

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE *CAMPUS* NATAL - ZONA NORTE

GABRIEL FELIPE RIBEIRO DOS SANTOS
KELIANE MARTINS DA SILVA
SAMUEL SOARES PEREIRA COSTA

**PHARUS: SOLUÇÃO EFICIENTE PARA O GERENCIAMENTO INTELIGENTE DE
ENERGIA**

Natal - RN

2021

GABRIEL FELIPE RIBEIRO DOS SANTOS

KELIANE MARTINS DA SILVA

SAMUEL SOARES PEREIRA COSTA

**PHARUS: SOLUÇÃO EFICIENTE PARA O GERENCIAMENTO INTELIGENTE DE
ENERGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Técnico em Informática para Internet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal-Zona Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática para Internet.

Orientadora: Dr.a. Alba Sandyra Bezerra
Lopes

Coorientador: Prof. Leonardo Brunno Silva
de Lima

NATAL - RN

2021

GABRIEL FELIPE RIBEIRO DOS SANTOS
KELIANE MARTINS DA SILVA
SAMUEL SOARES PEREIRA COSTA

**PHARUS: SOLUÇÃO EFICIENTE PARA O GERENCIAMENTO INTELIGENTE DE
ENERGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Técnico em Informática para Internet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal-Zona Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Técnico em Informática para Internet.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em / / , pela
seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Alba Sandrya Bezerra Lopes, Dr^a. – Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Leonardo Brunno Silva de Lima – Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Eliselma Vieira dos Santos – Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

Com o encerramento deste trabalho de conclusão de curso encerramos um ciclo em nossa vida e na nossa passagem pelo IFRN no curso técnico integrado de informática para internet. Através do Pharus, que foi iniciado em meados de abril de 2019, pudemos aprender novas ferramentas, novas tecnologias e acima de tudo crescer em áreas pessoais e profissionais, como no aumento da nossa organização, crescimento como técnicos de informática, melhora na produção textual e diversas outras facetas.

Após quase dois anos de caminhada e desenvolvimento junto ao projeto concluímos essa fase esperando que o sistema e sua proposta possam ter algum impacto para a comunidade e ser uma luz para aqueles que se interessarem em utilizar a ferramenta, assim como o projeto foi semelhante à luz de um farol, guiando esse período de nossas vidas acadêmica e nos direcionando para esse momento.

Às nossas amigas, e colegas de turma, Cibele Azevedo e Wesliana Cardoso, deixamos nosso agradecimento por todos os momentos de companhia, apoio, suporte e descontração nas horas certas que precisamos. Devido à quarentena, decorrente da pandemia de COVID-19, não pudemos desfrutar de muitos momentos presenciais, mas através de nosso contato por redes sociais elas se fizeram presente conosco. Vocês duas foram indispensáveis para o resultado final deste projeto.

Ao nosso professor e coorientador Leonardo Brunno Silva de Lima deixamos o nosso muito obrigado pelo seu interesse em nosso projeto e sua disponibilidade em nos ajudar, neste momento temos plena certeza de que o mesmo foi a escolha certa como coorientador e foi fundamental para nossa caminhada.

A professora e nossa orientadora Alba Sandyra Bezerra Lopes agradecemos o ensino durante esses quatro anos de nossa jornada no IFRN, agradecemos por suas aulas e seus ensinamentos.

RESUMO

O presente projeto objetiva disponibilizar uma ferramenta para gerenciamento do consumo de energia elétrica. Desta maneira, foram pesquisados dados e ferramentas para desenvolver essa solução, tendo como conceito inicial sua elaboração em formato de sistema online. O projeto Pharus tem como objetivo contribuir para a economia de energia elétrica. O sistema foi idealizado no formato de sistema web de forma a ser acessível por meio de telefone celular e computador, visto que tanto o *smartphone* como o computador fazem parte da rotina diária da maioria dos brasileiros. A ferramenta age por meio de notificações, dicas de gerenciamento de gastos de energia e, principalmente, por meio de metas de consumo mensais, estipuladas pelo usuário. Essas metas servem para monitorar sua atividade referente ao consumo de energia, estimulando a economia financeira. O sistema Pharus atua também por meio de dados de consumo coletados do usuário através da ferramenta de simulação de aparelhos eletrônicos, que serve como integração para as demais áreas da aplicação. Todos esses dados, após serem recebidos, são tratados, analisados e expostos na interface de maneira simplificada. A interface exibirá para o usuário informações como o quanto foi gasto no dia, quanto ele consumiu percentualmente ou quanto ele extrapolou o limite de consumo. Por meio dessas ações busca-se ajudar a população na economia financeira e na redução do consumo de energia elétrica, ao passo que se espera contribuir na conscientização e preservação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Elétrica. Gerenciamento. Economia. Consumo. Aplicação web.

ABSTRACT

This project aims to provide a tool for managing electricity consumption. In this way, data and tools were researched to develop this solution, having as its initial concept its elaboration in online system format. The Pharus project aims to contribute to electricity savings. The system was designed in the format of a web system in order to be accessible by cell phone and computer, since both the smartphone and the computer are part of the daily routine of most Brazilians. The tool acts through notifications, energy management tips and, mainly, through monthly consumption targets, stipulated by the user. These goals serve to monitor your activity regarding energy consumption, stimulating financial savings. The Pharus system also acts through consumption data collected from the user through the electronic device simulation tool, which serves as an integration for the other areas of the application. All these data, after being received, are treated, analyzed and exposed in the interface in a simplified way. The interface will show the user information such as how much was spent on the day, how much he consumed in percentage or how much he exceeded the consumption limit. Through these actions, the aim is to help the population in the financial economy and in the reduction of electricity consumption, while it is expected to contribute to environmental awareness and preservation.

KEYWORDS: Electricity. Management. Economy. Consumption. Web application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casos de uso do sistema (módulo do usuário)	23
Figura 2 - Casos de uso do sistema (módulo do administrador)	24
Figura 3 - Canvas do projeto.....	25
Figura 4 - Diagrama de entidade relacionamento do sistema Pharus.....	26
Figura 5 - Diagrama relacional do sistema Pharus.....	26
Figura 6 - Diagrama com tabelas do banco de dados.....	27
Figura 7 - Página com exemplo de atualização de dados.....	28
Figura 8 - Wireframe da página inicial.....	30
Figura 9 - Wireframe da página de metas.....	31
Figura 10 - Gráfico do consumo diário.....	32
Figura 11 - Gráfico do consumo diário após modificações no design.....	33
Figura 12 - Página de definição de metas de gastos.....	33
Figura 13 - Recorte da tela de seleção de horário para notificações.....	34
Figura 14 - Notificação aparecendo na tela.....	35
Figura 15 - Recorte da tela que exibe gráfico de consumo por hora.....	36
Figura 16 - Página que exibe a faixa de gasto sugerida.....	36
Figura 17 - Recorte da tela de inserção de dados.....	37
Figura 18 - Página de dicas.....	38
Figura 19 - Paleta de cores do sistema.....	38
Figura 20 - Logo final do projeto Pharus.....	39
Figura 21 - Representação do tema 1 (padrão).....	40
Figura 22 - Representação do tema 2 (modo noturno).....	40
Figura 23 - Ilustrações do sistema.....	41
Figura 24 - Atalhos de acessibilidade.....	42
Figura 25 - Avaliação do ASES.....	42
Figura 26 - Erro de responsividade.....	50
Figura 27 - Página de ideal de consumo.....	51
Figura 28 - Conjunto de testadores da primeira e segunda fase.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Participação das energias renováveis na matriz energética primária, 2040	14
Gráfico 2 - Matriz Elétrica Brasileira 2019.....	15
Gráfico 3 - Consumo final de energia no Brasil, 2012-40.....	15
Gráfico 4 - Emissões de CO2 relacionadas com a energia no Brasil, 2012-40.....	16
Gráfico 5 - Matriz de geração elétrica 2040.....	16
Gráfico 6 - Emissões globais de CO2 relacionadas com a energia.....	17
Gráfico 7 - Consumo de energia elétrica durante a pandemia (2020).....	18
Gráfico 8 - Filtragem de dados.....	45
Gráfico 9 - Avaliação da ferramenta de metas.....	46
Gráfico 10 - Avaliação da ferramenta de ideal de consumo.....	47
Gráfico 11 - Avaliação do simulador de consumo.....	48
Gráfico 12 - Avaliação da usabilidade após melhorias.....	52
Gráfico 13 - Avaliação do simulador de consumo após melhorias.....	53

LISTA DE SIGLAS

CRUD	Create, Read, Update and Delete
AJAX	Asynchronous JavaScript And XML
ANEEL	Agência nacional de energia elétrica
ASES	Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios
CSS	Cascading Style Sheets
EPE	Empresa de pesquisa energética
EJ	Exajoule
HTML	HyperText Markup Language
IEA	International Energy Agency
JS	JavaScript
JSON	JavaScript Object Notation
PHP	PHP: HyperText Preprocessor
RF	Requisito funcional
RNF	Requisito não funcional
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	PROBLEMÁTICA	10
1.2	JUSTIFICATIVA	11
1.3	HIPÓTESES	11
1.4	OBJETIVOS	12
1.4.1	Objetivo geral	12
1.4.2	Objetivos específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	CONSUMO E MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	13
2.2	CONSUMO EM MEIO À PANDEMIA DE 2020	17
3	METODOLOGIA	19
3.1	ESTUDO DE CASO	19
3.1.1	Coleta de dados	19
3.1.2	Análise de dados	20
4	DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO	21
4.1	REQUISITOS E CASOS DE USO DO SISTEMA	21
4.2	CONSTRUÇÃO DO BACK-END E BANCO DE DADOS	27
4.3	CONSTRUÇÃO DO FRONT-END	29
4.4	VERSIONAMENTO E HOSPEDAGEM DO SISTEMA	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1	PRIMEIRA FASE DE TESTES DO SISTEMA	44
5.2	MODIFICAÇÕES NO SISTEMA APÓS TESTES INICIAIS	49
5.3	SEGUNDA FASE DE TESTES DO SISTEMA	51
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A	57
	APÊNDICE B	58
	APÊNDICE C	60

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial dos equipamentos eletrônicos vem se tornando cada vez mais acessível. Esse fato está atrelado à cultura consumista que vem se instalando na sociedade global, gera uma crescente onda na compra e uso de equipamentos eletrônicos, tais como: smartphones, televisores, chuveiro elétrico, ar condicionado, entre outros. O uso desses equipamentos contribui para o aumento considerável do consumo de energia da população, e consequentemente aumentando os impactos ambientais relacionados ao crescimento na produção de energia elétrica. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2019a) existe previsão de um acréscimo no consumo de energia de aproximadamente 3,6% no Sistema Interligado Nacional (SIN) ao ano pelos próximos cinco anos.

Propõe-se então uma aplicação web que atue no problema abordado de maneira eficaz e prática, sendo direcionado tanto às residências quanto aos comércios e indústrias. Já que as três classes representam juntas mais de 80% de toda energia consumida no Brasil, segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2018). Desse modo, com os usuários tendo um melhor gerenciamento de seu consumo, poderão utilizar a energia elétrica de maneira mais consciente. Conseguindo assim, um o controle sobre como empregar esse recurso no seu dia a dia de maneira reduzida.

1.1 PROBLEMÁTICA

É evidente a existência de uma relação diretamente proporcional entre a energia consumida e a energia produzida, uma vez que, para que se atenda a uma grande demanda de consumo de energia elétrica é fundamental que mais energia seja produzida, desta maneira, alavancando a construção de novas fontes energéticas. Mais de 60% da energia brasileira provém das hidrelétricas (MORAN *et al.*, 2018), isso se deve ao grande porte hídrico do país que torna esse tipo de fonte energética mais viável. Sendo assim, mais fontes hidrelétricas são implementadas para suprir o crescente aumento no consumo. Segundo dados do Centro de Ensino

e Pesquisa Aplicada - USP (2019) a construção dessas novas fontes acarretam diversos problemas ambientais, tais como o desmatamento das áreas próximas, o deslocamento das residências no entorno, inundação de áreas verdes, poluição do ambiente e morte de muitos animais silvestres. Outro problema é a contaminação por mercúrio, como aconteceu na construção de um conjunto de hidrelétricas na bacia do rio Tapajós, no Pará. Contaminação esta que foi denunciada pelo ex-superintendente regional de saúde e neurocirurgião Erik Jennings (FARAH, 2016).

1.2 JUSTIFICATIVA

Baseado na problemática abordada e em todos os seus impactos negativos, sendo eles ambientais, sociais e/ou econômicos, resolveu-se implementar um sistema web que pudesse amenizar tais problemas, aproveitando as oportunidades que se tiveram no Instituto Federal. Cada utilizador do sistema poderá gerenciar melhor o seu consumo de energia a partir disto, amenizando assim o impacto ambiental e econômico alavancado pelas grandes usinas produtoras de energia. Além de proporcionar ao usuário uma experiência de conscientização e redução de gastos. Logo, a conclusão desse projeto será de fundamental importância para a sociedade, visto a necessidade de um sistema para auxiliar no consumo de energia e em diminuir os impactos ambientais relacionados a isto.

1.3 HIPÓTESES

Inicialmente a aplicação web irá contribuir para conscientizar os indivíduos acerca de seu consumo de energia. A partir disso espera-se que ocorra uma diminuição no consumo e geração de energia, e redução de danos ambientais provenientes da mesma. Mediante a disponibilização da ferramenta web proposta, espera-se que o gerenciamento do consumo de energia do usuário possa ser melhorado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

O projeto Pharus tem por objetivo geral desenvolver um sistema que atue no intuito de melhorar o gerenciamento individual do consumo de energia. Sistema que agirá através do acompanhamento dos dados de consumo do usuário. O projeto se empenha também em reduzir danos ambientais a partir de ações de conscientização, para que assim haja um ambiente menos propício a problemas naturais, contribuindo para a qualidade de vida e bem estar físico e mental do ser humano.

1.4.2 Objetivos específicos

- Ampliar a base de dados, discussão e o conhecimento acerca da problemática estudada;
- Gerar autonomia para o usuário visando um consumo mais inteligente de energia;
- Reduzir gastos financeiros e impactos ambientais provenientes dos métodos convencionais de produção de energia;
- Incentivar a conscientização do usuário para um consumo eficiente de energia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão discorridos os principais pontos do embasamento teórico, sendo eles relativos à matriz energética brasileira, ao consumo de energia tanto antes quanto durante a pandemia e aos problemas atrelados ao aumento desse consumo.

Para a formulação do referencial teórico realizou-se uma pesquisa exploratória com base em artigos oficiais da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e da International Energy Agency (IEA), sendo feito um levantamento dos dados relevantes para o projeto de modo que atendessem mais à temática discorrida.

2.1 CONSUMO E MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

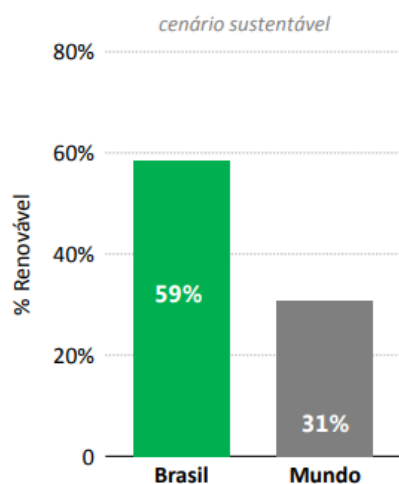
O controle do quanto de energia você consome é algo de extrema importância numa sociedade que está assolada por problemas ambientais, tais como o aquecimento global, catástrofes, esgotamento dos recursos naturais e outros. Além do mais, atrelado a tal cenário do cotidiano, a cada dia que se passa a eletricidade está mais presente, causando o aumento no consumo de energia.

Contudo, apesar da implementação de sistemas mais econômicos em algumas máquinas, ainda assim as residências continuam consumindo ainda mais energia devido ao grande aumento da dependência e uso desses aparelhos no dia a dia, seja para a refrigeração e iluminação de um ambiente; aquecimento e conservação de um alimento ou até mesmo para fins de lazer ou outras atribuições.

Em outras palavras, o quanto se passa a economizar em certas máquinas está sendo inferior ao crescente aumento de tempo em que as está utilizando, sendo tal premissa visualizada na intensificação da compra de aparelhos eletrônicos. Também é destacada a expansão dos métodos renováveis de produção de energia, o que é um ponto de extrema importância, pois assim técnicas não renováveis como o da extração do petróleo, que representava cerca de 50% de toda nossa produção de energia nos anos 70 foi se tornando menos praticada, elevando assim o padrão da matriz energética brasileira, podendo chegar a cerca de 59% de nossa produção de energia sendo renovável em 2040, segundo dados da International Energy

Agency (IEA), de 2003, como mostra o gráfico 1, entretanto isso não viabiliza um consumo exacerbado.

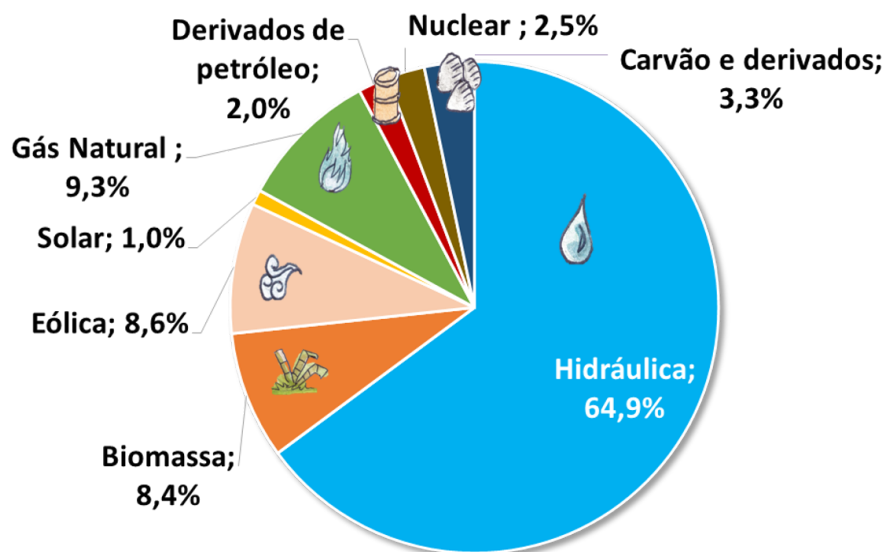
Gráfico 1 - Participação das energias renováveis na matriz energética primária, 2040.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2019b).

Analisando a matriz energética brasileira notou-se que, devido ao grande porte hídrico brasileiro, a maior parte da energia provém das hidrelétricas, cerca de 64,9%, dado proveniente do Balanço Energético Nacional realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), de 2020, explícito no gráfico 2, o que substitui a geração de energia a partir de materiais fósseis. Todavia, apesar da geração de energia hidráulica ser renovável, ainda pode contribuir no desgaste do meio ambiente quando produzida em grande demanda, como foi visto nas últimas décadas.

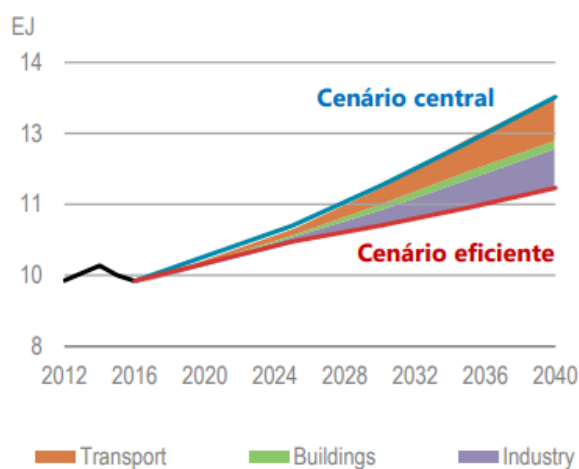
Gráfico 2 - Matriz Elétrica Brasileira 2019.



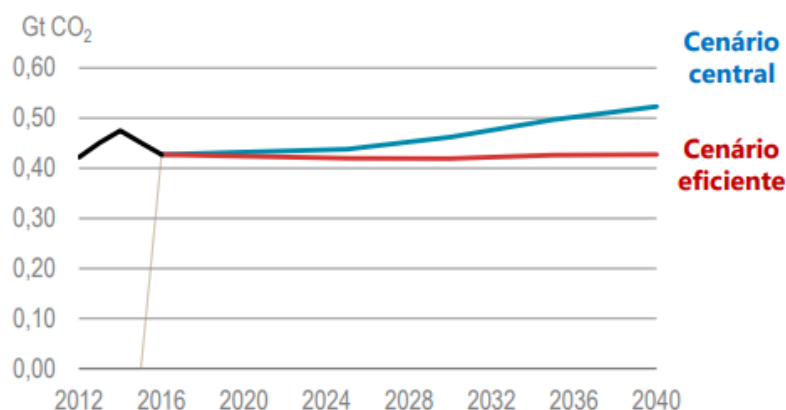
Fonte: Balanço Energético Nacional (2020).

É notório que nos próximos anos a carga energética do Brasil irá subir bastante em decorrência de fatores como o crescimento populacional, exposto no gráfico 3, contudo o país possui um grande potencial nas energias renováveis, de acordo com a International Energy Agency (IEA), o Brasil poderia evitar 2EJ (Exajoule) de consumo de energia adicional em 2040, sendo assim, as emissões de CO₂ se manteriam no mesmo nível em 2040 que as atuais, o que está expresso no gráfico 4.

Gráfico 3 - Consumo final de energia no Brasil, 2012-40.



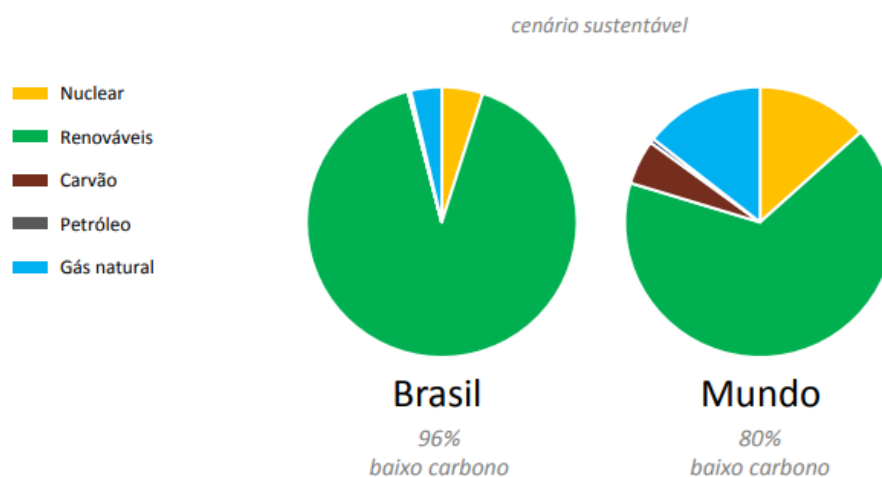
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2019b).

Gráfico 4 - Emissões de CO₂ relacionadas com a energia no Brasil, 2012-40.

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2019b).

A energia de baixo carbono, isto é, as renováveis e nuclear, também tendem a ter maior participação na matriz de geração elétrica brasileira, sendo superior ainda à média de consumo de outros países como pode-se notar com base no gráfico 5.

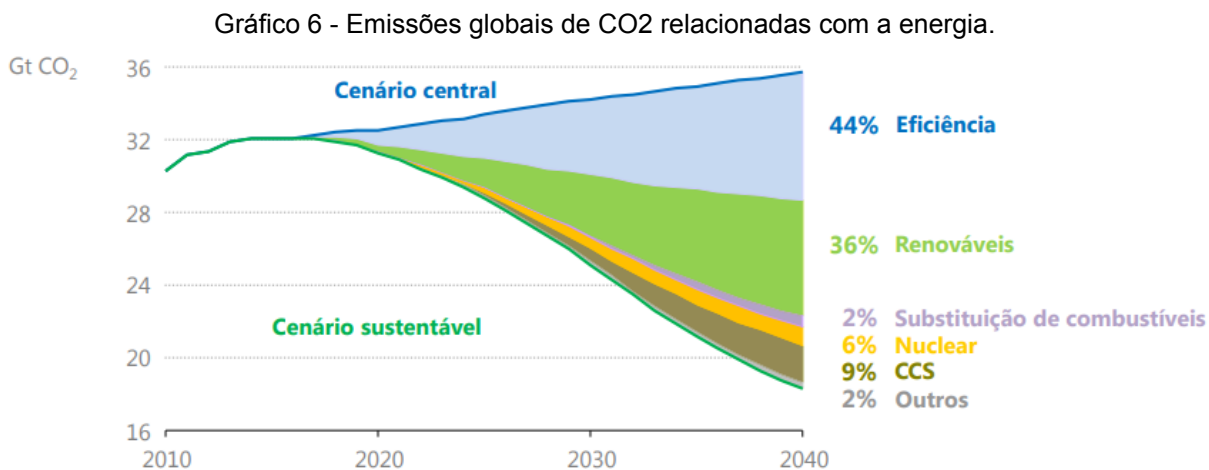
Gráfico 5 - Matriz de geração elétrica 2040.



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2019b).

Além do mais, o problema da emissão do gás carbônico, fator que implica diretamente no ambiente, está não apenas ligado à quantidade de energia produzida, mas também à seu meio de produção, destarte o uso de outras tecnologias pode chegar a reduzir grandemente essa emissão, sendo fontes

renováveis responsáveis pela redução de 36% das emissões de CO₂ atreladas à produção de energia até 2040, como é possível analisar no gráfico 6.



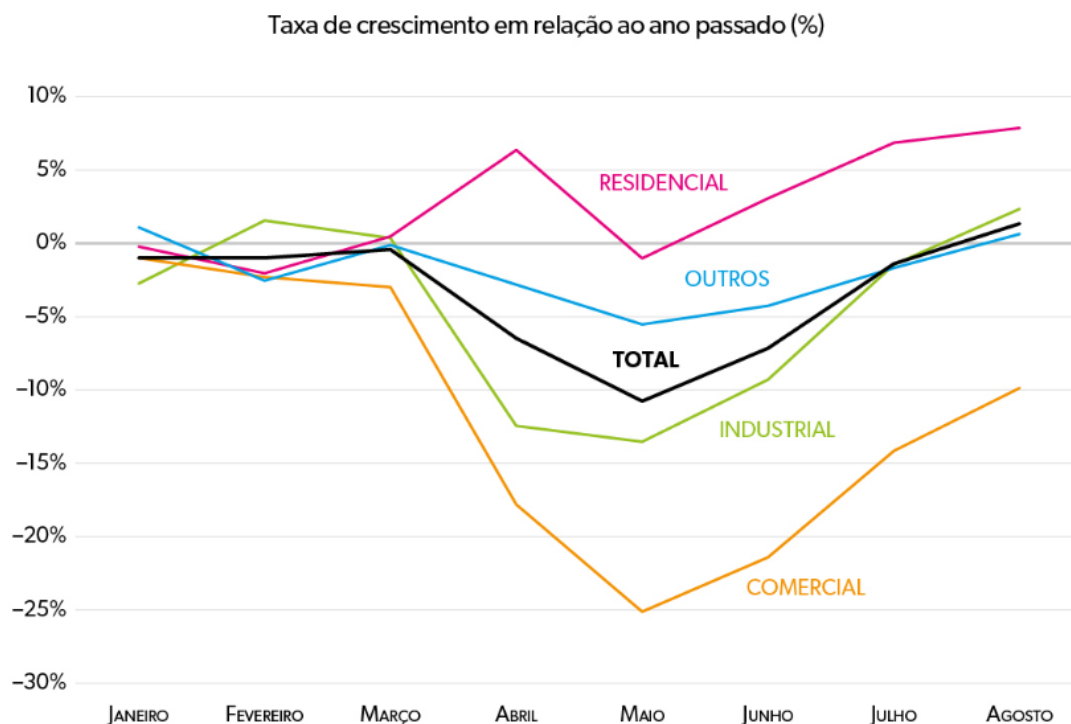
Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2019b).

A pesquisa e desenvolvimento de novas fontes energéticas continuam, bem como os métodos de gerenciamento de energia, tendo sempre em vista a problemática da poluição do meio ambiente, que é algo de extrema relevância no cenário global. Sabe-se que houve um grande progresso nas últimas décadas no que diz respeito à produção de energias alternativas e que isso tende a melhorar, todavia, não se pode afirmar com exatidão como estará o mundo daqui a alguns anos, o que têm-se é uma noção prévia a partir das informações estudadas e repassadas diariamente em jornais, artigos ou mesmo nas mídias sociais.

2.2 CONSUMO EM MEIO À PANDEMIA DE 2020

Durante a pandemia da Covid-19, foi possível perceber que o consumo de energia mudou em todas as áreas da sociedade, seja no meio industrial, comercial ou residencial. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2020), nos dois primeiros setores apresentou-se uma queda no consumo de até 13% e 25% respectivamente, enquanto o setor residencial apresentou um crescimento de mais 5% durante o ano, como mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 7 - Consumo de energia elétrica durante a pandemia (2020).



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2020).

Destarte, decorrente de fatores como o isolamento, que obrigou o fechamento de diversos empreendimentos, as pessoas passaram a depender maior parte do seu tempo dentro de casa, fazendo uso, desse modo, de equipamentos domésticos por mais tempo e aumentando grandemente o consumo residencial, explicando assim o aumento apenas no meio residencial.

3 METODOLOGIA

Ao longo dessa seção será apresentada a metodologia utilizada durante as fases de execução do projeto Pharus e como se deram os processos de desenvolvimento desde o conceito inicial da ferramenta e estudo da problemática, partindo da sua relevância para a comunidade e o seu contexto social até a pesquisa, coleta de dados auxiliares além da análise destes dados.

3.1 ESTUDO DE CASO

Visando a problemática em questão se decidiu através de um planejamento inicial a frequência das reuniões e como se daria o planejamento das fases necessárias para o desenvolvimento do projeto. A partir desse princípio decidiu-se dedicar tempo para realizar uma apuração das necessidades da comunidade, a qual será a principal beneficiada com a realização e conclusão do projeto. Em vista disso, coletaram-se dados mediante entrevistas realizadas de forma online através do Google Forms (GOOGLE LLC, 2020). Foram também realizadas pesquisas bibliográficas por meio da internet para aprofundar o conhecimento do grupo acerca da problemática objetivando um melhor embasamento teórico do conteúdo.

3.1.1 Coleta de dados

Inicialmente houve um diálogo entre o grupo desenvolvedor do projeto e a comunidade, pelo qual foi realizada uma pesquisa no final do primeiro semestre de 2019, durante um período de quatro semanas com um seletivo grupo de 39 pessoas para explorar melhor as opiniões do público-alvo. As entrevistas foram realizadas através de um formulário elaborado por meio do Google Forms (GOOGLE LLC, 2020) e disponibilizado de forma online. Desta forma, o formulário, que se encontra no apêndice A deste documento, conta com três perguntas quantitativas acerca do consumo de energia dos entrevistados. De maneira geral, através das perguntas, procurou-se localizar a faixa etária do público alvo e compreender o básico sobre

possíveis usuários do sistema. As três perguntas são respectivamente: “Qual a sua idade?”, “Você acha que tem controle sobre o consumo de energia em sua casa ou informações suficientes relacionadas ao seu gasto de energia mensal/diário?” e “Você e seus familiares consomem energia em que proporção?”.

Foram estudados também os dados que discorrem a respeito do elevado consumo de energia no país. Através dessas pesquisas foi objetivado primariamente a realização da leitura de documentos oficiais que foram emitidos por órgãos responsáveis por analisar dados a respeito do consumo, tais como: EPE e ANEEL. Um outro ponto fundamental para o embasamento teórico foi a consulta e utilização de artigos científicos de pesquisadores que já discutiam sobre utilização de energia elétrica. Através destes artigos tornou-se possível conhecer melhor a problemática estudada e coletar dados e gráficos acerca do presente e projeções futuras.

3.1.2 Análise de dados

Tomando como base as respostas que foram obtidas no formulário inicial, tornou-se possível notar que apenas 23,1% das pessoas afirmam ter controle ou informações suficientes sobre o consumo de energia de sua residência. Além disso, 56,4% dos entrevistados afirmaram que gastam um valor superior a 150 (cento e cinquenta) reais mensalmente com a conta de energia elétrica em suas casas. Considerando que o salário mínimo no ano de 2019, quando foi realizada a pesquisa, era de 998 reais, 150 reais correspondiam a 15% do salário. Valor que pode ser também traduzido como mais de um sétimo do salário gasto mensalmente com energia elétrica.

Em relação aos artigos científicos analisados percebeu-se que a situação do consumo de energia não é, e nem se aproxima da situação ideal, e dela decorrem sérios problemas ambientais já mencionados no decorrer do presente documento. Nessa perspectiva é notável que apenas em posse de tais informações e dados foi possível iniciar o desenvolvimento de um sistema socialmente relevante e eficaz.

4 DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO

Nesta seção serão apresentadas as principais ferramentas, linguagens e tecnologias que permitiram o desenvolvimento da aplicação, sejam elas relativas aos requisitos do sistema, *front-end* ou *back-end*.

Após a exploração da problemática, coleta, análise de dados e concepção inicial da ideia do sistema, as etapas de desenvolvimento da aplicação web foram definidas, sendo elas: o levantamento dos requisitos, criação do banco de dados, construção da interface, integração do *back-end* e *front-end*. Por meio desse processo buscou-se seguir passos coerentes que facilitassem o progresso e amadurecimento do projeto.

4.1 REQUISITOS E CASOS DE USO DO SISTEMA

Na elicitação de requisitos foram listados, após a aplicação do primeiro formulário e estudo da problemática, os recursos funcionais e não funcionais que deveriam estar presentes na aplicação. Foi discutido o que a arquitetura de software deveria levar em consideração no planejamento do sistema. As tabelas 01 e 02 apresentam essas informações separando os requisitos de acordo com as nomenclaturas de requisito funcional (RF) e requisito não funcional (RNF).

Tabela 01 - Requisitos funcionais do sistema.

Requisito	Título	Descrição
RF01	Definição de meta de consumo	Definir em reais quanto gostaria de gastar com a conta de energia elétrica no próximo mês.
RF02	Ideal de consumo	Formulário contendo perguntas para identificar a faixa de gasto adequada para a rotina de uso de equipamentos eletrônicos do usuário.
RF03	Gráficos consumo	O sistema deverá compilar os dados necessários para exibir os gráficos relativos ao consumo do usuário.
RF04	Atualização de dicas	O sistema deverá exibir novas dicas de conscientização quando o usuário solicitar essa atualização através de um botão.
RF05	Atualização de dados	O usuário poderá alterar seus dados pessoais, como e-mail e o estado em que reside.

Fonte: autoria própria, 2020.

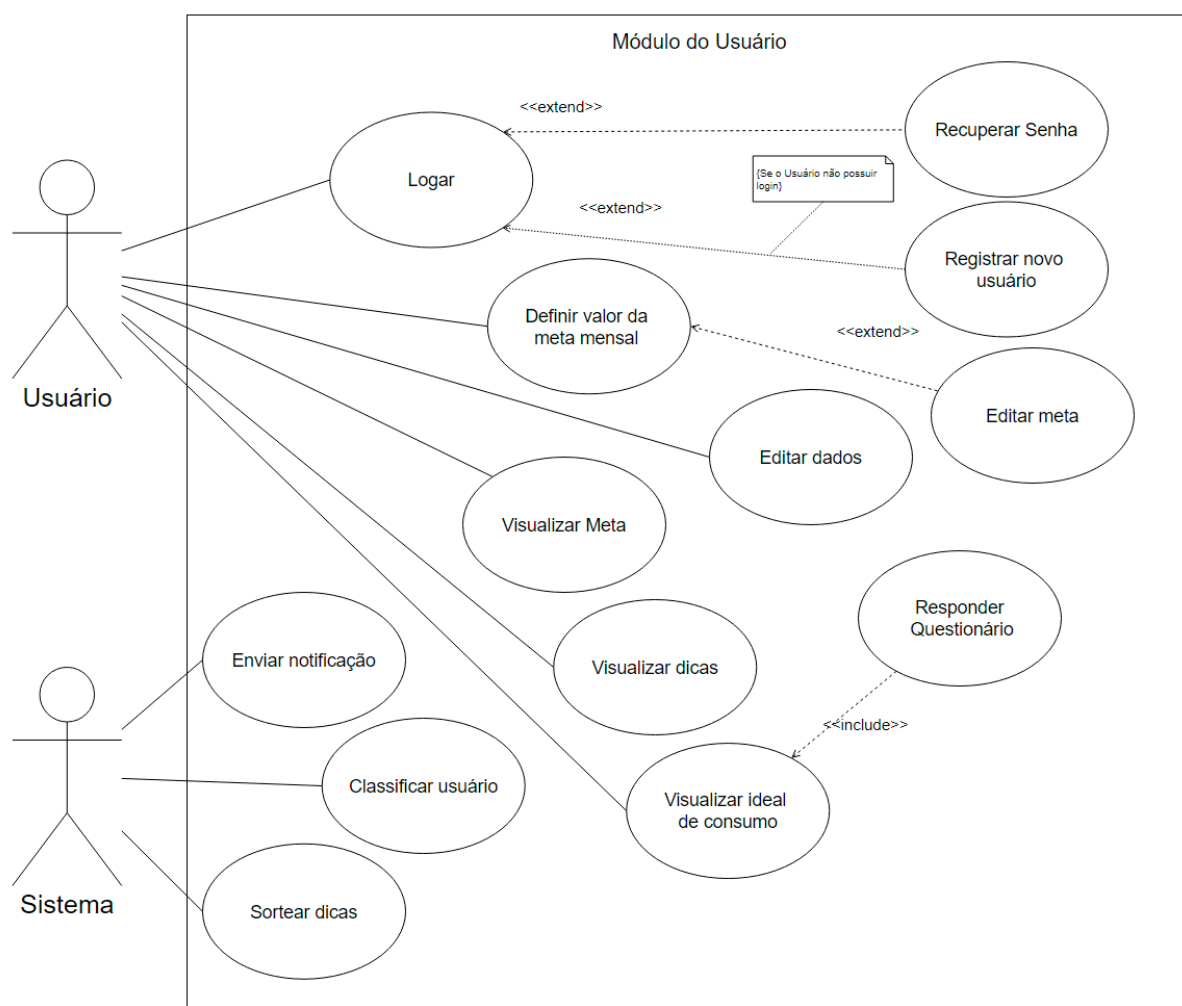
Tabela 02 - Requisitos não funcionais do sistema.

Requisito	Título	Descrição
RNF01	Plataforma <i>web</i>	O sistema será desenvolvido em forma de aplicação <i>web</i> .
RNF02	Responsividade para <i>mobile</i>	O desenvolvimento da aplicação contemplará a responsividade visando dispositivos <i>mobile</i> .
RNF03	Acessibilidade	O sistema deverá ser acessível para deficientes visuais.

Fonte: autoria própria, 2020.

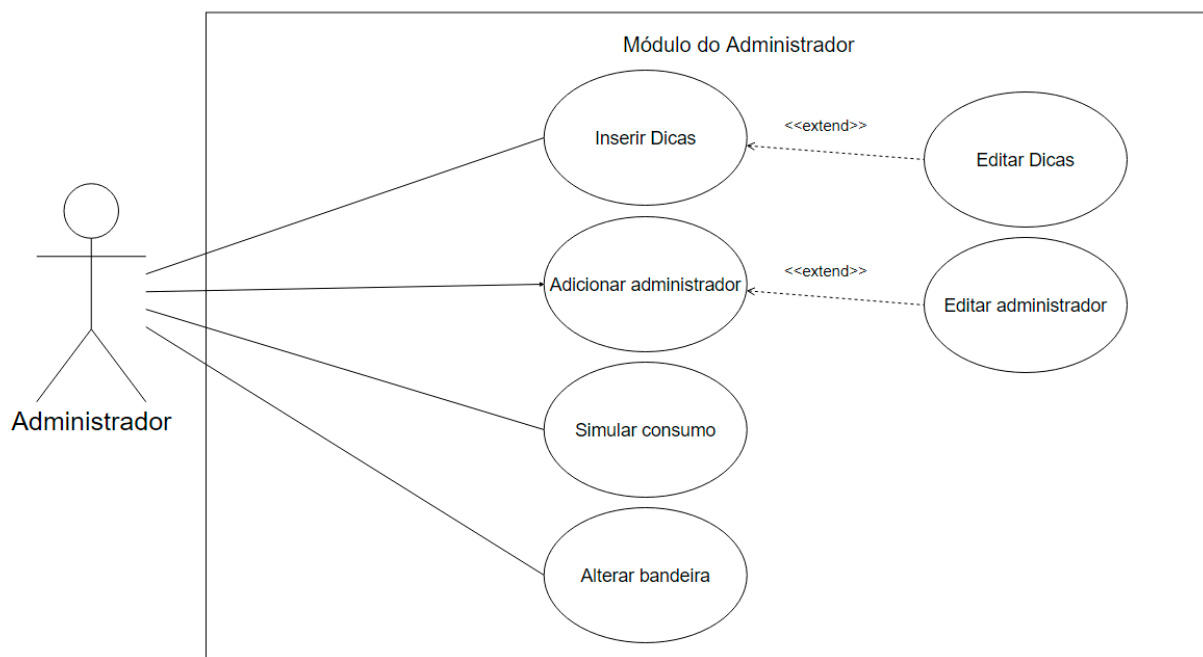
De acordo com os atributos necessários elencados criou-se o diagrama de casos de uso, o qual é apresentado nas figuras 1 e 2. O Diagrama é dividido em dois blocos e conta com três atores. Sendo eles o usuário, o administrador do sistema e o próprio sistema. O primeiro bloco descreve a interação do usuário e o retorno do sistema de acordo com determinadas ações. Já o módulo de administração dedica-se a apresentar funções relativas aos administradores e como estes podem realizar alterações mediante o dashboard.

Figura 1 - Casos de uso do sistema (módulo do usuário).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Figura 2 - Casos de uso do sistema (módulo do administrador).



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Para organizar de forma centralizada as informações e outros elementos relevantes para o prosseguimento e estruturação do sistema foi elaborado um *canvas* do projeto, o qual pode ser observado na figura 3, e foi importante para o gerenciamento do desenvolvimento e organização do grupo e sub etapas de construção.

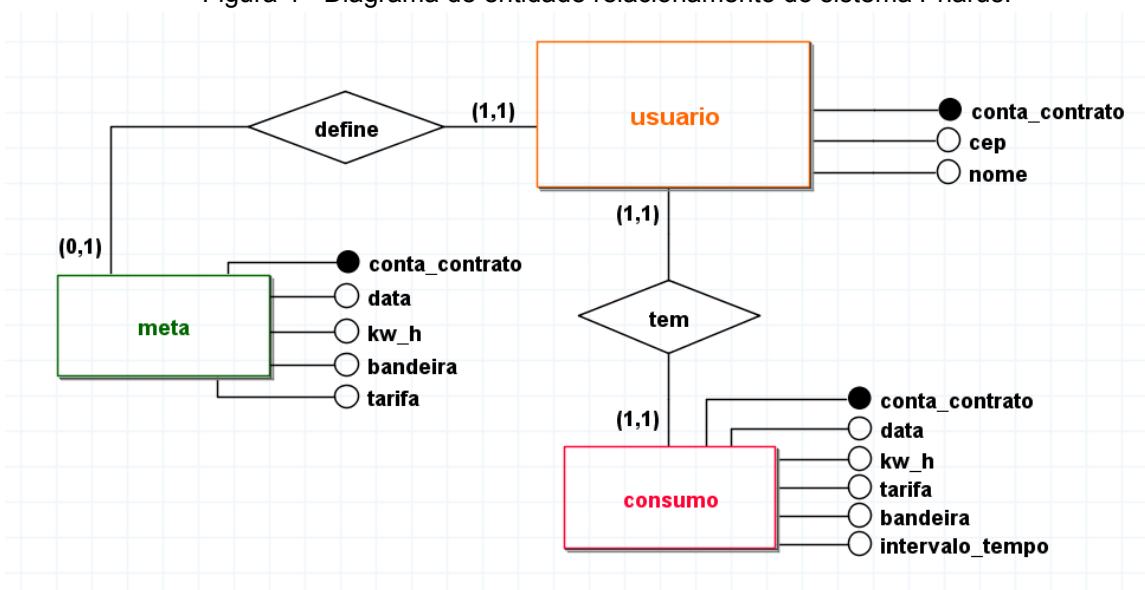
Figura 3 - Canvas do projeto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Pressupondo a importância fundamental das relações entre as classes deu-se a criação de um diagrama de entidade relacionamento por meio da ferramenta brModelo (2021). O diagrama apresenta as principais entidades que deveriam ser levadas em consideração na criação do banco de dados do sistema. A figura 4 apresenta o diagrama de entidade relacionamento do sistema Pharus explicitando de qual maneira as entidades usuário, meta e consumo se relacionam.

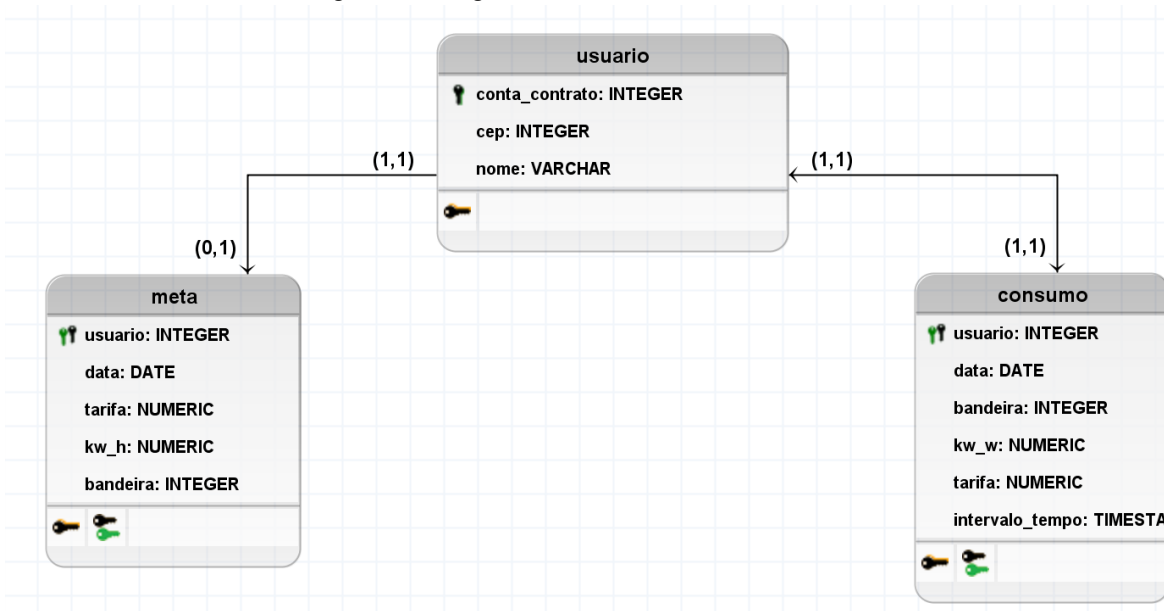
Figura 4 - Diagrama de entidade relacionamento do sistema Pharus.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Por meio do diagrama relacional, apresentado na figura 5, tornou-se possível construir e visualizar melhor a esquematização das classes e as chaves primárias e estrangeiras que seriam futuramente transferidas para o banco de dados.

Figura 5 - Diagrama relacional do sistema Pharus.



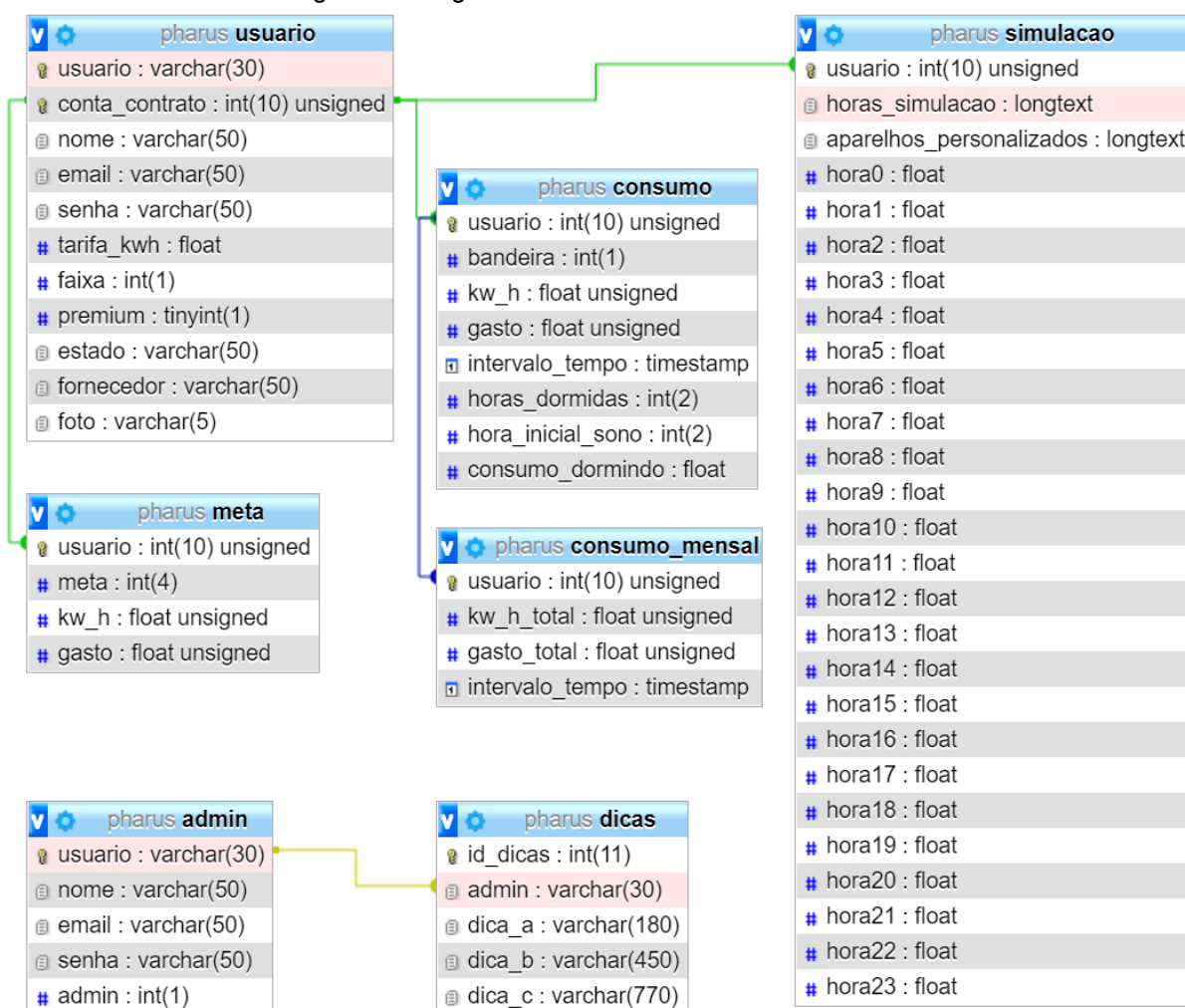
Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

4.2 CONSTRUÇÃO DO BACK-END E BANCO DE DADOS

A construção das relações e tabelas do banco de dados do sistema, demonstradas na figura 6, foi inicialmente norteada pelo diagrama relacional. Entretanto, com o objetivo de realizar melhorias no sistema, a modelagem do banco de dados se distanciou um pouco do diagrama relacional à medida que passou a armazenar outros dados. Dados estes, que não haviam sido incluídos durante a modelagem do diagrama relacional, o que ocasionou um aumento da complexidade do banco de dados.

Foi utilizado MySQL para criar o banco de dados do sistema. Constituído por sete tabelas agrupadas em dois módulos, sendo o primeiro referente à interação sistema-usuário e o segundo referente a interação administrador-sistema.

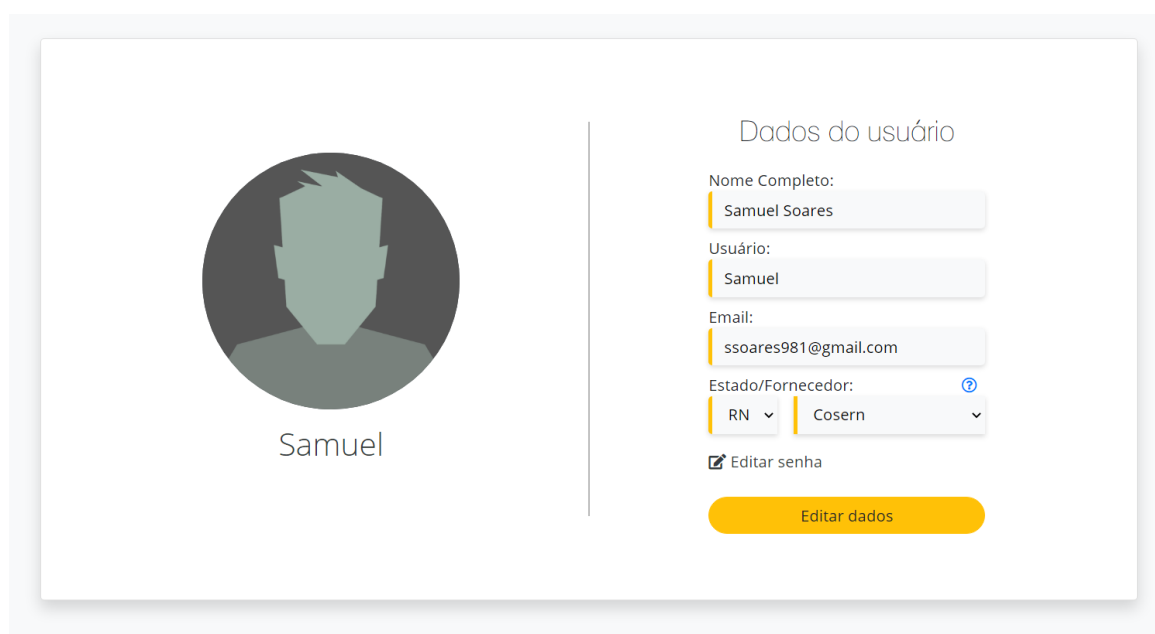
Figura 6 - Diagrama com tabelas do banco de dados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

As funcionalidades da conta do usuário que podem realizar alterações no banco de dados estão implementadas de acordo com o *CRUD* (*Create, Read, Update, Delete*). Existe a possibilidade de gravação de dados, nos momentos em que um novo cadastro é realizado ou quando novos dados são enviados por parte do usuário. A atualização dos dados cadastrados pode ser realizada através de determinadas páginas, como é o caso da página do usuário, apresentada na figura 7. Através dela é possível alterar nome de usuário, e-mail ou estado e distribuidora de energia, para casos de mudança de residência.

Figura 7 - Página com exemplo de atualização de dados.



Dados do usuário

Nome Completo:
Samuel Soares

Usuário:
Samuel

Email:
ssoares981@gmail.com

Estado/Fornecedor: ?
RN Cosern

Editar senha

Editar dados

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para a construção do *back-end*, a linguagem escolhida para programar as funções da aplicação foi PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) em sua versão 7.3 com a utilização do *framework CodeIgniter* na versão 3. A linguagem foi escolhida por ser popular, ter uma excelente documentação e suporte online, além de permitir fácil integração com o banco de dados.

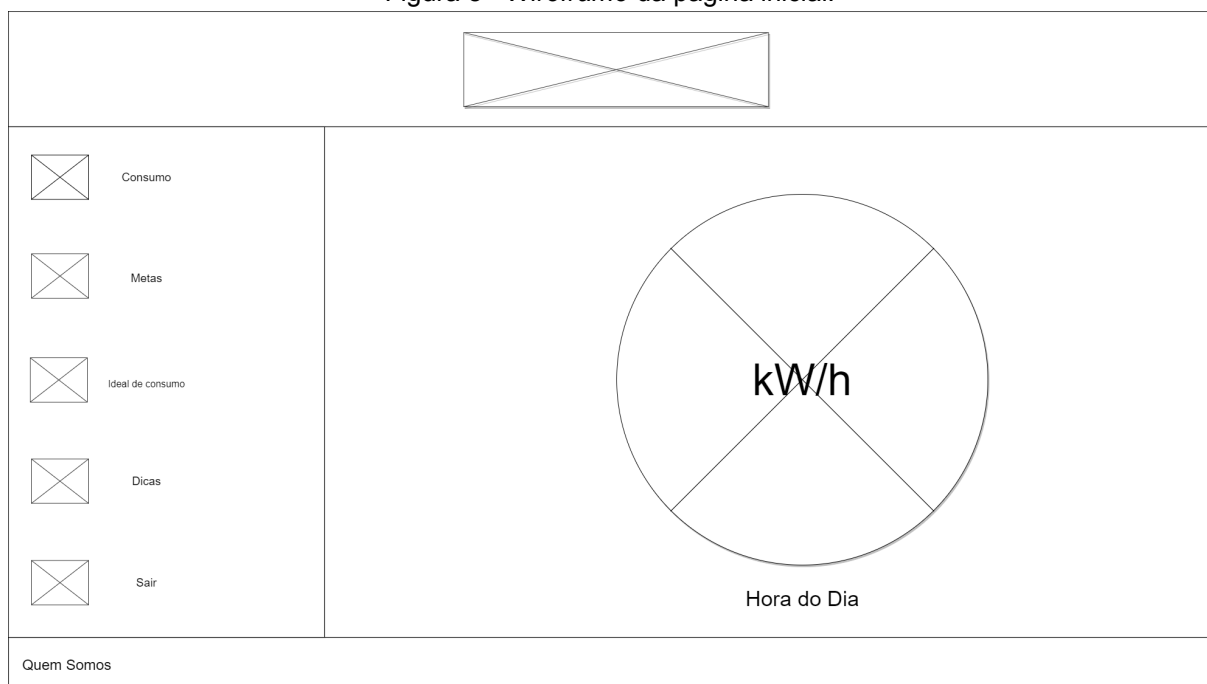
Através do uso do PHP e *CodeIgniter* criou-se a aplicação de forma modular, ou seja, o sistema foi totalmente dividido em partes menores para facilitar e agilizar a manutenção futura. As funções foram programadas também de forma modular

buscando agilidade e uma estrutura simplificada e concisa. A título de exemplo as próprias páginas do sistema se dividem em três módulos: o primeiro contempla o cabeçalho e menu, o segundo apresenta todo o conteúdo da página, e o terceiro abrange o rodapé. Destes três, o primeiro e o último são comuns a todas as páginas, permitindo assim um reuso e simplificação do código, tendo em vista que o cabeçalho, menu e rodapé foram escritos uma única vez e invocados quando necessário para completar a composição das páginas. Desse modo, qualquer mudança que precise ser realizada no cabeçalho ou rodapé é escrita apenas uma vez. Apenas o módulo de conteúdo é individual para cada página, facilitando modificações e correções de erros por ter seu tamanho reduzido.

4.3 CONSTRUÇÃO DO FRONT-END

A interface do sistema foi modelada inicialmente como um protótipo de baixa fidelidade em formato de *wireframe*, os quais foram elaborados através do uso da ferramenta online *Draw.io* (2021). A figura 8 apresenta o *wireframe* da tela inicial do sistema, que desde o princípio foi imaginada como uma área central que reuniria os principais dados e informações relevantes para o usuário. Foi planejado também um menu lateral que permitisse a fácil navegação entre as páginas do sistema. E em versão *mobile* o menu seria convertido para um menu sanduíche.

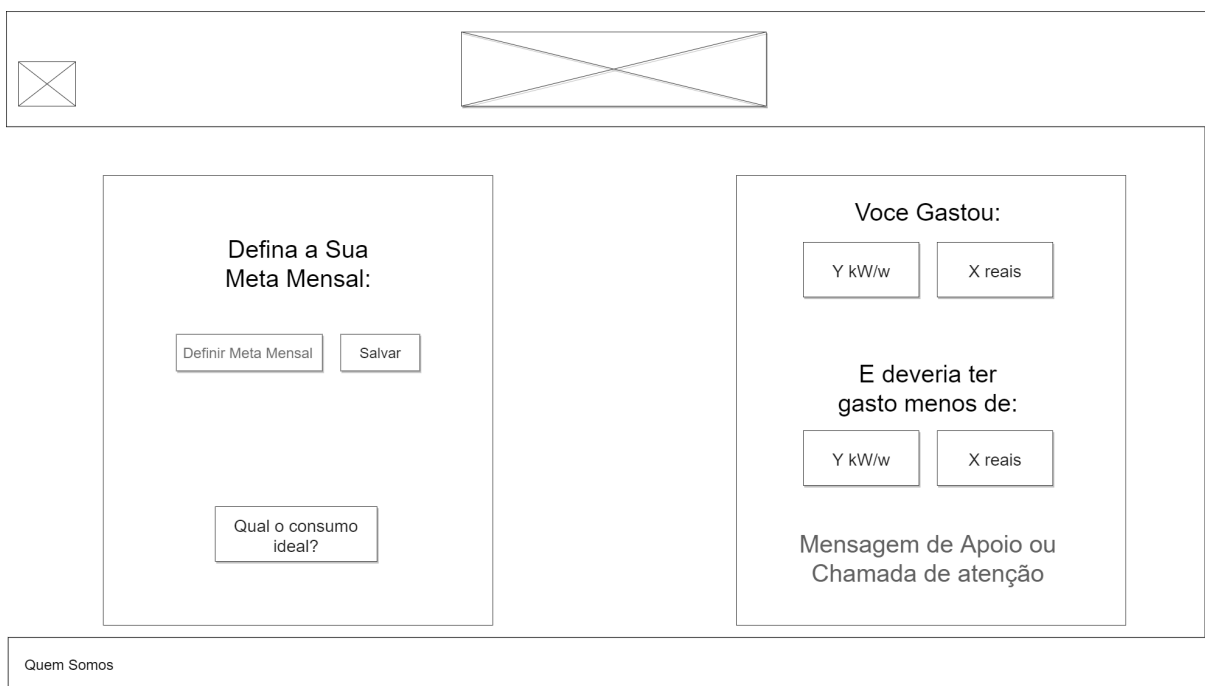
Figura 8 - Wireframe da página inicial.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A figura 9 apresenta o *wireframe* inicial da tela de metas, que tem como conceito fundamental, dar ao usuário a possibilidade de definir sua própria meta de consumo mensal, além de possuir uma área na qual seria possível ler uma mensagem de incentivo ou de alerta, a depender da situação de consumo na qual o usuário se encontra.

Figura 9 - Wireframe da página de metas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Tomando como base os *wireframes* partiu-se para o desenvolvimento do protótipo de alta fidelidade, no qual foram realizados ajustes ao longo de todo o desenvolvimento do projeto. A construção deste novo protótipo se deu unicamente por meio das tecnologias HTML (HyperText Markup Language) na versão 5, CSS (Cascading Style Sheets) na versão 3, e auxílio do *framework Bootstrap* para acelerar a estilização. Para criar as interações visuais entre usuário e sistema a linguagem JS (Javascript) foi utilizada, juntamente com a sua biblioteca jQuery.

Foi imaginado um design agradável, responsivo e sobretudo intuitivo, levando em consideração o público alvo, que é composto majoritariamente por indivíduos acima dos dezoito anos. As páginas da aplicação foram desenvolvidas visando exibir poucas informações e serem auto explicativas já que um dos objetivos é levar autonomia para o usuário.

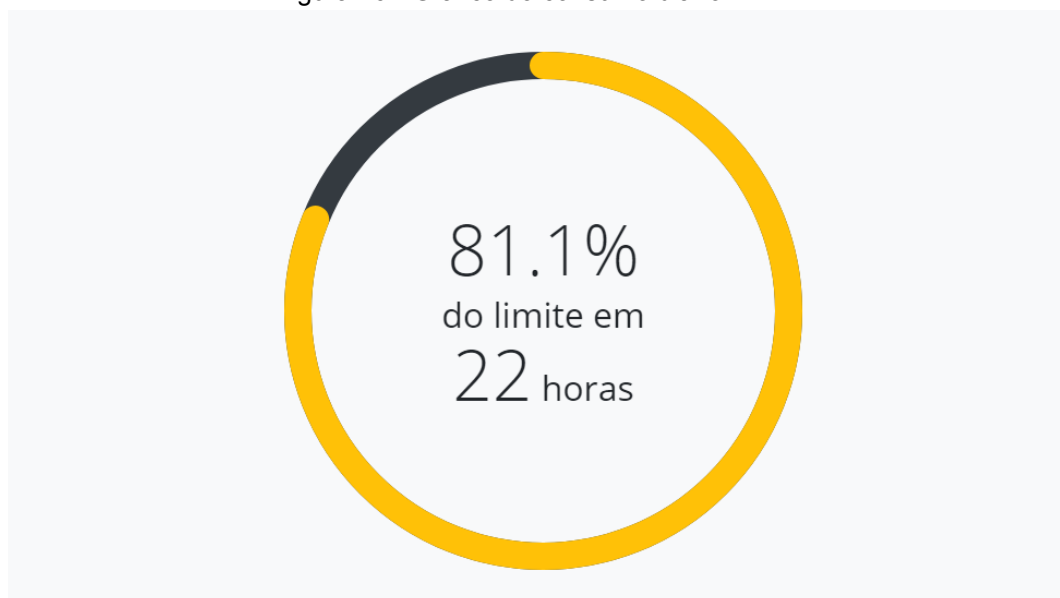
Como forma de monitoramento dos dados de consumo, um gráfico na tela inicial exibe de forma direta e prática o percentual do quanto de energia foi gasto no dia vigente, tomando como base a própria meta definida pelo usuário e sua simulação de consumo. O gráfico apresenta a porcentagem por escrito e a hora do

dia para que o usuário possa ter noção do avanço ao longo do dia. Quando o consumo diário é excedido a cor de destaque do gráfico se altera para um tom vermelho, sinalizando consumo demasiado, embora exista consumo acima do limite por um ou mais dias o usuário ainda pode alcançar sua meta se for atencioso quanto ao consumo dos demais dias e contrabalancear os valores.

Algumas alterações no design foram aplicadas visando uma simplificação de conteúdo e disposição de elementos. Como é possível notar a mudança no gráfico da página inicial do sistema, que está exemplificada nas figuras 10 (antes) e 11 (depois). Tal alteração deu-se em virtude de uma busca por explicitar o que realmente é essencial na perspectiva dos usuários.

Na primeira imagem existe uma falha de design ao apresentar os dados de forma desalinhada e destacar também a hora do dia, a qual compete com a porcentagem de consumo pela atenção do leitor. Na segunda imagem o alinhamento é corrigido e a porcentagem de consumo é apresentada ao centro por ser a informação mais relevante.

Figura 10 - Gráfico do consumo diário.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 11 - Gráfico do consumo diário após modificações no design.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O Pharus está centrado na ideia de que o próprio usuário possa desempenhar um papel ativo na sua economia, portanto, se faz necessário deixar claro em quais áreas o usuário tem poder de atuação. Como é o caso da página de metas apresentada na figura 12. Na mesma tela o utilizador do sistema encontra a opção de definir um horário para receber diariamente notificações acerca de seu consumo até o momento, como mostra a figura 13.

Figura 12 - Página de definição de metas de gastos.

A interface de usuário para a definição de metas de gastos. O layout é dividido em duas colunas por uma linha vertical.

Coluna da esquerda:

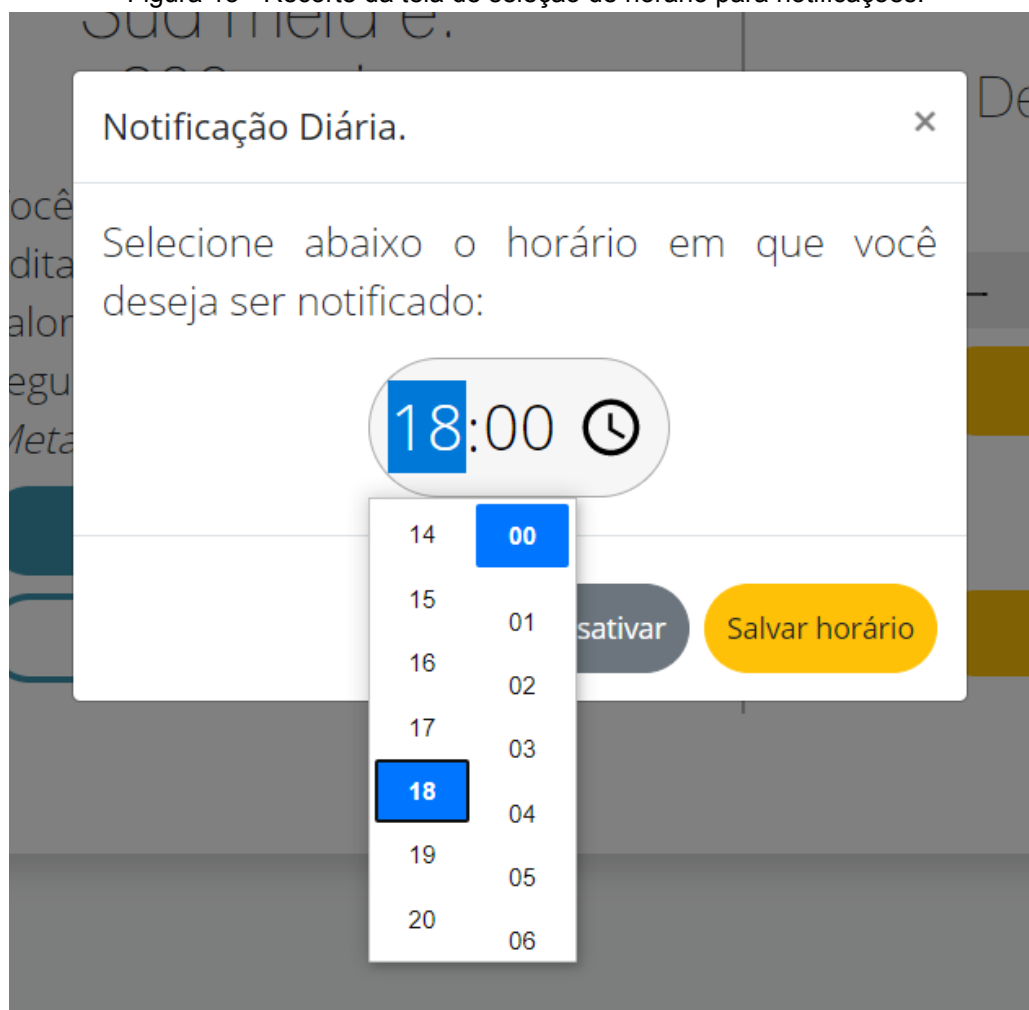
- Título: 'Sua meta é: 200 reais.'
- Texto explicativo: 'Você tem até cinco dias para editar sua meta. Para alterar o valor preencha o campo seguinte e clique em *'Editar Meta'* ao abaixo.'
- Botão azul: 'Me avise'
- Botão amarelo: 'Seu consumo está ótimo!'

Coluna da direita:

- Título: 'Deseja alterar a sua meta mensal?'
- Controle de valor: 'R\$ 200' com botões de menos (-) e mais (+) em cinza.
- Botão amarelo: 'Editar Meta'
- Botão amarelo: 'Qual o Consumo Ideal?'

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

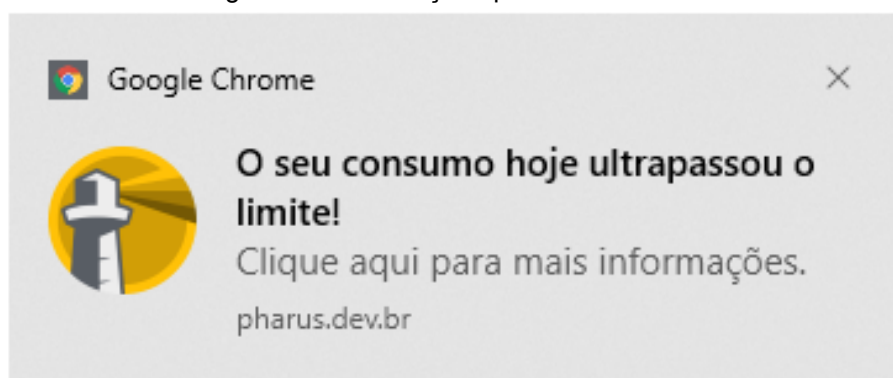
Figura 13 - Recorte da tela de seleção de horário para notificações.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Quando um horário para a notificação é definido, esta aparecerá no horário selecionado de igual modo as outras notificações via navegador, como exemplificada na figura 14, que apresenta a forma que o navegador Google Chrome (GOOGLE LLC, 2021) exibe a notificação.

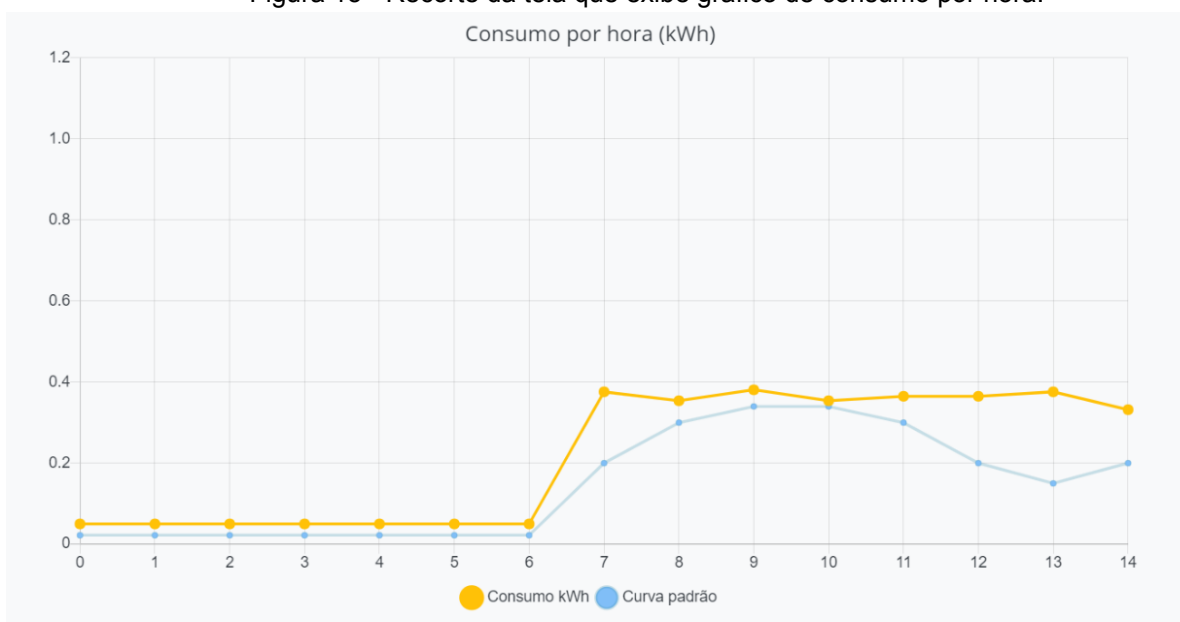
Figura 14 - Notificação aparecendo na tela.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para uma melhor visualização do gasto ao longo das horas do dia foi adicionado um gráfico dinâmico, através do qual o próprio usuário poderá observar os horários do dia que representam picos de consumo, assim espera-se que cada indivíduo se atente a tais horários durante o passar do dia. O gráfico faz uso da tecnologia JSON para transportar os dados entre as páginas da aplicação. A figura 15 apresenta uma simulação de consumo feita com base em dados de aparelhos e potências reais fornecidos pelo usuário, associados a dados sobre a rotina que ajudam a refinar cada marcação no gráfico. O eixo X marca o passar das horas enquanto o eixo Y marca o consumo em kWh. Enquanto a linha amarela sinaliza o consumo do próprio usuário, a linha azul exhibe o consumo padrão de energia dos brasileiros ao longo do dia.

Figura 15 - Recorte da tela que exibe gráfico de consumo por hora.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para ajudar os usuários a descobrirem qual seria considerado um gasto ideal para a condição dele, é oferecido auxílio através de um prático questionário que pode ser respondido em poucos minutos, após o final do questionário o usuário é redirecionado para a tela exibida na figura 16, que apresenta uma faixa de consumo compreendida entre dois valores, essa faixa é considerada a faixa ideal para o contexto de moradia e rotina desse indivíduo.

Figura 16 - Página que exibe a faixa de gasto sugerida.

Faixa de gastos ideal entre 140 a 280 reais

Esse valor representa a sua faixa de consumo necessária de acordo com o contexto da sua residência. Você pode definir sua meta a partir desses valores!

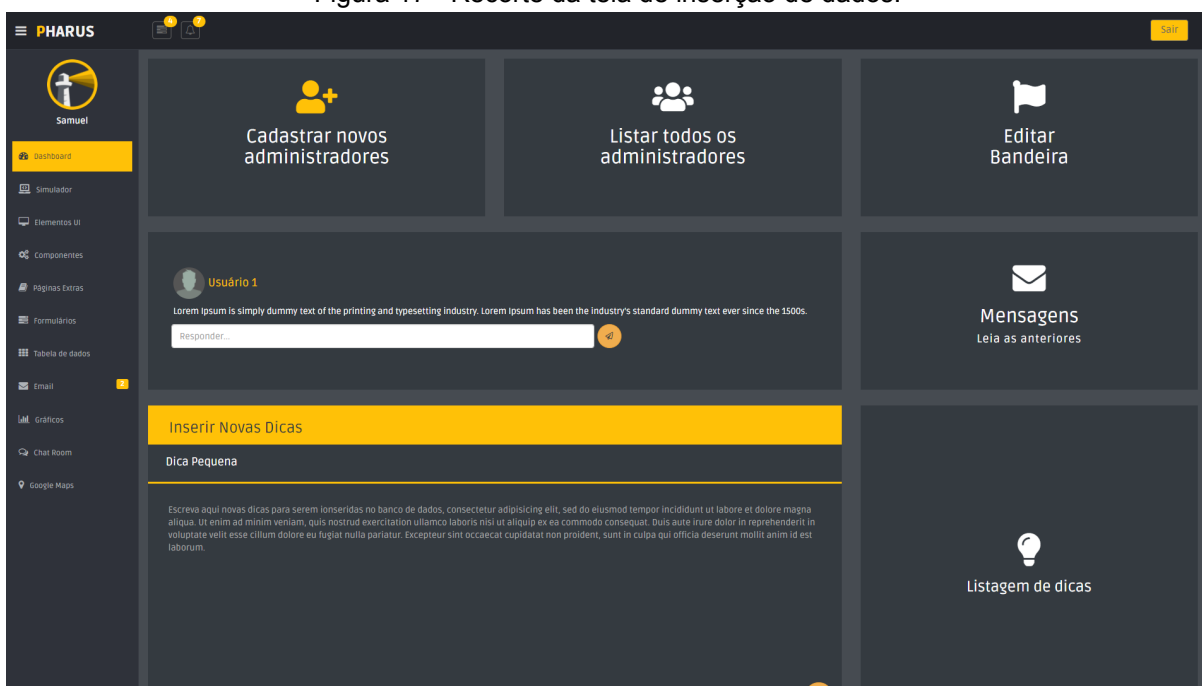
Quero definir agora a minha meta!

[Definir minha meta](#)

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

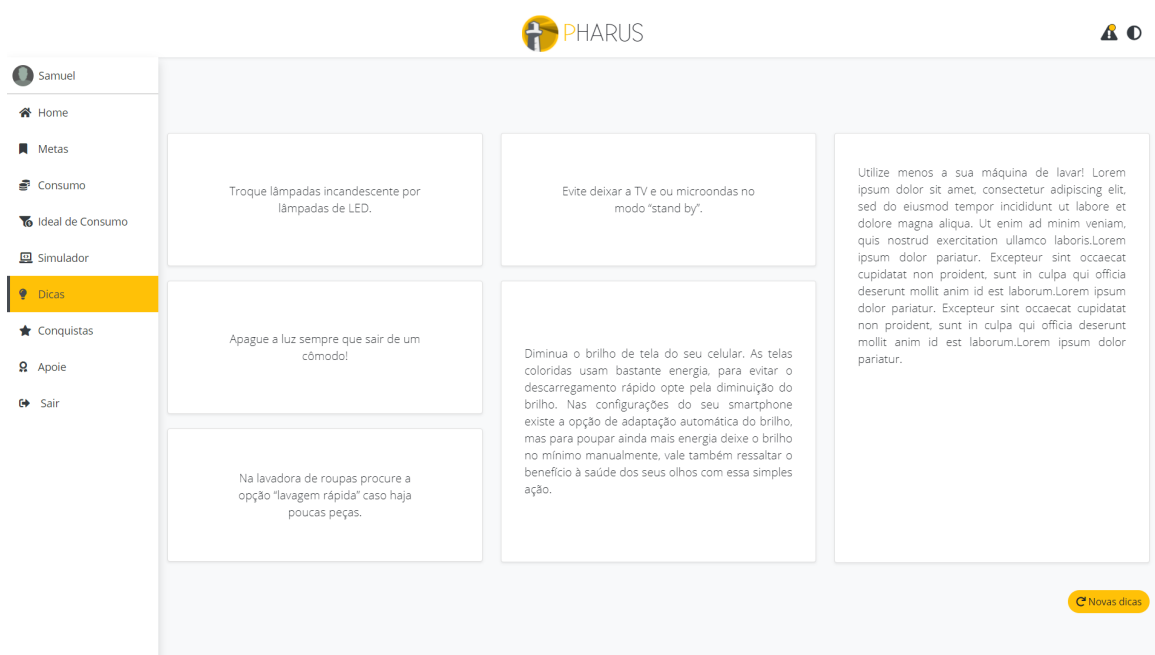
Para uma maior dinamicidade, os administradores do sistema, podem inserir e editar dados relativos a conteúdos do site no banco de dados através da página reservada para administradores, como na figura 17 que apresenta algumas funções de administradores e a seção de inserir novas dicas, que insere dados no banco de dados, os quais são visíveis ao usuário na tela de dicas como exemplificado na figura 18. A tecnologia Ajax também foi utilizada, uma vez que traz maior fluidez na usabilidade por realizar processos internos de uma maneira prática dando a impressão de estar trabalhando apenas no lado do cliente. Por meio desta tecnologia, diferentes dicas são sorteadas e apresentadas através de um único clique do usuário, como é possível ver também na figura 18.

Figura 17 - Recorte da tela de inserção de dados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

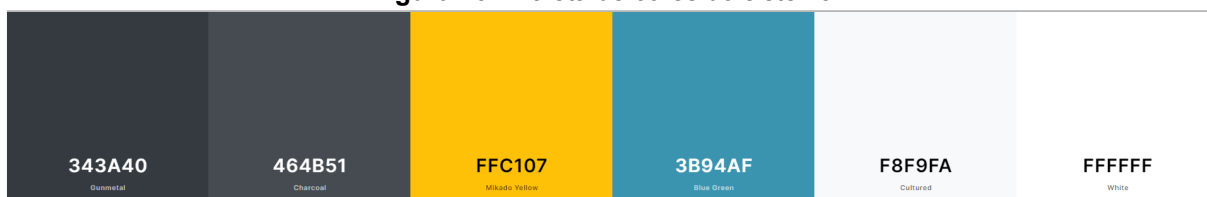
Figura 18 - Página de dicas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para a identidade visual do sistema foi utilizada uma paleta de cores que representasse luz e energia. Através do tom de amarelo escolhido são representados os botões de ação e outros elementos de destaque. A figura 19 apresenta a paleta criada.

Figura 19 - Paleta de cores do sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A palavra Pharos é o termo em latim que significa farol, com isso em mente a logo do sistema foi criada para representar um farol que ilumina metaforicamente o caminho do usuário, indicando qual direção deve seguir. A figura 20 exibe a logo da ferramenta online.

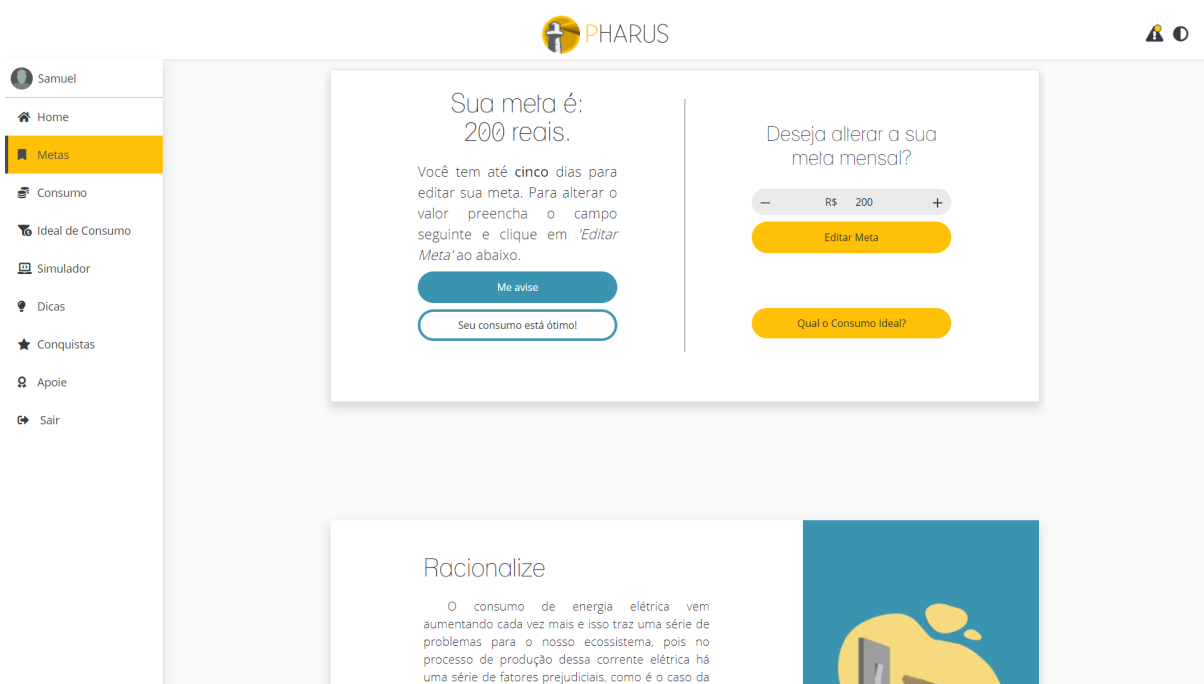
Figura 20 - Logo final do projeto Pharus.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

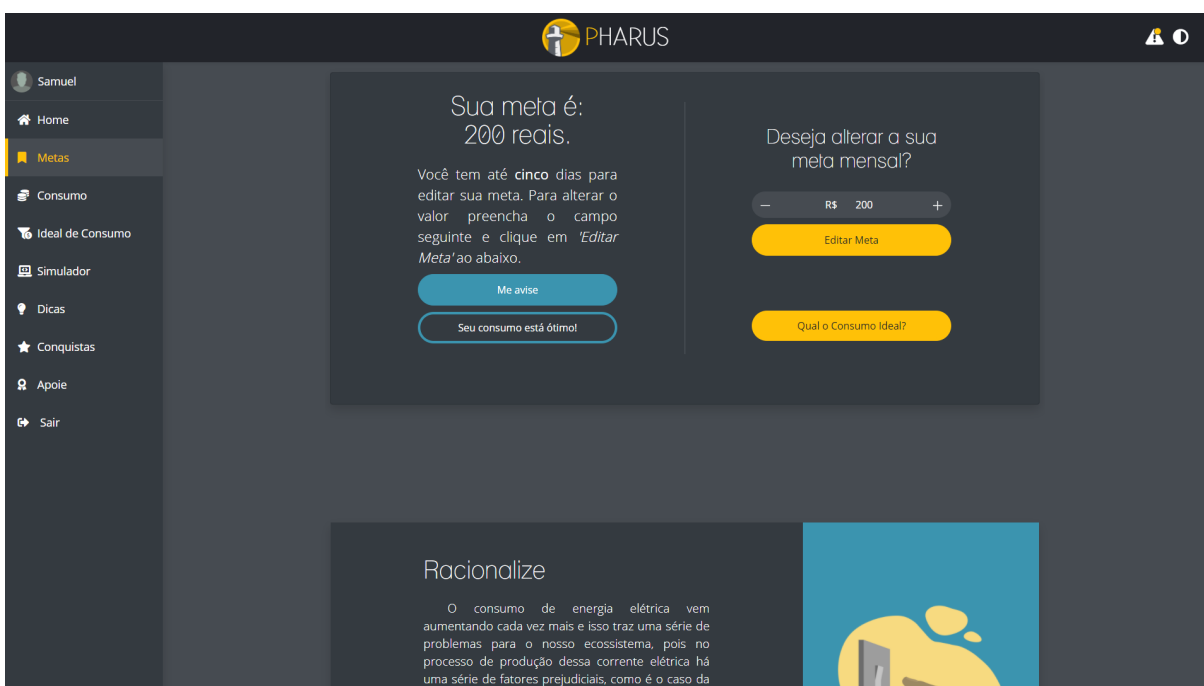
Pensando no conforto visual foi implementado um botão que possibilita alternar entre um tema padrão, com tons mais claros próximos ao branco, e um modo noturno, que conta com tons mais escuros e mais confortáveis para a utilização do sistema durante o período da noite. As figuras 21 e 22 retratam a alternância do esquema de cores no sistema que pode ser desativado e reativado a qualquer momento de acordo com a vontade do utilizador.

Figura 21 - Representação do tema 1 (padrão).



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 22 - Representação do tema 2 (modo noturno).



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

As ilustrações do sistema, presentes na figura 23, são autorais e foram criadas através da ferramenta online Figma, com um design objetivo que busca se comunicar com os usuários de uma maneira simples e eficiente.

Figura 23 - Ilustrações do sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Foram implementadas também as funções acessibilidade para deficientes visuais, as quais foram totalmente projetadas e elaboradas pensando na facilidade de deslocamento dentro das áreas do site através de atalhos de teclado.

Ao abrir o sistema no computador, os portadores de deficiência visual serão informados através do leitor de tela que pressionando Alt+a poderão ouvir os atalhos de teclado e qual a função atribuída a cada um. As funções que foram contempladas com estes atalhos estão exemplificadas na figura 24.

Figura 24 - Atalhos de acessibilidade.

Atalhos de Acessibilidade
Voltar ao topo. Alt + 0
Menu. Alt + 1
Conteúdo. Alt + 2
Rodapé. Alt + 3
Abrir notificações. Alt + n
Voltar para a página inicial. Alt + h
Acessar a página de metas. Alt + m
Acessar a página de consumo. Alt + c
Iniciar simulação. (Funciona apenas na página do simulador). Alt + i
Recarregar dicas. (Funciona apenas na página de dicas). Alt + r
Sair do sistema. Alt + s

Ok

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

De acordo com o sistema ASES (Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios) do Governo Federal algumas páginas do sistema chegaram a receber aproximadamente 85% de aprovação na questão de acessibilidade, como destaca a figura 25.

Figura 25 - Avaliação do ASES.

BRASIL CORONAVÍRUS (COVID-19) Simplifique! Participe Acesso à informação Legislação Canais

Ir para o conteúdo 1 Ir para o menu 2 Ir para o rodapé 4

ACESSIBILIDADE 5 ALTO CONTRASTE 6 MAPA DO SITE 7

Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios

ASES

Governo Federal

Contato | Critérios de sucesso | Sobre o ASES (Link para um novo sítio)

Você está em: ASES | Resumo de avaliação

[Página Avaliada](#)

Página: https://pharus.dev.br/consumo
Título: Pharus | Consumo
Tamanho: 22616 Bytes
Data/Hora: 21/02/2021 23:10:43

Nota e Resumo da Avaliação de Acessibilidade

Resumo de Acessibilidade por Seção eMAG

Seção	Erro(s)	Aviso(s)
Marcação	21	747
Comportamento	2	4
Conteúdo/Informação	1	2
Apresentação / Design	0	0
Multimídia	0	0
Formulários	0	0
Total	24	753

Legenda

- >= 95%
- >= 85% < 95%
- >= 70% < 85%
- < 70%

Porcentagem ASES **84.2%**

Fonte: ASES, 2021.

Durante a execução do projeto houve também sua documentação, por meio desta os obstáculos, soluções de problemas, evolução do sistema e outros pontos foram registrados gradativamente em documentos virtuais compartilhados com todo o grupo por meio da ferramenta Google documentos (GOOGLE LLC, 2020). Durante um determinado período, o projeto foi documentado também através de um diário de bordo físico, visando a participação em eventos que o solicitam como requisito.

4.4 VERSIONAMENTO E HOSPEDAGEM DO SISTEMA

Durante o desenvolvimento da aplicação o código foi versionado utilizando a tecnologia Git e a plataforma Github, disponível publicamente através do endereço <https://github.com/Samuel981/Pharus>. O sistema foi colocado online através de um sistema de hospedagem para permitir o acesso de terceiros ao sistema na fase de teste e futuramente na sua disponibilização pública. O serviço utilizado foi o da Hostgator. E o sistema foi hospedado sob o nome de domínio <https://pharus.dev.br>.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através desta seção pretende-se apresentar como foram realizadas as duas fases de testes do sistema e quais foram as avaliações e sugestões dos usuários.

Para a elaboração dos gráficos apresentados nesta seção, utilizou-se a linguagem de programação R, a qual é amplamente utilizada para fins de demonstrações estatísticas. Por meio da linguagem citada e dos dados obtidos a partir dos formulários do Google Forms (GOOGLE LLC, 2020) foram analisadas quantitativamente as respostas às perguntas fechadas dos formulários de feedback e usabilidade do sistema apresentado no apêndice B e C deste documento.

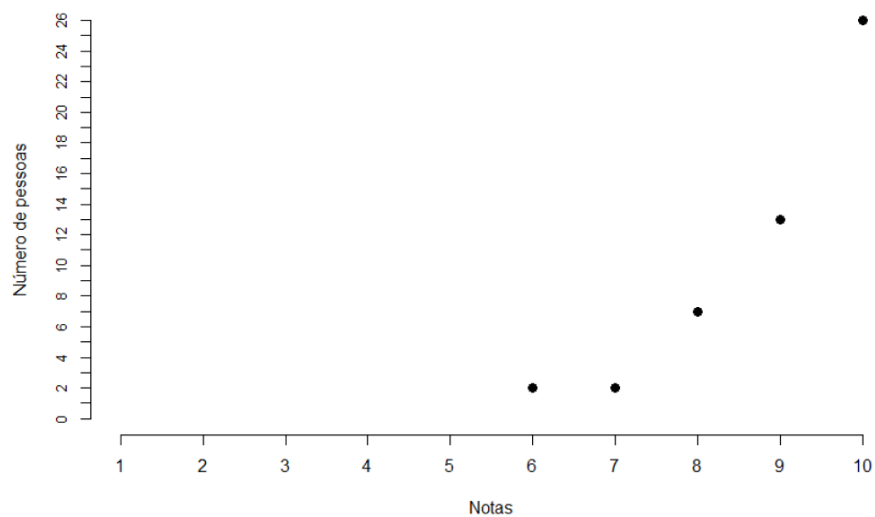
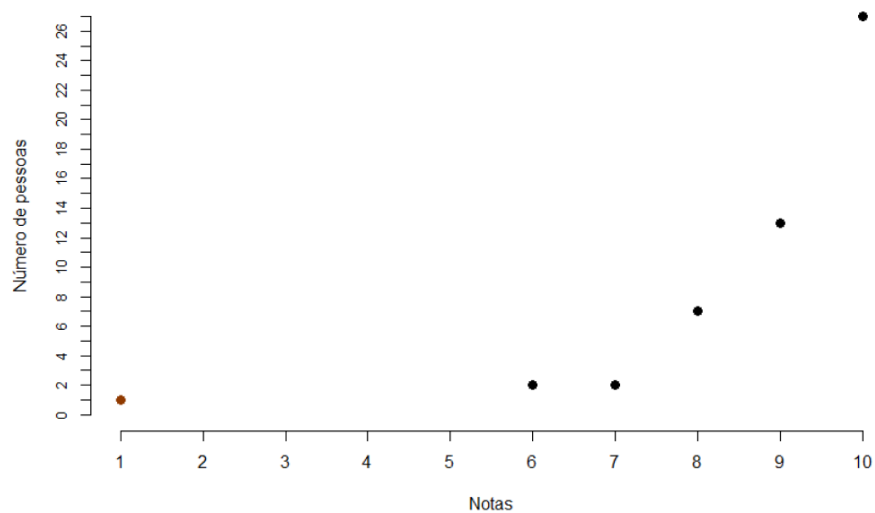
5.1 PRIMEIRA FASE DE TESTES DO SISTEMA

Para a primeira fase de testes foi elaborado um questionário, por meio do Google Forms (GOOGLE LLC, 2020) que pode ser encontrado no apêndice B deste documento, com oito perguntas para medir a usabilidade do sistema Pharus pela óptica dos usuários em potencial, além de uma seção voltada para o envio de imagens para exemplificar erros ou problemas encontrados durante a navegação dentro da ferramenta.

O grupo que testou o sistema era composto por pessoas entre 15 e 42 anos de idade e os testes foram realizados em um período de quatro semanas. No total 52 respostas foram registradas, entretanto, foi realizada uma filtragem de dados que apontou um ponto fora da curva e uma resposta cadastrada por alguém que não utilizou o sistema. Após essa análise foram removidas duas respostas e passou-se a ter 50 respostas válidas, como mostra o gráfico 8.

Gráfico 8 - Filtragem de dados.

Antes e após a filtragem de dados



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

De forma geral o sistema foi classificado quantitativamente com nota média de 9.18 de um máximo de 10. O sistema de metas foi classificado como ótimo por 76% dos testadores (38 pessoas), moderado por 24%, (12 pessoas), e como ruim por 0% do grupo. O gráfico 9 apresenta os dados em forma de gráfico de barras.

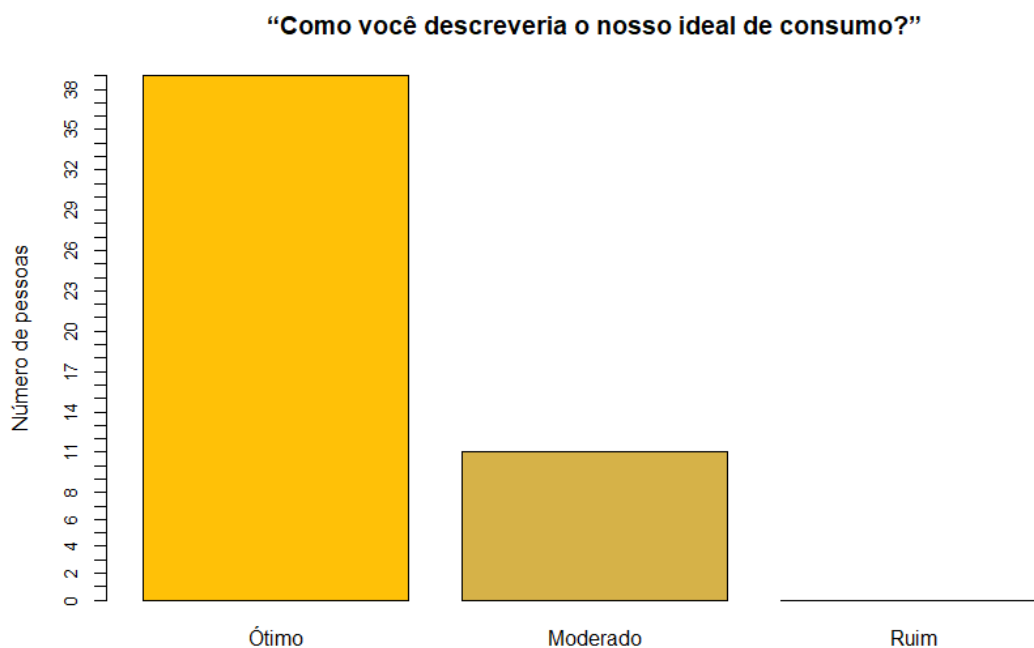
Gráfico 9 - Avaliação da ferramenta de metas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A ferramenta de ideal de consumo foi classificada como ótima por 78% dos testadores (39 pessoas), moderada por 22%, (11 pessoas), e não foi considerada ruim por ninguém. O gráfico 10 apresenta os dados em forma de gráfico de barras.

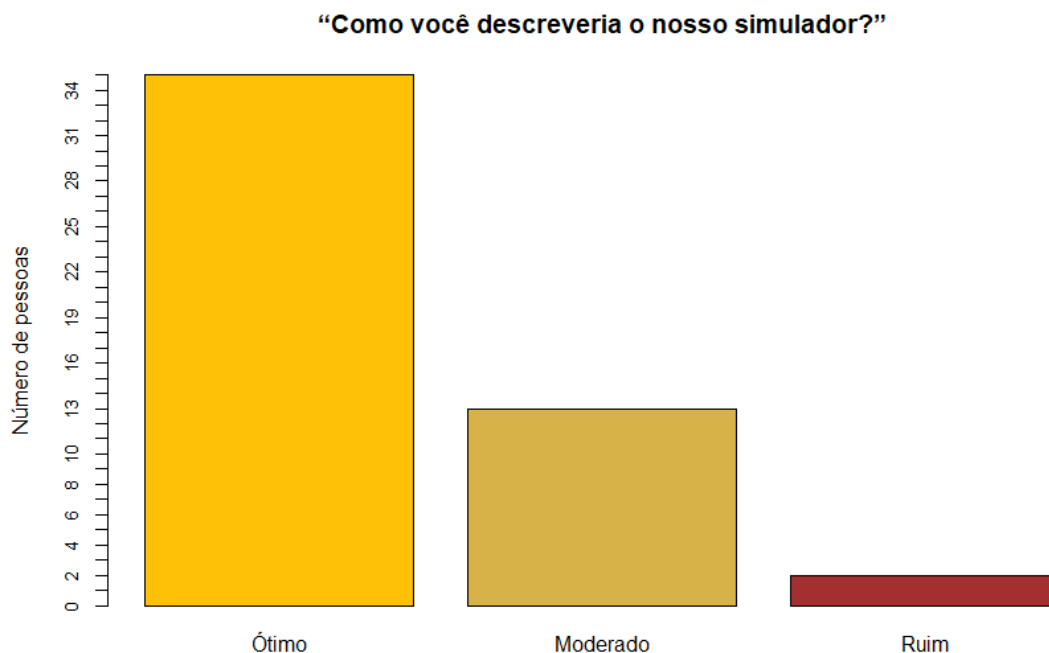
Gráfico 10 - Avaliação da ferramenta de ideal de consumo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Já a ferramenta de simulação de consumo foi classificada como ótima por 70% dos testadores (35 pessoas), moderada por 26%, (13 pessoas), e como ruim por 4%, que representa as outras 2 pessoas. Os dados estão expostos no gráfico 11.

Gráfico 11 - Avaliação do simulador de consumo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

No que diz respeito às questões abertas observou-se que em sua maioria as sugestões recebidas foram relativas à adequação da responsividade do *layout*, onde foram encontrados elementos que não obedeciam às dimensões corretas, objetos fora das posições imaginadas e algumas falhas de alinhamento.

Em alguns momentos houve falhas de comunicação, nas quais os textos informativos não foram claros ou objetivos o suficiente e os usuários não souberam com certeza por qual caminho seguir. Em relação às ferramentas dos sistemas pode-se perceber que elas foram aprovadas, porém carentes de adequações, como a ferramenta de gráficos de consumo que recebeu sugestões para melhor leitura. Percebeu-se que as ferramentas de simulação e ideal de consumo são as que mais necessitam de modificação para calibrar seu funcionamento.

Por outro lado, foram registrados diversos elogios ao design do sistema, através dos quais pode-se comprovar que o *layout* é minimalista, atraente, agradável e ao mesmo tempo muito simples e a interface do usuário, como um todo, oferece poucas barreiras para cumprir os objetivos.

Também se observou que de acordo com os usuários o sistema apresentou cores e tipografia que permitem uma melhor visualização das informações e funcionalidades do site. Ademais, a possibilidade de habilitar o modo escuro da interface foi elogiada por seu conforto visual.

Tratando da proposta geral de ajudar no gerenciamento de energia elétrica, (adotou-se o uso de pseudônimos para preservar a identidade dos respondentes) a respondente denominada por X, definiu o sistema como “[...] muito bom e bem estruturado. O aplicativo pode ajudar bastante seus usuários.” Já a testadora Y, técnica em informática, avaliou o sistema como “Bom, bem fluido, sem erros.” De modo geral, o sistema foi classificado como prático, principalmente para pessoas que não estão habituadas com os trâmites da internet e tecnologias web.

5.2 MODIFICAÇÕES NO SISTEMA APÓS TESTES INICIAIS

A partir dos resultados obtidos na análise dos dados do formulário de usabilidade evidenciou-se que os pontos mais relevantes para melhorias na aplicação eram relativos a responsividade para dispositivos *mobile*, adequações de textos, melhoria de determinadas áreas e alguns ajustes na interface no intuito de melhorar sua usabilidade de forma geral.

Deste modo, a responsividade foi melhorada para contemplar todas as variações de tamanho de dispositivos do melhor modo. Foram realizadas correções de posicionamento de elementos e redimensionamento de itens, a fim de corrigir falhas como a falha representada na figura 26.

Figura 26 - Erro de responsividade.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Os textos foram tornados mais objetivos, já os textos de preenchimento foram substituídos pelos textos definitivos de cada página. A ferramenta de ideal de consumo, apresentada na figura 27, foi contemplada com perguntas diferentes visando a individualidade de cada usuário para se tornar mais precisa e útil. Após algumas mudanças a ferramenta de simulação de consumo se integra melhor com o sistema e será mais atraente ao público visando sua maior utilização. De forma geral, o sistema foi lapido trazendo melhorias para sua usabilidade e fluxos de processos.

Figura 27 - Página de ideal de consumo.



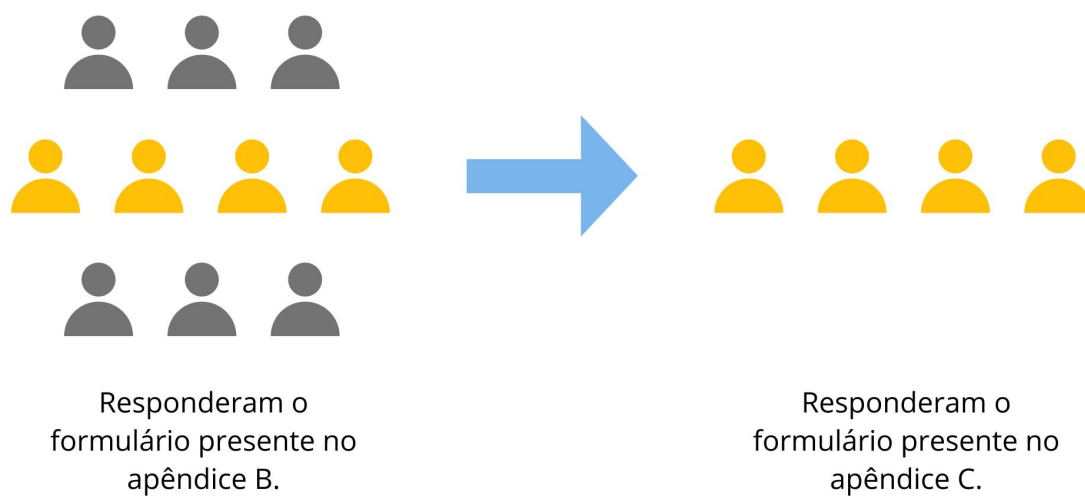
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

5.3 SEGUNDA FASE DE TESTES DO SISTEMA

A segunda etapa de testes foi realizada através da criação de um outro formulário, apresentado no apêndice C deste documento. Para a segunda fase foram convidados a testar o sistema o mesmo grupo de 50 pessoas que apresentaram respostas válidas na primeira fase de teste, sendo os testes realizados em um período de 3 semanas.

Dos 50 indivíduos, 20 aceitaram responder ao formulário da segunda fase e o responderam dentro do prazo estipulado para a realização desta etapa. Sendo assim, 40% do grupo que testou a primeira fase pôde avaliar as modificações realizadas, como exemplifica proporcionalmente a figura 28.

Figura 28 - Conjunto de testadores da primeira e segunda fase.

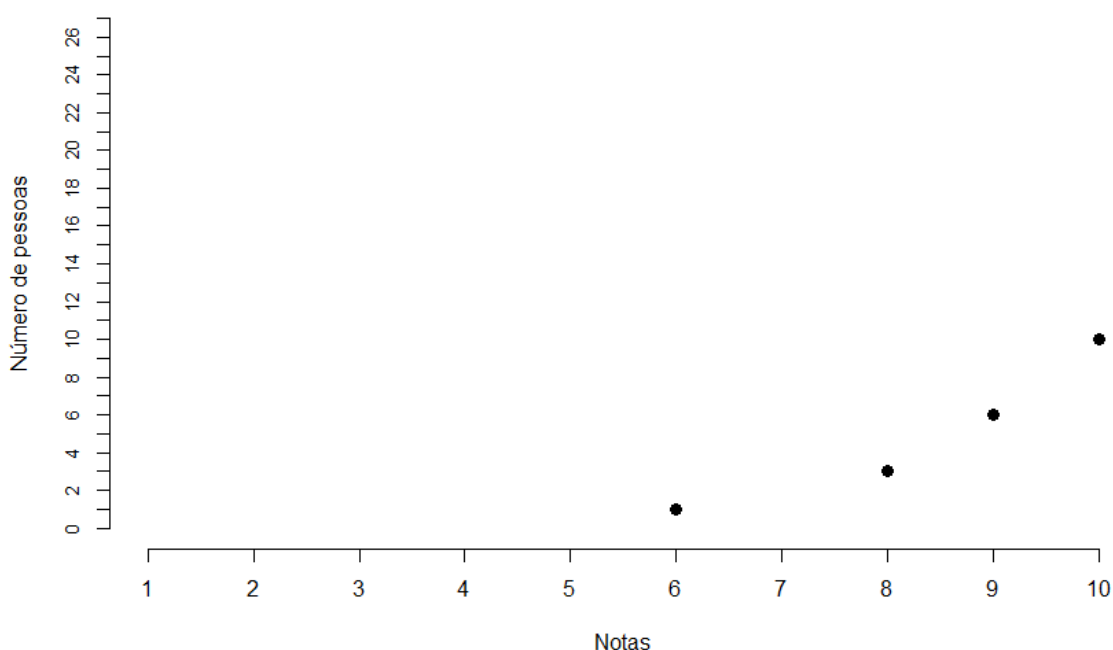


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Em relação às melhorias na usabilidade de forma geral, as respostas à pergunta “O que você achou da usabilidade do nosso sistema com as melhorias realizadas?” estão distribuídas como mostra o gráfico 12. A resposta média para essa pergunta foi de 9.2.

Gráfico 12 - Avaliação da usabilidade após melhorias.

“O que você achou da usabilidade do nosso sistema com as melhorias realizadas?”



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A ferramenta “Ideal de consumo” apresentou nota média de 8.45 em resposta à pergunta “Quanto a ferramenta de ideal de consumo melhorou?”. Já a ferramenta de simulação apresentou uma melhora, mas acredita-se que ainda não o suficiente. O gráfico 13 apresenta as respostas dos usuários à pergunta “Como está a nossa ferramenta de simulador após as mudanças?”.

Gráfico 13 - Avaliação do simulador de consumo após melhorias.

”Como está a nossa ferramenta de simulação após as mudanças?”



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Em relação aos comentários e sugestões percebeu-se que a responsividade foi adequada às diferentes dimensões dos dispositivos dos usuários, (adotou-se novamente o uso de pseudônimos para preservar a identidade dos respondentes), o respondente denominada por Z, afirmou a respeito das melhorias de responsividade que "A aplicação teve uma grande melhora [visualmente]".

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do projeto foi possível vivenciar melhor a conscientização, em consequência da exploração da problemática e os impactos ambientais provocados pelo consumo exacerbado de energia elétrica. Foi possível aplicar essa vivência de forma prática ao decorrer da elaboração de cada etapa do desenvolvimento do sistema. Situações cotidianas foram vistas de uma nova ótica que possibilitou aplicar os conhecimentos do curso técnico integrado de informática para internet de forma a tornar a aplicação mais próxima de cada pessoa de acordo com seu estilo de vida e sua realidade socioeconômica.

Desta forma a solução em forma de aplicação *web* é eficiente à medida que, além de ser mais acessível à sociedade, busca conscientizar a respeito dos problemas decorrentes do excesso de consumo de energia, trazendo a redução desses impactos e melhorando as condições ambientais, além de administrar o consumo de forma tanto individual quanto coletiva, diminuindo assim os gastos financeiros e gerando autonomia.

Baseado nos últimos testes, serão trabalhadas algumas melhorias para o sistema, concomitantemente a isto, uma ferramenta de suporte e feedback está em desenvolvimento visando atender as necessidades dos usuários, bem como coletar opiniões e sugestões dos usuários continuamente.

Pretende-se também divulgar a aplicação por meio de redes sociais e disponibilizá-la a partir de iniciativa pública ou privada, traçando parcerias tanto com ONGs quanto com as empresas responsáveis pela distribuição de energia do estado, para que assim o sistema alcance um maior número de usuários e esteja disponível a todo o público.

REFERÊNCIAS

BOOTSTRAP (Org.). **Bootstrap**. 2019. Disponível em: <<https://getbootstrap.com/>>. Acesso em: 24 dez. 2020.

CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA - USP. **Impactos Ambientais**. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia2000/turmaA/grupo6/IMPACTOS.HTM>>. Acesso em: 23 set. 2020.

CODEIGNITER COMMUNITY. **CodeIgniter**. Disponível em: <<https://codeigniter.com/>>. Acesso em: 24 set. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE (Org.). **Entenda a diferença entre matriz energética e matriz elétrica**. 2020. Disponível em: <<https://energes.com.br/fale-energes/entenda-a-diferenca-entre-matriz-energetica-e-matriz-eletrica/>>. Acesso em: 23 set. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE (Org.). **Previsões de carga para o Planejamento Anual da Operação Energética 2019 – 2023 2ª Revisão Quadrimestral**. 2019a. Divulgado em conjunto com Operador Nacional do Setor Elétrico – ONS e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-305/topico-442/Boletim%20T%C3%A9cnico%20C2%AARQ_FINAL.PDF>. Acesso em: 23 set. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE (Org.). **World Energy Outlook 2018**. 2019b. Perspectivas energéticas globais a longo prazo. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/12%20April%20_%20EPE%20WEO%20launch_Clean%20\(002\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/12%20April%20_%20EPE%20WEO%20launch_Clean%20(002).pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2020.

FARAH, Tatiana, 2016. **Usinas do Tapajós podem causar contaminação de pescadores e morte de peixes em massa**. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2016/04/usinas-do-tapajos-podem-causar-contaminacao-de-pescadores-e-morte-de-peixes-em-massa/>> Acesso em: 18 dez. 2020.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas S. A., 2020

GOOGLE LLC. **Google Forms**. Disponível em: <<https://docs.google.com/forms/>>. Acesso em: 04 mar. 2021.

JGRAPH (Comp.). **Draw.io**. Disponível em: <<https://www.draw.io/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

MORAN, Emilio Frederico. et al.. FAPESP. **Sustainable hydropower in the 21st century**. Disponível em:

<<http://www.pnas.org/content/early/2018/11/02/1809426115>>. Acesso em: 23 set. 2020.

PROJETO BRMODELO 3.2 (Org.). **BrModelo**. Disponível em: <<http://www.sis4.com/brModelo/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

APÊNDICE A - Primeiro questionário virtual elaborado através do Google Form com finalidade de coleta de dados.

Questionário - Projeto Pharus

Este formulário tem por objetivo a elucidação e concretização do tema que será utilizado como projeto integrador por alunos do terceiro ano do curso em nível médio integrado em informática para internet.

Pergunta 01: Qual a sua idade?

- a) Entre 12 a 16 anos.
- b) Entre 17 a 22 anos.
- c) Entre 23 a 30 anos.
- d) Mais de 30 anos.

Pergunta 02: Você acha que tem controle sobre o consumo de energia em sua casa ou informações suficientes relacionadas ao seu gasto de energia mensal/diário?

- a) Sim.
- b) Não muito.
- c) Nenhum

Pergunta 03: Você e seus familiares consomem energia em que proporção?

- a) Gastamos muito (300 reais ou mais).
- b) Gastamos consideravelmente (entre 150 e 300 reais por mês).
- c) Gastamos de forma controlável (entre 50 e 150 reais).
- d) Gastamos pouco (50 reais ou menos)

APÊNDICE B - Questionário virtual elaborado através do Google Form com finalidade de coleta de dados acerca da experiência do usuário com o sistema.

Questionário - Usabilidade Projeto Pharus

Somos desenvolvedores do projeto Pharus. Nosso projeto busca disponibilizar um sistema online capaz de contribuir com um melhor gerenciamento da energia elétrica, dessa forma, diminuindo o valor que sai do bolso de cada um de nós.

Responda as questões abaixo de acordo com sua experiência no sistema Pharus.

O sistema pode ser acessado em <https://pharus.dev.br>. (Recomendamos pelo menos um dia de uso)

Pergunta 01: O que você achou da usabilidade do nosso sistema?

(Opções em escala numérica de 1 a 10 na qual 1 significa ruim e 10 significa excelente.)

Pergunta 02: Como você descreveria o nosso sistema de metas?

- (a) Ótimo.
- (b) Moderado.
- (c) Ruim

Pergunta 03: Como você descreveria o nosso ideal de consumo?

- (a) Ótimo.
- (b) Moderado.
- (c) Ruim

Pergunta 04: Como você descreveria o nosso simulador?

- (a) Ótimo.
- (b) Moderado.
- (c) Ruim

Pergunta 05: O que você achou do nosso sistema de dicas?

- (a) Ótimo.
- (b) Moderado.
- (c) Ruim

Pergunta 06: Se sente motivado com o sistema de conquistas?

- (a) Sim.
- (b) Um pouco.
- (c) Não

Pergunta 07: O que você achou do sistema? (Pergunta aberta).

Pergunta 08: Sugestões de melhorias (Opcional).

Seção para encaminhar arquivos: Encontrou erros no sistema? Se encontrou, encaminha um print pra gente (Opcional).

APÊNDICE C - Questionário virtual elaborado através do Google Form com finalidade de coleta de dados sobre melhorias do sistema.

Questionário - Melhorias Projeto Pharus

Bem vindo de volta! Nos ajude mais uma vez relatando sua experiência com o sistema Pharus nesta segunda e última fase de testes.

O sistema pode ser acessado em <https://pharus.dev.br>

Pergunta 01: O que você achou da usabilidade do nosso sistema com as melhorias realizadas?

(Opções em escala numérica de 1 a 10 na qual 1 significa ruim e 10 significa excelente.)

Pergunta 02: Como está a nossa ferramenta de metas após as mudanças?

- (a) Pior.
- (b) Melhor.
- (c) Manteve o mesmo nível.

Pergunta 03: Quanto a ferramenta de ideal de consumo melhorou?

(Opções em escala numérica de 1 a 10 na qual 1 significa ruim e 10 significa excelente.)

Pergunta 04: Como está a nossa ferramenta de simulação após as mudanças?

- (a) Pior.
- (b) Melhor.
- (c) Manteve o mesmo nível.

Pergunta 05: Qual recompensa você acha ideal para quem completar todas as conquistas?

- (a) Um minicurso com certificado.
- (b) Algum tipo de voucher digital.

(c) Outro (espaço para acrescentar sugestão).

Pergunta 07: O que você achou do sistema nessa nova fase? (Pergunta aberta e opcional).

Pergunta 08: Sugestões de melhorias (Opcional).

Seção para encaminhar arquivos: Encontrou erros no sistema? Se encontrou, encaminha um print pra gente (Opcional).