



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE QUIXADÁ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN DIGITAL

ERISSON BEZERRA NUNES

**UMA PROPOSTA DE INTERFACE DE ECO-FEEDBACK NO CONSUMO DE
ENERGIA ELÉTRICA POR DISPOSITIVOS RESIDENCIAIS**

QUIXADÁ

2023

ERISSON BEZERRA NUNES

UMA PROPOSTA DE INTERFACE DE ECO-FEEDBACK NO CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA POR DISPOSITIVOS RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Design Digital do Campus de Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Design Digital.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Victor Barbosa de Sousa.

QUIXADÁ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N924p Nunes, Erisson Bezerra.

Uma proposta de interface de eco-feedback no consumo de energia elétrica por dispositivos residenciais / Erisson Bezerra Nunes. – 2023.

69 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Curso de Design Digital, Quixadá, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Victor Barbosa de Sousa.

1. Feedback. 2. Interfaces de usuário (Sistemas de computação). 3. Energia elétrica - Consumo. 4. Sustentabilidade. 5. Design de produtos. I. Título.

CDD 745.40285

ERISSON BEZERRA NUNES

UMA PROPOSTA DE INTERFACE DE ECO-FEEDBACK NO CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA POR DISPOSITIVOS RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Design Digital do Campus de Quixadá da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Design Digital.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Victor Barbosa de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Paulo Armando Cavalcante Aguiar
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Marcelo Martins da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a minha família por acreditar em mim quando muitos duvidaram. Em especial, minha mãe, que me deu forças para continuar quando eu não encontrava em mim mesmo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família por ter me dado suporte nesse período em que estive tão distante das minhas casas, a de meus pais e dos meus avós. Muitas vezes a saudade apertou, mas sabia que precisava continuar para então um dia voltar e agradecer o amor que me sustentou.

Em especial, gostaria de agradecer a minha mãe, Marciana Nunes, que foi em muitos momentos meu suporte na caminhada, e que entre conversas sobre passado, presente e futuro me acariciava com o seu amor, mesmo que de longe.

Agradeço aos meus amigos: Maria Carolina, Ruan Rocha, Nathalia Pinto, Mateus Henrique, André Agacy, Raquel Lopes, Raul Plassman, Paula Soares e Juliana Barreto por terem se tornado a família que estava perto e por me ajudar a caminhar, abrindo caminhos e, ao mesmo tempo, caminhando ao meu lado.

Agradeço também aos meus amigos: Dannyllu Antonio, Jackeline Linhares, Aretha Magalhães e Marcelo Alvez, por proporcionarem o conforto e as risadas que eu precisava durante as férias da graduação.

Assim também faço com minha psicóloga, Camila Cardoso, que me ouviu, aconselhou e ajudou em momentos tão difíceis. É bom ter com quem contar nesses momentos.

Aos meus orientadores: José Neto, Rochelle Silveira e Paulo Victor de Sousa, que durante 3 anos me ajudaram a amadurecer as ideias deste trabalho e a compreender o design em diversas esferas. Vocês foram essenciais para a produção deste trabalho.

Agradeço ao meu namorado, George Moreno, que esteve ao meu lado durante esse último ano da produção deste trabalho, me apoiando, rindo junto comigo e trazendo leveza a todos os momentos. Agradeço por me ensinar a humildade, a ter compaixão comigo mesmo, e por me mostrar que ser vulnerável só me faz mais forte, agradeço a todo amor que recebi dele.

Agradeço à Instituição Universidade Federal do Ceará, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio-moradia, que me possibilitou estudar em Quixadá durante todo o período da graduação.

E por fim quero agradecer a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma nesta minha trajetória.

"Quando errar não é uma opção, não existe aprendizado, criatividade ou inovação."

(Brené Brown, 2012.)

RESUMO

Os problemas ambientais estão cada vez mais evidentes no cotidiano global. Entre os causadores está a emissão de gases do efeito estufa, como Dióxido de Carbono (CO²), emitido pelo setor de geração de energia. O Brasil tem o privilégio de ter sua matriz energética majoritariamente limpa. Apesar disso, ainda emitiu 77,8 milhões de toneladas de CO² em 2021. Sabendo que o consumo de energia residencial corresponde a 26,7% do total consumido no Brasil, é necessária também a economia de energia por parte das residências. A solução proposta nesse trabalho visa a atuar sobre o problema das emissões de CO² no consumo de eletricidade residencial por meio do protótipo do Sistema de *Eco-feedback* de Energia Residencial, que permite a informação e autoconsciência do uso de recursos elétricos por dispositivos inteligentes residenciais. A metodologia utilizada consiste nas fases de análise, síntese e avaliação que durante todo o processo permitiu escolher quais e como seriam realizadas cada etapa. O resultado foi um protótipo de alta fidelidade das telas da solução que se propõe a informar, sensibilizar e incentivar o uso consciente da eletricidade.

Palavras-chave: eco-feedback; interfaces de usuário (sistemas de computação); energia elétrica-consumo; sustentabilidade; design de produtos.

ABSTRACT

Environmental problems are increasingly evident in global daily life. Among the causes, we can find emission of greenhouse effect gases, such as Carbon Dioxide (CO²), emitted by the energy generation sector. Brazil has the privilege of having its energy matrix mostly clean, but despite this, we still emitted 77.8 million tons of CO² in 2021. Knowing that residential energy consumption corresponds to 26.7% of the total consumed in Brazil, we need also energy savings for homes. The solution proposed in this work aims to address the problem of CO² emissions in residential electricity consumption through the prototype of the Residential Energy *Eco-feedback* System, which allows the information and self-conscious of the use of electrical resources by residential smart devices. The methodology used consists of the analysis, synthesis, and evaluation phases that throughout the process allowed us to choose which and how each step would be carried out. The result was a high-fidelity prototype of the solution's screens that aims to inform, raise awareness, and encourage the conscious use of electricity.

Keywords: eco-feedback; user interfaces (computer systems); electrical energy - consumption; sustainability; product design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Campanha da ONG WWF e aplicativo SmartThings Energy	15
Figura 2 – Exemplo de etiqueta	24
Figura 3 – Selo Procel	24
Figura 4 – O ciclo de vida do sistema-produto	28
Figura 5 – Modelo de Intervenção de Design	30
Figura 6 – Relações entre modelos	31
Figura 7 – Exemplo de eco-feedback para lavadora de roupas	33
Figura 8 – Exemplo de eco-feedback	33
Figura 9 – Metodologia	36
Figura 10 – Quadro de relações	45
Figura 11 – Gráficos	45
Figura 12 – Smappee	46
Figura 13 – SmartThings Energy	47
Figura 14 – NSPANEL PRO	48
Figura 15 – Factor energia	49
Figura 16 – iGreen connect	49
Figura 17 – Smarteck	50
Figura 18 – Dispositivos	53
Figura 19 – Esquema	54
Figura 20 – Telas em baixa fidelidade	55
Figura 21 – Testes com a marca	55
Figura 22 – Cabeçalho	56
Figura 23 – Carrossel	57
Figura 24 – Seletor de tempo	57
Figura 25 – Carrossel Impacto	57
Figura 26 – Valor gasto	58
Figura 27 – Consumo atual	58
Figura 28 – Gráfico de consumo	59
Figura 29 – Gráfico de previsão	59
Figura 30 – Consumo por tipo	60
Figura 31 – Consumo por cômodo	60

Figura 32 – Dispositivos	61
Figura 33 – Interface no modo noite	62
Figura 34 – Interface no modo dia	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação entre todos os trabalhos relacionados	20
Tabela 2 – Estratégias encontradas	44
Tabela 3 – Requisitos	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO ²	Dióxido de Carbono
IHC	Interação Humano-Computador
kWh	Quilowatt-hora
MWh	Megawatt-hora
SEER	Sistema de <i>Eco-feedback</i> de Energia Residencial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	16
2	TRABALHOS RELACIONADOS	17
2.1	O eco-feedback na interface da lavadora de roupas como estratégia de design para mudança de comportamento	17
2.2	Visualização do invisível: valores humanos no design de sistemas de eco-feedback para a reciclagem de resíduos sólidos urbanos	18
2.3	Aplicativo para dispositivos móveis: contribuição para o gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial	19
2.4	Comparação entre os trabalhos	20
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1	O problema ambiental	21
3.1.1	<i>O contexto global</i>	21
3.1.2	<i>O contexto brasileiro</i>	22
3.2	Design e Comportamento	25
3.3	<i>Eco-feedback</i>	31
4	METODOLOGIA	35
4.1	Análise	35
4.1.1	<i>Escolha do público-alvo</i>	36
4.1.2	<i>Pesquisa de estratégias de feedback a serem utilizadas</i>	36
4.1.3	<i>Pesquisa de tipos de visualizações de dados</i>	37
4.1.4	<i>Pesquisa de produtos similares</i>	37
4.2	Síntese	38
4.2.1	<i>Definição dos requisitos da solução</i>	38
4.2.2	<i>Geração das ideias iniciais</i>	38
4.2.2.1	<i>Definição do tipo dos dispositivos para o sistema</i>	38
4.2.2.2	<i>Prototipação em baixa fidelidade</i>	39
4.2.3	<i>Prototipação em alta fidelidade</i>	39
4.2.3.1	<i>Definição do nome e da identidade visual</i>	39
4.2.3.2	<i>Prototipação de telas e interações</i>	40

4.3	Avaliação	41
4.3.1	<i>Teste de usabilidade</i>	41
5	RESULTADOS	42
5.1	Análise	42
5.1.1	<i>Escolha do público-alvo</i>	42
5.1.2	<i>Pesquisa de estratégias de feedback a serem utilizadas</i>	43
5.1.3	<i>Pesquisa de tipos de visualizações de dados</i>	43
5.1.4	<i>Pesquisa de produtos similares</i>	46
5.1.4.1	<i>Smappee</i>	46
5.1.4.2	<i>SmartThings Energy</i>	47
5.1.4.3	<i>NSPANEL PRO</i>	47
5.1.4.4	<i>Factorenergia</i>	48
5.1.4.5	<i>iGreen connect</i>	48
5.1.4.6	<i>Smarteck</i>	49
5.1.4.7	<i>Síntese da pesquisa de produtos similares</i>	50
5.2	Síntese	50
5.2.1	<i>Definição dos requisitos da solução</i>	50
5.2.2	<i>Geração das ideias iniciais</i>	51
5.2.2.1	<i>Definição do tipo dos dispositivos para o sistema</i>	51
5.2.2.2	<i>Prototipação em baixa fidelidade</i>	53
5.2.3	<i>Prototipação em alta fidelidade</i>	54
5.2.3.1	<i>Definição do nome e da identidade visual</i>	54
5.2.3.2	<i>Prototipação de telas e interações</i>	56
5.3	Avaliação	61
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	64
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O problema ambiental é uma variável crescente e cada vez mais relevante no cotidiano global. Desde os anos 70, em reuniões como a Conferência de Estocolmo, é debatido acerca dos problemas ambientais e das consequências do impacto do homem no meio ambiente (PAULO, 2022). Demais conferências como a Rio-92¹ e Conferências das Partes (COPs)², geraram importantes direcionamentos para o desenvolvimento sustentável, como o Protocolo de Kyoto³ e o Acordo de Paris⁴ e ressaltam a importância da participação de diversos atores nesse processo.

Em um mundo onde a sustentabilidade se torna pauta emergencial, o design emerge como ferramenta de aprimoramento de processos e soluções que dialogam com estes conceitos buscando satisfazer determinadas necessidades. Os designers agem nesse campo, gerando inovação, competitividade, percebendo os *feedbacks* que o ambiente demonstra e dialogando com políticas públicas para a produção de produtos e serviços.

Nesse processo de produção o designer é um ator importante que pode auxiliar nos comportamentos do usuário a partir da informação. É nesse processo que o designer pode se utilizar de estratégias que auxiliem o usuário a utilizar serviços e produtos de maneira mais consciente, que consumam menos recursos e que produzam menos danos ao meio ambiente.

Existem alguns métodos e estratégias que apresentam caminhos para essa consciência do usuário consumidor a respeito de seus hábitos de consumo. Uma dessas estratégias é o Feedback Ambiental, conceito amplo explicado por Manzini e Vezzoli (2002) que abarca vários tipos de *feedbacks* que o ambiente dá a sociedade, que possibilita que a mesma se sensibilize sobre as consequências das suas escolhas e atividades, como acúmulo de lixo ou leis ambientais mais rígidas.

Eco-feedback é um conceito mais específico ligado a sistemas, e pode ajudar o usuário a tomar decisões ambientalmente mais responsáveis a partir da apresentação de informações sobre o impacto ambiental dos comportamentos realizados pelos usuários no momento do uso de produtos ou sistemas, assim define Nunes (2017); Forcato (2014) e Tang e Bhamra (2008a).

¹ Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2303:catid=28&Itemid. Acessado em: 30 de junho de 2023

² Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/cop>. Acessado em: 30 de junho de 2023

³ Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolo-de-kyoto>. Acessado em: 30 de junho de 2023

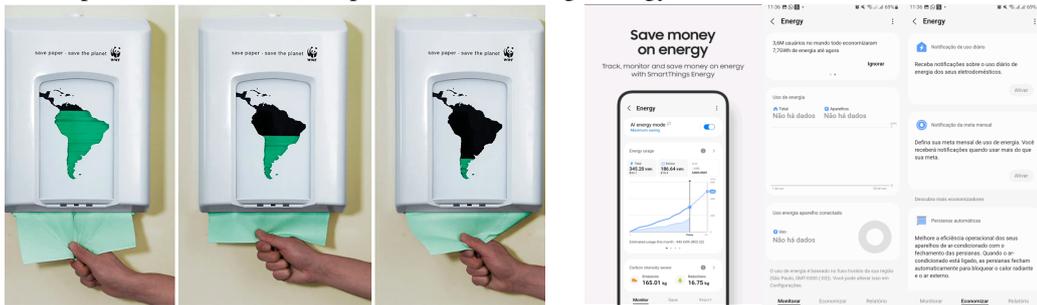
⁴ Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf. Acessado em: 30 de junho de 2023

Essas informações podem ser apresentadas por diversos meios e contendo as mais variadas informações, a depender do contexto.

Segundo o relatório Balanço Energético Nacional (BEN) da Empresa de Pesquisa Energética EPE (2022b), o Brasil tem 78,1% de suas fontes de energia elétrica renováveis, dentre as fontes totais de energia estão: gás natural, derivados de petróleo, nuclear, hidráulica, biomassa, eólica, solar, carvão e derivados. Embora o Brasil tenha o privilégio de ter uma matriz energética majoritariamente limpa, as emissões de Dióxido de Carbono (CO²) na geração de energia ainda existem, e pouca ciência se tem sobre como e por que economizar energia elétrica no contexto residencial, que corresponde a 26,4% do consumo total de energia elétrica.

O *eco-feedback* e as estratégias de conscientização podem ser aplicados de formas diversas, seja em produtos físicos, como suportes de papel toalha em um banheiro mostrando o uso no formato de um continente, ou em dispositivos tecnológicos, como aplicativos de gerenciamento de dispositivos inteligentes, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Campanha da ONG WWF e aplicativo SmartThings Energy



Fonte: Retirados de publicidade (2009) e Loja Oficial da Samsung

Dispositivos inteligentes estão cada vez mais presentes nos lares dos brasileiros e podem, por meio da automação e seu gerenciamento de consumo, auxiliar a redução de emissão de CO² por conta do consumo de energia elétrica. Para isso é possível que aplicando o *eco-feedback* nos sistemas de gerenciamento desses dispositivos haja um incentivo no consumo consciente dos recursos.

Diante disso, olhando para o contexto ecológico, social e econômico atual, é possível pensar em caminhos que auxiliem a população a se conscientizar dos impactos de suas ações e que, ao mesmo tempo, incentivem o uso consciente da eletricidade. Hábitos de uso de aparelhos domésticos, além de afetar o ambiente pela forma como a energia é produzida, afeta, também, o usuário consumidor pelo valor pago para o uso do recurso.

1.1 Objetivos

Dessa forma, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo interativo em alta fidelidade de um sistema de *eco-feedback* para gerenciamento do uso de recursos elétricos em dispositivos inteligentes residenciais, que se propõe a informar, sensibilizar e incentivar o uso consciente da eletricidade. Como objetivos específicos foram definidos três, são eles:

- Encontrar caminhos para a conscientização do comportamento problemático existente e levar a um pensamento consciente sobre o uso de energia;
- Explorar soluções e visualizações que auxiliem na percepção dos consumidores sobre os impactos do consumo;
- Projetar uma interface interativa de *eco-feedback* associado a estratégias que contribua para informar o consumidor sobre os impactos ambientais do consumo elétrico.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Nessa sessão serão apresentados os trabalhos científicos que se relacionam com este trabalho. Serão apresentados dois estudos de desenvolvimento de *eco-feedbacks*, um aplicado a lavadora de roupas, e outro aplicado a reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Além desses será apresentado também um terceiro estudo que embora não envolva *eco-feedback* é voltado para o gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial.

2.1 O *eco-feedback* na interface da lavadora de roupas como estratégia de design para mudança de comportamento

Forcato e Santos (2015) buscaram identificar meta-requisitos para uma proposta de intervenção de *eco-feedback* em uma máquina de lavar, com o intuito de promover o comportamento sustentável nos moradores de Habitação de Interesse Social (HIS). O estudo faz isso por meio de um modelo que promove a mudança de comportamento de uso.

Para o levantamento, foi utilizado o método Rapid Iterative Testing and Evaluation Method (RITE), que proporcionou uma proximidade maior com os representantes do público pesquisado nos ciclos de desenvolvimento do *eco-feedback*. O método contribuiu para que tais meta-requisitos considerassem as particularidades do público, e indicassem que uma mudança comportamental satisfatória poderia ser obtida.

Os meta-requisitos obtidos se desdobram em requisitos específicos para desenvolvimento de *eco-feedbacks* em lavadoras de roupas. Os *eco-feedbacks* tinham como finalidade contribuir diretamente para a redução do consumo de recursos pelos usuários, em especial os recursos de energia elétrica e água. Os *eco-feedbacks* desenvolvidos a partir daí, aplicados junto ao modelo de mudança de comportamento e outras estratégias, informaram e sensibilizaram os usuários a respeito das consequências das suas escolhas no momento do uso. Nesse caso os meta-requisitos estão vinculados a um tipo de produto específico, a lavadora de roupas, portanto, os meta-requisitos foram desenvolvidos considerando também a dimensão física do produto.

O trabalho demonstra a importância do *eco-feedback* para deixar os consumidores/usuários cientes do impacto dos seus hábitos de uso no consumo de recursos, e apresenta a importância de que o *eco-feedback* seja desenvolvido com base em estratégias que considerem os desejos do público-alvo, para que além da sensibilização, haja também um estímulo a mudança de comportamento. Esse trabalho leva esses fatores em consideração quando nas etapas iniciais

se estipulou que fosse feita pesquisa qualitativa, que foi importante para entender o público-alvo e seus hábitos de uso de aparelhos eletroeletrônicos, em específico, de lavadora de roupas.

Os autores concluem que embora os resultados sejam exploratórios, eles apoiam o que literatura mostra que: é satisfatória a utilização de abordagens convencionais de mudança de comportamento como os modelos e estratégias utilizadas, tais abordagens podem conduzir a bons resultados. O *eco-feedback* desenvolvido e apresentado no trabalho demonstrou potencial para a redução no consumo de recursos pela lavadora.

2.2 Visualização do invisível: valores humanos no design de sistemas de *eco-feedback* para a reciclagem de resíduos sólidos urbanos

Nunes (2017) se debruça sobre a área de valores humanos associados a sistemas de *eco-feedbacks*, buscando contribuir para um maior entendimento a respeito da reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Por meio de pesquisas com *stakeholders*⁵ utilizando métodos específicos, estabeleceu-se mediante ao *briefing* o comportamento alvo, o tipo de mudança de comportamento desejada, as dificuldades para realização do comportamento alvo e o dispositivo tecnológico a ser utilizado para esse processo. A partir desse *briefing* focado no desenvolvimento de tecnologias persuasivas ocorreu um *workshop* para ideação da solução.

O foco do trabalho é a investigação dos comportamentos dos *stakeholders*, a respeito de suas escolhas e dos valores humanos envolvidos nelas, e como essa investigação pode ser usada para criação de uma solução que considere valores desde o início da fase de ideação.

Em resumo, o produto do trabalho teve como objetivo incentivar a reciclagem, especificamente do plástico polietileno tereftalato (PET) mediante dois dispositivos: um totem interativo com um compartimento agregado, e um aplicativo para celular. O protótipo do totem visou criar atenção, gerar engajamento e servir como um depósito para coleta de plástico PET, mostrando informações sobre o uso do plástico, impacto do mesmo na natureza, a coleta em outros bairros e sugestão de conexão com aplicativo de celular para mais detalhes.

O estudo discute estratégias e metodologias para a construção de tecnologias persuasivas e propõe um método que pode ser adotado para o design dessas tecnologias. Tal método consiste em 10 passos divididos em três fases: explorar, gerar e avaliar.

O estudo se utilizou de métodos específicos como o Diagrama de Identificação de *stakeholders*, que foi usado para identificar os diferentes tipos de *stakeholders* ligados ao

⁵ Pessoas ou empresas interessadas no produto, financeiramente ou não.

problema e ao uso de produtos e serviços tecnológicos, o Portrait Values Questionnaire (PVQ)⁶, usado para descobrir e medir valores básicos motivacionais, e a Escala de Comportamento Ecológico (ECE), usada para investigar e medir comportamentos ligados a questões ecológicas. Tais métodos foram importantes, pois segundo Nunes (2017) os resultados obtidos a partir da correlação entre os valores priorizados e os comportamentos ecológicos ajudam a definir quais valores devem receber um foco maior na hora da ideação do sistema de *eco-feedback*.

Para o presente trabalho será tomado como referência também uma metodologia de três fases: uma para pesquisa onde há exploração, uma para análise onde há geração, e uma para avaliação. Contudo, a metodologia do trabalho em questão tem etapas específicas para planejar a mudança de comportamento e este trabalho não tem a intenção de mudar de fato o comportamento, apenas de informar sobre o impacto ambiental das ações.

2.3 Aplicativo para dispositivos móveis: contribuição para o gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial

Neste trabalho, Silva *et al.* (2020) relatam a importância e urgência de tratar das questões ambientais no setor elétrico, e que isso requer a participação de toda a sociedade, devido à importância. Na área das políticas públicas destacam a existência de programas governamentais que atuam nesse meio, dentre eles o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), além disso, apontam as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como meio para aprendizado, propagação de informações e auxílio para práticas sustentáveis.

A partir dessas discussões, o trabalho pretende “desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis, capaz de contribuir com o gerenciamento do consumo de energia elétrica.” (SILVA *et al.*, 2020). Chamado de Consumo Inteligente, o aplicativo foi desenvolvido e testado através da plataforma APP INVENTOR⁷ e MIT AI2 Companion⁸, disponibilizada pelo MIT.

A aplicação funciona por meio da identificação e inserção manual, por parte do usuário, dos dados do selo Procel de equipamentos. O aplicativo passa esses dados por uma fórmula que resulta no custo de funcionamento daquele aparelho em reais, podendo ser adicionado a diversos aparelhos, além disso, o aplicativo conta com dicas para economizar energia.

O autor destaca a importância do aplicativo, como ferramenta digital para auxílio

⁶ Tradução livre para: Questionário de Perfis de Valores

⁷ Disponível em: <https://appinventor.mit.edu/>. Acessado em: 27 de novembro de 2023

⁸ Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.mit.appinventor.aicompanion3&hl=pt_BR&gl=US. Acessado em: 27 de novembro de 2023

no gerenciamento de energia elétrica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e para a difusão de informações sobre economia.

O trabalho de Silva *et al.* (2020) se assemelha a este trabalho por se tratar de uma solução digital para auxiliar na gestão de recursos de energia elétrica. Porém, as semelhanças se limitam a isso, pois apenas o cálculo do consumo de energia dos equipamentos não garante que haverá uma economia de energia.

2.4 Comparação entre os trabalhos

Os trabalhos relacionados contribuíram muito para o desenvolvimento deste trabalho, tanto no âmbito da pesquisa, apresentando modelos de mudança de comportamento e estratégias possíveis de utilização, como no âmbito do produto, mostrando a importância do protótipo e da redução do consumo elétrico. Na tabela 1 é possível observar mais claramente a relação entre os trabalhos. Na primeira coluna são apresentados as características dos 3 trabalhos selecionados e deste trabalho e nas 4 colunas seguintes são mostrados quais trabalhos tem determinadas características.

Tabela 1 – Comparação entre todos os trabalhos relacionados

Comparação entre os trabalhos				
Características	Trabalho 1	Trabalho 2	Trabalho 3	Este trabalho
Busca reduzir o consumo de energia elétrica	X		X	X
Usa uma metodologia específica para mudança comportamental		X		
Usa modelo de mudança de comportamento	X			X
O eco-feedback é aplicado a um conjunto de produtos				X
Usa outras estratégias para trabalhar junto ao eco-feedback		X		X
Desenvolve um protótipo do produto proposto	X		X	X

Fonte: Desenvolvido pelo autor com base nos trabalhos de Forcato e Santos (2015), Nunes (2017) e Silva *et al.* (2020).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados os conceitos utilizados como base teórica para fundamentar o presente trabalho. São eles: o problema ambiental, apresentando o contexto mundial e brasileiro sobre o uso de serviços e produtos e os efeitos no ambiente; design e comportamento, apresentando os caminhos para a persuasão a partir do processo de design; e o eco-feedback como um dos métodos para a mudança de comportamento dos usuários no uso de recursos e produtos de maneira sustentável.

3.1 O problema ambiental

Nesta sessão serão apresentados argumentos que mostram como os países lidam com a questão do impacto ambiental, com ênfase em como o Brasil lida com as emissões de CO² na geração de energia elétrica para o país.

3.1.1 O contexto global

A natureza nos permeia, fazemos parte dela e é ela que usamos e modificamos à nossa vontade para satisfazer as nossas necessidades. Desde a queima da madeira pelo fogo, usada pelos homens primitivos para proteção, iluminação e aquecimento, até a criação de grandes usinas de geração de energia elétrica, energia essa, usada para realizar muitas das atividades cotidianas.

No entanto, as ações humanas, tem gerado impactos no ambiente. A Organização das Nações Unidas (ONU) fala sobre questões ambientais desde 1972 quando ocorreu a Conferência de Estocolmo (ONU, 1972). O relatório “*Our Common Future*” (Nosso futuro comum), produzido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e publicado em 1987, fala sobre como o estresse ambiental é visto como resultado do crescente consumo de recursos e da poluição gerada pelos mais ricos (WCED, 1987).

Além disso, o relatório aponta que, nos casos ou regiões em que houve prosperidade e desenvolvimento econômico, tais feitos demandaram um alto custo para o meio ambiente a longo prazo, como resultado da crescente demanda por recursos, energia e produção de poluição. Para Manzini e Vezzoli (2002), as ações humanas representam a extração de recursos naturais do meio ambiente e emissão de resíduos de volta ao meio ambiente, sejam elas extrações ou emissões, representam uma forma de impacto ambiental.

O relatório “*Our Common Future*” também apresenta o conceito de desenvolvimento sustentável para lidar com a problemática, que pode ser entendido como “o desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Desde 1972 fala-se sobre as questões ambientais e ações possíveis para lidar com elas, e, até a presente data, continua-se a falar sobre isso, o que levanta a hipótese de que as medidas tomadas até agora talvez sejam insuficientes.

Com o tempo, as demandas humanas pela satisfação de suas necessidades e a produção de produtos ou serviços para atendê-las, foram organizadas em um sistema de produção (LÖBACH, 2001). Então, diante disso, a satisfação das necessidades de consumo de produtos ou serviços através desse sistema resulta em impactos ambientais.

Löbach (2001, p.31) diz que “[...] muitas necessidades do homem são satisfeitas pelo uso de objetos. Isso ocorre, por meio das funções dos produtos que, no processo de utilização se manifestam como valores de uso”, contudo, Manzini e Vezzoli (2002, p.325) relatam que o sistema de produção e consumo determina uma situação insustentável de carga e descarga para o meio ambiente, e que isso compromete o equilíbrio de sobrevivência da fauna, flora e até do próprio homem. Bonsiepe (2015) diz que foi feita uma estimativa simples de que se toda a humanidade quisesse ter o mesmo padrão de vida que os países industrializados seriam necessários seis planeta Terra para tal. Como esse cenário não é a realidade, deve-se por em mente que os recursos disponíveis no meio ambiente são finitos, portanto escassos, e essa, é a realidade com a qual a humanidade deve agir sobre nas tomadas de decisões.

3.1.2 O contexto brasileiro

O Brasil participou das duas primeiras reuniões da ONU nas quais as primeiras pautas ambientais foram tratadas, foi sede da Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 e tem o hábito de participar de conferências sobre temas relacionados até os dias atuais. Isso sugere uma preocupação do governo brasileiro com as questões ambientais, embora nem todas as gestões do poder executivo compartilhem dela.

O posicionamento favorável de um país e de governos a respeito de temas ambientais e do desenvolvimento sustentável pode guiar políticas públicas de incentivo a produção, consumo, uso e descarte de produtos mais sustentáveis. A Proposta de Governo do presidente do mandato 2019 – 2022 teve apenas 1 menção as palavras “sustentável” ou “sustentabilidade”, sendo esta voltada apenas para o desenvolvimento rural (PL, 2018). Em comparação, a Proposta de Governo

do presidente do mandato 2023 – 2026, teve 32 menções as palavras “sustentável” ou “sustentabilidade”, sendo muitas dessas voltadas as áreas “ambiental”, “mudanças climáticas”, “transição ecológica e energética”, “consumir de forma sustentável”, “uso sustentável”, “transformação das atividades produtivas” e “padrão de produção e consumo de energia no país”(PT, 2022).

O Brasil é um país grande de proporções continentais e se tratando da energia elétrica tem uma matriz bastante diversificada e renovável. Segundo relatório Balanço Energético Nacional (BEN) da Empresa de Pesquisa Energética, EPE (2022b) o Brasil tem 78,1% de suas fontes de energia elétrica renováveis. Dentre as fontes totais de energia estão: gás natural, derivados de petróleo, nuclear, hidráulica, biomassa, eólica, solar, carvão e derivados. Essa energia elétrica gerada é usada em diversos setores, como o agropecuário, transportes, setor público, o próprio setor energético e os setores industrial, comercial e residencial. O consumo residencial, corresponde a 26,4% do consumo total de energia elétrica, nota-se a significativa participação de consumo desse setor.

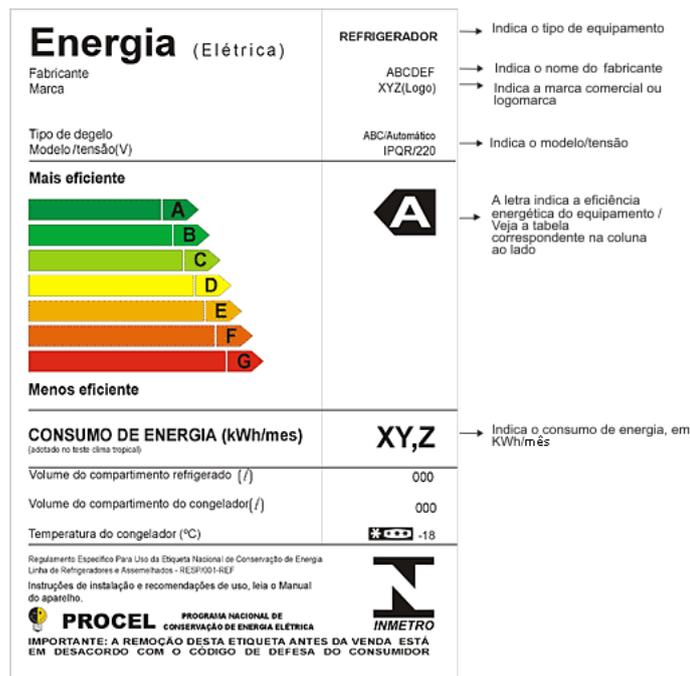
Embora o Brasil tenha grande parte de sua matriz elétrica composta por fontes renováveis, a economia de eletricidade é um fator importante, pois além dos custos de produção de energia, essa produção emite Gases de Efeito Estufa (GEE). Segundo o relatório da EPE (2022a) a geração elétrica de energia no Brasil emitiu 77,8 milhões de toneladas de CO₂ em 2021. Essas emissões, representam apenas 37% do valor emitido pela União Europeia, e apenas 15% se comparado com o setor energético chinês, contudo, o valor ainda é muito expressivo (EPE, 2022c). Tendo isso em vista, é notória a importância da economia de energia no Brasil e no mundo.

Como uma das ações para lidar com essas questões, o governo brasileiro promulgou a Lei Numero 10.295 (BRASIL, 2001) conhecida como Lei Brasileira de Eficiência Energética que dentre suas atribuições, estabelecia que deveria existir um programa de metas com progressiva evolução e obrigava os fabricantes e importadores de aparelhos a adotarem níveis mínimos de eficiência energética e de consumo máximo nos equipamentos estabelecidas pelo programa (MME *et al.*, 2021).

Além disso, há também, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) cuja finalidade é fornecer informações que permitem avaliar o consumo de eletricidade de eletrodomésticos, para que na hora da compra os consumidores possam selecionar aqueles mais eficientes em relação ao consumo, e que isso possibilitaria reduzir investimentos governamentais para geração de energia e a redução do consumo da população (MME *et al.*, 2021). Um exemplo de etiqueta

é apresentado na Figura 2 onde pode-se ver dados do produto como nome, fabricante, marca, classificação do consumo, consumo em Quilowatt-hora (kWh) e outros dados. Além disso, foi criado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica o Selo Procel, que aliado ao PBE tem como finalidade sinalizar de maneira simples e eficaz os equipamentos mais eficientes e com menor consumo dentre os disponíveis (PROCEL, 2006a). O selo pode ser verificado na Figura 3.

Figura 2 – Exemplo de etiqueta



Fonte: INMETRO Instituto Nacional de Metrologia (2021)

Figura 3 – Selo Procel



Fonte: PROCEL (2006b)

Eletrobras (2023) diz que “O uso eficiente da energia tem reflexos positivos tanto na redução de custos quanto na diminuição de emissões de gases de efeito estufa e na preservação de recursos naturais.” Fica claro o esforço por parte de entidades governamentais para aumentar a eficiência energética dos produtos e reduzir seu consumo de eletricidade, contudo, as iniciativas mostradas acima se limitam a agir sobre os consumidores no ato da compra dos produtos, fazendo-os compararem entre os produtos antes da escolha ou no mínimo escolher um que tenha o selo Procel. Contudo, como explica Tang e Bhamra (2008a) na sessão 3.2 nem sempre essas etiquetas são claras e podem gerar desconfiança.

Diante desse contexto, promover a economia no consumo de recursos durante o uso dos produtos ou sistemas pode representar mais uma forma de enfrentar o problema, isso pode promover valores humanos e comportamentos mais sustentáveis. Manzini e Vezzoli (2002) apoiam essa hipótese quando dizem que, para minimizar o fluxo de matéria e energia que passa pelo sistema produtivo, poderia se transferir dos processos industriais para o produtos finais já prontos para uso e consumo.

3.2 Design e Comportamento

O design pode ter uma parcela de culpa ou responsabilidade pelos impactos ambientais, uma vez que age diretamente no sistema de produção e consumo, atendendo necessidades, sejam elas dos consumidores ou dos produtores. Löbach (2001, p.17) afirma que: “Por design industrial podemos entender toda atividade que tende a transformar em produto industrial passível de fabricação, as ideias para a satisfação de determinadas necessidades de um indivíduo ou grupo”. Schneider (2010, p.18) declara que:

Design significa, em primeira instância, integração da estética na produção e comercialização de mercadorias e prestação de serviços com o fim de incentivar as vendas. Serve para defender a própria posição diante dos concorrentes e para tirar mais proveito do capital.

Mas assim como o design contribuiu para chegarmos até aqui em termos de produção, consumo e impacto ambiental, ele pode ser uma ferramenta para mudar a forma como isso ocorre, reduzindo impactos e contribuindo para sustentabilidade. Löbach (2001, p.30), afirma que o papel do designer muitas vezes é aumentar a produção identificando novas funções ou possibilidades de uso nos objetos. Mas Manzini e Vezzoli (2002, p.71) veem o papel do projetista de maneira diferente, e relatam que dentre as possibilidades de atuação, há a possibilidade de contribuir

para o aumento do número de alternativas de solução de problemas existentes e de intervir na definição de resultados desejados e nos meios para alcançá-los. Além disso, afirmam que o papel dos projetistas é promover oportunidades para que se tornem possíveis estilos de vida sustentáveis. Em outras palavras, entende-se que designers têm a oportunidade de guiar os projetos e os produtos ou serviços finais para rumos mais sustentáveis.

Nesse contexto Manzini e Vezzoli (2002, p.64) afirmam que “a profunda transformação do sistema produtivo e de consumo que transição para a sustentabilidade vai tornar necessária não pode prescindir da necessidade de uma profunda mudança nos comportamentos e nas escolhas de consumo”. Eles afirmam também que cada indivíduo e as suas escolhas tomadas na hora da compra e do uso de produtos validam a existência de tais produtos, mas não põe nos consumidores a responsabilidade pelos impactos gerados durante a produção, uso e descarte, visto que suas escolhas são condicionadas por muitos fatores.

Diante disso Forcato (2014, p.22) afirma que:

Alterar os paradigmas de aquisição destes produtos [...] bem como as práticas associadas à sua utilização, embora desejável, demandam esforços de longo prazo. Tais esforços envolvem desde novos modelos de negócios até re-educação das práticas de consumo e mudanças culturais profundas. Há, portanto, a necessidade de soluções de transição, ainda centradas no âmbito do artefato, mas que permitam criar as condições para mudanças mais profundas de comportamento no longo prazo.

Fica perceptível diante dos argumentos citados acima a importância do design e da mudança de comportamento para a sustentabilidade. Mas como o design pode ajudar a guiar comportamentos para serem mais sustentáveis? Deve-se primeiro entender alguns pontos sobre o comportamento.

O primeiro ponto é que existem várias ciências do comportamento humano, dentre elas o Behaviorismo (SKINNER, 2004). A partir de pesquisas feitas sobre as teorias do comportamento humano de John B. Watson, Ivan Pavlov, Edward Thorndike e Frederic Skinner, Forcato (2014, p.35) chega a conclusão que existem pontos em comum entre as teorias Behavioristas, e afirma que dentre as teorias analisadas “Todas elas concluem que o comportamento é construído através das experiências vividas”. As teorias que analisou demonstram que, quando há uma consequência positiva para um determinado comportamento, ele tende a se repetir em circunstâncias parecidas, formando um hábito, e quando há uma consequência negativa para um mesmo comportamento, ele tende a sumir.

Então entende-se por hábito, a repetição de determinado comportamento ou ação, significa que a forma como as pessoas realizam uma ação é tão natural e internalizada que não se pensa muito sobre, acontece quase de forma mecânica (JACKSON, 2005; TANG; BHAMRA, 2008a; FORCATO, 2014). Além disso, os estudos de Tang e Bhamra (2008b, p.10) sobre o entendimento do comportamento do consumidor no uso de geladeiras e *freezers* fornecem evidências que apoiam a teoria de que o entendimento do comportamento ligado ao uso real, é um ponto-chave inicial para desenvolver o design de produto para guiar a mudanças comportamentais de baixo impacto ambiental em contexto doméstico.

Há várias fases no ciclo de vida de um produto, Manzini e Vezzoli (2002, p.36) afirmam que normalmente os processos que envolvem esse ciclo de vida se esquematizam nas fases de: pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte. A Figura 4 mostra as diversas fases do ciclo de vida do produto e sua interação com o ambiente, nela é possível ver que durante a fase de uso também há *input* de material e energia, e saída de lixos e outras emissões. Manzini e Vezzoli (2002) também afirmam que uma alternativa para reduzir os fluxos de matéria e energia que perpassam o sistema produtivo é mudar da dimensão dos processos industriais para os produtos finais.

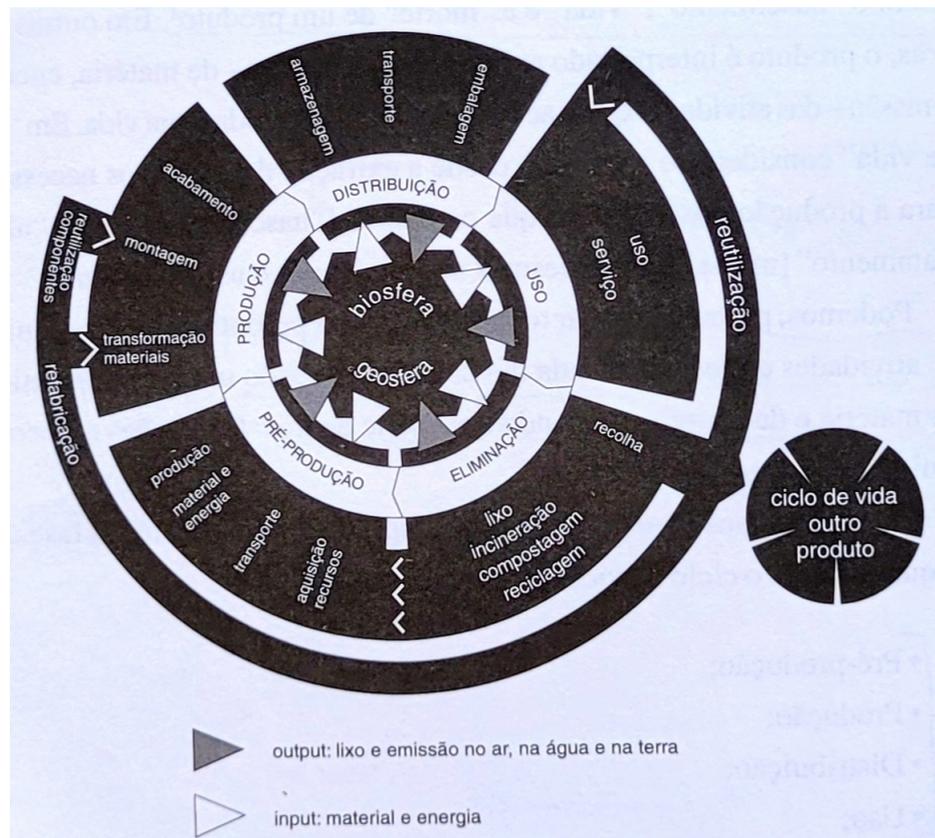
É na fase de uso dos produtos que há uma interação maior com os usuários, é nela que se pode agir para fomentar o comportamento sustentável. Forcato (2014, p. 36) relata que dentre as etapas do ciclo de vida, a etapa do uso é a que mais tem seu impacto ambiental afetado pela forma como os usuários tomam suas escolhas.

Tang e Bhamra (2008a) relatam que em teoria, melhorias técnicas na eficiência energética de produtos, ou informações claras disponíveis na hora da compra para avaliação pelo consumidor, como as etiquetas apresentadas no fim do tópico 3.1, poderiam gerar uma redução do consumo de recursos, nesse caso de energia elétrica.

Visto que melhorias técnicas na parte de eficiência energética conquistadas com esforço pelos governos e indústria se tornam ineficazes diante de hábitos de consumo insustentáveis dos consumidores pela falta de consciência dos seus hábitos e dos impactos deles. Fica exposto pelos argumentos acima a importância de reduzir o impacto ambiental durante o uso dos produtos, para conscientizar e informar os consumidores, dos hábitos de consumo e escolhas tomadas, para que, a partir daí, eles possam ver como podem agir sobre.

No contexto da pesquisa de Tang e Bhamra (2008b, p.2) de uso de geladeiras e *freezers* domésticos houve o apontamento de seis pontos que impedem a mudança de comportamento,

Figura 4 – O ciclo de vida do sistema-produto



Fonte: Manzini e Vezzoli (2002, p.92)

que serão citados brevemente a seguir:

- Natureza invisível da energia: A natureza invisível de recursos como gás, eletricidade e água usados para o funcionamento de alguns produtos leva ao desprezo dos consumidores pelo seu uso. Os consumíveis devem ser considerados como um elemento parte do produto para que os consumidores reflitam sobre o seu uso e para que os designers limitem os impactos do produto na fase de concepção.
- Desconhecimento da relação entre uso de energia e impacto ambiental: O pouco entendimento dos consumidores sobre as causas dos problemas ambientais, impedem que façam a ligação entre os seus hábitos de consumo e os impactos ambientais dos mesmos. Deve-se fornecer informações de como as ações impactam no meio ambiente.
- Atitudes descuidadas com a energia: Os consumidores que se sentem culpados pela quantidade de energia que usam não estão dispostos a fazer a economia, fatores como preguiça ou esquecimento podem ser os motivos. É necessário reforço a recompensas e incentivos de curto prazo para encorajar mudanças de longo prazo.

- Desapontamento com a grande mudança: Os indivíduos não acreditam que suas ações podem fazer a diferença em um problema de nível global mesmo com campanhas de informação do governo. Deve-se auxiliar para que os consumidores acreditem que têm o controle de seus impactos, e que fazem a diferença.
- Falta de confiança: Informações claras e confiáveis devem ser fornecidas. Informações como as contidas em etiquetas de energia ou eficiência energética com categorias A, A+, e A++ onde as 3 são consideradas “boas”, confundem os consumidores.
- Bloqueio no estilo de vida: Estilos de vida luxuosos, podem aumentar o uso total de energia em comparação a redução gerada pelos novos produtos com melhorias tecnológicas de eficiência energética. Esse padrão de consumo acaba se espalhando e se torna o hábito invisível do uso de energia.

Prochaska *et al.* (1992) afirmam que durante sete anos vinham observando e desenvolvendo os Estágios de Mudança de comportamento de Prochaska e Diclemente (1986), um Modelo Espiral dos Estágios de Mudança aplicado ao contexto de comportamentos aditivos que descreve as etapas pelas quais as pessoas passam ou devem passar na busca por uma mudança de comportamento. Ao todo são cinco estágios de mudança que serão apresentados a seguir:

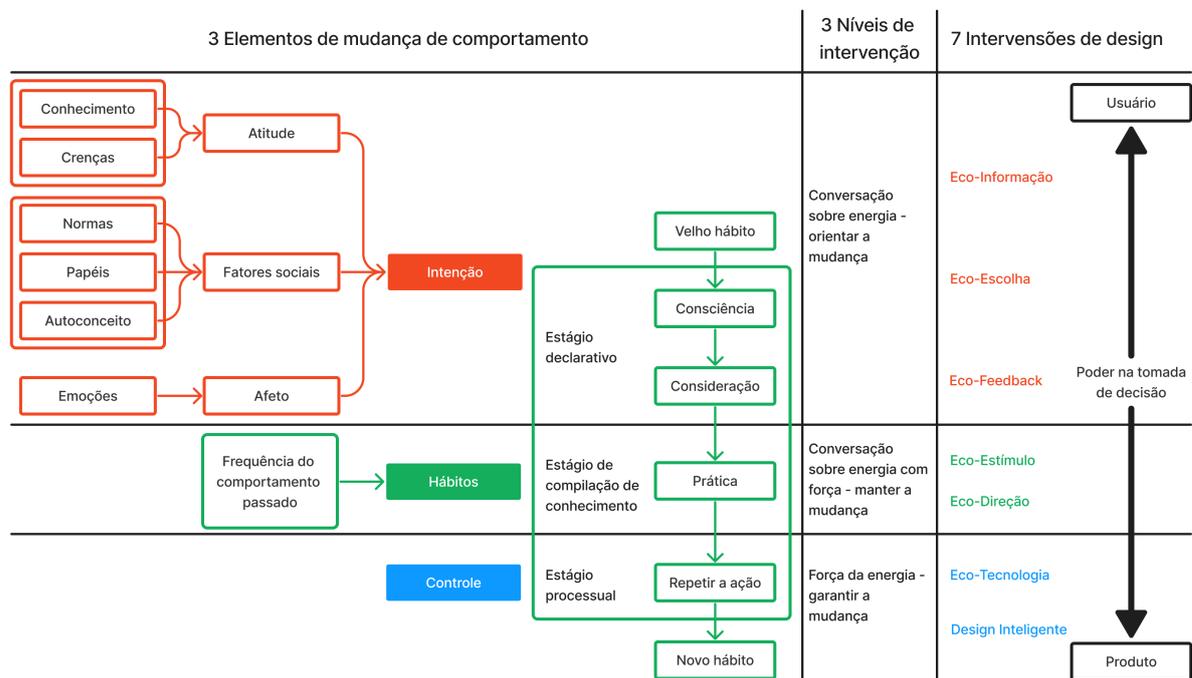
- Pré-contemplação: é o estágio onde não há a intenção de mudar o comportamento num futuro próximo, pois há pouca ou nenhuma ciência dos comportamentos problemáticos.
- Contemplação: é o estágio em que as pessoas já estão cientes de que o comportamento problemático existe e estão pensando seriamente em agir sobre para superá-lo, mas ainda não se comprometeram em resolver a questão. As pessoas podem ficar nesse estágio por longos períodos, e fica-se pensando nos prós e contras do problema e da solução.
- Preparação: é o estágio em que os indivíduos tem a intenção de mudar o comportamento e tomar atitudes num futuro próximo, eles tomaram atitudes sem sucesso num futuro não muito distante. As pessoas preparadas para ação já relatam algumas modestas mudanças de comportamento e embora já tenham reduzido seus comportamentos problemáticos ainda não atingiram o critério para ação efetiva. é o estágio que combina intenção e critérios comportamentais.
- Ação: é o estágio em que os indivíduos conseguem modificar o seu comportamento, suas experiências ou ambiente para superar o problema. A ação envolve mudanças comportamentais mais evidentes, e necessita de considerável tempo e energia para ser realizada.

- **Manutenção:** é o estágio em que os indivíduos trabalham para evitar que comportamentos antigos retornem, evitar recaídas, e consolidar os resultados obtidos durante a ação, a manutenção é a continuação da mudança.

Diante desses estágios é necessário, para esse trabalho, a atenção aos dois primeiros, por haver uma possibilidade de atuação sobre o problema. No primeiro não há consciência de que existe um comportamento problemático e no segundo há a ciência que tal comportamento problemático existe. Algo acontece entre esses dois estágios em que no primeiro nem se pensa sobre como agir sobre o problema e no segundo se pensa.

Em sua pesquisa Tang e Bhamra (2008a) apontam a consciência do problema e consideração de agir como pontos-chave para a mudança e quebra hábitos, junto a isso propõem um modelo esquematizando os três elementos da mudança comportamental, os três níveis de intervenção possível, e sete tipos de intervenções de design aplicáveis que dentre elas estão A Eco-informação, Eco-escolha e *Eco-feedback*. O esquema é apresentado a seguir na Figura 5.

Figura 5 – Modelo de Intervenção de Design



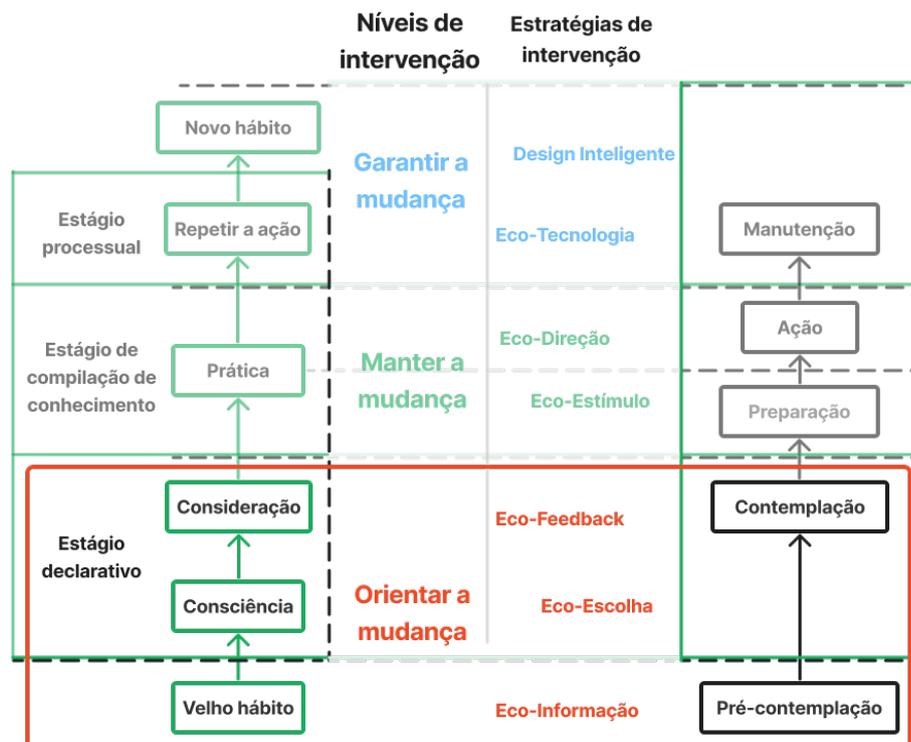
Fonte: Tang e Bhamra (2008a, Adaptado pelo autor)

As observações e indicações do Modelo Espiral dos Estágios de Mudança de Prochaska *et al.* (1992) e do modelo de intervenção de design de Tang e Bhamra (2008a) parecem fornecer os insumos necessários para entender: onde agir e como o comportamento pode ser ori-

entado através da informação, do *feedback* e das escolhas disponíveis a rumos mais sustentáveis. Além disso, permitem entender quais tipos de intervenções de design podem ser feitas para agir entre os estágios de pré-contemplanção e contemplanção, citados anteriormente. São esses estágios que serão abordados neste trabalho através do *eco-feedback*, para que haja consciência a respeito das escolhas de uso e consumo.

A relação entre esses dois modelos pode ser acompanhada na figura 6 onde, à esquerda e centro estão os elementos do trabalho de Tang e Bhamra (2008a) e a direita os estágios de mudança de comportamento de Prochaska *et al.* (1992). Sinalizado pelo quadrado vermelho está a oportunidade de ação para o *eco-feedback*.

Figura 6 – Relações entre modelos



Fonte: Desenvolvido pelo autor com base em Tang e Bhamra (2008a) e Prochaska *et al.* (1992)

3.3 *Eco-feedback*

Manzini e Vezzoli (2002, p.65) afirmam que o melhor caminho para a sustentabilidade é aquele em que cada indivíduo, com base em seus valores, critérios e expectativa de vida, faz escolhas mais sustentáveis. Eles apontam que para que isso ocorra são necessárias três condições fundamentais:

1. Que os indivíduos recebam *feedbacks* do ambiente corretos.
2. Que aos indivíduos sejam oferecidas alternativas ao que se tem hoje sistêmicas socialmente aceitáveis e favoráveis ao ambiente.
3. Que se desenvolva uma cultura para interpretar os *feedbacks* ambientais corretamente e que se reconheça o valor das alternativas propostas.

Manzini e Vezzoli (2002) introduzem o conceito de *feedback* ligado a questões ambientais o chamam de Feedback Ambiental. Esse conceito pode ser considerado uma definição geral que abarca vários tipos de *feedbacks* que o ambiente dá a sociedade, que possibilita que ela se sensibilize das consequências das suas escolhas e atividades. Pode ser o acúmulo de lixo em um determinado local de um bairro ou cidade, um céu avermelhado pela poluição atmosférica gerada por queimadas, indústrias ou veículos, ou algum mecanismo governamental que ponha um alto custo às variáveis ambientais.

Em sua pesquisa Nunes (2017, p.79) cita que muitos autores sugerem vários tipos de estratégias para o design de tecnologias persuasivas, dentre elas, também está o *feedback*, que em sua descrição “Facilita as decisões ambientalmente responsáveis através do fornecimento de informações sobre os comportamentos imediatamente realizados ou já há algum tempo”.

E, como foi visto na Figura 5, Tang e Bhamra (2008a) chamam essa estratégia de *eco-feedback*, que consiste no: design orientado a conexões com ação ambientalmente responsável, serve para informar claramente aos consumidores o que estão fazendo e facilitar com que tomem decisões socialmente responsáveis por meio de *feedback* em tempo real. O *eco-feedback* faz isso através de sinais tangíveis visuais, sonoros ou táteis.

Exemplos de *eco-feedbacks* serão apresentados a seguir nas Figuras 7 e 8 para ilustrar o conceito, onde na primeira é mostrado um *eco-feedback* aplicado ao painel de uma lavadora de roupa e 3 *layouts* diferentes para o display, cada *layout* mostra os dados do ciclo de lavagem escolhido, e a segunda imagem mostra um *eco-feedback* aplicado uma torneira, onde no registro são mostrados dados de água e dinheiro gastos no uso.

O conceito de Forcato (2014, p.67) de *eco-feedback* mescla um pouco dos dois conceitos citados anteriormente, quando descreve que “*eco-feedback* são dispositivos integrados aos produtos que tornam tangíveis as informações de consumo decorrentes do uso dos produtos, e concomitantemente, oferece opções de ações mais sustentáveis por meio de *feedbacks* em tempo real”. Ele afirma que, quando o usuário está equipado com tais informações, pode tomar decisões diferentes das que tomaria caso não tivesse acesso a tais informações, e isso pode

Figura 7 – Exemplo de eco-feedback para lavadora de roupas



Fonte: Forcato (2014, Adaptado pelo autor)

Figura 8 – Exemplo de eco-feedback



Fonte: Seth (2011, Adaptado pelo autor)

acarretar mudanças de padrões comportamentais.

Diante dos argumentos e fundamentos acima citados, é possível observar a existência do problema ambiental no contexto global e como os governos lidam com o problema, com ênfase no modo que governo brasileiro lida com o custo ambiental da produção e consumo de

energia elétrica, e sua preocupação para fazer com que os consumidores consumam a eletricidade conscientemente.

É possível observar também o papel que o design teve em levar a sociedade até onde está atualmente em termos de produção, consumo e impacto ambiental. Mas vimos também que o design pode ser trabalhado aliado a estratégias de *eco-feedback* e informação para reduzir o impacto ambiental gerado pelos indivíduos, os conscientizando das suas escolhas. Isso pode ocorrer por meio intervenções como o *eco-feedback* para sensibilizar e informar os usuários consumidores de um produto ou serviço a respeito dos impactos ambientais; que aliado a outras práticas pode contribuir para hábitos de uso e consumo conscientes; economia de recursos; e ser uma alternativa aos produtos existentes no mercado.

Tendo em vista os fundamentos apresentados, este trabalho apresentará o projeto para a prototipação de uma interface interativa de *eco-feedback* residencial que informe aos consumidores as consequências das suas escolhas e hábitos de uso durante o consumo diário de energia dos produtos. As informações relevantes para a tomada de consciência serão apresentadas através da estratégia de *eco-feedback* em um protótipo de interface interativa na qual os consumidores tomariam ciência dos impactos das ações. Um exemplo disso é o consumo de um aparelho de refrigeração ou climatização, ou ação de deixar aparelhos ligados quando não há uso. Os usuários poderiam interagir com a interface para escolher uma opção com menor impacto ambiental, como desligar algo ou reduzir a potência, resultando em um consumo mais consciente e eficiente da eletricidade.

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho deu-se com base no mapa de processo de design descrito por Lawson (2010) que consiste em três fases distintas: análise, síntese e avaliação. Essas fases prescrevem o que deve acontecer em cada momento do desenvolvimento do produto. Lawson (2010), descreve que na etapa de análise deve-se explorar o contexto e relações envolvendo o problema ou oportunidade, buscando padrões, informações e classificando objetivos, o resultado dos procedimentos realizados resultam em uma visão clara do problema ou oportunidade. Na etapa de síntese, ele descreve que é onde há geração de soluções para responder ao problema. Na etapa de avaliação, ocorre, a partir dos objetivos identificados na primeira fase, a avaliação crítica das sugestões propostas na segunda fase.

Além disso, o autor descreve que todas as fases devem conter retornos para as fases anteriores em um ciclo iterativo, assim, caso o designer esteja realizando uma etapa de avaliação e deseje fazer algum ajuste, pode voltar a fase anterior e continuar dali o processo. Dentro dessa perspectiva, diversas atividades específicas de análise e síntese foram necessárias, a visão geral dos procedimentos e dos retornos das fases podem ser visto na figura 9 e a descrição de tais procedimentos pode ser encontrada nas sessões a seguir.

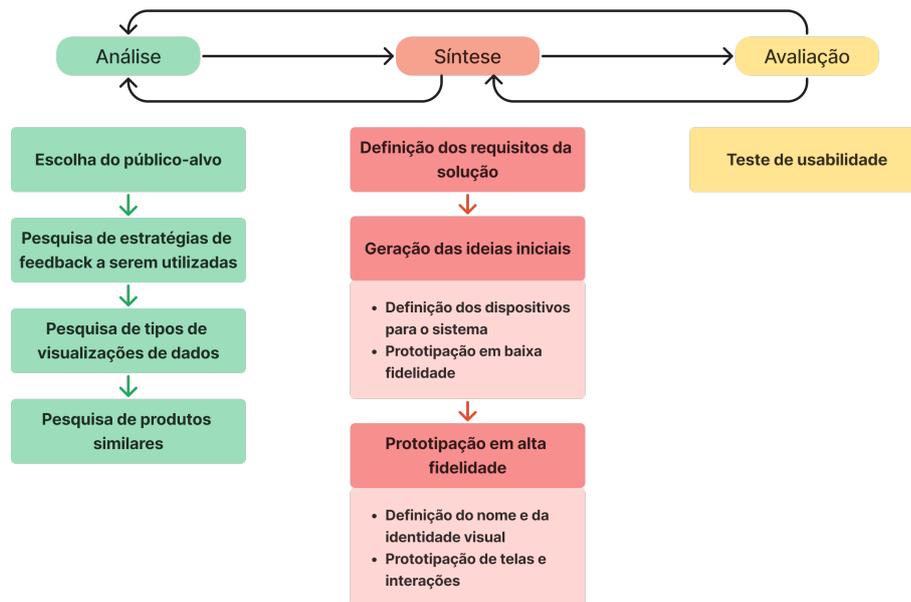
Na imagem são apresentadas as fases de análise contendo as etapas de escolha do público-alvo, pesquisa de estratégias de feedbacks a serem utilizadas, pesquisa de tipos de visualizações de dados e pesquisa de produtos similares. Na fase de síntese foram realizadas as etapas de definição dos requisitos da solução, geração das ideias iniciais e prototipação em alta-fidelidade. E por fim, na fase de avaliação foi planejado um teste de usabilidade.

A fase de avaliação não foi aplicada neste trabalho, pois o objetivo foi gerar ideia de solução para o problema encontrado, sendo assim, a fase pode ser aplicada em um trabalho futuro objetivando avaliar o cumprimento dos requisitos encontrados e a aplicação das estratégias utilizadas.

4.1 Análise

Na análise, primeira fase do processo de design, Barbosa e Silva (2017) afirma que é onde deve-se analisar processos, artefatos e pessoas buscando uma interpretação da realidade, além disso, depende de fatores como o domínio, os objetivos dos atores, tempo, orçamento e mão de obra. Em alguns casos a fase de análise busca oportunidades de melhoria de algum processo

Figura 9 – Metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor

ou contexto, mas em outros, encontra problemas latentes, como o deste trabalho.

4.1.1 Escolha do público-alvo

O público-alvo deve ser sempre o foco do designer na hora da construção da solução e da avaliação. A escolha foi feita considerando, principalmente, aspectos financeiros e interesse pelo tema da sustentabilidade. Tendo em vista que a solução final demandará um investimento financeiro não irrisório e terá um custo para fazer parte da instalação elétrica da casa.

4.1.2 Pesquisa de estratégias de feedback a serem utilizadas

Nesta etapa foram pesquisadas as estratégias a serem utilizadas na construção da solução. A pesquisa foi feita partir dos modelos de mudança comportamental de Tang e Bhamra (2008a) e Prochaska e Diclemente (1986) nos trabalhos de Selvfors *et al.* (2011) e Nunes (2017), tendo como objetivo principal informar os consumidores dos impactos ambientais das suas ações.

As estratégias apresentadas no trabalho de Nunes (2017) foram categorizadas nas mesmas categorias apresentadas no trabalho de Selvfors *et al.* (2011), são elas:

- Para engajar;
- Para estimular;
- Para criar atenção;

- Para aumentar o conhecimento.

Após a pesquisa foram selecionadas as estratégias que mais se alinhavam com o objetivo da solução, o de informar através do *feedback*, mas além dessas foram selecionadas algumas outras estratégias para complementar.

4.1.3 Pesquisa de tipos de visualizações de dados

Diante da necessidade de informar os consumidores, percebeu-se a demanda do projeto para uma pesquisa de formas de visualização de dados para facilitar a prototipação das telas na fase de síntese. Foi estabelecido que as informações principais a serem mostradas seriam:

- Consumo elétrico;
- Impacto ambiental;
- Dinheiro gasto;
- Estado dos dispositivos (ligado ou desligado);
- Informações gerais (clima e dicas).

E que os intervalos de tempo relevantes seriam: dia (24 horas), semana (7 dias), mês (4 ou 5 semanas) e ano (12 meses).

A pesquisa foi feita selecionando, de maneira visual, gráficos de diversos formatos encontrados na WEB pesquisando pelo termo "visualização de dados" em português e em inglês. Além disso, foram buscados exemplos presentes no livro de Knaflic (2021) e em aplicativos.

Com a listagem das informações, foi construído um quadro de referências entre os dados e as formas de visualização, assim seria possível ter uma visão das possibilidades de apresentação para cada conjunto de dados e suas escalas.

4.1.4 Pesquisa de produtos similares

Nessa etapa foram pesquisados produtos no mercado que visassem informar os consumidores dos impactos ambientais associados ao consumo elétrico, com intervalos de tempo parecidos aos citados na sessão 4.1.3. Foram pesquisados aplicativos em lojas oficiais (Play Store⁸ e App Store⁹) utilizando termos como: gerenciamento de energia, energia e casa inteligente. As informações e imagens coletadas foram retiradas a partir das páginas dos aplicativos nas lojas, e nos aplicativos que foi possível o acesso.

⁸ Disponível em: <https://play.google.com/>. Acessado em: 19 de novembro de 2023

⁹ Disponível em: <https://www.apple.com/br/app-store/>. Acessado em: 19 de novembro de 2023

4.2 Síntese

Na fase de síntese é onde começa a ser feita uma intervenção de design, Barbosa e Silva (2017) explica que em certos contextos uma intervenção válida é inserir um sistema interativo ou uma nova versão de um existente com intuito de atingir uma situação adequada.

Partindo desse principio nessa fase foi desenvolvida a proposta de solução que consistia na prototipação de telas de um sistema interativo que visa informar e sensibilizar os usuários a respeito do impacto do seu consumo e gerenciar os dispositivos conectados, tal sistema poderia ser implantado em uma tela sensível ao toque.

Para o desenvolvimento da solução foram necessárias algumas etapas, como a definição do dispositivo que poderia servir de suporte para o sistema, os elementos de identidade visual, detre outras etapas que serão descritas a seguir.

4.2.1 *Definição dos requisitos da solução*

Por requisitos aqui entendemos a definição de Courage e Baxter (2005 apud BARBOSA; SILVA, 2017) de que eles são desde funcionalidades, características, atributos e comportamento do produto até carateristas de qualidade em Interação Humano-Computador (IHC).

Apoiados pelos insumos da fase de análise, começaram a ser listados os requisitos do sistema, funções que o sistema deveria ter. Após a listagem foi feita a descrição de tais requisitos e em seguida a priorização em duas categorias: necessário e desejável. Se o requisito fosse necessário, tinha que ser realizado nessa iteração da metodologia; se fosse desejável, poderia ser realizado em uma próxima iteração.

4.2.2 *Geração das ideias iniciais*

Nessa etapa começaram a ser geradas as primeiras ideias de como seria o sistema com base nos requisitos levantados na etapa de 4.2.1. Mas antes do início da prototipação, mais alguns aspectos deveriam ser definidos.

4.2.2.1 *Definição do tipo dos dispositivos para o sistema*

O dispositivo que serviria de suporte principal para o sistema e os que serviriam como complementos é um desses aspectos. A partir das pesquisas feitas na etapa 4.1.4 foram vistos diversos dispositivos que faziam parte do ecossistema de gerenciamento de dispositivos

inteligentes desses produtos. A partir disso foi selecionado como dispositivo principal o NSPA-NEL Pro, que serviria de suporte para interface a interativa, e dispositivos como plugue, relé, lâmpada e tomada inteligentes, além de sensor de presença e controle universal da própria marca ou que fossem compatíveis com o protocolo Zigbee 3.0 ¹⁰.

Selecionados os dispositivos, foi feito um levantamento de que tipos de dados eles poderiam coletar e emitir, uma vez que os dados disponíveis afetam quais informações poderiam ser mostradas na interface. Além disso, foram levantados quais dados externos ao ecossistema de dispositivos, seriam utilizados, como dados de clima e tarifa local de energia.

4.2.2.2 *Prototipação em baixa fidelidade*

A prototipação foi feita no *software* Figma ¹¹ e foi nela que se começou a ser definido qual conteúdo estaria presente nas telas e como ele estaria disposto. Foram feitos testes de quantidade de colunas para disposição do conteúdo, dos tipos e tamanho de fontes e linhas; considerando a distância média de um braço, a distância comumente necessária para uma pessoa alcançar uma tomada. Foi estabelecido que teriam as áreas de valor gasto, impacto, consumo atual, gráfico de consumo e gráfico de previsão.

4.2.3 *Prototipação em alta fidelidade*

Nesta etapa, a fidelidade das telas foi incrementada, com testes de cor, profundidade, peso das fontes, ícones, ilustrações e animações. Foram adicionadas uma área de notificações e outra de visualização de dispositivos.

4.2.3.1 *Definição do nome e da identidade visual*

Conforme a solução foi criando forma, palavras como gerenciamento, *eco-feedback*, *smart*, energia, tomada dentre outras foram surgindo, então a ideia do nome surgiu nessa fase a partir da frase que descreve a solução: Sistema de *Eco-feedback* de Energia Residencial, que transformando em uma sigla, tem como resultado SEER. Por conta do tempo limitado, não houve intenções de criar uma marca muito elaborada, ficou decidido que seria apenas a aplicação da sigla SEER em uma fonte que fosse diferente da fonte padrão, mas que conversasse visualmente com suas características mais marcantes, como o espaçamento não muito diferente entre as letras,

¹⁰ Protocolo de comunicação sem fio pra dispositivos IoT

¹¹ Disponível em: <https://www.figma.com/about/>. Acessado em: 30 de junho de 2023

e cantos arredondados. Foram também definidos mais elementos da identidade visual como as cores, fonte, curvatura dos elementos e velocidade de animação.

4.2.3.2 Prototipação de telas e interações

Na etapa de prototipação, por conta do tempo disponível para o procedimento, foi feita a priorização dos requisitos, onde apenas os requisitos elencados como necessários seriam desenvolvidos. Após isso a prototipação continuou a ser desenvolvido no *software* Figma¹² a partir do *layout* de três colunas, em blocos com efeito de sombra para dar impressão de profundidade. Cada bloco da interface, foi desenvolvido como um componente isolado utilizando *auto layout* do Figma, e após isso todos os componentes foram importados para a tela principal e organizados em suas posições e espaçamentos.

Foram criados dois modos, um para o dia e outro para a noite, e para cada modo foram feitas 4 telas, uma para cada intervalo de tempo: dia, semana, mês e ano. Cada tela iria conter os dados referentes ao intervalo de tempo selecionado. As telas serão apresentadas ao final da sessão 5.2.3.

Quanto aos dados mostrados e utilizados na prototipação foi escolhido o kWh para expressar gastos de energia por ser a medida de consumo geralmente mostrada nas contas de energia de residências. Para demonstrar os gastos financeiros foi utilizado o Real (R\$) por ser a moeda nacional. E para demonstrar o impacto ambiental foi escolhido a emissão de CO².

Para calcular a emissão de CO² no consumo, foi utilizado o fator médio anual de emissão de CO² pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil, do ano de 2022, disponibilizado pelo MCTI (2023), com o valor de 0,0426 toneladas de dióxido de carbono por Megawatt-hora (tCO²/mWh). Foi considerado que a interface iria mostrar os dados de uma casa que consumiu 185 kWh/mês no último mês e considerando que ela gastou esse mesmo valor nos últimos 12 meses. Esse valor foi usado para fazer os cálculos da emissão por energia gasta, o cálculo foi 185 kWh vezes o fator médio, que era de 0,0426 tCO² / mWh o resultado foi 7,4 que era a quantidade de quilos de emissão mensal de CO² para o consumo de 185kWh.

O valor de 185kWh também foi usado para descobrir qual valor médio de consumo elétrico por hora para mostrar no bloco de consumo atual. Nos gráficos de consumo total, previsão, consumo por tipo e consumo por comodo foram utilizados dados fictícios pela dificuldade

¹² Disponível em: <https://www.figma.com/about/>. Acessado em: 30 de junho de 2023

de prototipar com dados reais.

4.3 Avaliação

Na fase de avaliação é possível identificar se a solução de design proposta durante a síntese com base na análise supre as necessidades, requisitos e cumpre o papel desenhado pela pessoa designer. É nesta fase que são aplicados os métodos de avaliação de IHC para entender os processos de interação e os critérios de usabilidade da solução.

Para avaliar o produto deste trabalho, por se tratar de uma solução visual e tangível, é possível aplicar diversos métodos, incluindo o teste de usabilidade com os possíveis usuários. Porém, devido ao tempo para a aplicação do escopo deste trabalho, não foi possível avaliar, deixando assim um caminho para um trabalho futuro.

4.3.1 Teste de usabilidade

Esse método de avaliação é utilizado para analisar como o sistema se comporta durante o uso da ferramenta, sendo possível dar um contexto simulado para que o usuário utilize como se fosse na prática.

Para a aplicação desse método será necessário primeiramente coletar participantes que supram os padrões escolhidos para o público-alvo. Esses usuários deverão aceitar os termos de consentimento para a participação na entrevista para dar acesso aos seus dados para a pesquisa.

Outra demanda para o teste é a criação de um roteiro de atividades que ajudem os usuários a navegar pela plataforma, bem como um contexto de uso para fazer com que o mesmo se sinta no uso, na prática.

No fim dos procedimentos prévios, o próximo passo, é a execução do teste de maneira remota por meio de uma ferramenta de reunião *online*, como o Google Meet. O teste será guiado pelo moderador, o que permite uma observação direta e um auxílio no funcionamento do *software* que o protótipo será executado, o Figma. Ele será responsável por rodar o protótipo interativo de maneira que o usuário poderá navegar e ver as interações que acontecem dentro da ferramenta.

5 RESULTADOS

Nesta sessão serão apresentados os resultados obtidos neste trabalho a partir dos procedimentos metodológicos realizados nas etapas de análise e síntese. Serão apresentados: A escolha do público-alvo, os resultados das pesquisas de estratégias, dos tipos de visualização de dados e produtos similares. Além disso, serão apresentados os artefatos gerados na etapa de síntese, como: requisitos, os tipos de dispositivos escolhidos, a prototipação em baixa fidelidade, nome, identidade visual e o protótipo em alta fidelidade. Devido o tempo para realização do trabalho não foi realizada a fase de avaliação, contendo a etapa do teste de usabilidade com possíveis usuários.

5.1 Análise

Esta etapa compreendeu as pesquisas iniciais para investigar o contexto, processos e artefatos para levantar padrões e relações entre eles e verificar o que se tem feito no mercado, isso foi feito para identificar requisitos, ideias e características do sistema.

5.1.1 *Escolha do público-alvo*

O público-alvo escolhido é abrangente e se trata de pessoas funcional e digitalmente alfabetizadas de qualquer sexo com mais de 18 anos, sem deficiências que prejudiquem a visão como cegueira ou baixa visão ou que limitem os movimento nas mãos ou cabeça. Essa escolha se deveu porque, inicialmente, queria-se validar se a proposta de interface é de interesse dos usuários e verificar como essa relação pode ocorrer.

Posteriormente, em uma iteração de desenvolvimento futura, o público pode ser mais abrangente, e incluir pessoas com determinadas deficiências, desde que a metodologia também inclua pesquisas direcionadas para esse público.

Além disso, o público deve ter uma casa própria ou alugada, ter algum interesse em sustentabilidade, cuidado do meio ambiente ou economia de energia, e estar disposto a gastar um valor estimado de no mínimo R\$500,00 para aquisição e instalação do produto. Isso se dá pelo fato de que a solução se destina a quem tenha algum interesse por esses tópicos, e pelo fato de que o preço do produto final desenvolvido no mercado não seria irrisório.

5.1.2 *Pesquisa de estratégias de feedback a serem utilizadas*

As estratégias foram elencadas para uso a partir dos trabalhos de Nunes (2017) e Selvefors *et al.* (2011), este ultimo dividiu em seu trabalho as estratégias em quatro categorias: para engajar, para estimular, para criar atenção e para aumentar o conhecimento. Então, para facilitar o entendimento e dar uma visão clara de quais estratégias estariam atreladas ao *eco-feedback*, as estratégias do trabalho de Nunes (2017), foram alocadas nas categorias do trabalho de Selvefors *et al.* (2011).

Em seguida, foi selecionada pelo menos uma estratégia de cada categoria para ser aplicada no desenvolvimento junto ao *eco-feedback*. Isso pode ser verificado na Tabela 2 onde as estratégias escolhidas para utilização estão sinalizadas com o símbolo *. Na tabela, as categorias, linhas da tabela, agrupam as estratégias dos dois trabalhos, as colunas da tabela. O critério para escolha das estratégias foram o tempo disponível para o desenvolvimento do projeto e adequação com o proposito do *eco-feedback* de informar e sensibilizar.

5.1.3 *Pesquisa de tipos de visualizações de dados*

A partir do que se acreditava ser necessário para aplicar as estratégias escolhidas da etapa anterior - as informações de consumo elétrico, impacto ambiental, dinheiro gasto, estado dos dispositivos (ligado e desligado) e informações gerais (clima e dicas) - foram escolhidas como as principais a serem mostradas. E foi estabelecido que isso se daria nos intervalos de tempo de dia (24 horas), semana (7 dias), mês (4 ou 5 semanas) e ano (12 meses), visto que tais intervalos poderiam proporcionar desde uma visão detalhada do que aconteceu ou poderia acontecer nas próximas horas até uma visão mais ampla do que aconteceu ou pode acontecer nos próximos meses.

As pesquisas na *WEB*, resultaram em bons exemplos de visualizações. O quadro de referências entre os dados e as formas de visualização podem ser encontrados nas Figuras 10, onde na primeira coluna (amarela) são apresentados os grupos de dados, na segunda (laranja) os dados que podem ser gerados com os dados e na ultima coluna (azul) são apresentados exemplos de aplicação dessas informações. E na Figura 11, na primeira linha em amarelo, são apresentas as perguntas norteadoras com base nos requisitos levantados e abaixo de cada pergunta, as imagens de exemplos e referências das visualizações. Os gráficos a serem usados foram escolhidos apenas depois da escolha dos requisitos.

Tabela 2 – Estratégias encontradas

Estratégias de intervenção comportamental Selvefors et al.	Estrategias apresentadas no trabalho de Nunes (2017).	
Aumentar conhecimento	* Feedback de causa e efeito	* Difusão da informação
	* Informações personalizadas	Comunicação
	* Informação escrita	Consistência
	* Informação oral	* Facilitar a Reflexão
	* Demonstração	* Medindo as ondas de impacto
Criar atenção	Acessibilidade	* Feedback
	Feedback do Kairos	* Ações sugeridas
	* Feedback em tempo real	
	* Feedback personalizado	
Direcionar e estimular	* Script/direção de comportamento	Roteiros e comportamento guiado
	Tecnologia persuasiva	Produtos Inteligentes
	Incentivos	Otimização
	Penalidades	Recompensa
	Restrições	
	Culpa	
Envolver	Compromisso	Comprometimento
	Competição	Desenvolvimento da ajuda mútua (cooperação)
	* Estabelecimento de metas	* Definição de metas
	Validação social	Grupos Organizados
	* Automonitoramento	* Comparação
	* Feedback comparativo	Ativar diferentes motivações para o mesmo comportamento
Não se encaixam nas categorias do trabalho de Selvefors et al.		Igualdade
		Anonimato
		Privacidade
		Ampliação da autotranscendência
		Projetar para o valor
		Inclusão
	Transparência	

Fonte: Adaptado de Nunes (2017) e Selvefors *et al.* (2011)

Foram levantados pontos fortes em certas formas de visualização que foram priorizadas na etapa de prototipação, são eles:

- Gráfico de medidor: serve para relacionar um valor quantitativo, em um conjunto ordenado de valores separados em categorias.
- Gráfico de linhas: não é muito útil para comparar diferentes categorias, passa uma sensação de continuidade se estiver se referindo a um valor variável de uma única categoria.
- Gráfico de barras: são comuns e esse é seu ponto forte, leva menos tempo para entendê-los, é útil é para comparar diferentes categorias, mas deve sempre ter linha base em zero.
- Texto simples: quando a informação é apenas um número, um texto simples pode ser o mais eficiente, desde que destacando o número e dando alguma informação de apoio.

5.1.4 Pesquisa de produtos similares

A partir das pesquisas feitas, foram encontrados aplicativos que informavam o consumo de energia, contudo os resultados foram de categorias variadas: alguns aplicativos eram de empresas fornecedoras de energia de dentro e fora do mercado livre de energia¹³, outros eram de gerenciamento de energia residencial voltados para quem tem painéis solares. Desses, apenas três eram voltados ao consumo e gerenciamento doméstico de energia, sendo que apenas um deles faz apelo real a redução de impacto ambiental, e ao consumo ambientalmente consciente. Os aplicativos e produtos encontrados serão apresentados a seguir.

5.1.4.1 Smappee

"O Smappee¹⁴ oferece gerenciamento inteligente e dados de energia para residências e veículos elétricos. Oferece dados de consumo de energia detalhados e em tempo real. É possível adicionar energia solar, gás e água para uma visão geral completa de todos os seus fluxos de energia.

As imagens do aplicativo podem ser encontradas na Figura 12, da esquerda para a direita é possível ver a tela inicial do aplicativo com informações gerais, seguida por uma tela com a visualização dos gráficos por tempo, outra com informações detalhadas sobre um produto.

Figura 12 – Smappee



Fonte: Capturada da loja de aplicativos

¹³ Mercado que permite os consumidores a compra de energia diretamente dos produtores ou comercializadores com termos negociáveis.

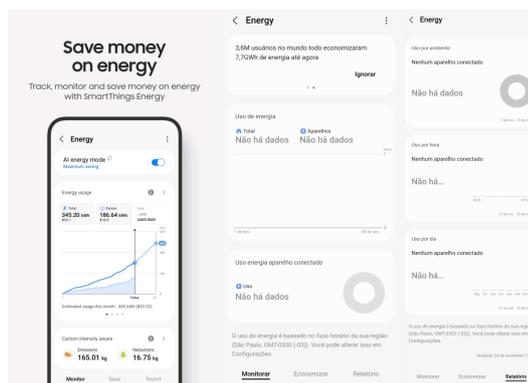
¹⁴ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.smappee.app>. Acessado em: 25 de novembro de 2023.

5.1.4.2 SmartThings Energy

Modulo de aplicativo que permite monitorar e controlar os aparelhos Samsung da residência, conta com gráficos de uso de energia por hora, por dia, por semana e por mês. A inteligência artificial do SmartThings Energy¹⁵ ajuda na economia de energia e é possível ver como a economia contribui para o meio ambiente.

Na Figura 13, da esquerda para a direita, são apresentadas três imagens, a primeira foi retirada da loja do aplicativo e apresenta uma visão geral dos gastos, emissões e reduções. Na segunda e terceira imagem são recortes da tela feitas no celular do pesquisador com uma visão de quais informações apresentam na tela, porém, por não ter nenhum dispositivo compatível com o sistema não foi possível ver os campos preenchidos.

Figura 13 – SmartThings Energy



Fonte: Capturada da loja de aplicativos e do aplicativo

5.1.4.3 NSPANEL PRO

O NSPANEL PRO¹⁶ é um tomada inteligente com tela interativa que permite controlar internamente dispositivos e cenas, tem funções como estatísticas de consumo de energia da semana, termostato, interfone e chamadas.

A Figura 14 apresenta três imagens, todas retiradas do site oficial do produto, na primeira são apresentadas as informações técnicas do produto físico, na segunda é a tela de

¹⁵ Disponível em: <https://galaxystore.samsung.com/prepost/000004262296>. Acessado em: 25 de novembro de 2023.

¹⁶ Disponível em: <https://sonoff.tech/product/central-control-panel/nspanel-pro/>. Acessado em: 25 de novembro de 2023

aguardo por interação e na terceira é uma visão geral dos gastos dos dispositivos em um gráfico de barra vertical.

Figura 14 – NSPANEL PRO



Fonte: Capturada da loja de aplicativos

5.1.4.4 Factorenergia

O Factorenergia¹⁷ é um aplicativo da empresa espanhola fornecedora de energia e permite conhecer, analisar e controlar os seus consumos para poupar energia.

Pode ser encontrado na Figura 15 três imagens, a primeira é uma visão geral dos gastos e consumo do local, além de um gráfico de linha mostrando o gasto mensal. Na segunda tela são apresentadas as informações de consumo com um seletor para a escala de tempo. Na última, o gráfico apresenta a comparação entre a energia consumida e produzida a partir de geração do usuário.

5.1.4.5 iGreen connect

Aplicativo¹⁸ de uma empresa que oferece soluções energéticas voltadas ao mercado de energia e geração de energia fotovoltaica, o aplicativo permite acompanhar consumo, gerenciar faturas, ver saldo de *cashback*.

Pode ser encontrado na Figura 16, três imagens retiradas da loja do aplicativo, a primeira apresenta a visão geral do consumo dos meses. Na segunda é uma visão das faturas de

¹⁷ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=app.factor.energia>. Acessado em: 25 de novembro de 2023

¹⁸ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.embarcadero.iGreenConnect>. Acesso em: 25 de novembro de 2023.

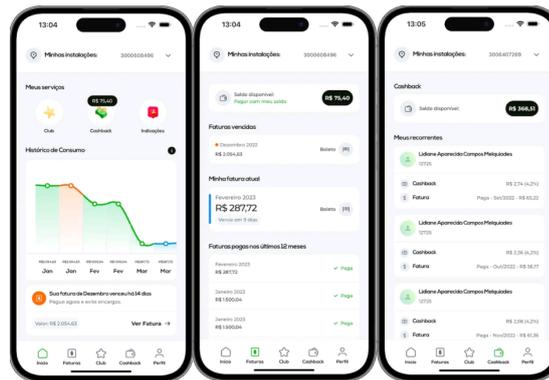
Figura 15 – Factor energia



Fonte: Capturada da loja de aplicativos

consumo e na última são apresentados os cashback do sistema.

Figura 16 – iGreen connect



Fonte: Capturada da loja de aplicativos

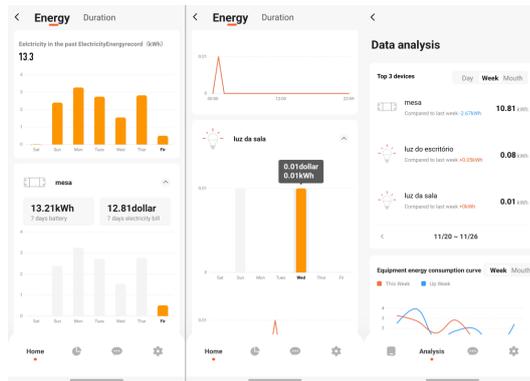
5.1.4.6 Smarteck

Aplicativo¹⁹ de gerenciamento de dispositivos inteligentes da marca como tomadas, relés, interruptores, fechaduras e outros. Permite o controle de eletrodomésticos de qualquer lugar, compartilhamento de dispositivos entre membros da família, controle o consumo de energia de seus dispositivos através dos relatórios pagos.

Pode ser encontrado na figura 17, a tela com a visão geral dos consumos por dispositivos, a tela de detalhe de um dispositivo e uma com o resumo do consumo em kWh e em gasto financeiro.

¹⁹ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.steck.smart>. Acessado em: 27 de novembro de 2023

Figura 17 – Smarteck



Fonte: Capturada do aplicativo

5.1.4.7 Síntese da pesquisa de produtos similares

Percebeu-se o baixo apelo a sustentabilidade presente nas soluções encontradas no mercado. Dos seis produtos encontrados, apenas um deles, fala sobre emissões de CO² e redução de emissões, o SmartThings Energy. Os demais pouco falam sobre redução de consumo e, quando falam, limitam-se a atrelar isso apenas aos valores em kWh ou ao custo financeiro. Contudo, o SmartThings Energy é apenas um módulo dentro do aplicativo SmartThings, que não vem pré-instalado, dificultando até mesmo o conhecimento de sua existência.

Com esta pesquisa, identificou-se uma possível carência de soluções no mercado que ajude os consumidores a terem mais ciência de seus gastos domésticos de maneira mais precisa e que os informe sobre o impacto de seu consumo de forma simples e tangível.

5.2 Síntese

Na fase de síntese foi feita a intervenção de design, a produção de uma proposta de protótipo de interface visual interativa para atuar no contexto. Nas sessões seguintes serão apresentados os resultados de cada uma das etapas realizadas nesta fase.

5.2.1 Definição dos requisitos da solução

A partir dos resultados obtidos na fase de análise, como: a escolha do público-alvo, as estratégias de feedback escolhidas para utilização, informações principais a serem mostradas e carências percebidas nos produtos similares; começaram a ser estabelecidos os requisitos da solução. Para isso, foi feita primeiro uma listagem, depois, a descrição e por

fim a priorização em 3 categorias: essencial, importante e desejável. Os classificados como essenciais foram os requisitos que tinha que ser desenvolvidos no protótipo, pois sem eles não seria caracterizado um *eco-feedback*. Os importantes eram os requisitos que deveriam ser desenvolvidos no protótipo como complemento aos requisitos essenciais, sem eles o sistema poderia não ser tão satisfatório para os usuários. Como desejáveis foram classificados os requisitos que não comprometiam funcionamento básico do sistema. Para este trabalho, apenas os requisitos essenciais e importantes foram selecionados para o desenvolvimento, devido ao tempo limitado para a realização da prototipação. Os requisitos podem ser encontrados na Tabela 3, a tabela é dividida em 3 colunas, a primeira coluna apresenta o título do requisito, a segunda a descrição detalhada do mesmo e a terceira a prioridade do requisito.

5.2.2 Geração das ideias iniciais

A partir da definição dos requisitos, restava apenas a definição dos dispositivos para o sistema para que começassem a ser geradas as ideias iniciais.

5.2.2.1 Definição do tipo dos dispositivos para o sistema

Uma vez que a intervenção de design seria um interface visual e interativa, ela foi pensada para ser apresentada em uma tela sensível ao toque para que se fosse possível a interação por toque. Então, foi necessário estabelecer em que tipo de dispositivo o sistema seria aplicado para que se pudesse ter algumas características como dimensões da tela, proporção e densidade de pixels, que seriam determinantes na etapa da prototipação.

A pesquisa de produtos similares trouxe um resultado muito interessante, como o produto NS PANEL PRO, que se distanciava dos seus concorrentes por ter sua interface de interação aplicada a uma tomada que poderia ser instalada em qualquer caixa de luz²⁰ da residência ou até em uma base para ser colocada em cima de móveis. Esse tipo de dispositivo foi escolhido como base para a aplicação do sistema. Tem uma tela de 10 centímetros com proporção quadrada e resolução de 480 por 480 pixels, além de alto-falantes, microfone e sensor de luminosidade.

Além disso, foram selecionados para fazer parte do ecossistema dispositivos como: plugue, relé, lâmpada e tomada inteligentes, além de sensor de presença e controle universal da

²⁰ Caixa colocada na parede onde podem ser instalados interruptores ou entradas de tomadas.

Tabela 3 – Requisitos

Requisito	Descrição	Prioridade
Demonstrar graficamente o impacto das escolhas.	A solução deverá se utilizar de gráficos, cores, ícones, ilustrações e linguagem para passar informações aos usuários.	Essencial
Comparar o consumo entre períodos	O usuário deve conseguir comparar visualmente os dados de consumo de eletricidade, hora a hora, dia a dia, semana a semana, e mês a mês, incluindo indicador de média de consumo para o período.	Essencial
Comparar horários de picos	Deverá ser possível observar e comparar os horários de pico de uso de energia.	Essencial
O sistema deve ter também uma versão para smartfone.	O sistema deverá ter uma versão para smartfone onde deverá ser possível fazer a configuração inicial, adicionar e alocar novos dispositivos, estabelecer metas, receber notificações, interagir com a comunidade e outros ajustes que não podem ser realizados pela tela interativa principal	Desejável
Comparar cômodos	O usuário deve conseguir comparar visualmente os dados de consumo de eletricidade e impacto ambiental de cada comodo da residência.	Importante
Visualizar o gasto em tempo real	O usuário deve conseguir saber quanto de energia está sendo gasto em tempo real pelos aparelhos.	Essencial
Representar o consumo em coisas palpáveis para o usuário	Deve-se representar o consumo em coisas palpáveis para o consumidor, como algo que ele conheça, sinta ou consiga imaginar, como quantidade de território que se pode iluminar com a energia gasta, a quantidade de algo que pode ser fabricada ou quantos celulares poderiam ser carregados.	Essencial
Representar o impacto em coisas palpáveis para o usuário	Deve-se representar o impacto de emissores de CO ² em coisas palpáveis para o consumidor, como algo que ele conheça, sinta ou consiga imaginar, como comparar com emissões de carro, avião, ou de algum setor da indústria.	Importante
Fazer estimativa de consumo / economia com base em dados anteriores	Deve-se mostrar uma previsão/estimativa, de preferência graficamente, do gasto futuro baseado em dados de períodos anteriores, seja ele horas, dias, semanas ou meses. Prevendo possíveis aumentos ou diminuições baseados em consumo passado, na quantidade de energia que os aparelhos consomem individualmente, e no estado atuação dos aparelhos(ligados/desligados)	Essencial
Definição de metas	O sistema deve auxiliar o usuário no estabelecimento de metas realistas de consumo de energia	Desejável
Dar informações para economizar ou bater a meta de economia.	O sistema deve dar sugestões de como economizar energia nos eletrodomésticos.	Importante
Desenvolvimento de ajuda mutua (cooperação)	O sistema deve ter uma parte para a comunidade de usuários contribuir com os conhecimentos, ou dicas para economia de energia, ou coisas relacionadas à sustentabilidade, além de sugestões de melhorias do sistema.	Desejável
Criar uma área do sistema onde tenha as sugestões da comunidade	O sistema deve ter uma área onde deve ser possível interagir com a comunidade de usuários, interagindo, dando dicas uns para os outros e sugerindo melhorias para o sistema.	Desejável
Feedbacks baseados no grupo de dispositivos e dados externos	O sistema deve reconhecer quando o usuário não está na residência e verificar quantos e quais aparelhos estão ligados, e deve sugerir o desligamento à distância dos aparelhos que podem ser desligados, atrelando essa sugestão a informação de quanto seria economizado de fosse realizada.	Essencial
Comparar categorias de consumo	O usuário deve conseguir comparar visualmente os dados de consumo de eletricidade de diferentes categorias criados pelo usuário ou do próprio sistema de aparelhos.	Essencial
O sistema deve sugerir desligamento ou redução de potência de aparelhos de climatização, ou refrigeração com base no clima da região.	O sistema pode sugerir o desligamento de aparelhos de climatização caso a temperatura esteja abaixo da média para o período.	Essencial
Elogios	O sistema deve elogiar quando o consumidor atingir a sua reduzir o seu consumo em comparação com um período anterior, evidenciando o impacto ambiental positivo, consequentemente disso.	Desejável

Fonte: Elaborado pelo autor

própria marca ou que fosse compatível com o protocolo Zigbee 3.0²¹. Um diagrama contendo os dispositivos, os dados que emitem e como se relacionam com a solução pode ser visto nas Figuras 18, em que cada imagem representa um produto e logo abaixo os dados, e 19, que ligas as perguntas norteadoras com os dados possíveis de serem coletados e a separação das categorias dos dispositivos.

Figura 18 – Dispositivos

<p>Plugue inteligente</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumo de energia atual ON/OFF Potencia em Watts <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar 	<p>Relé inteligente</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumo de energia atual ON/OFF Potencia em Watts <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar 	<p>Controle universal</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> X <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar aparelhos Ajustar volume, canal(se for TV), estado dos dispositivos e potencia 	<p>Lâmpada</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumo de energia atual ON/OFF Programas/Modos Potencia em Watts <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar Ajustar intenciada da luminosidade Ajustar cor
<p>Sensor de presença</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Movimento <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar aparelhos 	<p>Interruptor painel de controle</p>  <p>Link</p> <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sados que os outros disponíveis nos outros dispositivos Intensidade de luz Som <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Controlar os outros dispositivos Pequeno alto falante Microfone Sensor de luz 	<p>Tomada inteligente</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumo de energia atual ON/OFF Potencia em Watts <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar 	<p>Tomada inteligente</p>  <p>Dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumo de energia atual ON/OFF Potencia em Watts <p>Funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ligar e desligar

Fonte: Desenvolvido pelo autor

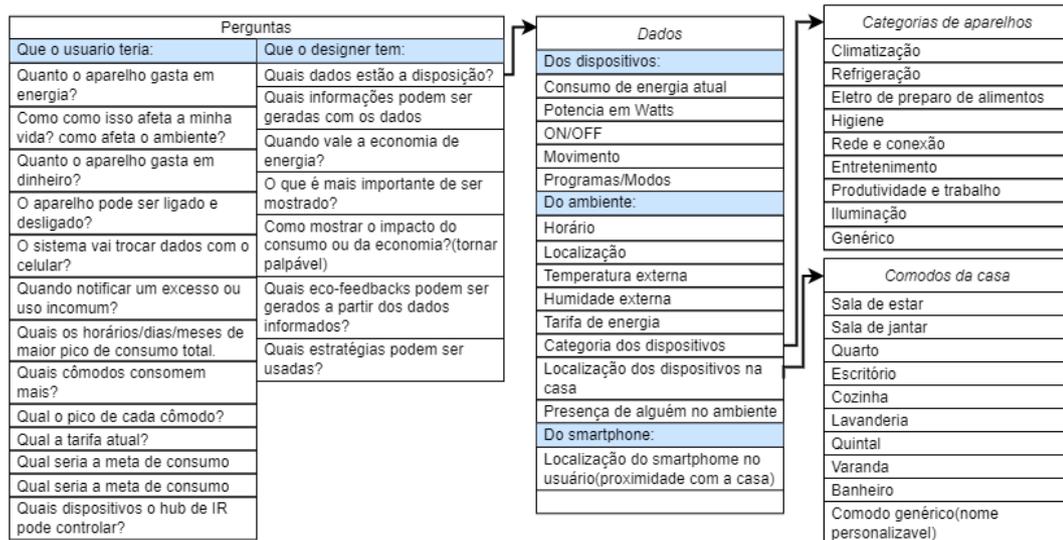
5.2.2.2 Prototipação em baixa fidelidade

Escolhidas as estratégias, as informações prioritárias, o dispositivo de aplicação e os requisitos, faltava apenas a escolha das formas de visualização de dados que seriam utilizadas na interface.

As informações de impacto, valor gasto e consumo eram dados simples e poderiam ser mostrados apenas por números, mas escolheu-se dar uma ênfase maior ao consumo apresentando ele num gráfico de medidor, onde teria intervalos de consumo considerados alto, médio e baixo.

²¹ Protocolo de comunicação sem fio pra dispositivos IoT

Figura 19 – Esquema



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O consumo total e previsão eram valores variáveis de uma mesma categoria, mas como a ideia era passar continuidade da energia que era ou não consumida, o gráfico de linhas foi escolhido. Na etapa da prototipação em baixa fidelidade apenas esses componentes foram desenhados. A prototipação em baixa pode ser vista na Figura 20. Na figura há uma evolução na prototipação de baixa fidelidade onde à esquerda está a primeira versão da tela onde as fontes ainda não haviam sido escolhidas nem muitas cores foram aplicadas, na figura do centro foi feita a aplicação de fontes e cor de alguns elementos, e na figura da direita foram adicionados e reorganizados elementos e cores.

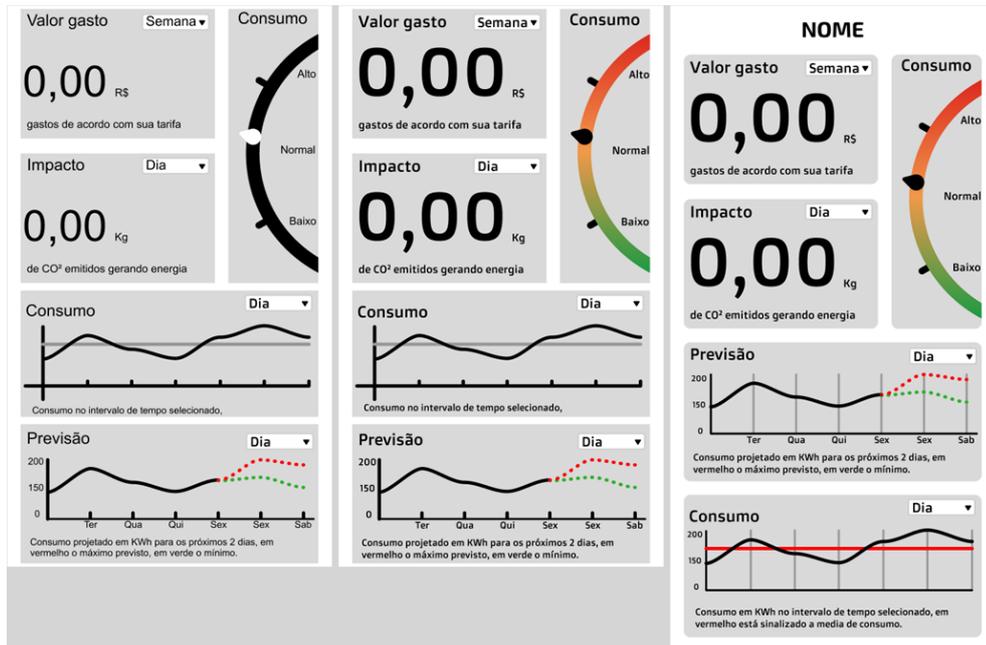
5.2.3 Prototipação em alta fidelidade

A partir desta etapa a solução começou a se encaminhar para o estágio final. Após a escolha do nome e aplicação, a fidelidade das telas foram incrementadas e novas sessões de dados foram adicionadas. Foram adicionados mais dois gráficos, de comparação entre cômodos e comparação entre tipos de dispositivos, além da adição da área de notificações e de visualização de dispositivos.

5.2.3.1 Definição do nome e da identidade visual

A partir do nome da solução, que é Sistema de *Eco-feedback* de Energia Residencial, começaram os testes de aplicação para criar uma marca, ficou estabelecido que a aplicação seria

Figura 20 – Telas em baixa fidelidade



Fonte: Desenvolvido pelo autor

a sigla Sistema de *Eco-feedback* de Energia Residencial (SEER) que se pronuncia “ser”. Foram feitos testes com várias tipografias com as características parecidas com a fonte padrão usada no corpo do protótipo da interface, a Doppio One.

Por fim, a fonte escolhida para a logomarca da aplicação foi a Gugi. Além das características em comum com a Doppio One, a letra “E” tem detalhes que lembram o desenho de uma porta, o que pode remeter a residência, casa ou lar. O nome do sistema e os testes da aplicação da marca em diversas fontes podem ser vistas na Figura 21, sendo o nome na primeira linha, os testes na segunda e a fonte escolhida na terceira.

Figura 21 – Testes com a marca

Sistema de Eco-feedback de Energia Residencial

SEER SEER SEER SEER SEER SEER SEER SEER

SEER

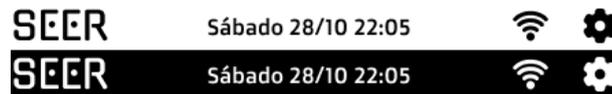
Fonte: Desenvolvido pelo autor

5.2.3.2 Prototipação de telas e interações

A etapa de prototipação em alta fidelidade resultou numa série de componentes com diversas funções que no decorrer da etapa foram organizados em uma única tela com rolagem vertical, os componentes e suas funcionalidades serão apresentados a seguir.

O cabeçalho, na Figura 22, mostra a marca, a data e hora atuais, o ícone de conectividade com a rede e o ícone de configurações. O ícone de conectividade mostra se há algum problema de conexão entre os aparelhos, o ícone de configurações permite fazer ajustes rápidos no painel, trocar entre os modos dia e noite, desativar sugestões personalizadas ou tentar reconexão com algum aparelho.

Figura 22 – Cabeçalho



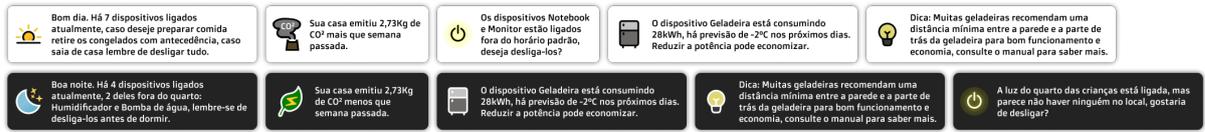
Fonte: Desenvolvido pelo autor

Carrossel, mostrado da Figura 23, é um componente que mostra notificações do sistema, essas são personalizadas conforme o horário do dia, hábitos do consumo do usuário, clima e dados de dispositivos sensores, se existirem, além de mostrar dicas de economia de energia variadas. São elas:

- Notificação de bom dia ou boa noite dão uma visão geral do que está acontecendo atualmente, quantos dispositivos tem ligados e algumas sugestões.
- Logo em seguida a sessão de comparações onde há ilustrações diferentes para ocasiões em que a pessoa emitiu mais ou menos do que o intervalo de tempo anterior.
- Alguma sessão para feedbacks específicos para dispositivos de refrigeração ou climatização relacionadas ao clima e temperatura atual.
- A sessão que mostra dicas variadas que podem contribuir para a economia e sugestões desligamento a serem tomadas.

O seletor de tempo foi uma solução eficiente encontrada para mudança dos dados dos componentes, antes cada bloco tinha um seletor de tempo, e isso poderia deixar os usuários confusos a respeito de qual intervalo de tempo estão vendo no momento. Além disso, foi uma solução eficiente também do ponto de vista estético, visto que os antigos seletores poluíam visualmente a interface. O seletor de tempo pode ser visto na Figura 24.

Figura 23 – Carrossel



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 24 – Seletor de tempo



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Na etapa de baixa fidelidade o bloco que apresentava o impacto era conforme o intervalo de tempo, mas na etapa de alta fidelidade, resolveu-se fazer uma melhoria, e foi transformado em carrossel, que pode ser visto na Figura 25. Nele são mostrados os impactos da emissão de CO² de maneiras mais palpáveis ou imagináveis do que um único número, como o equivalente de emissões em viagens de carro, viagens de avião, carregamento de celulares, quantidade de tecido que poderia ser produzida e a quantidade de botijões de gás utilizados. Essas novas informações, além de facilitarem a imaginação do usuário, demonstram também o impacto de outros hábitos poluentes.

Figura 25 – Carrossel Impacto



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O bloco de valor gasto mostra o consumo de energia elétrica em reais conforme a tarifa atual da eletricidade da empresa distribuidora, o valor da tarifa pode ser alterado manualmente e o componente tem que obter o valor da tarifa através da internet. O bloco de valor gasto mostra o valor conforme o intervalo de tempo selecionado e pode ser visto na Figura 26.

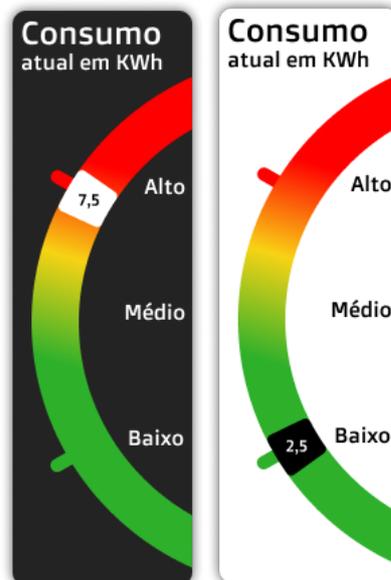
Figura 26 – Valor gasto



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O bloco de consumo atual, apresentado da Figura 27, mostra o consumo hora a hora de todos os dispositivos conectados. Para ter um parâmetro do que chamar de consumo baixo, médio ou alto, inicialmente o usuário colocará uma média de consumo mensal dos últimos meses (geralmente mostrada na conta de luz), a partir de então, o sistema calculará quanto em média ele consome por hora e estabelecerá esse valor como valor médio com margem de 25% para cima ou para baixo. Qualquer valor acima dessa margem será considerado o consumo alto e qualquer valor abaixo será considerado baixo.

Figura 27 – Consumo atual

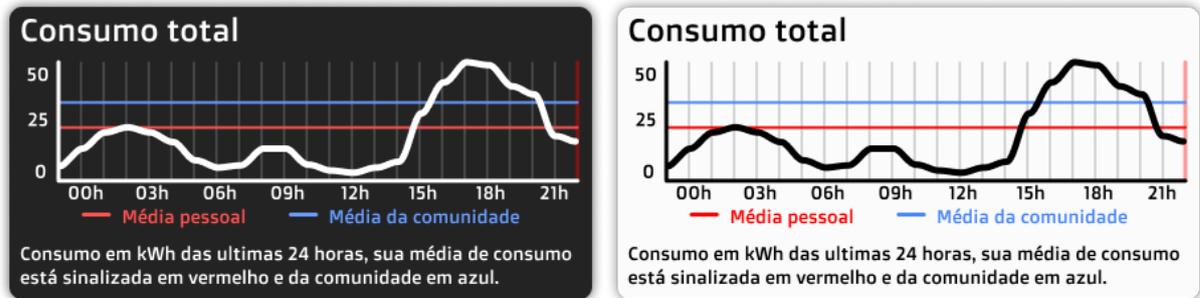


Fonte: Desenvolvido pelo autor

Gráfico de consumo, apresentado na Figura 28, mostra o consumo hora a hora, dia a dia, semana a semana e mês a mês do usuário conforme o intervalo de tempo selecionado, além

disso, tem duas linhas que sinalizam a média pessoal de consumo do intervalo de tempo e a média da comunidade nesse mesmo intervalo de tempo. Para aplicar a visualização nesse dado foi escolhido o gráfico de linha para dar a impressão de continuidade no consumo.

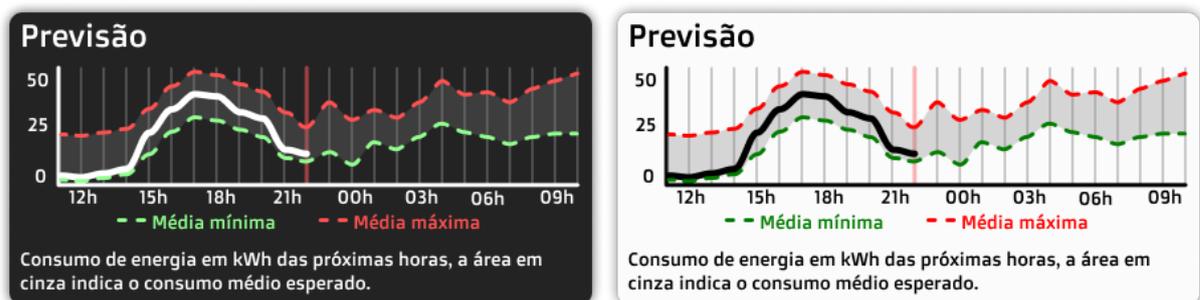
Figura 28 – Gráfico de consumo



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Gráfico de consumo de previsão mostra a previsão de consumo para as próximas horas, dias, semanas ou meses, conforme o intervalo de tempo selecionado. A área em cinza sinaliza o consumo esperado com base em hábitos de consumo passado e em ações que podem ser tomadas para economia como deligar um aparelho, ou diminuir a potência. O gráfico também mostra a média mínima e média máxima de consumo esperado, assim como apresentado na Figura 29.

Figura 29 – Gráfico de previsão



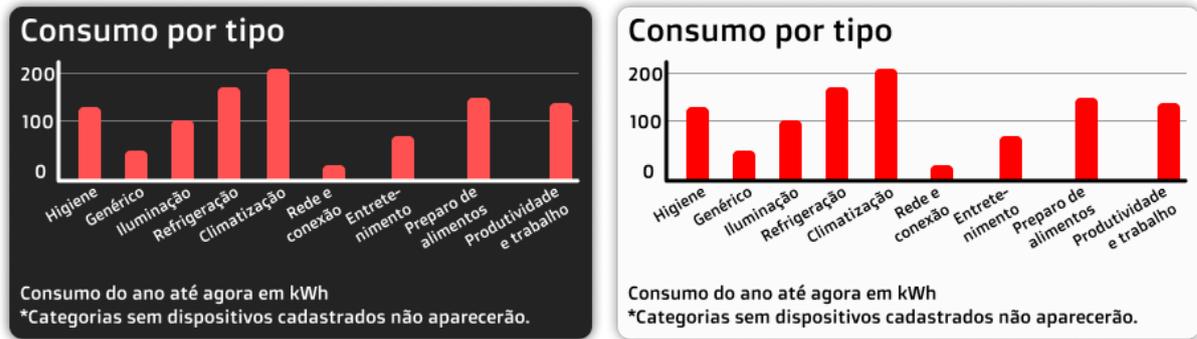
Fonte: Desenvolvido pelo autor

O gráfico de consumo por tipo apresentado na Figura 30 mostra o consumo atual conforme as categorias de dispositivos consumidores ligados no momento. Foi escolhido o gráfico de barras devido à necessidade de evidenciar que são diferentes categorias de dispositivos.

Quando o usuário estivesse adicionando dispositivos ao sistema, ele escolheria a

categoria na qual aquele dispositivo se encaixaria e os feedbacks do sistema fariam sugestões com base nisso, como a notificação da geladeira, mostrada na Figura 23, que sugere que um dispositivo de refrigeração tenha sua potência diminuída devido as baixas temperaturas esperadas para os próximos dias.

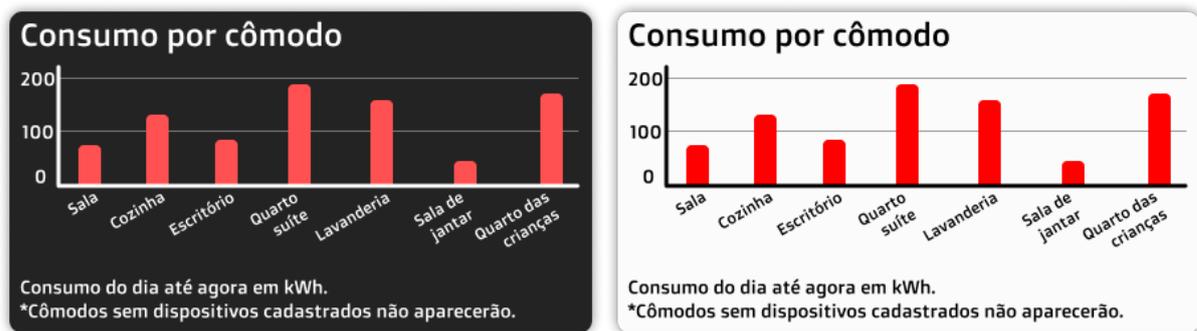
Figura 30 – Consumo por tipo



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O gráfico de consumo por cômodo, apresentado na Figura 31, mostra o consumo total dos dispositivos nos cômodos da casa. Conforme os dispositivos consumidores ligados no momento. Foi escolhido o gráfico de barras devido à necessidade de evidenciar que são diferentes cômodos de dispositivos.

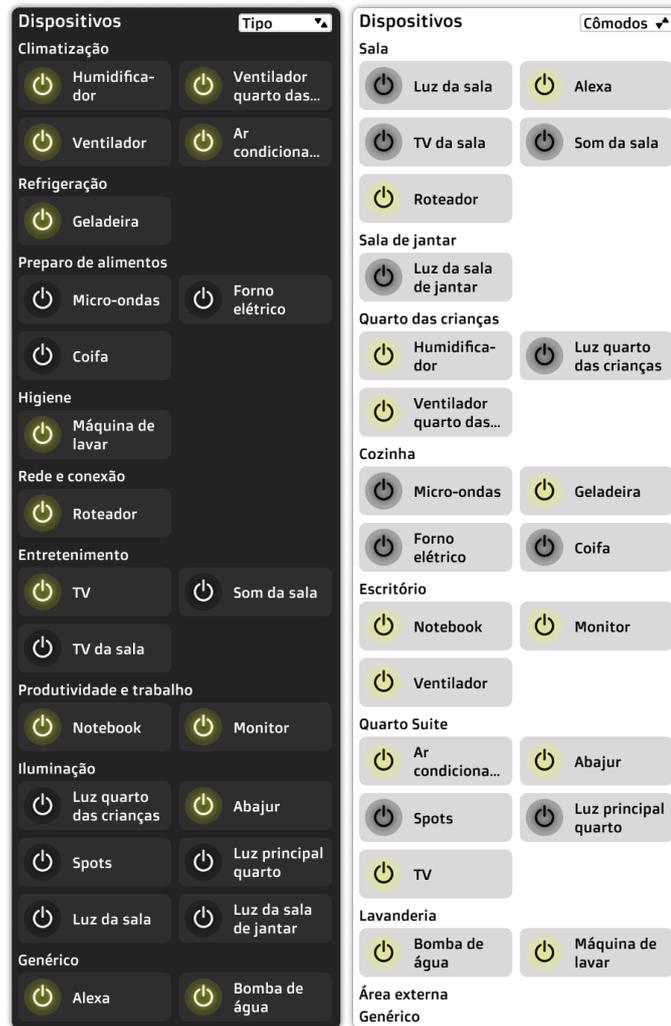
Figura 31 – Consumo por cômodo



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O bloco de listagem dos dispositivos, mostrado na figura 32, mostra todos os aparelhos ligados e desligados da casa agrupados em duas categorias, por cômodos e por tipos, permite gerenciar a distância qualquer dispositivo rapidamente.

Figura 32 – Dispositivos



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Nas figuras 33 e 34 serão apresentadas as telas completas²², no modo noite e dia, a rolagem é vertical e a interface foi pensada para ter apenas uma página.

5.3 Avaliação

A fase de avaliação não foi executada nesta iteração da metodologia, pois o objetivo foi gerar a ideia de solução para o problema encontrado, sendo assim, a etapa de teste de usabilidade pode ser aplicada em um trabalho futuro objetivando avaliar o cumprimento dos requisitos encontrados e a aplicação das estratégias utilizadas.

²² Disponível em: <https://bit.ly/Prototipo-SEER>. Acessado em: 29 de novembro de 2023

Figura 33 – Interface no modo noite



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Figura 34 – Interface no modo dia



Fonte: Desenvolvido pelo autor

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Diante do contexto em que os problemas ambientais estão cada vez mais evidentes no cotidiano global, como a aumento da temperatura no planeta, eventos climáticos severos e recorrentes, e o acúmulo de lixo dos oceanos, torna-se evidente a necessidade de atuação de diversos atores para combater o problema ambiental. Muito tem sido feito por diversas organizações internacionais e governos para discutir e achar soluções para os mais variados problemas. Metas foram estabelecidas e para o bem da humanidade precisam alcançadas.

Um entre os problemas ambientais é o da emissão de gases do efeito estufa, como o Dióxido de Carbono (CO²), pelo setor de geração de energia. Tendo em vista que o consumo, de eletricidade residencial corresponde a 26,7% do total consumido no Brasil, é necessária também a economia de energia por parte das residências.

Contudo, pouca ciência se tem sobre como e por que economizar. As iniciativas governamentais se limitam a informar quais produtos são os mais eficientes e qual o consumo máximo apenas na hora da compra, e, além disso, existem poucas iniciativas no mercado para mitigar esse problema.

É na fase de uso dos produtos que os consumidores mais interagem com eles, e nela que existe a possibilidade de ação para os designers atuarem sobre o problema. Como mostrado na Figura 6, o Modelo Espiral dos Estágios de Mudança de Prochaska *et al.* (1992) e o modelo de intervenção de design de Tang e Bhamra (2008a) parecem fornecer os insumos necessários para entender onde agir.

A mudança de comportamento é um processo complexo que envolve várias etapas, estágios e estratégias diferentes. Contudo, esses modelos mostram onde agir e quais podem ser os caminhos possíveis de ação para cada estágio. Neste trabalho tais modelos auxiliaram a entender como o comportamento pode ser orientado através da informação, do *feedback*, das escolhas disponíveis a rumos mais sustentáveis, e quais tipos de intervenções de design podem ser feitas para agir entre os estágios de pré-contemplação e contemplação.

A estratégia principal utilizada para conscientizar a respeito das escolhas de uso e consumo, para atuação nos estágios citados anteriormente, foi *eco-feedback*. Contudo, apoiados nele, outras estratégias também foram utilizadas para complementar.

A solução proposta, construída e apresentada nesse trabalho, visa a atuar sobre o problema das emissões de CO² no consumo de eletricidade residencial. Isso ocorre por meio de estratégias de design que informam de maneira detalhada os consumidores a respeito dos

seus hábitos de consumo de energia elétrica, e por consequência de impacto ambiental resultante disso.

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um protótipo visual interativo por toque em alta-fidelidade do Sistema de *Eco-feedback* de Energia Residencial (SEER). Que permite o gerenciamento do uso de recursos elétricos por dispositivos inteligentes residenciais, que se propõe a informar, sensibilizar e incentivar o uso consciente da eletricidade.

A metodologia utilizada, que consiste em três fases: análise, síntese e avaliação, foi eficiente para o desenvolvimento da solução pela liberdade que ela proporcionou. Durante todo o processo era possível escolher quais etapas teriam e como seriam realizadas, desde que se encaixassem nas fases. A metodologia permitiu definir quais pesquisas seriam feitas na etapa de análise, focando nas estratégias de feedback e nos tipos de visualização, a liberdade na escolha dos métodos foi de suma importância para a boa execução dos mesmos.

Os resultados obtidos neste trabalho foram satisfatórios. Os artefatos gerados na etapa de análise, forneceram insumos suficientes para fundamentar as escolhas feitas na etapa de síntese, que teve como resultado as telas prototipadas em alta-fidelidade. Porém, percebeu-se a necessidade da realização da avaliação para descobrir problemas de usabilidade nas telas desenvolvidas, além de validação da ideia, que não foi possível de ser aplicada neste trabalho.

Posteriormente, torna-se necessário também novos ciclos de interação na metodologia para aperfeiçoamento do produto final, visto que essa primeira iteração foi apenas o começo do processo de desenvolvimento de uma solução que busca revolver o problema da falta de informações sobre como e porque economizar energia e reduzir impactos ambientais.

Trabalhos futuros podem atuar nos mesmos estágios de mudança de comportamento sobre os quais este trabalho atuou, talvez dando ainda mais ênfase em visualização de dados, testando a eficiência de vários tipos de visualização. Ou podem atuar na arquitetura da informação, tentando diferentes formas de estruturar, construir e apresentar o conteúdo do *eco-feedback* para diferentes tipos de público. Podem também atuar nos demais estágios da mudança, propondo soluções que facilitem a preparação e a ação da mudança, ou que atuem apenas na manutenção de um comportamento ambientalmente sustentável.

Como pontos positivos, esse trabalho gerou importantes aprendizados a respeito do processo de mudança comportamental. A partir dos modelos apresentados e estudados, e da relação entre eles, foi possível observar oportunidades de intervenção de design nos mais variados estágios da mudança comportamental. Além disso, gerou aprendizados a respeito da

aplicação da estratégia de *eco-feedback* e outras no protótipo de um sistema residencial de gerenciamento de energia elétrica.

Como pontos negativos vale ressaltar as limitações da pesquisa. Devido ao tempo disponível não foi possível acrescentar algum outro modelo de mudança de comportamento para estudar como seria a relação dele com os outros dois modelos apresentados. Pelo mesmo motivo não foi possível realizar a avaliação e validação da ideia, que são de suma importância no desenvolvimento de produtos. Por último, é importante ressaltar a carência de mais iterações na metodologia para refinamento do produto.

De maneira geral, esse trabalho contribui para o entendimento do problema ambiental e na descoberta de formas, mecanismos e estratégias para atuar no comportamento de uso de dispositivos domésticos, a partir da informação, do *feedback* e das escolhas disponíveis. Além disso, abrem-se caminhos para o surgimento outros trabalhos que também visem atuação no comportamento de uso de produtos, salienta que a mudança de comportamento é um processo complexo para lidar em um trabalho de conclusão de curso, mas é possível firmar que apesar do caminho para atingir a sustentabilidade ser longo, todos nós, de um jeito ou de outro, precisaremos percorrer.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. d. **Interação Humano-Computador**. [S. l.]: Autopublicação, 2017. ISBN 9788592368104.
- BONSIEPE, G. **Do material ao digital**. São Paulo: Blucher, 2015. ISBN 978-85-212-0872-3.
- BRASIL, D. O. [da] República Federativa do. **Lei Brasileira de Eficiência Energética**. [S. n.], 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10295.htm. Acesso em: 25 nov. 2023.
- COURAGE, C.; BAXTER, K. **Understanding Your Users: A practical guide to user requirements methods, tools, and techniques**. 1. ed. San Francisco, CA, United States: Morgan Kaufmann Publishers, 2005. ISBN 978-0-12-375092-1.
- ELETROBRAS. **Uso Eficiente da Energia**. 2023. Disponível em: <https://eletrobras.com/pt/Paginas/Uso-Eficiente-da-Energia.aspx>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- EPE, E. d. P. E. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2022**. Brasil: [S. n.], 2022. 6 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- EPE, E. d. P. E. **Relatório Síntese Balanço Energético Nacional 2022**. Brasil: [S. n.], 2022. 67 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- EPE, E. d. P. E. **Relatório Síntese Balanço Energético Nacional 2022**. Brasil: [S. n.], 2022. 67 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- FORCATO, M. d. S. Dissertação (Mestrado), **Design para o comportamento sustentável: estudo da aplicação do eco-feedback na interface da lavadora de roupas**. Curitiba-PR: [S. n.], 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/35538>. Acesso em: 29 mai. 2023.
- FORCATO, M. D. S.; SANTOS, A. D. O eco-feedback na interface da lavadora de roupas como estratégia de design para mudança de comportamento. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 12, n. 1, p. 77–92, Aug 2015. ISSN 1808-5377.
- INMETRO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, Q. e. T. **Conheça mais sobre a etiqueta do PBE**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/conheca-mais-sobre-a-etiqueta-do-pbe>. Acesso em: 24 mai. 2023.
- JACKSON, T. Motivating sustainable consumption: A review of evidence on consumer behaviour and behavioural change. **Sustainable Development Research Network**, v. 15, Jan 2005.
- KNAFLIC, C. **Storytelling com dados: um guia de visualização de dados para profissionais dos negócios**. [S. l.]: Alta Books, 2021. ISBN 978-85-508-0078-3.
- LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. Reprint. Amsterdam Heidelberg: Elsevier Architectural Press, 2010. ISBN 978-0-7506-6077-8.

LÖBACH, B. **Design Industrial**: Bases para a configuração dos produtos industriais. 1ª edição. ed. São Paulo: Blucher, 2001. ISBN 978-85-212-0288-2.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: Os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 2002. ISBN 978-85-314-0731-4.

MCTI, M. d. C. T. e. I. **Fator médio - Inventários corporativos**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/dados-e-ferramentas/fatores-de-emissao/page>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MME, M. d. M. e. E.; ENERGÉTICO, D. de D.; INMETRO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, Q. e. T.; EPE, E. d. P. E. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/spe/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos/plano-nacional-eficiencia-energetica-pdf/pdf/view>. Acesso em: 23 mai. 2023.

NUNES, L. M. D. S. Dissertação (Mestrado), **Visualização do invisível**: valores humanos no design de sistemas de eco-feedback para a reciclagem de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, Brazil: [S. n.], 2017. Disponível em: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=30137@1. Acesso em: 29 mai. 2023.

ONU, O. d. N. U. Organization, **United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Conference) | Department of Economic and Social Affairs**. 1972. Publisher: ONU. Disponível em: <https://sdgs.un.org/events/united-nations-conference-human-environment-stockholm-conference-24552>. Acesso em: 16 mai. 2023.

PAULO, C. Companhia Ambiental do Estado de S. **Conferência de Estocolmo**. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/>. Acesso em: 29 jun. 2023.

PL, P. L. **O CAMINHO DA PROSPERIDADE Proposta de Plano de Governo**. 2018. Disponível em: <https://divulgacandcontas.tse.jus.br/divulga/#/candidato/2018/2022802018/BR/280000614517>. Acesso em: 22 mai. 2023.

PROCEL, P. N. d. C. d. E. E. **PROCEL**. 2006. Disponível em: <http://www.procel.gov.br/main.asp?Team=%7B505FF883%2DA273%2D4C47%2DA14E%2D0055586F97FC%7D>. Acesso em: 23 mai. 2023.

PROCEL, P. N. d. C. d. E. E. **Selo Procel**. 2006. Disponível em: <http://www.procel.gov.br/main.asp?View=%7BD52CB882-424C-4D38-B156-24EEC10D75FC%7D&Team=¶ms=itemID=%7B8F4C66D8-3911-452C-BA28-64EC06B56330%7D;LumisAdmin=1;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>. Acesso em: 24 mai. 2023.

PROCHASKA, J. O.; DICLEMENTE, C. C. Toward a comprehensive model of change. In: _____. **Treating Addictive Behaviors**. Boston, MA: Springer US, 1986. p. 3–27. ISBN 978-1-4612-9289-0. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4613-2191-0_1. Acesso em: 23 jun. 2023.

PROCHASKA, J. O.; DICLEMENTE, C. C.; NORCROSS, J. C. In search of how people change: Applications to addictive behaviors. **American Psychologist**, v. 47, n. 9, p. 1102–1114, 1992. ISSN 1935-990X, 0003-066X.

PT, P. d. T. **DIRETRIZES PARA O PROGRAMA DE RECONSTRUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DO BRASIL**. 2022. Disponível em: <https://divulgacandcontas.tse.jus.br/divulga/#/candidato/2022/2040602022/BR/280001607829>. Acesso em: 22 mai. 2023.

PUBLICIDADE, B. da. **Save Paper, Save The Planet**. 2009. Disponível em: <https://blogdapublicidade.com/campanha/save-paper-save-the-planet-wwf/>. Acesso em: 28 nov. 2023.

SCHNEIDER, B. **Design - Uma Introdução: o design no contexto social, cultural e econômico**. 1ª edição. ed. [S. l.]: Blucher, 2010. ISBN 978-85-212-0509-8.

SELVEFORS, A.; PEDERSEN, K. B.; RAHE, U. Design for sustainable consumption behaviour: systematising the use of behavioural intervention strategies. In: **Proceedings of the 2011 Conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces**. Milano Italy: ACM, 2011. p. 1–8. ISBN 978-1-4503-1280-6. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2347504.2347508>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SETH, R. **Water is Money - Yanko Design**. 2011. Disponível em: <https://www.yankodesign.com/2011/02/18/water-is-money/>. Acesso em: 05 jul. 2023.

SILVA, D. V. D.; GUIMARÃES, A. P.; LIMA, R. K. C. D.; GUIMARÃES, A. A. P. Aplicativo para dispositivos móveis: contribuição para o gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial. In: _____. **A Educação Ambiental Em Uma Perspectiva Interdisciplinar**. 1. ed. Editora Científica Digital, 2020. p. 33–41. ISBN 9786587196411. Disponível em: <http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/200801129>. Acesso em: 29 mai. 2023.

SKINNER, B. F. **Sobre o behaviorismo**. 9. ed. ed. São Paulo: Cultrix, 2004. ISBN 978-85-316-0360-0.

TANG, T.; BHAMRA, T. **Changing energy consumption behaviour through sustainable product design**. Loughborough University, 2008. ISBN 978-953-6313-89-1. Disponível em: https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Changing_energy_consumption_behaviour_through_sustainable_product_design/9337829/1. Acesso em: 20 jun. 2023.

TANG, T.; BHAMRA, T. Understanding consumer behaviour to reduce environmental impacts through sustainable product design. 2008. Disponível em: https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Understanding_consumer_behaviour_to_reduce_environmental_impacts_through_sustainable_product_design/9339671. Acesso em: 20 jun. 2023.

WCED. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future**. New York, N.Y.: [S. n.], 1987. 374 p. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/139811#record-files-collapse-header>. Acesso em: 08 dez. 2023.