

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

UN HEE SCHIEFELBEIN

**DEFINIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO  
APLICADO A SUSTENTABILIDADE**

SANTA MARIA, RS  
2019

UN HEE SCHIEFELBEIN

**DEFINIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO  
APLICADO A SUSTENTABILIDADE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PGCC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência da Computação**.

Orientador: Prof. João Carlos Damasceno Lima

Santa Maria, RS  
2019

Schiefelbein, Un Hee  
DEFINIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO  
APLICADO A SUSTENTABILIDADE / Un Hee Schiefelbein.- 2019.  
92 p.; 30 cm

Orientador: João Carlos Damasceno Lima  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Ciência da Computação , RS, 2019

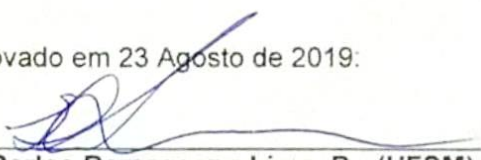
1. Computação Persuasiva 2. Sustentabilidade 3.  
Aplicativos móveis I. Carlos Damasceno Lima, João II.  
Título.

Un Hee Schiefelbein

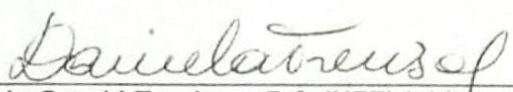
**DEFINIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO  
APLICADO A SUSTENTABILIDADE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Área de Concentração em Computação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência da Computação**.

Aprovado em 23 Agosto de 2019:

  
\_\_\_\_\_  
João Carlos Damasceno Lima, Dr. (UFSM)  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Marcos Alexandre Rose Silva, Dr. (UFSM)

  
\_\_\_\_\_  
Daniela Gorski Trevisan, Dr<sup>a</sup>. (UFF) (videoconferência)

SANTA MARIA, RS

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS que permitiu que tudo isso acontecesse, por ter concedido a vida e por ter me mantido com saúde durante todos esses anos.

Agradeço aos meus avós Abílio e Iva, por tudo, por todo carinho e amor que com palavras não consigo expressar.

Agradeço aos meus pais Odair e Taeko, agradeço a minhas irmãs, Sun Hee, Yeon Hee e Jeung Hee, minhas parceiras nesta caminhada.

Agradeço ao meu marido Osman, companheiro de madrugadas, companheiro em todas as horas, você é fundamental na minha vida. Obrigada por ser um esposo maravilhoso.

Agradeço ao meu orientador João Carlos Damasceno Lima, fez com que o tempo durante o mestrado fosse tranquilo e proveitoso.

Agradeço aos meus colegas do laboratório: Milene, Isadora, Maria, William e Renan, foram muitas risadas e muitos artigos, obrigada colegas!

Enfim agradeço a todos que colaboraram de alguma maneira para o sucesso de mais esta etapa na minha vida!

## RESUMO

### DEFINIÇÃO DE UM FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO APLICADO A SUSTENTABILIDADE

AUTORA: Un Hee Schiefelbein  
ORIENTADOR: João Carlos Damasceno Lima

Aos poucos a preocupação com a sustentabilidade tem chamado a atenção da população em geral, principalmente em relação ao uso consciente de recursos naturais. Porém há uma distância grande entre o usuário ter consciência do que deve ser feito e a execução de tal. Às vezes a ausência de um incentivo pode ser a causa disto, a computação persuasiva surge justamente com este intuito, uma vez que é possível influenciar certos comportamentos através de aplicações que enviam mensagens ou lembretes, ou seja, ao fornecer informações sobre determinado comportamento o sistema ou aplicativo pode incentivar a tomada de decisões. Em relação a hábitos sustentáveis, os estudos que apresentam soluções que buscam desencadear comportamentos para o uso consciente de recursos têm apresentado resultados eficientes. Neste sentido o presente trabalho apresenta um conjunto das principais estratégias persuasivas presentes na literatura e descoberta de algumas estratégias chaves para a utilização em sistemas persuasivos que visam à sustentabilidade, focados em uma melhor utilização principalmente de energia elétrica, com base nisto foi desenvolvido um framework conceitual para a criação de aplicações persuasivas focadas em comportamentos sustentáveis. Para avaliação do framework foi desenvolvido um aplicativo que seguiu as etapas delimitadas nele. O aplicativo foi testado durante 120 dias e os resultados apresentam uma economia significativa, além do aumento na motivação dos usuários para a realização de comportamentos sustentáveis.

**Palavras-chave:** Computação Persuasiva, sustentabilidade, aplicativos móveis.

## **ABSTRACT**

### **DEFINITION OF A FRAMEWORK FOR PERSUASIVE PROJECT APPLIED TO SUSTAINABILITY**

AUTORA: Un Hee Schiefelbein  
ORIENTADOR: João Carlos Damasceno Lima

Gradually concern about sustainability has drawn the attention of the general population, especially regarding the conscious use of natural resources. However, there is a great distance between the user being aware of what should be done and the execution of such. Sometimes the absence of an incentive can be the cause of this, persuasive computing arises precisely for this purpose, as it is possible to influence certain behaviors through applications that send messages or reminders, ie by providing information about certain behavior the system or app can encourage decision making. Regarding sustainable habits, studies that present solutions that seek to trigger behaviors for the conscious use of resources have shown efficient results. In this sense the present work presents a set of the main persuasive strategies present in the literature and the discovery of some key strategies for the use in persuasive systems aiming at sustainability, focused on a better use mainly of electric energy, based on this was developed a conceptual framework. for the creation of persuasive applications focused on sustainable behaviors. For evaluation of the framework an application was developed that followed the steps delimited in it. The application has been tested for 120 days and the results have significant savings, as well as increased user motivation to engage in sustainable behaviors.

**Keywords:** Persuasive Computing, Sustainability and Mobile Applications.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Comportamental de Fogg.....	23
Figura 2 - Processos de oito etapas de Fogg (2009b) .....	24
Figura 3 - Modelo de Comportamento de Fogg.....	26
Figura 4 - String de busca .....	36
Figura 5 - Extração dos trabalhos .....	39
Figura 6 - Publicações na área da computação persuasiva nos últimos anos .....	40
Figura 7 - Estratégias persuasivas que contemplam soluções sustentáveis.....	55
Figura 8- Conjunto de estratégias persuasivas .....	56
Figura 9 - Framework persuasivo sustentável.....	60
Figura 10 - Funcionamento geral da aplicação .....	66
Figura 11 - Sugestão para a redução no tempo do banho. ....	74
Figura 12 – Tela do Histórico. ....	74
Figura 13- Consumo do Grupo Teste.....	76
Figura 14 - Consumo do Grupo Controle x Grupo Teste.....	77
Figura 15-Consumo dos grupos no ano 2018 .....	78
Figura 16 - Gráfico da predição x consumo realizado .....	80
Figura 17 - Conjunto de estratégias persuasivas .....	81



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios persuasivos presentes na tríade funcional. ....	20
Quadro 2 - Postulados por trás dos sistemas persuasivos.....	26
Quadro 3 - Princípios persuasivos do PSD. ....	28
Quadro 4 - Critérios de inclusão e exclusão.....	37
Quadro 5- Comparação dos trabalhos selecionados .....	51
Quadro 6 - Utilização dos princípios persuasivos nos trabalhos selecionados. ....	52
Quadro 7 - Estratégias mais utilizadas e estratégias a serem explorados .....	53
Quadro 8 - Premissas/Postulados da computação persuasiva .....	58
Quadro 9 - Barreiras e soluções para o comportamento sustentável.....	62
Quadro 10 - Exemplos de implementação de estratégias .....	62
Quadro 11 - Barreiras identificadas.....	67
Quadro 12 - Dados coletados durante o período de testes.....	75
Quadro 13 - Avaliação da motivação .....	76
Quadro 14 - Percentual da utilização de estratégias persuasivas nos trabalhos relacionados.....	81
Quadro 15 - Comparação dos trabalhos relacionados com esta dissertação .....	83

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

FBM- Behavior Model for Persuasive Design

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

kWh - Quilowatt-hora

ONU - Organização das Nações Unidas

TICs - Tecnologias de Informação e Comunicação

PSD - Persuasive Systems Design

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	14
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA	15
1.3	METODOLGIA	15
1.4	OBJETIVOS	15
1.4.1	<b>Objetivo geral</b>	<b>16</b>
1.4.2	<b>Objetivos específicos</b>	<b>16</b>
1.5	DEMILITAÇÃO DO TEMA	16
1.6	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
2.1	COMPUTAÇÃO PERSUASIVA	18
2.2	TRÍADE FUNCIONAL	19
2.3	MODELO COMPORTAMENTAL DE FOGG (FBM)	22
2.4	MODELO DE DESIGN DE SISTEMAS PERSUASIVOS (PSD)	25
2.5	COMPARAÇÃO ENTRE OS PRINCÍPIOS PERSUASIVOS DE FOGG (2003) E OINAS-KUKKONEN E HARMUJAA (2009)	29
2.6	BARREIRAS E SOLUÇÕES PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL	30
2.7	CONCLUSÃO	34
<b>3</b>	<b>REVISÃO SISTEMÁTICA</b>	<b>35</b>
3.1	PLANEJAMENTO DA PESQUISA	35
3.2	CONDUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA	36
3.2.1	<b>Elaboração da <i>String</i> de busca:</b>	<b>36</b>
3.2.2	<b>Definição da base de dados:</b>	<b>36</b>
3.2.3	<b>Definição dos critérios de inclusão e exclusão:</b>	<b>37</b>
3.2.4	<b>Extração dos trabalhos:</b>	<b>37</b>
3.3	RELATÓRIO DA REVISÃO	40
3.4	TRABALHOS SELECIONADOS	40
3.5	COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS RELACIONADOS	50
3.6	JUSTIFICATIVA DOS CRITÉRIOS SELECIONADOS	56
3.7	CONCLUSÃO	57
<b>4</b>	<b>FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO APLICADO A SUSTENTABILIDADE</b>	<b>58</b>

4.1	ETAPA 1 – DEFINIR O COMPORTAMENTO ALVO .....	61
4.2	ETAPA 2 - IDENTIFICAR PARTICULARIDADES DO USUÁRIO .....	61
4.3	ETAPA 3 - IDENTIFICAR BARREIRAS E SOLUÇÕES EXISTENTES .....	61
4.4	ETAPA 4 – UTILIZAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS PERSUASIVAS.....	62
4.5	ETAPA 5 - IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO.....	64
4.6	ETAPA 6 – REALIZAÇÃO DE TESTES.....	64
4.7	ETAPA DO FEEDBACK.....	65
4.8	APLICAÇÃO PERSUASIVA SUSTENTÁVEL DESENVOLVIDA .....	65
4.8.1	<b>Etapa 1- Definir o comportamento alvo: .....</b>	<b>66</b>
4.8.2	<b>Etapa 2- Identificar particularidades do usuário: .....</b>	<b>67</b>
4.8.3	<b>Etapa 3 – Identificar as barreiras e soluções: .....</b>	<b>67</b>
4.8.4	<b>Etapa 4 – Escolher estratégias persuasivas: .....</b>	<b>67</b>
4.8.5	<b>Etapa 5 - Implementação da aplicação: .....</b>	<b>69</b>
4.8.6	<b>Etapa 6- Testes: .....</b>	<b>70</b>
5	<b>ESTUDO DE CASO – CENÁRIO DE UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO PERSUASIVA .....</b>	<b>71</b>
5.1	RESULTADOS OBTIDOS.....	74
5.1.1	<b>Comparação do consumo do Grupo Teste.....</b>	<b>75</b>
5.1.2	<b>Comparação com o Grupo Controle .....</b>	<b>77</b>
5.2	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	78
5.2.1	<b>Comparação do trabalho com os trabalhos relacionados .....</b>	<b>80</b>
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>84</b>
6.1	CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA.....	84
6.2	TRABALHOS FUTUROS.....	85
6.3	PUBLICAÇÕES .....	85
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
	<b>A PENDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente e questões relacionadas à sustentabilidade tem aumentado nos últimos anos, tendo em vista a escassez dos recursos naturais, o aumento dos níveis de poluição do meio ambiente, a crescente geração de lixo, além do aumento das taxas na conta de luz. Nesta perspectiva a redução do consumo de energia é um passo importante para geração de um futuro mais sustentável, e este é reconhecido como um dos desafios globais presente na Agenda de 2030 para o desenvolvimento sustentável, promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), onde estão presentes inúmeras metas que visam à gestão sustentável de recursos naturais, sendo uma delas, dobrar a taxa global na melhoria da eficiência energética em doze anos (COLGLAZIER, 2015).

De acordo com Paay et al., (2013), a conscientização de atitudes sem agressão ao meio ambiente está se tornando cada vez mais presente no cotidiano, as pessoas estão se preocupando mais enquanto indivíduos, buscando contribuir para o bem-estar e manutenção do local em que vivem, e não estão vendo como responsabilidade exclusiva dos governos e grandes empresas.

Porém, nem sempre esta conscientização se transforma em atitude, a comunidade em geral tende a não realizar determinada ação quando não há ninguém monitorando, ou seja, possuem comportamentos diferentes quando são vigiados e ainda tendem a fazer o que está pré-determinado a eles (FOGG; OINAS-KUKKONEN E HARJUMAA, 2003; 2009). Kollmuss e Agyeman (2002) explicam que existe uma lacuna entre a conscientização e a ação para comportamentos em prol do meio ambiente, segundo os autores o *feedback* por meio de sistemas até influencia positivamente a conscientização, mas ele não resulta automaticamente na mudança do comportamento.

A computação persuasiva surge então com algumas alternativas, os estudos neste segmento de pesquisa mostram a efetividade da utilização de persuasão nas mais variadas áreas, como por exemplo, na saúde em aplicações que auxiliam nas atividades físicas ou emagrecimento, educação, além dessas áreas, outra que vem sendo muito explorada é a da sustentabilidade (OINAS-KUKKONEN E HARJUMAA 2009). Onde as aplicações buscam persuadir o usuário a realizar atividades que sugerem uma melhor utilização dos recursos naturais.

Pequenas mudanças no comportamento dos usuários podem ajudar na economia de energia elétrica, como por exemplo, a redução do tempo no banho, uso do ar condicionado, a troca de equipamentos mais antigos por novos, entre outros. Em relação à diminuição do tempo do banho para reduzir o consumo de energia é um caso específico do Brasil e de alguns outros países, onde o aquecimento da água é por meio da energia elétrica, deste modo o chuveiro é um dos equipamentos que mais consome energia nas residências brasileiras.

Para Vilarinho et al., (2016) a mudança no comportamento é um pré-requisito para alcançar a sustentabilidade e as tecnologias da informação podem desempenhar um papel importante na busca deste objetivo. Porém, Brynjarsdottir (2012) aponta que, mesmo em aplicações persuasivas os usuários não recebem instruções específicas sobre como diminuir o consumo de recursos ou quanto de redução é suficiente, desta forma ele salienta a importância destes dados.

Neste sentido este trabalho busca apresentar algumas das principais concepções em torno da computação persuasiva, bem como alguns modelos existentes na literatura. Com ênfase na sustentabilidade o trabalho apresenta barreiras e soluções para hábitos sustentáveis encontradas na literatura. Além disso, para a identificação de estratégias persuasivas utilizadas em sistemas que buscam o desenvolvimento de hábitos sustentáveis, realizou-se uma revisão sistemática. A partir da base conceitual estruturada, o presente trabalho propõe um *framework* que servirá de apoio para o desenvolvimento de aplicações para fins sustentáveis, a fim de avaliar o framework um aplicativo foi desenvolvido com base nele. A aplicação incentiva às tomadas de decisões de modo que se atinja uma mudança no comportamento. A aplicação foi testada durante 120 dias, os resultados foram comparados com dados históricos e apresentaram um economia mensal de cerca de 47%, além e com um grupo controle que não utilizou a aplicação durante o mesmo período de tempo.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Tendo em vista a escassez dos recursos naturais, algumas soluções em torno da sustentabilidade tem ganhado visibilidade. A utilização da computação persuasiva busca a mudança no comportamento de forma gradual, persuadindo o

usuário nas tomadas de decisões. A fim de não intervir em dados relacionados a privacidade, o presente trabalho criou uma aplicação que busca mudar o comportamento de forma natural, sem utilizar dados capturados de forma intrusiva.

## 1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

A questão central a ser respondida ao longo da dissertação é: Como os usuários de ambientes domésticos podem ser persuadidos a terem hábitos sustentáveis principalmente em relação uso de energia elétrica? Além disso, é possível que o uso de somente algumas estratégias persuasivas possa alcançar mudanças no comportamento sem que a aplicação seja intrusiva?

Desta forma a hipótese defendida aponta que é possível chegar sim, a resultados eficientes com a utilização de um conjunto de estratégias, porém, é necessário que algumas etapas sejam seguidas, estas que são apresentadas em forma de um framework presente nesta dissertação.

## 1.3 METODOLOGIA

O início da pesquisa se deu de forma exploratória, pela necessidade de investigar a área da computação e tecnologia persuasiva. A fim de encontrar as principais características da área bem como particularidades do domínio da sustentabilidade foi realizada uma revisão sistemática. Após isso um framework conceitual é proposto com a finalidade de sistematizar o processo para criação de aplicações persuasivas que visam à sustentabilidade, com o foco em água e energia. Por último, espera-se avaliar o *framework* com uma aplicação desenvolvida com base nele, e então os testes ocorrerão utilizando o método científico baseado em Estudo de Caso.

## 1.4 OBJETIVOS

Os objetivos desta dissertação foram divididos em objetivo geral e específico.

### 1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um *framework* que sistematiza as etapas para criação de projetos que buscam persuadir o usuário para hábitos sustentáveis. Para contemplar o objetivo geral, alguns objetivos específicos precisam ser realizados.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar e compreender estudos a cerca de tecnologias persuasivas.
- b) Identificar e analisar modelos propostos na literatura.
- c) Identificar barreiras do comportamento sustentáveis e possíveis soluções existentes para tal.
- d) Analisar e comparar os principais princípios persuasivos utilizados em sistemas que promovem hábitos sustentáveis.
- e) Desenvolver um *framework* para criação de aplicações persuasivas sustentáveis.
- f) Avaliar o *framework* com uma aplicação desenvolvida.
- g) Testar a aplicação em um ambiente real.

## 1.5 DEMILITAÇÃO DO TEMA

O número expressivo de grupos para os testes não foi prioridade para o presente momento do estudo, mas sim o tempo de testes. Pois manter o comportamento sustentável em longo prazo é um dos desafios desta área GERDENITSCH et al., (2011). Enfim o problema de pesquisa abordado nesta dissertação possui natureza investigatória, de modo que sejam investigadas as teorias aplicadas que possam vir a contribuir para resolução do problema. Destaca-se que essa dissertação não tem objetivo de desenvolver um aplicativo que seja persuasivo, mas sim apresentar um *framework* conceitual que permita a criação deste tipo de aplicações.



## 1.6 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Esta dissertação encontra-se organizada da seguinte maneira: no capítulo 2 a fundamentação teórica, correspondente aos principais conceitos que sustentam o tema da pesquisa, e no Capítulo 3 uma revisão sistemática. No Capítulo 4 é apresentado o framework desenvolvido nesta dissertação. No Capítulo 5 o estudo de caso, explicando o cenário de utilização de uma aplicação, bem como os principais resultados e avaliações. No Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais bem como trabalhos futuros e lista de publicações provida desta dissertação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordadas questões fundamentais para o entendimento da dissertação, são apresentados alguns dos principais autores que possuem a computação persuasiva ou tecnologia persuasiva no cerne de suas pesquisas e aplicam suas pesquisas na área da ciência da computação. Além disso, alguns detalhes a cerca do comportamento sustentável são apresentados.

### 2.1 COMPUTAÇÃO PERSUASIVA

A persuasão, de acordo com Cialdini (2007) é definida como a habilidade de induzir crenças e valores em outras pessoas, buscando influenciar ações e até pensamentos. De acordo com o autor, para que a persuasão seja aplicada é necessário observar algumas estratégias específicas, que auxiliam na condução do usuário para determinado comportamento. Estas estratégias são muito utilizadas por profissionais do *marketing* e *web design*. Sendo elas, o sentimento de reciprocidade, o compromisso de assumir algo, ter a aprovação social, a afinidade, utilização de autoridade e da escassez.

Pesquisas de Fogg (2003) direcionadas a computação e *design* mostram como a persuasão pode ser alcançada por meio da computação. O autor, que é um dos primeiros a utilizar tecnologias persuasivas em pesquisas, define as tecnologias providas da computação persuasiva como sistemas de computação interativos, projetados para mudar as atitudes ou comportamentos, ele ressalta que esse processo não se limita a enviar mensagens para influenciar os usuários, mas sim possibilitar o envio de informações úteis, que possam de alguma maneira apoiarem o desenvolvimento de novo hábito ou posicionamento. Os autores Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) também seguem esta linha de pensamento, onde eles definem os sistemas persuasivos como softwares ou sistemas de informação desenhados para reforçar, mudar atitudes ou comportamentos. É ressaltado por Fogg (2003) e Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) que a persuasão não pode ocorrer por meio de coerção ou enganação.

Para Oinas-kukkonen (2010) os sistemas que de alguma maneira apoiam a mudança de comportamento são a chave para as pesquisas na área da tecnologia

persuasiva, o autor ressalta que a persuasão depende da participação voluntária do usuário.

De acordo com Spagnolli, Chittaro e Gamberini (2016), a tecnologia persuasiva explora informações que a tecnologia no geral pode oferecer para criar um contexto do usuário, facilitando assim a adoção de determinada ação ou posição. Para os mesmos autores ainda, a utilização da computação móvel, favorece não só o usuário, por ser portátil possibilita o acesso em qualquer lugar, mas também favorece a persuasão, pois ela acaba ficando embutida na utilização da tecnologia, ao invés de ser somente transmitida por meio de mensagens explícitas. Fogg (2009) cita outras vantagens da utilização da computação móvel, principalmente se comparado com outros meios tradicionais da mídia ou até mesmo se comparado com persuasores humanos, são consideradas vantagens: a persistência, podendo informar o usuários inúmeras vezes sobre determinada situação, o anonimato, onde é possível chegar onde o ser humano não pode ir ou não é bem vindo e por último a escalabilidade, onde é possível gerenciar um grande volume de dados.

O uso crescente de persuasão nos mais variados domínios tem demonstrado resultados relevantes, na área da mobilidade urbana, por exemplo, aplicações enviam mensagens persuasivas para que os usuários utilizem rotas mais ecológicas. Anagnostopoulou et al., (2018), ou também na área da saúde Bailoni et al., (2016), uma plataforma que monitora e fornece feedback em tempo real por meio de mensagens persuasivas para fazer com que os usuários tenham um estilo de vida saudável para prevenir doenças.

O presente trabalho utilizará principalmente as definições de persuasão e tecnologias persuasivas de Fogg (2003) e Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009). Deste modo, ao longo desta seção será detalhada a criação de modelos criados em suas pesquisas, bem como a conceituação das principais estratégias de persuasão.

## 2.2 TRÍADE FUNCIONAL

A tecnologia computacional pode assumir três papéis principais para persuadir o usuário, Fogg (2003) chamou de Tríade Funcional. De acordo com Fogg (2003) elas podem funcionar como ferramentas, como mídias ou como atores

sociais, desta forma os usuários serão persuadidos de maneira diferente conforme a utilização. Abaixo é descrito de que modo isto pode acontecer.

- A utilização da tecnologia como ferramenta busca aumentar a capacidade das pessoas a realizarem um comportamento alvo. O objetivo principal é tornar as atividades mais fáceis ou mais eficientes. Além de tornar possíveis atividades que só acontecem por meio do uso da tecnologia. Por exemplo, acompanhar em tempo real a localização de um usuário.
- A utilização da tecnologia como mídia pode ser dividida em simbólica quando são apresentados gráficos textos e sensorial, quando fornecem experiências, informações em forma de vídeos, áudios, até mesmo sensações. Por exemplo, a simulação de comportamentos em jogos digitais.
- A utilização da tecnologia como ator social acontece por meio de personificação do computador, criando um relacionamento como se fosse uma pessoa. O sistema pode emitir feedback positivo, buscando respostas e deste modo pode modelar um comportamento ou atitude. Por exemplo, *chatbot*.

Para cada elemento da tríade Fogg (2003) definiu alguns princípios persuasivos, que se utilizados ajudarão na mudança do comportamento, no total são dezesseis princípios persuasivos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Princípios persuasivos presentes na tríade funcional.

<b>Ferramenta</b>	<b>Mídia</b>	<b>Ator Social</b>
Redução	Causa e efeito	Elogio
Tunelamento	Ensaio Virtual	Atratividade
Adaptação	Recompensa Virtual	Semelhança
Sugestão	Simulação do mundo real	Reciprocidade
Automonitoramento		Autoridade
Vigilância		
Condicionamento		

Fonte: Da autora.

#### Tecnologia computacional como Ferramenta:

- Redução: Reduzir atividades complexas para simples ajudam o usuário desempenhar mais facilmente o comportamento esperado.
- Tunelamento: Persuadir o usuário por meio de orientação durante uma sequência de atividades ou eventos.
- Adaptação: Adaptar as informações fornecidas de acordo com o contexto do usuário, personalidade, etc.
- Sugestão: Fornecer sugestões no momento certo.
- Automonitoramento: As pessoas podem alcançar seus objetivos ou resultados pré-determinados mais facilmente se acharem que suas atividades estão sendo acompanhadas.
- Vigilância: Observar o comportamento dos outros aumenta a probabilidade de alcançar um resultado desejado.
- Condicionamento: Utilizar reforço positivo para moldar comportamentos complexos ou até mesmo transformar comportamentos existentes em hábitos.

#### Tecnologia computacional como Mídia:

- Causa e efeito: Visualizar as consequências de determinadas atividades faz com que as pessoas sejam persuadidas.
- Ensaio virtual: a simulação de atividades por meio de ensaios de comportamento ajuda a instigar novas perspectivas.
- Recompensas virtuais: Oferecer recompensas virtuais para atividades reais, isto pode influenciar as pessoas a realizarem o comportamento alvo com mais frequência e eficácia.
- Simulação do mundo real: A simulação durante atividades de rotina pode destacar o impacto que determinados comportamentos ocasionam, deste modo o usuário pode se motivar a mudar de comportamento.

#### Tecnologia computacional como atores:

- Atratividade: *Softwares* ou *hardwares* mais atrativos tem um poder de persuasão maior.

- Similaridade: As pessoas são rapidamente persuadidas por produtos que são semelhantes com eles.
- Elogio: Elogiar, ou de alguma forma agradar por meio de imagens, palavras ou símbolos faz com que os usuários sintam-se mais abertos à persuasão.
- Reciprocidade: Os usuários costumam retribuir favores.
- Autoridade: Os usuários são influenciados quando sentem que alguma autoridade está sendo imposta.

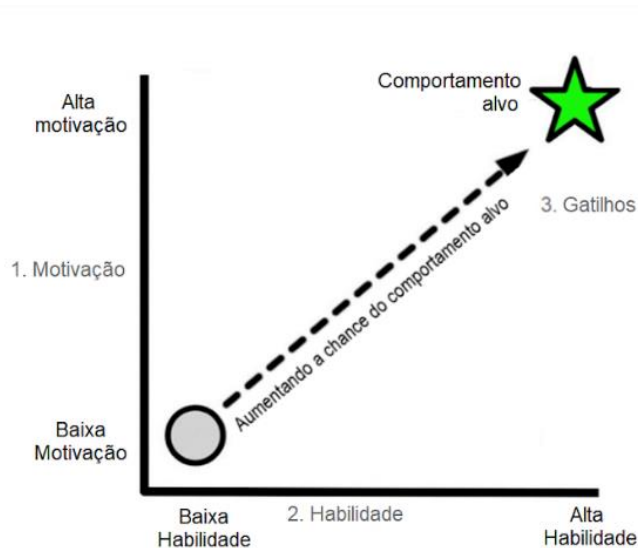
### 2.3 MODELO COMPORTAMENTAL DE FOGG (FBM)

Partindo do ponto que a tecnologia persuasiva tem o foco na mudança do comportamento Fogg (2009a) criou um modelo comportamental, abreviado por FBM (*Behavior Model for Persuasive Design*), onde o autor afirma que para atingir um comportamento alvo uma pessoa precisa que três fatores sejam executados:

1. Estar suficientemente motivado para realizar tal comportamento.
2. Ter a capacidade de executar determinado comportamento.
3. Ser encorajado/ativado, para realizar tal comportamento, os chamados gatilhos.

O modelo pode ser representado por meio da Figura 1, onde o FBM possui dois eixos que formam um plano e a estrela simboliza o comportamento alvo. O eixo vertical representa a motivação, para Fogg (2009A) se uma pessoa tem baixa motivação se torna mais difícil conseguir alterar seu comportamento. O eixo na horizontal representa a habilidade, onde se a pessoa possuir alta habilidade de realizar tal comportamento ela estará mais próxima de chegar ao seu objetivo. A linha pontilhada na diagonal representa um gatilho que aumenta a probabilidade de realizar tal comportamento, para o autor um gatilho pode assumir diferentes formas, como por exemplo, um alarme, uma mensagem, um anúncio, etc. Quando este gatilho é acionado no momento certo, ocorrerão mais chances do usuário atingir o comportamento alvo.

Figura 1 - Modelo Comportamental de Fogg



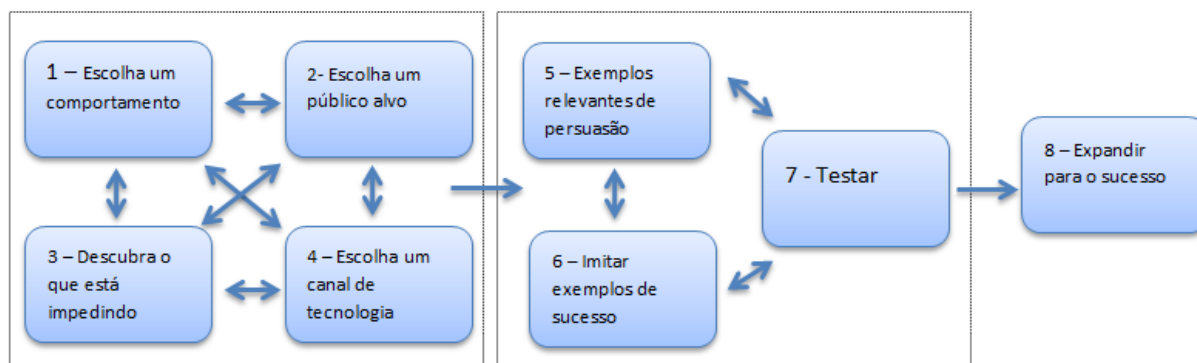
Fonte: Fogg (2009).

Sobre os gatilhos o autor explica que existem três tipos: o gatilho como faísca, usado quando há falta de motivação, o gatilho como facilitador usado em situações de alta motivação e falta de capacidade e o gatilho como sinal, que serve como um lembrete que funciona em situações que há alta motivação e alta capacidade. Independe do tipo que ele possuir, sempre possuirá três características: primeiro o gatilho será noticiado, segundo ele será associado ao comportamento final e terceiro ele será disparado quando estiver ao mesmo tempo motivado e habilitado a realizar tal comportamento.

A partir das definições dos principais princípios persuasivos da criação do modelo que auxilia no entendimento do comportamento dos usuários, Fogg (2009b) definiu um processo de oito passos para o desenvolvimento de tecnologias persuasivas. As pesquisas do autor se basearam em projetos testados na Universidade Stanford nos Estados Unidos e em indústrias.

Segundo Fogg (2009b) o processo de oito etapas deve ser realizado geralmente em sequência, porém em alguns casos é possível que duas etapas ocorram em paralelo e outras a equipe de projeto podem voltar algumas etapas e tentar novamente. A representação das oito etapas pode ser representada pela Figura 2.

Figura 2 - Processos de oito etapas de Fogg (2009b)



Fonte: Fogg (2009b).

De acordo com Fogg (2009b) a definição de cada etapa acontece da seguinte forma:

Na **etapa 1** deve ser feita a escolha de um comportamento simples para mudar. O autor esclarece que muitas vezes é possível dividir um grande objetivo em dois objetivos pequenos e então buscar persuadir o usuário aos poucos, pois o objetivo pequeno será a aproximação do objetivo maior ou ele pode ser apenas o primeiro passo para alcançá-lo. Para o autor esta etapa 1 é a mais importante de todo o processo e é nela que muitos profissionais falham.

A **etapa 2** é referente à definição do público alvo. Ele deve ser familiarizado com a tecnologia, deve ser um alvo fácil onde já existe a manifestação do interesse no comportamento alvo. O autor ressalta que as individualidades do público alvo não pode ser uma preocupação para a equipe que irá projetar o sistema como um todo, porém a partir do momento que o público foi definido de modo errado o projeto estará condenado. Caso o projeto já estiver funcionando e já foi testado, ele poderá ser expandido para um público menos receptivo.

Na **etapa 3** deve-se investigar o que pode estar impedindo o usuário de já estar realizando o comportamento alvo.

Na **etapa 4** deve-se escolher qual será o meio utilizado para persuadir (web, celular, videogame, entre outros), o fator observado deve ser em relação à audiência do canal escolhido. Por isso é importante que as primeiras três etapas estejam ao menos definidas. O autor deixa claro que a equipe de projeto pode trabalhar em



diferentes pontos de partida, podendo reordenar as primeiras quatro etapas, contando que fiquem bem definidas antes de passarem para a etapa 5.

Na **etapa 5** devem-se procurar exemplos de tecnologias persuasivas bem sucedidas, que sejam relevantes para a determinada intervenção.

Na **etapa 6** o autor sugere que ocorra a repetição de exemplos bem sucedidos, ou algumas pequenas características deles. Ele ressalta que hoje existe uma grande quantidade de material que obteve êxito em pesquisas, tornando um método confiável de seguir, porém os projetistas devem se atentar as adaptações em relação ao público e comportamento alvo.

Na **etapa 7** o autor aconselha a testar rapidamente o projeto inúmeras vezes, deste modo às várias experiências persuasivas que surgirão podem ser adaptadas, ele ainda considera que o sucesso da aplicação pode estar relacionado à quantidade de testes realizados.

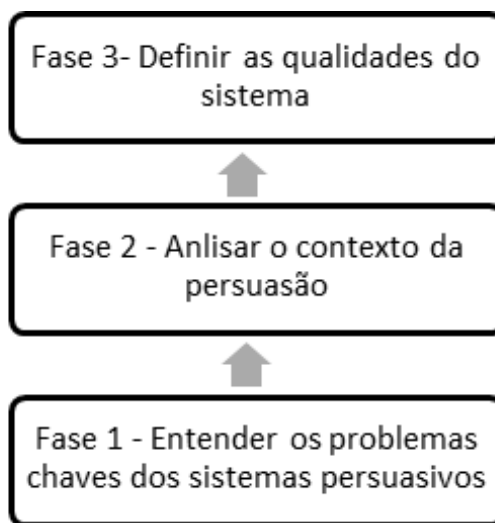
Por último, na **etapa 8**, o autor explica sobre a expansão para o sucesso, onde se o projeto obteve êxito nas outras etapas ele pode ser expandido de três maneiras, uma delas é dificultar o comportamento alvo buscar chegar ao objetivo maior, outra maneira de expansão é alcançar um novo público alvo, novos tipos de usuários, menos adotivos, mais difíceis e outra maneira são por meio escalabilidade da distribuição.

## 2.4 MODELO DE DESIGN DE SISTEMAS PERSUASIVOS (PSD)

Baseado nos princípios persuasivos presentes na tríade funcional de Fogg (2003), os autores Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) criaram um modelo de design de sistemas persuasivos abreviado por (PSD-Persuasive Systems Design), de acordo com os autores o modelo de Fogg contém algumas limitações para ser aplicado diretamente no desenvolvimento ou avaliação de sistemas persuasivos.

De acordo com Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) o desenvolvimento de sistemas persuasivos consiste em três etapas, conforme Figura 3, primeiro é necessário compreender as questões fundamentais por trás dos sistemas persuasivos antes de implementar o sistema, segundo é necessário analisar o contexto que a aplicação será aplicada e terceiro, a definição das qualidades dos sistemas.

Figura 3 - Modelo de Comportamento de Fogg.



Fonte: Adaptado de Fogg (2009).

Para cada etapa do desenvolvimento os autores definiram pontos a serem seguidos. Para etapa 1, onde deve ser feita a compreensão dos problemas chaves que estão por trás dos sistemas persuasivos, foram definidos sete postulados que ajudarão na compressão dos problemas chaves. Estes postulados, de acordo com os autores precisam ser abordados para projetar ou avaliar sistemas persuasivos. Como podem ser observados no Quadro 2, os dois primeiros postulados relacionam-se como usuário em geral, os outros dois referem-se às estratégias de persuasão e os três últimos, referem-se aos recursos reais dos sistemas.

Quadro 2 - Postulados por trás dos sistemas persuasivos.

Sobre o usuário	Sobre estratégias de persuasão	Sobre recursos do sistema
1º - A tecnologia da informação nunca é neutra, as pessoas estão sempre sob influência de alguém.	3º - As rotas diretas e indiretas são estratégias chaves de persuasão. Onde um indivíduo que avalia cuidadosamente uma mensagem pode ser persuadido pela rota direta e um indivíduo menos atento por meio de uma rota indireta.	5º - A persuasão por meio de sistemas deve ser sempre clara e aberta.
2º - As pessoas gostam de assumir um compromisso com	4º - A persuasão é incremental, ela deve ser aplicada em passos graduais,	6º - Os sistemas devem ser discretos em relação ao usuário.

determinada situação e então agir com consciência.	até chegar ao comportamento alvo.	
		7º - Os sistemas persuasivos devem ser úteis e fáceis de usar.

Fonte: Oinas-Kukkonen e Harjuma (2009).

Na segunda etapa, onde ocorre à análise do contexto da persuasão, os autores afirmam que sem analisar cuidadosamente o contexto da persuasão é muito difícil ou até mesmo impossível reconhecer inconsistências no pensamento de um usuário, ou discernir momentos oportunos e inoportunos para enviar mensagens por exemplo. A análise do contexto inclui três partes, reconhecer a intenção, compreender o evento e definir e/ou reconhecer as estratégias em uso, onde:

- Reconhecer a **intenção**, determinar qual será o objetivo da intenção, que tipo de mudança à aplicação busca e quem será o persuasor.
- A compreensão em torno do **evento** busca identificar no contexto do usuário suas particularidades e informações úteis para o sistema que será criado.
- A definição da **estratégia** implica em analisar a mensagem que o usuário irá receber qual caminho adequado para atingi-lo, utilização de rota direta ou indireta.

Na terceira etapa, ocorre a análise das qualidades do sistema, onde foram propostos vinte e oito princípios de design para o conteúdo de sistemas persuasivos, divididos em quatro categorias: suporte a tarefa primária, onde o foco acontece na tarefa principal que o usuário executa, suporte ao diálogo, que implica basicamente no *feedback* que o sistema oferece, suporte a credibilidade, onde é abordado maneiras para deixar o sistema mais confiável e por último a categoria de suporte social, é abordado maneiras de influenciar o usuário no meio social. Para cada categoria Oinas-Kukkonen e Harjuma (2009) definiram alguns princípios persuasivos, todos eles foram baseados nos princípios presentes em Fogg (2003), alguns são usados de forma igual e outros foram adaptados. No Quadro 3, podem ser observados os princípios persuasivos descritos pelos autores.

Quadro 3 - Princípios persuasivos do PSD.

Tarefa primária	Suporte ao diálogo	Suporte a credibilidade	Suporte social
Redução*	Elogio*	Confiabilidade	Aprendizagem social
Tunelamento*	Recompensas*	Conhecimento	Comparação social
Adaptação*	Lembretes	Credibilidade	Influência normativa
Personalização	Sugestões*	Sensação do* mundo-real	Facilitador social
Automonitoramento*	Similaridades*	Autoridade*	Cooperação
Simulação*	Aparência/Simpatia*	Garantia	Concorrência
Ensaio*	Papel Social	Verificabilidade	Reconhecimento

Fonte: Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009).

Alguns princípios do Quadro 3 estão sinalizados com um asterisco (\*), pois estes princípios possuem o praticamente a mesma definição dos princípios de Fogg (2003) descritos neste trabalho na seção 2.2 Tríade funcional, deste modo abaixo só serão descritos os princípios que possuem a conceituação diferente.

Tarefa primária:

- Personalização: um sistema que permite a personalização possui uma maior capacidade de persuasão.

Suporte ao diálogo:

- Lembretes: o sistema que ajuda o usuário a lembrar de determinadas situações ou atividade, tem mais chances de alcançar seu objetivo.
- Papel social: se o sistema adotar algum papel social provavelmente os usuários usarão para fins persuasivos.

Suporte a credibilidade:

- Confiabilidade: um sistema que é visto como confiável terá maior poder de persuasão.
- Conhecimento: o sistema que mostra conhecimento, por meio de informações corretas, experiências e competência tem um poder maior de persuasão.
- Credibilidade: geralmente as pessoas fazem avaliações na primeira impressão que terão, portanto é necessário ter cuidado para passar credibilidade.

- Garantia: fornecer garantia sobre a utilização do sistema, principalmente de fontes bem conhecidas e respeitadas.
- Verificabilidade: permitir que o conteúdo apresentado seja verificado por fontes externas.

#### Suporte social:

- Aprendizagem social: uma pessoa estará mais motivada para realizar um comportamento alvo se ele usar um sistema para observar como os outros estão realizando tal comportamento.
- Comparação social: os usuários do sistema terão maior motivação para realizar o comportamento alvo se puderem comparar seu desempenho com o desempenho de outros.
- Influência normativa: um sistema pode usar a influência ou a pressão dos colegas de trabalho, por exemplo, pode aumentar a probabilidade de o usuário exercer o comportamento alvo.
- Facilitador social: os usuários estarão mais propensos a realizar o comportamento alvo se perceberem que outros estão realizando junto com eles.
- Cooperação: o sistema deve fornecer meios para que os usuários se ajudem.
- Concorrência: o sistema pode aproveitar o impulso natural do ser humano e utilizar a concorrência para mudar o comportamento alvo.
- Reconhecimento: oferecer reconhecimento público ao indivíduo ou grupo aumenta a probabilidade de seja adotado o comportamento alvo.

## 2.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS PRINCÍPIOS PERSUASIVOS DE FOGG (2003) E OINAS-KUKKONEN E HARMUJAA (2009)

Quando Fogg definiu a tríade funcional direcionou as suas pesquisas principalmente no estudo de como o usuário reage com determinadas tecnologias computacionais usando a persuasão, deste modo atentou-se a criar métodos que auxiliam na motivação, habilidade e criação de gatilhos, como vistos na tríade funcional (seção 2.2). Já Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) quando criaram o PSD

(seção 2.4) buscaram em suas pesquisas maneiras de viabilizar o entendimento de como os princípios persuasivos poderiam se transformar em requisitos de *softwares*, deste modo o modelo criado, segundo eles, poderia servir também para validação de *softwares*.

Outro fato que é possível observar entre as duas pesquisas é o momento histórico que elas aconteceram. Para que as pesquisas de Fogg fossem publicadas em 2003, muitos anos de investigação ocorreram, nestes anos anteriores as tecnologias ainda estavam surgindo. Já as pesquisas de Oinas-Kukkonen e Harjumaa publicadas em 2009, já continham as experiências com a interação com a internet e o início de um grande envolvimento nas redes sociais. Isto explicaria a criação de alguns princípios inéditos, os princípios da categoria Suporte social, os quais Fogg (2003) na tríade não faz referência diretamente.

Algumas diferenças entre as duas pesquisas são citadas diretamente por Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009), como por exemplo, a categorização do princípio da sugestão. Por mais que em ambas as pesquisas o conceito deste princípio seja similar, Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) o classificam como sendo uma parte importante do conteúdo que será oferecido ao usuário, portanto, é classificado na categoria suporte ao diálogo, já Fogg (2003) categorizou o princípio da sugestão como uma ferramenta para atingir o usuário.

Os princípios de vigilância e condicionamento, não foram abordados por Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009), pois os autores não consideravam plausíveis. O princípio da reciprocidade também não foi abordado, pois os autores consideram este como uma característica do usuário e não um recurso que um sistema pode oferecer.

Deste modo nota-se uma complementação das duas pesquisas que possibilitam as mais variadas áreas a criação de sistemas persuasivos. O presente trabalho tem como foco a persuasão na sustentabilidade direcionada à economia de água e energia, a qual será abordada na próxima seção.

## 2.6 BARREIRAS E SOLUÇÕES PARA O COMPORTAMENTO SUSTENTÁVEL

De acordo com Gram-hanssen (2011) é possível de forma efetiva fazer com que o usuário tenha um comportamento mais sustentável, por meio de observação e

análise sobre fatores que desenvolvem e mantêm hábitos específicos do dia a dia, então orientar as atividades do usuário para hábitos mais eficientes. Segundo o autor, deste modo às rotinas que estão causando desperdício, por exemplo, podem ser desencorajadas e estes comportamentos ao longo prazo podem acabar virando hábitos.

Um dos grandes problemas dos consumidores residenciais de acordo com Darby (2006) é a falta de transparência sobre os gastos providos do consumo de energia elétrica, pois na maioria das vezes o consumidor só fica ciente da quantidade de energia consumida no final do mês, por meio da carta da conta de luz. O autor aponta como uma possível solução para este caso, a disponibilização de *feedback* direto e indireto por meio de sistemas e aplicativos sobre o consumo nas residências, pois a partir desta informação ele poderá mudar seu comportamento e como consequência atingir redução de gastos.

Para Vilarinho et al., (2016), os usuários que buscam de alguma forma economizar energia, já possuem consigo a motivação para adotar novos hábitos eles só precisam de algum encorajamento que pode ser fornecido por meio de TICs, tecnologias de informação e comunicação, Fogg (2003) chama este encorajamento de gatilho, um empurrão para que o comportamento alvo ocorra. O potencial das TICs é muito explorado na busca para comportamentos sustentáveis por meio da persuasão em jogos, como por exemplo, jogos que ensinam hábitos sustentáveis para utilização de água e energia (ALBERTARELLI et al., 2018). Deste modo pequenas brincadeiras vão desencadeando novos hábitos. De acordo com Winett (2013) o impacto que a aplicação da computação persuasiva pode trazer ao meio ambiente é expressivo.

Porém mudanças no comportamento em relação a hábitos sustentáveis dificilmente são mantidas em longo prazo, este é um problema comumente difundido (BRYNJARSDOTTIR, 2012).

Uma das pesquisas de Gerdenitsch et al., (2011) apresenta respostas neste sentido, à pesquisa realizada pelo autor mapeou as principais barreiras que impedem as pessoas de realizarem comportamentos sustentáveis. A pesquisa que teve como foco comportamentos sustentável no contexto de energia doméstica revelou oito categorias de barreiras comportamentais e apresenta quatro diretrizes para tecnologias persuasivas relacionadas à sustentabilidade. As oito barreiras

encontradas serão descritas de forma hierárquica, de forma que a primeira barreira é a mais comum:

1. Falta de atenção: esquecer os equipamentos ligados, torneiras abertas.
2. Conforto e preguiça: em algumas situações os usuários não querem abrir mão do conforto para economizar ou tem preguiça de realizar hábitos saudáveis.
3. Qualidade dos aparelhos: algumas vezes os usuários possuem em casa equipamentos muito antigos ou que possuem falhas, porém a troca dos aparelhos envolve gastos monetários.
4. Hábitos: durante muito tempo os indivíduos realizam a atividade de determinado modo, é automático e passa despercebido.
5. Falta de conhecimento: desperdiçam por não terem conhecimento de como se comportar de maneira eficiente.
6. Aspectos sociais/Responsabilidade: situações onde as pessoas convivem com animais e parte da energia é gasto com eles, ou filhos pequenos. Outra questão é da responsabilidade, onde a pessoa que não ligou determinado aparelho não sente a responsabilidade de desligá-lo.
7. Recursos: falta de recursos consistindo de tempo e dinheiro para investir em soluções eficientes.
8. Outros aspectos que não se encaixaram diretamente as outras categorias.

A partir das barreiras encontradas que impedem o comportamento sustentável, Gerdenitsch et al., (2011) articularam quatro diretrizes de design para uma abordagem persuasiva sustentável.

1. Chamar a atenção do usuário, como a falta de atenção foi à barreira mais comum é necessário chamar de alguma maneira a atenção do usuário, usando sinais visuais ou até mesmo acústicos, porém estes sinais não podem ser perturbadores.
2. Permitir que o usuário continue confortável. O que as aplicações podem fazer é mostrar ao usuário a quantidade que está sendo gasta, lembrá-lo de quantas vezes ele já fez determinada ação. Isto ajudará a aumentar a aceitação e o uso da tecnologia que estará persuadindo-o.



3. Levar em consideração as diferenças individuais, por exemplo famílias que possuem muitos filhos pequenos. A tecnologia persuasiva deve ser adaptável.
4. Segmentar tipos específicos de barreiras e buscar abordagens para solucioná-las, a partir do momento que os problemas são identificados fica mais fácil para solucioná-lo.

Além destas possíveis soluções Paay et al., (2013), encontraram oito técnicas que funcionaram de maneira eficiente tanto para economia de água quanto para energia foram:

1. Autocomparação, permitir que o usuário se autocompare ou tenha dados para que ele consiga fazer comparações com outras pessoas;
2. Mensagens de acionamento, utilizar mensagens, gatilhos que ajudem o usuário a lembrar de realizar determinados comportamentos;
3. Utilização de dispositivos móveis, utilizar tecnologias portáteis;
4. Mensagens compreensíveis, sempre que enviar alguma mensagem ou lembrete elas devem ser claras e devem possuir reforços positivos ou até mesmo negativos.
5. Informações personalizadas, levar em consideração que sempre que as informações forem mais próximas do perfil do usuário, mais persuasiva essas informações serão;
6. Informações da comunidade, utilizar informações da comunidade para influenciar ou fazer comparações.
7. Conselhos de especialistas, utilizar informações de especialistas na área, desta forma será mais confiável;
8. Mudança de comportamento a longo do tempo, levar em consideração que a mudança acontece de forma gradativa.

A fim de compreender mais sobre como as tecnologias persuasivas agem sobre a busca por comportamentos sustentáveis foi realizada uma revisão sistemática que será apresentada na próxima seção.

## 2.7 CONCLUSÃO

O objetivo desta revisão de literatura foi apresentar os antecedentes da pesquisa que norteou esta dissertação. O capítulo apontou as principais concepções em torno da computação persuasiva, bem como alguns modelos e estratégias persuasivas existentes, já restringindo para o domínio da sustentabilidade foram abordadas algumas barreiras para o comportamento sustentável e algumas técnicas que se tornaram a solução para o problema. Estudos anteriores de diversas perspectivas forneceram a base e o ponto de partida para esta dissertação.

### 3 REVISÃO SISTEMÁTICA

Neste Capítulo são abordados trabalhos relacionados a esta dissertação, como forma de selecionar estudos relevantes para avaliar o problema de pesquisa, foi realizada uma revisão sistemática considerando alguns critérios para cada estudo.

De acordo com Kitchenham, Charters (2007) uma revisão sistemática da literatura é um meio de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante para uma questão de pesquisa em particular. Neste sentido a presente revisão sistemática investiga a utilização de princípios persuasivos em sistemas que buscam promover a sustentabilidade em ambientes domésticos.

As diretrizes para a revisão sistemática de acordo com Kitchenham e Charters (2007), abrangem três fases: planejar a revisão, conduzi-la e relatá-la. A fase de planejamento envolve principalmente os estágios de identificação da necessidade da revisão e especificação das perguntas de pesquisa, a fase de condução da revisão envolve principalmente os estágios de seleção da *String* de busca, seleção da base de dados, a seleção dos artigos por meio dos critérios de inclusão e exclusão e por último a fase do relatório da revisão abrange principalmente o estágios de análise dos trabalhos a fim de desenvolver o relatório final da revisão sistemática.

#### 3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

A fim de identificar soluções existentes em torno da tecnologia persuasiva aplicada a ambientes que buscam atingir a sustentabilidade e da mesma forma, identificar as estratégias mais e menos utilizadas neste contexto, as seguintes questões de pesquisa foram formuladas:

Q1 – Quais são os princípios persuasivos mais utilizados em sistemas que visam à sustentabilidade nos domínios de utilização de energia e água em ambientes domésticos?

Q2 – Tendo em vista que as estratégias mais utilizadas não necessariamente sejam as mais eficientes, quais as estratégias chaves para o tipo de sistema abordado?

Q3 - Quais particularidades os sistemas de persuasão visando à sustentabilidade possuem?

## 3.2 CONDUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA

### 3.2.1 Elaboração da *String* de busca:

Para a definição das *Strings* de busca foram usadas as palavras computação persuasiva e tecnologia persuasiva, entre as *Strings* o operador booleano *OR* foi utilizado pois ele tem o valor OU. A justificativa para o uso é que as duas *Strings* são usadas como similares. Como a questão de pesquisa visa responder questões do domínio da sustentabilidade que envolvem água ou energia, essas palavras também foram separadas pelo operador booleano *OR*. A *String* de busca é limitada aos títulos, resumos e palavras chaves, por isso o uso da sentença *TITLE-ABS-KEY*. Deste modo a *String* de busca criada é representada na Figura 4:

Figura 4 - *String* de busca

```
TITLE-ABS-KEY ("persuasive computing" OR "persuasive technology" ) AND  
TITLE-ABS-KEY ("sustainability" ) OR ( "energy" ) OR ( "water" )
```

Fonte: Da autora.

### 3.2.2 Definição da base de dados:

A busca foi realizada na base de dados online Scopus Elsevier, considerada uma das maiores bases de dados de literatura revisada por pares. Esta base de dados indexa importantes fontes de dados na área da ciência da computação, ACM Digital Library, IEEE Xplore e Science Direct (SCOPUS, 2017).

### 3.2.3 Definição dos critérios de inclusão e exclusão:

Os critérios de inclusão visam direcionar a seleção de artigos que irão responder a pergunta de pesquisa e por outro lado os critérios de exclusão servem para reter artigos que não serão úteis neste momento da pesquisa. Os critérios de inclusão são representados por (I) e os de exclusão por (E), conforme apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 - Critérios de inclusão e exclusão.

Inclusão	Exclusão
(I-1) Estudos que contenham termos da área de computação ou tecnologia persuasiva e questões de sustentabilidade no título, resumo ou palavras chaves.	(E-1) Estudos que não fossem da área da ciência da computação.
(I-2) Estudos que implementaram ou projetaram sistemas que utilizassem princípios persuasivos com o viés da sustentabilidade.	(E-2) Estudos que não continham termos da área de computação ou tecnologia persuasiva e questões de sustentabilidade ligadas à energia ou água no título, resumo ou palavras chaves.
(I-3) Estudos que foram projetados para ambientes domésticos.	(E-3) Estudos que abordaram apenas conceitos e técnicas e não desenvolveram alguma aplicação ou que demonstraram a aplicabilidade de princípios persuasivos no meio sustentável.
	(E-4) Estudos que envolvessem sistemas persuasivos voltados para sustentabilidade porém foram testados ou projetados para ambientes de trabalho, praças públicas, escolas.

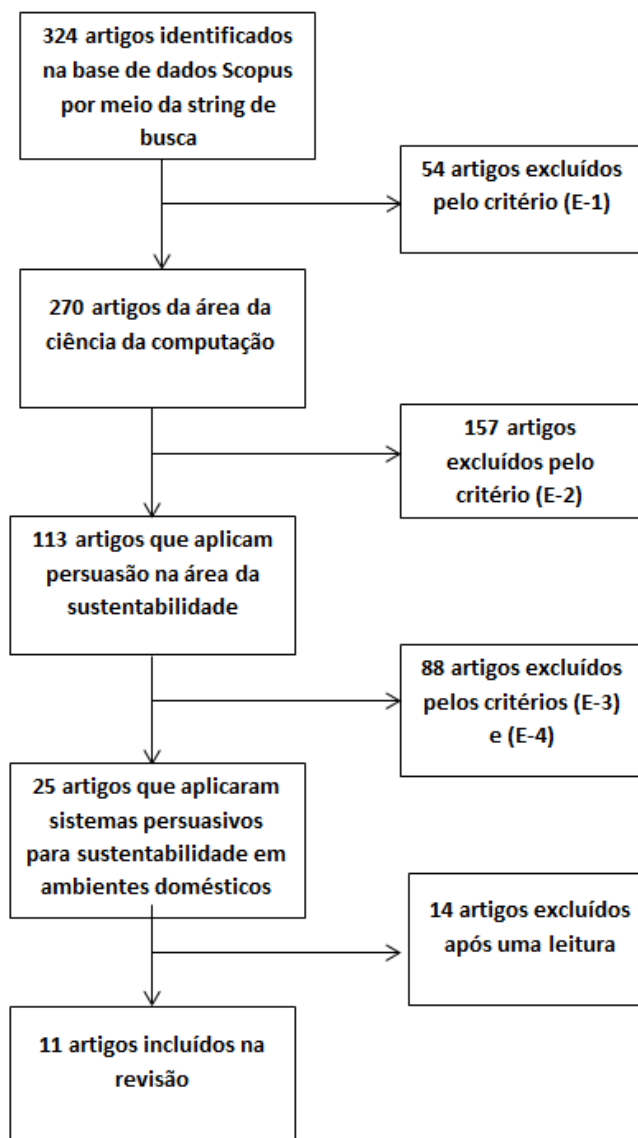
Fonte: Da autora.

### 3.2.4 Extração dos trabalhos:

A consulta à base de dados foi realizada em julho de 2018. A Figura 5 representa as etapas para seleção dos artigos que foram analisados. Na primeira etapa foram identificados 324 artigos, depois de aplicado o critério de exclusão (E-1) que exclui os trabalhos que não são da área da ciência da computação, deste modo restaram 270 artigos. Depois foi aplicado o critério de exclusão (E-2) onde foram verificados nos títulos, palavras chaves e resumos se os trabalhos continham termos da área da computação ou tecnologia persuasiva e questões de sustentabilidade

ligadas a água ou energia, restando 113 artigos. Após uma análise dos 113 artigos, foi aplicado o critério de exclusão (E-3), onde foram excluídos os artigos que não implementaram nenhuma aplicação ou que demonstraram a aplicabilidade de princípios persuasivos no meio sustentável, desta forma o critério de inclusão (I-3) foi satisfeito, ainda foi aplicado o critério de exclusão (E-4) que excluía os artigos que foram projetados ou testados em ambientes públicos como praças, escolas ou ambientes do trabalho. Deste modo o critério de inclusão (I-3) foi contemplado, onde foram incluídos apenas artigos que foram projetados para ambientes domésticos, destes restaram 25. Após a leitura de cada um deles ainda foram excluídos 12 artigos, restando 11 para a utilização desta revisão.

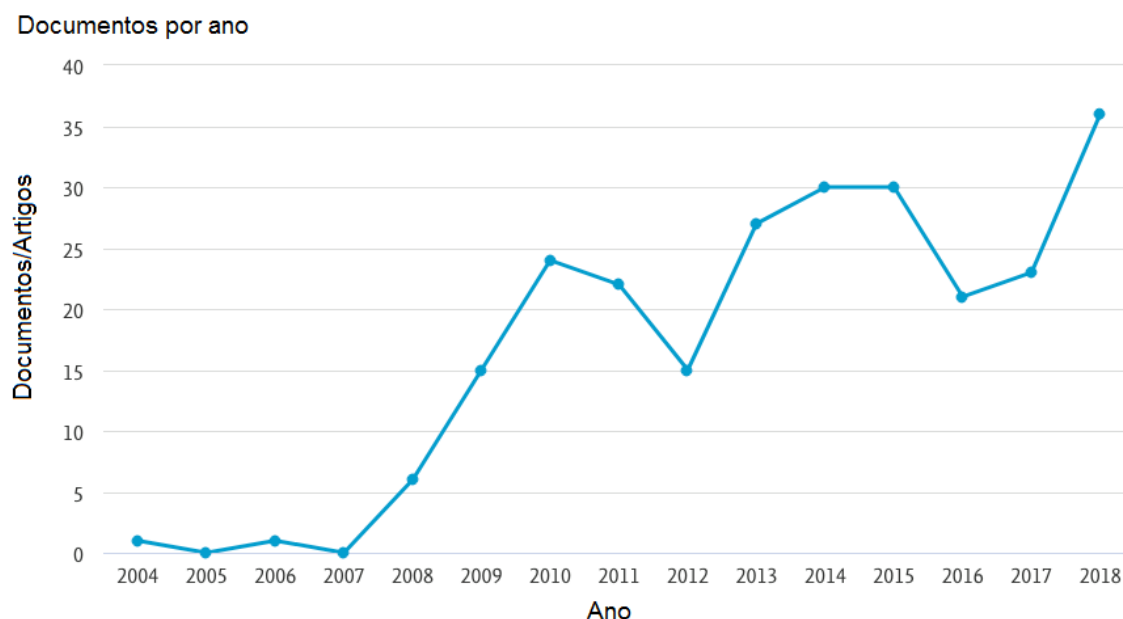
Figura 5 - Extração dos trabalhos



Fonte: Da autora

Na Figura 6, um gráfico que aponta o número de publicações de acordo com o passar dos anos. Pode-se notar um crescente aumento no número de publicações na área da ciência da computação nos últimos anos.

Figura 6 - Publicações na área da computação persuasiva nos últimos anos



Fonte: Scopus.

### 3.3 RELATÓRIO DA REVISÃO

Nesta seção são apresentados trabalhos selecionados, a comparação entre eles, além da justificativa dos critérios escolhidos.

### 3.4 TRABALHOS SELECIONADOS

Para cada um dos 11 artigos selecionados é descrito um breve resumo contendo as principais informações presentes neles.

#### **Trabalho 1 [T1] - Wattsup? Motivating reductions in domestic energy consumption using social networks**

No trabalho de Foster, Lawson e Blythe (2010) ocorreu a implantação e a avaliação do sistema web "Wattsup". Para criação do sistema os próprios usuários finais expressaram suas opiniões e ideias de elementos que o sistema deveria conter, a parte do design no aplicativo foi construído em forma de oficina. O sistema que é integrado com a rede social *Facebook* exibe dados coletados por um medidor inteligente, além dos dados do consumo do próprio usuário os dados dos amigos



conectados na rede social também são apresentados. Foi escolhida a rede social *Facebook* pela sua popularidade.

A página que apresenta o consumo de energia e liberação de CO<sub>2</sub> possui os seguintes elementos gráficos: representação do valor do consumo na moeda local e em Kwh, além disso, é apresentada a quantidade de liberação de CO<sub>2</sub>. Rostos com expressões felizes e tristes, dependendo do aumento ou diminuição do consumo. Gráficos de barras e rankings de economia feita com a rede de amigos.

Oito casas foram selecionadas para o teste, totalizando 20 pessoas envolvidas. Para cada casa havia um participante principal, ele era responsável pelo pagamento da conta de luz. A seleção dos participantes seguiu um método de amostragem Robson (2002). Os critérios para o recrutamento eram que o participante principal em cada domicílio fosse responsável por pagar a conta de eletricidade e ser um usuário do *Facebook*. Nenhum dos domicílios possuía qualquer tipo de monitor de energia antes do estudo.

Para os testes as famílias foram divididas em dois grupos, A e B, onde o grupo A os usuários podiam ver os dados sobre o consumo de energia na rede de amigos, bem como os seus próprios dados. No grupo B o aplicativo era manipulado para que não houvesse interação com a rede social, ou seja, os usuários só podiam ver seu próprio uso de energia. Os testes duraram 18 dias. O projeto teve como foco a utilização de *feedback* sobre o consumo e apresentação do histórico em um contexto de rede social.

Os resultados mostraram que o grupo que podia comparar e fazer comentários sobre o desempenho com amigos na rede social teve uma redução significativa, totalizando 130kwh, o que não aconteceu com o outro grupo. Para completar a avaliação e obter dados de forma qualitativa, foram aplicados questionários em forma de entrevistas e análise dos comentários obtidos. O trabalho de Foster, Lawson e Blythe (2010) mostrou a influência das redes sócias para o engajamento com alguma causa, segundo os autores o monitoramento do consumo de tornou mais agradável.

Apesar dos dados positivos o estudo discute uma questão muito importante, o engajamento dos usuários em redes sócias com a economia de energia. Foster, Lawson e Blythe (2010) argumentaram sobre os milhares de usuários que o *Facebook* possui, para que esses usuários utilizem a rede social muita energia está envolvida, tanto relacionado a servidores quanto a energia que provê o

funcionamento de computadores e celulares, desta forma ao criar um sistema que visa a economia de energia e que esteja relacionado a uma rede social pode se tornar duvidoso, além deste aspecto os autores argumentaram sobre o projeto centrado no usuário (participação do usuário na construção do *software*) eles explicam que as preferências do usuário não devem prevalecer sobre o impacto de algumas tecnologias no meio ambiente.

### **Trabalho 2 [T2] - WattBot: A Residential Electricity Monitoring and Feedback System**

No trabalho de Petersen, Steele e Wilkerson (2009), os autores projetaram um aplicativo para celular com o objetivo de monitorar e proporcionar um *feedback* do consumo, o aplicativo *WattBot* se comunica com o sistema elétrico da casa (conectado ao disjuntor). Os usuários podem monitorar o consumo de suas casas e aplicativo incentivando-os a reduzir o consumo, além de poderem comparar e analisar o uso da eletricidade dos dispositivos na casa.

Para a definição do design um grupo da universidade local focado em sustentabilidade ajudou com algumas contribuições. A tela principal do aplicativo apresenta o consumo por meio de barras coloridas, onde comprimento da barra representa à quantidade de eletricidade que determinado cômodo ou aparelho usou durante um determinado período de tempo, as cores variam do verde até o vermelho. As barras são ordenadas por uso, portanto os maiores consumidores estão sempre no topo da lista, além disso, são apresentadas ao lado de cada barra o total usado em Kwh. Para os autores, ao expor esses padrões de consumo de energia da casa, os usuários começarão a ver oportunidades para eliminar o uso desnecessário de energia e aumentar a eficiência.

A medida que as pessoas se familiarizarem com essas visualizações, elas tomarão medidas significativas para reduzir seu consumo de eletricidade. Os principais testes ocorreram para avaliar o design da interface. Para a avaliação os autores desenvolveram uma página web com a mesma tela do aplicativo, como o teste foi focado na avaliação do design foi gravado o áudio e vídeo a fim de capturar reações faciais e verbais, além disso, foi gravada a tela para capturar as ações do usuário. Os participantes (não foi informado a quantidade de participantes nem o tempo dos testes) conseguiram navegar com facilidade pela página e compreenderam o significado por trás das barras organizadas em forma de ranking. Porém alguns usuários se confundiram com as cores, acharam que quanto mais

vermelho mais calor estava sendo liberado, porém se tratava da quantidade de eletricidade consumida, além disso, eles sentiram falta da comparação do consumo atual com o histórico.

### **Trabalho 3 [T3]- Tailoring Feedback to Users' Actions in a Persuasive Game for Household Electricity Conservation**

No trabalho de Gamberini et al., (2012) foi desenvolvido um jogo web para celular chamado EnergyLife, desenvolvido para apoiar as ações dos usuários e proporcionar feedback. O jogo que é uma forma de eco-feedback que fornece informações de consumo em tempo real e baseadas em dispositivos, buscando aumentar a conscientização dos usuários sobre o consumo de energia de suas famílias. A interface principal apresenta cartões onde cada um representa um aparelho doméstico que está sendo monitorado. A parte da frente dos cartões mostram o consumo atual de eletricidade do dispositivo (ou da residência) e a economia obtida nos últimos sete dias. O aplicativo também oferece informações sobre níveis e pontuações atuais no jogo e uma análise de consumo por dispositivo.

O jogo libera funcionalidades conforme os níveis vão subindo, por exemplo, no primeiro nível só é possível ver e comparar o consumo com a semana passada, próximo nível ele começa a receber dicas genéricas sobre economia de energia, depois o usuário pode testar seus conhecimentos respondendo perguntas e somando pontos. O último nível permite que os usuários mantenham seus hábitos de economia recém-adquiridos por meio de compartilhamento da comunidade e feedback comparativo. Os usuários podem trocar mensagens dentro de sua própria casa, bem como com usuários em outras residências, ganhando pontos para cada mensagem e podem ver classificações individuais e domésticas com base nas pontuações da EnergyLife.

O teste da aplicação ocorreu com 10 participantes totalizando 4 famílias, durante 4 meses. Foram feitas entrevistas no início do experimento e no final para avaliar o desempenho de cada um, algumas das perguntas podiam ser respondidas de forma aberta e outras eram por meio da classificação por nota. Foi monitorada a quantidade de *logins* feitos por cada participante. Os itens mais acessados do jogo foram as cartas que apresentavam o consumo dos equipamentos, seguido da visualização do histórico do consumo. Os resultados apontaram economias em alguns equipamentos específicos depois de receberem conselhos sobre a utilização,

um deles obteve 38% de redução, além disso o aumento da conscientização e engajamento com a economia de energia.

#### **Trabalho 4 [T4] - Engaging Energy Saving through Motivation-Specific Social Comparison**

O trabalho de Petkov et al., (2011) teve como foco principal testar funcionalidades de comparação social. Foi desenvolvido um aplicativo para celular chamado EnergyWiz que fornece aos usuários três tipos de comparação social: normativa, individual e por meio de rankings. As principais características do aplicativo são cinco: dados em tempo real, histórico, comparação normativa com vizinhos, desafios e ranking.

Para criar o design do aplicativo os autores se basearam no design orientado por teoria (Card,1989), foi utilizado algumas teorias da psicologia social e resultados de pesquisas na área.

A comparação “um por um” é representada por um desafio entre dois amigos no *Facebook* que comparam seu consumo de energia durante uma semana, os pontos podem ser compartilhados por meio da linha do tempo da rede social. Os testes aconteceram com 17 usuários (período de tempo não especificado). Os principais resultados mostraram que a utilização do feedback “um por um” foi utilizada somente por amigos, ou usuários conhecidos, caso contrário esta funcionalidade não ia ser utilizada. A competitividade fez com que os usuários se engajassem a finalidade do aplicativo. Alguns comentários das entrevistas relataram que a comparação normativa, que permite a comparação com o vizinho pode ser eficiente e ao mesmo tempo não ser, pois vai depender muito do desempenho que cada um atingir.

#### **Trabalho 5 [T5]- Domesticating Energy-Monitoring Systems: Challenges and Design Concerns**

No trabalho de Sundramoorthy et al., (2011), foi desenvolvido o projeto Dehems um sistema web de gerenciamento de energia doméstica digital, que oferece uma infraestrutura inteligente que testa a eficácia obre o *feedback* persuasivo.

Em relação ao design das telas foram utilizadas abordagens descritas por Fitzpatrick e Smith (2009) que indicam elementos para usar em monitores de energia doméstica que seja em tempo real, algumas das características usadas foram: utilizar diferente métricas para o consumo, utilizar uma certa frequência na

mediação e envio de informações sobre o consumo, utilizar diferentes formas de exibição, por exemplo, gráficos com diferentes cores. Comparação do consumo com histórico passado ou com amigos, vizinhos etc.

No primeiro momento foi desenvolvido um protótipo e então foram coletados dados sobre o design do sistema, depois ocorreu a implementação de fato do sistema e então ocorreu a implantação e avaliação. Para os testes foram escolhidas 250 residências, estas que já faziam parte de um grupo pré-cadastrado que se habilita a participar de testes. A duração do testes não foi especificado.

Os usuários podiam acompanhar seu consumo e compará-los com vizinhos. O sistema apresenta a quantidade de gás e energia gastos, além da emissão de CO<sub>2</sub> e valores monetários. Com base nas reações do usuário, foram identificadas algumas características sobre o *feedback* que os autores apontam como promissoras para a persuasão: a possibilidade de mostrar mais de um tipo de energia, como por exemplo gás, unidade de medida, as mais usadas são emissão de CO<sub>2</sub>, valores monetários e a energia (kWh), onde a emissão de CO<sub>2</sub> muitas vezes não é compreendida, neste sentido os valores monetários chamam mais a atenção. Os resultados após o uso do sistema Dehems apontaram que a redução no consumo de energia elétrica pode chegar até 15%, porém os autores não conseguiram identificar uma melhora na conscientização ambiental.

A avaliação ocorreu principalmente com análise dos comentários dos participantes por meio de entrevistas, nelas eles indicavam que seu comportamento estava mais sustentável e explicavam o motivo, ou indicavam se determinada estratégia foi eficaz ou não. Além disso, os dados sobre o consumo atual e o passado serviram de base para avaliação do sistema.

#### **Trabalho 6 [T6] - ECOISLAND: A System for Persuading Users to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions**

No trabalho de Takayama et al.,(2009) foi desenvolvido o Ecoland, um sistema web destinado a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>. Ecoland é um jogo destinado a atividades diárias para uma família que tem interesse em comportar-se de uma forma mais ecológica. Um monitor é instalado na cozinha ou em outro lugar de destaque na casa, que representa no jogo uma ilha virtual. Cada membro da família é representado na ilha por um avatar. A família define um nível de emissão de CO<sub>2</sub> alvo e o sistema rastreia suas emissões atuais aproximadas usando

sensores e dados. Se a emissão atinge o nível alvo, a água ao redor da ilha aumenta e resulta no fim do jogo.

Os participantes têm uma lista de ações disponíveis no jogo que podem ajudar na redução da emissão, por exemplo: abaixando o aquecedor de ar em um grau, pegando trem ao invés de um carro, entre outros. Ao concluir uma ação, o participante reporta pelo telefone ou pelo PC e o nível de água reage de acordo, cada atividade tem detalhes da quantidade de CO<sub>2</sub> que poder ser reduzido.

Os testes aconteceram com 6 famílias voluntárias, no total de 20 pessoas. Todas as famílias possuíam filhos. Os testes duraram 4 semanas. Os resultados mostraram que 17 dos 20 participantes estavam mais conscientes das questões ambientais após o experimento. 16 participantes relataram que adquiriram novos conhecimentos a cerca do tema. Porém os participantes relataram que muitas vezes a motivação para manter o hábitos sustentáveis era por razões do jogo, como não deixar a ilha afundar ou aumentar os pontos e não para uma melhora no meio ambiente.

Participantes disseram que eles adquiriram mais conhecimento da questão ambiental, mas apenas 4 participantes tentaram um novo comportamento que não está listado na lista de comportamento sustentável. 11 participantes responderam que querem continuar usando a Ecolisland por sua diversão ou autodisciplina para ser mais sustentável. Por outro lado, 7 participantes não queriam mais usar a Ecolisland por causa de seus problemas.

#### **Trabalho 7 [T7]- Combining Smart Energy Meters with Social Media**

No trabalho de Røsok (2014) foi explorado como os medidores de energia inteligentes podem ser combinados com as mídias sociais. O conceito envolve o uso de uma competição de grupo colaborativa, onde os consumidores podem participar de grupos e competir com outros na economia de energia, especialmente nos momentos em que a energia é mais cara. O grupo que até o final da competição economizar mais dinheiro e energia vai ganhar uma soma de dinheiro que vai para uma instituição de caridade de sua escolha. O objetivo é elevar a consciência de energia, bem como a consciência global. Portanto, haverá um duplo lucro: o consumidor estará motivado pelo espírito de equipe e terá a chance de arrecadar dinheiro para uma causa que é importante para eles. Além disso, fornecendo uma visualização do consumo de energia doméstica e comparação com o uso de energia

localmente, se tornara mais fácil para o consumidor assumir o controle sobre o uso e reduzir quando necessário.

Para o design do protótipo foram entrevistadas algumas famílias para coletar elementos que eles achavam importante para motivação. No sistema é possível comparar o consumo individual com o grupo, no dia atual e semana ou mês passado.

Os testes aconteceram com adultos que eram usuários de redes sociais e tinham a motivação de realizar hábitos mais sustentáveis. Os resultados mostraram que as técnicas usadas possuem um grande potencial para motivar os consumidores a usar menos energia. A competição entre os indivíduos mostrou-se bem atraente para maioria dos participantes, descrevendo-o como o principal fator motivacional.

A primeira parte da avaliação ocorreu com especialistas, estes avaliaram com base em heurísticas e algumas das sugestões foram incluídas no sistema, com o design aprimorado foi realizado o teste de usabilidade. O teste de usabilidade contou com 4 usuários, no primeiro momento ocorreu uma breve introdução do estudo, depois os usuários realizaram algumas tarefas como por exemplo, demonstrar no aplicativo onde é possível comparar o consumo com o do grupo e por fim responderam um questionário baseado na Escala de Usabilidade do Sistema (SUS) e uma entrevista.

### **Trabalho 8 [T8]- Incorporating persuasion into a decision support system: The case of the water user classification function**

No trabalho de Perren et al., (2016) os autores criaram um aplicativo móvel e uma página web que serve de apoio para decisões de consumo doméstico de água. O projeto surgiu para aproveitar as normas ambientais existentes para promover a economia de água, o objetivo principal do trabalho era testar a eficiência da utilização de diferentes fontes de informações durante a persuasão.

Conselhos por meio de sugestões, personalização, automonitoramento, definição de metas, conhecimento, sensação do mundo real, inconsistência, mensagens, influencia normativa.

Para geração das dicas alguns questionários são disponibilizados, onde seis perguntas são sobre atividades domésticas e nove sobre a utilização da água. As perguntas sobre a utilização da água são sobre com que frequência é tomado banho e qual a duração média, ou também em quantos minutos o usuário consegue tomar

um banho rápido e sair completamente limpo, quantas vezes usa o jeans até lavar. Conforme os usuários vão recebendo dicas eles começam a reavaliar seus comportamentos, buscando adquirir hábitos mais sustentáveis.

Os testes aconteceram em 40 residências por um tempo não especificado, os usuários recebiam dicas relacionadas a atividades do dia a dia, cada mensagem comparava informações que o usuário já havia informado previamente e indicava um novo comportamento.

### **Trabalho 9 [T9]- Promoting Pro-environmental Behaviour: a tale of two systems**

No trabalho de Paay et al., (2013) os autores descobriram oito técnicas que demonstraram ser abrangentes para a persuasão de um consumo sustentável de recursos naturais água e eletricidade. Foram realizados testes em dois momentos diferentes e em dois países diferentes, com 6 meses de intervalo um do outro e depois os dados foram comparados. Foram realizadas entrevistas antes da utilização e depois. A entrevista antes da utilização buscou explorar qual o nível de conhecimento o participante tinha em relação ao uso de água, energia elétrica e dispositivos móveis.

O sistema voltado para economia de água serve para ajudar na irrigação de hortas. São enviadas informações meteorológicas, dados sobre a umidade do solo, conselhos de especialistas da área de horticultura e conselhos da comunidade a fim de influenciar os jardineiros a economizar água. Neste sentido os jardineiros pulavam alguns dias de regas ao jardim. O sistema para economia de energia, também fornece informações de especialistas do tempo, conselhos da comunidade e dados sobre o consumo pessoal.

E o sistema que auxilia na redução de eletricidade, mostra o consumo total de energia da residência na última semana, nas últimas 24 horas, além de comparações com consumo da semana passada. Ele também exibe conselhos de especialistas, consumo de energia da comunidade.

Os resultados apontaram que as mensagens recebidas ao longo da utilização de água e energia se mostraram muito bem recebidas no sentido de despertava a consciência do seu consumo de energia. As oito técnicas que funcionaram de maneira eficiente tanto para economia de água quanto para energia foram: auto comparação, mensagens de acionamento, utilização de dispositivos móveis, mensagens compreensíveis, informações personalizadas, informações da



comunidade, conselhos de especialistas e mudança de comportamento ao longo do tempo.

Entrevistas após a utilização do sistema coletou informações sobre as fontes de informações que foram utilizadas. Aparência, credibilidade e utilidade, benefícios.

### **Trabalho 10 [T10] - Combining Persuasive Computing and User Centered Design into an Energy Awareness System for Smart Houses**

No trabalho de Vilarinho et al. (2016), é apresentado um software chamado CossMunity para aumentar a consciência do consumo de energia de modo a apoiar a mudança de comportamento em direção a hábitos de consumo sustentáveis. As principais estratégias para mudança no comportamento abordadas pelos autores foram, aplicar normas sociais, técnicas de feedback, pistas sociais e gameificação. Os testes se deram principalmente para avaliar como questões de design podem ajudar na mudança do comportamento.

Os resultados mostraram que a utilização de comparações sociais e a gameificação podem estimular a motivação para softwares com esse objetivo. O feedback com sugestões pode desencadear ações concretas em relação a eficiência energética.

### **Trabalho 11 [T11] - With a Little Help from a Friend: A Shower Calendar to Save Water**

No trabalho de Laschke et al., (2011), foi desenvolvido um calendário do banho, onde os autores buscaram de uma forma persuasiva de reduzir o consumo de água no banho. Pois o banho de acordo com os autores pode ser responsável por 36% do consumo total de água em uma casa em determinados países, deste modo a redução na utilização afeta diretamente para economizar.

Os testes aconteceram com 2 famílias, em um total de 6 pessoas. Uma tela com um calendário é projetada no box do banheiro. Quando o usuário toma seu banho ele se identifica apertando um botão que fica em uma central na entrada do banheiro. Cada usuário possui uma cor diferente como identificação. Quando o usuário inicia o banho aparece uma grande bola na tela, da cor que o usuário se identificou. Essa bola simboliza um total de 60 litros de água. Os autores utilizam a quantidade média que é utilizada no país do experimento 20 a 40 litros por dia e pessoa, foi acrescentado mais 30 litros para permitir situações extremas. A bola começa diminuir conforme a água que está sendo monitorada é gasta. E então esta bolinha fica salva no calendário, conforme as outras pessoas da casa tomam banho

a tela vai mostrando quem gastou mais água e quem permaneceu com a bola de um tamanho grande.

Os resultados apontaram resultados nas duas famílias, uma teve redução significativa na água, porém a outra não obteve uma margem muito significativa, os autores vêm este um problema comum das tecnologias persuasivas, pois a mudança depende muito do ato voluntário de cada pessoa em buscar mudar o comportamento.

### 3.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS RELACIONADOS

Após a análise dos 11 artigos selecionados, gerou-se uma tabela que apresenta algumas particularidades de cada um, foram observadas as seguintes características: qual foi o domínio sustentável abordado pelo trabalho, qual foi a metodologia abordada para a criação do projeto, como foi a avaliação e validação, além da quantidade de pessoas ou famílias que participaram dos testes e o tempo que duraram. Essas informações coletadas respondem a terceira questão (Q3) da revisão sistemática.

Para o Quadro 5 foi criada uma legenda, tendo em vista que algumas características de como foi realizado o projeto ou avaliado se repetiram.

T1 = Trabalho 1, T2 = Trabalho 2...

EP= Entrevistas com usuários e criação de um protótipo baseado em informações coletadas com usuários finais.

AQL = Avaliação qualitativa, análise de respostas da entrevista. Em geral, perguntas foram sobre a mudança no comportamento e usabilidade do sistema.

AQT = Avaliação quantitativa comparação de dados históricos e dados atuais sobre o consumo verificou-se se houve redução de consumo e despesas monetárias.

NE= Não especificado.

Quadro 5- Comparação dos trabalhos selecionados

Trabalhos	Ano	Domínio sustentável	Metodologia para criação da aplicação	Avaliação	Utilização de sensores para medir o consumo	Número de participantes	Tempo de testes
[T1]	2010	Energia	EP	AQL e AQT	Sim	20 pessoas	18 dias
[T2]	2009	Energia	Assistance from a group focused on sustainability.	AQL	Sim	NE	NE
[T3]	2012	Energia	EP	AQL e AQT	Sim	10 pessoas	4 meses
[T4]	2011	Energia	Características orientadas por (Card 1989).	AQL	NE	17 pessoas	1 semana
[T5]	2010	Energia	Características orientadas por (Fitzpatrick e Smith 2009)	AQL e AQT	Sim	NE	4 semanas
[T6]	2009	CO2	NE	AQL e AQT	Sim	20 pessoas	4 semanas
[T7]	2014	Energia	EP	QLE	Sim	4 pessoas	NE
[T8]	2016	Água	NE	AQT	Sim	NE	NE
[T9]	2013	Água e Energia	Características orientadas por (Pearce et al., 2009)	AQL	Sim	10 pessoas	3 semanas
[T10]	2016	Energia e CO2	Design centrado no usuário	AQL	Sim	NE	NE
[T11]	2011	Água	NE	AQL e AQT	Sim	6 pessoas	1 mês

Fonte: Da autora

Partindo do ponto que alguns dos artigos selecionados se divergem no modo da utilização da persuasão, o Quadro 6 aponta quais são os principais princípios persuasivos utilizados em cada trabalho.



Aprendizagem social	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Comparação Social	x		x	x	x	x	x			x	x
Influência Normativa	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Facilitador social				x	x	x		x	x		
Cooperação						x	x				
Concorrência	x		x	x	x	x	x			x	x
Reconhecimento	x				x						
Vigilância	x	x			x	x				x	x
Condicionamento								x			
Reciprocidade											
Gameificação	x		x			x	x			x	x

Fonte: Da autora.

Após a análise de cada trabalho em relação ao uso de princípios persuasivos, gerou-se o Quadro 7. Os princípios persuasivos também chamados de estratégias persuasivas foram divididos em 3 características: os mais utilizados, ou seja, apareceram em no mínimo 5 trabalhos, os menos utilizados, onde só foram constatado a utilização em apenas 4 trabalhos ou menos, e algumas estratégias persuasivas não foram utilizadas em nenhum dos trabalhos. Desta forma, essa classificação responde a primeira questão da revisão sistemática (Q1).

Quadro 7 - Estratégias mais utilizadas e estratégias a serem exploradas

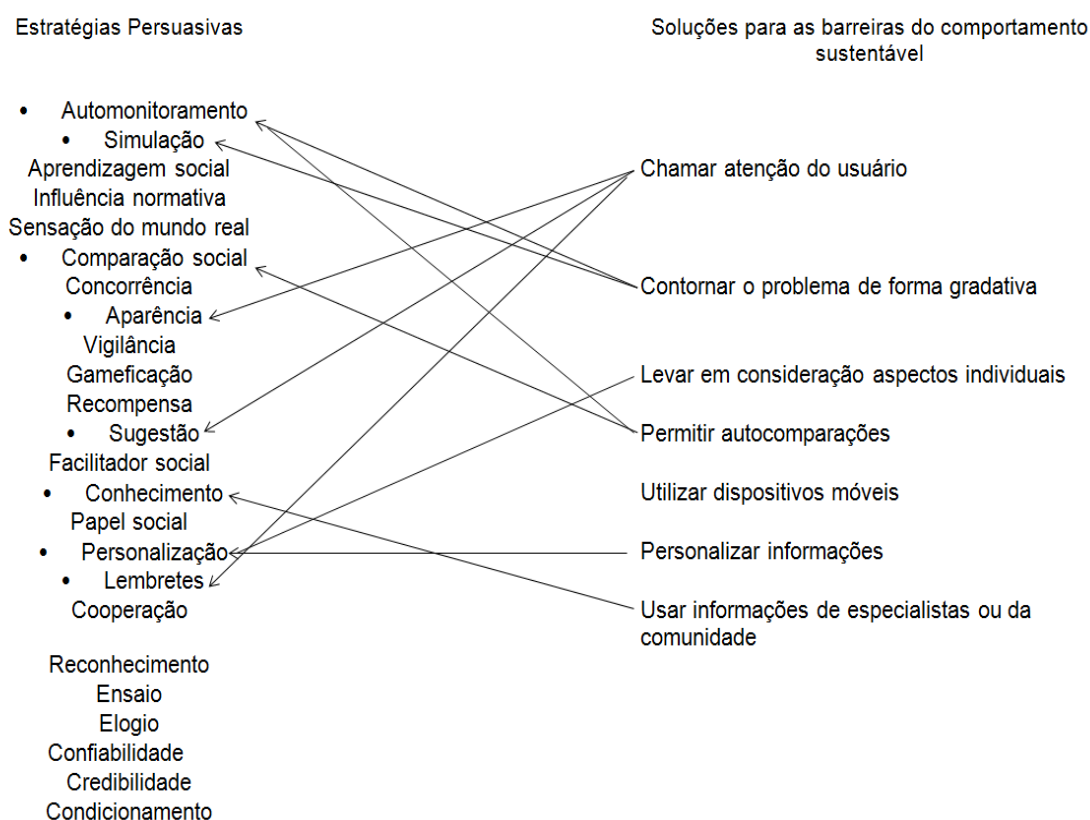
<b>Estratégias mais utilizadas</b>	<b>Estratégias menos utilizadas</b>	<b>Não identificado o uso/Não explorado</b>
Automonitoramento	Conhecimento	Redução
Simulação	Papel social	Tunelamento

Aprendizagem social	Personalização	Adaptação
Influência normativa	Lembretes	Similaridade
Sensação do mundo real	Cooperação	Autoridade
Comparação social	Reconhecimento	Garantia
Concorrência	Ensaio	Verificabilidade
Aparência	Elogio	Reciprocidade
Vigilância	Confiabilidade	
Gameificação	Credibilidade	
Recompensas	Condicionamento	
Sugestão		
Facilitador social		

Fonte: Da autora

Buscando filtrar ainda mais o conjunto de estratégias foi realizada uma análise de quais das 24 estratégias que foram utilizadas nos trabalhos relacionados condiziam com as soluções encontradas para as barreiras do comportamento sustentável (abordadas na seção 2.6). Na Figura 7, na coluna esquerda as estratégias persuasivas e na direita as possíveis soluções para o comportamento sustentável.

Figura 7 - Estratégias persuasivas que contemplam soluções sustentáveis

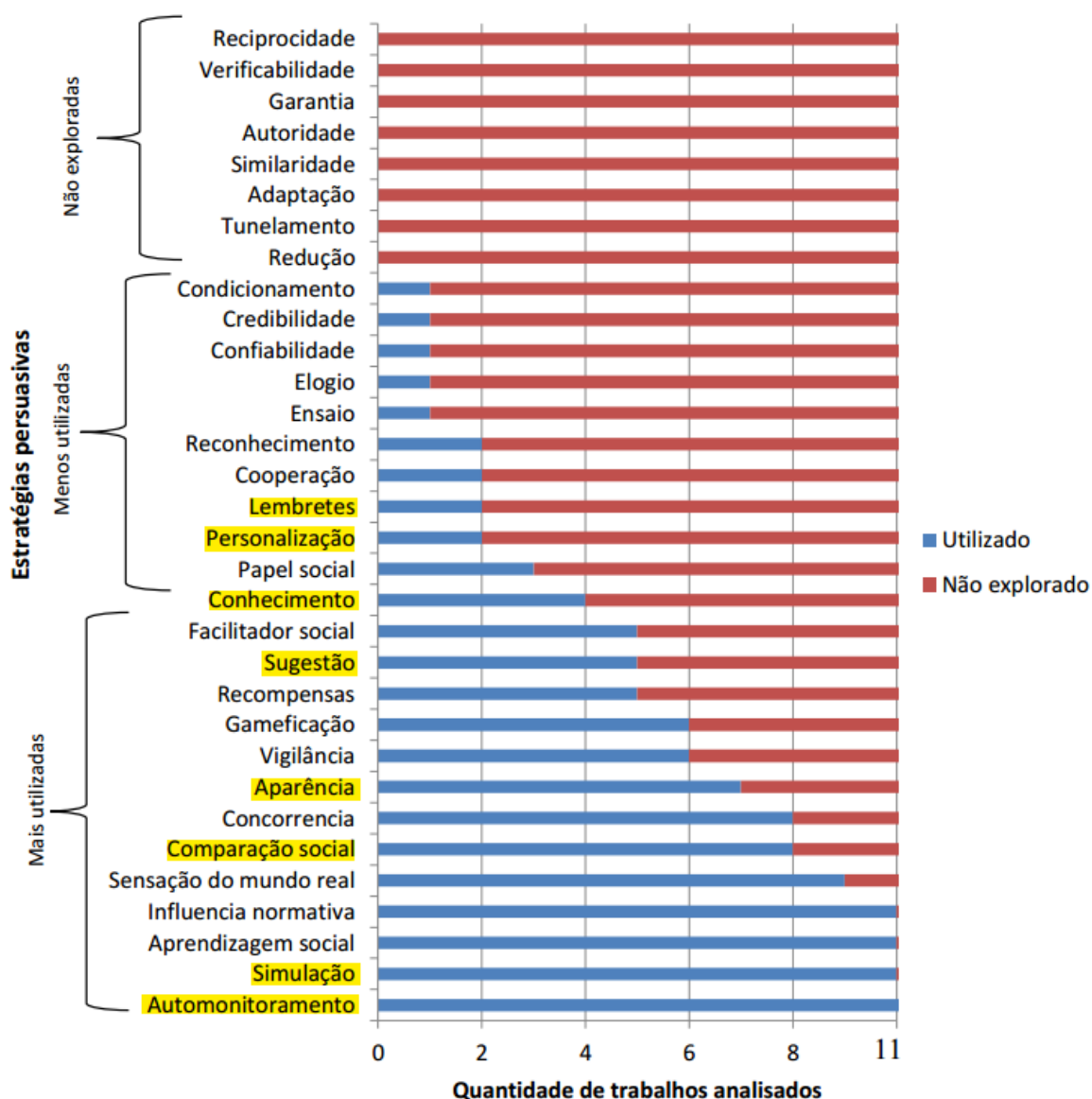


Fonte: A autora.

As estratégias ligadas pela seta no lado esquerdo da Figura 7 podem ser consideradas estratégias chaves para atingir um comportamento sustentável, principalmente em relação à redução do consumo de energia. As estratégias são: automonitoramento, simulação, comparação social, aparência, sugestão, conhecimento, personalização e lembretes. Desta forma a pergunta Q2 é respondida.

Um resumo dos conjuntos das estratégias persuasivas é apresentado na Figura 8, elas estão divididas em três conjuntos, mais utilizadas, menos utilizadas e não exploradas, e, além disso, as estratégias grifadas em amarelo são as estratégias classificadas nesta dissertação como estratégias chaves.

Figura 8- Conjunto de estratégias persuasivas



Fonte: A autora.

### 3.6 JUSTIFICATIVA DOS CRITÉRIOS SELECIONADOS

A escolha dos critérios do Quadro 6 seguiu os princípios persuasivos também analisados na revisão sistemática de Shevchuk; Oinas-Kukkonen (2016) Shevchuk e Oinas-Kukkonen (2016) onde os autores buscaram identificar quais dos 28 princípios persuasivos presentes no PSD criado por Oinas-Kukkonen e Harjumaa (2009) foram utilizados em sistemas que continham soluções “verdes”. A revisão sistemática de



Shevchuk e Oinas-Kukkonen (2016) não abordou sistemas que foram projetados utilizando as técnicas de persuasão.

Neste sentido a revisão sistemática da presente dissertação utilizou como critério de comparação os 28 princípios presentes no PSD, mais 3 princípios persuasivos que a tríade funcional de Fogg (2003) aborda. Outro critério incluído foi o da gamificação, por mais que ele não seja conceituado como um princípio persuasivo ele possui técnicas que mapeiam diretamente a implementação de diferentes teorias motivacionais e desencadeantes (NYSTRÖM, 2017; VILARINHO, 2016).

### 3.7 CONCLUSÃO

O objetivo desta revisão de literatura foi apresentar os antecedentes da pesquisa que norteou esta dissertação. O capítulo apontou um conjunto de estratégias que são comumente utilizadas e outras que ainda podem ser exploradas em trabalhos futuros da área. Os estudos anteriores de diversas perspectivas forneceram a base e o ponto de partida para este trabalho, desta forma nos próximos capítulos é apresentado o *framework* desenvolvido e os testes que abrangem o trabalho.

#### 4 FRAMEWORK PARA PROJETO PERSUASIVO APLICADO A SUSTENTABILIDADE

Com base nos (i) conceitos e modelos vistos até o momento em torno da persuasão, (ii) identificação de barreiras e soluções para o comportamento sustentável, (iii) constatação dos principais princípios persuasivos utilizados em sistemas para uma utilização sustentável tanto de energia quanto de água em ambientes domésticos, foi gerado um *framework* conceitual a fim de projetar aplicações com estas finalidades. O *framework* servirá como guia para a criação de aplicações persuasivas sustentáveis.

O *framework* é dividido em 6 etapas principais sendo elas: a definição do comportamento alvo, identificação de particularidades dos usuários, identificação das barreiras que impedem o comportamento alvo acontecer e identificação de soluções existentes, escolha das estratégias persuasivas, implementação e testes. Além disso, foi criada uma etapa chamada *feedback*, onde é possível verificar alguns dos principais motivos para o comportamento alvo não ser alcançado.

A divisão das informações em etapas possibilita a expansão do *framework* para outros domínios, deste modo novas particularidades e características além de estratégias persuasivas específicas podem ser adicionadas.

Antes de iniciar o desenvolvimento de uma aplicação persuasiva é necessário compreender algumas premissas, algumas delas já foram citadas por Fogg (2003) e foram chamadas de postulados por Oinas-Kukkonen (2009). A primeira categoria descreve informações relevantes a cerca do comportamento do usuário. A segunda categoria descreve informações importantes sobre o funcionamento das estratégias de persuasão sobre o ser humano e por último são descritas informações sobre recursos do sistema, conforme o Quadro 8.

Quadro 8 - Premissas/Postulados da computação persuasiva

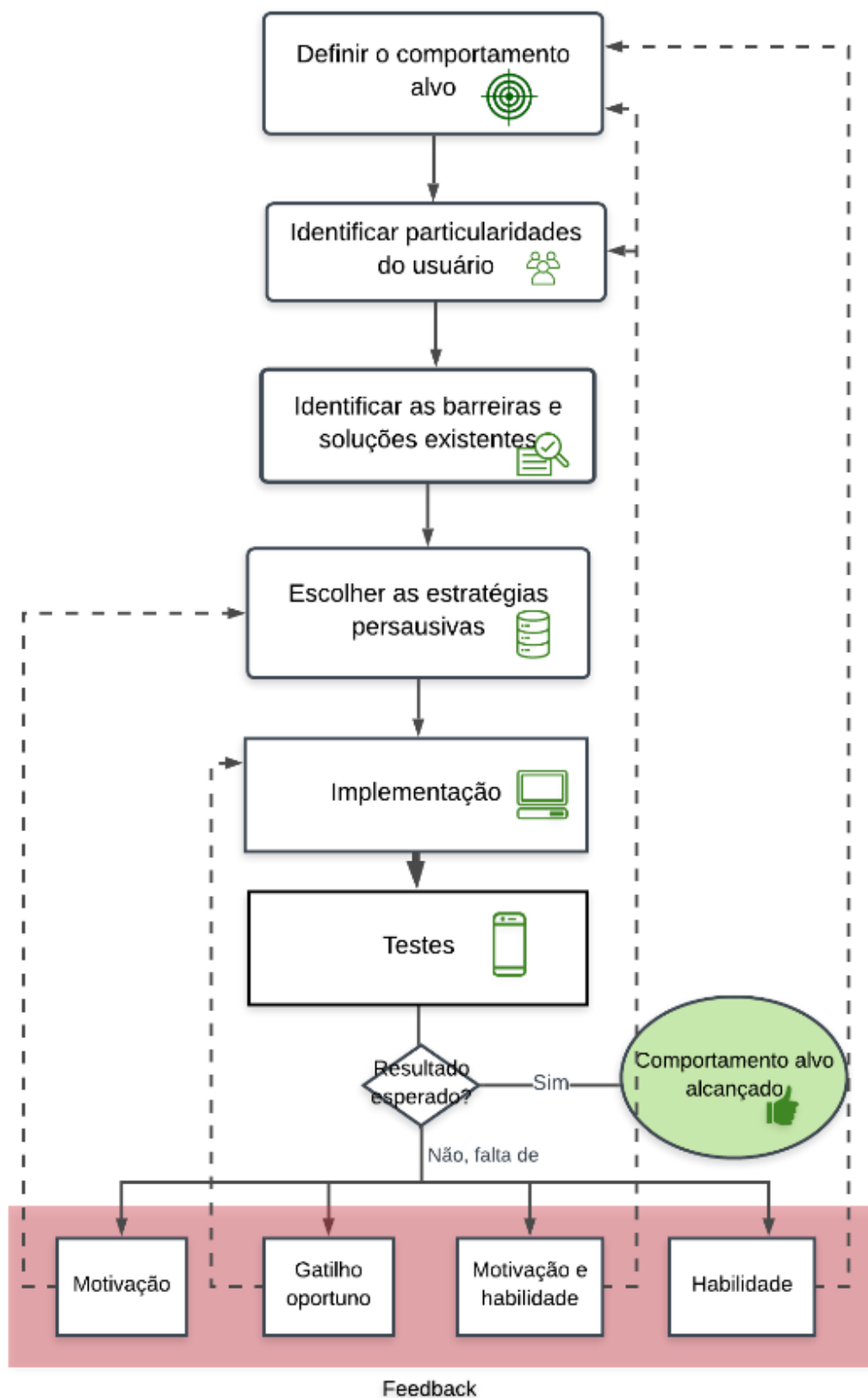
Sobre o usuário	Sobre as estratégias persuasivas	Sobre recursos tecnológicos
As pessoas gostam de assumir compromissos com algumas causas.	A persuasão acontece de maneira gradativa.	A persuasão deve sempre ser clara e sincera.
O usuário deve estar motivado para realizar o comportamento.	Para um bom desenvolvimento do comportamento é necessário manter certa	O sistema deve ser fácil de usar.

	frequência nas estratégias de persuasão.	
	É importante escolher um comportamento simples para atingir e ir expandindo aos poucos.	

Fonte: Adaptado de Fogg (2003) e Oinas-Kukkonen (2009).

Na Figura 9 é apresentada a sequências de passos a serem seguidos para a criação de aplicações persuasivas sustentáveis. Por mais que cada etapa está disposta em forma sequencial, é possíveis complementares as etapas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Figura 9 - Framework persuasivo sustentável



Fonte: Da autora.

Para cada etapa há algumas breves instruções a serem seguidas, como podem ser acompanhadas abaixo:

#### 4.1 ETAPA 1 – DEFINIR O COMPORTAMENTO ALVO

A primeira etapa consiste na definição do comportamento que se deseja atingir ou mudar. O comportamento deve ser simples. De acordo com Fogg (2003) esta é etapa mais importante para o sucesso da aplicação. Por exemplo, para buscar emagrecer um comportamento inicial que pode ser o alvo é a execução de atividades físicas.

#### 4.2 ETAPA 2 - IDENTIFICAR PARTICULARIDADES DO USUÁRIO

A segunda etapa consiste na análise do contexto do usuário, buscando identificar informações relevantes sobre o perfil do público alvo. Além disso, nesta etapa é importante identificar qual será o canal de comunicação adequado. Essas informações podem ser capturadas por meio de entrevistas ou formulários.

#### 4.3 ETAPA 3 - IDENTIFICAR BARREIRAS E SOLUÇÕES EXISTENTES

Na terceira etapa deve ocorrer a identificação de algumas barreiras que atualmente impedem o comportamento alvo de acontecer. Conhecer essas variáveis pode ser determinante para a aplicação, pois é necessário conhecer as limitações dos usuários. Além disso, é importante identificar quais aplicações já existem, quais funcionalidades costumam ter êxito na mudança do comportamento, tendo em vista que há inúmeras aplicações das mais variadas categorias já foram desenvolvidas e testadas.

Em relação à mudança de comportamento sustentável no que diz respeito à economia de energia elétrica e água algumas barreiras e soluções podem ser encontradas no Quadro 9:

Quadro 9 - Barreiras e soluções para o comportamento sustentável

<b>Barreiras</b>	<b>Soluções</b>
Falta de atenção	Chamar a atenção do usuário por meio de notificações, lembretes, mensagens.
Preguiça	Permitir que o conforto do usuário continuasse buscar contornar o problema de maneira gradativa.
Conforto	Levar em consideração características individuais.
Qualidade baixa dos aparelhos	Permitir a autocomparação
Hábitos ruins	Utilizar dispositivos móveis
Aspectos sociais	Personalizar informações
Responsabilidade, onde quem não é responsável pelo pagamento das contas não se esforça para conter gastos	Utilizar informações de especialistas e da comunidade próxima
Falta de recursos	

Fonte: A autora.

#### 4.4 ETAPA 4 – UTILIZAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS PERSUASIVAS

A quarta etapa consiste na escolha das estratégias persuasivas para aplicações com o foco sustentável. Após a pesquisa que analisou sistemas e aplicativos persuasivos testados em ambientes domésticos (Capítulo 3), foram identificadas 24 estratégias utilizadas, algumas apareceram em todos os trabalhos e outras foram utilizadas uma única vez e outras ainda nenhuma vez. Desta forma no Quadro 10 são apresentadas as estratégias e ao lado são apontados alguns exemplos de funcionalidades que podem ser desenvolvidas para cada estratégia.

Quadro 10 - Exemplos de implementação de estratégias

<b>Estratégias</b>	<b>Exemplos de implementação</b>
Automonitoramento	Aplicação que monitora o usuário praticamente todo o tempo. O usuário sabe que seu comportamento está sendo monitorado. Podem ser usados sensores externos que enviam dados, ou até mesmo sensores do próprio celular. É possível monitorar o tempo que usuário fica com o celular, entre outros. Além disso, é possível monitorar o usuário enviando mensagens, ou fazendo com que ele responda algumas perguntas de tempos em tempos.
Simulação	Normalmente é realizado cálculos que possibilitam o usuário entender o que pode acontecer caso ele continue com determinado comportamento. É possível simular quanto de energia é gasta com base nos equipamentos ligados e no tempo de uso. Da mesma forma é possível simular a quantidade de CO2 liberado. Desta forma ele poderá tomar uma decisão com base na simulação.
Aprendizagem social	Ao compartilhar informações com outras pessoas os usuários podem aprender coisas novas. Por exemplo, um usuário compartilha dicas de

	como conseguiu economizar uma certa quantidade de água de maneira inesperada.
Influência normativa	Usar a influência de uma pessoa ou de algum grupo de pessoas para promover a realização de determinados comportamentos. Por exemplo, o gerente da empresa está usando um sistema para controle de impressão, vendo isso os demais funcionários também decidem utilizar a ferramenta.
Sensação do mundo real	Divulgar por meio de aplicações imagens ou informações que condizem com o mundo real. Mostrar algumas consequências reais caso determinado comportamento ocorra. Por exemplo, mostrar a quantidade de árvores necessárias para a fabricação de papel de um escritório.
Comparação social	Permitir que os usuários comparassem seus dados com outras pessoas e, além disso, quando outras pessoas percebem essa comparação os usuários realizam atitudes diferentes. Por exemplo, comparar o consumo de energia de um usuário com uma rede de pessoas, onde todos os conectados podem visualizar o desempenho de todos.
Concorrência	Fazer com que o usuário compare seus resultados com outras pessoas faz com que ele se motive a ser melhor. Por exemplo, em uma rede de amigos onde todos possuem o objetivo de reduzir o consumo de energia, um usuário ao ver os resultados do outro vai se motivar a conseguir um resultado melhor.
Aparência	Deixar as telas com mensagens claras, com botões legíveis. Levar em consideração as práticas de acessibilidade e usabilidade.
Vigilância	Quando os usuários estão sendo vigiados eles tendem a agir de forma diferente da convencional. É importante então lembrar o usuário que ele está sendo vigiado. Por exemplo, enviar uma notificação todo dia lembrando que seus dados estão sendo coletados e é necessária a cooperação para que um bom resultado ocorra.
Gameficação	Utilizar as aplicações em forma de jogos faz com que o usuário fique engajado com o propósito da aplicação. Por exemplo, a casa do usuário possui os mesmos equipamentos que a casa de um jogo. Toda vez que há uma redução de energia ou água o usuário ganha pontos no jogo, e os pontos podem ser trocados por descontos em sites de compras.
Recompensa	Toda vez que o usuário recebe uma recompensa por ter realizado um atividade que o deixa mais perto do comportamento alvo, ele fica mais motivado. Por exemplo, toda vez que o usuário consegue economizar certa quantidade de energia ele ganha alguns produtos de algumas lojas parceiras do aplicativo.
Sugestão	Um dos problemas nos sistemas que tem o objetivo conscientizar indivíduos para diminuição de recursos é que eles não enviam sugestões específicas de como se deve fazer e quanto à redução é eficiente. Enviar mensagens ou notificações para ocasionar a mudança no comportamento. Em algumas situações o usuário ao receber a mensagem realizará a atividade de modo intuitivo. Por exemplo, o usuário recebe uma mensagem antes de dormir para tirar da tomada os dispositivos que não serão utilizados, ele simplesmente lê a mensagem e vai tirar da tomada.
Facilitador social	Utilizar a força de um grupo, por exemplo, amigos em comum que estejam focados com o mesmo objetivo.
Conhecimento	Divulgar conhecimento nas aplicações é uma forma de ensinar o usuário sem grandes esforços. Por exemplo, a aplicação possui algumas páginas onde há explicação técnicas sobre os aparelhos domésticos que consomem mais energia.
Papel social	O sistema está engajado com um causa desta maneira o usuário estará fazendo parte de um papel social, como por exemplo, salvar o planeta buscando reduzir a emissão de gases poluentes.
Personalização	O sistema permite a personalização, desta forma a aplicação fica com a identidade do usuário.
Lembretes	Lembrar o usuário de realizar determinadas atividades. Por exemplo, o usuário recebe lembretes diários sobre comportamentos que ele já sabe que deve realizar, esses lembretes atuam como gatilhos, reforçando o comportamento.

Cooperação	Atingir uma meta com a ajuda de um grupo com objetivos maiores, por exemplo, coleta de lixo na rua, cada grupo fica responsável pela coleta seletiva um determinado dia.
Reconhecimento	Fazer com que o usuário seja reconhecido pelo objetivo alcançado, por exemplo, ao atingir determinado comportamento o usuário recebe um prêmio virtual.
Ensaio	Se o usuário realizar várias vezes uma determinada ação de forma simulada ele estará cada vez mais habilitado de realizar a ação na vida real. Neste sentido seria interessante usar o ensaio quando o usuário possui certa dificuldade em realizar a atividade. Por exemplo, o aplicativo mostra em uma sequência de dias os mesmos passos para reciclagem do lixo, como realizar os procedimentos para lavar, separar, etc.
Elogio	Sempre que o usuário realiza o comportamento esperado ele recebe um elogio, ou felicitações do sistema.
Confiabilidade	O sistema apresenta certificados de segurança, desta forma o usuário sente-se seguro em relação à disponibilização de dados.
Credibilidade	O sistema ao ser lançado não apresentar falhas que possam comprometer a credibilidade.
Condicionamento	O sistema molda as atividades do usuário até atingir o comportamento esperado. Por exemplo, utilizando reforços positivos cada vez que o usuário realiza uma atividade esperada.

#### 4.5 ETAPA 5 - IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO

Nesta etapa ocorre a implementação da aplicação e para esta etapa é importante ressaltar que os projetistas ou desenvolvedores devem utilizar a tecnologia que se adequar melhor a equipe e ao projeto. Nesta etapa as estratégias escolhidas na etapa anterior serão implementadas, desta forma cada estratégia vira uma funcionalidade no sistema.

#### 4.6 ETAPA 6 – REALIZAÇÃO DE TESTES

Execução de testes com o usuário final, para esta etapa deve levar em consideração que quanto maior for o tempo que os usuários serão conduzidos a realizar um determinado comportamento, mais chances ele terá de realizar o comportamento sem o monitoramento.

Para a avaliação é importante utilizar métricas que possam quantificar os resultados e também avaliar questões em torno do comportamento, ou seja, de forma qualitativa.



## 4.7 ETAPA DO FEEDBACK

A criação do *feedback* foi necessária para casos onde o resultado esperado não fosse alcançado. Os caminhos a serem seguidos foram descritos conforme instruções de Fogg (2003). Neste sentido o *módulo de diagnóstico* abrange a falta de:

- **Motivação:** quando há falta de motivação é necessário que o design persuasivo da aplicação foque mais em elementos emocionais, que possam causar motivação. Neste sentido o framework indica retornar para a etapa 4, onde acontece a escolha das estratégias persuasivas.
- **Habilidade:** quando há falta de habilidade do usuário em realizar tal comportamento, devem-se buscar meios de que facilitem o comportamento alvo. Neste sentido o framework indica retornar para a etapa 1, onde é definido o comportamento alvo.
- **Gatilho oportuno:** quando há falta de algum “estalo” para o usuário se motivar a realizar tal comportamento, é necessário investir mais intervenções tecnológicas para ocasionar isso. Neste sentido o framework indica retornar para a etapa 5, onde ocorre a implementação.
- **Motivação e habilidade:** quando há falta de motivação e habilidade ao mesmo tempo, é necessária uma redefinição do comportamento ou do público alvo, pois algo deve ter sido compreendido de forma errônea. Neste sentido o framework indica retornar para a etapa 1 caso seja necessário redefinir o comportamento alvo, ou retornar para a etapa 2 caso seja necessário uma melhor investigação no perfil do usuário ou seja o público alvo da aplicação.

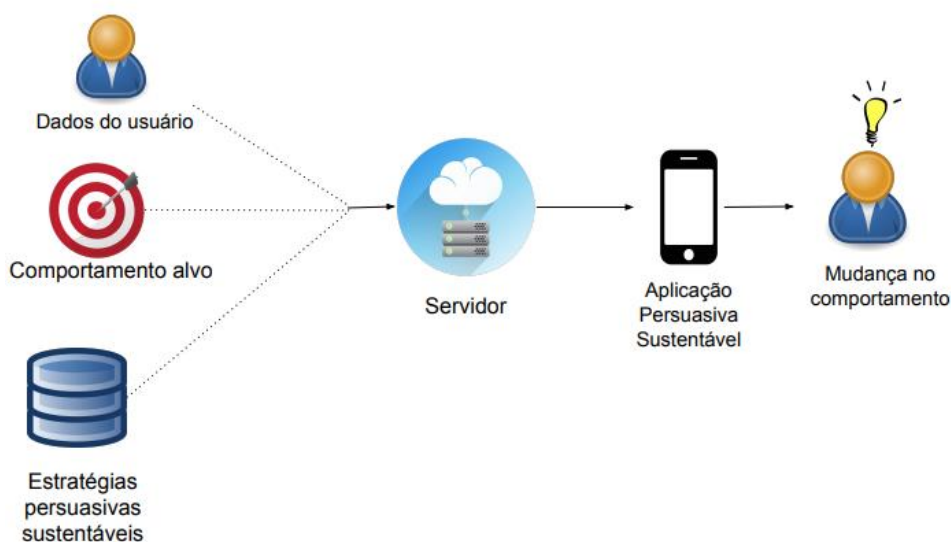
## 4.8 APLICAÇÃO PERSUASIVA SUSTENTÁVEL DESENVOLVIDA

Seguindo os módulos do framework proposto, foi desenvolvida uma aplicação persuasiva sustentável. O aplicativo busca persuadir o usuário a utilizar alguns equipamentos eletrônicos de forma mais sustentável, de modo a reduzir o tempo de uso. Para a utilização e funcionamento do aplicativo não é necessário instalar sensores ou qualquer *hardware* externo, desta forma o aplicativo não se torna intrusivo.

Em algumas etapas o framework sugere que sejam identificadas algumas características do público alvo, desta forma nesta seção algumas informações referentes ao cenário serão antecipadas, porém as informações completas a cerca do cenário de testes é apresentado no capítulo seguinte.

Basicamente a aplicação funciona da seguinte maneira (Figura 10), os dados referentes ao contexto do usuário, informações sobre o comportamento alvo e um conjunto de estratégias persuasivas específicas são agrupadas e então são geradas sugestões persuasivas e enviadas para do aplicativo. O usuário recebe essas sugestões e aos poucos começa a mudar o comportamento.

Figura 10 - Funcionamento geral da aplicação



Fonte: Da autora.

Para cada etapa do Framework as seguintes informações foram consideradas:

#### 4.8.1 Etapa 1- Definir o comportamento alvo:

Para esta aplicação o comportamento que se buscou atingir é a redução no tempo de utilização de alguns equipamentos eletrônicos, em especial o uso do chuveiro elétrico, pois além de utilizar energia elétrica ele utiliza água, desta forma uma mudança na utilização deste equipamento em especial seria significativa.

#### 4.8.2 Etapa 2- Identificar particularidades do usuário:

Por meio de um formulário com perguntas abertas e fechadas foram coletados dados sobre o perfil do usuário. O público alvo da aplicação são famílias abertas a tecnologias e que possuem uma motivação intrínseca para adotar hábitos mais sustentáveis.

Participou do teste uma família de classe média, composta por três pessoas, um casal e uma filha, o homem (André) e a mulher (Maria) com idade acima de 35 anos, e a filha (Renata) com idade de 15 anos. Todos possuíam smartphone e estavam habituadas as tecnologias atuais. A família nunca havia utilizado um sistema ou aplicativo com o objetivo de reduzir gastos ou mudar de alguma maneira o comportamento.

#### 4.8.3 Etapa 3 – Identificar as barreiras e soluções:

Por meio de algumas das perguntas foi possível identificar as seguintes barreiras comportamentais (Quadro 11):

Quadro 11 - Barreiras identificadas

Usuário	Barreiras dos usuários
Pai	O usuário nem sempre tomava banho no mesmo horário então quando ele recebesse algum possível alerta do aplicativo ele já poderia ter tomado banho.
Filha	Já tinha inúmeros outros aplicativos que enviam notificações, as sugestões ou lembretes poderiam passar despercebidos.

Fonte: A autora.

#### 4.8.4 Etapa 4 – Escolher estratégias persuasivas:

Para a escolha das estratégias persuasivas buscou-se abranger principalmente as estratégias persuasivas sustentáveis chave. Porém, também foi utilizada uma estratégia do conjunto das estratégias não exploradas e uma estratégia do conjunto das estratégias persuasivas sustentáveis.

Desta forma as estratégias selecionadas foram: sensação do mundo real, simulação, influência normativa, automonitoramento, aparência, personalização, sugestão, lembretes e redução.

As estratégias foram usadas da seguinte forma:

- Sensação do mundo real e simulação são usadas quando os dados reais dos usuários simulam algum acontecimento ou consequência, no caso da aplicação, a partir dos dados do comportamento atual do usuário em relação ao uso do chuveiro elétrico é possível calcular o valor a ser pago no final do mês, da mesma forma é possível calcular possíveis economias caso o usuário mude seu comportamento.
- A estratégia de influência normativa foi utilizada, pois foi identificado que um dos moradores no caso o Pai é responsável pelo pagamento da conta de luz, então a partir do momento que toda família está utilizando o aplicativo persuasivo os demais familiares tendem a seguir determinado comportamento por influência do pai.
- Automonitoramento, toda vez que o usuário está prestes a realizar o comportamento alvo ele recebe um lembrete, desta forma é criado mesmo que hipoteticamente a situação de automonitoramento, pois o usuário sabe que quem controla a situação é ele mesmo.
- Aparência, ao desenvolver o aplicativo buscou-se projetar um design limpo para as telas, somente com informações necessárias, pois o objetivo não é fazer com que usuário passe horas engajado com o aplicativo e sim focar em realizar atitudes diferentes a partir das informações recebidas pelo aplicativo.
- Personalização, alguns dados pessoais bem como informações sobre o histórico de consumo dos usuários são cadastrados na aplicação.
- Sugestão e lembretes foram enviados em forma de mensagens, contendo informações claras e precisas de como o usuário deve agir, a principal sugestão foi à redução de alguns minutos no banho, pois deste modo final do mês a redução. Os lembretes em forma de notificação reforçam as mensagens.

- Redução, a estratégia de reduzir etapas na aplicação foi usada, pois o objetivo o central desde o início do desenvolvimento era ter um aplicativo o mais simples possível que cumprisse com o esperado.

#### 4.8.5 Etapa 5 - Implementação da aplicação:

A aplicação foi desenvolvida para *smartphones* com o sistema operacional *Android*. Para armazenamento dos dados foi utilizado o banco de dados não relacional *MongoDB*<sup>1</sup> e a tecnologia usada para envio de lembretes e notificações foi o *Firebase*<sup>2</sup>.

No algoritmo 1, a demonstração de um dos métodos usados para envio da notificação que apresenta a sugestão e lembrete, onde são recebidos por parâmetro a potência do equipamento, o tempo de uso, o horário do uso e o *token* do dispositivo.

---

#### Algoritmo 1 Envio de sugestões e lembretes

---

**Entrada:** potência, tempo de uso, hora de início, minuto e token

- 1: valorLuz ← calcularLuz (potencia, tempoUso)
  - 2: economiaLuz ← calcularEconomiaLuz (potencia, tempoUso)
  - 3: valorAgua ← calcularAgua (tempoUso)
  - 4: economiaAgua ← calcularEconomiaAgua (tempoUso)
  - 5: valorParaMensagem ← calcularEconomiaAgua (tempoUso)
  - 6: createNotificacaoCron (horalnicio, minuto, valorParaMensagem, token)
- 

Para monitorar tarefas e enviar determinados lembretes para cada usuário foi utilizado os chamados CronJobs, o cron é um agendador de tarefas, scripts são executados em um determinado horário.

---

<sup>1</sup> <https://www.mongodb.com/>

<sup>2</sup> <https://firebase.google.com/?hl=pt-br>

#### **4.8.6 Etapa 6- Testes:**

Os testes duraram 120 dias. Para este primeiro momento de avaliação do trabalho se julgou relevante testar o experimento no maior período de tempo possível, ao invés de testar com um número amplo de pessoas em um curto período de tempo. Isto tendo em vista que, fazer com que o comportamento sustentável se mantenha por um longo período de tempo é considerado uma das dificuldades da computação persuasiva no campo da sustentabilidade. Para o experimento os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, apêndice A desta dissertação.

## 5 ESTUDO DE CASO – CENÁRIO DE UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO PERSUASIVA

Após o desenvolvimento da aplicação com base no *framework* os testes foram realizados em um cenário real.

Desta forma o seguinte cenário real foi considerado: foram monitorados o consumo energético de duas famílias, ambas da mesma cidade, com o mesmo número de pessoas na casa e praticamente os mesmo equipamentos eletrônicos. Uma família utilizou durante 4 meses o aplicativo persuasivo sustentável chamado *Ecoplus* e a outra família não utilizou nenhuma forma de intervenção no comportamento. Os nomes utilizados neste cenário são fictícios.

A família que não utilizou nenhum meio de intervenção no comportamento é composta por 3 pessoas, o pai Roberto, esposa Shopia e filho Junior, durante os 4 meses de avaliação todos os membros da família usaram de forma normal todos os equipamentos elétricos.

*A família que utilizou o aplicativo durante 4 meses é a família do André, ele é casado e possui uma filha, sua esposa se chama Maria e sua filha adolescente se chama Renata, a família faz parte da classe média da população brasileira, assim como a família do Roberto. Localizados na cidade de Santa Maria – RS eles tem buscado desenvolver hábitos sustentáveis no dia a dia, observando a quantidade de lixo que geram todos os dias por conta de embalagens plásticas e de isopor, aos poucos eles estão buscando reduzir o lixo produzido pela família. Porém, uma questão que tem gerado além da preocupação com a sustentabilidade, uma preocupação econômica em relação à conta de energia. Cada mês que André recebe a conta de luz ele fica mais preocupado, e é sabido por ele que a tendência nos meses de inverno é aumentar ainda mais a conta de energia, principalmente por conta do chuveiro elétrico, o grande vilão do consumo nas casas onde o aquecimento da água é através da energia elétrica.*

*Partindo desta preocupação, André resolve testar um aplicativo não invasivo que tem o objetivo de ajudar a mudar o comportamento em relação ao uso de alguns equipamentos. A família toda resolve cooperar com André e então todos instalam o aplicativo chamado *Ecoplus*. A família escolhe o chuveiro elétrico como o equipamento que eles gostariam de mudar o comportamento no primeiro momento.*

*Desta forma todos os membros da família cadastram seus dados pessoais e as informações sobre o comportamento alvo, que é a utilização do chuveiro, são armazenados a hora que cada um toma banho, tempo médio e dados sobre a potência do chuveiro, assim o aplicativo já consegue realizar os cálculos para a simulação. Um membro da casa cadastra os dados do consumo histórico, os dados ficam disponíveis para os demais familiares acompanharem o consumo.*

*O aplicativo funcionou da seguinte maneira, 15 minutos antes de cada membro da família tomar banho, eles recebem em seus celulares uma notificação com uma sugestão de economia. O aplicativo possui um área aberta para o feedback, sempre no final de cada semana os usuários poderiam deixar relatos de como foi o processo de mudança no comportamento, esses comentários em forma de feedback serviram para o acompanhamento do progresso.*

*A filha Renata e a mãe Maria que demoram cerca de 15 minutos no banho recebem todo dia a seguinte notificação: “Reduza alguns minutos no banho e tenha R\$27,00 de economia”, quando a notificação é aberta são detalhados os valores onde é explicado que com a redução de 5 minutos no banho a redução de energia elétrica é aproximadamente R\$13,69 e com essa redução no tempo do banho automaticamente estaria economizando água, o aplicativo mostra um valor estimado de quanta água ele estaria economizando, isto de acordo com a sua localização. Com isso a economia total de energia elétrica e água seria de R\$ 26,37.*

*André recebeu a mesma notificação todo o dia, porém na mensagem explicativa o aplicativo sugere que seja reduzido o banho em 3 minutos, isso por que o banho de André costuma demorar em média 10 minutos.*

*A família utilizou o aplicativo de março até junho de 2019, no primeiro mês a família teve um pouco de dificuldade para mudar o comportamento, pois é natural que os velhos hábitos se sobressaiam, sempre que os usuários recebiam a sugestão para reduzir o tempo no banho eles refletiam sobre o comportamento, porém, não faziam nada de diferente. Nos últimos dias de março André deixou o seguinte feedback no aplicativo: “nessa última semana do mês de março que eu comecei a levar a sério, comecei a pensar sobre a conta que vou pagar próximo mês”.*

*E de fato a conta de energia do mês de março não apresentou nenhuma economia significativa se comparada ao mesmo mês do ano anterior. Neste momento a família entendeu que o aplicativo sozinho não é capaz de fazer nada, pois a mudança do comportamento só dependia deles.*



No início do mês abril os familiares estavam determinados a mudar o comportamento, durante esse mês alguns comentários foram deixados no aplicativo, Maria deixou o seguinte comentário: “após eu receber a notificação eu fico refletindo sobre meu comportamento em relação ao uso de outros equipamentos também”, Renata e André também deixaram alguns comentários, André disse: “com a notificação que recebi todos os dias criei o hábito de tomar banho no mesmo horário e ainda por cima um banho econômico” e Renata deixou os seguintes comentários: “sempre que recebo uma notificação me sinto monitorada, nunca tive o hábito de tomar um banho rápido”, “eu só penso na redução de energia elétrica depois que vejo a notificação, enquanto eu receber esse lembrete acho que vou cuidar o tempo do banho”.

No final do mês ao receber a conta de luz a família constatou uma economia de 24 kWh cerca de R\$ 18,32 de março até abril, em março o consumo foi de 129 kWh e no mês de abril 105 kWh, se comparado à conta do mês de abril de 2019 com a conta de abril de 2018 a economia de energia é de 34kWh. A família ficou muito surpresa e feliz em saber que é possível atingir economias significativas com pequenas mudanças. Os resultados motivaram ainda mais a família a continuar com a mudança no comportamento em relação ao uso do chuveiro elétrico, porém com as temperaturas cada vez mais baixas vindas com a proximidade do inverno, os resultados dos próximos meses seriam difíceis de alcançar.

Durante o mês de maio a família relatou que não enviou nenhum comentário em forma de feedback pois já estava familiarizado com o aplicativo e já sabia como deveriam agir para alcançar resultados eficientes. Com o passar dos dias reduzir o tempo no banho se tornou automático no comportamento de cada um dos familiares, já estava se tornando um hábito. No final do mês de maio a conta de energia apresentou resultados ainda melhores, a família tinha reduzido ainda mais o consumo e o mesmo aconteceu com o próximo mês, em junho a família continuou reduzindo o consumo de energia elétrica.

A partir da descrição do estudo de caso é possível acompanhar a evolução gradativa do desempenho da família de André, os lembretes com a sugestão de redução do tempo do banho fizeram com que aos poucos os usuários refletissem e agissem de maneira diferente. Na Figura 11 e 12 algumas das telas do aplicativo, a Figura 11 mostra a sugestão recebida no celular de um dos usuários, a Figura 12 apresenta a tela do aplicativo que informa o histórico.

Na próxima seção serão detalhados alguns dados a cerca do resultado dos testes, serão comparados os dados das duas famílias, além de dados do consumo dos anos anteriores.

Figura 11 - Sugestão para a redução no tempo do banho.

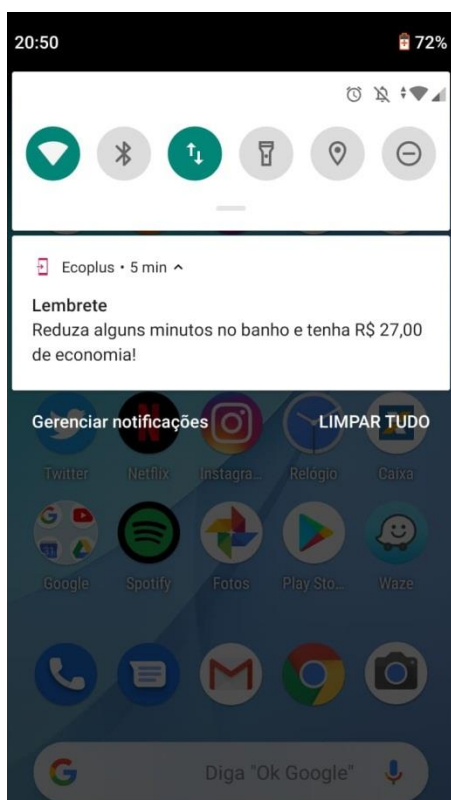


Figura 12 – Tela do Histórico.



## 5.1 RESULTADOS OBTIDOS

Os dados foram coletados durante 120 dias, totalizando 4 meses (março, abril, maio e junho) de 2019, na cidade de Santa Maria-Rio Grande do Sul. Os testes incluíram um grupo para testar a aplicação, chamado de Grupo Teste e outro grupo que não utilizou a aplicação durante o mesmo período de tempo, chamado de Grupo Controle.

Os principais dados coletados foram: (i) dados sobre o consumo final de eletricidade fornecidos pelas contas luz e (ii) dados sobre o comportamento dos usuários, coletados pelos formulários.

Para uma melhor compressão dos resultados as informações foram organizadas em três comparações principais, são elas:

1. O consumo do Grupo Teste comparado com o consumo do ano anterior, levando em consideração o consumo em Quilowatt-hora (kWh).
2. Dados do Grupo Teste sobre a conscientização e motivação sustentável.
3. O consumo do Grupo Teste comparado com o Grupo Controle.

### 5.1.1 Comparação do consumo do Grupo Teste

Para realizar a comparação do consumo do Grupo Teste com o consumo do ano anterior as seguintes variáveis foram observadas: número de pessoas da casa e temperatura média. Os dados referentes à temperatura média de cada mês foram retirados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)<sup>3</sup>. No Quadro 12 pode ser observado os dados das variáveis observadas.

Quadro 12 - Dados coletados durante o período de testes

Variáveis/ Ano	Março 2018	Abril 2018	Maió 2018	Junho 2018	Março 2019	Abril 2019	Maió 2019	Junho 2019
Consumo kWh	119	139	163	286	129	105	96	60
Número de pessoas na casa	2	3	3	3	3	3	3	2
Temperatura média mensal	22.31°	22.43°	16.95°	12.00°	21.92°	20.83°	17.97°	18.32°

Fonte: A autora.

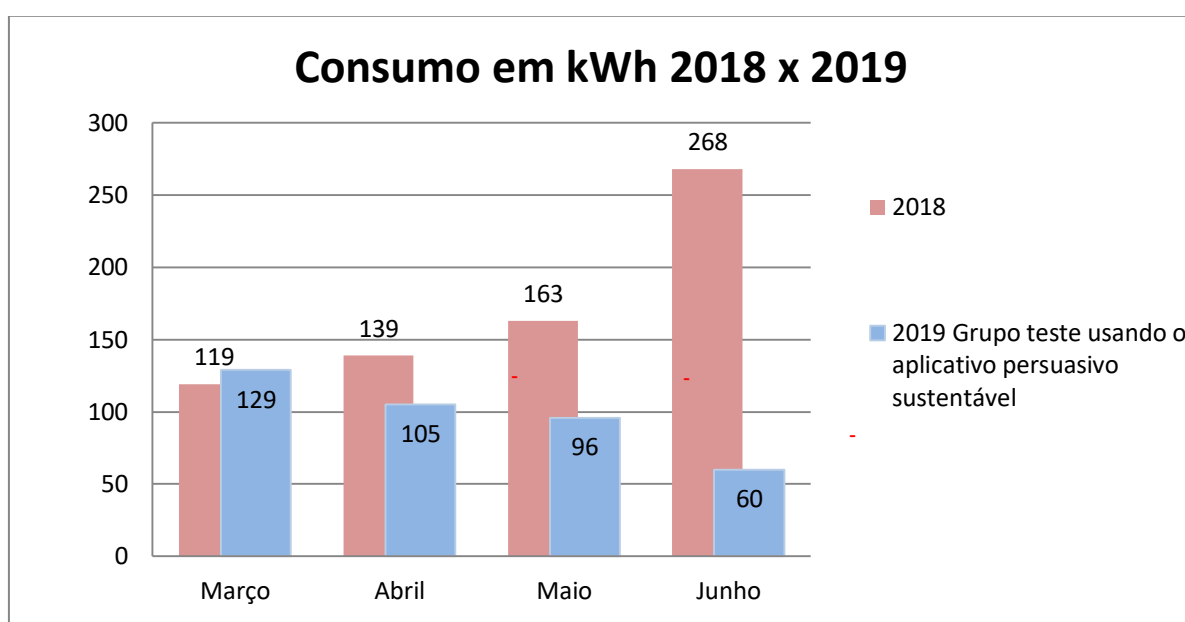
Como pode ser observado no Quadro 12 o consumo do Grupo Teste diminuiu significativamente o consumo em todos os meses se comparado com os mesmos meses do ano anterior, exceto no primeiro mês de teste, que foi março 2019, o número de pessoas presentes na residência pode ser um fator que tenha influenciado no valor do consumo, porém é compreensível que no início do uso de

<sup>3</sup> <http://www.inmet.gov.br/>

uma nova tecnologia os usuários demorem a corresponder aos resultados, principalmente quando se diz respeito à mudança no comportamento.

Na Figura 13, o gráfico comparativo do consumo dos anos de 2018 e 2019. O primeiro mês com economia foi Abril de 2018 aproximadamente 24% na redução do consumo, em maio a economia aumentou chegando a 41% e no último mês de teste a economia chegou a 77%. Com isto a média na redução do tempo de testes foi de aproximadamente 47,69%.

Figura 13- Consumo do Grupo Teste



Fonte: A autora.

Alguns dos dados qualitativos analisados demonstram indícios de melhora na conscientização e aumento de motivação para buscar economia de recursos. Antes dos testes iniciarem o Grupo Teste respondeu por meio de notas quanto era a sua motivação para realizar comportamentos sustentáveis, a mesma pergunta foi repetida no final do experimento, conforme Quadro 13. Na pergunta a nota 1 é considerada nenhuma motivação e 5 muito motivado.

Quadro 13 - Avaliação da motivação

	Início do experimento	Fim do experimento
André	3	5
Maria	2	5
Renata	1	4

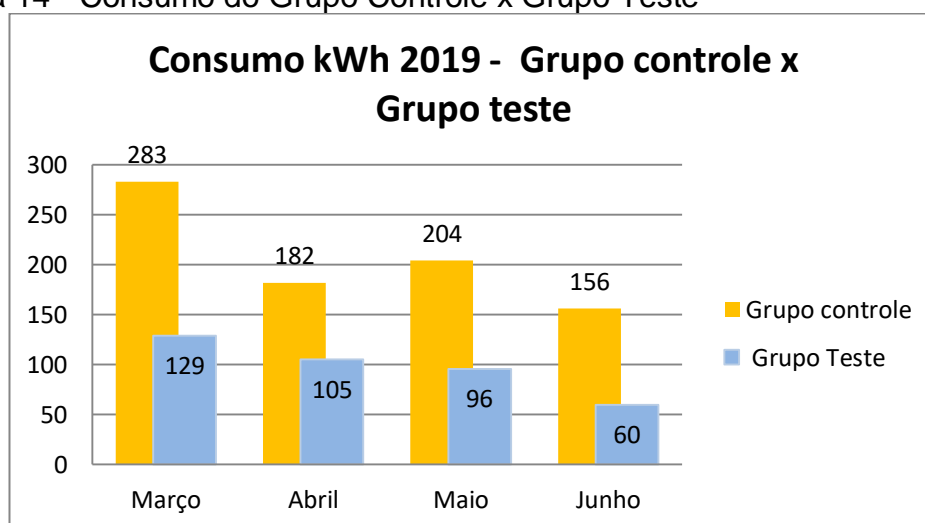
Os integrantes do Grupo testes demonstraram uma possível melhora na motivação e conscientização aos comportamentos sustentáveis. No final do experimento os integrantes do Grupo foram questionados em relação à estratégia que mais teve efeito sob o comportamento. Todos responderam que o que fez com que eles mudassem o comportamento de fato foi a sugestão de como agir para economizar e o lembrete diário. A notificação recebida diariamente continha a informação que para economizar recursos era necessário reduzir o tempo no banho e todo dia isto era lembrado.

### 5.1.2 Comparação com o Grupo Controle

Os dados do Grupo Teste foram comparados com um Grupo Controle, este Grupo Controle possui as mesmas características que o grupo teste, era composto por 3 pessoas (pai, mãe e filho), classe média, praticamente os mesmos equipamentos elétricos na residência.

O Grupo Controle serviu apenas para fins de comparação do consumo, eles não tiveram nenhuma forma de intervenção sobre o comportamento. Foram coletados os dados do consumo durante o mesmo tempo dos testes e os dados estão representados no gráfico da Figura 14.

Figura 14 - Consumo do Grupo Controle x Grupo Teste

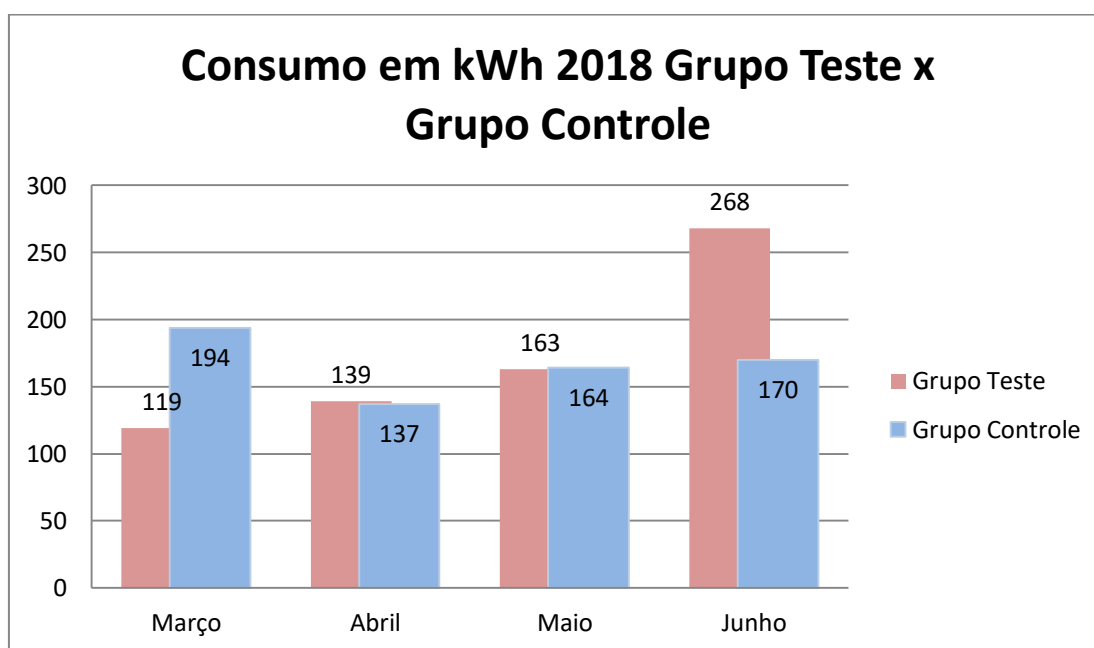


Fonte: A autora.

Pode-se observar que o consumo do Grupo Controle apresenta valores bem expressivos e estes valores altos fazem parte da maioria dos brasileiros, principalmente pelo desconhecimento da utilização de energia pelos equipamentos presentes nas residências, como já apontava Darby (2006). Desta forma, a utilização da computação persuasiva em sistemas como o apresentado, que busca uma conscientização diária na utilização de recursos, apresenta resultados promissores.

Além disso, os dados do consumo dos dois grupos foram comparados, conforme Figura 15. Como pode ser observado os meses de abril e maio o consumo era praticamente igual, o que aponta que o consumo de energia dos dois grupos não eram muito diferentes antes da utilização do experimento.

Figura 15-Consumo dos grupos no ano 2018



## 5.2 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Além dos resultados satisfatórios de economia no consumo do Grupo Teste, outra forma de avaliar os resultados foi calculando uma predição do consumo com base no histórico e comparar com o consumo real. Foi criado um modelo de

regressão utilizando regressão linear utilizando a ferramenta Weka<sup>4</sup>, o conjunto de dados utilizados foi: consumo de energia de cada mês (2018 e 2019) representado na variável 'KWh', a temperatura média representado pela variável 'Temp' e o número de pessoas na residência, representado pela variável 'Pessoas'. A variável dependente, ou seja, a variável que se buscou fazer a previsão foi a o consumo em KWh.

O modelo de regressão gerado é apresentado pela equação (1):

$$\text{Kwh} = 53.0111 * \text{Pessoas} + -10.8688 * \text{Temp} + 205.1057$$

A partir do modelo criado é possível extrair o coeficiente de correlação ( r ) entre as variáveis, o coeficiente de correlação pode variar de -1 a 1, onde 1 significa que há uma correlação perfeita positiva entre as variáveis e -1 uma correlação negativa perfeita entre as variáveis. Neste modelo o  $r = 0,78$ , classificado como correlação forte entre as variáveis. Porém, se utilizado outra ferramenta como, por exemplo, Auto-Weka<sup>5</sup> que otimiza hiperparâmetros sobre os algoritmos de classificação e regressão implementados no WEKA, o valor da correlação pode chegar a  $r = 0.89$ .

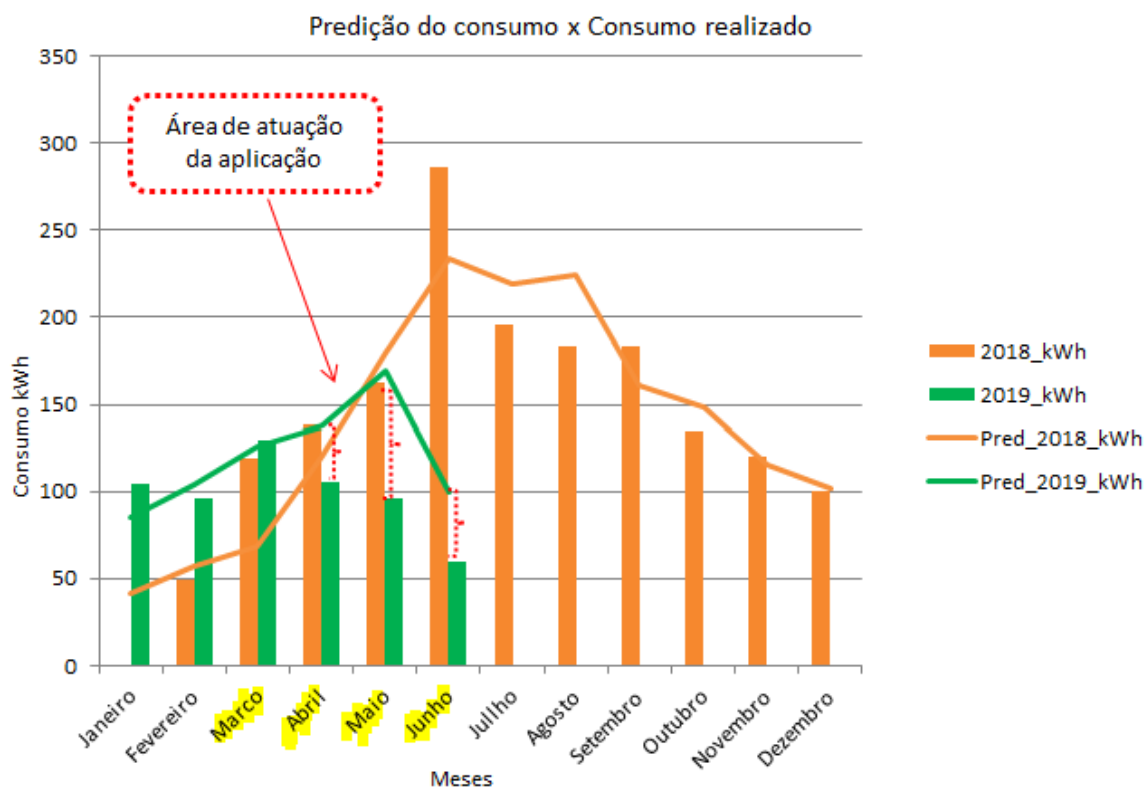
Com base na equação (1) gerou-se um gráfico com o valor do consumo de energia e o valor da predição. Na Figura 15, as linhas Pred\_2018\_kWh e Pred\_2019\_kWh representam os valores da predição, e as barras o valor consumido de energia. A linha pontilhada em vermelho entre a predição do consumo para os meses de 2019 e o valor real consumido simboliza a área onde ocorreu a atuação da aplicação. O consumo esperado nos meses de abril, maio e junho de 2019 era similar ao consumo dos mesmos meses em 2018. Porém houve uma redução significativa no consumo destes meses por conta da aplicação.

---

<sup>4</sup> <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/index.html>

<sup>5</sup> <https://www.automl.org/automl/autoweka/>

Figura 16 - Gráfico da previsão x consumo realizado



Fonte: A autora.

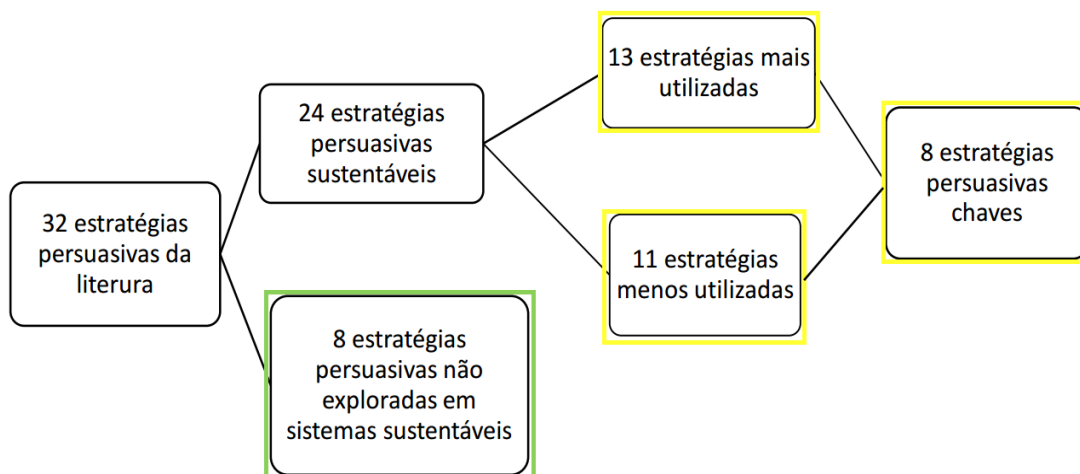
### 5.2.1 Comparação do trabalho com os trabalhos relacionados

Para verificar a utilidade da proposta, é apresentado um comparativo entre os trabalhos relacionados abordados no Capítulo 3 da presente dissertação. No Quadro 14 é apresentado o percentual da utilização das estratégias persuasivas em cada trabalho.

O conjunto de estratégias persuasivas pode ser resumido na Figura 16, onde os conjuntos em amarelo são estratégias persuasivas sustentáveis e o conjunto em verde faz parte das estratégias que ainda não foram exploradas.



Figura 17 - Conjunto de estratégias persuasivas



Fonte: A autora.

Quadro 14 - Percentual da utilização de estratégias persuasivas nos trabalhos relacionados

Trabalhos	Estratégias persuasivas sustentáveis chaves	Estratégias persuasivas comumente utilizadas	Estratégias menos utilizadas	Estratégias não exploradas
[T1] Foster, Lawson e Blythe (2010)	62,5%	84,61%	9,09%	0%
[T2] Petersen, Steele e Wilkerson (2009)	25%	30,76%	9,09%	0%
[T3] Gamberini et al., (2012)	62,5%	69,23%	9,09%	0%
[T4] Petkov et al., (2011)	50%	76,92%	9,09%	0%
[T5] Sundramoorthy et al., (2011)	62,5%	76,92%	18,18%	0%
[T6] Takayama et al., (2009)	25%	69,23%	18,18%	0%
[T7] Røsok (2014)	62,5%	76,92%	18,18%	0%
[T8] Perren et al.,	62,5%	61,53%	27,27%	0%

(2016)				
[T9] Paay et al., (2013)	50%	46,15%	36,36%	0%
[T10] Vilarinho et al. (2016),	87,5%	84,61%	18,18%	0%
[T11] Laschke et al., (2011)	62,5%	76,92%	0%	0%
Esta dissertação	75%	46,15%	18,18%	12,5%

Fonte: A autora.

Como se pode observar no Quadro 14, a presente dissertação buscou explorar um pouco de cada conjunto das estratégias, desta forma não teve como o objetivo a utilização de 100% das estratégias de algum conjunto específico. As estratégias mais utilizadas na dissertação foram as estratégias chaves, 75% delas, pois estas auxiliam na resolução de alguns problemas comuns no que se diz respeito da mudança de comportamento no meio sustentável. As estratégias comumente utilizadas, já apresentaram resultados concretos na literatura, desta forma foram utilizadas cerca de 46,15% do conjunto delas. Das estratégias menos utilizadas na literatura foram utilizadas 18,18%, e destacando dos demais trabalhos, a presente dissertação utiliza 12,5% das estratégias que até então não haviam sido exploradas até em então em trabalhos da área.

No Quadro 15, que apresenta algumas particularidades de cada trabalho, a presente dissertação segue uma metodologia de criação da aplicação que levasse em consideração questões computação persuasiva, como por exemplo, compreensão de premissas da área sobre o usuário, sobre as estratégias e sobre a tecnologia, identificação de barreiras do usuário, e investigação sobre o comportamento alvo, e então com base nisso a escolha das estratégias que atendam determinado projeto. Ao seguir uma metodologia, no caso da dissertação o *framework* criado, os projetistas de software não se limitam somente a demanda de requisitos do usuário e então desenvolvem um projeto que atendam interesses coletivos e não somente individuais. Outra característica que diferencia a dissertação dos demais trabalhos é a ausência *hardwares* ou sensores externos, para coleta de dados ou inferência no ambiente o que acaba dificultando a viabilidade para execução de projetos, desta forma o trabalho desenvolvido e

testado mostra resultados eficientes somente com o uso de algumas especificidades. Em relação ao número de pessoas para a execução dos testes, como já foi mencionado ao longo do trabalho, o foco se manteve em acompanhar os usuários no maior tempo possível, a fim de identificar demandas que poderiam surgir.

Quadro 15 - Comparação dos trabalhos relacionados com esta dissertação

Trabalhos	Domínio sustentável	Metodologia para criação da aplicação	Avaliação	Utilização de sensores para medir o consumo	Número de participantes	Tempo de testes
[T1] Foster, Lawson e Blythe (2010)	Energia	EP	AQL e AQT	Sim	20 pessoas	18 dias
[T2] Petersen, Steele e Wilkerson (2009)	Energia	Assistência de um grupo focado em sustentabilidade.	AQL	Sim	NE	NE
[T3] Gambellini et al., (2012)	Energia	EP	AQL e AQT	Sim	10 pessoas	120 dias
[T4] Petkov et al., (2011)	Energia	Características orientadas por (Card 1989).	AQL	NE	17 pessoas	7 dias
[T5] Sundramoorthy et al., (2011)	Energia	Características orientadas por (Fitzpatrick and Smith 2009)	AQL e AQT	Sim	NE	30 dias
[T6] Takayama et al., (2009)	CO2	NE	AQL e AQT	Sim	20 pessoas	30 dias
[T7] Røsok (2014)	Energia	EP	QLE	Sim	4 pessoas	NE
[T8] Perren et al., (2016)	Água	NE	AQT	Sim	NE	NE
[T9] Paay et al., (2013)	Água e Energia	Características orientadas por (Pearce et al., 2009)	AQL	Sim	10 pessoas	21 dias
[T10] Vilarinho et al. (2016),	Energia e CO2	Design centrado no usuário	AQL	Sim	NE	NE
[T11] Laschke et al., (2011)	Água	NE	AQL e AQT	Sim	6 pessoas	31 dias
Esta dissertação	Energia	Framework desenvolvido	AQL e AQT	Não	3 pessoas	120 dias

Fonte: A autora.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou alguns dos principais conceitos e modelos da área da computação persuasiva. A partir da revisão sistemática foram identificados os principais princípios persuasivos utilizados para atingir a sustentabilidade principalmente para economia de energia em ambientes domésticos. Com base nesta pesquisa constataram-se alguns conjuntos de estratégias que auxiliaram na composição do *framework* desenvolvido.

O framework para o desenvolvimento de aplicações persuasivas sustentáveis com ênfase e energia apresentou as etapas de forma compreensíveis a serem consideradas. Cada etapa quando seguida auxilia no sucesso da aplicação. O aplicativo desenvolvido com base no *framework* apresentou informações que persuadiram os usuários somente com dados do perfil e histórico, ou seja, não houve custos externos de hardware. Em relação aos resultados, além dos números satisfatórios em relação à economia gerada por conta da utilização da aplicação, uma média de aproximadamente 47% de economia, pode-se notar um aumento na motivação do grupo teste para a realização de comportamentos sustentáveis.

O cenário brasileiro possui algumas particularidades em relação ao consumo de energia, na maior parte do país o aquecimento da água no chuveiro é por meio da eletricidade, fazendo com que este equipamento seja considerado o grande vilão das contas de luz. Por meio de projetos desenvolvidos através do framework apresentado é possível desenvolver aplicações que solucionam problemas pontuais, tornando cada vez mais os esforços no desenvolvimento de aplicações para estes fins promissores.

### 6.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

Como contribuições, esta dissertação apresenta, em primeiro lugar, uma revisão sistemática da literatura. A revisão apresenta em síntese um conjunto de estratégias persuasivas utilizadas em sistemas que visam à sustentabilidade no meio doméstico. Além disso, as estratégias não exploradas por esses sistemas são identificadas, bem como algumas particularidades de cada trabalho analisado. Explorar e conhecer o estado da arte da computação persuasiva acerca de domínios

específicos faz com que novas pesquisas possam surgir com um foco diferente das pesquisas já realizadas.

Como contribuição principal, esta dissertação apresenta um *framework* conceitual que abrange um conjunto de etapas para o desenvolvimento de projetos persuasivos sustentáveis para ambientes domésticos. O *framework* auxilia os projetistas no desenvolvimento desses projetos, de modo que as informações contidas em cada etapa contribuem para o sucesso do produto final. A forma como foi construído o *framework* possibilita a sua expansão, na etapa onde ocorre o refinamento das estratégias persuasivas é possível inserir estratégias que se adequam mais ao projeto em questão.

## 6.2 TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros espera-se avaliar a redução individual de água nas residências, a fim de acompanhar os resultados das estratégias persuasivas sustentáveis. Os próximos testes ocorrerão com um número maior de pessoas, porém, sempre buscando acompanhar na maior quantidade de tempo possível. Além disso, outros domínios sustentáveis podem surgir para a realização de pesquisas futuras, como por exemplo, aplicações persuasivas voltadas a redução de lixo, redução de CO<sub>2</sub> buscando persuadir meios alternativos para o trânsito, entre outros. Em relação a avaliação, novas métricas serão testadas a fim de avaliar o impacto na sociedade com a utilização do estudo.

## 6.3 PUBLICAÇÕES

xA seguir, apresentam-se os artigos produzidos, referentes a esta dissertação:

1. Schiefelbein, U.; Pereira, W.; Lírio de Souza, R.; Lima, J. and Rocha, C. (2019). The Use of Persuasive Strategies in Systems to Achieve Sustainability in the Fields of Energy and Water: A Systematic Review. In Proceedings of the 21st International Conference on Enterprise Information Systems, páginas 258-265.
  - Qualis: B2

2. Schiefelbein UH., Pereira W., Souza R., Lima J, C.D, Machado A., Stabel E. e Rocha C. (2018).A Study on Persuasive Applications for Electric Energy Saving. In Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems , páginas 190- 197.
  - Qualis: B2
  
3. Schiefelbein, U. H; Soligo, D; Maran, V; Lima, J, C. D; Palazzo, J, M. O e Machado, A. *Pervasive System Based on Situation-Awareness for Feedback of Energy Efficiency*. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2018), Caxias do Sul. Proceedings of the XIV Brazilian Symposium on Information System, páginas 128 – 135. (MENÇÃO HONROSA)
  - Qualis: B2
  
4. Schiefelbein, U. H., Soligo, D., Maran, V., de Oliveira, J. P. M., Lima, J. C. D., & Machado, A. (2019). Internet of Things Based on Situation-Awareness for Energy Efficiency. *iSys- Revista Brasileira de Sistemas de Informação*, páginas 28 - 53.
  - Qualis: B4

## REFERÊNCIAS

ALBERTARELLI, S. et al. A Survey on the Design of Gamified Systems for Energy and Water Sustainability. **Games**, v. 9, n. 3, p. 38, 2018.

ANAGNOSTOPOULOU, E. et al. **Personalized persuasion services for route planning applications**. IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC. **Anais...**2018

BAILONI, T. et al. **PerKApp: A context aware motivational system for healthier lifestyles**. IEEE 2nd International Smart Cities Conference: Improving the Citizens Quality of Life, ISC2 2016 - Proceedings. .2016

CARD, S. K. Theory-Driven Design Research. Plenum, 1989.

CIALDINI, R. B. Influence-2. **Journal of Marketing Research**, p. 279, 2007.

COLGLAZIER, W. **Sustainable development agenda: 2030** **Science**, 2015.

DARBY, S. the Effectiveness of Feedback on Energy Consumption a Review for Defra of the Literature on Metering , Billing and. **Environmental Change Institute University of Oxford**, v. 22, n. April, p. 1–21, 2006.

FOSTER DEREK, SHAUN LAWSON, MARK BLYTHE, P. C. Wattsup?: Motivating reductions in domestic energy consumption using social networks. **In Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries**, p. 361–367, 2010.

FOGG, B. **A behavior model for persuasive design**. Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology - Persuasive '09. **Anais...**2009a

FOGG, B. J. **Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do**. [s.l: s.n.], 2003.

FOGG, B. J. Creating persuasive technologies: an eight-step design process. **Persuasive**, 2009b.

GAMBERINI, L. et al. **Tailoring feedback to users' actions in a persuasive game**

**for household electricity conservation.** Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics).2012

GERDENITSCH, C. et al. Creating Persuasive Technologies for Sustainability– Identifying Barriers Limiting the Target Behavior. **Conference’10**, 2011.

GRAM-HANSEN, K. Consuming technologies - developing routines. **Journal of Cleaner Production**, 2008.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering Version 2.3. **Engineering**, 2007.

KOLLMUSS, A., AGYEMAN, J. Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to. *Environmental Education* 8(3), 239-260. 2002

LASCHKE, M. et al. With a Little Help from a Friend: A Shower Calendar to Save Water. **Proceedings - 12th International Conference on Intelligent Environments, IE 2016. CHI 2011**, 2011.

OINAS-KUKKONEN, H. **Behavior change support systems: A research model and agenda.** Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics).2010

OINAS-KUKKONEN, H.; HARJUMAA, M. Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features. **Communications of the Association for Information Systems**, 2009.

PAAY, J. et al. **Promoting Pro-environmental Behaviour: a tale of two systems.** Proceedings of the 25th Australian Computer-Human Interaction Conference: Augmentation, Application, Innovation, Collaboration (OzCHI '13). **Anais...**2013

PERREN, K. et al. **Incorporating persuasion into a decision support system: The case of the water user classification function.** 2016 22nd International Conference on Automation and Computing, ICAC 2016: Tackling the New Challenges in Automation and Computing. **Anais...**2016

PETERSEN, D.; STEELE, J.; WILKERSON, J. WattBot : A Residential Electricity



Monitoring and Feedback System. **CHI EA '09 Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems**, p. 2847–2852, 2009.

NYSTRÖM, Tobias. Gamification of persuasive systems for sustainability. In: 2017 Sustainable Internet and ICT for Sustainability (SustainIT). IEEE, 2017. p. 1-3.

PETKOV, P., KÖBLER, F., FOTH, M., MEDLAND, R., & KRCCMAR, H. Engaging Energy Saving through Motivation-Specific Social Comparison. **CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**, v. 21, n. 4, p. 1945–1950, 2011.

RICHARD A. WINETT. **Information and behavior: Systems of influence**. [s.l: s.n.]. v. 136

ROBSON, C. **Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers**. [s.l: s.n.] 2002.

RØSOK, J. M. **Combining smart energy meters with social media: Increasing energy awareness using data visualization and persuasive technologies**. 2014 International Conference on Collaboration Technologies and Systems, CTS 2014.

SHEVCHUK, N.; OINAS-KUKKONEN, H. Exploring Green Information Systems and Technologies as Persuasive Systems: A Systematic Review of Applications in Published Research. **International Conference on Information Systems**, 2016.

SPAGNOLLI, A.; CHITTARO, L.; GAMBERINI, L. Interactive Persuasive Systems: A Perspective on Theory and Evaluation. **International Journal of Human-Computer Interaction**, 2016.

SUNDRAMOORTHY, V. et al. Domesticating energy-monitoring systems: Challenges and design concerns. **IEEE Pervasive Computing**, 2011.

TAKAYAMA, C. et al. ECOISLAND: A system for persuading users to reduce CO<sub>2</sub>emissions. **Proceedings - 1st International Workshop on Software Technologies for Future Dependable Distributed Systems, STFSSD 2009**, n. Figure 1, p. 59–63, 2009.

VILARINHO, T. et al. **Combining persuasive computing and user centered design into an energy awareness system for smart houses**. Proceedings - 12th International Conference on Intelligent Environments, IE 2016.

**A PENDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do estudo:** Definição De Um Framework Para Projeto Persuasivo Aplicado A Sustentabilidade

**Pesquisadores responsáveis:** Un Hee Schiefelbein, João Carlos Damasceno Lima.

**Instituição/Departamento:** Universidade Federal de Santa Maria - GMob

**Local da coleta de dados:** Cidade de Santa Maria

Prezado(a) Entrevistado(a):

- Você está sendo convidado(a) a responder às perguntas do questionário de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar da pesquisa e responder ao questionário, é muito importante que compreenda as informações e instruções contidas nele. Os entrevistadores poderão responder as suas dúvidas antes que você se decida a dar sua opinião sobre o que é perguntado. Você pode desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade.

**Objetivo da pesquisa de opinião:** O objetivo de nossa pesquisa é identificar e analisar,

dados sobre o comportamento em relação ao consumo de energia elétrica de um equipamento específico, no caso o chuveiro elétrico.

**Procedimentos:** Sua participação nesta pesquisa consistirá no preenchimento de um questionário no início do experimento e um questionário no final do experimento. Além da utilização diária do aplicativo Ecoplus.

**Benefícios:** Possível redução no consumo de energia elétrica na sua residência.

**Riscos:** O preenchimento do questionário não apresentará qualquer risco de ordem física ou psicológica para você. O questionário será preenchido de forma individual, sem identificação.

**Sigilo:** Você não irá se auto nominar no questionário. As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados.

Me declaro ciente e de acordo com o que foi exposto. Estou de acordo em participar desta pesquisa, e assino este documento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

Santa Maria – RS,     /     /2019

---

**Assinatura Participante**

---

**Nº Identidade**

---

**Pesquisador Responsável**

