

## Sapiens: Proposta de Interface Persuasiva para a Redução de Consumo Elétrico

Fernanda P. Mota<sup>1</sup>, Viviani Kwecko<sup>1</sup>, Fernando P. de Tolêdo<sup>1</sup>, Sam da S. Devincenzi<sup>1</sup>, Jonas Casarin<sup>1</sup>, Hendry Ferreira Chame<sup>1</sup>, Felipe Rios<sup>1</sup>, Silvia S. da C. Botelho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Centro de Ciências Computacionais – Universidade Federal do Rio Grande  
Rio Grande – RS – Brazil

fernanda.mota@furg.br

**Abstract.** *The purpose of this work is to contribute to understanding of the new scenario in the ubiquitous education, through the adoption of Persuasive Technology. In this study we discuss the potentiality of persuasive interfaces as a tool to ubiquitous learning. We present a proposal of persuasive interface that integrates a domestic management system for electrical equipments, called Sapiens. A preliminary case study was conducted to analyze the learning process of the logical-rational use of household electricity. A persuasive system was installed in a pilot house. In the study, the users can be control the equipment consumption through a mobile application. The results suggest that, through interaction with the system, a change in the behaviour of participants was produced, so they adopted a more efficient practices for the use of household electricity.*

**Resumo.** *O proposito deste trabalho é contribuir para a compreensão do novo cenário na educação ubíqua por meio da adoção de Tecnologias Persuasivas. Neste estudo discutimos o potencial da utilização de interfaces persuasivas como ferramenta de auxílio na aprendizagem ubíqua. Apresentamos uma proposta de interface persuasiva que integra um sistema de gestão de equipamentos elétricos domésticos, que nomeou-se Sapiens. Um estudo de caso foi realizado para análise do processo de aprendizado no uso lógico-racional de recursos da energia elétrica residencial. Foi instalado em uma residência piloto um sistema persuasivo no qual os usuários tinham controle do consumo de energia elétrica de seus eletrodomésticos por meio de um aplicativo móvel. Os resultados obtidos sugerem que, mediante a interação com o sistema, produziu-se uma mudança no comportamento dos sujeitos participantes para um uso mais eficiente da energia elétrica.*

### 1. Introdução

Existe na atualidade uma tendência crescente de integração de tecnologias computacionais ao cotidiano dos indivíduos. Milhares de dados e informações sobre os comportamentos naturais das pessoas estão sendo coletados e processados instantaneamente com objetivos diversos, tais como: diagnosticar, mediar, influenciar, ou educar, entre outros. Nestas iniciativas procura-se tornar imperceptível a interação humano-computador no ambiente de atuação do indivíduo. Aplicações com fins educacionais têm por objetivo modificar ações e padrões comportamentais por meio do processo de aprendizado.

Neste contexto a *tecnologia ubíqua* surge como uma nova forma de interação humano-computador permitindo a agregação da computação ao dia a dia da sociedade em “qualquer lugar” e a “qualquer momento” [Atzori et al. 2010]. Do ponto de vista do usuário, podem ser estabelecidas colaborações de forma espontânea através do uso de computadores, robôs, e redes de atuadores e sensores. Atualmente é possível projetar ambientes multi-tecnológicos que adquirem informações de forma automática, com pouca ou nenhuma participação humana.

Segundo [Santaella 2014], a sociedade vem se transformando e a Educação, em particular, é uma área com potencial para se beneficiar das possibilidades advindas com o paradigma da tecnologia ubíqua. Contudo, o estudo dos efeitos da tecnologia ubíqua sobre o comportamento do usuário, e mais especificamente, sobre como esta relação humano-computador pode acionar processos de aprendizagem, se constitui em um amplo campo de pesquisa caracterizado por um elevado grau de complexidade metodológica, decorrente da confluência de diversas áreas de investigação, tais como: a psicologia, a computação, a engenharia, e a educação.

O modelo *Fogg Behavior Model* (FBM) [Fogg 2002] relaciona o comportamento do indivíduo ao conceito psicológico de *persuasão*, definida como *a habilidade de induzir crenças e valores em outro indivíduo para influenciar seus pensamentos e suas ações* ([Insaurriga 2012]). Assim, o FBM considera que a efetividade de um comportamento é determinada pela combinação de três fatores: *motivação, habilidade e gatilho*. Portanto, para que um comportamento alvo aconteça a pessoa necessita: (i) estar suficientemente motivada, (ii) ter a habilidade requerida para a tarefa, e (iii) ser persuadida no momento certo para fazê-la. Dentro deste marco conceitual, as Tecnologias Persuasivas (TP) constituem-se em uma nova área de desenvolvimento de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) as quais visam o desenvolvimento de dispositivos inteligentes que interagem com os indivíduos, com o objetivo específico de influenciar o seu comportamento por meio de *gatilhos* motivadores.

A principal contribuição deste trabalho consiste na proposta de um modelo persuasivo de interface que integra um sistema de gestão ubíquo de equipamentos elétricos domésticos. Especificamente, explora-se a aplicação de TP em um contexto educacional, que neste caso é o aprendizado do uso lógico-racional de recursos da energia elétrica residencial. Para o modelo da interface explorou-se diversas tecnologias disponíveis, levando em consideração os aspectos da *persuasão* contidos em tais interfaces. Um estudo de caso foi realizado considerando uma implantação do sistema nomeado Sapiens em uma residência de modo a permitir aos usuários o monitoramento e controle do consumo de energia elétrica de seus eletrodomésticos por meio de um aplicativo móvel. Os resultados obtidos sugerem que, mediante a interação com o sistema, produziu-se uma mudança no comportamento dos sujeitos participantes para um uso mais eficiente da energia elétrica.

Este artigo está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 detalhamos as abordagens teóricas do estudo da aprendizagem ubíqua e o modelo de persuasão selecionados, a partir dos quais se baseia a proposta dos mecanismos facilitadores dos processos de interação e aprendizagem. Na Seção 3 apresentamos a metodologia adotada, notadamente o modelo da interface do sistema ubíquo persuasivo proposto, e o experimento desenhado. Na seção 4 discutimos os resultados obtidos. Finalmente, na seção 5 apresentamos as conclusões e discutimos perspectivas de trabalhos futuros.

## 2. Educação Ubíqua e Tecnologias Persuasivas

Para [Santaella 2014], o processo de aquisição de conhecimento caracterizado por uma aprendizagem ubíqua consiste em um tipo de aprendizado aberto, individual ou grupal, que pode ser obtido em quaisquer ocasiões, eventualidades, circunstâncias e contextos. A característica marcante desta forma de aprendizagem encontra-se na espontaneidade, na curiosidade ocasional ou na dúvida a respeito de alguma informação. As respostas advêm das múltiplas mídias digitais que oferecem um conjunto de processos de aprendizagem colaborativos, sem restrições de tempo e espaço. Trata-se de uma busca e de uma aquisição de informação espontânea que não resulta do planejamento ou da sistematização. Portanto, consiste em uma forma de aprendizagem imprevisível, dispersiva, fragmentária e mesmo caótica. Esta ocorre na situação de interesse a medida que o indivíduo atua sobre o ambiente.

Podemos afirmar que ocorre um processo de aprendizagem, segundo [Santaella 2014], quando algum conhecimento é adquirido e passa a integrar o repertório comportamental do indivíduo. Neste sentido, a avaliação da aprendizagem ubíqua deve ser realizada através de situações concretas nas quais o indivíduo possa manifestar os repertórios comportamentais adquiridos. Embora o aprendizado ubíquo se constitua do estudo de uma modalidade de aprendizado recente, este se encontra aparentado com outras formas de processos educacionais em rede, tais como: *on-line*, *e-learning*, e *m-learning*. Contudo, são características distintivas da aprendizagem ubíqua a *abertura* e a *espontaneidade*, as quais lhe situam em uma perspectiva próxima das áreas da educação informal e dos processos de auto-formação mais tradicionais.

Estudos relacionados às TP destacam sua utilização como meio para motivar a aquisição de conhecimentos e/ou habilidades em distintos ambientes. Assim, o trabalho de [Filippou et al. 2015] considerou a análise do perfil de estudantes bem sucedidos no contexto acadêmico, e focalizou o objetivo persuasivo nas atividades que melhor predizem o sucesso acadêmico. No trabalho de [Mintz and Aagaard 2012] explorou-se o uso de um sistema persuasivo destinado a estudantes diagnosticados com autismo, para aprimorar suas habilidades sociais. O estudo de [Dijkstra 2016] centrou-se no aspecto da personalização da mensagem persuasiva para aumentar a sua eficácia. Diferentemente destas abordagens, se optou pelo contexto da aprendizagem ubíqua e pela utilização do *Fogg Behavior Model* (FBM) [Fogg 2009]. Esta escolha baseou-se no fato de que o modelo considera o aspecto comportamental do indivíduo (e não apenas atitudinal, ou intencional), que é a principal diferença de outros modelos [Madden et al. 1992] que estudam a persuasão.

Segundo [Fogg 2002], o estudo das TP permite explorar a intersecção entre a tecnologia computacional e o conceito psicológico da *persuasão*. Sob esta perspectiva, o estudo das TP pode ser realizado em dois níveis de abstração: *macropersuasão* aborda o objetivo geral de persuasão de uma tecnologia; enquanto *micropersuasão* inclui elementos específicos que convergem para o objetivo geral de persuasão. De acordo com [Cialdini 2002], a *persuasão* pode ser alcançada com base em seis mecanismos: (i) *reciprocidade*, um indivíduo sente-se compelido a retribuir, nem sempre de forma vantajosa, um favor recebido de um outro; (ii) *coerência e compromisso*, o indivíduo realiza uma escolha induzido por pressões externas para se comportar de maneira condizente com o compromisso assumido; (iii) *aprovação social*, busca-se no entorno indícios do

comportamento normativo a fim de guiar suas decisões ou ações; (iv) *afeição*, o indivíduo tende a aceitar pedidos de pessoas que conhecem e/ou têm afinidade; (v) *autoridade*, o indivíduo adota uma determinada postura influenciado pelo reconhecimento da hierarquia, especialidade, ou prestígio de outra pessoa; (vi) *escassez*, valora-se de forma mais positiva um determinado objeto que se encontre menos disponível. Estes mecanismos foram considerados neste trabalho no modelo da interface proposta para o sistema Sapiens, o que será discutido na Seção 4.

De acordo com o FBM, o comportamento é alcançado na presença dos três fatores: *motivação* (facilitador para mudança de comportamento), *habilidade* (grau de competência de um indivíduo para realizar uma ação), e *gatilhos* (mensagens cujo objetivo é induzir um indivíduo a realizar uma determinada ação). Segundo Fogg (2009), os gatilhos podem ser divididos em *spark*, *facilitator*, e *signal*. O tipo *spark* é adequado para indivíduos que possuem pouca motivação e alta habilidade para realizar um comportamento, este deve ser disparado de forma a aumentar a motivação dos indivíduos. O tipo *facilitator* é adequado para indivíduos que possuem alta motivação e pouca habilidade, este facilita a execução de um comportamento (aumentando a habilidade). O tipo *signal* é utilizado quando o indivíduo já possui a motivação e a habilidade para realizar o comportamento alvo, de forma que este atua apenas como um lembrete. Estes tipos de gatilhos fundamentaram o mecanismo persuasivo da interface do sistema Sapiens, que será descrito na Seção 3.

### 3. Caminhos metodológicos

O estudo percorreu caminhos metodológicos distintos, porém complementares. A seguir, discutiremos o estudo exploratório realizado na fase de desenvolvimento do protótipo de interface persuasiva, e a seguir apresentaremos o modelo quasi-experimental adotado para a avaliação do sistema Sapiens.

#### 3.1. A Interface Persuasiva Proposta

Este trabalho contempla o desenvolvimento de uma interface persuasiva atendendo os seguintes requisitos: gerenciamento de dispositivos a cargo de identificar a presença do usuário no ambiente (*smart cam*); medidores de consumo de energia elétrica (*plugs*); gerenciamento de equipamento responsável pela tomada de decisão a fim de persuadir o usuário (*smartcenter*); gerenciamento de dados do usuário e metas; controle de acesso, sistema de ajuda e *feed* de informação; gestão de gatilhos e de consumo (relatórios); personalização de telas, e integração com outros sistemas (e.g. Facebook).

A interface foi fundamentada na revisão de modelos de *modelo persuasivo* reportados na literatura [Zhang et al. 2000, Fogg 2002, Gretzel and Fesenmaier 2006, Kim and Fesenmaier 2008]. O estudo teve por finalidade compreender os requisitos associados ao desenvolvimento de interfaces que integram uma tecnologia persuasiva ubíqua. De modo potencializar o efeito no comportamento dos usuários foi realizado a análise de uma amostra de aplicações Web/App conforme detalhado na Tabela 1. A amostra foi composta por Web/Apps que tem sucesso comprovado (significativo número de usuários) e abrangem as áreas da saúde, sustentabilidade, comércio, educação e entretenimento. Considerou-se os mecanismos persuasivos descritos por [Cialdini 2002], os tipos de gatilhos descritos no modelo FBM [Fogg 2009], assim como a análise em nível de Micropersuasão e Macropersuasão [Fogg 2002]. Foram analisados e identificados quais recursos

de interface apresentam maior número de fatores persuasivos. Ressaltamos que com base nesta análise, foi desenvolvida a interface do sistema Sapiens, a qual está disposta na última coluna da Tabela 1.

**Table 1. Análise dos fatores de persuasão envolvidos nos Web/Apps. 1- Macro-persuasão; 2- Micropersuasão; 3- Spark; 4- Facilitador; 5- Signal; 6- Apreciação social; 7- Afeição; 8- Autoridade; 9- Compromisso e coerência 10- Escassez**

Recursos	Facebook	Twitter	Youtube	Health	Lifelog	Stop Smoking	Mercado Livre	Buscapé	Amazon	Duolingo	Frog Dissectio	Babel	Fake Shower	Nossa Energia	Sai desse Banho	SapiEns
Notificação site	1	1,3,5								1,3,5						
Notificação app	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Notificação e-mail	1,4,5	1,4,5					1,4,5		1,4,5	1,4,5						
Notificação ícone	1,5	1,5								1,5						1,5
Opção de personalização	2							2								2
Opção convidar amigos	2,6,7															
Sistema de recompensas	7			2,6	2,6		2,6									2,6
Mensagens motivacionais				1												1,2,3,4,5,6,7,8,9
Monitoramento pessoal				2,3	2	2							2			1,2,3,4,6,7
Gatilhos quentes		1	6,9	6,9									5			2,6,9
Tour		4								1,4	1,4					
Mensagens do sistema												1,3				
Opção compartilhar	2	2	2		2		2						2	2	2	2
Avatar	7	7	6	2,6	6		6									2,6,7
Sistema de metas				9						2,8	2,8		6	2,6	2,6,8	
Quis										2,6,9	9			2,9		
Botão curtir	2									9	8					
Botão curtir	2,6,7															
Opção de grupo	2,6															
Opção de evento	2,7															
Opção de anúncios	9		1,4													
Sistema de avaliação			2,3,6													
Botão seguir		2,7,8	2,7,8													
Tópicos mais comentados		2,8,9														
Sistema de comunidade						2,6,7										
Diário						2,6										
Sistema de reputação	2					2		2								
Sistema de sugestão	7,8					2	1,6		1,6							
Alerta reputação de preço						6	3,4		3,4							
Opção de simulação											2,6,10					

### 3.2. Descrição do Experimento

Foi realizado um estudo de caso, no qual o sistema Sapiens foi instalado em uma residência de aproximadamente 200 m<sup>2</sup>, no mês de março de 2016, localizada em uma cidade no estado do Rio Grande Sul, onde residem um total de 5 indivíduos do sexo masculino, estudantes universitários, com idade entre 20 e 26 anos. Composto por *dois smart plugs* responsáveis por medir os índices de consumo de energia de uma caixa de som da marca Wattson, com consumo médio de 37 Wh (Watts/hora) e um aparelho televisor marca Sempt Toshiba cujo consumo médio é de 65 Wh; e uma *smart cam*, que identifica a presença humana no ambiente. A escolha desse tipo de equipamento justifica-se pelo alto índice de uso pela faixa etária dos jovens pesquisados. A mídia utilizada foi um dispositivo móvel, por permitir um gerenciamento de informação de qualquer lugar e em quaisquer momentos a partir de uma conectividade individualizada e personalizada. Tais fatores intensificam a colaboração em tempo real e a interatividade instantânea resultando em melhores tomadas de decisão.

Adotou-se segundo [Field and Hole 2002] um modelo do tipo *quasi-experimental*. A Variável Independente (VI) ou fator manipulado é o envio de um gatilho ao usuário.

Conforme descrito na Seção 2, há 3 tipos de gatilhos (*spark*, *facilitador*, e *signal*). Os seis mecanismos persuasivos (*reciprocidade*, *coerência e compromisso*, *aprovação social*, *afeição*, *autoridade*, e *escassez*) podem ser utilizados para desenhar os gatilhos do tipo *spark*. Devido ao estudo ter sido realizado com uma amostra pequena de sujeitos, as possíveis combinações da VI foram pré-avaliadas mediante um instrumento para verificação da preferência dos estudantes em relação ao envio de mensagens que os estimulem a reduzir o consumo de energia elétrica em uma escala Likert de cinco pontos. As melhores combinações avaliadas foram selecionadas para o estudo e apresentadas durante a fase experimental. A Variável Dependente (VD) é o consumo de energia elétrica que foi medido em Watts.

O monitoramento do sistema foi realizado em um período contínuo de três semanas, totalizando 504 horas. As medições foram organizadas em três momentos distintos, descritos conforme a seguinte sequência: *NT* → *medição* → *T* → *medição* → *NT* → *medição*. A fase *não-tratamento* (NT) consiste em uma configuração do tipo consumo sem gatilhos com acionamento remoto dos equipamentos. A *medição* consistiu-se na coleta de dados de consumo dos aparelhos conectados ao sistema durante uma semana. A fase *tratamento* (T) consiste em uma configuração do tipo consumo com gatilhos e acionamento remoto. O sistema Sapiens comunica-se com o usuário através de um dispositivo móvel Samsung Galaxy S4, o qual estava conectado a internet durante o experimento.

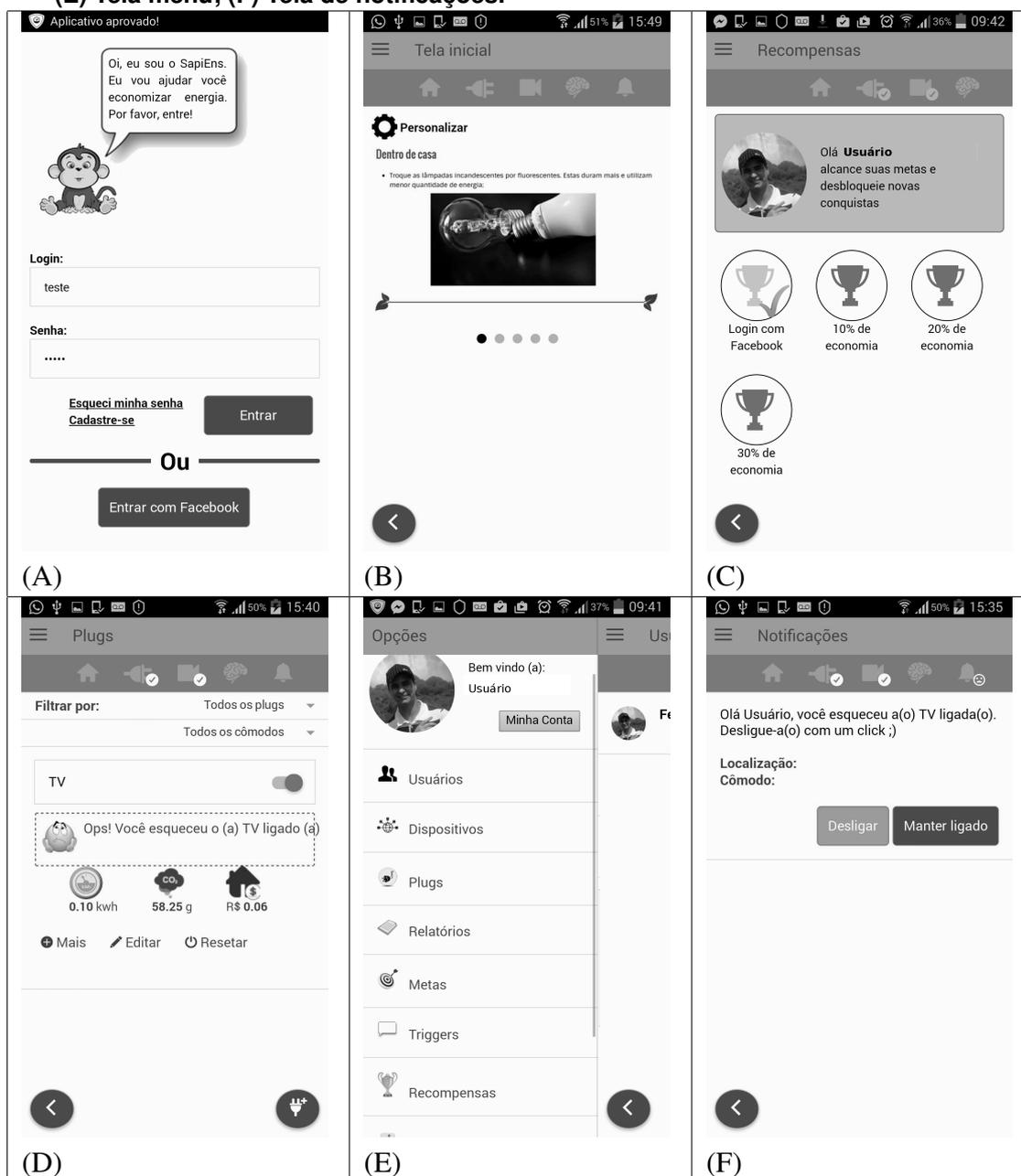
#### 4. Resultados

A interface atinge seu principal objetivo (redução de consumo de energia elétrica) quando a interface aciona os elementos de Macro e Micropersuasão. A Micropersuasão encontra-se presente: no avatar e em sua mensagem (Figura 1 (A)), na mensagem informativa (Figura 1 (B)) e nas opções de utilização de usuário presentes na Figura 1 (E). Já os elementos de Macropersuasão estão associados as recompensas apresentadas na Figura 1 (C), na mensagem e nos dados de consumo presentes na Figura 1 (D), e na mensagem persuasiva do gatilho na Figura 1 (F).

O sistema de recompensa na Figura 1 (C) remete ao usuário uma sensação de prazer e controle do sistema por ter concluído uma meta determinada. De acordo com [Fogg 2002], a motivação pode ser aumentada se o usuário tiver uma experiência de prazer, sendo assim, o sistema de recompensa personificaria esse sentimento estimulando sua motivação. A Figura 1 (D) apresenta um gatilho do tipo *spark* no formato de mensagem que tem como finalidade motivar o usuário a ter uma ação rápida, de forma a mudar o seu comportamento no instante que receber a mensagem. Além disso, a tela oferece um *feedback* do consumo de energia elétrica em tempo real e um botão para que o usuário desligue imediatamente o equipamento que ficou ligado, aumentando assim sua habilidade para atingir o comportamento alvo. A Figura 1 (F) apresenta um exemplo de gatilho com elementos para aumentar a motivação e/ou habilidade. Pode-se também perceber que o conteúdo do comunicado objetiva conceder ao usuário uma sensação de controle sobre o sistema, ao permitir a escolha de desligar ou não o equipamento.

Segundo [Cialdini 2002], o sistema necessita de uma relação afetiva com o usuário para obter sucesso. Um exemplo dessa afeição pode ser observado na interface pelo avatar e sua mensagem. A escolha da imagem desse avatar apresenta uma associação direta ao

**Figure 1. Principais Interfaces do aplicativo mobile desenvolvido no projeto Sapi-Ens: (A) Tela login; (B) Tela inicial; (C) Tela de recompensas; (D) Tela de plugs; (E) Tela menu; (F) Tela de notificações.**



nome do sistema (Sapiens), referência direta ao conceito de *Homosapiens* e a possibilidade de sua evolução. A mensagem revela um conteúdo em termos de autoridade também defendido por [Cialdini 2002] buscando despertar no usuário uma sensação de confiança no sistema. A interface também oferece a possibilidade de acesso via rede social (Facebook) reforçando as habilidades facilitadoras.

O aumento da habilidade é realizado por meio do fornecimento dos seguintes recursos: opção personalizar; notificação do site, App, ou e-mail; mensagens do sistema; e possibilidade de convidar amigos. Já o fator motivação encontra-se presente no mo-

nitoramento pessoal, no compartilhamento em redes sociais, no sistema de metas e de recompensas, nas mensagens do sistema e no avatar. Diferentes tipos de gatilhos são visualizados na interface: o gatilho tipo *spark* está disponível na interface por meio dos recursos de mensagens motivacionais; o gatilho tipo *facilitador* encontra-se na notificação de ícone, notificação por e-mail, e notificação no App; já o gatilho tipo *signal* associa-se a notificação do Site e do App e as mensagens motivacionais do sistema, que também podem estar sob a forma de notificação via e-mail.

**Table 2. Medição do consumo dos aparelhos residenciais conectados aos smart plugs durante as duas semanas. \*Ocasional por condições climáticas**

Dias da Semana	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana
Segunda-Feira	453,95	66,77	16,77
Terça-Feira	359,51	109,52	150
Quarta-Feira	333	89,55	0
Quinta-Feira	220,76	74,88	60,85
Sexta-Feira	450,42	10	15
Sábado	324	Queda de luz*	175
Domingo	301.3	Queda de luz*	150,20

**Table 3. Gatilhos cadastrados no sistema**

Id	Conteúdo	Tipo
1	Olá Usuário, você esqueceu a caixa de som ligada. Participe da campanha #DesperdicioZero clicando em desligar.	Spark: aceitação/rejeição social
2	Olá Usuário, você esqueceu a TV ligada. Se desligá-la agora poderá deixar de emitir 41,65g de CO2 no nosso planeta	Spark: esperança e medo
3	Olá Usuário, não quero tomar o seu tempo. Só vim avisar que você esqueceu a caixa de som ligada. Quer que a desligue?	Facilitador: tempo
4	Olá Usuário, você esqueceu a TV ligada. Mas não se preocupe, não precisa retornar a sua casa para desligá-la. Basta clicar em desligar	Facilitador: esforço físico
5	Olá Usuário. Você esqueceu a TV ligada. Você pode deixar de gastar 4 centavos em um clique.	Spark: esperança e medo

Durante a primeira semana os gatilhos foram desativados, objetivando aferição do consumo real de energia apresentado pelo comportamento dos usuários. Estabelecemos como critério de desperdício de energia elétrica todo consumo medido sem a presença do usuário no ambiente monitorado. Na primeira semana verificamos um desperdício total de 3144,42 Watts (ver Tabela 2), sendo que o consumo referente ao aparelho de som foi de 868,74 Watts e do televisor foi de 2275,68 Watts. Na segunda semana do experimento, houve a ativação do envio de gatilhos ao usuário na tentativa de persuadí-lo a reduzir o desperdício de energia. Foram enviados cinco tipos de gatilhos (ver Tabela 3), no formato de mensagens desenvolvidos com base nos conceitos apresentados por [Fogg 2002] e [Cialdini 2002]. O efeito almejado por cada gatilho é aumentar a motivação e/ou habilidade do usuário para a redução de seu consumo de energia. Observamos que o desperdício

total na segunda semana foi de 350,72 Watts, sendo que o desperdício referente ao aparelho de som foi de 75,00 Watts e 275,72 Watts referente ao televisor. Comparando os resultados da primeira e da segunda semana de experimento percebemos uma redução de 88,84% no desperdício de energia. Isto representaria uma economia anual de R\$ 67,03 e uma redução na emissão de CO<sub>2</sub> de 87,91 Kg. Assim, estes resultados sugerem a ocorrência de uma mudança no comportamento dos usuários a partir do uso da interface e da intervenção do sistema (ativação dos gatilhos).

Na terceira semana do experimento observamos que aparentemente o efeito do tratamento persuasivo perdurou após a intervenção dos gatilhos. Embora o fato casual meteorológico tenha reduzido o tempo de tratamento de sete dias para cinco dias, este possibilitou observar que o processo de aprendizagem do usuário foi provavelmente bem sucedido, já que a redução do consumo de energia se manteve apesar da queda do sistema. Retomando as considerações de Santaella, uma aprendizagem ubíqua só pode ser verificada quando surge a oportunidade de colocá-la em prática. Na terceira semana o sistema de gatilhos estava desativado, apenas foi analisado o consumo médio da residência. Portanto, o desperdício total na terceira semana foi de 417,62 Watts, sendo que o desperdício do aparelho de som foi de 100 Watts e do televisor foi de 317,62 Watts.

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho iniciou-se a partir do interesse em desenvolver tecnologias ubíquas com finalidades educativas. Desta maneira, constituiu-se em uma importante contribuição que integra diversos marcos conceituais, tais como: modelos comportamentais, TP, e aprendizagem ubíqua. A principal contribuição do trabalho consistiu na proposta de um modelo persuasivo de interface que integra um sistema de gestão ubíquo de equipamentos elétricos domésticos, o qual foi obtido a partir de um estudo preliminar, que teve como objetivo compreender e avaliar os requisitos associados ao desenvolvimento de interfaces que integram uma tecnologia persuasiva ubíqua. Consequentemente, foram analisados e identificados quais recursos de interface apresentam maior número de fatores persuasivos, que serviram como base para a construção da interface proposta. O escopo de nosso estudo foi abrangente ao incluir a proposta do sistema educativo-persuasivo, e um caso de estudo relacionado ao aprendizado do uso lógico-racional de recursos de energia elétrica residencial.

O objetivo do aprendizado foi atingido mediante o empoderamento do usuário da ferramenta ubíqua e o recebimento de gatilhos. Os resultados sugerem que, ao desenvolver-se a atividade de aprendizado no próprio contexto de sua execução, os indivíduos aprendem a utilizar eficazmente a ferramenta de uma forma intuitiva. Devido a abrangência da pesquisa não foi possível avaliar vários aspectos tanto relacionados ao sistema Sapiens como a eficácia do aprendizado ubíquo. Neste sentido, o reduzido número de implementações do sistema e de sujeitos participantes, não permitem estabelecer uma generalização estatisticamente fundamentada dos resultados obtidos. Como trabalhos futuros, propõe-se: *(i)* realizar o estudo com maior número de implantações e mais participantes; *(ii)* aprofundar o estudo de elementos de micropersuasão, de forma a construir uma interface dinâmica, proporcionando assim uma retroalimentação ao usuário do seu domínio do objeto de aprendizado; *(iii)* verificar se depois de algum tempo as pessoas deixam de usar o aplicativo móvel e em caso positivo, investigar se os bons hábitos adquiridos permanecem.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos seguintes órgãos de fomento pelo financiamento do projeto o qual foi utilizado como estudo de caso para esse trabalho: Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, bem como agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - Capes e ao CNPq pelas bolsas de auxílio ao estudantes.

## References

- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15):2787–2805.
- Cialdini, R. B. (2002). *As armas da persuasão: Como influenciar e não se deixar influenciar*, volume 1. Sextante. tradução: Ivo Korytowski, Rio de Janeiro, ePub, ISSN:978-85-7542-809-2.
- Dijkstra, A. (2016). Personalization/computer-tailoring in persuasive technology: Tailoring ingredients target psychological processes. In *Proceedings of the International Workshop on Personalization in Persuasive Technology (PPT'16)*, Salzburg, Austria.
- Field, A. and Hole, G. (2002). *How to design and report experiments*. Sage.
- Filippou, J., Cheong, C., and Cheong, F. (2015). Designing persuasive systems to influence learning: Modelling the impact of study habits on academic performance. *PACIS 2015*.
- Fogg, B. J. (2002). Persuasive technology: using computers to change what we think and do. *Ubiquity*, 2002(December):5.
- Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*, pages 40–46. ACM. Claremont, CA. New York, NY: Association for Computing Machinery.
- Gretzel, U. and Fesenmaier, D. R. (2006). Persuasion in recommender systems. *International Journal of Electronic Commerce*, 11(2):81–100.
- Insaurriga, E. N. (2012). O futuro da persuasão móvel: um estudo sobre aplicativos de condicionamento físico. Dissertação de mestrado, Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Luiza (Orientadora).
- Kim, H. and Fesenmaier, D. R. (2008). Persuasive design of destination web sites: An analysis of first impression. *Journal of Travel research*.
- Madden, T. J., Ellen, P. S., and Ajzen, I. (1992). A comparison of the theory of planned behavior and the theory of reasoned action. *Personality and social psychology Bulletin*, 18(1):3–9.
- Mintz, J. and Aagaard, M. (2012). The application of persuasive technology to educational settings. *Educational Technology Research and Development*, 60(3):483–499.
- Santaella, L. (2014). A aprendizagem ubíqua na educação aberta. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, pages 15–22.
- Zhang, P., Small, R. V., Von Dran, G. M., and Barcellos, S. (2000). A two factor theory for website design. In *System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on*, pages 10–pp. IEEE.