



Universidade Federal do Rio Grande



Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde

Associação Ampla FURG / UFRGS / UFSM

**MODELO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DA
MOTIVAÇÃO E ENVIO DE GATILHOS EM SISTEMAS
PERSUASIVOS: ESTUDO DE CASO EM PROCESSOS
DE APRENDIZAGEM UBÍQUA**

Fernanda Pinto Mota

Dra. Silvia Silva da Costa Botelho
Orientadora

Rio Grande
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA
DA VIDA E SAÚDE
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Tese de Doutorado

**Modelo Computacional para Análise da Motivação e
Envio de Gatilhos em Sistemas Persuasivos: Estudo de
Caso em Processos de Aprendizagem Ubíqua**

Fernanda Pinto Mota

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Educação em Ciências: Química da vida e saúde

Orientador: Profa. Dra. Silvia Silva da Costa Botelho

Rio Grande, 2018

Ficha catalográfica

M917m Mota, Fernanda Pinto.

Modelo computacional para análise da motivação e envio de gatilhos em sistemas persuasivos: estudo de caso em processos de aprendizagem ubíqua / Fernanda Pinto Mota. – 2018.

210f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande/RS, 2018.

Orientadora: Dra. Silvia Silva da Costa Botelho.

1. Modelo de Comportamento de Fogg 2. Tecnologias Persuasivas 3. Motivação 4. Teoria da Autodeterminação 5. Aprendizagem Ubíqua I. Botelho, Silvia Silva da Costa II. Título.

CDU 004

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente à Deus pelas oportunidades concebidas, por estar comigo nos momentos difíceis. Aos meus pais, principalmente a minha mãe por me apoiar e me dar suporte nos momentos difíceis, mas principalmente por não me deixarem desistir nos momentos de fraqueza, pois sem eles não teria chegado tão longe.

Aos meus amigos da Espanha Esteban Martinera, Araceli Magro, Miguel Mocholi, Luis Manso, Nuria García Perales, Tirso Perales, Alberto Serna, Carlos Lobato por todo carinho, apoio e companheirismo, vocês foram muito importantes na minha caminhada!

Aos meus amigos e colegas Diana Adamatti, Thiago Fortunato, Gisele Simas, Felipe Bicca, Eduardo Leivas, Lucas, André Theodoro, Vinícius Martins por todo apoio, amizade, risadas e cafés, sem vocês também não teria chegado tão longe.

A equipe Sapiens por todo apoio técnico e teórico no desenvolvimento do meu trabalho, aos professores da Espanha Pablo Bustos, Pablo Garcia, Antônio Silva, Aurora Kuartero e Pedro Núñez e ao professor brasileiro Paulo Drews do C3 na Furg pela oportunidade de vivenciar novas oportunidades e experiências inesquecíveis.

Ao Hendry Chame por todo apoio e auxílio no desenvolvimento do meu trabalho, aos professores do C3 por todo suporte e conselhos. A Viviani Kweco por todo auxílio, apoio e amizade, principalmente no final desta caminhada.

A minha orientadora Silvia Silva da Costa Botelho por todas as lições, conselhos e dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho.

A CAPES e ao CNPQ pela concessão de bolsas de auxílio financeiro. Enfim, quero agradecer a todos que contribuíram de alguma forma com o meu crescimento profissional e pessoal.

"É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota." — THEODORE ROOSEVELT

RESUMO

MOTA, Fernanda Pinto. **Modelo Computacional para Análise da Motivação e Envio de Gatilhos em Sistemas Persuasivos: Estudo de Caso em Processos de Aprendizagem Ubíqua**. 2018. 210 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

A interação diária entre os indivíduos e os dispositivos móveis torna-se cada vez mais imperceptível. Neste contexto, surge o conceito de computação ubíqua, que é definida como a integração da computação às ações e comportamentos humanos a “qualquer momento” e em “qualquer lugar”. Recentemente, têm sido realizados estudos que investigam o uso dessas tecnologias em processos de aquisição de conhecimento a partir de situações de interesse do indivíduo decorrentes da sua interação com o meio, que ocorre de forma imprevisível, fragmentária e mesmo caótica, este tipo de aprendizagem é denominado como aprendizagem ubíqua (AU). Na AU o indivíduo adquire conhecimento por meio de sua interação com o ambiente, porém, o processo de aprendizagem ocorre apenas quando a pessoa consegue aplicá-lo em situações futuras, ou seja, quando o conhecimento passa a integrar seu repertório comportamental, sendo um grande desafio tratar a mudança de comportamento nestes processos. Quando falamos em mudança de comportamento não nos referimos a qualquer alteração, mas sim aquela mediada por tecnologias persuasivas (TP). A TP consiste na intersecção entre a tecnologia e o conceito de persuasão, que é uma tentativa de moldar, reforçar ou mudar comportamentos, sentimentos, pensamentos sobre um problema, objeto ou ação, de modo a influenciar pensamentos ou ações dos indivíduos. O *Fogg Behavior Model* (FBM) considera que a mudança de comportamento em sistemas persuasivos está relacionada ao envio de gatilhos que são recursos utilizados para induzir um indivíduo a realizar um determinado comportamento. A escolha dos gatilhos a serem enviados vai depender do nível de habilidade e motivação da pessoa diante da tarefa pretendida. O FBM consiste em um modelo conceitual que apenas descreve os fatores para a mudança de comportamento em sistemas persuasivos, servindo como um balizador de alto nível para o desenvolvimento de TPs. Entretanto, se quisermos efetivamente utilizá-lo como modelo de persuasão, não encontraremos no FBM uma representação precisa de como descrever a motivação humana, nem metodologia para o desenvolvimento dos gatilhos. Neste contexto, acredita-se que a Teoria da Autodeterminação (SDT) é um modelo que pode complementar o FBM ao permitir a análise da motivação dos indivíduos. A SDT é definida como o estudo da motivação humana, e classificada ao longo de um *continuum* em três tipos: motivação intrínseca, extrínseca e falta de motivação. O Modelo Hierárquico de Motivação Intrínseca e Extrínseca (HMIEM) considera que há várias formas de representar a motivação do indivíduo. Estas representações estão relacionadas

entre si e determinam o tipo de motivação do indivíduo perante uma atividade, contexto ou de forma geral. Assumimos como desafio a contribuição na concepção dos processos de aprendizagem ubíqua por meio do desenvolvimento de um modelo para análise da motivação dos indivíduos através de tecnologias ubíquas, aqui denominado de Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC). O MUSPMC propõe a alteração do FBM ao inserir o nível de motivação situacional proposta no HMIEM na camada de motivação do FBM. Neste trabalho consideramos apenas o nível situacional por acreditamos que a AU está relacionada a este nível quando integra as ações e comportamentos das pessoas aos dispositivos que estão conectados a qualquer momento e em todos os lugares, o que possibilita a observação dos indivíduos enquanto estão envolvidos em suas atividades no cotidiano. Para a aplicação do modelo desenvolvemos um estudo de caso que visa avaliar se a intervenção na motivação dos indivíduos provoca uma mudança de comportamento com relação a sustentabilidade, e consequentemente se essa alteração de comportamento causa processos de aprendizagem ubíquos, tornando-o mais sustentável. Os resultados deste estudo nos possibilitou observar que ocorreu indícios de um processo de aprendizagem ubíqua, já que os indivíduos responderam de forma positiva a maioria dos gatilhos e também pelo fato de que ocorreu uma redução no consumo de energia elétrica.

Palavras-chave: Modelo de Comportamento de Fogg, Tecnologias Persuasivas, Motivação, Teoria da Autodeterminação, Aprendizagem Ubíqua, Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation, FBM, Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental, MUSPMC, SDT.

ABSTRACT

MOTA, Fernanda Pinto. **Persuasive Model for Development of Smart Triggers and Analysis of Motivation through Ubiquitous Technologies**. 2018. 210 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da vida e saúde. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

The daily interaction between individuals and mobile devices becomes increasingly imperceptible. In this context, emerges the concept of ubiquitous computing, which is defined as the integration of computing into human actions and behaviors at any time and anywhere. Recently, researches investigate the use of these technologies in knowledge acquisition processes based on situations of interest to the individual arising from their interaction with the environment, which occurs in an unpredictable, fragmentary and even chaotic way. This type of learning is termed as ubiquitous learning (u-learning). In the u-learning the individual acquires knowledge through his/her interaction with the environment. However, the learning process occurs only when the person is able to apply it in future situations, that is, when knowledge becomes part of their behavioral repertoire, being a hard challenge to address behavior change in these processes. When we talk about behavior change, we do not mean any change, but rather that which is mediated by Persuasive Technology (PT). PT consists of the intersection between technology and the concept of persuasion, which can be defined as an attempt to shape, reinforce or change behaviors, feelings, thoughts about a problem, object or action, in order to influence individuals' thoughts or actions. The Fogg Behavior Model (FBM) model considers that behavioral change in persuasive systems is related to triggers, that are the resources used to induce an individual to perform a given behavior. The choice of triggers to be sent will depend on the level of person's ability and motivation facing the intended task. FBM consists of a conceptual model that only describes the factors for the change of behavior in persuasive systems, serving as a high level marker for the development of PTs. However, if we want to effectively use it as a model of persuasion, we will not find in FBM an accurate representation of how to describe human motivation or methodology for the development of triggers. In this context, it is believed that the Self-Determination Theory (SDT) is a model that can complement the FBM by allowing the analysis of individuals' motivation. SDT is defined as the study of human motivation, and classified along a continuum into three types: intrinsic, extrinsic motivation and amotivation. The Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation (HMIEM) considers that there are several ways of representing the person's motivation. These representations are related to each other and determine the type of individuals' motivation before an activity, context or in general. We assume the challenge of contributing to the design of u-learning processes

through the development of a model for analyzing the motivation of individuals through ubiquitous technologies, here called Ubiquitous Model for Persuasive Systems for Behavioral Change (UMPSBC). UMPSBC proposes to change the FBM by inserting the level of situational motivation of HMIEM in the motivation layer of FBM. In this research, we consider only the situational level because we believe that u-learning is related to this level when integrating person's actions and behaviors with devices that are connected at any time and in all places, which allows the observation of the individuals while they are involved in their daily activities. For the application of the model we have developed a case study in which the advantages and limitations of UMPSBC are analyzed. More specifically, this study aims to assess whether the intervention in the motivation of individuals causes a change of behavior with respect to sustainability, and consequently if this behavior change causes ubiquitous learning processes, making it more sustainable. The results of this study allowed us to observe that there was evidence of a u-learning process, since individuals responded positively to most triggers and also because of the fact that there was a reduction in the consumption of electric energy.

Keywords: Fogg Behavior Model, Persuasive Technology, Motivation, Self-Determination Theory, Ubiquitous Learning, Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation, FBM, Ubiquitous Model for Persuasive Systems for Behavioral Change, UMPSBM, SDT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Total de artigos por ano	29
Figura 2	O Modelo de Comportamento de Fogg e seus três fatores: motivação, habilidade e gatilho adaptado de (FOGG, 2018)	42
Figura 3	Modelo hierárquico de motivação intrínseca e extrínseca adaptado de (Vallerand, 1997).	47
Figura 4	Modelo Computacional Dinâmico de Motivação (DCMM). Na camada de mediadores estão representadas a autonomia (A), a competência (C) e a afinidade (R). Os níveis de motivação foram representados pelos sobrescritos: (g) global, (c) contextual e (s) situacional. As camadas de motivação foram denotadas por M. No nível contextual, o subscrito k corresponde aos contextos: educação (k = 1), relação interpessoal (k = 2), lazer (k = 3) e sem contexto (k = 4). A camada de motivação M_c une as contribuições das camadas de contexto em um determinado instante de tempo, conforme representado na camada CAL. As camadas de consequências foram representadas por: afeto (A), conhecimento (K) e comportamento (B). A camada TNL modula o impacto instantâneo dos mediadores (autonomia, competência e afinidade) no nível situacional da motivação (Chame et al., 2018).	50
Figura 5	Total de artigos por ano	54
Figura 6	Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança de Comportamento (MUSPMC), baseado nos modelos de (Vallerand, 1997; Fogg, 2009).	61
Figura 7	Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental.	62
Figura 8	Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos	64
Figura 9	Metodologia para a construção do FSU.	64
Figura 10	Exemplo de quantificadores Fuzzy para um sensor	67
Figura 11	Camada B - Modelo DCMM.	78
Figura 12	Metodologia do aprendizado supervisionado do modelo DCMM.	78
Figura 13	Metodologia para construção de gatilhos.	80
Figura 14	Camada E, F e G - Modelo de Gatilhos.	81
Figura 15	Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos Parametrizados.	86
Figura 16	<i>SmartPlug</i> e <i>SmartCam</i>	99
Figura 17	Exemplo de utilização do aplicativo	100

Figura 18	Tela de menu do aplicativo.	100
Figura 19	Tela inicial do aplicativo.	101
Figura 20	Exemplo de gatilho que foi enviado aos indivíduos com falta de motivação.	101
Figura 21	Notificação de que um gatilho foi recebido.	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Critérios de inclusão e exclusão de artigos	28
Tabela 2	Distribuição dos dispositivos por contexto educacional. Sendo, PPG - Programa de pós-graduação; ENF - Educação Não-Formal; EI - Educação Informal; EF - Educação Formal; NI - Não Informado; EnsFund - Ensino Fundamental; e G - Graduação.	31
Tabela 3	Classificação e objetivo dos trabalhos relacionados a aprendizagem ubíqua	32
Tabela 4	Princípios da Tecnologia Persuasiva (Fogg, 2002)	35
Tabela 5	Nível de autodeterminação ao longo do continuum da autodeterminação (adaptado de (Gagné and Deci, 2005)). Sendo controle de motivação definido como uma ação controlada por fatores internos ao indivíduo como sentimentos de culpa ansiedade; regulação e processos de regulação como processos de internalização de normas, regras e valores sociais.	46
Tabela 6	Características relacionadas à necessidade de Competência	53
Tabela 7	Classificação e objetivo dos trabalhos relacionados a teoria da autodeterminação	57
Tabela 8	Fatores Situacionais relacionados à necessidade de Competência	58
Tabela 9	Fatores Situacionais relacionados a necessidade de Autonomia	58
Tabela 10	Fatores Situacionais relacionados a necessidade de Afinidade	59
Tabela 11	Relação entre os sensores e as descrições da necessidade de autonomia.	68
Tabela 12	Relação entre os sensores e as descrições da necessidade de competência.	68
Tabela 13	Relação entre os sensores e as descrições da necessidade de afinidade.	69
Tabela 14	Relação entre os sensores e as características da necessidade de autonomia. Sendo, FS - Fator Situacional, SU - Sensores Ubíquos, DS - Dado do Sensor, m - Mínimo, M - Máximo, B - <i>Big</i> , M - <i>Medium</i> , S - <i>Small</i> , QF - Qualificadores Fuzzy.	87
Tabela 15	Relação entre os sensores e as características da necessidade de competência. Sendo, FS - Fator Situacional, SU - Sensores Ubíquos, DS - Dado do Sensor, m - Mínimo, M - Máximo, B - <i>Big</i> , M - <i>Medium</i> , S - <i>Small</i> , QF - Qualificadores Fuzzy.	87
Tabela 16	Relação entre os sensores e as características da necessidade de afinidade. Sendo, FS - Fator Situacional, SU - Sensores Ubíquos, DS - Dado do Sensor, m - Mínimo, M - Máximo, B - <i>Big</i> , M - <i>Medium</i> , S - <i>Small</i> , QF - Qualificadores Fuzzy.	87

Tabela 17	Entrevista aplicada na amostra de indivíduos da Espanha.	89
Tabela 18	Entrevista aplicada na amostra de indivíduos do Brasil.	90
Tabela 19	Exemplos de mensagens dos gatilhos conforme o tipo de motivação. .	91
Tabela 20	Média μ e Desvio Padrão σ por tipo de motivação da análise dos gatilhos em espanhol feita por especialistas da Espanha.	93
Tabela 21	Média μ e Desvio Padrão σ por item da análise dos gatilhos em português feita por especialistas do Brasil	94
Tabela 22	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B05. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	105
Tabela 23	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B06. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	105
Tabela 24	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala P02. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	106
Tabela 25	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala P11. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	106
Tabela 26	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala P12. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	107
Tabela 27	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica e presença média dos indivíduos no período de duas semanas na sala B05. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão, KS Kolmogorov-Smirnov, P presença.	107
Tabela 28	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B05 na fase T . O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	108
Tabela 29	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica e presença média dos indivíduos no período de duas semanas na sala B06. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão, KS Kolmogorov-Smirnov, P presença.	108
Tabela 30	Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B06. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.	109
Tabela 31	Tipo de motivação e resposta dos indivíduos aos gatilhos na sala B05	110
Tabela 32	Tipo de motivação e resposta dos indivíduos aos gatilhos na sala B06.	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALESS	<i>Active LEARNING Support System</i>
ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
ACP	<i>Análise dos Componentes principais</i>
AMS	<i>Academic Motivation Scale</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AU	Aprendizagem Ubíqua
BPNS	<i>Basic Psychological Needs Scale</i>
CAL	<i>Context Activation Layer</i>
CANN	<i>Continuous Attractor Neural Network</i>
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
CEIE	Comissão Especial de Informática na Educação
DCMM	<i>Dynamic Computational Model of Motivation</i>
DSC	Discurso do Sujeito Coletivo
EC	Expressão-Chave
EF	Educação Formal
EI	Educação Informal
e-learning	<i>Eletronic-Learning</i>
EHCEE	Escala de Hábitos de Consumo de Energia elétrica
ENF	Educação Não-formal
EnsFund	Ensino Fundamental
FBM	<i>Fogg Behavior Model</i>
FID	Fontes de Informações Digitais
FIE	<i>Frontiers in Education</i>
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
G	Graduação
GMS	<i>Global Motivation Scale</i>

HMIEM	<i>Hierachical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation</i>
IC	Ideia Central
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
KMO	<i>Kaiser–Meyer–Olkin</i>
KS	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>
LCMS	<i>Learning Content Management Systems</i>
M	Mensuração dos Dados
m-Learning	<i>mobile-Learning</i>
MPU	Mostra de Produção Universitária
MSLQ	<i>Motivated Strategies for Learning Questionnaire</i>
MUSPMC tal	Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamen- tal
NI	Não Informado
NT	Não-Tratamento
PPG	Programa de Pós-Graduação
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PT	<i>Persuasive Technology</i>
RENOTE	Revista Novas Tecnologias na educação
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
SDT	<i>Self-Determination Theory</i>
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SIMS	<i>Situational Motivation Scale</i>
SMS	<i>Short Messaging Service</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
t	Tempo
T	Tratamento
TNL	<i>Task-Needs Layer</i>
TP	Tecnologia Persuasiva
UC	<i>Ubiquitous Computing</i>
U-learning	<i>Ubiquitous Learning</i>
UMPSBC	<i>Ubiquitous Model for Persuasive Systems for Behavioral Change</i>
USMS	<i>Ubiquitous Situational Motivation Scale</i>
VD	Variável Dependente
VI	Variável Independente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	Questões de Pesquisa	22
1.2	Objetivo Geral	23
1.3	Objetivo Específicos	23
1.4	Estrutura da Tese	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1	Computação Ubíqua	25
2.2	Aprendizagem Ubíqua	26
2.2.1	Tecnologias ubíquas aplicadas no contexto da educação	27
2.3	Tecnologia Persuasiva	34
2.3.1	Modelo de Comportamento de Fogg	40
2.3.2	SmartTrigger	43
2.4	Teoria da Autodeterminação	44
2.4.1	Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation	46
2.4.2	Dynamic Computational Model of Motivation	48
2.4.3	Estado da arte - Teoria da Autodeterminação	52
3	UM MODELO UBÍQUO PARA SISTEMAS PERSUASIVOS PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO	60
3.1	Visão Geral do Modelo	60
3.2	Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos	63
3.2.1	Fatores Situacionais Ubíquos	64
3.2.2	Lógica Fuzzy	67
3.3	Camada B - Modelo DCMM	77
3.4	Camada E, F e G - Modelo de Gatilhos	79
4	APLICANDO O MUSPMC NA CONCEPÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO DE UM SISTEMA PERSUASIVO PARA EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA	83
4.1	Requisitos do Modelo	84
4.2	Parametrização da Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos	85
4.3	Parametrização Camadas E, F e G - Modelo de Gatilhos	88
4.3.1	Identificação dos termos relacionados ao contexto de eficiência energética	88
4.3.2	Construção das mensagens motivacionais persuasivas	91
4.3.3	Análise os gatilhos por meio de uma amostra de especialistas	91
4.3.4	Análise os gatilhos por meio de uma amostra controlada	95

4.3.5	Inserção dos gatilhos no modelo MUSPMC	96
5	TESTES E VALIDAÇÃO DO MUSPMC	98
5.1	O Projeto Sapiens	98
5.2	Estudo de Caso	103
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	111
6.1	Conclusão	111
6.2	Questões de Pesquisa	112
6.3	Trabalhos Futuros	115
7	PUBLICAÇÕES	116
	REFERÊNCIAS	119
APÊNDICE A	INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS GATILHOS PERSUASIVOS	143
APÊNDICE B	INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS GATILHOS PELOS ESPECIALISTAS EM ESPANHOL	144
APÊNDICE C	INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS GATILHOS PELOS ESPECIALISTAS EM PORTUGUÊS	155
APÊNDICE D	ESCALA DE HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (EHCEE) - ESPANHOL	166
APÊNDICE E	ESCALA DE HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (EHCEE) - PORTUGUÊS	167
APÊNDICE F	QUESTIONÁRIO EM ESPANHOL PARA ANÁLISE DOS GATILHOS APÓS ANÁLISE DOS ESPECIALISTAS	168
APÊNDICE G	QUESTIONÁRIO EM PORTUGUÊS PARA ANÁLISE DOS GATILHOS APÓS ANÁLISE DOS ESPECIALISTAS	172
APÊNDICE H	GATILHOS APLICADOS NO ESTUDO DE CASO.	176
APÊNDICE I	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TEMAS A SEREM INSERIDOS NOS GATILHOS RELACIONADOS AO CONTEXTO DE EFICIÊNCIA ENERGIA ELÉTRICA NA REALIDADE BRASILEIRA E ESPANHOLA.	179
APÊNDICE J	CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO PARA VERIFICAR A PRESENÇA DE ELEMENTOS PERSUASIVOS NAS MENSAGENS QUE FORAM DESENVOLVIDAS A PARTIR DA IDENTIFICAÇÃO DAS PALAVRAS E DOS TERMOS RELACIONADOS AO CONTEXTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	192
APÊNDICE K	MÉDIA μ E DESVIO PADRÃO σ DE CADA ITEM DA ANÁLISE DOS GATILHOS EM ESPANHOL FEITA POR ESPECIALISTAS DA ESPANHA	201

APÊNDICE L	MÉDIA μ E DESVIO PADRÃO σ DE CADA ITEM DA ANÁLISE DOS GATILHOS EM PORTUGUÊS FEITA POR ESPECIALISTAS DO BRASIL	203
ANEXO A	DEFINIÇÕES BÁSICAS DE FUZZY	206
ANEXO B	BASIC PSYCHOLOGICAL NEEDS SCALES	209
ANEXO C	SITUATIONAL MOTIVATION SCALE	210

1 INTRODUÇÃO

Atualmente é possível encontrar dispositivos móveis (*smartphones, tablets*, celulares, etc) coletando e processando milhares de informações instantaneamente sobre o comportamento dos indivíduos. Estes dados são utilizados para diferentes fins, por exemplo na medicina (Banerjee and Sheth, 2017), para verificação de alterações dos sinais vitais, em *homecare* (Karagiannaki et al., 2017) na identificação e análise da atividade humana; na agricultura (Sánchez et al., 2016), para o monitoramento da fertilização e irrigação das plantações; bem como, no desenvolvimento de uma economia sustentável (Luciani et al., 2018); e na educação, observa-se a mediação no ensino e aprendizagem de jovens e adultos (Arendt et al., 2014; Chee et al., 2017; Alrasheedi and Capretz, 2018). Nessas iniciativas, é importante percebermos que a forma como ocorre as interações entre o humano e o computador no ambiente em que o indivíduo está inserido tem tornado-se cada vez mais imperceptível. Neste contexto, surge a Computação Ubíqua (do inglês, *Ubiquitous Computing - u-learning*) que é definida por Weiser (1991) como a integração da computação às ações e comportamentos humanos a “qualquer momento” e em “qualquer lugar”. A *u-learning* tem como principal característica o fato de ser “calma” e “confortável”, permitindo que os indivíduos e dispositivos interajam de forma que a tecnologia seja transparente ao usuário (Weiser, 1991).

Essa constante presença imperceptível da tecnologia móvel vem transformando a sociedade e em particular o campo da Educação, pois de acordo com (Santaella, 2014), essa é uma potencial área na qual os benefícios da ubiquidade podem ser revolucionários. Santaella (2014) define a Aprendizagem Ubíqua (AU) como um processo de aquisição de conhecimento que fundamenta-se em um tipo de aprendizado aberto, individual ou grupal, que pode ser obtido em quaisquer ocasiões, eventualidades, circunstâncias e contextos.

A característica marcante da AU encontra-se na espontaneidade, na curiosidade ou dúvida ocasional a respeito de alguma informação. A aprendizagem ubíqua decorre de situações de interesse do indivíduo desinente da sua interação com o meio, ocorrendo de forma imprevisível, fragmentária e mesmo caótica (Santaella, 2014). Uma pessoa adquire conhecimento por meio de sua interação com o ambiente, porém, o processo de AU ocorre apenas quando a pessoa consegue aplicá-lo em situações futuras, ou seja,

quando o conhecimento passa a integrar seu repertório comportamental (Santaella, 2014). *Comportamento*, neste trabalho, é definido como um conjunto de reações de um sistema dinâmico (parcialmente observável) face às interações propiciadas pelo meio no qual a pessoa está inserida (Thelen and Smith, 1996). (Santaella, 2014) enfatiza que é um grande desafio tratar a mudança de comportamento. Iniciamos a construção de nossa hipótese de que é possível reconhecermos indícios de aprendizagens ubíquas a partir de uma mudança de comportamento dos indivíduos. Entretanto, não encontramos na literatura pesquisas que aplicam modelos de mudança de comportamento em processos de Aprendizagem Ubíqua. Quando falamos em mudança de comportamento não nos referimos a qualquer alteração, mas sim aquela mediada por artefatos tecnológicos persuasivos, na qual ocorre uma intencionalidade cognitiva.

A Tecnologia Persuasiva (TP) consiste na intersecção entre a tecnologia e o conceito de persuasão, que pode ser definida como uma tentativa de moldar, reforçar ou mudar comportamentos, sentimentos, pensamentos sobre um problema, objeto ou ação, de modo a influenciar pensamentos ou ações dos indivíduos (Hogan, 2010). Esta influência ocorre de forma voluntária a partir de situações existentes, permitindo que o indivíduo possa fazer escolhas perante as interações (Insaurriaga, 2012).

Recentemente, estudos têm sido realizados para investigar a aplicabilidade de TPs nos processos de aprendizagem. Os trabalhos de (Aagaard and Øhrstrøm, 2012; Bertel and Rasmussen, 2013; Ng et al., 2015; Mintz and Aagaard, 2012) apresentam a aplicação da TP no processo aprendizagem de crianças e adolescentes especiais. Os trabalhos de (Alvarez, 2014), (Bamidis et al., 2011), (Behringer et al., 2013), (Goh et al., 2012) e (Filippou et al., 2015) apresentam o uso de TP na educação de universitários nas áreas de Medicina, Computação, Enfermagem, entre outros. O trabalho (Arendt et al., 2014) apresenta o uso da TP na educação de adultos e no desenvolvimento sustentável (Corbett and El Idrissi, 2017). Acreditamos que a TP pode catalisar os processos de aprendizagem em contextos ubíquos ao possibilitar uma mudança de comportamento por meio da interação do indivíduo com a tecnologia.

O *Fogg Behavior Model* (FBM) (Fogg, 2002) relaciona e integra o conceito de persuasão ao comportamento. O FBM considera que a mudança de comportamento em sistemas persuasivos está relacionada aos gatilhos que são recursos utilizados para induzir um indivíduo a realizar um determinado comportamento. A escolha dos gatilhos a serem enviados vai depender do nível de habilidade e motivação da pessoa diante da tarefa pretendida. Portanto, é necessário que o indivíduo tenha habilidade para realizar um comportamento, que esteja motivado e receba um gatilho no momento certo para que um comportamento ocorra. O FBM consiste em um modelo conceitual que apenas descreve os fatores para a mudança de comportamento em sistemas persuasivos, servindo como um balizador de alto nível para o desenvolvimento de Tecnologias Persuasivas. Entretanto, se quisermos efetivamente utilizá-lo como modelo de persuasão, não encontraremos no

FBM uma representação precisa de como descrever a motivação humana nem a metodologia para o desenvolvimento dos gatilhos.

Diante dessa limitação busca-se investigar como efetivamente tornar viável a integração do FBM ao processo de aprendizagem ubíqua. Neste contexto, visita-se a Teoria da Autodeterminação (do inglês, *Self-Determination Theory* - SDT) como um modelo complementar para avaliar a motivação dos indivíduos. A SDT consiste de uma proposta para modelar a motivação a partir de fatores qualitativos que podem ser mensurados por meio de instrumentos e técnicas que foram definidos na literatura por (Deci and Ryan, 2008, 2000, 1985).

De acordo com Deci and Ryan (1985), no SDT há dois tipos de motivação que podem influenciar o comportamento: a motivação intrínseca e a motivação extrínseca. A primeira refere-se ao prazer inerente ao realizar uma atividade, normalmente estando relacionada com a satisfação individual (alegria, prazer ou diversão), já a motivação extrínseca refere-se a objetivos externos. Segundo o autor, esta teoria diz respeito à satisfação individual das necessidades psicológicas inatas de *autonomia*, *competência* e *afinidade* (Vallerand, 1997), e, considera que os tipos de motivação possam ser ordenados ao longo de um *continuum* que varia de níveis mais baixos para níveis mais altos de motivação, considerando a motivação intrínseca como o nível mais alto e a falta de motivação o mais baixo.

Vallerand (1997) propôs o Modelo Hierárquico de Motivação Intrínseca e Extrínseca (*Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation* - HMIEM) que considera que há várias formas de representar a motivação do indivíduo. Estas representações estão relacionadas entre si e determinam o tipo de motivação (motivação intrínseca, extrínseca ou falta de motivação) da pessoa perante uma atividade, contexto ou de forma geral. O modelo proposto pelo autor descreve que a motivação é influenciada por fatores humanos e não humanos disponíveis no ambiente social. Esse modelo classifica a motivação em três níveis: (i) situacional, relaciona-se ao momento em que os indivíduos estão envolvidos em uma atividade; (ii) contextual, reporta-se a circunstâncias específicas como educação, lazer, entre outros; (iii) global, refere-se a vários correlatos psicológicos do indivíduo e a sua motivação em vários contextos.

Este trabalho assume como desafio contribuir na concepção dos processos de aprendizagem ubíqua por meio do desenvolvimento de um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas, aqui denominado de Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC) por meio da integração das teorias de autodeterminação, tecnologias persuasivas e aprendizagem ubíqua.

O modelo MUSPMC propõe a alteração do FBM ao inserir o nível de motivação situacional do HMIEM na camada de motivação do FBM. Neste trabalho consideramos apenas o situacional por estar relacionado às experiências motivacionais individuais, enquanto a pessoa está envolvida em uma determinada tarefa; Vallerand (1997) afirma que este nível consiste no elemento central do seu modelo ao estar focado na análise da motivação das

peças enquanto realizam suas atividades, sendo, portanto, um elemento essencial para uma melhor compreensão da vida. Além disso, acreditamos que a *u-learning* está relacionada ao conceito de nível situacional devido ao fato deste conceito integrar as ações e comportamentos das pessoas aos dispositivos que estão conectados a qualquer momento e em todos os lugares, possibilitando a observação dos indivíduos enquanto estão envolvidos em suas atividades cotidianas.

Para a aplicação do modelo desenvolvemos um estudo de caso no qual são analisadas as vantagens e as limitações do modelo MUSPMC. De forma mais específica, esse estudo visa avaliar se a intervenção na motivação dos indivíduos provoca uma mudança de comportamento com relação a sustentabilidade, e conseqüentemente se essa mudança causa processos de aprendizagem ubíquos, tornando-o mais sustentável.

A aplicação do estudo foi desenvolvida junto aos núcleos do Projeto Sapiens/CNPq/FURG, cujos objetivos buscam persuadir os usuários a modificar seu comportamento em relação ao consumo de energia elétrica. Para atingir essa mudança de comportamento, o Sapiens conta com um aplicativo móvel persuasivo que permite o gerenciamento de equipamentos elétricos domésticos e o envio de gatilhos quando o dispositivo permanece ligado na ausência do indivíduo. O gerenciamento decorrente de nosso estudo teve como ambiente as salas de permanências de professores e laboratórios de pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande/FURG, local já monitorado pelo Projeto Sapiens. De forma específica, esta pesquisa propõe a seguinte reflexão: *Como modelar o nível de motivação bem como a sua relação com gatilhos motivadores na mudança de comportamento do indivíduo em processos de Aprendizagem Ubíqua?*

1.1 Questões de Pesquisa

Este trabalho interdisciplinarmente está relacionado a três áreas do conhecimento: Psicologia, Educação e Computação. A pesquisa foca tem como eixo principal a aprendizagem mediada por tecnologia. A partir da fundamentação teórica foram formuladas as seguintes questões de pesquisa:

- Como incorporar a Tecnologia Persuasiva em ambientes de aprendizagem ubíqua?
- Como desenvolver ambientes de aprendizagem ubíqua, integrando elementos persuasivos em uma arquitetura persuasiva?
- Como modelar a motivação do indivíduo por meio da inserção da teoria da autodeterminação no modelo FBM para arquiteturas persuasivas?
- Como avaliar o impacto de elementos persuasivos ubíquos na obtenção do comportamento alvo?

- Como dotar o FBM de Fatores Situacionais ubíquos¹ para mensuração da motivação?
- Como desenvolver uma metodologia para construir gatilhos motivacionais personalizados?

1.2 Objetivo Geral

O objetivo desta tese é propor um modelo para sistemas persuasivos ubíquos capaz de ser utilizado na mudança de comportamento em processos de aprendizagem ubíqua. Com base no modelo de comportamento do Fogg (FBM) para sistemas persuasivos e na Teoria da Autodeterminação (SDT), a proposta envolve a modelagem ubíqua do nível de motivação de um indivíduo, bem como sua relação com o disparo de gatilhos motivacionais. Com base no modelo será construído e parametrizado um sistema persuasivo que será aplicado em um estudo de caso associado à aprendizagem do uso lógico-racional de energia elétrica.

1.3 Objetivo Específicos

- Propor um modelo para sistemas persuasivos baseado em Fatores Situacionais Ubíquos para a determinação do grau de motivação do indivíduo e em gatilhos motivacionais com vistas a mudança de comportamento;
- Construir e parametrizar um sistema persuasivo baseado no modelo proposto;
- Desenvolver e aplicar o sistema persuasivo em um estudo de caso.

1.4 Estrutura da Tese

Organizamos esta tese da seguinte forma: No capítulo 2 será abordado o referencial teórico deste trabalho a partir da definição de conceitos relacionados à Computação Ubíqua, Tecnologia Persuasiva e Teoria da Autodeterminação, sendo realizadas duas revisões teóricas. Na primeira analisaremos as metodologias propostas para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem ubíqua, bem como investigaremos quais os sensores são utilizados nestes ambientes. Na segunda, identificaremos os fatores situacionais utilizados para avaliar as necessidades de autonomia, competência e afinidade e também detectaremos as metodologias e modelos empregados para análise dos níveis de motivação.

¹Dispositivos presentes no ambiente que permitem que a informação e a comunicação sejam utilizadas em qualquer momento e a qualquer hora sem qualquer esforço. De forma mais específica, foram escolhidos sensores que sejam capazes de mensurar as características de motivações humanas descritas na literatura e em maiores detalhes na Seção 2.4

No capítulo 3 será detalhado o modelo proposto para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas, denominado de Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC). Os fatores situacionais encontrados no Capítulo 2 serão utilizados como entrada no MUSPMC para avaliar as necessidades de autonomia, competência e afinidade, as quais serão avaliadas neste modelo por meio de sensores e atuadores. No MUSPMC alteraremos o FBM ao inserir o nível de motivação situacional do HMIEM em sua camada de motivação.

No capítulo 4 será apresentado a construção e parametrização de um sistema persuasivo baseado no MUSPMC em um contexto relacionado à aprendizagem do uso lógico-racional de energia elétrica por considerarmos que ao estimularmos processos de conhecimento e conscientização sobre o consumo individualizado dos eletrodomésticos podemos atingir um comportamento de uso mais sustentável na população.

No capítulo 5 serão apresentados o desenvolvimento e aplicação do sistema persuasivo no estudo de caso proposto, no qual iremos avaliar as vantagens e as limitações do MUSPMC. De forma mais específica, analisaremos se a intervenção na motivação dos indivíduos provoca uma mudança de comportamento com relação a sustentabilidade, e consequentemente se essa mudança causa processos de aprendizagem ubíquos, tornando-o mais sustentável. Por fim, no capítulo 6 serão apresentadas as considerações finais bem como são propostos trabalhos futuros para esta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentada a fundamentação teórica relacionada as principais temáticas envolvidas neste trabalho: Computação Ubíqua, Aprendizagem Ubíqua, Tecnologia Persuasiva e Teoria da Autodeterminação.

2.1 Computação Ubíqua

O acesso a informação tornou-se livre e contínuo a partir da popularização dos dispositivos móveis (*palms, lap-tops, i-pads, smartphones*). A ANATEL (2016) registrou em junho de 2016 aproximadamente 253 milhões de acessos na telefonia móvel brasileira e densidade de 123,93 acessos por 100 habitantes (ANATEL, 2016). Estas tecnologias permitem além do acesso, o armazenamento, a pesquisa, a recuperação e transmissão de dados de forma rápida e eficaz (de Souza and Torres, 2015). Os dispositivos móveis possibilitam a continuidade de tempo e espaço permitindo o acesso a informação a “qualquer momento” e em “qualquer lugar”, tornando ubíquo o acesso e a aquisição de informação (Santaella, 2013).

A computação ubíqua está relacionada aos dispositivos que estão conectados a qualquer momento e em todos os lugares de forma transparente, ou seja, a computação está integrada as ações e comportamentos das pessoas (Weiser, 1991). Weiser (1991) afirma que a computação não é vista apenas como um computador pessoal, mas como dispositivos que estão conectados entre si e com o usuário “em qualquer lugar” e a “todo momento” e disponíveis nos mais diversos objetos como termostatos e interruptores de luz. Além disso, Weiser (1994) afirma que a computação não está relacionada apenas a computadores, mas a todo equipamento com poder computacional, desenvolvendo assim, uma nova forma de pensar sobre a computação, que considera o comportamento humano e permite que os computadores interajam e desapareçam durante sua interação com os indivíduos. Segundo Weiser and Brown (1997), uma das principais características da computação ubíqua é que a tecnologia permite que usuários e dispositivos interajam de forma que o indivíduo não perceba sua existência.

2.2 Aprendizagem Ubíqua

Antes do surgimento dos dispositivos móveis, o acesso a *internet* dependia de uma interface fixa, necessitando que o usuário estivesse em frente a um *desktop*. O surgimento do *smartphone* impactou significativamente na forma de comunicação em relação a mobilidade dos usuários. Ao integrar as funcionalidades de outros equipamentos móveis, o *smartphone* proporciona uma capacidade de mobilidade informacional e física, que ao ser associada a um processo de popularização do compartilhamento de informação via *web* configura um novo desenho no qual a comunicação e acesso a informação são parte central do cotidiano das pessoas (Santaella, 2014). Hightower and Borriello (2001) afirmam que esta nova configuração apresenta limitações, entretanto Santaella (2010) destaca os seguintes benefícios: (i) portabilidade, dispositivos podem ser utilizados em qualquer ambiente; (ii) interatividade social, possibilita a comunicação entre os indivíduos; (iii) sensibilidade contextual, auxilia a colaboração entre os sujeitos; (iv) conectividade, permite a troca de informação; (v) personalização, proporciona a aproximação entre o indivíduo e seu tema de pesquisa.

Este contexto provoca-nos a reflexão sobre quais são as potencialidades desta modalidade e como estas podem impactar nos processos de aprendizagem. Neste trabalho, compartilhamos a definição de Filatro and Piconez (2004, p.46-47) para quem,

a aprendizagem diz respeito à ação de quem aprende (criança, adolescente, jovem ou adulto) e modifica seu próprio comportamento, conduta, conhecimentos e crenças. Ocorre por livre apreensão da realidade, independentemente do empenho de pessoas, grupos ou instituições (quando é caracterizado como aprendizagem assistemática, informal ou difusa) por iniciativa voluntária e individual de quem aprende (autodidatismo ou autodidaxia).

Segundo Yahya et al. (2010), a aprendizagem ubíqua (do inglês, *ubiquitous learning - u-learning*), apresenta os seguintes benefícios de: (i) persistência, o indivíduo não perde a informação; (ii) acessibilidade, o conhecimento está disponível em qualquer lugar; (iii) imediatismo, acesso a informação a todo momento; (iv) interatividade, permite a comunicação entre os indivíduos de forma direta ou indireta. Porém, sua limitação reside na ausência de orientação dos aprendizes, durante a exploração das informações (Santaella, 2014).

Podemos aproximar a definição de aprendizagem ubíqua do conceito de educação informal, que são processos de aprendizagem que ocorrem por meio da interação do indivíduo com os familiares, no trabalho, entre os amigos e nas manifestações sociais e culturais (Langhi and Nardi, 2009). Para Santaella (2014) essa aproximação entre a educação informal e a aprendizagem ubíqua não coincide exatamente, porque segundo a autora a aprendizagem ubíqua considera uma gama muito maior de informação tecnológica para personalizar o processo de aprendizagem do indivíduo (Santaella, 2013) não limitando-se

apenas as trocas diretas da educação informal. Para Santaella (2014), a aprendizagem ubíqua decorre de situações de interesse do indivíduo desinente da sua interação com o meio, ocorrendo de forma imprevisível, fragmentária e mesmo caótica (Santaella, 2014). O indivíduo adquire conhecimento por meio de sua interação com o ambiente, porém, o processo de AU ocorre apenas quando a pessoa consegue aplicá-lo em situações futuras, ou seja, quando o conhecimento passa a integrar seu repertório comportamental. A aprendizagem ubíqua se diferencia das aprendizagens *e-learning* e *m-learning* por ser uma modalidade que ocorre a “qualquer hora” e “em qualquer lugar” dependendo somente da curiosidade dos indivíduos. A Subseção 2.2.1 apresenta os trabalhos relacionados a tecnologias ubíquas aplicadas no âmbito da educação.

2.2.1 Tecnologias ubíquas aplicadas no contexto da educação

Nesta seção será apresentada uma revisão e análise sistemática dos estudos disponíveis relacionados ao conceito de “*aprendizagem ubíqua*”, de forma a identificar lacunas existentes e fornecer um conjunto relevante de trabalhos relacionados para embasar esta pesquisa. O procedimento de coleta e análise dos dados foi baseado no protocolo utilizado por Wu et al. (2012).

Identificamos os artigos nas seguintes bases de dados bibliográficos: *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *Science Direct*, *Web of Science*, *Massachusetts Institute of Technology Libraries (MIT Libraries)*. Justifica-se a seleção desses repositórios pela diversidade de enfoques desenvolvidos nos trabalhos publicados. A primeira base indexa aproximadamente 4.309.121 trabalhos científicos e técnicos publicados em conferências (aproximadamente 3.000.000 de trabalhos publicados), revistas (1.000.000) e livros (15 mil)¹. A segunda é uma base de dados da editora Elsevier que indexa aproximadamente 250.000 artigos² com acesso aberto abrangendo áreas como saúde, engenharia, ciências sociais, ciência da computação, entre outras. A terceira base de dados envolve aproximadamente 160 mil conferências e 8.500 revistas em aproximadamente 150 áreas do conhecimento³, sendo considerada uma das bases mais utilizadas em revisões sistemáticas (Dal Pizzol et al., 2015). A quarta base de dados indexa aproximadamente 3 milhões de trabalhos, com aproximadamente 21 mil teses de estudantes do instituto MIT (Massachusetts Institute of Technology)⁴.

As estratégias de investigação adaptaram os termos de pesquisa para incluir as seguintes palavras-chave: “ubiquitous learning”, “ubiquitous computing”, “learning”, “education”, “aprendizagem ubíqua”, “computação ubíqua”, “aprendizagem” e o conectivo “and”. Restringimos os artigos aos idiomas inglês, português e espanhol disponíveis em revistas, livros e congressos. Os estudos incluídos nesta meta-análise atenderam aos

¹<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

²<http://www.sciencedirect.com/>

³www.webofknowledge.com

⁴<http://libraries.mit.edu/about/news/newsletter/>

critérios indicados na Tabela 1. Posteriormente avaliamos os seguintes atributos: (i) objetivo da pesquisa, identificamos o propósito geral de cada um dos trabalhos; (ii) método de pesquisa, verificamos o método de pesquisa utilizado como *survey*, experimento, entre outros; (iii) formação do indivíduo, averiguamos o nível de ensino (ensino fundamental, médio, superior, pós-graduação) das pessoas presentes na amostra dos trabalhos; (iv) uso de dispositivos ubíquos, observamos nos estudos os principais equipamentos utilizados em processos de aprendizagem ubíqua; (v) contexto educacional, buscamos nos trabalhos as circunstâncias de aprendizagem (aprendizado formal, não formal ou informal) em que foram realizadas as pesquisas. Foram excluídos os estudos qualitativos que não forneciam uma descrição detalhada dos resultados do processo de aprendizagem ubíqua, ou pareciam confiar mais na experiência do pesquisador do que nas observações de campo. O conjunto de resultados dessa etapa, possibilitou a identificação dos trabalhos que apresentavam especificamente nosso foco de interesse. Diante deles, organizamos uma nova análise considerando as seguintes questões de pesquisa: Como são avaliados os ambientes de aprendizagem ubíqua? Quais são as metodologias propostas para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem ubíqua? Quais são os sensores utilizados em ambientes ubíquos?

Tabela 1: Critérios de inclusão e exclusão de artigos

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Envolver processos de aprendizagem ubíqua como condição primária do trabalho	Tecnologias Ubíquas não utilizadas para fins educacionais
Utilizar tecnologias ubíquas no processo de aprendizagem	Artigos sem autoria
Artigos publicados entre janeiro de 2012 a dezembro de 2016	Artigos fora do contexto do estudo
	Artigos duplicados

A busca das palavras-chave nas bases de dados apresentou 4.325 resultados, incluindo 1.679 duplicatas que foram excluídas. Dos artigos selecionados a partir dos critérios da Tabela 1 obtivemos um total de 94 trabalhos, sendo que 69 foram publicados em eventos e 25 em periódicos que foram escritos por 284 autores, vinculados a 111 instituições de 34 países. Foram utilizadas 232 palavras-chave para indexar os trabalhos cuja amostra variou entre 1 e 13.600 pessoas, porém, alguns dos estudos não relataram o número de indivíduos participantes, somente 26 estudos relataram claramente o tamanho da amostra. A Figura 1 indica o número de estudos publicados em aprendizagem ubíqua por ano. É possível observar que houve uma redução significativa em 2013, porém, a frequência de publicação aumentou no período entre 2013 e 2015, acreditamos que o aumento ocorreu nesse período devido a maior disponibilidade e popularidade dos dispositivos móveis.

Como resultado da análise dos atributos, inicialmente organizamos 4 categorias para a análise do objetivo das pesquisas, sendo elas:

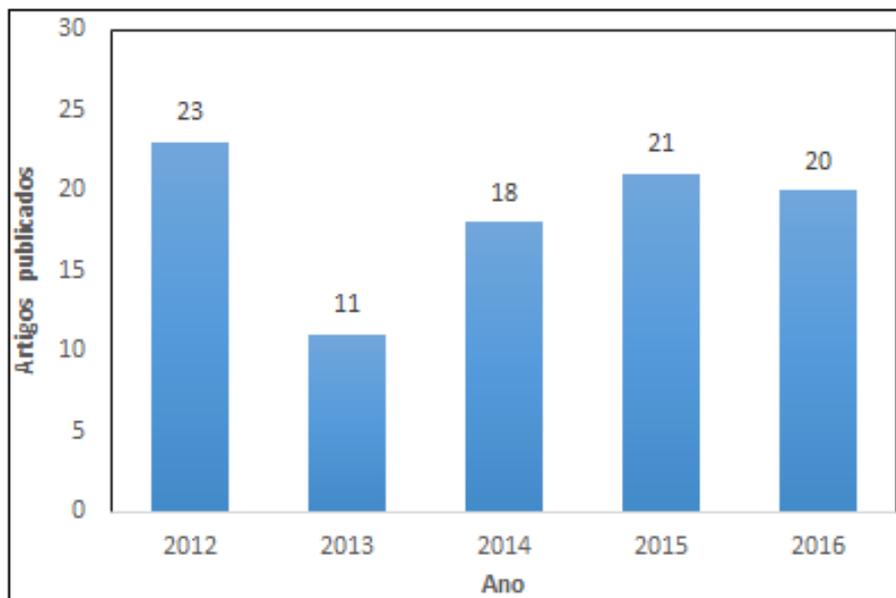


Figura 1: Total de artigos por ano

- **Objetivo 1:** análise do efeito da aprendizagem ubíqua, os estudos envolvidos nesta categoria preocuparam-se com métricas e metodologias para avaliar o uso de tecnologia ubíqua no processo de aprendizagem do indivíduo. A Tabela 3 indica que os trabalhos que estão relacionados ao Objetivo 1, utilizam como metodologia de pesquisa, principalmente, a revisão bibliográfica (7 artigos) e a metodologia descritiva (7 artigos). Estes trabalhos avaliaram os processos de AU por meio de instrumentos (questionários) propostos pelos próprios pesquisadores que foram aplicados em momentos específicos das atividades propostas (pré e pós testes). Os estudos relacionados a este objetivo investigaram o processo de aprendizagem ubíqua de forma geral e em determinados momentos da atividade, não proporcionando *feedback* sobre desempenho de forma ubíqua e personalizada para os indivíduos envolvidos na pesquisa. O estudo proposto nesta tese diferencia-se dos demais trabalhos ao utilizar a tecnologia ubíqua para analisar o perfil e personalizar o envio de mensagens de *feedback* sobre as ações das pessoas no ambiente em que estão realizando a atividade.
- **Objetivo 2:** desenvolvimento de ambientes de aprendizagem ubíqua, os estudos envolvidos nesta categoria desenvolveram novos métodos e metodologias para a construção de ambientes de aprendizagem ubíquos. Neste objetivo os pesquisadores utilizam como metodologia de pesquisa, principalmente, a descritiva (17 estudos) e o método experimental (16 estudos). Os estudos relacionados ao objetivo 2 apresentaram propostas de modelos computacionais de ambientes de AU. Em sua maioria, descreveram investigações relacionadas a estrutura do ambiente, destacando aspectos relacionados: (i) a segurança, proteção das informações dos

usuários e do seus dados; *(ii)* o armazenamento, mídias de gravação dos dados em nuvem, servidores locais, entre outros; *(iii)* funcionalidades, opções fornecidas pelo ambiente, como: opções de inserir conteúdo, dispositivos de comunicação entre o usuário e o meio no qual media os processos de AU (dispositivos móveis, computadores, ambientes virtuais); *(iv)* descrição dos componentes computacionais, elementos de *hardware* e *software*. Os autores afirmam que esses ambientes devem ser adaptáveis ao indivíduo, fornecer conteúdo personalizado, serem proativos e funcionar em diferentes dispositivos móveis. Porém, não descreveram ambientes que tratam a mudança de comportamento durante o processo de AU; bem como, não destacaram como verificam estes processos. Uma vez que Santaella (2014) afirma que o processo de aprendizagem ubíquo só pode ser verificado quando surge a oportunidade de colocá-la em prática. A pesquisa apresentada nesta tese se diferencia destes trabalhos ao apresentar detalhes do modelo relacionado ao tratamento da mudança de comportamento por meio do uso de tecnologias em ambientes de AU e também ao detalhar elementos que podem ser utilizados para avaliar o nível de motivação dos indivíduos que estão inseridos nesses meios.

- **Objetivo 3:** análise da influência das características do estudante no processo de aprendizagem ubíquo, os estudos envolvidos nesta categoria avaliaram como a personalização dos ambientes ubíquos pode influenciar o processo de aprendizagem. Neste objetivo os pesquisadores utilizam como metodologia de pesquisa, principalmente, o método experimental (6 estudos). Os estudos relacionados ao desenvolvimento de modelos e ambientes de aprendizagem ubíquos observam os seguintes elementos: perfil, localização, expectativas do indivíduo ao utilizar o ambiente, histórico e tempo na atividade e conteúdo que está sendo ministrado. Os sistemas devem se adaptar ao usuário por meio da análise dessas características, que em sua maioria são coletadas por dispositivos móveis. No entanto, os autores não analisam o impacto desses elementos na mudança de comportamento dos indivíduos. As características encontradas serão inseridas no Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC), conforme podemos observar no Capítulo 3.

Quanto a formação do indivíduo, podemos identificar três contextos educacionais:

- Educação formal, ensino institucionalizado, que desenvolve-se dentro de instituições escolares como universidades e escolas (Langhi and Nardi, 2009; Neto and Sales, 2015). Houve 61 estudos que investigaram a aprendizagem ubíqua em contextos de educação formal, sendo que 40 estudos foram aplicados no ensino superior, 11 no ensino fundamental e 10 não informaram. Com relação tecnologia, as instituições de ensino superior utilizaram na maioria dos estudos o *smartphone* (31 estudos), seguidos de *tablets* (8) e *notebook* (7), enquanto que nas escolas de ensino

Tabela 2: Distribuição dos dispositivos por contexto educacional. Sendo, PPG - Programa de pós-graduação; ENF - Educação Não-Formal; EI - Educação Informal; EF - Educação Formal; NI - Não Informado; EnsFund - Ensino Fundamental; e G - Graduação.

Equipamentos	EF			ENF	EI	NI	Total
	Graduação	PPG	EnsFund				
<i>Smartphone</i>	21	2	4	4	2	5	38
<i>Tablet</i>	7	0	5	3	1	2	18
<i>Notebok</i>	3	0	1	2		0	6
Câmera	1	0	0	0		0	1
NI	3	0	2	1	2	1	9
total	35	2	12	10	5	8	72

fundamental, os *tablets* foram os mais utilizados (5 estudos), sendo que 10 estudos não informaram a tecnologia que foi utilizada.

- Educação não formal, ensino organizado e sistemático, que, normalmente, não ocorre em ambientes de ensino institucionalizados, é menos hierárquico e burocrático que a educação formal (Gadotti, 2005; Bianconi and Caruso, 2005). Houve 9 estudos que investigaram a aprendizagem ubíqua em contextos de educação não formal. Com relação tecnologia, 4 estudos utilizaram *smartphone*, 2 *tablets* e 3 não informaram a tecnologia que foi utilizada.
- Educação informal, ensino não institucionalizado que ocorre espontaneamente no convívio com a família, amigos, colegas (Langhi and Nardi, 2009; Neto and Sales, 2015). Houve 9 estudos que investigaram a aprendizagem ubíqua em contextos de educação não formal. Com relação tecnologia, 5 estudos utilizaram *smartphone*, 1 *tablet* e 3 não informaram a tecnologia.
- Houve 15 estudos que não informaram o contexto educacional em que a aprendizagem ubíqua foi aplicada. Com relação tecnologia, 9 destes estudos utilizaram *smartphone*, 3 *tablet* e 3 não informaram a tecnologia.

(i);

Na análise sistemática identificamos que os *smartphone* e *tablets* são os dispositivos mais utilizados tanto em contextos de educação formal, as instituições de ensino superior, quanto em contextos de educação não formal, os *smartphones* são predominantes utilizados, porém, a frequência de uso é menor do que no contexto formal de instituições de ensino superior, conforme pode ser observado na Tabela 2. Devido a isso, viu-se a importância de utilizar os dispositivos ubíquos como forma de aferimento das ações dos indivíduos. Conforme visto na Tabela 2, os estudos utilizaram outros dispositivos em processos de aprendizagem ubíqua além de *smartphones*, *tablets* e *notebooks* como câmeras, televisão, entre outros, porém, com pouca frequência.

Tabela 3: Classificação e objetivo dos trabalhos relacionados a aprendizagem ubíqua

Objetivo	Análise do efeito da aprendizagem ubíqua	(Lucke and Rensing, 2014; Wives et al., 2016; Lopez et al., 2016; Wu et al., 2015; Ning et al., 2014; Brito et al., 2015; Laru et al., 2015; Yamada et al., 2015; Weal et al., 2012; Hung et al., 2012; Gilman et al., 2015; Arancibia and Rusu, 2014; Morrow, 2015; Hsu et al., 2016; Yang et al., 2012b; Li et al., 2012a)
	Desenvolvimento de ambientes de aprendizagem ubíqua	(Feng and Xu, 2013; Selviandro et al., 2016; Zaharakis et al., 2016; Li et al., 2016; Brito et al., 2015; Looi et al., 2015; Restrepo et al., 2012; Inthachot et al., 2013; McGreal, 2012; Thiprak and Kurutach, 2015; López et al., 2016a; Machado et al., 2015; Liang et al., 2014; Lee et al., 2012; Borner, 2012; Zhou et al., 2012; Rabello et al., 2012; Hijazi and Itmazi, 2013; Yang et al., 2012a; Laisema and Wannapiroon, 2014; Yushendri et al., 2015; Hwang et al., 2012; Bele et al., 2014; Marinagi et al., 2013; Ferreira et al., 2015; Valliyammai et al., 2015; Pernas et al., 2015; Dekdouk, 2012; Pires and Cota, 2016; Valenzuela-Valdés et al., 2016; Marçal et al., 2015b; Chen et al., 2013; Barbosa et al., 2014; Temdee, 2014; Leithardt et al., 2012; Li and Yuan, 2013; Bargaoui and Bdiwi, 2014; Chen et al., 2012; Alobaydi et al., 2016; Oliveira et al., 2016; López et al., 2016b; Ferreira et al., 2013; Hou et al., 2012; Carro et al., 2016)
	Análise da influência das características do aprendiz no processo de aprendizagem ubíquo	(Honarpisheh and Zualkernan, 2013; Lutfi et al., 2016; Marçal et al., 2015a; Wagner et al., 2014; Huang et al., 2012; Vianna et al., 2014; Li et al., 2012b; Sarmiento et al., 2012; de Sousa Monteiro et al., 2016; Li and Yuan, 2013)
	Revisão teórica	(Weal et al., 2012; Zaharakis et al., 2016; Yang et al., 2012a; Lucke and Rensing, 2014; Lopez et al., 2016; Brito et al., 2015; Laru et al., 2015; Gilman et al., 2015; Arancibia and Rusu, 2014; Selviandro and Septiana, 2016; Li et al., 2016; Looi et al., 2015; McGreal, 2012; Thiprak and Kurutach, 2015; Machado et al., 2015; Honarpisheh and Zualkernan, 2013; Marçal et al., 2015a)
Metodologia	Descritiva	(Ning et al., 2014; Li et al., 2012a; Feng and Xu, 2013; Restrepo et al., 2012; Inthachot et al., 2013; Laisema and Wannapiroon, 2014; Valliyammai et al., 2015; Pernas et al., 2015; Dekdouk, 2012; Pires and Cota, 2016; Barbosa et al., 2014; Temdee, 2014; Li and Yuan, 2013; Bargaoui and Bdiwi, 2014; Oliveira et al., 2016; Hou et al., 2012; Carro et al., 2016; Huang et al., 2012)
	Experimental	(Wives et al., 2016; Wu et al., 2015; Yamada et al., 2015; Hung et al., 2012; Morrow, 2015; Hsu et al., 2016; Yang et al., 2012b; López et al., 2016a; Liang et al., 2014; Lee et al., 2012; Borner, 2012; Zhou et al., 2012; Selviandro et al., 2016; Rabello et al., 2012; Yushendri et al., 2015; Hwang et al., 2012; Bele et al., 2014; Valenzuela-Valdés et al., 2016; Marçal et al., 2015b; Chen et al., 2013; Leithardt et al., 2012; Chen et al., 2012; Alobaydi et al., 2016; López et al., 2016b; Ferreira et al., 2013; Lutfi et al., 2016; Wagner et al., 2014; Vianna et al., 2014; Li et al., 2012b; Sarmiento et al., 2012; de Sousa Monteiro et al., 2016)
	Estudo de Caso	(Hijazi and Itmazi, 2013; Marinagi et al., 2013; Ferreira et al., 2015)

Os estudos relacionados a aprendizagem ubíqua destacam a utilização de tecnologias ubíquas como uma forma de agregar um novo acesso à informação.

de Sousa Monteiro et al. (2016) desenvolveram um ambiente *u-learning*, denominado *Youubi*, que é um aplicativo Android para *smartphones* que foi utilizado por um grupo de professores e estudantes de graduação. A metodologia utilizada foi a análise de questionários e relatórios, na qual os pesquisadores tinham como objetivo identificar e perceber a opinião dos estudantes e professores sobre os aspectos lúdicos e motivacionais do ambiente. Os resultados demonstraram que o *Youubi* pode ser aplicado em processos de aprendizagem ubíqua.

Li et al. (2012a); Mouri et al. (2015) descreve um sistema para auxiliar os usuários a armazenar seus registros de aprendizagem ubíqua para que possam revisá-los e analisá-los quando necessário. Além disso, este sistema, denominado SCROLL (*System for Capturing and Reminding of Ubiquitous Learning Log*) envia lembretes e recomendações de acordo com a localização do indivíduo.

Valliyammai et al. (2015) desenvolveram um sistema *u-learning* para recomendações personalizadas de material de estudo para os indivíduos. Este sistema fornece previsões e recomendações de conteúdo de estudo com base na afinidade do usuário com o material e na resposta as recomendações de outros usuários com perfil semelhante.

Yamada et al. (2015) investigaram a relação entre dados de instrumentos psicométricos e os processos de aprendizagem. Foram utilizados os seguintes métodos: (i) questionário MSLQ (*Motivated Strategies and Learning Questionnaire*) que avalia a motivação e a auto-eficácia do indivíduo; (ii) análise do número de páginas lidas pelos estudantes, número de anotações; (iii) análise do mapa conceitual. Os resultados mostram que os indivíduos que utilizam anotações e mapas conceituais têm melhor desempenho e maior motivação que alunos que não o fazem.

Hsu et al. (2016) desenvolveram um Sistema de suporte ao Aprendizado Ativo (*Active LEARNING Support System - ALESS*) para ambientes de aprendizagem ubíqua. O ALESS pode fornecer orientação e enviar atividades para os indivíduos. Os autores realizaram um experimento no Museu Nacional da Ciência de Taiwan para avaliar o desempenho do ALESS. Os resultados experimentais mostraram que, com a ajuda da ALESS, os alunos aprenderam com mais eficiência e alcançaram melhor desempenho de aprendizado.

Brito et al. (2015) avaliaram a influência de ambientes de aprendizagem ubíqua na motivação e no envolvimento de professores e alunos em atividades acadêmicas por meio de atividades em ambiente de aprendizagem ubíqua.

Li et al. (2012b) explorou a influência da personalização de ambientes de aprendizagem ubíqua a partir dos registros de localização, idade, histórico de atividades dos indivíduos no processo de aprendizagem.

A partir da análise desta revisão sistemática, observou-se a possibilidade de desenvolver o modelo MUSPMC em um ambiente de aprendizagem ubíquo por meio do uso

de dispositivos móveis. Haja visto que estudos analisados nesta revisão sistemática não descrevem ambientes que tratam a mudança de comportamento durante o processo de AU; não destacam como verificam estes processos; bem como não avaliam o impacto desses elementos na mudança de comportamento dos indivíduos. Uma vez que Santarella (2014) afirma que o processo de aprendizagem ubíqua só pode ser verificado quando surge a oportunidade de colocá-la em prática. A pesquisa apresentada nesta tese se diferencia dos demais trabalhos ao apresentar detalhes do modelo relacionado ao tratamento da mudança de comportamento por meio do uso de tecnologias persuasivas em ambientes de AU e também ao detalhar elementos que podem ser utilizados para avaliar o nível de motivação dos indivíduos que estão inseridos nesses meios. Acreditamos que nosso estudo pode colaborar no desafio de desenvolver ambientes de aprendizagem ao integrar elementos motivacionais persuasivos as ações e comportamentos das pessoas por meio da tecnologia, que possibilita uma análise constante destas ações.

2.3 Tecnologia Persuasiva

A persuasão é definida como uma tentativa de moldar, reforçar ou mudar comportamentos, sentimentos ou pensamentos sobre um problema, objeto ou ação (Hogan, 2010) Segundo Cialdini (2002), a persuasão pode ser obtida por meio de seis elementos: (i) reciprocidade, sentimento de obrigação em retribuir, nem sempre de forma vantajosa, uma gentileza recebida de outra pessoa; (ii) compromisso e coerência, compelido por pressões externas a se comportar de maneira condizente com o compromisso assumido; (iii) aprovação social, busca por indícios sobre o padrão de comportamento social a fim de guiar as decisões ou ações; (iv) afeição, tendência de aceitar pedidos de outros indivíduos que conhece e/ou tem afinidade; (v) autoridade, mudança de postura devido ao reconhecimento de hierarquia, especialidade ou prestígio de outra pessoa; (vi) escassez, tendência de valorizar produtos que têm pouca disponibilidade. A aproximação destas características a tecnologia fez surgir o campo teórico da Tecnologia Persuasiva (TP), definido por Fogg (2002) como um sistema computacional interativo, que é utilizado para tentar alterar o comportamento humano. Thelen and Smith (1996) define comportamento como um conjunto de reações que podem ser observadas face às interações propiciadas pelo meio no qual a pessoa está inserida. A TP relaciona-se diretamente com a mudança de comportamento que ocorre de forma consciente e voluntária a partir de situações nas quais o indivíduo exerce uma escolha perante um conjunto de interações (Insaurriaga, 2012). Fogg (2002) evidencia seis princípios atualmente utilizados para o desenvolvimento de TPs, conforme descritos na Tabela 4.

Segundo Fogg (2002), a principal vantagem da utilização das tecnologias persuasivas é a capacidade de adaptação do sistema ao perfil do indivíduo, de forma a adequar as estratégias do sistema conforme o comportamento da pessoa (Fogg, 2002). Fogg (2002)

Tabela 4: Princípios da Tecnologia Persuasiva (Fogg, 2002)

Nome do Princípio	Descrição
Princípio do Elogio	A tecnologia pode levar os usuários a serem mais abertos à persuasão ao oferecer elogios, por meio de palavras, imagens, símbolos ou sons.
Princípio da Causa e Efeito	As simulações podem persuadir as pessoas a mudar suas atitudes ou comportamentos, permitindo-lhes observar imediatamente a ligação entre causa e efeito.
Princípio da Atratividade	Uma tecnologia que é visualmente atraente para os usuários é provável que seja mais persuasiva.
Princípio da Conveniência	Experiências interativas que são fáceis de acessar (apenas um clique de distância em um dispositivo móvel) têm maior chance de ser persuasiva.
Princípio da Simplicidade Móvel	Aplicativos móveis que são fáceis de usar têm maior potencial para persuadir.
Princípio da Qualidade de Informação	A tecnologia que fornece informações atuais, relevantes e bem coordenadas têm maior chance para criar atitudes ou mudanças de comportamento.

lista outras vantagens das tecnologias quando comparadas aos seres humanos, são elas: *(i)* persistência, computadores não ficam decepcionados com reações negativas, portanto, podem persistir indefinidamente; *(ii)* anonimato, obtêm informações de forma anônima por meio de um sistema; *(iii)* manipulação de dados, capacidade de acessar, armazenar e manipular dados; *(iv)* mídias, a forma como a informação é transmitida torna-se mais persuasiva do que a própria informação; *(v)* dimensionamento, processamento de informação de acordo com a demanda; *(vi)* ubiquidade, capacidade de estar em vários lugares ao mesmo tempo, colocando a tecnologia em locais onde o persuasor humano não poderia estar.

De acordo com Portz et al. (2016) existem várias questões-chave que precisam ser analisadas durante o desenvolvimento ou avaliação de sistemas persuasivos: *(i)* a tecnologia não é neutra, pois está constantemente motivando as pessoas a agir ou se comportar de uma determinada maneira; *(ii)* indivíduos que avaliam cuidadosamente o conteúdo da mensagem podem ser mais difíceis de serem persuadidos que pessoas que avaliam a mensagem de forma superficial ou utilizam estereótipos para avaliá-la; *(iii)* a persuasão é muitas vezes incremental, isto significa que os sistemas que explicam passo a passo o processo para alcançar um comportamento alvo são mais persuasivos do que um sistema com um único processo; *(iv)* qualquer tendência no sistema persuasivo deve ser revelada para que o usuário não seja enganado; *(v)* os sistemas persuasivos devem evitar que os usuários percebam sua existência quando estão executando as tarefas no sistema (ubíquo); *(vi)* os sistemas persuasivos devem ser úteis e fáceis de usar.

De acordo com FOGG (2018), o número de *websites* e aplicativos cujo objetivo é a mudança de comportamento dos usuários está aumentando. Estes sistemas são utilizados

para diferentes fins, como: (i) comércio, (Shao and Oinas-Kukkonen, 2018) para o aumento no número de compras; (ii) saúde, aplicado na redução de lanches entre as refeições (Kaptein et al., 2012), para o tratamento de doenças crônicas não-transmissíveis (diabetes, pressão alta, entre outras) em idosos (Portz et al., 2016), para promover a prática de exercícios físicos (Matthews et al., 2016); (iii) eficiência energética (Şimşek et al., 2016), aplicado no uso eficiente de energia pelos usuários finais, (Kuznetsov and Paulos, 2010), para redução do consumo de água, (Haller et al., 2017) para redução do consumo de energia elétrica; (iv) em redes sociais, para aumentar seu uso (Ruas et al., 2017); (v) na educação, em processos de aprendizagem de jovens e adultos (Alvarez et al., 2017; Orji et al., 2018).

Hamari et al. (2014) desenvolveu uma revisão sistemática que fornece uma visão geral do estado da arte em relação às tecnologias persuasivas. Segundo o autor, os estudos analisados tentaram avaliar os seguintes aspectos motivacionais em TPs: (i) engajamento, (ii) consciência, (iii) prazer e (iv) atributos negativos. Além dos aspectos, Hamari et al. (2014) também define elementos persuasivos que podem ser utilizados para motivar uma mudança de comportamento dos indivíduos.

- **o engajamento**, avaliação da participação do indivíduo na atividade. Os seguintes estudos apresentam este aspecto:

Albaina et al. (2009) desenvolveram um treinador persuasivo virtual para incentivar idosos a caminhar. Nos resultados desse estudo podemos observar que os indivíduos se sentiram mais motivados a praticar mais exercícios com o apoio do sistema, porém, os números quantitativos não demonstraram um aumento na atividade física no tempo.

Faber et al. (2011) desenvolveram o Aulura que é um ambiente persuasivo para motivar as pessoas a aumentar sua atividade física. Aulura é sistema web que apresenta informações do ambiente de forma a atrair os usuários a interagir; analisa o progresso e estabelece metas para os indivíduos. Os autores realizaram uma avaliação empírica em um laboratório de simulação domiciliar que forneceu um *feedback* positivo em relação ao potencial do sistema para envolver os participantes em um serviço *online* de gerenciamento de estilo de vida.

Fabri et al. (2013) elaboraram um ambiente persuasivo para mudança de comportamento alimentar. O sistema web tem como objetivo fornecer dicas e receitas culinárias e incentivar as pessoas cozinhar com seus filhos. O método de análise foi o uso de questionários e diários alimentares. Os resultados mostram que, ao longo do estudo, a disposição das crianças para consumir frutas e legumes melhorou após o uso do sistema, apresentando satisfação na participação da preparação dos alimentos.

Filonik et al. (2013) desenvolveram uma ferramenta para monitoramento de energia de forma remota, denominado painel. O estudo tem como objetivo testar a suposição de que os participantes, tendo controle sobre sua configuração do painel, se envolvem e permanecem envolvidos com o consumo energético durante o teste. Os autores provaram sua hipótese ao destacar que houve impacto no consumo devido aos vínculos sociais ocasionados pelo compartilhamento de informação.

Foster et al. (2010) apresenta o *design* e a avaliação de um aplicativo persuasivo do Facebook projetado para motivar a atividade física no ambiente de trabalho. O estudo foi conduzido para determinar se as interações entre os usuários através do aplicativo motivaram o exercício físico ou simplesmente limitam-se ao monitoramento da atividade. Na condição social habilitada, os participantes puderam visualizar os dados dos uns dos outros e fazer comparações e comentários. Na condição não social, os participantes só podiam ver os dados pessoais. Como resultado o estudo apresentou um aumento significativo na atividade física quando a condição social foi habilitada.

Kehr et al. (2012) construíram um dispositivo interativo para treinamento de autocontrole, denominado Máquina de Chocolate. Este equipamento consiste em um recipiente cheio de bolas de chocolate embrulhadas que são enviadas ao indivíduo a cada período de tempo. O usuário pode comer ou devolvê-lo a máquina, sendo que ao colocar na máquina a pessoa expressa um pequeno ato de autocontrole. Os resultados demonstram que os usuários expressaram sentimentos positivos em relação ao treinamento e à máquina.

Thieme et al. (2012) desenvolveram o BinCam, sistema socialmente persuasivo para motivar a reflexão e a mudança comportamental no desperdício de alimentos e nos hábitos de reciclagem de jovens. O sistema substitui a lixeira da cozinha e registra automaticamente os itens descartados por meio de imagens digitais capturadas por um dispositivo móvel instalado na parte inferior da tampa do compartimento. As imagens capturadas são carregadas em um aplicativo da BinCam no Facebook, que podem ser exploradas por todos os usuários do sistema. Os resultados revelam um aumento na conscientização e na reflexão dos usuários sobre seu gerenciamento de resíduos e sua motivação para melhorar suas habilidades relacionadas a reciclagem de resíduos.

Miranda et al. (2013) desenvolveram um estudo que empregou uma combinação de duas formas de tecnologia persuasiva (vídeo e mensagens de texto) para fornecer experiências sobre o fato do indivíduo responder mensagens enquanto dirige. Os resultados sugerem que o uso de tecnologia persuasiva é eficaz para diminuir o comportamento de enviar mensagens enquanto dirige.

Ruijten et al. (2012) desenvolveram um sistema persuasivo de envio de *feedback*

por meio de um *avatar* em um ambiente doméstico para redução do consumo de energia elétrica. Os autores realizaram dois estudos: (i) investigação do uso de agentes persuasivos em ambientes físicos; (ii) análise da experiência e da eficácia de agentes persuasivos em ambientes virtuais. Os resultados indicaram que um agente persuasivo inserido em um ambiente familiar é tido como agradável.

- **a consciência**, tenta persuadir o indivíduo a manter ou mudar seu comportamento. Os seguintes estudos apresentam este aspecto:

Chittaro (2012) analisaram os efeitos persuasivos da simulação de riscos de voo por meio da construção de um jogo. A investigação concluiu que jogos que simulam experiências de risco podem ser uma ferramenta eficaz para mudar comportamentos em relação segurança pessoal em voos.

Gamberini et al. (2012) desenvolveram um jogo persuasivo denominado *EnergyLife* que envia *feedback* de consumo de energia elétrica e dicas sobre conservação de energia. As análises indicam que o *EnergyLife* foi bem aceito e eficaz no suporte a redução de consumo de energia elétrica.

- **o prazer**, proporciona atividades que sejam divertidas para o usuário. Os seguintes estudos apresentam este aspecto:

Berkovsky et al. (2012) construíram uma tecnologia adaptativa e persuasiva, para introduzir a atividade física em jogos de computador. O sistema permite que os jogadores recebam recompensas virtuais em troca da realização de atividade física que é monitorada por dispositivos sensoriais. Os resultados apontaram que os jogadores realizaram mais atividade sem afetar negativamente o prazer percebido da experiência de jogo.

Centieiro et al. (2011) projetaram um jogo persuasivo para induzir mudanças de comportamento com relação a consciência ambiental, denominado *Gaea*. Os resultados dos testes do sistema foram positivos, considerando tanto a jogabilidade quanto a capacidade persuasiva do sistema.

(Khalil and Abdallah, 2013) desenvolveram um aplicativo persuasivo para motivar os indivíduos a serem mais ativos fisicamente. A aplicação permite o auto-monitoramento e o compartilhamento das contagens do número de passos das pessoas. Os resultados apontaram que o recurso de compartilhamento de atividades físicas motivou os participantes a caminhar mais do que normalmente o fariam.

Kroes and Shahid (2013) propõem uma aplicação móvel para auxiliar na prevenção da obesidade por meio do uso de tecnologia persuasiva. O aplicativo incentiva os adolescentes a aumentar o consumo de frutas e reduzir a ingestão de comidas calóricas. Os resultados da avaliação mostram que os participantes percebem o

aplicativo como útil e fácil de usar. As influências sociais geradas pelo aplicativo contribuíram para uma mudança de atitude e comportamento com relação ao aumento no consumo de frutas e redução dos lanches.

- **os atributos negativos**, podem causar frustração sobrecarga cognitiva, ansiedade, pressão dos pares devido a competição, ameaça à autonomia pessoal e sentimentos de culpa por negligenciar o comportamento que está sendo persuadido a executar. Os seguintes estudos apresentam este aspecto:

Chittaro (2012) analisaram os efeitos persuasivos da simulação de riscos de voo por meio da construção de um jogo. O estudo apresentou como resultado que jogos que simulam experiências de risco podem ser uma ferramenta eficaz para mudar comportamentos em relação segurança pessoal em voos.

Nakajima and Lehdonvirta (2013) desenvolveram quatro estudos de caso com tecnologias persuasivas ubíquas para mudança de comportamento por meio de *feedback* personalizado: (i) Estudo 1: utiliza-se imagens de paisagens e da Mona Lisa para persuadir os indivíduos a praticar exercícios físicos. A figura é alterada conforme o usuário realiza atividades física, caso não pratique a imagem da Mona Lisa envelhece e a paisagem torna-se árida; (ii) Estudo 2: promove-se a melhora da higiene dental dos usuários por meio do ensino de práticas corretas de escovação. (iii) Estudo 3: destina-se a persuadir os indivíduos a organizar uma estante de livros comunitária. Esta investigação teve como objetivo motivar os usuários a manter os livros em ordem e a devolver livros em falta e a encorajar a leitura. Cada livro na prateleira estava conectado a um pedaço de uma imagem digital da Mona Lisa. Como em um quebra-cabeças, a imagem muda de acordo com a alteração na posição dos livros, se tornando uma espécie de espelho que reflete a situação atual da estante. (iv) Estudo 4: propõe-se a construção de um jogo com o objetivo de persuadir as pessoas a reduzir as emissões de CO_2 . Nestes estudos observamos que houve a alteração no comportamento dos indivíduos por meio da utilização de tecnologias persuasivas.

Segerstahl et al. (2010) descrevem um estudo de campo no qual o objetivo é analisar possíveis situações em que técnicas persuasivas não funcionam como esperado. O estudo investigou a funcionalidade persuasiva de um serviço Web para redução de peso. Os principais problemas identificados foram as situações que provocaram experiências negativas no usuário; e a inadequação de sugestões de alimentos e exercícios físicos.

Zwinderman et al. (2012) desenvolveram um jogo persuasivo para motivar as pessoas a praticarem atividade física de intensidade moderada. O jogo simula um barco virtual, no qual os indivíduos podem controlá-lo a partir dos movimentos de remo. No entanto, os resultados indicaram que as pessoas não apreciaram a experiência

na atividade, sendo assim, os autores não provaram a hipótese de que um jogo de *smartphone* pode ajudar as pessoas a se engajarem mais em atividades físicas moderadas.

Quanto aos elementos persuasivos, Hamari et al. (2014) identificou as seguintes ferramentas que podem influenciar a motivação e a mudança de comportamento dos indivíduos: (i) *feedback*, envio de mensagens por meio de vídeos e áudios; (ii) perfil do indivíduo, acesso e compartilhamento de informações e classificação do progresso da usuário com relação a de seus colegas; (iii) mensagens e lembretes persuasivos, aviso e/ou lembrete para realizar suas atividades; (iv) objetivos, relacionado ao foco de desenvolvimento do sistema persuasivo como parar de fumar, perder peso, entre outros; (v) recompensas, créditos, pontos, realizações, envio de um reforço positivo caso realize uma determinada ação; (vi) *display* público ou no ambiente do indivíduo, envio de mensagens com o *feedback* das ações dos indivíduos; (vii) agentes sociais, assistentes computadorizados persuasivos que interagem com o usuário durante a execução de suas atividades; (viii) competição, tabelas de classificação, *ranking*, disponibilização de dados dos indivíduos de modo que possam comparar suas ações com as de seus colegas; (ix) *emoticons* e expressões, envio de mensagens que contenham elementos persuasivos como reforços para que o indivíduo realize sua atividade; (x) sugestões, avisos, envio de mensagens para auxílio ou prevenção sobre alguma atividade; (xi) vídeo, uso de recursos visuais para persuadir o indivíduo a realizar uma ação ou atividade; (xii) reforço positivo, envio de recompensas, créditos, pontos quando a pessoa realiza uma determinada ação. Segundo o autor, dentre os recursos citados anteriormente, os mais utilizados em tecnologias persuasivas foram *feedback* de áudio e visual, tabelas de classificação, *ranking*, mensagens e lembretes persuasivos.

Apesar da revisão sistemática do Hamari et al. (2014) apresentar um mapeamento acerca de como as principais tecnologias persuasivas estão sendo utilizadas como ferramentas de motivação dos indivíduos, não foi possível identificarmos nos trabalhos citados nenhum modelo persuasivo que efetive de modo direto a mudança de comportamento dos indivíduos por meio de tecnologias persuasivas ubíquas. Neste sentido, encontramos no modelo desenvolvido por (Fogg, 2002) denominado *Fogg Behavior Model* (FBM), uma metodologia para mudança de comportamento, promovida por um sistema persuasivo que relaciona recursos tecnológicos a níveis de motivação e habilidade.

2.3.1 Modelo de Comportamento de Fogg

O modelo de comportamento de Fogg (do inglês, *Fogg Behavior Model - FBM*) considera a mudança de comportamento humana a partir da persuasão. Esta alteração está relacionada aos gatilhos que são recursos utilizados para induzir um indivíduo a realizar um determinado comportamento (Fogg, 2009). A escolha dos gatilhos a serem enviados vai depender do nível de habilidade e motivação da pessoa diante da tarefa pretendida.

Fogg (2009) afirma que a variação no nível de motivação ocorre a partir de três motivadores centrais: (i) prazer ou dor, o indivíduo executa uma determinada ação instantaneamente, pois as pessoas respondem ao que está acontecendo naquele instante de tempo, não pensam antes de realizar o comportamento; (ii) esperança ou medo, visa incentivar a antecipação de um comportamento, devido ao fato de que as pessoas o realizam a fim de antecipar algo bom ou evitar algo ruim; (iii) aceitação ou rejeição social, controla grande parte do comportamento social, pois a maioria das pessoas são motivadas a fazer determinadas tarefas para serem aceitas pela sociedade.

A habilidade é definida por Fogg (2009) como grau de competência do indivíduo para realizar um comportamento. Há duas maneiras de alterar a habilidade: melhorando a capacidade para executar o comportamento, ou reduzindo a complexidade da tarefa. Segundo (Fogg, 2009), a habilidade pode ser descrita em seis diferentes dimensões, também chamadas de elementos da simplicidade⁵, os quais são descritos a seguir: (i) tempo, mede qual a competência de um indivíduo no que tange sua disponibilidade temporal (momentânea, horária, diária, semanal, mensal, anual) para realização de uma determinada atividade; (ii) dinheiro, disponibilidade orçamentária; (iii) esforço físico, refere-se a competência física; (iv) ciclos de cérebro, competência cognitiva; (v) desvio social, conduta do indivíduo perante o que a sociedade avalia como correto; (vi) rotina, grau de divergência de uma atividade habitual.

O gatilho é definido por Fogg (2002) como recurso (lembretes, mensagens, alertas, notificações) utilizado para induzir o indivíduo a realizar um comportamento que é selecionado de acordo com o nível de motivação e habilidade do indivíduo. Os gatilhos podem ser divididos em três grupos de acordo com os níveis de motivação e habilidade do indivíduo: (i) *spark*, é adequado para indivíduos que têm pouca motivação e alta habilidade para realizar um comportamento alvo; (ii) *facilitator*, adequado para indivíduos que têm alta motivação e pouca habilidade. O objetivo deste gatilho é facilitar a execução de um comportamento do indivíduo; (iii) *signal*, é utilizado quando as pessoas têm motivação e habilidade para realizar o comportamento alvo, atuando como um lembrete, de forma a manter os níveis de habilidade e motivação, não objetivando motivar ou simplificar as atividades dos indivíduos.

Para atingir o comportamento alvo em um contexto persuasivo, o indivíduo deve estar motivado, ter habilidade para executar o comportamento e deve ser notificado (gatilho). O FBM afirma que os três fatores devem estar presentes no mesmo instante de tempo, para que o comportamento desejado ocorra (Dillahunt et al., 2008).

A Figura 2 apresenta os elementos que compõem o modelo persuasivo FBM e a relação entre eles. O eixo vertical representa a motivação e o eixo horizontal representa a habilidade da pessoa. A medida que a motivação e a habilidade aumentam, a possibilidade de alcançar o comportamento alvo também aumenta. Além disso, pode-

⁵redução da complexidade de uma atividade



Figura 2: O Modelo de Comportamento de Fogg e seus três fatores: motivação, habilidade e gatilho adaptado de (FOGG, 2018)

mos observar o limiar de ativação de comportamento, representado na figura pela linha azul em formato de curva. As posições que combinam a habilidade, a motivação e os gatilhos estão localizados neste limiar, sendo que acima dele estão os pontos que representam a execução do comportamento alvo. Em outras palavras, quando a combinação de motivação e habilidade coloca um ponto acima da linha de ativação, então o disparo de um gatilho possibilitará que a pessoa realize um comportamento alvo. Por outro lado, se o mesmo localiza-se abaixo deste limiar, então um gatilho não levará ao comportamento desejado. O FBM foi utilizado em áreas como: saúde (Gu et al., 2015), comércio (Parker et al., 2016), redes sociais (da Silveira and Nobre, 2016), sustentabilidade (Haller et al., 2017), entre outras.

Gu et al. (2015) analisaram as características de pacientes com fraqueza nos músculos dos pés para fazer um plano de reabilitação e treinamento. Para atingir o objetivo de treinamento, foi necessário que o paciente se sentisse motivado e dispusesse de habilidade para executar o comportamento. A habilidade foi estimada pelos parâmetros de caminhada que foram coletados pelos sensores conectados aos pacientes e a motivação foi analisada por meio do encorajamento dos pacientes a caminharem independentemente do problema e reforçada pelo exercício supervisionado, estimulação elétrica funcional e uso de videogame para tornar o treinamento mais acessível.

Haller et al. (2017) desenvolveram uma arquitetura para mudança de comportamento relacionado ao consumo de energia elétrica e investigaram os parâmetros e os fatores que resultam na mudança de comportamento. Porém, não explicam como mensuram a motivação e a habilidade, bem como não demonstram como construíram os gatilhos e quais gatilhos foram enviados aos indivíduos.

Sugarman and Lank (2015) utilizaram o FBM para analisar programas de conservação de energia elétrica implementados por empresas em Ontário, no Canadá. Os autores identificaram várias deficiências nos programas existentes e analisaram essas deficiências, juntamente com a aplicação do FBM para identificar uma série de possibilidades para

o desenvolvimento de tecnologias persuasivas. A metodologia consiste da aplicação de um questionário a fim de compreender o impacto desses programas no cotidiano dos indivíduos. Os resultados identificaram de forma qualitativa que a motivação está relacionada ao medo do aumento no valor da conta de energia elétrica. Já a habilidade está relacionada ao valor e a falta de conhecimento com relação às taxas e custos da conta de luz. Por fim, os autores destacam a importância do envio de gatilhos aos indivíduos bem como de mensagens com *feedback*. No entanto, esta investigação não apresenta um instrumento formal para análise do grau de motivação bem como não propõe uma metodologia para a construção de gatilhos. Esta tese se diferencia destes estudos ao propor um modelo para mensuração da motivação e uma metodologia para construção de gatilhos.

Assim, como podemos observar nesta Seção, o FBM consiste em um modelo conceitual que apenas descreve os fatores para a mudança de comportamento em sistemas persuasivos, porém, não detalha um modelo para avaliação do grau de motivação e também não viabiliza nenhuma metodologia para o desenvolvimento dos gatilhos. Diante dessa limitação associada à tarefa de análise da motivação, optamos por utilizar o conceito de motivação definido por Deci and Ryan (2000), que consiste em uma proposta mais ampla por considerar também fatores qualitativos que podem ser mensurados por meio de instrumentos e técnicas que foram definidos na literatura por (Deci and Ryan, 2008, 2000; Deci, 1987; Deci and Ryan, 1985). Além disso, o FBM também não propõe nenhum modelo computacional capaz de analisar a habilidade e a motivação do indivíduo. Em consequência disso, optou-se neste trabalho pelo uso do *SmartTrigger* proposto por Tolêdo (2016), que desenvolveu um *framework* para Tecnologias Persuasivas com base no FBM.

2.3.2 SmartTrigger

O *SmartTrigger* é um *framework* para o auxílio no processo de elaboração de estratégias de persuasão com base no *Fogg Behavior Model*. Este modelo associa a efetividade de um comportamento a níveis de motivação e habilidade do indivíduo diante de uma determinada tarefa, indicando que o mesmo pode ser persuadido a partir de um gatilho.

Uma vez que o disparo dos gatilhos depende do seu monitoramento e categorização, este *framework* propõe a discussão dos níveis de habilidade e motivação sob o ponto de vista matemático da *Lógica Fuzzy* (ver maiores detalhes no Anexo A). O *SmartTrigger* é um *framework* conceitual que oferece um modelo de aferição dos níveis de habilidade e motivação, bem como a indicação de gatilhos persuasivos oriundos do mapeamento em informação linguística das características de habilidade e motivação. No entanto, assim como o FBM, o *SmartTrigger* não especifica um método formal para a avaliação da motivação. Em consequência disso, optou-se neste trabalho pela associação com a Teoria da Autodeterminação (SDT) que consiste em uma metodologia para mensurar a

motivação a partir de instrumentos e técnicas psicométricas que foram definidos na literatura por (Deci and Ryan, 2008, 2000; Deci, 1987; Deci and Ryan, 1985).

2.4 Teoria da Autodeterminação

Muitas teorias psicológicas sociais (Kelley, 1967; Ormrod and Davis, 2004; Skinner, 1950; Watson, 1913; Bandura, 1986) tendem, de forma implícita ou explícita, a modelar, principalmente em contextos sociais, o comportamento, a motivação e as atitudes dos indivíduos. Esta teoria é denominada “modelo da ciência social padrão” da natureza humana (Tooby and Cosmides, 1992).

A Teoria da Autodeterminação (do inglês *Self-Determination Theory* – STD), também conhecida como teoria da motivação, é descrita por Deci (1987) como um *framework* para o estudo da motivação e da personalidade humana. O termo autodeterminação, surge de discussões filosóficas e psicológicas que ocorrem ao longo dos séculos sobre a forma como os seres humanos atuam no ambiente. Segundo Wehmeyer et al. (2017), um indivíduo autodeterminado desconsidera pressões sociais quando realiza suas ações em seu cotidiano, executando-as por conta própria e valorizando a sensação de liberdade ao realizá-las ao invés de esperar que aconteçam ou sejam realizadas por outras pessoas (Shogren et al., 2012).

A SDT pode ser dividida em três tipos: motivação intrínseca, extrínseca e falta de motivação, que foram descritas resumidamente na Tabela 5.

A motivação intrínseca é a realização de uma atividade por si, a fim de experimentar o prazer e satisfação inerentes a ela, os indivíduos experimentam a sensação de pouca tensão e pressão, usufruindo de emoções agradáveis, como gozo, sensação de liberdade e relaxamento durante o período em que estão concentrados na tarefa sem preocuparem-se com recompensas ou punições. De acordo com Vallerand (1997) há três fatores que influenciam a motivação intrínseca: (i) conhecimento, desenvolver uma atividade pelo prazer e satisfação que se experimenta ao aprender, explorar ou tentar entender algo novo. (ii) experiência por meio de estímulos, envolver-se em uma atividade para experimentar sensações agradáveis associadas principalmente aos sentidos (sensorial, estético); (iii) realização, engajar-se em uma determinada atividade pelo prazer e satisfação de tentar superar-se ou para realizar ou criar algo.

A motivação extrínseca refere-se a uma grande variedade de ações na qual os objetivos se estendem para além dos inerentes à própria atividade. Os indivíduos com esse tipo de motivação se sentem tensos e pressionados, pois seus objetivos dependem do seu desempenho, por exemplo, da aprovação de outras pessoas, portanto, o indivíduo não pode controlar o resultado dos seus objetivos. A motivação extrínseca pode ser classificada em quatro tipos de regulações que são processos de internalização das normas, regras e valores sociais (Ryan, 1993; Appel et al., 2010): (i) regulação integrada, a atividade é va-

lorizada e percebida como sendo escolhida por si, porém, a motivação ainda é extrínseca porque a tarefa é realizada como um meio para um fim. (ii) regulação identificada, o indivíduo escolhe a ação que irá realizar, porque é congruente com os seus valores e objetivos. A atividade é realizada por razões extrínsecas, mas é regulada internamente. (iii) regulação introjetada, a ação dos indivíduos é controlada e reforçada por fatores internos ao indivíduo como culpa, ansiedade ou emoções relacionadas a autoestima. (iv) regulação externa, a ação é regulada por recompensas ou a fim de evitar consequências negativas, independente da ação ser relacionada a recompensas ou punições, o indivíduo experimenta a obrigação de realizar a atividade.

O terceiro tipo de motivação denominado falta de motivação ocorre quando os indivíduos experimentam uma falta de conexão entre suas ações e os resultados, quando não estão motivados. As pessoas não são intrínseca ou extrinsecamente motivadas, pelo fato do indivíduo não encontrar nenhum propósito ou expectativa de recompensa ou possibilidade de mudança no curso dos acontecimentos, sendo o tipo de motivação menos autodeterminado. A falta de motivação pode ser vista como sentimentos de incompetência e descontrole. De acordo Vallerand (1997) há quatro fatores que podem influenciar a falta de motivação: (i) crenças de habilidade, pouca competência para realizar a atividade; (ii) convicções, a estratégia proposta não produzirá os resultados desejados; (iii) capacidade-esforço, a atividade é muito difícil e o indivíduo não quer esforçar-se para se envolver; (iv) crença de desamparo, percepção do indivíduo de que seu esforço não resultará na ação desejada devido a complexidade da tarefa.

Deci (1987) afirma que os tipos de motivação podem ser ordenados ao longo de um *continuum* que varia entre níveis mais baixos (Falta de Motivação) à níveis mais altos da autodeterminação (Motivação Intrínseca). Segundo os autores, a motivação intrínseca tem consequências mais positivas nas ações do indivíduo (autodeterminada), que a regulação integrada e identificada. Por outro lado, pode-se esperar também que a falta de motivação tenha um impacto mais negativo (não-determinado) que a regulação externa e introjetada no comportamento humano.

Tabela 5: Nível de autodeterminação ao longo do continuum da autodeterminação (adaptado de (Gagné and Deci, 2005)). Sendo controle de motivação definido como uma ação controlada por fatores internos ao indivíduo como sentimentos de culpa ansiedade; regulação e processos de regulação como processos de internalização de normas, regras e valores sociais.

Motivação	Regulação	Definição	Processo de Regulação	Controle de Motivação
Falta de Motivação	Sem Regulação	Experiência subjetiva de desconexão entre as crenças individuais e os resultados esperados do comportamento	Não intencional, sem valorização, sentimento de incompetência e falta de controle	Ausência de motivação
Motivação Extrínseca	Regulação Externa	Regulado por recompensas ou punições	Conformidade, recompensa e punição externa	Controlada
	Regulação Introjetada	Regulado por pressões internas como culpa, ansiedade ou emoções relacionadas com a autoestima	Autocontrole, autoestima depende do desempenho, envolvimento do ego, recompensa e punição externa	Moderadamente controlada
	Regulação Identificada	Indivíduo escolhe realizar a ação porque é congruente com os seus valores e objetivos	Importância pessoal, valorização consciente, importância dos objetivos, valores e regulações	Moderadamente Autônoma
	Regulação Integrada	ação valorizada e percebida como sendo escolhida pelo indivíduo, mas é realizada para um determinado fim	Coerência, consciência, síntese com si mesmo, coerência entre os objetivos e regulamentos	Autônoma
Motivação Intrínseca	Regulação Intrínseca	Prazer inerente à atividade	Interesse, prazer, satisfação inerente, interesse e prazer pela atividade	Autônoma inerente

2.4.1 Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation

Vallerand (1997) propôs um modelo para avaliar as consequências dos diferentes tipos e níveis da motivação nas ações do indivíduo. Este é denominado *Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation* - HMIEM e considera que há várias formas de mensurar a motivação do indivíduo. Estas avaliações estão relacionadas entre si e determinam o tipo de motivação (motivação intrínseca, extrínseca ou falta de motivação) perante uma atividade, contexto ou de forma geral. O modelo proposto pelo autor descreve que a motivação humana é influenciada por fatores humanos e não humanos disponíveis no ambiente social, denominados fatores sociais.

Deci (1987) afirmam que a motivação é afetada por mediadores que são necessidades psicológicas básicas. Os autores destacam que há várias necessidades psicológicas mas acreditam que as necessidades de competência, autonomia e afinidade são conceitos centrais para entender a regulação do comportamento (Vallerand, 1997).

A competência é a capacidade de interagir, se engajar e manipular o meio ambiente

de forma eficaz. A autonomia é a liberdade de escolha entre várias ações de acordo com o desejo do indivíduo em se envolver em atividades de sua própria escolha. Por fim, afinidade refere-se a ligações interpessoais e vínculos desenvolvidos entre indivíduos. As auto-percepções das pessoas sobre sua competência, autonomia e afinidade representam um importante mediador psicológico dos fatores sociais nos níveis de motivação *situacional*, *contextual* e *global*, conforme pode ser observado na Figura 3.

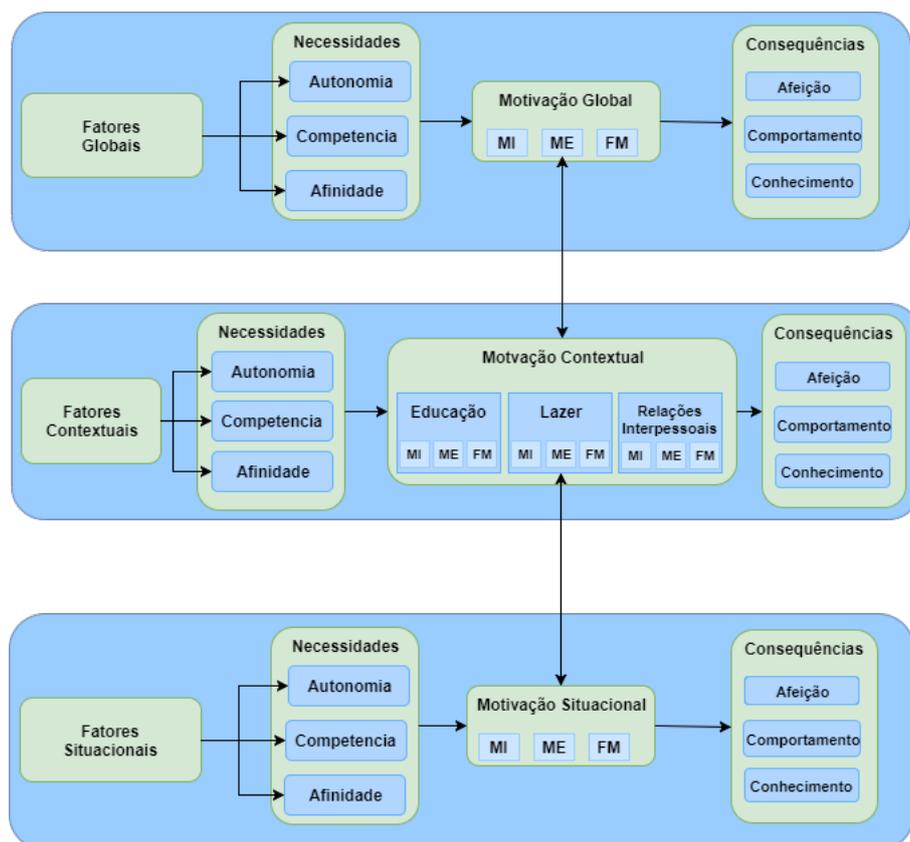


Figura 3: Modelo hierárquico de motivação intrínseca e extrínseca adaptado de (Valle-Brand, 1997).

O nível situacional refere-se a motivação dos indivíduos no momento em que estão envolvidos em uma atividade. Os fatores sociais neste nível são denominados de fatores situacionais e seu impacto está limitado ao momento em que a tarefa é realizada. Os fatores situacionais influenciam a auto-percepção do indivíduo em relação a sua competência, autonomia ou afinidade que por sua vez podem alterar o tipo de motivação e a autodeterminação do sujeito. O nível situacional é o mais instável, pelo fato de que a motivação neste nível varia a cada atividade.

Para que os fatores situacionais tenham efeito duradouro, estes elementos devem ser apresentados de forma regular (com maior frequência) em um contexto específico da vida do indivíduo, tornando-se fatores contextuais. Neste trabalho o conceito de contexto está de acordo com o definido por Emmons (1995) que o caracteriza como uma área distinta da atividade humana, que pode ser educacional, lazer, relações interpessoais, entre outras.

O nível contextual refere-se a motivação do indivíduo em um contexto específico.

O nível global é composto por vários contextos da vida e por diversos correlatos psicológicos do indivíduo. Os fatores globais referem-se a elementos sociais que estão presentes na maioria dos contextos em que o indivíduo está envolvido, tais fatores podem afetar a motivação global que é o nível mais estável do indivíduo, ou seja, a motivação neste nível não varia a cada atividade que o indivíduo realiza ou contexto em que está inserido.

Vallerand (1997) afirma que há um fluxo bidirecional entre os níveis hierárquicos da motivação. O efeito *top-down* ocorre entre o nível mais alto e o que está imediatamente abaixo, ou seja, a motivação global afeta a motivação contextual, que, por sua vez, afeta a motivação situacional, assim como há um efeito *bottom-up* entre os níveis de motivação, no qual a situacional influenciará na contextual que por sua vez interfere no nível global. No entanto, há circunstâncias em que a motivação no nível global pode impactar no situacional, isso pode ocorrer quando os fatores situacionais são fracos ou quando o indivíduo não consegue perceber a relação entre a tarefa que está sendo realizada e o contexto em que está envolvido.

Os tipos motivacionais (motivação intrínseca, extrínseca e falta de motivação) podem produzir consequências cognitivas, afetivas ou de natureza comportamental em todos os níveis de motivação, pois diferentes motivações produzem resultados distintos no indivíduo, que são determinados, principalmente, por motivações nos níveis contextuais relevantes. Assim, o papel de mediador das auto-percepções das necessidades do indivíduo não se limita apenas ao nível situacional, mas se aplica a todos os níveis da hierarquia. As necessidades são definidas por Deci and Ryan (2000, p.229) como

“nutrientes psicológicos inatos que são essenciais para o crescimento, a integridade e o bem-estar psicológico”.

Como podemos observa nesta Seção o HMIEM não utiliza modelos computacionais para modelar o processo de análise dos diferentes tipos motivação do indivíduo durante a execução de suas atividades em suas variadas situações, contextos de vida ou de forma geral. Devido a isso, integramos neste trabalho o modelo computacional desenvolvido por Chame et al. (2018), cujo objetivo é avaliar as consequências em seus diferentes tipos e níveis de motivação por meio de uma rede neural de atração contínua (do inglês, Continuous Attractor Neural Network – CANN), denominada Modelo Computacional Dinâmico de Motivação (do inglês Dynamic Computational Model of Motivation – DCMM).

2.4.2 Dynamic Computational Model of Motivation

O Modelo Computacional Dinâmico de Motivação, (do inglês Dynamic Computational Model of Motivation) – DCMM foi construído por Chame et al. (2018) a partir do modelo HMIEM e modela a hipótese de continuidade entre os tipos de motivação por meio de uma Rede Neural de Atração Contínua (do inglês, Continuous Attractor Neural

Network) – CANN, conforme pode ser observado na Figura 2.4.2. De acordo com Trappenberg (2003), a CANN é um tipo especial de redes neurais atrativas que são utilizadas para descrever sistemas dinâmicos com conexões de *feedback*, na qual os neurônios que estão próximos se atraem enquanto os que estão distantes se repelem (Trappenberg, 2003).

A motivação foi codificada no DCMM em um espaço contínuo unidimensional por um conjunto de unidades neurais alinhadas na rede de acordo com os tipos de motivação, sendo que cada tipo é representado por uma única unidade neuronal. Chame et al. (2018) incrementaram o modelo HMIEM com os seguintes elementos: (i) Camada de Necessidades de Tarefa (do inglês, *Task-Needs Layer*) – TNL, modela o impacto ou a importância dos mediadores (autonomia, competência e afinidade) durante a execução de uma determinada atividade, em relação aos fatores internos e externos, como: as características da tarefa, condições em que as atividades devem ser realizadas, entre outras. A TNL foi inserida no nível situacional por relacionar-se com a especificidade da tarefa; (ii) Camada de Ativação de Contexto (do inglês, *Context Activation Layer*) – CAL representa a ativação de contextos de vida. A influência do nível de contexto no nível de motivação global é modelada pela CAL por meio da camada M_c , que agrega as contribuições do nível contextual de forma separada, a fim de demonstrar que os fatores contextuais são variáveis, se repetem regularmente e afetam momentos específicos da vida.

Os tipos Falta de Motivação FM , Regulação Externa $RExt$, Regulação Introjetada $RIntro$, Regulação Identificada RId , Regulação Integrada $RInt$ e Motivação Intrínseca MI estão relacionados no DCMM às unidades $i \in [1, 6]$. Os neurônios foram atribuídos a um valor v_i tal que $v_1 \leq v_i \leq v_6 \mid i \in [1, 6], i \in \mathbb{N}, v_i \in \mathbb{R}$, sendo que v_1 representa a falta de motivação e v_6 a motivação intrínseca. Na Eq. 1, $\tau \frac{\delta_i(t)}{\delta t}$ é a dinâmica de mudança contínua da ativação $h_{i(t)}$ de uma unidade de motivação i experienciada pelo indivíduo no tempo t , cujo o valor v_i é determinado a partir do seu próprio relaxamento $h_{i(t)}$, da entrada externa $\varsigma u_{i(t)}^{ext}$ e da entrada recorrente de outros neurônios $f_{j(t)}$, tal que:

$$\tau \frac{\delta_i(t)}{\delta t} = -h_{i(t)} + \rho \sum_{j=1} (w_{i,j} + \epsilon) f_{j(t)} + \varsigma u_{i(t)}^{ext}, \quad (1)$$

onde τ é a constante de tempo sináptica, ρ e ς são fatores de escala, ϵ é uma constante de inibição global, que descreve o efeito de inibição interneurônios, $f_{j(t)}$ é a taxa de ativação do neurônio, $u_{i(t)}^{ext}$ representa a entrada externa do sistema e $w_{i,j}$ são pesos sinápticos que conectam uns neurônios aos outros. O peso da interação $w_{i,j}$ entre as unidades i e j decai rapidamente com a distância entre as unidades, o que indica que os estados semelhantes têm conexões mais fortes. Na Eq. 2, a variável $w_{i,j}$ foi definida como uma função Gaussiana, onde o parâmetro σ controla a intensidade dos neurônios. Uma vez que $w(i, j)$ depende de $(v_j - v_i)$, as interações recorrentes são invariantes translacionais, ou seja, a CANN contém um grupo de estados contínuos estacionários que formam

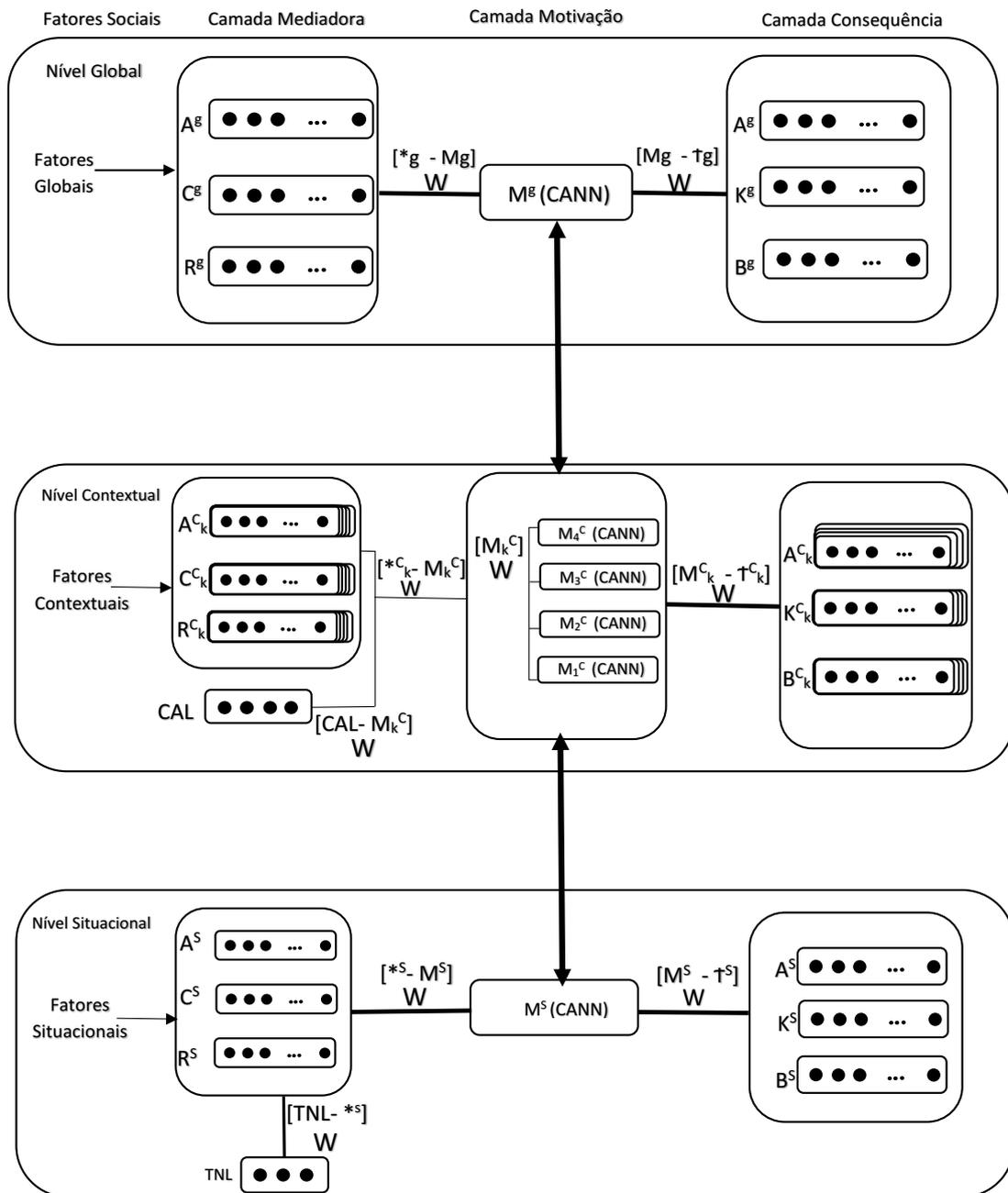


Figura 4: Modelo Computacional Dinâmico de Motivação (DCMM). Na camada de mediadores estão representadas a autonomia (A), a competência (C) e a afinidade (R). Os níveis de motivação foram representados pelos sobrescritos: (g) global, (c) contextual e (s) situacional. As camadas de motivação foram denotadas por M. No nível contextual, o subscrito k corresponde aos contextos: educação ($k = 1$), relação interpessoal ($k = 2$), lazer ($k = 3$) e sem contexto ($k = 4$). A camada de motivação M_c une as contribuições das camadas de contexto em um determinado instante de tempo, conforme representado na camada CAL. As camadas de consequências foram representadas por: afeto (A), conhecimento (K) e comportamento (B). A camada TNL modula o impacto instantâneo dos mediadores (autonomia, competência e afinidade) no nível situacional da motivação (Chame et al., 2018).

uma variedade no espaço de estados, que tornam o modelo neutro e estável. Desse modo, uma CANN pode mapear suavemente as mudanças de estados induzidos por entradas externas.

$$w_{(j,i)} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(v_j - v_i)^2}{\sigma\sqrt{2\pi}}\right) \quad (2)$$

A ativação de uma unidade neuronal no DCMM e das camadas de motivação de outros níveis da hierarquia foram representadas pela Eq.2.4.2. Os níveis de motivação são calculados a partir do método de escalonamento de tempo de Euler (Zhang and Shu, 2011b,a) descrito na Eq. 1.

A ativação do neurônio i na camada de motivação situacional é definida por $h_{i(t)}^{M^s}$ e representada na Eq. 3, a contextual por $h_{i(t)}^{M^c}$ na Eq. 4 e a global por $h_{i(t)}^{M^g}$ pela Eq. 5. Nestes cálculos, o tempo é denotado por t , a variação do tempo é denotada por δt , funções de taxa de ativação por f , matrizes de peso por W , fatores de escala por γ e constantes de inibição global são denotadas por ϵ . As constantes de tempo em cada nível da hierarquia são definidas de modo que $\tau^s < \tau^c < \tau^g$, pelo fato de que Vallerand (1997) afirma que o estado de motivação é cada vez mais estável do nível situacional ao global. A ativação das camadas de consequência $\dagger \in F^*, K^*, B^*$ estão presentes nos três níveis de hierarquia $* \in s, c, g$ e são definidas pela Eq. 6.

$$h_{i(t+\delta t)}^{M^s} = \left(1 - \frac{\delta t}{\tau^s}\right) h_{i(t)}^{M^s} + \frac{\delta t}{\tau^s} \left(\sum_j (W_{ji}^{[M^s]} + \epsilon^s) f_{j(t)}^{M^s} + \gamma_1 \sum_j W_{ji}^{[A^s-M^s]} f_{j(t)}^{A^s} \right. \\ \left. + \gamma_2 \sum_j W_{ji}^{[C^s-M^s]} f_{j(t)}^{C^s} + \gamma_3 \sum_j W_{ji}^{[R^s-M^s]} f_{j(t)}^{R^s} + \gamma_4 h_{i(t)}^{M^c} \right), \quad (3)$$

$$h_{ik(t+\delta t)}^{M^c} = \left(1 - \frac{\delta t}{\tau^c}\right) h_{ik(t)}^{M^c} + \frac{\delta t}{\tau^c} \left(\sum_y \sum_j (W_{ji}^{[M_y^c-M_k^c]} + \epsilon_{yk}^c) f_{jy(t)}^{M^c} + \gamma_{5k} \sum_j W_{ji}^{[A_k^c-M_k^c]} \right. \\ \left. f_{jk(t)}^{A^c} + \gamma_{6k} \sum_j W_{ji}^{[C_k^c-M_k^c]} f_{jk(t)}^{C^c} + \gamma_{7k} \sum_j W_{ji}^{[R_k^c-M_k^c]} f_{jk(t)}^{R^c} + \gamma_{8k} h_{i(t)}^{CAL} h_{i(t)}^{M^s} + \gamma_{9k} h_{i(t)}^{M^g} \right), \quad (4)$$

$$h_{i(t+\delta t)}^{M^g} = \left(1 - \frac{\delta t}{\tau^g}\right) h_{i(t)}^{M^g} + \frac{\delta t}{\tau^g} \left(\sum_j (W_{ji}^{[M^g]} + \epsilon^g) f_{j(t)}^{M^g} + \gamma_{10} \sum_j W_{ji}^{[A^g-M^g]} f_{j(t)}^{A^g} \right. \\ \left. + \gamma_{11} \sum_j W_{ji}^{[C^g-M^g]} f_{j(t)}^{C^g} + \gamma_{12} \sum_j W_{ji}^{[R^g-M^g]} f_{j(t)}^{R^g} + \gamma_{13} h_{i(t)}^{M^c} \right), \quad (5)$$

$$h_{i(t+\delta t)} = \sum_j W_{ij}^{[M^*-1]} h_{j(t)}^{A^*} f_{i(t)}^\dagger. \quad (6)$$

No modelo DCMM assume-se que as construções dos mediadores de autonomia, competência e afinidade são mensuráveis em uma escala contínua unidimensional, de modo que as unidades de neurônios em uma camada particular funcionam como atratores, codificando um valor específico no *continuum* da teoria da autodeterminação. Conforme podemos observar na camada de mediadores da Figura 2.4.2, as unidades que estão mais à esquerda representam valores de baixa intensidade de autonomia, competência ou afinidade enquanto que o neurônio mais à direita representa um valor de intensidade máxima. Desse modo, os pesos de conexão entre a camada de mediadores e a camada de motivação são configurados para ativação no espaço do mediador que é projetado para o espaço de motivação. Os valores v_i^* na camada de mediadores podem ser atribuídos em conformidade com a Eq. 7:

$$v_i^* = v_1 + (i - 1) \frac{(v_6 - v_1)}{n - 1}, \quad (7)$$

onde v_1 e v_6 são os valores dos neurônios extremos da camada de motivação, respectivamente, falta de motivação e motivação intrínseca, n é o número de unidades da camada do mediador. Os neurônios das camadas de consequências (afeto, cognição e comportamento) representam a saída do DCMM.

O DCMM não apresenta estratégias para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade de forma ubíqua, bem como não utiliza tecnologias persuasivas ubíquas para avaliar a motivação. Devido a isso, nesta proposta de tese propomos o desenvolvimento de um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas, aqui denominado de Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC). Para tanto, faz-se necessário uma revisão sistemática com o objetivo de identificar quais fatores situacionais ubíquos podem ser utilizados para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade em nível situacional.

2.4.3 Estado da arte - Teoria da Autodeterminação

De modo a desenvolver o Modelo Ubíquo para Tecnologia Persuasiva para Mudança Comportamental (MUSPMC) inicialmente foi realizada uma revisão sistemática com o objetivo de identificar os estudos disponíveis relacionados ao conceito de “Teoria da Autodeterminação”, de forma a reconhecer lacunas existentes e fornecer um conjunto de fatores situacionais utilizados para mensurar as necessidades de autonomia, competência

e afinidade. O procedimento de coleta e análise dos dados foi baseado no protocolo de Wu et al. (2012). Identificamos os artigos nas seguintes bases de dados bibliográficos: *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*, *Science Direct*, *Web of Science*, *Massachusetts Institute of Technology Libraries (MIT Libraries)*.

As estratégias de investigação adaptaram os termos de pesquisa para incluir as seguintes palavras-chave: “Self-determination Theory”, “learning”, “education”, “Teoria da Autodeterminação”, “aprendizagem”, “educação” e o conectivo “and”. Restringimos os artigos aos idiomas inglês, português e espanhol disponíveis em revistas, livros e congressos. Os estudos incluídos nesta meta-análise atenderam aos critérios indicados na Tabela 6.

Posteriormente avaliamos os seguintes atributos: (i) objetivo da pesquisa, identificamos o propósito geral de cada um dos trabalhos; (ii) método de pesquisa, exploramos o método de pesquisa (*survey*, experimento, entre outros); (iii) fatores situacionais para avaliar necessidades psicológicas, analisamos os fatores utilizados para avaliar as necessidades de autonomia, competência e afinidade.

Foram excluídos os estudos qualitativos que não forneciam uma descrição detalhada dos resultados ou pareciam confiar mais na experiência do pesquisador do que nas observações de campo. O conjunto de resultados dessa etapa, possibilitou a identificação dos trabalhos que apresentavam especificamente nosso foco de interesse. Diante deles, organizamos uma nova análise considerando as seguintes questões de pesquisa: Como são avaliadas as necessidade de autonomia, competência e afinidade? Quais são as metodologias propostas para a avaliação dos níveis de motivação? Quais são os fatores situacionais utilizadas para avaliar a motivação? Quais modelos foram desenvolvidos para analisar a motivação? Quais ferramentas estão sendo empregadas para mensurar os níveis e tipos de motivação?

Tabela 6: Características relacionadas à necessidade de Competência

Crítérios de Inclusão	Crítérios de Exclusão
Envolver a teoria da autodeterminação como condição primária do trabalho.	Teoria da autodeterminação não utilizada para fins educacionais.
Utilizar teoria da autodeterminação no processo de aprendizagem.	Artigos sem autoria.
Artigos publicados entre janeiro de 2008 e dezembro de 2016.	Artigos fora do contexto do estudo.
Artigos Completos	Artigos duplicados.

A busca das palavras-chave nas bases de dados apresentou 1099 resultados, incluindo 358 duplicatas que foram excluídas. Dos artigos selecionados a partir dos critérios da Tabela 1 obtivemos um total de 69 trabalhos, sendo que 12 foram publicados em eventos e 53 em periódicos e 4 teses que indexaram 186 palavras-chave. A Tabela 5 indica o número de estudos publicados em SDT por ano. É possível observar que a publicação nos

4 primeiros anos do período exibido, em geral, tem menor frequência que os 4 últimos anos.

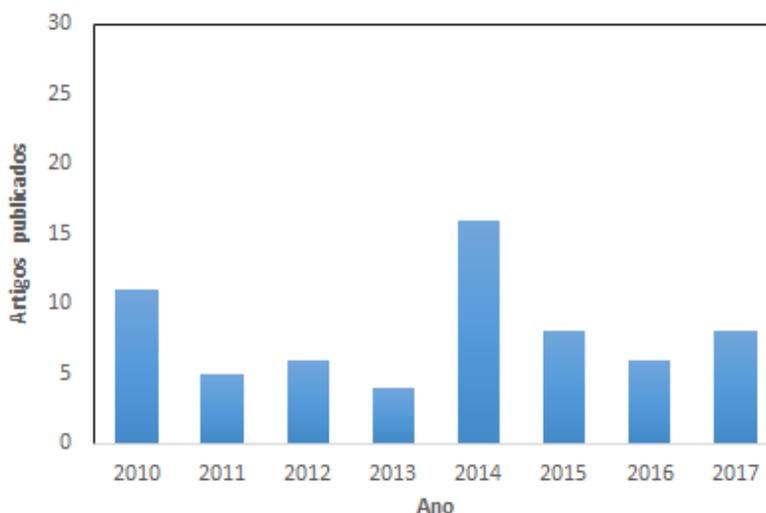


Figura 5: Total de artigos por ano

Como resultado da análise dos atributos, inicialmente organizamos 4 categorias para a análise dos objetivos das pesquisas, sendo elas:

- **Objetivo 1:** desenvolvimento de modelos motivacionais, os estudos envolvidos nesta categoria desenvolveram novos métodos e metodologias para a análise da motivação e das necessidades psicológicas. A Tabela 7 indica que os trabalhos que estão relacionados ao Objetivo 1, utilizam como metodologia de pesquisa, principalmente, a pesquisa experimental (9 estudos), sendo apresentadas propostas de instrumentos para análise da motivação. Em sua maioria, as pesquisas descreveram validações dos constructos propostos, destacando aspectos relacionados a sua confiabilidade e validade. Porém, os autores não descreveram modelos que utilizam tecnologias em seu processo de análise dos diferentes tipos e níveis de motivação do indivíduo durante a execução das atividades em seus variados contextos de vida. A pesquisa apresentada nesta tese se diferencia destes trabalhos ao apresentar detalhes do modelo relacionado ao tratamento da mudança de comportamento por meio do uso de tecnologias ubíquas em ambientes de AU e também ao detalhar fatores situacionais que possam ser utilizados para avaliar o nível de motivação dos indivíduos que estão inseridos em ambientes de Aprendizagem Ubíqua.
- **Objetivo 2:** afinidade, analisamos a influência da afinidade na motivação dos indivíduos. A Tabela 7 indica que os trabalhos que estão relacionados a este objetivo, utilizam como metodologia de pesquisa, apenas, o método experimental (2 estudos). As pesquisas presentes nesta categoria identificaram fatores situacionais que possibilitam a mensuração da afinidade, avaliando-a por meio de instrumentos (questionários) propostos pelos próprios pesquisadores que foram aplicados em

momentos específicos das atividades propostas (pré e pós testes). Os estudos relacionados ao Objetivo 2 não utilizam tecnologia para avaliar a afinidade. A pesquisa proposta nesta tese diferencia-se dos demais trabalhos ao empregar a tecnologia ubíqua na aferição do nível de afinidade dos indivíduos durante a execução de uma determinada tarefa.

- **Objetivo 3:** competência, verificamos a interferência da competência na motivação dos indivíduos. A Tabela 7 indica que os trabalhos que estão relacionados a este objetivo utilizam, com maior frequência, o método experimental (4 estudos). As pesquisas presentes nesta categoria identificaram fatores situacionais que possibilitam a mensuração da competência por meio de instrumentos psicométricos (questionários) propostos pelos próprios pesquisadores que foram aplicados em momentos específicos das atividades propostas (pré e pós testes). Os estudos relacionados a este objetivo não utilizam tecnologia para avaliar a competência. A pesquisa proposta nesta tese diferencia-se dos demais trabalhos ao utilizar a tecnologia ubíqua para aferir o nível de competência dos indivíduos durante a execução de uma determinada tarefa.
- **Objetivo 4:** autonomia, verificamos a interferência da autonomia na motivação dos indivíduos. A Tabela 7 indica que a maioria dos trabalhos relacionados a Teoria da Autodeterminação estão relacionados a necessidade de autonomia. Esses estudos utilizam com maior frequência o método experimental (10 estudos). Os estudos presentes nesta categoria identificaram fatores situacionais que possibilitam a mensuração da autonomia por meio de instrumentos (questionários) propostos pelos próprios pesquisadores que foram aplicados em momentos específicos das atividades propostas (pré e pós testes). Os estudos relacionados a este objetivo não utilizam tecnologia para avaliar a autonomia. A pesquisa proposta nesta tese diferencia-se dos demais trabalhos ao propor a utilização de tecnologia ubíqua para aferir o nível de autonomia dos indivíduos durante a execução de uma determinada tarefa.

Quanto às necessidades psicológicas, identificamos na literatura os seguintes fatores situacionais que podem ser utilizados para aferí-las: (i) autonomia, *feedback*, informação, recompensa ou reforço após a execução de uma tarefa; *self-monitoring*, uso de sensores para que o indivíduo possa monitorar seu comportamento; experiência na atividade, conhecimento prévio da ação; opção de escolha, possibilita ao indivíduo escolher o que deseja realizar no âmbito da tarefa; valorização, importância da atividade para o indivíduo; tempo, tempo em que a pessoa está envolvido na ação; perfil do indivíduo, são consideradas os dados demográficos (idade, gênero, ocupação, etc); *self-concept*, auto-percepção do sujeito na ação; engajamento, avalia a participação do indivíduo na tarefa, apresentados na Tabela 9. (ii) competência, experiência na atividade; dados demográficos; frequência,

tempo em que o indivíduo está envolvido na tarefa; *feedback*; nível, avalia o grau de dificuldade da atividade; interação com o ambiente, a periodicidade de tempo que a pessoa dedica a tarefa; orientação, informação que o indivíduo recebe durante a execução de uma ação, expostos na Tabela 8. (iii) afinidade, redes sociais, atividades realizadas nas redes sociais que estão relacionadas a atividade; *feedback*; cultura, crenças, costumes, hábitos e capacidades sociais; atividades em grupo, tarefas que os indivíduos realizam com outras pessoas; *self-monitoring*, uso de sensores para que o indivíduo possa monitorar seu comportamento.

Os estudos de Firssova et al. (2014); Calvo et al. (2014); Klymchuk (2014); Tamborini et al. (2010); Seth (2010); Núñez and León (2017a); Mik (2016); Núñez and León (2017b); Nie et al. (2015); Gillet et al. (2012a); Vallerand and Lalande (2011); Zhang et al. (2011) avaliaram apenas o conceito da SDT, não especificando quais foram os fatores situacionais avaliados e não analisaram as necessidades básicas. As pesquisas Taylor (2015); Simons (2016); Piper (2013) avaliaram a SDT por meio *feedback*. Cho et al. (2013); Valero et al. (2014) consideraram o *self-monitoring* para mensurar a motivação. Bice et al. (2016); Wininger and Birkholz (2013) analisaram o *feedback* e o *self-monitoring* para medir a motivação. Wati and Koo (2012) avaliou a motivação por meio do engajamento do indivíduo na atividade. (Koo and Chung, 2014) analisou a influência dos elementos sociais de acordo com o gênero e utilizaram sensores que mensuraram o consumo de energia elétrica.

Os estudos relacionados a teoria da autodeterminação destacam a utilização de tecnologias como meio para influenciar a motivação dos indivíduos. Wati and Koo (2012) desenvolveram um modelo para investigar os fatores motivacionais do comportamento no uso de sistema da informação verde (do inglês, *Green-IS*). O objetivo deste estudo foi medir os efeitos dos fatores da autodeterminação ao utilizar *Green IS*. Neste trabalho os autores utilizaram instrumentos psicométricos para analisar a motivação ao utilizar sistemas *Green IS*.

Koo and Chung (2014) avaliaram o tipo de motivação ao utilizar a tecnologia sustentável como sensores para mensurar o consumo de energia elétrica por meio de instrumentos psicométricos. Os autores utilizam a teoria da autodeterminação para explicar a relação entre a motivação e o uso de sistemas *Green IS*. Os resultados mostram que o conhecimento de *Green IS* tem um impacto positivo e significativo na motivação intrínseca, na regulação integrada, na regulação identificada e na introjetada. Neste trabalho os autores também utilizaram instrumentos psicométricos para analisar a motivação ao utilizar sistemas *Green IS*.

Firssova et al. (2014) avaliaram os aspectos motivacionais dos indivíduos ao utilizar dispositivos móveis nos processos de aprendizagem em sala de aula por meio de questionários. Os autores utilizaram estes dispositivos para realizar a tarefa e empregaram instrumentos psicométricos para mensurar a motivação ao utilizar a tecnologia móvel. Nikou

Tabela 7: Classificação e objetivo dos trabalhos relacionados a teoria da autodeterminação

Objetivo	Análise do efeito da motivação no processo de aprendizagem	Piper (2013); Cho et al. (2013); Bombaerts and Nickel (2017); Kawakami et al. (2015); Teixeira et al. (2012); Simons (2016); Taylor (2015); Verstuyf et al. (2013); Wehmeyer et al. (2017); Burgers et al. (2015); Gillet et al. (2012b); Firssova et al. (2014); Núñez and León (2017a); Qiu-ying et al. (2012); Wininger and Birkholz (2013); Bice et al. (2016); Núñez and León (2017b); Klymchuk (2014)
	Desenvolvimento de modelos motivacionais	Koo and Chung (2014); Nation-Grainger (2017); Broeck et al. (2010); Tamborini et al. (2010); Hemayattalab (2014); Barkoukis et al. (2010); Güngör et al. (2014); Gillet et al. (2010); Szalma (2014); Zhang et al. (2011); Vallerand and Lalande (2011); De Naeghel et al. (2012); Wati and Koo (2012); Nikou and Economides (2017); Rogers (2017); Cruz et al. (2017); Li (2013); Rezvani et al. (2017); Amichai-Hamburger et al. (2016); Kim and Drumwright (2016)
	Análise da influência da afinidade na motivação dos indivíduos	Rosenberg and Egbert (2011); Munson and Consolvo (2012); Rosenberg and Egbert (2011); Munson and Consolvo (2012)
	Análise da influência da autonomia na motivação dos indivíduos	Van Gelderen (2010); Mik (2016); Bojäre (2016); Calvo et al. (2014); Kearns et al. (2010); Cappetta and Paolino (2015); Perlman and Webster (2011); Chanal and Guay (2015); Fenton et al. (2014); Díaz Ramírez (2014); Cheval et al. (2017); Valero et al. (2014); Seth (2010); Nie et al. (2015); Bizzi and Soda (2011); Gillet et al. (2012a); Wielenga-Meijer et al. (2011); Shuck et al. (2011); Guarana (2010); Reaves (2015); Shernoff et al. (2014)
	Análise da influência da competência na motivação dos indivíduos	Shin and Kwon (2015); Núñez et al. (2011); Patall et al. (2014); Byra et al. (2014); Nguyen (2008)
Metodologia	Revisão teórica	Simons (2016); Taylor (2015); Wehmeyer et al. (2017); Koo and Chung (2014); Van Gelderen (2010); Mik (2016); Bojäre (2016); Calvo et al. (2014); Kearns et al. (2010); Perlman and Webster (2011); Amichai-Hamburger et al. (2016)
	Descritiva	Piper (2013); Cho et al. (2013); Bombaerts and Nickel (2017); Kawakami et al. (2015); Teixeira et al. (2012); Klymchuk (2014); Szalma (2014); Vallerand and Lalande (2011); Wati and Koo (2012); Cappetta and Paolino (2015); Chanal and Guay (2015); Valero et al. (2014); Seth (2010); Li (2013); Shuck et al. (2011); Shernoff et al. (2014); Byra et al. (2014)
	Experimental	Verstuyf et al. (2013); Burgers et al. (2015); Gillet et al. (2012b); Firssova et al. (2014); Núñez and León (2017a); Qiu-ying et al. (2012); Wininger and Birkholz (2013); Bice et al. (2016); Núñez and León (2017b); Nation-Grainger (2017); Broeck et al. (2010); Tamborini et al. (2010); Hemayattalab (2014); Barkoukis et al. (2010); Güngör et al. (2014); Gillet et al. (2010); Zhang et al. (2011); De Naeghel et al. (2012); Fenton et al. (2014); Díaz Ramírez (2014); Cheval et al. (2017); Nie et al. (2015); Bizzi and Soda (2011); Gillet et al. (2012a); Shin and Kwon (2015); Núñez et al. (2011); Patall et al. (2014); Wielenga-Meijer et al. (2011); Nikou and Economides (2017); Rogers (2017); Cruz et al. (2017); Rezvani et al. (2017); Kim and Drumwright (2016); Guarana (2010); Reaves (2015); Nguyen (2008); Rosenberg and Egbert (2011); Munson and Consolvo (2012)

Tabela 8: Fatores Situacionais relacionados à necessidade de Competência

Fatores situacionais	Estudos
Experiência do indivíduo na atividade	Bojāre (2016)
Idade	Shin and Kwon (2015)
Frequência do indivíduo na atividade	Kawakami et al. (2015)
<i>feedback</i>	Kawakami et al. (2015); Patall et al. (2014); Burgers et al. (2015); Szalma (2014); Koo and Chung (2014); Nikou and Economides (2017); Rogers (2017)
Nível da atividade	Broeck et al. (2010); Patall et al. (2014); Shin and Kwon (2015); Szalma (2014); Byra et al. (2014); Nguyen (2008)
Interação com o ambiente	Szalma (2014)
Orientação na atividade	Núñez et al. (2011); Byra et al. (2014); Nguyen (2008)

Tabela 9: Fatores Situacionais relacionados a necessidade de Autonomia

Fatores situacionais	Estudos
<i>Feedback</i>	Nation-Grainger (2017); Cappetta and Paolino (2015); Van Gelderen (2010); Fenton et al. (2014); Kearns et al. (2010); Hemayattalab (2014); Barkoukis et al. (2010); Bombaerts and Nickel (2017); Burgers et al. (2015); Bizzi and Soda (2011); Wehmeyer et al. (2017); Bice et al. (2016); Nikou and Economides (2017); Cruz et al. (2017); Rezvani et al. (2017)
<i>Self-monitoring</i>	Teixeira et al. (2012); Valero et al. (2014); Kearns et al. (2010); Bizzi and Soda (2011); Bice et al. (2016)
Experiência do indivíduo na atividade	Wielenga-Meijer et al. (2011); Van Gelderen (2010)
Opção de escolha dentro da atividade	Díaz Ramírez (2014); Cheval et al. (2017); Szalma (2014); Perlman and Webster (2011); Rogers (2017)
Valorização da atividade	Szalma (2014); Perlman and Webster (2011)
Tempo que o indivíduo está envolvido na atividade	Bojāre (2016); Wielenga-Meijer et al. (2011); Cappetta and Paolino (2015); Fenton et al. (2014); De Naeghel et al. (2012); Wehmeyer et al. (2017); Perlman and Webster (2011); Wati and Koo (2012)
Idade	Gillet et al. (2012b)
Perfil do indivíduo	Gillet et al. (2010); Qiu-ying et al. (2012)
<i>Self-concept</i>	Chanal and Guay (2015)
Engajamento	De Naeghel et al. (2012); Bice et al. (2016); Kim and Drumwright (2016); Shuck et al. (2011); Guarana (2010); Reaves (2015); Shernoff et al. (2014)

Tabela 10: Fatores Situacionais relacionados a necessidade de Afinidade

Fatores situacionais	Estudos
Redes sociais	Güngör et al. (2014); Verstuyf et al. (2013); Amichai-Hamburger et al. (2016); Kim and Drumwright (2016); Rosenberg and Egbert (2011); Munson and Consolvo (2012)
<i>Feedback</i>	Bombaerts and Nickel (2017); Koo and Chung (2014); Munson and Consolvo (2012)
Cultura	Güngör et al. (2014)
Atividades desenvolvidas em grupo	Szalma (2014); Nikou and Economides (2017); Rogers (2017); Rezvani et al. (2017); Amichai-Hamburger et al. (2016)
self-monitoring	Bizzi and Soda (2011); Wati and Koo (2012); Rosenberg and Egbert (2011); Munson and Consolvo (2012)

and Economides (2017) desenvolveram um modelo que integrou elementos de aceitação e de motivação para avaliar o comportamento dos indivíduos durante o uso de dispositivos móveis. Este estudo introduziu a análise de fatores motivacionais por meio de instrumentos psicométricos para avaliar a aceitação de tecnologia no contexto de biodiversidade. Li (2013) investigaram a influência de mensagens persuasivas na vida social do indivíduo. Além disso, os autores também analisaram o impacto da resposta afetiva e da resposta cognitiva no comportamento das pessoas.

Esta tese se diferencia dos demais estudos ao utilizar a tecnologia para mensurar os níveis de necessidades (autonomia, competência e afinidade) ao invés de avaliar as tecnologias por meio de instrumentos psicométricos. A partir do cálculo destas necessidades inferimos a motivação dos indivíduos, possibilitando a observação dessas necessidades durante a execução de suas atividades. Os fatores situacionais encontrados nesta seção e apresentados nas Tabelas 9, 8 e 10 serão utilizados como entrada no Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança de Comportamento (MUSPMC) para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade, as quais serão avaliadas neste modelo por meio de sensores e atuadores.

3 UM MODELO UBÍQUO PARA SISTEMAS PERSUASIVOS PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO

Neste capítulo descreveremos a metodologia e os métodos para o desenvolvimento do Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança de Comportamento - MUSPMC.

3.1 Visão Geral do Modelo

Em nossa revisão teórica podemos observar as seguintes limitações dos modelos teóricos: (i) o mapeamento do Hamari et al. (2014) não fornece um modelo persuasivo que efetive de modo direto a mudança de comportamento dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas; (ii) o FBM é um modelo conceitual que mensura a motivação apenas de modo genérico, não especificando um método formal para avaliá-la; (iii) o *SmartTrigger*, apesar de desenvolver um *framework* para Tecnologias Persuasivas, o mesmo também avalia a motivação de forma abrangente; (iv) o *Hierarchical Model of Intrinsic and Extrinsic Motivation* - HMIEM, analisa a motivação em tipos e níveis, porém, não oferece um modelo computacional em seu processo de análise dos diferentes tipos e níveis de motivação do indivíduo durante a execução das atividades em seus variados contextos de vida; (v) o DCMM avalia as consequências em seus diferentes tipos e níveis de motivação por meio de uma rede neural de atração contínua. No entanto, não apresenta estratégias para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade de forma ubíqua.

Diante dessas lacunas, nesta tese, propomos o desenvolvimento de um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas, aqui denominado de Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental (MUSPMC) que é apresentado na Figura 6.

O MUSPMC, assim como o HMIEM, divide a motivação em três tipos: motivação intrínseca, extrínseca e falta de motivação, conforme foi descrito em detalhes na seção 2.4. Estes tipos de motivação podem ser ordenados ao longo de um *continuum* que varia entre níveis mais baixos (Falta de Motivação) e níveis mais altos de autodeterminação (Motivação Intrínseca) (Deci, 1987).

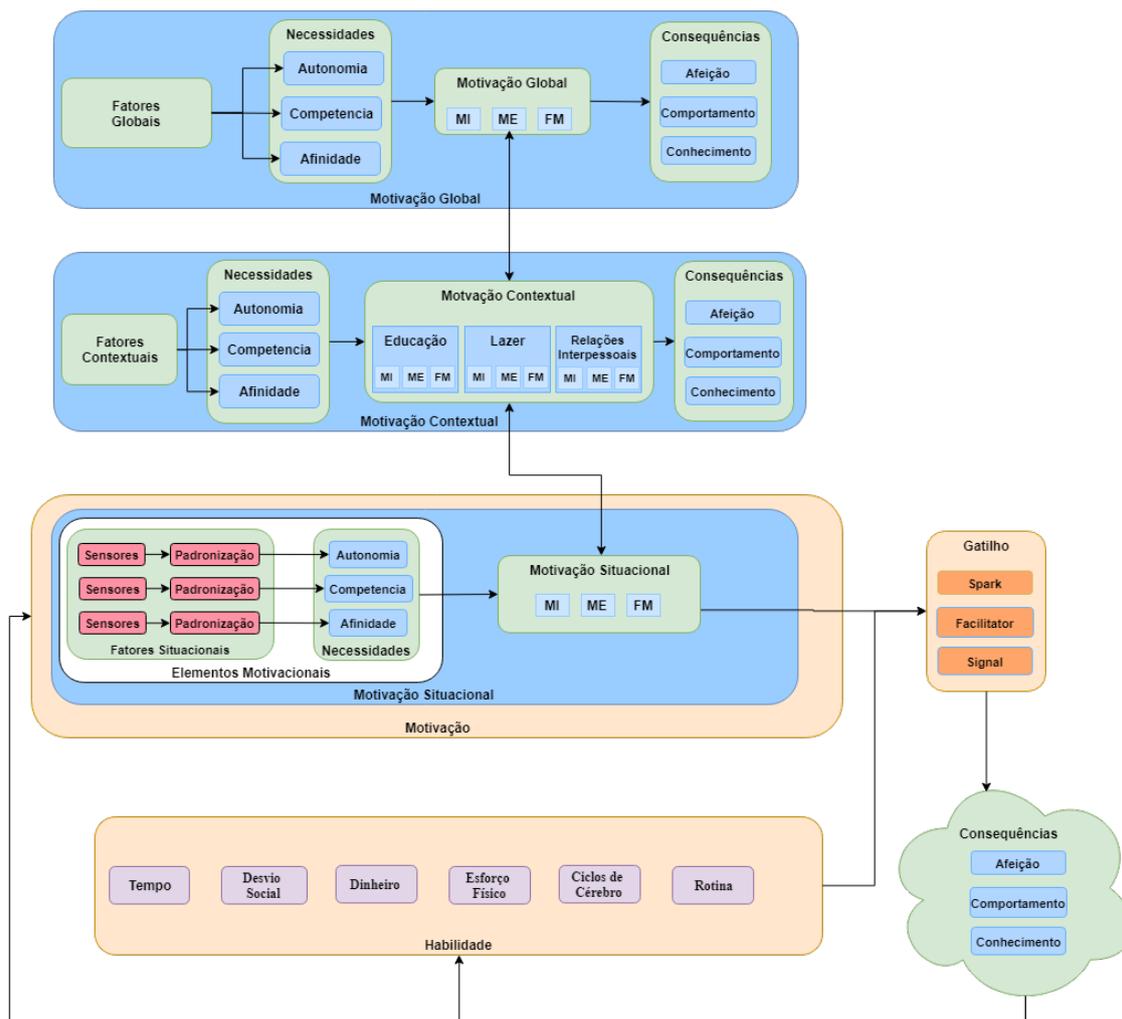


Figura 6: Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança de Comportamento (MUSPMC), baseado nos modelos de (Vallerand, 1997; Fogg, 2009).

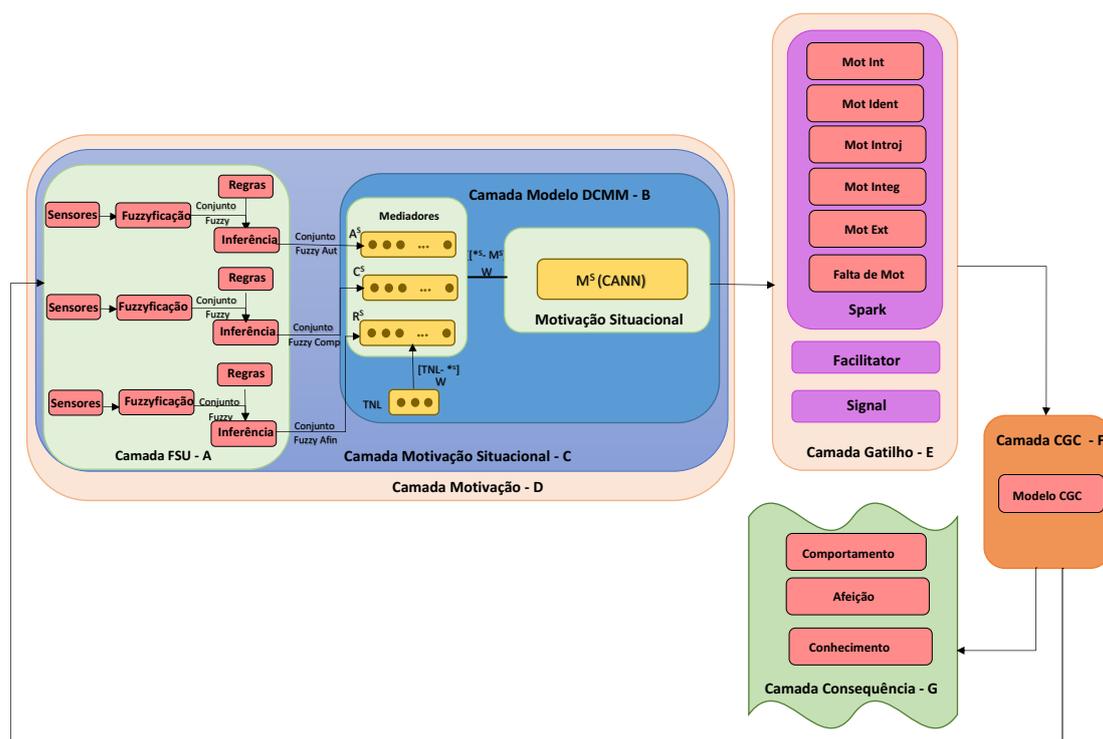


Figura 7: Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental.

Embora, o modelo descrito por Vallerand (1997) classifique a motivação nos níveis situacional, contextual e global (ver detalhes na seção 2.4), neste trabalho consideramos apenas o nível situacional por esse estar relacionado às experiências motivacionais individuais, enquanto a pessoa está envolvida em uma determinada tarefa. Vallerand (1997) afirma que o nível situacional consiste no elemento central do seu modelo ao estar focado na análise da motivação das pessoas enquanto realizam uma determinada atividade. Fogg (2002) complementa a afirmação de Vallerand (1997) ao revelar que as tecnologias persuasivas relacionam-se diretamente com a mudança de comportamento que ocorre de forma consciente e voluntária a partir de situações nas quais o indivíduo exerce uma escolha perante um conjunto de interações. Santaella (2014) acrescenta que as tecnologias ubíquas podem alterar o comportamento ao interagir com os indivíduos de forma imperceptível, o que por sua vez possibilita processos de aprendizagem ubíqua.

De forma a explicitar o percurso metodológico do desenvolvimento do MUSPMC, organizamos os métodos em sete camadas (A/B/C/D/E/F/G), conforme podemos observar na Figura 7. A Camada A, reúne os Fatores Situacionais Ubíquos (FSU) disponíveis no ambiente social podendo ser humanos e não humanos. A Camada B, utiliza o *Dynamic Computational Model of Motivation– DCMM* para avaliar as consequências da motivação em diferentes tipos e níveis. Neste modelo, os mediadores são as auto-percepções do indivíduo sobre suas necessidades básicas que precisam ser satisfeitas. Vallerand (1997) descreve as seguintes necessidades como básicas: (i) autonomia, liber-

dade para escolher o curso de sua ação; (ii) competência, interação com o ambiente; (iii) afinidade, sentimento de conexão com outros indivíduos. A Camada C, consiste na especificação do nível situacional do modelo DCMM, de modo a detalhar a relação entre os elementos ubíquos e as necessidades de autonomia competência e afinidade do indivíduo. A Camada D utiliza o *Framework SmartTrigger*, que por sua vez engloba o modelo DCMM para avaliar os tipos de motivação no nível situacional e os Fatores Situacionais Ubíquos para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade. A Camada E contém os gatilhos que por sua vez estão inseridos no *Framework SmartTrigger*. É importante destacarmos que, essa pesquisa focou apenas no módulo *spark*, devido a que o seu cerne está na análise da motivação dos indivíduos e de sua influência na mudança de comportamento por meio do envio de gatilhos motivacionais, sendo que os módulos *facilitador* e *signal* serão abordados em trabalhos futuros. A Camada E: comunica os gatilhos de motivação e habilidade com as observações das consequências presentes no ambiente da Camada F por meio do modelo de Comunicação entre Gatilhos e Consequências (CGC). O CGC é responsável por enviar os gatilhos e observar as ações do indivíduo no ambiente. A Camada G: observação da ação do indivíduo após o recebimento de um determinado gatilho, sendo composta pelos seguintes módulos: (i) afeição, interesse e atitudes positivas ou ansiedade em relação à tarefa; (ii) comportamento, persistência, dedicação, desempenho, intenção comportamental quando o indivíduo decide se envolver na tarefa; (c) conhecimento, atenção, memória, percepção do indivíduo. Como já mencionado o foco desta pesquisa é a mudança de comportamento do indivíduo a partir de sistemas persuasivos, que considera apenas a mudança de comportamento, devido a isso, limitamos a análise ao comportamento sendo a análise da afeição e do conhecimento abordadas em trabalhos futuros. As camadas bem como os modelos serão abordados em maiores detalhes nas próximas Subseções.

3.2 Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos

A camada A, apresentada em detalhes na Figura 8, representa a estrutura do Modelo MUSPMC, composto por um conjunto de elementos que são responsáveis por coletar, atuar e processar as informações do ambiente. Estas informações são processadas com base em um processo de *Fuzzyficação*, no qual os dados obtidos pelos sensores são traduzidos, por meio da Lógica Fuzzy, conforme pode ser observado em mais detalhes no Anexo A, em níveis de pertinência das necessidades. Ou seja, o sistema recebe um conjunto de entradas e as mapeia em um grupo de variáveis linguísticas por meio de uma função de pertinência expressa em termos matemáticos. Após essa etapa, obtemos o conjunto de saída a partir da análise da influência das regras de inferência, mapeadas a partir da literatura. No estágio final calculamos a implicação máxima de cada conjunto de saída dos qualificadores que representam os níveis de autonomia, competência e afinidade.

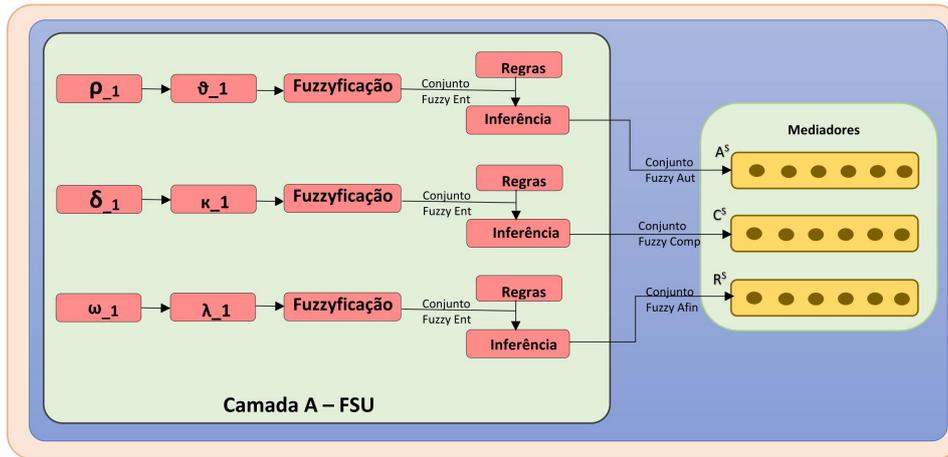


Figura 8: Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos

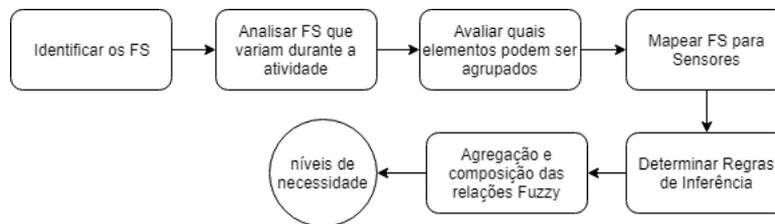


Figura 9: Metodologia para a construção do FSU.

3.2.1 Fatores Situacionais Ubíquos

O Fator Situacional (FS) é composto por um conjunto de elementos humanos e não humanos presentes no ambiente durante a execução de uma determinada atividade. Já o Fator Situacional Ubíquo (FSU) é constituído por FS que foram definidos a partir de uma revisão sistemática (detalhada na Seção 2.4) e mapeados em sensores.

A metodologia proposta para esta camada é estruturada a partir das etapas apresentadas na Figura 9. Na etapa 1 identificamos os fatores situacionais para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade a partir de uma revisão teórica. Na etapa 2 analisamos quais fatores variam durante a execução de uma determinada atividade. Na etapa 3 avaliamos se há fatores situacionais que podem ser agrupados sob um mesmo FSU. Na etapa 4 mapeamos os FSUs em um conjunto de qualificadores que expressa as relações entre os Fatores Situacionais e os sensores disponíveis no ambiente. Na etapa 5 determinamos as regras de inferência a partir de uma revisão teórica na qual identificamos as relações entre os FS. Na etapa 6 agregamos e compomos as relações Fuzzy. Por fim, calculamos os níveis das necessidades de autonomia, competência e afinidade a partir do valor de implicação máxima de cada conjunto de saída dos qualificadores.

Na etapa 1, a partir da revisão teórica encontramos os seguintes Fatores Situacionais relacionados a autonomia:

- Perfil do indivíduo: idade, gênero, escolaridade, entre outras;

- Cultura: crenças, costumes, hábitos e capacidades sociais;
- Valorização da atividade: periodicidade de tempo que a pessoa dedica a tarefa;
- Experiência na tarefa: conhecimento a priori sobre a tarefa proposta;
- Opção de escolha: possibilita ao indivíduo escolher o que deseja realizar na tarefa;
- *Self-concept*: conjunto de crenças e convicções que a pessoa tem de si;
- Tempo na atividade: periodicidade de tempo que a pessoa dedica a tarefa;
- Idade: informação acerca da faixa etária;
- Engajamento: avalia a participação do indivíduo na tarefa.
- *Self-monitoring*: informação sobre o indivíduo após a execução de uma atividade;
- *Feedback*: informação, recompensa ou reforço após a execução de uma ação;

Quanto a competência, encontramos os seguintes Fatores Situacionais:

- Idade: informação acerca da faixa etária;
- Nível da atividade: avalia o nível de dificuldade da tarefa;
- Frequência: periodicidade de tempo que a pessoa dedica na tarefa;
- Interação com o ambiente: periodicidade de tempo que a pessoa dedica a atividade;
- Orientação, informação que o indivíduo recebe durante a execução de uma atividade;
- *Feedback*: informação, recompensa ou reforço após a execução de uma atividade;

Quanto a afinidade, encontramos os seguintes Fatores Situacionais:

- Cultura: crenças, costumes, hábitos e capacidades sociais;
- Atividades em grupo: tarefas que os indivíduos realizam com outras pessoas;
- Redes sociais: atividades realizadas nas redes sociais que estão relacionadas a atividade;
- *Feedback*: informação, recompensa ou reforço após a execução de uma atividade;
- *Self-monitoring*: informação sobre o indivíduo após a execução de uma tarefa;

Acreditamos que essa descrição das variações instantâneas dos fatores situacionais e suas potenciais influências nas necessidades psicológicas são aspectos importantes a serem considerados em estudos de tecnologias ubíquas aplicadas à sistemas persuasivos para mudança de comportamento dos indivíduos. Admitimos também que a Computação Ubíqua pode auxiliar no processo de aferição dos FS devido a sua capacidade de interagir com o usuário de forma que o mesmo não a perceba, o que permite que o sistema possa coletar e processar informações instantaneamente a fim de identificar e analisar o perfil do indivíduo durante a execução de uma determinada atividade. Neste sentido, na etapa 2 mensuramos apenas os FS que podem variar ao longo da execução de uma determinada atividade. Restando como FS de autonomia as variações do feedback, do self-monitoring, da opção de escolha, do tempo e do engajamento na atividade; como FS de competência as variações de nível da atividade e da frequência na tarefa, da interação com o ambiente e do feedback; como FS de afinidade as variações das redes sociais, do feedback e do self-monitoring.

Após a seleção, na etapa 3 avaliamos novamente os FS de forma a identificar elementos que possam ser agrupados sob um mesmo FSU que é definido formalmente como $\Omega(\alpha, \beta, \gamma)$, sendo $\alpha(\rho(\vartheta)) \mid \forall(\rho(i) \in \alpha, \vartheta(i) \in \alpha)$, $\beta(\delta(\kappa)) \mid \forall(\delta(i) \in \beta, \kappa(i) \in \beta)$ e $\gamma(\omega(\lambda)) \mid \forall(\omega(i) \in \beta, \lambda(i) \in \beta)$, onde Ω representa as necessidades, α a autonomia, β a competência, γ a afinidade, $\rho = \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n \mid \rho \in \mathbb{R}$ os FS relacionados à autonomia, $\vartheta = \vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n \mid \vartheta \in \mathbb{N}$ os sensores que pertencem a autonomia, $\delta = \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n \mid \delta \in \mathbb{R}$ os FS relacionados a competência, $\kappa = \kappa_1, \kappa_2, \dots, \kappa_n \mid \kappa \in \mathbb{N}$ os sensores que pertencem a competência, $\omega = \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n \mid \omega \in \mathbb{R}$ os FS relacionados a afinidade e $\lambda = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n \mid \lambda \in \mathbb{N}$, sensores que pertencem a afinidade.

Em autonomia, o feedback e o Self-monitoring foram agrupados em um FS denominado ρ_1 pelo fato que os indivíduos que utilizam o self-monitors são mais propensos a usar informações (feedback) para compreender as oportunidades de ação no ambiente, resultando em uma maior percepção de autonomia (Nie et al., 2015). engajamento e tempo na atividade também foram reunidos em um FS denominado ρ_2 devido ao fato que ambas relacionam-se a participação do indivíduo na atividade (De Naeghel et al., 2012). A opção de escolha é representada por um FS denominado ρ_3 que possibilita ao indivíduo escolher o que deseja realizar na tarefa. Na competência, a frequência na atividade e a interação com o ambiente foram agrupadas em um FS denominado δ_1 pelo fato que ambas estão relacionadas com a periodicidade de tempo que a pessoa dedica a atividade (Kawakami et al., 2015). O feedback e o nível da atividade foram reunidos em um FS denominado δ_2 pois segundo Kawakami et al. (2015), o feedback deve ser enviado de acordo com o nível de atividade de forma a aumentar a motivação e o níveis de competência do indivíduo. A orientação na atividade é representada por um FS denominado

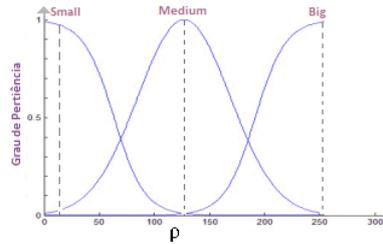


Figura 10: Exemplo de quantificadores Fuzzy para um sensor

δ_3 . Por fim, na afinidade, as atividades realizadas nas redes sociais são representados por um FS denominado ω_1 , *self-monitoring* por ω_2 e *feedback* por ω_3 . Como resultado da análise desse grupo de FS obtém-se um conjunto de dados, que necessariamente precisa revelar níveis de autonomia, competência e afinidade. Para obtermos esse índice utilizamos a lógica Fuzzy, por acreditarmos que essa metodologia é capaz de traduzir informações imprecisas, aqui expressas em regras linguísticas propostas pela literatura em termos matemáticos.

3.2.2 Lógica Fuzzy

A teoria dos conjuntos Fuzzy foi introduzida por (Zadeh, 1965), como um meio de modelar a incerteza na linguagem natural pela interação com modelos numéricos, conforme Anexo A. Sua utilização na descrição de FSU justifica-se diante da imprecisão das regras em linguagem natural que resultam dos sensores. A análise desses dados pela lógica Fuzzy resultará no nível de necessidade de autonomia, competência e afinidade.

Neste trabalho, mais especificamente na etapa 5, propõe-se aplicação de conjuntos Fuzzy para a descrição dos FSUs, definidos em um grau de pertinência entre 0 e 1 e mapeados em 3 qualificadores Fuzzy: B - *Big*, M - *Medium* e S - *Small*, como pode ser visualizado na Figura 10, a partir do exemplo da variável linguística α_1 . A utilização de 3 qualificadores decorre de nossa revisão bibliográfica, na qual a descrição dos FS ocorre com número reduzido de graduações linguísticas.

Os FSUs são mapeados em um conjunto de qualificadores que expressa as relações entre os FS e os sensores. Estes qualificadores são representados por funções de pertinência que podem ter diferentes formas dependendo do contexto e do conceito que se deseja representar, porém costuma-se utilizar funções padrões como: triangular, trapezoidal e gaussiana (Ross, 2010).

Na Tabela 11 apresentamos a definição formal dos conjuntos Fuzzy ϑ_1 , ϑ_2 e ϑ_3 em autonomia como um conjunto de pares ordenados, onde φ_{ϑ_1} , φ_{ϑ_2} e φ_{ϑ_3} são funções de pertinência, e α é a necessidade de autonomia. Também podemos observar os FSUs de autonomia, bem como sua descrição e os sensores que podem ser utilizados para mensurá-los.

Na Tabela 12 apresentamos a definição formal dos qualificadores Fuzzy κ_1 , κ_2 e κ_3

Tabela 11: Relação entre os sensores e as descrições da necessidade de autonomia.

FSU	Definição Formal	Descrição	Exemplo de Sensor
ϑ_1	$\vartheta_1 = (x, \varphi_{\vartheta_1}) \mid x \in \alpha$	Compreender as oportunidades de ação no ambiente	Pedômetro, acelerômetro, consumo de água, luz
ϑ_2	$\vartheta_2 = (x, \varphi_{\vartheta_2}) \mid x \in \alpha$	Participação do indivíduo na atividade	Contagem de tempo do indivíduo no sistema, número de atividades realizadas
ϑ_3	$\vartheta_3 = (x, \varphi_{\vartheta_3}) \mid x \in \alpha$	Opção de escolha na tarefa	Opção de personalizar a atividade

em competência como um conjunto de pares ordenados, onde $\varphi_{\kappa_1}, \varphi_{\kappa_2}$ e φ_{κ_3} são funções de pertinência, e β é a necessidade de competência. Também podemos observar os FSUs de competência, sua descrição e os sensores que podem ser utilizados para mensurá-los.

Tabela 12: Relação entre os sensores e as descrições da necessidade de competência.

FSU	Definição Formal Matemática	Descrição	Exemplo de Sensor
κ_1	$\kappa_1 = (x, \varphi_{\kappa_1}) \mid x \in \beta$	Frequência na atividade e interação com o ambiente	Tempo do usuário no sistema, número de recompensas, número de vezes que o usuário entrou no sistema
κ_2	$\kappa_2 = (x, \varphi_{\kappa_2}) \mid x \in \beta$	Nível de dificuldade da atividade	Número de metas cumpridas, tempo para cumprir as metas, tempo para realizar a atividade
κ_3	$\kappa_3 = (x, \varphi_{\kappa_3}) \mid x \in \beta$	Informação que o indivíduo recebe durante a execução de uma atividade	Elogios quando o indivíduo realiza a atividade, dicas de alimentação, de saúde, de economia de energia elétrica ou água

Na Tabela 13 apresentamos a definição formal dos qualificadores Fuzzy λ_1 , λ_2 e λ_3 em afinidade como um conjunto de pares ordenados, onde φ_{λ_1} , φ_{λ_2} e φ_{λ_3} são funções de pertinência, e γ é a necessidade de afinidade. Também podemos observar os FSUs de afinidade, sua descrição e os sensores que podem ser utilizados para mensurá-los.

Tabela 13: Relação entre os sensores e as descrições da necessidade de afinidade.

FSU	Definição Formal Matemática	Descrição	Exemplo de Sensor
$\lambda_{.1}$	$\lambda_{.1} = (x, \varphi_{\lambda_{.1}}) \mid x \in \gamma$	Atividades realizadas nas redes sociais	Número de compartilhamento e Likes do Facebook, posts do Twitter
$\lambda_{.2}$	$\lambda_{.2} = (x, \varphi_{\lambda_{.2}}) \mid x \in \gamma$	Informação sobre o indivíduo após a execução de uma atividade	Informação sobre a atividade ou desempenho do indivíduo
$\lambda_{.3}$	$\lambda_{.3} = (x, \varphi_{\lambda_{.3}}) \mid x \in \gamma$	Informação, recompensa ou reforço após a execução de uma atividade	Troféus, elogios

Acreditamos que as regras de inferência podem ser utilizadas em qualquer aplicação de sistemas persuasivos (saúde, eficiência energética, educação) pelo fato de que as mesmas foram construídas a partir de uma revisão bibliográfica realizada na etapa 5 e apresentada na Seção 2.4, a qual resultou os FS utilizados para avaliar as necessidades de autonomia, competência e afinidade, bem como suas relações. As regras apresentam seis tipos de saída: NB- *Negative Big*, NM - *Negative Medium*, NS - *Negative Small*, PS - *Positive Small*, PM - *Positive Medium* e PB - *Positive Big*. Utilizamos seis níveis como formato de saída da modelagem Fuzzy para cada uma das necessidades de autonomia, competência e afinidade a fim de tornarmos a saída de nosso FSU semelhante a entrada do modelo proposto por Chame et al. (2018) de modo a posteriormente efetuar o uso desta modelagem para o cálculo de motivação.

A seguir descrevemos as regras de inferência de autonomia, bem como suas justificativas teóricas:

- Burgers et al. (2015) afirmam que *Feedback* e opções de escolha têm sido utilizadas para influenciar a autonomia dos indivíduos; Bizzi and Soda (2011) relatam que os indivíduos que utilizam *self-monitors* são mais propensos a usar informações do ambiente (feedback) para compreender as oportunidades de ação fornecidas pela atividade, o que resulta em uma maior percepção de autonomia; Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) declaram que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

– Regra 1: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é B e ϑ_3 é B então α é PB;

- De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Shuck et al. (2011)

declaram que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados; e Guarana (2010) relatam que a opção de escolha influencia o engajamento do indivíduo, sendo que a mesma está relacionada ao *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

– Regra 2: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é B e ϑ_3 é M então α é PB;

- Shuck et al. (2011) declaram que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados; Shuck et al. (2011) relatam que a autonomia é positivamente correlacionada ao engajamento, a opção de escolha na atividade e ao *feedback* Shuck et al. (2011); e Guarana (2010) afirmam que a opção de escolha influencia o engajamento do indivíduo, sendo que a mesma está relacionada ao *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

– Regra 3: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é M e ϑ_3 é B então α é PB;

– Regra 4: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é S e ϑ_3 é B então α é PM;

– Regra 5: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é S e ϑ_3 é M então α é PS;

– Regra 6: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é S e ϑ_3 é B então α é PS;

– Regra 7: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é S e ϑ_3 é M então α é NM;

- Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Cappetta and Paolino (2015) declaram que a autonomia foi positivamente associada à frequência, engajamento e compreensão da atividade. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

– Regra 8: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é B e ϑ_3 é B então α é PB;

– Regra 9: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é B e ϑ_3 é B então α é PM;

– Regra 10: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é M e ϑ_3 é B então α é PM;

– Regra 11: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é B e ϑ_3 é M então α é NS;

- Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Shuck et al. (2011) declaram que as pessoas com alto engajamento experimentam um alto nível de conectividade com a opção de escolha dentro de suas tarefas e com o *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

– Regra 12: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é B e ϑ_3 é S então α é PM;

– Regra 13: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é B e ϑ_3 é S então α é PS;

– Regra 14: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é M e ϑ_3 é S então α é NM;

- Cappetta and Paolino (2015) afirmam que a autonomia foi positivamente associada à frequência, engajamento e compreensão da atividade; e Reaves (2015) relatam que o engajamento está correlacionado com a opção de escolha na atividade. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

- Regra 15: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é M e ϑ_3 é M então α é PS;
- Regra 16: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é M e ϑ_3 é M então α é NS;
- Regra 17: se ϑ_1 é B e ϑ_2 é B e ϑ_3 é B então α é NM;
- Regra 18: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é S e ϑ_3 é S então α é NB;

- Shuck et al. (2011) afirmam que as pessoas com alto engajamento experimentam um alto nível de conectividade com a opção de escolha dentro de suas tarefas e com o *feedback*; e Reaves (2015) relatam que o engajamento está correlacionado com o *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

- Regra 19: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é M e ϑ_3 é S então α é PS;

- Guarana (2010) afirmam que a opção de escolha influencia o engajamento do indivíduo, sendo que a mesma está relacionada ao *feedback*. Esta justificativa está relacionada a seguinte regra:

- Regra 20: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é M e ϑ_3 é B então α é NS;

- Shuck et al. (2011) declaram que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados. Além disso, os autores afirmam que a autonomia é positivamente correlacionada ao engajamento, a opção de escolha na atividade e ao *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

- Regra 21: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é B e ϑ_3 é M então α é NS;

- Cappetta and Paolino (2015) relatam que a autonomia foi positivamente associada à frequência, engajamento e compreensão da atividade; Shuck et al. (2011) declaram que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados. Além disso, os autores afirmam que a autonomia é positivamente correlacionada ao engajamento, a opção de escolha na atividade e ao *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

- Regra 22: se ϑ_1 é M e ϑ_2 é M e ϑ_3 é M então α é NS;

- Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Reaves (2015) relatam que o engajamento está correlacionado com o *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

- Regra 23: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é S e ϑ_3 é B então α é NM
- Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Shuck et al. (2011) relatam que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados; Guarana (2010) declaram que a opção de escolha influencia o engajamento do indivíduo, sendo que a mesma está relacionada ao *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:
 - Regra 24: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é B e ϑ_3 é S então α é NM;
 - Regra 25: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é M e ϑ_3 é S então α é NB;
- Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Shuck et al. (2011) relatam que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados; Guarana (2010) declaram que a opção de escolha influencia o engajamento do indivíduo, sendo que a mesma está relacionada ao *feedback*; e Shuck et al. (2011) afirmam que a autonomia é positivamente correlacionada ao engajamento, a opção de escolha na atividade e ao *feedback*. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - Regra 26: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é S e ϑ_3 é M então α é NB;
- Aagaard and Øhrstrøm (2012); De Naeghel et al. (2012) afirmam que a autonomia aumenta quando as pessoas estão ativamente engajadas no desenvolvimento de uma atividade; Shuck et al. (2011) relatam que o engajamento, a opção de escolha na atividade e o *feedback* são positivamente correlacionados; Guarana (2010) declaram que a opção de escolha influencia o engajamento do indivíduo, sendo que a mesma está relacionada ao *feedback*; Shuck et al. (2011) admitem que a autonomia é positivamente correlacionada ao engajamento, a opção de escolha na atividade e ao *feedback*; Cappetta and Paolino (2015) asseguram que autonomia foi positivamente associada à frequência, engajamento e compreensão da atividade. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - Regra 27: se ϑ_1 é S e ϑ_2 é S e ϑ_3 é S então α é NB.

Com relação à competência, observamos as seguintes regras de inferência, bem como suas justificativas teóricas:

- Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e nível da atividade têm alta correlação; Byra et al. (2014); Nguyen (2008) afirmam

que há alta correlação entre orientação na atividade e nível da atividade; Nguyen (2008) declaram que a correlação é positiva entre nível da atividade e interação com o ambiente. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

- Regra 1: se κ_1 é B e κ_2 é B κ_3 é B então β é PB;
- Regra 2: se κ_1 é B e κ_2 é B κ_3 é M então β é PB;
- Regra 3: se κ_1 é M e κ_2 é M κ_3 é S então β é PS;
- Regra 4: se κ_1 é M e κ_2 é M κ_3 é B então β é NS;
- Regra 5: se κ_1 é M e κ_2 é M κ_3 é M então β é NS;
- Regra 6: se κ_1 é S e κ_2 é B κ_3 é M então β é NS;
- Regra 7: se κ_1 é M e κ_2 é S κ_3 é S então β é NB;
- Regra 8: se κ_1 é S e κ_2 é S κ_3 é M então β é NB;

- Núñez et al. (2011) afirmam que a orientação na tarefa apresentou uma relação positiva e significativa com a competência; Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e nível da atividade têm alta correlação. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

- Regra 9: se κ_1 é B e κ_2 é M κ_3 é B então β é PB;
- Regra 10: se κ_1 é B e κ_2 é S κ_3 é B então β é PM;
- Regra 11: se κ_1 é M e κ_2 é S κ_3 é M então β é PS;
- Regra 12: se κ_1 é M e κ_2 é B κ_3 é M então β é NS;

- Kawakami et al. (2015) afirmam que a correlação é positiva entre *feedback* e a frequência na atividade; Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e nível da atividade têm alta correlação. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

- Regra 13: se κ_1 é M e κ_2 é B κ_3 é B então β é PB;
- Regra 14: se κ_1 é S e κ_2 é B κ_3 é B então β é PM;
- Regra 15: se κ_1 é S e κ_2 é M κ_3 é M então β é PS;
- Regra 16: se κ_1 é B e κ_2 é M κ_3 é M então β é NS;
- Regra 17: se κ_1 é B e κ_2 é S κ_3 é S então β é NM;

- Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e o nível da atividade têm alta correlação. Além disso, os autores afirmam que os indivíduos necessitam de alto nível de orientação quando o nível da atividade é alto. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

- Regra 18: se κ_1 é B e κ_2 é B κ_3 é S então β é PM;
 - Regra 19: se κ_1 é M e κ_2 é B κ_3 é S então β é PS;
 - Regra 20: se κ_1 é B e κ_2 é M κ_3 é S então β é NM;
 - Regra 21: se κ_1 é S e κ_2 é S κ_3 é B então β é NM;
- Núñez et al. (2011) afirmam que a orientação na tarefa mostrou uma relação positiva e significativa com a competência. Além disso, os autores declaram que a correlação é positiva entre *feedback* e a frequência na atividade; Kawakami et al. (2015) relatam que o fornecimento de *feedback* com base no nível da atividade pode aumentar a percepção de competência dos indivíduos. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - Regra 22: se κ_1 é S e κ_2 é M κ_3 é B então β é PM;
 - Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e nível da atividade têm alta correlação; Byra et al. (2014); Nguyen (2008) afirmam que há alta correlação entre orientação na atividade e nível da atividade. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - Regra 23: se κ_1 é M e κ_2 é S κ_3 é B então β é PS;
 - Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e nível da atividade têm alta correlação; Byra et al. (2014); Nguyen (2008) afirmam que há alta correlação entre a orientação na atividade e o nível da atividade. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:
 - Regra 24: se κ_1 é M e κ_2 é S κ_3 é B então β é PS;
 - Regra 25: se κ_1 é B e κ_2 é S κ_3 é M então β é NM;
 - Kawakami et al. (2015) afirmam que fornecimento de *feedback* com base no nível da atividade pode aumentar a percepção de competência dos indivíduos; Shernoff et al. (2014) relatam que a orientação na atividade, a interação no ambiente e nível da atividade têm alta correlação. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - Regra 26: se κ_1 é S e κ_2 é B κ_3 é S então β é NM;
 - Núñez et al. (2011) afirmam que a orientação na tarefa apresentou uma relação positiva e significativa com a competência; Kawakami et al. (2015) relatam que a correlação é positiva entre *feedback* e a frequência na atividade; Shernoff et al. (2014) declaram que a orientação na atividade, a interação no ambiente e o nível

da atividade têm alta correlação. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:

– Regra 27: se κ_1 é S e κ_2 é M κ_3 é S então β é NB.

Com relação à afinidade, observamos as seguintes regras de inferência, bem como suas justificativas teóricas:

- Munson and Consolvo (2012); Rosenberg and Egbert (2011) afirmam que a correlação é positiva entre *Self-monitoring, feedback* e o uso de rede social. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

– Regra 1: se λ_1 é B e λ_2 é B λ_3 é B então γ é PB;
 – Regra 2: se λ_1 é B e λ_2 é B λ_3 é M então γ é PB;
 – Regra 3: se λ_1 é S e λ_2 é M λ_3 é M então γ é PS;
 – Regra 4: se λ_1 é M e λ_2 é M λ_3 é M então γ é NS;
 – Regra 5: se λ_1 é S e λ_2 é S λ_3 é M então γ é NS;
 – Regra 6: se λ_1 é S e λ_2 é S λ_3 é S então γ é NB;

- Munson and Consolvo (2012); Rosenberg and Egbert (2011) declaram que a correlação é positiva entre *Self-monitoring, feedback* e uso de rede social; Bombaerts and Nickel (2017) afirmam que o *feedback* é importante para a necessidade de afinidade. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

– Regra 7: se λ_1 é B e λ_2 é M λ_3 é B então γ é PB;
 – Regra 8: se λ_1 é M e λ_2 é B λ_3 é B então γ é PB;
 – Regra 9: se λ_1 é M e λ_2 é S λ_3 é M então γ é PS;
 – Regra 10: se λ_1 é M e λ_2 é M λ_3 é S então γ é PS;
 – Regra 11: se λ_1 é M e λ_2 é M λ_3 é B então γ é NS;
 – Regra 12: se λ_1 é B e λ_2 é M λ_3 é M então γ é NS;
 – Regra 13: se λ_1 é M e λ_2 é B λ_3 é M então γ é NS;
 – Regra 14: se λ_1 é S e λ_2 é M λ_3 é S então γ é NB;

- Rosenberg and Egbert (2011) relatam que a relação é significativa entre o *self-monitoring* e o uso de rede social. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:

– Regra 15: se λ_1 é S e λ_2 é B λ_3 é B então γ é PM;

- Regra 16: se λ_1 é S e λ_2 é S λ_3 é B então γ é NM;
 - Regra 17: se λ_1 é B e λ_2 é S λ_3 é S então γ é NM;
 - Regra 18: se λ_1 é M e λ_2 é S λ_3 é S então γ é NB;
- Rosenberg and Egbert (2011) afirmam que valores mais altos de *self-monitoring* predizem maior centralidade entre os indivíduos na rede social; Rosenberg and Egbert (2011) relatam que há uma relação significativa entre o *self-monitoring* e uso de rede social. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - Regra 19: se λ_1 é B e λ_2 é B λ_3 é S então γ é PM;
 - Bombaerts and Nickel (2017) afirmam que o *feedback* é importante para a necessidade de afinidade; Rosenberg and Egbert (2011) relatam que valores mais altos de *self-monitoring* predizem maior centralidade entre os indivíduos na rede social. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:
 - Regra 20: se λ_1 é B e λ_2 é S λ_3 é B então γ é PM;
 - Regra 21: se λ_1 é S e λ_2 é B λ_3 é S então γ é NM;
 - Szalma (2014) afirmam que pessoas com *self-monitors* baixos tendem a comportar-se de forma consistente com as suas próprias crenças pessoais em diferentes situações; Szalma (2014) relatam que níveis mais altos de conexão com os outros indivíduos estão correlacionados com o aumento do uso de redes sociais. Estas justificativas estão relacionadas as seguintes regras:
 - Regra 22: se λ_1 é S e λ_2 é M λ_3 é B então γ é PM;
 - Regra 23: se λ_1 é M e λ_2 é S λ_3 é B então γ é PS;
 - Regra 24: se λ_1 é M e λ_2 é B λ_3 é S então γ é PS;
 - Regra 25: se λ_1 é B e λ_2 é M λ_3 é S então γ é NM;
 - Regra 26: se λ_1 é B e λ_2 é S λ_3 é M então γ é NM;
 - Bizzi and Soda (2011) declaram que pessoas com *self-monitors* altos têm maiores habilidades sociais e de conversação, atuando em conflitos sociais por meio da colaboração e do comprometimento; Rosenberg and Egbert (2011) relatam que a relação é significativa entre o *self-monitoring* e uso de rede social. Estas justificativas estão relacionadas a seguinte regra:
 - se λ_1 é S e λ_2 é B λ_3 é M então γ é NB

Na etapa 6 utilizamos método *max-min* para a agregação e composição das relações Fuzzy (de Barros and Bassanezi, 2010), que indica o grau de relação entre as variáveis linguísticas. A primeira etapa consiste no cálculo do valor mínimo das variáveis de cada regra; após verifica-se quais regras foram ativadas e calcula-se o valor máximo entre elas.

Os níveis das necessidades de autonomia, competência e afinidade são calculados a partir do valor de implicação máxima de cada conjunto de saída dos qualificadores. O método utilizado para a agregação e composição das relações Fuzzy foi o *max-min* (de Barros and Bassanezi, 2010), que indica grau de relação entre as variáveis linguísticas. A primeira etapa consiste no cálculo do valor mínimo das variáveis de cada regra; após verifica-se quais regras foram ativadas e calcula-se o valor máximo entre elas para cada variável de saída. Sabendo-se que $\alpha \in PB$, $\alpha \in PM$, $\alpha \in PS$, $\alpha \in NS$, $\alpha \in NM$ e $\alpha \in NB$, obtemos o nível de autonomia $\bar{\chi}$ a partir de $\bar{\chi} = (max(PB), max(PM), max(PS), max(NS), max(NM), max(NB))$. Já no nível de competência $\bar{\nu}$ é calculado por meio de $\bar{\nu} = (max(PB), max(PM), max(PS), max(NS), max(NM), max(NB))$, considerando-se que $\beta \in PB$, $\beta \in PM$, $\beta \in PS$, $\beta \in NS$, $\beta \in NM$ e $\beta \in NB$. Por fim, o nível de afinidade $\bar{\theta}$ é obtido através de $\bar{\theta} = (max(PB), max(PM), max(PS), max(NS), max(NM), max(NB))$, sendo que consideramos para essa necessidade que $\gamma \in PB$, $\gamma \in PM$, $\gamma \in PS$, $\gamma \in NS$, $\gamma \in NM$ e $\gamma \in NB$.

Justificamos a utilização do DCMM em conjunto com a Lógica Fuzzy por acreditarmos na complementaridade entre ambas as metodologias para o desenvolvimento do Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança de Comportamento (MUSPMC). O MUSPMC permite relacionar os Fatores Situacionais Ubíquos com as necessidades de autonomia, competência e afinidade por meio sensores e de regras que são codificadas a partir do conhecimento encontrado na literatura. Além disso, as noções linguísticas também permitem a associação com o modelo bioinspirado baseado em neurônios atratores, na qual cada qualificador linguístico equivale a um atrator dos mediadores de autonomia, competência e afinidade no DCMM.

3.3 Camada B - Modelo DCMM

A camada B, apresentada na Figura 11, representa a estrutura do Modelo MUSPMC, composto pelo Modelo Computacional Dinâmico de Motivação (do inglês Dynamic Computational Model of Motivation – DCMM) que foi desenvolvido por Chame et al. (2018). O DCMM tem como objetivo avaliar a motivação em seus diferentes tipos e níveis de motivação por meio de uma rede neural de atração contínua (do inglês, *Continuous Attractor Neural Network* – CANN). O DCMM foi construído a partir do modelo HMIEM, conforme pode ser observado na Figura 11 e modela a hipótese de continuidade entre os

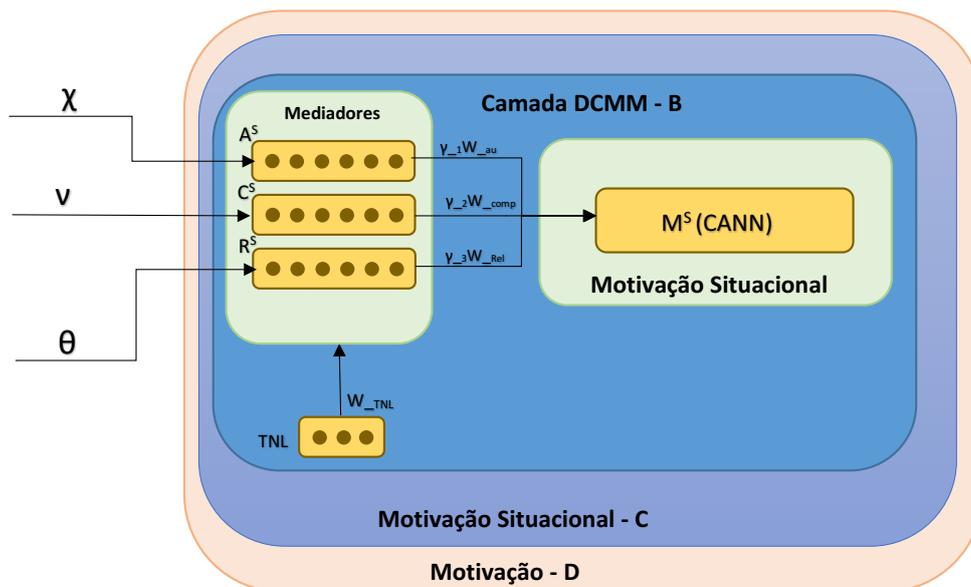


Figura 11: Camada B - Modelo DCMM.

tipos de motivação por meio de uma CANN (ver detalhes na Subseção 2.4.2).

No modelo DCMM assume-se que os mediadores (autonomia, competência e afinidade) são as necessidades de autonomia, competência e afinidade. Estas necessidades são mensuráveis em uma escala contínua unidimensional, na qual a ativação no espaço do mediador é projetada para o espaço da motivação, ou seja, a camada mediadora abrange o mesmo número de neurônios que a camada motivacional. Na Figura 11, as unidades de neurônios em uma camada particular funcionam como atratores, codificando um valor específico no *continuum* da teoria da autodeterminação. Por exemplo, na camada de competência, a unidade mais à esquerda representa valores de baixa intensidade de competência, ao passo que o neurônio mais à direita simboliza um valor de intensidade máxima.

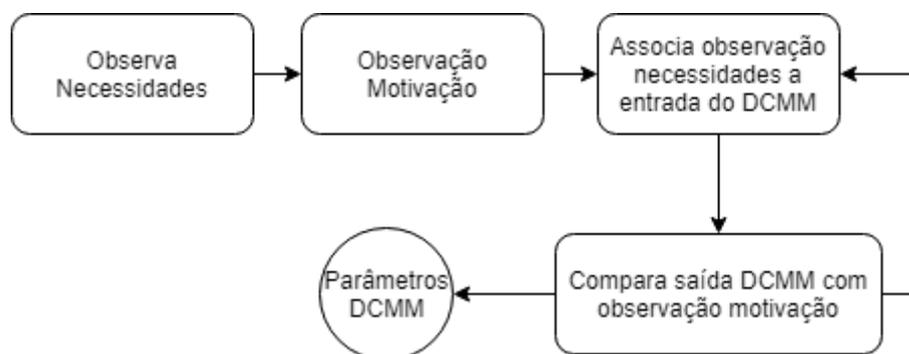


Figura 12: Metodologia do aprendizado supervisionado do modelo DCMM.

Visando ajustar os parâmetros do nível situacional do modelo do DCMM frente a possíveis alterações nos fatores de uma atividade, realizamos um estudo de caso em um grupo de 40 pessoas da Espanha (30 homens com idade entre 23 e 51 anos e 10 mulheres

com idade entre 23 e 43 anos) e 40 pessoas no Brasil (30 homens com idade entre 23 e 50 anos e 10 mulheres com idade entre 24 e 51 anos).

Os instrumentos utilizados foram: (i) BPNS-diary (Anexo B) para avaliar o nível das necessidades básicas dos indivíduos; (ii) *Situational Motivation Scale* (SIMS) (Gamboa et al., 2013) para mensurar a motivação situacional.

Os parâmetros do DCMM foram ajustados por meio de uma aprendizagem supervisionada, sendo que durante o treinamento o DCMM recebeu como dados de entrada as informações fornecidas no instrumento BPNSF-daily (Anexo B) e os resultados da camada de ativação $h_{i(t+\delta t)}^{M^s}$ da motivação M^s foram comparados as informações do instrumento SIMS (Anexo C) (Gamboa et al., 2013). Os parâmetros ajustados do modelo DCMM podem ser observados na Figura 11.

Após o treinamento, ajustamos os parâmetros do modelo presentes na Figura 11 com os seguintes valores: $\gamma_1 = 1$, $\gamma_2 = 1$, $\gamma_3 = 1$, $\epsilon = 0.1$, $W_{TNL} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

$$W_{au} = \begin{bmatrix} 0.4202358 & 0.2520826 & 0.1155123 & 0.0380258 & 0.0089928 & 0.0016246 \\ 0.3364985 & 0.3148131 & 0.2249872 & 0.1155123 & 0.0426053 & 0.0120042 \\ 0.1727641 & 0.2520826 & 0.2809751 & 0.2249872 & 0.1294235 & 0.0568727 \\ 0.0568727 & 0.1294235 & 0.2249872 & 0.2809751 & 0.2520826 & 0.1727641 \\ 0.0120042 & 0.0426053 & 0.1155123 & 0.2249872 & 0.3148131 & 0.3364985 \\ 0.0016246 & 0.0089928 & 0.0380258 & 0.1155123 & 0.2520826 & 0.4202358 \end{bmatrix}$$

$$W_C = \begin{bmatrix} 0.3364985 & 0.3148131 & 0.2249872 & 0.1155123 & 0.0426053 & 0.0120042 \\ 0.1727641 & 0.2520826 & 0.2809751 & 0.2249872 & 0.1294235 & 0.0568727 \\ 0.0568727 & 0.1294235 & 0.2249872 & 0.2809751 & 0.2520826 & 0.1727641 \\ 0.0120042 & 0.0426053 & 0.1155123 & 0.2249872 & 0.3148131 & 0.3364985 \\ 0.0016246 & 0.0089928 & 0.0380258 & 0.1155123 & 0.2520826 & 0.4202358 \end{bmatrix}$$

$$W_R = \begin{bmatrix} 0.4202358 & 0.2520826 & 0.1155123 & 0.0380258 & 0.0089928 & 0.0016246 \\ 0.3364985 & 0.3148131 & 0.2249872 & 0.1155123 & 0.0426053 & 0.0120042 \\ 0.1727641 & 0.2520826 & 0.2809751 & 0.2249872 & 0.1294235 & 0.0568727 \\ 0.0568727 & 0.1294235 & 0.2249872 & 0.2809751 & 0.2520826 & 0.1727641 \\ 0.0120042 & 0.0426053 & 0.1155123 & 0.2249872 & 0.3148131 & 0.3364985 \\ 0.0016246 & 0.0089928 & 0.0380258 & 0.1155123 & 0.2520826 & 0.4202358 \end{bmatrix}$$

Os parâmetros ajustados através do treinamento supervisionado foram inseridos no modelo MUSPMC. Acreditamos que uma vez definidos estes parâmetros podemos utilizá-los em qualquer aplicação de sistemas persuasivos (saúde, eficiência energética, educação), pelo fato que os mesmos foram obtidos a partir de um treinamento prévio.

3.4 Camada E, F e G - Modelo de Gatilhos

As camadas E, F e G, apresentadas na Figura 14, compõem o modelo proposto para construção e envio de gatilhos motivacionais persuasivos do MUSPMC. A metodologia

proposta para esta camada é estruturada a partir das etapas apresentadas na Figura 13. Na etapa 1 realizamos a aplicação de entrevistas com o propósito de identificar as palavras e os termos relacionados ao contexto de estudo. Estes termos são definidos a partir da construção do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) que é uma proposta de organização e tabulação de dados que são obtidos a partir de depoimentos, configurando-se em uma análise quali-quantitativa de natureza verbal que apresenta como resultado um ou vários discursos-síntese escritos na primeira pessoa do singular apresentando o pensamento de um grupo ou coletividade (Costa-Marinho, 2015). Este método consiste em selecionar, de cada resposta individual do depoimento, as Expressões-Chave (EC), que são os trechos mais significativos; e as Ideias Centrais (IC) que são a síntese do conteúdo discursivo manifestado nas Expressões-Chave. Os trechos do depoimento (EC) são organizados em discursos-síntese a partir das Ideias-Centrais.

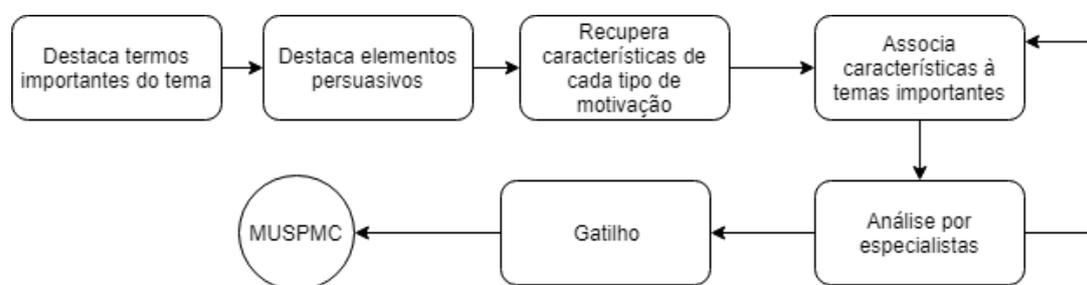


Figura 13: Metodologia para construção de gatilhos.

Na etapa 2 construímos um instrumento para identificar a presença de elementos persuasivos nas mensagens que são desenvolvidas a partir da identificação das palavras e dos termos relacionados ao contexto de estudo. Estes elementos são definidos a partir dos fatores identificados por meio da Análise dos Componentes Principais (ACP) que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto linearmente independente. Esta transformação é baseada na variância total, na qual a diagonal principal da matriz de correlação é composta pela unidade “1”, resultando em uma variância comum ou compartilhada de modo a evidenciar a tendência central e a dispersão dos dados (Morais, 2005). Além disso, utilizamos os seguintes métodos estatísticos: (i) confiabilidade do instrumento, grau de consistência de um conjunto ou de uma variável com relação ao que se pretende medir (Hair et al., 2009). Neste estudo é feito o cálculo da confiabilidade por meio do alfa de Cronbach, que varia entre 0 e 1, com limite de aceitabilidade superior a 0,6 (Hair et al., 2009); (ii) Critério de Kaiser–Meyer–Olkin (KMO), identifica se o modelo de análise fatorial está adequado aos dados e testa a consistência geral dos dados. Este método compara os valores de coeficientes de correlação linear observados com os coeficientes de correlação parcial. O valor do KMO deve ser superior a 0,5 (Field, 2009). Nesta etapa construímos um conjunto de 13 mensagens persuasivas (Anexo A) para compreender as relações entre as respostas das pessoas e os elementos persuasivos presentes nos gatilhos. A análise dos resultados indicou apenas a presença dos seguintes fatores

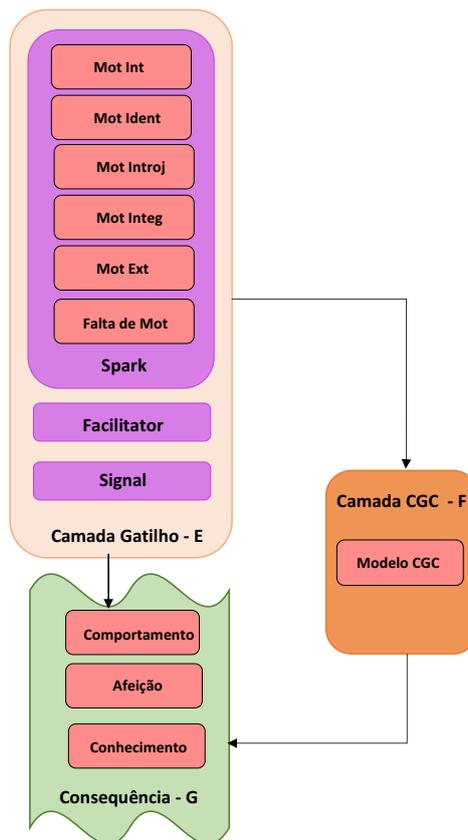


Figura 14: Camada E, F e G - Modelo de Gatilhos.

persuasivos nas mensagens do instrumento: *(i)* motivação, facilitador para mudança de comportamento; *(ii)* compromisso e coerência, relacionado a pressões externas; *(iii)* autoridade, relacionada ao fato das pessoas atenderem aos seus superiores, especialistas ou indivíduos bem vestidos (Cialdini, 2002)). No entanto, neste trabalho consideramos apenas o fator motivacional.

Na etapa 3 desenvolvemos a estrutura dos gatilhos a partir das características definidas na teoria da autodeterminação. Na etapa 4 construímos as mensagens motivacionais persuasivas por meio da associação dos termos relacionados ao contexto de estudo, dos elementos persuasivos e da seleção das características que envolvem a teoria da autodeterminação. Na etapa 5 identificamos, por meio de uma amostra de especialistas, os seguintes fatores nas mensagens: *(i)* clareza do gatilho, analisamos a compreensão das mensagens com relação a persuasão para o comportamento desejado; *(ii)* neutralidade da informação, avaliamos a potencialidade da mensagem quanto sugestão ou imposição do comportamento alvo; e a *(iii)* pertinência, observamos a relação entre as características da motivação e a persuasão para atingir o comportamento alvo. Estes elementos são identificados a partir do cálculo da média e do desvio padrão das respostas.

Na etapa 6 reconstruímos os gatilhos de modo a rever as mensagens de acordo com os resultados dos fatores presentes na etapa 5. Na etapa 7 inserimos os gatilhos no modelo MUSPMC. Os gatilhos estão inseridos na camada de motivação do *SmartTrigger* proposto

por Tolêdo (2016), que desenvolveu um *framework* para Tecnologias Persuasivas com base no FBM.

A Camada F, representa a comunicação entre os gatilhos e a observação das consequências da Camada de Consequências. O modelo de Comunicação entre Gatilhos e Consequências (CGC) é responsável por enviar os gatilhos e observar as ações do indivíduo no ambiente por meio de três tipos de consequências no ambiente: afeição, comportamento e conhecimento, que podem ser visualizados na Camada G. O impacto dos gatilhos de habilidade e motivação nas consequências é calculado a partir da Eq. 8, onde: ϕ número de gatilhos, v é o tempo máximo de resposta dos gatilhos, ϵ tempo de resposta dos gatilhos, g resposta positivas dos gatilhos, ζ média de gatilhos aceitos, η tempo médio de resposta dos gatilhos e ι representa a aceitabilidade dos gatilhos. Esta equação avalia as ações dos indivíduos a partir das respostas e do tempo de resposta dos gatilhos. Como mencionado, o foco desta pesquisa é a mudança de comportamento do indivíduo a partir de sistemas persuasivos. Assim limitamos nossa análise apenas a consequência de comportamento, restando a afeição e o conhecimento para trabalhos futuros.

$$\begin{aligned} \iota &= \left(\frac{\zeta}{\eta} \right) \\ \zeta &= \frac{\sum_{i=1}^n g}{\phi} \\ \eta &= \frac{\sum_{i=1}^n \epsilon}{v} \end{aligned} \quad (8)$$

No Capítulo 4 apresentaremos a aplicação do MUSPMC em um contexto de eficiência energética. Optamos por esta temática por envolver um desafio relacionado a mudança de comportamento dos indivíduos com relação ao consumo sustentável.

4 APLICANDO O MUSPMC NA CONCEPÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO DE UM SISTEMA PERSUASIVO PARA EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA

A agência brasileira de energia elétrica (ANEEL) aprovou em 2017 um aumento tarifário de aproximadamente 29% em sua taxa de serviço (ANATEL, 2017). Na região Sul do país, na Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica, a taxa variou entre 29% e 34%, representando a maior alta histórica em todo o território nacional (ANATEL, 2017). Além desse aumento tarifário, Achão (2003) observou um crescimento no consumo de energia elétrica residencial relacionado a renda familiar. Em 2016, o consumo residencial no Brasil foi em média de 454 MWh/R\$ e na Europa esse consumo atingiu 186 MWh/€ (Explained, 2015). O custo por kWh no Brasil é de aproximadamente R\$ 0,60, enquanto na Europa custa € 0,20. Dadas as proporções desta comparação, percebemos que tanto o custo quanto o consumo residencial de energia elétrica representam um impacto significativo tanto na renda quanto no fornecimento de energia. Esse problema evidencia-se ao verificarmos as estimativas previstas de crescimento de aproximadamente 5% por ano até 2026 no consumo brasileiro (EPE, 2017). Analisar o aumento do consumo de energia no setor residencial é uma tarefa complexa, visto que envolve a observação de uma série de fatores inerentes ao comportamento do consumidor, como: (i) o crescimento da renda da população; (ii) o aumento na compra de equipamentos elétricos; e (iii) o tempo médio de uso dos equipamentos. Embora, a nova legislação brasileira estabeleça que os eletrodomésticos contemham o selo Procel que indica a sua eficiência energética, os consumidores residenciais precisam compreender o impacto da utilização dos eletrodomésticos no custo de sua conta de luz.

Devido ao grande desafio de promover a mudança de comportamento dos indivíduos com relação ao consumo eficiente de energética elétrica, estudos estão sendo desenvolvidos com o intuito de utilizar a tecnologia persuasiva como mediadora nesse contexto como: Gamberini et al. (2012) que desenvolveram um jogo persuasivo denominado *EnergyLife* o qual envia *feedback* de consumo de energia elétrica e dicas sobre conservação de energia. As análises indicam que o *EnergyLife* foi bem aceito e eficaz

no suporte a redução de consumo de energia elétrica; e Haller et al. (2017) que construíram uma arquitetura para mudança do comportamento relacionada ao consumo de energia elétrica e investigaram os parâmetros e os fatores que resultam na mudança de comportamento. Estes autores acreditam que as tecnologias persuasivas podem auxiliar no processo de mudança de comportamento no contexto de eficiência energética.

Como mencionado nas seções anteriores, a Tecnologia Persuasiva consiste na intersecção entre a tecnologia e a tentativa de moldar, reforçar ou mudar comportamentos, sentimentos, pensamentos sobre um problema, objeto ou ação, de modo a influenciar pensamentos ou ações dos indivíduos (Hogan, 2010). O FBM (Fogg, 2009) considera a mudança de comportamento humano a partir da persuasão. Esta alteração está relacionada aos gatilhos que são recursos utilizados para induzir um indivíduo a realizar um determinado comportamento. A escolha dos gatilhos a serem enviados vai depender do nível de habilidade e motivação da pessoa diante da tarefa pretendida. No entanto, em nossa pesquisa literária identificamos a ausência de um modelo para avaliar as necessidades de autonomia, competência e afinidade, bem como os diferentes tipos de motivação por meio de tecnologias ubíquas persuasivas.

Devido a isso, propomos o desenvolvimento de um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio do MUSPMC, apresentado na Figura 6. Para tanto, acreditamos que o MUSPMC pode auxiliar no desafio de promover a mudança de comportamento dos indivíduos com relação ao consumo eficiente de energética elétrica. Sendo assim, propomos um estudo de caso associado à aprendizagem do uso lógico-racional de energia elétrica por considerarmos que ao estimularmos processos de conhecimento e conscientização sobre o consumo individualizado dos eletrodomésticos podemos atingir um comportamento de uso mais sustentável na população. A parametrização do MUSPMC será abordada em maiores detalhes nas próximas Subseções.

4.1 Requisitos do Modelo

Para o desenvolvimento do MUSPMC consideramos um conjunto de premissas que devem ser implementadas em sistemas que envolvem os conceitos de Tecnologias Persuasivas e a Aprendizagem Ubíqua.

Quanto a Tecnologias Persuasivas, Fogg (2002) define as seguintes premissas para sistemas de mudança de comportamento em tecnologias persuasivas:

- capacidade de adaptação: o modelo deve ser capaz de adaptar-se ao perfil do indivíduo de forma a adaptar as estratégias do sistema conforme o comportamento da pessoa;
- persistência: o sistema deve perseverar em seu objetivo até que a pessoa realize uma determinada ação;

- anonimato: a tecnologia deve manter a identidade e os dados da pessoa protegidos de outros usuários;
- Manipulação de dados: capacidade de acessar, armazenar e manusear os dados;
- Mídia: meio de transmissão da informação;
- dimensionamento: processamento de informação de acordo com a demanda;
- ubiquidade: capacidade de estar em vários lugares ao mesmo tempo, colocando a tecnologia em locais onde o persuasor humano não poderia estar.
- elogio: o sistema deve oferecer palavras, imagens ou sons agradáveis ao indivíduo como recompensas, entre outros;
- Causa e Efeito: a tecnologia deve fornecer a pessoa informação (comentários, recompensas) que permita ao usuário relacionar a sua ação a uma reação do sistema;
- Atratividade: o modelo deve ser visualmente envolvente;
- Conveniência: o sistema deve ser acessado de forma rápida e fácil (apenas um clique de distância);

Quanto a Aprendizagem Ubíqua, Yahya et al. (2010) define as seguintes premissas para ambientes de aprendizagem ubíqua:

- persistência: acesso constante a informação;
- acessibilidade: o conhecimento deve estar disponível em qualquer lugar;
- imediatismo: acesso a informação a todo momento;
- interatividade: permite a comunicação entre os indivíduos de forma direta ou indireta.

Ao longo deste capítulo apresentaremos os requisitos que foram incorporados nas camadas do MUSPMC.

4.2 Parametrização da Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos

Nesta camada foram definidos os sensores para avaliar os Fatores Situacionais (FS), conforme podemos observar na Figura 15. Identificamos os seguintes sensores para cada FS de cada necessidade: *(i)* autonomia, mensurar consumo de energia elétrica, tempo do usuário no sistema e opção de escolha na tarefa; *(ii)* competência, quantidade de gatilhos aceitos, tempo do usuário no sistema e metas; *(iii)* afinidade, compartilhamentos na rede social Facebook, recompensas e número de cliques em notificações. A relação entre os sensores e os fatores situacionais é definida como Fatores Situacionais Ubíquos (FSU).

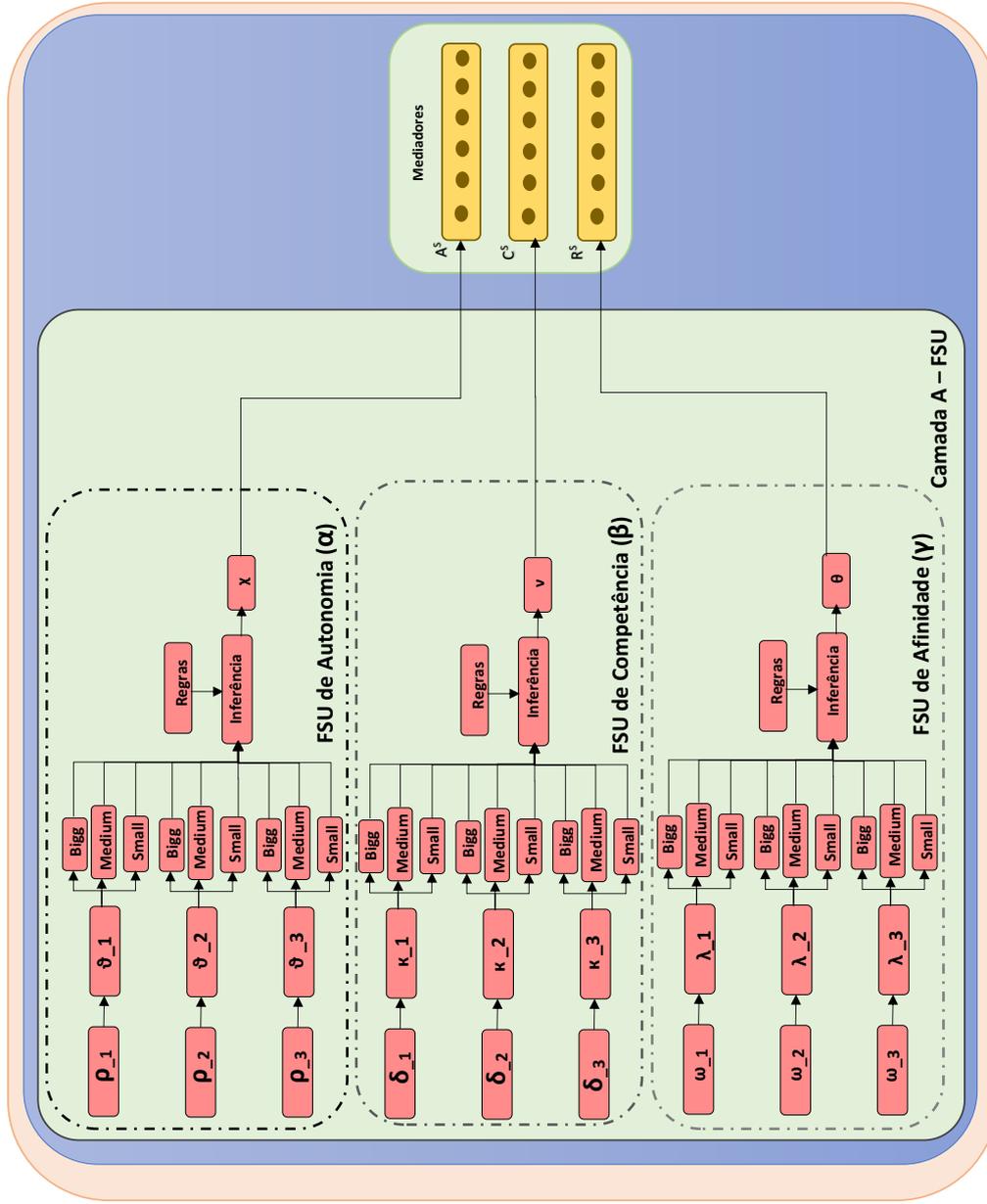


Figura 15: Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos Parametrizados.

Nas Tabelas 14, 15 e 16 podemos observar os fatores situacionais, os sensores, a descrição, os qualificadores linguísticos associados aos sensores, tipos de dados e valores mínimos e máximos relacionados as necessidades de autonomia, competência e afinidade.

Tabela 14: Relação entre os sensores e as características da necessidade de autonomia. Sendo, FS - Fator Situacional, SU - Sensores Ubíquos, DS - Dado do Sensor, m - Mínimo, M - Máximo, B - *Big*, M - *Medium*, S - *Small*, QF - Qualificadores Fuzzy.

FS	SU	Descrição do Sensor	DS	QF	m	M
ρ_1	ϑ_1	Consumo de energia elétrica, água	Float	B - M - S	0	180
ρ_2	ϑ_2	Tempo usuário no sistema	Float	B - M - A	0	10
ρ_3	ϑ_3	Gatilhos aceitos	Inteiro	B - M - A	0	5

Tabela 15: Relação entre os sensores e as características da necessidade de competência. Sendo, FS - Fator Situacional, SU - Sensores Ubíquos, DS - Dado do Sensor, m - Mínimo, M - Máximo, B - *Big*, M - *Medium*, S - *Small*, QF - Qualificadores Fuzzy.

FS	SU	Descrição do Sensor	DS	QF	m	M
δ_1	κ_1	Resposta gatilhos	Int	B - M - A	0	5
δ_2	κ_2	Tempo no sistema	Float	B - M - A	0	10
δ_3	κ_3	Metas	Int	B - M - A	0	3

Tabela 16: Relação entre os sensores e as características da necessidade de afinidade. Sendo, FS - Fator Situacional, SU - Sensores Ubíquos, DS - Dado do Sensor, m - Mínimo, M - Máximo, B - *Big*, M - *Medium*, S - *Small*, QF - Qualificadores Fuzzy.

FS	SU	Descrição do Sensor	DS	QF	m	M
$\omega_{.1}$	$\lambda_{.1}$	Compartilhamento de inf. relacionadas a atividade	Int	B - M - A	0	5
$\omega_{.2}$	$\lambda_{.2}$	Recompensas	Int	B - M - A	0	3
$\omega_{.3}$	$\lambda_{.3}$	Análise de clicks em notificações (one signal)	Int	B - M - A	0	3

Os FSU são mapeados para variáveis linguísticas por meio da equação gaussiana da Eq. 9, onde: v é o valor do sensor; σ , constante que define a largura e μ , constante que define a localização da média. Os parâmetros μ e σ são definidos como $1/3$ da variação. Os valores mínimos e máximos são necessários para o cálculo do valor do μ das três variáveis linguísticas.

$$\rho_i = \begin{cases} \textit{Baixo} & : \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v-\mu_b}{\sigma}\right)^2} \\ \textit{Medio} & : \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v-\mu_m}{\sigma}\right)^2} \\ \textit{Alto} & : \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{(2\pi)}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v-\mu_a}{\sigma}\right)^2} \end{cases} \quad (9)$$

Os dados dos sensores foram mapeados para qualificadores linguísticos e analisados a partir das regras de inferência que foram definidas na Seção 3.2, a qual também contém

suas justificativas teóricas. Obtemos como saída do modelo Fuzzy os níveis de autonomia $\bar{\chi}$, competência $\bar{\nu}$ e afinidade $\bar{\theta}$ que estão de acordo com o formato de entrada do modelo DCMM definido por Chame et al. (2018).

Na Camada A, o sistema obedece as seguintes premissas de Tecnologias Persuasivas: (i) manipulação de dados, ao processar os dados advindos dos FSU; (ii) ubiquidade, ao processar informação dos FSU que estão disponíveis no ambiente; (iii) anonimato, a tecnologia mantém a identidade e os dados do usuário e dos FSU em servidor online; (iv) persistência, o sistema possibilita acesso constante à informação; (v) acessibilidade, o conhecimento está disponível em qualquer lugar; (vi) imediatismo, fornecemos acesso a informação a todo momento sobre os dados dos FSU. Quanto a Aprendizagem Ubíqua: (i) persistência, o sistema acessa constantemente as informações dos FSU; (ii) interatividade, comunicação dos indivíduos com o sistema através dos FSU. As premissas foram apresentadas em detalhes na Seção 4.1.

4.3 Parametrização Camadas E, F e G - Modelo de Gatilhos

As camadas E, F e G reúnem o modelo proposto para construção e envio de gatilhos motivacionais persuasivos do MUSPMC. A metodologia para desenvolvimento deste modelo de construção de gatilhos motivacionais estruturou-se a partir das etapas descritas nas próximas subseções, conforme pode ser observado na Figura 13).

4.3.1 Identificação dos termos relacionados ao contexto de eficiência energética

Nesta etapa, aplicamos as entrevistas no período de 05 de julho de 2017 a 10 de julho de 2017, na Espanha, e no período de 21 de novembro de 2017 a 04 de dezembro de 2017, no Brasil com o intuito de investigarmos o uso lógico-racional de recursos de energia elétrica residencial, de forma a abordar os seguintes temas: (a) rotina do indivíduo: auto-percepção e hábitos de consumo; (b) comportamento das pessoas com relação ao consumo de acordo com o ambiente: residencial e no trabalho; (c) motivações e desafios para a redução do consumo de energia elétrica; (d) conceitos de sustentabilidade: perceber, situar e fundamentar o indivíduo com relação a este conceito; (e) conhecimento dos desafios em relação à redução do consumo energético. A Tabela 17 e a Tabela 18 apresentam as perguntas que foram utilizadas na entrevista bem como ilustram o procedimento de sistematização do tema e dos objetivos utilizados para a construção do questionário aplicado na entrevista.

O estudo foi aplicado em dois grupos: (i) grupo 1: amostra brasileira composta por 13 indivíduos, sendo 8 professores e 5 estudantes, com idades entre 25 e 40 anos, todos membros de uma instituição de ensino superior; e (ii) grupo 2 amostra espanhola composta por 8 indivíduos, sendo 3 professores e 5 estudantes, com idades entre 23 e 51 anos, também membros de uma instituição de ensino superior.

Tabela 17: Entrevista aplicada na amostra de indivíduos da Espanha.

Tema	Objetivo	Preguntas
Auto-percepción de la rutina del individuo	Conocer la rutina del individuo	1- Por lo general, ¿cuál es el período en el que usted se queda en casa? 2- Por lo general, ¿cuánto tiempo está usted en casa?
Auto-percepción de los hábitos de consumo	Conocer la auto-percepción de los hábitos de consumo de energía eléctrica del individuo en su propia casa	3- Por lo general, ¿qué equipos utiliza usted cuando está en su casa? 4- Por lo general, ¿Se preocupa por apagar los equipos cuando sale de alguna habitación de la casa? Si no suele apagarlos, ¿por qué? 5- ¿Olvida normalmente apagar los equipos cuando sale de casa? Si no suele hacerlo, ¿por qué?
Auto-percepción de los hábitos de consumo	Conocer la auto-percepción de los hábitos de consumo de energía eléctrica en el trabajo	6- Por lo general, ¿apaga usted los equipos cuando sale de su oficina/espacio de trabajo? Si no suele apagarlos, ¿por qué? 7- Por lo general, ¿olvida apagar los equipos cuando sale del trabajo? ¿Con qué frecuencia?
Posibilidades y limitaciones a la hora de utilizar prácticas y metodologías para la reducción del consumo energético	Conocer la motivación y los desafíos para la reducción del consumo de energía	8- ¿Cuál es su opinión sobre el valor de la factura de energía eléctrica? 9- ¿Cuál es su opinión sobre cómo se muestra la información en la factura de energía eléctrica?
Concepto de Sostenibilidad	Percibir, situar y fundamentar al individuo sobre el concepto de sostenibilidad	10- ¿Cómo definiría el término 'consumo sostenible' de energía eléctrica?
Posibilidades y limitaciones en relación al concepto de sostenibilidad	Conocer la motivación y los desafíos en relación a la reducción de consumo energético	11- ¿Cuál es su opinión sobre el impacto del consumo de energía eléctrica en el medio ambiente? 12- ¿Cómo evalúa usted el impacto de su comportamiento en el medio ambiente?
Motivación para consumir energía eléctrica	Conocer la motivación y los desafíos en cuanto a la reducción de energía eléctrica	13- ¿Cómo percibe sus prácticas de consumo de energía eléctrica? 14- ¿Qué prácticas cree usted que podría adoptar con respecto a la sostenibilidad energética?

Tabela 18: Entrevista aplicada na amostra de indivíduos do Brasil.

Tema	Objetivo	Perguntas
Autopercepção da rotina do indivíduo	Conhecer a rotina do indivíduo	1- Qual período você costuma ficar em casa? 2- Quanto tempo você costuma estar em casa?
Autopercepção de seus hábitos de consumo	Conhecer a autopercepção de hábitos de consumo de energia elétrica em sua casa	3- Quais equipamentos você costuma utilizar quando está em casa? 4- Você costuma se preocupar em desligar os equipamentos quando sai do ambiente? Senão desliga por quê? 5- Você costuma esquecer os equipamentos ligados quando sai do ambiente? Senão desliga por quê?
Autopercepção de seus hábitos de consumo	Conhecer a autopercepção de hábitos de consumo de energia elétrica no trabalho	6- Você costuma desligar os equipamentos quando sai do ambiente do local de trabalho? Senão desliga por quê? 7- Você costuma esquecer equipamentos ligados quando sai do trabalho? Qual frequência?
Possibilidades e limitações para utilizar práticas de redução de consumo	Conhecer a motivação e os desafios na redução de energia	8- Qual sua opinião sobre o valor da conta de energia elétrica? 9- Qual sua opinião sobre a forma como a conta de luz é apresentada?
Conceito de Sustentabilidade	Perceber, situar e fundamentar qual é a referencia o fundamento e o que pensam sobre sustentabilidade	10- Como você define consumo sustentável de energia elétrica?
Possibilidades e limitações com relação ao conceito de sustentabilidade	Conhecer a autopercepção de hábitos de consumo de energia elétrica no trabalho	11- Qual sua opinião sobre o impacto do consumo de energia elétrica no meio ambiente. 12- Como você avalia o impacto do seu comportamento no meio ambiente?
Motivação para consumir energia elétrica	Conhecer a motivação e os desafios na redução de energia	13- Como você percebe suas práticas de consumo de energia elétrica? 14- Quais práticas você acredita que poderia adotar com relação a sustentabilidade?

Nesta investigação identificamos, na análise dos DSCs, os termos relacionados a preocupação dos indivíduos em justificar o consumo de energia elétrica e a falta de comprometimento com a redução do consumo. As pessoas não apresentaram desejo de comportarem-se de forma mais eficiente com relação ao consumo de energia elétrica, também foi possível observar uma angústia diretamente relacionada ao valor e as taxas de consumo, bem como constatamos que os indivíduos têm dificuldade para entender as informações impressas sobre o custo da conta de luz. Quanto ao uso de equipamentos e sua relação com o consumo, os espanhóis relataram uma maior preocupação com a eficiência energética, enquanto os brasileiros têm maior atenção ao seu conforto. Podemos observar os detalhes desta análise no Apêndice I.

4.3.2 Construção das mensagens motivacionais persuasivas

Nesta etapa desenvolvemos os gatilhos a partir dos termos relacionados a eficiência energética, identificados na Subseção 4.3.1, dos elementos persuasivos de motivação definidos na Subseção 3.4 e das características relacionadas a Teoria da Autodeterminação resumidas na Tabela 5.

Construímos um total de 36 gatilhos, sendo: 6 mensagens relacionadas a motivação intrínseca, 6 regulação integrada, 6 regulação identificada, 6 regulação introjetada, 6 regulação externa e 6 falta de motivação. Na Tabela 19 são apresentados alguns exemplos das mensagens construídas para cada tipo de motivação, e no Anexo H apresentamos em detalhes todos os gatilhos desenvolvidos.

Tabela 19: Exemplos de mensagens dos gatilhos conforme o tipo de motivação.

Tipo de Motivação	Mensagem
Intrínseca	Você está fazendo um ótimo trabalho ao desligar a luz.
Reg. Integrada	Ao desligar o computador, você continuará reduzindo o consumo de energia elétrica.
Reg. identificada	Desligue o equipamento e reduza seu consumo de energia elétrica em 20%.
Reg. Introjetada	Você deve proporcionar um ambiente mais sustentável para a próxima geração. Por isso, desligue seu equipamento ao sair do ambiente.
Reg. Externa	Você deve contribuir com o futuro do seu planeta. Por isso, desligue seu equipamento ao sair do ambiente.
Falta de Motivação	Você economiza 10% ao mês se desligar o equipamento quando sair do ambiente.

4.3.3 Análise os gatilhos por meio de uma amostra de especialistas

Os gatilhos desenvolvido na Subseção 4.3.2 foram avaliados por especialistas brasileiros e espanhóis das áreas da Educação, da Psicologia Comportamental, da Computação e da Sociologia. Participaram desta etapa 7 especialistas do Brasil, sendo 2 mulheres e

5 homens, com idades entre 25 e 54 anos, e na Espanha foram 7 especialistas, sendo 4 mulheres e 3 homens, com idades entre 22 e 54 anos. Esta avaliação foi feita por meio de uma escala Likert de cinco pontos, sendo 1 considerado como discorda totalmente, e 5 concorda totalmente. Realizamos o estudo no Brasil e na Espanha para avaliar possíveis semelhanças ou diferenças entre os tipos de motivação e comportamentos sustentáveis em diferentes culturas.

Para tal, desenvolvemos um instrumento (português e espanhol) em escala *Likert* de cinco pontos (descrito no Anexo C a versão em português e no Anexo B a versão em espanhol) no qual os especialistas avaliaram os gatilhos. O valor médio de respostas com relação a clareza variou entre 1,86 e 4,71, a competência entre 2,86 e 4,71 e a neutralidade entre 3,14 e 4,71. O desvio padrão da clareza variou entre 0,49 e 1,95; competência entre 0,49 e 1,89; e neutralidade entre 0,49 e 1,70. O desvio padrão e a média de respostas dos especialistas para cada item com relação a clareza, neutralidade e pertinência estão detalhados no Apêndice K.

Na Espanha, observa-se que o item “*Debes promover un ambiente más saludable para la futura generación. Apaga el equipo al salir de la habitación*” do tipo regulação introjetada atingiu o maior valor médio em clareza, já o item “*El televisor está encendido! Desactive la distancia con un simple toque y salve un árbol*” do tipo regulação identificada atingiu o menor valor médio em pertinência e neutralidade.

Quanto à pertinência, o item “*Tienes que apagar el equipo para reducir el gasto de tu factura de energía eléctrica*” de tipo regulação externa obteve maior valor médio e o item “*Sigue reduciendo el consumo y no contribuyas al gasto energético en tu área*” do tipo regulação integrada atingiu o menor valor.

O tipo de motivação que apresentou maior valor médio de clareza na compreensão das mensagens com relação a persuasão para o comportamento desejado e pertinência no mapeamento das características da motivação e da persuasão na descrição do comportamento alvo foi a regulação externa, Tabela 20, acreditamos que esse fato ocorreu pela ação do indivíduo ser regulada por recompensas ou a fim de evitar consequências negativas, independentemente da meta de comportamento ser para obter recompensas ou evitar sanções, o indivíduo experimenta a obrigação de se comportar de uma maneira específica (Deci, 1987).

A regulação integrada, Tabela 20, apresentou menor valor médio de clareza na compreensão das mensagens com relação a persuasão para o comportamento desejado e maior potencialidade na neutralidade da mensagem quanto sugestão do comportamento pelo fato de ser valorizado e percebido como sendo escolhido por si mesmo, porém, a motivação ainda é extrínseca porque a atividade é realizada como um meio para um determinado fim (Deci, 1987).

Com relação a neutralidade, Tabela 20, o maior valor médio foi do tipo regulação identificada, pelo fato que o indivíduo escolhe a atividade que deseja realizar, de forma

que seja congruente com os seus valores e objetivos, o comportamento ainda é realizado por razões extrínsecas, mas é regulado internamente (Deci, 1987).

Tabela 20: Média μ e Desvio Padrão σ por tipo de motivação da análise dos gatilhos em espanhol feita por especialistas da Espanha.

Tipo de Motivação	Clareza		Pertinência		Neutralidade	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Motivação Intrínseca	3,90	1,23	3,67	1,10	3,95	1,10
Regulação Integrada	3,45	1,17	3,40	1,21	3,60	1,21
Regulação Identificada	3,71	1,35	3,77	1,14	4,29	0,94
Regulação Introjogada	4,02	1,39	3,38	1,51	3,95	1,31
Regulação Externa	4,10	1,30	4,31	1,09	-	-
Falta de Motivação	4,05	1,29	3,88	1,29	-	-

No Brasil, o valor médio de respostas com relação a clareza variou entre 1,57 e 5, pertinência 2,43 e 4,86 e neutralidade 1,57 e 5. O desvio padrão da clareza variou entre 0 e 1,95, competência entre 0,38 e 1,95 e neutralidade 0 e 1,53. O desvio padrão e a média de respostas dos especialistas para cada item com relação a clareza, neutralidade e pertinência estão detalhados no Apêndice L

Como pode ser observado o item que obteve o maior valor médio em *clareza* foi “*Você desligou seu equipamento oito vezes este mês! Não esqueça de desligá-lo novamente*”, do tipo motivacional regulação identificada, por outro lado o menor valor médio em clareza foi a mensagem “*Mantenha seu consumo reduzido e contribua para a redução de energia de sua região.*”, do tipo regulação integrada.

Com relação a *pertinência*, a maior média foi do item “*A Televisão está consumindo 75 Watts. Você pode economizar R\$ 3,31 este mês se você desligá-la.*”, do tipo regulação externa e a menor foi “*Mantenha seu consumo reduzido e contribua para a redução de energia de sua região*”, do tipo regulação integrada e a neutralidade, o item com maior valor médio foi “*70% das pessoas desta casa desligaram a televisão ao sair deste local. Desligue você também.*” do tipo regulação introjogada e o item com menor média foi “*Mantenha seu consumo reduzido e contribua para a redução de energia de sua região.*” do tipo regulação integrada.

O tipo de motivação que apresentou maior valor médio na clareza para compreensão das mensagens com relação a persuasão para o comportamento desejado e maior potencialidade na neutralidade da mensagem quanto sugestão do comportamento alvo foi a regulação identificada, Tabela 21, pelo fato que o indivíduo escolhe a atividade que deseja realizar de forma que seja congruente com os seus valores e objetivos (Deci, 1987).

A regulação integrada, Tabela 21, apresentou menor clareza para compreensão das mensagens com relação a persuasão para o comportamento desejado, menor potencialidade na neutralidade da mensagem quanto sugestão do comportamento alvo e na pertinência do mapeamento das características da motivação e da persuasão na descrição do

comportamento alvo pelo fato do comportamento ser valorizado e percebido como sendo escolhido por si mesmo, porém, a motivação ainda é extrínseca porque a atividade é realizada como um meio para um fim (Deci, 1987).

Com relação a pertinência do mapeamento das características da motivação e da persuasão na descrição do comportamento alvo, Tabela 21, o maior valor médio foi o tipo falta de motivação, pelo fato que os indivíduos experimentam uma falta de conexão entre os seus comportamentos e resultados. Seus comportamentos não são nem intrínseca nem extrinsecamente motivados. Comportamentos sem motivação são os menos autodeterminados porque não há nenhum senso de propósito e expectativas de recompensa ou possibilidade de mudar o curso dos acontecimentos, assim, as mensagens devem ser descritas de forma pertinente para que o indivíduo possa motivar-se a realizar o comportamento (Deci, 1987).

A regulação integrada apresentou menor valor médio de clareza, de neutralidade e de pertinência em ambos os países, o que pode ser justificado pelo fato do comportamento ser valorizado e percebido como sendo escolhido por si mesmo, porém, a motivação ainda é extrínseca porque a atividade é realizada como um meio para um fim (Deci, 1987).

O tipo de motivação que apresentou maior valor médio de clareza e neutralidade foi a regulação identificada, Tabela 21, que é definida como um comportamento que um indivíduo escolhe para realizar, porque é congruente com os seus valores e objetivos. O comportamento ainda é realizado por razões extrínsecas, mas é regulado internamente, conforme definido por (Deci, 1987).

A regulação externa apresentou maior valor médio de pertinência, Tabela 20, que pode ser justificado por referir-se ao comportamento regulado por recompensas ou a fim de evitar consequências negativas, independentemente da meta de comportamento ser para obter recompensas ou para evitar sanções, o indivíduo experimenta a obrigação de se comportar de uma maneira específica (Deci, 1987). É importante registrarmos que a neutralidade na regulação externa não foi avaliada pois a mesma já é controlada por recompensas e punições.

Tabela 21: Média μ e Desvio Padrão σ por item da análise dos gatilhos em português feita por especialistas do Brasil

Tipo de Motivação	Clareza		Pertinência		Neutralidade	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
Motivação Intrínseca	4,34	1,03	3,91	1,59	4,31	1,16
Regulação Integrada	3,76	1,45	3,36	1,56	3,74	1,56
Regulação Identificada	4,64	0,69	3,83	1,74	4,55	0,92
Regulação Introjogada	4,40	0,89	3,62	1,67	4,29	1,17
Regulação Externa	4,17	1,29	4,05	1,38	-	-
Falta de Motivação	4,24	1,45	4,26	1,43	-	-

Após a análise dos especialistas as mensagens foram alteradas de acordo com suas

sugestões como pode ser observado no Apêndice K. Podemos observar no Apêndice H as mensagens dos gatilhos após as sugestões dos especialistas.

4.3.4 Análise os gatilhos por meio de uma amostra controlada

Alteramos os gatilhos de acordo com as sugestões dos especialistas e os enviamos para um grupo de espanhóis e brasileiros com o objetivo de avaliar a capacidade de persuasão de diferentes arranjos de mensagens.

Nesta etapa, o envio dos gatilhos foi realizado por *e-mail* para uma amostra de 50 brasileiros e 50 espanhóis, sendo professores e estudantes de instituições de nível superior brasileira e espanhola. No entanto, apenas 20 brasileiros, sendo 15 homens e 5 mulheres, com idades entre 19 e 47 anos, e 36 espanhóis, sendo 22 homens e 14 mulheres, com idades entre 19 e 57 anos, responderam à pesquisa. Enviamos um grupo de gatilhos adequados à motivação, analisada previamente por meio do questionário *Situational Motivation Scale* - SIMS (apresentado no Anexo C), para cada indivíduo, solicitamos que o mesmo indicasse em uma escala Likert de cinco pontos (1 considerando que não gostou, e 5 considerando que gostou muito) sua avaliação quanto ao gatilho. Foram calculadas a média e o desvio padrão de cada mensagem de cada grupo para verificar os gatilhos que obtiveram melhor avaliação. Ainda, para auxiliar na análise dos gatilhos na amostra, desenvolvemos um instrumento para avaliar a relação entre a motivação e os gatilhos, de modo a observar quais são os que melhor se relacionam para cada tipo de motivação, acrescentando maior probabilidade de serem escolhidos. As mensagens que obtiverem maior peso são as que foram mais aceitas pela amostra. Para a análise do tipo de motivação utilizamos o SIMS (Guay et al., 2000), que é um instrumento proposto pela literatura para identificar o tipo de motivação ao realizar uma determinada atividade.

Dentre as seis mensagens que foram construídas para cada tipo de motivação, os espanhóis melhor se identificaram com as seguintes mensagens:

(i) **Motivação Intrínseca**, “*¡Muy bien! Estás contribuyendo a la reducción del consumo energético del país al apagar tu equipo!*”; (ii) **Regulação Identificada**, “*Apagando el equipo estás ahorrando electricidad y pagarás menos a fin de mes.*” e “*Haz el ambiente más saludable, al reducir el consumo de energía también se reducen las emisiones de CO2!*”; (iii) **Regulação Introjada**, “*Su equipo consume aproximadamente 20,00€ al mes. Para reducir su consumo y el gasto de la factura de electricidad, desconecte el equipo cuando salga de la habitación.*” e “*Se ahorra un 10% al mes si apagas el equipo cuando sales de la habitación.*”. (iv) **Regulação Integrada**, “*Apaga el equipo y reduce el consumo de energía.*”; (v) **Regulação Externa**, “*Tienes que apagar el equipo para reducir el gasto de tu factura de energía eléctrica.*” e “*Tienes que contribuir al futuro sostenible del planeta, apaga el equipo al salir de la habitación.*”; (vi) **Falta de Motivação** “*Ahorrarás un 10% al mes si apagares el equipo cuando sale del ambiente por medio de un clic en apagar*”, “*Su equipo consume aproximadamente 20,00€ al mes. Para reducir*

su consumo y el gasto de la factura de electricidad, desconecte el equipo cuando salga de la habitación.” e “Se ahorra un 10% al mes si apagas el equipo cuando sales de la habitación”.

Dentre as seis mensagens que foram construídas para cada tipo de motivação, os brasileiros melhor se identificaram com as seguintes mensagens:

(i) **Motivação Intrínseca**, “*Muito Bem! você já desligou a televisão! Não esqueça de desligá-la novamente.*”; (ii) **Regulação Identificada** “*Ao desligar o equipamento você estará economizando energia elétrica e pagará menos no final do mês.*”; (iii) **Regulação Integrada** “*Continue protegendo o meio ambiente ao desligar o equipamento e reduzir o consumo de energia*” e “*Mantenha seu consumo de energia baixo ao desligar a luz*”; (iv) **Regulação Introjetada**, “*Continue protegendo o meio ambiente ao desligar o equipamento e reduzir o consumo de energia*” e “*Mantenha seu consumo de energia baixo ao desligar a luz*”; (v) **Regulação Externa**, “*Olá usuário, eu sou o SapiEns! O sistema que o ajudará a economizar dinheiro e reduzir seu consumo de energia elétrica. No momento quero lembrá-lo que você esqueceu sua TV ligada. Por favor desligue-a.*” e “*Você tem que contribuir com o futuro do seu planeta por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.*”. No entanto, os brasileiros não apresentaram preferência na **Falta de Motivação**.

4.3.5 Inserção dos gatilhos no modelo MUSPMC

Após o envio dos gatilhos para um grupo de consumidores espanhóis e brasileiros para avaliar a capacidade de persuasão de diferentes arranjos de mensagens, inserimos os 36 gatilhos no sistema, sendo que as mensagens com maior aceitação na persuasão foram definidas como prioritárias. O modelo de Comunicação entre Gatilhos e Consequências (CGC) foi utilizado para enviar os gatilhos e observar as ações do indivíduo no ambiente por meio de três tipos de consequências no ambiente de afeição, de comportamento e de conhecimento. A Eq. 8 indicou que quanto maior o valor de ι maior será a aceitabilidade dos gatilhos, indicando que o indivíduo está mudando seu comportamento.

Na Camada E, o sistema obedece os seguintes requisitos de Tecnologias Persuasivas: (i) capacidade de adaptação, o modelo adapta-se ao perfil do indivíduo de forma a adequar o envio e a escolha de gatilhos conforme o comportamento da pessoa; (ii) persistência, o sistema persevera em seu objetivo até que a pessoa realize uma determinada ação; (iii) elogio, o sistema é capaz de oferecer palavras agradáveis ao indivíduo como recompensas, elogios entre outros; (iv) dimensionamento, o sistema processa informação de acordo com a demanda; (v) causa e efeito, o sistema fornece ao indivíduo informação que permite ao usuário relacionar a sua ação a uma reação do sistema. Quanto a Aprendizagem Ubíqua, o sistema atende os seguintes requisitos: (i) imediatismo, possibilita acesso a informação a todo momento; e (ii) interatividade, permite a comunicação entre os indivíduos e a tecnologia de forma direta e personalizada.

Concluídas as etapas para o desenvolvimento de um sistema persuasivo baseado no modelo MUSPMC associado a um estudo de caso em eficiência energética parte-se para seu teste e aplicação.

5 TESTES E VALIDAÇÃO DO MUSPMC

5.1 O Projeto Sapiens

A aplicação do sistema persuasivo foi desenvolvida a partir do modelo MUSPMC em um estudo de caso associado a eficiência energética junto aos núcleos do Projeto Sapiens/CNPq/ FURG, cujos objetivos buscam persuadir os usuários a modificar seu comportamento em relação ao consumo de energia elétrica. Para atingir essa mudança de comportamento, o Sapiens conta com um aplicativo móvel persuasivo que permite o gerenciamento de equipamentos elétricos domésticos e o envio de gatilhos quando o dispositivo permanece ligado na ausência do indivíduo. O gerenciamento decorrente de nosso estudo teve como ambiente as salas de permanências de professores e os laboratórios de pesquisa do Grupo de Automação e Robótica Inteligente - NAUTEC, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, local já monitorado pelo Projeto Sapiens.

O projeto Sapiens ¹ objetivou o desenvolvimento de tecnologias persuasivas no âmbito da eficiência energética de modo a permitir ao usuário entender e gerenciar seu consumo de energia elétrica de forma eficiente. Neste projeto foi desenvolvido um ambiente persuasivo inteligente para monitoramento do consumo de energia elétrica e para atuação no comportamento dos indivíduos por meio do envio gatilhos de modo a promover um comportamento sustentável. O sistema é composto por *SmartCam*, *SmartPlugs* e por um aplicativo móvel denominado SapiEns.

Os *SmartPlugs* são responsáveis por medir e enviar informações sobre consumo de energia dos equipamentos ligados, além disso, permite o acionamento do dispositivo de forma remota. Já as *SmartCams* verificam e informam a presença humana no ambiente, ambos sensores são representados na Figura 16.

Os *SmartPlugs* e as *SmartCam* foram instalados nas salas de permanências de professores e nos laboratórios do NAUTEC, da FURG. O monitoramento e o controle do consumo de energia elétrica dos equipamentos é feito por meio de um aplicativo móvel denominado SapiEns. Na Figura 17 podemos visualizar um exemplo de utilização do aplicativo.

¹<http://www.nautec.furg.br/index.php/projetos-pt/SapiEns>



Figura 16: *SmartPlug* e *SmartCam*

O sistema SapiEns desenvolvido por Mota et al. (2016), este sistema conta com um aplicativo móvel persuasivo denominado SapiEns, o qual é uma interface persuasiva capaz de gerenciar as *SmartCams* e os *SmartPlug*) de forma ubíqua. Além disso, a interface permite *login*, *controle de dados do usuário e metas*, *controle de acesso*, *sistema de ajuda* e *feed de informação*, *gestão de gatilhos e de consumo*, *personalização de telas*, e *integração com outros sistemas* (e.g. Facebook), bem como o *envio de gatilhos* (Figura 20 e Figura 21) para persuadir os indivíduos a reduzir o consumo de energia elétrica.

A tela inicial do aplicativo (Figura 19) oferece ao indivíduo um *feed* de notícias com conteúdos referentes a hábitos sustentáveis que visam prioritariamente a economia de energia elétrica. Na figura 18, temos a tela de menu composta por um conjunto de funcionalidades e serviços como: *usuários do sistema*, *dispositivos conectados*, *relatórios de consumo*, *metas do usuário*, *gatilhos*, *recompensas* e *ajuda*.

Nas Figura 20 podemos observar um exemplo de gatilho que foi enviado aos indivíduos com falta de motivação e na Figura 21 está representada a notificação de que um gatilho foi recebido.

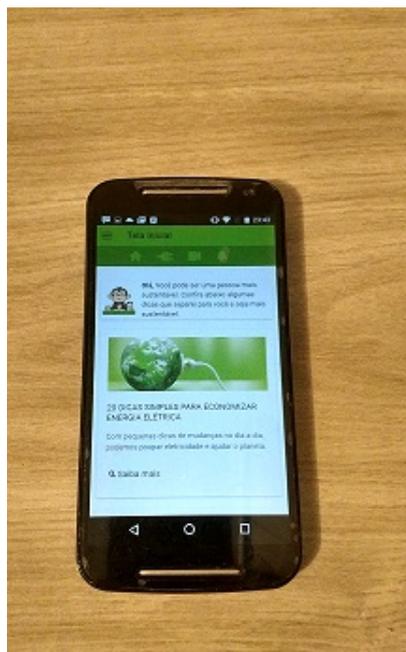


Figura 17: Exemplo de utilização do aplicativo



Figura 18: Tela de menu do aplicativo.



Figura 19: Tela inicial do aplicativo.

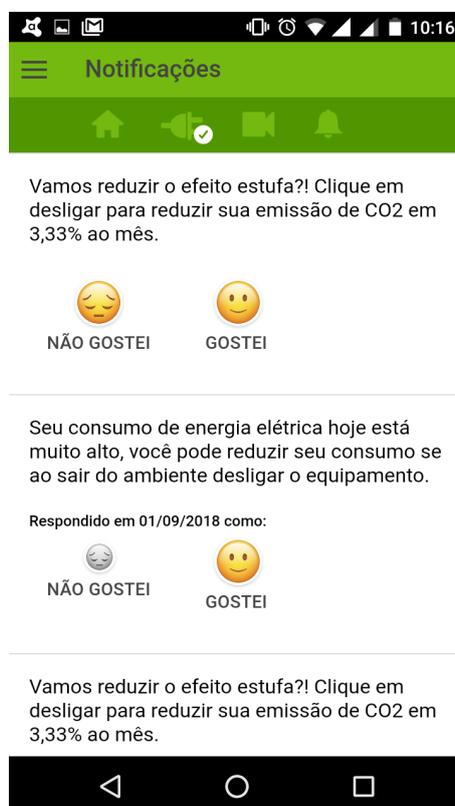


Figura 20: Exemplo de gatilho que foi enviado aos indivíduos com falta de motivação.



Figura 21: Notificação de que um gatilho foi recebido.

5.2 Estudo de Caso

O estudo de caso foi aplicado no Projeto Sapiens na Universidade Federal do Rio Grande - Furg (Brasil) em duas etapas, descritas na seguinte sequência: (i) $NT(t) \rightarrow M(t) \rightarrow T(t) \rightarrow M(t)$, onde NT representa a etapa na qual o indivíduo procedeu com suas atividades sem receber nenhum gatilho; T representa a etapa na qual realizou-se intervenções por meio do envio de gatilhos para o usuário durante a execução da atividade; M representa a mensuração dos dados de consumo dos dispositivos ligados ao sistema; t indica o número de dias que o sistema foi avaliado para cada etapa.

Na etapa $NT(t)$ analisamos as necessidades psicológicas dos indivíduos e os seus hábitos de consumo por meio de dois instrumentos: BPNS - Diary (Basic Psychological Need Satisfaction and Frustration Scale – Diary version), Anexo B para avaliarmos o nível de necessidade dos indivíduos; e um instrumento denominado Escala de Hábitos de Consumo de Energia Elétrica (EHCEE), para avaliar os hábitos de consumo de energia elétrica dos indivíduos, sendo desenvolvido um instrumento em português Apêndice E e em espanhol Apêndice D). O estudo foi aplicado em dois grupos: (i) grupo com quatro estudantes e um professor, sendo um total de 5 pessoas, com idade entre 23 e 39 anos, na Universidade de Extremadura localizada na cidade de Cáceres na Espanha; (ii) grupo com quatro estudantes e um professor, sendo um total de 5 pessoas, com idade entre 25 e 40 anos, na Universidade Federal de Rio Grande, na cidade de Rio Grande, Brasil. O estudo foi aplicado em dois grupos com o intuito de avaliar se há diferença entre o comportamento brasileiro e espanhol com relação ao consumo de energia elétrica.

Quanto a autonomia dos indivíduos, os resultados do BPNS-Brasil apresentaram os seguintes índices: 40% muito baixa autonomia, 10% baixa e 40% média. Com relação à competência, os índices atingidos foram de 40% muito baixa, 40% média e 10% baixa. Já a afinidade, 80% dos indivíduos apresentaram afinidade muito baixa e 20% baixa. Os resultados do EHCEE-Brasil demonstraram que: quanto ao uso do computador, o instrumento possibilitou verificarmos que 40% dos indivíduos entrevistados sempre desligam o computador ao saírem do ambiente. Daqueles que não desligam o equipamento, verificou-se que 20% não o fazem em 20% das vezes, 20% não o fazem em 40% das vezes, e 20% nunca desligam. Verificamos que com relação ao monitor, 40% dos indivíduos entrevistados sempre o desligam, 20% o fazem em 80% das vezes e 20% nunca desligam. Por fim, quanto ao ar condicionado, 80% da amostra relata sempre desligar e 40% afirmam que o desligam em 60% das vezes.

Na etapa $NT(t)$ mensuramos o consumo elétrica em 4 salas de permanência e 2 laboratórios na Universidade Federal do Rio Grande - Furg no período de 01 de maio de 2018 a 31 de julho de 2018. Investigamos a variação do consumo de energia elétrica por meio de uma análise multivariada ² que pressupõe que os dados devem ter uma certa

²Análise de múltiplas variáveis que estão presentes em um único conjunto de relações. Esta investigação é constituída por um conjunto de métodos que podem ser utilizados para avaliar várias medições de uma ou

distribuição, geralmente distribuição normal, porém, se a suposição de normalidade for violada, a interpretação e a inferência podem não ser confiáveis ou válidas. Devido a isso, é importante verificar essa suposição antes de prosseguir com quaisquer procedimentos estatísticos relevantes (Hair et al., 2009; Razali et al., 2011). Na literatura há vários métodos para testar a normalidade da distribuição de dados, nesta tese realizamos os seguintes testes: (i) **Kolmogorov-Smirnov**, teste não-paramétrico que é utilizado em amostras de dados contínuos para avaliar a igualdade de distribuições de probabilidades unidimensionais. Esse método avalia duas hipóteses, H_0 : os dados têm uma distribuição normal e H_1 : os dados não têm uma distribuição normal (DN). A Hipótese nula (H_0) é rejeitada se o resultado ($p - value$) for menor que 0,05; (ii) **Shapiro-Wilk**, cálculo do nível de significância das diferenças em relação a uma DN, porém, esse teste só pode ser utilizado em amostras com tamanho máximo de 50. Esse método avalia duas hipóteses, H_0 : os dados têm uma distribuição normal e H_1 : os dados não têm uma distribuição normal. A Hipótese nula (H_0) é rejeitada se $p - value < 0,05$; (iii) **teste $z - value$** , avalia a normalidade de distribuição por meio da *Skewness* e da *Kurtosis*, o valor de z pode ser obtido dividindo estes valores pelos seus erros padrão. O $z - value$ pode variar entre $-1,96$ e $1,96$. O **Skewness** mede a assimetria da distribuição, sendo que uma inclinação positiva indica que a distribuição é maior do lado direito que esquerdo (cauda da curva à direita), negativa tem distribuição maior do lado esquerdo (cauda da curva à esquerda) e zero tem distribuição simétrica. O valor de *Skewness* deve ser próximo de zero, porém, a maioria dos dados apresenta assimetria. A **Kurtosis** é uma medida do pico da distribuição, sendo que um valor positivo é chamado de leptocúrtica e indica um pico, negativo é denominado platicúrtica e indica um vale e zero é uma distribuição perfeitamente normal.

As análises foram feitas na ferramenta SPSS³ que é um *software* para análise estatística. Não realizamos o teste de *Shapiro-Wilk* pelo fato que nossa amostra é maior que 50 e o teste não é recomendado para esse tipo de amostra, sendo assim, aplicamos os testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov, $z - value$. Os resultados demonstraram que a distribuição dos dados de consumo não é normal para nenhuma sala e em nenhum período do dia, com altos valores de *Skewness* e *Kurtosis* que podem ser observados nas Tabelas 22, 23,24,25,26, 27, 28, 29 e30.

De modo a observarmos o comportamento com relação ao desperdício de consumo de energia elétrica podemos investigar nas Tabelas 27 e 29 que os indivíduos que estão nos laboratórios têm consumo maior e costumam permanecer neste local no período entre 8hs e 18hs. Sendo que na B05 os estudantes esquecem as luzes ligadas às 10hs, 12hs e às 16hs. Enquanto na B06 os indivíduos saem do ambiente e não desligam as luzes às 10hs, 12hs e 15hs. Nas Tabelas 27 e 29 podemos observar o comportamento dos indivíduos nas salas de permanência que geralmente são ocupadas por no máximo duas pessoas. Na

mais amostras (Hair et al., 2009).

³<https://www.ibm.com/products/spss-statistics>

Tabela 22: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B05. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
9	111,61	5257,94	72,51	0,69	8,90	-1,30	-8,42	0,000
10	168,37	5070,65	71,21	-0,90	-16,58	-1,12	-10,33	0,000
11	153,80	5323,92	72,97	-0,37	-6,34	-1,81	-15,50	0,000
12	120,83	5463,31	73,91	0,42	4,56	-1,67	-9,18	0,000
13	145,56	5374,84	73,31	-0,13	-2,13	-1,88	-15,45	0,000
14	144,38	4961,71	70,44	-0,04	-0,69	-1,89	-16,89	0,000
15	175,51	4184,65	64,69	-0,99	-26,82	-0,93	-12,58	0,000
16	170,41	4443,59	66,66	-0,82	-21,85	-1,22	-16,20	0,000
17	165,50	4789,94	69,21	-0,75	-15,04	-1,30	-13,10	0,000
18	163,97	5068,15	71,19	-0,73	-9,72	-1,34	-8,87	0,000
19	205,11	1666,55	40,82	-4,30	-16,17	17,00	32,34	0,000
20	208,61	844,94	29,07	-6,44	-38,07	40,60	120,66	0,000
21	212,87	0,83	0,91	-1,63	-9,18	9,67	27,43	0,000
22	148,83	3434,39	58,60	0,12	0,61	-1,70	-4,49	0,000
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000

Tabela 23: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B06. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
8	321,02	1832,11	42,80	-7,37	-23,87	56,23	92,40	0,000
9	320,05	1555,62	39,44	-7,75	-64,72	60,75	254,13	0,000
10	314,26	376,12	19,39	-15,15	-225,22	238,61	1774,91	0,000
11	314,95	206,43	14,37	-18,31	-259,02	374,87	2654,02	0,000
12	314,49	778,45	27,90	-10,79	-140,19	117,16	761,90	0,000
13	312,09	851,91	29,19	-10,26	-135,50	106,14	701,69	0,000
14	310,22	1070,83	32,72	80,50	-120,33	-8,95	541,52	0,000
15	305,00	2104,12	45,87	-4,45	-63,64	20,62	147,65	0,000
16	309,33	1014,02	31,84	-5,60	-105,79	33,31	314,97	0,000
17	314,42	169,17	13,01	-19,44	-324,31	439,47	3668,08	0,000
18	313,05	386,18	19,65	-13,44	-145,02	0,09	1070,33	0,000
19	307,56	2129,81	46,15	0,26	-25,29	0,51	81,19	0,000
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
22	213,03	35395,32	188,14	-1,44	-1,17	-	-	0,000
23	145,81	3014,75	54,91	-2,95	-4,12	8,79	6,28	0,000

Tabela 24: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala P02. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
8	0,00	7269,68	85,26	8,77	110,96	91,76	580,93	0,000
9	17,70	1682,30	41,02	17,76	190,41	393,61	2113,52	0,000
10	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
11	12,06	10775,27	103,80	8,17	94,70	70,60	409,87	0,000
12	24,07	36479,48	191,00	4,21	56,14	16,56	110,52	0,000
13	16,83	30245,58	173,91	4,77	62,41	21,67	141,85	0,000
14	15,72	18382,60	135,58	6,16	72,57	38,41	226,40	0,000
15	28,79	71674,10	267,72	2,74	27,32	5,75	28,74	0,000
16	54,96	98790,10	314,31	1,97	25,20	2,06	13,15	0,000
17	32,50	10688,41	103,38	7,03	118,92	57,74	488,65	0,000
18	17,98	10905,11	104,43	42,13	725,25	1775,00	15286,29	0,000

Tabela 25: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala P11. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
14	7,43	4033,33	63,51	0,00	-2,29	-6,00	1,21	0,002
15	38,40	242270,08	492,21		1,35	-	-	0,001
16	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
17	99,75	6181,96	78,63	11,75	104,29	143,36	637,78	0,000
18	92,19	27719,23	166,49	4,78	43,52	22,15	101,11	0,000
19	101,10	186,22	13,65	-7,52	-23,78	56,72	91,03	0,000
20	93,70	3612,69	60,11	4,30	9,93	22,27	26,34	0,000

Tabela 26: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala P12. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
9	71,44	1785,42	42,25	-0,87	-1,63	-1,02	-0,98	0,000
10	57,44	2478,78	49,79	-0,23	-1,09	-1,97	-4,59	0,000
11	73,92	1887,24	43,44	-1,10	-3,08	-0,75	-1,07	0,000
12	0,00	38,70	6,22	1,51	1,48	2,06	0,79	0,240
13	58,30	2360,44	48,58	-,27	-0,64	-1,95	-2,41	0,000
14	92,95	549,15	23,43	-3,60	-17,38	11,46	27,87	0,000
15	90,87	703,51	26,52	-3,04	-17,85	7,38	21,76	0,000
16	94,20	427,21	20,67	-3,79	-23,87	13,40	42,38	0,000
17	90,77	664,42	25,78	-2,82	-18,01	6,58	21,10	0,000
18	95,42	249,08	15,78	-5,16	82,04	26,45	66,08	0,000
19	94,10	285,93	16,91	-4,41	-21,62	19,00	46,85	0,000
20	37,28	399,04	19,98	,87	1,26	-1,01	-0,75	0,010
21	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-
22	12,95	280,85	16,76	-	-	-	-	-
23	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-

Tabela 27: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica e presença média dos indivíduos no período de duas semanas na sala B05. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão, KS Kolmogorov-Smirnov, P presença.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS	P
				Valor	z-value	Valor	z-value		
9	61,97	236,89	15,39	-0,99	-4,95	0,28	0,71	0,00	1
10	72,76	21,67	4,65	-13,47	-80,25	190,77	570,91	0,00	0
11	72,46	24,99	5,00	-13,45	-84,17	193,56	608,19	0,00	1
12	120,83	5463,31	73,91	0,42	4,56	-1,67	-9,18	0,00	0
13	70,54	133,93	11,57	-5,17	-36,41	26,07	92,02	0,00	1
14	215,25	161,01	12,69	-11,91	-164,57	156,20	1080,32	0,00	1
15	215,94	165,69	12,87	-12,76	-173,24	175,15	1190,06	0,00	1
16	215,80	115,07	10,73	-14,79	-193,50	233,00	1525,65	0,00	0
17	214,07	354,37	18,82	-9,43	-83,38	92,00	407,54	0,00	1
18	213,01	624,69	24,99	-7,23	-44,26	54,84	168,64	0,00	1
19	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	0
20	38,87	1253,96	35,41	-1,01	-0,83	-	-	0,60	1

Tabela 28: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B05 na fase T . O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
9	217,37	8,96	2,99	-9,07	-67,75	133,03	498,48	0,000
10	214,89	1,48	1,22	-,64	-5,08	3,31	13,08	0,000
11	212,85	111,07	10,54	-9,17	-51,07	86,22	241,27	0,000
12	203,70	2659,96	51,57	-3,03	-6,77	9,52	10,92	0,000
13	214,31	354,83	18,84	-10,05	-58,47	104,83	306,35	0,000
14	215,20	180,66	13,44	-13,03	-97,77	199,95	752,55	0,000
15	212,55	440,28	20,98	-8,49	-50,34	74,34	221,44	0,000
16	208,56	1269,75	35,63	-5,00	-44,32	25,60	113,64	0,000
17	215,83	21,35	4,62	-15,79	-149,83	291,33	1384,41	0,000
18	214,07	118,49	10,89	-8,88	-59,78	85,93	290,33	0,000

Tabela 29: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica e presença média dos indivíduos no período de duas semanas na sala B06. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão, KS Kolmogorov-Smirnov, P presença.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS	P
				Valor	z-value	Valor	z-value		
8	321,02	1832,11	42,80	-7,37	-23,87	56,23	92,40	0,000	1
9	320,32	1844,49	42,95	-7,19	-32,26	52,63	119,10	0,000	0
10	319,42	3,58	1,89	-0,26	-1,62	0,02	0,08	0,000	1
11	319,66	5,00	2,24	0,17	1,03	-0,39	-1,20	,000	1
12	319,18	5,24	2,29	0,10	0,59	1,03	3,10	0,000	0
13	316,24	4,10	2,02	0,03	0,16	1,32	3,96	0,000	1
14	315,31	4,83	2,20	-0,21	-1,30	0,15	0,46	0,000	0
15	317,19	8,70	2,95	-0,87	-5,09	3,94	11,50	0,000	1
16	319,19	8,60	2,93	-0,21	-1,41	-0,70	-2,30	0,000	1
17	263,26	43,05	6,56	-9,76	-45,07	104,53	243,21	0,000	1
18	262,99	3,92	1,98	-0,10	-0,42	-0,65	-1,35	0,000	1
19	257,56	2173,68	46,62	-5,34	-13,25	30,70	38,96	0,000	1
20	0	0	0	-	-	-	-	-	0
21	0	0	0	-	-	-	-	-	0
22	237,88	28151,36	167,78	-1,43	-1,41	1,61	0,61	,000	1

Tabela 30: Análise da normalidade dos dados de consumo de energia elétrica na sala B06. O símbolo μ , representa a média, σ^2 a variância, σ o desvio padrão e KS Kolmogorov-Smirnov.

Hora	μ	σ^2	σ	Skewness		Kurtosis		KS
				Valor	z-value	Valor	z-value	
8	321,02	1832,11	42,80	-7,37	-23,87	56,23	92,40	0,000
9	320,32	1844,49	42,95	-7,19	-32,26	52,63	119,10	0,000
10	319,42	3,58	1,89	-0,26	-1,62	0,02	0,08	0,000
11	319,66	5,00	2,24	0,17	1,03	-0,39	-1,20	0,000
12	319,18	5,24	2,29	0,10	0,59	1,03	3,10	0,000
13	316,24	4,10	2,02	0,03	0,16	1,32	3,96	0,000
14	315,31	4,83	2,20	-0,21	-1,30	0,15	0,46	0,000
15	317,19	8,70	2,95	-0,87	-5,09	3,94	11,50	0,000
16	319,19	8,60	2,93	-0,21	-1,41	-0,70	-2,30	0,000
17	263,26	43,05	6,56	-9,76	-45,07	104,53	243,21	0,000
18	262,99	3,92	1,98	-0,10	-0,42	-0,65	-1,35	0,000
19	257,56	2173,68	46,62	-5,34	-13,25	30,70	38,96	0,000
20	0	0	0	-	-	-	-	-
21	0	0	0	-	-	-	-	-
22	237,88	28151,36	167,78	-1,43	-1,41	1,61	0,61	0,000

sala P02, costuma-se ter pessoas no período entre 7hs e 19hs, sendo que não desligam o equipamento às 9hs e 16hs. Na sala P11 os indivíduos costumam estar na sala no período entre 15hs e 20hs, sendo que esquecem as luzes ligadas às 18hs. Por fim, na sala P12, permanecem no período entre 9hs e 20hs, e não desligam às luzes às 10hs. Devido a isso, julgamos que os gatilhos deveriam ser enviados nesses horários.

Devido ao fato dos dados não serem normalizados utilizamos o teste de soma de classificação de wilcoxon para compararmos os dados de consumo da fase NT com a fase T . Este é um procedimento de teste não paramétrico para a análise de dados de par combinado, com base em diferenças ou para uma única amostra (Wilcoxon et al., 1970). A hipótese nula é que as diferenças, ou observações individuais no caso da amostra única, têm uma distribuição centrada em zero. A estatística de teste é a soma das classificações para os valores positivos ou negativos (Wilcoxon et al., 1970). Neste trabalho estamos interessados na hipótese (H_0) que indica que não há diferença de média de consumo por hora entre as fases NT e T .

A hipótese H_0 foi rejeitada devido ao valor de Z ser igual $-14,905$ e $p < 0,001$ o que indica que houve há diferença na média de consumo entre as duas fases. Os resultados do teste de Wilcoxon demonstraram que houve 1561 casos em que o consumo na fase T foi menor que na NT , 938 em que foi maior e e 431 que foram iguais. Podemos afirmar que houve uma redução no consumo na fase T ao observarmos que o consumo nesta fase é de 215,18 com desvio padrão de 18,52 que é menor que na fase NT que obteve uma média de consumo de 213,79 e desvio padrão de 14,95.

Na fase *T* foram enviados 44 gatilhos por meio de um aplicativo móvel para cada indivíduo no período de duas semanas. Nesta fase observamos que os indivíduos apresentaram muito baixa autonomia, competência e afinidade e falta de motivação para reduzir o consumo de energia elétrica na B06, porém, conforme podemos observar na Tabela 32 aceitaram a maioria dos gatilhos. Já os dados presentes na Tabela 31 indicam que 66% dos indivíduos apresentaram muito baixa autonomia, competência e afinidade baixa e falta de motivação para reduzir o consumo de energia elétrica e 33% alta autonomia, competência e afinidade, sendo que todos os indivíduos aceitaram a maioria dos gatilhos que foram enviados.

Tabela 31: Tipo de motivação e resposta dos indivíduos aos gatilhos na sala B05

B05			
Usuário	Gatilhos		Motivação
	Aceitos	Rejeitados	
UserA	77%	23%	Regulação Introjetada
UserB	62%	38%	Falta de Motivação
UserC	54%	46%	Falta de Motivação

Tabela 32: Tipo de motivação e resposta dos indivíduos aos gatilhos na sala B06.

B06			
Usuário	Gatilhos		Motivação
	Aceitos	Rejeitados	
User A	81%	19%	falta de motivação
User B	65%	35%	falta de motivação
User C	77%	23%	falta de motivação

Neste estudo de caso podemos observar que embora os indivíduos afirmassem que desligam os equipamentos na maioria das vezes e que estão preocupados com relação ao custo e as taxas na conta de luz, os mesmos costumam esquecer os equipamentos ligados quando saem do ambiente, conforme podemos observar nas Tabelas 27 e 29. Além disso, podemos observar que houve indícios de processos de aprendizagem ubíqua, já os indivíduos responderam de forma positiva a maioria dos gatilhos e também pelo fato de que houve uma redução no consumo de energia elétrica. Retomando as considerações de Santaella, uma aprendizagem ubíqua só pode ser verificada quando surge a oportunidade de colocá-la em prática.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

6.1 Conclusão

Este trabalho surgiu do interesse em investigar tecnologias persuasivas e ubíquas que podem ser aplicadas na educação, tendo como contribuição a integração dos marcos conceituais de modelos comportamentais, Tecnologias Persuasivas e aprendizagem ubíqua. O principal aporte deste trabalho foi o desenvolvimento de um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas persuasivas, aqui denominado de Modelo Ubíquo para Sistemas para Persuasivos para Mudança de Comportamento (MUSPMC). Na proposta do modelo MUSPMC alteramos o FBM ao inserir o nível de motivação situacional do HMIEM em sua camada de motivação. Neste trabalho consideramos apenas o nível situacional por este estar relacionado às experiências motivacionais individuais (enquanto a pessoa está envolvida em uma determinada tarefa) por acreditamos que a computação ubíqua está relacionada ao conceito de nível situacional por integrar as ações e comportamentos das pessoas aos dispositivos que estão conectados a qualquer momento e em todos os lugares, possibilitando a observação das ações dos indivíduos enquanto estão envolvidos em suas atividades diárias.

O processo metodológico do MUSPMC está organizado em sete camadas (A/B/C/D/E/F/G). A Camada A - Fatores Situacionais Ubíquos (FSU), é composta por fatores situacionais que são identificados a partir da literatura e mapeados em sensores ubíquos presentes no ambiente durante a execução de uma determinada tarefa. A Camada B - Modelo DCMM, utiliza o *Dynamic Computational Model of Motivation-DCMM* para avaliar as consequências da motivação em diferentes tipos e níveis. A Camada C - Motivação Situacional, consiste na especificação do nível situacional do modelo DCMM, de modo a detalhar a relação entre os elementos ubíquos e as necessidades de autonomia competência e afinidade do indivíduo. A Camada D - Motivação, utiliza o *Framework SmartTrigger*, que por sua vez engloba o DCMM para avaliar os tipos de motivação no nível situacional e os Fatores Situacionais Ubíquos para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade. A Camada E - Gatilhos, contém os gatilhos que por sua vez estão inseridos no *Framework SmartTrigger*. Esta pesquisa focou

apenas no módulo *spark*, pelo fato do foco desta pesquisa estar na análise da motivação dos indivíduos e de sua influência na mudança de comportamento por meio de gatilhos motivacionais. A Camada F - Comunicação entre Gatilhos e Consequências: comunica os gatilhos de motivação e habilidade com a observação das consequências presentes na Camada F por meio do modelo de Comunicação entre Gatilhos e Consequências (CGC). A Camada G - Consequências: observação da ação do indivíduo após o recebimento de um determinado gatilho, sendo composta pela afeição, comportamento e conhecimento, sendo que este estudo investiga apenas o comportamento, visto que foco desta pesquisa é a mudança de comportamento do indivíduo a partir de sistemas persuasivos.

O MUSPMC foi aplicado em um contexto de eficiência energética, optamos por esta temática por envolver um desafio relacionado a mudança de comportamento dos indivíduos com relação ao consumo sustentável. Devido a isso, parametrizamos as camadas do modelo: Camada A - identificamos e mapeamos os sensores nos Fatores Situacionais encontrados na literatura. Camada E - definimos os termos relacionados ao contexto de eficiência energética e os elementos persuasivos presentes em gatilhos, bem como realizamos uma revisão bibliográfica a fim de definirmos as características que envolvem a teoria da autodeterminação. Foram construídos 36 gatilhos motivacionais persuasivos que foram enviados para um grupo de especialistas a fim de identificarmos a clareza, pertinência e neutralidade das mensagens e para uma amostra controlada com o objetivo de avaliar a capacidade de persuasão de diferentes arranjos de mensagens. Por fim, inserimos os gatilhos no modelo MUSPMC, sendo que as mensagens com maior aceitação na persuasão foram definidas como prioritárias no modelo.

De modo a aplicar o modelo desenvolvemos um estudo de caso no qual avaliamos se a intervenção na motivação dos indivíduos provoca uma mudança de comportamento com relação a sustentabilidade e conseqüentemente se esta mudança causa processos de aprendizagem ubíquos, tornando-o mais sustentável. Os resultados sugerem que, embora os indivíduos afirmassem que desligam os equipamentos na maioria das vezes e que preocupam-se com relação ao custo e as taxas da conta de luz, os mesmos costumam esquecer os equipamentos ligados quando saem do ambiente. Além disso, pudemos observar que houve indícios de processos de aprendizagem ubíqua, já que os indivíduos responderam de forma positiva a maioria dos gatilhos e também pelo fato de que ocorreu uma redução no consumo de energia elétrica. Retomando as considerações de Santaella, uma aprendizagem ubíqua só pode ser verificada quando surge a oportunidade de colocá-la em prática.

6.2 Questões de Pesquisa

Como incorporar a Tecnologia Persuasiva em ambientes de aprendizagem ubíqua?

A Tecnologia Persuasiva foi incorporada em ambientes de aprendizagem ubíqua por meio do desenvolvimento do Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental, que é um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas que foi aplicado em um ambiente de aprendizagem ubíqua. Analisamos as limitações e vantagens deste modelo por meio da aplicação do MUSPMC em um estudo de caso relacionado ao contexto de eficiência energética.

Como desenvolver ambientes de aprendizagem ubíqua, integrando elementos persuasivos em uma arquitetura persuasiva?

Para que pudéssemos incorporar as Tecnologias Persuasivas em ambientes de Aprendizagem Ubíqua primeiro realizamos uma revisão teórica na qual identificamos quais elementos persuasivos são utilizados para motivar os indivíduos a mudarem seu comportamento por meio de tecnologias persuasivas. Após esta análise buscamos na literatura os dispositivos utilizados em ambientes de aprendizagem ubíqua bem como procuramos identificar se as características do estudante influenciam em seu processo de aprendizagem ubíqua. A partir desta investigação podemos observar a importância da construção de um ambiente personalizável de acordo com as escolhas e o perfil da pessoa e construir o Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança Comportamental que é um modelo para análise da motivação dos indivíduos por meio de tecnologias ubíquas.

Como mensurar a motivação do indivíduo por meio da inserção da teoria da autodeterminação no modelo FBM? Como dotar o FBM de fatores situacionais ubíquos para mensuração da motivação?

Para que possamos mensurar a motivação dos indivíduos foi necessário realizarmos uma revisão sistemática na qual identificamos os fatores situacionais utilizados na literatura para mensurar as necessidades de autonomia, competência e afinidade. Após esta busca, analisamos quais fatores variam durante a execução de uma determinada atividade e avaliamos a possibilidade de agrupá-los em um mesmo Fatores Situacionais Ubíquos - FSU. Os FSUs são um conjunto de elementos que são responsáveis por coletar, atuar e processar as informações do ambiente. Os FSUs foram mapeados em um conjunto de qualificadores que expressam as relações entre os Fatores Situacionais e os sensores disponíveis no ambiente. Estas informações são processadas com base em um processo de *Fuzzyficação*, no qual os dados obtidos pelos sensores são traduzidos, por meio da Lógica Fuzzy em níveis de pertinência das necessidades. Ou seja, o sistema recebe um conjunto de entradas e as mapeia em um grupo de variáveis linguísticas por meio de uma função de pertinência expressa em termos matemáticos. Após essa etapa, obtemos o conjunto de saída a partir da análise da influência das regras de inferência, mapeadas a partir da literatura. No estágio final calculamos a implicação máxima de cada conjunto de saída dos qualificadores que representam os níveis de autonomia, competência e afinidade.

Como avaliar o impacto de elementos persuasivos ubíquos na obtenção do comportamento alvo?

Avaliamos o impacto dos elementos persuasivos ubíquos na obtenção do comportamento alvo por meio do desenvolvimento de um estudo de caso no qual analisamos também as vantagens e as limitações do modelo MUSPMC. De forma mais específica, esse estudo avaliou se a intervenção na motivação dos indivíduos provoca uma mudança de comportamento com relação a sustentabilidade, e conseqüentemente se essa mudança causa processos de aprendizagem ubíquos, tornando-o mais sustentável.

A aplicação do estudo foi desenvolvida no Projeto Sapiens cujo objetivo é persuadir os usuários a modificar seu comportamento em relação ao consumo de energia elétrica. Para atingir essa mudança de comportamento, o Sapiens conta com um aplicativo móvel persuasivo que permite o gerenciamento de equipamentos elétricos domésticos e o envio de gatilhos quando o dispositivo permanece ligado na ausência do indivíduo. O gerenciamento decorrente de nosso estudo teve como ambiente as salas de permanências de professores e laboratórios de pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande/FURG, local já monitorado pelo Projeto Sapiens.

A partir desta investigação podemos observar a importância da construção de um ambiente personalizável de acordo com as escolhas e o perfil da pessoa. Além disso, também constatamos que embora os indivíduos afirmassem que desligam os equipamentos na maioria das vezes e que estão preocupados com relação ao custo e as taxas na conta de luz, os mesmos costumam esquecer os equipamentos ligados quando saem do ambiente. Também identificamos que houve indícios de processos de aprendizagem ubíqua, já os indivíduos responderam de forma positiva a maioria dos gatilhos e também pelo fato de que houve uma redução no consumo de energia elétrica. Retomando as considerações de Santaella, uma aprendizagem ubíqua só pode ser verificada quando surge a oportunidade de colocá-la em prática.

Como desenvolver uma metodologia para construir gatilhos motivacionais personalizados?

A metodologia para construir gatilhos motivacionais personalizados foi desenvolvida a partir dos seguintes métodos: *(i)* aplicação de entrevistas com o propósito de identificar as palavras e os termos relacionados ao contexto de estudo; *(ii)* identificação de elementos persuasivos presentes nos gatilhos; desenvolvemos a estrutura dos gatilhos a partir das características definidas na teoria da autodeterminação; *(iii)* construção da estrutura dos gatilhos a partir das características definidas na teoria da autodeterminação; *(iv)* desenvolvimento das mensagens motivacionais persuasivas por meio da associação dos termos relacionados ao contexto de estudo, dos elementos persuasivos e da seleção das características que envolvem a teoria da autodeterminação; *(v)* identificação dos seguintes fatores nas mensagens por meio de uma amostra de especialistas: *(a)* clareza do gatilho, compreensão das mensagens com relação a persuasão para o comportamento desejado; *(b)* neutralidade da informação, potencialidade da mensagem quanto sugestão ou imposição do comportamento alvo; e a *(c)* pertinência, relação entre as características da

motivação e a persuasão para atingir o comportamento alvo; (vi) reconstrução dos gatilhos de acordo com os resultados dos fatores presentes na etapa (v); (vii) inserção dos gatilhos no modelo MUSPMC.

6.3 Trabalhos Futuros

Esta tese cunhou o termo Modelo Ubíquo para Sistemas Persuasivos para Mudança de Comportamento (MUSPMC) através da união das teorias da Autodeterminação e do *Fogg Behavior Model* e propôs a aplicação do modelo por meio de um conjunto de aplicações e de um estudo de caso. No entanto o estudo foi restrito ao nível situacional, sendo a realização da análise da influência do nível contextual na mudança de comportamento um trabalho futuro desta tese. Outra investigação interessante seria a realização de um estudo com maior número de participantes um trabalho futuro desta tese, haja visto que nossa investigação foi aplicado em uma amostra reduzida de indivíduos, sendo a realização de um estudo com maior número de participantes um trabalho futuro desta tese.

Este estudo também apresentou como limitação a aplicação da metodologia para construção de gatilhos motivacionais personalizados relacionada apenas as palavras e termos do consumo de energia elétrica, sendo a aplicação desta metodologia em outros temas outro trabalho futuro desta tese. Outra delimitação foi a construção apenas de gatilhos motivacionais, sendo a aplicação dos módulos *facilitator* e *signal* desafios deste trabalho. Em relação aos gatilhos, também houve restrição quanto as consequências, devido ao fato de que observamos apenas o comportamento, sendo trabalho futuro a análise do conhecimento e afeição dos indivíduos. Além disso, novos estudos de caso envolvendo outras situações cotidianas dos indivíduos como consumo de água, aprendizado de atividades escolares podem ser trabalhos futuros desta tese.

7 PUBLICAÇÕES

1. MOTA, F. P.; BOTELHO,S.S.C ; ADAMATTI, D. F. . Serious Games as a Tool to Change People Attitudes: Analysis Based on the Discourse of Collective Subject. LITERACY INFORMATION AND COMPUTER EDUCATION JOURNAL (LICEJ), v. 7, p. licej, 2016 (B1 em Educação e Ensino).
2. RIBEIRO, V. M. ; MOTA, F. P. ; BICHO, A. L. ; PIAS, M. R. ; RIBEIRO, L. M. ; BOTELHO,S.S.C . Uma Avaliação Empírica de uma Interface Móvel Persuasiva: Um Estudo de Caso no Projeto Sapiens. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI), 2018, Caxias do Sul/RS. Proceedings of Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI 2018), 2018 (Qualis B2 na computação).
3. DEVINCENZI, S. S. ; TOLEDO, F. P. ; KWECKO, V. R. ; MOTA, F. P. ; BOTELHO,S.S.C . Ubiquitous Environments for Problem-Based Learning: A Bibliographic Review. In: Frontiers in Education, 2018. Frontiers in Education, 2018 (B1 na Computação).
4. KWECKO, V. R. ; MOTA, F. P. ; DEVINCENZI, S. S. ; TOLEDO, F. P. ; PORCIUNCULA, M. ; BOTELHO,S.S.C . Study on distributed cognition processes and participation in collaborative construction activities in digital media. In: Frontiers in Education, 2018. Frontiers in Education, 2018 (B1 na Computação).
5. MOTA, F. P.; KWECKO, V. R. ; TOLEDO, F. P. ; DEVINCENZI, S. S. ; NUNEZ, P. ; BOTELHO,S.S.C . Justifications on the behavior in relation to the consumption of electric power at home and at work: a qualitative analysis. In: Frontiers in Education, 2018. Frontiers in Education, 2018 (B1 na Computação).
6. TOLEDO, F. P. ; DEVINCENZI, S. S. ; KWECKO, V. R. ; MOTA, F. P. ; BOTELHO,S.S.C . A framework for modeling Persuasive Technologies based on the Fogg Behavior Model. In: Frontiers in Education, 2018. Frontiers in Education, 2018 (B1 na Computação).
7. MOTA, F. P.; CHAME, H. F. ; TOLEDO, F. P. ; KWECKO, V. R. ; BOTELHO,S.S.C . Proposal of an instrument for measuring situational motivation with

- potential applications. In: *Frontiers in Education*, 2017. *Frontiers in Education*, 2017 (B1 na Computação).
8. DEVINCENZI, S. S. ; KWECKO, V. R. ; TOLEDO, F. P. ; MOTA, F. P. ; CASARIN, J. ; BOTELHO,S.S.C . *Persuasive Technology: Applications in education*. In: *Frontiers in Education*, 2017. *Frontiers in Education*, 2017 (B1 na Computação).
 9. DEVINCENZI, S. S. ; MOTA, F. P. ; TOLEDO, F. P. ; CASARIN, J. ; BOTELHO,S.S.C . *Teoria Motivacional e Educação em Ciências para Sustentabilidade Energética*. In: *Simpósio Internacional de Enseñanza de las Ciencias*, 2016. *Simpósio Internacional de Enseñanza de las Ciencias*, 2016 (sem qualis).
 10. CASARIN, J. ; MOTA, F. P. ; TOLEDO, F. P. ; DEVINCENZI, S. S. ; KWECKO, V. R. ; MACIEL, E. H. ; HENRIQUES, R. V. B. ; BOTELHO,S.S.C . *SAPIENS: os desafios de uma arquitetura persuasiva*. In: *Congresso Brasileiro de Automática*, 2016. *Congresso Brasileiro de Automática*, 2016 (sem qualis).
 11. MOTA, F. P.; KWECKO, V. R. ; CHAME, H. F. ; TOLEDO, F. P. ; CASARIN, J. ; DEVINCENZI, S. S. ; RIOS, F. S. ; BOTELHO,S.S.C . *Sapiens: Proposta de Interface Persuasiva para a Redução de Consumo Elétrico*. In: *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2016. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2016 (B1 na computação).
 12. CASARIN, J. ; MOTA, F. P. ; TOLEDO, F. P. ; CASTRO, R. C. ; MACIEL, E. H. ; BOTELHO,S.S.C ; HENRIQUES, R. V. B. . *Proposal for a intelligent and interactive architecture based in persuasion techniques to analyze the impact in power electricity consumers*. In: *Anniversary EditionWorkshop on Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence*, 2015, Buenos Aires. *Proceedings of AITAmI' 15*, 2015 (sem qualis)
 13. ADAMATTI, D. F. ; MOTA, F. P. . *Programming Teaching in High Schools: an analysis based on the Discourse of Collective Subject*. In: *Frontiers in Education*, 2015, Texas. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference*, 2015 (B1 na computação).
 14. MOTA, F. P.; TOLEDO, F. P. ; SIMAS, G. ; CASARIN, J. ; BOTELHO,S.S.C . *PLATAFORMA PERSUASIVA PARA REABILITAÇÃO HOME-CARE*. In: *Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*, 2015, Natal. *anais do SBAI 2015*, 2015 (b5 computação).
 15. MOTA, F. P.; TOLEDO, F. P. ; CASARIN, J. ; CASTRO, R. C. ; MACIEL, E. H. ; HENRIQUES, R. V. B. ; BOTELHO,S.S.C . *Uso de Sistemas Inteligentes Interativos para Persuasão - Um Estudo de Caso em Eficientização Energética*. In:

Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2015, natal. Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2015 (b5 computação).

16. MOTA, F. P.; W. FILHO, P. ; CASARIN, J. ; CASTRO, R. C. ; ROSA, V. ; BOTELHO,S.S.C . Simulating the Optimization of Energy Consumption in Homes. In: PAAMS - International Conference on Practical Applications of Agents, Multi-Agent Systems and Sustainability (b1 na Computação).

REFERÊNCIAS

Aagaard, M. and Øhrstrøm, P. (2012). Developing persuasive technology for asd challenged teenagers. In *Persuasive Technology. Design for Health and Safety*, pages 67–78. Springer.

Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., and Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of environmental psychology*, 25(3):273–291.

Achão, C. d. C. L. (2003). *Análise da Estrutura de Consumo de Energia pelo Setor Residencial Brasileiro*. PhD thesis, UFRJ, Rio de Janeiro.

Albaina, I. M., Visser, T., Van Der Mast, C. A., and Vastenburg, M. H. (2009). Flowie: A persuasive virtual coach to motivate elderly individuals to walk. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009. PervasiveHealth 2009. 3rd International Conference on*, pages 1–7. IEEE.

Alobaydi, E. K., Mustaffa, N., Alkhayat, R. Y., and Arshad, M. R. H. M. (2016). U-arabic: Design perspective of context-aware ubiquitous arabic vocabularies learning system. In *Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), 2016 6th IEEE International Conference on*, pages 1–6. IEEE.

Alrasheedi, M. and Capretz, L. F. (2018). Determination of critical success factors affecting mobile learning: A meta-analysis approach. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14:41–51.

Alvarez, A. G. (2014). *Tecnologia Persuasiva na aprendizagem da avaliação da dor aguda em enfermagem*. PhD thesis, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

Alvarez, A. G., Dal Sasso, G. T. M., and Iyengar, M. S. (2017). Persuasive technology in teaching acute pain assessment in nursing: Results in learning based on pre and post-testing. *Nurse education today*, 50:109–114.

- Amichai-Hamburger, Y., Gazit, T., Bar-Ilan, J., Perez, O., Aharony, N., Bronstein, J., and Dyne, T. S. (2016). Psychological factors behind the lack of participation in online discussions. *Computers in Human Behavior*, 55:268–277.
- ANATEL (2016). Brasil registra 253,41 milhões de acessos em junho. [Online; acessado 07-out-2016].
- ANATEL (2017). Aprovado reajuste tarifário para consumidores da ceee-d (rs). [Acessado 23-mar-2018].
- Appel, M., Wendt, G. W., and de Lima Argimon, I. I. (2010). A teoria da autodeterminação e as influências sócio-culturais sobre a identidade. *Psicologia em Revista*, 16(2):351–369.
- Arancibia, J. D. and Rusu, C. (2014). Ubiquitous computer-supported collaborative learning: A literature review. In *Information Technology: New Generations (ITNG), 2014 11th International Conference on*, pages 593–598. IEEE.
- Arendt, C., Myers, T., and Trevathan, J. (2014). Simulating house cooling methods to decrease energy consumption by creating awareness and attitude change. *International Journal of Smart Home*, 8(2):177–190.
- Bamidis, P. D., Konstantinidis, S. T., Bratsas, C., and Iyengar, M. S. (2011). Federating learning management systems for medical education: A persuasive technologies perspective. In *Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2011 24th International Symposium on*, pages 1–6. IEEE.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Banerjee, T. and Sheth, A. (2017). Iot quality control for data and application needs. *IEEE Intelligent Systems*, 32(2):68–73.
- Barbosa, J. L. V., de Oliveira, J. M., Barbosa, D. N. F., and Rigo, S. J. (2014). Modelagem multiagentes de uma infraestrutura descentralizada para aprendizagem ubíqua. *RENOTE*, 12(1).
- Bargaoui, H. and Bdiwi, R. (2014). Smart classroom: Design of a gateway for ubiquitous classroom. In *Web and Open Access to Learning (ICWOAL), 2014 International Conference on*, pages 1–4. IEEE.
- Barkoukis, V., Hagger, M. S., Lambropoulos, G., and Tsorbatzoudis, H. (2010). Extending the trans-contextual model in physical education and leisure-time contexts: Examining the role of basic psychological need satisfaction. *British Journal of Educational Psychology*, 80(4):647–670.

- Behringer, R., Soosay, M., Gram-Hansen, S. B., Øhrstrøm, P., Sørensen, C. G., Smith, C., Mikulecká, J., Winther-Nielsen, N., Winther-Nielsen, M., and Herber, E. (2013). Persuasive technology for learning and teaching—the europlot project. In *Proceedings of the International Workshop on EuroPLOT Persuasive Technology for Learning, Education and Teaching*.
- Bele, J. L., Bele, D., Hauptman, S., Kožuh, I., and Debevc, M. (2014). e-campus as a platform for ubiquitous learning. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*, pages 1–7. IEEE.
- Berkovsky, S., Freyne, J., and Coombe, M. (2012). Physical activity motivating games: be active and get your own reward. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 19(4):32.
- Bertel, L. B. and Rasmussen, D. M. (2013). Peers at play: A case study on persuasive educational and entertainment robotics in autism education. In *Proceedings of the International Workshop on EuroPLOT Persuasive Technology for Learning, Education, and Teaching IWEPLET*, pages 161–168.
- Bianconi, M. L. and Caruso, F. (2005). Educação não-formal. *Ciência e Cultura*, 57(4):20–20.
- Bice, M. R., Ball, J. W., and McClaran, S. (2016). Technology and physical activity motivation. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 14(4):295–304.
- Bizzi, L. and Soda, G. (2011). The paradox of authentic selves and chameleons: Self-monitoring, perceived job autonomy and contextual performance. *British Journal of Management*, 22(2):324–339.
- Bojāre, I. (2016). Autonomous learning for english acquisition in blended e-studies for adults within the context of sustainable development. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1):111–126.
- Bombaerts, G. and Nickel, P. J. (2017). Feedback for relatedness and competence: Can feedback in blended learning contribute to optimal rigor, basic needs, and motivation? In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2017 IEEE*, pages 1089–1092. IEEE.
- Borner, D. (2012). Ambient learning displays: distributed mixed reality information mash-ups to support ubiquitous learning. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*, pages 337–338. IEEE.

Brito, J. A., Amorim, R., de Sousa Monteiro, B., Gomes, A. S., and de Melo Filho, I. J. (2015). Effectiveness of practices with sensors in engaging in meaningful learning in higher education: Extending a framework of ubiquitous learning. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2015 IEEE*, pages 1–4. IEEE.

Broeck, A., Vansteenkiste, M., Witte, H., Soenens, B., and Lens, W. (2010). Capturing autonomy, competence, and relatedness at work: Construction and initial validation of the work-related basic need satisfaction scale. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 83(4):981–1002.

Burgers, C., Eden, A., van Engelenburg, M. D., and Buningh, S. (2015). How feedback boosts motivation and play in a brain-training game. *Computers in Human Behavior*, 48:94–103.

Byra, M., Sanchez, B., and Wallhead, T. (2014). Behaviors of students and teachers in the command, practice, and inclusion styles of teaching: Instruction, feedback, and activity level. *European Physical Education Review*, 20(1):3–19.

Calvo, R. A., Peters, D., Johnson, D., and Rogers, Y. (2014). Autonomy in technology design. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pages 37–40. ACM.

Cappetta, R. and Paolino, C. (2015). Is it always worth waiting? the effect of autonomy-supportive teaching on short-term and long-term learning outcomes. *British Journal of Management*, 26(1):93–108.

Carro, R., Molins-Ruano, P., Rodríguez, P., Sacha, G., Kloos, C. D., Merino, P. M., Organero, M. M., Castro, M., and Martín, S. (2016). emadrid project: Ubiquitous learning, adaptation, adaptability and accessibility. In *Computers in Education (SIIE), 2016 International Symposium on*, pages 1–4. IEEE.

Centieiro, P., Romão, T., and Dias, A. E. (2011). A location-based multiplayer mobile game to encourage pro-environmental behaviours. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, page 31. ACM.

Chame, H. F., Mota, F. P., and da Costa Botelho, S. S. (2018). A dynamic computational model of motivation based on self-determination theory and cann.

Chanal, J. and Guay, F. (2015). Are autonomous and controlled motivations school-subjects-specific? *PloS one*, 10(8):e0134660.

Charles, D. (2009). Leaping the efficiency gap.

Chee, K. N., Yahaya, N., Ibrahim, N. H., and Hasan, M. N. (2017). Review of mobile learning trends 2010-2015: A meta-analysis. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(2):113–126.

Chen, H., Zhou, X., and Jin, Q. (2012). Socialized ubiquitous personal study: Toward an individualized information portal. *Journal of Computer and System Sciences*, 78(6):1775–1792.

Chen, S.-C., Huang, C.-M., and Liu, M. F. (2013). Mobile yilan: Enhancing visitor experiences in ubiquitous computing environments. In *Mechatronics and Automation (ICMA), 2013 IEEE International Conference on*, pages 1239–1244. IEEE.

Cheval, B., Chalabaev, A., Quested, E., Courvoisier, D. S., and Sarrazin, P. (2017). How perceived autonomy support and controlling coach behaviors are related to well-and ill-being in elite soccer players: A within-person changes and between-person differences analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 28:68–77.

Chittaro, L. (2012). Passengers' safety in aircraft evacuations: Employing serious games to educate and persuade. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 215–226. Springer.

Cho, H.-J., Wehmeyer, M., and Kingston, N. (2013). Factors that predict elementary educators' perceptions and practice in teaching self-determination. *Psychology in the Schools*, 50(8):770–780.

Cialdini, R. B. (2002). *As armas da persuasão: Como influenciar e não se deixar influenciar*, volume 1. Sextante. tradução: Ivo Korytowski, Rio de Janeiro, ePub, ISSN:978-85-7542-809-2.

Corbett, J. and El Idrissi, S. C. (2017). Assessing the influence of persuasive systems for sustainability across work-home-community boundaries. *ECIS 2018 Proceedings*.

Costa-Marinho, M. L. (2015). O discurso do sujeito coletivo: uma abordagem qualitativa para a pesquisa social. *Trabajo Social Global-Global Social Work*, 5(8):90–115.

Cruz, C., Hanus, M. D., and Fox, J. (2017). The need to achieve: Players' perceptions and uses of extrinsic meta-game reward systems for video game consoles. *Computers in human behavior*, 71:516–524.

da Silveira, P. H. B. R. and Nobre, C. N. (2016). Behavioral model of online social network users: an adaptation of fogg's behavior model. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems*, page 40. ACM.

- Dal Pizzol, L., de Moura Speroni, R., Zancanaro, A., Gauthier, F. O., and Todesco, J. L. (2015). Análise bibliométrica da produção científica sobre linked data. *Informação & Informação*, 20(3):77–112.
- de Barros, L. C. and Bassanezi, R. C. (2010). *Tópicos de lógica fuzzy e biomatemática*. Grupo de Biomatemática, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- De Naeghel, J., Van Keer, H., Vansteenkiste, M., and Rosseel, Y. (2012). The relation between elementary students' recreational and academic reading motivation, reading frequency, engagement, and comprehension: A self-determination theory perspective. *Journal of Educational Psychology*, 104(4):1006.
- de Sousa Monteiro, B., Gomes, A. S., and Neto, F. M. M. (2016). Youubi: Open software for ubiquitous learning. *Computers in Human Behavior*, 55:1145–1164.
- de Souza, V. M. L. and Torres, B. A. (2015). Educação a distância: A quebra do paradigma a partir do olhar sobre a mobilidade e a ubiquidade. *Seminário Mídias & Educação*, 1(1).
- Deci, E. L. (1987). Theories and paradigms, constructs and operations: Intrinsic motivation research is already exciting. *Journal of Social Behavior and Personality*, 2(2):177.
- Deci, E. L. and Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. *Consultado en septiembre*.
- Deci, E. L. and Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4):227–268.
- Deci, E. L. and Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, 49(3):182.
- Dekdouk, A. (2012). Integrating mobile and ubiquitous computing in a smart classroom to increase learning effectiveness. In *Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on*, pages 1–5. IEEE.
- Díaz Ramírez, M. I. (2014). Developing learner autonomy through project work in an esp class. *How*, 21(2):54–73.
- Dillahunt, T., Becker, G., Mankoff, J., and Kraut, R. (2008). Motivating environmentally sustainable behavior changes with a virtual polar bear. In *Pervasive 2008 Workshop Proceedings*, volume 8, pages 58–62.
- Egea, J. M. O. and Frutos, N. G. (2013). Toward consumption reduction: An environmentally motivated perspective. *Psychology & Marketing*, 30(8):660–675.

- Emmons, R. A. (1995). Levels and domains in personality: An introduction. *Journal of Personality*, 63(3):341–364.
- EPE (2017). Anuário estatístico de energia elétrica 2017, ano base 2016. [Accessed April-28-2018].
- Explained, E. S. (2015). Final consumption of electricity per gdp (pps), kwh per 1000 eur (pps), 2015 new. [Accessed April-28-2018].
- Faber, J. P., Markopoulos, P., Dadlani, P., and van Halteren, A. (2011). Aulura: engaging users with ambient persuasive technology. In *International Joint Conference on Ambient Intelligence*, pages 215–221. Springer.
- Fabri, M., Wall, A., and Trevorrow, P. (2013). Changing eating behaviors through a cooking-based website for the whole family. In *International Conference of Design, User Experience, and Usability*, pages 484–493. Springer.
- Feng, P. and Xu, Y. (2013). A mode design research on ubiquitous learning. *Atlantis Press*.
- Fenton, S. A., Duda, J. L., Quested, E., and Barrett, T. (2014). Coach autonomy support predicts autonomous motivation and daily moderate-to-vigorous physical activity and sedentary time in youth sport participants. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5):453–463.
- Ferreira, H., Araújo, R. D., Souza, P., Chagas, S., Dorça, F., and Cattelan, R. (2015). Gamificação em ambientes educacionais ubíquos. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 509.
- Ferreira, L. G. A., Barbosa, J. L. V., and Gluz, J. C. (2013). Um modelo de recomendação ubíqua de conteúdo para grupos de aprendizes. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 24, page 697.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Sage publications.
- Filatro, A. and Piconez, S. C. B. (2004). Design instrucional contextualizado. *São Paulo: Senac*.
- Filippou, J., Cheong, C., and Cheong, F. (2015). Designing persuasive systems to influence learning: Modelling the impact of study habits on academic performance. *PACIS 2015*.

- Filonik, D., Medland, R., Foth, M., and Rittenbruch, M. (2013). A customisable dashboard display for environmental performance visualisations. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 51–62. Springer.
- Firssova, O., Kalz, M., Börner, D., Prinsen, F., Rusman, E., Ternier, S., and Specht, M. (2014). Mobile inquiry-based learning with sensor-data in the school: Effects on student motivation. In *European Conference on Technology Enhanced Learning*, pages 112–124. Springer.
- Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy efficiency*, 1(1):79–104.
- FOGG, B. e. a. (2018). Behavior design. [Online; acessado 11-fev-2016].
- Fogg, B. J. (2002). Persuasive technology: using computers to change what we think and do. *Ubiquity*, 2002(December):5.
- Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th international Conference on Persuasive Technology*, page 40. ACM.
- Foster, D., Linehan, C., Kirman, B., Lawson, S., and James, G. (2010). Motivating physical activity at work: using persuasive social media for competitive step counting. In *Proceedings of the 14th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, pages 111–116. ACM.
- Gadotti, M. (2005). A questão da educação formal/não-formal. *Sion: Institut International des Droits de 1º Enfant*, pages 1–11.
- Gagné, M. and Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational behavior*, 26(4):331–362.
- Gamberini, L., Spagnolli, A., Corradi, N., Jacucci, G., Tusa, G., Mikkola, T., Zamboni, L., and Hoggan, E. (2012). Tailoring feedback to users' actions in a persuasive game for household electricity conservation. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 100–111. Springer.
- Gamboa, V., Valadas, S. T., and Paixão, O. (2013). Validação da versão portuguesa da situational motivation scale (sims) em contextos académicos. In *Atas do XII Congresso Galego-Português de Psicopedagogia, 11-13 de setembro de 2013*, pages 4868–4882. Universidade do Minho.
- Gillet, N., Berjot, S., Vallerand, R. J., and Amoura, S. (2012a). The role of autonomy support and motivation in the prediction of interest and dropout intentions in sport and education settings. *Basic and Applied Social Psychology*, 34(3):278–286.

- Gillet, N., Vallerand, R. J., Amoura, S., and Baldes, B. (2010). Influence of coaches' autonomy support on athletes' motivation and sport performance: A test of the hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. *Psychology of sport and exercise*, 11(2):155–161.
- Gillet, N., Vallerand, R. J., and Lafrenière, M.-A. K. (2012b). Intrinsic and extrinsic school motivation as a function of age: The mediating role of autonomy support. *Social Psychology of Education*, 15(1):77–95.
- Gilman, E., Milara, I. S., Cortés, M., and Riekkki, J. (2015). Towards user support in ubiquitous learning systems. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1):55–68.
- Goh, T.-T., Seet, B.-C., and Chen, N.-S. (2012). The impact of persuasive sms on students' self-regulated learning. *British Journal of Educational Technology*, 43(4):624–640.
- Gu, L., Ruan, Z., Jia, G., Jin, X., Chen, Y., Wu, C., and Ning, G. (2015). Application of persuasive technologies in rehabilitation management of foot-drop patient. In *2015 IET International Conference on Biomedical Image and Signal Processing (ICBISP 2015)*, pages 1–4. IET.
- Guarana, C. L. O. (2010). *The Moderator effect of organizational identification on the relationship between work context and workforce engagement/burnout*. PhD thesis, The Ohio State University.
- Guay, F., Vallerand, R. J., and Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The situational motivation scale (sims). *Motivation and emotion*, 24(3):175–213.
- Güngör, D., Karasawa, M., Boiger, M., Dinçer, D., and Mesquita, B. (2014). Fitting in or sticking together: The prevalence and adaptivity of conformity, relatedness, and autonomy in japan and turkey. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 45(9):1374–1389.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., and Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman Editora.
- Haller, H., Nguyen, V.-B., Debizet, G., Laurillau, Y., Coutaz, J., and Calvary, G. (2017). Energy consumption in smarthome: Persuasive interaction respecting user's values. In *Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), 2017 9th IEEE International Conference on*, volume 2, pages 804–809. IEEE.
- Hamari, J., Koivisto, J., and Pakkanen, T. (2014). Do persuasive technologies persuade?-a review of empirical studies. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 118–136. Springer.

Hemayattalab, R. (2014). Effects of self-control and instructor-control feedback on motor learning in individuals with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 35(11):2766–2772.

Hightower, J. and Borriello, G. (2001). Location systems for ubiquitous computing. *Computer*, 34(8):57–66.

Hijazi, H. W. and Itmazi, J. A. (2013). Crawler based context aware model for distributed e-courses through ubiquitous computing at higher education institutes. In *e-Learning”Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity”*, 2013 Fourth International Conference on, pages 9–14. IEEE.

Hogan, K. (2010). *The psychology of persuasion: how to persuade others to your way of thinking*. Pelican Publishing.

Honarpisheh, B. and Zualkernan, I. (2013). How do researchers in ubiquitous learning view adoption of their technology? In *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2013 IEEE 13th International Conference on, pages 457–458. IEEE.

Hou, B., Ogata, H., Li, M., Uosaki, N., and Mouri, K. (2012). Using sensecam for capturing ubiquitous learning log. In *Advanced Applied Informatics (IIAIAI)*, 2012 IIAI International Conference on, pages 267–272. IEEE.

Hsu, T.-Y., Chiou, C.-K., Tseng, J. C., and Hwang, G.-J. (2016). Development and evaluation of an active learning support system for context-aware ubiquitous learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1):37–45.

Huang, Y.-M., Huang, Y.-M., Huang, S.-H., and Lin, Y.-T. (2012). A ubiquitous english vocabulary learning system: Evidence of active/passive attitudes vs. usefulness/ease-of-use. *Computers & Education*, 58(1):273–282.

Hung, P.-H., Hwang, G.-J., Wu, T.-H., Lin, I.-H., Lee, Y.-H., and Chang, W.-Y. (2012). The differences of collaborative learning and scientific inquiry competencies between experienced and novice learners in ubiquitous problem-based learning. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE)*, 2012 IEEE Seventh International Conference on, pages 277–281. IEEE.

Hwang, G.-H., Chen, B., Chu, H.-C., and Cheng, Z. S. (2012). Development of a web 2.0-based ubiquitous learning platform for schoolyard plant identification. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE)*, 2012 IEEE Seventh International Conference on, pages 259–263. IEEE.

- Insaurriaga, E. (2012). *O futuro da persuasão móvel: um estudo sobre aplicativos de condicionamento físico*. PhD thesis, Dissertação Mestrado.
- Inthachot, M., Sopeerak, S., and Rapai, N. (2013). The development of a u-learning instructional model using project based learning approach to enhance students' creating-innovation skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103:1011–1015.
- Jackson, T. (2005). Motivating sustainable consumption, a report to the sustainable development research network. *Guilford, UK: University of Surrey*. Retrieved October, 11:2007.
- Kaptein, M., De Ruyter, B., Markopoulos, P., and Aarts, E. (2012). Adaptive persuasive systems: a study of tailored persuasive text messages to reduce snacking. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)*, 2(2):1–25.
- Karagiannaki, K., Panousopoulou, A., and Tsakalides, P. (2017). An online feature selection architecture for human activity recognition. *ICASSP*.
- Kawakami, H., Hiraoka, T., and Araki, T. (2015). Making systems inconvenient to stimulate motivation of competent users. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2015 IEEE International Conference on*, pages 1499–1503. IEEE.
- Kearns, A. J., O'mathúna, D. P., and Scott, P. (2010). Diagnostic self-testing: Autonomous choices and relational responsibilities. *Bioethics*, 24(4):199–207.
- Kehr, F., Hassenzahl, M., Laschke, M., and Diefenbach, S. (2012). A transformational product to improve self-control strength: the chocolate machine. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 689–694. ACM.
- Kelley, H. H. (1967). Attribution theory in social psychology. In *Nebraska symposium on motivation*. University of Nebraska Press.
- Khalil, A. and Abdallah, S. (2013). Harnessing social dynamics through persuasive technology to promote healthier lifestyle. *Computers in Human Behavior*, 29(6):2674–2681.
- Kim, E. and Drumwright, M. (2016). Engaging consumers and building relationships in social media: How social relatedness influences intrinsic vs. extrinsic consumer motivation. *Computers in Human Behavior*, 63:970–979.
- Kluger, A. N. and DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological bulletin*, 119(2):254.

- Klymchuk, V. (2014). The motivational dimensions of life events' perception: Towards an individual motivational mapping on self-determination theory basis. *Education Sciences & Psychology*, 28(2).
- Koo, C. and Chung, N. (2014). Examining the eco-technological knowledge of smart green it adoption behavior: A self-determination perspective. *Technological forecasting and social change*, 88:140–155.
- Kroes, L. and Shahid, S. (2013). Empowering young adolescents to choose the healthy lifestyle: a persuasive intervention using mobile phones. In *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 117–126. Springer.
- Kuznetsov, S. and Paulos, E. (2010). Upstream: motivating water conservation with low-cost water flow sensing and persuasive displays. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1851–1860. ACM.
- Laisema, S. and Wannapiroon, P. (2014). Design of collaborative learning with creative problem-solving process learning activities in a ubiquitous learning environment to develop creative thinking skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116:3921–3926.
- Langhi, R. and Nardi, R. (2009). Ensino da astronomia no brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, pages 4402–4412.
- Laru, J., Näykki, P., and Järvelä, S. (2015). Four stages of research on the educational use of ubiquitous computing. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1):69–82.
- Lee, J. R., Jung, Y. J., Park, S. R., Yu, J., Jin, D.-s., and Cho, K. (2012). A ubiquitous smart learning platform for the 21st smart learners in an advanced science and engineering education. In *Network-Based Information Systems (NBIS), 2012 15th International Conference on*, pages 733–738. IEEE.
- Leithardt, V. R., Rolim, C., Rosseto, A., Geyer, C., Dantas, M. A., Silva, J. S., and Nunes, D. (2012). Percontrol: A pervasive system for educational environments. In *Computing, Networking and Communications (ICNC), 2012 International Conference on*, pages 131–136. IEEE.
- Li, C.-Y. (2013). Persuasive messages on information system acceptance: A theoretical extension of elaboration likelihood model and social influence theory. *Computers in Human Behavior*, 29(1):264–275.
- Li, M., Ogata, H., Hou, B., and Uosaki, N. (2012a). Scroll: System for capturing and reminding of ubiquitous learning log. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in*

Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on, pages 328–330. IEEE.

Li, M., Ogata, H., Hou, B., Uosaki, N., and Yano, Y. (2012b). Personalization in context-aware ubiquitous learning-log system. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*, pages 41–48. IEEE.

Li, Q., Lau, R. W., Popescu, E., Rao, Y., Leung, H., and Zhu, X. (2016). Social media for ubiquitous learning and adaptive tutoring [guest editors' introduction]. *IEEE MultiMedia*, 23(1):18–24.

Li, R. and Yuan, L. (2013). Research of ubiquitous learning evaluation model based on fuzzy comprehensive evaluation. In *Computer Sciences and Applications (CSA), 2013 International Conference on*, pages 374–376. IEEE.

Liang, T. Y., Li, H. F., and Chen, Y. C. (2014). A ubiquitous integrated development environment for c programming on mobile devices. In *Dependable, Autonomic and Secure Computing (DASC), 2014 IEEE 12th International Conference on*, pages 184–189. IEEE.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.

Looi, C.-K., Wong, L.-H., and Milrad, M. (2015). Guest editorial: Special issue on seamless, ubiquitous, and contextual learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1):2–4.

López, G. A. M., Builes, J. A. J., and Plaza, W. P. (2016a). Ubiquitous learning based on platform of tve as a service. ultveaas model. In *Communications (LATINCOM), 2016 8th IEEE Latin-American Conference on*, pages 1–7. IEEE.

López, G. A. M., Builes, J. A. J., and Puche, W. S. (2016b). Ubiquitous personal learning environment model (uplemo). In *Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEE), 2016*, pages 1–8. IEEE.

Lopez, G. A. M., Builes, J. A. J., and Villamil, S. C. B. (2016). Overview of u-learning. concepts, characteristics, uses, application scenarios and topics for research. *IEEE Latin America Transactions*, 14(12):4792–4798.

Luciani, C., Casellato, F., Alvisi, S., and Franchini, M. (2018). From water consumption smart metering to leakage characterization at district and user level: the gst4water project. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings*, volume 2, page 675.

Lucke, U. and Rensing, C. (2014). A survey on pervasive education. *Pervasive and Mobile Computing*, 14:3–16.

- Lutfi, A., Saidi, F., and Watfa, M. (2016). A ubiquitous smart educational system: Paving the way for big educational data. In *Innovative Computing Technology (INTECH), 2016 Sixth International Conference on*, pages 233–238. IEEE.
- Machado, G. M., Maran, V., de Oliveira, J. P. M., Gasparini, I., and Pernas, A. (2015). Uma revisão sistemática sobre as abordagens ubíquas para recomendação educacional: Estariam elas se tornando adaptativas? In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 170.
- Marçal, E., Andrade, R., and Viana, W. (2015a). Aulas de campo ubíquas. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 150.
- Marçal, E., Andrade, R., and Viana, W. (2015b). Ml4ul: Uma extensão ao padrão ims ld para modelagem de sistemas móveis e ubíquos para aulas de campo. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 160.
- Marinagi, C., Skourlas, C., and Belsis, P. (2013). Employing ubiquitous computing devices and technologies in the higher education classroom of the future. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 73:487–494.
- Matthews, J., Win, K. T., Oinas-Kukkonen, H., and Freeman, M. (2016). Persuasive technology in mobile applications promoting physical activity: a systematic review. *Journal of medical systems*, 40(3):1–13.
- McGreal, R. (2012). The need for open educational resources for ubiquitous learning. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2012 IEEE International Conference on*, pages 679–684. IEEE.
- Mik, E. (2016). The erosion of autonomy in online consumer transactions. *Law, Innovation and Technology*, 8(1):1–38.
- Mintz, J. and Aagaard, M. (2012). The application of persuasive technology to educational settings: Some theoretical from the hands project. *Educational Technology Research and Development*, 60(3):483–499.
- Miranda, B., Jere, C., Alharbi, O., Lakshmi, S., Khouja, Y., and Chatterjee, S. (2013). Examining the efficacy of a persuasive technology package in reducing texting and driving behavior. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 137–148. Springer.
- Morais, C. (2005). Escalas de medida, estatística descritiva e inferência estatística. *Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação*.

- Morrow, T. (2015). A context-aware ontology for personalized learning: Pervasive computing for educational technology. In *Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops), 2015 IEEE International Conference on*, pages 242–244. IEEE.
- Mota, F., Kwecko, V., Chame, H., Tolêdo, F., Casarin, J., Devincenzi, S., Rios, F., and Botelho, S. (2016). Sapiens: Proposta de interface persuasiva para a redução de consumo elétrico. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 169.
- Mouri, K., Ogata, H., and Uosaki, N. (2015). Analysis of ubiquitous-learning logs using spatio-temporal data mining. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2015 IEEE 15th International Conference on*, pages 96–98. IEEE.
- Munson, S. A. and Consolvo, S. (2012). Exploring goal-setting, rewards, self-monitoring, and sharing to motivate physical activity. *PervasiveHealth*, 2012:2532.
- Nakajima, T. and Lehdonvirta, V. (2013). Designing motivation using persuasive ambient mirrors. *Personal and ubiquitous computing*, 17(1):107–126.
- Nation-Grainger, S. (2017). ‘it’s just pe’till ‘it felt like a computer game’: using technology to improve motivation in physical education. *Research Papers in Education*, pages 1–18.
- Neto, F. M. M. and Sales, A. F. A. (2015). A recommendation system for ubiquitous learning in the context of formal and informal education. *IEEE Latin America Transactions*, 13(4):1061–1067.
- Ng, K. H., Bakri, A., and Rahman, A. A. (2015). Effects of persuasive designed courseware on children with learning difficulties in learning malay language subject. *Education and Information Technologies*, pages 1–19.
- Nguyen, T. V. (2008). Self-controlled feedback and activity level in learning a simple movement skill. Master’s thesis, University of Tennessee, Trace: Tennessee Research and Creative Exchange.
- Nie, Y., Chua, B. L., Yeung, A. S., Ryan, R. M., and Chan, W. Y. (2015). The importance of autonomy support and the mediating role of work motivation for well-being: Testing self-determination theory in a chinese work organisation. *International Journal of Psychology*, 50(4):245–255.
- Nikou, S. A. and Economides, A. A. (2017). Mobile-based assessment: Integrating acceptance and motivational factors into a combined model of self-determination theory and technology acceptance. *Computers in Human Behavior*, 68:83–95.

- Ning, Y., Gao, D., Shen, X., Ye, Q., Cai, H., and Guo, J. (2014). Designing a training program for information security literacy of undergraduates based on ubiquitous learning. In *Educational Innovation through Technology (EITT), 2014 International Conference of*, pages 197–204. IEEE.
- Núñez, J. L. and León, J. (2017a). Probando las relaciones entre la motivación global, contextual y situacional: un estudio longitudinal de los efectos horizontal, arriba-abajo y abajo-arriba. *Revista de Psicodidáctica*.
- Núñez, J. L. and León, J. (2017b). Testing the relationships between global, contextual, and situational motivation: A longitudinal study of the horizontal, top-down, and bottom-up effects. *Revista de Psicodidáctica (English ed.)*.
- Núñez, J. L., Martín-Albo, J., Paredes, A., Rodríguez, O., and Chipana, N. (2011). The mediating role of perceived competence: testing a motivational sequence in university students. *Universitas Psychologica*, 10(3):669–680.
- Oliveira, D. T., Carvalho, M. D., and Paixão, T. L. S. (2016). Ubiquitous computing: Gestures interaction applied the learning disabilities in process literacy. In *Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, pages 107–110. ACM.
- Orji, F. A., Vassileva, J., and Greer, J. (2018). Personalized persuasion for promoting students' engagement and learning. *Int. Work. Pers. Persuas. Technol.*
- Ormrod, J. E. and Davis, K. M. (2004). *Human learning*. Merrill.
- Ortega, N. R. S. (2001). Aplicação da teoria de conjuntos fuzzy a problemas da biomedicina. *São Paulo (SP): Instituto de Física/USP*.
- Parker, C. J., Parker, C. J., Wang, H., and Wang, H. (2016). Examining hedonic and utilitarian motivations for m-commerce fashion retail app engagement. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 20(4):487–506.
- Patall, E. A., Sylvester, B. J., and Han, C.-w. (2014). The role of competence in the effects of choice on motivation. *Journal of Experimental Social Psychology*, 50:27–44.
- Perlman, D. and Webster, C. A. (2011). Supporting student autonomy in physical education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 82(5):46–49.
- Pernas, A. M., Gasparini, I., Pires, L. V., Lopes, J. L. B., Yamin, A. C., and de Oliveira, J. P. M. (2015). Integrated infrastructure for ubiquitous learning. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 10(3):92–99.
- Piper, M. (2013). Autonomy and the normativity question: Framing considerations. *International Journal of Philosophical Studies*, 21(2):204–224.

- Pires, J. M. and Cota, M. P. (2016). “intelligent” adaptive learning objects applied to special education needs: Extending the elearning paradigm to the ulearning environment. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2016 11th Iberian Conference on*, pages 1–6. IEEE.
- Portz, J. D., Miller, A., Foster, B., and Laudeman, L. (2016). Persuasive features in health information technology interventions for older adults with chronic diseases: a systematic review. *Health and Technology*, pages 1–11.
- Qiu-ying, Z., Tang, Y., Qi, Q., and Hua-rui, C. (2012). Research on the mechanism of self-determination for online customer participation psychology and behavior. In *Management Science and Engineering (ICMSE), 2012 International Conference on*, pages 53–58. IEEE.
- Rabello, S., Oliveira, J., Wagner, A., Barbosa, J., and Barbosa, D. (2012). Cooledu—a collaborative multiagent model for decentralized ubiquitous education environments. *IEEE Latin America Transactions*, 10(6):2273–2279.
- Razali, N. M., Wah, Y. B., et al. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1):21–33.
- Reaves, A. C. (2015). *Work creativity as a dimension of job performance*. PhD thesis, Florida International University.
- Restrepo, C. M. Z., Pulido, J. G. L., Agudelo, O., Mejía, C. V., and Núñez, R. A. (2012). Tag model: Referents to assess the level of ubiquity for a higher education institution. In *Informatica (CLEI), 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En*, pages 1–10. IEEE.
- Rezvani, A., Khosravi, P., and Dong, L. (2017). Motivating users toward continued usage of information systems: Self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 76:263–275.
- Rogers, R. (2017). The motivational pull of video game feedback, rules, and social interaction: Another self-determination theory approach. *Computers in Human Behavior*, 73:446–450.
- Rosenberg, J. and Egbert, N. (2011). Online impression management: Personality traits and concerns for secondary goals as predictors of self-presentation tactics on facebook. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 17(1):1–18.
- Ross, T. J. (2009). *Fuzzy logic with engineering applications*. John Wiley & Sons.
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy logic with engineering applications*. John Wiley & Sons.

- Ruas, P. H. B., Cardoso, A. M. P., and Nobre, C. N. (2017). Persuasive technology in online social networks: a systematic literature review. *International Journal of Web Based Communities*, 13(4):404–424.
- Ruijten, P. A., de Kort, Y. A., and Kosnar, P. (2012). Bridging the gap between the home and the lab: a qualitative study of acceptance of an avatar feedback system. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 251–255. Springer.
- Ryan, R. M. (1993). Agency and organization: Intrinsic motivation, autonomy, and the self in psychological development. *University of Nebraska Press*.
- Sánchez, M., Barrena, M., Bustos, P., Campillo, C., and García, P. (2016). Arquitectura software basada en tecnologías smart para agricultura de precisión. *Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (Jisbd 2016)*.
- Santaella, L. (2010). A aprendizagem ubíqua substitui a educação formal. *Revista de Computação e Tecnologia da PUC-SP—Departamento de Computação/FCET/PUC-SP ISSN*, 2176:7998.
- Santaella, L. (2013). Desafios da ubiquidade para a educação. *Revista Ensino Superior Unicamp*, 9:19–28.
- Santaella, L. (2014). *Comunicação ubíqua: repercussões na cultura e na educação*. Pia Sociedade de São Paulo-Editora Paulus.
- Sarmiento, W., Paula, P., Pallard, G., Souza, J., Barroso, G., Pequeno, M., et al. (2012). u-lab: a ubiquitous computing based architecture to labs works using wireless sensor network and radio-frequency identification. In *Proceedings of the 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*, pages 260–266. ACM.
- Segerståhl, K., Kotro, T., and Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2010). Pitfalls in persuasion: how do users experience persuasive techniques in a web service? In *Persuasive Technology*, pages 211–222. Springer.
- Selviandro, N., Sabariah, M. K., and Saputra, S. (2016). Context awareness system on ubiquitous learning with case based reasoning and nearest neighbor algorithm. In *Information and Communication Technology (ICoICT), 2016 4th International Conference on*, pages 1–6. IEEE.
- Selviandro, N. and Septiana, G. (2016). Context-aware ubiquitous learning on the cloud-based open learning environment: Towards indonesia open educational resources (i-oer). In *Information and Communication Technology (ICoICT), 2016 4th International Conference on*, pages 1–6. IEEE.

Seth, A. K. (2010). Measuring autonomy and emergence via granger causality. *Artificial life*, 16(2):179–196.

Shaikh, P. H., Nor, N. B. M., Nallagownden, P., Elamvazuthi, I., and Ibrahim, T. (2014). A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34:409–429.

Shao, X. and Oinas-Kukkonen, H. (2018). Thinking about persuasive technology from the strategic business perspective: A call for research on cost-based competitive advantage. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 3–15. Springer.

Shernoff, D. J., Tonks, S., and Anderson, B. (2014). The impact of the learning environment on student engagement in high school classrooms. *Engaging youth in schools: Evidence-based models to guide future innovations. New York: NSSE Yearbooks by Teachers College Record*.

Shin, M. and Kwon, S. (2015). Empirical links between instruction with teaching tools and the hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation in a korean college tennis class. *Perceptual and motor skills*, 120(2):343–354.

Shogren, K. A., Palmer, S. B., Wehmeyer, M. L., Williams-Diehm, K., and Little, T. D. (2012). Effect of intervention with the self-determined learning model of instruction on access and goal attainment. *Remedial and Special Education*, 33(5):320–330.

Shuck, B., Reio Jr, T. G., and Rocco, T. S. (2011). Employee engagement: An examination of antecedent and outcome variables. *Human resource development international*, 14(4):427–445.

Simons, J. J. (2016). Psychological frameworks for persuasive information and communications technologies. *IEEE Pervasive Computing*, 15(3):68–76.

Şimşek, U., Fensel, A., Zafeiropoulos, A., Fotopoulou, E., Liapis, P., Bouras, T., Saenz, F. T., and Gómez, A. F. S. (2016). A semantic approach towards implementing energy efficient lifestyles through behavioural change. In *Proceedings of the 12th International Conference on Semantic Systems*, pages 173–176. ACM.

Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological review*, 57(4):193.

Sugarman, V. and Lank, E. (2015). Designing persuasive technology to manage peak electricity demand in ontario homes. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1975–1984. ACM.

Szalma, J. L. (2014). On the application of motivation theory to human factors/ergonomics: Motivational design principles for human–technology interaction. *Human factors*, 56(8):1453–1471.

Tamborini, R., Bowman, N. D., Eden, A., Grizzard, M., and Organ, A. (2010). Defining media enjoyment as the satisfaction of intrinsic needs. *Journal of communication*, 60(4):758–777.

Tanscheit, R. (2004). Sistemas fuzzy. *Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*.

Taylor, B. M. (2015). The hierarchical model of motivation: A lens for viewing the complexities of motivation. *Performance Improvement*, 54(4):36–42.

Teixeira, P. J., Silva, M. N., Mata, J., Palmeira, A. L., and Markland, D. (2012). Motivation, self-determination, and long-term weight control. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1):22.

Temdee, P. (2014). Modeling of student and learning object interactions toward ubiquitous learning environment. In *Wireless Communications, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems (VITAE), 2014 4th International Conference on*, pages 1–5. IEEE.

Thelen, E. and Smith, L. B. (1996). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. MIT press.

Thieme, A., Comber, R., Miebach, J., Weeden, J., Kraemer, N., Lawson, S., and Olivier, P. (2012). We’ve bin watching you: designing for reflection and social persuasion to promote sustainable lifestyles. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 2337–2346. ACM.

Thiprak, S. and Kurutach, W. (2015). Ubiquitous computing technologies and context aware recommender systems for ubiquitous learning. In *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 2015 12th International Conference on*, pages 1–6. IEEE.

Tolêdo, F. P. (2016). Smarttrigger: Um framework para o desenvolvimento de tecnologias persuasivas com base no modelo de comportamento de fogg. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional, Universidade Federal do Rio Grande. Silvia Botelho(Orientadora).

Tooby, J. and Cosmides, L. (1992). The psychological foundations of culture. *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, pages 19–136.

Trappenberg, T. (2003). Continuous attractor neural networks. *Recent developments in biologically inspired computing*, pages 398–425.

Valenzuela-Valdés, J. F., Pardo, P. J., Padilla, P., and Lozano-Guerrero, A. J. (2016). Low cost ubiquitous context-aware wireless communications laboratory for undergraduate students. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1):31–36.

Valero, M. Á., Bravo, J., Chamizo, J. M. G., and López-de Ipiña, D. (2014). Integration of multisensor hybrid reasoners to support personal autonomy in the smart home. *Sensors*, 14(9):17313–17330.

Vallerand, R. J. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. *Advances in experimental social psychology*, 29:271–360.

Vallerand, R. J. and Lalande, D. R. (2011). The mpic model: The perspective of the hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. *Psychological Inquiry*, 22(1):45–51.

Valliyammai, C., Thendral, S. E., Muthuvalliammai, V., Anandhavalli, S., and Madhumathi, K. (2015). Hadoop framework based ubiquitous learning. In *Advanced Computing (ICoAC), 2015 Seventh International Conference on*, pages 1–5. IEEE.

Van Gelderen, M. (2010). Autonomy as the guiding aim of entrepreneurship education. *Education+ Training*, 52(8/9):710–721.

Verstuyf, J., Vansteenkiste, M., Soenens, B., Boone, L., and Mouratidis, A. (2013). Daily ups and downs in women’s binge eating symptoms: The role of basic psychological needs, general self-control, and emotional eating. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 32(3):335–361.

Vianna, H., Paim, C., and Barbosa, J. (2014). Computação ubíqua aplicada à educação de pacientes de doenças crônicas não transmissíveis. *RENOTE*, 12(1).

Wagner, A., Barbosa, J. L. V., and Barbosa, D. N. F. (2014). A model for profile management applied to ubiquitous learning environments. *Expert Systems with Applications*, 41(4):2023–2034.

Wati, Y. and Koo, C. (2012). Toward green is adoption behaviors: A self-determination perspective. In *System Science (HICSS), 2012 45th Hawaii International Conference on*, pages 1207–1216. IEEE.

Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological review*, 20(2):158.

- Weal, M. J., Michaelides, D. T., Page, K., De Roure, D. C., Monger, E., and Gobbi, M. (2012). Semantic annotation of ubiquitous learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 5(2):143–156.
- Wehmeyer, M. L., Shogren, K. A., Toste, J. R., and Mahal, S. (2017). Self-determined learning to motivate struggling learners in reading and writing. *Intervention in School and Clinic*, 52(5):295–303.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific american*, 265(3):94–104.
- Weiser, M. (1994). The world is not a desktop. *interactions*, 1(1):7–8.
- Weiser, M. and Brown, J. S. (1997). The coming age of calm technology. In *Beyond calculation*, pages 75–85. Springer.
- Wielenga-Meijer, E. G., Taris, T. W., Wigboldus, D. H., and Kompier, M. A. (2011). Costs and benefits of autonomy when learning a task: An experimental approach. *The Journal of social psychology*, 151(3):292–313.
- Wilcoxon, F., Katti, S., and Wilcox, R. A. (1970). Critical values and probability levels for the wilcoxon rank sum test and the wilcoxon signed rank test. *Selected tables in mathematical statistics*, 1:171–259.
- Wininger, S. R. and Birkholz, P. M. (2013). Sources of instructional feedback, job satisfaction, and basic psychological needs. *Innovative Higher Education*, 38(2):159–170.
- Wives, L., De Lima, J. V., da Silva, A. H., et al. (2016). Avaliação do modelo m-roami: um experimento para a análise do seu potencial de ensino, interatividade e ubiquidade. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 220.
- Wu, S.-J., Chu, H.-C., and Yang, K.-H. (2015). An web quest-based context-aware u-learning system to improve students' problem solving and communication abilities in astronomy inquiry activities. In *Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), 2015 IIAI 4th International Congress on*, pages 319–322. IEEE.
- Wu, W.-H., Wu, Y.-C. J., Chen, C.-Y., Kao, H.-Y., Lin, C.-H., and Huang, S.-H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2):817–827.
- Yahya, S., Ahmad, E. A., and Jalil, K. A. (2010). The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 6(1):1.

- Yamada, M., Yin, C., Shimada, A., Kojima, K., Okubo, F., and Ogata, H. (2015). Preliminary research on self-regulated learning and learning logs in a ubiquitous learning environment. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2015 IEEE 15th International Conference on*, pages 93–95. IEEE.
- Yang, T.-C., Chiang, T. H., and Yang, S. J.-H. (2012a). Creating e-portfolio in u-learning environment: A framework of cloud-based e-portfolio service. In *Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on*, pages 292–295. IEEE.
- Yang, X.-J., Hung, I.-C., Hwang, G.-J., Chen, N.-S., and Fang, W.-C. (2012b). Effects of video-based reflection prompts on learners' reflection levels in a context-aware u-learning environment. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on*, pages 263–267. IEEE.
- Yushendri, J., Rindani, F., Cristhian, A. A., Agushinta, R. D., et al. (2015). Design the smart board system in ubiquitous computing for teaching and learning process. In *Science in Information Technology (ICSITech), 2015 International Conference on*, pages 89–94. IEEE.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets*, volume 8. Information and Control, Academic Press, New York.
- Zaharakis, I. D., Sklavos, N., and Kameas, A. (2016). Exploiting ubiquitous computing, mobile computing and the internet of things to promote science education. In *New Technologies, Mobility and Security (NTMS), 2016 8th IFIP International Conference on*, pages 1–2. IEEE.
- Zhang, J., Du, J., Liu, J., and Zheng, Q. (2011). Structural equation model analysis of impact factors on scientific research motivation-perspective on self-determination theory. In *Management and Service Science (MASS), 2011 International Conference on*, pages 1–4. IEEE.
- Zhang, X. and Shu, C.-W. (2011a). Maximum-principle-satisfying and positivity-preserving high-order schemes for conservation laws: survey and new developments. In *Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, volume 467, pages 2752–2776. The Royal Society.
- Zhang, X. and Shu, C.-W. (2011b). Positivity-preserving high order discontinuous galerkin schemes for compressible euler equations with source terms. *Journal of Computational Physics*, 230(4):1238–1248.

Zhou, W., Cui, B., Wang, B., Shi, Q., and Yokoi, S. (2012). An exploration of ubiquitous learning in computer fundamental learning scenario. In *Computer Science & Education (ICCSE), 2012 7th International Conference on*, pages 1420–1424. IEEE.

Zwinderman, M. J., Shirzad, A., Ma, X., Bajracharya, P., Sandberg, H., and Kaptein, M. C. (2012). Phone row: a smartphone game designed to persuade people to engage in moderate-intensity physical activity. In *International Conference on Persuasive Technology*, pages 55–66. Springer.

APÊNDICE A INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS GATILHOS PERSUASIVOS

Questionário Sapiens

Idade: _____ Curso: _____ Ano: _____

As afirmações a seguir são referentes a mensagens que serão mostradas em um aplicativo para reduzir o consumo de energia elétrica em residências. Gostaríamos de saber com qual frequência você responderia essas mensagens. As respostas podem ser de 0 a 4, considerou-se 0 para nunca respondo e 4 para sempre respondo.

1- Quando eu recebo a mensagem "Você já desligou oito vezes a TV neste mês! Não se esqueça de desligá-la novamente".

0 1 2 3 4

2- Quando eu recebo a mensagem "Quando recebo a mensagem "Fique tranquilo porque estou cuidando de seus aparelhos. Aliás, você deixou sua TV ligada".

0 1 2 3 4

3- Quando recebo a mensagem "A TV está consumindo 75 Watts. Você pode economizar R\$ 3,31 se você a desligar regularmente esse mês!".

0 1 2 3 4

4- Quando recebo a mensagem "Vamos reduzir o efeito estufa?! Clique em desligar para reduzir sua emissão de CO2 em 3,33%".

0 1 2 3 4

5- Quando recebo a mensagem "70% dos nossos clientes desligaram a TV neste momento! Desligue você também".

0 1 2 3 4

6- Quando recebo a mensagem "Minha experiência em gerenciar aparelhos garante que não há problema nenhum em desligá-los com os meus comandos. Confie em mim e desligue a TV agora mesmo".

0 1 2 3 4

7- Quando recebo a mensagem "Sua TV está ligada. Clique em desligar".

0 1 2 3 4

8- Quando recebo a mensagem "Vamos reduzir a conta de luz? Desligue a TV agora".

0 1 2 3 4

9- Quando recebo a mensagem " Sua TV está ligada! Desligue a distância com um simples toque e salve 1 árvore".

0 1 2 3 4

10- Quando recebo a mensagem " Parabéns! Você já desligou três vezes a sua TV hoje! Não se esqueça de desligar agora".

0 1 2 3 4

11- Quando recebo a mensagem " 70% das pessoas desta casa costumam desligar a TV ao sair. Desligue você também".

0 1 2 3 4

12- Quando recebo a mensagem "Olá usuário, eu sou o SapiEns! O cara que irá lembrá-lo que você esqueceu algum equipamento ligado e o ajudará a economizar dinheiro e otimizar seu consumo de energia elétrica. No momento quero lembrá-lo que você esqueceu sua TV ligada. Desligue-a".

0 1 2 3 4

13- Quando recebo a mensagem "Caro usuário, estou preocupado com o aumento do seu consumo, pois percebi que você esqueceu sua TV ligada. Desligue-a por favor".

0 1 2 3 4

APÊNDICE B INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS GATILHOS PELOS ESPECIALISTAS EM ESPANHOL

Investigación de los disparadores

El objetivo de esta investigación es desarrollar mensajes para incentivar a los usuarios en la reducción del consumo de energía eléctrica. Los mensajes fueron construidos de acuerdo con la Teoría de la Autodeterminación que contempla las razones de un individuo para ejercer un determinado comportamiento. Esta teoría clasifica estas razones en tres tipos: motivación intrínseca, motivación extrínseca - que se clasifica a su vez en las siguientes regulaciones: Externa, Introducida, Identificada y Integrada - y la falta de motivación.

Endereço de e-mail: _____

Fecha de Nascimento: _____

Motivación Intrínseca

La motivación intrínseca puede definirse como la realización de una actividad a fin de experimentar el placer y la satisfacción inherente a ella. Los siguientes puntos se desarrollaron a partir de este concepto, por favor evalúe los siguientes puntos en cuanto a los siguientes criterios: claridad de la redacción, neutralidad y pertinencia del ítem en relación a la teoría. Indique con un número entre 1 y 5 su acuerdo con cada una de las declaraciones a continuación. Siendo 1 que no corresponde totalmente y 5 corresponde totalmente.

1- ¡Estás haciendo un buen trabajo apagando el equipo!

Claridad 1 2 3 4 5

Neutralidad 1 2 3 4 5

Pertinencia 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

2- ¡Muy bien! ¡Has apagado tres veces hoy tu televisor! No te olvides de apagarlo ahora.

Claridad 1 2 3 4 5

Neutralidad 1 2 3 4 5

Pertinencia 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

3- ¡¡Muy bien!! Estás contribuyendo al futuro del planeta apagando el equipo

Claridad

	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Neutralidad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Pertinencia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Sugerencias	_____				

4- Redujiste el consumo en un 15%. ¡Estupendo!

Claridad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Neutralidad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Pertinencia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Sugerencias	_____				

5- Luchaste y redujiste el consumo de electricidad

Claridad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Neutralidad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Pertinencia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Sugerencias	_____				

6- Estás contribuyendo a la reducción del consumo energético del país.

Claridad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Neutralidad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Pertinencia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
Sugerencias	_____				

Motivación Extrínseca o externa

Motivación extrínseca, se refiere a una variedad de comportamientos en donde los objetivos de la acción se extienden más allá de la propia actividad, siendo clasificadas en las siguientes regulaciones: Externa, Introducida, Identificada e Integrada.

Regulación Integrada

La regulación integrada puede definirse como el comportamiento que es valorado y percibido como siendo escogido por sí mismo, sin embargo, la motivación todavía es extrínseca porque la actividad no se realiza como un medio para un fin. Los siguientes puntos se desarrollaron a partir de este concepto, por favor evalúe los siguientes puntos en cuanto a los siguientes criterios: claridad de la redacción, neutralidad y pertinencia del ítem con relación a la teoría. Indique con un número entre 1 y 5 su acuerdo con cada una de las declaraciones a continuación. Siendo 1 que no corresponde totalmente y 5 corresponde totalmente.

1- Apaga el equipo y sigues reduciendo el consumo de energía.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

2- Apaga el equipo y sigues haciendo un buen trabajo.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

3- Siga protegiendo el medio ambiente al apagar el equipo y reducir el consumo energético.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

4- Mantén el consumo de energía bajo y apaga.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5
 Sugerencias _____

5- Apaga el equipo y sigues reduciendo el consumo de energía.

Claridad
 1 2 3 4 5
 Neutralidad
 1 2 3 4 5
 Pertinencia
 1 2 3 4 5
 Sugerencias _____

6- Siga reduciendo el consumo y no contribuyas al gasto energético en tu área.

Claridad
 1 2 3 4 5
 Neutralidad
 1 2 3 4 5
 Pertinencia
 1 2 3 4 5
 Sugerencias _____

Regulación Identificada

La regulación identificada puede definirse como el comportamiento que un individuo escoge para realizar una actividad, por ser congruente con sus valores y objetivos. Los siguientes puntos se desarrollaron a partir de este concepto, por favor evalúe los siguientes puntos en cuanto a los siguientes criterios: claridad de la redacción, neutralidad y pertinencia del ítem con relación a la teoría. Indique con un número entre 1 y 5 su acuerdo con cada una de las declaraciones a continuación. Siendo 1 que no corresponde totalmente y 5 corresponde totalmente.

1- Al apagar el equipo estás ahorrando electricidad y pagarás menos al final del mes.

Claridad
 1 2 3 4 5
 Neutralidad
 1 2 3 4 5
 Pertinencia
 1 2 3 4 5
 Sugerencias _____

2- Haz el ambiente más saludable al reducir el consumo de energía.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

3- Apagar el equipo reduce tu consumo de electricidad en un 20%.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

4- El televisor está encendido! Desactive la distancia con un simple toque y salve un árbol.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

5- Al reducir el consumo de energía estás contribuyendo a la reducción del consumo de tu región.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

6- ¿Has apagado el equipo ocho veces este mes! No te olvides de apagarlo de nuevo.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad

1 2 3 4 5

Pertinencia

1 2 3 4 5

Sugerencias _____

Regulación introyectada

La regulación introyectada puede definirse como el comportamiento que es regulado por presiones internas al individuo, como la culpa, la ansiedad o las emociones relacionadas con la autoestima, el autocontrol, el ego, la recompensa y el castigo externo. Los siguientes puntos se desarrollaron a partir de este concepto, por favor evalúe los siguientes puntos en cuanto a los siguientes criterios: claridad de la redacción, neutralidad y pertinencia del ítem con relación a la teoría. Indique con un número entre 1 y 5 su acuerdo con cada una de las declaraciones a continuación. Siendo 1 que no corresponde totalmente y 5 corresponde totalmente.

1- Debes apagar el equipo al salir de la habitación para reducir tu factura.

Claridad

1 2 3 4 5

Neutralidad

1 2 3 4 5

Pertinencia

1 2 3 4 5

Sugerencias _____

2- El 70% de las personas de esta casa suelen apagar el televisor cuando se va. Apágalo tú también.

Claridad

1 2 3 4 5

Neutralidad

1 2 3 4 5

Pertinencia

1 2 3 4 5

Sugerencias _____

3- No te preocupes, yo estoy cuidando de tus equipos. Por cierto, te dejaste el televisor encendido.

Claridad

1 2 3 4 5

Neutralidad

1 2 3 4 5

Pertinencia

1 2 3 4 5

Sugerencias _____

4- Debes promover un ambiente más saludable para la futura generación. Apaga el equipo al salir de la habitación.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

5- El valor de su factura de electricidad aumenta al dejar el equipo encendido cuando sales de la habitación.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

6- España sigue en crisis y deberías reducir el consumo de energía eléctrica para aprovechar tu dinero en otras actividades.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

Regulación Externa

La regulación externa se refiere al comportamiento regulado por recompensas o para evitar consecuencias negativas. Independientemente de si la meta del comportamiento es para obtener recompensas o para evitar sanciones, el individuo experimenta la obligación de comportarse de una manera específica. Los siguientes puntos se desarrollaron a partir de este concepto, por favor evalúe los siguientes puntos en cuanto a los siguientes criterios: claridad de la redacción y pertinencia del ítem con relación a la teoría. El aspecto de la neutralidad no fue considerado en esta etapa porque la regulación externa está regulada por recompensas y castigos. Por lo que los mensajes indican una acción que el usuario realiza. Indique con un número entre 1 y 5 su acuerdo

con cada una de las declaraciones a continuación. Siendo 1 que no corresponde totalmente y 5 corresponde totalmente.

1- Tienes que apagar el equipo para reducir el valor de tu factura de energía eléctrica.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

2- Tienes que apagar el equipo al salir de aquí, ya que consume 20€ al mes.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

3- El televisor está consumiendo 75 W. Puedes ahorrar 3.3€ de electricidad este mes.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

4- Hola usuario, soy Sapiens! El tipo que le recordará que has olvidado apagar su equipo y te ayudará a ahorrar dinero y optimizar su consumo de electricidad. Por el momento quiero recordarle que has olvidado su televisor conectado. Apágalo, por favor.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

5- Tienes que contribuir al futuro del planeta, apaga el equipo al salir de la habitación.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

6- El consumo de energía eléctrica alcanzó un récord en el país y puede que tú seas uno de los culpables.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

Falta de Motivación

La falta de motivación se refiere a los individuos que experimentan ausencia de conexión entre el comportamiento y los resultados de la tarea; Así, no habría sentido de propósito, expectativas de recompensa o posibilidad de cambiar el curso de los acontecimientos. Los siguientes puntos se desarrollaron a partir de este concepto, por favor evalúe los siguientes puntos en cuanto a los siguientes criterios: claridad de la redacción y pertinencia del ítem con relación a la teoría. El aspecto de la neutralidad no fue considerado en esta etapa porque la falta de motivación se refiere a falta de expectativas o propósito. Por lo que los mensajes indican una acción que el usuario realiza. Indique con un número entre 1 y 5 su acuerdo con cada una de las declaraciones a continuación. Siendo 1 que no corresponde totalmente y 5 corresponde totalmente.

1- Reduce el consumo y contribuirás con la reducción de CO2.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

2- ¿Queremos reducir el efecto invernadero? Apaga tu equipo para reducir sus emisiones de CO2 en un 3,33%.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

3- Mi experiencia en el manejo de equipos asegura que no hay ningún problema en apagarlos con mis órdenes. Confía en mí y apaga el televisor ahora.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

4- Su equipo consume aproximadamente 20,00€ al mes. Para reducir su consumo y el valor de la factura de electricidad, desconecte el equipo cuando salga de la habitación.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

5- Se ahorra un 10% al mes si apagas el equipo cuando salgas de la habitación.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

6- Tu casa tuvo unos datos de consumo muy alto, reduzca su consumo si no quieres que salten los plomos.

Claridad
 1 2 3 4 5

Neutralidad
 1 2 3 4 5

Pertinencia
 1 2 3 4 5

Sugerencias _____

APÊNDICE C INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DOS GATILHOS PELOS ESPECIALISTAS EM PORTUGUÊS

Investigação sobre os gatilhos

O objetivo desta investigação é o desenvolvimento de mensagens que incentivem os usuários a reduzir seu consumo de energia elétrica. As mensagens foram contruídas de acordo com a Teoria da Autodeterminação, a qual contempla as razões de um indivíduo para exercer um determinado comportamento. Esta teoria classifica estas razões em três tipos: motivação intrínseca, motivação extrínseca - que é classificada nas seguintes regulações: Externa, introjetada, identificada e integrada - e falta de motivação. As mensagens futuramente serão exibidas em um aplicativo móvel, por isso há algumas mensagens que informam sobre o possível desligamento dos equipamentos à distância, outra informação importante é que em todos os campos onde é mencionado a palavra "usuário" deve ser substituída pelo nome do indivíduo que receber.

Endereço de e-mail: _____

Data de Nascimento: _____

Motivação Intrínseca

A motivação intrínseca pode ser definida como a realização de uma atividade a fim de sentir prazer e satisfação inerentes a ela. Os seguintes itens foram desenvolvidos a partir deste conceito, por favor avalie os seguintes critérios: clareza do texto, neutralidade e relevância do item em relação à teoria. Assinale com sua número entre 1 e 5 que melhor descreve a avaliação dos critérios, sendo 1 que não corresponde totalmente e 5 corresponde totalmente.

1- Você está fazendo um ótimo trabalho ao apagar a luz.

Clareza
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

2- Muito Bem! você sempre apagou televisão! Não esqueça de apagá-la agora.

Clareza
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

3- Muito bem! Você está contribuindo para o futuro do Planeta ao desligar seu equipamento.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

4- Você reduziu seu consumo em 15%. Parabéns!

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

5- Você se esforçou e reduziu o seu consumo de energia elétrica.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

6- Você está contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica do país.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

Motivação Extrínseca

A motivação extrínseca, refere-se a uma variedade de comportamentos em que os objetivos da ação se estendem para além da própria atividade e são classificados nas seguintes reguações: Externa, Introjeta, Identificada e Integrada.

Regulação Integrada

A Regulação Integrada pode ser definida como o comportamento que é avaliado e percebido como sendo selecionado por si só, no entanto, ainda é motivação extrínseca porque a atividade é realizada como um meio para um fim. Os seguintes itens foram desenvolvidos a partir deste conceito, por favor avalie os seguintes critérios: clareza do texto, a neutralidade e relevância do item em relação à teoria. Assinale com um número entre 1 e 5 que indique sua satisfação com cada uma das afirmações abaixo. Assinale com seu número entre 1 e 5 que melhor descreve a avaliação dos critérios, sendo 1 que não corresponde totalmente e 5 corresponde totalmente.

1- Desligue o equipamento e continue reduzindo o consumo de energia

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

2- Desligue o equipamento e continue fazendo um bom trabalho.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

3- Continue protegendo o meio ambiente ao desligar o equipamento e reduzir o consumo de energia

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

4- Mantenha seu consumo de energia baixo e desligue a luz.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

5- Desligue o equipamento e continue reduzindo o consumo de energia.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

6- Mantenha a redução do seu consumo e não contribua para a redução de energia de sua região.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

Regulação Identificada

A Regulação identificada pode ser definida como o comportamento que um indivíduo escolhe realizar em uma determinada atividade, de acordo com seus valores e objetivos. Os seguintes itens foram desenvolvidos a partir deste conceito, por favor avalie os seguintes critérios: clareza do texto, a neutralidade e relevância do item em relação à teoria. Assinale com um número entre 1 e 5 que indique sua satisfação com cada uma das afirmações abaixo. Assinale com seu número entre 1 e 5 que melhor descreve a avaliação dos critérios, sendo 1 que não corresponde totalmente e 5 corresponde totalmente.

1- Ao desligar o equipamento você está economizando energia elétrica e pagando menos no final do mês.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

2- Faça seu ambiente mais saudável ao reduzir o consumo de energia elétrica.

Claridade

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

3- Desligue o equipamento e reduza seu consumo de energia elétrica em 20%.

Claridade

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

4- Sua televisão está ligada! Desligue-a a distância com um simples clique e salve uma árvore.

Claridade

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

5- Ao reduzir seu consumo de energia elétrica você está contribuindo para a redução de energia de sua região

Claridade

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

6- Você desligou seu equipamento oito vezes este mês! Não esqueça de desligá-lo novamente.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

Regulação Introjogada

A Regulação introjetada pode ser definida como um comportamento que é regulado por pressões internas do indivíduo, tais como culpa, ansiedade ou emoções relacionadas à auto-estima, auto-controle, ego, recompensa e punição. Os seguintes itens foram desenvolvidos a partir deste conceito, por favor avalie os seguintes critérios: clareza do texto, a neutralidade e relevância do item em relação à teoria. Assinale com um número entre 1 e 5 que indique sua satisfação com cada uma das afirmações abaixo. Assinale com seu número entre 1 e 5 que melhor descreve a avaliação dos critérios, sendo 1 que não corresponde totalmente e 5 corresponde totalmente.

1- Você deve desligar o equipamento ao sair do ambiente para que possa reduzir o valor da sua conta.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

2- 70% das pessoas desta casa desligaram a televisão ao sair deste local. Apague você também.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

3- Fique tranquilo porque estou cuidando de seus aparelhos. Aliás, você deixou sua TV ligada.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

4- Você deve proporcionar um ambiente mais saudável para a próxima geração por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

5- Você está aumentando o valor de sua conta de energia elétrica ao deixar o equipamento ligado quando sai do ambiente.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

6- O Brasil está em crise e você tem que reduzir seu consumo de energia elétrica para que você possa aproveitar o seu dinheiro em outras atividades.

Claridade
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

Regulação Externa

A Regulação Externa se refere ao comportamento que é regulado por recompensas ou para evitar consequências negativas. Independentemente de saber se a meta de comportamento é para obter recompensas ou para evitar punições, o indivíduo experimenta a obrigação de se comportar de uma maneira específica. Os seguintes itens foram desenvolvidos a partir deste conceito, por favor avalie os seguintes critérios: clareza do texto e relevância do item em relação à teoria. A neutralidade não foi considerada nesta fase porque a regulação externa é regulada por recompensa e punição. Assim, estas mensagens indicam uma ação que executa usuário. Assinale com seu número entre 1 e 5 que melhor descreve a avaliação dos critérios, sendo 1 que não corresponde totalmente e 5 corresponde totalmente.

1- Você tem que desligar o equipamento para reduzir o valor de sua conta de energia elétrica.

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

2- Você tem que desligar seu equipamento ao sair do ambiente pois ele consome R\$ 20,00 por mês.

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

3- A Televisão está consumindo 75 Watts. Você pode economizar R\$ 3,31 se você desligá-la regularmente esse mês!

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

4- Olá usuário, eu sou o SapiEns! O cara que irá lembrá-lo que você esqueceu algum equipamento ligado e o ajudará a economizar dinheiro e otimizar seu consumo de energia elétrica. No momento quero lembrá-lo que você esqueceu sua TV ligada. Desligue-a.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

5- Você tem que contribuir com o futuro do seu planeta por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

6- Consumo de energia elétrico bate recorde no país e você pode ser um dos culpados. Por isso você deve desligar o equipamento ao sair do ambiente.

Clareza

1 2 3 4 5

Neutralidade

1 2 3 4 5

Pertinência

1 2 3 4 5

Sugestões _____

Falta de Motivação

A Falta de Motivação se refere à indivíduos que experimentam a ausência de conexão entre o comportamento e os resultados da atividade. Assim, não têm percebem o propósito, expectativa de recompensa ou capacidade de mudar o curso dos acontecimentos. Os seguintes itens foram desenvolvidos a partir deste conceito, por favor avalie os seguintes critérios: clareza do texto e relevância do item em relação à teoria. A neutralidade não foi considerada nesta fase porque a falta de motivação se refere a falta de expectativas ou propósitos. Por isso, estas mensagens indicam uma ação que o usuário deve executar. Assinale com um número entre 1 e 5 que indique sua satisfação com cada uma das afirmações abaixo, sendo 1 que não corresponde totalmente e 5 corresponde totalmente.

1- Reduza seu consumo e contribua com a redução de CO2.

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

2- Vamos reduzir o efeito estufa?! Clique em desligar para reduzir sua emissão de CO2 em 3,33%.

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

3- Minha experiência em gerenciar aparelhos garante que não há problema nenhum em desligá-los com os meus comandos. Confie em mim e desligue a televisão agora mesmo.

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

4- Seu equipamento consome aproximadamente R\$20,00 por mês, então reduza seu consumo e o valor da conta de luz ao desligar o equipamento quando sai do ambiente.

Claridade 1 2 3 4 5

Neutralidade 1 2 3 4 5

Pertinência 1 2 3 4 5

Sugestões _____

5- Você economizará 10% ao mês se você desligar o equipamento quando sai do ambiente.

Claridade

1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

6- Sua região bateu recorde de consumo, por isso reduza seu consumo para que você não sofra com o blackout.

Clareza
 1 2 3 4 5

Neutralidade
 1 2 3 4 5

Pertinência
 1 2 3 4 5

Sugestões _____

APÊNDICE D ESCALA DE HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (EHCEE) - ESPANHOL

Cuestionario para la validación de los sensores

El objetivo de esta encuesta es conocer sus hábitos de comportamiento. En el siguiente texto, "la sala" se refiere a su espacio de trabajo (RoboLab). Además, para responder a las afirmaciones considere que usted estará solo en la sala. Marque con un número entre 1 y 5 lo de acuerdo que está con cada una de las afirmaciones siguientes, siendo 1 "Nunca" y 5 "Siempre".

1- Apago el ordenador cuando salgo de la sala por un periodo superior a una hora, pero voy a volver.

Nunca 1 2 3 4 5 Siempre

2- Apago el monitor cuando salgo de la sala por un periodo superior a una hora, pero voy a volver.

Nunca 1 2 3 4 5 Siempre

3- Apago el aire acondicionado cuando salgo de la sala por un periodo superior a una hora, pero voy a volver.

Nunca 1 2 3 4 5 Siempre

4- Dejo el ordenador en suspensión cuando salgo de la sala por un periodo superior a una hora, pero voy a volver.

Nunca 1 2 3 4 5 Siempre

5- ¿A que temperatura pone el aire acondicionado durante el verano?

APÊNDICE E ESCALA DE HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (EHCEE) - PORTUGUÊS

Questionário para validação dos sensores

O objetivo desta pesquisa é avaliar os comportamentos e hábitos dos indivíduos. No texto, o ambiente refere-se ao seu espaço de trabalho (Sala de trabalho no C3). Além disso, para responder os itens considere que você estará sozinho na sala. Assinale com um número entre 1 e 5 o quanto você está de acordo com cada uma das afirmações que se seguem.

1- Desligo o computador quando saio da sala por um período maior que uma hora, mas planejo voltar depois para continuar trabalhando.

Nunca 1 2 3 4 5 Sempre

2- Desligo o monitor quando saio da sala por um período maior que uma hora, mas planejo voltar depois para continuar trabalhando.

Nunca 1 2 3 4 5 Sempre

3- Desligo o ar condicionado quando saio da sala por um período maior que uma hora, mas planejo voltar depois para continuar trabalhando.

Nunca 1 2 3 4 5 Sempre

4- Desligo as luzes quando saio da sala por um período maior que uma hora, mas planejo voltar depois para continuar trabalhando..

Nunca 1 2 3 4 5 Sempre

5- Deixo o computador em modo suspender quando saio da sala por um período maior que uma hora, mas planejo voltar depois para continuar trabalhando.

Nunca 1 2 3 4 5 Sempre

6- Qual temperatura você utiliza o ar condicionado?

APÊNDICE F QUESTIONÁRIO EM ESPANHOL PARA ANÁLISE DOS GATILHOS APÓS ANÁLISE DOS ESPECIALISTAS



Motivation Evaluation

Este proyecto involucra el trabajo conjunto llevado a cabo entre la Universidad de Extremadura (España) y la Universidad Federal del Rio Grande (Brasil) y que tiene como objetivo el desarrollar un conjunto de disparadores (i.e., mensajes que se analizarán según un modelo persuasivo emocional) que mejoren nuestros hábitos. El objetivo final es conseguir incrementar nuestra motivación y concienciación en la reducción del consumo energético. Los mensajes se enviarán a través de un dispositivo móvil, que ofrecerá funciones como apagar el equipo a distancia y observar el consumo de estos equipos. Por favor, reflexione sobre su propia experiencia en relación con el consumo de energía eléctrica. Marque un número, entre 1 y 5, indicando cuánto está de acuerdo con cada uno de los elementos descritos en este experimento. Siendo 1 si no está totalmente de acuerdo y 5 si está totalmente de acuerdo.

Questionnaire

Country:

Country:

- Brazil
- Spain
- Other

Birthday:

21/12/1987

Gender:

- Female
- Male
- Other

Este cuestionario fue definido originalmente por *Van der Kaap-Deeder, J., Vansteenkiste, M., Soenens, B., and Mabbe, E. (2017)* y nuestro objetivo es evaluar su propia experiencia en relación con el consumo de energía eléctrica. Marque un número, entre 1 y 5, indicando cuánto está de acuerdo con cada uno de los elementos descritos en este experimento. Siendo 1 si no está totalmente de acuerdo y 5 si está totalmente de acuerdo.

1. Today I felt a sense of choice and freedom in the things I undertook?

1. Hoy me sentí con libertad y capacidad de decidir sobre las cosas que emprendí.

1 ▼

2. Today I felt disappointed with many of my performances?

2. Hoy me sentí decepcionado con muchas de mis actuaciones. *Hola*

1 ▼

3. Today I felt that people who are important to me were cold and distant towards me?

3. Hoy sentí que las personas que realmente son importantes para mí se mostraron distantes hacia mí.

1 ▼

4. Today most of the things I did felt like "I had to"?

4. La mayoría de las cosas que hoy llevé a cabo me hicieron sentir como que "tenía que hacerlas".

1 ▼

5. Today I felt confident that I could do things well?

5. Hoy me sentí seguro de que podía hacer bien las cosas.

1 ▼

6. Today I felt that my decisions reflected what I really wanted?

6. Hoy sentí que mis decisiones reflejaban lo que realmente quería.

1 ▼

7. Today I felt connected with people who care for me, and for whom I care?

7. Hoy me sentí conectado con las personas que se preocupan por mí y que me importan.

1 ▼

8. Today I felt excluded from the group I want to belong to?

8. Hoy me sentí excluido del grupo al que quiero pertenecer.

1 ▼

9. Today I felt forced to do many things I didn't choose to do?

9. Hoy me sentí obligado a hacer muchas cosas que no decidí hacer.

1 ▼

10. Today I felt capable at what I did?

10. Hoy me sentí capaz de hacer todo lo que hice.

1 ▼

11. Today I experienced a warm feeling with the people I spent time with?

11. Hoy he experimentado un sentimiento agradable con aquellos con quien pasé tiempo.

1 ▼

12. Today I felt insecure about my abilities?

12. Hoy me sentí inseguro en relación con mis habilidades.

1 ▼

Submit

Questionnaire

Muy Bien! Hoy has apagado tres veces tu televisor, recuerda apagarlo ahora tambien.

1 ▼

Submit

APÊNDICE G QUESTIONÁRIO EM PORTUGUÊS PARA ANÁLISE DOS GATILHOS APÓS ANÁLISE DOS ESPECIALISTAS



Motivation Evaluation

Este projeto envolve um trabalho em conjunto entre a universidade de Extremadura da Espanha e a Universidade Federal do Rio Grande que tem como objetivo desenvolver "gatilhos" - mensagens que serão analisadas segundo um modelo convincente emocional - em melhorar os nossos hábitos, tentando "melhorar" a nossa motivação e conscientização na redução do consumo de energia. As mensagens serão enviadas por meio de um dispositivo móvel, que oferecerá recursos como desligar o equipamento a distância e observar o consumo dos equipamentos. Por favor pense sobre suas experiências relacionadas ao consumo de energia elétrica. Marque um número entre 1 e 5 indicando o quanto você concorda com cada um dos itens descritos neste experimento. Sendo 1 para não concordo completamente e 5 para concordo completamente.

Questionnaire

Country:

Country:

- Brazil
- Spain
- Other

Birthday:

Gender:

- Female
- Male
- Other

Este questionário foi desenvolvido por *Van der Kaap-Deeder, J., Vansteenkiste, M., Soenens, B., and Mabbe, E. (2017)* e nosso objetivo é avaliar as suas experiências relacionadas com o consumo de energia elétrica. Marque un número entre 1 y 5 indicando cuánto concuerda con cada uno de los elementos descritos en este experimento. Siendo 1 para no estar totalmente de acuerdo y 5 para estar totalmente de acuerdo.

1. Today I felt a sense of choice and freedom in the things I undertook?

1. Hoje senti um sentimento de escolha e liberdade nas coisas que assumi.

1 ▼

2. Today I felt disappointed with many of my performances?

2. Hoje fiquei desapontado com muitas das minhas apresentações.

1 ▼

3. Today I felt that people who are important to me were cold and distant towards me?

3. Hoje senti que as pessoas importantes para mim eram frias e distantes em minha direção.

1 ▼

4. Today most of the things I did felt like "I had to"?

4. Hoje, a maioria das coisas que senti como "eu tive que"

1 ▼

5. Today I felt confident that I could do things well?

5. Hoje, eu me senti confiante de que eu poderia fazer as coisas bem.

1 ▼

6. Today I felt that my decisions reflected what I really wanted?

6. Hoje senti que minhas decisões refletiam o que eu realmente queria.

1 ▼

7. Today I felt connected with people who care for me, and for whom I care?

7. Hoje eu me senti conectado com pessoas que cuidam de mim, e para quem eu me importo.

1 ▼

8. Today I felt excluded from the group I want to belong to?

8. Hoje eu me senti excluído do grupo que eu queria pertencer.

1 ▼

9. Today I felt forced to do many things I didn't choose to do?

9. Hoje me senti forçado a fazer muitas coisas que não escolhi fazer.

1 ▼

10. Today I felt capable at what I did?

10. Hoje, eu me senti capaz no que fiz.

1 ▼

11. Today I experienced a warm feeling with the people I spent time with?

11. Hoje experimentei um sentimento caloroso com as pessoas com quem passei o tempo.

1 ▼

12. Today I felt insecure about my abilities?

12. Hoje eu me senti insegura sobre minhas habilidades.

1 ▼

Submit

Questionnaire

Parabens! Voce esta contribuindo para a reducao do consumo de energia eletrica do pais ao desligar a luz.

1 ▼

Submit

APÊNDICE H GATILHOS APLICADOS NO ESTUDO DE CASO.

Tipo de Motivação	Mensagem
Motivação Intrínseca	Você está fazendo um ótimo trabalho ao desligar a luz
	Muito Bem! você desligou a televisão! Não esqueça de desligá-la agora também.
	Muito bem! Ao desligar seu equipamento, você está contribuindo para o futuro sustentável do planeta
	Você reduziu seu consumo de energia elétrica em 15%. Parabéns!
	Você se esforçou e reduziu o seu consumo de energia elétrica este mês.
	Parabéns! Você está contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica do país ao desligar a luz.
regulação Integrada	Ao desligar o equipamento, você continuará reduzindo o consumo de energia elétrica
	Ao desligar o equipamento você continuará fazendo um bom trabalho
	Continue protegendo o meio ambiente ao desligar o equipamento e reduzir o consumo de energia
	Mantenha seu consumo de energia baixo ao desligar a luz
	Ao desligar a luz você reduzirá seu consumo de energia elétrica
	Mantenha seu consumo reduzido e contribua para a redução de energia de sua região.

Tipo de Motivação	Mensagem
regulação identificada	Ao desligar o equipamento você estará economizando energia elétrica e pagará menos no final do mês.
	Faça seu ambiente mais saudável, pois ao reduzir o consumo de energia elétrica você também reduz a emissão de CO2.
	Desligue o equipamento e reduza seu consumo de energia elétrica em 20%.
	Sua televisão está ligada! Desligue a distância com um simples clique e salve uma árvore.
	Ao reduzir seu consumo de energia elétrica você está contribuindo para a redução de energia de sua região.
	Você desligou seu equipamento oito vezes este mês! Não esqueça de desligá-lo novamente
Regulação Introjetada	Se você quer reduzir o valor da sua conta de luz, lembre de desligar o equipamento ao sair do ambiente
	70% das pessoas desta casa desligaram a televisão ao sair deste local. Desligue você também.
	Fique tranquilo porque estou cuidando de seus aparelhos. Aliás, você deixou sua TV ligada.
	Você deve proporcionar um ambiente mais sustentável para a próxima geração por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.
	Você está aumentando o valor de sua conta de energia elétrica ao deixar o equipamento ligado quando sai do ambiente.
	O Brasil está em crise econômica e você tem que reduzir seu consumo de energia elétrica para contribuir com a redução do consumo do país
Regulação Externa	Recomenda-se desligar o equipamento para reduzir o valor de sua conta de energia elétrica.
	Você é recomendado desligar seu equipamento ao sair do ambiente pois ele consome R\$ 20,00 por mês.
	A Televisão está consumindo 75 Watts. Você pode economizar R\$ 3,31 este mês se você desligá-la.
	Olá usuário, eu sou o SapiEns! O sistema que o ajudará a economizar dinheiro e reduzir seu consumo de energia elétrica. No momento quero lembrá-lo que você esqueceu sua TV ligada. Por favor desligue-a.
	Você tem que contribuir com o futuro do seu planeta por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.
	Consumo de energia elétrica bate recorde no país e você pode ser um dos culpados. Por isso você deve desligar o equipamento ao sair do ambiente.

Tipo de Motivação	Mensagem
Falta de Motivação	Vamos reduzir o efeito estufa?! Clique em desligar para reduzir sua emissão de CO2 em 3,33% ao mês.
	Seu consumo de energia elétrica hoje está muito alto, você pode reduzir seu consumo se ao sair do ambiente desligar o equipamento
	Você economizará 10% ao mês se você desligar o equipamento quando sai do ambiente por meio de um clique em desligar
	Seu equipamento consome aproximadamente R\$20,00 por mês, então reduza seu consumo e o valor da conta de luz ao desligar o equipamento quando sai do ambiente.
	Você economizará 10% ao mês se você desligar o equipamento quando sai do ambiente.
	Sua casa têm dados de consumo muito alto, reduza seu consumo e desligue o equipamento ao sair do ambiente, se não quiseres pagar um valor muito alto na conta de luz.

APÊNDICE I IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS TEMAS A SEREM INSERIDOS NOS GATILHOS RELACIONADOS AO CONTEXTO DE EFICIÊNCIA ENERGIA ELÉTRICA NA REALIDADE BRASILEIRA E ESPANHOLA.

Para a composição dos DSCs, realizamos entrevistas com o objetivo de obter extratos de depoimentos da realidade de dois grupos: *(i)* grupo1, a amostra de indivíduos que residem no Brasil foi composta por 13 indivíduos sendo 8 professores e 5 estudantes, com idade entre 25 e 40 anos, todos membros de uma instituição de ensino superior, as entrevistas ocorreram no período de 21 de novembro de 2017 a 04 de dezembro de 2017 no Brasil; *(i)* grupo2, a amostra de indivíduos que moram na Espanha foi composta por 8 indivíduos, sendo 5 estudantes e 3 professores, com idade entre 23 e 51 anos também membros de uma instituição de ensino superior, as entrevistas ocorreram no período de 05 de julho de 2017 a 10 de julho de 2017 na Espanha. Esta análise foi feita em dois países de modo a avaliar possíveis semelhanças ou diferenças entre os tipos de motivação e comportamentos sustentáveis.

As questões foram desenvolvidas com os seguintes temas e objetivos: *(a)* rotina do indivíduo: auto-percepção, hábitos de consumo; *(b)* comportamento das pessoas com relação ao consumo de acordo com o ambiente: residencial e no trabalho; *(c)* motivação e desafios para redução do consumo de energia; *(d)* conceitos de sustentabilidade: perceber, situar e fundamentar o indivíduo com relação a este conceito; *(e)* conhecimento dos desafios em relação à redução do consumo energético. Como instrumento de pesquisa foi utilizada uma entrevista semi-estruturada que foi desenvolvida em português e traduzida ao espanhol.

Após a transcrição de todas as entrevistas gravadas, realizamos a análise das respostas de cada pergunta que foram tabuladas e analisadas de modo a identificar as ideias-centrais e as âncoras presentes nas falas dos indivíduos. Em nossa análise verificamos que o conteúdo das âncoras se referem a mais de uma IC. As expressões-chave utilizadas na construção dos discursos não estão relacionadas às perguntas mas a ideia-central pelo fato de considerarmos que o fator mais importante é a pertinência entre os trechos da IC ao

invés da pergunta em si, por isso as ECs pertencem a mais de uma pergunta. Encontramos 4 âncoras que estão relacionadas a 4 ideias centrais e deram origem a 13 discursos, sendo 8 em português e 5 em espanhol. A análise destes discursos foi utilizada para conhecer e descrever opiniões e representações de caráter descritivo, permitindo o delineamento de perfis de comportamento de consumidores de energia elétrica, bem como a identificação de motivações que possibilitam tornar o comportamento mais sustentável.

A âncora “Consumo de energia elétrica residencial” se originou com base nos discursos relacionados às perguntas “Você costuma se preocupar em desligar os equipamentos quando sai do ambiente? Senão desliga por quê?”, “Você costuma esquecer os equipamentos ligados quando sai do ambiente? Senão desliga por quê?”, “Como você percebe suas práticas de consumo de energia elétrica?” e “Quais práticas você acredita que poderia adotar com relação a sustentabilidade?”, “Você costuma desligar os equipamentos quando sai do ambiente do local de trabalho? Senão desliga por quê?”, “Você costuma esquecer equipamentos ligados quando saí do trabalho? Qual frequência?” no grupo 1 e às perguntas “¿Por lo general, qué equipos usted utiliza cuando está en casa?”, “¿Generalmente usted olvida los equipos conectados cuando sale del ambiente? ¿No se apaga por qué?”, “¿Cómo evalúa el impacto de su comportamiento en el medio ambiente?” e “¿Cómo percibes tus prácticas de consumo de energía eléctrica?”, “¿Por lo general, usted apaga los equipos cuando sale del ambiente del lugar de trabajo? ¿Si no se apaga por qué?”, “¿Por lo general, usted olvidase de los equipos conectados cuando sale del trabajo? ¿Qué frecuencia?” no grupo 2, que foram reunidas a partir da ideia central “A residência e o consumo de energia elétrica” e obtivemos como resultados o DSC1grupo1, DSC2grupo1, o DSC1grupo2 e o DSC2grupo2.

O DSC1grupo1, o DSC1grupo2, o DSC2grupo1 e o DSC2grupo2 demonstram que os indivíduos estão mais preocupados em justificar seu consumo de energia elétrica tanto no trabalho quanto em suas residências do que reduzir ou tornar mais eficiente seu comportamento com relação ao consumo de energia elétrica. Jackson (2005) afirma que o aumento na exposição do indivíduo a informação sobre o consumo pode aumentar a conscientização e o conhecimento, resultando em mudanças no comportamento. Esta análise é importante tanto para as empresas ao possibilitar o aprimoramento de estratégias de publicidade mais oportunas, flexíveis e personalizadas, quanto para os consumidores ao fornecer interação entre os indivíduos e o consumo, permitindo a personalização dos serviços de acordo com o perfil de cada pessoa, de forma a possibilitar o ajuste e a otimização do comportamento de consumo de energia elétrica. De fato, o acesso às informações e o uso de *feedback* têm sido frequentemente discutidos como formas de reduzir o consumo de energia (Egea and Frutos, 2013; Fischer, 2008). Egea and Frutos (2013) encontraram uma relação positiva entre a informação e o comportamento no consumo de energia, particularmente quando a informação era orientada para a ação. No entanto, Abrahamse et al. (2005) argumentaram que a informação pode aumentar o co-

Tabela 33: DSC1grupo2: Justificativas sobre o comportamento em relação ao consumo doméstico de energia elétrica.

En general apago luces, apago televisión si no estamos delante, porque mi padre era muy machacon, las luces!! Pero por ejemplo con el ordenador no, tengo esa mala costumbre, el ordenador lo suelo dejar encendido aunque vaya a tardar un par de horas en trabajar. Pues depende del tiempo que vaya a estar sin usarlo si voy a estar menos de una hora normalmente lo dejo encendido o en suspensión porque tarda en arrancar y me cuesta, me molesta tener que esperar los 5 o 10 minutos que tarda en arrancar. Hay cosas que sí procuro remediar pero hay otras que no, que no soy consciente quiero decir que no me preocupo por ellas. Intento ser responsable entiendo que mi aportación es mínima lo que pasa es que muchos mínimos es un máximo. Entonces todo lo que yo reduzca sera mejor. El impacto tengo pero no creo que consuma mucha energía más o menos intento tener cosas que no consuman demasiado no encender cuando no es necesario poner el frío en una temperatura correcta no tengo que tenerlo super frío entonces pues claro impacto sí, cuánto? no se, habría que medirlo excesivo, vamos a decir que no excesivo. Tengo mis excesos pero luego no tengo los despistes de dejar las luces encendidas tampoco lo considero un derroche excesivo, de hecho tampoco es que pague una factura de luz muy gorda, peores son mis padres o mi familia que les gusta tener el aire acondicionado puesto las 24 horas.

nhecimento, mas não necessariamente mudar comportamentos. Concordamos com os autores quando afirmam que o acesso a informação é importante. Porém, acreditamos que esse *feedback* deve estar disponível a “qualquer momento”, por meio de tecnologias ubíquas que estão embarcadas nos eletrodomésticos e integradas as ações das pessoas, permitindo aos consumidores visualizar e acompanhar o seu consumo no seu cotidiano e não somente através da fatura no final do mês.

A âncora “Informação sobre a conta de energia elétrica” se originou com base nos discursos relacionados às perguntas “Qual sua opinião sobre o valor da conta de energia elétrica?”, “Qual sua opinião sobre o impacto do consumo de energia elétrica no meio ambiente” e “Como você percebe suas práticas de consumo de energia elétrica?”, “Qual sua opinião sobre a forma como a conta de luz é apresentada?”, no grupo 1 e às perguntas “Generalmente usted olvida los equipos conectados cuando sale del ambiente? ¿No se apaga por qué?”, “¿Cuál es su opinión sobre cómo se muestra la cuenta de luz?” e “¿Qué prácticas cree usted que podría adoptar con respecto a la sostenibilidad?” no grupo 2 que foram reunidas a partir da ideia central “A conta de energia elétrica e sua apresentação” e obtivemos como resultados o DSC3grupo2, o DSC3grupo1 e o DSC4grupo1.

O DSC3grupo2, o DSC3grupo1 e o DSC4grupo1 apresentam as falas dos indivíduos a respeito das informações contidas na tarifa de luz, segundo os sujeitos a conta é *confusa* e *ineficiente*. De acordo com Kluger and DeNisi (1996), o *feedback* pode auxiliar um indivíduo a alcançar um objetivo e mudar de comportamento. Com relação ao consumo de energia elétrica residencial, há evidências de que o *feedback* pode desempenhar um

Tabela 34: DSC1grupo1: Justificativas sobre o comportamento em relação ao consumo doméstico de energia

Eu me regulo bastante assim, na verdade lá em casa tem eu acendendo, minha mulher apagando. Aí ela acende eu apago, mas lá a gente apaga bastante, assim, a gente tem um hábito um pouco mais confiante. Me preocupo, claro que às vezes eu esqueço, por exemplo o ventilador, eu vou sair da sala eu costumo desligar o ventilador. Normalmente eu desligo, eu realmente me preocupo bastante. Só que claro às vezes tu sai meio correndo, principalmente quando tu tá atrasado pra alguma coisa e como eu venho às vezes de carona pra rio grande por exemplo eu tô atrasado e os cara tão vindo aí eu saio correndo e sempre esqueço. Porém, tem alguns equipamentos que eu deixo ligado de propósito porque aquele equipamento tá em funcionamento, o exemplo é o computador, eu não desligo o computador porque eu tô com 70 janelas abertas, entende, fazendo um monte de coisa ao mesmo tempo, mas eu uso muito a suspensão do computador, eu fecho o notebook e ele tá suspenso, isso eu faço, mas é o que eu digo é um standby ali tá consumindo um pouquinho. Acabo tendo um consumo alto mas não por necessidade por questão de esquecer os aparelhos ligados e maus hábitos ou por uma questão de acessibilidade assim as vezes é muito trabalhoso e eu acabo esquecendo.

importante papel na redução do consumo (Charles, 2009). Wati and Koo (2012) avaliaram o uso de tecnologia sustentável por meio de instrumentos psicométricos para avaliar o tipo de motivação dos indivíduos ao utilizar sensores para mensurar o consumo de energia elétrica. Assim, fica evidente a necessidade de maior clareza quanto às informações relativas ao consumo de energia, porém, para que essa informação atinja uma mudança de comportamento do consumidor é necessário que a mesma seja personalizada. Atualmente, os aparatos tecnológicos permitem o envio de informações por meio de recursos (lembretes, mensagens, alertas, notificações) capazes de induzir o indivíduo a realizar determinada atividade, entretanto, tais mensagens devem estar de acordo com o nível de motivação e habilidade de cada pessoa.

A âncora “Informação sobre a conta de energia elétrica” se originou com base nos discursos relacionados à pergunta “Qual sua opinião sobre a forma como a conta de luz é apresentada?” no grupo 1 e foi reunida a partir da ideia central “A conta de energia elétrica e seu valor” e obtivemos como resultados o DSC5grupo1.

No DSC5grupo1, os indivíduos apresentam uma preocupação com relação ao custo da taxa de energia elétrica, o que pode ser justificado pelo fato da agência brasileira de energia elétrica (ANEEL) ter aprovado em 2017 um aumento tarifário de aproximadamente 29% em sua taxa de serviço. Na região Sul do país, a Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica, também aplicou uma sobretaxa de aproximadamente 11% sobre os seus serviços (ANATEL, 2017), representando a maior alta histórica em todo o território nacional (ANATEL, 2017). Além desse aumento tarifário, Achão (2003) observou um crescimento no consumo de energia elétrica residencial relacionado a renda

Tabela 35: DSC2grupo1: Justificativas sobre o comportamento em relação ao consumo de energia no trabalho

No trabalho geralmente eu uso meu equipamento eletrônico então acaba que quando eu tô indo embora eu geralmente levo ele junto então eu acabo desligando. Por desatenção ou vezes de se um processo que vai me demanda muito tempo e eu tenho pouco tempo e acabo saindo e deixando ligado. Na verdade tem esse ar condicionado aqui eu sempre tento desligar ele, hoje eu cheguei e ele tava ligado ele ficou a noite toda porque ele tem um negócio ali não sei se tá ruim mas geralmente eu tento desligar mas já aconteceu de esquecer ele ligado esquecer a luz ligada isso já aconteceu algumas vezes, e computador, eu não tenho computador aqui então não tenho como deixar. A impressora eu sempre tento desligar eu fico com medo que falta luz e estraga, as lâmpadas o que acontece as vezes eu ligo elas sem querer e aí saio tá de dia e não noto que ela tá ligada isso já aconteceu mas é raro o que acontece mais é o tal do ar condicionado que às vezes eu esqueço que ele tá ali, não dá muita notícia, então tu esquece. Então a questão do consumo é que a gente às vezes pode esquecer de desligar porque a gente não tem o costume de desligar as coisas do trabalho, porque a gente nem sempre é o último a sair então a gente acaba perdendo, não ganhando esse costume de desligar as coisas e às vezes acaba esquecendo.

familiar. Em 2016, o consumo residencial no Brasil foi em média de 454 MWh/R\$ e na Europa esse consumo atingiu 186 MWh/€(Explained, 2015). O custo por kWh no Brasil é de aproximadamente R\$ 0,60, enquanto na Europa custa €0,20. Dadas as proporções desta comparação, percebemos que tanto o custo quanto o consumo residencial de energia elétrica representam um impacto significativo tanto na renda quanto no fornecimento de energia. Esse problema evidencia-se ao observamos as estimativas previstas de crescimento de aproximadamente 5% no consumo por ano até 2026 (EPE, 2017). O custo da energia fica evidente do discurso brasileiro, entretanto essa é uma temática não referida pelos espanhóis.

A âncora “Comportamento sustentável no consumo de energia elétrica” se originou com base nos discursos relacionados às pergunta “Como você define consumo sustentável de energia elétrica?”, “Qual sua opinião sobre o impacto do consumo de energia elétrica no meio ambiente?”, “Como você avalia o impacto do seu comportamento no meio ambiente?”, “Como você percebe suas práticas de consumo de energia elétrica?”, “Quais práticas você acredita que poderia adotar com relação a sustentabilidade?” no grupo 1 e às perguntas “¿Cómo define el consumo sostenible de energía eléctrica?”, “¿Cuál es su opinión sobre el impacto del consumo de energía eléctrica en el medio ambiente?” e “¿Cómo evalúa el impacto de su comportamiento en el medio ambiente?”, “¿Cómo percibes tus prácticas de consumo de energía eléctrica?”, “¿Cómo percibes tus prácticas de consumo de energía eléctrica?” e “¿Qué prácticas cree usted que podría adoptar con respecto a la sostenibilidad?” no grupo 2 e foi reunida a partir da ideia central “Consumo sustentável e o comportamento do indivíduo” e obtivemos como resultados o , DSC6grupo1,

Tabela 36: DSC2grupo2: Justificativas sobre o comportamento em relação ao consumo de energia no trabalho

Olvidar? puede que alguna vez, a veces lo deajo encendido porque quiero dejarlo encendido como una forma también de trabajar en remoto y lo deajo conectado para si en casa necesito acceder a bibliografía o utilizar el acceso a través del ordenador remoto el monitor si lo suelo en apagar las luces si pero no soy el último en salir del laboratorio entonces en la oficina si, en el despacho si. Revisar mis hábitos de comportamiento por ejemplo dejar los equipos encendidos a veces por trabajar pues a lo mejor hay días que no trabajo entonces esta el equipo encendido y realmente no lo estoy utilizando entonces revisar realmente si es necesario estar tan conectado a ciertos elementos cuando no es necesario y cuando estoy en casa pues intentar que los equipos estén funcionando pues que los esté utilizando, es verdad que a veces dejas la tele encendida cuando estás cocinando y a lo mejor no es necesario. Soy consciente, o sea realmente hay pequeñas cosas que todos hacemos de manera bueno por comodidad o porque no sé muy bien cada uno tendrá sus motivos, no? Y que bueno que están afectando en poca medida, en poca y mucha medida a todo esto.

DSC7grupo1 e o DSC4grupo2.

No DSC7grupo1, os indivíduos apresentaram dificuldades em definir o conceito de sustentabilidade energética relacionando-o a produção de energia elétrica, que está de acordo com Shaikh et al. (2014) que define o desenvolvimento sustentável como a capacidade de atender às necessidades de energia elétrica atuais sem comprometer as gerações futuras. Em um sentido mais amplo, o desenvolvimento sustentável integra o crescimento econômico, a proteção ambiental e o bem-estar social. Um dos principais desafios das políticas de desenvolvimento sustentável é abordar estas três dimensões de maneira equilibrada, considerando suas interações e, sempre que necessário, fazendo trocas relevantes. Shaikh et al. (2014) definiu algumas características e princípios da sustentabilidade: (i) a utilização de recursos renováveis não deve exceder a sua taxa de regeneração; (ii) consumo de apenas uma parcela da matéria-prima e da energia não-renovável, possibilitando a substituição funcional ou equivalente por meio do uso de recursos renováveis; (iii) a poluição e os resíduos produzidos não devem exceder a capacidade de absorção do meio ambiente; (iv) devem ser minimizados ou eliminados os riscos que podem prejudicar a saúde humana. No DSC6grupo1 assim como no DSC4grupo2, os indivíduos também relacionam o conceito de sustentabilidade com a geração e o consumo eficiente em conjunto com o uso de fontes renováveis de geração de energia. De acordo com Shaikh et al. (2014), as fontes de energia renováveis têm grande potencial para substituir as fontes convencionais de energia fóssil (carvão, o petróleo) e de energia nuclear que não são renováveis, sendo responsáveis por grande parte do aquecimento global. As fontes renováveis de energia, como a biomassa (plantas e resíduos), eólica, solar, hidrelétrica e geotérmica, podem fornecer serviços de energia sustentável, com base no uso de recursos disponíveis no ambiente. Essas fontes podem ajudar a reduzir as emissões de gases

Tabela 37: DSC3grupo2: Importância da informação sobre o consumo de energia elétrica na fatura

Normalmente sí intento ahorrar todo lo que puedo en la factura de la luz. La factura está pensada para que no la entiendas o sea realmente creo que ese es su objetivo, que no se entienda, entonces si controlas más o menos llegas a entenderla. Pero la gente normal no la entiende entonces tienes que formarte para poder entenderla, pues es completamente encriptada, o sea alguien ve una factura de electricidad y no sabe muy bien ni cual son los conceptos ni en que se va cada euro que se paga ahí, no se tiene nada claro. Así, debería informarme más de la implicación de lo que implican los actos que hago o dejo de hacer, ser más consciente de la implicación que tiene para el medio ambiente y por lo tanto empezar a apagar esos dispositivos y ser más razonable con lo que hago con la energía. Todavía, creo que en lo relativo a los impuestos pues viene mal reflejado, porque como cobran tanto lo hacen complicada para que no sepas lo que pagas, quizás podría mejorar y ser un poco más para toda la gente que no haya que explicarlo. Se paga mucho por un término fijo que quiere decir que aunque tú ahorres sigues pagando y que la electricidad lleva demasiados impuestos. Desde mi punto de vista es excesiva, porque a lo mejor bueno es culpa de los que no tenemos cuidado con estas cosas, pero es excesivo porque debería ser algo con lo que cualquiera debería poder contar. Hay gente que no puede pagar la factura entonces si no la puede pagar es porque seguramente es excesivamente cara, pues aquí en España es carísima imposible de pagar, en otros países de Europa es más barato.

Tabela 38: DSC3grupo1: Problemas no entendimento da informação na fatura sobre o consumo de energia

Eu acredito que é bem confuso são muitos dados na conta e fica difícil de entender, poderia ser um pouco mais simplificado, porém, a apresentação do valor da conta ela é clara, mas em relação ao consumo todo é um pouco confuso muitos dados. Na verdade, o que eu vejo é que ela não te dá um parâmetro, um detalhamento, na verdade o detalhamento que ela te dá é muito insuficiente pra gente conseguir mapear aonde tá o gasto que poderia ser economizado, por exemplo, é muito genérica porque te dá um valor só e tu não sabe da onde que tu tá consumindo aquela energia aonde que tu poderia poupar mais e assim por diante. E tem aquela questão das bandeiras, aquilo assim, eu sei que bandeira vermelha é mais caro, que vem a conta mais alta, amarelo, verde acho que eu nunca vi, mais é amarela e vermelha que fica e nunca entendi direito. Porém, eu não sou um bom exemplo porque eu sempre olho lá o quanto eu gastei e quanto gastei a mais eu sou bem chato não é todo mundo que faz isso, mas não é muito fácil para pessoas comuns, leigas mas bom não me considero 100% leigo então mais ou menos eu entendo o que tá ali, mas de fato ela é complicada pra quem é leigo ela é bem complicada se tu tem que explicar pra alguém a conta de luz eu tenho dificuldade eu entendo mas eu tenho dificuldade de explicar pros outros.

Tabela 39: DSC4grupo1: Importância da Informação na fatura sobre o consumo de energia

Pra mim é suficientemente informativa, não tenho restrições assim, tipo eu não entendo as vezes porque cobra bandeira vermelha porque não cobra alguma coisa assim porque aí talvez tenha alguma regra que não tá exposta ali, mas acho que também não precisa dizer isso para o público em geral entende. Talvez tenha que dizer para o público em geral é que aquele histograma de gasto que a pessoa tem ali tipo um engenheiro entende, mas uma pessoa simples com pouca instrução talvez não entenda então talvez tivesse que vir uma coisa assim o mês tal, você precisa economizar energia no mês. Eu acho que ela é acessível, ela é apresentada de forma clara. Eu acho que ela é de certa forma é acessível apesar de ser uma unidade de medida que eu não tô acostumado a lidar mas eu consigo identificar ali o consumo com facilidade. Além disso, eles mostram os últimos meses né e mostram até o último ano, tu consegue vê no ano passado qual foi, acho que é boa.

Tabela 40: DSC5grupo1: Importância do valor do consumo de energia

Acredito que o valor é alto aqui para o nosso país, considerando o salário mínimo aqui no Brasil e também pela distribuição de renda, tem muitas pessoas aí em condições de miséria que dificilmente têm condições de pagar uma conta de luz por exemplo. A minha unidade residencial assim ela não tem um valor alto, pelo menos pra mim. Sabe na minha casa eu não gasto muito, eu acho que bom considerando que é uma coisa super importante quando não tem tu sente muita falta, talvez pudesse ser mais cara mas eu acho razoavelmente cara perto dos outros custos que se gente tem vamos dizer por exemplo na água o custo de água por exemplo paga muito mais barato e a água é tão importante quanto. Claro que quanto mais conseguir economizar melhor, mas eu não vejo assim ah eu vou reduzir, eu preciso, não trocaria tipo desligar uma coisa, deixar de usar uma coisa, pra pagar menos. Claro que se reduzir sem que eu precise abrir mão das coisas que eu já uso tá legal, não sei se é a opinião de todos. E eu acho que o maior vilão é o chuveiro e às vezes eu fico bastante tempo tomando banho então, é relaxante assim, então não sei se eu abriria mão, claro que se subir muito chegar a 200 reais não tem o que fazer ai tem que reduzir mesmo. É na verdade o que acontece é que assim a conta de energia ela é cara mas bom ela não é tão cara assim pra mim vamos dizer então tu acaba não te preocupando tanto. Tu te preocupa mais com o teu conforto do que propriamente dito com o consumo de energia que está gerando. Então se eu tô com calor eu vou deixar o ar condicionado ligado a noite toda, então é essa relação, talvez ela não seja tão consciente assim eu uso mais conforme minha conveniência.

Tabela 41: DSC6grupo1: Conceitos de sustentabilidade energética

Eu acho que para o consumo ser sustentável tem que produzir aquilo que tu consome ou parte daquilo que tu consome e essa é uma definição minha, assim, eu não sei a definição correta da literatura ou coisa do gênero mas eu imagino que economizar energia elétrica não é ser sustentável entende, não é a mesma coisa na minha visão. Uma pessoa que esbanja energia se economizar energia elétrica ela ainda vai continuar esbanjando, agora a pessoa pode esbanjar energia elétrica se ela produz energia elétrica que ela tá esbanjando, o problema é dela. Acho que o uso sustentável é uma coisa que a gente não tem pelo menos. Pessoas comuns não têm o hábito, a gente tem alternativas pra energia elétrica do estilo utilizar chuveiro com aquecimento a gás, botar um boiler lá, uma coisa assim, mas a gente não produz energia elétrica a gente substitui fonte de energia elétrica por outra fonte de energia para economizar energia, entendeu o que eu quis dizer com sustentabilidade.

atmosféricos locais e globais e fornecer opções comercialmente atraentes para atender às necessidades específicas de serviços energéticos, particularmente nos países em desenvolvimento e áreas rurais ajudando a criar novas oportunidades de emprego.

A âncora “Comportamento eficiente energético“ se originou com base nos discursos relacionados às perguntas “Como você define consumo sustentável de energia elétrica?”, “Qual sua opinião sobre o impacto do consumo de energia elétrica no meio ambiente?”, “Como você avalia o impacto do seu comportamento no meio ambiente?”, “Como você percebe suas práticas de consumo de energia elétrica” e “Quais práticas você acredita que poderia adotar com relação a sustentabilidade?” no grupo 1 e às perguntas “¿Cómo define el consumo sostenible de energía eléctrica?”, “¿Cuál es su opinión sobre el impacto del consumo de energía eléctrica en el medio ambiente?”, “¿Cómo evalúa el impacto de su comportamiento en el medio ambiente?”, “¿Cómo percibes tus prácticas de consumo de energía eléctrica?” e “¿Qué prácticas cree usted que podría adoptar con respecto a la sostenibilidad?” no grupo 2 que foram reunidas a partir da ideia central “Consumo sustentável e o comportamento do indivíduo” e obtivemos como resultados o DSC5grupo2 e o DSC8grupo1.

O DSC8grupo1 apresentou maior preocupação com a sustentabilidade relacionada ao impacto desta em seu conforto do que efetivamente com a importância de um comportamento ambiental. Para Shaikh et al. (2014) um comportamento sustentável é inicialmente definido pelo uso de fontes de energia renováveis. No entanto, percebemos que o discurso do grupo 1 revelou uma preocupação dos indivíduos quanto ao uso dos equipamentos. Shaikh et al. (2014) afirma que esta valorização do conforto aumentou as preocupações com o suprimento de energia, o rápido esgotamento dos recursos energéticos, o aumento das demandas por serviços, a melhoria dos estilos de vida de conforto; conseqüentemente, isso tem mostrado uma demanda crescente de energia no futuro próximo. Somente a limitação ao conforto revelou-se um problema significativo, tendo um efeito significa-

Tabela 42: DSC7grupo1: Impactos ambientais do consumo de energia elétrica

Pô no meio ambiente, deve ser um problema, deve ser um problemão, eu fiz uma visita na Itaipu há muitos anos atrás na época de colégio ou de incincho de graduação, acho que foi incincho de graduação acho que foi o primeiro ano e aí fomos para o Paraguai e eu lembro vagamente de uma palestra que o cara deu lá do impacto que teve de construir o lago da Itaipu, ele dizia que mudou a condição de chuva do outro lado do Brasil por causa daquele lago. Ele disse que sim que provoca estragos e normalmente as licenças são um problema pra conseguir. Para conseguir licença tu tem que fazer alguma coisa pra corrigir o outro problema porque esse que tu vai causar não tem muito bem como corrigir, mas isso sim o impacto para produzir de uma hidrelétrica. Eu imagino que deva ter impactos muito maiores tipo se tu tem uma usina que a produção não é de fonte hidrelétrica que é o que mais tem no Brasil, mas se tu tiver uma outra com energia nuclear por exemplo, o que tu vai fazer com os negócio radioativo que sobra, o lixo radioativo que sobra? Tu faz o que com ele? Tem gente que enterra e tem gente que bota no fundo do oceano, não sei o que que é pior porque um dia alguém vai achar lá, acabou a nossa civilização, veio outra e ainda tá lá liberando radiação, então acho que é um problemão isso, é um problemão que é a energia mais barata que existe é a que vai contaminar mais e é a pior de todas que a gente não sabe. Porém, isso aí é uma coisa que tu não nota tu não faz essa relação, ela não é direta, não é lógica. Eu já trabalhei numa usina termoeletrica, eu sei o quanto ela pode ser poluidora mas pra pessoa comum, essa relação complexa bastante, simplesmente ela chega na tua casa e pronto não importa como ela foi gerada. Talvez ela devesse ser mais explorada isso talvez devesse ter mais informação e conscientiza que de fato a energia gerada gera um custo financeiro mas também ecológico, ambiental. No entanto, com um consumo muito alto das pessoas tu vai tendo que acabar extrair, gerar essa energia de outras formas de não só as maneiras sustentáveis não vão dá conta. Eu acho que a hidrelétrica é considerada energia limpa porque é o movimento da água. Eu não sei como afeta o consumo, tipo se tu consome mais ou menos acho que ali a água vai continuar correndo. Por exemplo, no meu cotidiano, eu não saberia dizer o quanto eu sou afetado por isso, teria que estudar um pouco mais sabe. Eu acho até é uma coisa que podia ser melhor divulgado para população. Por outro lado, não tenho muito conhecimento, mas eu acredito que principalmente nas termoeletricas vai poluir mais, vai queimar mais carvão, mas numa hidrelétrica por exemplo, vai passar mais água, mas quais são os efeitos?

Tabela 43: DSC4grupo2: Impactos ambientais das diferentes fontes de geração de energia

El impacto... Pues en principio pienso que la mayor parte de la responsabilidad del impacto viene dada por el origen de las energías, la producción. Los sistemas de producción son importantes porque el consumo de energía es muy difícil de controlar, entonces es importante elegir una buena fuente de generación de energía para que el impacto se minimice. La verdad es que no tengo una opinión muy fundada al respecto porque no sé qué fuentes de energía tenemos por aquí sé que está almaraz la central nuclear que gran parte de la energía que consumimos es de ahí y yo entiendo que es una energía medianamente limpia. Si es consumo sostenible sí la mayoría está relacionado sobretudo con las personas pero también más que nada con las empresas que serían las grandes consumidoras de energía. Cada uno tendrá una necesidad distinta y tendrán un “necesario” distinto, pero eso es sostenible, a parte ya si puedes generar a la vez que consumes. Está claro que mientras más energía se está consumiendo mientras los medios de producción sigan siendo los mismos que son... bueno aunque ya están creciendo las energías verdes, la mayoría es nuclear y carbón aquí en España pues mientras más se consume eso más está generando y si bien dicen que la energía nuclear no contamina, que si que contamina lo que pasa que la contaminación es distinta no tiene un efecto invernadero pero es otra contaminación por lo tanto mientras más se consume más se contamina es un eso directo mientras no permitan que se metan otras energías renovables que ahí se podría consumir más sin contaminar tanto que también contaminaría el caso es consumir lo que necesitas no más de lo que necesitas. Que la genere por ti con placas solares unos molinos en la ciudad es más difícil sí es verdad que estropean las vistas y pueden hacer daño a lo mejor en cierto sentido al medio ambiente por las aves, por los molinos no sé pero desde luego abogó por un mayor desarrollo de la energía sostenible.

Tabela 44: DSC5grupo2: Tecnologías potencializadoras de la sostenibilidad

Todo el tema de eficiencia energética de los equipos y demás están evidentemente muy muy en moda. Pues entiendo que los propios dispositivos pueden ayudar a eso dependiendo de cómo de eficiente sean pero hay una responsabilidad por parte de quien los usa. Evidentemente sí consumimos más de lo que necesitamos pues evidentemente repercute negativamente en el medio ambiente entonces justo en la zona anterior un consumo sostenible podría llegar a mejorar el medio ambiente. Poco a poco vamos a acabar con todos los recursos, no sé si mis niños llegaran a vivir en este mundo tal cual vivo yo, porque si las sensaciones de que estamos usando recursos que se agotan y que no nos importa realmente que se agoten que lo estamos dejando que estamos posponiendo para un futuro en que ya no va a haber solución, mi visión de todo esto es muy muy pesimista yo cambiarlo por mejorarlo y porque realmente tengamos un planeta que dure muchos años. Es verdad que en casa intentamos cuidar pero bueno por ejemplo tenemos en el salón una puerta que no cierra bien, una puerta de un balcón que no cierra bien y tenemos que arreglarla para intentar mejorar ahí y, sí lo del ordenador tengo que cambiarlo lo prometo.

Tabela 45: DSC8grupo1: Impacto do comportamento no ambiente e os conceitos de sustentabilidade

Acho que teoricamente seria uma quantidade equivalente ao que produz, como não produzo nada de energia eu acho então não deveria consumir. Num contexto mais geral, acho que é isso dum país, por exemplo, ser capaz de consumir energia de maneira equivalente ao que produz levando em consideração o meio ambiente, os impactos que causam no meio ambiente. Eu acho que eu não sou muito consumista, então talvez meu impacto não seja tão grande mas sempre tem um impacto, todas as pessoas têm algum impacto, acho que se fosse pra categorizar diria médio também. Eu acho que eu consumo aquilo que eu preciso como falei que preciso pra ter uma vida com qualidade, eu me preocupo em não desperdiçar mas eu também não me preocupo em não gastar. Se eu sinto a necessidade de gastar alguma energia elétrica, consumir algum equipamento com maior energia, eu boto a minha prioridade antes do meio ambiente, digamos se fosse botar prioridade. Talvez os equipamentos gastarem menos acho que seria esse o caminho mas eu não vejo assim como viver sem luz, sem energia, difícil. A gente tenta comprar equipamentos aqueles que são A de energia quando a gente troca um equipamento, compra um equipamento com consumo de energia reduzido. Porém, eu não tenho muita noção, por exemplo, para se ter um mecanismo de energia sustentável, qual seria o consumo máximo que eu teria que ter pra ti conseguir fornece energia sustentável? Será que eu já não tô dentro desse consumo? Será que eu tenho que reduzi? Quanto eu tenho que reduzi? Então as práticas que eu poderia fazer era, por exemplo, ficar menos tempo no banho ou ligar menos equipamento, mas aí depende muito, sabe, tipo de quanto consumo de energia. Eu não sei se tem a ver o que eu tô falando, quando vê eu posso tá falando uma bobagem mas pra gente se sustentável, qual seria o consumo médio que uma pessoa teria que te? E aí sabendo esse valor, eu tô acima, eu tô abaixo desse consumo médio? Se tiver acima, aí eu teria uma noção melhor. Claro que como a gente nunca gosta de reduzir o consumo que a gente tem porque é o que a gente tá acostumado e é sempre difícil reduzir o consumo. Eu vejo que seria interessante a gente te um mapeamento melhor do que a gente tá consumindo e como tá consumindo. Então a gente conseguiria planejar melhor como gastar energia onde poupar e onde não poupar e também como aplicar outros tipos de produção de energia para essas situações aonde o consumo seja alto .

tivo no padrão de consumo de energia brasileiro. Já no discurso dos espanhóis ficou evidenciado uma inversão destes valores sociais, demonstrando maior preocupação com a eficiência energética dos equipamentos que corrobora com as afirmações apresentadas por (Shaikh et al., 2014). Podemos perceber que apesar dessa distinção de foco dos indivíduos há uma necessidade de constituirmos processos de aprendizagem capazes de tornar a ubíquidade um recurso de conscientização para a sustentabilidade. A característica marcante desta forma de aprendizagem, denominada de aprendizagem ubíqua, encontra-se na espontaneidade, na curiosidade ocasional ou na dúvida a respeito de alguma informação. Santaella (2014) afirma que um processo de aprendizagem ubíqua ocorre, quando algum conhecimento é adquirido e passa a integrar o repertório comportamental do indivíduo. Neste sentido, a avaliação da aprendizagem ubíqua deve ser realizada através de situações concretas nas quais o indivíduo possa manifestar os repertórios comportamentais adquiridos.

APÊNDICE J CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO PARA VERIFICAR A PRESENÇA DE ELEMENTOS PERSUASIVOS NAS MENSAGENS QUE FORAM DESENVOLVIDAS A PARTIR DA IDENTIFICAÇÃO DAS PALAVRAS E DOS TERMOS RELACIONADOS AO CONTEXTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Inicialmente desenvolvemos as categorias do instrumento relacionadas aos seguintes conceitos elaborados por Cialdini (2002): *(i)* reciprocidade (01 item), sentimento de obrigação em retribuir, nem sempre de forma vantajosa, uma gentileza recebida de outra pessoa; *(ii)* compromisso e coerência (01), compelido por pressões externas a se comportar de maneira condizente com o compromisso assumido; *(iii)* aprovação social (1), busca por indícios sobre o padrão de comportamento social a fim de guiar as decisões ou ações; *(iv)* afeição (2), tendência de aceitar pedidos de outros indivíduos que conhece e/ou tem afinidade; *(v)* autoridade (2), mudança de postura devido ao reconhecimento de hierarquia, especialidade ou prestígio de outra pessoa; *(vi)* escassez (2), tendência de valorizar produtos que têm pouca disponibilidade. Além disso, foram desenvolvidos 02 itens relacionados ao fator de habilidade e 02 ao fator motivação definidos por Fogg (2009). Após a análise dos dados da ACP, foram comparados os resultados com as categorias definidas a priori.

Os itens foram organizados em uma escala Likert de cinco pontos, na qual 0 significa que nunca responderia e 4 sempre responderia. A aplicação do questionário foi realizada em horário de aula dos entrevistados, com a autorização prévia do professor e sempre na presença do pesquisador. Após a apresentação dos objetivos da pesquisa, os respondentes dispunham de aproximadamente quinze minutos para preencher o questionário. A escala foi enviada para uma amostra de 227 estudantes com idade entre 17 e 51 anos. O instrumento foi aplicado nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Civil Empresarial, Engenharia Computação, Sistemas de Informação e Engenharia de Automação, tais cursos foram escolhidos por serem provavelmente o público mais familiarizado com a mídia

utilizada neste projeto (Fogg, 2009).

Nesta investigação foram excluídos inicialmente quinze indivíduos que responderam de forma igual dez itens consecutivos do instrumento, por considerarmos que o indivíduo ao comportar-se dessa forma não está comprometido em responder o instrumento de forma adequada (Likert, 1932). A análise dos dados foi feita por meio Análise dos Componentes Principais (ACP) e os resultados foram avaliados em quatro cenários: exclusão do item que o respondente esqueceu de responder; substituição do item pela média global de respostas dos indivíduos que participaram do experimento; substituição pela média de respostas do grupo o qual o item pertence (fatores motivacionais, fatores sociais e fatores de autoridade) e substituição pela média interna de cada cada grupo que o item pertence.

- Cenário 1: exclusão do item que o respondente esqueceu de responder

No cenário 1 as perguntas que não foram respondidas no questionário foram excluídas da análise. Nesta análise foram excluídos dez indivíduos da amostra que esqueceram de responder algum item do questionário, ao final destes tratamentos resultaram 186 indivíduos na amostra. Após a análise do instrumento estabeleceu-se dois fatores, com *eigenvalues* superiores a 1,0. Cada fator da escala foi formado por no mínimo dois itens com cargas fatoriais superiores a 0,30, apresentados na cor amarela nas linhas da Tabela 46. O instrumento obteve um KMO de 0,762 e um Alfa de Cronbach geral de 0,792, com quatro componentes principais. Os valores de consistência interna das subescalas (Alfa de Cronbach) foram: Fator 1 = 0,720; Fator 2 = 0,625; Fator 3 = 0,635 e Fator 4 = 0,515. No entanto, o Fator 4 obteve um valor abaixo do limite de confiabilidade (Alfa de Cronbach) definido por (Hair et al., 2009). A variância total explicada é de 54,34% e os valores de variância das subescalas são: Fator 1 = 28,69%, Fator 2 = 11,22%, Fator 3 = 9,92% e Fator 4 = 7,84%. A Tabela 46 apresenta a matriz rotacionada com as 13 questões distribuídas de acordo com cada fator. O valor médio das respostas dos indivíduos variou entre 1,22 e 2,70, correspondendo ao intervalo esperado para uma escala Likert de 5 pontos ((Guay et al., 2000), que varia de 0 a 4). O desvio padrão variou entre 1,28 e 1,45, o que também seria adequado à variabilidade esperada.

O Fator 1 contemplou cinco questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,477 e 0,837 (apresentados em amarelo na Tabela 46) e está relacionado à motivação das pessoas com relação aos gatilhos envolvidos nas questões. Fogg (2002) afirma que a medida que a motivação aumenta a possibilidade de alcançar o comportamento alvo também aumenta. Conforme pode ser visto no Apêndice A, as questões que envolvem os Fatores Motivacionais tentam alterar o estado atual de motivação dos respondentes, possibilitando que o indivíduo aumente sua motivação e se aproxime do comportamento alvo desejado, no caso específico desta pesquisa, reduzir o consumo de energia elétrica. As respostas envolvidas nesse fator coinci-

Tabela 46: Matriz com as cargas fatoriais de cada item do instrumento com exclusão dos itens com resposta em branco

	Componentes			
	1	2	3	4
q1	,837	,034	,062	,140
q10	,672	,323	,177	-,096
q2	,530	-,261	,310	,429
q5	,520	,299	-,024	,284
q6	,477	,257	,402	,141
q8	,140	,788	,004	,104
q9	,003	,634	,407	,131
q7	,162	,616	-,056	,091
q11	,159	,394	,385	,058
q12	,076	-,088	,856	,041
q13	,129	,131	,773	,104
q3	,168	,091	,059	,778
q4	,052	,204	,100	,743

dem com o conceito de Motivação definido por Fogg (2009). O Fator 1 foi denominado “Fatores Motivacionais” por envolver questões que buscam alterar o estado atual de motivação do respondente. Este fator pode explicar 28,69% da variância total, sendo o fator mais relevante.

O Fator 2, por sua vez, contemplou quatro questões que apresentam uma carga fatorial que variou entre 0,394 e 0,788 (apresentados em amarelo na Tabela 46) e está relacionado ao conceito de compromisso e coerência em relação a redução do consumo de energia. As respostas envolvidas nesse fator coincidem com o conceito de Compromisso e Coerência definido por Cialdini (2002). O Fator 2 foi denominado “Fatores de compromisso e coerência” por estar relacionado a pressões externas e ao comportamento de maneira condizente com o compromisso assumido. Este fator pode explicar 11,22% da variância total.

O Fator 3 contemplou duas questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,773 e 0,856 (apresentados em amarelo na Tabela 46). As respostas envolvidas nesse fator coincidem com o conceito de Autoridade definido por Cialdini (2002). O Fator 3 foi denominado Fatores de Autoridade, por estar relacionado ao reconhecimento da hierarquia, especialidade ou prestígio de outra pessoa (Cialdini, 2002) e pode explicar 9,92% da variância total.

Por fim, o Fator 4 contemplou dois itens que apresentaram carga fatorial que variou entre 0,743 e 0,778, está relacionado ao conceito de elementos de simplicidade definidos por Fogg (2009). O Fator 4 foi denominado Fatores de Simplicidade, por estar relacionado ao grau de competência do indivíduo para realizar um comportamento (Fogg, 2009) e pode explicar 7,84% da variância total.

- Cenário 2: substituição do item pela média global de respostas dos indivíduos que participaram do experimento

No cenário 2 as perguntas que não foram respondidas no questionário foram substituídas pela média global dos respondentes. Nesta análise, a amostra resultante foi de 196 indivíduos. Após a análise do instrumento estabeleceu-se quatro fatores, com *eigenvalues* superiores a 1,0. Cada fator da escala foi formado por no mínimo dois itens com cargas fatoriais superiores a 0,40, apresentados na cor amarela nas linhas da Tabela 47. O instrumento obteve um KMO de 0,723 e um Alfa de Cronbach geral de 0,789, com quatro componentes principais. Os valores de consistência interna das subescalas (Alfa de Cronbach) foram: Fator 1 = 0,712; Fator 2 = 0,607; Fator 3 = 0,653 e Fator 4 = 0,516. No entanto, o Fator 4 obteve um valor abaixo do limite de confiabilidade (Alfa de Cronbach) definido por Hair et al. (2009). A variância total explicada é de 56,75% e os valores de variância das subescalas foram: Fator 1 = 25,97%, Fator 2 = 12,91%, Fator 3 = 9,11% e Fator 4 = 8,76%. A Tabela 47 apresenta a matriz rotacionada com as 13 questões distribuídas de acordo com cada fator. O valor médio das respostas dos indivíduos variou entre 1,17 e 2,68, o que corresponde ao intervalo esperado para uma escala Likert de 5 pontos (Guay et al., 2000), que varia de 0 a 4, sendo 0 que discorda totalmente e 4 que concorda totalmente. O desvio padrão variou entre 1,28 e 1,47, o que também seria adequado à variabilidade esperada.

Tabela 47: Matriz com as cargas fatoriais de cada item do instrumento do experimento final com substituição pela média global dos itens com resposta em branco

	Componentes			
	1	2	3	4
q2	,724	,015	-,107	-,152
q4	,634	,106	,165	,134
q1	,608	-,122	,338	-,169
q3	,565	,190	,109	,338
q9	,472	,408	,223	,221
q5	,424	,416	,315	-,257
q6	-,004	,758	-,160	-,165
q7	,047	,735	-,037	-,006
q8	,094	,608	,305	,378
q10	,248	,396	,382	,098
q11	,040	-,050	,885	-,071
q12	,192	,035	,797	,001
q13	-,006	-,068	-,098	,839

Como o Fator 4 ficou apenas com um item, optamos por excluí-lo e reduzir a escala para 12 itens, pois acreditamos que o item possa ter sido mal formulado e não estava relacionado a nenhum dos outros itens da escala. Estabelecemos então o uso de três

fatores, apresentados na cor amarela nas linhas da Tabela 48. O instrumento obteve um KMO de 0,723 e um Alfa de Cronbach geral de 0,756, com três componentes principais. Os valores de consistência interna das subescalas (Alfa de Cronbach) foram: Fator 1 = 0,712; Fator 2 = 0,607; Fator 3 = 0,653. A variância total explicada é de 51,75% e os valores de variância das subescalas foram: Fator 1 = 28,13%, Fator 2 = 13,89%, Fator 3 = 9,73%. A Tabela 48 apresenta a matriz rotacionada com as 13 questões distribuídas de acordo com cada fator.

Tabela 48: Matriz com as cargas fatoriais de cada item do instrumento do experimento final com substituição pela média global dos itens com resposta em branco após eliminar o item 13

	Componentes		
	1	2	3
q2	,722	-,021	-,103
q4	,638	,124	,159
q1	,596	-,142	,358
q3	,583	,237	,084
q9	,475	,436	,215
q5	,418	,380	,312
q7	,055	,724	-,065
q6	-,006	,717	-,174
q8	,111	,668	,270
q10	,256	,418	,361
q11	,035	-,027	,886
q12	,189	,060	,800

O Fator 1 contemplou seis questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,418 e 0,722 (apresentados em amarelo na Tabela 48). As respostas envolvidas nesse fator coincidem com o conceito de Motivação definido por Fogg (2009). Fogg (2002) afirma que a medida que a motivação aumenta a possibilidade de alcançar o comportamento alvo também aumenta. Conforme pode ser visto no Apêndice A, as questões que envolvem os Fatores Motivacionais tentam alterar o estado atual de motivação dos respondentes, possibilitando que o indivíduo aumente sua motivação e se aproxima do comportamento alvo desejado, no caso específico desta pesquisa, reduzir o consumo de energia elétrica. O Fator 1 foi denominado “Fatores Motivacionais” por envolver questões que buscam alterar o estado atual de motivação do respondente. Este fator pode explicar 28,13% da variância total, sendo o fator mais relevante do instrumento.

O Fator 2, por sua vez, contemplou quatro questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,418 e 0,724 (apresentados em amarelo na Tabela 48) e está relacionado ao conceito de compromisso e coerência em relação a redução do consumo de energia. O Fator 2 foi denominado “Fatores de compromisso e coerência

” por estar relacionado a pressões externas e ao comportamento de maneira condizente com o compromisso assumido. Este fator pode explicar 13,89% da variância total, os itens reunidos no Fator 2 estão relacionados ao conceito de compromisso e coerência definido por Cialdini (2002).

O Fator 3 contemplou duas questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,800 e 0,886 (apresentados em amarelo na Tabela 48). Este fator está relacionado ao sistema e sua capacidade de auxiliar o indivíduo a reduzir o seu consumo de energia elétrica. O Fator 3, denominado Fatores Autoridade, por estar relacionado ao reconhecimento da hierarquia, especialidade definido por Cialdini (2002), este fator pode explicar 9,73% da variância total.

- Cenário 3: substituição pela média de respostas do grupo ao qual o item pertence

No cenário 3 as perguntas que não foram respondidas no questionário foram substituídas pela média de respostas de cada grupo. Nesta análise, a amostra resultante foi de 196 indivíduos. Após a análise do instrumento estabeleceu-se quatro fatores, com *eigenvalues* superiores a 1,0. Cada fator da escala foi formado por no mínimo três itens com cargas fatoriais superiores a 0,30, apresentados na cor amarela nas linhas da Tabela 49. O instrumento obteve um KMO de 0,764 e um Alfa de Cronbach geral de 0,790, com quatro componentes principais. Os valores de consistência interna das subescalas (Alfa de Cronbach) foram: Fator 1 = 0,578; Fator 2 = 0,607; Fator 3 = 0,516 e Fator 4 = 0,514. No entanto, apenas o Fator 2 obteve um valor acima do limite de confiabilidade (Alfa de Cronbach) definido por Hair et al. (2009). A variância total explicada é de 57,51% e os valores de variância das subescalas foram: Fator 1 = 28,73%, Fator 2 = 11,25%, Fator 3 = 9,74% e Fator 4 = 7,80%. A Tabela 49 apresenta a matriz rotacionada com as 13 questões distribuídas de acordo com cada fator. O desvio padrão variou entre 1,28 e 1,45, o que também seria adequado à variabilidade esperada.

O Fator 1 contemplou quatro questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,441 e 0,812 (apresentados em amarelo na Tabela 49). O Fator 1 foi denominado “Fatores Motivacionais” por envolver questões que buscam alterar o estado atual de motivação do respondente. Este fator pode explicar 28,73% da variância total, sem dúvida, é o fator mais relevante obtido na verificação do comportamento dos estudantes em relação ao recebimento de mensagens que os estimulem a reduzir o consumo de energia elétrica. Os itens reunidos no Fator 1 estão relacionados ao conceito de motivação definido por Fogg (2009). Fogg (2002) afirma que a medida que a motivação aumenta a possibilidade de alcançar o comportamento alvo também aumenta. Conforme pode ser visto no Apêndice A, as questões que envolvem os Fatores Motivacionais tentam alterar o estado atual de motivação dos respondentes, possibilitando que o indivíduo aumente sua motivação

Tabela 49: Matriz com as cargas fatoriais de cada item do instrumento do experimento final com substituição da resposta em branco pela média de respostas do grupo

	Componentes			
	1	2	3	4
q1	,812	,097	-,056	,220
q5	,721	,138	,235	-,028
q3	,576	-,023	,237	,260
q4	,441	,398	,228	,223
q10	,064	,858	-,082	,052
q11	,100	,773	,147	,131
q9	,363	,377	,313	-,059
q7	,195	-,001	,788	,073
q8	,011	,399	,653	,143
q6	,150	-,032	,637	,117
q12	,103	,040	,128	,786
q13	,101	,065	,221	,674
q2	,339	,350	-,235	,557

e se aproxime do comportamento alvo desejado.

O Fator 2, por sua vez, contemplou três questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,377 e 0,858 (apresentados em amarelo na Tabela 49) e está relacionado ao conceito de compromisso e coerência em relação a redução do consumo de energia. O Fator 2 foi denominado como “Fatores de compromisso e coerência” por estar relacionado a pressões externas e ao comportamento de maneira condizente com o compromisso assumido. Este fator pode explicar 11,25% da variância total, os itens reunidos no Fator 2 estão relacionados ao conceito de compromisso e coerência definido por Cialdini (2002).

O Fator 3 contemplou três questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,637 e 0,788 (apresentados em amarelo na Tabela 49). O Fator 3 está relacionado ao sistema e foi denominado “Fatores de Autoridade”, por estar relacionado ao reconhecimento da hierarquia, especialidade ou prestígio de outra pessoa definido por Cialdini (2002) e pode explicar 9,74% da variância total.

O Fator 4 contemplou três itens que apresentaram carga fatorial que variou entre 0,557 e 0,786 (apresentados em amarelo na Tabela 49). O Fator 4 foi denominado “Fatores de Simplicidade”, por estar relacionado ao grau de competência do indivíduo para realizar um comportamento definido por Fogg (2009) e pode explicar 7,80% da variância total.

- Cenário 4: substituição pela média de respostas dos indivíduos interna de cada grupo que o item pertence (motivação intrínseca, regulação integrada, regulação identificada, regulação introjetada, regulação externa e falta de motivação)

No cenário 4 as perguntas que não foram respondidas no questionário foram substituídas pela média interna de respostas de cada grupo. Nesta análise, a amostra resultante foi de 196 indivíduos. Após a análise do instrumento estabeleceu-se três fatores, com *eigenvalues* superiores a 1,0. Cada fator da escala foi formado por no mínimo quatro itens com cargas fatoriais superiores a 0,40, apresentados na cor amarela nas linhas da Tabela 50. O instrumento obteve um KMO de 0,736 e um Alfa de Cronbach geral de 0,747, com quatro componentes principais. Os valores de consistência interna das subescalas (Alfa de Cronbach) foram: Fator 1 = 0,696; Fator 2 = 0,625; Fator 3 = 0,633. De acordo com o valor sugerido Hair et al. (2009) observamos que os dados ficaram bem distribuídos em três componentes com *eigenvalue* igual ou superior a 1,0 que explicam 51,87% da variância total. Os valores de variância das subescalas foram: Fator 1 = 27,19%, Fator 2 = 13,81%, Fator 3 = 10,88. Na análise da composição dos itens se estipulou a existência de no mínimo três itens em cada fator. A Tabela 50 apresenta a matriz rotacionada com as 13 questões distribuídas de acordo com cada fator. O valor médio das respostas dos indivíduos variou entre 1,86 e 3,01, o que corresponde ao intervalo esperado para uma escala Likert de 5 pontos ((Guay et al., 2000), que varia de 0 a 4). O desvio padrão variou entre 1,01 e 1,18, o que também seria adequado à variabilidade esperada.

Tabela 50: Matriz com as cargas fatoriais de cada item do instrumento do experimento final com substituição da resposta em branco pela média interna do grupo

	Componentes		
	1	2	3
q4	,697	,135	,040
q3	,653	,173	-,037
q1	,635	-,161	,202
q2	,612	-,028	,142
q9	,503	,451	,084
q5	,437	,378	,281
q6	-,065	,746	-,032
q7	-,048	,729	,048
q8	,272	,673	,030
q11	-,034	-,024	,872
q12	,237	,033	,809
q10	,237	,405	,445

O Fator 1 contemplou seis questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,437 e 0,697 (apresentados em amarelo na Tabela 50). O Fator 1 foi denominado “Fatores Motivacionais” por envolver questões que buscam alterar o estado atual de motivação do respondente. Este fator pode explicar 27,19% da variância total, sem dúvida, é o fator mais relevante obtido na verificação do comportamento

dos estudantes em relação ao recebimento de mensagens que os estimulem a reduzir o consumo de energia elétrica (Tabela 46). Os itens reunidos no Fator 1 estão relacionados ao conceito de motivação definido por Fogg (2009). Fogg (2002), o qual afirma que a medida que a motivação aumenta a possibilidade de alcançar o comportamento alvo também aumenta. Conforme pode ser visto no Apêndice A, as questões que envolvem os Fatores Motivacionais tentam alterar o estado atual de motivação dos respondentes, possibilitando que o indivíduo aumente sua motivação e se aproxime do comportamento alvo desejado.

O Fator 2, por sua vez, contemplou três questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,418 e 0,724 (apresentados em amarelo na Tabela 50) e está relacionado ao conceito de compromisso e coerência em relação a redução do consumo de energia. O Fator 2 foi denominado como “Fatores de compromisso e coerência ” por estar relacionado a pressões externas. Este fator pode explicar 13,81% da variância total, os itens reunidos no Fator 2 estão relacionados ao conceito de compromisso e coerência definido por Cialdini (2002).

O Fator 3 contemplou três questões que apresentaram uma carga fatorial que variou entre 0,445 e 0,872 (apresentados em amarelo na Tabela 48). O Fator 3 está relacionado ao sistema e foi denominado “Fatores de Autoridade”, por estar relacionado ao reconhecimento da hierarquia, especialidade ou prestígio de outra pessoa definido por Cialdini (2002), pode explicar 10,88% da variância total.

- Análise dos Cenários Conforme podemos observar, o cenário que obteve maior índice de confiabilidade foi o Cenário 4, o qual o KMO foi de 0,736 e o Alfa de Cronbach geral foi de 0,747 com a confiabilidade interna das subescalas de Fator 1 = 0,696; Fator 2 = 0,625; Fator 3 = 0,633. Devido a isso, consideramos os resultados relacionados ao Cenário 4 para identificar a presença de elementos persuasivos. No entanto, neste trabalho consideramos apenas o fator motivacional, por estar relacionado a motivação a qual é o foco deste estudo.

APÊNDICE K MÉDIA μ E DESVIO PADRÃO σ DE CADA ITEM DA ANÁLISE DOS GATILHOS EM ESPANHOL FEITA POR ESPECIALISTAS DA ESPANHA

Motivação Intrínseca	Estás haciendo un buen trabajo apagando el equipo!	4,43	0,79	4,00	1,41	3,43	1,40
	¡Muy Bien! Hoy has apagado tres veces tu televisor, recuerda apagarlo ahora también.	4,14	0,90	3,43	0,79	4,14	0,69
	¡Muy bien! Apagando tu equipo contribuyes a mejorar el futuro del planeta.	4,14	1,21	3,71	0,95	4,00	1,15
	Has reducido el consumo de energía en un 15%. ¡Estupendo!	4,14	1,21	4,00	1,15	4,71	0,49
	Te esforzaste y redujiste el consumo de electricidad este mes.	2,71	1,25	3,29	1,11	3,43	1,27
	¡Muy bien! Estás contribuyendo a la reducción del consumo energético del país al apagar tu equipó.	3,86	1,46	3,57	1,27	4,00	1,15
Regulación Integrada	Apaga el equipo y seguirás reduciendo el consumo de energía.	3,43	1,13	3,71	1,25	3,57	1,62
	Apaga el equipo y seguirás haciendo un buen trabajo.	3,14	1,46	3,14	1,57	3,43	1,13
	Sigue protegiendo el medio ambiente apagando el equipo y reduciendo el consumo energético	4,00	1,15	4,00	1,00	4,43	0,53
	Mantén el consumo de energía bajo y apaga el equipo	2,71	1,25	3,00	1,15	3,43	1,13
	Apaga el equipo y redujeres el consumo de energía.	4,00	0,82	3,71	0,95	3,57	0,98
	Sigue reduciendo el consumo y no contribuyas al gasto energético en tu área.	3,43	0,98	2,86	1,35	3,14	1,57
Regulación Identificada	Apagando el equipo estás ahorrando electricidad y pagarás menos a fin de mes.	4,57	0,53	4,29	1,11	4,71	0,49
	Haz el ambiente más saludable, al reducir el consumo de energía también se reducen las emisiones de CO2!	3,71	1,50	3,86	1,07	4,57	0,53
	Apagar el equipo reduce tu consumo de electricidad en un 20%.	4,57	0,53	4,29	1,11	4,57	0,79
	¡El televisor está encendido! Desactive remotamente con un simple toque y salve un árbol.	1,86	0,90	3,00	1,15	3,71	1,38
	Al reducir el consumo de energía estás contribuyendo a la reducción del consumo de tu región.	3,86	1,46	3,86	1,35	4,29	1,11
	Has apagado el equipo ocho veces este mes. No olvides apagarlo de nuevo.	3,71	0,95	3,29	0,76	3,86	0,90

	Mensagem	Claridade		Pertinência		Neutralidade	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ
Regulação Introjada	Si quieres reducir tu factura, recuerda apagar la luz al salir de la habitación.	3,86	1,68	3,43	1,72	4,43	1,51
	El 70% de las personas que viven en esta casa suelen apagar el televisor cuando se van. Apágalo tú también.	3,71	1,60	3,00	1,53	4,00	1,41
	No te preocupes, yo estoy cuidando de tus equipos. Por cierto, te dejaste el televisor encendido.	3,86	1,57	3,14	1,77	3,57	1,40
	Debes promover un ambiente más sostenible para las futuras generaciones. Apaga el equipo al salir de la habitación.	4,71	0,76	3,43	1,51	4,29	0,76
	El gasto de tu factura de electricidad aumenta al dejar encendidos los equipos cuando no son utilizados.	4,14	1,07	4,14	0,69	4,14	0,90
	España sigue en crisis económica y deberías reducir el consumo de energía eléctrica para contribuir a la reducción del consumo del país.	3,86	1,68	3,14	1,86	3,29	1,70
Regulación Externa	Tienes que apagar el equipo para reducir el gasto de tu factura de energía eléctrica.	4,57	0,53	4,71	0,49	-	-
	Tienes que apagar el equipo al salir de aquí, ya que consume 20€al mes.	3,86	1,95	4,43	1,13	-	-
	El televisor está consumiendo 75 W. Puedes ahorrar 3,3€de electricidad este mes al apagarlo.	4,00	1,15	4,57	0,53	-	-
	Hola usuario, soy Sapiens! El sistema que te ayudará a ahorrar dinero y reducir tu consumo de electricidad. Por el momento quiero recordarte que has dejado tu televisor encendido. Apágalo, por favor.	3,86	1,46	3,71	1,50	-	-
	Tienes que contribuir al futuro sostenible del planeta, apaga el equipo al salir de la habitación.	4,43	1,13	4,29	1,11	-	-
	El consumo de energía eléctrica en el país alcanzó una cifra récord y puede que tú seas uno de los responsables.	3,86	1,46	4,14	1,46	-	-
Falta de motivación	Tu consumo de energía eléctrica hoy es muy alto, puedes reducir tu consumo si al salir del ambiente apagares el equipo	4,29	0,95	3,71	1,50	-	-
	¿Quieres reducir el efecto invernadero? Apaga tu equipo para disminuir sus emisiones de CO2 en un 3,33%.	4,43	0,49	4,14	1,07	-	-
	Ahorrarás un 10% al mes si apagares el equipo cuando sale del ambiente por medio de un clic en apagar	3,43	1,81	3,43	1,51	-	-
	Su equipo consume aproximadamente 20,00€al mes. Para reducir su consumo y el gasto de la factura de electricidad, desconecte el equipo cuando salga de la habitación.	4,71	0,49	4,14	1,07	-	-
	Se ahorra un 10% al mes si apagas el equipo cuando sales de la habitación.	4,00	1,53	4,29	1,11	-	-
	Tu casa tuvo unos datos de consumo muy alto, reduce tu consumo si no quieres que salten los plomos.	3,43	1,51	3,57	1,62	-	-

APÊNDICE L MÉDIA μ E DESVIO PADRÃO σ DE CADA ITEM DA ANÁLISE DOS GATILHOS EM PORTUGUÊS FEITA POR ESPECIALISTAS DO BRASIL

	Mensagem	Clareza		Pertinência		Neutralidade	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ
Motivação Intrínseca	Você está fazendo um ótimo trabalho ao desligar a luz	4,43	1,51	4,14	1,57	4,43	1,51
	Muito Bem! você desligou a televisão! Não esqueça de desligá-la agora também.	3,86	1,07	2,86	1,57	3,57	1,27
	Muito bem! Ao desligar seu equipamento, você está contribuindo para o futuro sustentável do planeta	4,29	0,95	3,43	1,72	3,86	1,46
	Você reduziu seu consumo de energia elétrica em 15%. Parabéns!	4,29	0,95	4,14	1,57	4,57	0,79
	Você se esforçou e reduziu o seu consumo de energia elétrica este mês.	4,57	0,53	4,43	1,51	4,71	0,76
	Parabéns! Você está contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica do país ao desligar a luz.	4,57	1,13	4,43	1,51	4,71	0,76
Regulação Integrada	Ao desligar o equipamento, você continuará reduzindo o consumo de energia elétrica	3,86	0,38	3,71	1,89	4,43	0,79
	Ao desligar o equipamento você continuará fazendo um bom trabalho	4,14	1,21	2,86	1,77	3,86	1,07
	Continue protegendo o meio ambiente ao desligar o equipamento e reduzir o consumo de energia	4,57	1,13	3,86	1,95	4,43	1,13
	Mantenha seu consumo de energia baixo ao desligar a luz	3,86	0,69	3,43	1,81	4	1,53
	Ao desligar a luz você reduzirá seu consumo de energia elétrica	4,57	0,53	3,86	1,95	4,14	1,46
	Mantenha seu consumo reduzido e contribua para a redução de energia de sua região.	1,57	1,51	2,43	1,90	1,57	1,51

	Mensagem	Claridade		Pertinência		Neutralidade	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ
regulação identificada	Ao desligar o equipamento você estará economizando energia elétrica e pagará menos no final do mês.	4,86	0,38	3,86	1,95	4,86	0,38
	Faça seu ambiente mais saudável, pois ao reduzir o consumo de energia elétrica você também reduz a emissão de CO2.	4,43	1,13	4,14	1,57	4,29	1,50
	Desligue o equipamento e reduza seu consumo de energia elétrica em 20%.	4,57	0,53	3,86	1,95	4,86	0,38
	Sua televisão está ligada! Desligue a distância com um simples clique e salve uma árvore.	4,43	0,79	3,14	1,86	4,43	0,98
	Ao reduzir seu consumo de energia elétrica você está contribuindo para a redução de energia de sua região.	4,57	0,79	4,14	1,57	4,29	1,25
	Você desligou seu equipamento oito vezes este mês! Não esqueça de desligá-lo novamente	5	0,00	3,86	1,95	4,57	0,53
Regulação Intrajetada	Se você quer reduzir o valor da sua conta de luz, lembre de desligar o equipamento ao sair do ambiente	4,57	0,79	3,86	1,95	4,29	1,50
	70% das pessoas desta casa desligaram a televisão ao sair deste local. Desligue você também.	4,71	0,49	4	1,73	5	0,00
	Fique tranquilo porque estou cuidando de seus aparelhos. Aliás, você deixou sua TV ligada.	4,71	0,76	4	1,73	4,71	0,76
	Você deve proporcionar um ambiente mais sustentável para a próxima geração por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.	4,14	0,69	3,29	1,60	3,86	1,07
	Você está aumentando o valor de sua conta de energia elétrica ao deixar o equipamento ligado quando sai do ambiente.	4,71	0,49	3,86	1,68	4,43	1,13
	O Brasil está em crise econômica e você tem que reduzir seu consumo de energia elétrica para contribuir com a redução do consumo do país	3,57	1,40	2,71	1,50	3,43	1,51
Regulação Externa	Recomenda-se desligar o equipamento para reduzir o valor de sua conta de energia elétrica.	4,29	0,95	4	1,29	-	0,00
	Você é recomendado desligar seu equipamento ao sair do ambiente pois ele consome R\$ 20,00 por mês.	4,29	0,76	4	1,15	-	0,00
	A Televisão está consumindo 75 Watts. Você pode economizar R\$ 3,31 este mês se você desligá-la.	4,43	0,79	4,86	0,38	-	0,00
	Olá usuário, eu sou o SapiEns! O sistema que o ajudará a economizar dinheiro e reduzir seu consumo de energia elétrica. No momento quero lembrá-lo que você esqueceu sua TV ligada. Por favor desligue-a.	4,29	1,50	4	1,53	-	0,00
	Você tem que contribuir com o futuro do seu planeta por isso desligue seu equipamento ao sair do ambiente.	3,86	1,68	3,86	1,68	-	0,00
	Consumo de energia elétrico bate recorde no país e você pode ser um dos culpados. Por isso você deve desligar o equipamento ao sair do ambiente.	3,86	1,95	3,57	1,90	-	0,00

	Mensagem	Clareza		Pertinência		Neutralidade	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ
Falta de Motivação	Vamos reduzir o efeito estufa?! Clique em desligar para reduzir sua emissão de CO2 em 3,33% ao mês.	4	1,53	4,14	1,46	-	0,00
	Seu consumo de energia elétrica hoje está muito alto, você pode reduzir seu consumo se ao sair do ambiente desligar o equipamento	4,14	1,57	4,14	1,50	-	0,00
	Você economiza 10% ao mês se você desligar o equipamento quando sai do ambiente por meio de um clique em desligar	4,43	1,51	4,43	1,51	-	0,00
	Seu equipamento consome aproximadamente R\$20,00 por mês, então reduza seu consumo e o valor da conta de luz ao desligar o equipamento quando sai do ambiente.	4,14	1,57	4,29	1,50	-	0,00
	Você economiza 10% ao mês se você desligar o equipamento quando sai do ambiente.	4,29	1,50	4,43	1,51	-	0,00
	Sua casa têm dados de consumo muito alto, reduza seu consumo e desligue o equipamento ao sair do ambiente, se não quiser pagar um valor muito alto na conta de luz.	4,43	1,51	4,14	1,57	-	0,00

ANEXO A DEFINIÇÕES BÁSICAS DE FUZZY

A teoria dos conjuntos Fuzzy foi introduzida por (Zadeh, 1965) como um meio para modelar a incerteza na linguagem natural, proporcionando a interação entre a linguagem natural e os modelos numéricos, permitindo a tradução da informação imprecisa expressa por regras linguísticas em termos matemáticos. Assim, se assumirmos que X é um conjunto que serve como universo do discurso, um subconjunto Fuzzy $A(x)$ está associado a uma função característica Eq. 10 (Ross, 2009):

$$\mu_A \longrightarrow [0, 1], \quad (10)$$

que é representada por um conjunto de pares ordenados:

$$A = \{x, \mu_A(x)\}, x \in X. \quad (11)$$

Na teoria clássica dos conjuntos, denominados conjuntos *Crisp*, o elemento x do universo de discurso X pertence ou não pertence ao conjunto (Ortega, 2001). A Equação 11, denominada de função de associação ou *Fuzzyficação* (advém de um termo em inglês “*Fuzzyfication*”), indica o quanto x é compatível com o conjunto A (Ross, 2009). A Equação 10 mapeia os elementos de X em um intervalo entre 0 e 1 por meio de uma função μ_A , sendo que 0 indica que não há pertinência e 1 indica pertinência completa (Ortega, 2001). Esse mapeamento corresponde ao grau de pertinência que foi indicado na Equação 11, o qual permite que um elemento possa pertencer a mais de um conjunto, com diferentes graus de pertinência (Tanscheit, 2004).

Os conjuntos Fuzzy são chamados de variáveis linguísticas, e podem ser (Tanscheit, 2004): (i) termos primários, pequeno, médio, grande; (ii) conectivos lógicos, negação (não), conjunção (e), disjunção (ou); (iii) modificadores, muito, pouco; e (iv) delimitadores, parênteses, colchetes, entre outros.

As variáveis linguísticas são representadas por funções de pertinência que podem ter diferentes formas dependendo do contexto e do conceito que se deseja representar, porém costuma-se utilizar funções padrões como: triangular, trapezoidal e gaussiana (Ross, 2010), na Figura 22, pode-se observar uma função triangular. Assim, a teoria Fuzzy é

fundamentada na teoria de membros graduados, na qual um conjunto poderia ter membros que pertencem a ele apenas em parte. Os conjuntos Fuzzy têm limites imprecisos sendo possível observar a transição gradual da participação para a não participação de um elemento em um conjunto Fuzzy (Ross, 2010).

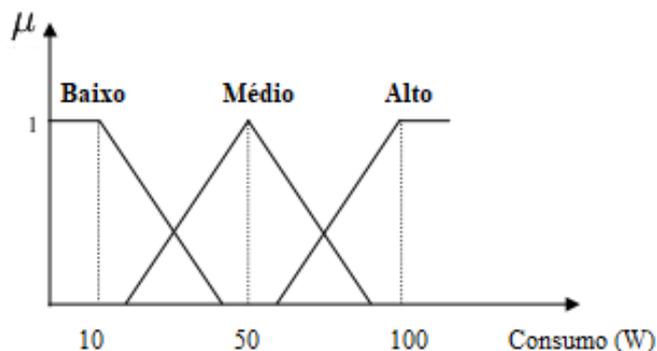


Figura 22: Exemplo de regra de pertinência para a variável consumo, adaptado de (Tanscheit, 2004).

Os Controladores Fuzzy, Figura 23 são sistemas baseados em Regras de Inferência, ou seja, um sistema que recebe um conjunto de entradas e as mapeia em um conjunto de variáveis linguísticas por meio de uma função de associação (de Barros and Bassanezi, 2010).

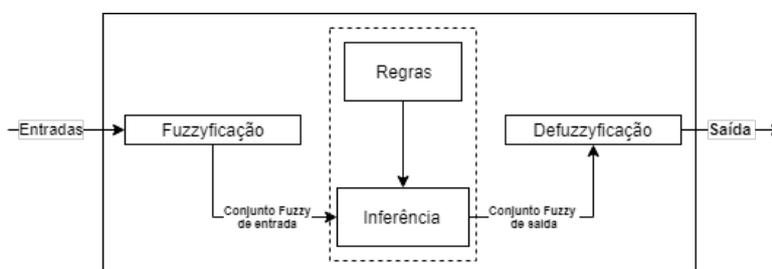


Figura 23: Sistema de controle Fuzzy, adaptado de (Tanscheit, 2004).

As regras de inferência são condicionais (*se [premissa] então [consequência]*) utilizados para operar as variáveis linguísticas, de forma a descrever a dependência entre estas variáveis (Ross, 2009). Essas regras, denominadas *modus ponens generalizadas*, são construídas a partir de declarações condicionais (frases) definidas por especialistas (parcialmente observáveis), como, *se x é A então y é B* , com o intuito de tentar representar situações reais. No *modus ponens generalizado* o conjunto A' pode não ser o mesmo que o conjunto A que é antecedente a regra. As regras condicionais compreendem matematicamente as informações que formam a base de conhecimentos do sistema Fuzzy. O processo de análise de importância e de influência de um determinada regra nas variáveis linguísticas é denominado de inferência, porém, uma regra só será disparada se houver similaridade entre as premissas (Ross, 2009).

Entrada: $x \in A$
 Premissa: Se x é A então y é B
 Consequência: y é B'

Na literatura, o método mais utilizado é o *max-min* para a composição das relações (de Barros and Bassanezi, 2010). A função de pertinência deste método é dada pela Equação 12, onde: P e Q são relações binárias Fuzzy, $f_p(x, y)$ e $f_q(y, z)$ são subconjuntos das variáveis linguísticas.

$$f_R(x, y) = f_{P \circ Q}(x, y) = \left\{ (x, z), \max[\min(f_p(x, y), f_q(y, z))] \right\} \quad (12)$$

As variáveis linguísticas são analisadas em um sistema de inferência que avalia a importância e a influência das regra nas variáveis linguísticas (de Barros and Bassanezi, 2010). Uma vez obtido o conjunto de saída através do processo de inferência, no estágio de Defuzzificação (advém de um termo em inglês "*Defuzzyfication*") é efetuada uma interpretação dessa informação. A *Defuzzificação* é um processo que permite representar um conjunto Fuzzy por meio de uma saída numérica (número real), sendo a média dos máximos e o centroide, os métodos mais utilizados na literatura (de Barros and Bassanezi, 2010). O primeiro método é calculado a partir da média entre os dois maiores valores da função de pertinência do consequente. O segundo método (de Barros and Bassanezi, 2010) é um ponto de uma linha vertical que divide ao meio um conjunto agregado, sendo calculado a partir da equação 13.

$$Centroide = \frac{\sum_{n=a}^b \mu(x) \cdot x}{\sum_{n=a}^b \mu(x)} \quad (13)$$

ANEXO B BASIC PSYCHOLOGICAL NEEDS SCALES

Basic Psychological Need Satisfaction and Frustration – Diary Version

My Daily Experiences

Please think about the experiences you had today. Indicate with a number between 1 and 5 your agreement with each of the statements below.

	1	2	3	4	5	
	Not true at all				Completely true	
1	Today I felt a sense of choice and freedom in the things I undertook.	1	2	3	4	5
2	Today I felt disappointed with many of my performances.	1	2	3	4	5
3	Today I felt that people who are important to me were cold and distant towards me.	1	2	3	4	5
4	Today most of the things I did felt like "I had to".	1	2	3	4	5
5	Today I felt confident that I could do things well.	1	2	3	4	5
6	Today I felt that my decisions reflected what I really wanted.	1	2	3	4	5
7	Today I felt connected with people who care for me, and for whom I care.	1	2	3	4	5
8	Today I felt excluded from the group I want to belong to.	1	2	3	4	5
9	Today I felt forced to do many things I didn't choose to do.	1	2	3	4	5
10	Today I felt capable at what I did.	1	2	3	4	5
11	Today I experienced a warm feeling with the people I spent time with.	1	2	3	4	5
12	Today I felt insecure about my abilities.	1	2	3	4	5

Scoring:

Autonomy satisfaction: items 1, 6

Autonomy frustration: items 4, 9

Relatedness satisfaction: items 7, 11

Relatedness frustration: items 3, 8

Competence satisfaction: items 5, 10

Competence frustration: items 2, 12

ANEXO C SITUATIONAL MOTIVATION SCALE

The Situational Motivation Scale (SIMS)

Directions: Read each item carefully. Using the scale below, please circle the number that best describes the reason why you are currently engaged in this activity. Answer each item according to the following scale: 1: *corresponds not at all*; 2: *corresponds a very little*; 3: *corresponds a little*; 4: *corresponds moderately*; 5: *corresponds enough*; 6: *corresponds a lot*; 7: *corresponds exactly*.

Why are you currently engaged in this activity?

1. Because I think that this activity is interesting	1	2	3	4	5	6	7
2. Because I am doing it for my own good	1	2	3	4	5	6	7
3. Because I am supposed to do it	1	2	3	4	5	6	7
4. There may be good reasons to do this activity, but personally I don't see any	1	2	3	4	5	6	7
5. Because I think that this activity is pleasant	1	2	3	4	5	6	7
6. Because I think that this activity is good for me	1	2	3	4	5	6	7
7. Because it is something that I have to do	1	2	3	4	5	6	7
8. I do this activity but I am not sure if it is worth it	1	2	3	4	5	6	7
9. Because this activity is fun	1	2	3	4	5	6	7
10. By personal decision	1	2	3	4	5	6	7
11. Because I don't have any choice	1	2	3	4	5	6	7
12. I don't know; I don't see what this activity brings me	1	2	3	4	5	6	7
13. Because I feel good when doing this activity	1	2	3	4	5	6	7
14. Because I believe that this activity is important for me	1	2	3	4	5	6	7
15. Because I feel that I have to do it	1	2	3	4	5	6	7
16. I do this activity, but I am not sure it is a good thing to pursue it	1	2	3	4	5	6	7

Codification key: Intrinsic motivation: Items 1, 5, 9, 13; Identified regulation: Items 2, 6, 10, 14; External regulation: Items 3, 7, 11, 15; Amotivation: Items 4, 8, 12, 16.