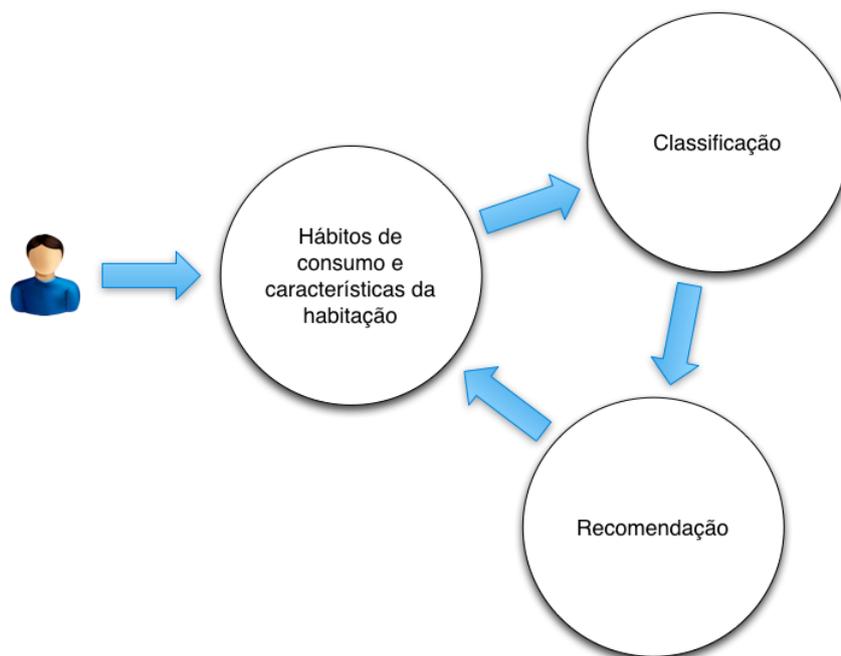


Figura 4.1: Visão geral da aplicação

4.2 Análise de requisitos

No primeira fase do estágio foram estabelecidos com a empresa promotora do estágio os requisitos para a aplicação a desenvolver.

Integração com o Facebook

O protótipo deverá integrar o Facebook através da sua API e daí conseguir extrair dados sobre o utilizador. Estes dados servirão futuramente para alimentar o algoritmo do sistema de recomendação.

Integração com o unplugg

O protótipo deve ser construído como uma parte integrante da plataforma unplugg. Toda a infra-estrutura em produção estará também disponível para o protótipo, estando bases de dados e estruturas de dados a ser partilhadas.

Recomendações na primeira utilização

O utilizador deverá ter recomendações a partir da primeira

utilização. Estas primeiras recomendações serão genéricas, não tendo em atenção os dados utilizados pelo utilizador.

Introdução de dados sobre a habitação

A introdução de dados irá estar presente no protótipo sob a forma de uma interface de fácil utilização para que o utilizador se sinta motivado a oferecer ao sistema mais dados sobre os seus hábitos de consumo e sobre a sua habitação.

Implementação do algoritmo de recomendação

O algoritmo utilizado para o protótipo será o *K-nearest-neighbor* e funcionará com base nos dados recolhidos através da introdução de dados pelo utilizador e pela API do Facebook.

4.2.1 Execução dos requisitos

De um modo geral, os requisitos levantados na fase inicial do estágio foram implementados durante a duração do mesmo.

O requisito final, *Implementação do algoritmo de recomendação*, foi o que sofreu mais alteração durante a sua execução, uma vez que se optou por um método de recomendação diferente do originalmente previsto. Este método será devidamente referido nas próximas secções deste relatório.

4.3 Análise de riscos

À imagem do sucedido com os requisitos, também os riscos associados ao desenvolvimento do protótipo e do trabalho do estágio foram estabelecidos no início:

Atraso de desenvolvimento

Um atraso na implementação do sistema de recomendação poderá por em causa o desenvolvimento do sistema de recomendações uma vez que este processo está associado a uma quantidade razoável de tempo para recolha de dados e validação.

Probabilidade estimada: 20%

Plano: Alargar o período de desenvolvimento e ajuste do planeamento.

Quantidade reduzida de dados

Se os dados recolhidos não tiverem um mínimo de relevância estatística poderá ser muito difícil para o algoritmo de recomendação funcionar de uma forma eficaz. Isto acontece devido à massa crítica que o sistema necessita para identificar grupos de utilizadores com diferentes hábitos, localizações ou tipos de habitação.

Probabilidade estimada: 40%

Plano: Aposta na divulgação da solução ou adaptação do projecto para que um número mais reduzido de dados não se torne crítico.

Fraca qualidade dos dados

Uma grande quantidade de dados poderá não chegar para que o funcionamento do sistema de recomendação seja satisfatório. Os dados terão de ter também qualidade ao nível da informação que traduzem sobre o utilizador e sobre a habitação para que o sistema os consiga tratar da melhor forma. Um exemplo de um conjunto de dados com pouca qualidade será por exemplo um conjunto com pouca informação sobre as habitações ou um conjunto em que os dados se referem a utilizadores todos similares.

Probabilidade estimada: 30%

Plano: Aposta na divulgação da solução ou adaptação do projecto para que um conjunto de dados mais fraco em termos qualitativos não se torne crítico.

Recomendações pouco úteis ou desajustadas

A poupança energética e a consequente utilidade para o utilizador é um factor crítico de sucesso para o sistema de recomendação e como tal um possível desfasamento entre as recomendações geradas e a poupança energética verificada constitui um risco.

Probabilidade estimada: 25%

Plano: Aposta mais forte na geração de recomendações através de um conjunto de recomendações base mais forte.

Taxas de utilização baixas

À semelhança da utilidade das recomendações, também a retenção dos utilizadores é um factor de sucesso e é considerado um risco a fraca utilização do serviço.

Probabilidade estimada: 30%

Plano: Aposta na divulgação da solução e mudança da interface de utilização consoante o *feedback* com os utilizadores.

4.3.1 Impacto dos riscos

Dos riscos identificados, aquele que no final do estágio pode ser dado como inequivocamente ocorrido é do que se refere a atrasos no desenvolvimento. O plano para este risco foi aplicado, mas sempre com a limitação temporal do fim do estágio.

No contexto em que este estágio termina é ainda prematura qualquer avaliação sobre os restantes riscos identificados. Isto deve-se ao facto do período de experimentação montado e descrito num dos posteriores capítulos deste relatório não ter uma relevância suficiente em termos de escala e tempo que permitam assegurar que os riscos foram completamente evitados.

Como o desenvolvimento da aplicação e do trabalho deste estágio irá ser continuada em ambiente empresarial, esta análise terá de ser efectuada com mais rigor numa fase posterior.

4.4 Tecnologias

Tendo como influência a base tecnológica presente na plataforma unplugg antes do início do trabalho, todo o sistema foi construído recorrendo à *framework* de desenvolvimento web *Ruby on Rails*.

Esta *framework* baseia-se na linguagem de programação *Ruby* e oferece um ecossistema favorável ao desenvolvimento e implementação rápidos e ágeis de aplicações web. A sua natureza *full stack* auxilia o desenvolvimento uma vez que providencia desde o início acesso e gestão de bases de dados, implementa um servidor web e renderiza as páginas necessárias ao funcionamento das aplicações.

O sistema de gestão de bases de dados escolhido é *mongoDB*. O *mongoDB* abdica do tradicional modelo de tabelas relacionais para o armazenamento de dados, utilizando no seu lugar objectos do tipo *JSON* que permitem uma integração mais fácil e rápida.

4.5 Arquitectura

A arquitectura geral da aplicação encontra-se esquematizada na figura 4.2.

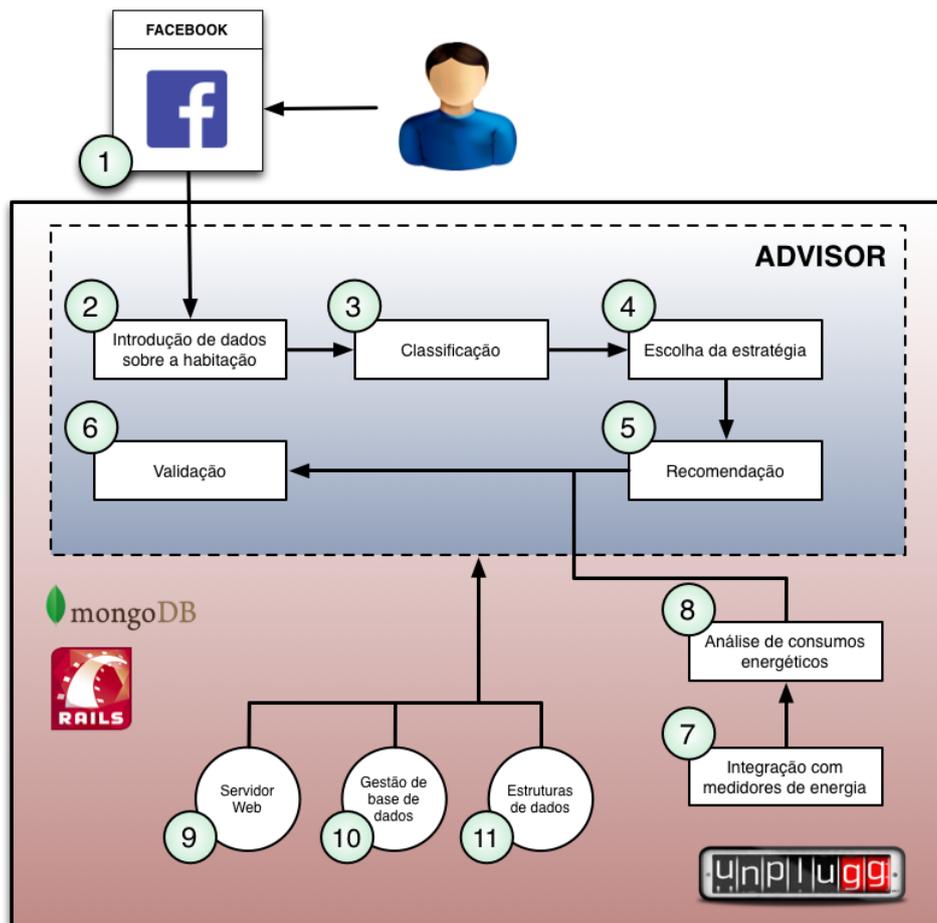


Figura 4.2: Esquema da arquitectura global da aplicação

O esquema de funcionamento da aplicação pode ser entendido com a análise dos seguintes passos:

1 - A entrada do utilizador do sistema faz-se através de autenticação via Facebook. Quando o Facebook devolve à aplicação a autorização para a autenticação e os dados pessoais do utilizador, é criada uma nova conta de utilizador no sistema.

2 - Quando o utilizador tem pela primeira vez a sua conta registada no sistema, o próximo passo da interacção é a introdução dos dados sobre a habitação. Esta introdução decorre através de perguntas que o utilizador responde de uma forma gradual.

3 - Com os dados recolhidos, o sistema procede à classificação das características da habitação e hábitos de consumos do utilizador, procurando encaixar o conjunto de dados recolhidos o melhor possível com conjuntos previamente conhecidos.

4 e 5 - Depois da classificação efectuada, a estratégia associada à melhor classificação do utilizador é escolhida e começa a ser aplicada.

6 - As recomendações que resultam da estratégia escolhida para o utilizador são validadas se o utilizador possuir em sua casa um medidor de energia registado na plataforma unplugg.

7 e 8 - A plataforma integra medidores reais de energia e a análise dos seus consumos. Esta integração é conseguida através de toda a infra-estrutura existente anteriormente na plataforma. Os dados dos medidores reais irão servir para a avaliação do mérito das recomendações da aplicação.

9, 10 e 11 - Estes pontos dizem respeito à infra-estrutura da plataforma unplugg. Incluem-se neste grupo os servidores, bases de dados e estruturas de dados que existiam na plataforma original.

As próximas secções explicarão com maior detalhe o funcionamento de alguns destes elementos.

4.6 Recomendações

4.6.1 Classificação

O sistema conhece previamente um conjunto de respostas que caracterizam um determinado grupo de utilizadores ou habitações. Com base nestes conjuntos, as respostas que os utilizadores for-

necem ao sistema vão sendo analisadas e é calculado o conjunto que melhor caracteriza as respostas dadas.

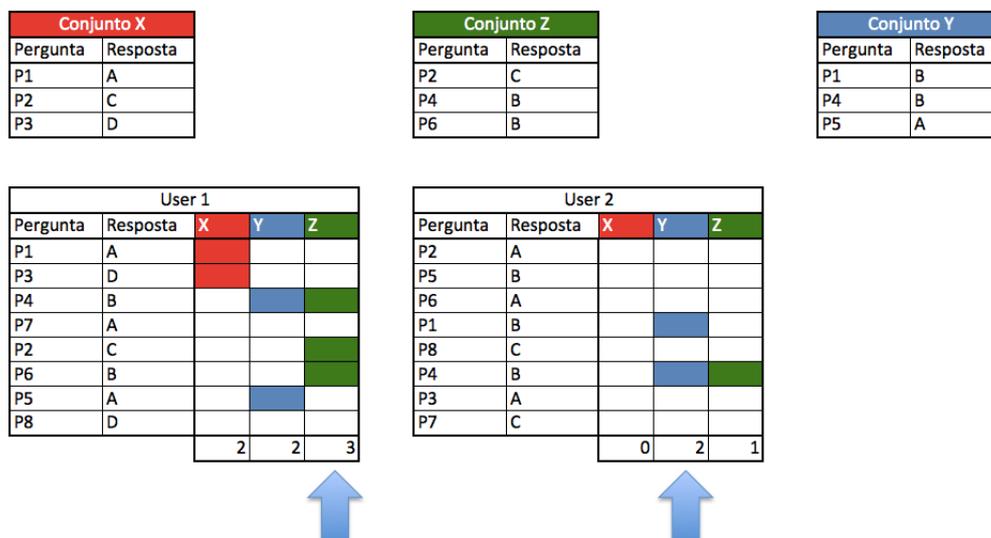


Figura 4.3: Esquema da classificação de utilizadores

O esquema da figura 4.3 ilustra de forma simplificada o processo de classificação efectuado pela aplicação. A título de exemplo, os conjuntos X, Y e Z contêm as respostas que melhor colocam os utilizadores num determinado grupo a classificar. Estes conjuntos são definidos de forma estática pelos administradores do sistema. De seguida, as respostas são comparadas com as presentes nos conjuntos de classificação e depois desta análise obtém-se o conjunto que mais respostas tem em comum com as que o utilizador forneceu. No exemplo da figura 4.3, podemos verificar que o *Conjunto Z* é o que melhor de adequa ao *User 1* e o *Conjunto Y* é o que melhor de adequa ao *User 2*. O utilizador e o conjunto de classificação estão ligados por um valor percentual, que corresponde à taxa de correspondência que as respostas que inseriu possuem com as respostas do conjunto de classificação.

4.6.2 Estratégias

Associadas aos conjuntos de respostas que o sistema utiliza na classificação, estão estratégias de recomendações igualmente de-

finidas de forma prévia.

Depois da classificação, o sistema sabe que grupos de respostas melhor se ajusta aos dados introduzidos pelo utilizador. Desta forma, o sistema irá mostrar ao utilizador as recomendações da estratégia associada ao grupo de respostas que melhor se adapta.

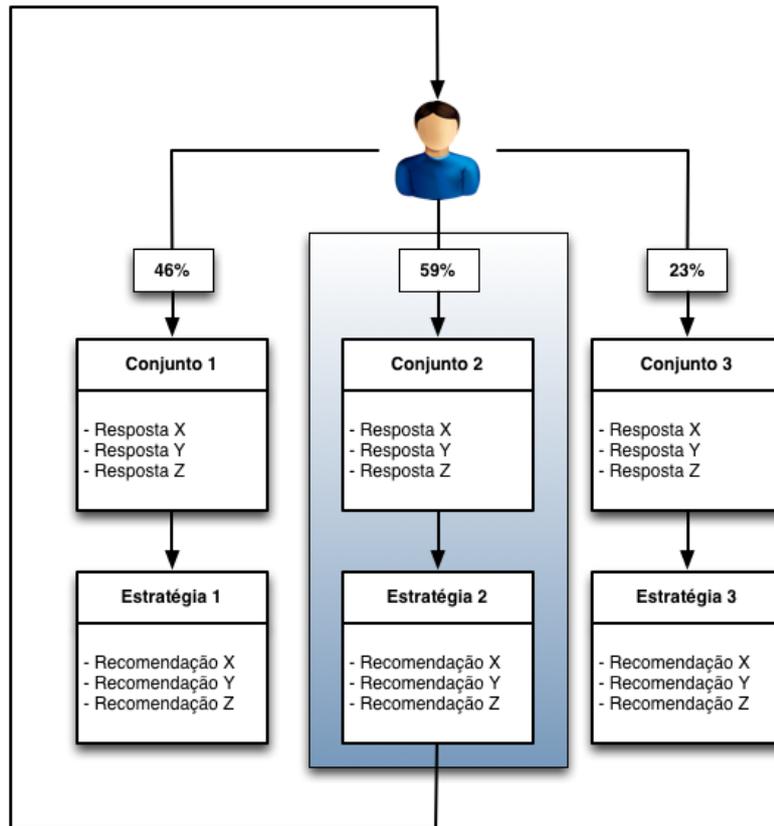


Figura 4.4: Decis\u00e3o de estrat\u00e9gias a aplicar

Quando o utilizador completa a estrat\u00e9gia definida pelo sistema, ir\u00e1 ser proposta a estrat\u00e9gia dos conjuntos de respostas que, a seguir ao utilizado em primeiro lugar, melhor se adapta aos dados introduzidos pelo utilizador.

4.6.3 Valida\u00e7\u00e3o

Para os utilizadores da plataforma unplugg, como leitores de energia instalados em casa, \u00e9 poss\u00edvel verificar se uma determinada

recomendação efectuada se manifestou nos consumos na pessoa. Se este cenário de verificar, a aplicação procura consequências da recomendação nos consumos reais da habitação, tentando estabelecer uma relação de mérito energético às recomendações. Este ponto é diferenciador de outras aplicações que oferecem dicas e conselhos de poupança energética.

4.6.4 Integração com a unplugg

O sistema construído funciona como um módulo da plataforma unplugg, herdando desta última toda a base tecnológica utilizada em produção. Desta forma, bases de dados e servidores *web* estão partilhados entre a plataforma geral e a aplicação desenvolvida.

Todas as estruturas de dados estão também acessíveis para o sistema construído, existindo comunicação interna entre elas. Da plataforma unplugg, a aplicação construída utiliza a integração de *hardware* no processo de verificação de recomendações. Os utilizadores que tiverem medidores de energia registados na plataforma unplugg poderão usufruir da análise de mérito das recomendações como já foi explicado.

A conta criada para cada utilizador através da autenticação pelo Facebook é, desde o primeiro momento, transversal a toda a plataforma unplugg. A integração total das duas partes permite que um utilizador da aplicação transite rapidamente para o resto da plataforma caso pretenda explorar as potencialidades que a plataforma geral oferece.

4.7 *Frontend*

4.7.1 Introdução de dados

A introdução de dados no sistema é feito através de um conjunto de perguntas que são colocadas ao utilizador sobre a sua habitação. As perguntas surgem sobre a interface principal do sistema, concentrando a atenção do utilizador na tarefa de introdução de dados. A interacção de resposta foi simplificada ao máximo, tendo como objectivo retirar todo o esforço que o utilizador poderia experimentar na introdução de dados. Esta atenção ao detalhe explica-se pela importância que este processo tem no

sistema de recomendações, uma vez que sem os dados das habitações os resultados serão afectados.

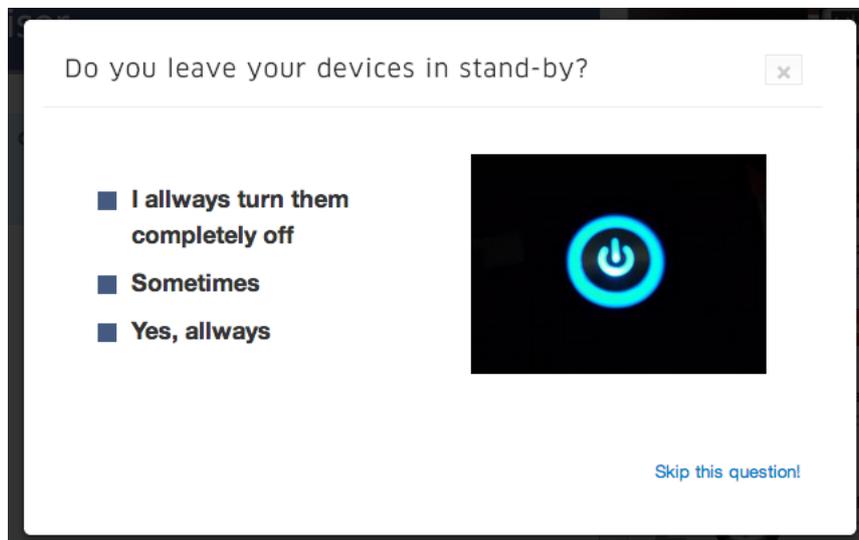


Figura 4.5: Exemplo de uma pergunta colocada pelo sistema

Com um só clique o utilizador escolhe a opção pretendida ou opta por não responder à pergunta em causa. Assim que pretenda, o utilizador consegue regressar à interface principal sem esforço. Esta interface é actualizada através de *ajax* para que as alterações provocadas pela introdução de dados se manifestem de imediato para o utilizador.



Figura 4.6: Pergunta sobre o tipo de frigorífico do utilizador

4.7.2 Recomendações

As recomendações são apresentadas ao utilizador sobre a forma de desafios que ele tem de completar para corrigir um determinado aspecto sobre o seu consumo energético. A interface das recomendações foi construída com células simples, contendo a informação necessária para o utilizador perceber a tarefa a efectuar e o ganho aproximado que irá obter. Na sua forma mais simples, o utilizador consegue ver o título e os pontos associados a uma recomendação, tendo acesso a uma descrição mais detalhada ao passar com o rato por cima da mesma. São apresentadas duas opções de acção sobre a recomendação: o utilizador pode concluir a tarefa proposta ou recusar a sua realização. Ambas as acções funcionarão como ajudas ao sistema no delinear de estratégias de aumento da poupança energética.

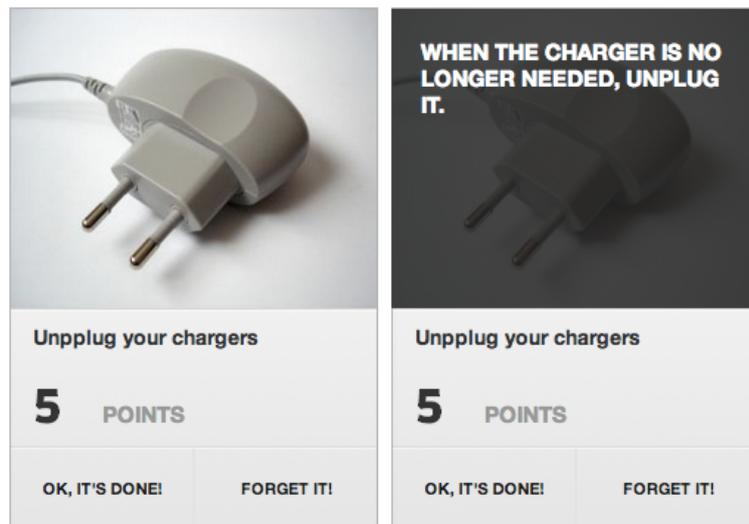


Figura 4.7: Recomendações apresentadas aos utilizadores sob a forma de desafios

4.7.3 Informação pessoal

A área e informação pessoal visa mostrar rapidamente ao utilizador a sua identificação no sistema e a opção de abandonar o mesmo. Alguma da informação proveniente da integração com o Facebook é utilizada nesta área, bem como a pontuação actual do utilizador. É ainda disponibilizado um botão de *logout* para o que o utilizador possa facilmente sair do sistema.



Figura 4.8: Informação pessoal sobre o utilizador

4.7.4 Ranking de utilizadores

O *ranking* de utilizadores utiliza os dados retirados da ligação com o Facebook para mostrar os dez amigos que utilizam em simultâneo o unplugg advisor e o Facebook. É mostrada a lista ordenada por pontuação no sistema, sendo que se o utilizador fizer parte do grupo do seu *ranking*, o seu lugar será destacado e terá acesso à opção de partilha do resultado no Facebook.

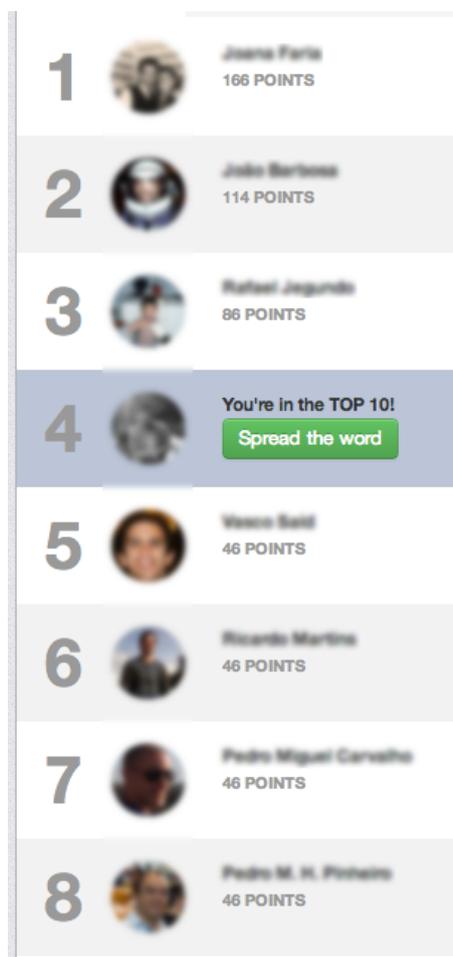


Figura 4.9: Ranking de utilizadores

Na figura 4.9 é possível ver que a classificação obtida pelo utilizador em causa o coloca em quarto lugar no *ranking* dos seus amigos. O sistema possibilita assim a partilha do resultados no Facebook através do botão *Spread the word*. Caso o utilizador não faça parte das dez melhores pontuações entre a sua rede social, esta opção não é disponibilizada, podendo apenas verificar a sua própria pontuação.

4.7.5 Avisos

Quando existe a necessidade de alertar o utilizador para um evento extraordinário são utilizadas caixas que centram a atenção

do utilizador na acção especial a executar. Estas caixas são utilizadas para a entrada do utilizador na aplicação e para as opções de partilha de resultados no Facebook.

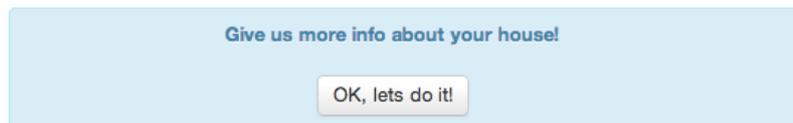


Figura 4.10: Aviso aos utilizadores

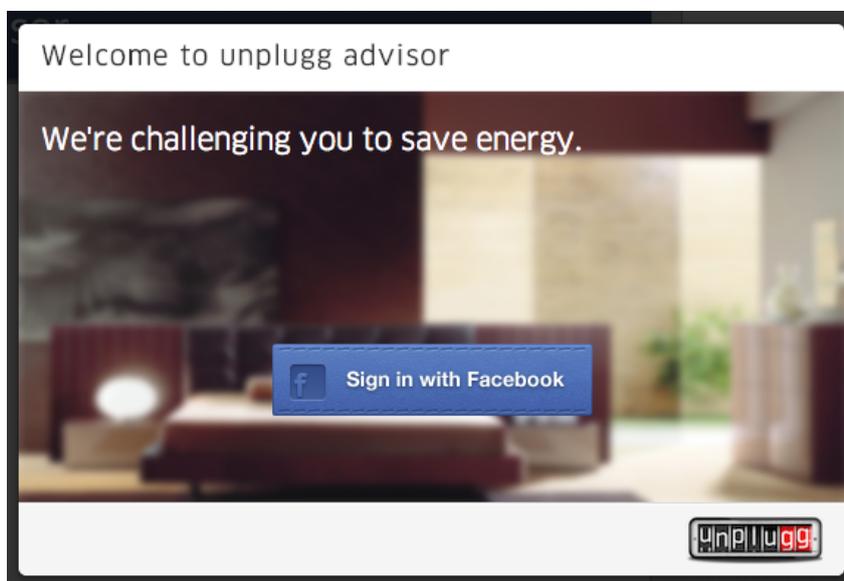


Figura 4.11: Área de *login* na aplicação

4.8 *Backend*

4.8.1 Integração com o Facebook

A ligação ao Facebook realiza-se em dois cenários distintos: a autenticação do utilizador na aplicação e as componentes de partilha e jogo.

A autenticação efectua-se através do envio da autorização da conta pessoal do Facebook do utilizador para a aplicação. Depois

do utilizador concordar com esta autorização, os dados provenientes da conta de Facebook são utilizados pelo sistema para gerar uma nova conta de utilizador. Esta nova conta é automaticamente registada na aplicação e inicia-se uma nova interação com o Facebook para obter dados pessoais do utilizador como a sua fotografia e a sua lista de amigos.

O esquema da figura 4.12 ilustra o processo de autenticação da aplicação através do Facebook.

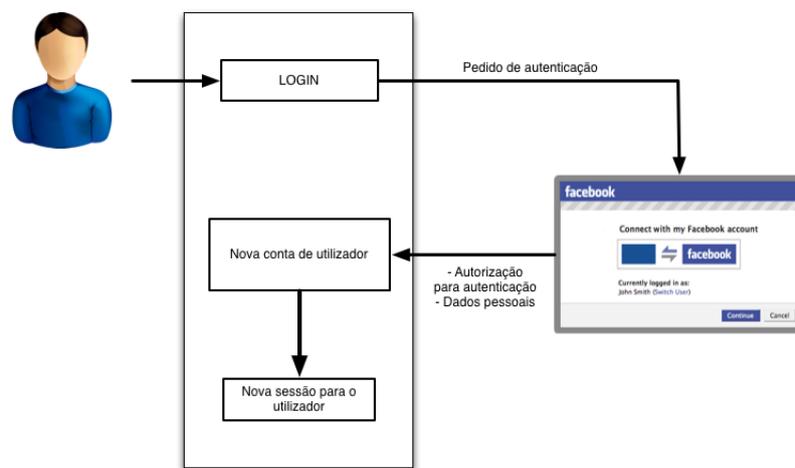


Figura 4.12: Área de *login* na aplicação

4.8.2 Gestão do sistema

Para facilitar a gestão dos elementos ligados ao sistema - desafios, estratégias, perguntas ao utilizador e conjuntos de respostas - foi criada uma interface para os administradores do sistema terem este tipo de processos de gestão facilitados.

As imagens 4.13 e 4.14 ilustram o processo de adição de novos elementos no sistema.

New Question

Question

Multiple images

Options

0.	<input type="text" value="Answer"/>	<input type="text" value="Image"/>
1.	<input type="text" value="Answer"/>	<input type="text" value="Image"/>
2.	<input type="text" value="Answer"/>	<input type="text" value="Image"/>
3.	<input type="text" value="Answer"/>	<input type="text" value="Image"/>
4.	<input type="text" value="Answer"/>	<input type="text" value="Image"/>
5.	<input type="text" value="Answer"/>	<input type="text" value="Image"/>

[Back](#)

Figura 4.13: Interface de introdução de novas perguntas

New Recommendation

Title

Description

Points

Image

Gain

[Back](#)

Figura 4.14: Interface de introdução de novas recomendações

Para os administradores, é possível o controlo do progresso dos utilizadores na aplicação, como ilustra a imagem 4.15.

Para além do conjunto de respostas fornecido, é possível visualizar o estado actual da classificação do utilizador e um gráfico que mostra a variação dos consumos energéticos e o tempo onde o utilizador realizou os desafios propostos pela aplicação. Esta última opção está apenas disponível para utilizadores que utilizem a plataforma unplugg e tenham um medidor de energia registado.

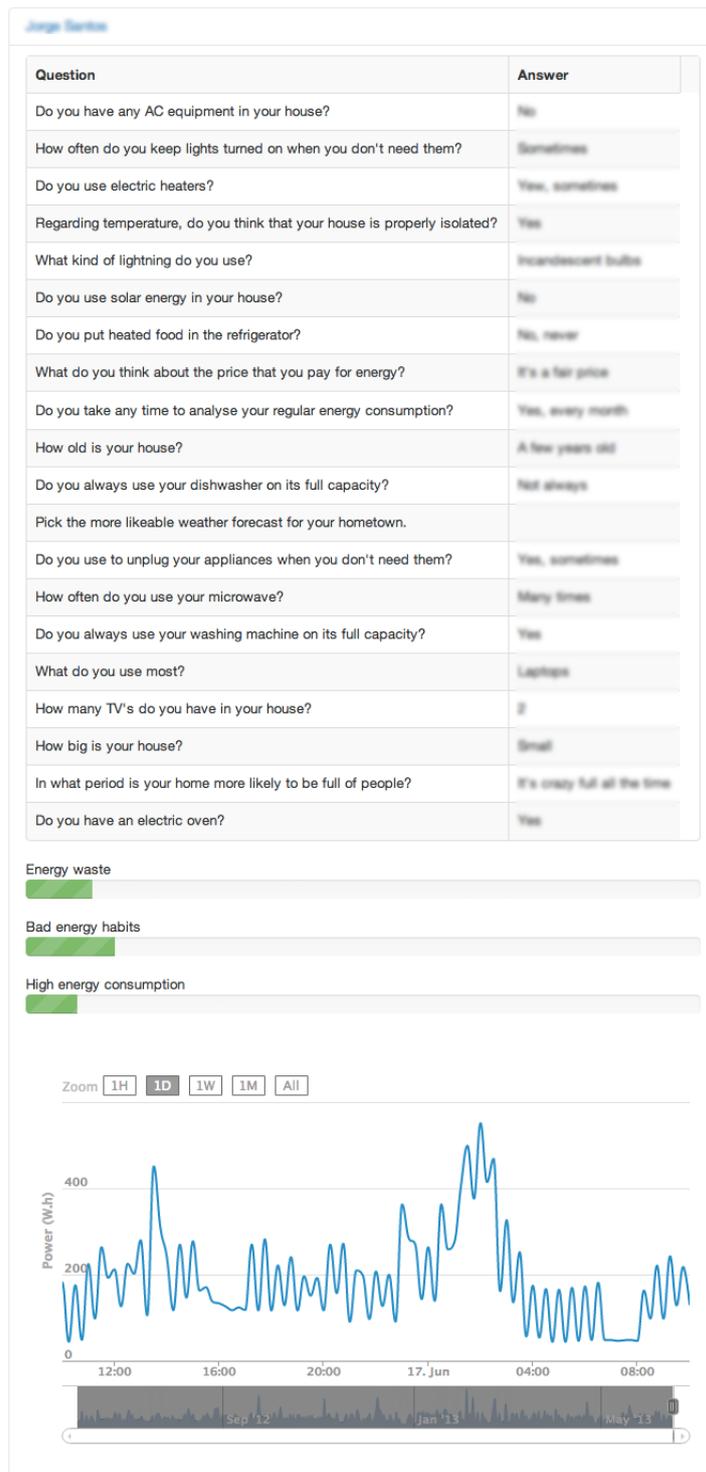


Figura 4.15: Interface de visualização do progresso dos utilizadores

4.8.3 *Gamification*

Intrinsecamente ligado a toda a mecânica de utilização do sistema, foi construído um motor de jogo com o objectivo de envolver e motivar o utilizador na experiência de utilização.

As recomendações geradas pelo sistema são mostradas ao utilizador sob a forma de desafios que poderá completar. Dependendo da dificuldade de realização ou impacto no consumo energético que as recomendações apresentem, os desafios têm uma quantidade de pontos associados e o utilizador conquista essa pontuação ao completar o desafio.

A ligação ao Facebook permite a expansão da competição para os amigos do utilizador que também se encontrem registados na aplicação, gerando um clima de competição em torno da questão energética.

4.8.4 Métricas

O entendimento das acções e processos que os utilizadores levam a cabo na aplicação é de extrema importância para poder ser feita uma avaliação da eficácia das diversas escolhas de interface e de mecânica de funcionamento da aplicação.

O registo de acções é enviado para o Mixpanel, um serviço externo à aplicação. A conexão é realizada através da interface do Mixpanel, que possibilita o envio de acções unitárias com descrição e identificação do utilizador associadas.

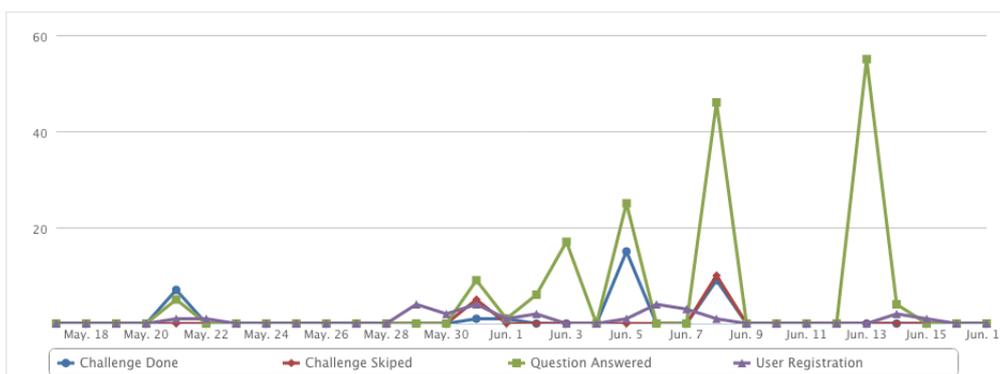


Figura 4.16: Registo geral das acções dos utilizadores

Desta forma é possível saber exactamente as acções que um

determinado utilizador efectuou na aplicação e ter acesso a taxas de conversão de uma dada acção para outra.

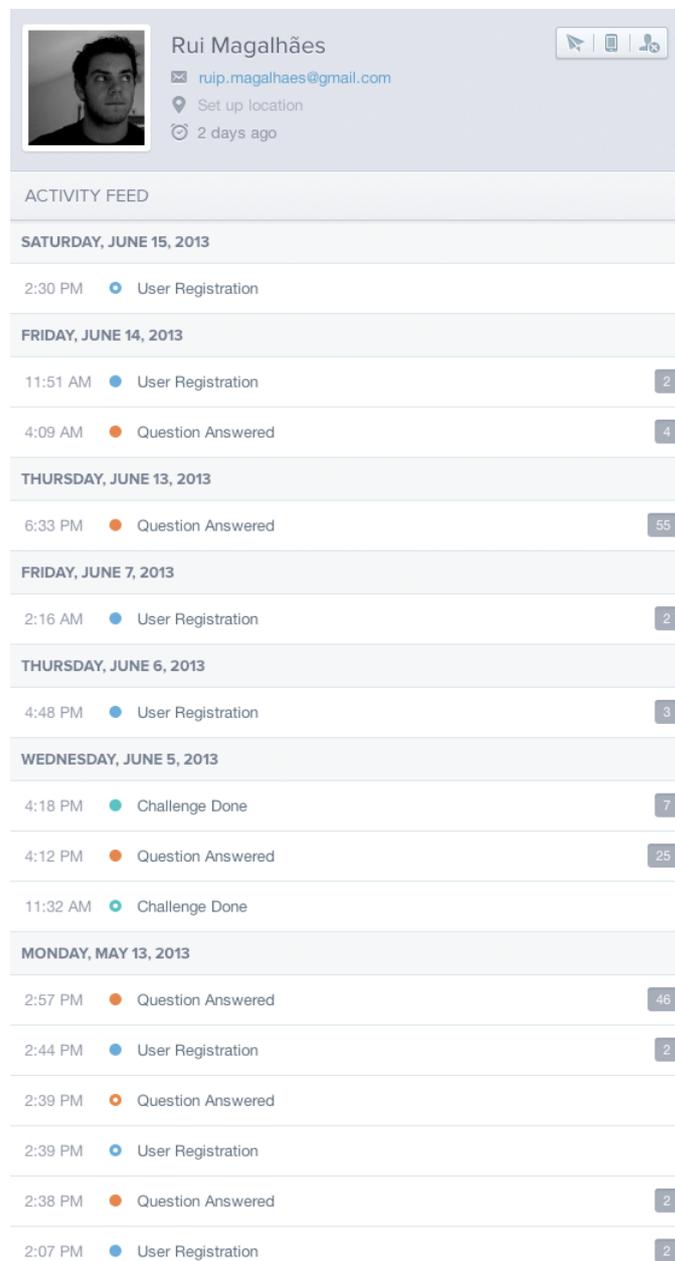


Figura 4.17: Registo da actividade de um utilizador na aplicação

Capítulo 5

Experimentação

5.1 Ambiente de testes

No sentido de validar o conceito definido no anterior capítulo, foi construído um ambiente de testes que promove a simulação dos diversos processos que constituem o funcionamento da aplicação.

Deste ambiente de testes, fizeram parte um conjunto de utilizadores, as perguntas para recolha de informação e as estruturas necessárias para classificação e recomendação.

As próximas secções analisarão mais detalhadamente os componentes do ambiente montado.

5.1.1 Utilizadores

Foram escolhidos duas dezenas de utilizadores para testar o ambiente construído.

Os utilizadores foram escolhidos entre o grupo de amigos do autor deste relatório, no sentido de possibilitar a experimentação do mecanismo de jogo implementado.

Foi feito um esforço para manter o grupo de utilizadores o mais heterogéneo possível, estando presentes vários escalões sociais e etários e vários tipos de habitação.

Demografia

Os seguintes gráficos oferecem uma visão demográfica dos utilizadores que participaram no cenário de teste. Os dados são retirados através da ligação ao Facebook, significando isto que a

quantidade dos dados disponíveis é limitada pelas políticas desta rede social e pelas definições pessoais de cada utilizador.

Género

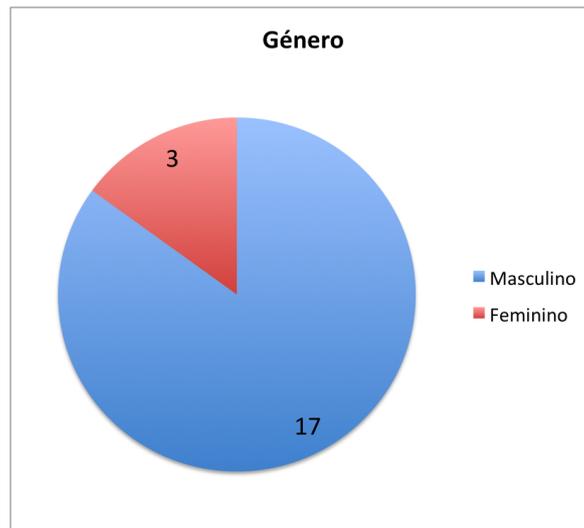


Figura 5.1: Distribuição dos utilizadores por género

Como é visível no gráfico da figura 5.1, a maior parte dos utilizadores do grupo de teste são do sexo masculino.

Localização

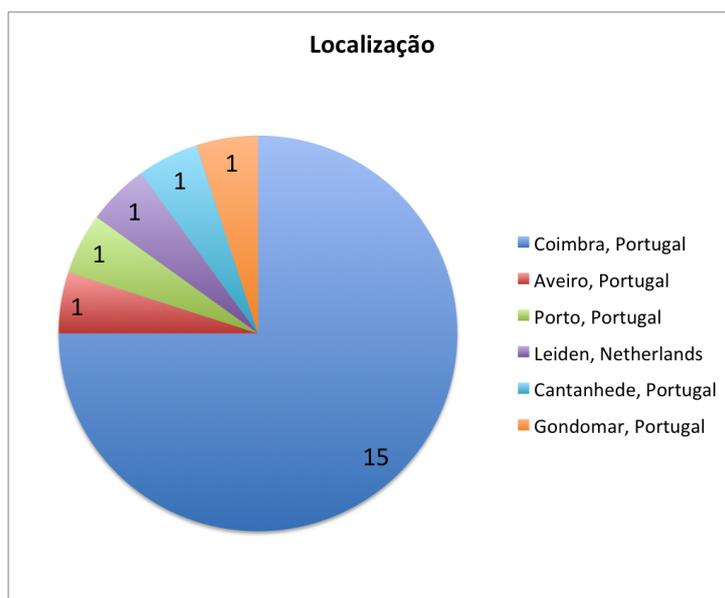


Figura 5.2: Distribuição dos utilizadores por localização

O gráfico da figura 5.2 mostra que a maior parte dos utilizadores habita na cidade portuguesa de Coimbra. Dos restantes utilizadores, verifica-se que habitam todos em Portugal com excepção de um utilizador a habita na Holanda.

Ocupação



Figura 5.3: Distribuição dos utilizadores por ocupação

Pelo gráfico da figura 5.3, verifica-se que mais de metade

dos utilizadores desenvolve uma qualquer actividade profissional, estando os restantes utilizadores a estudar.

5.1.2 Conjunto de perguntas

O conjunto de perguntas criado para o ambiente de testes é constituído por 46 perguntas que tentam recolher informação sobre diversos aspectos energéticos relevantes para os processos de classificação e recomendação. As perguntas tendem a ser de um carácter genérico, reduzindo assim o risco do utilizador experimentar algum tipo de desconforto por ver a sua privacidade ameaçada.

O conjunto de perguntas está dividido em quatro grupos, tentando cada um caracterizar uma parte distinta do perfil energético do utilizador:

Tipologia da habitação

Este grupo de perguntas procura traçar o perfil da habitação do utilizador. O utilizador é questionado sobre a dimensão da sua casa, número de divisões, ambiente envolvente, entre outros factores que ajudem a melhor caracterizar a habitação.

Electrodomésticos

Os electrodomésticos são a principal condicionante do consumo energético das habitações, existindo assim um conjunto de perguntas que procura caracterizar os aparelhos que o utilizador possui e utiliza em sua casa.

Hábitos energéticos

Este grupo de perguntas tenta identificar os hábitos energéticos que o utilizador normalmente leva a cabo. São colocadas questões sobre a forma de utilização de alguns electrodomésticos e iluminação, juntamente com outros comportamentos que possam conduzir a gastos desnecessários de energia.

Consciência ambiental

Este último grupo de perguntas é o que apresenta menor dimensão e procura estabelecer o nível de preocupação pelas questões ambientais que o utilizador possui.

Todas as perguntas podem ser consultadas na tabela A.1.

5.1.3 Conjuntos de classificação

Para o ambiente de testes montado foram construídos três conjuntos de classificação, cada um identificando um problema de maior dimensão nos dados inseridos pelo utilizador.

Classificação 1 - *Energy waste*

As respostas que compõem este conjunto de classificação podem ser consultadas na tabela B.1. O principal problema identificado por este conjunto é o desperdício de energia na habitação dos utilizadores. Se um utilizador for classificado por este conjunto, o sistema assume que está a ser gasta muita energia de uma forma desnecessária e a estratégia a aplicar posteriormente irá tentar atacar esta questão. Este desperdício de energia não resulta necessariamente de maus hábitos do utilizador ou de uma falta de consciência energética, estando muitas vezes ligados a comportamentos ou factores que o utilizador revela sem que o faça conscientemente.

Classificação 2 - *High energy consumption*

As respostas que compõem este conjunto de classificação podem ser consultadas na tabela B.2. No caso desta classificação, não se trata de desperdício claro de energia mas sim de consumos implícitos à informação que o utilizador inseriu no sistema, sendo estes tendencialmente de uma ordem mais elevada que o normal. A estratégia a aplicar para esta classificação irá atacar precisamente este problema.

Classificação 3 - *Bad energy habits*

As respostas que compõem este conjunto de classificação podem ser consultadas na tabela B.3. Este conjunto de classificação foca-se mais na componente comportamental dos utilizadores do que nos seus consumos energéticos. A estratégia procurará corrigir esta questão em primeiro lugar.

Da análise das tabelas citadas é possível perceber a relação entre as respostas e os cenários traçados para as várias classificações.

5.1.4 Conjunto de estratégias

As estratégias associadas aos três conjuntos de classificação descritos na anterior secção estão exhaustivamente explanadas nas

tabelas D.1, D.2 e D.3.

As estratégias de actuação são conjuntos de recomendações ¹ que melhor atacam os problemas identificados previamente.

Ao ser classificado, o utilizador vai receber recomendações da estratégia associada, podendo esta mudar no futuro caso a classificação sofra alterações ou a estratégia aplicada em primeiro lugar se esgote.

5.2 Resultados

As seguintes secções analisarão os resultados obtidos depois da experimentação já descrita.

Os resultados que constam neste relatório foram recolhidos até ao dia 27 de Junho de 2013.

5.2.1 Resultados das classificações

Dos três grupos já descritos e utilizados para a classificação de utilizadores, o grupo com maior percentagem de correspondência com os dados inseridos pelos utilizadores é o da *Classificação 3 - Bad energy habits*, seguindo-se a *Classificação 2 - High energy consumption* e a *Classificação 1 - Energy waste*. Esta distribuição pode ser visualizada no gráfico da figura 5.4.

¹Recomendações descritas na tabela C.1

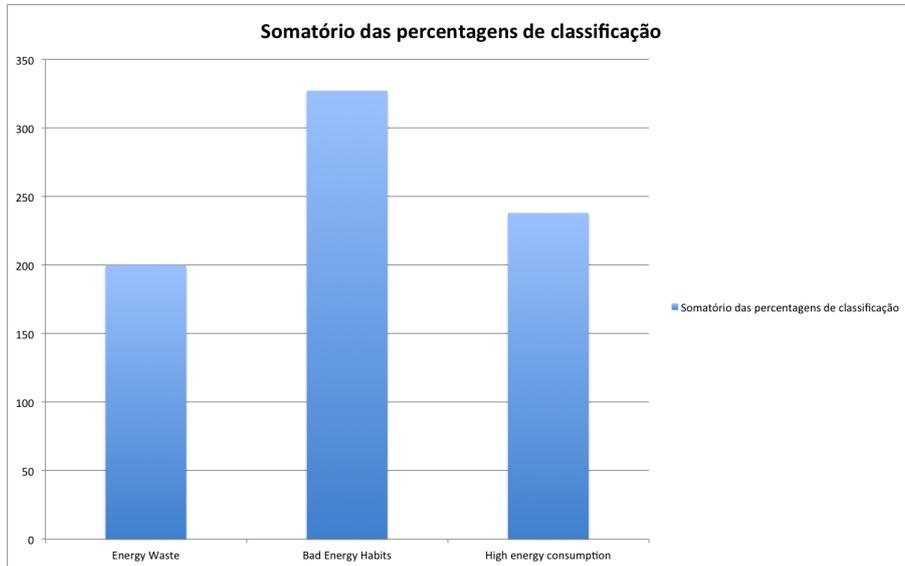


Figura 5.4: Gráfico do somatório de percentagem de classificações

Em termos do número de vezes que um determinado grupo foi identificado como principal problema para o utilizador, a distribuição registada segue valores concordantes com a das percentagens anteriores. O grupo da *Classificação 2 - High energy consumption* foi 10 vezes identificado como a maior questão para os utilizadores, seguindo-se a *Classificação 2 - High energy consumption* e a *Classificação 1 - Energy waste* com 4 e 1 utilizadores respectivamente. O gráfico da figura 5.5 ilustra esta distribuição. Para cada um dos conjuntos de classificação, foram somadas as percentagens de correspondência que os dados dos utilizadores tinha à data do fim do período de experimentação.

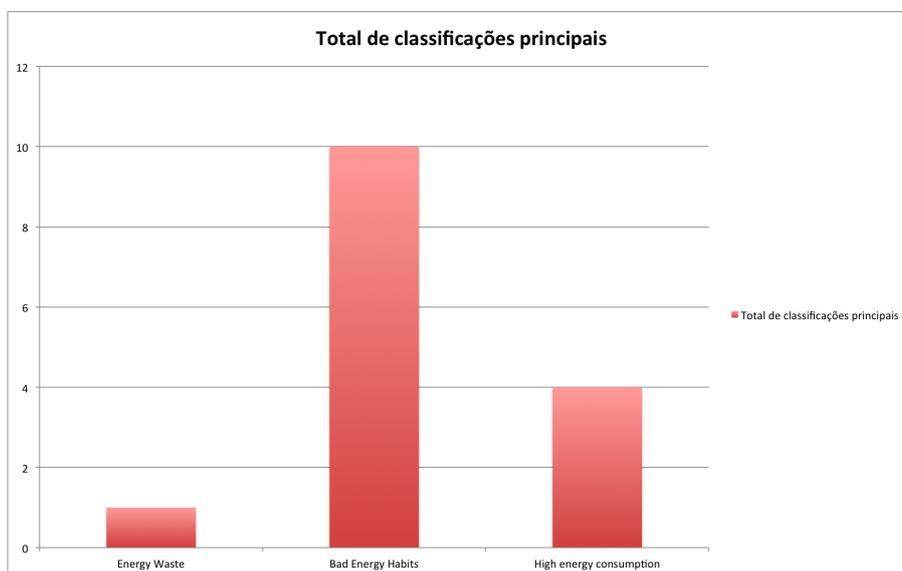


Figura 5.5: Gráfico do total de classificações de cada um dos conjuntos

Da análise do gráfico nota-se que o total de classificações não corresponde ao total de utilizadores presentes no ambiente de teste. Isto explica-se com o facto de alguns dos utilizadores teste não terem respondido às perguntas colocadas.

5.2.2 Métricas relevantes

A tabela 5.1 apresenta algumas métricas recolhidas durante o período de experimentação já referido.

Métrica	Valor
Utilizadores registados	20
Respostas dadas	667
Recomendações efectuadas	42
Média de respostas dadas por utilizador	33,35
Média de recomendações efectuadas por utilizador	2,1
Partilhas de resultados no Facebook	2

Tabela 5.1: Resultados do período de experimentação

O número de respostas fornecidas pelos utilizadores é conside-

rado satisfatório, sendo que cada utilizador respondeu, em média, a 72,5% de todas as respostas disponíveis.

No que toca a recomendações o número é mais reduzido, com um valor médio de apenas 2,1% de recomendações efectuadas pelos utilizadores.

Numa aplicação da natureza da que foi desenvolvida, o conhecimento detalhado sobre a interacção que o utilizador tem com o sistema é essencial para identificação de potenciais problemas.

Tendo esta preocupação em consideração, foram efectuadas análises de conversão para alguns processos importantes da aplicação.

Respostas fornecidas

Da análise do gráfico da figura 5.6 é possível verificar que a taxa de conversão entre o evento *User Registration* e o evento *Question Answered* é de 85%, significando isto que 85% dos utilizadores procederam à resposta de questões depois de efectuarem o registo na aplicação. Este valor é de uma dimensão suficientemente grande para concluir com segurança que quando o utilizador inicia a utilização da aplicação, percebe claramente que a introdução de dados é um ponto fundamental da interacção e procede à resposta às questões colocadas.

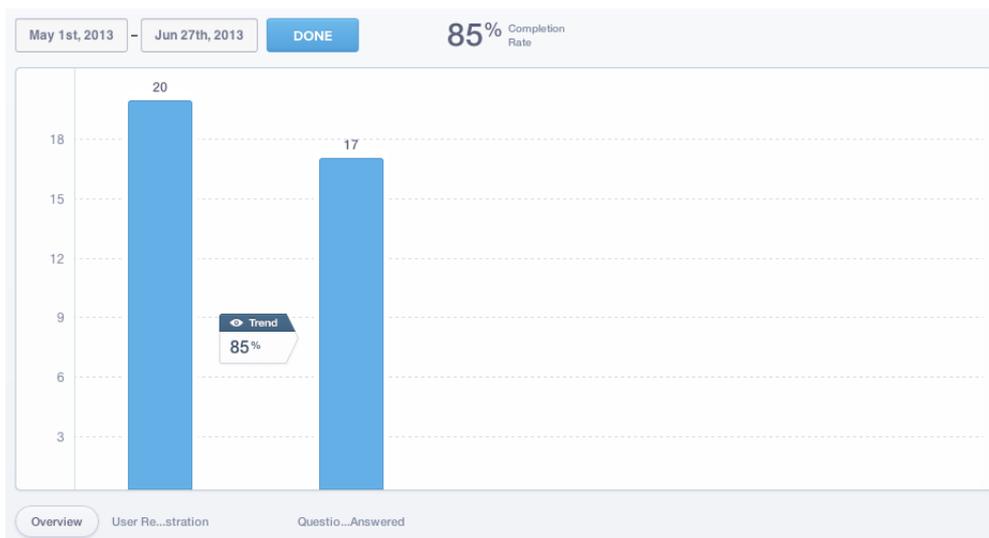


Figura 5.6: Análise de funil para a resposta a perguntas

Processo de recomendação

O gráfico da figura 5.7 ilustra as conversões entre os eventos que constituem o principal processo de interacção da aplicação. Temos os eventos *User Registration*, *Question Answered* e *Challenge Done*, correspondendo ao registo na aplicação, resposta a questões e realização de recomendações. A conversão entre os dois primeiros eventos foi já analisada, verificando-se um valor mais reduzido na conversão entre a resposta às questões e a realização das recomendações.



Figura 5.7: Análise de funil para o processo de recomendação

5.2.3 Análise dos resultados

Embora se encontre desenvolvido e testado, o sistema de análise de mérito das recomendações não teve as condições necessárias para ser correctamente testado e validado durante o período de experimentação definido. A primeira dificuldade desta verificação surge ao verificar a diminuta percentagem de utilizadores presentes no cenário de testes que possuem medidores de energia registados e a funcionar nas habitações. Outra dificuldade prende-se com o reduzido número de recomendações registadas, não tendo estas expressão suficiente para poder retirar conclusões estatisticamente relevantes. Por fim, referir que o tempo é tam-

bém um factor chave na verificação deste tipo de mecanismo, uma vez que a análise do impacto das recomendações tem de ser feita com alguma relevância temporal. Esta tentativa de validação será no entanto prolongada e continuada no contexto empresarial, no sentido da implementação de um produto sólido na passagem da aplicação desenvolvida para o ambiente geral do produto da empresa.

Fora do âmbito da verificação de consumos reais, a pouca expressão dos dados referentes às recomendações efectuadas pelos utilizadores não permite tirar conclusões com a força desejada sobre as estratégias aplicadas. Neste caso, identifica-se a duração do período de experimentação como principal problema, não sendo suficientemente extenso para permitir a realização das recomendações e avaliação do mérito das estratégias definidas. Também neste aspecto continuará a experimentação e validação a nível empresarial.

A recolha de dados mostrou resultados suficientemente relevantes para concluir pelo seu sucesso. As taxas percentuais de resposta dadas e de conversão para o processo de resposta são altas. Estes resultados explicam-se com o cuidado que foi dado a este processo em termos de desenho da interface. Foi dispensado uma grande quantidade de tempo na afinação do processo e dos detalhes visuais para que os utilizadores tivessem a noção clara da importância da introdução de dados desde o primeiro momento da utilização da aplicação.

O grupo de utilizadores presente no ambiente de experimentação utilizado pode também ser alvo de análise, uma vez que influencia de uma maneira muito directa os resultados obtidos. A dimensão do grupo de utilizadores poderia ser um pouco maior e mais disperso em aspectos como a faixa etária, localização geográfica ou ocupação. Esta maior dimensão teria permitido resultados com maior relevância estatística.

Analisando os resultados da experimentação, conclui-se também que a diversificação dos conjuntos de classificação e estratégias de recomendação utilizados poderia ter trazido benefícios. Os conjuntos e problemas a classificar são de alguma forma grande em dimensão, perdendo assim capacidade de identificação e acção sobre problemas mais focados e de menor dimensão. Esta parte da experimentação será continuada posteriormente, já em ambiente empresarial como algumas das questões já identificadas.

Capítulo 6

Conclusões

6.1 Estado actual do sistema

À data da conclusão deste relatório, os principais módulos da aplicação encontram-se implementados e funcionais.

Toda a parte da interface gráfica encontra-se num estado quase final, devendo-se este estágio de evolução à maior quantidade de tempo despendida para o efeito. A importância dada a este aspecto foi um requisito sempre muito lembrado pela empresa promotora do estágio.

Os mecanismos de classificação e recomendação encontram-se funcionais mas, nesta fase, os conjuntos de classificação definidos não apresentam uma escala suficientemente grande para se considerarem validados. Seriam precisos mais conjuntos e mais utilizadores para que se pudesse aferir o real mérito das classificações e recomendações geradas pelo sistema.

Toda a integração com o Facebook está totalmente implementada, bem como o motor de jogo que permite a competição energética entre os utilizadores.

A aplicação é já um bom mecanismo de recolha e tratamento de dados sobre consumos e hábitos energéticos em habitações domésticas. Olhando para os resultados obtidos, verifica-se que os utilizadores fornecem um conjunto de informação relevante ao sistema, permitindo desta forma melhores resultados nos subsequentes processos de classificação e recomendação.

6.2 Trabalho futuro

Os próximos passos de desenvolvimento da aplicação passarão essencialmente pelo aumento do mérito das recomendações efectuadas.

Os conjuntos utilizados pelo sistema para classificar os utilizadores são definidos previamente e de forma estática, podendo beneficiar imenso com uma afinação continua à medida que o sistema ganha alguma massa em termos de utilizadores. Utilizando um exemplo concreto, se num dado conjunto de classificação existir uma resposta que nunca é dada pelos utilizadores colocados nesse grupo, muito provavelmente essa resposta deve ser retirada do conjunto sem que haja prejuízo na eficácia do processo de classificação. Um raciocínio semelhante é passível de ser aplicado para a extensão dos conjuntos de classificação, se os utilizadores colocados num dado conjunto de classificação dão uma resposta semelhante mas que não está incluída neste conjunto, muito provavelmente a sua inclusão irá melhorar o processo de classificação.

Esta lógica de afinação dos conjuntos de classificação pode ser estendido para o âmbito das recomendações. Estas são definidas de maneira idêntica às classificações e também devem ser afinadas à medida que o sistema ganha alguma escala. No caso das recomendações é ainda possível pedir *feedback* directo aos utilizadores que poderão dizer ao sistema se uma dada recomendação se adequa ao seu caso ou se é plausível.

As recomendações poderão ter ainda associadas uma aproximação do ganho energético real que irão provocar, dando desta forma ao utilizador uma valiosa representação do benefício que retira da utilização da aplicação.

Ainda no campo da validação, é possível melhorar a verificação do impacto das recomendações nos consumos reais da habitação. Neste momento a verificação efectuada peca por pouco exhaustiva e deficiente em termos temporais, não tendo a robustez necessária para aferir verdadeiras relações de causa e efeito entre as recomendações efectuadas e os consumos verificados.

Este trabalho terá a continuação em ambiente empresarial, estando prevista a integração de mais mecanismos que permitem a validação das recomendações. Um bom exemplo disto são as tomadas inteligentes que os utilizadores podem instalar nos seus electrodomésticos. Estas tomadas são já suportadas na plataforma unplug e poderão no futuro desempenhar um papel im-

portante no sistema de recomendação. Nota ainda para a submetido e aceitação de um artigo na *EPIA 2013 - XVI Portuguese Conference on Artificial Intelligence*. Este artigo¹ foi escrito no âmbito do trabalho desenvolvido no estágio e a participação na conferencia motivará uma maior maturação dos resultados da experimentação.

¹Artigo presente nos anexos deste relatório

Bibliografia

- [1] The smart grid: An introduction. Technical report, Litos Strategic Communication.
- [2] Robert M. Bell and Yehuda Koren. Lessons from the netflix prize challenge. *SIGKDD Explor. Newsl.*, 9(2):75–79, December 2007.
- [3] Robin Burke. The adaptive web. chapter Hybrid web recommender systems, pages 377–408. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.
- [4] Bracha Shapira Paul B. Kantor Francesco Ricci, Lior Rokach. *Recommender Systems Handbook*. Springer, 2011. Book.
- [5] Jeremy York Greg Linden, Brent Smith. *Amazon.com Recommendations - Item-to-Item Collaborative Filtering*, 2003. Manual.
- [6] Lev Grossman. How computers know what we want - before we do. May 2010. Article.
- [7] Jonathan L. Herlocker, Joseph A. Konstan, Loren G. Terveen, and John T. Riedl. Evaluating collaborative filtering recommender systems. *ACM Trans. Inf. Syst.*, 22(1):5–53, January 2004.
- [8] Alex Iskold. The art, science and business of recommendation engines, 2007. Article.
- [9] Rafael Jegundo. Development and monetization of an energy data and analytics platform. Master’s thesis, Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra.
- [10] Yehuda Koren. The bellkor solution to the netflix grand prize. August 2009. Article.
- [11] Alex Laskey and Ogi Kavazovic. Opower. *XRDS*, 17(4):47–51, June 2011.

- [12] Douglas MacMillan. Netflix att are real winners of netflix prize. 2009. Article.
- [13] Tariq Mahmood and Francesco Ricci. Improving recommender systems with adaptive conversational strategies. In *Proceedings of the 20th ACM conference on Hypertext and hypermedia*, HT '09, pages 73–82, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [14] Bill Marsh. Energy wasted. The New York Times, 2008. Article.
- [15] Prem Melville, Raymod J. Mooney, and Ramadass Nagarajan. Content-boosted collaborative filtering for improved recommendations. In *Eighteenth national conference on Artificial intelligence*, pages 187–192, Menlo Park, CA, USA, 2002. American Association for Artificial Intelligence.
- [16] Sean B. Minkel. Iis 655, assignment 3 technology review paper. Technical report, July 2007.
- [17] Michael J. Pazzani. A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. *Artif. Intell. Rev.*, 13(5-6):393–408, December 1999.
- [18] Jon Sanders. Collaborative filters at sxsw, 2009. Article.
- [19] Badrul Sarwar, George Karypis, Joseph Konstan, and John Riedl. Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. In *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web*, WWW '01, pages 285–295, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- [20] Jonas Romain Wiesel. Hunch - google is indexing the web, hunch is indexing you! 2011. Article.
- [21] Chris King Yoav Lurie, Justin Segall. The engaged customer: How data standardization leads to empowered customers and successful smart grid deployments. Technical report.

Apêndice A

Recolha de dados

How many TV's do you have in your house?
How big is your house?
Do you have any AC equipment in your house?
How old is your house?
In what period is your home more likely to be full of people?
Do you use electric heaters?
Do you have an electric oven?
How do you wash your clothes?
What kind of fridge do you have?
How often do you keep lights turned on when you don't need them?
Regarding temperature, do you think that your house is properly isolated?
How much natural light do you use in your house?
Do you have a microwave?
What do you use most?
Do you leave your devices in stand-by?
Do you have a thermostat?
Do you use solar energy in your house?
What do you think about the price that you pay for energy?
Do you have any energy meter installed in your house?
In your opinion, how important are the environmental questions?
Do you take any time to analyse your regular energy consumption?
When you buy new appliances, how much do you care about energy classification?
How many hours is your TV turned on each day?
Do you use to turn your TV on just for background sound?
How often do you use your microwave?

On a regular shower, I have time to think about...
How full use to be your fridge?
Do you keep any heat source near your fridge?
What's the average energy class of your appliances?
Do you put heated food in the refrigerator?
How do you heat your house?
Do you use the pre-wash cycle on your washing machine?
Do you have a clothes dryer?
Do you control the consumption of your appliances individually?
Do you use to unplug your appliances when you don't need them?
Do you make an effort to keep your refrigerator's door closed?
Does your house have double-glass windows?
Do you ever shut down your computer?
Do you use the pre-wash cycle of your dishwasher?
How do you wash your dishes?
Do you always use your dishwasher on its full capacity?
Do you always use your washing machine on its full capacity?
Which one is closest to what you see through your window?
How many people live in your place?
Pick the more likeable weather forecast for your hometown.
What kind of lightning do you use?

Tabela A.1: Conjunto de perguntas colocadas aos utilizadores para recolha de dados

Apêndice B

Conjuntos de classificação

B.1 Classificação 1 - *Energy waste*

Pergunta	Resposta
How often do you keep lights turned on when you don't need them?	<ul style="list-style-type: none">• It's a regular thing• All the time
Regarding temperature, do you think that your house is properly isolated?	<ul style="list-style-type: none">• No
How much natural light do you use in your house?	<ul style="list-style-type: none">• Not much
Do you have a microwave?	<ul style="list-style-type: none">• No
What do you use most?	<ul style="list-style-type: none">• Desktops
Do you leave your devices in stand-by?	<ul style="list-style-type: none">• Yes, always
When you buy new appliances, how much do you care about energy classification?	<ul style="list-style-type: none">• It's not the decision factor• I don't care about it
How many hours is your TV turned on each day?	<ul style="list-style-type: none">• 7 or more
Do you use to turn your TV on just for background sound?	<ul style="list-style-type: none">• Yes, sometimes
How often do you use your microwave?	<ul style="list-style-type: none">• Never
Do you keep any heat source near your fridge?	<ul style="list-style-type: none">• Yes

What's the average energy class of your appliances?	<ul style="list-style-type: none"> • C • Less than C
How do you heat your house?	<ul style="list-style-type: none"> • Portable heaters
Do you use the pre-wash cycle on your washing machine?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, always
Do you make an effort to keep your refrigerator's door closed?	<ul style="list-style-type: none"> • No
Do you ever shut down your computer?	<ul style="list-style-type: none"> • No, never
Do you use the pre-wash cycle of your dishwasher?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, always
Do you always use your dishwasher on its full capacity?	<ul style="list-style-type: none"> • Not always
Do you always use your washing machine on its full capacity?	<ul style="list-style-type: none"> • Not always
What kind of lightning do you use?	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescent bulbs • High-Intensity Discharge (HID)

Tabela B.1: Conjunto de respostas utilizadas na classificação do primeiro grupo de utilizadores

B.2 Classificação 2 - *High energy consumption*

Pergunta	Resposta
How many TV's do you have in your house?	<ul style="list-style-type: none"> • 4 • More than 4
How big is your house?	<ul style="list-style-type: none"> • Large • Huge!
Do you have any AC equipment in your house?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, around the whole place
How old is your house?	<ul style="list-style-type: none"> • A few decades old • Stonehenge old
Do you use electric heaters?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, all the time
What kind of fridge do you have?	<ul style="list-style-type: none"> • One with ice maker
Do you have a microwave?	<ul style="list-style-type: none"> • No
What do you use most?	<ul style="list-style-type: none"> • Desktops
What do you think about the price that you pay for energy?	<ul style="list-style-type: none"> • It's expensive • It's clearly overpriced
How many hours is your TV turned on each day?	<ul style="list-style-type: none"> • 4 to 6
What's the average energy class of your appliances?	<ul style="list-style-type: none"> • B
How do you heat your house?	<ul style="list-style-type: none"> • Electric resistance heating
What kind of lightning do you use?	<ul style="list-style-type: none"> • Incandescent bulbs • High-Intensity Discharge (HID)

Tabela B.2: Conjunto de respostas utilizadas na classificação do segundo grupo de utilizadores

B.3 Classificação 3 - *Bad energy habits*

Pergunta	Resposta
How much natural light do you use in your house?	<ul style="list-style-type: none"> • Not much
Do you leave your devices in stand-by?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, always
How often do you keep lights turned on when you don't need them?	<ul style="list-style-type: none"> • It's a regular thing • All the time
Do you have any energy meter installed in your house?	<ul style="list-style-type: none"> • No
In your opinion, how important are the environmental questions?	<ul style="list-style-type: none"> • Couldn't care less • Not important
Do you take any time to analyse your regular energy consumption?	<ul style="list-style-type: none"> • No, never
When you buy new appliances, how much do you care about energy classification?	<ul style="list-style-type: none"> • It's not the decision factor • I don't care about it
Do you use to turn your TV on just for background sound?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, sometimes
How often do you use your microwave?	<ul style="list-style-type: none"> • Never
On a regular shower, I have time to think about...	<ul style="list-style-type: none"> • Meaning of life and other major problems
What's the average energy class of your appliances?	<ul style="list-style-type: none"> • I have no idea
Do you put heated food in the refrigerator?	<ul style="list-style-type: none"> • Yes, sometimes
Do you always use your dishwasher on its full capacity?	<ul style="list-style-type: none"> • Not always
Do you always use your washing machine on its full capacity?	<ul style="list-style-type: none"> • Not always

What kind of lightning do you use?	<ul style="list-style-type: none">• Incandescent bulbs• High-Intensity Discharge (HID)
------------------------------------	---

Tabela B.3: Conjunto de respostas utilizadas na classificação do terceiro grupo de utilizadores

Apêndice C

Recomendações

Recomendação	Descrição	Pontos
Energy saving lights	Replace your house lights for energy saving ones. LED and fluorescent bulbs, usually allow better savings.	10
Lower the temperature	Use low temperature programmes on your dishwasher and washing machine.	10
Unplug your chargers	When the charger is no longer needed, unplug it.	5
Small appliances	Cooking with small appliances like a toaster oven or an electric skillet can save a lot of energy.	5
Defrost your fridge	Frost makes your refrigerator work harder and wastes energy.	5
Right temperature	Keep your refrigerator temperature between 36° F (2° C) and 42° F (6° C) and the freezer between -5° F (-20° C) and 6° F (-14° C).	5
Isolate your house	Isolate your doors and windows to reduce energy spent on heating and cooling	15
Go portable	Choose laptops instead of desktops. They run on much less energy costs.	15
Keep your fridge away from heat	Do not put any source of heat near your refrigerator	5

Skip the pre-wash cycle - washing machine	Don't use the pre-wash cycle in your washing machine unless the clothes are pretty dirty.	20
Skip the pre-wash cycle - dishwasher	Don't use the pre-wash cycle in your washing machine unless the dishes are pretty dirty.	20
Keep your fridge door closed	Open your fridge door to get what you want and close it right after. You can save a great deal of energy by doing this.	15
Kill Stand-by	Don't leave your devices or appliances on stand-by when you don't need it. This will save you a lot of energy.	30
Use the microwave	Microwaves can cook in shorter periods of time, which leads to energy saving.	5
Change to fluorescent bulbs	Replace your lights for fluorescent bulbs. This bulbs will allow better savings.	30
Switch to LED lights	Replace your lights for LED. This is the most efficient way to illuminate your house.	40
Turn off the lights	Always the light off when you don't need it.	10
Open the windows	Use as much natural light as you can get.	15
Track your energy	Install an energy meter in your house. You can save lots of energy by knowing exactly what you're spending.	45
Turn off your TV	Don't keep your TV on just for background noise.	5
Take quick showers	A long and thoughtful shower may seem good but can cost you lots of energy. Keep it quick.	20
Aim for efficient appliances	All of my equipments are Energy Star certified or have a efficient energy class certification	80
Washing machine capacity	Use your washing machine on its full capacity. Save time, energy and money.	15

Smart heating	Don't rely too much on electric heaters, they burn much more energy.	10
Dishwasher capacity	Use your dishwasher on its full capacity. Save time, energy and money.	15

Tabela C.1: Conjunto de recomendações utilizadas no ambiente de testes

Apêndice D

Estratégias de recomendação

D.1 Estratégia 1 - *Energy waste*

Recomendação	Descrição	Pontos
Change to fluorescent bulbs	Replace your lights for fluorescent bulbs. This bulbs will allow better savings.	30
Switch to LED lights	Replace your lights for LED. This is the most efficient way to illuminate your house.	40
Isolate your house	Isolate your doors and windows to reduce energy spent on heating and cooling	15
Use the microwave	Microwaves can cook in shorter periods of time, which leads to energy saving.	5
Go portable	Choose laptops instead of desktops. They run on much less energy costs.	15
Kill Stand-by	Don't leave your devices or appliances on stand-by when you don't need it. This will save you a lot of energy.	30
Aim for efficient appliances	All of my equipments are Energy Star certified or have a efficient energy class certification	80
Keep your fridge away from heat	Do not put any source of heat near your refrigerator	5
Smart heating	Don't rely too much on electric heaters, they burn much more energy.	10

Dishwasher capacity	Use your dishwasher on its full capacity. Save time, energy and money.	15
Washing machine capacity	Use your washing machine on its full capacity. Save time, energy and money.	15
Skip the pre-wash cycle - washing machine	Don't use the pre-wash cycle in your washing machine unless the clothes are pretty dirty.	20
Skip the pre-wash cycle - dishwasher	Don't use the pre-wash cycle in your washing machine unless the dishes are pretty dirty.	20
Keep your fridge door closed	Open your fridge door to get what you want and close it right after. You can save a great deal of energy by doing this.	15

Tabela D.1: Conjunto de recomendações utilizadas na primeira estratégia

D.2 Estratégia 2 - *High energy consumption*

Recomendação	Descrição	Pontos
Smart heating	Don't rely too much on electric heaters, they burn much more energy.	10
Change to fluorescent bulbs	Replace your lights for fluorescent bulbs. This bulbs will allow better savings.	30
Switch to LED lights	Replace your lights for LED. This is the most efficient way to illuminate your house.	40
Kill Stand-by	Don't leave your devices or appliances on stand-by when you don't need it. This will save you a lot of energy.	30
Aim for efficient appliances	All of my equipments are Energy Star certified or have a efficient energy class certification	80
Dishwasher capacity	Use your dishwasher on its full capacity. Save time, energy and money.	15
Washing machine capacity	Use your washing machine on its full capacity. Save time, energy and money.	15

Tabela D.2: Conjunto de recomendações utilizadas na segunda estratégia

D.3 Estratégia 3 - *Bad energy habits*

Recomendação	Descrição	Pontos
Turn off the lights	Always the light off when you don't need it.	10
Open the windows	Use as much natural light as you can get.	15
Kill Stand-by	Don't leave your devices or appliances on stand-by when you don't need it. This will save you a lot of energy.	30
Track your energy	Install an energy meter in your house. You can save lots of energy by knowing exactly what you're spending.	45
Aim for efficient appliances	All of my equipments are Energy Star certified or have a efficient energy class certification	80
Turn off your TV	Don't keep your TV on just for background noise.	5
Use the microwave	Microwaves can cook in shorter periods of time, which leads to energy saving.	5
Take quick showers	A long and thoughtful shower may seem good but can cost you lots of energy. Keep it quick.	20
Change to fluorescent bulbs	Replace your lights for fluorescent bulbs. This bulbs will allow better savings.	30
Switch to LED lights	Replace your lights for LED. This is the most efficient way to illuminate your house.	40
Dishwasher capacity	Use your dishwasher on its full capacity. Save time, energy and money.	15
Washing machine capacity	Use your washing machine on its full capacity. Save time, energy and money.	15

Tabela D.3: Conjunto de recomendações utilizadas na terceira estratégia

Apêndice E

Artigo submetido

O seguinte artigo foi escrito no âmbito do trabalho desenvolvido no estágio, sendo submetido e aceite na *EPIA 2013 - XVI Portuguese Conference on Artificial Intelligence*.

Distributed Social Data Collection for Home Energy Management

Rui Magalhães, Pedro Henriques Abreu, Rafael Jegundo, and Daniel Castro Silva

Department of Informatics Engineering, University of Coimbra / CISUC (Centre for Informatics and Systems, University of Coimbra),
Pólo II - Pinhal de Marrocos, 3030-290 Coimbra, Portugal
`{ruipedro, pha, dcs}@dei.uc.pt`
`{rafael}@unplu.gg`
<http://www.uc.pt/fctuc/dei/>

Abstract. The work described in this paper is part of a system that tackles the energy wasting problem in households through the use of recommender systems. Its ultimate goal is to recommend personalized strategies to each user so that he can reduce energy spendings in his house. This paper is focused on the initial steps of this system: data collection. Data collection is performed in two different modes: offline and online. Offline data collection is based on a series of questions regarding user houses; this questionnaire was disseminated as a Facebook application, and was comprised of several questions divided in four main groups: household characteristics; electrical devices' characteristics; energy consumption habits; and environmental awareness. Online data collection is performed by energy meters installed in households, which send consumption data to the system; this data has great value for the personalized recommendation generation, as it provides finer grained information regarding energy consumption.

The results at this point prove that the combination of energy consumption data and the knowledge of the house characteristics represent an good ground to build the recommendations for the users and by that increase their energy savings.

The next step will consist in the interpretation of the collected data trying to find groups of users with the same profile of energy consumption.

Key words: Data Collection, Home Energy Management, Energy Saving, Energy Efficiency

1 Introduction

The world is currently facing a considerable problem dealing with pollution and climate changes. The natural resources that humanity has been using are now scarce for the demand that our modern lifestyle imposes, and the irregular exploration of these resources has lead to negative secondary effects[6]. With this in mind, modern societies must find a way to invert this trend.

The high energy consumption registered in households are part of this problematic. Nowadays, electricity is used for almost everything and, because of that, finding methods that maximize the efficiency of energy usage becomes paramount.

This paper presents a solution that operates in a specific segment of the energy market – households. This segment represents 26,65%[4][5] of all the energy consumption in Europe and recent studies show that 20%[9] of this energy is wasted. This represents a very large percentage, and is mainly due to bad habits and inefficient devices. The work reported in this paper is part of a larger project (named unplugg advisor) that consists in the development of a tool capable of recommending new energy saving strategies for a specific household, based on real-time data collected from the household, and supported by a database containing data regarding different user profiles. The first step of this project consists in the collection of data from the users. However, some technical questions arise from this task, such as: how to collect data (users usually don't know or care about the technical data regarding energy consumption); whose data to collect (in order to build a recommender system, a large user base is desirable); how to process the data (in order to eliminate noise). Regarding the how, a survey was created to collect high-level data from users; also, metering devices will be installed in some households to collect data at a more fine level. Regarding the who, the survey was made available as a Facebook application, which promotes the survey within the large user community of this social network. Regarding data processing, data cleansing methods will be used.

This paper starts by introducing briefly the recommender systems area and then gives a short overview on home energy management platforms. After that, the project architecture is explained, detailing each step of the recommendation process. There is also a section that contains the results that were possible to verify in this stage and the final section finish the paper with some conclusions about the work that has been done.

2 Related Work

This section starts with an overview on some existing solutions in the home energy management area followed by a brief description of recommendation systems theory.

2.1 Home Energy Management

Smart Grid concept consists in the implementation of modern technologies to the energy distribution infrastructures[7]. This implementation is capable of measuring what energy is being produced, transmitted and/or consumed in real time. This kind of monitoring enables the decrease of energy distribution and consumption[1] avoiding the energy waste. Currently, there are applications that aim to tackle this kind of problem available in the internet:

- Opower’s product pretends to be a bridge between consumers and energy utilities. To do this, it offers several solutions that help consumers realize their energy usage and it’s possible to identify the care that is taken in user personalization. The Opower’s system tries to understand how the user is spending energy producing value in the customer’s perspective [2].



Fig. 1. Opower’s Energy Report

- Simple Energy relies on a gamification system to keep users motivated on energy savings. Doing a comparison between the user’s energy consumption, this system creates a competition environment whose goal is to discover which user can further minimize his energy consumption.
- Similar to previous solution, My Energy presented a system that executes an energy usages comparison between friends and neighbors. Furthermore, this tool presents a recommendation system helping people improve their energy saving behaviors.

2.2 Conclusions

Table 1 summarizes the main features and drawbacks of the presented solutions. Analyzing Table 1 from the perspective of our work, it is clear that there is no any kind of solution that is capable of recommending a strategy to reduce effectively energy consumption.



Fig. 2. Simple Energy Dashboard

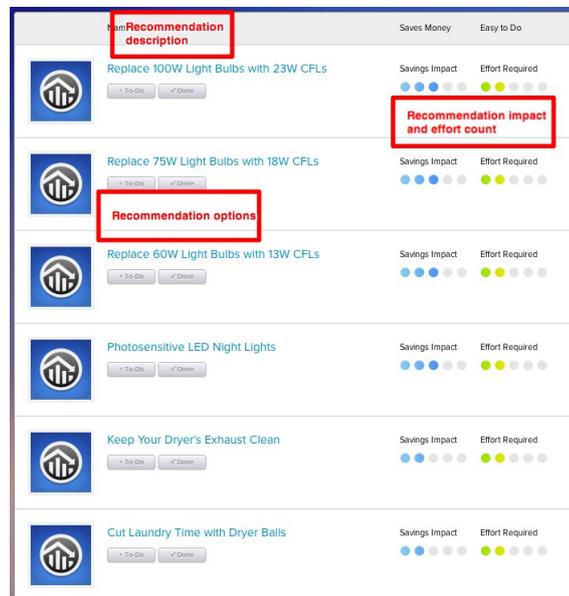


Fig. 3. My Energy Tips

Solution	Main features	Main drawbacks
OPower	<ul style="list-style-type: none"> – Smart Grid Integration – Deployment with many energy utilities – Automation – Big Data support – Recommendations by its Insight Engine 	<ul style="list-style-type: none"> – House characteristics could be taken into more account – Data collected in meters could be crossed with more information about user's houses – Comparison focused only in the neighborhood

Simple Energy	<ul style="list-style-type: none"> – Social layer – Energy consumptions comparison – Facebook integration 	<ul style="list-style-type: none"> – Recommendations mostly absent – House characteristics could be taken into more account
MyEnergy	<ul style="list-style-type: none"> – Strong gamification engine – Smart Grid Integration – Deployment with many energy utilities – Rewards associated with energy saving 	<ul style="list-style-type: none"> – Recommendations are generic and not targeted to user’s needs – House characteristics could be taken into more account

Table 1: Home energy management solutions in the web

Our system will be capable of generating energy saving recommendations based on user’s particular habits and house characteristics. The information from user will be constantly collected through the Facebook application, updating his profile and increasing the recommender system quality.

Along with this energy profile that is built with user interaction, the system will receive data that comes from energy meters installed at user’s homes. This information allows the system to make short-term recommendations.

By the combination of these two data collection processes, it is possible for the system to cross information and improve the whole process of recommendation. For instance, after making a suggestion, the system can check the data that comes from energy consumptions and try to realize the impact of that recommendation on the actually energy spent.

The recommendation system will be based on a hybrid approach trying to improve the performance of the system. A brief description about recommendation systems is performed below.

2.3 Recommender Systems

Generically, a recommender system provides suggestions to an user. These suggestions can be related with a large scope of decision making processes, such as items for user to buy, music to listen, news to read among others[13]. The biggest motivation for this kind of implementation is the enormous variety of choices that an user faces nowadays specially in dynamic environments like internet.

Based on the idea that a conventional user would accept the advice of other users [8], recommender systems are present today in many modern services and websites. Normally, recommendations are based on three types of data:

- **Items.** Objects that represent the output of the system, the suggestion that will be recommended to the user. Items can include the value that it has for the user and the set of characteristics that the system will use to make suggestions.
- **Users.** Users are the agents of the recommender systems, the ones that will interact with items and will be the target of the recommendations. As seen in items, users have a set of characteristics that will give the system the data to work.
- **Transactions.** Interactions that occur between users and items. Every time that an user sees or classifies an item, gives information to the system about the relation between them and the system will use this in the recommendation generation process.

In order to work properly, the recommender system must try to maximize the probability of benefit that a certain suggestion will have for the user. To do that, it can rely on different techniques[3][11][12].

- **Collaborative Filtering**[10]. The focus is on the user side and the system will generate suggestions based on the items that better fits other users similar to the target of the suggestion.
- **Content-based Filtering.** The system will generate consumptions keeping the items as main focus of the process. Basically the system will look for items with characteristics similar to the ones that the user showed that he likes.
- **Demographic Filtering.** The recommendation is generated based on the demographic profile of the user. The system will be able to identify certain groups of users like an age group, a certain language speakers or a location.
- **Hybrid.** Hybrid systems combine some of the previous techniques, making an attempt to improve the level of the recommendations. The principle used is that with multiple techniques, the flaws of each one are compensated by the others.

3 Project Architecture

The figure 3 represents the main architecture of the system, which is divided in two main parts: offline and online. The work described in this paper has its location in the first iterations of both offline and online phases (marked with a red square).

3.1 Offline

This phase is related to the creation of user profile home energy consumption. The user will input their home characteristics and energy usage habits and with that data (user personalization), the system will try to find the best advices that can be given for that set of inputs. This phase is composed by 4 steps:

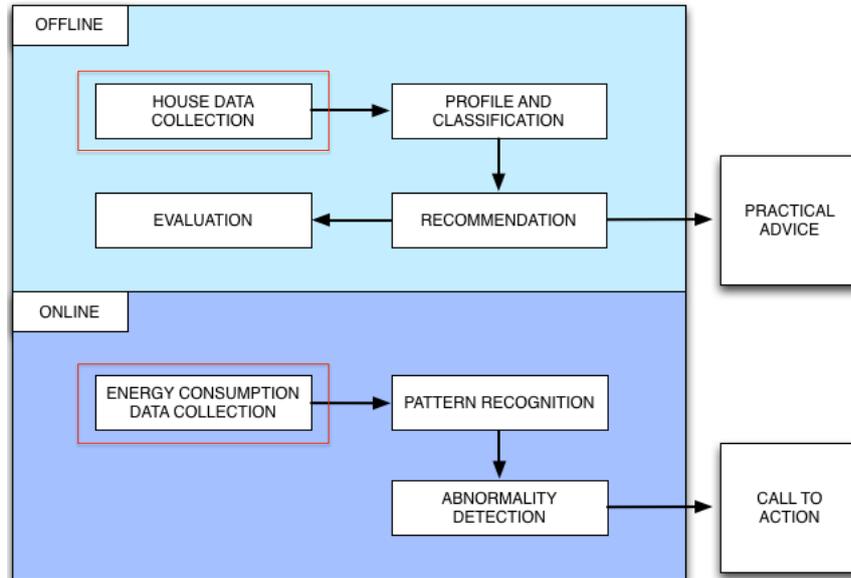


Fig. 4. System Architecture

House Data Collection In order to gather energy consumption from real users, an application for Facebook was developed (explained in next section). This application is composed by different types of questions related to lighting type used at home, number and type of electric appliances, number of inhabitants among others (User's Answers step). At the end of this step, a database was constructed englobing the user's information collected.

Profile and Classification The answers given by the users are gathered in a set that represents the user's energy profile, a set of data that holds what the system knows about the user's home. This set of data is dynamic because more answers can be answered at any time. This profiles are traced with information of a certain level of abstraction, as detailed in the next section. With the user's energy profile traced, the system will try to classify the user based on the data that it has from other users. There will be an attempt to match the user's data with characteristics that the system know from other users.

Recommendation After the user's energy profile classification, the system begins to generate recommendations to the user. This recommendations results of what the system knows that work or can work for the profile classified, based in previous recommendations.

Evaluation For every recommendation generated by the system, the user has the power to tell if the that specific recommendation had influence on his consumptions or not. This feedback is very important for the system because is powerful way to constantly adapt the recommendations to the different energy profiles that it finds. Based on this principle, we can say that the accuracy of the system will increase along with the feedback given by the users.

Practical Advice The system gives the recommendation to the user as a practical advice. This advice is simple and measurable in terms of effort, in order to give user the simplicity that he needs to get the task done.

3.2 Online

On the other half, the online part of the system will be constantly processing data that is collected in the user's home energy meters. This data will provide knowledge to the system about the consumption patterns and with that, it will be able to identify energy deviations and notify the user about it.

This two parts of the system work in a very distinct way but the main goal is the same: process data about user's energy and return practical information that will enable and empower the energy saving and efficiency.

Energy Consumption Data Collection The online part of the system receives energy consumption data collected by meters in the user's house. The meter will measure de energy consumed in a known interval of time. Depending on the meter used, this interval may vary. This specific part of the main project that were also developed and studied in this work.

Pattern Recognition After receiving the energy consumptions, the system will try to trace patterns of usage for the house. The goal is to identify periods of consumption that repeat itself in time and give them a range of power that is acceptable regarding what the meters had measure.

Abnormality Detection With the consumptions patterns identified, the system will be able to cross data that receives with what is expected for that specific period of time.

Report With the abnormalities detected, the system will generate notifications to the user. Those notification can exist as warnings about what the system things is not right, but can also be adjusted to work as a report mechanism, giving information about energy efficiency for instance.

Call to Action The notifications generated are delivered to the user through web or mobile applications, always with a clear and doable message that calls to quick action. The output generated by the online part of the system has a much more volatile nature than the offline one.

4 Experimental Setup

Being this work focused in the data collection for future use in a recommendation system, the user interaction was always seen as a factor of much importance. The next subsections explain the choices that have been made in this area.

4.1 Facebook Integration

The access to the recommender system is done through Facebook authentication, a connection that brings many advantages.

Facebook is the largest social network online and its amount of users represents a perfect ecosystem for the system to function. Besides this, the connections between users are a great way to build a competition environment around the interaction with the system.

4.2 Home data questions

Like it was said before, the data that enters the offline recommendation system comes from questions that users answers with their house characteristics and energy consumption habits. The user interface built for the data input was the result of usability studies with testers, always with the motivation of make the process simple and fast for users. The content of the questions is simple enough for people to answer without know the details about the house and this will favor a easy and fast interaction with the system.



Fig. 5. Home Information Question

Figure 4.2 shows an example of one question showed to users. There are always options given to the user that can select the option that better applies to his case with just one interaction with the interface. This easy and fast approach has proven to be the one that better grabs the user attention and keeps his focus on the data introduction.

The questions presented to the user are made in a way that never lead the user to much thought about that answer to give. The user does not have to know the power of his home appliances or the total area of the house. There's an abstraction to this details associated with the questions. Instead of this details, the system can, for instance, ask if the house is small or big or if the user use to use the washing machine in its full capacity. This answers, in a relevant amount and associated with data collected through the Facebook connection such as user demographics, will give the recommender systems what it needs to classify houses and suggest recommendations.

The interface elements were tested with several users with different backgrounds, in a meticulous process that lead to the choices that we have now. The option to conduct the interface development like this is justified by the importance that the user's data introduction have for the system.

The set of questions is large enough to give the user a continuous experience of their home data introduction. There are 100 questions divided in 4 main themes:

- **House characteristics.** 30% of the questions will focus on details about the user's house. Heating, area or materials are some of the topics included in this group.
- **Appliances characteristics.** 40% of all questions will make the effort for collect information about the appliances that users have in their houses. The larger percentage is explained by the multiplicity of appliances that people own nowadays.
- **Energy habits.** This third type of questions tries to gather information about user's behaviors related to energy consumption. The periods that the house is busier or stand-by policy for appliances is information that will give a great help in the recommendation generation process. This questions represent 20% of all set.
- **Environmental awareness.** The last and the smallest (10%) type of questions tries to set the environmental awareness level and preoccupation that the user manifests.

It has been noticed that users don't use more that a few seconds to answer the questions. This result is explained by the simplicity of the questions and options given. The intuitive interface built favors this quick interactions and leads to a larger efficiency for the process of data collection.

4.3 Meter integration

The integration of energy meters with the system is inherited from the unplug platform already deployed. This integration is working with many of the main players in the energy metering market as Current Cost, TED, Tendril and Clo-gy.

The system collects the data and stores it, allowing a useful visualization of the energy consumption to the users.

The integration is currently extended to 30 households and the data collected will be processed in the next steps of the development process.

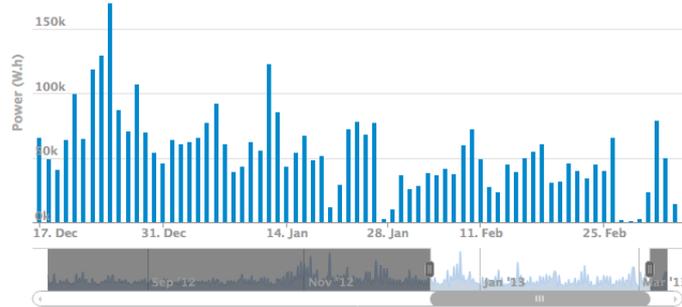


Fig. 6. Home Energy Consumption

A graph showing the energy consumptions in a period of time can be viewed in the figure 4.3.

5 Conclusions and future work

In this work, and as it was previously said, it was developed the data collection phase of a main recommender system for home energy management.

The preliminary results at this stage are very positive, being the user's concern for energy saving problem very real.

The features implemented represent, as planned in the beginning, a good basis for the main recommender system. It's possible collect electric energy consumption from users houses through meter integration and the questions that are answered from the users give the system additional and important data to produce personalized recommendation in the future.

In the offline part of the system, the next step of the implementation is the home classification. This process will be made through a k-nearest-neighbor algorithm implementation, that will process the questions introduced by the users and connect groups identified with strategies established for those scenarios. As the process of data collection may prolong itself for a period of time needed to gain the sufficient amount of data, the user will receive generic and non-personalized recommendations at first, evolving the system after that to a personalization based in his needs.

In what online recommendations concern, an algorithm to detect the basic patterns of energy consumption will be implemented. The goal is to start the abnormality detection as soon as possible, improving the accuracy of the algorithm and recommendations afterwards, taking the user feedback into account.

Despite the early stage of development that the system finds itself, it's possible to take some conclusions.

The interface choices made for the system have a great influence in the way that people interact with it. If the interface offers a poor user experience, the risk of user abandonment or demotivation is much more likely to happen. This principles apply in a very strict way to systems that need to high user retention rates like the one presented.

The option of implement the system in both online and offline came from several user interviews and is motivated mostly for the need that users demonstrated in get recommendation in short and long term. The conjugation between this two sides gives users a way to quickly know what is happening in their houses and a system that will try to figure out what measures can their take to improve their energy saving and efficiency.

References

1. The smart grid: An introduction. Technical report, Prepared for the U.S. Department of Energy by Litos Strategic Communication, 2008.
2. Ogi Kavazovic Alex Laskey. Opower,energy efficiency through behavioral science and technology. Technical Report 4, XRDS: Crossroads, 2010.
3. Robin Burke. Hybrid web recommender systems. In *The adaptive web*, pages 377–408. Springer, 2007.
4. Eurostat. Final energy consumption. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables, April 2013.
5. Eurostat. Final energy consumption - residential. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/energy/data/main_tables, April 2013.
6. Steven Goldman, Lowell Ungar, Steve Capanna, and Tom Simchak. Energy Efficiency : A Tool for Climate Change Adaptation. Technical Report February, Alliance to save energy, 2012.
7. Rafael Jegundo. Development and monetization of an energy data and analytics platform. Master's thesis, Faculty of Science and Technology of the University of Coimbra.
8. Tariq Mahmood and Francesco Ricci. Improving recommender systems with adaptive conversational strategies. In *Proceedings of the 20th ACM conference on Hypertext and hypermedia*, pages 73–82. ACM, 2009.
9. Bill Marsh. Wasted energy. *The New York Times*, 2008.
10. Prem Melville, Raymod J Mooney, and Ramadass Nagarajan. Content-boosted collaborative filtering for improved recommendations. In *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence*, pages 187–192. Menlo Park, CA; Cambridge, MA; London; AAAI Press; MIT Press; 1999, 2002.
11. Sean B. Minkel. Content-based filtering - ils 655, assignment 3, technology review paper. Technical report, July 2007.
12. Michael J Pazzani. A framework for collaborative, content-based and demographic filtering. *Artificial Intelligence Review*, 13(5-6):393–408, 1999.
13. Francesco Ricci and Bracha Shapira. *Recommender systems handbook*. Springer, 2011.