

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**Diretrizes para o Design de Dispositivos Visuais para
Apresentação do Consumo de Energia em Residências**

Paula Kvitko de Moura

Porto Alegre
2018

Paula Kvitko de Moura

**DIRETRIZES PARA O DESIGN DE DISPOSITIVOS VISUAIS
PARA APRESENTAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM
RESIDÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

Porto Alegre
2018

CIP - Catalogação na Publicação

Kvitko de Moura, Paula
DIRETRIZES PARA O DESIGN DE DISPOSITIVOS VISUAIS
PARA APRESENTAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM
RESIDÊNCIAS / Paula Kvitko de Moura. -- 2018.
141 f.
Orientadora: Cecília Gravina da Rocha.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, BR-
RS, 2018.

1. Dispositivos Visuais. 2. Consumo de Energia.
3. Comportamento. 4. Informação. 5. Smart Meter. I.
Gravina da Rocha, Cecília, orient. II. Título.

PAULA KVITKO DE MOURA

**DIRETRIZES PARA O DESIGN DE DISPOSITIVOS VISUAIS
PARA APRESENTAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM
RESIDÊNCIAS**

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, sustentabilidade, e aprovada em sua forma final pelo professor orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 26 de fevereiro de 2018

Prof^a. Cecília Gravina da Rocha
Dr^a. pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul
Orientador

Prof. Nilo Cesar Consoli
Coordenador do PPGEC/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Istefani Carísio de Paula (UFRGS)
Dr^a. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Márcia Elisa Echeveste (UFRGS)
Dr^a. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Camila Pegoraro (UFRGS)
Dr^a. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho não teria sido possível sem a ajuda, estímulo e empenho de diversas pessoas. Primeiramente, agradeço à minha orientadora, Prof. Cecília Gravina da Rocha, pela competência, pelo profissionalismo e pela dedicação, que foram fundamentais para a realização desta pesquisa. Obrigada por sempre acreditar em mim e por todos ensinamentos, tornando estes anos de pesquisa inspiradores e inesquecíveis.

À minha família, pelo apoio e pela compreensão durante os meus estudos. Estendo esses agradecimentos, principalmente, à minha mãe, por seu amor incondicional e seu incentivo diário para eu alcançar todos meus objetivos, e à minha irmã, pela amizade e, especialmente, pela paciência de me apoiar ao longo das várias e necessárias noites de estudos. À minha vó (*in memoriam*) por todos os momentos que passamos juntas que me inspiraram a ir atrás dos meus sonhos.

Aos meus amigos, que sempre compreenderam a importância da realização deste trabalho para mim, contribuindo com incontáveis incentivos e todo apoio necessário. Agradeço principalmente à Fernanda pelo apoio e amizade, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus colegas de pesquisa, que se tornaram grandes amigos e com quem pude compartilhar ensinamentos e trocar experiências de trabalho. Em especial à Camila, que me acompanhou ao longo de toda esta jornada, sempre prestativa e dedicada na realização de todas as atividades que eram necessárias.

Aos professores e colegas do PPGEC, por dividirem seus conhecimentos e permitirem o desenvolvimento de diferentes ideias e concepções nessa pesquisa.

Aos membros da banca de qualificação e defesa que contribuíram para a evolução desta pesquisa, por meio de dicas e novas perspectivas fundamentais para o diferencial deste trabalho.

À empresa Revise Bem, Prof^a. Enlise Arnold, que me deu de presente seu precioso trabalho, contribuindo, assim, para melhorar a qualidade desta pesquisa.

Aos voluntários, que disponibilizaram seu tempo para responder aos questionários que foram fundamentais para o andamento desta pesquisa.

À CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) pela concessão de uma bolsa de estudos durante este Mestrado, permitindo o desenvolvimento desta pesquisa.

Deixo aqui o meu muito obrigada a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, na produção deste trabalho e no meu desenvolvimento pessoal.

RESUMO

MOURA, P.K. Diretrizes para o Design de Dispositivos Visuais para Apresentação do Consumo de Energia em Residências. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

O consumo de energia total residencial mundial aumentou 23% na última década e deverá aumentar mais 48% até 2040. Uma estratégia para a economia de energia é a mudança do comportamento dos usuários por meio da apresentação do *feedback* do consumo. O *feedback* pode ser apresentado em dispositivos visuais que são aparelhos eletrônicos que medem o consumo de eletricidade das casas e repassam esta informação aos usuários com a intenção de reduzi-lo. Pesquisas anteriores mostram que prover *feedback* com uso destes dispositivos pode gerar uma redução de 5 a 20% do consumo. No entanto, existem poucas pesquisas sobre o design de tais dispositivos que abordem a preferência e o entendimento do conteúdo (dados que podem ser apresentados no dispositivo) e do modo de apresentação (formato de apresentação do conteúdo). Estudos sugerem que as decisões de design variam conforme o tipo de usuário (crianças, adultos e idosos) e o contexto cultural no qual o dispositivo está inserido. Este trabalho explora os tipos de informações (ex.: consumo instantâneo, consumo por aparelho, etc.) e o formato da informação (numérico, analógico e ambiental) de um dispositivo visual mais adequado ao contexto brasileiro, considerando o tipo de usuário. Com base nos resultados de 7 grupos focados realizados com 50 participantes (20 crianças, 20 adultos e 10 idosos), foram desenvolvidos diretrizes e modelos conceituais para cada tipo de usuário. Todos os participantes consideraram o consumo instantâneo importante. Entretanto, para idosos não é necessário apresentar esta informação visto que eles não gostariam de interagir com o dispositivo mais de uma vez ao dia, ao contrário dos adultos e crianças. Para aumentar o conhecimento do uso de energia dos usuários e encorajar a mudança de comportamento, também deve ser apresentada as informações de consumo cumulativo, consumo por aparelhos e dicas. Adultos e idosos preferem comparação histórica ao contrário das crianças que preferem informações que gerem a competição, como a comparação normativa. As informações sobre a preferência e o entendimento são importantes para o desenvolvimento de interfaces de dispositivos visuais que atendam aos requisitos dos usuários. Além disso, como os dispositivos visuais ainda não estão amplamente inseridos no Brasil, este trabalho pode contribuir para que o seu design proporcione o aumento da redução do consumo de energia.

Palavras-chave: Consumo de Energia; Dispositivos Visuais; Informação; Usuário; Comportamento; Design; *Smart Meter*.

ABSTRACT

MOURA, P.K. Diretrizes para o Design de Dispositivos Visuais para Apresentação do Consumo de Energia em Residências. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

The residential energy consumption in the world has increased by 23% in the past decade and is expected to rise 48% until 2040. One strategy to save energy is to change user behavior by presenting *feedback* on energy consumption. The feedback can be presented in electronic in-home displays which measure the household energy consumption and pass this information to users with the intention of reducing consumption. Previous research has shown that providing *feedback* can lead to reductions of 5 to 20%. However, there is still limited research on the design of such devices. The design of visual devices involves decisions regarding the preference and understanding of information types (data that can be displayed in a device) and information formats (ways to present different information types). Studies suggest that design decisions vary according to the type of user (children, adults and elderly) and the cultural context in which the device is inserted. This work explores the information formats (e.g. real-time consumption, consumption of each appliance, etc.) and the information formats (numerical, analogue and ambient) of an in-home display suited to the Brazilian context, considering the type of user. Based on the results of 7 focus groups totaling 50 participants (20 children, 20 adults and 10 elderly), guidelines and prototypes were developed for each type of user. All participants considered real-time consumption important. However, it is not necessary to present this information for the elderly since they would not want to interact with the display more than once a day, unlike adults and children. Cumulative consumption, disaggregation by appliance and tips should also be presented for all type of users to increase awareness of energy usage and encourage behavior change. Adults and the elderly prefer historical comparison on contrary to children who prefer information that generates competition, such as normative comparison. Information about user preference and understanding is important for the development of in-home displays interfaces that meet user requirements. In addition, since in-home displays are not yet extensively adopted in Brazil, this work can contribute to the design of such displays that to further reduce the energy consumption.

Key words: Energy Consumption; In-home Display; Information; User; Behavior; Design; Smart Meter.

PUBLICAÇÕES

ARTIGOS EM REVISÃO:

MOURA, P. K.; CAVALLI, C. B.; ROCHA, C. G. Interface design for in-home displays: a study for the brazilian context. **Energy and Buildings**, 2018 (submitted).

Fator de impacto: 4.067

MOURA, P. K.; ROCHA, C. G. In-home displays and behavioral changes: a review of existing literature and guidelines for future research. **Journal of Cleaner Production**, 2018 (submitted).

Fator de impacto: 5.715

ARTIGO PUBLICADO EM CONGRESSO:

CAVALLI, C. B.; MOURA, P. K.; ROCHA, C. G. Uma ferramenta para avaliação de dispositivos visuais de consumo de energia. **ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENTAC**, 2016, São Paulo. ENTAC 2016: Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção, 2016. v. 1. p. 649-. **São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC**, p. 649–660, 2016

INICIAÇÃO CIENTÍFICA:

CAVALLI, C. B.; Uma ferramenta para avaliação de dispositivos visuais de consumo de energia. **SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UFRGS** 2016, Porto Alegre.

CAVALLI, C. B.; Diretrizes para o design de dispositivos visuais de controle do consumo de energia. **SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UFRGS** 2017, Porto Alegre.

LISTA DE SIGLAS

CADM	<i>Comprehensive Action Determination Model</i>
CAp	Colégio de Aplicação
MOA	<i>The Motivator, Opportunity, Ability Model</i>
NAM	<i>Norm-activation Model</i>
TIB	<i>Theory of Interpersonal Behavior</i>
TPB	<i>Theory of Planned Behaviour</i>
VBN	<i>Value-Belief-Norm-Theory</i>

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura da pesquisa	19
Figura 2 – Escopo do segundo capítulo	20
Figura 3 – Modelos de comportamento.....	25
Figura 4 – Tipos de estratégias.....	31
Figura 5 – Escopo do terceiro capítulo	36
Figura 6 – Dados de economia de energia.....	37
Figura 7 – Comparação dos estudos realizados com <i>feedback</i> para redução do consumo	40
Figura 8 – Fatores limitadores e facilitadores para redução do consumo.....	43
Figura 9 – Categorização dos tipos de informações apresentadas em dispositivos visuais.....	45
Figura 10 – Formatos da informação de dispositivos	49
Figura 11 – Exemplos de dispositivos ambientais.....	50
Figura 12 – Exemplos de gráficos de comparação do consumo – A – gráfico linear ex. 1; B – gráfico linear ex. 2; C – gráfico de ícones; D - gráfico de curva	53
Figura 13 – Delineamento da pesquisa.....	57
Figura 14 – Perfil dos participantes.....	60
Figura 15 – Dispositivos visuais existentes no mercado.....	66
Figura 16 – Dispositivos existentes no mercado	67
Figura 17 – Importância, priorização e ocorrência nos desenhos dos tipos de informação	69
Figura 18– Desenhos dos dispositivos das crianças (incentivo).....	72
Figura 19 – Entendimento, priorização e ocorrência nos desenhos dos formatos para consumo instantâneo para (a) crianças, (b) adultos e (c) idosos.....	73
Figura 20 – Desenhos dos dispositivos dos adultos (uso de cor)	75
Figura 21 – Desenhos dos dispositivos das crianças (perfis familiares)	75
Figura 22 – Preferência e desenhos dos formatos de informação.....	76
Figura 23 – Priorização e desenho da unidade	77
Figura 24 – Grupo focado 1 realizado com 10 crianças do Colégio de Aplicação	78
Figura 25 – Grupo focado 2 realizado com 10 crianças do Colégio de Aplicação	79
Figura 26 – Grupo focado 3 realizado com 5 adultos de 18-25 anos	80
Figura 27 – Grupo focado 4 realizado com 5 adultos de 26-40 anos	81
Figura 28 – Grupo focado 5 realizado com 5 adultos de 40-50 anos	82

Figura 29 – Grupo focado 4 realizado com 5 adultos de 50-65 anos	83
Figura 30 – Grupos focados realizados com 10 idosos de 65-85 anos	84
Figura 31 – Síntese dos resultados	85
Figura 32 – Modelo CADM e questões para avaliação da percepção dos participantes	89
Figura 33 – Modelo de comportamento e dados do design de dispositivos visuais.....	90
Figura 34 – Influência dos tipos de informação importantes e priorizados no CADM..	96
Figura 35 – Elementos de informação para apresentar nos dispositivos visuais.....	97
Figura 36 – Modelos conceituais dos dispositivos visuais para (a) crianças, (b) adultos e (c) idosos.....	100
Figura 37 – Instalação do produto	103
Figura 38 – Diretrizes apresentadas nos dispositivos existente no mercado	106
Figura 39 – Palavras-chave buscadas no Google acadêmico para RSL do Capítulo 2	122
Figura 40 – Seleção dos artigos finais para RSL do Capítulo 2	123
Figura 41 – Publicações por ano para RSL do Capítulo 2	124
Figura 42 – Principais autores da RSL para RSL do Capítulo 2.....	124
Figura 43 – Periódicos internacionais mais relevantes para RSL do Capítulo 2.....	124
Figura 44 – Relação dos modelos NAM e TPB.....	125
Figura 45 – Palavras-chave buscadas no Google acadêmico para RSL do Capítulo 3	126
Figura 46 – Seleção de artigos para RSL do Capítulo 3	127
Figura 47 – Publicações por ano para RSL do Capítulo 3	128
Figura 48 – Principais autores da RSL para RSL do Capítulo 3.....	128
Figura 49 – Periódicos internacionais mais relevantes para RSL do Capítulo 3.....	128
Figura 50 – Exemplo de relação entre Chiang; Natarajan e Walker (2012) e Karjalainen (2011)	129
Figura 51 – Exemplo de relação entre conceitos	130

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 QUESTÕES DE PESQUISA	17
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
1.3 DELIMITAÇÕES.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 MUDANÇA DE COMPORTAMENTO PARA A ECONOMIA DE ENERGIA	20
2.1 MODELOS DE COMPORTAMENTO	21
2.2 DISCUSSÃO DOS MODELOS DE COMPORTAMENTO	24
2.3 CADM E O COMPORTAMENTO DE ECONOMIA DE ENERGIA	26
2.3.1 Processo intencional	27
2.3.2 Processo habitual	28
2.3.3 Processo normativo	28
2.3.4 Influência do contexto	30
2.4 ESTRATÉGIAS PARA A MUDANÇA DE COMPORTAMENTO	31
2.4.1 Estratégias estruturais	32
2.4.2 Intervenções antecedentes	33
2.4.2.1 Informações genéricas sobre o consumo de energia	33
2.4.2.2 Meta de consumo	33
2.4.2.3 Compromisso.....	34
2.4.3 Intervenções consequentes	34
2.4.3.1 Recompensa.....	34
2.4.3.2 <i>Feedback</i>	34
3 FEEDBACK ATRAVÉS DE DISPOSITIVOS VISUAIS	36
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO <i>FEEDBACK</i>	37
3.2 DISPOSITIVOS VISUAIS	42
3.2.1 Tipos de informação	44
3.2.1.1 Natureza da medida.....	46
3.2.1.2 Frequência de medição	46
3.2.1.3 Desagregação.....	46
3.2.1.4 Comparação histórica e normativa	47

3.2.1.5 Meta de consumo	47
3.2.1.6 Dicas	48
3.2.1.7 Recompensa e penalidade.....	48
3.2.1.8 Incentivo	48
3.2.2 Formatos da informação.....	49
3.2.3 Unidade de medida.....	51
3.2.4 Preferência e entendimento	52
3.2.5 Influência do contexto	53
4 MÉTODO DE PESQUISA	55
4.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA.....	57
4.2 DESENVOLVIMENTO DOS CASOS EMPÍRICOS RELACIONADOS A PREFERÊNCIA E ENTENDIMENTO DOS USUÁRIOS	58
4.2.1 Refinamento do questionário.....	59
4.2.2 Coleta de dados.....	60
4.2.3 Análise de dados	62
4.3 DESENVOLVIMENTO DO CASO EMPÍRICO RELACIONADO AO MODELO DE COMPORTAMENTO.....	63
4.3.1 Questionário para coleta de dados.....	63
4.3.2 Coleta e análise dos dados	64
4.4 PROPOSTA DAS DIRETRIZES E DOS MODELOS CONCEITUAIS	64
4.5 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO.....	65
5 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DE INFORMAÇÃO	68
5.1 INTRODUÇÃO	68
5.2 IMPORTÂNCIA E PRIORIZAÇÃO DOS TIPOS DE INFORMAÇÃO	68
5.3 ENTENDIMENTO E PRIORIZAÇÃO DOS FORMATOS PARA CONSUMO INSTANTÂNEO.....	72
5.4 PREFERÊNCIA DOS FORMATOS DE INFORMAÇÃO.....	76
5.5 PRIORIZAÇÃO DAS UNIDADES.....	77
5.6 DISCUSSÃO	85
6 DISPOSITIVOS VISUAIS E O MODELO DE COMPORTAMENTO	88
6.1 MODELO DE COMPORTAMENTO.....	88
6.2 RELAÇÃO DO MODELO DE COMPORTAMENTO COM O DESIGN DO DISPOSITIVO VISUAL	89
6.2.1 Participante 1 (P1)	91

6.2.2 Participante 2 (P2)	91
6.2.3 Participante 3 (P3)	91
6.2.4 Participante 4 (P4)	92
6.2.5 Participante 5 (P5)	92
6.3 RELAÇÃO DOS FATORES COM O COMPORTAMENTO DE ECONOMIA DE ENERGIA	93
6.4 DISCUSSÃO	94
7 DIRETRIZES E MODELOS CONCEITUAIS PARA OS DISPOSITIVOS VISUAIS	97
7.1 DIRETRIZES PARA OS DISPOSITIVOS VISUAIS	97
7.2 MODELOS CONCEITUAIS PARA OS DISPOSITIVOS VISUAIS	99
8 AVALIAÇÃO DAS DIRETRIZES E DOS MODELOS CONCEITUAIS	103
8.1 AVALIAÇÃO COM EMPRESA ESPECIALISTA	103
8.2 COMPARAÇÃO COM DISPOSITIVOS EXISTENTES NO MERCADO	105
9 CONCLUSÃO	109
REFERÊNCIAS	113
APÊNDICE A – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA CAPÍTULO DO COMPORTAMENTO	122
APÊNDICE B – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA CAPÍTULO DOS DISPOSITIVOS VISUAIS	126
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS	131
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO CRIANÇAS	138
APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO ADULTOS E IDOSOS	139
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS DO COMPORTAMENTO	140

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia residencial mundial representa 10% do consumo total de energia e as projeções indicam aumento de 48% até 2040 (CONTI et al., 2016). Este abrange a energia utilizada para refrigeração, iluminação, aquecimento de água e aparelhos. O crescimento deste consumo ocorre por fatores como o aumento da população, o crescimento econômico e o aumento do número de novas tecnologias (ex.: *smartphones* e televisores) (EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010). Embora diversas práticas tenham surgido para a redução do consumo, como novos aparelhos mais eficientes, as taxas de crescimento ainda são elevadas (CHIANG, 2015; WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2015).

Para reduzir o consumo de energia residencial, podem ser adotadas medidas como mudar materiais e componentes da edificação (ex.: janelas com vidro duplo, uso de pedras na parede externa), trocar antigos aparelhos por outros mais eficientes e promover a mudança do comportamento dos usuários. A mudança de materiais e a troca de aparelhos nem sempre leva à redução do consumo (FISCHER, 2008). Uma das causas é o efeito rebote, que ocorre quando a aquisição de um aparelho mais eficiente leva ao uso mais frequente, não resultando em economia (BERKHOUT; MUSKENS; VELTHUIJSEN, 2000). Quando o usuário tem consciência do seu consumo de energia, a mudança de comportamento pode ser alcançada (YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). Entretanto, a maioria dos usuários não sabe como seu comportamento pode afetar o consumo de energia (JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; MCCALLEY; MIDDEN, 2002; ROBERTS; BAKER, 2003; VASSILEVA et al., 2012; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). Por exemplo, na pesquisa de Wood e Newborough (2003), 53,5% dos usuários afirmaram que a chaleira elétrica, o chuveiro elétrico e a lava-roupas ligados durante vinte minutos são os aparelhos que mais consomem energia, no entanto, o fogão e o forno consomem mais (18,6%). A falta de conhecimento dos usuários sobre como economizar energia, qual o consumo dos aparelhos e o impacto do seu próprio comportamento dificulta a redução do consumo (FISCHER, 2008).

O comportamento tem sido uma das áreas mais estudadas na Psicologia (DAAE, 2014; JACKSON, 2005), em que é definido como um processo de tomada de decisão que envolve fatores (ex.: hábitos, intenções e variáveis sociodemográficas) que o moldam, o influenciam e o restringem (JACKSON, 2005; SOPHA, 2013). Para explicar este processo, diversos modelos têm sido explorados (ex.: AJZEN, 1991; KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010), embora ainda não exista um consenso de qual modelo é o mais adequado para explicar o comportamento. Também existem diferentes intervenções, classificadas como informativas e estruturais,

utilizadas para promover a mudança de comportamento e, conseqüentemente, a redução do consumo. As intervenções informativas podem ser antecedentes ou consequentes. Intervenções consequentes são definidas como uma informação fornecida ao usuário logo após a realização de uma ação (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012). Um exemplo são os dispositivos visuais, que apresentam o *feedback* do consumo em tempo real. Isso difere de intervenções antecedentes, em que uma informação genérica (ou seja, não vinculada ao consumo do usuário) é fornecida antes da realização da ação (ABRAHAMSE et al., 2005), como um folheto com dicas para economizar energia. As intervenções estruturais são utilizadas para facilitar a mudança de comportamento por meio da alteração do contexto de uso de energia, como alterar a legislação para obter suporte financeiro para compra de aparelhos mais eficientes (STEG; VLEK, 2009).

Para a economia de energia, é importante conscientizar as pessoas sobre o seu uso (DARBY, 2001; SUPPERS; APPERLEY, 2014; VASSILEVA et al., 2013). Uma forma de conscientização é apresentar informações sobre o consumo de energia, por meio das contas de luz (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012), mas somente isto não é suficiente para a economia de energia. É necessário o *feedback* mais rápido e de fácil compreensão do consumo, com informações específicas que levem à redução (ABRAHAMSE et al., 2005; DARBY, 2006). *Feedback* é uma das intervenções consequentes mais eficientes para alcançar a redução do consumo (EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010). A influência do *feedback* na economia depende da frequência em que este é fornecido (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; DARBY, 2001). Os dispositivos visuais fornecem informações do consumo em tempo real, permitindo que os usuários associem seu padrão de comportamento ao uso de energia de forma diferente das contas mensais de luz (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; DARBY, 2006; KRISHNAMURTI et al., 2013; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). Enquanto as contas de luz podem criar uma redução de 0 a 10% no consumo, o *feedback* pelos dispositivos pode alcançar até 20% de redução (ABRAHAMSE et al., 2005; DARBY, 2010a; EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010; FARUQUI; SERGICI; SHARIF, 2010; FISCHER, 2008; WOOD; NEWBOROUGH, 2003).

O *feedback* mais frequente é apresentado com a utilização dos dispositivos visuais, aparelhos eletrônicos que medem o consumo de eletricidade e gás das casas, e repassam esta informação aos moradores com a intenção de reduzi-lo. O uso dos dispositivos pode ser mais eficiente para redução porque pode beneficiar tanto os usuários quanto as empresas que distribuem energia (EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010). As empresas são beneficiadas com a redução do consumo, porque evitam investimentos elevados em capacidade, transmissão e distribuição de energia. Além disso, os dispositivos podem ser instrumentos para diminuir a demanda em horários de pico (identificando os horários de mais

uso de energia), reduzindo os custos tanto para os usuários quanto para as empresas. Já os usuários são beneficiados com a redução do consumo e, conseqüentemente, a diminuição do valor da conta de luz e das emissões de carbono (FROEHLICH, 2009).

Os dispositivos visuais oferecem ao usuário informações específicas sobre a quantidade de energia utilizada para aumentar a compreensão do consumo (OLTRA et al., 2013), como o consumo em tempo real, consumo cumulativo, comparação histórica (com dados anteriores), comparação normativa (com outras residências), consumo por aparelhos e ambientes, meta do consumo, dicas, incentivo e penalidade (ABRAHAMSE et al., 2005; FISCHER, 2008; FROEHLICH, 2009; KARJALAINEN, 2011; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). Os elementos de informação podem ser organizados em tipos de informação (dados que podem ser apresentados em um dispositivo) e os formatos da informação (modo de apresentar os tipos de informações). Porém, há poucos estudos que abrangem a preferência e o entendimento dos usuários em relação aos diferentes elementos de informação (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011). Karjalainen (2011) analisou seis tipos de informação, mas estes foram combinados em oito modelos conceituais, dificultando a avaliação da preferência de cada tipo isoladamente. Chiang, Natarajan e Walker (2012) analisaram a preferência e o entendimento, mas para apenas dois tipos de informações (consumo em tempo real e cumulativo). Yun, Aziz e Lasternas (2015) avaliaram o entendimento para cinco tipos de informações, enquanto Canfield, Bruine de Bruin e Wong-Parodi (2016) avaliaram apenas a preferência e o entendimento para três tipos de informação.

Além disso, ainda não há uma análise compreensiva do entendimento dos elementos de informação por distintos usuários (CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; CHIANG et al., 2014; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KRISHNAMURTI et al., 2013; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). A maioria dos estudos avaliou apenas a preferência dos usuários (ANDERSON; WHITE, 2009; EGAN, 1998; WILHITE, 1999), o que não é suficiente para gerar a redução do consumo. É também necessário avaliar o entendimento da informação pelo usuário (CHIANG et al., 2014). Embora vários estudos tenham analisado os elementos de informação, somente Karjalainen (2011) e Chiang, Natarajan e Walker (2012), e Canfield, Bruine de Bruin e Wong-Parodi (2016) investigaram tanto a preferência quanto o entendimento. Para Karjalainen (2011), os participantes responderam se entendiam as informações apresentadas e qual o tipo de *feedback* que preferiam receber. Chiang, Natarajan e Walker (2012), e Canfield, Bruine de Bruin e Wong-parodi (2016) avaliaram os índices de precisão e o tempo de resposta de diferentes formatos de informação.

A preferência e o entendimento dos elementos de informação também podem variar com o tipo de usuário (ANDERSON; WHITE, 2009; CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI,

2016; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010; KIDD; WILLIAMS, 2008; SKJØLSVOLD; JØRGENSEN; RYGHAUG, 2017; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). Por exemplo, alguns usuários preferem comparações históricas com seu próprio consumo, enquanto outros preferem comparações entre sua casa e casas vizinhas (KARJALAINEN, 2011). Hargreaves, Nye, and Burgess (2010), van Dam, Bakker, and van Hal (2012) e Strengers (2011) concluíram que os dispositivos são mais utilizados por um único membro da família (geralmente homem). Kidd e Williams (2008) constataram o oposto, as mulheres eram mais comprometidas do que o resto da família a usar o dispositivo. Fell e Chiu (2014) e Barnicoat e Danson (2015) analisaram a percepção de crianças e idosos, respectivamente, e observaram dificuldade em entender o consumo devido às unidades dos dispositivos (quilowatts e emissões de carbono).

Finalmente, a preferência e o entendimento dos usuários também podem variar de acordo com o contexto cultural (EGAN, 1998; EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010; FISCHER, 2008; MA et al., 2017; WILHITE, 1999). Egan (1998) e Wilhite et al. (1999) realizaram uma pesquisa, respectivamente, nos EUA e na Noruega, para avaliar quatro formatos para um tipo de informação (comparação entre casas vizinhas). O formato favorito na pesquisa realizada pelos EUA, o gráfico de distribuição (EGAN, 1998), foi considerado infantil pelos participantes da Noruega (WILHITE, 1999). Ma et al. (2017) avaliaram os resultados de economia de trinta e nove estudantes de dez diferentes países, e encontraram grandes diferenças de redução do consumo entre os participantes. Ehrhardt-Martinez, Donnelly e Laitner (2010) descobriram diferenças regionais (ex.: país, liderança política e cultura) na redução de energia pelo *feedback* baseado em trinta e seis estudos.

Esta pesquisa aborda as seguintes lacunas: (i) falta de estudos que analisem os elementos de informação de forma isolada; (ii) investigações limitadas do entendimento dos usuários em relação aos elementos de informação; (iii) relação dos modelos de comportamento com o design de um dispositivo; e (iv) falta de estudos que investigam a preferência e o entendimento dos elementos de informações para diferentes tipos de usuários, principalmente no contexto brasileiro. Estes aspectos devem ser considerados porque podem afetar o uso do dispositivo e, conseqüentemente, a economia de energia. Para esta pesquisa, será desenvolvido um questionário aplicável para diferentes tipos de usuários (crianças, adultos e idosos) a fim de coletar dados sobre a preferência e o entendimento dos elementos de informação com base em uma extensa revisão de literatura. Este estudo contribui para melhorar o conteúdo e o design dos dispositivos visuais, e, conseqüentemente, ajudar os usuários a entender seu consumo ao incorporar a análise qualitativa de preferência e o entendimento dos elementos de informação. Além disso, será investigada a relação dos fatores do modelo de comportamento (ex.: hábito, atitude, etc.) com a preferência e o entendimento dos usuários para que se tenha um

entendimento mais significativo de como o dispositivo visual pode contribuir para que maiores reduções de consumo de energia sejam alcançadas. Por fim, será proposta um conjunto de diretrizes e modelos conceituais adequados para cada tipo de usuário, fornecendo um ponto de partida para a implementação dos dispositivos visuais no contexto brasileiro.

1.1 QUESTÕES DE PESQUISA

Com base no problema de pesquisa, a questão principal a ser analisada é: **qual a percepção de diferentes tipos de usuários sobre os elementos de informação de um dispositivo visual para apresentação do consumo de energia em residências?**

As questões secundárias foram determinadas a partir da questão principal:

- Quais elementos de informação em um dispositivo visual auxiliam no entendimento do conteúdo das informações de consumo de energia para diferentes tipos de usuários?
- Como os fatores que determinam o comportamento dos usuários podem ser relacionados com o design de um dispositivo visual para favorecer a redução do consumo?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral da pesquisa é **propor diretrizes para o design de dispositivos visuais para redução do consumo de energia por motivos ambientais para diferentes tipos de usuários (crianças, adultos e idosos) no contexto brasileiro.**

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- investigar as preferências e o entendimento dos usuários em relação a diferentes elementos de informação;
- desenvolver modelos conceituais de dispositivos visuais com base nas diretrizes para cada tipo de usuário (crianças, adultos e idosos);
- explorar o uso do modelo de comportamento para avaliação do design dos dispositivos visuais.

1.3 DELIMITAÇÕES

Devido ao limite de tempo para realização da pesquisa, apenas questões referentes ao design dos dispositivos visuais serão abordadas, sem avaliar o dispositivo visual em uso. As preferências do entendimento dos elementos de informação do dispositivo serão avaliadas de forma qualitativa. Além disso, as diretrizes propostas a partir das preferências e do

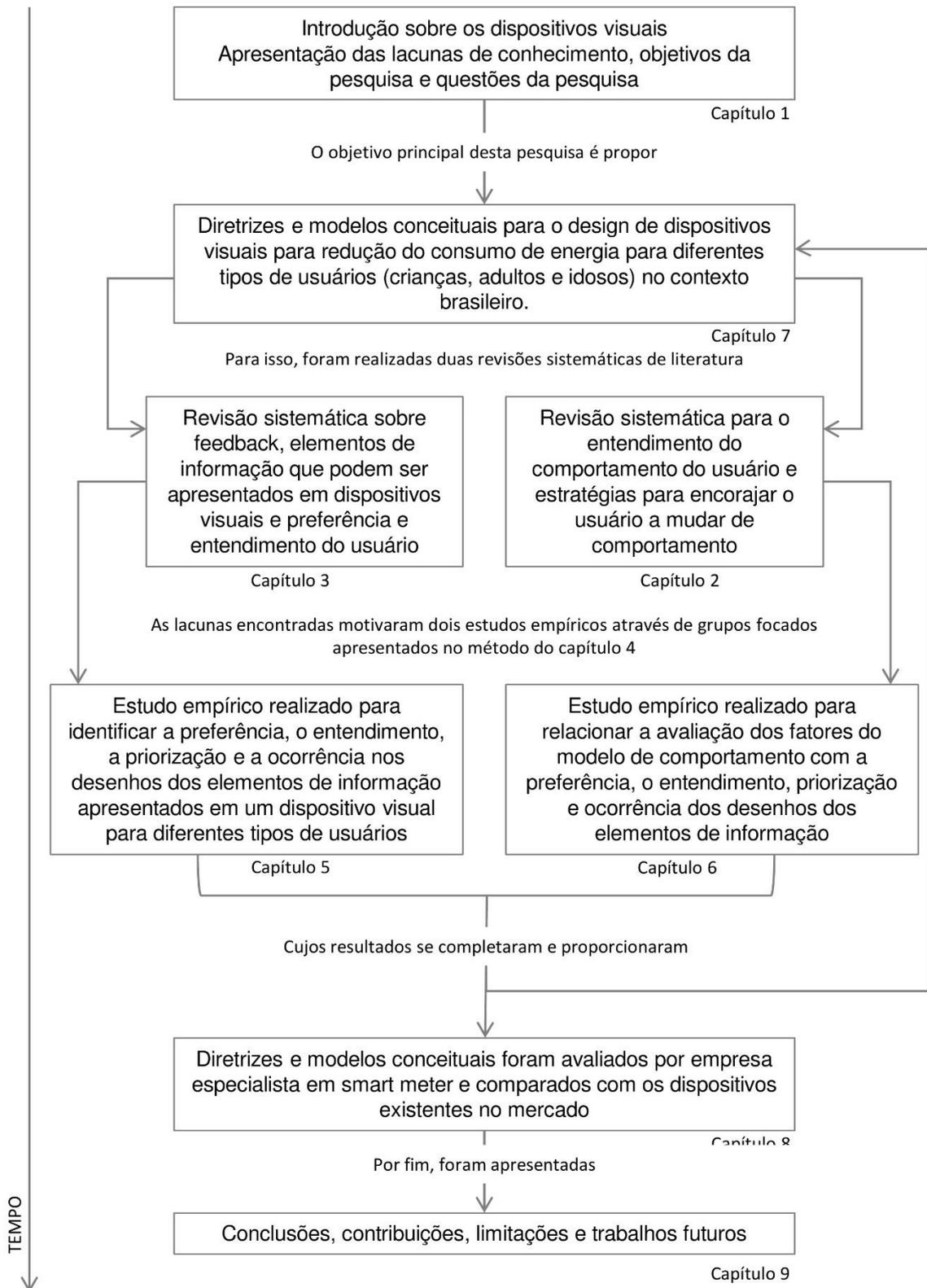
entendimento dos usuários serão desenvolvidas para o design de um dispositivo visual. Estas diretrizes, entretanto, podem também ser adaptadas para outros tipos de tecnologias (ex.: aplicativos para *smartphones*) para prover essas informações para os usuários. Apesar das diretrizes serem propostas para diferentes tipos de usuários no contexto brasileiro, a pesquisa se limitou à análise das informações coletadas apenas na região Sul do país. O Brasil é um país extenso, com diferentes tipos de climas e usos de energia, assim como diferenças culturais entre as regiões. Portanto, é importante realizar a coleta dos dados nas outras regiões do país para comparar os resultados encontrados. A pesquisa está delimitada ao contexto residencial com um número baixo de participantes (20 crianças, 20 adultos e 10 idosos) e não será aplicada no contexto comercial ou industrial devido à limitação do tempo para coleta e análises dos dados. Além disso, a pesquisa está centrada apenas no usuário e não aborda o design dos dispositivos visuais sob a perspectiva de outros interessados, como empresas que fornecem energia ou produzem o dispositivo. Os modelos conceituais desenvolvidos a partir das diretrizes serão uma representação gráfica e não um protótipo físico. Esses modelos conceituais terão baixo nível de fidelidade e serão com contextualidade parcial, pois são testados por usuários finais, mas não em seu contexto de uso.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação consiste em nove capítulos. O primeiro Capítulo tem como objetivo apresentar o assunto, questões e objetivos da pesquisa. Os dois capítulos seguintes abordam as revisões sistemáticas de literatura realizadas para o trabalho: (i) modelos e fatores do comportamento, e (ii) *feedback* e o design de dispositivos visuais. O quarto Capítulo trata sobre o método de pesquisa, o questionário utilizado para coleta de dados e as etapas para a análise dos resultados. O quinto Capítulo expõe os resultados da pesquisa com base nos grupos focados realizados para coleta de dados da preferência e entendimento dos elementos de informação. O sexto Capítulo apresenta a relação das análises da preferência e do entendimento dos usuários de um dos grupos focados realizados no Capítulo anterior com os fatores do modelo de comportamento. O sétimo Capítulo consiste na proposta das diretrizes e dos modelos conceituais para os dispositivos visuais. O oitavo Capítulo aborda a avaliação dos modelos conceituais pela perspectiva de uma empresa especialista em *smart meter* e compara as diretrizes e modelos conceituais com os dispositivos já existentes no mercado. No nono Capítulo, as considerações finais, limitações e propostas para trabalhos futuros serão apresentadas. Por fim, após as referências, serão incluídos nos apêndices o questionário realizado para coleta de dados, os dois protocolos da revisão sistemática de literatura, os dois termos de consentimento, o questionário utilizado para avaliação do comportamento de

economia de energia e o protocolo desenvolvido para encontrar os dispositivos existentes no mercado. A Figura 1 ilustra a estrutura dos capítulos.

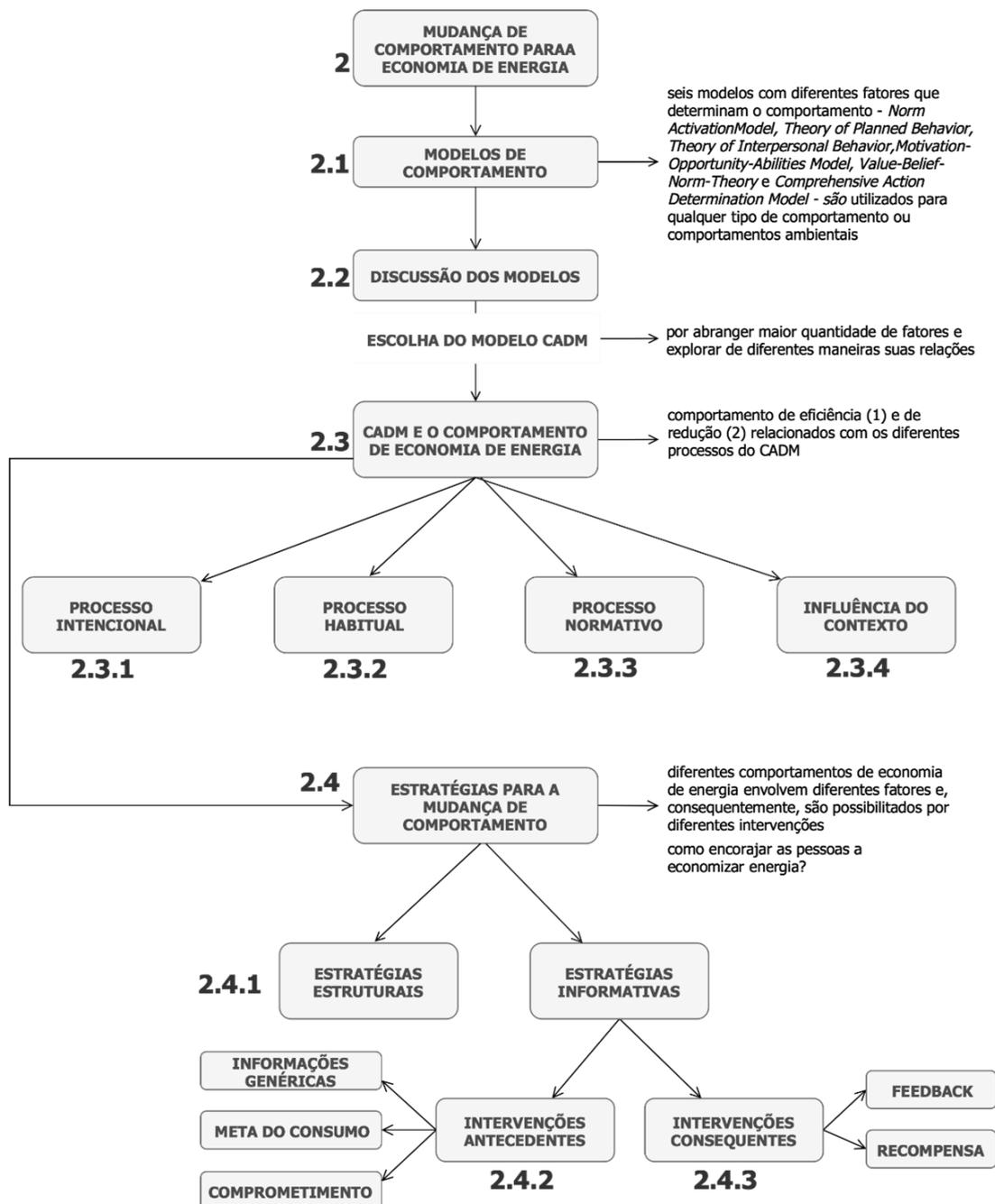
Figura 1 – Estrutura da pesquisa



2 MUDANÇA DE COMPORTAMENTO PARA A ECONOMIA DE ENERGIA

O escopo da revisão sistemática de literatura do segundo capítulo, conforme apresentado na Figura 2, é reunir e discutir os modelos de comportamento, explorar os fatores que influenciam a mudança de comportamento de um usuário para a economia de energia e analisar as estratégias que podem promover a mudança de comportamento.

Figura 2 – Escopo do segundo capítulo



2.1 MODELOS DE COMPORTAMENTO

Um dos objetivos da Psicologia tem sido entender, explicar e mudar o comportamento humano (DAAE, 2014; JACKSON, 2005), que é definido a partir desta abordagem como um conjunto de ações que ocorrem em determinado contexto (DAAE, 2014; JACKSON, 2005; KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010; SOPHA, 2013). Ao longo dos anos, diversos modelos têm surgido para entender e explicar o comportamento, com foco no indivíduo, a partir de diferentes fatores. Por exemplo, enquanto alguns modelos são utilizados para entender a relação dos fatores pessoais com o comportamento, outros mostram como a opinião de outras pessoas (fatores sociais) pode influenciá-los (STERN, 2000). O número de fatores incluídos e como eles interagem são variáveis, conforme os autores considerem mais importante para determinar o comportamento. Alguns modelos focam especificamente em alguns fatores, enquanto outros incluem uma maior variedade e são mais abrangentes. Quanto maior o número de fatores incluídos, maior será sua complexidade. Ao identificar estes fatores e suas relações, os modelos podem ser utilizados para explicar porque as pessoas se comportam de diferentes formas (JACKSON, 2005). Devido à grande diversidade de modelos de comportamento apresentados na literatura, foram selecionados seis relevantes para a área de estudo e por ter exemplos consistentes de aplicação: *Norm Activation Model*, *Theory of Planned Behavior*, *Theory of Interpersonal Behavior*, *Motivation-Opportunity-Abilities Model*, *Value-Belief-Norm-Theory* e *Comprehensive Action Determination Model*.

O *Norm Activation Model* (NAM) foi proposto por Schwartz (1977) para explicar o comportamento altruísta, em que as pessoas precisam desistir de benefícios pessoais em favor dos coletivos. Neste modelo, o comportamento é diretamente determinado pelas normas pessoais, ou seja, o sentimento de obrigação moral de realizá-lo. Quando o comportamento é realizado em acordo com as normas pessoais, o sentimento de orgulho acontece, enquanto o contrário ocasiona o sentimento de culpa ou arrependimento (ABRAHAMSE; STEG, 2009; BAMBERG; HUNECKE; BLÖBAUM, 2007). As normas pessoais podem ser ativadas por dois fatores: (i) consciência das consequências do comportamento e (ii) atribuição da responsabilidade por suas consequências (ABRAHAMSE; STEG, 2009; KLÖCKNER, 2013). Esses dois fatores determinam a relação das normas pessoais com o comportamento: a relação é mais forte quando a pessoa está ciente das consequências e aceita a responsabilidade, e a relação é mais fraca quando a pessoa desconhece as consequências e/ou não assume a responsabilidade (JACKSON, 2005). Para conservar energia, por exemplo, a pessoa, primeiramente, deve ter consciência de que o seu consumo tem consequências ambientais negativas e de que ela é responsável por estas consequências. A pessoa, então, sente a obrigação moral de conservar energia para reduzir estas consequências.

A *Theory of Planned Behavior* (TPB) afirma que o comportamento é determinado diretamente pela intenção da pessoa de realizá-lo (AJZEN, 1991). A intenção é um processo de tomada de decisão racional (avaliação dos prós e contras) que determina se a pessoa irá realizar ou não o comportamento. Este processo avalia três diferentes fatores: (i) atitude; (ii) normas sociais; e (iii) controle comportamental percebido. A atitude consiste na percepção positiva ou negativa ao realizar um determinado comportamento com base nas crenças pessoais (BAMBERG; MÖSER, 2007). Normas sociais são a percepção de que pessoas relevantes pensam se um comportamento deve ou não ser realizado. Já o controle comportamental percebido é o entendimento da facilidade ou a dificuldade de realizar o comportamento. Azjen (1991) afirma que este último fator pode influenciar o comportamento de forma direta ou indireta (por meio das intenções de realizá-lo). Na influência de forma indireta, se a pessoa tem a intenção de realizar um comportamento, mas julgar não ter a capacidade de o realizar, ou não tiver recursos (ex.: dinheiro ou infraestrutura), isso pode se sobrepor à sua intenção (NIGBUR; LYONS; UZZELL, 2010). Aplicando esta teoria ao comportamento para conservar energia, uma pessoa deve: (i) ter intenção de reduzir o consumo; (ii) ter atitudes positivas em relação à conservação de energia (iii) perceber normas sociais para se envolver nesses comportamentos; e (iv) se sentir capaz de reduzi-lo.

A *Theory of Interpersonal Behaviour* (TIB), proposta por Triandis (1980), difere dos outros modelos por incluir o (i) hábito como primeiro determinante do comportamento, além da (ii) intenção de realizá-lo. Esses dois fatores são orientados pelas (iii) condições facilitadoras, que são agentes externos que permitem ou restringem o comportamento, como exemplo, capacidades pessoais, contexto e variáveis socioeconômicas (JACKSON, 2005). Hábito é um comportamento que se torna automático e inconsciente, devido à frequência com que é repetido no passado (JACKSON, 2005; JAGER; STEG; JAGER, 2003; TRIANDIS, 1980). Quanto mais vezes o comportamento é realizado, maior é a influência do hábito e, conseqüentemente, a intenção é menor (JACKSON, 2005). A intenção (definição similar ao TPB) é determinada por: (i) atitude; (ii) normas sociais; e (iii) afeto (TRIANDIS, 1980). O fator afetivo, desconsiderado no TPB, é influenciado pelos valores pessoais no momento de decisão. Este fator é conduzido por respostas comportamentais instintivas a situações específicas, como exemplo, o humor que a pessoa está ao decidir realizar ou não certo comportamento (JACKSON, 2005). Portanto, conforme este modelo, se uma pessoa tem a intenção de conservar energia, deve criar novos hábitos de uso eficientes e deixar de realizar antigos hábitos que contribuem para o aumento do consumo. Os novos hábitos só serão formados se existirem condições facilitadoras para isso (ex.: condições econômicas para compra de novos aparelhos).

No *Motivation-Opportunity-Abilities Model* (MOA), proposto por Ölander e Thøgersen (1995), o comportamento é determinado por três fatores: (i) motivacionais (intenção, atitude, crenças e

normas sociais); (ii) habituais (habilidade); e (iii) contextuais (oportunidades). Os fatores motivacionais são similares ao TPB, em que a intenção é uma combinação das atitudes, crenças e normas sociais (JACKSON, 2005; ÖLANDER; THOGERSEN, 1995). Os fatores contextuais, similar ao controle comportamental percebido do TPB, estruturam oportunidades para que as pessoas se comportem de diferentes formas (JACKSON, 2005). Já os fatores habituais incluem o hábito (definido no TIB), a habilidade de realizar uma tarefa e o conhecimento (ÖLANDER; THOGERSEN, 1995). As pessoas podem se desfazer de antigos hábitos e aprender novos para realizar uma tarefa. Por exemplo, a intenção de conservar energia pode ser impedida devido a hábitos antigos (ex.: deixar aparelhos na tomada quando não estão sendo utilizados). Ainda, mesmo que a pessoa tenha motivação para realizar certo comportamento, ela deve ter habilidades e oportunidade de realizá-lo. Para o exemplo da conservação de energia, o conhecimento de como realizar comportamentos para reduzir o consumo oferece a habilidade e oportunidade para as pessoas consigam reduzi-lo.

A *Value-Belief-Norm-Theory* (VBN), proposta por Stern (2000) e Stern et al. (1999), é um modelo linear e sequencial desenvolvido para explicar especificamente o comportamento ambiental. O VBN foi realizado com base no NAM, incluindo dois novos fatores: (i) valores (princípios que orientam as vidas das pessoas) e (ii) visão ecológica (crenças sobre a relação do indivíduo com o ambiente) (ABRAHAMSE; STEG, 2011). Os valores estão relacionados com a visão ecológica, ou seja, os valores refletem a preocupação ambiental da pessoa (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010; VAN DEN BROEK, 2016). Quanto maior for a preocupação ambiental, mais consciente a pessoa será da consequência do seu comportamento e os respectivos impactos ambientais (ABRAHAMSE; STEG, 2011). Como resultado, se a pessoa está consciente da consequência, é provável que assuma a responsabilidade pelo comportamento realizado. Com isso, as normas pessoais são ativadas, ou seja, o sentimento de obrigação moral para realizar o comportamento (JACKSON, 2005). As normas pessoais, no VBN, estão positivamente relacionadas com o anseio de realizar comportamentos ambientais.

O *Comprehensive Action Determination Model* (CADM), proposto por Klöckner e Blöbaum (2010), é baseado em quatro teorias (TPB, NAM, conceito de hábito e *Ipsative Theory of Behaviour*). O CADM é o modelo mais abrangente porque utiliza quatro processos que influenciam o comportamento: (i) intencional; (ii) situacional; (iii) habitual; e (iv) normativo (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010). O processo habitual consiste em esquemas, heurísticas e associações. Esses três diferentes fatores explicam como o processo automatizado do hábito é formado: (i) no esquema, é por uma sequência de comportamentos para situações específicas; (ii) na heurística, é por uma decisão simples em que a pessoa faz pouco esforço para processar as informações; e (iii) na associação, são por conexões neurais reforçadas por serem muitas

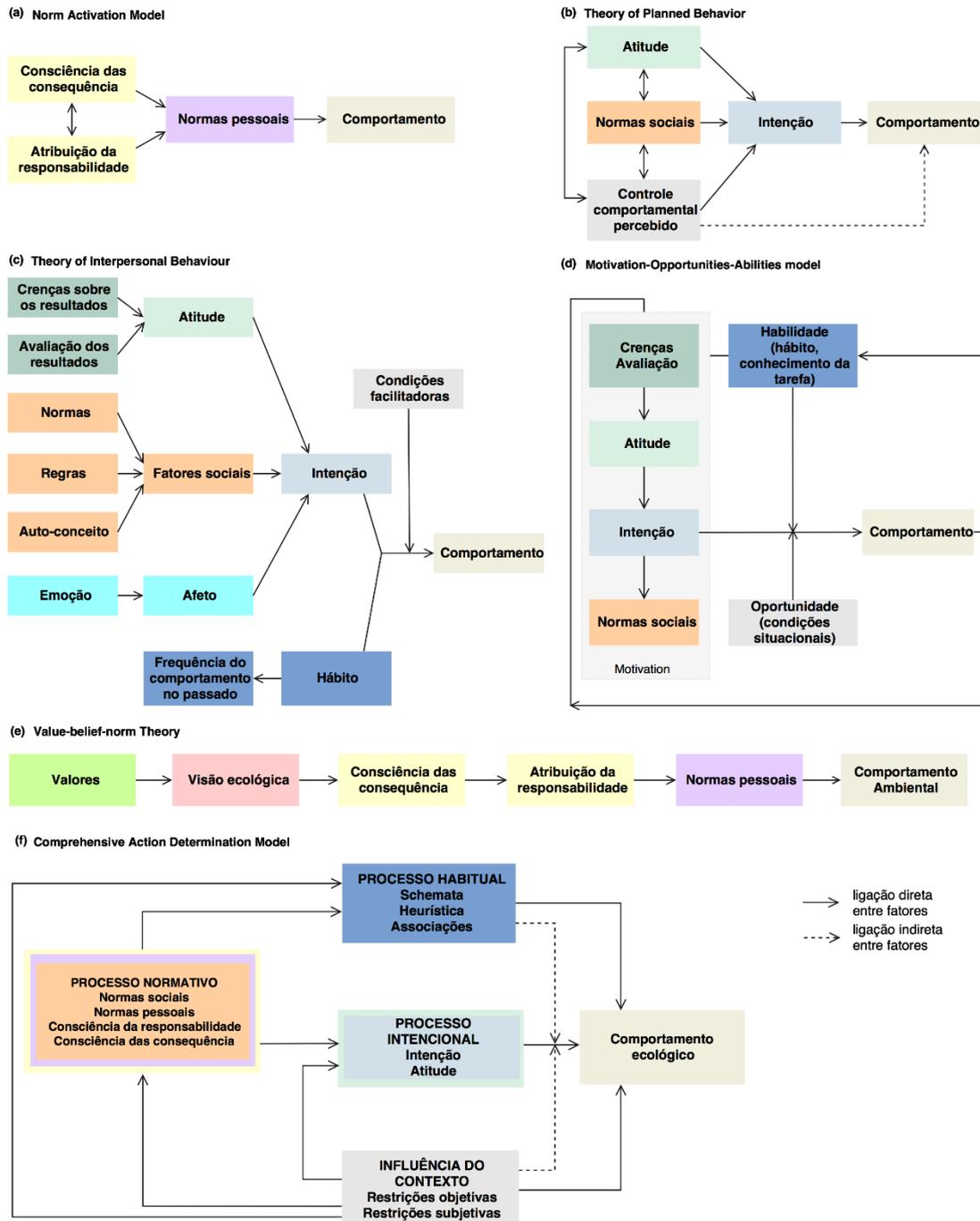
vezes utilizadas juntas (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010). A diferenciação entre o processo habitual não é incluída no TIB e no MOA, tornando o CADM mais complexo.

O processos intencionais do CADM incluem as intenções, atitudes e crenças ao realizar um comportamento, similar ao TPB (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010; SOPHA, 2013). Também, da mesma forma que ocorre no TIB, o hábito está relacionado com a intenção, sendo que esta é menor quando a influência do hábito é maior. O processo situacional (influência do contexto) é delimitado pelas restrições objetivas e subjetivas. Enquanto as restrições objetivas podem realmente limitar ou possibilitar o comportamento, as restrições subjetivas são percebidas como relevantes, mas não necessariamente são reais (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010). Como no TPB, quando as restrições afetam profundamente o comportamento, a influência da intenção é limitada. Porém, na situação contrária, a intenção tem maior influência. Por fim, o processo normativo (normas pessoais e sociais, consciência das consequências e atribuição da responsabilidade) afeta os processos habituais e intencionais na tomada de decisão para realizar um comportamento, mas não o afeta diretamente como no NAM e VBN (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010).

2.2 DISCUSSÃO DOS MODELOS DE COMPORTAMENTO

Diversos fatores, como a intenção, as atitudes e as normas sociais, apresentados nos modelos são iguais. A partir disso, a Figura 3 explora os fatores que os autores definiram importantes para determinar o comportamento. Os modelos NAM, VBN e TPB incluem um número limitado de fatores, mas são amplamente aplicados para determinar o comportamento (JACKSON, 2005). Já os modelos TIB, MOA e CADM são mais abrangentes e incluem uma grande variedade de fatores, mas têm sido menos frequentemente aplicados para explicar o comportamento (DAAE, 2014; JACKSON, 2005). Além disso, os modelos exploram de formas diferentes os fatores que determinam o comportamento. O NAM e o VBN destacam as normas pessoais como determinantes do comportamento, mas negligenciam a intenção, as atitudes, as crenças e a influência externa (contexto e normas sociais). Ao contrário, o TPB, o TIB e o MOA desconsideram as normas pessoais e valores. Algumas pesquisas criticam a falta da inclusão destes fatores por desconsiderar a avaliação moral de aspectos do comportamento (AJZEN, 1991; KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010). O NAM e o VBN discutem as motivações do indivíduo para influenciar o comportamento, mas desconsideram a influência do contexto (ÖLANDER; THOGERSEN, 1995). O TPB, o TIB, o MOA e o CADM consideram que as normas sociais (o que outras pessoas pensam sobre o comportamento) influenciam indiretamente o comportamento, ao contrário dos outros modelos. Já o afeto foi apenas abordado no TIB.

Figura 3 – Modelos de comportamento



Fonte: Adaptado de Ajzen (1991), Klöckner e Blöbaum (2010), Ölander e Thøgersen (1995), Schwartz (1977), Stern et al. (1999) e Triandis (1980)

O TPB não considera o hábito como um determinante do comportamento, ao contrário do TIB, do MOA e do CADM. Os modelos que incluem os hábitos consideram o *trade-off* entre este fator e a intenção para ocasionar o comportamento. Desta forma, quanto mais o comportamento faz parte do hábito de uma pessoa, menor peso terão os outros fatores, como a intenção e o contexto (JAGER; STEG; JAGER, 2003). O CADM considera o hábito como um fator complexo ao incluir três delimitações (esquemas, heurísticas e associações), ao

contrário dos outros modelos que incluem apenas o conhecimento da tarefa. O CADM é o modelo que integra mais fatores que interagem entre si de forma complexa para determinar o comportamento. Este modelo, ao contrário do MOA e o TIB, inclui fatores normativos que afetam o comportamento (normas pessoais e sociais), embora ainda negligencie os valores e o afeto. Apesar de todos os modelos apresentarem limitações, o CADM será o escolhido para explicar o comportamento em relação ao consumo de energia.

2.3 CADM E O COMPORTAMENTO DE ECONOMIA DE ENERGIA

O CADM foi escolhido para explicar o comportamento de economia de energia (um tipo de comportamento ambiental) por abranger maior quantidade de fatores. Conforme a Figura 3, os processos habitual e intencional, e a influência do contexto determinam diretamente o comportamento, ao contrário do processo normativo que influencia apenas os processos habitual e intencional. Já a influência do contexto também pode intervir nos demais processos do CADM ao restringir características do contexto em que o comportamento será realizado.

Dois tipos de comportamento influenciam a economia de energia: (i) de eficiência e (ii) de redução (ABRAHAMSE et al., 2005). O primeiro tipo é usualmente realizado apenas uma vez com o investimento de dinheiro, como a troca de aparelhos por outros mais eficientes. Já o comportamento de redução está relacionado com as ações que os usuários realizam repetidas vezes para reduzir o consumo, como desligar as luzes quando o ambiente não está sendo utilizado. O comportamento de redução pode ser dividido em: (i) os que são realizados com pouca frequência a um custo relativamente baixo, ou sem custo, como mudar o meio de transporte; e (ii) os que são realizados com frequência e envolvem os hábitos associados aos usos de aparelhos (EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010). Para alguns usuários, é mais fácil adotar comportamentos de redução porque o custo é menor em comparação ao comportamento de eficiência (ABRAHAMSE et al., 2005). Porém, alguns usuários preferem adotar comportamentos de eficiência, como a compra de aparelhos mais eficientes, do que mudar seus hábitos de uso (FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010).

O comportamento de economia de energia, entretanto, nem sempre leva à redução do consumo (FISCHER, 2008). No caso do comportamento de eficiência, quando o usuário troca aparelhos antigos por outros mais eficientes, pode usar mais esses aparelhos devido a sua eficiência, aumentando, conseqüentemente, o consumo. O aumento também ocorre quando o usuário se torna consciente do pouco que algumas atividades realizadas utilizam energia (ABRAHAMSE et al., 2005). Esse aumento do consumo é conhecido como efeito rebote, ou seja, quando a redução diminui devido ao comportamento de economia de energia contraproducente realizado pelo usuário (BERKHOUT; MUSKENS; W. VELTHUIJSEN, 2000).

Sorrell (2007) classifica o efeito rebote em (i) direto e (ii) indireto. O primeiro está relacionado com o aumento do consumo em consequência do custo necessário para fornecer uma medida de eficiência (ex.: o consumo aumentar caso o custo da energia for reduzido). Já o efeito rebote indireto está relacionado à implementação de uma medida eficiente (ex.: utilizar o dinheiro que foi economizado a partir da redução com a compra de novos aparelhos).

Como esses dois tipos de comportamento envolvem diferentes tipos de ações, eles podem ser influenciados por diferentes fatores e, conseqüentemente, ser encorajados por diferentes intervenções. Embora o CADM envolva diversos processos que podem ser relevantes para explicar o comportamento de economia de energia, poucos estudos abordam a relação deste modelo com este específico comportamento.

2.3.1 Processo intencional

O processo intencional está associado com as crenças, as atitudes e as intenções das pessoas em realizar o comportamento de economia de energia (GUPTA et al., 2015; STEG; VLEK, 2009; VASSILEVA; CAMPILLO, 2014). Este processo é um estímulo que faz com que os usuários mudem de comportamento para alcançar a redução do consumo (WEBB; SHEERAN, 2006). Ajzen (1991) afirma que este estímulo é assimilado pela motivação de uma pessoa de se envolver no comportamento, ou seja, quanto maior for a motivação, maior será a sua intenção em realizar um comportamento (AJZEN, 1991; BAMBERG; HUNECKE; BLÖBAUM, 2007). Como a intenção, a atitude também influencia diretamente o comportamento. A atitude aborda a avaliação favorável, desfavorável ou neutra de uma pessoa para um determinado comportamento (AJZEN, 1991), com base nas crenças que esta mantém sobre as consequências (KLÖCKNER, 2013). Abrahamse e Steg (2011) citam o exemplo do ajuste do termostato, em que a pessoa escolhe não reduzir as configurações do termostato no inverno por causa do conforto (avaliação desfavorável do comportamento com base nas suas crenças).

Os estudos de Hargreaves, Nye e Burgess (2010, 2013), Abrahamse e Steg (2011), e Lewis e Brandon (1999) sugerem que os usuários que já demonstravam atitudes ambientais estavam mais motivados a mudar de comportamento para economizar energia. Já os usuários no estudo de Buchanan, Russo e Anderson (2014) afirmaram que a motivação ambiental não era suficiente para economizar energia porque acharam difícil relacionar os problemas ambientais com o consumo. Já no caso de o usuário estar motivado a reduzir o consumo por motivos financeiros, a intenção de mudar de comportamento para economia de energia pode ser maior.

2.3.2 Processo habitual

O processo habitual no CADM consiste em hábitos, esquemas, heurísticas e associações, porém, apenas os hábitos já foram avaliados (KLÖCKNER, 2013; KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010; SOPHA; KLÖCKNER, 2011). Fischer (2008) define hábito como um comportamento executado com o mínimo de esforço cognitivo. Os comportamentos, neste caso, são repetidos pelo usuário automaticamente sem este conscientemente avaliar os prós e contras. Jager, Steg e Jager (2003) ainda afirmam que o contexto de realização do hábito deve ser similar. Comportamentos de redução ocorrem mais repetidamente e frequentemente do que os de eficiência, que não são habituais, por envolver um elevado investimento para a compra dos produtos. Quanto mais automático for o hábito, maior será sua influência e, conseqüentemente, mais difícil de remover (JAGER; STEG; JAGER, 2003). Estes hábitos são aqueles realizados todos os dias, como exemplo, utilizar sempre o mesmo caminho para o trabalho. Já os hábitos fracos ocorrem com baixa frequência e pouca automaticidade (ex.: viajar todo ano para o mesmo lugar), além de poder ser facilmente alterados (JAGER; STEG; JAGER, 2003). Portanto, os hábitos estão também relacionados com a intenção de realizar comportamentos de economia de energia. Quanto mais frequentemente um comportamento for realizado, maior é a influência do hábito e menor será a força da intenção (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010).

O comportamento de economia de energia já tem uma natureza habitual porque ocorre, frequentemente, em contextos estáveis (ex.: casa e trabalho) e pode ser realizado automaticamente (JACKSON, 2005). Os hábitos das pessoas podem ser as principais barreiras que impedem a mudança de comportamento (VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010). Na pesquisa realizada por van Dam, Bakker e van Hal (2010), os usuários voltaram para hábitos antigos de uso de energia mesmo depois de algum tempo sem realizá-los. Quando os usuários executam os comportamentos que fazem parte de seu hábito, acabam desperdiçando energia, por exemplo, usar aparelhos em horário de pico ou manter aparelhos ligados enquanto executam outras tarefas (FISCHER, 2008). Muitos usuários reconhecem a importância de quebrar hábitos, mas não sabem como o fazer (CHIANG, 2015). Wilson (2013) afirma que os hábitos podem ser quebrados no momento em que a pessoa tenha consciência do seu comportamento habitual. Para o caso de a pessoa querer manter um hábito desejável, uma estratégia adotada pode ser o reforço positivo, como incentivos.

2.3.3 Processo normativo

O processo normativo envolve as normas pessoais, as normas sociais e o conhecimento (definido a partir dos fatores consciência das conseqüências e responsabilidade). Normas pessoais são ideias particulares de como a pessoa deve agir (obrigação moral) com base em

seus valores (SCHWARTZ et al., 2012). A obrigação moral pode estar positivamente relacionada com a disposição de realizar um comportamento que aponta a economia de energia (ABRAHAMSE; STEG, 2011). Essa relação ocorre quando as pessoas reconhecem que os comportamentos pessoais podem afetar futuras gerações (FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010). Assim, a pessoa pode realizar um comportamento altruísta, desistindo dos benefícios pessoais em favor do coletivo (JACKSON, 2005). Já as normas sociais definem se o comportamento deve ou não ser realizado a partir da opinião de outras pessoas (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010; SCHWARTZ, 1977). As pessoas que exercem esta influência são relevantes, como amigos e familiares ou grupos sociais (AJZEN, 1991). Jackson (2005) divide as normas sociais em dois tipos (i) normas injuntivas ou (ii) normas descritivas. As primeiras são as percepções dos comportamentos que são aprovados ou desaprovados em determinadas situações, considerando as normas pessoais (ex.: placas na rua para jogar o lixo no lugar certo). Já as normas descritivas são as percepções do comportamento que são usualmente realizados, sem considerar as normas pessoais (ex.: todos os meus vizinhos separam o lixo). Grønhøj e Thøgersen (2011) e Klöckner e Matthies (2012) identificaram, por exemplo, a influência das normas sociais na relação de pais e filhos para reduzir o consumo de energia. Nestes exemplos, o comportamento dos filhos se correlacionou fortemente com a forma como eles perceberam o mesmo comportamento realizado por seus pais.

Stern (2000) define conhecimento como a consciência da pessoa sobre as necessidades e consequências da ação (ex.: pessoa quer economizar energia porque tem conhecimento das consequências ambientais negativas). Han et al. (2013) dividem o conhecimento, em relação ao comportamento de economia de energia em dois tipos: (i) problemas energéticos (ex.: alterações climáticas, incerteza do futuro, problemas ambientais, etc.) e (ii) medidas para economia de energia. Estudos que avaliaram o conhecimento tiveram resultados divergentes: Abrahamse e Steg (2011) não identificaram a influência do conhecimento para a mudança de comportamento de economia de energia, ao contrário de Gatersleben et al. (2010). Esses resultados podem significar que os efeitos do processo normativo são intermediados por outros processos, como ocorre no CADM.

Finalmente, o CADM desconsidera os valores (princípios orientadores na vida de uma pessoa) como parte do processo normativo, mas pesquisas indicam que este fator pode ser relevante para determinar o comportamento de economia de energia (ex.: GATERSLEBEN et al., 2010; GATERSLEBEN; MURTAGH; ABRAHAMSE, 2014). Schwartz (2006) definiu 19 valores básicos (ex.: segurança, conformidade, tradição, benevolência e universalismo, etc.) que ajudam a explicar a tomada de decisão (intenção), as atitudes e o comportamento da pessoa. Quanto mais altruístas forem os valores, mais provável que se envolvam em um comportamento ambiental, como a conservação de energia (STEG; VLEK, 2009). Essa

relação mostra como os valores afetam a forma com que a pessoa avalia as consequências do seu comportamento.

2.3.4 Influência do contexto

O contexto pode facilitar ou restringir diretamente o comportamento (STEG; VLEK, 2009). Por exemplo, a qualidade do transporte público pode facilitar (ex.: passagem gratuita) ou restringir (ex.: diminuir os horários da linha de ônibus) sua utilização. O contexto também afeta indiretamente o comportamento de economia de energia por meio da intenção (AJZEN, 1991). Quando a intenção de realizar o comportamento é mais forte, as restrições do contexto têm efeito mais fraco (STERN, 1999). Por exemplo, instalar centros de reciclagem pode afetar a intenção da pessoa positivamente para começar a separar seu lixo (STEG; VLEK, 2009). No CADM, o contexto é dividido entre restrições objetivas (reais) e restrições subjetivas (percebidas como reais). Steg (2008) propôs três restrições reais para a economia de energia: (i) falta de conhecimento, (ii) baixa prioridade e altos custos para realizar algum comportamento e (iii) disponibilidade inadequada de alternativas (ex.: falta de aparelhos eficientes). Já as restrições subjetivas, podem ser uma barreira para uma pessoa, mas não necessariamente será para outra. (KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010). Por exemplo, não ter um centro de reciclagem no bairro não impede que a pessoa utilize em outro.

Outros aspectos do contexto que podem afetar a economia de energia são as características da edificação e as características sociodemográficas. As características da edificação podem influenciar diretamente o comportamento de economia de energia (HAN et al., 2013). Elas abrangem o tipo de edificação, as condições internas (temperatura, ventilação, iluminação, propriedades térmicas, etc.), os materiais utilizados, a área, o número de pessoas que habitam, o número de aparelhos e o tipo de energia utilizado (ABRAHAMSE et al., 2005). Abrahamse e Steg (2011) afirmam que a intenção do usuário em economizar energia está relacionada com as variáveis sociodemográficas (idade, gênero, renda e nível de educação, lugar da residência, etc.). A idade, por exemplo, está relacionada com a aprendizagem de comportamentos para a economia de energia (BARNICOAT; DANSON, 2015; FELL; CHIU, 2014); Por exemplo, idosos têm mais dificuldade em aprender a usar novas tecnologias do que pessoas mais jovens.

A investigação realizada do CADM com o comportamento de economia de energia revelou resultados destacáveis. A influência da intenção mostrou resultados contraditórios devido à influência dos outros fatores como o hábito e o contexto. Enquanto a influência das normas pessoais não parece clara, as normas sociais e o conhecimento contribuem para prever o comportamento de economia de energia. Já o contexto é um importante fator a ser

considerado por ter diferentes variáveis que podem influenciar diretamente o comportamento ou indiretamente por outros processos.

2.4 ESTRATÉGIAS PARA A MUDANÇA DE COMPORTAMENTO

Existem várias estratégias que se baseiam nos modelos para promover a mudança de comportamento e para diminuir as restrições (ABRAHAMSE et al., 2005, 2007; HAN et al., 2013). Por exemplo, quando a influência do contexto limita comportamentos, as estratégias podem ser utilizadas para tentar remover estas barreiras (HAN et al., 2013). Para incentivar a mudança de comportamento de economia de energia, podem ser utilizadas estratégias (i) informativas e (ii) estruturais, conforme Figura 4.

Figura 4 – Tipos de estratégias

ESTRATÉGIAS ESTRUTURAIS			
		EXEMPLOS	PESQUISAS
Legislativas Mudança de produtos e serviços Suporte financeiro		Alteração da legislação Certificação	(HAN ET AL., 2013; LINDENBERG; STEG, 2007; LOPES; ANTUNES; MARTINS, 2012; STEG, 2008; STEG; VLEK, 2009; WILSON; LILLEY; BHAMRA, 2013)
ESTRATÉGIAS INFORMATIVAS			
		EXEMPLOS	PESQUISAS
Intervenções antercedentes	Informações genéricas sobre o consumo de energia	Meios de comunicação de massa Workshop Websites	ABRAHAMSE et al., 2005, 2007; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; HAN et al., 2013; KARATASOU; LASKARI; SANTAMOURIS, 2013; LOPES; ANTUNES; MARTINS, 2012; NILSSON et al., 2014; STEG, 2008; STERN; DIETZ, 1994; WOOD; NEWBOROUGH, 2007
	Meta de consumo	Redução do consumo de 5%	ABRAHAMSE et al., 2005, 2007; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; LOCKE; LATHAM, 2002; LOPES; ANTUNES; MARTINS, 2012; MCCALLEY; MIDDEN, 2002; NILSSON et al., 2014; SUPPERS; APPERLEY, 2014; WILSON; LILLEY; BHAMRA, 2013
	Comprometimento	Obrigação moral em reduzir o consumo	ABRAHAMSE et al., 2005, 2007; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; LOPES; ANTUNES; MARTINS, 2012; STEG, 2008; SUPPERS; APPERLEY, 2014
Intervenções consequentes	Recompensa	Prêmio por reduzir o consumo	ABRAHAMSE et al., 2005; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; CHIANG et al., 2014; CHIANG, 2015; HAN et al., 2013; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; PETERSEN et al., 2007; STEG; VLEK, 2009; WILSON, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2007
	Feedback	Contas de luz Dispositivos visuais que mostram o consumo dos aparelhos	ABRAHAMSE et al., 2005, 2007; ANDERSON; WHITE, 2009; BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2014, 2015; CHIANG et al., 2014; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; CHIANG, 2015; DARBY, 2010b, 2001, 2006; EGAN, 1998; EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010; FISCHER, 2008; FITZPATRICK; SMITH, 2009; FROEHLICH, 2009; FROEHLICH et al., 2012; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; GRØNHØJ; THØGERSEN, 2011; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010, 2013; HERMSEN et al., 2016; JAIN; TAYLOR; CULLIGAN, 2013; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013; ROBERTS; BAKER, 2003; ROBERTS; HUMPHRIES; HYLDON, 2004; UENO et al., 2006; VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010; VASSILEVA et al., 2013; WALLENBORN; ORSINI; VANHAVERBEKE, 2011; WILHITE, 1999; WILSON, 2013; WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2015; WILSON; LILLEY; BHAMRA, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2003, 2007

As estratégias informativas são realizadas sem alterar o contexto externo em que o comportamento é formado, ao contrário das estratégias estruturais (STEG; VLEK, 2009). As estratégias informativas têm como objetivo mudar as motivações, o conhecimento e as

normas dos usuários, como exemplo, prover informações sobre o consumo de energia. Já as estratégias estruturais objetivam a mudança das circunstâncias sobre as quais as escolhas comportamentais são feitas, como exemplo, a disponibilidade de produtos (KARATASOU; LASKARI; SANTAMOURIS, 2013; STEG; VLEK, 2009).

Os comportamentos de redução de energia estão associados com as estratégias informativas porque envolvem a mudança de atitudes, de normas pessoais e dos hábitos dos usuários (GIFFORD; KORMOS; MCINTYRE, 2011). Já as estratégias estruturais podem ser mais eficientes quando associadas com comportamento de eficiência, como a compra de aparelhos mais eficientes por meio do suporte financeiro (GIFFORD; KORMOS; MCINTYRE, 2011). A capacidade das estratégias de promover a mudança de comportamento depende de barreiras associadas às características dos usuários e do contexto no qual estão sendo aplicadas (GIFFORD; KORMOS; MCINTYRE, 2011; STEG; VLEK, 2009). Por exemplo, os usuários podem responder diferentemente a uma estratégia que promova novos aparelhos eficientes de acordo com sua classe econômica. Da mesma forma, estratégias que encorajam o transporte público não irão funcionar se a cidade não for planejada para conseguir suportá-lo. Stej e Vlek (2009) comentam que uma combinação de estratégias é mais eficiente porque pode existir mais de uma barreira que limite a mudança de comportamento. Os modelos abordados pela Psicologia não oferecem estratégias específicas para mudança de comportamento. Portanto, é necessário investigar quais estratégias podem ser utilizadas para facilitar a mudança de comportamento e promover a economia de energia.

2.4.1 Estratégias estruturais

Estratégias estruturais são utilizadas para facilitar a mudança de comportamento por meio da alteração do contexto no qual este é realizado (HAN et al., 2013; STEG, 2008). Para alguns usuários, pode ser difícil e dispendiosa a mudança de comportamento. Neste caso, as estratégias estruturais são necessárias para mudar os fatores contextuais, como os custos e a disponibilidade de aparelhos, tornando mais fácil e interessante para os usuários alterarem o comportamento (STEG; VLEK, 2009). Wilson (2013) comenta que modificar o contexto pode motivar a mudança de intenções, atitudes e hábitos (ex.: melhorar o transporte público pode torná-lo mais interessante e aumentar o seu uso). (STEG; VLEK, 2009) São exemplos de estratégias estruturais: (i) tornar os aparelhos que consomem muita energia indisponíveis para os usuários por meio de novas políticas; (ii) promover novos aparelhos mais eficientes por meio de benefícios e incentivos; (iii) criar legislações que desencorajem o uso de aparelhos que consomem energia em excesso; (iv) exigir certificações para novas edificações; (v) dificultar comportamentos prejudiciais ao meio ambiente, como impedir o tráfego de carros em centros metropolitanos; e (vi) incentivar comportamento sustentáveis, como criar centros de reciclagem (HAN et al., 2013; STEG; VLEK, 2009).

2.4.2 Intervenções antecedentes

As intervenções antecedentes são estratégias utilizadas para influenciar o comportamento do usuário antes da realização de uma ação (ABRAHAMSE et al., 2005). Portanto, estas intervenções buscam influenciar ou mudar os antecedentes do comportamento: intenções, atitudes, crenças, hábitos, normas pessoais e sociais, conhecimento e o contexto. Wilson (2013) afirma que as intervenções antecedentes buscam motivar, educar, facilitar ou tornar um comportamento desejado. Essa Intervenção é constituída por informações genéricas sobre o consumo de energia, meta de consumo e comprometimento (ABRAHAMSE et al., 2005; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012).

2.4.2.1 Informações genéricas sobre o consumo de energia

Informações genéricas servem para o usuário obter conhecimento e ser mais consciente sobre o seu comportamento, como exemplo, o impacto ambiental ou novas alternativas comportamentais (BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; HAN et al., 2013; STEG; VLEK, 2009). Quando o usuário obtém conhecimento sobre um comportamento, suas consequências e as alternativas para mudá-lo; é mais provável que ocorram mudanças de atitude. Suppers e Apperley (2014) e Abrahamse et al. (2007) comentam exemplos de informações que podem ser utilizadas para a mudança de comportamento: (i) redução do impacto ambiental pelo uso consciente de energia; (ii) economia financeira pela redução do consumo e (iii), dicas de como reduzir o consumo, como utilizar os aparelhos da casa de forma mais eficiente.

Estudos como o de Abrahamse et al. (2005), entretanto, sugerem que apenas as informações não são suficientes para a mudança de comportamento. Bonino, Corno e de Russis (2012), Darby (2006) e Nilsson et al. (2014) sugerem que outras estratégias devem ser utilizadas em conjunto com as informações genéricas, como a meta de consumo e o compromisso, para obter melhores resultados de economia. Além disso, cuidados devem ser realizados para que a informação chame a atenção do usuário, e seja confiável e relevante em relação ao seu contexto (WOOD; NEWBOROUGH, 2007).

2.4.2.2 Meta de consumo

A meta de consumo é um limite proposto, inferior ao consumo de energia já existente, para estimular a redução do consumo (ABRAHAMSE et al., 2005). O limite pode ser definido pelo próprio usuário ou ser externo, por exemplo, ser proposto pelo município (GUO et al., 2018). Para estipular a meta, é necessário ter cuidado para que o valor definido não seja muito alto ou muito baixo, a ponto de não influenciar na redução do consumo. Estudos como o de Abrahamse et al. (2005) e McCalley e Midden (2002) indicam que a meta de consumo é usualmente aplicada em conjunto com outras estratégias para alcançar uma redução maior,

como o compromisso e o *feedback* (mostrar aos usuários como seu consumo está em relação a uma meta).

2.4.2.3 Compromisso

O compromisso é a forma do usuário se comprometer em mudar o comportamento para reduzir o consumo (GUO et al., 2018; HAN et al., 2013). O compromisso pode ser de dois tipos: (i) público e (ii) privado (WILSON, 2013). O compromisso privado é influenciado pelas normas pessoais dos usuários, como exemplo, a obrigação moral de conservar energia pelo bem da sociedade. Já o compromisso público é conduzido pelas normas sociais. Um exemplo pode ser o estímulo por meio da competição e o desejo do usuário de ser melhor que os outros (HAN et al., 2013). Com o compromisso, a redução do consumo desejada não é quantificada. Caso o usuário se comprometa em reduzir o consumo 5%, por exemplo, então, esta estratégia está associada com a meta do consumo.

2.4.3 Intervenções consequentes

As intervenções consequentes são utilizadas para influenciar o comportamento do usuário logo após a realização de uma ação (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012). As intervenções consequentes são constituídas por: (i) recompensa e (ii) *feedback*.

2.4.3.1 Recompensa

A recompensa é uma estratégia utilizada para encorajar a mudança de comportamento e pode ser monetária ou social (WOOD; NEWBOROUGH, 2007). A recompensa social pode ser o reconhecimento pela sociedade por ter reduzido o impacto ambiental (CHIANG, 2015). Já a recompensa monetária pode ser um pagamento por reduzir o consumo ou a economia financeira que acontece a partir da redução (ABRAHAMSE et al., 2005). Embora poucos estudos abordem o uso de recompensas, Wood e Newborough (2007) e Steg e Vlek (2009) afirmam que, nos casos em que esta estratégia foi utilizada, a redução do consumo não permanece caso a recompensa seja removida. Também, Wood e Newborough (2005) comentam que há poucas pesquisas que confirmem que a redução do consumo possa ser alcançada por meio de uma recompensa social. Portanto, é necessário verificar se as recompensas sozinhas ou em conjunto com outras estratégias podem contribuir para a redução do consumo.

2.4.3.2 *Feedback*

Feedback são informações repassadas ao usuário sobre seu consumo de energia após o comportamento (ex.: contas de luz e dispositivos visuais). A maioria dos usuários não entende seu próprio consumo (BURGESS; NYE, 2008). Portanto, o *feedback* pode contribuir para aumentar a conscientização, educação sobre a economia de energia e promover

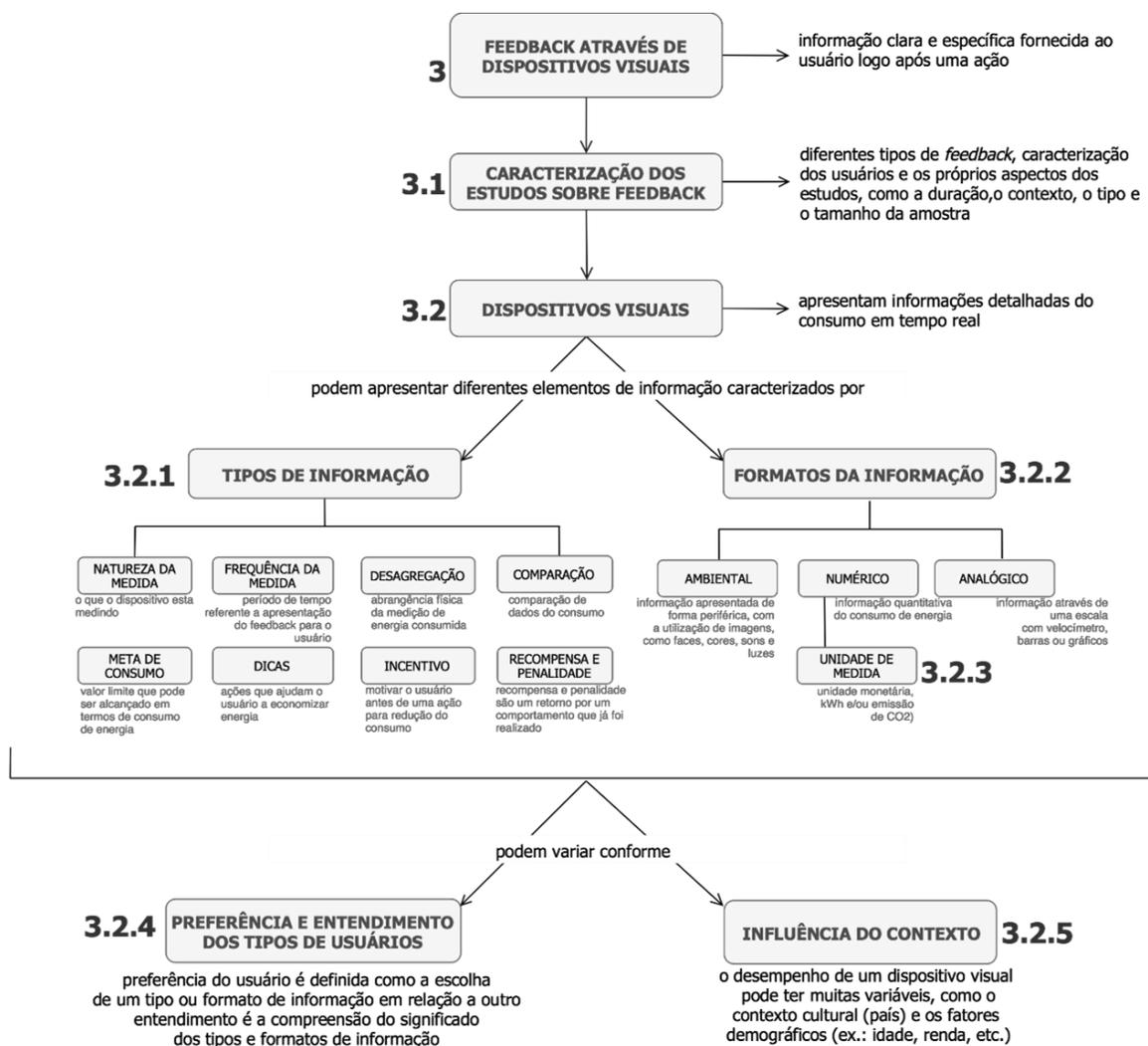
comportamentos mais sustentáveis (FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010). A quantidade de redução do consumo alcançada pelo *feedback* pode ser influenciada pela (i) frequência do *feedback*; (ii) tipo de *feedback* utilizado; (iii) apresentação da informação; e (iv) quais informações do consumo são oferecidas (DARBY, 2006). Diferentes formas de *feedback* podem ter efeitos variados na redução do consumo. Quanto menor for o período de tempo em que é repassado o *feedback*, mais rápido o usuário consegue associar o comportamento com sua consequência (ABRAHAMSE et al., 2005; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012). Quando o usuário aprende e se torna consciente sobre as consequências de seu comportamento, pode desenvolver novos hábitos que contribuam para a redução do consumo (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012).

A escolha do modelo CADM foi devido a esse modelo abranger um maior número de fatores e explorar de diferentes maneiras suas relações. Com isso, diversas estratégias exploradas neste capítulo são utilizadas para promover a mudança de comportamento. Entre as utilizadas, a literatura e os casos aplicados apontam que o *feedback* é a mais eficiente para a mudança de comportamento e, conseqüentemente, para economia de energia.

3 FEEDBACK ATRAVÉS DE DISPOSITIVOS VISUAIS

O escopo da revisão sistemática de literatura do terceiro capítulo, conforme apresentado na Figura 5, é abordar o feedback através dos dispositivos visuais, uma das estratégias para promover a mudança de comportamento. O foco nos dispositivos visuais permite uma compreensão das características relacionadas ao seu design e uma discussão de quais fatores podem influenciá-lo.

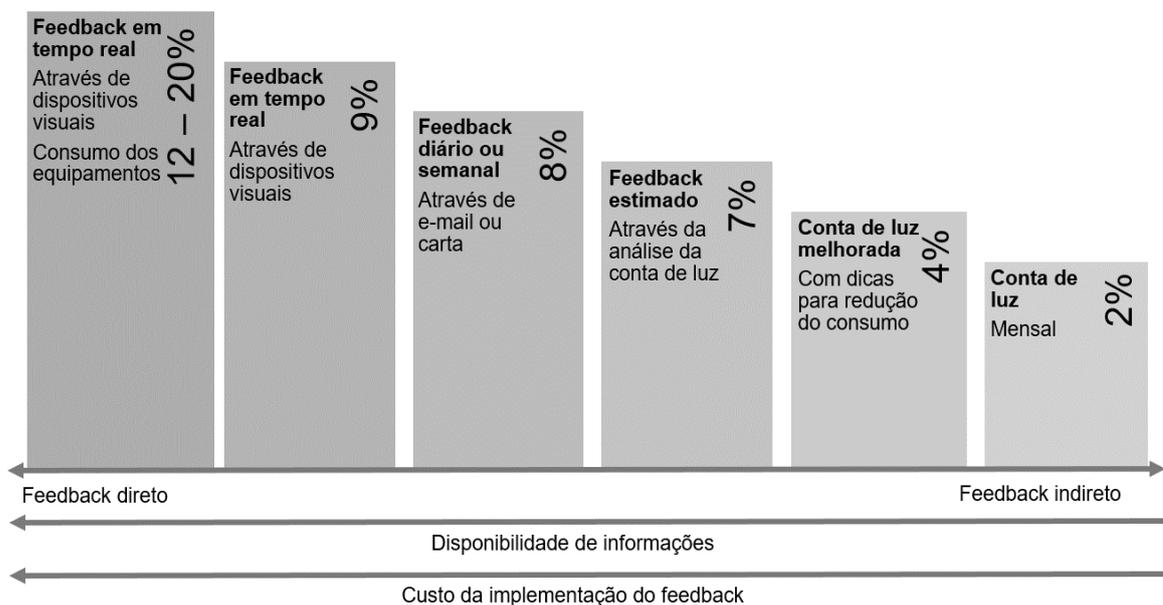
Figura 5 – Escopo do terceiro capítulo



3.1 CARACTERIZAÇÃO DO *FEEDBACK*

Feedback é definido com uma informação clara e específica fornecida ao usuário logo após uma ação (DARBY, 2001). Esta informação contribui para conscientização do usuário e para a redução do consumo de energia. Darby (2001) sugere três tipos diferentes de *feedback*: indireto, direto e inadvertido. O *feedback* direto informa o consumo de energia em tempo real ou aproximado por meio de dispositivos visuais que medem o consumo de energia (CHIANG, 2015). O *feedback* indireto apresenta o consumo de energia na conta de luz, a qual pode ter informações adicionais, como a comparação do próprio consumo com o de casas similares (EGAN, 1998). Para potencializar a redução do consumo, aumentar a frequência da conta de luz pode ser uma alternativa (DARBY, 2001). Já com o *feedback* inadvertido, o usuário pode aprender sobre o consumo por associação, por exemplo, desenvolver projetos comunitários para redução do consumo de energia ou comprar equipamentos mais eficientes (DARBY, 2001). A Figura 6 apresenta dados de economia de energia que podem ser alcançadas com os diferentes tipos de *feedback* do consumo.

Figura 6 – Dados de economia de energia



Fonte: Adaptado de Ehrhardt-Martinez, Donnelly e Laitner (2010).

Roberts e Baker (2003) comentam que o *feedback* direto, dado de forma imediata e acessível para o usuário, é melhor para o entendimento e a mudança de comportamento. Isso não acontece pelo *feedback* indireto quando é oferecido apenas uma vez por mês. Usuários que já são conscientes do seu consumo e que têm a intenção de o reduzir têm maior interesse em receber informações adicionais (FISCHER, 2008; KIDD; WILLIAMS, 2008; KARJALAINEN, 2011). A maioria das contas de luz não apresenta informações extras além do consumo mensal, como dicas da maneira de reduzi-lo. Wilhite (1999), ao acrescentar na conta de luz a

comparação histórica e as dicas, teve um resultado positivo dos usuários. Entretanto, Ehrhardt-Martinez, Donnelly e Laitner (2010) sugerem que apenas a conta de luz, ainda com mais informações, não é suficiente. Diversas pesquisas (DARBY, 2010a; FISCHER, 2008; WOOD; NEWBOROUGH, 2003) comentam sobre o potencial do *feedback* por meio dos dispositivos visuais (5% até 20% de redução) em comparação com o *feedback* indireto pelas contas de luz (0 a 10% de redução). O *feedback* indireto não é frequente o suficiente para os usuários associarem seu comportamento com o consumo (FROEHLICH, 2009). Já os dispositivos visuais repassam as informações do consumo em tempo real para os usuários, permitindo que esses o associem com os comportamentos realizados (CHIANG, 2015).

As diferenças de economia de energia apresentada nas pesquisas que utilizam o *feedback* mostram as discordâncias dos estudos entre si. Isto pode ocorrer devido à utilização de diferentes tipos de *feedback*, caracterização dos usuários e os próprios aspectos dos estudos, como a duração, o contexto, o tipo e o tamanho da amostra. O tempo no qual o *feedback* é fornecido ao usuário pode ser e curto (até quatro meses), médio (quatro a quinze meses) e longo (mais do que quinze meses) (VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010). A maioria dos estudos (ex.: JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; PETERSEN et al., 2007; UENO et al., 2006a) tem duração de curto prazo e conseguem alcançar reduções do consumo de 5 a 20%. Darby (2006) afirma que, quanto maior for o período em que o *feedback* for fornecido, mais eficaz será a redução do consumo de energia. Isto ocorre porque o usuário consegue formular novos hábitos para atingir maiores reduções do consumo. Porém, o estudo realizado por Van Dam, Bakker e Van Hal (2010) analisou os efeitos do *feedback* em longo prazo e descobriu que os usuários não mantêm as reduções do consumo (a redução de 7,8% dos primeiros quatro meses não foi sustentada após 11 meses). Ehrhardt-Martinez, Donnelly e Laitner (2010), ao revisar 48 estudos, também identificaram que estudos de curto prazo têm maiores médias de economia de energia (10,1%), ao contrário dos estudos mais longos (7,7%).

O tipo e o tamanho da amostra do estudo também são aspectos que devem ser considerados para a análise e avaliação da representatividade dos resultados (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; FISCHER, 2008). A maioria dos estudos não investiga detalhes referentes ao tipo e tamanho da amostra (CHIANG et al., 2014; DARBY, 2001; EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010; MCKERRACHER; TORRITI, 2013). Os usuários podem apresentar diferenças culturais, sociais e políticas que afetam as reduções do consumo. Em relação ao tamanho da amostra, Ehrhardt-Martinez, Donnelly e Laitner (2010) concluíram que amostras grandes (mais de 100 residências) têm uma média menor de redução do consumo (6,6%) ao comparar com os estudos de amostra pequena (11,6%). Por exemplo, Ueno et al. (2006), ao analisarem a economia de apenas nove residências, encontraram resultados

satisfatórios (9%). Já Darby (2010), ao avaliar seis estudos com amostras grandes, encontrou uma redução média de 4%.

O efeito Hawthorne é um fator que também pode influenciar a maior redução do consumo em estudos de curto prazo (WILHITE; LING, 1995). Este efeito acontece quando os participantes mudam de comportamento se sabem que estão participando de um experimento e que estão sendo observados (WOOD e NEWBOROUGH, 2003). Ehrhardt-Martinez, Donnely e Laitner (2010) afirmam que, para estudos de curto prazo, o efeito Hawthorne pode contribuir para as reduções serem ainda maiores (possível maior contato entre o participante e o pesquisador), ao contrário dos estudos de longo prazo, em que os participantes se acostumam com a ideia do experimento e até esquecem que estão participando.

A Figura 7 mostra uma síntese dos estudos acima citados, comparando os efeitos da região, do tamanho da amostra e da duração dos estudos com os resultados de economia de energia obtidos. Nesta Figura, foram comparados estudos que aplicaram o *feedback* direto e indireto como estratégias para redução do consumo. Não foi encontrada relação da região com os resultados de economia de energia. Comparativamente, não foi possível afirmar que estudos com duração maior reduziram menos o consumo. Um exemplo são os estudos de Kidd e Willians (2008) e do Ueno et al. (2006): enquanto o primeiro teve duração de quatro semanas, o segundo durou 36 semanas, porém ambos obtiveram redução de 9% no consumo. A comparação com o tamanho da amostra também apresentou resultados similares: não foi possível definir se estudos com tamanhos de amostras maiores têm menor redução do consumo, conforme mencionado por Ehrhardt-Martinez, Donnely e Laitner (2010). Grønhøj e Thøgersen (2011) e Nilson et al. (2014) com o mesmo tamanho de amostra (20 residências) encontraram 8,5%, e nenhuma alteração, respectivamente, nos resultados de redução do consumo. Porém, em relação ao ano de aplicação, a partir de 2013, estudos que possuíam características semelhantes a outros anteriores tiveram reduções de consumo menores. Uma justificativa para isso seriam as características próprias dos participantes, as suas atitudes e as intenções em relação à importância da redução de consumo. O papel das novas tecnologias que surgiram, como aparelhos diversificados, também é importante a ser considerado (DARBY, 2018)

Figura 7 – Comparação dos estudos realizados com *feedback* para redução do consumo

ESTUDO	REGIÃO	TAMANHO DA AMOSTRA	DURAÇÃO	ECONOMIA DE ENERGIA	TIPO DE FEEDBACK
DARBY (2001)	Reino Unido	10 -1500 residências para <i>feedback</i> direto	4 semanas - 156 semanas para <i>feedback</i> direto	5-15% <i>feedback</i> direto	21 estudos utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual 13 estudos utilização de <i>feedback</i> indireto
	Estados Unidos	15 - 2000 residências para <i>feedback</i> indireto	3 semanas para <i>feedback</i> indireto	0-10% <i>feedback</i> indireto	
	Canadá				
	Escandinávia Holanda				
MCCALLEY e MIDDEN (2002)	Holanda	100 usuários	experimento	2,10%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual e meta de consumo
ABRAHAMSE et al. (2005)	não mencionado	4 residências até 600 residências - 203 residências (média)	2 semanas até 3 anos 20 semanas (média)	11.3% (média)	Revisão de 38 estudos sobre <i>feedback</i> , recompensa, comprometimento, meta de consumo e informação
UENO et al. (2006a)	Japão	10 residências	36 semanas	9%	Utilização de <i>feedback</i> direto online
ABRAHAMSE et al. (2007)	Holanda	186 residências	20 semanas	5,10%	Utilização de <i>feedback</i> com dispositivo visual, informações do consumo dos aparelhos e meta de consumo
PETERSEN et al. (2007)	Estados Unidos	16 dormitórios de estudantes 1612 estudantes	2 semanas	32%	Utilização do <i>feedback</i> direto online
FISCHER (2008)	Estados Unidos				Revisão de 26 estudos sobre o <i>feedback</i> direto com dispositivo visual e indireto
	Japão				
	Dinamarca	9 - 4500 residências	4 semanas até 156 semanas	1.1% até 20%	
	Finlândia				
	Alemanha	649 residências (média)	30 semanas (média)	12% (média)	
	Suíça Holanda Suécia Reino Unido				
KIDD; WILLIAMS (2008)	País de Gales	27 usuários (2-4 usuários por residência)	4 semanas	9%	Utilização de <i>feedback</i> direto com dispositivo visual em 10 residências
COOPER et al. (2011)	Inglaterra Bulgária	250 residências	1 semana	8%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER (2010)	Estados Unidos Canadá Europa Outros	50 - até mais de 40000 residências 105 residências (média)	56% dos estudos duraram menos de 25 semanas 15% entre 25 e 52 semanas 29% duraram mais de 52 semanas	8,50%	Utilização de <i>feedback</i> em 57 estudos - 46 com <i>feedback</i> direto com dispositivo visual e 11 com <i>feedback</i> indireto
VAN DAM; BAKKER; VAN HAL (2010)	Holanda	264 casas durante o período inicial Após 23 casas com monitor e 28 sem monitor	65 semanas - 13 semanas período inicial e 52 semanas de acompanhamento	7.8% até os primeiros 4 meses	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
DARBY (2011)	Reino Unido	10 - 50000 residências	156 semanas	12 - 18%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
GRØNHØJ; THØGERSEN (2011)	Dinamarca	20 residências	16 semanas	8,10%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
WALLENBORN; ORSINI; VANHAVERBEKE (2011)	Bélgica	21 residências	3-6 semanas	13 residências reduziram o consumo - não menciona %	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
VASSILEVA et al. (2012)	Suécia	grupo 1 - 108 apartamento e 391 casas grupo 2 - 19 residências grupo 3 - 10 residências	156 semanas	grupo 1 - 1.4% apartamento e 3.4% casas grupo 2 - não houve alteração no consumo grupo 3 - aumentou 15%	Grupo 1 - Utilização de <i>feedback</i> direto com dispositivo visual Grupo 2 - Utilização de <i>feedback</i> indireto Grupo 3 - Utilização de <i>feedback</i> direto online

continua

conclusão

ESTUDO	REGIÃO	TAMANHO DA AMOSTRA	DURAÇÃO	ECONOMIA DE ENERGIA	TIPO DE FEEDBACK
FARUQUI; SERGICI; SHARIF, (2010)	Estados Unidos Canadá Japão Austrália	61 - 3512 residências 896 residências (média)	12 semanas -157 semanas 52 semanas (média)	7,00%	Revisão de 12 estudos sobre <i>feedback</i> Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
MCKERRACHER; TORRITI (2013)	Estados Unidos Canadá Austrália Holanda Reino Unido Japão	9 - 20000 residências 1396 residências (média)	não menciona	3 - 5%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
JAIN; TAYLOR; CULLIGAN (2013)	Estados Unidos	39 usuários	1 semana	21 usuários aumentaram o consumo em 18% 18 usuários reduziram o consumo em 10%	Utilização do <i>feedback</i> indireto com e-mail semanal
NILSON et al. (2014)	Suécia	20 residências	24 semanas	Não houve alteração no consumo	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
CHIANG et al. Estudo 1 (2014)	Reino Unido	42 usuários (estudantes)	6 semanas	7,70%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
CHIANG et al. Estudo 2 (2014)	Reino Unido	42 usuários (estudantes)	4 semanas	2,50%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual com rank
SCHULTZ et al. (2015)	Estados Unidos	431 residências	12 semanas	7%	Utilização do <i>feedback</i> direto com dispositivo visual
MA et al. (2017)	China	39 usuários sendo: 10 chineses 16 alemães 5 italianos 2 franceses 1 americano 1 etíopiano 1 montenegrino 1 português 1 suíço 1 sueco	7 semanas	Não é dado em % Português, chineses e etíopiano reduziram o consumo e os outros aumentaram (franceses mais aumentaram)	Utilização do <i>feedback</i> direto online

Muitos fatores podem afetar os resultados de redução do consumo, portanto, é necessário avaliar de qual forma o *feedback* funciona melhor. Não existe um tipo de *feedback* que funcione para todos, portanto, esse deve ser adaptado de acordo com o tipo do usuário, as motivações para reduzir o consumo e o contexto em que for aplicado (BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2014). Estudos já indicam que o uso dos dispositivos visuais é mais eficiente para a redução do consumo (DARBY 2010; WOOD AND NEWBOROUGH 2003; FISCHER 2008; FARUQUI, SERGICI, AND SHARIF 2010; ABRAHAMSE ET AL. 2005), porém, é necessário avaliar quais informações devem ser apresentadas nos dispositivos para a redução de energia ser maior.

3.2 DISPOSITIVOS VISUAIS

Dispositivos visuais, neste estudo, são monitores eletrônicos que mostram informações do consumo de eletricidade, água e gás das casas aos seus moradores, com a intenção de reduzi-lo. Estes dispositivos estão disponíveis desde o ano 2000, e avançaram em relação a outros tipos de *feedback* por apresentar informações detalhadas do consumo em tempo real, já que trabalham em conjunto com os medidores inteligentes (DARBY, 2010a).

As residências podem apresentar dois tipos de medidores de eletricidade: convencional ou inteligente (*smart meter*). O medidor convencional registra o consumo uma vez por mês, enquanto o medidor inteligente registra o consumo em intervalos de hora ou menos (COOPER et al., 2011). Para o uso dos dispositivos visuais, é necessário que a residência contenha o medidor inteligente. Fitzpatrick e Smith (2010) afirmam que vários países já estão ou irão introduzir o medidor inteligente, porque, além dele fornecer informações sobre o consumo para a companhia de energia, também repassa estas informações ao usuário. O Reino Unido, por exemplo, em 2009, anunciou a intenção de instalar medidores inteligentes junto de dispositivos visuais em todas as residências até 2020 (COOPER et al., 2011). Os benefícios da instalação do *smart meter* para o usuário são: (i) monitoramento do consumo de eletricidade; (ii) economia de dinheiro, de energia e de emissões de carbono a partir do acompanhamento das informações de consumo; e (iii) faturamento mais preciso do consumo (HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010). Já Darby (2010) aponta os benefícios para as companhias de energia como: (i) automatização do sistema de leitura dos dados e faturamento; (ii) gerenciamento do consumo na hora de pico; e (iii) redução de fraudes e roubo de energia.

Os medidores inteligentes devem estar conectados a redes inteligentes de energia elétrica (*smart grid*), diferentes das redes existentes, a fim de fornecer os dados para as companhias de energia. A rede inteligente de energia elétrica é um sistema que utiliza a tecnologia de informação (TI) para torná-la mais eficiente, confiável e sustentável (DARBY, 2010b; GUPTA et al., 2015). Ela é mais eficiente porque permite se otimizar para atender à crescente demanda, evitando o desperdício (EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010). Também, é mais confiável porque identifica quedas de energia, se reestabelece de forma automática e detecta fraudes (GUPTA et al., 2015). A integração das redes inteligentes com os sistemas de geração de energia possibilita que o consumidor produza e comercialize energia de fontes renováveis (DARBY, 2006). Por meio destas redes, a informação do consumo é transmitida ao usuário pelos dispositivos visuais que recebem a informação por uma conexão sem fio segura (Wireless) do medidor inteligente (FITZPATRICK, SMITH, 2010).

Embora os dispositivos visuais auxiliem na economia de energia, estudos apresentam grandes diferenças de níveis de redução. Por exemplo, dos 21 estudos revisados por Darby (2006) que utilizavam dispositivos visuais, a média de redução foi 15%. Já para Faruqui, Sergici e Sharif (2010), ao revisar 12 estudos que utilizavam os dispositivos, a média foi de 7%. A diferença de redução pode ser um fator decorrente dos tipos de informações apresentadas no dispositivo (CHIANG et al., 2014). Estas informações apresentadas nos dispositivos (consumo instantâneo, consumo cumulativo, consumo por ambiente, consumo por aparelhos, comparação histórica, comparação normativa, meta do consumo, dicas, recompensa, incentivo e penalidade) (CHIANG, 2015; FARUQUI; SERGICI; SHARIF, 2010; FISCHER, 2008; FROEHLICH, 2009; WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2015) chamam a atenção dos usuários de formas variadas, fazendo com que as pessoas tenham distintas motivações para a economia de energia. A partir dos dispositivos visuais, existem diferentes requisitos que limitam e favorecem a redução do consumo de energia, apresentados na Figura 8 (ANDERSON; WHITE, 2009; BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2015; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010).

Figura 8 – Fatores limitadores e facilitadores para redução do consumo

FATORES LIMITADORES	FATORES FACILITADORES
Mal entendimento das informações	Boa interatividade no dispositivo
Má precisão das informações	Adequados tipos de informação para os tipos de usuários
Dificuldades técnicas relacionadas ao uso do dispositivo	Apropriado design do dispositivo conforme o tipo de usuário
Falta de privacidade e segurança	Adequada localização do dispositivo
Perda de interesse em continuar o uso do dispositivo	Mobilidade do dispositivo para investigações dos usuários
Contexto e hábitos de uso de energia	Interesse do usuário para aprendizado sobre o consumo

Anderson e White (2009) comentam que a falta de entendimento do significado das informações apresentadas faz com que alguns usuários se desinteressem pelo dispositivo ou, até mesmo, acabem consumindo mais energia. Nesta pesquisa, também foi mencionada a falta de precisão das informações, ou seja, o valor do consumo apresentado pelo dispositivo visual era diferente do valor verdadeiro da medição. Buchanan, Russo e Anderson (2014) identificaram, na análise de 125 avaliações de 4 dispositivos visuais do site da Amazon, dificuldades técnicas para instalar o dispositivo. Já o formato de apresentação da informação mostrada ao usuário também influencia na redução alcançada (CHIANG et al., 2014). Por exemplo, alguns usuários do estudo de Anderson e White (2009) acharam o uso do alarme quando o consumo estava elevado incômodo e pararam de utilizá-lo. Van Dam, Bakker e Van Hal (2010) e Skjølsvold, Jørgensen e Ryghaug (2017) também comentam sobre a perda de interesse no dispositivo porque este parou de prover novas informações sobre o consumo. Hargreaves, Nye e Burgess (2013) sugerem que, após a fase do aprendizado, em que os usuários se envolvem mais com o dispositivo, ligando e desligando os aparelhos e observando o consumo enquanto realizam essas ações, este começa a ser gradualmente menos utilizado. Isso mostra que devem ser elaboradas alternativas para que o dispositivo não seja

abandonado e que continue provendo novas informações para os usuários. O contexto de uso do dispositivo visual também deve ser considerado. Usuários que já apresentam níveis baixos de consumo e estão conscientes do seu consumo podem não se interessar em utilizar o dispositivo (ABRAHAMSE et al., 2005). Os hábitos também podem ser uma barreira para a economia de energia, já que os usuários podem não estar dispostos a se desfazer de antigos hábitos de consumo (HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010). Outra barreira está relacionada com a privacidade e a segurança dos dados do consumo monitorados pelo dispositivo visual (HARGREAVES; WILSON; HAUXWELL-BALDWIN, 2017).

Van Dam, Bakker e Van Hal (2010) e Chiang (2015) propõem aumentar a interatividade com o dispositivo para facilitar a redução do consumo. A interatividade do dispositivo permite que o usuário troque os tipos e formatos das informações apresentadas e as unidades. Com isso, as informações podem se adaptar às diferentes motivações dos usuários. Algumas pesquisas também indicam que os usuários têm interesse em utilizar dispositivos para aprender sobre o seu padrão de consumo (OLTRA et al., 2013). A localização do dispositivo é importante para o usuário visualizar seu consumo e observar quando ocorrer mudanças (HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010; WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2015). Por exemplo, Anderson e White (2009) e Fitzpatrick e Smith (2009) afirmam que o dispositivo visual deve estar no cômodo da casa preferido do usuário, que, em seus estudos, eram a cozinha e a sala de estar. Van Dam, Bakker e Van Hal (2010) sugerem que a localização do dispositivo deve estar inserida na rotina do usuário, por exemplo, se o usuário monitora o consumo diário do dispositivo antes de deitar, então, este deve ficar no dormitório. Hargreaves, Nye e Burgess (2010) ainda comentam que o dispositivo deve ser móvel, permitindo aos usuários ligar e desligar os aparelhos e ir acompanhando em tempo real a mudança no consumo. O local que os usuários escolhem para colocar o dispositivo também está relacionado com o design do aparelho: quando os usuários o consideram esteticamente atrativo, colocam-no em algum lugar central da casa (HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010).

3.2.1 Tipos de informação

A Figura 9 mostra os elementos de informação apresentados em um dispositivo. Fischer (2008) aponta a dificuldade de identificar quais tipos de informação devem ser utilizados para alterar o comportamento que envolve o consumo de energia, devido à grande diversidade dos estudos sobre o *feedback* (duração do estudo, tipos de dispositivos utilizados, etc.). Anderson e White (2009) e Faruqi, Sergici e Sharif (2010) mencionam que um dispositivo não deve obrigatoriamente apresentar todos os tipos de informação disponíveis sobre o consumo. Assim, é importante investigar quais tipos de informações devem ser apresentados aos usuários para que estes aprendam com seu consumo e consigam reduzi-lo.

Figura 9 – Categorização dos tipos de informações apresentadas em dispositivos visuais

TIPO DE INFORMAÇÃO	FUNÇÃO	FORMATO	ESTUDOS
Natureza da medida	Medir eletricidade, gás, água e/ou temperatura	Símbolo Texto	ANDERSON; WHITE, 2009; BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2015; COOPER et al., 2011; DARBY, 2010a; FITZPATRICK; SMITH, 2009; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010; WOOD; NEWBOROUGH, 2007
Frequência da medida	Apresentar o <i>feedback</i> do consumo de energia por determinado período de tempo (ano, mês, semana, dia, hora e/ou em tempo real)	Texto Gráfico de barras Velocímetro Símbolo	ABRAHAMSE et al., 2005; BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2015; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; CHIANG, 2015; COOPER et al., 2011; DARBY, 2006, 2010b; EHRHARDT-MARTINEZ, 2010; FISCHER, 2008; FITZPATRICK; SMITH, 2009; FROEHLICH, 2009; HERMSEN et al., 2016; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013; STROMBACK et al., 2011; UENO et al., 2006a; VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2012; WILSON, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2007
Desagregação	Apresentar o consumo de energia utilizada por aparelhos, ambientes, pela casa inteira e/ou para uma função	Texto Gráfico de barras Gráfico de pizza Tabela	CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; DALEN. KRÄMER, 2016; CHIANG, 2015; COOPER et al., 2011; DARBY, 2006; FISCHER, 2008; FITZPATRICK; SMITH, 2009; FROEHLICH, 2009; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013; LEYGUE et al., 2014; ROBERTS; BAKER, 2003; UENO et al., 2006; WILHITE, 1999; WILSON, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2003, 2007; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015
Comparação Histórica	Comparar dados anteriores do próprio consumo	Texto Gráfico de barras Tabela	ANDERSON; WHITE, 2009; CHIANG et al., 2014; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; CHIANG, 2015; COOPER et al., 2011; DARBY, 2006; EGAN, 1998; FISCHER, 2008; FROEHLICH et al., 2012; FROEHLICH, 2009; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; HERMSEN et al., 2016; JAIN; TAYLOR; CULLIGAN, 2013; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013; ROBERTS; HUMPHRIES; HYLDON, 2004; WILHITE, 1999; WILSON, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2007; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015
Comparação Normativa	Comparar o consumo com outras casas na vizinhança	Texto Gráfico de barras Tabela	ABRAHAMSE et al., 2005; ANDERSON; WHITE, 2009; CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; CHIANG et al., 2014; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; CHIANG, 2015; EGAN, 1998; EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010; FISCHER, 2008; FITZPATRICK; SMITH, 2009; FROEHLICH, 2009; FROEHLICH et al., 2012; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; IYER; KEMPTON; PAYNE, 2006; JACUCCI et al., 2009; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013; MCKERRACHER; TORRITI, 2013; ROBERTS; BAKER, 2003; ROBERTS; HUMPHRIES; HYLDON, 2004; SUPPERS; APPERLEY, 2014; WILHITE, 1999; WILSON, 2013; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015
Meta de Consumo	Estabelecer um valor limite que pode ser alcançado em termos de consumo de energia	Texto Gráfico de barras Velocímetro Símbolo	ABRAHAMSE et al., 2005; ANDERSON; WHITE, 2009; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; CHIANG, 2015; COOPER et al., 2011; FISCHER, 2008; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013; MCCALLEY; MIDDEN, 2002; ROBERTS; BAKER, 2003; SUPPERS; APPERLEY, 2014; WILSON, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2003, 2007
Dicas	Recomendar ações que ajudam o usuário a economizar energia	Texto	COOPER et al., 2011; DARBY, 2006; DARBY, 2010a; EHRHARDT-MARTINEZ, 2010; EHRHARDT-MARTINEZ; DONNELLY; LAITNER, 2010; FISCHER, 2008; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; JACUCCI et al., 2009; ROBERTS; BAKER, 2003; ROBERTS; HUMPHRIES; HYLDON, 2004; SUPPERS; APPERLEY, 2014; UENO et al., 2006; WILSON, 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2003; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015
Recompensa e penalidade	Motivar o usuário após uma ação para redução do consumo	Texto	ABRAHAMSE et al., 2005; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; CHIANG et al., 2014; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; HAN et al., 2013; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; STEG; VLEK, 2009; SUPPERS; APPERLEY, 2014; WOOD; NEWBOROUGH, 2007
Incentivo	Motivar o usuário antes de uma ação para redução do consumo	Texto	ABRAHAMSE et al., 2005; DARBY, 2006, 2010; EGAN, 1998; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; PETERSEN et al., 2007; SUPPERS; APPERLEY, 2014; WILHITE, 1999; WOOD; NEWBOROUGH, 2007

3.2.1.1 Natureza da medida

Natureza de medida corresponde ao que o dispositivo está medindo: eletricidade, gás, água e/ou temperatura. Alguns estudos comentam que dispositivos visuais que medem apenas o consumo de eletricidade podem causar o aumento do consumo do gás (ex.: mudar o chuveiro elétrico por chuveiro a gás) (COOPER et al., 2011; VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010). Uma alternativa seria apresentar ambos os consumos para que o usuário possa os comparar ou para os dispositivos que mostram apenas o consumo de eletricidade, ter dicas para evitar o aumento do consumo do gás (COOPER et al., 2011).

3.2.1.2 Frequência de medição

Frequência de medição corresponde ao período de tempo em que os dados de consumo são apresentados para o usuário (último ano, último mês, última semana, último dia, por hora, ou em tempo real). Estudos indicam que os dados devem ser fornecidos frequentemente e não exceder o consumo mensal ou anual porque pode levar o usuário a realizar estimativas erradas causando o abandono do dispositivo (ANDERSON; WHITE, 2009; DARBY, 2006, 2010a; FISCHER, 2008; UENO et al., 2006a). Em geral, quanto mais frequente for o *feedback*, maior será a contribuição para mudança de comportamento do usuário (FISCHER, 2008; ROBERTS; BAKER, 2003). Também é importante permitir que o usuário escolha a frequência que desejar no dispositivo (DARBY, 2010a).

3.2.1.3 Desagregação

Desagregação corresponde à medição de energia utilizada por aparelhos, ambientes, pela casa inteira, ou para uma função (ex.: cozinhar). Karjalainen (2011) e Wood e Newborough (2007) combinam a desagregação com a frequência da medida ao propor a separação pelo tempo de uso (ex.: comparar o consumo da televisão durante a manhã e à tarde). Comparar os tempos de uso pode ser uma forma eficiente de motivar a redução do consumo. A desagregação pode contribuir para o entendimento e a conscientização do usuário de onde o consumo de energia é maior (FISCHER, 2008; KARJALAINEN, 2011; WILHITE, 1999). Esta informação também pode motivar o usuário a usar menos os aparelhos ou a substituir por outros mais eficientes (FISCHER, 2008). Fischer (2008), na revisão de 26 artigos, concluiu que a desagregação contribui para que a economia de energia seja maior, diferente de Jain, Taylor e Peschiera (2012), que não encontraram diferenças significativas de redução do consumo. Portanto, é necessário avaliar se o investimento neste tipo de informação irá gerar de fato uma redução do consumo já que a instalação desta tecnologia envolve um alto custo (FITZPATRICK; SMITH, 2009).

3.2.1.4 Comparação histórica e normativa

A comparação dos dados de consumo pode ser eficiente para facilitar a mudança de comportamento quando revela se o uso está acima ou abaixo da média (WILSON; LILLEY; BHAMRA, 2013). A comparação pode ser: histórica (em relação aos dados anteriores de consumo da própria casa) e normativa (em relação a outras casas). A comparação varia de acordo com a frequência de medição: dia, semana, mês e ano. Karjalainen (2011), Cooper et al. (2011) e Froehlich (2009) incluem variáveis climáticas, como a estação do ano e a temperatura média, para poder realizar a comparação. Chiang et al. (2014) identificaram que os usuários que receberam a comparação histórica ficaram motivados mesmo se o seu consumo já era baixo para reduzi-lo ainda mais. Já Fischer (2008) identificou o contrário, que a comparação histórica só funciona se o consumo do usuário era maior do que o consumo do período de tempo em que ele estava comparando.

A comparação normativa pode ser dividida em dois grupos: características da casa (tamanho, similaridade na construção e aparelhos) e proximidade geográfica (morados na mesma rua ou região) (IYER; KEMPTON; PAYNE, 2006). Karjalainen (2011) acrescenta que os usuários também devem ser similares, como exemplo, ter a mesma renda e educação. A comparação normativa pode estimular a redução do consumo utilizando fatores como a competição, comparação social e ambição (ABRAHAMSE et al., 2005; FISCHER, 2008). Porém, deve-se ter cuidado para não criar o efeito rebote, quando o usuário que possui menor consumo de energia em relação aos demais acaba aumentando o seu consumo (Jacucci et al. 2009; Fischer 2008; Abrahamse et al., 2005). Questões referentes à confiabilidade e à privacidade das informações também devem ser levadas em consideração ao realizar a comparação normativa (FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; ROBERTS; BAKER, 2003).

3.2.1.5 Meta de consumo

Meta de consumo corresponde ao valor limite que pode ser alcançado em termos de consumo de energia (COOPER et al., 2011; KARJALAINEN, 2011; MCCALLEY; MIDDEN, 2002; ROBERTS; BAKER, 2003; SUPPERS; APPERLEY, 2014). Este valor pode ser definido pelo próprio dispositivo, com base no histórico do consumo, ou pelo usuário. A meta do consumo deve ser estipulada cuidadosamente: não deve ser impossível de alcançar nem muito fácil que desestimule os usuários e cause o abandono do dispositivo (KRISHNAMURTI et al., 2013; WOOD; NEWBOROUGH, 2003). McCalley e Midden (2002), utilizando o *feedback* com a meta do consumo, encontraram reduções em alguns casos maiores que 20%. Karjalainen (2011) ainda comenta que é interessante distribuir recompensas para os usuários que não ultrapassarem a meta do consumo. Cooper et al. (2011) acreditam que relacionar o valor limite do consumo por aparelho e não do consumo total pode motivar mais a economia de energia.

3.2.1.6 Dicas

Dicas são recomendações que ajudam o usuário a economizar energia. Darby (2006), Roberts, Humphries e Hyldon (2004), Ueno et al. (2006) e Yun, Aziz e Lasternas (2015) comentam que as dicas devem ser personalizadas, confiáveis, relevantes e relacionadas com o consumo e a motivação do usuário. Os usuários da pesquisa de Yun, Aziz e Lasternas (2015) consideraram importantes as dicas mostrarem a quantidade de energia reduzida. Vassileva e Campillo (2014) ressaltam que as dicas devem estar de acordo com a motivação do usuário, por exemplo, para aqueles que têm motivações ambientais, informar a quantidade de emissões de carbono que serão reduzidas. Wood e Newborough (2003) comentam que as dicas devem aparecer nos dispositivos com a opção de escondê-las após o seu entendimento. Também, estas recomendações podem ser apresentadas em outras formas, como no *smartphone*, *e-mail* e na própria conta de luz (COOPER et al., 2011). Suppers e Apperley (2014) ainda sugerem o uso de redes sociais, como o Facebook, para os usuários trocarem dicas entre si.

3.2.1.7 Recompensa e penalidade

Recompensa e penalidade são estratégias motivacionais que acontecem após a ação: o usuário recebe uma recompensa por reduzir o consumo de energia ou uma penalidade por aumentá-lo. Recompensa e penalidade podem ser econômicas (ex.: receber uma multa quando exceder o limite de consumo ou ganhar pontos para troca de produtos mais eficientes) ou sociais (o sentimento de realizar comportamentos ambientais para o bem da sociedade) (ABRAHAMSE et al., 2005; DARBY, 2010a; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012). Abrahamse et al. (2005), ao revisar 38 artigos, afirmam que os usuários que receberam recompensas monetárias economizaram mais energia do que os que não ganharam. Embora a recompensa motive os usuários a reduzirem o consumo, ainda é necessário cuidado para avaliar se a redução acontece só quando há uma recompensa (ABRAHAMSE et al., 2005; HAN et al., 2013; JACUCCI et al., 2009; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; STEG; VLEK, 2009). A penalidade apresentou resultados distintos (JACUCCI et al., 2009; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012): enquanto Jacucci et al. (2009) defendem a penalidade como uma estratégia que motiva a redução do consumo, Jain, Taylor e Peschiera (2012) apresentaram evidências de que a penalidade não motiva. Entretanto, estas estratégias devem ser ainda exploradas devido à falta de estudos que as abordam (ABRAHAMSE et al., 2005; JACUCCI et al., 2009; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012).

3.2.1.8 Incentivo

Incentivo corresponde à estratégia utilizada para redução do consumo antes de uma ação e pode ser: econômico (ex.: redução do valor da conta de luz), social (ex.: competição motivada

por si próprio ou com outros usuários) e ambiental (ex.: diminuir as emissões de carbono) (ABRAHAMSE et al., 2005; EGAN, 1998; WILHITE, 1999). O tipo de incentivo deve estar associado com a motivação do usuário, por exemplo, incentivos econômicos podem ser interessantes para quem quer reduzir o valor da conta de luz (ABRAHAMESE et al., 2005). Similar às recompensas, também há a questão sobre a permanência da redução do consumo se o incentivo for removido (DARBY, 2006, 2010a; FROEHLICH; FINDLATER; LANDAY, 2010; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012). Apesar de poucas pesquisas apresentarem resultados insatisfatórios a partir do uso dos incentivos, ainda é necessário verificar se podem contribuir para a redução do consumo (ABRAHAMSE et al., 2005; PETERSEN et al., 2007; PIERCE; SCHIANO; PAULOS, 2010).

3.2.2 Formatos da informação

Os tipos de informação podem ser apresentados em três formatos (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; DARBY, 2010a): numérico (informação do consumo em dinheiro, kW e/ou emissão de CO₂); analógico (informação por meio de uma escala – velocímetro, barras ou gráficos) e ambiental (informação apresentada de forma periférica, com a utilização de imagens, como faces, cores, sons e luzes). A Figura 10 exemplifica os diferentes formatos de informação dos dispositivos.

Figura 10 – Formatos da informação de dispositivos



O formato da informação depende do entendimento e da percepção do usuário em relação às informações numéricas, analógicas e ambientais apresentadas no dispositivo. O formato numérico apresenta a informação quantitativa do consumo de forma detalhada, permitindo rápidas e claras leituras dos dados (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; FISCHER, 2008). O formato analógico demonstra a escala do consumo e, muitas vezes, é considerado intuitivo, e mais fácil de ler e fazer comparações dos dados (ANDERSON; WHITE, 2009; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; KARJALAINEN, 2011). Roberts e Baker (2003), Fischer (2008) e Karjalainen (2011) sugerem que a informação deve ser apresentada com combinações do formato numérico e analógico para auxiliar seu entendimento. Já o formato

ambiental é abstrato e não atrai a atenção consciente e direta dos usuários (CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; HAN et al., 2013). A maioria dos estudos explora os formatos numéricos e analógicos, enquanto o formato ambiental ainda é pouco explorado na literatura (ANDERSON; WHITE, 2009; CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010; UENO et al., 2006a).

O estudo de Chiang, Natarajan e Walker (2012) foi um dos primeiros que exploraram o uso do formato ambiental, utilizando expressões (felizes ou tristes) e cores, para representação do consumo de energia. Estudos anteriores utilizaram o formato ambiental para influenciar atividades do cotidiano dos usuários, como a prática de exercícios físicos, o consumo de água e a higiene dentária (ex.: ARROYO; BONANNI; SELKER, 2005; NAKAJIMA et al., 2008; ROGERS et al., 2010). Esses estudos utilizaram uma Figura para representar o vínculo do comportamento com a consequência. A Figura 11 apresenta dois exemplos: na imagem (1), o aquário virtual utiliza os peixes e a limpeza do aquário para representar o hábito de escovar os dentes e, na imagem (2), as luzes indicam o caminho da escada para que os usuários passem a utilizá-la ao invés do elevador.

Figura 11 – Exemplos de dispositivos ambientais



Fonte: (1) Nakajima et al. (2008); (2) Rodgers e Bartram (2011)

Froehlich, Findlater e Landay (2010) sugerem que o formato de apresentação ambiental pode ser utilizado em outras mídias, além do dispositivo, como: (i) aplicativos para celular; (ii) jogos em monitores eletrônicos; (iii) objetos; e (iv) website ou rede sociais. Utzig e Rocha (2016), ao revisarem 32 dispositivos ambientais, comentam a importância de considerar uma estratégia de incentivo (físico, psicológico, social, econômico ou ideológico) para a mudança de comportamento. O estudo também observou que todas as mídias ambientais utilizaram a metáfora como representação da informação. Fang e Hsu (2010) afirmam que a metáfora é utilizada para o entendimento de uma ideia em termos de outra. No caso das mídias ambientais, isto pode ser um fator que incentiva a mudança com a associação de uma ideia com a informação visual (NAKAJIMA; KAWSAR, 2012). No exemplo da Figura 11, o aquário é utilizado como uma metáfora da higiene bucal dos usuários.

Diversos estudos (CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; DARBY, 2010a; STRENGERS, 2011) comentam sobre a forma de mostrar o consumo com a utilização de cores (verde, amarelo e vermelho). Esta forma é eficiente porque capta rapidamente a atenção dos usuários. Wilson, Lilley e Bhamra (2013) e Strengers (2011) afirmam que, apesar de nem todos compreenderem o significado das cores, apenas a mudança já é suficiente para chamar sua atenção. No estudo de Chiang, Natarajan e Walker (2012) e do Bonino, Corno e de Russis (2012), a utilização de cores ajudou no entendimento das informações e na percepção de mudanças do consumo. Porém, no estudo de caso de Fitzpatrick e Smith, os participantes acharam que o uso de cores desperdiçava energia, o que era antagônica à ideia de conservação.

Embora alguns estudos comentem que o formato das informações dever ser simples, isto contrasta com pesquisas que indicam que os usuários têm interesse em informações detalhadas do consumo (ANDERSON; WHITE, 2009; DALÉN; KRÄMER, 2017; FISCHER, 2008; JACUCCI et al., 2009; ROBERTS; BAKER, 2003). Mais pesquisas são necessárias para investigar quando e quais formatos de informação devem ser utilizados. É importante ter cuidado em relação ao formato apresentado para que seja compreensível e não gere dúvidas em relação à informação.

3.2.3 Unidade de medida

O consumo de energia pode ser apresentado em unidade de energia ou potência de energia (kW ou kWh), unidade monetária (reais) e unidade ambiental (quilograma de CO₂). Pesquisas indicam que a unidade monetária é entendida pela maioria dos usuários, ao contrário da potência de energia e unidade ambiental, que são consideradas difíceis de entender (ANDERSON; WHITE, 2009; BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010; VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010; WOOD; NEWBOROUGH, 2007).

O tipo de unidade apresentado deve estar relacionado com a motivação do usuário. A unidade de energia, geralmente, é percebida como abstrata ou difícil de relacionar com ações cotidianas (ANDERSON; WHITE, 2009; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010; VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2012). Já a unidade monetária pode ser mais relevante e entendível pelos usuários. Por exemplo, um usuário que quer economizar dinheiro pode observar o consumo por meio da unidade monetária (CHIANG et al., 2014; KARJALAINEN, 2011). Porém, em alguns casos, o uso desta unidade pode ser ineficiente se o usuário tem uma percepção errada do quanto os aparelhos/as atividades consomem (BONINO; CORNO; DE RUSSIS, 2012; KARJALAINEN, 2011). A unidade ambiental pode ser utilizada para facilitar a ligação de um comportamento com a sua consequência ambiental (WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2015). No entanto, Cooper et al. (2011), Wood e Newborough (2007) e Yun, Aziz e

Lasternas (2015) comentam sobre a dificuldade dos usuários em fazer a conexão desta unidade com o consumo de energia. Algumas pesquisas tentaram aumentar a compreensão desta unidade, representando o consumo em termos de número de árvores (HOLMES, 2007; JAIN; TAYLOR; CULLIGAN, 2013; STRENGERS, 2011; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015), porém, sua acurácia é questionável (WOOD e NEWBOROUGH, 2007).

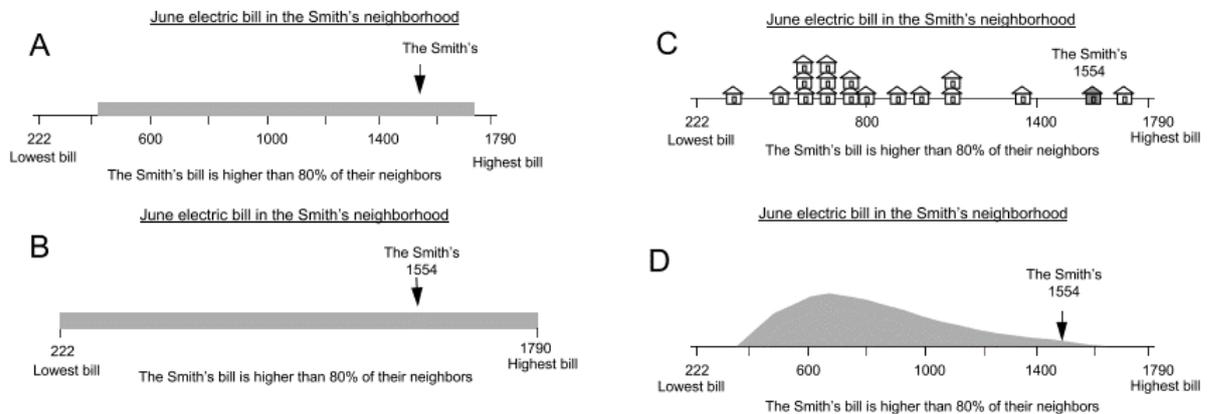
A análise dos artigos identificou que não há uma unidade exclusiva que apresenta os melhores resultados para a redução do consumo. Cada tipo de unidade irá enquadrar o consumo em um contexto diferente, e, assim, vai ativar diferentes normas e intenções dos usuários (FISCHER, 2008). Logo, a escolha da unidade deve ser adaptada em relação a estes aspectos. Uma alternativa seria apresentar a opção de troca de unidades (ANDERSON; WHITE, 2009; FITZPATRICK; SMITH, 2009).

3.2.4 Preferência e entendimento

O consumo de energia pode ser representado por diferentes tipos e formatos de informação, porém poucos estudos abordam sua preferência e seu entendimento (ex.: ANDERSON; WHITE, 2009; CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; KARJALAINEN, 2011). A preferência do usuário é definida como a escolha de um tipo ou formato de informação em relação a outro (KARJALAINEN, 2011). O entendimento é a compreensão do significado dos tipos e formatos de informação (KRISHNAMURTI et al., 2013). Para alcançar melhores resultados na redução de energia, o *feedback* deve ser fornecido ao usuário de acordo com suas preferências e seu entendimento. Buchanan (2014) indica que o entendimento envolve certas habilidades de cálculo e capacidades analíticas que nem todos os usuários podem ter. Entretanto, a maioria dos estudos não considera que diferentes tipos de usuários podem utilizar o dispositivo visual.

A preferência e o entendimento também podem variar de acordo com o tipo de usuário (ANDERSON; WHITE, 2009; CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; KARJALAINEN, 2011; YUN; AZIZ; LASTERNAS, 2015). Egan (1998), Wilhite (1999) e Iyer (2006) foram os primeiros pesquisadores que analisaram a preferência dos usuários, embora não tenham realizado uma distinção entre a faixa etária (crianças, adultos e idosos). Os pesquisadores analisaram quatro tipos de gráficos para comparação normativa (Figura 12). Enquanto na pesquisa de Egan (1998) e Iyer (2006), o gráfico de ícones foi preferido (C), na pesquisa de Wilhite (1999), foram preferidos igualmente os gráficos lineares (A e B) e os de curva (D). Apesar do entendimento dos usuários não ter sido abordado em profundidade, os pesquisadores definiram que a escolha foi motivada pela compreensão dos gráficos.

Figura 12 – Exemplos de gráficos de comparação do consumo – A – gráfico linear ex. 1; B – gráfico linear ex. 2; C – gráfico de ícones; D - gráfico de curva



Fonte: Adaptado de Egan (1998)

Embora os usuários expressem sua preferência por certos tipos de informação, nem sempre estas escolhas serão as melhores para o seu entendimento. Por exemplo, os participantes da pesquisa de Krishnamurti (2013) preferiram o consumo separado por aparelhos em unidade monetária. Porém, os usuários aprenderam muito mais sobre o consumo dos aparelhos vendo esta informação em kWh. É necessário ter uma compreensão mais aprofundada das preferências e entendimento dos usuários para entender quais são suas necessidades para o design de um dispositivo visual.

3.2.5 Influência do contexto

O desempenho de um dispositivo visual pode ter muitas variáveis, como o contexto cultural (país) e os fatores demográficos (ex.: idade, renda, etc.). Esses fatores, se não considerados, podem gerar resultados diferentes de preferência e entendimento para os mesmos tipos e formatos de informação. O estudo conduzido por Ma et al. (2017) com 39 estudantes de 10 diferentes países que moravam no mesmo tipo de dormitório mostra que as respostas, ao receber o *feedback* do consumo, podem variar conforme o contexto cultural. No estudo, estudantes de seis diferentes países aumentaram o consumo. As causas podem ser que os estudantes não entenderam os tipos de informações que foram apresentados ou que, ao se conscientizarem do seu consumo, acabaram aumentando-o por não achar elevado. Isto indica que os dispositivos visuais devem ser adaptados conforme o contexto para que a redução do consumo de energia seja atingida.

Além do contexto cultural, os fatores demográficos também devem ser considerados. Darby (2006) argumenta que o mesmo dispositivo visual não será eficiente para todos os usuários, sendo necessário adaptá-lo de acordo com suas características para atingir uma maior redução do consumo. Kidd e Willians (2008) constataram que residências com o mesmo número de pessoas e mesmo tamanho tinham níveis de consumo de energia bastante

diferenciados. Isto implica que a variação do consumo de energia pode estar vinculada às normas pessoais dos usuários e como eles utilizam os seus aparelhos, do que no tamanho e número de moradores da casa. Fatores econômicos, como renda dos usuários, também influenciam na utilização do dispositivo visual (CHIANG et al., 2014). Usuários com baixa renda podem ter mais interesse em reduzir o consumo por motivos econômicos, preferindo ter informações sobre o consumo em unidade monetária. O nível de educação também pode influenciar no consumo de energia. Bartiaux (2009) concluiu em sua pesquisa que o consumo de energia diminui se o nível de educação aumenta. Porém, estudos como o de Cramer et al. (1985) observaram que o nível de educação não tem impactos significantes na conservação de energia. Estas características devem ser consideradas ao definir o perfil de cada tipo de usuário (ex.: econômico, ambiental, etc.).

Primeiramente, deve ser considerado o contexto no qual o dispositivo será aplicado, para, então, adaptá-lo conforme o tipo de usuário (GUPTA et al., 2015). Entender o contexto significa compreender as motivações, os hábitos e os comportamentos relacionados ao consumo de energia. A partir dessa compreensão, é possível integrar estas informações às preferências e ao entendimento dos usuários associados aos tipos e formatos de informação. Isso poderá garantir que o usuário não veja informações irrelevantes e indesejadas, permitindo que eles se tornem mais comprometidos e conscientes do seu uso de energia.

4 MÉTODO DE PESQUISA

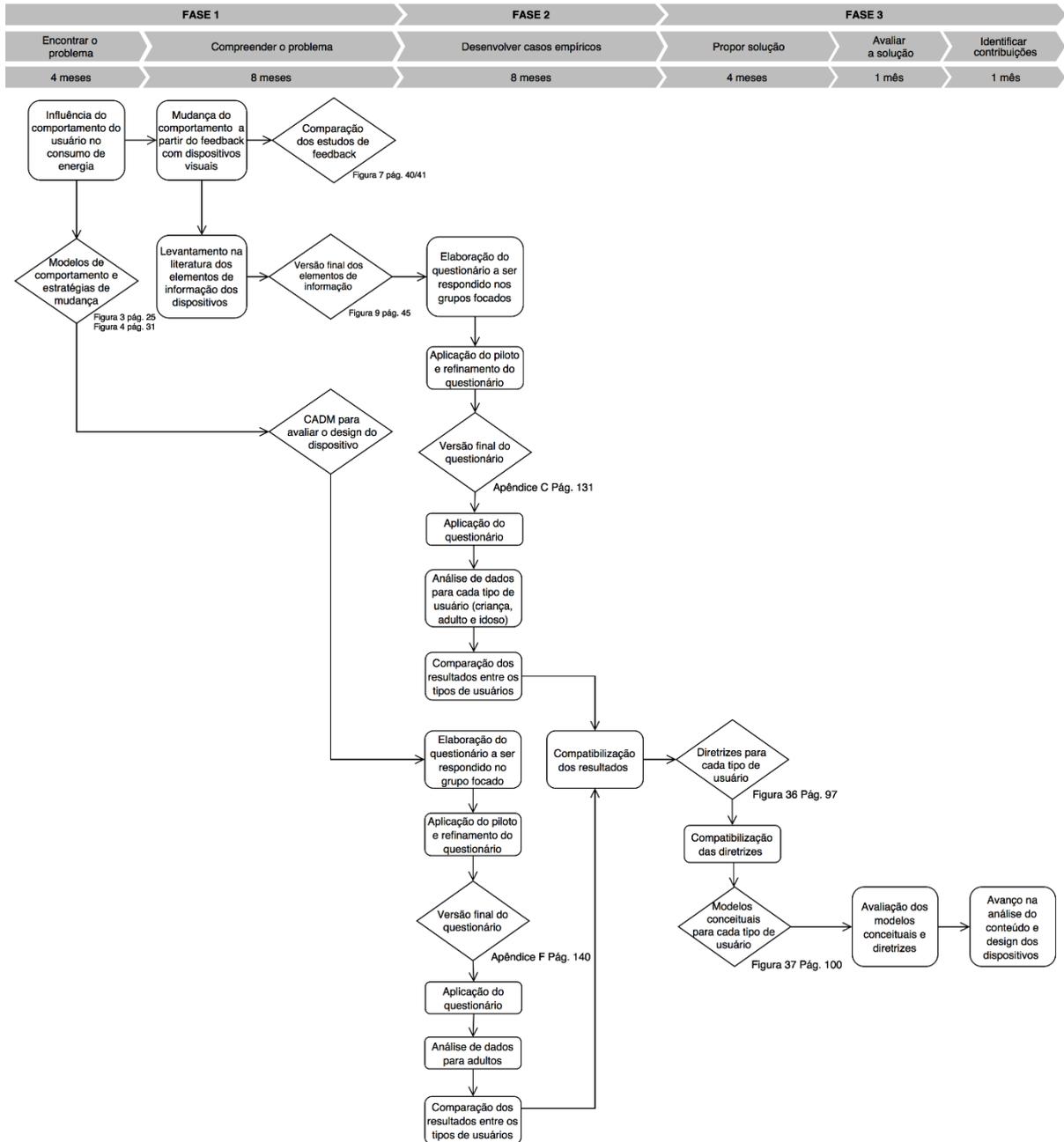
O método de pesquisa utilizado nesta dissertação é *Design Science Research*, também intitulado como *Constructive Research* ou *Prescriptive Research*. Este método é um processo de (i) propor artefatos/soluções para resolver problemas mal estruturados de uma maneira sistemática, (ii) avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e (iii) comunicar os resultados e as contribuições obtidas (HOLMSTRÖM; KETOKIVI; HAMERI, 2009). Neste método, o pesquisador tem um papel de solucionador de problemas, em que explora novas alternativas e seus desenvolvimentos (HOLMSTRÖM; KETOKIVI; HAMERI, 2009). Seu objetivo principal é desenvolver conhecimento para a elaboração e criação de artefatos/soluções para problemas relevantes, considerando o contexto em que serão aplicados (por meio de revisão sistemática de literatura, estudos exploratórios, etc.) (VAN AKEN, 2004). Assim, com a *Design Science*, uma solução/artefato é proposta e não apenas aplicada uma já existente. Este tipo de pesquisa auxilia na resolução de problemas reais gerando o conhecimento que pode ser generalizado para outras situações (VAN AKEN, 2004). A generalização permite que outros pesquisadores também possam utilizar o conhecimento gerado (VAN AKEN, 2004). A *Design Science Research* busca diminuir a lacuna entre a teoria e a prática, mas manter o rigor necessário que assegura a confiabilidade dos resultados da pesquisa.

A abordagem *Design Science* tem sido comparada em diversos estudos com: (i) ciências formais (filosofia e matemática); (ii) ciências explicativas, como as ciências naturais (física, química e biologia) e ciências sociais; (iii) positivistas; e (iv) interpretativas (ex.: MARCH; SMITH, 1995; VAN AKEN, 2004). Van Aken (2004) também compara o conhecimento prescritivo desenvolvido pela *Design Science Research*, ao das pesquisas das ciências naturais, que é descritivo e busca explorar, descrever e explicar fenômenos existentes. Além disso, as pesquisas descritivas focam no problema, enquanto a pesquisa prescritiva foca na solução (VAN AKEN, 2004). Neste método, o pesquisador desenvolve os “meios para o fim”, ou seja, um artefato/solução para resolver o problema (HOLMSTROM; KETOKIVI; HAMERI, 2009). March e Smith (1995) propõem quatro tipos diferentes de artefatos/soluções: constructos (conceitos para delinear um problema), modelos (conjunto de proposições para mostrar a relação entre os constructos), métodos (conjunto de passos para executar uma tarefa) e implementações (operacionalização dos constructos, modelos e métodos). Van Aken (2004) ainda propõe um quinto tipo de artefato/solução, as teorias fundamentadas na *Design Science*.

Esta pesquisa foi delineada conforme as etapas para aplicação do método *Design Science* proposta por Lukka (2003): (i) encontrar problemas práticos e relevantes do mundo real que causem contribuições teóricas e envolvam pesquisas teóricas e práticas; (ii) obter uma profunda compreensão do problema; (iii) propor uma solução inovadora que resolva o problema (realizada por meio dos casos empíricos com base na revisão de literatura); (iv) implementar a solução e avaliar se ela funciona; e (v) identificar e analisar as contribuições práticas e teóricas. O problema da pesquisa está relacionado com a falta de diretrizes para o design de dispositivos visuais para apresentação do consumo de energia em residências. O artefato será um conjunto de diretrizes para o design de dispositivos visuais diferenciados por tipos de usuários. O artefato secundário serão modelos conceituais de dispositivos visuais com base nas diretrizes. As contribuições da pesquisa estão relacionadas ao avanço na análise do conteúdo e do design das informações de consumo por meio da identificação da preferência e do entendimento dos diferentes tipos de usuários. Este trabalho também contribui ao explorar os fatores que antecedem o comportamento (ex.: intenção, atitudes, hábitos, normas, etc.) em relação à preferência e ao entendimento dos elementos de informação. Considerando as etapas propostas por Lukka (2003), a Figura 13 apresenta o delineamento da pesquisa.

As etapas da *Design Science Research* foram separadas em três fases; a **fase 1** envolveu encontrar e compreender o problema. Uma busca inicial exploratória ocorreu para entender a influência do comportamento do usuário no consumo de energia. A partir disso, foram identificados os modelos com os fatores que influenciam o comportamento, como intenção, atitudes, normas e o contexto. Além disso, as intervenções utilizadas para mudança do comportamento do usuário foram categorizadas, sendo a mais eficiente o *feedback* do consumo a partir do uso dos dispositivos visuais. A compreensão profunda do problema ocorreu por meio da revisão sistemática de literatura para identificar quais tipos de informações são apresentados em dispositivos visuais e qual o formato. A **fase 2** aborda o desenvolvimento de casos empíricos, por meio de questionários para coleta de dados com grupos focados. Os questionários foram gradualmente refinados de acordo com pilotos e, quando finalizados, sua aplicação ocorreu com três tipos de usuários (crianças, adultos e idosos) para apresentar a análise de dados. Essa análise também foi comparada com os fatores dos modelos do comportamento para encontrar relações entre a preferência e o entendimento dos elementos de informações. A **fase 3** abrange a proposta das diretrizes e modelos conceituais para o design de dispositivos visuais. Essas soluções foram avaliadas por uma empresa especialista e comparadas com os dispositivos existentes no mercado. Por fim, foram identificadas as contribuições teóricas da pesquisa.

Figura 13 – Delineamento da pesquisa



4.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA

A investigação das causas do aumento do consumo de energia constatou a existência de um problema real e relevante. Estudos já identificaram que o comportamento do usuário é uma das principais causas do desperdício de energia. Para conscientizar os usuários quanto ao seu consumo, a melhor forma encontrada na literatura foi o *feedback* com o uso de dispositivos visuais. Vários estudos quantificaram a redução do consumo a partir do seu uso, mas não abordaram o design. O problema identificado, sob o ponto de vista teórico, foi a falta de pesquisas que investiguem como a preferência e o entendimento dos usuários afeta o

design de dispositivos visuais. Sob o ponto de vista prático, foi identificado que o Brasil, embora tenha um grande número de recursos naturais, apresenta um grande desperdício de energia residencial (24%) (CONTI et al., 2016).

Duas revisões sistemáticas de literatura (RSL) ocorreram a partir da identificação do problema. A primeira RSL (protocolo no Apêndice A) identificou os principais fatores que influenciam o comportamento do usuário (Figura 3; p. 25) e as intervenções a serem utilizadas para alterá-lo (Figura 4; p. 31). A segunda RSL (protocolo no Apêndice B) categorizou os estudos de feedback a partir dos dispositivos visuais e avaliou a influência do design dos dispositivos no consumo. Além disso, também foram identificados nesta RSL os elementos de informação que podem ser apresentados sobre o consumo. Para a análise e síntese dos dados das RSL, foi utilizado o software NVivo (apoio à análise qualitativa de dados). O software NVivo permite categorizar as informações para estabelecer relações entre os conceitos. Na pesquisa, primeiramente, foram identificadas, a partir do uso do software, as informações referentes à economia de energia com o uso do dispositivo (ano do estudo, região, tamanho da amostra, duração do estudo, e o tipo de feedback utilizado). Esses dados foram analisados para comparar os estudos e identificar se alguma dessas informações indicava se a redução de energia era maior (Figura 7; p. 40-41). O software também serviu de apoio para categorizar os elementos de informação apresentados nos dispositivos dos estudos identificados a partir da RSL (Figura 9; p. 45). Exemplos das categorizações realizadas encontram-se nos Apêndices A e B.

4.2 DESENVOLVIMENTO DOS CASOS EMPÍRICOS RELACIONADOS A PREFERÊNCIA E ENTENDIMENTO DOS USUÁRIOS

Para o desenvolvimento de casos empíricos, foi elaborado um questionário (Apêndice C) que identificasse a preferência, a priorização, e o entendimento dos tipos e formatos de informação considerando os três tipos de usuários (crianças, adultos e idosos). O questionário foi organizado em sete etapas:

- i. **etapa 1 – introdução:** apresentação de dados sobre o elevado consumo de energia em residências e a importância de reduzi-lo; definição e exemplos de dispositivos visuais, pois ainda não são amplamente conhecidos no Brasil;
- ii. **etapa 2 – importância e priorização dos tipos de informações:** avaliação da importância e a priorização dos tipos de informação identificados na literatura. Uma vez que há vários tipos de informação, é necessário identificar os mais importantes, pois o excesso de informação no dispositivo pode prejudicar a compreensão. Além disso, a

priorização é necessária porque os participantes podem achar todos os tipos de informação importantes;

- iii. **etapa 3 – entendimento e priorização dos formatos para consumo instantâneo:** identificação do que aconteceu com o consumo instantâneo (aumentou, diminuiu, permaneceu igual ou não sabe) em três diferentes períodos de tempo para cada formato de informação (numérico, analógico e ambiental); indicação de preferência de três formatos de informação em ordem crescente. Com isso, o entendimento e a priorização de formatos de informação são correlacionados;
- iv. **etapa 4 – preferência dos formatos de informação:** avaliação da preferência dos formatos de informação (numérico e analógico) para os outros tipos de informação apresentados na etapa 2 (exceto o consumo instantâneo);
- v. **etapa 5 – priorização da unidade:** priorização das unidades para o consumo (monetária, energia ou ambiental) em ordem crescente;
- vi. **etapa 6 – desenho do dispositivo visual:** criação de um desenho com um dispositivo ideal capaz de monitorar o consumo de energia. Este desenho busca verificar se os elementos de informação preferidos e/ou entendidos pelos participantes foram os que eles desenharam no dispositivo. No final, os participantes deveriam comentar em que local colocariam o dispositivo;
- vii. **etapa 7 – dados pessoais:** informações demográficas, incluindo gênero, idade, nível de escolaridade, renda, ocupação e comportamentos relacionados ao consumo de energia (medidas adotadas para economizar energia, como pagar a conta de luz, etc.).

A construção do questionário ocorreu a partir dos elementos de informação identificados na literatura. Foram definidos nove tipos de informação para apresentação das informações do uso de energia e oito formatos da informação (numéricos, analógico e ambientais). Os elementos de informação foram apresentados no questionário para obter conhecimento sobre o quão bem os participantes entendem e preferem os formatos e os tipos de informações através das suas escolhas e opiniões. Os formatos da informação foram cuidadosamente desenhados para ser simples e usar os mesmos tipos de design gráfico para torna-los comparáveis entre si. Os dados de consumo apresentados representam o uso de energia e custos médios de famílias brasileiras no momento do estudo.

4.2.1 Refinamento do questionário

A aplicação de pilotos do questionário com crianças, adultos e idosos permitiu que este fosse revisado para se adequar conforme a necessidade dos participantes. Primeiramente, foi necessário incluir na introdução a explicação do que são dispositivos visuais e seus exemplos (elaborados pelo pesquisador), visto que estes não são amplamente conhecidos no Brasil.

Também foi retirada a criação de um desenho inicial do dispositivo visual na introdução porque os participantes não sabiam o que era o dispositivo. Na etapa 2, foi realizada uma alteração na tabela para avaliação da importância dos tipos de informações para as crianças. Ao invés de avaliar numa escala numérica, foram utilizadas faces expressando felicidade, neutralidade e tristeza. Para os adultos e idosos, permaneceu a escala numérica inicialmente proposta. Na avaliação do entendimento, foi incluída mais uma resposta possível entre as alternativas existentes (o usuário poderia escolher que não sabe o que aconteceu com o consumo). Não foram necessárias alterações nas outras etapas do questionário.

4.2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada com sete grupos focados com participantes de diferentes faixas etárias (Figura 14): 20 crianças organizadas em 2 grupos, 20 adultos organizados em 4 grupos de acordo com a idade e 10 idosos organizados em pares devido à dificuldade em encontrar grupos grandes.

Figura 14 – Perfil dos participantes

GRUPOS		CRIANÇAS		ADULTOS				IDOSOS
		A	B	C	D	E	F	G
Sexo	Masculino	40%	60%	40%	80%	40%	20%	10%
	Feminino	60%	40%	60%	20%	60%	80%	90%
Idade	11-13	100%	100%	-	-	-	-	-
	18-25	-	-	100%	-	-	-	-
	26-40	-	-	-	100%	-	-	-
	40-50	-	-	-	-	100%	-	-
	50-65	-	-	-	-	-	100%	-
	> 65	-	-	-	-	-	-	100%
Renda familiar (R\$)	< 1.760	-	-	-	-	-	-	-
	1.760 até 3.720	-	-	40%	20%	40%	60%	40%
	3.720 até 8.800	-	-	60%	80%	60%	40%	60%
	8.800 até 17.600	-	-	-	-	-	-	-
	> 17.600	-	-	-	-	-	-	-
Smartphone	Proprietário	-	-	100%	100%	80%	80%	70%
	Fundamental I	-	-	-	-	-	-	-
Educação	Fundamental II	-	-	-	-	-	-	20%
	Ensino médio	-	-	100%	-	60%	40%	30%
	Ensino superior	-	-	-	100%	40%	60%	50%
	Carta	-	-	80%	60%	100%	60%	10%
Recebe conta de luz	E-mail	-	-	-	40%	-	40%	-
	E-mail e carta	-	-	20%	-	-	-	-
	Casa lotérica	-	-	80%	20%	20%	40%	10%
Paga conta de luz	Débito em conta	-	-	20%	20%	60%	20%	80%
	Banco	-	-	-	20%	-	-	10%
	Banco online	-	-	-	40%	20%	40%	-
	Dispositivo visual	40%	20%	40%	40%	20%	60%	70%
Preferência por receber feedback	Aplicativo no smartphone	60%	80%	60%	60%	60%	-	-
	E-mail	-	-	-	-	-	20%	-
	Contas mais frequentes	-	-	-	-	20%	20%	30%

Este método foi escolhido para a coleta de dados porque vários estudos analisados também o utilizaram (ex.: ANDERSON; WHITE, 2009; KARJALAINEN, 2011; PETERSEN et al., 2007; ROBERTS; HUMPHRIES; HYLDON, 2004; WALLENBORN; ORSINI; VANHAVERBEKE, 2011; WILSON; BHAMRA; LILLEY, 2015). Grupo focado é utilizado para discutir uma lista

específica de tópicos com um grupo de participantes e o pesquisador (RABIEE, 2017). Além disso, este método permite a investigação da opinião das pessoas, já que os participantes têm a possibilidade de fazer perguntas e também de suas percepções sobre as informações contidas no questionário. Já o pesquisador pode desenvolver um entendimento profundo sobre o problema por meio das reações dos participantes. Como este método envolve a participação de um grupo, a dinâmica de discussões pode levantar uma coleta significativa de dados (RABIEE, 2017). Os resultados do grupo focado dependem das pessoas que participam e da quantidade de grupos realizados (DÜTSCHKE, 2014). A coleta de dados com as crianças aconteceu no Colégio de Aplicação (CAp) localizado na cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. A escolha do o CAp ocorreu por se tratar de uma instituição da mesma universidade da pesquisa. Antes da aplicação, foi realizada uma reunião com a coordenação do colégio para adaptar o questionário e determinar em qual faixa etária seria aplicada. Os pais dos alunos assinaram termos de consentimento para participação dos estudantes na pesquisa (Apêndice D). Os grupos focados de adultos foram formados priorizando a diversidade de participantes para os resultados não serem tendenciosos (diferentes ocupações e sem vínculos com os outros participantes do grupo). O recrutamento foi por *e-mail* e telefone com participação voluntária (não foi oferecido nenhum incentivo para participação). Todos os participantes assinaram os termos de consentimento para participar da pesquisa (Apêndice E). A coleta de dados com os idosos ocorreu em pares devido à dificuldade de identificar grupos que tenham a disponibilidade. Os grupos focados com adultos e idosos foram aplicados em uma residência para que os participantes se sentissem à vontade em dar suas opiniões e percepções sobre as etapas do questionário.

A coleta de dados ocorreu durante abril e novembro de 2017 com duração de 45 a 90 min. Cada etapa do questionário foi entregue individualmente para cada participante, seguido por um período de discussão moderado por um ou dois pesquisadores vinculados ao projeto. Após a discussão de cada etapa, o pesquisador recolhia a folha e repassava a nova etapa para os participantes até finalizar o questionário. Todas as entrevistas e discussões foram gravadas em áudio para análise dos dados.

Durante a coleta dos dados com as crianças, foram encontradas algumas limitações: (i) disponibilidade da escola por apenas uma hora e meia para aplicar a atividade não foi suficiente para aprofundar as discussões; (ii) falta de interesse; e (iii) cópia de respostas entre os alunos. Os alunos mais interessados lideraram as discussões e realizaram comentários sobre o seu comportamento de consumo de energia com exemplos pessoais, aumentando o tempo das discussões proposto para aplicação do questionário. Por isso, a coleta não foi finalizada em um dos grupos focados (etapa 4 e etapa 5). Outra limitação da aplicação foi que as crianças marcaram algumas respostas pensando no que os seus familiares gostariam. Os

pesquisadores tentaram instigar os alunos a responderem pensando em suas preferências, mas, ainda assim, alguns participantes podem não ter realizado isso. Já nas coletas de dados realizadas com adultos e idosos, alguns participantes manifestaram o desejo de trocar de respostas após a discussão, embora não tenha sido permitido pelos pesquisadores. Muitos participantes, também, não quiseram desenhar o dispositivo no final da etapa 6. Para isso, foi proposto que eles escrevessem o que eles gostariam que o dispositivo apresentasse e como ele funcionaria.

4.2.3 Análise de dados

Embora a pesquisa seja qualitativa, as respostas dos participantes foram categorizadas em números para a análise dos dados. A importância dos tipos de informação (etapa 2) foi analisada conforme a soma dos pesos atribuídos pelos participantes, sendo 3 muito importante, 2 média importância e 1 pouco importante (soma máxima e mínima de 60 e 20 pontos, respectivamente, para crianças e adultos e 30 e 10 pontos para idosos). Para a análise da priorização dos tipos de informação, foi utilizada a soma conforme o peso atribuído para a escolha dos participantes, sendo 3 para a primeira preferência, 2 para a segunda preferência e 1 para a terceira preferência (soma máxima e mínima de 60 e 20 pontos, respectivamente, para crianças e adultos e 30 e 10 pontos, respectivamente, para idosos). Os tipos de informação desenhados pelos participantes foram analisados conforme apresentados pelos participantes, sendo atribuído 1 ponto se a pessoa desenhava a informação e 0 se não desenhava (soma máxima e mínima de 20 e 0 pontos, respectivamente, para crianças e adultos, e 10 e 0 pontos, respectivamente, para idosos). Assim, à medida que a soma de um tipo de informação aumenta, sua importância ou priorização também. A soma dos adultos e crianças é maior porque 20 participantes no total para cada tipo de usuário, enquanto, para os idosos, foram apenas 10 participantes.

O entendimento dos formatos para o consumo instantâneo (etapa 3) foi analisado conforme o seguinte critério: se a pessoa acertava, errava ou não sabia o que aconteceu com o consumo em cada dispositivo era atribuído 1 ponto. Assim, a porcentagem foi calculada dividindo o número de acertos, erros e não sabe pela soma total de pontos (40 pontos para crianças e adultos, e 20 para idosos). A análise da priorização e da ocorrência dos formatos nos desenhos ocorreu da mesma forma que na etapa 2. A preferência dos formatos de informação (etapa 4) foi analisada conforme pontos atribuídos para a escolha dos participantes, sendo 1 ponto para cada formato escolhido e 0 para o contrário. O cálculo da porcentagem da preferência foi realizado por meio da divisão da soma total do número de vezes que o formato foi preferido pelo número total de pontos (20 pontos para crianças e adultos, 10 para idosos). A análise dos formatos de informação desenhados pelos participantes ocorreu igual ao das etapas 2 e 3. As unidades (etapa 5) foram analisadas

conforme a média da priorização dos participantes e a ocorrência nos desenhos, conforme a etapa 2 e etapa 3.

4.3 DESENVOLVIMENTO DO CASO EMPÍRICO RELACIONADO AO MODELO DE COMPORTAMENTO

Um dos mais recentes e completos é o proposto por Klöckner e Blöbaum (2010), o CADM. Embora os outros modelos (ex.: TPB, NAM, etc.) tenham sido aplicados para explicar o comportamento de economia de energia, o CADM tem a vantagem de ter uma relação mais compreensível e integrada entre os fatores que não podem ser gerados nos outros modelos. Portanto, este modelo foi escolhido para investigar a relação dos fatores com o comportamento para a economia de energia. Para isso, será proposto um modelo baseado no CADM para avaliar em conjunto com os fatores a importância, a preferência e o entendimento das informações dos dispositivos visuais. Este novo modelo vai utilizar os mesmos processos do modelo CADM e suas conexões, porém vai incluir o fator valores no processo normativo, devido estudos anteriores evidenciarem sua importância para influenciar o comportamento ambiental (POORTINGA; STEG; VLEK, 2004). Além disso, um questionário foi proposto para avaliar os fatores que formam o modelo (comportamento ambiental, intenção, atitudes, hábitos, normas pessoais, normas sociais, conhecimento, valores e contexto).

4.3.1 Questionário para coleta de dados

As questões elaboradas para avaliar os fatores do CADM foram propostas com base nos estudos anteriores (DIETZ; STERN; GUAGNANO, 1998; DUNLAP et al., 2000; HARLAND; STAATS; WILKE, 1999; POORTINGA; STEG; VLEK, 2004) apresentadas no apêndice F. As questões para avaliar o comportamento ambiental, intenção e conhecimento foram baseadas no estudo de Dietz, Stern e Guagnano (1998). Foram excluídas as questões para avaliar: (1) comportamento coletivo ou político (ex.: assinar petições); (2) atitudes e crenças; (3) fatores pessoais; e (4) questões sociodemográficas relacionadas com a orientação política e religião por não estarem relacionadas especificamente com o comportamento ambiental. A escala NEP (*New Ecological Paradigm*), proposta por Dunlap et al. (2000), foi utilizada para avaliar as atitudes ambientais das pessoas. Apenas seis questões da escala foram utilizadas, relacionadas com a realidade do limite dos recursos na Terra e com a possibilidade de uma crise ecológica, devido a sua conexão com o uso de energia e suas consequências. A escala de Poortinga, Steg e Vlek (2004) foi utilizada para avaliar os valores e hábitos. Os valores foram avaliados para identificar possíveis barreiras sociais e psicológicas para o desenvolvimento de comportamentos sustentáveis residenciais. Para avaliação dos hábitos,

foram excluídas 10 das 18 medidas sugeridas no estudo, por serem específicas para o contexto do país utilizado para a pesquisa de Poortinga, Steg e Vlek (2004), como reduzir a temperatura do termostato. As questões do estudo de Harland, Staats e Wilke (1999) também foram utilizadas para avaliar normas pessoais e sociais.

4.3.2 Coleta e análise dos dados

A coleta de dados ocorreu com um grupo focado que havia realizado a pesquisa anterior para relacionar ambas as análises (Figura 11, grupo D). Este método permite que os participantes explorem o assunto e a sua percepção sobre as questões por meio de discussões, além de que novas questões não consideradas no questionário possam ser consideradas para a análise de dados. O grupo focado ocorreu em janeiro de 2018 e teve duração aproximada de 25 minutos. Os participantes preencheram o questionário adaptado do modelo (Apêndice F) e, após, discutiram suas percepções sobre as questões. Para cada questão, os participantes deveriam selecionar a resposta conforme a escala likert (1 - discordo totalmente para 5 - concordo totalmente). A discussão foi gravada em áudio para a análise posterior. Em combinação com o questionário, foram propostas questões para discussão como: “você se descreveria com uma pessoa que se preocupa com o meio ambiente?”; “quais comportamentos você já deixou de realizar porque tinha o consumo de energia elevado?”; “o que te motiva a mudar de comportamento para reduzir o consumo”; e “se tivesse um incentivo, você mudaria de comportamento?”. Os fatores foram analisados conforme a escala likert.

Os dados foram analisados para cada participante e os dados do modelo de comportamento foram correlacionados com as escolhas do design do dispositivo visual. Os fatores do modelo de comportamento foram avaliados conforme a escala Likert: quando a pessoa concordava com a questão, mais escuro era o tom de verde, significando que o participante era mais sustentável. Os elementos de informação foram analisados conforme o item 4.2.3, mas os pesos foram substituídos pela escala de cores: o tom de verde mais escuro significava que a informação era mais importante, preferida ou entendida.

4.4 PROPOSTA DAS DIRETRIZES E DOS MODELOS CONCEITUAIS

As diretrizes para o design de dispositivos visuais serão propostas a partir de uma análise qualitativa dos resultados da coleta de dados, referentes aos questionários e discussões propostos para avaliação da importância, preferência e entendimento dos tipos e formatos de informação e para avaliação dos fatores do modelo de comportamento). O objetivo das diretrizes é ajudar os designers no projeto de dispositivos visuais por meio de recomendações de quais tipos e formatos de informações devem considerar, e quais evitar ou não apresentar. A partir das diretrizes, os modelos conceituais de dispositivos serão propostos para avaliação

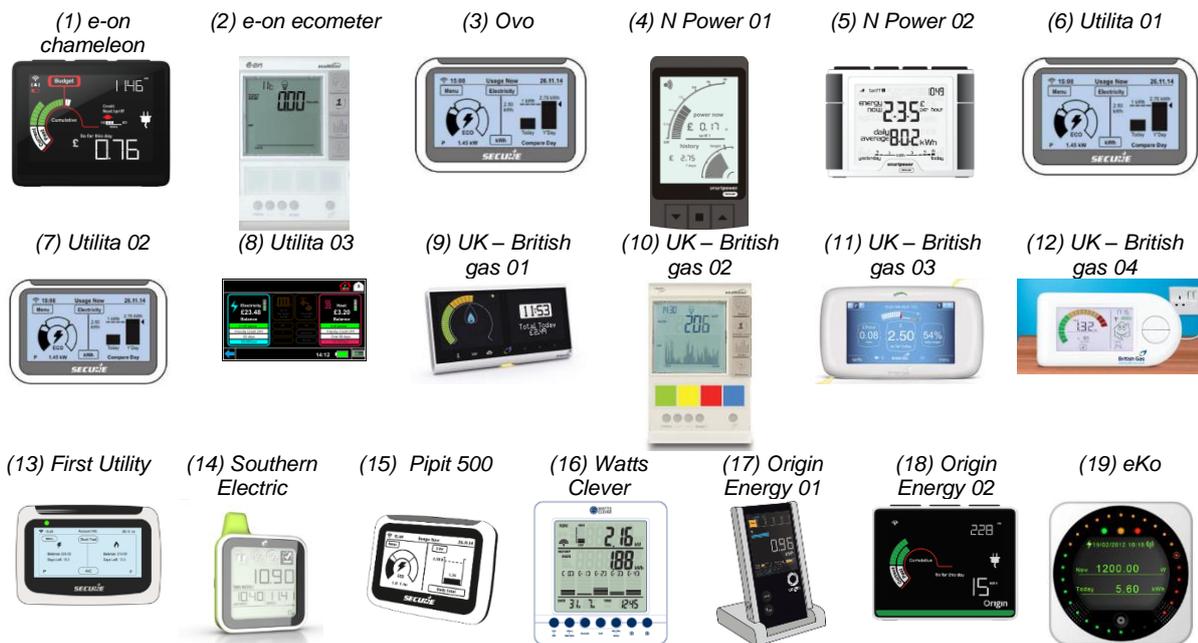
da solução. Estes modelos conceituais serão modelos conceituais propostos pelo pesquisador com a disposição das telas conforme as informações delimitadas nas diretrizes. Portanto, outras características poderão ser sugeridas a partir dos modelos conceituais, por exemplo: (i) como será a troca de informações; (ii) como será a troca de unidades; (iii) se a interface do dispositivo será ou não colorida; e (iv) quais informações devem ser apresentadas na tela principal e nas telas secundárias.

4.5 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

Os modelos conceituais dos dispositivos e as diretrizes serão avaliados por uma empresa especialista em *smart meter* e eficiência energética, devido a poucas empresas trabalharem com dispositivos visuais no Brasil. A empresa disponível para avaliação do estudo está ainda desenvolvendo o dispositivo que será comercializado no segundo semestre de 2018. O foco desta empresa é na produção do dispositivo para venda a empresas especializadas que prestam serviços de controle de energia ou para construtoras que podem construir residências com a tecnologia já instalada, ou seja, o usuário final não poderá comprar o produto diretamente na empresa. Portanto, as diretrizes da pesquisa não foram avaliadas, apenas os modelos conceituais para identificar a viabilidade técnica do dispositivo. Para a avaliação foi realizada uma reunião com os diretores da empresa em janeiro de 2018 com duração de aproximadamente duas horas. A reunião foi gravada em áudio para análise. As questões utilizadas para a avaliação dos modelos conceituais foram referentes: (i) a viabilidade técnica de instalação e do dispositivo; (ii) se as informações dos modelos conceituais poderão ser apresentadas nos dispositivos reais; (iii) se é possível ter múltiplos usuários em um mesmo dispositivo; (iv) se os outros meios de informar o *feedback* são viáveis (aplicativo e e-mail); e (v) o custo técnico para o desenvolvimento e instalação do produto.

As diretrizes propostas para os dispositivos foram comparadas com os dispositivos existentes no mercado (Figura 15). A comparação será realizada a partir da identificação dos tipos e formatos de informação presentes nos dispositivos do mercado com as mesmas informações definidas nas diretrizes. Com isso, também será possível identificar se algum desses dispositivos poderia ser utilizado no mercado brasileiro.

Figura 15 – Dispositivos visuais existentes no mercado



Fonte: Manual dos dispositivos¹

A partir da revisão de literatura foi identificado que a maioria dos artigos revisados é proveniente da Austrália, Japão, Estados Unidos e Reino Unido. Baseado nestes dados foi realizada uma pesquisa para encontrar os dispositivos existentes no site oficial do governo dos respectivos países para identificar os fornecedores de *smart meter* e dispositivos. Não foi encontrado resultados para o Japão e Estados Unidos, por isso estes países foram excluídos da pesquisa. Um resultado da primeira etapa da pesquisa da Austrália foi a identificação de dois agentes distintos no mercado de energia: fornecedores e distribuidores. Os distribuidores são as empresas que possuem a infraestrutura de energia e gás. Os fornecedores de energia são as empresas que representam os distribuidores e é o meio pelo qual os usuários compram energia. Por exemplo, uma pessoa pode mudar a empresa da qual ele compra energia sem mudar seu distribuidor. A segunda etapa foi buscar no campo de pesquisa em todos os sites oficiais das empresas que fornecem e distribuem energia para a Austrália as palavras *smart meter*, *in-home displays* e *monitor energy*. Foi encontrado um total de cinco dispositivos de quatro distribuidores diferentes. Para o Reino Unido foram seguidas as mesmas etapas. No site oficial foi encontrado um guia sobre *smart meters* que indica as companhias de energia que fornecem o dispositivo para o consumidor. A segunda etapa foi entrar em todos os sites oficiais dessas companhias para buscar quais forneciam os dispositivos. Ao total foram encontrados catorze dispositivos de

¹ Fontes dos dispositivos (cinco primeiros da Austrália e restante do Reino Unido):

(1) <https://www.eonenergy.com>; (2) <https://www.eonenergy.com/for-your-home/saving-energy>;
 (3) <http://www.ovoenergy.com>; (4) e (5) <http://www.npower.com>;
 (6), (7) e (8) <http://www.utilita.co.uk/smart-meters>; (9), (10), (11) e (12); <http://www.britishgas.co.uk>; (13)
<https://www.first-utility.com>); (14) <https://www.sse.co.uk/>; (15) <http://www.mysmartmeter.com.au>; (16)
<https://www.wattsclever.com>; (17) e (18) <http://www.originenergy.com.au>; e
 (19) eKo - <http://www.energytotem.net/>

sete diferentes distribuidores de energia. Os elementos de informação identificados nos dispositivos existentes no mercado foram categorizados conforme a Figura 16.

Figura 16 – Dispositivos existentes no mercado

NATUREZA DA MEDIDA	UNIDADE	CONSUMO INSTANTÂNEO	CONSUMO CUMULATIVO	DESAGREGAÇÃO	META DO CONSUMO	COMPARAÇÃO HISTÓRICA	COMPARAÇÃO NORMATIVA	INTERAÇÃO COM OUTROS APRELHOS	INFORMAÇÕES ADICIONAIS
1	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Velocímetro (dia, semana e mês)	-	Porcentagem Alarme quando ultrapassa a meta	-	-	-
2	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Gráfico de barras Preto e branco Cores (verde, amarelo e vermelho)	Gráfico de barras Preto e branco (dia, semana e mês)	-	Número Alarme quando ultrapassa a meta	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	-
3	Eletricidade Gás	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro	Gráfico de barras Preto e branco (dia)	-	Número	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
4	Eletricidade	Monetária Potência de energia Ambiental	Gráfico de barras Preto e branco	Velocímetro colorido (dia e semana)	-	Número	-	-	-
5	Eletricidade	Monetária Potência de energia Ambiental	Número	Gráfico de barras Preto e branco (dia, semana e mês)	-	Número Alarme quando ultrapassa a meta	Gráfico de barras Preto e branco (dia, semana e mês)	-	-
6	Eletricidade	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Gráfico de barras Preto e branco (dia)	-	Número	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
7	Eletricidade Gás	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	-	-	Número	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
8	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Número (dia, semana e mês)	-	-	Gráfico de barras Colorido (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
9	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Número (dia)	-	Número	Gráfico de barras Preto e branco (dia, semana e mês)	-	Computador
10	Eletricidade Gás	Monetária Potência de energia Ambiental	Gráfico de barras Preto e branco Cores (verde, amarelo e vermelho)	Número (dia, semana e mês)	-	-	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
11	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Número (dia)	-	Porcentagem Alarme quando ultrapassa a meta	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
12	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro	-	-	-	Número (dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
13	Eletricidade Gás	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro	-	-	Número	Gráfico de barras Preto e branco (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens
14	Eletricidade Gás Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Número	Número (dia e semana)	-	Número	Número (dia e semana)	-	Computador
15	Eletricidade	Monetária Potência de energia	Velocímetro	Velocímetro (dia, semana e mês)	-	Número	-	-	Computador
16	Eletricidade Temperatura	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Velocímetro (dia, semana e mês)	-	-	Velocímetro (hora, dia, semana e mês)	-	Computador
17	Eletricidade Água	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Número (dia, semana e mês)	-	Número	Número (hora, dia, semana e mês)	-	Alerta para Mensagens Energia solar em gráfico de barras
18	Eletricidade	Monetária Potência de energia	Gráfico de barras Preto e branco	Gráfico de barras Preto e branco (dia, semana e mês)	-	-	Gráfico de barras Preto e branco (hora e dia)	-	-
19	Eletricidade	Monetária Potência de energia Ambiental	Velocímetro Cores (verde, amarelo e vermelho)	Gráfico de barras Preto e branco (dia, semana e mês)	-	-	Gráfico de barras Preto e branco Número (hora, dia, semana e mês e ano)	-	Alerta para Mensagens Energia solar em gráfico de barras

5 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DE INFORMAÇÃO

Este capítulo apresenta a descrição das análises da importância, da preferência, do entendimento e da priorização dos elementos de informação para as crianças, os adultos e os idosos. Os resultados estão divididos conforme as etapas propostas do questionário. Por fim, será apresentada a sessão com a discussão dos resultados.

5.1 INTRODUÇÃO

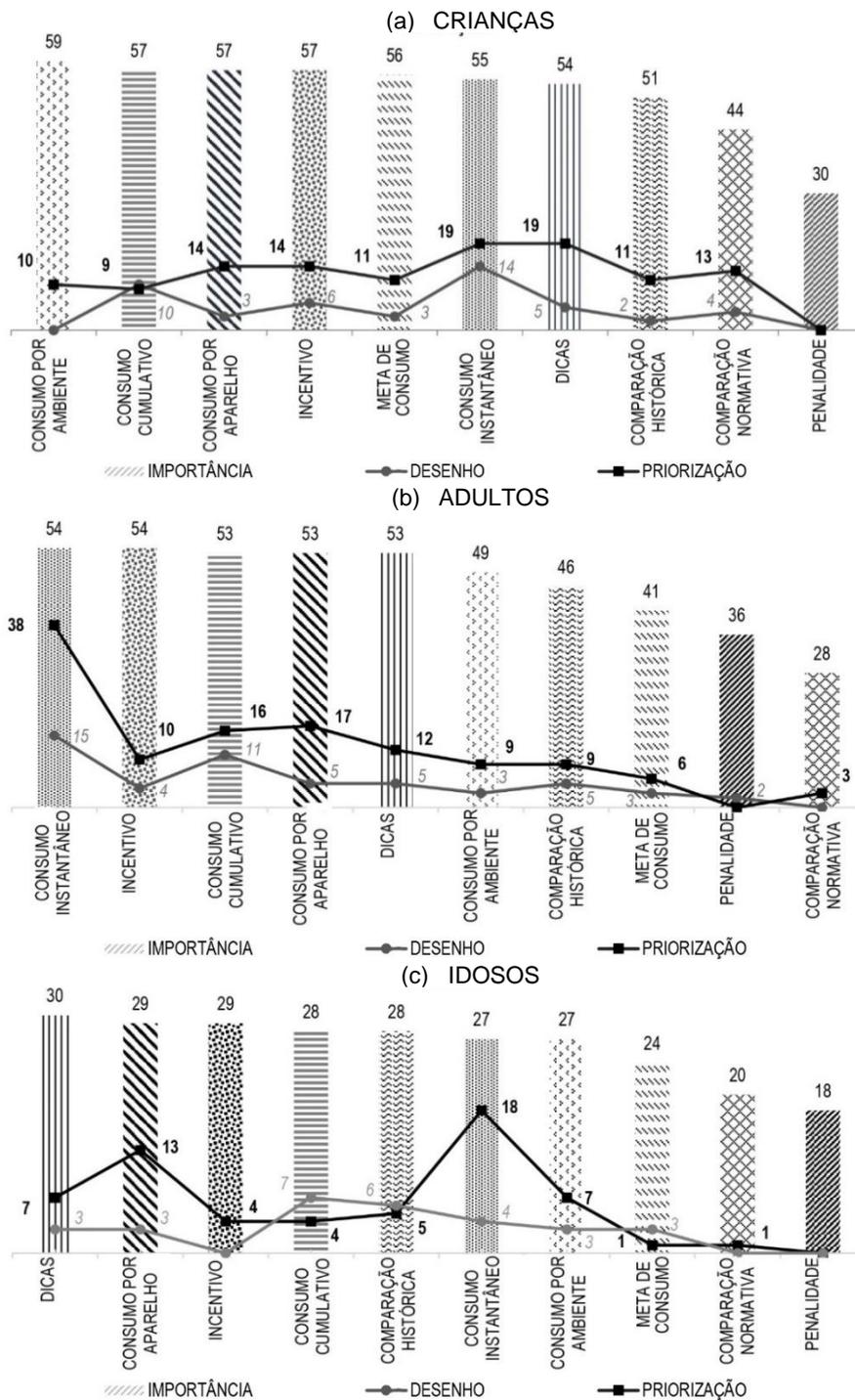
A etapa da introdução demonstrou que alguns participantes estavam mais interessados em reduzir o consumo do que outros. Durante a discussão, ao pedir quais medidas os participantes realizavam para economia de energia, adultos, principalmente, comentaram várias atividades, como exemplo, utilizar menos a secadora e retirar os aparelhos da tomada, etc. Já idosos e crianças listaram, especialmente, duas atividades: desligar a luz quando o ambiente está vazio e utilizar lâmpadas LED. Nenhum participante sabia o que era um dispositivo visual e todos ficaram interessados em saber mais informações sobre o consumo de energia. Este resultado demonstra que os participantes têm interesse em monitorar o seu consumo para aumentar seu conhecimento e sua conscientização sobre comportamentos de energia. Porém, ao invés de utilizar um dispositivo visual para monitorar o consumo, a maioria das crianças e adultos gostaria de utilizar um aplicativo no celular. Já os idosos preferiram o uso do dispositivo. Os adultos e idosos fizeram questionamentos mais técnicos em relação ao uso do dispositivo visual, como: (i) instalação, e (ii) confiabilidade e segurança dos dados. As crianças estavam curiosas sobre o quanto o dispositivo consome de energia e se era móvel (com bateria) ou fixo. Além disso, crianças apresentaram dificuldades em identificar quais aparelhos na casa consomem mais energia, listando aparelhos como a televisão e computador que não são os que mais utilizam comparando a outros. Um resultado foi que as crianças se identificaram como mais ativas para economizar energia do que os outros familiares. Assim, propuseram que, no dispositivo, cada familiar tivesse o seu perfil, o qual representasse o consumo do respectivo usuário.

5.2 IMPORTÂNCIA E PRIORIZAÇÃO DOS TIPOS DE INFORMAÇÃO

A Figura 17 apresenta (i) soma da importância em colunas variando de 10 – menos importante até 60 (adultos e crianças) e 30 (idosos) – mais importante), (ii) soma da priorização – linha preta variando de 0 – menos preferida até 60 (adultos e crianças), e 30 (idosos) – mais

preferida) e (iii) ocorrência em desenhos – linha cinza variando de 0 – sem ocorrência até 20 (adultos e crianças) e 30 (idosos) – maior ocorrência dos tipos de informações. A Figura apresenta os resultados dos três tipos de usuários estudados (crianças, adultos e idosos) e as colunas estão dispostas em ordem de importância de informações para cada tipo de usuário. No total, foram desenhadas 129 informações, gerando uma média aproximada de 3 informações por desenho.

Figura 17 – Importância, priorização e ocorrência nos desenhos dos tipos de informação



A maioria dos tipos de informação foi considerada importante (mais que 41 para crianças e adultos, e 24 para idosos na Figura 17), com exceção da comparação normativa e penalidade (menor que 44 para adultos, e crianças e 20 para idosos na Figura 17). Todos os participantes também demonstraram preferência pelo consumo instantâneo (19, 38, 18, respectivamente, para crianças, adultos e idosos na Figura 17). Para os adultos, a maioria das informações consideradas importantes foram as priorizadas e desenhadas (ex.: consumo instantâneo e o consumo cumulativo). Já para as crianças e idosos, houve divergências na resposta, ou seja, nem sempre as informações consideradas importantes foram as preferidas para apresentar no dispositivo (ex.: consumo cumulativo).

Crianças e idosos consideraram o consumo cumulativo (57 e 28, respectivamente, na Figura 17) mais importante que o consumo instantâneo (55 e 27, respectivamente, na Figura 17), porque o consumo total (principalmente o diário) permite que eles tenham maior controle do uso de energia. Já os adultos consideram o consumo instantâneo mais importante (54 na Figura 17b), porque eles poderiam utilizar esta informação para relacionar seu comportamento com o padrão de uso de energia, ao contrário do consumo cumulativo da semana ou do mês. Consumo instantâneo, entretanto, foi uma das informações de maior preferência (média de 25 na Figura 17) pela maioria dos participantes, superando o consumo cumulativo, porque aumenta a conscientização do consumo de energia. Também, vários participantes destacam a preferência por esta informação por aumentar o conhecimento ao permitir a exploração do uso de energia ao acompanhar a variação do consumo quando ligam e desligam os aparelhos. Adultos e crianças constataram a preferência ao desenhar mais o consumo instantâneo (15 e 14, respectivamente, na Figura 17) do que o consumo cumulativo (11 e 10, respectivamente, na Figura 17). Diferentemente, os idosos desenharam mais o consumo cumulativo (7 na Figura 18c) do que o consumo instantâneo (4 na Figura 17c), porque eles gostariam de observar o dispositivo apenas uma vez por dia do que constantemente.

A maioria dos participantes considerou o consumo por aparelho muito importante (mais do que 53 para crianças e adultos, e 29 para os idosos na Figura 17) para aprender sobre o consumo dos aparelhos e, também, para identificar algum defeito por ter o consumo mais alto que produtos similares. Entretanto, poucos participantes (menos que 5 para todos os tipos de usuários) desenharam esta informação porque consideraram o consumo instantâneo melhor para informar o uso imediato de energia ao ligar e desligar aparelhos. O consumo por ambiente da casa não foi considerado importante para os adultos e idosos (49 e 27, respectivamente, na Figura 17) porque a maioria comentou que já sabia quais eram os ambientes que consumiam mais energia da casa (ex.: cozinha, porque tinha muitos aparelhos, banheiro se tinha chuveiro elétrico, etc.). Consequentemente, apenas 3 adultos e 3 idosos desenharam e poucos preferiram (9 e 7, respectivamente, na Figura 17) esta informação. Já para as crianças, o

consumo por ambiente foi a mais importante (59 na Figura 17a), porque elas gostariam de saber onde a energia é mais utilizada na casa. Inesperadamente, nenhuma criança desenhou esta informação e teve uma baixa preferência (10 na Figura 17a) porque preferiram informações que as ajudassem a reduzir o consumo como as dicas e o incentivo.

Todos os participantes consideraram comparação histórica (acima de 46 para crianças e adultos e 28 para os idosos na Figura 17) mais importante que comparação normativa (abaixo de 44 para crianças e adultos e 20 para idosos na Figura 17). Adultos e idosos estão habituados a observar a comparação histórica nas contas de luz mensal, porém preferem que o intervalo de tempo seja menor (diário ou semanal). Diferentemente da comparação histórica, adultos e idosos concordaram que a comparação normativa não é importante porque as pessoas têm diferentes hábitos, mesmo se a casa for similar. Poucos adultos e idosos preferiram e desenharam esta informação porque eles não gostariam de compartilhar o seu gasto de energia devido às questões de privacidade (associar a renda com o custo da conta de luz). Ao contrário dos adultos e idosos, as crianças preferiram (13 na Figura 17) e desenharam (4 na Figura 17) esta informação para avaliar se o consumo de suas casas é maior que o das casas vizinhas. Elas ainda comentaram que uma competição poderia ser criada com as outras casas da vizinhança para ver quem teria o menor consumo.

Adultos e idosos apresentaram um interesse limitado para a meta de consumo (41 e 24, respectivamente, para importância na Figura 17), enquanto as crianças consideraram esta informação mais importante (56 na Figura 17), porque elas a associaram com uma competição com elas mesmas para reduzir ainda mais o consumo de energia. Adultos e idosos gostariam de saber mais informações sobre a meta do consumo, como exemplo: quem estipularia a meta, os usuários ou o dispositivo com base em algum outro parâmetro. Dicas foi a informação mais importante para os idosos (30 na Figura 17), porque poderia contribuir para aumentar seu conhecimento em medidas para economizar energia. Entretanto, apenas 3 idosos desenharam esta informação, porque eles preferem manter o dispositivo mais simples. Já as crianças e os adultos consideraram dicas menos importantes (53 e 54, respectivamente, na Figura 17) comparando com outras informações. A maioria demonstrou preocupações relacionadas com (i) a frequência que a dica seria disponibilizada, (ii) se seriam fáceis de entender e (iii) qual seria o alerta utilizado quando uma dica estivesse disponível. Ambos os grupos de participantes mencionaram que as dicas poderiam ser úteis se apresentassem qual seria a economia de energia alcançada caso a seguissem. Também, adultos comentaram que as dicas deveriam ser vinculadas com o consumo do usuário, e não ser genéricas para qualquer um. Apesar da baixa importância, 5 adultos e 5 crianças desenharam esta informação, porque não saberiam reduzir o consumo se estivesse elevado.

Nenhum dos participantes considerou a penalidade importante (abaixo de 30 para crianças e adultos, e 18 para os idosos na Figura 17) porque associaram com uma multa e a perda de dinheiro. Conseqüentemente, quase nenhum participante desenhou e preferiu esta informação. Os adultos, principalmente, mostraram preocupações sobre como a penalidade seria aplicada. Por exemplo, vários participantes comentaram que o consumo pode aumentar ou diminuir dependendo do contexto (período de férias, visitas em casa, etc.), sendo difícil aplicar uma penalidade independente do contexto. Ao contrário da penalidade, o incentivo foi uma das informações mais importantes para os participantes (acima de 54 para crianças e adultos, e 29 para idosos na Figura 17), porque foi associada com o desconto na conta de luz para os adultos e idosos, e ganhar um prêmio ou brinde (monetário ou presente) para as crianças (Figura 18). Embora tenha sido considerada importante, poucos idosos e adultos preferiram e desenharam esta informação, porque acharam difícil dar um incentivo para as pessoas (ex.: quem pagaria o incentivo, como ele seria dado, etc.). Porém, para as crianças, esta informação foi uma das mais desenhada (6 na Figura 17), porque elas gostariam de ser recompensadas por reduzirem o consumo de energia. Isto sugere que as crianças precisam de um incentivo para reduzir o consumo, ao contrário dos adultos e idosos.

Figura 18– Desenhos dos dispositivos das crianças (incentivo)

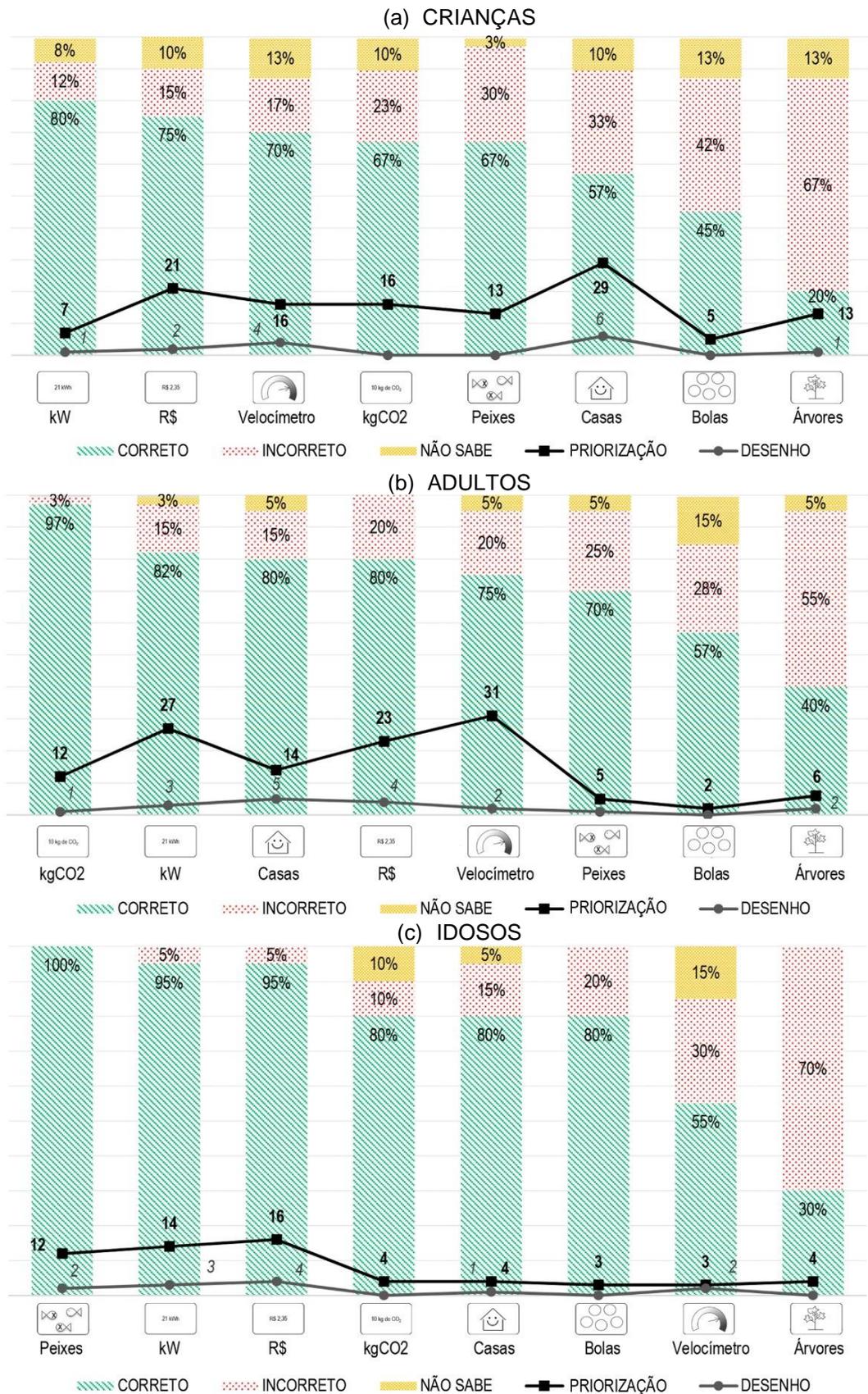


Fonte: Alunos quinto ano do Colégio de Aplicação (2017)

5.3 ENTENDIMENTO E PRIORIZAÇÃO DOS FORMATOS PARA CONSUMO INSTANTÂNEO

A Figura 19 apresenta o (i) entendimento (colunas com a porcentagem de respostas corretas, incorretas e não sabe), (ii) priorização (linha preta variando de 0 – não priorizado até 60 (crianças e adultos) ou 30 (idosos) – mais priorizado) e (iii) ocorrência em desenhos (linha cinza variando de 0 – sem ocorrência até 20 (adultos e crianças) e 10 (idosos) – maior ocorrência) dos formatos para o consumo instantâneo para as crianças, os adultos e os idosos.

Figura 19 – Entendimento, priorização e ocorrência nos desenhos dos formatos para consumo instantâneo para (a) crianças, (b) adultos e (c) idosos



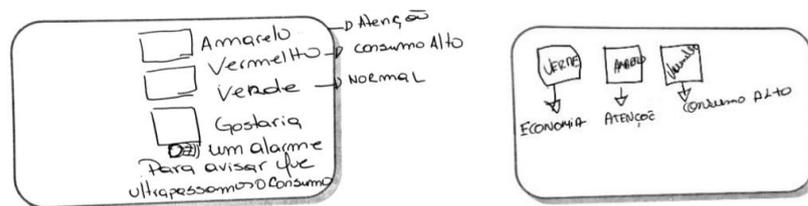
Os formatos numéricos foram bem entendidos, priorizados e desenhados pela maioria dos participantes por serem mais precisos e fáceis de visualizar as alterações no consumo. Apesar disso, quase nenhum participante sabia o significado do conceito de kgCO₂ e kW, mas responderam corretamente as questões prestando atenção na variação dos números. Para todas as unidades numéricas, o aumento dos números significava o aumento do consumo de energia. Com isso, a maioria dos participantes incluiu nos desenhos o formato numérico, porque já estão familiarizados, principalmente, com o formato com a unidade monetária (10 desenhos do total de participantes na Figura 19) que já está presente na vida cotidiana das pessoas. Já os formatos em kgCO₂ e kW não foram muito desenhados pelos participantes (8 desenhos do total de participantes na Figura 19) devido à dificuldade do entendimento desta unidade. Ao contrário do formato numérico, o formato analógico (velocímetro) não foi muito entendido pelos participantes (menos que 75% na Figura 19), porque é preciso acompanhar a flecha para avaliar o que está acontecendo com o consumo. Porém, os participantes que entenderam e o priorizaram associaram este formato com relógios, termômetro e o velocímetro dos carros. Adultos sugeriram que o velocímetro fosse colorido, para ser mais fácil de chamar a atenção do usuário quando o consumo está alto e também colocar o valor máximo e mínimo do consumo no velocímetro.

Quanto ao formato ambiental, os participantes não conseguiram relacionar as mudanças no desenho com o consumo de energia, especialmente para o formato da bola. Crianças e adultos tiveram dificuldade para determinar se o número ou o tamanho das bolas era o indicador de consumo. Consequentemente, não mostraram muito interesse (priorização abaixo de 5 na Figura 19) por este formato e também não foi incluído em nenhum desenho. O formato com as árvores também teve baixos índices de acertos (menor que 40% na Figura 19): os participantes consideraram que poucas folhas indicavam baixo consumo de energia, enquanto a razão proposta era que o baixo consumo contribuiria para o meio ambiente (árvores com mais folhas). Todos os idosos entenderam o formato dos peixes, ao contrário dos adultos e crianças (70% e 67%, respectivamente, para respostas corretas na Figura 19). Os adultos e as crianças não prestaram atenção ao detalhe do olho, que intuitivamente estava relacionado com o consumo de energia e os que identificaram o detalhe não acharam prático ficar olhando para saber como estava o consumo. Já os idosos acharam importante este detalhe e priorizaram este dispositivo, provavelmente, para o bem-estar emocional em não matar um animal. O formato das casas com expressões foi entendido por quase todos adultos e idosos (80% de respostas corretas na Figura 19), mas não para as crianças (57% de respostas corretas na Figura 19a). Ainda assim, muitas crianças acharam o dispositivo atrativo (associaram com os símbolos com expressões dos *smartphones*) e o priorizaram (29

na Figura 19a). Os adultos e idosos que priorizaram este formato disseram foi porque é uma forma rápida e fácil de entender o que está acontecendo com o consumo.

Durante a discussão desta etapa, surgiram algumas novas opções para o formato do consumo instantâneo. Crianças e adultos (7 desenhos), por exemplo, sugeriram que os formatos deveriam ser coloridos (consumo em: vermelho – alto, amarelo – médio; e verde – baixo), por isto ajudaria a visualizar e entender o consumo de forma mais rápida (Figura 20). Crianças e adultos (3 desenhos) também sugeriram o uso de alarmes para chamar a atenção do usuário quando o consumo está elevado. Idosos, no entanto, acharam que o uso de alarmes pode ser incômodo.

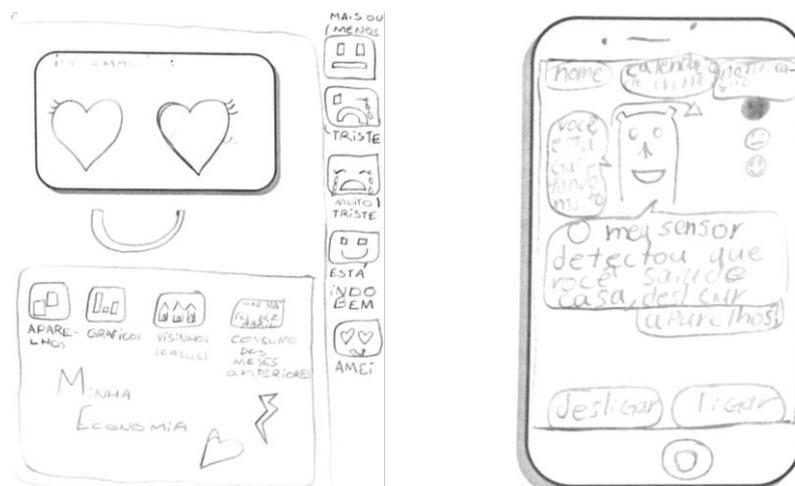
Figura 20 – Desenhos dos dispositivos dos adultos (uso de cor)



Fonte: Grupos focados com adultos.

As crianças desenharam um novo formato ambiental (6 desenhos), criando um perfil para cada familiar utilizando as expressões similares ao formato das casas para representar individualmente o consumo de energia (Figura 21). Isso tornaria cada pessoa responsável por seu uso de energia e, também, permitiria a comparação entre os familiares, criando uma competição pelo menor consumo. A maioria dos adultos e idosos que priorizou o formato ambiental sugeriu que este formato deveria ser mais realístico e atrativo do que os apresentados no questionário, que eram abstratos e pareciam infantis.

Figura 21 – Desenhos dos dispositivos das crianças (perfis familiares)



Fonte: Alunos quinto ano do Colégio de Aplicação (2017)

5.4 PREFERÊNCIA DOS FORMATOS DE INFORMAÇÃO

A Figura 22 apresenta a preferência para os formatos de informação para crianças adultos e idosos (0% até 100%), e sua ocorrência nos desenhos (0 até 20 para crianças e adultos e 0 até 10 para idosos) para os tipos de informação avaliados. O formato numérico para o consumo cumulativo, consumo por aparelho, consumo por ambiente e meta do consumo foi preferido (variação de 40% até 80%) e mais desenhado (10% até 30%). Formatos numéricos foram considerados claros e precisos, enquanto os gráficos foram considerados confusos por alguns participantes, especialmente para as crianças. Para comparação histórica e comparação normativa, crianças preferiram em formato numérico, enquanto os adultos e idosos preferiram os gráficos por serem mais fáceis de visualizar e entender. Entretanto, todas as crianças que desenharam a comparação utilizaram gráficos (2 – 4 na Figura 22) porque acharam melhor este formato para realizar as comparações sem precisar prestar atenção no número.

Figura 22 – Preferência e desenhos dos formatos de informação

TIPOS DE INFORMAÇÃO	FORMATOS	CRIANÇAS		ADULTOS		IDOSOS	
		Preferência	Ocorrência em desenho	Preferência	Ocorrência em desenho	Preferência	Ocorrência em desenho
Consumo cumulativo	Numérico	70%	4	60%	7	60%	7
	Velocímetro	20%	0	15%	1	20%	0
	Gráfico	10%	3	25%	3	20%	0
	Porcentagem	0%	3	0%	0	0%	0
Consumo por ambiente	Numérico	70%	0	65%	1	50%	3
	Gráfico	30%	0	35%	2	50%	0
Consumo por aparelho	Numérico	65%	3	60%	3	60%	1
	Gráfico	35%	0	40%	2	40%	2
Comparação Histórica	Numérico	80%	0	40%	0	40%	2
	Gráfico	20%	2	60%	5	60%	4
Comparação Normativa	Numérico	70%	0	25%	0	40%	0
	Gráfico	30%	4	75%	0	60%	0
Meta do consumo	Numérico	55%	1	40%	1	40%	0
	Gráfico	25%	0	25%	0	30%	2
	Porcentagem	15%	0	10%	0	10%	1
	Velocímetro	5%	2	25%	2	20%	0
Incentivo	Monetário	80%	6	75%	3	50%	0
	Ambiental	20%	5	25%	1	50%	0
	Normativo	0%	0	0%	0	0%	0
Penalidade	Monetário	0%	0	80%	2	40%	0
	Ambiental	60%	0	15%	0	50%	0
	Normativo	40%	0	5%	0	10%	0

A maioria dos participantes priorizou o incentivo monetário para ganhar dinheiro ao reduzir o consumo (acima de 50% na Figura 22). Os participantes que priorizaram o incentivo ambiental afirmaram que é importante pensar em um mundo melhor para gerações futuras. O incentivo monetário também foi o mais desenhado pelos participantes (6 e 3 desenhos, respectivamente, para crianças e adultos na Figura 22). Metade dos idosos afirmou que a conta de luz já é muito baixa para que o incentivo monetário faça a diferença, então, o incentivo ambiental foi priorizado. Para a penalidade, a maioria dos adultos (80% na Figura

22) preferiu o monetário. Embora a maioria dos adultos prefira não receber penalidade, eles concordaram que a monetária seria mais eficiente para a redução do consumo do que a ambiental ou normativa. Crianças e idosos priorizaram a penalidade ambiental (60% e 50%, respectivamente, na Figura 22), porque eles se sentiriam culpados ao contribuir para os problemas ambientais associados ao consumo elevado. Incentivo e penalidade normativos foram selecionados por menos de 40% dos participantes dos três tipos de usuários, principalmente devido a preocupações relacionadas à privacidade e ao compartilhamento de informações. Idosos e crianças não desenharam a penalidade, ao contrário de 2 adultos que preferiram desenhar a penalidade ambiental. Já para o incentivo, apenas 6 crianças e 3 adultos desenharam esta informação (Figura 22).

5.5 PRIORIZAÇÃO DAS UNIDADES

A Figura 23 apresenta a priorização das unidades monetária, potência de energia (kW) e ambiental (kgCO₂) varia de 10 (crianças e idosos) ou 20 (adultos) – não priorizado a até 30 (crianças e idosos) ou 60 (adultos) – mais priorizado. A ocorrência em desenhos varia de 0 – sem ocorrência até 20 (adultos e crianças) ou 10 (idosos) – maior ocorrência. A maioria dos participantes priorizou a unidade monetária (acima de 28 para crianças e idosos, e 55 para adultos na Figura 23), porque ela foi considerada fácil de entender. Os participantes não estavam familiarizados com o conceito kgCO₂ e como esta unidade se relaciona com o consumo de energia. Alguns participantes também consideraram a potência de energia difícil de entender. Adultos e idosos que priorizaram esta unidade (kW) afirmaram que a unidade monetária não pode ser um parâmetro devido à variação das tarifas de energia.

Figura 23 – Priorização e desenho da unidade

Unidade	FORMATOS	CRIANÇAS		ADULTOS		IDOSOS	
		Priorização	Ocorrência em desenho	Priorização	Ocorrência em desenho	Priorização	Ocorrência em desenho
	Monetária (R\$)	29	15	55	13	28	8
	Potência de energia (kW)	14	1	44	12	18	9
	Ambiental (kgCO ₂)	17	0	21	0	13	0

A maioria dos participantes (36 na Figura 23) desenhou utilizando a unidade numérica, enquanto outros optaram por desenhar os formatos ambientais sem uma unidade específica. Também, nenhum participante desenhou kgCO₂, e a maioria dos participantes que desenhou em kW (15 do total) especificou que gostaria de um botão para troca de unidades para também ter o consumo na unidade monetária.

A seguir, as Figuras 24 e 25 apresentam os resultados das crianças, as Figuras 26, 27, 28 e 29 apresentam os resultados dos adultos, e a Figura 30 apresenta os resultados dos idosos.

Figura 24 – Grupo focado 1 realizado com 10 crianças do Colégio de Aplicação

Importância dos tipos de informação ^{*a}				Priorização dos tipos de informação ^{*a}	
Consumo instantâneo		26		7.00	
Consumo cumulativo		29		2.00	
Consumo por ambiente		30		8.00	
Consumo por aparelho		27		5.00	
Comparação histórica		26		10.00	
Comparação normativa		20		3.00	
Meta de consumo		28		4.00	
Dicas		27		10.00	
Incentivo		29		11.00	
Penalidade		14		0.00	
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}				Priorização do consumo instantâneo ^{*a}	
		Acertos	Erros	Não sabe	
	KgCO ₂	70%	15%	15%	9
	Casas com expressões	60%	30%	10%	16
	Velocímetro	60%	15%	25%	8
	Árvores	10%	85%	5%	6
	KW	85%	15%	0%	3
	Bolas	25%	65%	10%	3
	R\$	80%	15%	5%	5
	Peixes	70%	30%	0%	10
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
		Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem
Consumo cumulativo		90%	0%	10%	0%
Consumo por ambiente		100%	0%	-	-
Consumo por aparelho		100%	0%	-	-
Comparação histórica		100%	0%	-	-
Comparação normativa		100%	0%	-	-
Meta de consumo		80%	10%	0%	10%
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	80%	Monetário	0%	Monetária	29
Normativo	0%	Normativo	40%	Potência (kW)	14
Ambiental	20%	Ambiental	60%	Ambiental	17

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

Figura 25 – Grupo focado 2 realizado com 10 crianças do Colégio de Aplicação

Importância dos tipos de informação ^{*a}		Priorização dos tipos de informação ^{*a}			
Consumo instantâneo	29	12.00			
Consumo cumulativo	28	7.00			
Consumo por ambiente	29	2.00			
Consumo por aparelho	30	9.00			
Comparação histórica	25	1.00			
Comparação normativa	24	12.00			
Meta de consumo	28	7.00			
Dicas	27	9.00			
Incentivo	28	3.00			
Penalidade	16	0.00			
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}				Priorização do consumo instantâneo ^{*a}	
		Acertos	Erros	Não sabe	
 KgCO ₂		65%	30%	5%	7
 Casas com expressões		55%	35%	10%	13
 Velocímetro		80%	20%	0%	8
 Árvores		30%	50%	20%	7
 KW		75%	10%	15%	4
 Bolas		65%	20%	15%	2
 R\$		70%	15%	15%	16
 Peixes		65%	30%	5%	3
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
	Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem	
Consumo cumulativo	50%	20%	30%	0%	
Consumo por ambiente	40%	60%	-	-	
Consumo por aparelho	30%	70%	-	-	
Comparação histórica	60%	40%	-	-	
Comparação normativa	40%	60%	-	-	
Meta de consumo	30%	40%	10%	20%	
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	-	Monetário	-	Monetária	-
Normativo	-	Normativo	-	Potência (kW)	-
Ambiental	-	Ambiental	-	Ambiental	-

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

Figura 26 – Grupo focado 3 realizado com 5 adultos de 18-25 anos

Importância dos tipos de informação ^{*a}		Priorização dos tipos de informação ^{*a}			
Consumo instantâneo	13	6			
Consumo cumulativo	13	3			
Consumo por ambiente	12	2			
Consumo por aparelho	13	3			
Comparação histórica	9	0			
Comparação normativa	6	3			
Meta de consumo	12	4			
Dicas	14	5			
Incentivo	13	4			
Penalidade	10	0			
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}					
		Acertos	Erros	Não sabe	Priorização do consumo instantâneo ^{*a}
	KgCO ₂	100%	0%	0%	2
	Casas com expressões	70%	20%	10%	6
	Velocímetro	90%	10%	0%	6
	Árvores	20%	70%	10%	4
	KW	100%	0%	0%	2
	Bolas	80%	20%	0%	2
	R\$	100%	0%	0%	4
	Peixes	90%	10%	0%	4
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
		Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem
Consumo cumulativo		80%	20%	0%	0%
Consumo por ambiente		60%	40%	-	-
Consumo por aparelho		60%	40%	-	-
Comparação histórica		80%	20%	-	-
Comparação normativa		60%	40%	-	-
Meta de consumo		60%	0%	40%	0%
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	40%	Monetário	60%	Monetária	15
Normativo	0%	Normativo	0%	Potência (kW)	10
Ambiental	60%	Ambiental	40%	Ambiental	5

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

Figura 27 – Grupo focado 4 realizado com 5 adultos de 26-40 anos

Importância dos tipos de informação ^{*a}		Priorização dos tipos de informação ^{*a}			
Consumo instantâneo	13	8			
Consumo cumulativo	14	10			
Consumo por ambiente	11	2			
Consumo por aparelho	10	3			
Comparação histórica	9	3			
Comparação normativa	5	0			
Meta de consumo	6	2			
Dicas	9	1			
Incentivo	12	1			
Penalidade	7	0			
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}			Priorização do consumo instantâneo ^{*a}		
		Acertos	Erros	Não sabe	
	KgCO ₂	100%	0%	0%	3
	Casas com expressões	90%	0%	10%	1
	Velocímetro	80%	20%	0%	8
	Árvores	60%	30%	10%	1
	KW	100%	0%	0%	14
	Bolas	50%	30%	20%	0
	R\$	100%	0%	0%	3
	Peixes	90%	10%	0%	0
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
		Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem
Consumo cumulativo		0%	60%	40%	0%
Consumo por ambiente		40%	60%	-	-
Consumo por aparelho		40%	60%	-	-
Comparação histórica		40%	60%	-	-
Comparação normativa		20%	80%	-	-
Meta de consumo		0%	40%	40%	20%
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	80%	Monetário	100%	Monetária	11
Normativo	0%	Normativo	0%	Potência (kW)	13
Ambiental	20%	Ambiental	0%	Ambiental	6

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

Figura 28 – Grupo focado 5 realizado com 5 adultos de 40-50 anos

Importância dos tipos de informação ^{*a}		Priorização dos tipos de informação ^{*a}			
Consumo instantâneo	13	9			
Consumo cumulativo	14	3			
Consumo por ambiente	13	3			
Consumo por aparelho	15	8			
Comparação histórica	13	0			
Comparação normativa	8	0			
Meta de consumo	10	0			
Dicas	15	5			
Incentivo	14	2			
Penalidade	6	0			
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}				Priorização do consumo instantâneo ^{*a}	
		Acertos	Erros	Não sabe	
	KgCO ₂	90%	10%	0%	1
	Casas com expressões	70%	30%	0%	0
	Velocímetro	70%	30%	0%	5
	Árvores	40%	60%	0%	0
	KW	50%	50%	0%	9
	Bolas	60%	40%	0%	0
	R\$	60%	40%	0%	15
	Peixes	30%	70%	0%	0
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
	Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem	
Consumo cumulativo	80%	0%	20%	0%	
Consumo por ambiente	100%	0%	-	-	
Consumo por aparelho	80%	20%	-	-	
Comparação histórica	80%	20%	-	-	
Comparação normativa	100%	0%	-	-	
Meta de consumo	80%	20%	0%	0%	
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	100%	Monetário	100%	Monetária	15
Normativo	0%	Normativo	0%	Potência (kW)	10
Ambiental	0%	Ambiental	0%	Ambiental	5

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

Figura 29 – Grupo focado 4 realizado com 5 adultos de 50-65 anos

Importância dos tipos de informação ^{*a}		Priorização dos tipos de informação ^{*a}			
Consumo instantâneo	15	15			
Consumo cumulativo	12	0			
Consumo por ambiente	13	2			
Consumo por aparelho	15	3			
Comparação histórica	15	6			
Comparação normativa	9	0			
Meta de consumo	13	0			
Dicas	15	1			
Incentivo	15	3			
Penalidade	13	0			
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}		Priorização do consumo instantâneo ^{*a}			
		Acertos	Erros	Não sabe	
	KgCO ₂	100%	0%	0%	6
	Casas com expressões	90%	10%	0%	7
	Velocímetro	60%	20%	20%	12
	Árvores	40%	10%	50%	1
	KW	80%	10%	10%	2
	Bolas	40%	20%	40%	0
	R\$	60%	40%	0%	1
	Peixes	70%	10%	20%	1
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
		Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem
Consumo cumulativo		80%	20%	0%	0%
Consumo por ambiente		60%	40%	-	-
Consumo por aparelho		60%	40%	-	-
Comparação histórica		40%	60%	-	-
Comparação normativa		20%	80%	-	-
Meta de consumo		20%	40%	20%	20%
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	80%	Monetário	60%	Monetária	14
Normativo	20%	Normativo	20%	Potência (kW)	11
Ambiental	0%	Ambiental	20%	Ambiental	5

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

Figura 30 – Grupos focados realizados com 10 idosos de 65-85 anos

Importância dos tipos de informação ^{*a}		Priorização dos tipos de informação ^{*a}			
Consumo instantâneo	27	18			
Consumo cumulativo	28	4			
Consumo por ambiente	27	7			
Consumo por aparelho	29	13			
Comparação histórica	28	5			
Comparação normativa	20	1			
Meta de consumo	24	1			
Dicas	30	7			
Incentivo	29	4			
Penalidade	18	0			
Entendimento do consumo instantâneo ^{*b}				Priorização do consumo instantâneo ^{*a}	
		Acertos	Erros	Não sabe	
	KgCO ₂	80%	10%	10%	4
	Casas com expressões	80%	15%	5%	4
	Velocímetro	55%	30%	15%	3
	Árvores	30%	70%	0%	4
	KW	95%	5%	0%	14
	Bolas	80%	20%	0%	3
	R\$	95%	5%	0%	16
	Peixes	100%	0%	0%	12
Preferência por formatos de apresentação para tipos de informação ^{*c}					
		Texto	Gráfico	Velocímetro	Porcentagem
Consumo cumulativo		60%	20%	20%	0%
Consumo por ambiente		50%	50%	-	-
Consumo por aparelho		60%	40%	-	-
Comparação histórica		40%	60%	-	-
Comparação normativa		40%	60%	-	-
Meta de consumo		40%	30%	10%	20%
Preferência por incentivo ^{*c}		Preferência por penalidade ^{*c}		Priorização por unidade ^{*a}	
Monetário	50%	Monetário	40%	Monetária	29
Normativo	0%	Normativo	10%	Potência (kW)	18
Ambiental	50%	Ambiental	50%	Ambiental	13

a Soma das escolhas dos participantes

b Porcentagem para acertos, erros e não sabe

c Porcentagem da preferência dos formatos de apresentação para os outros tipos de informação

5.6 DISCUSSÃO

A Figura 31 resume os resultados dos elementos de informação dos dispositivos visuais. Várias diferenças e similaridades podem ser observadas entre os tipos de usuários.

Figura 31 – Síntese dos resultados

	CRIANÇAS	ADULTOS	IDOSOS
TIPOS DE INFORMAÇÃO	Consumo cumulativo é importante para controle.	Consumo instantâneo é mais importante para relacionar com o padrão de consumo.	Consumo cumulativo mais importante (dia ou semana) para controle.
	Consumo instantâneo deve ser apresentado para associar com o comportamento.	Consumo instantâneo deve ser apresentado para associar com o comportamento e conscientização.	Consumo instantâneo é preferido, mas gostariam de interagir pouco com o dispositivo.
	Consumo por aparelho é importante para ter o controle do consumo.	Consumo por aparelho é importante para ter o controle do consumo.	Consumo por aparelho é importante para ter o controle do consumo.
	Consumo por ambiente não é necessário, embora tenha sido importante.	Consumo por ambiente não é necessário.	Consumo por ambiente não é necessário.
	Incentivo deve ser apresentado pois é a principal informação para reduzir o consumo.	Incentivo não é necessário, embora tenha sido importante.	Incentivo não é necessário.
	Comparação normativa é preferida do que comparação histórica para avaliar se o consumo de suas casas é maior que o das casas vizinhas.	Comparação histórica é preferida do que comparação normativa porque as pessoas têm diferentes hábitos, mesmo se a casa for similar.	Comparação histórica é preferida do que comparação normativa porque as pessoas têm diferentes hábitos, mesmo se a casa for similar.
	Dicas são importantes porque a maioria não sabe como reduzir o consumo.	Dicas são importantes porque a maioria não sabe como reduzir o consumo.	Dicas são importantes porque a maioria não sabe como reduzir o consumo.
	Meta do consumo é uma forma de competição, mas não é necessária no dispositivo.	Meta de consumo pode ser problemática porque não sabem quem estipularia a meta, os usuários ou o dispositivo com base em algum outro parâmetro.	Meta de consumo pode ser problemática porque não sabem quem estipularia a meta, os usuários ou o dispositivo com base em algum outro parâmetro.
FORMATOS DA INFORMAÇÃO	Penalidade não é importante – associação com uma multa e a perda de dinheiro.	Penalidade não é importante – associação com uma multa e a perda de dinheiro.	Penalidade não é importante – associação com uma multa e a perda de dinheiro.
	Formatos numéricos foram bem entendidos.	Formatos numéricos foram bem entendidos.	Formatos numéricos foram bem entendidos
	Unidades kW e kgCO ₂ não são compreendidas.	Unidade kgCO ₂ não é compreendida.	Unidade kgCO ₂ não é compreendida.
	Expressões são preferidas para simbolizar o consumo.	Casa com expressões é uma forma rápida de entender o consumo.	Formato ambiental não deve ser utilizado.
	Dispositivo colorido.	Dispositivo colorido	Dispositivo preto e branco
	Alarme deve ser utilizado para dicas e consumo elevado.	Alarme deve ser utilizado para dicas (com opção de remover nas configurações).	Alarme não deve ser utilizado.
	Formato numérico para consumo cumulativo, consumo por aparelho, consumo por ambiente e meta do consumo.	Formato numérico para consumo cumulativo, consumo por aparelho, consumo por ambiente e meta do consumo.	Formato numérico para consumo cumulativo, consumo por aparelho, consumo por ambiente e meta do consumo.
	Formato numérico para comparação histórica e comparação normativa.	Gráficos para comparação histórica e comparação normativa.	Gráficos para comparação histórica e comparação normativa.
	Incentivo deve ser preferencialmente monetário.	Incentivo deve ser preferencialmente monetário – se for necessário.	Incentivo deve ser preferencialmente monetário – se for necessário.
	Penalidade deve ser preferencialmente ambiental.	Penalidade deve ser preferencialmente monetário – se for necessária.	Penalidade deve ser preferencialmente ambiental – se for necessária.
	Informações devem ser somente na unidade monetária.	Informações devem ser nas unidades monetária e potência de energia.	Informações devem ou ser com a unidade monetária ou com potência de energia.
	Dispositivo interativo.	Dispositivo interativo.	Dispositivo com pouca interatividade.
	Dispositivo será observado mais de uma vez ao dia.	Dispositivo será observado mais de uma vez ao dia.	Dispositivo será observado uma vez ao dia.

Os participantes apresentaram algumas similaridades na preferência e importância dos tipos de informação. O consumo por aparelho, por exemplo, foi considerado importante para todos os participantes, assim como o consumo cumulativo e dicas. Outras pesquisas já apontam a importância dessas informações para o entendimento do comportamento (ex.: KARJALAINEN, 2011; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010). Adultos e idosos não demonstraram interesse pela comparação normativa e mostraram preocupação sobre o compartilhamento das informações do consumo com outras pessoas, diferente de pesquisas anteriores que indicam o interesse dos usuários em receber esta informação (ex.: EGAN, 1998; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; WILHITE, 1999). As crianças, ao contrário, apresentaram interesse por esta informação principalmente para comparar o consumo com outros familiares. Já os adultos e idosos preferiram a comparação histórica com seus próprios dados de consumo. Pesquisas anteriores já indicam a preferência por esta informação para contribuir para redução do consumo (ANDERSON; WHITE, 2009; CANFIELD; BRUINE DE BRUIN; WONG-PARODI, 2016; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013). Outras pesquisas também comprovaram a utilidade de incentivos para reduzir o consumo de energia (ex.: FISCHER, 2008; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; PETERSEN et al., 2007; WOOD; NEWBOROUGH, 2003). Porém, esta informação não é necessária para os adultos e idosos diminuir o consumo, segundo a pesquisa. Já as crianças acham esta informação fundamental para a economia de energia.

Os resultados indicaram que a maioria dos participantes entendeu o formato numérico, consistente com pesquisas anteriores (ex.: CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012). Porém, enquanto as crianças preferiram este formato para quase todas as informações, adultos e idosos incluíram os gráficos para informações que poderiam comparar dados. Além disso, crianças e adultos mostraram interesse por formatos ambientais para representação do consumo instantâneo, ao contrário dos idosos que preferiram o formato numérico. Anderson e White (2009) também observaram a preferência por um formato diferente para representar o consumo instantâneo. Porém, em sua pesquisa, os participantes optaram pelo formato analógico com o uso de cores. Ao contrário desta pesquisa, Chiang, Natarajan e Walker (2012) constataram a preferência pelo formato numérico. O uso de cores e alarmes sugerido por crianças e adultos está de acordo com a preferência por dispositivos mais interativos. Idosos, no entanto, preferiram manter o dispositivo simples, sem a necessidade de adicionar estas características. Além disso, idosos consideraram importante manter o dispositivo com o mínimo de interatividade e informações. A dificuldade do entendimento de kgCO_2 e kW pelos participantes foi observado em pesquisas anteriores, ao contrário da unidade monetária, que é compreendida por todos (ANDERSON; WHITE, 2009; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011).

Além da separação por tipos de usuários, os resultados também indicam que pode haver uma separação por usuários conforme suas motivações para a redução do consumo. Pesquisas anteriores ((BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2014; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010) já identificaram o uso de tais perfis. Portanto, crianças, adultos e idosos foram separados conforme os perfis propostos por esses estudos:

- **Usuário econômico (adultos e idosos):** busca reduzir o consumo para economizar dinheiro ao diminuir o valor da conta de luz. Este usuário tem preferência por unidade monetária, assim como incentivo em que ganhe dinheiro;
- **Usuário ambiental (crianças, adultos e idosos):** busca reduzir o consumo para diminuir os impactos ambientais do seu comportamento e ter mais conscientização do uso de energia. Este usuário apresenta interesse em informações com a unidade ambiental. O incentivo e a penalidade ambiental são motivadores para a economia de energia;
- **Usuário investigador (crianças e adultos):** busca aprender por meio de experimentações do seu próprio consumo. Alguns exemplos das discussões foram: ligar e desligar os aparelhos, e observar as mudanças do consumo, descobrir quais aparelhos utilizam mais energia. Este conhecimento obtido vai contribuir para a redução do consumo. Este usuário tem a preferência por informações que facilitem o entendimento do consumo e de como economizar energia, preferindo informações como o consumo instantâneo e o consumo por aparelhos. Além disso, informações em formato numérico são preferidas por apresentar mais detalhes do consumo.
- **Usuário competitivo (crianças):** busca reduzir o uso de energia por meio da competição consigo mesmo ou com outros usuários para alcançar o menor consumo. Informações como a comparação normativa, comparação histórica e meta do consumo são importantes para este usuário. Os usuários que preferem essas informações podem interpretar a redução do consumo como um jogo;
- **Usuário tecnológico (crianças e adultos):** busca reduzir o consumo com o uso de uma nova tecnologia. Este usuário vai observar as informações, mas não necessariamente irá mudar de comportamento. Também, é plausível que troque os aparelhos com consumo elevado por outros mais eficientes. Estes usuários apresentaram preocupações referentes à estética da interface do dispositivo, como exemplo, o uso de cores e gráficos.

Ao contrário da pesquisa de Anderson e White (2009), os resultados sugerem que há diferenças entre os tipos de usuários. Portanto, os elementos de informação devem ser adaptados conforme as necessidades de cada tipo de usuário. Além disso, as discussões indicam que os usuários têm diferentes motivações para reduzir o consumo. O dispositivo visual, portanto, também deve se adaptar conforme esta motivação ao apresentar as informações e, assim, maximizar o nível de engajamento para a redução do consumo.

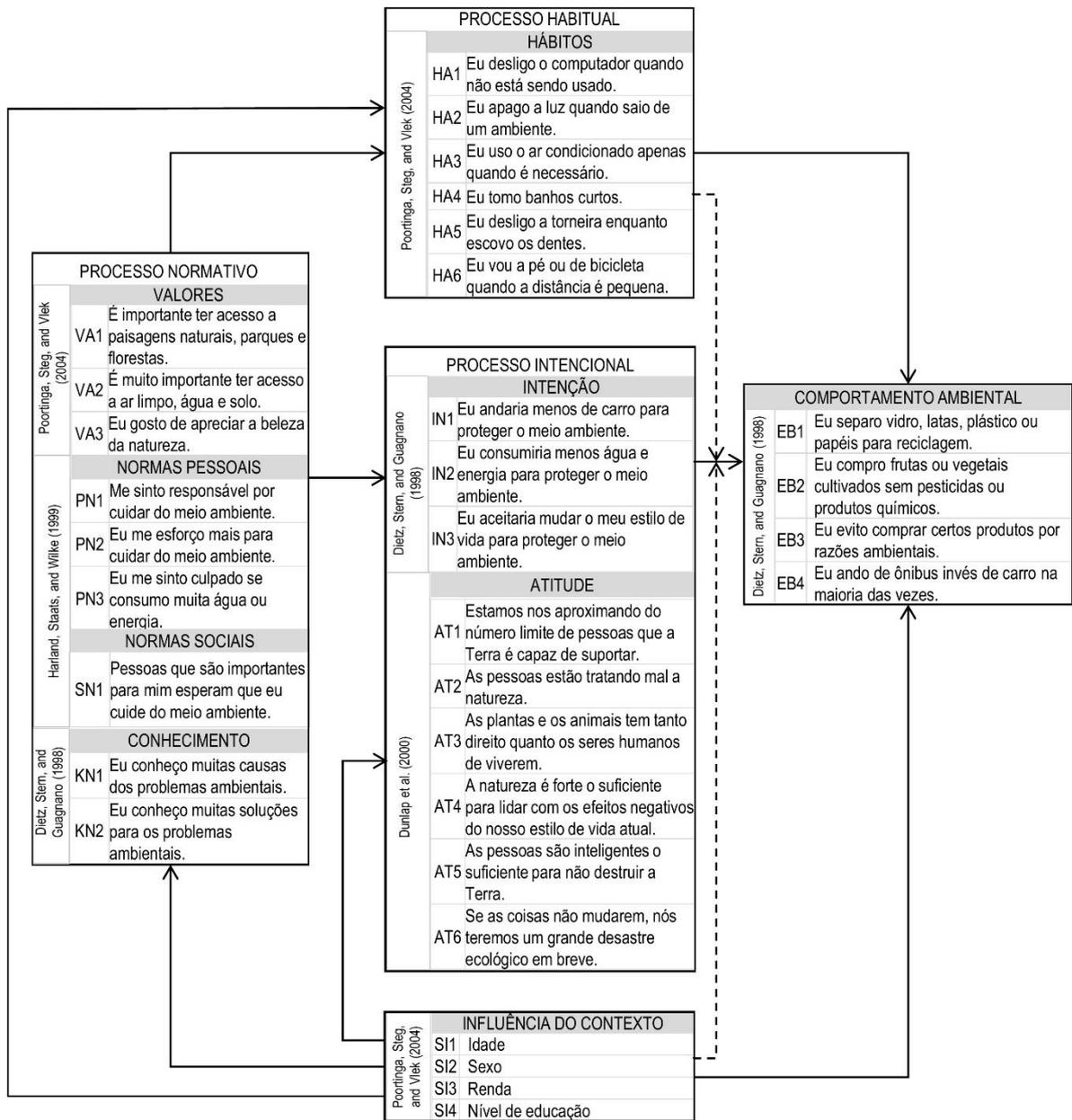
6 DISPOSITIVOS VISUAIS E O MODELO DE COMPORTAMENTO

O *feedback* direto por meio dos dispositivos visuais é promissor para reduzir o consumo. O fácil acesso às informações permite a conscientização e o conhecimento que leva à mudança de comportamento e, conseqüentemente, à economia de energia. Os tipos de informação (ex.: consumo instantâneo, comparação histórica, comparação normativa, etc.) e formatos (numéricos, analógicos e ambientais) devem ser considerados por estarem associados às motivações do usuário para mudar de comportamento. A intenção do usuário em mudar de comportamento também pode estar relacionada ao contexto, por exemplo, os usuários de baixa renda preferem informações como dicas para economizar energia e o uso da unidade monetária (VASSILEVA; CAMPILLO, 2014). As atitudes ambientais, bem como o interesse em informações com impacto ambiental, também foram um fator importante para envolver os usuários em comportamentos de economia de energia no estudo de Nilsson et al. (2014). Assim, as informações do consumo devem ser apresentadas conforme a preferência e o entendimento do usuário (KARJALAINEN 2011). Embora diferentes estudos se concentrem no design do dispositivo (ex.: CHIANG; NATARAJAN; WALKER, 2012; JAIN; TAYLOR; PESCHIERA, 2012; KARJALAINEN, 2011; KRISHNAMURTI et al., 2013), faltam estudos que explorem a relação dos fatores determinantes do comportamento (ex.: hábitos, atitudes, normas pessoais, etc.) com as informações apresentadas pelos dispositivos. No Capítulo 2, foi observado que o CADM tem potencial entre os modelos revisados para prever o comportamento de economia de energia. Neste capítulo, por meio de uma abordagem qualitativa, será investigada a percepção dos participantes sobre os fatores do CADM, como a intenção, a atitude e os hábitos, em relação ao comportamento que busca a economia de energia. Os resultados desta análise serão relacionados com a preferência e o entendimento dos tipos e formatos de informação para, juntamente, avaliar o design dos dispositivos visuais.

6.1 MODELO DE COMPORTAMENTO

O questionário final resultou em 28 questões para os participantes responderem, conforme a escala Likert, se concordam ou não com a afirmação (Apêndice F). A Figura 32 apresenta o modelo final utilizado com as questões para avaliar os fatores. As flechas pontilhadas representam a ligação indireta dos processos, enquanto as flechas sólidas, as ligações diretas. Além disso, os valores foram incluídos no processo normativo, embora não esteja no modelo original do CADM, porque pesquisas anteriores (ex. STERN, 2000; POORTINGA; STEG; VLEK, 2004) indicam uma significativa relação deste fator com o comportamento ambiental.

Figura 32 – Modelo CADM e questões para avaliação da percepção dos participantes



Fonte: Modelo adaptado de CADM ((KLÖCKNER; BLÖBAUM, 2010) – Questões utilizadas dos artigos: (DIETZ; STERN; GUAGNANO, 1998; DUNLAP et al., 2000; HARLAND; STAATS; WILKE, 1999; POORTINGA; STEG; VLEK, 2004)

6.2 RELAÇÃO DO MODELO DE COMPORTAMENTO COM O DESIGN DO DISPOSITIVO VISUAL

A Figura 33 apresenta a relação dos fatores do modelo de comportamento com a importância, a preferência, a priorização e o entendimento dos tipos e dos formatos das informações. As análises estão separadas por participantes (Figura 15, grupo D).

Figura 33 – Modelo de comportamento e dados do design de dispositivos visuais

MODELO DE COMPORTAMENTO					
	P1	P2	P3	P4	P5
Valores	Valores ambientais	Igual a P1	Igual a P1	Igual a P1	Igual a P1
Normas sociais	Poucas opiniões de outras pessoas podem ser relevantes	Igual a P1	Opiniões de outras pessoas são relevantes	Opiniões de outras pessoas não são relevantes	Igual a P4
Normas pessoais	Alta consciência ambiental	Média consciência ambiental	Pouca consciência ambiental	Igual a P3	Igual a P3
Conhecimento	Alto conhecimento sobre problemas ambientais	Conhecimento limitado sobre problemas ambientais	Igual a P2	Pouco conhecimento sobre problemas ambientais	Igual a P2
Hábitos	Vários hábitos sustentáveis	Quase nenhum hábito sustentável	Alguns hábitos sustentáveis	Igual a P3	Igual a P2
Intenção	Alta intenção de mudar de comportamento	Média intenção de mudar de comportamento	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Atitude	Várias atitudes ambientais	Algumas atitudes ambientais	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Comportamento ambiental	Mais sustentável – realiza diversos comportamentos ambientais	Sustentável – realiza alguns comportamentos sustentáveis	Pouco sustentável – realiza poucos comportamentos sustentáveis	Igual a P3	Menos sustentável - não realizou quase nenhum comportamento ambiental
DESIGN DOS DISPOSITIVOS VISUAIS					
	P1	P2	P3	P4	P5
Consumo Instantâneo	Alta importância e priorização	Alta importância, mas não priorizado	Igual a P1	Igual a P2	Igual a P1
	Formato numérico Não entendeu formato ambiental	Igual a P1	Formato analógico Não entendeu formato ambiental	Igual a P3	Igual a P3
Consumo cumulativo	Alta importância e priorizado	Igual a P1	Alta importância e não priorizado	Igual a P1	Igual a P1
	Formato numérico	Formato analógico	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Consumo por ambiente	Média importância e não priorizado	Igual a P1	Média importância e priorizado	Não importante e não priorizado	Igual a P1
	Formato numérico	Formato analógico	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Consumo por aparelho	Alta importância e priorizado	Alta importância e não priorizado	Igual a P1	Igual a P2	Igual a P2
	Formato numérico	Formato analógico	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Comparação histórica	Não importante e não priorizado	Igual a P1	Alta importância e priorizado	Média importância e não priorizado	Média importância e priorizado
	Formato numérico	Formato analógico	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Comparação normativa	Não importante e não priorizado	Igual a P1	Média importância e não priorizado	Igual a P1	Igual a P1
	Formato numérico	Formato analógico	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P2
Meta do consumo	Não importante e não priorizado	Igual a P1	Média importância e não priorizado	Igual a P1	Igual a P1
Dicas	Média importância e não priorizado	Não importante, mas priorizado	Alta importância e não priorizado	Não importante e não priorizada	Igual a P3
Incentivo	Alta importância e não priorizado	Alta importância e priorizado	Média importância e não priorizado	Igual a P2	Não importante ou priorizado
	monetário	Igual a P1	Sustentável	Igual a P1	Igual a P1
Penalidade	Média importância	Não importante e não priorizado	Igual a P2	Igual a P2	Igual a P1
	Monetária	Igual a P1	Sustentável	Igual a P1	Igual a P1
Unidade	Monetária	Igual a P1	Potência de energia	Igual a P3	Igual a P1

6.2.1 Participante 1 (P1)

P1 foi o mais sustentável e mostrou ter maior consciência ambiental por já realizar diferentes comportamentos sustentáveis (ver comportamento ambiental de P1 na Figura 33). P1 também apresentou atitudes ambientais e a intenção de mudar o comportamento para ser ainda mais sustentável (ver a atitude de P1 na Figura 33). Embora P1 já estivesse ciente das causas e da solução de problemas ambientais (ver conhecimento P1 na Figura 33), ele mostrou interesse em informações que aumentaram o conhecimento, como o consumo instantâneo e o consumo cumulativo (ver a importância da P1 dos tipos de informação na Figura 33). A classificação e a preferência por tipos de informação em formato numérico foram observadas apenas para esse participante. O participante pode estar mais interessado em informações de consumo detalhadas (formato numérico) do que o formato analógico e ambiental, porque ele já tem a intenção de realizar comportamentos mais sustentáveis.

6.2.2 Participante 2 (P2)

O participante já realiza certos comportamentos ambientais e teve alguma atitude sustentável, mas não o suficiente ter a intenção de mudar o comportamento (ver intenção P2 na Figura 34). Além disso, P2 não realiza muitos hábitos sustentáveis (ver hábitos P2 na Figura 33), indicando a falta de conhecimento sobre o uso de energia. A preferência por informações, como consumo cumulativo e dicas, pode estar relacionada a essa falta de compreensão dos hábitos sustentáveis (ver priorização dos tipos de informação na Figura 33 para P2). Embora a P2 tenha entendido todos os formatos (ver o entendimento de P2 para o consumo instantâneo na Figura 33), a preferência pelo formato analógico para todos os tipos de informação também pode ser associada à baixa intenção de mudar o comportamento.

6.2.3 Participante 3 (P3)

O participante apresentou comportamentos e atitudes sustentáveis, mas isso não refletiu a intenção de mudar o comportamento (ver intenção de P3 na Figura 33). Essas intenções mais fracas para a mudança de comportamento podem ser relacionadas à importância considerada para informações que motivam reduções no consumo, como dicas e incentivos (ver a importância da P3 dos tipos de informação na Figura 33). Além disso, a falta de intenção pode estar relacionada com conhecimentos limitados sobre o uso de energia. Isso pode ser observado na preferência por informações, como o consumo instantâneo, o consumo por aparelho e ambiente, e até a preferência da unidade (kW) que podem ensinar sobre o padrão de consumo do usuário. Embora P3 já apresente hábitos sustentáveis (ver hábitos P3 na Figura 33), o conhecimento por meio das informações como o consumo instantâneo pode ser útil para o participante mantê-los. Além disso, P3 foi o único que considerou a opinião de

outras pessoas relevantes para mudar o comportamento. Isto está de acordo com a importância atribuída às informações que geram competição, como comparação normativa e histórica e definição de metas. Além disso, P3 preferiu o formato analógico do que o formato numérico ou ambiental para tipos de informação, de forma semelhante a P2.

6.2.4 Participante 4 (P4)

Este participante não realiza comportamentos sustentáveis nem possui a intenção de realizá-los (ver comportamentos ambientais de P4 na Figura 33). A motivação para mudança de comportamento pode ser pelo incentivo, e pela informação importante e preferida (ver importância dos tipos de informação para P4 na Figura 33). Em contradição, P4 mostrou atitudes sustentáveis (de acordo com seus valores ambientais), mas isso não foi suficiente para ter a intenção de mudar o comportamento (ver intenção e atitudes de P4 na Figura 33). Isso pode estar relacionado à falta de conhecimento do participante, uma vez que este mostrou maior interesse e preferência por informações que contribuem para aumentar o entendimento do consumo (consumo por aparelho, consumo instantâneo e consumo cumulativo). P4 escolheu o formato numérico para consumo instantâneo, que fornece informações mais detalhadas e claras para facilitar o entendimento. Para outros tipos de informação, P4 preferiu o formato analógico, porque é útil atrair a atenção para as variações por meio de uma escala (ver a preferência para os tipos de informação de P4 na Figura 33). P4 também realiza alguns hábitos sustentáveis (ver hábitos de P4 na Figura 33), mas isso não parece ser uma escolha consciente de uma motivação ambiental.

6.2.5 Participante 5 (P5)

Este participante foi o menos sustentável e não realizou muitos comportamentos ambientais. Ele também não teve uma intenção significativa de mudar esse comportamento (ver intenção de P5 na Figura 33). A falta de intenção se reflete em atitudes e normas pessoais que também não são sustentáveis (ver atitudes e normas pessoais P5 na Figura 33). Surpreendentemente, P5 não considerou o incentivo como informação importante para motivar o comportamento, mas sim a penalidade monetária (ver a importância dos tipos de informação de P5 na Figura 33). Isso sugere que apresentar dados sobre consequências ambientais pode não ser a melhor forma de motivar uma pessoa que não possui consciência ambiental (normas pessoais). No entanto, P5 teve alguns hábitos sustentáveis (ver hábitos P5 na Figura 33), mas ele os executa por razões econômicas e não ambientais (justificado no *ranking* da unidade e preferência por incentivo e penalidade monetário na Figura 33). Além disso, como P3 e P4 que têm pouca intenção de mudar o comportamento, P5 preferiu o formato analógico do que a informação detalhada do consumo em formato numérico. O interesse no consumo em tempo real, no consumo cumulativo e na comparação histórica, também demonstrou a falta de

conhecimento do participante sobre comportamentos energéticos (ver a importância dos tipos de informação de P5 na Figura 33).

6.3 RELAÇÃO DOS FATORES COM O COMPORTAMENTO DE ECONOMIA DE ENERGIA

O processo normativo analisa a influência dos fatores (i) normas pessoais, (ii) normas sociais, (iii) valor e (iv) conhecimento (consciência das consequências e da responsabilidade) no comportamento. Com exceção do valor, os outros fatores não apresentaram uma importância significativa para determinar o comportamento. Os participantes demonstram ter valores ambientais (ver valores na Figura 33), já que a maioria apresentou preocupação com a qualidade da natureza e do meio ambiente. Porém, esses valores não parecem orientar o comportamento dos participantes, já que alguns não se engajam em comportamentos sustentáveis (ver comportamento ambiental na Figura 33). A falta de conhecimento também foi um resultado da pesquisa (ver conhecimento de P3, P4 e P5 na Figura 33). A maioria dos participantes conhece as causas dos problemas ambientais, porém não reconhece soluções para este problema. Os participantes demonstraram conhecer as causas principalmente por meio de mídias (ex.: Internet, jornais e revistas), mas este conhecimento não necessariamente resulta em um comportamento sustentável (ver P2 na Figura 33).

Com exceção de P3, as normas sociais não parecem ser relevantes para influenciar os participantes à mudança de comportamento (ver normas sociais na Figura 33). Entretanto, durante a discussão, alguns participantes comentaram que realizavam comportamentos para economizar energia porque tinham aprendido com outros familiares (ex.: apagar a luz, retirar os aparelhos da tomada). As normas pessoais também não demonstraram ser relevantes para os participantes (ver normas pessoais de P2, P3, P4 e P5 na Figura 33). Por exemplo, a maioria dos participantes não se esforça e não se sente responsável por cuidar do meio ambiente porque acha que não faria a diferença para resolver os problemas ambientais. Durante a discussão, os participantes também argumentaram que, primeiramente, deveria haver a iniciativa do governo ou outras partes responsáveis para solucionar estes problemas.

A maioria dos participantes realiza comportamentos habituais para a economia de energia (ver hábitos de P1, P3 e P4 na Figura 33). Os mais salientados durante a discussão foram desligar os aparelhos quando não estão em uso e apagar as luzes dos ambientes, ao contrário dos hábitos de tomar banhos curtos e andar a pé ou de bicicleta para curtas distâncias. Este último hábito levantou questões relacionadas com a influência do contexto, como a falta de infraestrutura de qualidade para permitir que as pessoas utilizem outros meios de transporte. A influência do contexto também foi um fator que motivou os participantes a discordarem de

algumas questões relacionadas à intenção (ver P3, P4 e P5 na Figura 33). Por exemplo, a questão de deixar de andar de carro para proteger o ambiente foi relacionada com a falta de segurança. Além disso, as pessoas não consumiriam menos água ou energia para proteger o meio ambiente porque veem seus comportamentos como uma necessidade básica e não como ações que poderiam ser modificadas para resultar na economia de ambos os recursos. Também, alguns participantes comentaram que estariam mais motivados a economizar energia e mudar de comportamento se recebessem incentivos financeiros para isso.

A influência do contexto foi explorada apenas durante a discussão dos participantes, principalmente sobre restrições que limitavam o comportamento de economia de energia, como no exemplo do transporte público. Outros participantes comentaram sobre a ineficiência energética dos seus aparelhos antigos, mas ainda em bom funcionamento que restringem a economia de energia. Um participante comentou sobre um facilitador da economia de energia, casas com boa ventilação resultam em comportamentos que reduzem o consumo, como não ligar o ar-condicionado. Participantes mostraram pouco interesse em se engajar em comportamentos ambientais (ver P1 e P2 na Figura 33). Por exemplo, todos os participantes não andam de ônibus, mas sim em veículo particular. Também, alguns participantes não têm costume de comprar produtos por razões ambientais, optando pela razão financeira, ou seja, comprando os produtos mais baratos, mesmo que não sejam os mais sustentáveis. Mas a maioria separa lixo porque tem esta facilidade devido à coleta seletiva. Isto demonstra a influência do contexto em predeterminar um comportamento. Alguns comportamentos de energia foram discutidos pelos participantes, por exemplo, como não utilizar alguns aparelhos (ex.: ferro e secadora) porque sabem que aumenta o consumo. Mas, para o caso de outros aparelhos com o consumo elevado, como o ar-condicionado, não deixariam de utilizar, mesmo que os identifiquem como comportamentos que aumentam o impacto sobre o meio ambiente. Isso sugere que os participantes podem ainda não estar motivados para deixar de realizar certos comportamentos que considerem importantes.

6.4 DISCUSSÃO

A falta de conhecimento é um dos principais fatores que impedem os participantes de ter atitudes positivas em relação à mudança de comportamento. Em geral, os participantes não estão conscientes da quantidade do consumo dos aparelhos ou do total da casa. A estimativa correta do consumo instantâneo, consumo cumulativo (do dia ou semana), e o consumo por aparelho pode refletir em motivações mais fortes para a economia de energia e, logo, aprimorar o conhecimento sobre este assunto. Além disso, os participantes ainda apresentam hábitos de consumo que não resultam em sua redução. As dicas podem ser uma fonte para o aprendizado

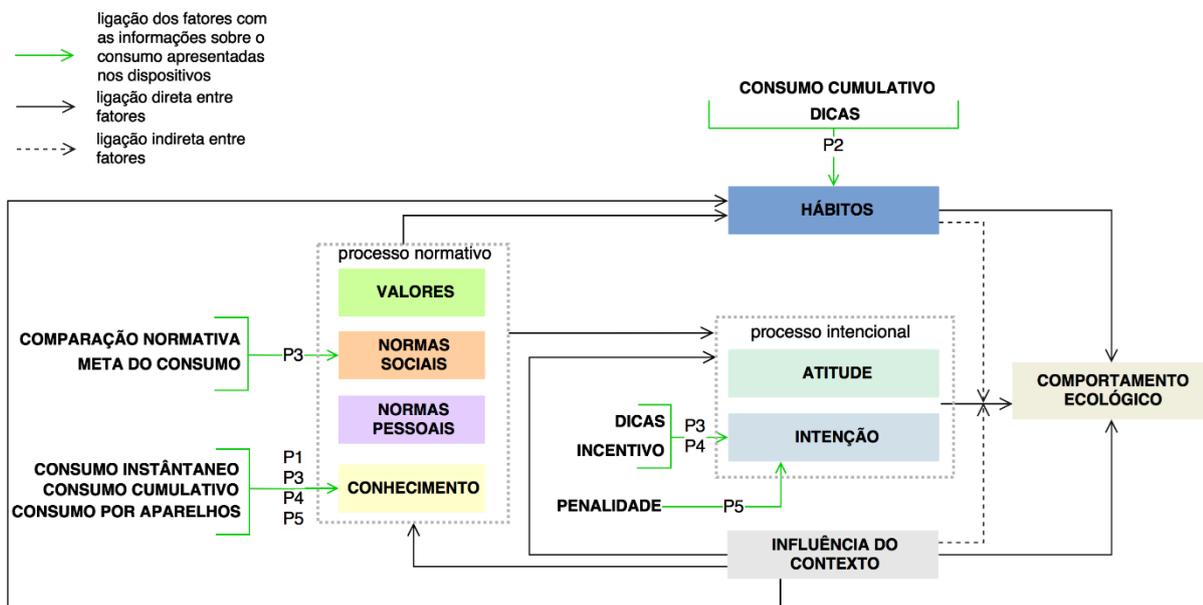
sobre o consumo e para tomar decisões que contribuam para a sua redução. Os participantes raramente concordaram com a associação do seu consumo com o impacto ambiental ou com as consequências negativas que pode ter para o meio ambiente. Além disso, a maioria dos participantes também não apresentou a obrigação moral de economizar energia. Isto sugere que apenas a conscientização do uso de energia não é suficiente, é necessário também informar os participantes das consequências ambientais decorrentes do seu próprio consumo.

A comparação do modelo comportamental com preferência, importância, classificação e compreensão dos tipos e formatos de informação apresentou resultados destacáveis. A intenção pode estar relacionada ao formato de preferência de informação. Participantes com pouca intenção de mudar o comportamento preferem o formato analógico (mais intuitivo) para os formatos de informação. O único participante que preferiu o formato numérico foi o mais sustentável (P1 na Figura 33). Pessoas sustentáveis podem preferir esse formato porque é mais preciso e fornece dados do consumo detalhados. No entanto, alguns participantes (P1, P2 e P5 na Figura 33) preferiram receber informações do consumo instantâneo em formato numérico na unidade monetária para ter mais compreensão e estar conscientes de seu consumo e custo de energia. Isso poderia estar relacionado à intenção de realizar comportamentos mais sustentáveis, mas por razões econômicas. As dicas foram consideradas importantes por participantes com conhecimento limitado (P3 e P5 na Figura 33) para identificar um comportamento mais sustentável. A falta de conhecimento também pode ser associada à preferência por informações como consumo instantâneo, consumo cumulativo e consumo por aparelho que permitem maior compreensão e conscientização (P3, P4 e P5 na Figura 34).

Embora a falta de normas pessoais possa estar relacionada a comportamentos menos sustentáveis, isso não parece ser um indicador de preferência ou importância para os tipos e formatos de informação. Essa falta de obrigação moral para cuidar do meio ambiente (P4 e P5 na Figura 33) pode estar associada à motivação financeira. No entanto, isso também foi observado em participantes que possuíam normas pessoais (P1 e P2 na Figura 33). O único participante (P3 na Figura 33) que considera a opinião de pessoas relevantes (normas sociais) mostrou interesse em informações que geram competição, como comparação normativa (com outras casas), comparação histórica (com consumo prévio) e meta do consumo. O mesmo participante foi o único que preferiu incentivo e penalidade sustentáveis porque a pressão social pode indicar ser mais aceitável reduzir o consumo por razões ambientais do que econômicas. P2 e P5 foram aqueles com hábitos menos sustentáveis (ver hábitos na Figura 33). Isso pode ser relacionado à importância considerada para o incentivo. Esta informação pode motivar a mudança de comportamento e, conseqüentemente, criar novos hábitos ambientais. Durante a discussão, os participantes concordaram com hábitos que resultam na economia de energia, como desligar os aparelhos ou as luzes. Entretanto, os participantes

também observaram que os hábitos atuais de uso de energia podem ser resultados do consumo elevado, como exemplo, o uso dos aparelhos em horários de pico de energia. Estes hábitos podem formar barreiras que impedem a mudança de comportamento das pessoas. Uma alternativa é informar as pessoas por meio do *feedback* do consumo. Ainda assim, é necessário avaliar se, com isso, os hábitos antigos serão quebrados e se hábitos novos de uso de energia se manterão em longo prazo. As relações da preferência e importância dos tipos de informações foram resumidas na Figura 34.

Figura 34 – Influência dos tipos de informação importantes e priorizados no CADM



As atitudes em relação ao uso de energia foram relevantes para os participantes, mas isto não necessariamente resulta na mudança de comportamento. Isto pode ser justificado pela falta de incentivos, tanto econômicos como ambientais, assim como barreiras referentes ao contexto. Estes fatores limitadores também foram observados para a intenção dos participantes em realizar comportamentos ambientais. Isto sugere que os participantes têm uma motivação externa para economizar energia. Restrições referentes ao contexto foram percebidas pelos participantes como fatores importantes para determinar o comportamento de economia de energia (ex.: produtos eficientes com alto custo, falta de infraestrutura, etc.). O participante menos sustentável (P5 na Figura 33) não considera o incentivo importante diferente do mais sustentável (P1 na Figura 33). Portanto, uma pesquisa mais aprofundada deve avaliar até que ponto esta estratégia pode resultar na mudança de comportamento. É importante ressaltar que estas conclusões estão vinculadas às percepções sobre o comportamento de economia de energia especificamente para a amostra, que consiste em 5 adultos. A análise realizada pode ser combinada com o método quantitativo para que os resultados sejam generalizados.

7 DIRETRIZES E MODELOS CONCEITUAIS PARA OS DISPOSITIVOS VISUAIS

Este estudo salientou a necessidade do desenvolvimento de diretrizes para o design dos dispositivos visuais para diferentes tipos de usuários. Além de considerar a preferência e o entendimento dos elementos de informação, também é necessário ter uma compreensão de como os fatores que antecedem a mudança de comportamento podem influenciar no uso dos dispositivos. Para reduzir o consumo, é necessário que o usuário esteja motivado para economizar energia e tenha o entendimento das informações apresentadas no dispositivo e, também, existem informações que são necessárias para que o usuário consiga tomar decisões sustentáveis sobre o consumo de energia. Portanto, é necessário investigar quais elementos de informação devem ser incluídos no dispositivo para que o usuário entenda e reduza seu consumo.

7.1 DIRETRIZES PARA OS DISPOSITIVOS VISUAIS

A Figura 35 resume as diretrizes conforme os elementos de informação a serem incluídos no dispositivo para cada tipo de usuário com base nos resultados relativos à preferência, à priorização, ao entendimento, à importância e à ocorrência de desenhos. Além disso, também foram consideradas as análises da relação do modelo de comportamento com o design do dispositivo.

Figura 35 – Elementos de informação para apresentar nos dispositivos visuais

INFORMAÇÃO	CRIANÇAS	ADULTOS	IDOSOS
Consumo instantâneo	Interface similar a um jogo usando perfis para cada usuário com as expressões	Casas coloridas com expressões e formato numérico com opção de trocar de unidade com um botão	-
Consumo cumulativo	Formato numérico com unidade monetária - trocar o período de tempo com um botão	Formato numérico com opção de trocar de unidade com um botão - trocar o período de tempo com um botão	Formato numérico com unidade monetária e potência de energia - consumo do dia e da semana
Consumo por ambiente	-	-	-
Consumo por aparelhos	Formato numérico com unidade monetária	Formato numérico com opção de trocar de unidade com um botão	Formato numérico com unidade kWh
Comparação histórica	-	Gráfico com opção de trocar de unidade com um botão - trocar o período de tempo com um botão	Gráfico com unidade monetária - comparação da semana
Comparação normativa	Formato numérico com unidade monetária e com o perfil de cada familiar	-	-
Meta do consumo	-	-	-
Dicas	Texto com alerta luminoso	Texto com alerta luminoso	Texto com alerta luminoso
Incentivo	Incentivo monetário com alerta luminoso	-	-
Penalidade	-	-	-

O design de um dispositivo visual deve oferecer aos usuários opções claras e intuitivas em relação à interatividade. Entretanto, os idosos não mostraram a intenção de interagir com o dispositivo. Isso sugere que os idosos podem ter dificuldades técnicas com novas tecnologias. Anderson e White (2009) identificaram que a maioria dos participantes preferia dispositivos menos interativos por medo de perder as configurações que já tinham entendido. Já as crianças e os adultos preferem dispositivos mais interativos, com botões para trocar de informações. O uso de cores também foi divergente entre os tipos de usuários. Crianças e adultos afirmaram que o uso de cores seria importante para o design do dispositivo visual, ao contrário dos idosos. Embora os idosos mostrem preferência pelo dispositivo mais simples, os resultados indicam que eles gostariam de ter, no mínimo, quatro tipos de informações. Já para as crianças e adultos, as diretrizes sugerem o uso de seis e cinco tipos de informação, respectivamente.

Os tipos de informação, como o consumo instantâneo, o consumo cumulativo e o consumo por aparelho, foram considerados importantes por quase todos os participantes, ainda que com formatos de informação variados (ver Figura 17 e Figura 19). Os idosos, por outro lado, não gostariam de interagir com o dispositivo mais de uma vez ao dia e mostraram maior interesse em ter a visão geral do consumo total do que o consumo instantâneo. Por isso, o consumo instantâneo foi removido como um requisito para os idosos. Já as crianças e os adultos gostariam de interagir em um período de tempo mais frequente com o dispositivo. Como a maioria dos participantes tem conhecimento limitado do consumo de aparelhos, esta informação foi incluída para todos os tipos de usuários (19, 12 e 7 para preferência na Figura 17). Também associado à falta de conhecimento, todos os participantes gostariam de ter dicas relacionadas ao consumo, já que a maioria não sabe como economizar energia (ver Figura 17). No entanto, as dicas não devem ser muito frequentes para não prejudicar o uso do dispositivo. Além disso, o tipo de alerta deve ser ajustável conforme a necessidade do usuário (ex.: alerta sonoro, luminoso, ou nenhum alerta).

O incentivo foi incluído para crianças, pois foi um dos tipos de informação mais importante e desenhado (57 na Figura 17a). No entanto, ainda é necessário avaliar como este incentivo seria fornecido para as crianças. Embora as crianças considerando o consumo por ambiente seja importante (59 na Figura 17a), esta informação não foi preferida e desenhada, e, portanto, não foi incluída. Além de dicas e incentivos, a comparação normativa entre outros familiares foi incluída para as crianças, pois estas mostraram interesse em informações que criem competições. Já para os adultos e idosos, a comparação histórica foi mais importante para comparar os dados atuais com os anteriores e entender o padrão de consumo. A definição de metas e a penalidade não foram incluídas nos modelos conceituais, uma vez que os participantes não mostraram interesse nessas informações.

Os resultados da análise do modelo de comportamento indicaram a falta de consciência ambiental dos participantes. A partir disso, poderia ser importante que as dicas apresentassem dados do impacto ambiental dos comportamentos de energia para alertar os usuários das consequências do seu consumo. Também, a escolha das informações como o consumo instantâneo, o consumo cumulativo e o consumo por aparelhos foram uma preferência dos participantes devido à falta de conhecimento do seu padrão de consumo. Este conhecimento pode contribuir para os usuários terem a intenção de mudar de comportamento e criar novos hábitos de consumo sustentáveis. Além disso, não ficou claro se o incentivo poderia ser uma informação que contribuiria para a mudança de comportamento. Com isso, primeiramente, pode-se optar por estratégias que busquem ensinar o usuário sobre o uso de energia ao invés de uma estratégia que estimule a redução do consumo ao oferecer um incentivo econômico ou social.

É importante ressaltar que as diretrizes estão associadas com o contexto de aplicação dos dispositivos. Outros fatores devem ser analisados ao considerar as diretrizes sob o ponto de vista de outros interessados, como exemplo: construtoras, empresas que produzem o dispositivo e empresas de energia. Alguns exemplos de fatores externos a serem considerados para instalação do dispositivo são: estrutura da casa (ex.: tamanho, materiais utilizados, etc.), sistema elétrico da casa, localização do medidor de energia, localização da casa. Já fatores internos incluem o sistema de transmissão de dados (ex.: *bluetooth*, frequência de rádio, Wi-fi, etc.), como o dispositivo conecta com o medidor, a localização e a mobilidade do dispositivo e a distribuição dos aparelhos na casa.

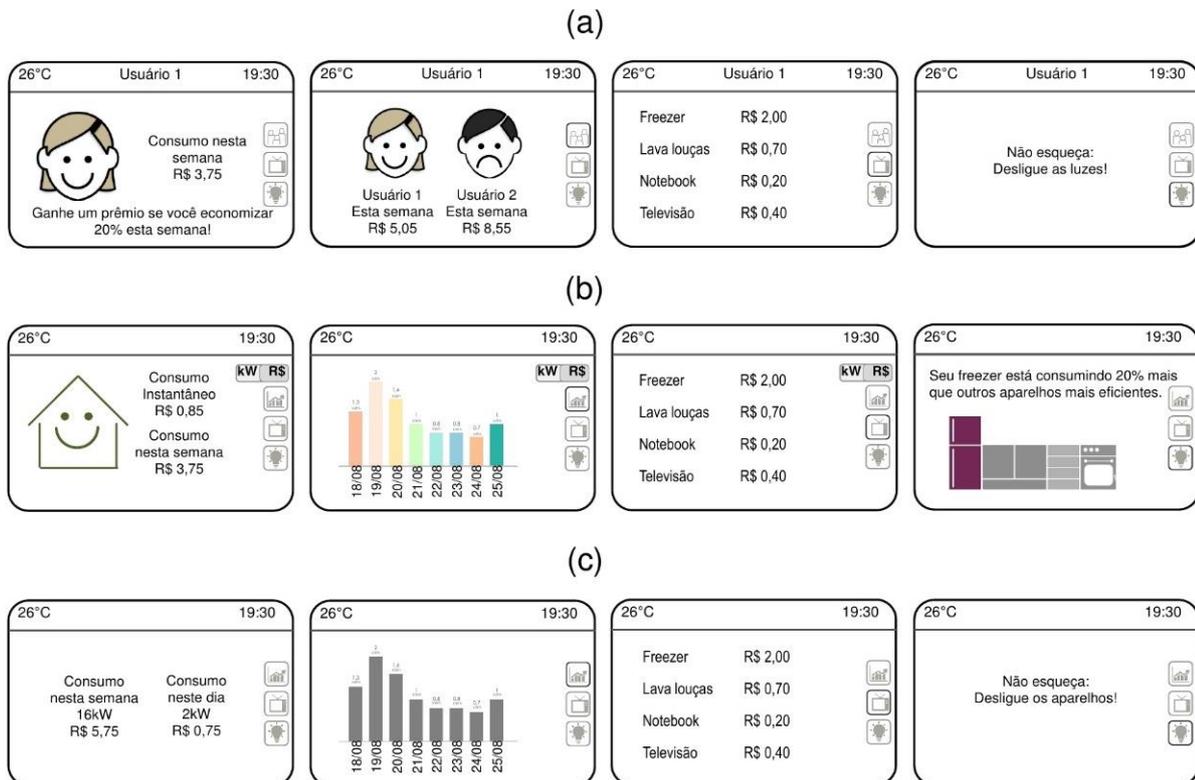
Os dispositivos visuais também devem ser consistentes em sua concepção e fabricação, e finalidade de uso, ou seja, devem ser de baixo impacto ambiental em termos de materiais e em uso. Pesquisas anteriores (ex.: BUCHANAN; RUSSO; ANDERSON, 2014; HARGREAVES; NYE; BURGESS, 2010) indicam que o consumo de energia do dispositivo é mínimo (0,15W). Entretanto, ainda faltam pesquisas que avaliem todo o ciclo de vida do dispositivo, desde o seu desenvolvimento até o descarte.

7.2 MODELOS CONCEITUAIS PARA OS DISPOSITIVOS VISUAIS

A partir das diretrizes propostas na Figura 35, foram sugeridos modelos conceituais para cada tipo de usuário (Figura 36). Estes modelos são uma representação gráfica e conceitual do dispositivo e não artefatos físicos. A tela principal do dispositivo deve fornecer a informação requerida para o usuário entender as consequências do seu comportamento de imediato. Com isso, esta tela deve apresentar o consumo instantâneo e o consumo cumulativo (dia e semana) para crianças e adultos, e apenas o consumo cumulativo (dia e semana) para idosos

(com a frequência de tal consumo modificável pressionando um botão para todos os tipos de usuários). Para as crianças, foi utilizada uma interface similar a um jogo com o perfil de cada familiar (avatar) criado pelo próprio usuário, enquanto adultos e idosos precisam de mais detalhes do consumo. Além do formato numérico, os adultos também adicionaram casas com expressões para o consumo instantâneo para chamar a atenção sem precisar ler os números.

Figura 36 – Modelos conceituais dos dispositivos visuais para (a) crianças, (b) adultos e (c) idosos



O incentivo também foi incluído na tela principal para as crianças, devido à sua importância para reduzir o consumo. Conforme a pesquisa, as crianças reduziram ainda mais o consumo se tivessem um incentivo para isto. A maioria dos adultos demonstrou interesse em ter ambas as unidades monetária e potência de energia. Portanto, foi adicionado um botão para realizar a troca de unidades. Idosos, no entanto, preferem manter o dispositivo simples, com uma unidade específica para cada informação (escolhida com base nos resultados). Por outro lado, apenas a unidade monetária foi utilizada para crianças, porque elas têm dificuldades em entender potência de energia. A unidade ambiental não foi utilizada em nenhum dos dispositivos, já que os participantes demonstraram não ter interesse nem muito entendimento dessa. Além disso, para as crianças, a tela principal deve ser repetida para cada perfil criado, com os dados do consumo respectivo do perfil.

Outras informações devem ser também apresentadas a partir da opção de alternar os dados pressionando um botão. As crianças preferem uma comparação normativa entre pessoas da

própria família para comparar o consumo em formato numérico e com o desenho do perfil. Idosos e adultos, pelo contrário, preferem uma comparação histórica em gráficos, porque isso é semelhante ao que já está presente nas contas de energia. No entanto, a frequência de tempo deve ser apenas a diária e semanal para associar o consumo com sua consequência. O consumo por aparelhos foi incluído para todos os participantes em formato numérico. Todos os participantes também mostram interesse em receber dicas. Na tela do dispositivo, as dicas devem ser disponíveis utilizando um sinal luminoso e não sonoro, que foi considerado prejudicial pelos usuários. Além disso, as crianças preferem incentivo monetário para reduzir o consumo. Alguns outros recursos estão incluídos nos modelos conceituais, como uma bateria interna, para adicionar mobilidade aos usuários, deste modo, investigarem o consumo da casa. Ambos os modelos conceituais foram propostos com a tela *touchscreen* já que a maioria dos participantes possui *smartphones* e não apresentou dificuldades em relação ao seu uso. Também, crianças e adultos gostariam de ter um aplicativo que apresentasse as informações de consumo, ao contrário do idosos. É importante ressaltar que as diretrizes também se aplicariam neste caso se a forma de apresentação das informações fosse o aplicativo.

A partir do uso dos dispositivos visuais com as informações necessárias apresentadas nas diretrizes, pode ser que os usuários solicitem novas informações assim como desejem alterar os formatos. Pesquisas anteriores (ex.: COOPER et al., 2011; FITZPATRICK; SMITH, 2009; KRISHNAMURTI et al., 2013) indicaram que, após o uso, os usuários trocaram principalmente as unidades das informações e necessitaram de informações mais detalhadas do consumo. Contudo, deve-se ter cuidado para não prejudicar a interface dos dispositivos, principalmente em relação aos idosos que preferem dispositivos simples e com pouca interatividade. Também, as unidades devem ser consistentes com as contas de luz recebidas pelos participantes (adultos e idosos) para que não haja dúvidas na confiabilidade dos dados fornecidos pelo dispositivo. Ainda que as informações propostas pelas diretrizes mudem conforme o uso real do dispositivo, elas ainda fornecem uma direção importante do tipo de informação que deve ser testado em uso.

Anderson e White (2009), Buchanan, Russo e Anderson (2014) e Hargreaves, Nye e Burgess (2010), ao investigarem os dispositivos em uso, apontaram algumas características referentes ao design dos dispositivos que prejudicaram seu uso: (i) muita informação deixa o dispositivo complexo ou poucas informações o deixam limitado; (ii) tamanho do dispositivo – muito grande ou muito pequeno; (iii) alarme sonoro prejudicial; (iv) sem luz de fundo no dispositivo; (v) muitos decimais nas informações do consumo – ideal seria, no máximo, dois; (vi) problemas de instalação; (vii) não apresenta o horário; e (viii) apresenta informações que não contribuem para a redução do consumo – ex.: consumo por ano. Embora algumas destas

características sejam consideradas durante os grupos focados e incluídas nas diretrizes, outras só surgem após o uso. Esses estudos que exploram o design durante o uso e já constataam algumas características limitadoras, podem ser um ponto de partida em combinação com as diretrizes ao projetar o dispositivo.

Os grupos focados realizados neste trabalho mostraram que alguns participantes estão mais interessados em reduzir o consumo do que outros. É provável que um dispositivo que apresente as informações conforme as diretrizes sejam mais eficientes para conservar energia. Porém, isto não significa necessariamente que os usuários irão mudar de comportamento já que nem todos têm esta intenção. Conforme a análise relacionada dos fatores que determinam o comportamento com o design do dispositivo, as informações necessárias para aumentar a conscientização e o interesse dos usuários estão presentes nas diretrizes (ex.: consumo instantâneo, consumo cumulativo e dicas). Ainda assim, é necessário avaliar se em longo prazo o dispositivo pode ser um encorajador para a redução do consumo, ou se é necessário combiná-lo com outros motivadores.

Alguns dos requisitos identificados para a redução do consumo na literatura (Figura 8) podem ser detectados nas diretrizes apresentadas neste trabalho. As diretrizes indicam os tipos e formatos de informação adequados para mostrar as informações do consumo conforme a preferência e o entendimento dos tipos de usuários. Ao apresentar as informações que os usuários têm interesse e entendem impede que o dispositivo deixe de ser utilizado ou que as informações não sejam compreendidas causando o aumento do consumo. Por exemplo, ao investigar que o uso do alarme sonoro pode ser considerado incomodo para os participantes desta pesquisa, a utilização deste formato não é indicada nos dispositivos. A mobilidade do dispositivo também pode permitir que o usuário escolha sua localização conforme sua preferência e uso. Além disso, foi identificado que as crianças e adultos preferem dispositivos mais interativos, ao contrário dos idosos. Como trabalhos anteriores não realizaram uma análise separada por tipos de usuários, é necessário investigar até que ponto a interatividade pode ser considerada um requisito que contribui para a redução do consumo para diferentes usuários. Também, alguns dos fatores só poderão ser analisados conforme o uso real do dispositivo, como as dificuldades técnicas ou a falta de precisão das informações.

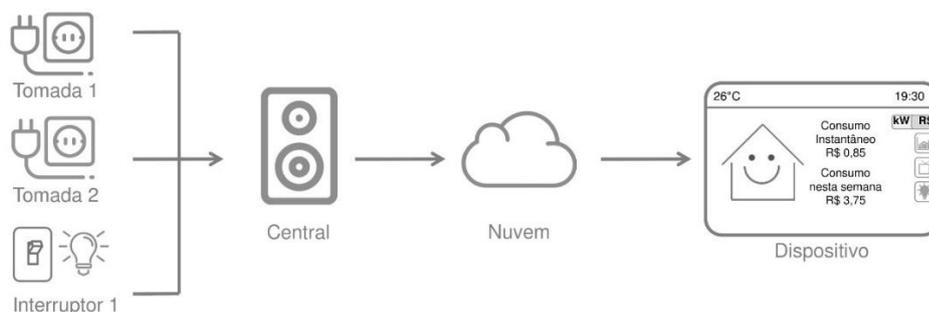
8 AVALIAÇÃO DAS DIRETRIZES E DOS MODELOS CONCEITUAIS

A avaliação das diretrizes e dos modelos conceituais ocorreu com uma empresa especialista em *smart meter* e eficiência energética e por meio da comparação com os dispositivos existentes no mercado.

8.1 AVALIAÇÃO COM EMPRESA ESPECIALISTA

A viabilidade técnica e econômica dos modelos conceituais foi avaliada por uma empresa especialista. Para o usuário ter as informações no dispositivo visual, é necessário ter uma central de coleta de dados, Rede *Mech*, com conexão via *bluetooth* ou rede Wi-fi, sendo capaz de conectar até 32.000 aparelhos simultaneamente. Ela pode medir dados de eletricidade, água e gás. Os dados coletados ficam armazenados na memória interna e/ou salvos na nuvem caso haja conexão com uma rede Wi-fi, sendo que este serviço terá uma anuidade para manutenção da conta. A central só poderá ser instalada por um técnico responsável, visto que serão necessárias mudanças no sistema elétrico da casa, o que pode provocar acidentes se for feito por alguém não qualificado para tal. A empresa já desenvolveu o *hardware* capaz de coletar os dados nas residências e estão desenvolvendo o *software* que irá apresentar estes dados aos usuários. Esses dados serão coletados a partir do medidor de energia ou diretamente do quadro de disjuntores. Além disso, a medição do consumo por aparelhos pode ocorrer de duas formas: (i) na tomada em que o aparelho será ligado, por meio de cabos neutro e fase conectados aos da rede; ou (ii) no disjuntor do aparelho dentro do centro de distribuição da residência, sendo que esta forma se aplica especificamente a aparelhos de ar-condicionado, que possuem disjuntor próprio. A Figura 37 apresenta um esquema de como seria realizada a instalação técnica do dispositivo.

Figura 37 – Instalação do produto



Também é possível ter múltiplos usuários utilizando o dispositivo com a mesma base de dados. Para os adultos e idosos, as informações e o formato poderiam ser facilmente alteradas nas configurações do dispositivo. Porém, para as crianças, o cálculo do consumo de cada perfil será apenas estimado. Este cálculo poderá ocorrer por meio da seleção anterior ao uso do dispositivo, dos aparelhos que mais utilizam, quais atividades costumam realizar e em qual período está em casa. Dessa forma, acredita-se que este formato não seja o ideal para apresentar o consumo, porque pode fornecer dados imprecisos do consumo. As informações do consumo também poderão ser apresentadas a através de um aplicativo ou por e-mail. O aplicativo para *smartphone*, é interessante pela facilidade de uso e a dispensabilidade em comprar mais um aparelho (dispositivo visual). Isto facilitaria conexões remotas, e, se conectadas à automação residencial, controlar ações a distância (ex.: desligar aparelhos esquecidos ligados em casa). Para a pesquisa, crianças e adultos apresentaram o maior interesse em ter as informações do consumo também em um aplicativo, ao contrário dos idosos. O uso do aplicativo para os idosos pode ser prejudicial devido a dificuldades técnicas e por exigir maior interação.

As informações apresentadas nos modelos conceituais poderão ser apresentadas nos dispositivos reais, com exceção do incentivo, visto que necessita de investimentos dos órgãos responsáveis pela energia a fim de criar programas que favoreçam quem economiza energia. O consumo instantâneo, tipo de informação importante para as crianças e os adultos, poderá ser apresentado a cada minuto, no mínimo. As medições serão feitas a cada milissegundo, porém será apresentada uma média deste intervalo de tempo. Os dados de consumo cumulativo, informação importante para as três faixas de usuários, também poderão ser apresentados conforme a preferência de periodicidade do usuário. A partir dos dados coletados também poderá ser apresentado o consumo histórico total da casa em diferentes períodos de tempo. O consumo dos aparelhos da casa também poderá ser fornecido para os usuários. Pode ser escolhido apresentar o consumo de todos os aparelhos ou apenas alguns selecionados já que a medição poderá ocorrer pelo ponto de energia e não especificamente em cada aparelho. O tipo de incentivo monetário, preferido por crianças, só seria possível se existisse uma parceria com empresas para fornecer algum tipo de desconto (ex.: na compra de aparelhos mais eficientes). Uma outra forma de incentivo poderia ser por meio de mensagens apresentando quanto o usuário já economizou utilizando o dispositivo para, assim, motivá-lo a continuar reduzindo o consumo. Por meio de uma análise dos dados de consumo, dicas poderiam também ser apresentadas, enfatizando pontos em que o usuário estaria com consumo elevado e como poderia reduzir.

A possibilidade de troca de unidades de potência de energia para monetária, informação solicitada pelos adultos, poderá também ser realizada. O dado inicial coletado seria em kW

(mesma unidade utilizada no medidor), mas poderá ser estipulada uma média do valor do kW levando em consideração a bandeira e tributos aplicados para, assim, prover um valor em R\$. Entretanto, este será um valor aproximado, pois o valor do kW não é constante, e existem muitos fatores que influem na sua tributação. Esta informação é essencial, pois a maioria dos usuários entende e prefere a unidade monetária, tanto crianças como adultos e idosos, sendo esta fundamental para garantir a funcionalidade do produto. Portanto, antes da utilização do dispositivo, deve-se garantir para o usuário que este cálculo é aproximado e pode apresentar divergências do valor final que este receberá na conta de luz. Esta falta de precisão poderá influenciar negativamente o uso do dispositivo para alguns usuários, que necessitam na confiabilidade das informações apresentadas. O formato de apresentação em casinhas poderia ser gerado, mas seria necessário um período de coleta de dados inicial para definir parâmetros de consumo da residência, e, assim, estipular os níveis bom, regular e ruim. Isto se aplica a outros formatos de apresentação que necessitem de níveis de consumo para indicar se está bom ou ruim.

Por fim, identificou-se que o valor aproximado para adquirir o dispositivo e sua instalação custaria, aproximadamente, R\$2.000,00; tendo o adendo da taxa anual de armazenamento dos dados na nuvem. Um estudo realizado pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica, identificou que a tarifa brasileira para uso de energia elétrica residencial é a 14^a mais cara entre 28 países analisados^a (ABRADEE, 2016). O consumo médio de energia no Brasil é de aproximadamente 150kWh (R\$ 120,00). Estudos anteriores indicam que a redução do consumo pode ser de até 20%. Se os usuários conseguirem reduzir o consumo nesta porcentagem, o consumo poderá ser diminuído para 120 kWh (R\$ 96,00). Com isso, um retorno do investimento da instalação desta tecnologia, só será possível a partir de sete anos de uso. Para os usuários que tem um consumo muito elevado, poderá ser interessante instalar esta tecnologia porque o tempo de retorno será reduzido. Porém, para os usuários de baixa renda ou os que tem um consumo mais baixo pode não ser vantajoso fazer este tipo de investimento. Portanto, deve-se buscar outras alternativas mais econômicas para a instalação do dispositivo ao ser disponibilizado para os usuários.

8.2 COMPARAÇÃO COM DISPOSITIVOS EXISTENTES NO MERCADO

Os elementos de informação identificados nos dispositivos existentes no mercado foram categorizados conforme a Figura 38, sendo ao todo dezenove dispositivos analisados.

^a Dinamarca, Itália, Portugal, Irlanda, Reino Unido, Bélgica, Japão, Áustria, Austrália, Suíça, Holanda, Luxemburgo, França, Eslovênia, Eslováquia, Suécia, Finlândia e Polônia.

Comparando as diretrizes propostas (Figura 35) com os dispositivos existentes no mercado da Austrália e Reino Unido (Figura 16), foram identificados os seguintes resultados:

Figura 38 – Diretrizes apresentadas nos dispositivos existente no mercado

		DIRETRIZES										Incentivo	
		Consumo instantâneo			Consumo cumulativo		Consumo por aparelhos	Comparação histórica		Comparação normativa	Dicas	Incentivo Monetário	
		Perfil familiar	Formato numérico	Casas com expressões	Formato numérico	Formato numérico	Formato numérico	Gráficos	Perfil familiar	Texto			
1	e-on chameleon	X	velocímetro	X	X	velocímetro	X	X	X	X	X	X	
2	e-on ecometer	X	gráficos	X	X	gráficos	X	✓	X	X	X	X	
3	Ovo	X	velocímetro	X	X	gráficos	X	✓	X	✓	X	X	
4	N Power 01	X	gráficos	X	X	velocímetro	X	X	X	X	X	X	
5	N Power 02	X	✓ kW, R\$, kgCO ₂	X	X	gráficos	X	✓	X	X	X	X	
6	Utilita 01	X	velocímetro	X	X	gráficos	X	✓	X	✓	X	X	
7	Utilita 02	X	velocímetro	X	X	gráficos	X	✓	X	✓	X	X	
8	Utilita 03	X	velocímetro	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	X	
9	UK – British gas 01	X	velocímetro	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	X	
10	UK – British gas 02	X	gráficos	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	X	
11	UK – British gas 03	X	velocímetro	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	X	
12	UK – British gas 04	X	velocímetro	✓	X	X	X	X numérico	X	✓	X	X	
13	First Utility	X	velocímetro	X	X	X	X	✓	X	✓	X	X	
14	Souther Electric	X	✓ kW, R\$, kgCO ₂	X	X	✓	X	X numérico	X	✓	X	X	
15	Pipit 500	X	velocímetro	X	X	velocímetro	X	X	X	✓	X	X	
16	Watts Clever	X	velocímetro	X	X	velocímetro	X	X velocímetro	X	X	X	X	
17	Origin Energy 01	X	velocímetro	X	X	✓	X	X numérico	X	✓	X	X	
18	Origin Energy 02	X	gráficos	X	X	gráficos	X	✓	X	X	X	X	
19	eiko	X	velocímetro	X	X	gráficos	X	✓	X	✓	X	X	

DISPOSITIVOS EXISTENTES

- **Unidades:** todos os dispositivos apresentaram a opção de troca de unidades. Embora isto seja ideal para os adultos, idosos preferem uma unidade específica para cada tipo de informação. É necessário investigar com o dispositivo em uso se os idosos se adaptariam com um botão para troca de unidade ou deixariam de utilizá-lo devido ao dispositivo ser mais interativo.
- **Consumo instantâneo:** todos os dispositivos existentes apresentam esta informação. Conforme as diretrizes, crianças e adultos também desejam esta informação. Nenhum dispositivo possui formato ambiental, como casas com expressões. Entretanto, para esta informação, 13 dos dispositivos utilizam um formato analógico (velocímetro). Cores para indicar o nível de consumo também são utilizadas, seguindo o que foi constatado na pesquisa para adultos. Embora o formato das casas seja o ideal para os adultos, o formato analógico poderia ser uma opção visto que vários adultos demonstraram preferência por este formato na pesquisa. Nenhum dos dispositivos existentes no mercado possui perfis para diferentes usuários.
- **Consumo cumulativo:** cinco dispositivos apresentam formato numérico com diferentes períodos de tempo a partir da troca por meio de um botão. Os outros dispositivos existentes informam o consumo cumulativo com gráficos de barras ou velocímetro, formatos com baixa preferência conforme os resultados. A frequência do consumo também pode ser observada: a maioria dos dispositivos apresenta o consumo cumulativo do dia, semana e mês, conforme com o que também foi solicitado pelos usuários.
- **Consumo por ambiente e consumo por aparelho:** nenhum dispositivo apresenta esta informação. Contudo, as diretrizes apontam a preferência dos três tipos de usuários em saber dados de consumo por aparelho. Além disso, a informação deve ser em formato numérico e não com gráficos.
- **Comparação histórica:** doze dispositivos se apresentam em forma de gráficos, ideal para esta informação conforme as diretrizes. Entretanto, apenas um dispositivo utiliza cores no gráfico. Adultos têm a preferência pelo uso de cores para apresentar as informações, ao contrário dos idosos. A preferência por gráfico com unidade monetária para idosos e com troca para potência de energia para adultos é necessária conforme as diretrizes.
- **Comparação normativa:** nenhum dispositivo apresentou esta informação. Entretanto, apenas as crianças gostariam de ter esta informação comparando o consumo com os próprios moradores da casa, ao contrário dos adultos e idosos.
- **Meta de consumo:** treze dispositivos apresentam esta informação, embora nenhum tipo de usuário gostaria de ter esta informação. Ainda assim, para gerar a competição entre as crianças, esta pode ser uma opção para substituição da comparação normativa.

- **Dicas:** treze dispositivos apresentaram esta informação. Os usuários da pesquisa preferem o uso de alertas luminosos. Dispositivos existentes no mercado utilizam alerta para mensagens com dicas de como reduzir o consumo.
- **Incentivo e penalidade:** nenhum dispositivo apresentou estas informações. As crianças, entretanto, precisam do incentivo para reduzir o consumo. É preciso avaliar outras alternativas para motivar as crianças para conservar energia caso não seja viável esta estratégia no dispositivo.
- **Interação do dispositivo com outros aparelhos:** quatro dispositivos possibilitaram o envio de informações via *e-mail*. Durante a pesquisa, foi identificado o interesse dos entrevistados de utilizar um aplicativo no celular, mas não o computador.

Nenhum dos dispositivos existentes atendem totalmente as diretrizes propostas para os tipos de usuários. Alguns tipos e formatos da informação foram propostos diferentes dos dispositivos no mercado, como a apresentação do consumo por aparelhos (todos os usuários), o formato ambiental para o consumo instantâneo, com o uso de perfis (crianças), o incentivo monetário (crianças) e a comparação normativa (crianças). Para apresentar o consumo por aparelhos é necessário utilizar uma tecnologia que envolve um alto custo de instalação (ex.: alterações no sistema elétrico da casa) e um técnico especializado para realizar este serviço. Já para medir apenas o consumo total da casa (instantâneo e cumulativo), o próprio usuário pode instalar o dispositivo e não exige mudanças no sistema elétrico da casa. Além disso, todos os dispositivos tinham uma bateria interna permitindo a mobilidade do dispositivo, requisito identificado com alta importância durante a pesquisa.

No contexto brasileiro, os usuários precisam de mais informações em comparação com as analisadas nos dispositivos existentes no mercado. Por exemplo, a necessidade de ter o consumo por aparelhos no formato numérico para todos os usuários indica que o dispositivo deve apresentar informações mais detalhadas do consumo. Além disso, principalmente as crianças utilizariam o dispositivo como se fosse um jogo com uma competição para ser o usuário que mais reduz o consumo. Nenhum dos dispositivos analisados apresenta informações que ajudariam as crianças a reduzir o consumo desta forma (ex.: comparação normativa e incentivo), já que são apresentadas apenas informações vinculadas ao consumo total da casa e não separado pelo usuário. Com isso, para as crianças seria necessário um outro tipo de dispositivo, diferente dos já existentes ou apenas o uso do aplicativo do celular (conforme sua preferência) para mostrar as informações do consumo. Já para os adultos e idosos, poderia ser incluído em dispositivos existentes o consumo por aparelhos e modificar o formato das informações para ajustar conforme as diretrizes dos usuários brasileiros.

9 CONCLUSÃO

A falta de diretrizes para o design de dispositivos visuais que apresentam o consumo de energia em residências motivou esta investigação. A base teórica utilizada para abordar este problema está relacionada com o comportamento do usuário e o *feedback* por meio de dispositivos visuais para conscientização do consumo de energia (apresentados nos capítulos 2 e 3). O estudo do design de tais dispositivos permitiu a categorização dos tipos e formatos de informação sobre o uso de energia que podem ser apresentados ao usuário. Porém, foram encontradas quatro lacunas na literatura que abordam a falta de estudos que: (i) analisem os elementos de informação de forma isolada, (ii) investiguem de forma abrangente o entendimento dos elementos de informação, (iii) analisem da percepção de diferentes tipos de usuários e (iv) abordem a relação do comportamento do usuário com a preferência e o entendimento dos elementos de informação. Com base nestes problemas de pesquisa, foram definidos quatro objetivos para esta investigação. A proposta de diretrizes para o design de dispositivos visuais de consumo visando a economia de energia para diferentes tipos de usuários (crianças, adultos e idosos) é o principal objetivo e a contribuição mais importante deste trabalho.

Dois estudos empíricos foram realizados para o desenvolvimento das diretrizes para o design de dispositivos. O primeiro estudo ocorreu para investigar a preferência e o entendimento dos elementos de informação pelos diferentes tipos de usuários (objetivo secundário). Para isso foi realizado um questionário com base em uma revisão sistemática de literatura (capítulo 3) que permite a análise dos elementos de informação de forma isolada. Os resultados com base em grupos focados realizados com os participantes da pesquisa, evidenciaram que as preferências, a priorização e o entendimento dos elementos de informação devem ser diferenciados conforme o tipo de usuário.

Já no segundo estudo foi investigado a relação de um modelo de comportamento proposto baseado no CADM com os aspectos relativos ao design dos dispositivos abordados no primeiro estudo. Este modelo foi definido com base em uma revisão sistemática de literatura (capítulo 2) e foram utilizadas questões para avaliar os fatores que influenciam o modelo com base em estudos anteriores que já os avaliaram. Esta avaliação contribuiu para uma análise dos principais fatores que podem motivar ou limitar os usuários para realizar comportamentos sustentáveis e, com isso, reduzir o consumo. Além disso, os fatores analisados em conjunto com a preferência e o entendimento dos elementos de informação permitiram uma visão mais abrangente das respostas dos participantes (objetivo secundário). No entanto, esse estudo

foi apenas realizado com cinco participantes adultos. É necessário realizar esta pesquisa com outros tipos de usuários e com um número maior de amostra para analisar como estes fatores, por exemplo, as intenções, as atitudes ambientais e o conhecimento do uso de energia podem contribuir para identificar as motivações e oportunidades que contribuam para que comportamentos sustentáveis sejam realizados.

Os resultados de ambos os estudos foram utilizados para desenvolver as diretrizes que atendem aos requisitos dos usuários para os diferentes elementos de informação. Já as diretrizes foram o ponto inicial para propor os modelos conceituais (modelos conceituais) adequados para crianças, adultos e idosos, a ser implementados no contexto brasileiro (objetivo secundário). É importante considerar que os dispositivos visuais têm a capacidade de tornar o uso de energia visível e inteligível. Portanto, a necessidade de informações compreensíveis e simples é também uma conclusão principal deste trabalho, já que os usuários podem ser desencorajados a utilizar o dispositivo caso não entendam as informações apresentadas. Além disso, a motivação dos usuários para economizar energia é outro desafio para as intervenções como o *feedback*. A motivação e a economia inicial de energia podem diminuir com o tempo (VAN DAM; BAKKER; VAN HAL, 2010) devido, principalmente, à perda de interesse. Compreender como melhorar a atenção dos usuários e manter o envolvimento ao longo do tempo com o *feedback* através de dispositivos é também importante para garantir economias a longo prazo.

Essas descobertas contribuem para um design de um dispositivo visual mais efetivo, particularmente para o contexto brasileiro, em que o medidor inteligente e os dispositivos não são amplamente adotados. Contribuições secundárias estão relacionadas a uma investigação mais abrangente da preferência e do entendimento dos elementos de informação por diferentes tipos de usuários e a proposta inicial de um modelo para identificar os fatores relevantes que influenciam o comportamento. Além disso, este trabalho também contribuiu ao propor modelos conceituais e certas características (ex.: mobilidade, interatividade, uso de cores, etc.) a serem consideradas no design de tais dispositivo. Isso poderá colaborar para melhorar a compreensão dos usuários sobre as informações de *feedback*, aumentar sua conscientização sobre o uso de energia e, finalmente, encorajá-los a realizar comportamentos de energia eficientes em longo prazo.

A avaliação dos modelos conceituais pelo ponto de vista de uma empresa especialista em *smart meter* permitiu avaliar a viabilidade e custo técnico do dispositivo. Todas as informações apresentadas nos modelos conceituais são viáveis, com exceção do incentivo. Entretanto, pesquisas devem ser realizadas para avaliar se os usuários estariam dispostos a pagar o valor proposto pela empresa por tal tecnologia e o valor da anuidade. A informação de quanto tempo o custo da instalação se pagaria em relação à economia que será gerada pode ser um

dado importante para os usuários realizarem esta decisão. O estudo do público-alvo também é interessante a ser realizado para identificar quais estão dispostos a realizar tal investimento. Além disso, visto que os dispositivos ainda não são amplamente explorados no Brasil, pode-se estudar outras formas mais econômicas aplicáveis no nosso contexto de construção para instalar o sistema do dispositivo. Os modelos conceituais também foram comparados aos dispositivos existentes no mercado da Inglaterra e Austrália. Enquanto o consumo instantâneo, o consumo cumulativo, a comparação histórica e as dicas foram apresentadas pela maioria dos dispositivos, nenhum apresentou o consumo por aparelhos e comparação normativa, importantes a serem consideradas por todos os usuários e todas as crianças, respectivamente. A falta dessas informações pode ser uma indicação da importância de se considerar o contexto durante o design de tais dispositivos.

Este estudo identificou assuntos a serem desenvolvidos em trabalho futuros, assim como algumas limitações, resumidos nos seguintes pontos:

- A limitação do tamanho da amostra utilizada neste trabalho indica que trabalhos futuros devem usar amostras mais representativas para testar os modelos conceituais em uma situação de uso real. Também, deve ser investigado se os modelos conceituais podem contribuir para efetivamente melhorar a compreensão, o interesse e o envolvimento dos usuários com o comportamento consciente de energia. O uso do dispositivo também permite que as diretrizes propostas no Capítulo 7 sejam sistematicamente avaliadas e reformuladas conforme o uso. É possível que, a partir do uso dos dispositivos, os usuários tenham um maior interesse por reduzir o consumo e necessitem de informações mais detalhas;
- Os elementos de informação foram analisados isoladamente conforme o questionário proposto na pesquisa. Porém, trabalhos futuros, podem analisar estes elementos de forma conjunta, através de representações gráficas, para avaliar se os elementos de informação mais preferidos e entendidos pelos tipos de usuários se manterão iguais ao desta pesquisa;
- O método utilizado foi apropriado para avaliar as percepções dos participantes para os dois estudos realizados e responder as questões de pesquisa propostas neste trabalho. Porém, a preferência e o entendimento dos elementos de informação assim como a relação do modelo de comportamento com o design do dispositivo estão vinculados com a amostra utilizada. Uma abordagem quantitativa poderia ser utilizada para ambos os casos: (i) testar a preferência e o entendimento dos elementos de informação para os tipos de usuários e (ii) testar a influência dos fatores do comportamento e a aplicabilidade do CADM em conjunto com o design dos dispositivos para comparar os resultados de ambas as abordagens;

- As diretrizes para o design foram exploradas apenas pelo ponto de vista do usuário. Porém, existem outros interessados no ciclo de vida do dispositivo que devem ser considerados (ex.: empresas que desenvolvem o dispositivo e distribuidoras de energia). Pesquisas futuras devem avaliar quais são os requisitos necessários para esses outros interessados no dispositivo visual. Além dos requisitos, é necessário avaliar o gasto de energia necessário para a produção, uso e disposição final do dispositivo em relação à quantia de energia economizada ao utilizá-lo. Se as economias de energia não são mantidas em longo prazo, é necessário avaliar o investimento em tal dispositivo ou pensar em diferentes informações para garantir a redução do consumo em um longo período de tempo;
- A combinação dos dispositivos visuais com outros sistemas de controles (ex.: automação) pode ser explorada. Pesquisas começaram a explorar recentemente o uso dos dispositivos visuais que têm o controle do consumo em conjunto com outras tecnologias residenciais inteligentes (ex.: DARBY, 2018; HARGREAVES; WILSON; HAUXWELL-BALDWIN, 2017) e indicam um campo promissor para pesquisa. Estas tecnologias incluiriam o controle remoto dos aparelhos da casa, sensores de movimento e o sistema de automação da casa. Pesquisas apontam, principalmente, para o potencial de diminuir o uso dos aparelhos em horários de pico (programação do horário de ligar/desligar o aparelho);
- O protótipo foi um primeiro modelo conceitual proposto nesta pesquisa com base nas diretrizes. Trabalhos futuros podem explorar o design deste protótipo, assim como seu formato com a opinião de outros interessados, como designers e empresas especialistas em dispositivos. Os dois estudos realizados também mostraram que alguns usuários têm mais interesse em reduzir a partir do uso do dispositivo consumo do que outros. Consequentemente, sugere-se criar uma maneira de conscientizar o usuário para este reduzir o consumo indo além dos dispositivos e as informações que este apresenta. Pesquisas futuras devem então investigar diferentes formas de transmitir *feedback* de forma significativa para que ocorra a redução de energia. Para gerar novas ideias podem ser realizados *workshops* de *design thinking*.

REFERÊNCIAS

- ABRADEE. Comparação Internacional de Tarifas de Energia Elétrica. p. 40, 2016.
- ABRAHAMSE, W. et al. A review of intervention studies aimed at household energy conservation. **Journal of Environmental Psychology**, v. 25, n. 3, p. 273–291, 2005.
- ABRAHAMSE, W. et al. The effect of tailored information, goal setting, and tailored *feedback* on household energy use, energy-related behaviors, and behavioral antecedents. **Journal of Environmental Psychology**, v. 27, n. 4, p. 265–276, 2007.
- ABRAHAMSE, W.; STEG, L. How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings? **Journal of Economic Psychology**, v. 30, n. 5, p. 711–720, 2009.
- ABRAHAMSE, W.; STEG, L. Factors Related to Household Energy Use and Intention to Reduce It: The Role of Psychological and Socio-Demographic Variables. **Human Ecology Review**, v. 18, n. 1, p. 30–40, 2011.
- AJZEN, I. The theory of planned behavior. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 50, p. 179–211, 1991.
- ANDERSON, W.; WHITE, V. Exploring consumer preferences for home energy display functionality Report to the Energy Saving Trust. **Design**, v. 123, p. 49, 2009.
- ARROYO, E.; BONANNI, L.; SELKER, T. Waterbot: Exploring *Feedback* and Persuasive Techniques at the Sink. **Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems**, p. 631–639, 2005.
- BAMBERG, S.; HUNECKE, M.; BLÖBAUM, A. Social context, personal norms and the use of public transportation: Two field studies. **Journal of Environmental Psychology**, v. 27, n. 3, p. 190–203, 2007.
- BAMBERG, S.; MÖSER, G. Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. **Journal of Environmental Psychology**, v. 27, p. 14–25, 2007.
- BARNICOAT, G.; DANSON, M. The ageing population and smart metering: A field study of householders' attitudes and behaviours towards energy use in Scotland. **Energy Research and Social Science**, v. 9, p. 107–115, 2015.
- BARTIAUX F. Between school, family and media: do the children carry energy-saving messages and practices? **Proceedings of the ECEEE 2009 Summer Study**, p. 1897–1906, 2009.
- BERKHOUT, P. H. G.; MUSKENS, J. C.; W. VELTHUIJSEN, J. Defining the rebound effect. **Energy Policy**, v. 28, n. 6–7, p. 425–432, 2000.
- BONINO, D.; CORNO, F.; DE RUSSIS, L. Home energy consumption *feedback*: A user survey. **Energy and Buildings**, v. 47, p. 383–393, 2012.

BUCHANAN, K.; RUSSO, R.; ANDERSON, B. Feeding back about eco-*feedback*: How do consumers use and respond to energy monitors? **Energy Policy**, v. 73, p. 138–146, 2014.

BUCHANAN, K.; RUSSO, R.; ANDERSON, B. The question of energy reduction: The problem(s) with *feedback*. **Energy Policy**, v. 77, p. 89–96, 2015.

BURGESS, J.; NYE, M. Re-materialising energy use through transparent monitoring systems. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, p. 4454–4459, 2008.

CANFIELD, C.; BRUINE DE BRUIN, W.; WONG-PARODI, G. Perceptions of electricity-use communications: effects of information, format, and individual differences. **Journal of Risk Research**, v. 9877, n. March, p. 1–22, 2016.

CHIANG, T. et al. Inducing [sub]conscious energy behaviour through visually displayed energy information: A case study in university accommodation. **Energy and Buildings**, v. 70, p. 507–515, 2014.

CHIANG, T.; NATARAJAN, S.; WALKER, I. A laboratory test of the efficacy of energy display interface design. **Energy and Buildings**, v. 55, p. 471–480, 2012.

CHIANG, T. S. Investigating the influence of in-home display design on energy-consumption behaviour. 2015. Tese de doutorado. University of Bath.

CONTI, John et al. **International Energy Outlook 2016 With Projections to 2040**. USDOE Energy Information Administration (EIA), Washington, DC (United States). Office of Energy Analysis, 2016.

COOPER, G. et al. Domesticating Energy- Monitoring Systems: Challenges and Design Concerns. **Pervasive Comput.**, p. 20–27, 2011.

CRAMER, J. C. et al. Social and engineering determinants and their equity implications in residential electricity use. **Energy**, v. 10, n. 12, p. 1283–1291, 1985.

DAAE, Z. **J. L. Informing Design for Sustainable Behaviour**. 2014. Tese de doutorado. © Johanees Ludvig Zachirisson Daae.

DALÉN, A.; KRÄMER, J. Towards a User-Centered *Feedback* Design for Smart Meter Interfaces to Support Efficient Energy-Use Choices. **Business & Information Systems Engineering**, v. 59, n. 5, p. 361-373, 2017.

DARBY, S. Making it obvious: designing *feedback* into energy consumption Sarah Darby Environmental Change Institute, University of Oxford. **Journal of Environmental Psychology**, 2001.

DARBY, S. The effectiveness of *feedback* on energy consumption: a review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. **Open Journal of Energy Efficiency**, v. 2, n. 1, p. 7–15, 2006.

DARBY, S. Smart metering: what potential for householder engagement? **Building Research & Information**, v. 38, n. 5, p. 442–457, 2010a.

DARBY, S. Literature review for the Energy Demand Research Project. **Change**, p. 1–30, 2010b.

DARBY, S. large-scale testing of new technology : some lessons from the UK smart metering and *feedback* trials. **Eceee 2011 Summer Study • Energy Efficiency First: the Foundation of a Low-Carbon Society**, n. January, p. 1–7, 2011.

DARBY, S. J. Smart technology in the home: time for more clarity. **Building Research and Information**, v. 46, n. 1, p. 140–147, 2018.

DIETZ, T.; STERN, P. C.; GUAGNANO, G. A. Social Structural and Social Psychological Bases of Environmental Concern. **Environment and Behavior**, v. 30, n. 4, p. 450–471, 1998.

DUNLAP, R. E. et al. New Trends in Measuring Environmental Attitudes: Measuring Endorsement of the New Ecological Paradigm: A Revised NEP Scale. **Journal of Social Issues**, v. 56, n. 3, p. 425–442, 2000.

DÜTSCHKE, E. Smart Homes as a Means to Sustainable Energy Consumption : A Study of Consumer Perceptions. **Journal of consumer policy**, v. 35, n. 1, p. 23-41, 2012.

EGAN, C. Graphical displays and comparative energy information: what do people understand and prefer?. **ECEEE Summer Study**, 1999.

EHRHARDT-MARTINEZ, K. Changing Habits , Lifestyles and Choices : The Behaviours that Drive *Feedback*-Induced Energy Savings. **Proceedings of the 2011 ECEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Toulon, France**, v. 2011, p. 6-11, 2010.

EHRHARDT-MARTINEZ, K.; DONNELLY, K.; LAITNER, S. Advanced metering initiatives and residential *feedback* programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. 2010.

FANG, W.; HSU, J. Design Concerns of Persuasive *Feedback* System. **Visual Representations and Reasoning**, p. 20–25, 2010.

FARUQUI, A.; SERGICI, S.; SHARIF, A. The impact of informational *feedback* on energy consumption-A survey of the experimental evidence. **Energy**, v. 35, n. 4, p. 1598–1608, 2010.

FELL, M. J.; CHIU, L. F. Children, parents and home energy use: Exploring motivations and limits to energy demand reduction. **Energy Policy**, v. 65, p. 351–358, 2014.

FISCHER, C. *Feedback* on household electricity consumption: A tool for saving energy? **Energy Efficiency**, v. 1, n. 1, p. 79–104, 2008.

FITZPATRICK, G.; SMITH, G. Technology-enabled *feedback* on domestic energy consumption: Articulating a set of design concerns. **IEEE Pervasive Computing**, v. 8, n. 1, p. 37–44, 2009.

FROEHLICH, J. Promoting Energy Efficient Behaviors in the Home through *Feedback*: The Role of HumanComputer Interaction. **Biometrika**, v. 73, n. 1, p. 13–22, 2009.

FROEHLICH, J. et al. The design and evaluation of prototype *eco-feedback* displays for fixture-level water usage data. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, p. 2367–2376, 2012.

FROEHLICH, J.; FINDLATER, L.; LANDAY, J. The design of *eco-feedback* technology. **Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems**, p. 1999–2008, 2010.

- GATERSLEBEN, B. et al. Values and sustainable lifestyles. **Architectural Science Review**, v. 53, n. 1, p. 37–50, 2010.
- GATERSLEBEN, B.; MURTAGH, N.; ABRAHAMSE, W. Values, identity and pro-environmental behaviour. **Contemporary Social Science**, v. 9, n. 4, p. 374–392, 2014.
- GIFFORD, R.; KORMOS, C.; MCINTYRE, A. Behavioral dimensions of climate change: Drivers, responses, barriers, and interventions. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 2, n. 6, p. 801–827, 2011.
- GRØNHØJ, A.; THØGERSEN, J. *Feedback* on household electricity consumption: Learning and social influence processes. **International Journal of Consumer Studies**, v. 35, n. 2, p. 138–145, 2011.
- GUO, Z. et al. Residential electricity consumption behavior: Influencing factors, related theories and intervention strategies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, n. July 2017, p. 399–412, 2018.
- GUPTA, A. K. et al. Decision-Making Impacts on Energy Consumption Display Design. **Energy Technology & Policy**, v. 2, n. 1, p. 133–142, 2015.
- HAN, Q. et al. Intervention strategy to stimulate energy-saving behavior of local residents. **Energy Policy**, v. 52, p. 706–715, 2013.
- HARGREAVES, T.; NYE, M.; BURGESS, J. Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with *feedback* from smart energy monitors. **Energy Policy**, v. 38, n. 10, p. 6111–6119, 2010.
- HARGREAVES, T.; NYE, M.; BURGESS, J. Keeping energy visible? Exploring how householders interact with *feedback* from smart energy monitors in the longer term. **Energy Policy**, v. 52, p. 126–134, 2013.
- HARGREAVES, T.; WILSON, C.; HAUXWELL-BALDWIN, R. Learning to live in a smart home. **Building Research & Information**, v. 46, n. 1, p. 1–13, 2017.
- HARLAND, P.; STAATS, H.; WILKE, H. A. M. Explaining Proenvironmental Intention and Behavior by Personal Norms and the Theory of Planned Behavior. **Journal of Applied Social Psychology**, v. 29, n. 12, p. 2505–2528, 1999.
- HERMSEN, S. et al. Using *feedback* through digital technology to disrupt and change habitual behavior: A critical review of current literature. **Computers in Human Behavior**, v. 57, p. 61–74, 2016.
- HOLMES, Tiffany Grace. Eco-visualization: combining art and technology to reduce energy consumption. In: **Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition**. p. 153-162. 2007.
- HOLMSTRÖM, J. A.; KETOKIVI, M. A.; HAMERI, A. P. Bridging practice and theory: A design science approach. **Decision Sciences**, v. 40, n. 1, p. 65–87, 2009.
- IYER, M.; KEMPTON, W.; PAYNE, C. Comparison groups on bills: Automated, personalized energy information. **Energy and Buildings**, v. 38, n. 8, p. 988–996, 2006.
- JACKSON, T. Negotiating Sustainable Consumption: A Review of the Consumption Debate and its Policy Implications. **Energy & Environment**, v. 15, n. 6, p. 1027–1051, 2005.

JACUCCI, G. et al. Designing Effective *Feedback* of Electricity Consumption for Mobile User Interfaces. **PsychNology Journal**, v. 7, n. 3, p. 265–289, 2009.

JAGER, W.; STEG, L.; JAGER, W. Breaking “ bad habits ”: a dynamical perspective on habit. **Human Decision Making and Environmental Perception. Understanding and Assisting Human Decision Making in Real-life Settings. Liber Americum for Charles Vlek.**, p. 149–160, 2003.

JAIN, R. K.; TAYLOR, J. E.; CULLIGAN, P. J. Investigating the impact *eco-feedback* information representation has on building occupant energy consumption behavior and savings. **Energy and Buildings**, v. 64, p. 408–414, 2013.

JAIN, R. K.; TAYLOR, J. E.; PESCHIERA, G. Assessing *eco-feedback* interface usage and design to drive energy efficiency in buildings. **Energy and Buildings**, v. 48, p. 8–17, 2012.

KARATASOU, S.; LASKARI, M.; SANTAMOURIS, M. Models of behavior change and residential energy use: a review of research directions and findings for behavior-based energy efficiency. **Advances in Building Energy Research**, v. 8, n. 2, p. 1–11, 2013.

KARJALAINEN, S. Consumer preferences for *feedback* on household electricity consumption. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 2–3, p. 458–467, 2011.

KIDD, A.; WILLIAMS, P. The Talybont Trial, exploring the psychology of smart meters. **Brecon, Wales, The Prospectory**, n. April, p. 1–30, 2008.

KLÖCKNER, C. A. A comprehensive model of the psychology of environmental behaviour-A meta-analysis. **Global Environmental Change**, v. 23, n. 5, p. 1028–1038, 2013.

KLÖCKNER, C. A.; BLÖBAUM, A. A comprehensive action determination model: Toward a broader understanding of ecological behaviour using the example of travel mode choice. **Journal of Environmental Psychology**, v. 30, n. 4, p. 574–586, 2010.

KLÖCKNER, C. A.; MATTHIES, E. Two pieces of the same puzzle? Script-based car choice habits between the influence of socialization and past behavior. **Journal of Applied Social Psychology**, v. 42, n. 4, p. 793–821, 2012.

KRISHNAMURTI, T. et al. Creating an in-home display: Experimental evidence and guidelines for design. **Applied Energy**, v. 108, p. 448–458, 2013.

LEWIS, A.; BRANDON, G. Reducing Household Energy Consumption: A Qualitative and Quantitative Field Study. **Journal of Environmental Psychology**, p. 75–85, 1999.

LEYGUE, C. et al. Energy Sharing and Energy *Feedback*: Affective and Behavioral Reactions to Communal Energy Displays. **Frontiers in Energy Research**, v. 2, n. July, p. 1–12, 2014.

LINDENBERG, S.; STEG, L. Normative, gain and hedonic goal frames guiding environmental behavior. **Journal of Social Issues**, v. 63, n. 1, p. 117–137, 2007.

LOCKE, E. A; LATHAM, G. P. Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. **The American Psychologist**, v. 57, n. 9, p. 705–717, 2002.

LOPES, M. A. R.; ANTUNES, C. H.; MARTINS, N. Energy behaviours as promoters of energy efficiency: A 21st century review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 6, p. 4095–4104, 2012.

- LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In: **Case study research in logistics**, v. Series B, p. 83–101, 2003.
- MA, G. et al. Cross-cultural assessment of the effectiveness of *eco-feedback* in building energy conservation. **Energy and Buildings**, v. 134, p. 329–338, 2017.
- MARCH, S.; SMITH, G. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.
- MCCALLEY, L. T.; MIDDEN, C. J. H. Energy conservation through product-integrated *feedback*: The roles of goal-setting and social orientation. **Journal of Economic Psychology**, v. 23, n. 5, p. 589–603, 2002.
- MCKERRACHER, C.; TORRITI, J. Energy consumption *feedback* in perspective: Integrating Australian data to meta-analyses on in-home displays. **Energy Efficiency**, v. 6, n. 2, p. 387–405, 2013.
- NAKAJIMA, T. et al. Using aesthetic and empathetic expressions to motivate desirable lifestyle. In: **European Conference on Smart Sensing and Context**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 220–234, 2008.
- NAKAJIMA, T.; KAWSAR, F. Designing Ambient and Personalised Displays to Encourage Healthier Lifestyles. **Ambient Intelligence and Smart Environments**, v. 11, p. 389–407, 2012.
- NIGBUR, D.; LYONS, E.; UZZELL, D. Attitudes, norms, identity and environmental behaviour: using an expanded theory of planned behaviour to predict participation in a kerbside recycling programme. **The British journal of social psychology / the British Psychological Society**, v. 49, n. Pt 2, p. 259–284, 2010.
- NILSSON, A. et al. Effects of continuous *feedback* on households' electricity consumption: Potentials and barriers. **Applied Energy**, v. 122, p. 17–23, 2014.
- NYE, M.; HARGREAVES, T. Exploring the social dynamics of proenvironmental behavior change. **Journal of Industrial Ecology**, v. 14, n. 1, p. 137–149, 2010.
- ÖLANDER, F.; THOGERSEN, J. Understanding of consumer behaviour as a prerequisite for environmental protection. **Journal of Consumer Policy**, v. 18, n. 4, p. 345–385, 1995.
- OLTRA, C. et al. A qualitative study of users' engagement with real-time *feedback* from in-house energy consumption displays. **Energy Policy**, v. 61, p. 788–792, 2013.
- PETERSEN, J. E. et al. Dormitory residents reduce electricity consumption when exposed to real-time visual *feedback* and incentives. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 8, n. 1, p. 16–33, 2007.
- PIERCE, J.; SCHIANO, D. J.; PAULO, E. Home, habits, and energy: examining domestic interactions and energy consumption. In **Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems - CHI '10**, n. December, p. 1985–1994, 2010.
- POORTINGA, W.; STEG, L.; VLEK, C. Values, Environmental Concern, and Environmental Behavior. **Environment and Behavior**, v. 36, n. 1, p. 70–93, 2004.
- RABIEE, F. Focus-group interview and data analysis. **Proceedings of the nutrition society**, v. 63, n. 4, p. 655–660, 2017.

ROBERTS, S.; BAKER, W. Improving consumer *feedback* on energy consumption. **Report to Ofgem, Centre for Sustainable Energy**. n. July, 2003.

ROBERTS, S.; HUMPHRIES, H.; HYLDON, V. Consumer preferences for improving energy consumption *feedback*. **Report to Ofgem, Centre for Sustainable Energy**, v. 2, n. 3, p. 19, 2004.

RODGERS, J.; BARTRAM, L. Exploring Ambient and Artistic Visualization for Residential Energy Use *Feedback*. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 17, n. 12, p. 2489–2497, 2011.

ROGERS, Y. et al. Ambient influence: can twinkly lights lure and abstract representations trigger behavioral change? **Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing**, p. 261–270, 2010.

SCHULTZ, P. W. et al. Using in-home displays to provide smart meter *feedback* about household electricity consumption: A randomized control trial comparing kilowatts, cost, and social norms. **Energy**, v. 90, p. 351–358, 2015.

SCHWARTZ, S. H. Normative Influences on Altruism. **Advances in Experimental Social Psychology**, v. 10, n. C, p. 221–279, 1977.

SCHWARTZ, S. H. A theory of cultural value orientations: Explication and applications. **Comparative Sociology**, 5, v. 2, n. 3, p. 137–182, 2006.

SCHWARTZ, S. H. et al. Refining the theory of basic individual values. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 103, n. 4, p. 663–688, 2012.

SKJØLSVOLD, T. M.; JØRGENSEN, S.; RYGHAUG, M. Users, design and the role of *feedback* technologies in the Norwegian energy transition: An empirical study and some radical challenges. **Energy Research & Social Science**, v. 25, p. 1–8, 2017.

SOPHA, B. M. Sustainable Paper Consumption: Exploring Behavioral Factors. **Social Sciences**, v. 2, n. 4, p. 270–283, 2013.

SOPHA, B. M.; KLÖCKNER, C. A. Psychological factors in the diffusion of sustainable technology: A study of Norwegian households' adoption of wood pellet heating. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, p. 2756–2765, 2011.

SORRELL, S. The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. UK Energy Research Centre. v. 42, 2007.

STEG, L. Promoting household energy conservation. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, p. 4449–4453, 2008.

STEG, L.; VLEK, C. Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. **Journal of Environmental Psychology**, v. 29, n. 3, p. 309–317, 2009.

STERN, P. C. et al. A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. **Human Ecology Review**, v. 6, n. 2, p. 81–97, 1999.

STERN, P. C. Proenvironmental Consumer Behavior. **Journal of Consumer Policy**, v. 22, p. 461–479, 1999.

STERN, P. C. Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior. **Journal of Social Issues**, v. 56, n. 3, p. 407–424, 2000.

STERN, P.; DIETZ, T. The Values of Basis of Environmental Concern. **Journal of Social Issues**, v. 50, n. 3, p. 65–84, 1994.

STRENGERS, Y. Designing *eco-feedback* systems for everyday life. **Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems - CHI '11**, p. 2135–2144, 2011.

STROMBACK, J. et al. The potential of smart meter enabled programs to increase energy and systems efficiency: a mass pilot comparison Short name: Empower Demand. **ESMIG European Smart Metering Industry Group**, p. 1–92, 2011.

SUPPERS, J.; APPERLEY, M. Developing useful Visualizations of Domestic Energy Usage. **Proceedings of the 7th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction - VINCI '14**, p. 139–148, 2014.

TRIANDIS, H. . Values, attitudes, and interpersonal behavior. **In Nebraska Symposium on Motivation**. University of Nebraska Press, 1980.

UENO, T. et al. Effectiveness of an energy-consumption information system for residential buildings. **Applied Energy**, v. 83, n. 8, p. 868–883, 2006a.

UENO, T. et al. Effectiveness of an energy-consumption information system on energy savings in residential houses based on monitored data. **Applied Energy**, v. 83, n. 2, p. 166–183, 2006b.

UTZIG, H.; ROCHA, C. G. DA. Interfaces ambientais para mudança de comportamento e redução do consumo de recursos. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC**, p. 2351–2361, 2016.

VAN AKEN, J. E. Management research on the basis of the design paradigm: The quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.

VAN DAM, S. S.; BAKKER, C. A.; VAN HAL, J. D. M. Home energy monitors: impact over the medium-term. **Building Research & Information**, v. 38, n. 5, p. 458–469, 2010.

VAN DAM, S. S.; BAKKER, C. A.; VAN HAL, J. D. M. Insights into the design, use and implementation of home energy management systems. **Journal of Design Research**, v. X, 2012.

VAN DEN BROEK, K. L. Antecedents of energy literacy and energy saving behaviour: A mixed methods approach. 2016. Tese de Doutorado. University of Bath.

VASSILEVA, I. et al. The impact of consumers' *feedback* preferences on domestic electricity consumption. **Applied Energy**, v. 93, p. 575–582, 2012.

VASSILEVA, I. et al. Energy consumption *feedback* devices' impact evaluation on domestic energy use. **Applied Energy**, v. 106, p. 314–320, 2013.

VASSILEVA, I.; CAMPILLO, J. Increasing energy efficiency in low-income households through targeting awareness and behavioral change. **Renewable Energy**, v. 67, p. 59–63, 2014.

WALLENBORN, G.; ORSINI, M.; VANHAVERBEKE, J. Household appropriation of electricity monitors. **International Journal of Consumer Studies**, v. 35, n. 2, p. 146–152, 2011.

WEBB, T. L.; SHEERAN, P. Does changing behavioral intentions engender behavior change? A meta-analysis of the experimental evidence. **Psychological bulletin**, v. 132, n. 2, p. 249–268, 2006.

WILHITE, H. Advances in the use of consumption *feedback* information in energy billing : the experiences of a Norwegian energy utility. In: **Proceedings European Council for an Energy Efficient Economy**, 2009.

WILHITE, H.; LING, R. Measured energy savings from a more informative energy bill. **Energy and Buildings**, v. 22, n. 2, p. 145–155, 1995.

WILSON, G. T. **Design for sustainable behaviour : feedback interventions to reduce domestic energy consumption**. 2015. Tese de Doutorado. © Garrath T. Wilson.

WILSON, G. T.; BHAMRA, T.; LILLEY, D. The considerations and limitations of *feedback* as a strategy for behaviour change. **International Journal of Sustainable Engineering**, v. 8, n. 3, p. 186–195, 2015.

WILSON, G. T.; LILLEY, D.; BHAMRA, T. Design *Feedback* Interventions For Household Energy Consumption Reduction. **16th Conference of the European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP) & 7th Conference of the Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) (ERSCP-EMSU 2013)**, 2013.

WOOD, G.; NEWBOROUGH, M. Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: Environment, behaviour and design. **Energy and Buildings**, v. 35, n. 8, p. 821–841, 2003.

WOOD, G.; NEWBOROUGH, M. Energy-use information transfer for intelligent homes: Enabling energy conservation with central and local displays. **Energy and Buildings**, v. 39, n. 4, p. 495–503, 2007.

YUN, R. J.; AZIZ, A.; LASTERNAS, B. Design Implications for the Presentation of Eco-*feedback* Data. **Archives of Design Research**, v. 28, n. 4, p. 95–106, 2015.

APÊNDICE A – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA CAPÍTULO DO COMPORTAMENTO

Para o segundo capítulo, a revisão sistemática de literatura (RSL) foi elaborada para resumir os fatores e intervenções relacionados com a mudança de comportamento dos usuários. O objetivo dessa RSL foi identificar estudos relevantes sobre o comportamento do usuário que abordasse os seguintes itens: (i) fatores que influenciar o comportamento; e (ii) intervenções para a mudança de comportamento para um mais sustentável. A partir de buscas exploratórias, foi observado que existem diferentes fatores, como hábitos, intenção e atitudes que influenciam diretamente o comportamento. As intervenções podem ser utilizadas para encorajar os usuários a mudar de comportamento ao limitar ou facilitar esses fatores. Além disso, devido à grande diversidade de comportamentos existentes (ex.: saúde, alimentar, etc.) o foco foi apenas no comportamento ambiental. Com base nesses resultados, foi proposta a questão principal: **“quais são os fatores que influenciam o comportamento ambiental dos usuários”** e a questão secundária **“quais intervenções podem ser utilizadas para a mudança de comportamento do usuário”**. A RSL ocorreu em três etapas: (1) desenvolvimento do protocolo; (2) seleção dos estudos e (3) leitura e síntese dos resultados. Primeiramente foram propostas as palavras-chave utilizadas e termos correlacionados: *environmental behavior*, *behavior change*, *intention*, *attitude*, *habit* and *intervention*. A primeira pesquisa ocorreu no Google Acadêmico (Figura 39) para identificar as bases de pesquisa para busca de artigos relevantes sobre o tema.

Figura 39 – Palavras-chave buscadas no Google acadêmico para RSL do Capítulo 2

Com a frase exata	Com todas as palavras	Pelo menos uma das palavras	Retirar	Resultados
-	Environmental behavior	-	-	3.320.000
Environmental behavior	-	-	-	71.200
Environmental behavior	Behavior change	-	-	44.500
Environmental behavior	Behavior change	-	-	16.500
Environmental behavior	Intention	-	-	11.500
Environmental behavior	Behavior change	-	-	5.840
Environmental behavior	Intention	-	-	3.320
Environmental behavior	Attitude	-	-	
Environmental behavior	Habit	-	-	
Environmental behavior	Behavior change	-	-	475
Environmental behavior	Intention	Health	-	
Environmental behavior	Attitude	Eating	-	
Environmental behavior	Habit		-	
Environmental behavior	Intervention		-	

A seleção das bases para busca de estudos ocorreu a partir da avaliação dos artigos relacionados com as questões nas 10 primeiras páginas do google acadêmico por ordem de relevância. As bases identificadas foram: ScienceDirect (52%), Wiley Online Library (17%), SAGE (13%) Taylor & Francis (10%) e Springer (8%). Para o processo de busca, foram definidas as palavras-chave conforme o sistema booleano: (*environmental behavior* OR *ecological behavior* OR *sustainable behavior*) AND *behavior change* AND *intention* AND *intervention* AND *habit* AND NOT *health or eating*, sofrendo variações conforme os campos disponíveis para pesquisa. A busca dos termos ocorreu em todo texto. Não foi selecionado um período específico para a busca devido ao comportamento ser uma das áreas mais abordadas na literatura na psicologia, podendo ter o risco de excluir estudos com significantes contribuições teóricas.

Os critérios de inclusão foram: (i) artigos escritos apenas em inglês; e (ii) estudos com definição dos fatores que influenciam o comportamento ambiental. Já os critérios de exclusão foram: (i) estudos com exemplos práticos não relacionados ao comportamento ambiental (ex.: escolha do meio de transporte, mas sem foco na sustentabilidade), (ii) estudos sobre intervenções para a mudança de comportamento, mas com foco apenas nos resultados; (iii) artigos com estudos de caso de comportamento ambiental que estivesse relacionado com atividades físicas, consumo alimentar ou saúde do indivíduo; e (iv) artigos completos não disponíveis nas bases. Uma segunda etapa envolveu a busca nas referências dos artigos selecionados (se estivesse presente em no mínimo 3 artigos) e na ferramenta proposta pelo Google acadêmico “citados por”. Conforme Figura 40, no total foram selecionados 51 artigos.

Figura 40 – Seleção dos artigos finais para RSL do Capítulo 2

Bases de pesquisa	Quantidade total de artigos	Quantidade após filtro
ScienceDirect	127	15
Wiley Online Library	64	10
Taylor & Francis	68	3
Springer	93	3
SAGE	39	4
Estudos encontrados nas referências	-	9
Estudos encontrados na ferramenta do Google Acadêmico “citados por”	-	7
Total	391	51

Os softwares Mendeley (gerenciamento de referências bibliográficas) e NVivo (análise qualitativa) foram utilizados para análise de dados. O Mendeley foi utilizado para filtrar os artigos a partir dos critérios de inclusão e exclusão. O uso do software também contribui para identificar: (i) relação dos artigos publicados por ano (Figura 41), (ii) principais autores da área de estudo (Figura 42) e (iii) periódicos internacionais mais relevantes (Figura 43).

Figura 41 – Publicações por ano para RSL do Capítulo 2

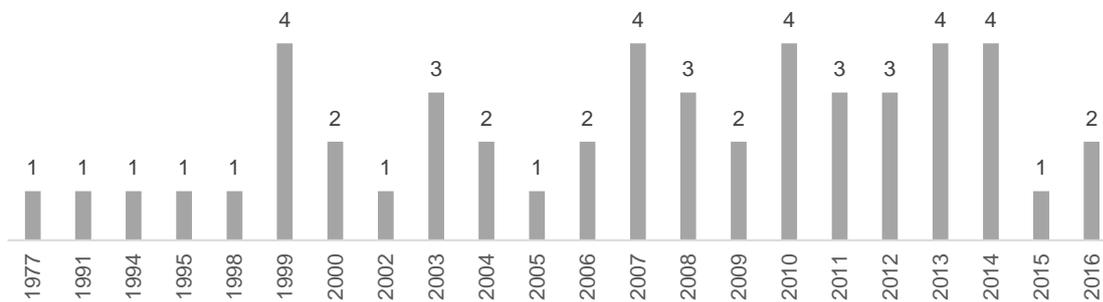


Figura 42 – Principais autores da RSL para RSL do Capítulo 2

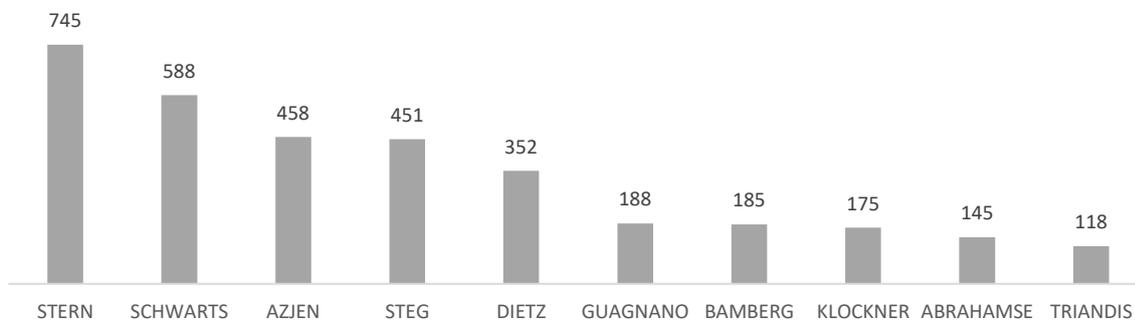
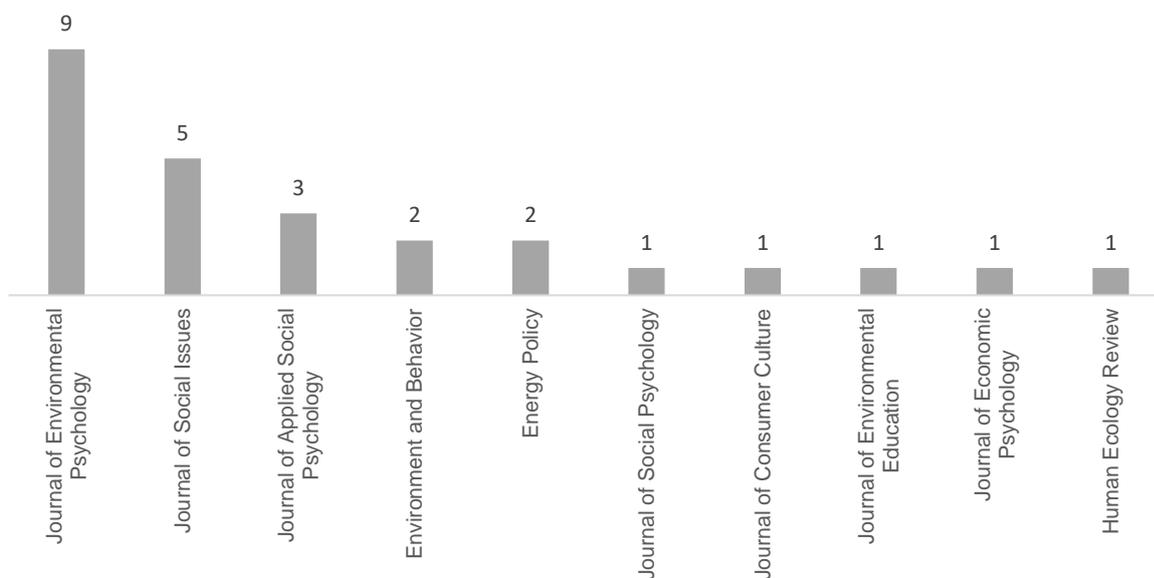


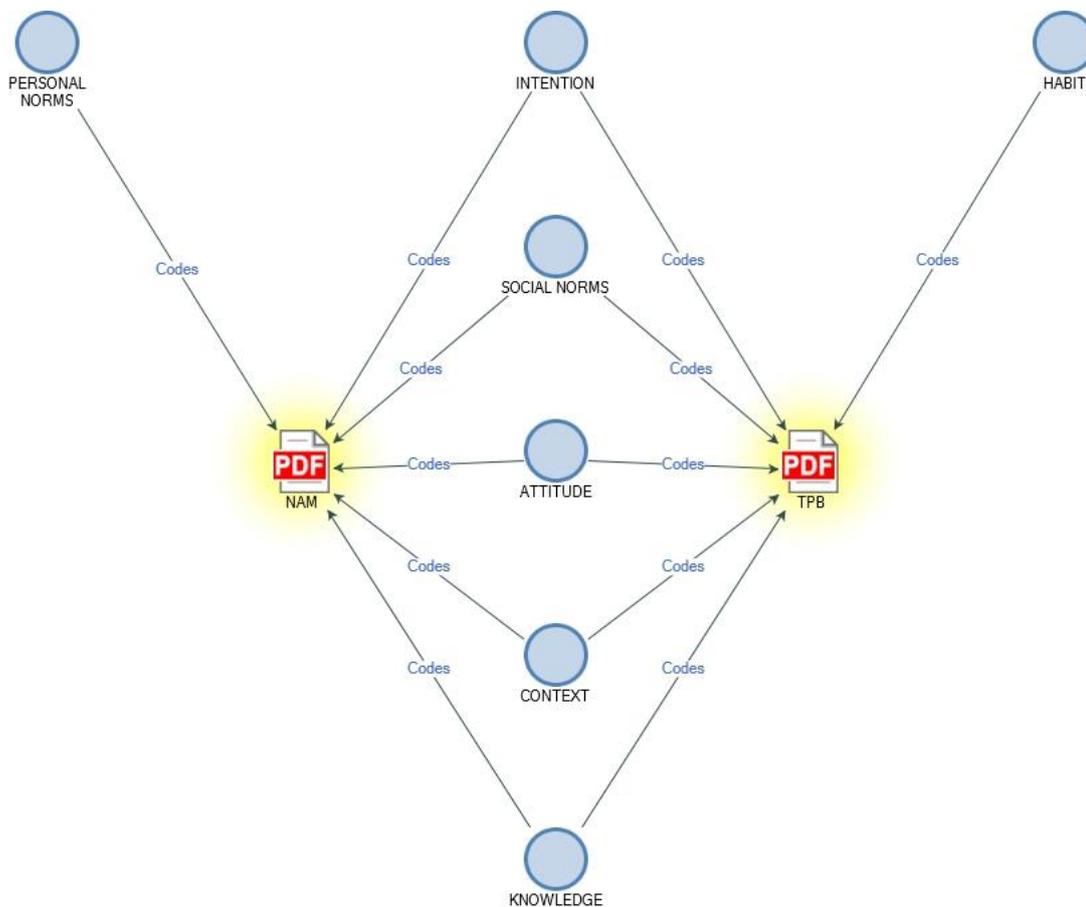
Figura 43 – Periódicos internacionais mais relevantes para RSL do Capítulo 2



Para a análise dos dados e resultados foi utilizado o software NVivo. A leitura dos artigos teve como objetivo encontrar os principais fatores que influenciam o comportamento ambiental, através de modelos encontrados na literatura. Também, foram identificadas as intervenções

existentes para a mudança de comportamento. A utilização do software NVivo contribuiu para relacionar os fatores do comportamento, classificar as intervenções e descobrir novas informações sobre o assunto abordado. A Figura 44 exemplifica a relação entre os fatores que influenciam o comportamento nos modelos NAM e TPB.

Figura 44 – Relação dos modelos NAM e TPB



APÊNDICE B – PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA PARA CAPÍTULO DOS DISPOSITIVOS VISUAIS

A revisão sistemática de literatura (RSL) tem como objetivo avaliar a influência do design de dispositivos visuais no consumo de energia. Para o planejamento desta revisão, foi criado um protocolo a partir de uma revisão exploratória na área da pesquisa. O objetivo desta fase inicial foi identificar pesquisas sobre dispositivos visuais para monitoramento do consumo de energia e compreender como o uso destes dispositivos pode contribuir para a economia de energia e mudança de comportamento dos usuários. A partir desta busca não estruturada, realizada a partir do Google acadêmico, foi identificado que a maioria dos artigos quantifica a economia de energia gerada a partir de dispositivos visuais, porém poucos estudos abordam o design destes dispositivos. Desta forma, o objetivo da RSL foi identificar estudos relevantes sobre dispositivos visuais que abordasse os seguintes itens: (i) efeitos do design, (ii) informações sobre o consumo de energia e como estas podem ser apresentadas em dispositivos visuais e (iii) fatores que interferem no design dos dispositivos visuais. A questão principal foi: **“como o design do dispositivo visual que monitora o consumo de energia interfere no comportamento”** e a questão secundária foi **“quais tipos e formatos de informação auxiliam na redução do consumo de energia”**.

A RSL ocorreu em três etapas: (1) desenvolvimento do protocolo; (2) seleção dos estudos e (3) leitura e síntese dos resultados. Primeiramente foram propostas as palavras-chave utilizadas: *in-home display*, *feedback*, *design*, *display**, *energy saving* e *energy consumption*. A primeira pesquisa ocorreu no Google Acadêmico (Figura 45) para identificar as bases de pesquisa para busca de artigos relevantes sobre o tema.

Figura 45 – Palavras-chave buscadas no Google acadêmico para RSL do Capítulo 3

Com a frase exata	Com todas as palavras	Pelo menos uma das palavras	Retirar	Resultados
-	In-home display	-	-	122.000
In-home display	-	-	-	1.830
In-home display	Energy	-	-	1.690
In-home display	Energy	-	-	1.130
In-home display	<i>Feedback</i>	-	-	1.040
In-home display	Energy	-	-	903
In-home display	<i>Feedback</i>	-	-	825
In-home display	Design	-	-	825
In-home display	Monitor*	-	-	825
In-home display	Energy	Energy saving	-	825
In-home display	<i>Feedback</i>	Energy consumption	-	825
In-home display	Design	-	-	825
In-home display	Monitor*	-	-	825

Para identificação das principais bases foram avaliados os artigos relacionados com o tema nas 10 primeiras páginas por ordem de relevância. As bases identificadas foram: ScienceDirect (64%), IEEE (20%), Taylor & Francis (6%), Springer (6%), Emerald (2%) e ACM (2%). Para o processo de busca nas bases, foram definidas as palavras-chave conforme o sistema booleano: *in-home display* AND *feedback* AND *design* AND (*energy consumption* OR *energy savings*) AND *display**, sofrendo variações conforme os campos disponíveis para pesquisa. Estes termos foram buscados em todo texto do artigo. O total de artigos identificados relacionados ao tema de pesquisa foram 262.

Para a seleção dos estudos, foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: (i) idioma: apenas língua inglesa (no Brasil há pouca informação disponível sobre dispositivos visuais); (ii) estudos a partir de 1998 porque o uso de dispositivos visuais eletrônicos ainda é muito recente e (iii) estudos que apresentassem detalhes do design dos tipos de dispositivo utilizado. Já os critérios de exclusão foram: (i) estudos não relacionados ao design de dispositivos visuais, (ii) estudos sobre design, mas com enfoque na programação do dispositivo e (iii) artigos completos não disponíveis nas bases. No total da pesquisa, foram selecionados 44 artigos de periódicos internacionais e congressos para leitura completa. A partir da leitura dos artigos selecionados, foi realizada uma segunda etapa de busca: referências dos artigos encontrados nas bases (8 estudos que estavam presentes em no mínimo 3 artigos selecionados) e na ferramenta proposta pelo Google acadêmico “citados por” (11 artigos). No total foram selecionados 63 estudos (Figura 46): 42 artigos periódicos internacionais, 15 artigos de congressos, 4 relatórios, 1 dissertação e 1 revisão.

Figura 46 – Seleção de artigos para RSL do Capítulo 3

Bases de pesquisa	Quantidade total de artigos	Quantidade após filtro
ScienceDirect	117	29
IEEE	25	2
Taylor & Francis	42	5
Springer	26	4
Emerald	9	1
ACM	43	3
Estudos encontrados nas referências	-	8
Estudos encontrados na ferramenta do Google Acadêmico “citados por”	-	11
Total	262	63

Dois softwares foram utilizados para apoio a RSL: Mendeley (gerenciamento de referências bibliográficas) e NVivo (análise qualitativa). O Mendeley foi utilizado para filtrar os artigos a partir dos critérios estabelecidos. Para os 262 artigos identificados na busca das bases, a seleção foi feita a partir da análise do título e do resumo e, quando necessário, o texto completo. O uso do software também contribuiu para identificar: (i) relação dos artigos publicados por ano (Figura 47), (ii) principais autores da área de estudo (Figura 48) e (iii) periódicos internacionais mais relevantes (Figura 49).

Figura 47 – Publicações por ano para RSL do Capítulo 3

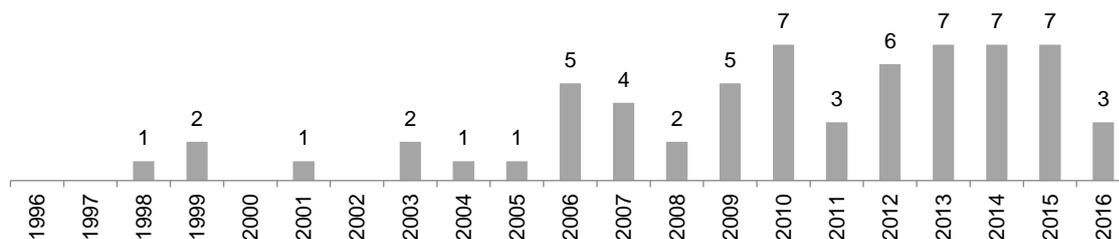


Figura 48 – Principais autores da RSL para RSL do Capítulo 3

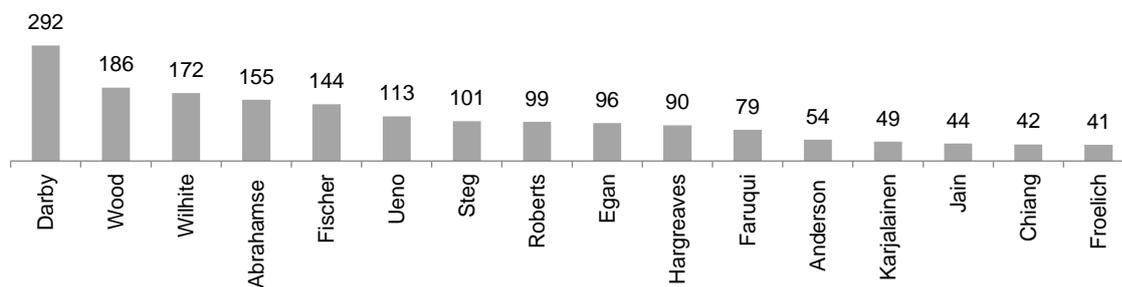
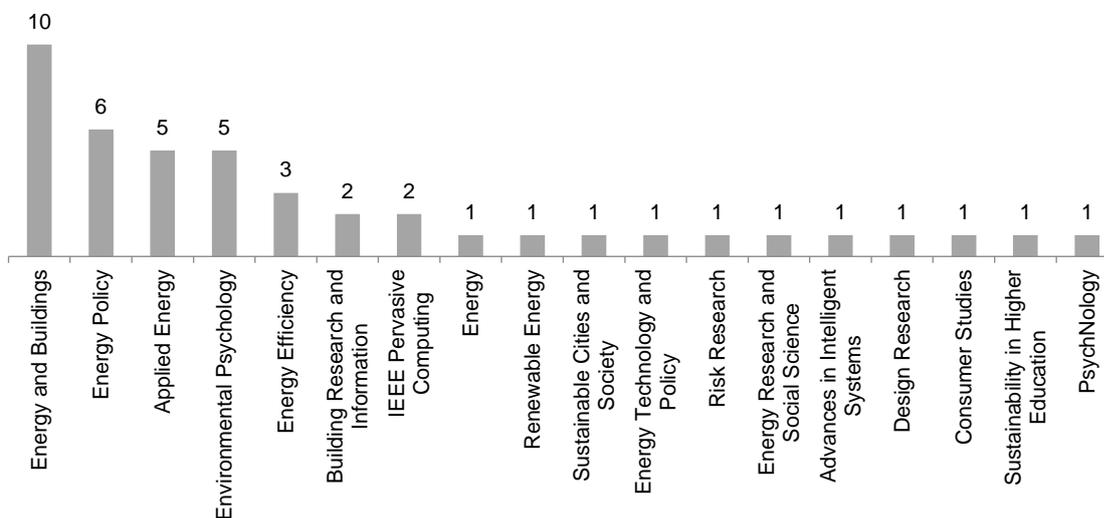


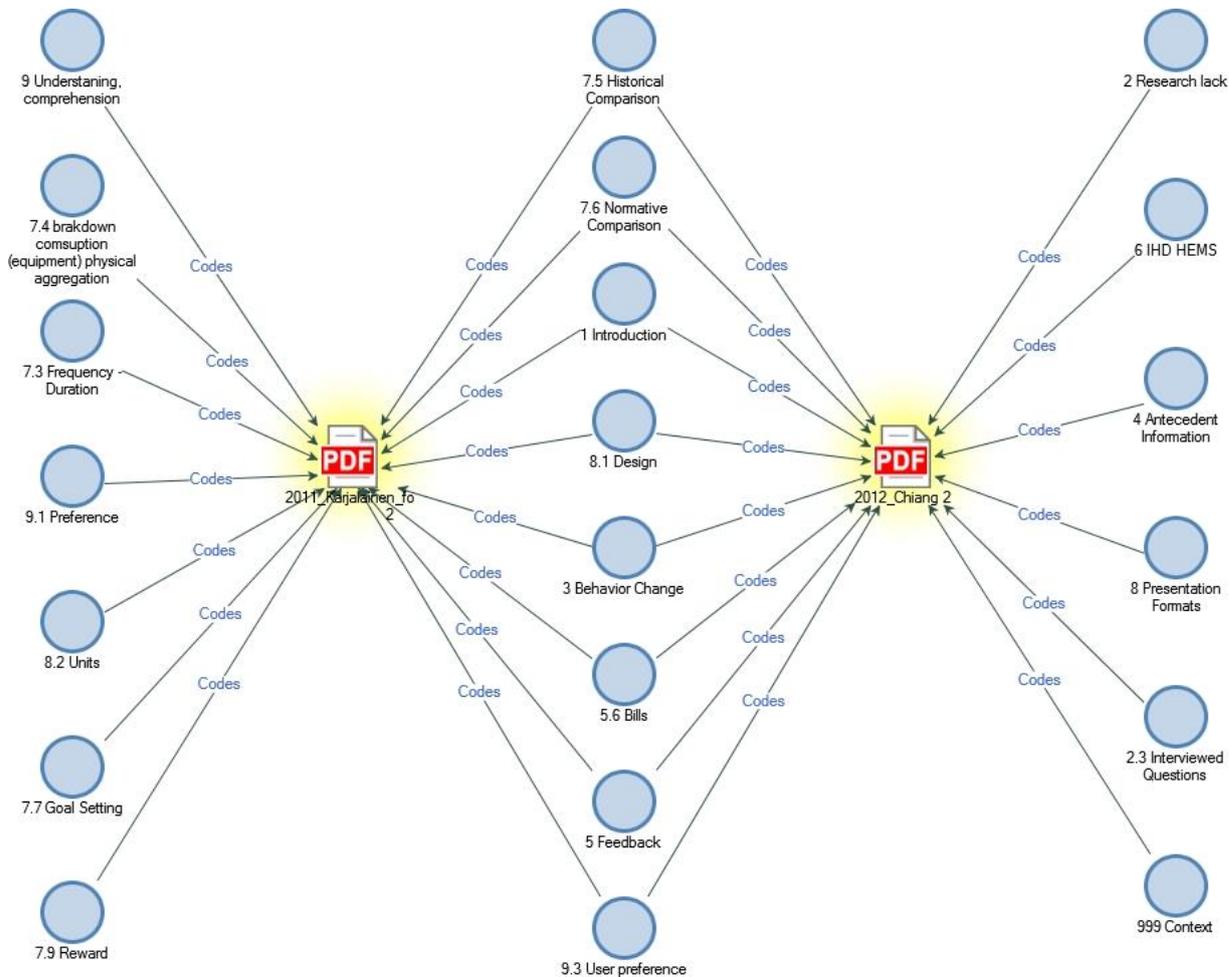
Figura 49 – Periódicos internacionais mais relevantes para RSL do Capítulo 3



Para a extração dos dados, análise e síntese dos resultados dos 63 estudos selecionados foi utilizado o software NVivo (apoio à análise qualitativa de dados). A leitura completa dos artigos ocorreu foi realizada com o objetivo de aprofundar e validar os estudos realizados sobre o design de dispositivos visuais, identificar quais informações sobre o consumo de energia são apresentadas e em qual formato, e explorar o impacto dos dispositivos visuais para a mudança de comportamento dos usuários. O software NVivo contribui para encontrar

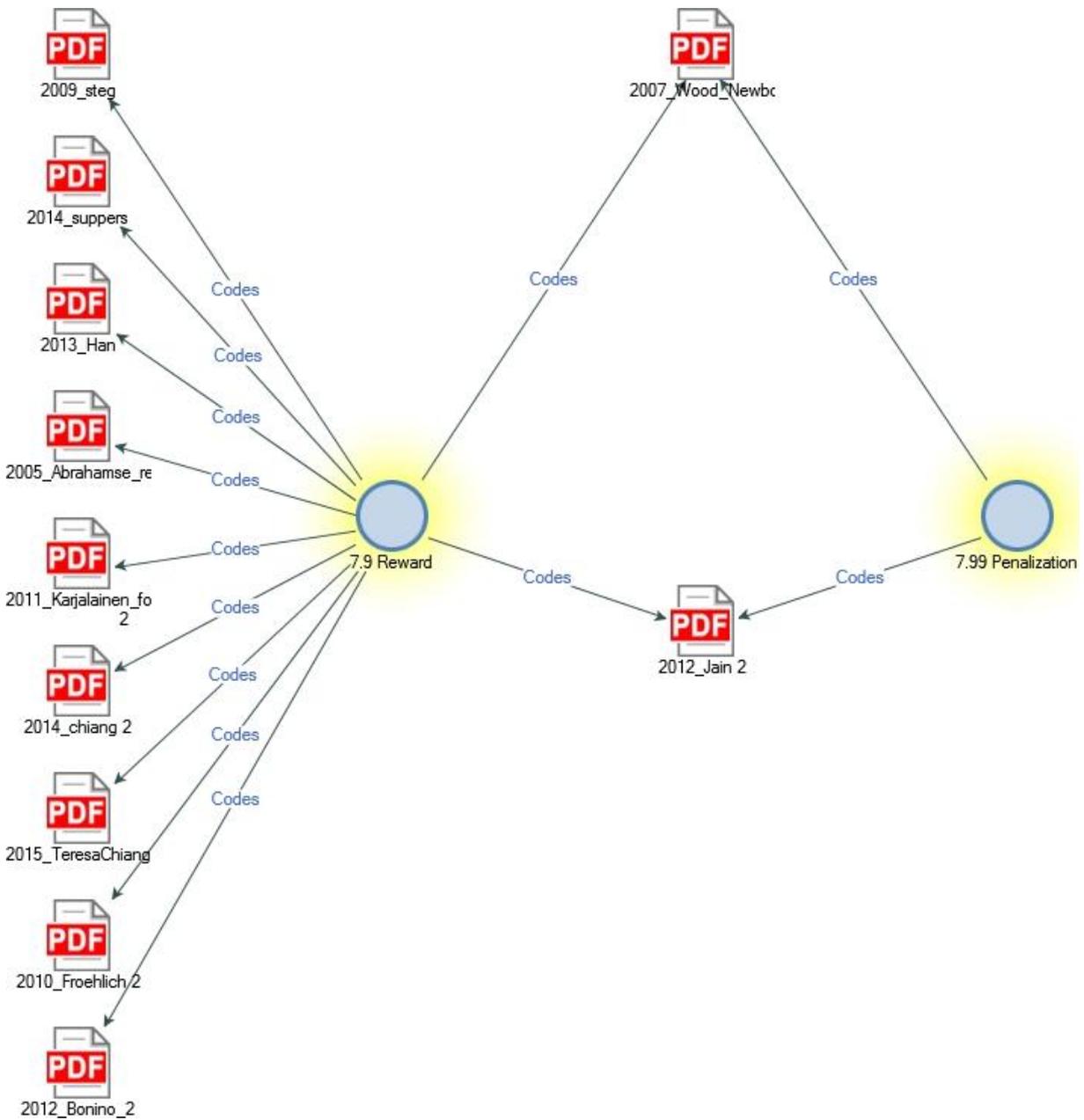
conceitos, realizar conexões entre os dados encontrados e descobrir novas informações sobre o assunto abordado. Através do software, as informações sobre o design de dispositivos visuais são codificadas para estabelecer as relações entre os conceitos, autores e encontrar as lacunas de conhecimento (Figura 50 e Figura 51).

Figura 50 – Exemplo de relação entre Chiang; Natarajan e Walker (2012) e Karjalainen (2011)



)

Figura 51 – Exemplo de relação entre conceitos



APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS

ETAPA 1

Consumo de energia

O consumo de energia elétrica residencial está aumentando gradativamente, causando cada vez mais danos ao meio ambiente. Uma solução para o aumento do consumo de energia é motivar o uso de energia de forma sustentável. Para isto, podemos utilizar tecnologias, como dispositivos visuais, que fornecem o monitoramento do consumo em tempo real do uso de energia.

O que é um Dispositivo Visual?

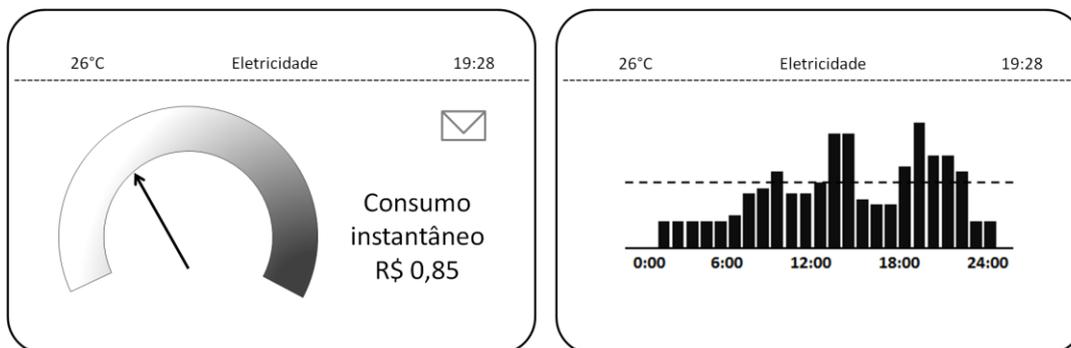
Dispositivos Visuais são aparelhos que medem o consumo de eletricidade das casas e repassam esta informação aos moradores com a intenção de reduzir o consumo. Estes aparelhos ficam conectados as redes elétricas e transmitem essa informação ao usuário de várias maneiras, podendo variar o formato, a frequência, a separação do consumo, entre outros. Nossa pesquisa visa entender qual formato e quais informações são as preferidas e entendidas pela população.

Por que reduzir o consumo?

Ao reduzir o consumo de eletricidade as pessoas economizam dinheiro e também ajudam o meio-ambiente (já que a produção de energia elétrica gera resíduos como CO₂, que é muito poluente a atmosfera; ao reduzir o consumo irá diminuir a quantidade de resíduos).

Como é um Dispositivo Visual?

Existem diversas empresas que produzem, abaixo estão representados alguns destes aparelhos.



ETAPA 2 (ADULTOS E IDOSOS)

Um dispositivo pode conter diferentes tipos de informação. Assinale a importância de cada tipo de informação (sendo 1 mais importante, 2 importância intermediária e 3 menos importante)

TIPOS DE INFORMAÇÃO				
A	Consumo instantâneo Apresentar o consumo da casa em tempo real. Exemplo: o consumo é de 5 kW neste momento.	1	2	3
B	Consumo cumulativo Apresentar o consumo da casa nas últimas 24h, na última semana e no último mês Exemplo: o consumo nas últimas 24h é 13,30 kWh.	1	2	3
C	Consumo em cada ambiente da casa Apresentar o consumo de energia de cada ambiente da casa (cozinha, banheiro, etc). Exemplo: o consumo da cozinha neste momento é de 2kW.	1	2	3
D	Consumo de cada aparelho da casa Apresentar o consumo de cada aparelho (refrigerador, computador, fogão, etc). Exemplo: assistir televisão está consumindo 3 kW.	1	2	3
E	Comparação Histórica Comparar dados históricos do consumo da casa (do dia anterior, semana anterior, etc). Exemplo: o consumo desta semana foi menor do que na semana passada.	1	2	3
F	Comparação Normativa Comparar o consumo da sua casa com o consumo de casas vizinhas. Exemplo: das quinze casas no seu quarteirão, a sua casa tem o terceiro maior consumo.	1	2	3
G	Meta do consumo Determinar o limite máximo de consumo previsto para o dia, a semana, o mês ou ano. Exemplo: consumir no máximo 100kWh esta semana e você já atingiu 20% deste consumo.	1	2	3
H	Dicas Apresentar informações para reduzir o consumo de energia na casa. Exemplo: troque suas lâmpadas por LED e reduza até 70% do consumo.	1	2	3
I	Incentivo Estimular a redução do consumo de energia através de um reforço positivo. Exemplo: há um desconto de 15% na sua conta se houver 10% de redução do consumo.	1	2	3
J	Penalidade Restringir o consumo de energia através de um reforço negativo. Exemplo: há uma multa de 10% caso o consumo máximo seja excedido.	1	2	3

Considerando a tabela acima, quais tipos de informação você gostaria de ter no seu dispositivo?

Primeiro tipo de informação:

Segundo tipo de informação:

Terceiro tipo de informação:

ETAPA 2 (CRIANÇAS)

Um dispositivo pode conter diferentes tipos de informação. Assinale a importância de cada tipo de informação (sendo 😊 mais importante, 😐 importância intermediária e ☹️ menos importante)

TIPOS DE INFORMAÇÃO				
A	Consumo instantâneo Apresentar o consumo da casa em tempo real. Exemplo: o consumo é de 5 kW neste momento.	😊	😐	☹️
B	Consumo cumulativo Apresentar o consumo da casa nas últimas 24h, na última semana e no último mês Exemplo: o consumo nas últimas 24h é 13,30 kWh.	😊	😐	☹️
C	Consumo em cada ambiente da casa Apresentar o consumo de energia de cada ambiente da casa (cozinha, banheiro, etc). Exemplo: o consumo da cozinha neste momento é de 2kW.	😊	😐	☹️
D	Consumo de cada aparelho da casa Apresentar o consumo de cada aparelho (refrigerador, computador, fogão, etc). Exemplo: assistir televisão está consumindo 3 kW.	😊	😐	☹️
E	Comparação Histórica Comparar dados históricos do consumo da casa (do dia anterior, semana anterior, etc). Exemplo: o consumo desta semana foi menor do que na semana passada.	😊	😐	☹️
F	Comparação Normativa Comparar o consumo da sua casa com o consumo de casas vizinhas. Exemplo: das quinze casas no seu quarteirão, a sua casa tem o terceiro maior consumo.	😊	😐	☹️
G	Meta do consumo Determinar o limite máximo de consumo previsto para o dia, a semana, o mês ou ano. Exemplo: consumir no máximo 100kWh esta semana e você já atingiu 20% deste consumo.	😊	😐	☹️
H	Dicas Apresentar informações para reduzir o consumo de energia na casa. Exemplo: troque suas lâmpadas por LED e reduza até 70% do consumo.	😊	😐	☹️
I	Incentivo Estimular a redução do consumo de energia através de um reforço positivo. Exemplo: há um desconto de 15% na sua conta se houver 10% de redução do consumo.	😊	😐	☹️
J	Penalidade Restringir o consumo de energia através de um reforço negativo. Exemplo: há uma multa de 10% caso o consumo máximo seja excedido.	😊	😐	☹️

Considerando a tabela acima, quais tipos de informação você gostaria de ter no seu dispositivo?

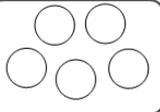
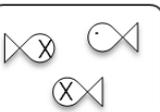
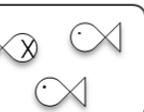
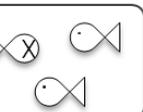
Primeiro tipo de informação:

Segundo tipo de informação:

Terceiro tipo de informação:

ETAPA 3

Assinale o que aconteceu com o consumo para cada um dos dispositivos.

10h	13h	16h
21 kg de CO ₂ <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	34 kg de CO ₂ <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	18 kg de CO ₂ <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
21 kW <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	13 kW <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	18 kW <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
R\$ 6,40 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	R\$ 4,35 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	R\$ 4,35 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei
 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei	 <input type="checkbox"/> aumentou <input type="checkbox"/> ficou igual <input type="checkbox"/> diminuiu <input type="checkbox"/> não sei

ETAPA 3

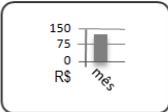
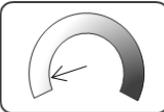
Quais os seus três dispositivos preferidos? Assinale com 1, 2, e 3 (sendo 1 para a primeira preferência, 2 a segunda preferência e 3 para a terceira preferência).

	10h	13h	16h
()			
()			
()			
()			
()			
()			
()			
()			

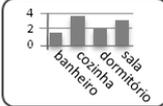
Etapa 4

Para cada tipo de informação, escolha o formato de apresentação que você prefere.

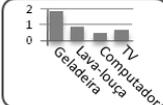
Consumo cumulativo

- Consumo mês
R\$ 130,00
- 
- 

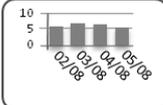
Consumo por ambiente

- banheiro - R\$ 1,70
cozinha - R\$ 2,80
dormitório - R\$ 1,90
sala - R\$ 2,70
- 

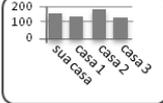
Consumo por aparelho

- Geladeira - R\$ 2,00
Lava-louça - R\$ 0,70
Computador - R\$ 0,20
TV - R\$ 0,40
- 

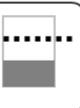
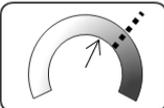
Comparação histórica

- 02/08 - R\$ 5,50
03/08 - R\$ 6,50
04/08 - R\$ 5,80
05/08 - R\$ 5,40
- 

Comparação Normativa

- Sua casa - R\$ 150,20
Casa 1 - R\$ 130,80
Casa 2 - R\$ 183,70
Casa 3 - R\$ 125,45
- 

Meta de consumo

- Consumo máximo
R\$ 180,00
- R\$ 180,00
 
- 
- 57%

Qual incentivo lhe motiva mais a economizar energia?

- Sua casa recebeu um desconto na conta de luz
- Sua casa está consumindo menos energia que as casas da vizinhança
- Sua casa está contribuindo para um mundo mais sustentável

Qual penalidade lhe motiva mais a economizar energia?

- Sua casa recebeu uma multa
- Sua casa está consumindo mais energia que as casas da vizinhança
- Sua casa está contribuindo para o efeito estufa

ETAPA 5

Priorize a unidade para apresentação de consumo de energia, sendo 1 a primeira opção, 2 a segunda opção e 3 a última opção.

- R\$ 6.40
- 21 kWh
- 18 kg CO₂

ETAPA 6

Com base no que foi apresentado até agora, desenhe como seria o seu dispositivo ideal e descreva seu funcionamento.

**ETAPA 7****Dados pessoais**

Nome:

Bairro e cidade de residência:

Sexo:

Idade:

Escolaridade:

Ocupação:

Renda familiar mensal:

Até R\$ 1.760,00

de R\$ 1.760,01 a R\$ 3.720,00

de R\$ 3.720,01 a R\$ 8.800,00

de R\$ 8.800,01 a R\$ 17.600,00

R\$ 17.600,01 ou mais

Qual aparelho mais consome eletricidade na sua casa

O que você faz para economizar energia na sua casa:

Você tem smartphone?

sim não

Como recebe a conta de luz?

carta email

carta e email

Como paga a conta de luz?

lotérica débito automático

banco

banco online

Como prefere receber o *feedback* do consumo?

dispositivo visual aplicativo no celular

e-mail

carta mais frequentes

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO CRIANÇAS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
 Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)
 Av. Osvaldo Aranha, 3º andar
 Porto Alegre/RS CEP 90035-190
 Telefone: 51 3308 3518 Fax: 51 3308-3999



TERMO DE CONSENTIMENTO

Gostaríamos de convidá-lo para participar da pesquisa intitulada **"Avaliação de dispositivos para visualização do consumo de energia: um estudo da percepção de crianças, adultos e idosos"** coordenada pela Prof. Cecília Gravina da Rocha do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Esta pesquisa tem por objetivo investigar a percepção de pessoas sobre dispositivos para visualização do consumo de energia e possui os seguintes benefícios e riscos:

Benefícios: (a) o participante poderá ter uma ampliação da consciência ambiental e da compreensão de problemas ambientais associados ao consumo de energia; (b) o participante poderá ter compreensão destes problemas a partir de outras perspectivas devido a interação com os demais participantes do workshop.

Riscos: mínimo (risco existente em atividades habituais como estudar, conversar, ver TV, etc).

Sua participação nesta pesquisa se dará através da participação em um workshop (ou entrevista), cabendo ressaltar os seguintes aspectos:

- Sua participação é voluntária de modo que você pode se retirar a qualquer momento da pesquisa, sem quaisquer prejuízos a sua pessoa.
- As informações coletadas serão divulgadas apenas em eventos e publicações científicas. Além disto, sua identidade será mantida sob sigilo, sendo omitidas informações que possam identificá-lo.
- As informações coletadas nesta entrevista permanecerão sob guarda do pesquisador responsável.
- Em caso de dúvidas ou esclarecimentos você pode entrar em contato com o pesquisador responsável e/ou com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS através dos contatos apresentados abaixo.

Eu, _____ (nome do responsável), recebi cópia deste documento, estou de acordo com as condições apresentadas no mesmo, e expresse a concordância em _____ (nome do aluno) de participar desta pesquisa, se o(a) mesmo(a) também estiver de acordo.

_____, ____ de _____ de _____

Assinatura do responsável: _____

Assinatura do(a) aluno(a): _____

Pesquisador Responsável
 Cecília Gravina da Rocha
 Av. Osvaldo Aranha, 3º andar
 Porto Alegre/RS
 CEP 90035-190
 Telefone: 51 3308 3518
 E-mail: cecilia.rocha@ufrgs.br

Comitê de Ética em Pesquisa (UFRGS)
 Av. Paulo Gama, 110 (Sala 317)
 Prédio Anexo 1 da Reitoria
 Porto Alegre/RS
 CEP 90040-060
 Telefone: 51 3308 3738
 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO ADULTOS E IDOSOS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
 Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC)
 Av. Osvaldo Aranha, 3º andar
 Porto Alegre/RS CEP 90035-190
 Telefone: 51 3308 3518 Fax: 51 3308-3999



TERMO DE CONSENTIMENTO

Gostaríamos de convidá-lo para participar da pesquisa intitulada **“Avaliação de dispositivos para visualização do consumo de energia: um estudo da percepção de crianças, adultos e idosos”** coordenada pela Prof. Cecília Gravina da Rocha do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Esta pesquisa tem por objetivo investigar a percepção de pessoas sobre dispositivos para visualização do consumo de energia e possui os seguintes benefícios e riscos:

Benefícios: (a) o participante poderá ter uma ampliação da consciência ambiental e da compreensão de problemas ambientais associados ao consumo de energia; (b) o participante poderá ter compreensão destes problemas a partir de outras perspectivas devido a interação com os demais participantes do workshop.

Riscos: mínimo (risco existente em atividades habituais como estudar, conversar, ver TV, etc).

Sua participação nesta pesquisa se dará através da participação em um workshop (ou entrevista), cabendo ressaltar os seguintes aspectos:

- Sua participação é voluntária de modo que você pode se retirar a qualquer momento da pesquisa, sem quaisquer prejuízos a sua pessoa.
- As informações coletadas serão divulgadas apenas em eventos e publicações científicas. Além disto, sua identidade será mantida sob sigilo, sendo omitidas informações que possam identificá-lo.
- As informações coletadas nesta entrevista permanecerão sob guarda do pesquisador responsável.
- Em caso de dúvidas ou esclarecimentos você pode entrar em contato com o pesquisador responsável e/ou com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS através dos contatos apresentados abaixo.

Eu, _____, recebi cópia deste documento, estou de acordo com as condições apresentadas no mesmo, e expresso a concordância em participar desta pesquisa.

_____, ____ de _____ de _____

Assinatura: _____

Pesquisador Responsável
 Cecília Gravina da Rocha
 Av. Osvaldo Aranha, 3º andar
 Porto Alegre/RS
 CEP 90035-190
 Telefone: 51 3308 3518
 E-mail: cecilia.rocha@ufrgs.br

Comitê de Ética em Pesquisa (UFRGS)
 Av. Paulo Gama, 110 (Sala 317)
 Prédio Anexo 1 da Reitoria
 Porto Alegre/RS
 CEP 90040-060
 Telefone: 51 3308 3738
 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS DO COMPORTAMENTO

QUESTIONÁRIO						
Idade:	Sexo: () Feminino () Masculino					
Bairro e cidade de residência:						
Renda mensal: () até R\$1.874,00 () de R\$ 1.874,01 a R\$ 3.748,00 () de R\$ 3.748,01 a R\$9.370,00 () de R\$ 9.370,01 a R\$18.740,00 () R\$ 18.740,01 ou mais	Nível de educação: () Fundamental I incompleto () Fundamental I completo/ Fundamental II incompleto () Fundamental II completo/ Médio incompleto () Médio completo/ Superior incompleto () Superior completo					
Responder as próximas perguntas de acordo com a escala: 1 = discordo totalmente 2 = discordo parcialmente 3 = indiferente 4 = concordo parcialmente 5 = concordo totalmente						
01	Eu separo vidro, latas, plástico ou papéis para reciclagem.	1	2	3	4	5
02	Eu compro frutas ou vegetais cultivados sem pesticidas ou produtos químicos.	1	2	3	4	5
03	Eu evito comprar certos produtos por razões ambientais.	1	2	3	4	5
04	Eu ando de ônibus invés de carro na maioria das vezes.	1	2	3	4	5
05	Eu ando menos de carro para proteger o meio ambiente.	1	2	3	4	5
06	Eu consumo menos água e energia para proteger o meio ambiente.	1	2	3	4	5
07	Eu aceito mudar o meu estilo de vida para proteger o meio ambiente.	1	2	3	4	5
08	Estamos nos aproximando do número limite de pessoas que a Terra é capaz de suportar.	1	2	3	4	5
09	As pessoas estão tratando mal a natureza.	1	2	3	4	5
10	As plantas e os animais têm tanto direito quanto os seres humanos de viverem.	1	2	3	4	5
11	A natureza é forte o suficiente para lidar com os efeitos negativos do estilo de vida atual.	1	2	3	4	5
12	As pessoas são inteligentes o suficiente para não destruir a Terra.	1	2	3	4	5
13	Se as coisas não mudarem, nós teremos um grande desastre ecológico em breve.	1	2	3	4	5
14	Eu conheço muitas causas dos problemas ambientais.	1	2	3	4	5
15	Eu conheço muitas soluções para os problemas ambientais.	1	2	3	4	5
16	É importante ter acesso a paisagens naturais, parques e florestas, e garantir a existência de plantas e animais.	1	2	3	4	5
17	É importante ter acesso a ar limpo, água e solo.	1	2	3	4	5
18	Eu gosto de apreciar a beleza da natureza.	1	2	3	4	5

19	Me sinto responsável por cuidar do meio ambiente.	1	2	3	4	5
20	Eu me esforço mais para cuidar do meio ambiente.	1	2	3	4	5
21	Eu me sinto culpado se consumo muita água ou energia.	1	2	3	4	5
22	Pessoas que são importantes para mim esperam que eu cuide do meio ambiente.	1	2	3	4	5
23	Eu desligo o computador quando não está sendo usado.	1	2	3	4	5
24	Eu apago a luz quando saio de um ambiente.	1	2	3	4	5
25	Eu uso o ar condicionado apenas quando é necessário.	1	2	3	4	5
26	Eu tomo banhos curtos.	1	2	3	4	5
27	Eu desligo a torneira enquanto escovo os dentes.	1	2	3	4	5
28	Eu vou a pé ou de bicicleta quando a distância é pequena.	1	2	3	4	5