

SINERGIA: CÁLCULO DE ENERGIA RESIDENCIAL UTILIZANDO APLICATIVO PARA SMARTPHONE

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4277

Felipe Figueiredo Jandorno - felipefjandorno@gmail.com
CEFET RJ

Ana Flávia Peixoto de Camargos - ana.camargos@cefet-rj.br
CEFET

Carlos Renato Borges dos Santos - santoscrb@gmail.com
IFTM

Gilberto Alcanter Santos Filho - gilbertoalcanter96@gmail.com
IFMG

Paulo Henrique de Melo Silva - paulohenrique.melo00@gmail.com
IFMG

Thiago Henrique Domingues Botelho - thenrique2012@gmail.com
IFMG

Aline Gesualdi Manhães - aline.manhaes@cefet-rj.br
CEFET

Resumo: A ANEEL criou a tarifa Branca, que é uma nova opção tarifária para as unidades consumidoras atendidas em baixa tensão, grupo B. A partir de janeiro de 2020, todas as unidades consumidoras podem fazer a opção por esta nova tarifa. Assim, o consumo de energia passou a ser medido de acordo com o período do dia, definido como: fora do horário de ponta, horas intermediárias e horas de ponta. As concessionárias de energia elétrica já podem oferecer essa nova modalidade tarifária, no entanto, é indicado para consumidores que podem concentrar o consumo de energia em períodos de baixa demanda, feriados e finais de semana. Portanto, este trabalho foi oriundo de um projeto de extensão no qual tem como objetivo atualizar temas importantes do setor elétrico através do desenvolvimento de um aplicativo, denominado Sinergia, que tem a função de calcular o consumo mensal de energia elétrica, informar o valor a ser pago e fornecer meios de

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

realizar economia. Como resultado, esse aplicativo auxilia o ensino e aprendizado dos alunos através: i) do estudo de temas importantes e atuais; ii) da aplicação das tecnologias digitais como forma de transformar as aulas teóricas e motivar os alunos ainda mais; iii) do fortalecimento de conceitos e tornar as aulas mais dinâmicas. Todas os testes foram validados em sites oficiais.

Palavras-chave: Smartphone, App, Android, Tarifa, Energia.

Realização:



Organização:



SINERGIA: CÁLCULO DE ENERGIA RESIDENCIAL UTILIZANDO APLICATIVO PARA SMARTPHONE

1 INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica está relacionado à potência dos equipamentos eletrônicos, bem como ao tempo de utilização e a quantidade destes (CEMIG, 2023a; ANEEL, 2023a). A energia consumida por um determinado equipamento pode ser determinada pela seguinte equação (JOHNSON et al, 2008; NILSON et al, 2008):

$$W = P \cdot t \quad (1)$$

onde P é a potência do equipamento e t é o tempo, em horas. Assim, o consumo da energia total consumida no mês pode ser calculado através do somatório das energias individuais consumida por cada equipamento, durante o mês. O aumento no consumo de energia elétrica, principalmente nos horários de maior demanda, gera sobrecarga no sistema elétrico e diversos estudos vêm sendo realizados no que tange à otimização do uso do sistema elétrico brasileiro (ANEEL, 2020a).

Assim, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou a tarifa Branca, que é uma nova opção tarifária para as unidades consumidoras atendidas em baixa tensão, grupo B (ANEEL, 2020b). Ela foi baseada na tarifa Convencional, porém o valor da energia passa a ser definido em três faixas, conforme o dia e o horário do consumo. Diferente da tarifa Convencional, que tem um único valor de tarifa, a tarifa Branca é contabilizada de acordo com: i) horários fora de ponta; ii) horários intermediários e; iii) horários de ponta. Nos fins de semana e feriados nacionais, o valor cobrado está relacionado à tarifa fora de ponta, a qual tem valor inferior ao valor da tarifa Convencional. Isto faz com que a tarifa Branca seja mais vantajosa para quem consegue concentrar o consumo energético no período fora de ponta, nos dias úteis e nos fins de semanas (ANEEL, 2020b; CEMIG, 2023c).

Neste sentido, a partir de janeiro de 2020, as unidades consumidoras residenciais do grupo B, podem fazer a opção para a tarifa Branca, pois ela pode ser promissora e ser uma ótima oportunidade de reduzir o valor pago pela energia (ANEEL, 2023b; CEMIG, 2023c). O valor da tarifa fora de ponta é menor que a tarifa Convencional. Por isso ela se torna tão interessante para o consumidor que queira optar por esta modalidade e, consequentemente, não sobrecarregar o sistema elétrico nos horários de maior demanda.

Diante da necessidade de estimar os gastos individuais dos equipamentos e mensais de energia elétrica, de entender as diferenças tarifárias, bem como de saber onde se pode reduzir e evitar desperdícios, este trabalho se justifica ao incluir o desenvolvimento de tecnologias digitais na busca por melhorias nas práticas de ensino atuais com novas abordagens. As tecnologias digitais permitem atividades alternativas para o ensino e aprendizagem dos alunos e trazem para dentro de sala de aula um modelo diferente de ensino, com características interdisciplinares. Assim, este trabalho foi oriundo de um projeto de extensão no qual tem como objetivo: i) atualizar temas importantes do setor elétrico através do desenvolvimento de um aplicativo, denominado Sinergia, que realiza o cálculo do consumo energético residencial (tanto para a tarifa Convencional, quanto para a Branca); ii) incluir em sala de aula ferramentas mais didáticas para o aprendizado dos alunos, com uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

2 ESTADO DA ARTE

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo residencial de energia elétrica varia em cada região do Brasil. O consumo de energia nas residências do país aumentou 1% no 4º trimestre de 2022 em relação ao mesmo período do ano de 2021. Em quase todas as regiões do país observou-se o crescimento mais forte do consumo. Na região Norte, o crescimento no trimestre foi um dos mais altos. Em todas as regiões, exceto a região Nordeste, houve crescimento de consumo energético (EPE, 2023).

Diante deste cenário, o consumo de energia brasileira vem crescendo. Com o intuito de fornecer a estimativa do consumo de energia, a Concessionária Mineira de Energia Elétrica (CEMIG) e a ENEL Distribuição (ENEL) disponibilizam, na *web*, dois simuladores de consumo energético (CEMIG, 2023b; ENEL, 2020), respectivamente. É possível configurar nestes sistemas algumas informações do tipo do equipamento utilizado, a quantidade, a potência, a frequência e o tempo de uso destes. Com estes dados, a CEMIG e a ENEL apresentam ao consumidor o consumo mensal em kWh/mês.

Devido às mudanças tarifárias, os simuladores se tornam uma importante ferramenta para que os consumidores se atualizem quanto ao entendimento das cobranças tarifárias e quanto à diferença entre elas, pois a partir de janeiro de 2020 as unidades consumidoras residenciais do grupo B já podem fazer a opção para a tarifa Branca (ANEEL, 2020b). Nesse sentido, a CEMIG e a ENEL, desenvolveram alguns *softwares* capazes de simular o consumo energético residencial. Porém, eles têm um limitador que é o fato de não estarem disponíveis em aplicativos *smartphone*, não atendendo assim grande parte da população, pois nem todas as pessoas têm um computador pessoal em casa.

O aplicativo, conhecido como "Consumo Elétrico" (GOOGLE PLAY, 2023), pode ser encontrado na Play Store e tem características semelhantes aos outros aplicativos disponíveis nesta área, porém, não apresenta informações importantes, como por exemplo, o tipo de bandeira tarifária na qual está sendo simulado. Além destes aplicativos, muitos outros estão foram desenvolvidos em várias linhas de pesquisa (PALOMINO et al, 2019; COELHO, 2019; DA SILVA, 2020).

Assim, o aplicativo Sinergia foi desenvolvido para ser utilizado em *smartphone* e tem como principais funções: i) simular o consumo energético mensal residencial; ii) apresentar simulações de redução do consumo da energia elétrica residencial; iii) comparar qual opção será mais econômica entre as tarifas Convencional e Branca e; iv) outras informações.

Nesse sentido, a principal contribuição deste trabalho é apresentar temas atuais do setor elétrico (tarifa Branca) através do aplicativo como ferramenta educacional para integrar a natureza multidisciplinar em sala de aula, envolver os alunos em projetos integradores, bem como aproximar extensão e pesquisa utilizando a área tecnológica. Com as facilidades oriundas das tecnologias digitais, os Apps podem auxiliar a comunidade interna e externa no gerenciamento da conta de energia elétrica, bem como na diferença existente entre as tarifas.

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

Os principais materiais utilizados nesta pesquisa foram *smartphone*, *softwares* e computador. Esta pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas, as quais serão apresentadas a seguir: i) análise de requisitos; ii) modelagem do sistema; iii) criação da interface; iv) desenvolvimento do aplicativo e; v) aplicativo.

3.1 Análise de requisitos

A fase de levantamento e análise de requisitos é importante para a definição do escopo do projeto. Os requisitos de *software* podem ser classificados em duas categorias: os requisitos funcionais e os não funcionais. Os funcionais descrevem o que o *software* deve fazer, enquanto os não funcionais estão relacionados ao uso da aplicação, como usabilidade e desempenho (SOMMERVILLE, 2011). Estes requisitos do aplicativo podem ser visualizados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Tabela de requisitos funcionais.

ID	Nome do Requisito	Prioridade
RF01	CRUD cômodo	Essencial
RF02	CRUD cômodo	Essencial
RF03	Tutorial e configuração no primeiro uso	Desejável
RF04	Definir valor padrão do kWh faturado	Essencial
RF05	Seleção da concessionária	Desejável

Fonte: do autor

Tabela 2 - Tabela de requisitos não funcionais.

ID	Nome do Requisito	Prioridade
RNF01	Interface baseada no material design	Desejável
RNF02	Animações	Essencial
RNF03	Cômodos pré-cadastros	Desejável
RNF04	Cômodos pré-cadastros	Essencial

Fonte: autor próprio.

Analisando estas tabelas, pode-se observar a prioridade de cada requisito utilizado para definir o projeto e o aplicativo, sendo estas denominadas de essenciais ou desejáveis.

3.2 Modelagem do sistema

Para realizar a modelagem do sistema foi necessário definir as etapas e as funcionalidades do aplicativo, como por exemplo: Casa, Cômodos e Equipamentos.

Para a modelagem da residência foi definido todos os cômodos e seus respectivos equipamentos. Para simplificar a utilização pelo usuário, o aplicativo foi desenvolvido com uma lista de cômodos e vários equipamentos que podem ser pré-cadastrados. Para isto foi utilizada como referência a plataforma *online* de simulação de consumo elétrico residencial, disponibilizada de forma gratuita pela ENEL (ENEL, 2020).

Assim, foram cadastrados no aplicativo seis cômodos no total, sendo eles: i) área externa; ii) área de serviço; iii) banheiro; iv) cozinha; v) quarto e; vi) sala. Além das opções pré-cadastradas, também é possível criar cômodos personalizados, caso o usuário deseje. Foi definido na modelagem que cada cômodo teria uma lista de equipamentos que podem ser selecionados pelo usuário para contabilizar a energia total mensal. Para alguns equipamentos, a escolha do modelo e de suas respectivas potências também foram considerados na definição.

3.3 Criação da interface

A prototipação é utilizada para auxiliar na produção final do produto, com a definição da escolha de posicionamento dos objetos, das cores, bem como das funcionalidades do produto. A primeira fase de criação da interface está relacionada ao desenvolvimento do protótipo das telas do aplicativo, utilizando a ferramenta Adobe XD, disponibilizada gratuitamente (ADOBE, 2023).

Para criar a identidade visual do aplicativo foi utilizado o padrão visual Material Design, que é um sistema criado pela Google para auxiliar os desenvolvedores na criação de experiências digitais de alta qualidade para Android, iOS, Flutter e web (AQUINO, 2017; MATERIAL DESIGN, 2017). Na fase de prototipação foram desenvolvidas três telas principais do aplicativo, sendo elas: i) inicial; ii) cômodo e; iii) equipamento. O restante das telas foi implementado conforme o andamento do desenvolvimento da aplicação.

3.4 Desenvolvimento do aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação Java Script juntamente com o *framework* React Native (AQUINO, 2017). O React Native é uma plataforma de desenvolvimento e permite que os desenvolvedores implementem aplicações no sistema operacional Android e no iOS, além de possibilitar implementações em *smartphones* com alta performance. Também é utilizado para converter o código escrito, em Javascript, para código nativo de cada sistema operacional, sendo o Java para Android e Swift para iOS (REACT NATIVE, 2020). Entretanto, devido ao custo envolvido no desenvolvimento de aplicações para o iOS, optou-se por utilizar o Android.

O sistema funciona através de um algoritmo principal, denominado "Calcular Tarifa", o qual tem como objetivo: i) calcular o tempo que o equipamento permaneceu ligado; ii) calcular a quantidade de kWh consumida nos dias de semana, nos finais de semana e, por fim no mês e; iii) calcular o valor a ser pago na conta de energia elétrica. Todas as informações geradas pelo aplicativo são armazenadas localmente no dispositivo da API nativa do React Native, chamada de Async Storage (REACT NATIVE, 2020).

3.5 Aplicativo Sinergia

Para configurar o aplicativo, algumas etapas são imprescindíveis, as quais serão listadas a seguir: a) configurações iniciais, b) tela principal; c) cadastro de cômodos e; d) cadastro de equipamentos. Essas etapas contêm o resumo das versões finais das principais telas do aplicativo para *smartphone*, o qual pode ser obtido: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sinergia>

a) Configurações iniciais

A primeira vez que o aplicativo é executado é necessário realizar uma configuração inicial, na qual é preciso definir: estado, concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica, valor faturado do kWh e o cadastro dos cômodos da residência.

b) Tela principal

É possível acessar ou deletar os cômodos que já foram cadastrados, além de poder cadastrar um novo através do botão no canto inferior direito, tal como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Versão final da tela inicial da aplicação.

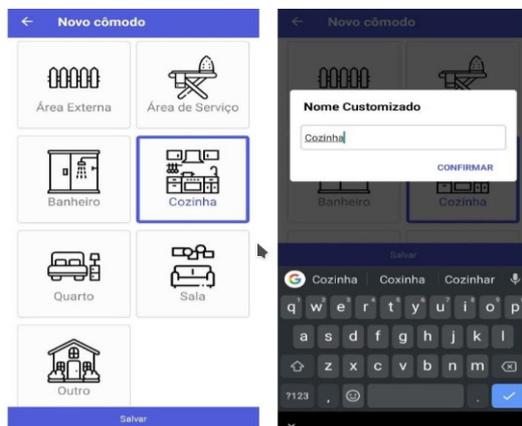


Fonte: autor próprio.

c) Cadastro de cômodos

O usuário pode escolher um dos seis cômodos disponíveis no aplicativo ou cadastrar um novo personalizado, através da opção "Outro", tal como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Cadastramento dos cômodos.



Fonte: autor próprio.

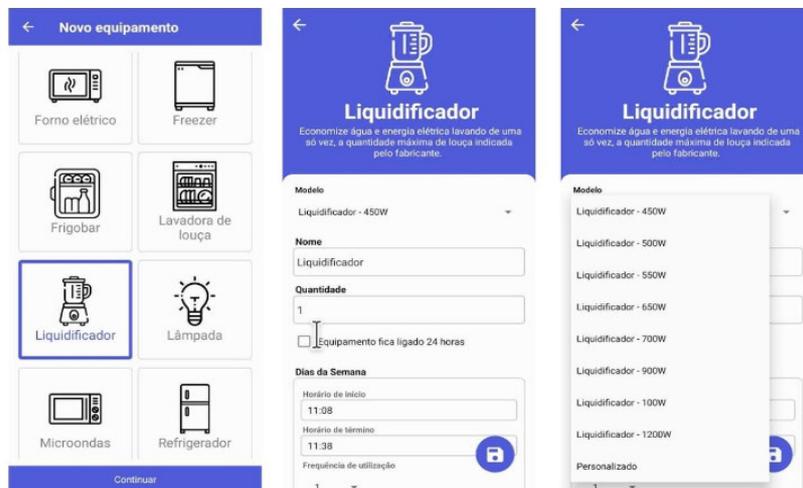
Na segunda tela da Figura 2, é possível cadastrar um novo cômodo, onde toda a lista de equipamentos estará disponível para ser utilizada. Antes de salvar é possível definir um nome personalizado ou utilizar o nome padrão disponível no aplicativo.

d) Cadastro de equipamentos

Para realizar o cadastro de um novo equipamento foram utilizadas duas telas, sendo a primeira a possibilidade de escolha do equipamento e, a segunda, a definição de informações do mesmo. Estas informações podem ser visualizadas nas telas da Figura 3.

Na aba da segunda tela da Figura 3 tem um campo denominado "Modelo" onde é possível cadastrar a potência do equipamento. Além disso, é possível personalizar diversos outros campos relacionados ao funcionamento dos equipamentos, como por exemplo: i) "Quantidade" que se refere ao número de aparelhos; ii) "Dias da Semana" no qual é estabelecido o horário de funcionamento, em dias de semana e nos finais de semana, e; iii) "Frequência de utilização" no qual é especificado a quantidade de dias na semana.

Figura 3 – Cadastro de um novo equipamento.



Fonte: autor próprio.

4 RESULTADOS

Para desenvolver o aplicativo Sinergia foram utilizadas as duas tarifas disponíveis pelas concessionárias na modalidade residencial, tais como: a Convencional e a Branca. O aplicativo fornece o cálculo mensal, em reais, para cada uma dessas tarifas e, ainda, compara as duas, de forma a facilitar a escolha pelo usuário, dentre outras funções. A seguir serão apresentados dois estudos de caso simulados no aplicativo, para as duas modalidades tarifárias.

4.1 Tarifa Convencional

Com a finalidade de validar os cálculos do aplicativo para a tarifa Convencional, foram realizados vários testes. Como referência, foi utilizado o simulador de consumo residencial disponibilizado pela CEMIG (CEMIG, 2023b), pois, neste site existe a possibilidade de informar o tipo do equipamento, a quantidade e a duração. Entretanto, neste site da CEMIG não é possível calcular o valor total da conta de energia elétrica, pois não existe um campo para inserir o valor do kWh. Para o Estudo de Caso 1, alguns equipamentos foram escolhidos, com suas respectivas potências, quantidade de dias no mês e tempo de duração, os quais estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Estudo de caso 1 - Tarifa convencional.

Qte.	Equipamento	Potência (W)	Dias/mês	Tempo (horas)	(minutos)
1	Chuveiro	4.400	30	0	15
1	Computador	200	30	1	0
1	Ferro de passar	1.000	4	1	0
1	Geladeira	190	30	16	0
1	Microondas	1.500	12	0	5
1	Secador de cabelo	1.000	12	0	5
1	Televisão	150	30	1	0

Fonte: autor próprio.

Assim, através das devidas configurações tanto simulador da CEMIG (CEMIG, 2023b), quanto no aplicativo Sinergia, o total do consumo mensal (kWh) para os dois testes foram calculados, tal como apresentados nas Figuras 4 e 5, respectivamente. O valor do kWh encontrado na Figura 4 corresponde exatamente ao da Figura 5, nos campos "Consumo" e "Consumo Total", respectivamente.

Figura 4 –Tarifa Convencional - simulador CEMIG.

Chuveiro	1	4400	W	Dias/mês	30	Hr.	0	Min.	15	33
Computador	1	200	W	Dias/mês	30	Hr.	1	Min.	0	6
Ferro de Passar	1	1000	W	Dias/mês	4	Hr.	1	Min.	0	4
Geladeira	1	190	W	Dias/mês	30	Hr.	16	Min.	0	91.2
Microondas	1	1500	W	Dias/mês	12	Hr.	0	Min.	5	1.5
Secador de Cabelo	1	1000	W	Dias/mês	12	Hr.	0	Min.	5	1
Televisão	1	150	W	Dias/mês	30	Hr.	1	Min.	0	4.5
Consumo: 141.2 kWh/mês										
Calcular										Limpar os dados

Fonte: (CEMIG, 2023b).

Figura 5 –Tarifa Convencional - aplicativo Sinergia.



Fonte: autor próprio.

Ao analisar a Figura 5, pode-se concluir que o aplicativo Sinergia calcula o consumo de energia elétrica por mês, e quanto o usuário irá pagar (campo “Gasto Mensal”), de acordo com o valor do kWh cadastrado na tela inicial. Assim, o App está realizando os cálculos corretamente tanto no consumo total, quanto para todos os equipamentos cadastrados, conforme comprovação junto ao site da CEMIG (CEMIG, 2023b). Além disso, ele permite que o usuário identifique onde o gasto está maior, através do campo “Maior Consumo”, pois fornece o valor do kWh de cada equipamento e o impacto no valor final.

Muitos brasileiros não sabem que certos equipamentos consomem mais energia elétrica e que, conseqüentemente, correspondem a uma boa parcela do valor mensal a ser pago para a concessionária. Neste sentido, o App ainda possibilita que o usuário realize outros testes e que verifique onde obter economia. Considerando, como exemplo o chuveiro elétrico, o App fornece ao usuário a informação de quanto ele poderia economizar por mês caso reduzisse o tempo do banho em, por exemplo, 40%, tal como Figura 6. Neste exemplo, o valor do kWh foi cadastrado igual a R\$0,50, a título de exemplificação.

Figura 6 – Teste de economia – Estudo de Caso 1.



Fonte: autor próprio.

Assim, pode-se concluir ainda pela Figura 6, que o App fornece a potência do equipamento, bem como o total do kWh/mês e o valor da conta, em reais. Além disso, o usuário também consegue visualizar a economia que obteve, reduzindo o banho de 15 minutos para 9 minutos (economia de R\$8,25). O chuveiro foi considerado neste exemplo, entretanto este teste pode ser realizado em qualquer equipamento cadastrado no aplicativo.

4.2 Tarifa Branca

Nesta modalidade tarifária, além dos parâmetros utilizados na tarifa Convencional, é necessário definir o horário em que o equipamento fica ligado e o dia da utilização (dia de semana ou fim de semana). Com a finalidade de validar os valores do aplicativo vários testes foram realizados. Como referência, foi utilizado o simulador disponibilizado no site do GRUPO ENERGISA (GRUPO ENERGISA, 2020). Assim, para o Estudo de Caso 2, alguns equipamentos foram escolhidos com o horário de funcionamento ("Hora") e frequência ("Freq."), além da especificação do dia, os quais estão contidos na Tabela 4.

Tabela 4 - Estudo de caso 2 - Tarifa branca.

Qte	Equipamento	Potência (W)	Dias / semana	Horário da semana	Dias / fim de semana	Horário do final de semana
1	Chuveiro	4.500	5	18:00 às 18:10	2	17:00 às 17:10
1	Computador	200	5	21:00 às 22:00	1	10:00 às 11:00
1	Ferro de passar	1.000	3	17:00 às 17:30	0	--
1	Microondas	1.500	5	12:00 às 12:05	2	12:00 às 12:05
1	Secador de cabelo	1.800	3	19:00 às 19:10	1	17:00 às 17:10
1	Televisão	100	5	22:00 às 23:30	2	13:00 às 16:30

Fonte: autor próprio.

Antes de realizar a comparação entre os dois simuladores é importante ressaltar que o simulador do GRUPO ENERGISA (GRUPO ENERGISA, 2020), considera os horários de ponta, intermediário e fora de ponta, para o estado de MG, especificados a seguir: i) horário de ponta das 17:30 às 20:29; ii) horário intermediário das 16:30 às 17:29 e das 20:30 às 21:29 e; iii) horário fora de ponta, os demais horários. O Sinergia considera os horários de MG estabelecidos no site da CEMIG (CEMIG, 2023c), sendo eles: i) horário de ponta das 17:00 às 20:00; ii) horário intermediário das 16:00 às 17:00 e das 20:00 às 21:00 e; iii) horário fora de ponta, os demais horários.

Através das devidas configurações no simulador do GRUPO ENERGISA e no Sinergia, o total do kWh para os dois testes foram calculados, tal como apresentados nas Figuras 7 e 8, nos campos "KWh" e "Consumo Total", respectivamente.

Figura 7 – Tarifa Branca - simulador ENEL.

TARIFA CONVENCIONAL		TARIFA BRANCA			
	CONSUMO TOTAL		CONSUMO FORA PONTA (DIA SEMANA + FDS)	CONSUMO INTERMEDIÁRIO	CONSUMO PONTA
kWh	49.17	kWh	18.54	6.43	19.93
Tarifa	0.4330	Tarifa	0.3504	0.5071	0.7871
Faturado (R\$)	R\$ 21,29	Faturado (R\$)	R\$ 6,49	R\$ 3,26	R\$ 15,69
		Consumo em cada Posto (%)	41.29%	14.32%	44.39%

Fonte: (ENEL, 2020).

Diante destes resultados, pode-se concluir que o Sinergia está realizando todos os cálculos corretamente, pois foi validado junto ao site do GRUPO ENERGISA. Veja que o valor do KWh para a Figura 7 foi de 49,17 e, para a Figura 8a, foi de 49,18. A diferença no valor é devido aos valores do KWh entre os simuladores. É importante ressaltar também

que o simulador do GRUPO ENERGISA só está disponível na *web* e este simulador não permite que o usuário entre com o valor do kWh.

Nesta modalidade da tarifa Branca, o Sinergia possibilita ainda que o consumidor analise se é vantajoso ou não mudar para esta modalidade, comparada à Convencional. Após informar os valores do kWh para as três faixas de horários e realizar o cadastro dos equipamentos, o App informa quanto o usuário economizaria, tal como Figura 8b.

Figura 8 - Tarifa Branca - aplicativo Sinergia.



Fonte: autor próprio.

Analisando a Figura 8b, por exemplo para o chuveiro elétrico, pode-se concluir que o aplicativo fornece ao usuário qual modalidade tarifária é mais vantajosa, em termos financeiros. Neste exemplo foi considerado uma residência com três pessoas, onde os banhos foram cadastrados após às 22 horas, com duração de 10 minutos cada. O valor do kWh foi cadastrado igual a R\$0,40 para o horário fora de ponta, R\$ 0,70 para intermediário, R\$1,10 para horário de ponta e R\$0,50 para a tarifa Convencional. Feitas as devidas configurações, o App informou qual a melhor opção entre as tarifas, sendo que a Branca, o consumidor pagaria R\$30,80 e, na Convencional, R\$41,25. Neste caso, o usuário consegue visualizar que ao adotar a tarifa Branca a sua economia seria de R\$10,45. Esta análise pode ser aplicada em qualquer equipamento cadastrado no App, bem como por cômodo.

5 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foi apresentado um aplicativo para *smartphone*, denominado Sinergia, o qual foi fruto de um projeto de extensão e tem como função calcular o valor total do kWh mensal na residência, bem como informar o valor em reais da conta de energia elétrica para duas modalidades tarifárias (Convencional e Branca). Foram apresentados dois estudos de caso e todas as simulações foram validadas através de sites oficiais (CEMIG, 2023b; ENEL, 2020; GRUPO ENERGISA, 2020).

A nova modalidade tarifária (Branca) é um tema muito atual e os alunos podem aplicar os conceitos teóricos no que tange a energia elétrica, conta de luz e gasto energético e utilizar o App para comparar os resultados, além de incluírem as TIC's no ensino. É importante trazer temas atuais de normatização do setor elétrico para dentro de sala de aula para a formação dos alunos, fortalecendo o ensino e a aprendizagem deles e tornando

a aula mais dinâmica. Além disso, essa experiência de trazer a comunidade externa para perto das instituições de ensino é algo motivante e integrador.

O aplicativo compara as tarifas Convencional e Branca e fornece qual delas é a mais econômica, além de: i) realiza testes de economia dos equipamentos informando os respectivos valores na redução; ii) simula estimativas de investimento futuro em algum determinado equipamento; iii) apresenta dados financeiros dos valores tarifários; v) funciona de forma *off-line*; vi) realiza a troca entre as tarifas; vii) armazena os dados localmente e; viii) permite que o usuário escolha o estado, a concessionária, bem como cadastre o valor do kWh, etc.

Neste sentido, o aplicativo foi desenvolvido para fazer uma conexão entre ensino, pesquisa e extensão, considerando: i) as dificuldades em implementar a interdisciplinaridade de conhecimentos em sala de aula; ii) os recursos em desenvolver projetos integradores e; iii) as tecnologias digitais (tão utilizadas pelos alunos) como forma de transformar as aulas teóricas e motivar ainda mais os mesmos.

Portanto, o App facilita a acessibilidade às informações e agrega conhecimento, no que tange às novas normatizações tarifárias do setor elétrico vigentes no Brasil, bem como é disponibilizado de forma gratuita em plataformas Android. Como trabalhos futuros, destaca-se ampliar a aplicabilidade para consumidores rural e industrial.

REFERÊNCIAS

ADOBE. Adobe XD. 2023. [Online]. Disponível: <https://www.adobe.com/br/products/xd.html>. Acesso: 05 mai. 2023.

ANEEL. Programa de eficiência energética. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2020. [Online]. Disponível: www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/eficiencia-energetica/pee. [Acessado: 05-mai-2023].

ANEEL. Tarifa branca. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2020. [Online]. Disponível: www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/tarifa-branca. Acesso: 05 mai. 2023.

AQUINO, P. Introdução ao Material Design. 2017. [Online]. Disponível: <https://medium.com/uxmotiondesign/introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-material-design-451d9f701eeb>. Acesso: 05 mai. 2023.

CEMIG. Eficiência energética. Companhia Energética de Minas Gerais. 2023. [Online]. Disponível: <https://novoport.al.cemig.com.br/programas-sustentabilidade/eficiencia-energetica/>. Acesso: 05 mai. 2023.

CEMIG. Simulador de consumo energético. Companhia Energética de Minas Gerais. 2023. [Online]. Disponível: <https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>. Acesso: 05 mai. 2023.

CEMIG. Valores de tarifas e serviços. Companhia Energética de Minas Gerais. 2023. [Online]. Disponível: <https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>. Acesso: 05 mai. 2023.

COELHO, Eliezer Miranda et al. Water Manager: A System Based on Hardware and Software for User Consumption Monitoring. **IEEE Latin America Transactions**, v. 17, n. 11, p. 1879-1886, 2019.

DA SILVA, Antonio Wallace Neres et al. Control and monitoring of a Flyback DC-DC converter for photovoltaic applications using embedded IoT system. **IEEE Latin America Transactions**, v. 18, n. 11, p. 1892-1899, 2020.

EPE. Boletim trimestral de consumo de eletricidade. Empresa de Pesquisa Energética. 2020. [Online]. Disponível: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/boletim-trimestral-de-consumo-de-eletricidade>. Acesso: 05 mai. 2023.

ENEL Distribuição. Simulador de tarifas. 2020. [Online]. Disponível: <https://www.eneldistribuaosp.com.br/simulador-tarifa-branca/Paginas/Simulador.aspx?tipolmovel=residencial>. [Acesso: 05 mai. 2023.

GOOGLE PLAY. Consumo Elétrico. 2023. [Online]. Disponível: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aepmobile.consumoeletrico>. Acesso: 05 mai. 2023.

GRUPO ENERGISA. Simulador de Tarifa Branca. 2020. [Online]. Disponível: <https://www.energisa.com.br/Paginas/simulador-tarifa-branca.aspx>. Acesso: 05 mai. 2023.

JOHNSON, D. E.; HILBURN, J. L.; JOHNSON, J. R. **Fundamentos de análise de circuitos elétricos**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008, p. 552.

MACKENZIE. Apple Developer Academy. 2020. [Online]. Disponível: <https://medium.com/mackmobile>. Acesso: 05 mai. 2023.

MATERIAL DESIGN. Introduction. 2020. [Online]. Disponível: <https://material.io/design/introduction>. Acesso: 05 mai. 2023.

NILSSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Circuitos elétricos**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008, p. 592.

PALOMINO, Kevin; FLOREZ, Juan; MUNOZ, Elena. Estimation of error constant of an electromechanical energy meter with machine vision in a mobile application. **IEEE Latin America Transactions**, v. 17, n. 11, p. 1784-1792, 2019.

REACT NATIVE. Introduction. 2020 [Online]. Disponível: <https://reactnative.dev/docs/getting-started>. Acesso: 05 mai. 2023.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de software. 9. ed. São Paulo: Pearson Universidades, 2011, p. 768.

SINERGIA: CALCULATION OF RESIDENTIAL ENERGY USING SMARTPHONE APP

Abstract: *The ANEEL created the White tariff, which is a new tariff option for consumer units served in low voltage, group B. After January 2020, all consumer units can opt for this new tariff. Thus, energy consumption started to be measured according to the time of day, defined as: outside peak hours, intermediate hours and peak hours. Electricity concessionaires can already offer this new tariff modality, however, it is indicated for consumers who can concentrate energy consumption in periods of low demand, holidays and weekends. Therefore, this work came from an extension project in which the objective is to update important themes of the electric sector through the development of an application, called Sinergia, which has the function of calculating the monthly consumption of electric energy, informing the value to be paid and provide means of realizing savings. As a result, this application supports teaching and learning process through: i) the study of important and current topics; ii) the application of digital technologies as a way of transforming theoretical classes and motivating students even more; iii) strengthening concepts and making classes more dynamic. All tests were validated on official websites.*

Keywords: Smartphone, App, Android, Tariff, Energy.