

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA AUXILIAR ALUNOS DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO NA ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION TO HELP COMPUTER ENGINEERING STUDENTS IN THE ANALYSIS OF ELECTRICAL CIRCUITS

Marcos Vinícios da Silva Lima¹
Madson Cruz Machado²
Edilson Carlos Silva Lima³

RESUMO: Na área de Exatas, as disciplinas de elétrica são indispensáveis na grade curricular, desempenhando um papel crucial na formação dos alunos. No entanto, diversos estudantes enfrentam dificuldades em compreender conceitos fundamentais e realizar os cálculos necessários à análise de circuitos elétricos. O presente estudo buscou desenvolver um aplicativo para auxiliar os alunos do curso de Engenharia de Computação de uma universidade na cidade de São Luís no estado do Maranhão nas disciplinas de Elétrica Aplicada e Circuitos Elétricos, utilizando o framework Flutter e a linguagem de programação Dart. Quanto às metodologias, o trabalho adota um estudo de caso combinado com uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa, realizada com estudantes da área. Os dados foram coletados através de um questionário aplicado a uma turma específica de 33 alunos, permitindo uma análise detalhada de suas percepções. Os resultados mostraram que há espaço para melhorias e a adição de funcionalidades em futuras versões, bem como evidenciaram que o aplicativo é funcional e de fácil utilização, contribuindo positivamente para o processo de aprendizagem dos alunos.

4333

Palavras-chave: Engenharia de Computação. Circuitos Elétricos. Flutter. Dart.

ABSTRACT: In the field of Exact Sciences, electrical disciplines are indispensable in the academic curriculum, playing a crucial role in student education. However, many students face difficulties in understanding fundamental concepts and performing the calculations necessary for analyzing electrical circuits. This study aimed to develop an application to assist students in the Computer Engineering program at a university in the city of São Luís, in the state of Maranhão, in the subjects of Applied Electrical and Electrical Circuits, using the Flutter framework and the Dart programming language. As for methodologies, the study adopts a case study combined with an exploratory qualitative research approach, conducted with students in the field. Data were collected through a questionnaire administered to a specific class of 33 students, allowing a detailed analysis of their perceptions. The results showed that there is room for improvement and the addition of features in future versions, as well as highlighting that the application is functional and easy to use, contributing positively to the students' learning process.

Keywords: Computer Engineering. Electrical Circuits. Flutter. Dart.

¹Graduando em Engenharia de Computação. Universidade Ceuma (UNICEUMA).

²Mestre em Engenharia Elétrica, Professor, Formado pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), exerce a função na Universidade Ceuma (UNICEUMA).

³Especialista em Análise e Desenvolvimento de Sistema, Professor, Formado pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), exerce a função na Universidade Ceuma (UNICEUMA).

I INTRODUÇÃO

O estudo de circuitos elétricos apresenta desafios significativos para os alunos, principalmente devido às dificuldades em assimilar os conceitos iniciais. Noções básicas, como corrente elétrica, resistência e diferença de potencial, muitas vezes geram confusão e são mal compreendidas, o que prejudica o andamento dos estudantes na resolução de problemas envolvendo circuitos elétricos simples e complexos (DORNELES PFT, et al., 2006).

Visto isso, foi desenvolvido o VoltPro, um aplicativo multiplataforma voltado para auxiliar os alunos de Engenharia de Computação a realizarem cálculos e análises de circuitos elétricos. O VoltPro segue a crescente tendência do uso de aplicativos educacionais, que vêm sendo amplamente utilizados para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. Estudos recentes mostram que esses aplicativos ajudam os alunos a entenderem melhor os conceitos teóricos e a aplicá-los de forma prática, tornando o aprendizado mais eficiente e aumentando tanto o interesse quanto o engajamento dos estudantes (DOURADO, et al., 2024).

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar o desenvolvimento de um aplicativo que auxilie os estudantes do curso de Engenharia de Computação de uma universidade no Estado do Maranhão na realização de cálculos de circuitos elétricos. No desenvolvimento da aplicação, foi utilizado o framework Flutter e a linguagem de programação Dart, que permitiram a criação de uma ferramenta multiplataforma compatível com dispositivos Android e iOS. O foco dessa aplicação está em atender diretamente às necessidades dos alunos, oferecendo suporte tanto no estudo quanto na aplicação prática de circuitos elétricos.

Quanto às abordagens metodológicas deste estudo, foram adotadas duas principais: o estudo de caso e a pesquisa exploratória, ambas com uma abordagem qualitativa dos dados. O estudo de caso permitiu a análise detalhada de uma turma específica de estudantes de Engenharia de Computação, enquanto a pesquisa exploratória buscou compreender as dificuldades enfrentadas pelos alunos e suas experiências com o VoltPro. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários aplicados aos alunos após a utilização do aplicativo, permitindo identificar as principais dificuldades desses alunos em circuitos elétricos e o impacto que a ferramenta teve para ajudá-los a superar essas dificuldades.

Após esta introdução, a segunda seção realiza uma análise dos trabalhos relacionados, examinando os problemas e soluções abordados por outros estudos, além das distinções entre esses trabalhos e o presente artigo. A terceira parte apresenta o embasamento teórico, onde são

discutidos os conceitos que fundamentam o desenvolvimento do aplicativo. Na quarta etapa, detalha-se o processo de desenvolvimento do VoltPro, seguido pela quinta divisão, que apresenta os resultados obtidos por meio da pesquisa aplicada, bem como pelo sexto segmento, onde são discutidas as implicações desses resultados. Por fim, o sétimo capítulo traz as considerações finais, destacando as contribuições do aplicativo para o ensino de circuitos elétricos e as possibilidades de melhorias futuras.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, será realizada a análise de três trabalhos relacionados ao contexto do projeto atual, com o objetivo de ampliar a compreensão e as perspectivas em torno do presente trabalho, investigando o conceito e o resumo geral de cada um, além de suas vantagens, desvantagens e melhorias sugeridas para trabalhos futuros, destacando, ao final, as diferenças entre os demais trabalhos e o presente estudo.

2.1 Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar na preparação de alunos de Engenharia de Computação para o Enade.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do Treino Enade, um aplicativo voltado para auxiliar estudantes de Engenharia de Computação na preparação para o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade). O aplicativo foi desenvolvido com o framework Flutter para ser multiplataforma, permitindo que os alunos respondam a questionários baseados em provas anteriores do Enade. Além disso, o Treino Enade se destaca por adotar uma abordagem de gamificação, incentivando os estudantes a participarem por meio de rankings de desempenho, mas o trabalho também aponta algumas limitações, como a necessidade de conexão constante com a internet para acessar o banco de dados Firebase e a falta de testes na versão para iOS devido a restrições de hardware.

Em relação a trabalhos futuros, o autor sugere o aumento do número de questões disponíveis no aplicativo, a inclusão de filtros que permitam a personalização por áreas específicas de conhecimento e a possibilidade de estender o uso da plataforma para outros cursos além de Engenharia de Computação (FERNANDES, 2020).

2.2 Desenvolvimento de aplicativo celular para acesso a edifícios via senhas individuais, reconhecimento facial e reconhecimento biométrico

A conclusão deste artigo aborda o desenvolvimento de um aplicativo para controle de acesso a edifícios e residências, utilizando reconhecimento facial, biometria e senhas individuais para aprimorar a segurança, especialmente durante períodos noturnos, e reduzir o risco de contaminação por contato físico com superfícies, tema relevante no contexto da Covid-19. A aplicação foi desenvolvida usando o framework Flutter e integrada ao microcontrolador NodeMCU, que gerencia o controle da fechadura eletrônica, permitindo que os moradores autentiquem sua entrada rapidamente por meio de seus smartphones, com um tempo de resposta inferior a dois segundos.

O estudo identificou questões relacionadas à segurança do celular, dificuldades de usabilidade do aplicativo e o tempo de conexão como principais desvantagens, conforme demonstrado por 20% dos entrevistados em uma pesquisa realizada. Além disso, o artigo não propõe trabalhos futuros ou desenvolvimentos adicionais para o sistema, focando principalmente nos resultados já alcançados com a implementação atual (SANTOS, et al., 2020).

4336

2.3 Ferramenta computacional de apoio ao ensino em Engenharia de Telecomunicações

Neste terceiro artigo, apresenta-se o desenvolvimento de uma ferramenta computacional chamada "Cálculos de Parâmetros para o Planejamento de Sistemas Celulares" (CPPSC), criada pelo grupo de estudos GETICOM da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). A ferramenta foi desenvolvida usando a plataforma MATLAB, com o intuito de auxiliar os estudantes da disciplina de Redes Móveis e Rádio Acesso no curso de Engenharia de Computação. O CPPSC simula cálculos fundamentais para o planejamento de redes celulares, proporcionando uma abordagem prática que complementa o ensino teórico.

As vantagens da ferramenta incluem a simplificação do entendimento dos cálculos de redes móveis e o incentivo à interação entre alunos e professores. Quanto às desvantagens, o trabalho não apontou falhas ou limitações da ferramenta, mas mencionou que ela continua em desenvolvimento, com melhorias previstas, como a inclusão de suporte aos padrões UMTS e LTE, ampliando ainda mais sua aplicabilidade no futuro (GONSIOROSKI, et al., 2019).

2.4 Diferencial do projeto desenvolvido

Ao analisar os trabalhos relacionados apresentados, podemos destacar que o VoltPro possui diferenciais importantes em comparação com as soluções discutidas. No artigo apresentado no tópico 2.1, que descreve o desenvolvimento do aplicativo Treino Enade, o foco está na preparação dos alunos para o Enade, utilizando gamificação como principal recurso motivador. Apesar de ambos compartilharem o uso do Flutter, o VoltPro se diferencia ao oferecer uma ferramenta direcionada especificamente para facilitar o aprendizado em circuitos elétricos, enquanto o Treino Enade, com uma abordagem mais ampla de conteúdos, não atende com a mesma precisão as necessidades específicas dos alunos de Engenharia de Computação. O VoltPro, por sua vez, oferece ainda a vantagem de poder ser utilizado offline, o que proporciona mais flexibilidade aos usuários, enquanto o Treino Enade exige conexão à internet para acessar seus recursos.

No decorrer dos trabalhos analisados, no tópico 2.2, é abordado um sistema de controle de acesso utilizando reconhecimento facial e biometria, voltado para a segurança de edifícios e residências. Embora seja uma solução robusta no que se propõe, o VoltPro se diferencia pelo seu foco educacional, posicionando-se como uma ferramenta de apoio ao estudo, em vez de apenas executar tarefas. Diferentemente do sistema de controle de acesso, que exige hardware externo como o microcontrolador NodeMCU, o VoltPro opera diretamente nos smartphones, oferecendo aos usuários uma solução mais prática e de fácil acesso.

4337

Finalmente, no último trabalho apresentado no tópico 2.3, o CPPSC foca no planejamento de redes celulares, oferecendo uma ferramenta útil para estudantes de telecomunicações. Em contraste, o VoltPro se destaca pela capacidade de integrar de forma prática os cálculos de circuitos elétricos no cotidiano dos alunos de Engenharia de Computação. Enquanto o CPPSC oferece uma simulação de redes celulares voltada para desktops, o VoltPro, por ser uma aplicação mobile, proporciona uma solução mais acessível, permitindo que os alunos utilizem a ferramenta em qualquer lugar e a qualquer momento.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

No estudo e análise de circuitos elétricos, é fundamental compreender uma série de conceitos básicos. Um dos primeiros passos é aprender a simplificar circuitos, reduzindo-os a uma única resistência equivalente (3.1 Resistência equivalente), o que facilita significativamente

o entendimento do comportamento do circuito. Além disso, o uso de divisores de tensão (3.2 Divisor de tensão) e de corrente (3.3 Divisor de corrente) ajuda a calcular esses valores em diferentes pontos do circuito. Outro conceito importante é o das transformações (3.4 Transformação estrela-triângulo e triângulo-estrela) entre configurações de circuitos, que permitem converter determinadas disposições de resistores para facilitar a análise. Por fim, a correta interpretação dos valores de resistores através do código de cores (3.5 Código de cores para resistores) é essencial para a rápida identificação dos componentes e de suas especificações em aplicações práticas.

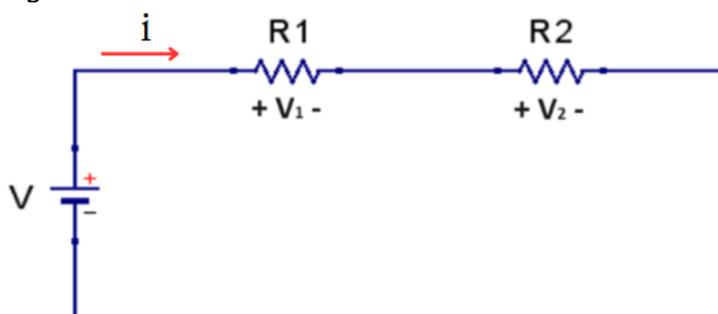
3.1 Resistência equivalente

A resistência equivalente é usada para simplificar circuitos que contêm várias resistências, substituindo-as por uma única resistência que produz o mesmo efeito no circuito. Nos próximos tópicos serão abordadas as configurações de resistores em série e em paralelo.

3.1.1 Resistores em série

Na configuração em série (Figura 1), os resistores estão dispostos em um único fio, de modo que a corrente elétrica flui através de todos eles na mesma direção (SVOBODA e DORF, 2014). 4338

Figura 1 – Resistores em série.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

A resistência equivalente de resistores conectados em série pode ser obtida somando-se os valores das resistências individuais (ALEXANDER e SADIKU, 2013).

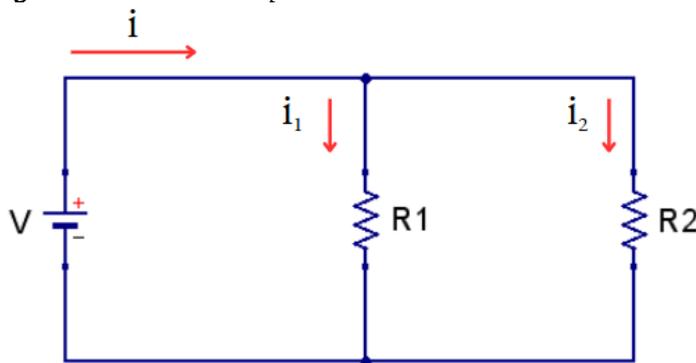
$$R_{eq} = \sum_{n=1}^N R_n = R_1 + R_2 + \dots + R_N \quad (1)$$

Na Equação 1 é demonstrada a fórmula da resistência equivalente para N resistores em série, mostrando que, ao somar as resistências individuais, é possível obter o valor total da resistência no circuito.

3.1.2 Resistores em paralelo

Na configuração em paralelo (Figura 2), os resistores estão dispostos de modo que todos compartilham a mesma tensão, sendo ligados entre o mesmo par de nós (SVOBODA e DORF, 2014).

Figura 2 – Resistores em paralelo.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

A resistência equivalente de resistores conectados em paralelo é obtida usando o método do inverso da soma dos inversos das resistências individuais, e seu valor será sempre menor que o da menor resistência individual no circuito (ALEXANDER e SADIKU, 2013).

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad (2)$$

Na Equação 2, encontra-se a fórmula para obter a resistência equivalente de N resistores em paralelo, demonstrando que o valor da resistência total no circuito será sempre menor do que a menor das resistências individuais.

3.2 Divisor de tensão

O divisor de tensão é um conceito importante na análise de circuitos elétricos, permitindo determinar a tensão sobre um resistor em série sem a necessidade de conhecer a corrente total do circuito. Essa técnica se baseia na ideia de que resistores em série compartilham a mesma corrente, mas a queda de tensão em cada resistor é proporcional à sua resistência em relação à resistência total do circuito (ALEXANDER e SADIKU, 2013).

O princípio do divisor de tensão deriva da aplicação da Lei de Ohm e da Segunda Lei de Kirchhoff, e possibilita simplificar a análise de circuitos em que resistores estão associados em série (SVOBODA e DORF, 2014).

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v, \quad v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v \quad (3)$$

Na Equação 3, são apresentadas as fórmulas do divisor de tensão para resistores em série (Figura 1), permitindo calcular a tensão sobre cada resistor com base na proporção de sua resistência em relação à resistência total. Esse cálculo simplifica a análise de circuitos, fornecendo uma forma prática de determinar tensões específicas sem precisar conhecer a corrente que percorre o circuito.

4340

3.3 Divisor de corrente

Assim como o divisor de tensão, o divisor de corrente também é um conceito essencial para analisar circuitos elétricos. Enquanto o divisor de tensão se aplica a resistores em série, o divisor de corrente é utilizado em circuitos paralelos. Sua principal função é calcular como a corrente total se divide entre os resistores conectados em paralelo. Nesse tipo de circuito, as resistências compartilham a mesma tensão, mas a corrente que percorre cada resistor é inversamente proporcional ao valor de sua resistência em relação à resistência equivalente total (ALEXANDER e SADIKU, 2013).

O divisor de corrente baseia-se na Lei de Ohm e na Primeira Lei de Kirchhoff, facilitando a análise de circuitos com resistores em paralelo (SVOBODA e DORF, 2014).

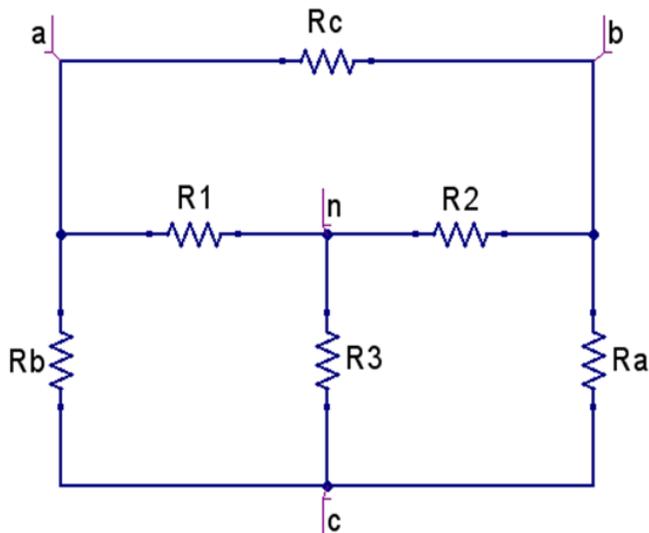
$$i_1 = \frac{R_2 i}{R_1 + R_2}, \quad i_2 = \frac{R_1 i}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

Na Equação 4, apresentam-se as fórmulas do divisor de corrente para resistores em paralelo, permitindo calcular a distribuição da corrente entre eles com base na relação inversa entre cada resistência e a resistência equivalente. Esse método simplifica a análise de circuitos paralelos, possibilitando uma forma prática de determinar a corrente que percorre cada resistor individualmente.

3.4 Transformação estrela-triângulo e triângulo-estrela

Em muitos circuitos elétricos, é comum encontrar resistores em posições onde a análise direta não é possível (Figura 3), já que eles não estão nem em série nem em paralelo.

Figura 3 - Superposição das redes estrela e triângulo.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

Nesses casos, a transformação de redes Delta (ou triângulo) e Estrela (ou Y) se torna uma técnica essencial para simplificar a análise.

$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}, \quad R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c}, \quad R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c} \quad (5)$$

$$R_a = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}, \quad R_b = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}, \quad R_c = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3} \quad (6)$$

As Equações 5 e 6 apresentam as fórmulas para realizar as transformações entre as configurações estrela e triângulo, permitindo converter uma rede complexa em uma forma mais simples para análise. Com essas transformações, é possível determinar as tensões e correntes do circuito sem aplicar diretamente as Leis de Kirchhoff em cada malha, facilitando a resolução de circuitos mais complexos (ALEXANDER e SADIKU, 2013).

3.5 Código de cores para resistores

Os resistores, componentes indispensáveis em circuitos elétricos, desempenham a função de controlar a corrente elétrica em um determinado circuito. No entanto, devido ao seu tamanho reduzido, a identificação direta de seus valores de resistência seria inviável se feita com números impressos (BOYLESTAD, 2012). Para facilitar a leitura e identificação desses valores, foi criado um sistema de codificação utilizando cores no corpo do resistor, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Código de cores para resistores

Cor	1ª faixa	2ª faixa	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	$\times 1\Omega$	-
Marrrom	1	1	$\times 10\Omega$	$\pm 1\%$
Vermelho	2	2	$\times 100\Omega$	$\pm 2\%$
Laranja	3	3	$\times 1k\Omega$	-
Amarelo	4	4	$\times 10k\Omega$	-
Verde	5	5	$\times 100k\Omega$	$\pm 0,5\%$
Azul	6	6	$\times 1M\Omega$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	7	$\times 10M\Omega$	$\pm 0,1\%$
Cinza	8	8	-	$\pm 0,05\%$
Branco	9	9	-	-
Dourado	-	-	$\times 0,1\Omega$	$\pm 5\%$
Prata	-	-	$\times 0,01\Omega$	$\pm 10\%$

Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

Esse sistema de cores, conhecido como código de cores para resistores, permite identificar o valor da resistência elétrica de forma prática e intuitiva. Cada cor presente nas faixas do resistor representa um número ou uma tolerância específica, seguindo uma ordem lógica que facilita a determinação do valor resistivo do componente (BOYLESTAD, 2012).

4 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO VOLTPRO

Nesta seção, são apresentadas as tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do aplicativo, conduzido sob a metodologia de estudo de caso para atender diretamente às necessidades de alunos de Engenharia de Computação em cálculos de circuitos elétricos. O framework Flutter foi adotado para a construção das interfaces e funcionalidades, utilizando a linguagem de programação Dart para a implementação do código. Após a definição dessas tecnologias, o ambiente de desenvolvimento foi escolhido: o Visual Studio Code serviu como editor principal para escrever o código, enquanto o Android Studio foi utilizado para emular o aplicativo, facilitando os testes e ajustes necessários durante o processo de desenvolvimento.

4.1 Flutter

4343

O Flutter é um SDK desenvolvido pelo Google, projetado para capacitar os desenvolvedores a criarem aplicativos móveis de alta qualidade a partir de um único código-base, facilitando o desenvolvimento para múltiplas plataformas (OLIVEIRA AKS, et al., 2022).

Segundo Windmill (2020), o Flutter compila diretamente para código ARM quando em modo de produção, garantindo execução nativa otimizada para diferentes dispositivos. Além disso, ao contrário de outras tecnologias que separam arquivos para lógica, estilo e layout (como JS, CSS e HTML), o Flutter integra tudo em um único sistema de componentes, chamado Widgets.

No Flutter, os widgets são elementos fundamentais. Eles são blocos de construção personalizáveis que podem representar tanto partes de uma interface quanto uma tela inteira. Ao serem combinados, esses widgets permitem a criação de interfaces sofisticadas e interativas. A capacidade de construir quase tudo no Flutter por meio de widgets é um diferencial importante, já que a flexibilidade desse modelo possibilita o desenvolvimento de interfaces complexas com relativa simplicidade (ALESSANDRIA, 2020).

Portanto, o Flutter se apresenta como uma solução completa para o desenvolvimento de aplicativos, fornecendo um ambiente que engloba desde o mecanismo de renderização até componentes de interface, ferramentas de teste e roteamento (WINDMILL, 2020).

4.2 Dart

O Dart é a linguagem de programação utilizada pelo Flutter, desenvolvida pelo Google e lançada em 2013. Seguindo uma estrutura orientada a objetos, com tipagem forte e definida por classes, o Dart utiliza uma sintaxe inspirada em linguagens como C, Java e C# (ALESSANDRIA, 2020). Isso o torna familiar para desenvolvedores que já possuem experiência em outras linguagens populares, facilitando sua adoção.

Outro diferencial importante do Dart é sua versatilidade, que, embora seja amplamente conhecido como a linguagem oficial do Flutter, o Dart também pode ser utilizado em desenvolvimento web e em servidores. Ele é capaz de transpilar para JavaScript, aumentando sua compatibilidade com diferentes plataformas e ampliando seu alcance no desenvolvimento web (ALESSANDRIA, 2020).

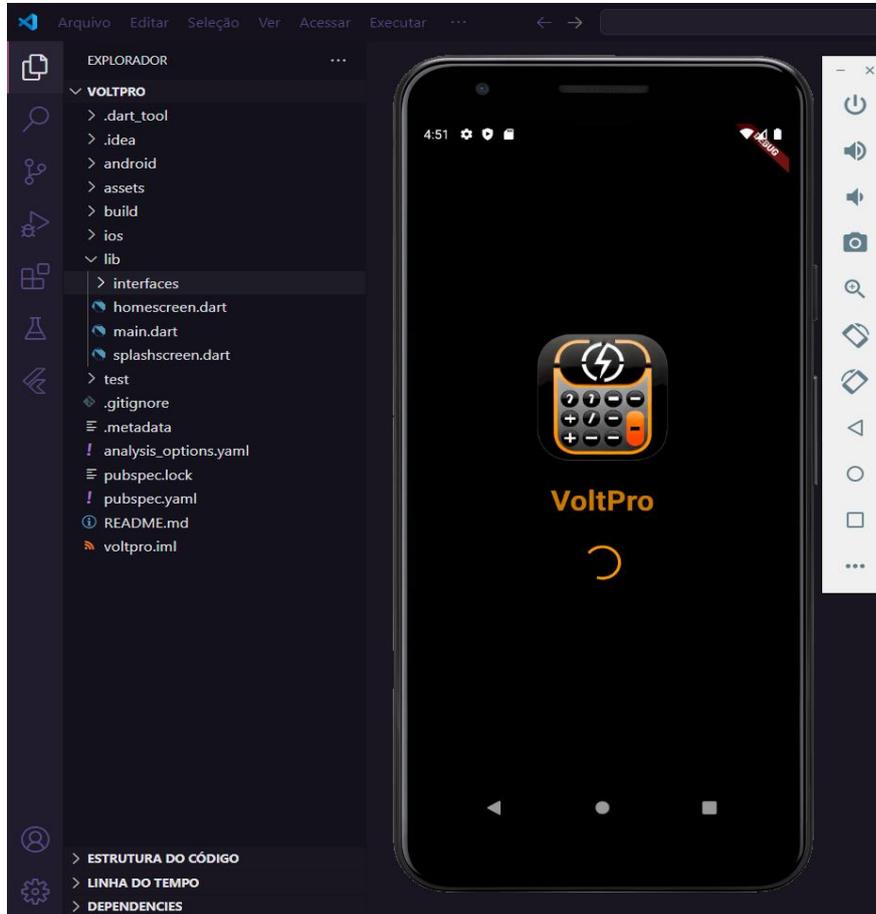
4.3 Visual Studio com Android Studio

4344

Durante o desenvolvimento do aplicativo, o Visual Studio Code (VS Code) foi utilizado como o editor de código principal. O VS Code é gratuito e de código aberto, oferecendo uma interface interativa com suporte integrado para várias linguagens de programação e um vasto repositório de extensões que ampliam sua funcionalidade para diversos ambientes e plataformas (KAUR J, et al., 2023).

Em conjunto com o VS Code, foi utilizado o Android Studio para emular o aplicativo. O Android Studio conta com o Android Virtual Device (AVD), um emulador que permite simular diferentes dispositivos Android e executar o código diretamente, facilitando o desenvolvimento em um ambiente virtual próximo ao real.

Figura 4 - Integração do Visual Studio Code com o Android Studio.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

A Figura 4 ilustra a integração entre o VS Code e o Android Studio, evidenciando como essa combinação de ferramentas simplifica o desenvolvimento e a realização de testes do aplicativo em um ambiente simulado. Essa integração possibilitou a realização de testes diretos no código desenvolvido, acelerando o processo de validação e depuração.

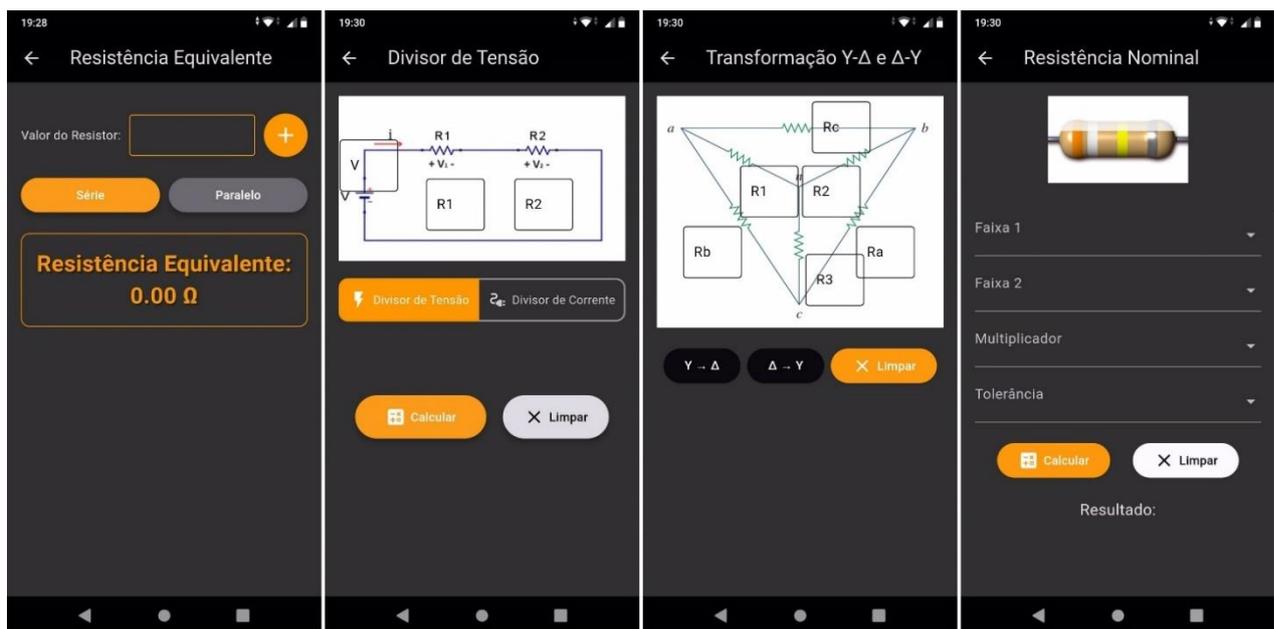
4.4 Aplicativo VoltPro

Com o avanço dos dispositivos móveis inteligentes a partir de 2007, introduzidos inicialmente pela Apple e, em 2008, pela Google, surgiu a necessidade de desenvolver aplicativos que ampliassem as funcionalidades desses dispositivos. Atualmente, os aplicativos desempenham um papel crucial na vida das pessoas, oferecendo soluções para diferentes demandas, desde comunicação e entretenimento até educação e saúde (LIMA, 2019).

Dentro desse contexto, o VoltPro foi desenvolvido para auxiliar estudantes de Engenharia de Computação a superarem as dificuldades identificadas na execução de cálculos de circuitos elétricos. O aplicativo se destaca por oferecer uma interface intuitiva e de fácil utilização, possibilitando que os estudantes realizem cálculos complexos de maneira simplificada. Além disso, o VoltPro facilita a visualização dos resultados por meio de uma abordagem prática, o que contribui para o desenvolvimento das habilidades necessárias nas disciplinas de elétrica.

O aplicativo integra diversas funcionalidades que permitem aos estudantes realizarem cálculos de circuitos elétricos de forma eficiente e precisa. A Figura 5 apresenta as principais interfaces do aplicativo.

Figura 5 – Interfaces do aplicativo VoltPro.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

As principais funcionalidades do VoltPro incluem:

- a) Resistência equivalente.
- b) Divisor de tensão.
- c) Divisor de corrente.
- d) Transformações estrela-triângulo e triângulo-estrela.
- e) Código de cores para resistores.

5 RESULTADOS

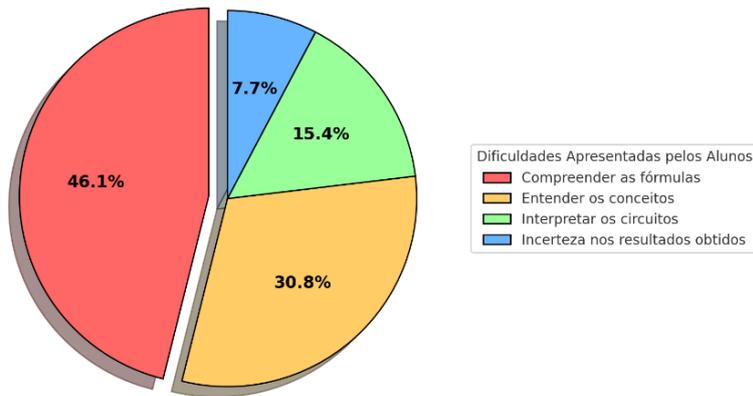
Após a finalização do desenvolvimento do aplicativo, foi conduzida uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa com 33 alunos do 5º e 6º período de Engenharia de Computação, onde o aplicativo foi apresentado aos estudantes para que pudessem utilizá-lo e, em seguida, responder a um questionário composto por 3 perguntas discursivas, compartilhando suas opiniões e impressões acerca do aplicativo. As perguntas do questionário e as principais respostas dos alunos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Principais resultados do questionário aplicado à turma do 5º e 6º período de Engenharia de Computação.

Pergunta	Principais Respostas
Como você, estudante de Engenharia de Computação, avalia a dificuldade de realizar cálculos de circuitos elétricos (como resistência equivalente, divisores de tensão e corrente, e transformações estrela-triângulo) em suas atividades acadêmicas? Quais são os principais desafios que você enfrenta ao tentar aplicar esses conceitos na prática?	<p>“Na prática, calcular circuitos elétricos é um pouco complicado por conta das fórmulas utilizadas para cada questão, e isso dificulta na hora de calcular.”</p> <p>“Dificuldade em aplicar as fórmulas.”</p>
Ao utilizar o <i>VoltPro</i> , como você descreveria sua experiência com o aplicativo em termos de interface, facilidade de uso e precisão dos cálculos?	<p>“Um app de fácil entendimento, interface limpa e bem feita e o mais importante, ele é bem intuitivo.”</p> <p>“Interface amigável e fácil ajuda na compreensão e cálculos.”</p>
Considerando sua experiência com o <i>VoltPro</i> , que melhorias você acredita que poderiam ser feitas no aplicativo? Que funcionalidades adicionais ou ajustes tornariam o <i>VoltPro</i> uma ferramenta mais completa e indispensável para estudantes de Engenharia de Computação?	<p>“As únicas melhorias seria trazer novos cálculos para a plataforma, abrangendo mais conteúdos sobre elétrica.”</p> <p>“Mais opções de circuitos a serem utilizados e mais fórmulas avançadas de circuitos elétricos.”</p>

Diante disso, os resultados serão analisados e apresentados por meio de gráficos.

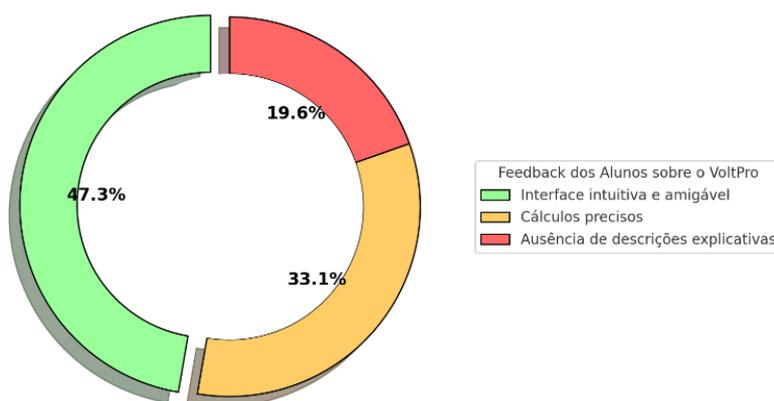
Gráfico 1 – Gráfico das dificuldades relatadas pelos alunos.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

No Gráfico 1, é possível observar as principais dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação aos cálculos de circuitos elétricos. A maior parte dos estudantes relatou que suas dificuldades estão ligadas à aplicação de fórmulas, representando 46,1% das respostas. Outras dificuldades incluem a compreensão dos conceitos envolvidos (30,8%) e a interpretação dos circuitos (15,4%), enquanto 7,7% dos alunos mencionaram ter incertezas nos resultados obtidos.

Gráfico 2 – Gráfico dos principais feedbacks dos alunos sobre o VoltPro.

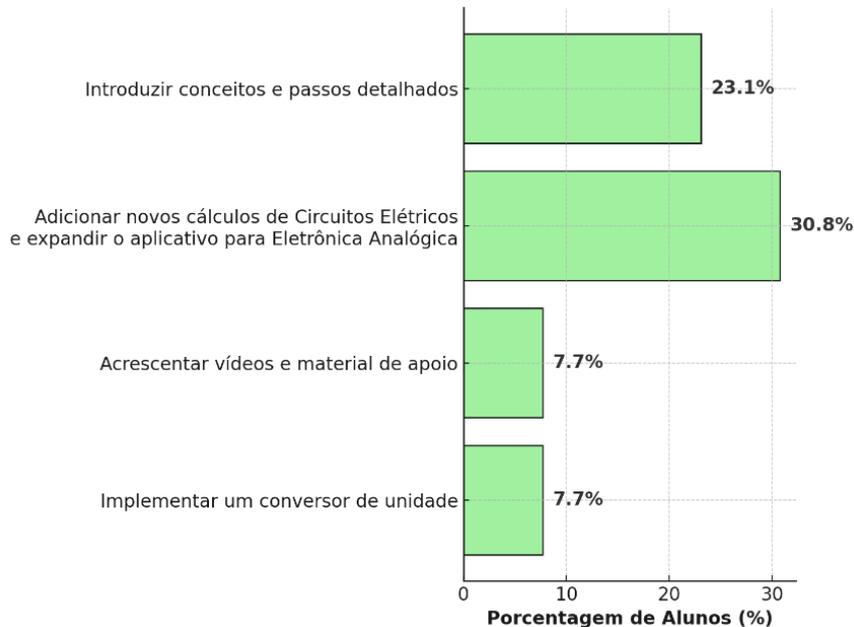


Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

Já no Gráfico 2, pode-se observar a avaliação dos alunos em relação à experiência de uso do aplicativo. A maioria dos alunos, 47,3%, destacou a interface como intuitiva e amigável, enquanto 33,1% apontaram a precisão dos cálculos como um ponto positivo. No entanto, 19,6%

dos estudantes identificaram a falta de descrições explicativas como uma área a ser aprimorada, especialmente para aqueles com menos familiaridade com os conceitos de circuitos elétricos.

Gráfico 3 – Gráfico das sugestões de melhorias para o VoltPro.



Fonte: LIMA MVS, et al., 2024.

Outra análise possível foi a respeito das sugestões de melhorias para o aplicativo, como mostrado no Gráfico 3. Cerca de 30,8% dos alunos sugeriram a inclusão de novos cálculos e fórmulas relacionadas a circuitos elétricos, enquanto 23,1% recomendaram a adição de explicações mais detalhadas e passo a passo das resoluções. Outras sugestões incluem a implementação de vídeos e materiais de apoio (7,7%) e a criação de um conversor de unidade para facilitar os cálculos (7,7%).

6 DISCUSSÃO

A análise dos resultados mostrou que a maior dificuldade dos alunos está em entender e aplicar as fórmulas de circuitos elétricos. Isso reflete o que já foi apontado em pesquisas sobre o ensino de eletricidade, que destacam como os estudantes, muitas vezes, confundem conceitos básicos, o que acaba dificultando o aprendizado de circuitos simples (DORNELES PFT, et al., 2006).

Por outro lado, a interface intuitiva e fácil de usar do VoltPro foi muito elogiada pelos alunos, o que reforça a qualidade do design em proporcionar uma boa experiência de uso. No

entanto, alguns alunos relataram dificuldades relacionadas à falta de textos explicativos sobre o uso de certas funcionalidades, além de dúvidas sobre o propósito dessas ferramentas e sobre os conteúdos abordados nelas. Isso sugere que o aplicativo poderia ser aprimorado com a inclusão de guias explicativos que orientem o usuário sobre como utilizar cada função e sobre os conceitos por trás dos cálculos apresentados.

Quanto às sugestões de melhorias, muitos alunos propuseram a adição de novas funcionalidades para abranger mais cálculos de circuitos elétricos, expandir o uso do aplicativo para incluir conteúdo da disciplina de eletrônica analógica, e a inclusão de videoaulas para reforçar o aprendizado.

Por fim, algumas limitações do estudo precisam ser consideradas. O número de participantes foi relativamente pequeno, o que pode limitar a generalização dos resultados para uma amostra maior. Além disso, o questionário utilizado foi focado em perguntas discursivas, o que pode ter limitado as respostas de alguns alunos que preferem opções de múltipla escolha. Para futuras pesquisas, seria interessante ampliar a amostra e incluir outras formas de coleta de dados para obter resultados mais precisos sobre o impacto do VoltPro no aprendizado dos estudantes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo desenvolver o VoltPro, um aplicativo multiplataforma para auxiliar estudantes de Engenharia de Computação na realização de cálculos de circuitos elétricos. Os resultados indicaram que o aplicativo cumpriu esse propósito, proporcionando aos alunos uma ferramenta prática e acessível para suas atividades acadêmicas. A pesquisa qualitativa conduzida com os estudantes revelou que a aplicação ajudou a superar algumas das principais dificuldades em cálculos elétricos, especialmente na aplicação de fórmulas e interpretação de circuitos, enquanto o feedback positivo sobre a interface intuitiva e a precisão dos cálculos demonstra que o VoltPro se alinha bem às necessidades dos usuários, respondendo ao problema inicial de oferecer suporte educacional eficiente em circuitos elétricos. Assim, a hipótese inicial de que um aplicativo multiplataforma poderia facilitar o aprendizado prático na área foi validada, pois a maioria dos alunos relatou uma experiência de uso positiva e identificou o VoltPro como um recurso útil em seu processo de aprendizado.

O desenvolvimento do VoltPro representou um avanço na forma como os estudantes podem realizar cálculos de circuitos elétricos, simplificando o processo e facilitando o acesso a ferramentas de apoio educacional. O aplicativo mostrou-se eficaz em oferecer uma interface intuitiva, combinada com funcionalidades que atendem diretamente às necessidades práticas dos alunos.

O VoltPro tem potencial para se tornar uma plataforma de aprendizado cada vez mais completa, capaz de não apenas simplificar cálculos, mas também oferecer uma base teórica robusta que complemente o ensino formal. Para trabalhos futuros, o foco será expandir as funcionalidades, incluir conteúdos mais interativos e incorporar materiais de apoio multimídia, garantindo que o aplicativo continue evoluindo em resposta às necessidades dos estudantes.

REFERÊNCIAS

1. ALESSANDRIA, Simone. Flutter Projects: A practical, project-based guide to building real-world cross-platform mobile applications and games. Birmingham: Packt Publishing, 2020. 483 p.
2. ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. Fundamentals of Electric Circuits. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2013. 995 p.
3. BOYLESTAD, Robert L. Introdução à análise de circuitos. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2012. 976 p.
4. DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I - circuitos elétricos simples. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.
5. DOURADO, S. O.; COSTA, B. S.; RIBEIRO, I. E.; ALCANTARA, G. M. F.; AIROSA, S. B. Uso de dispositivos móveis e aplicativos educacionais: como os smartphones, tablets e aplicativos podem ser utilizados como ferramentas de aprendizagem complementar. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Curitiba, v. 22, n. 6, p. 01-21, 2024.
6. FERNANDES, W. A. Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar na preparação de alunos de engenharia de computação para o enade. Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Ciências Exatas e da Computação, 2020. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso.
7. GONSIOROSKI, L. H.; SILVA, R. M. L.; SANTOS, A. B. C.; BATISTA, J. V.; NOGUEIRA, S. E. F.; SILVA, I. A.; SA, M. J. P.; COSTA, A. P. F. Ferramenta computacional de apoio ao ensino em engenharia de telecomunicações. In: ANDRADE, D. F. (ed.). Engenharia no século XXI. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2019. cap. 23, p. 189-196.

8. KAUR, J.; NIKITENKO, D.; ROONEY, M. *Mastering Visual Studio Code: A Beginner's Guide*. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2023. 270 p. (Mastering Computer Science).
9. LIMA, F. F. *Avaliação de frameworks para o desenvolvimento de aplicações híbridas*. Alegre: Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia de Software, 2019. 119 p. Trabalho de Conclusão de Curso.
10. OLIVEIRA, A. K. S.; LIMA, E. C. S.; CARIDADE, E. R. S. O uso dos framework Flutter e Nest.js para desenvolvimento de um front-end e um back-end de uma aplicação de help desk. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 8, n. 11, p. 1766-1786, 2022.
11. SANTOS, D.; MORALES, F.; CHINAGLIA, M. S.; ALMEIDA, S. L. R.; ANGELO, . E.; STORTINI GONZÁLEZ VELÁZQUEZ, . S. M.; ONODA PESSANHA, J. A. Desenvolvimento de aplicativo celular para acesso a edifícios via senhas individuais, reconhecimento facial e reconhecimento biométrico. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 124-149, 2020.
12. SVOBODA, James A.; DORF, Richard C. *Introduction to Electric Circuits*. 9. ed. Hoboken: Wiley, 2014. 920 p.
13. WINDMILL, Eric. *Flutter in Action*. 1. ed. Shelter Island: Manning Publications, 2020. 368p.
14. ZAMMETTI, Frank. *Practical Flutter: Improve your Mobile Development with Google's Latest Open-Source SDK*. 1. ed. California: Apress, 2019. 414 p.