

# PROTÓTIPO DE APLICATIVO MÓVEL PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE TABELA VERDADE

Bruna de Abreu Dias\*  
Alice Fonseca Finger\*\*  
Williamson Alison Freitas Silva\*\*\*

## RESUMO

Softwares educacionais podem ser utilizados como estratégia para facilitar o ensino e aprendizagem, auxiliando no entendimento dos conteúdos vistos em aula. Aplicativos com conteúdos de Lógica Matemática estão disponíveis na Google Play Store, mas aqueles que abordam o assunto de tabela verdade não apresentam boa usabilidade, são de difícil entendimento, demandam que o aluno já saiba o conteúdo e não tem seu idioma em português. Para auxiliar discentes na disciplina de Lógica Matemática, foi desenvolvido um protótipo para um aplicativo para tabela verdade com requisitos funcionais elencados em uma avaliação com um Grupo Focal composto por docentes, e outros definidos pelos autores deste trabalho. Para avaliar o protótipo, foram utilizadas três métricas: *System Usability Scale* (SUS), *Emo Cards* e o *Technology Acceptance Model* (TAM), no intuito de medir a facilidade de uso, analisar as emoções dos usuários após interação com a interface e avaliar a aceitabilidade do protótipo. Como resultado, o protótipo possui boa utilidade, entretanto, foram comentados sobre pontos de melhoria, como as cores utilizadas.

**Palavras-chaves:** Lógica Matemática; Tabela Verdade; Ensino; Aprendizagem;

## ABSTRACT

Educational software can be used as a strategy to facilitate teaching and learning, helping to understand the contents seen in class. Applications with Mathematical Logic content are available on the Google Play Store, but those that address the subject of truth tables do not present good usability, are difficult to understand, demand that the student already knows the content and does not have their language in Portuguese. To help students in the Mathematical Logic discipline, a prototype was developed for a truth table application with functional requirements listed in an evaluation with a Focus Group composed of professors, and others defined by the authors of this work. To evaluate the prototype, three metrics were used: *System Usability Scale* (SUS), *Emo Cards* and the *Technology Acceptance Model* (TAM), in order to measure ease of use, analyze users' emotions after interaction with the interface and evaluate the acceptability of the prototype. As a result, the prototype has good utility, however, points for improvement, such as the colors used, were commented on.

**Keywords:** Mathematical logic; Truth table; Teaching; Learning;

\* Aluno do Curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: [brunadias.aluno@unipampa.edu.br](mailto:brunadias.aluno@unipampa.edu.br)

\*\* Orientadora, Professora do Curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil, E-mail: [alicefinger@unipampa.edu.br](mailto:alicefinger@unipampa.edu.br)

\*\*\* Coorientador, Professor do Curso de Engenharia de Software da Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil, E-mail: [williamsonsilva@unipampa.edu.br](mailto:williamsonsilva@unipampa.edu.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Cursos de graduação na área de Computação possuem, entre outros tópicos, conteúdos relacionados à matemática e teoria da Computação. Tais conteúdos são muitas vezes vistos como difíceis, principalmente por aqueles que estão ingressando na universidade. Isto pode ocorrer por dificuldades na adaptação do ambiente universitário, em programação ou problemas na formação básica, entre outros motivos (BERNARDINI; COSTA; ARTIGAS, 2015; DALLABONA; ALBERTI, 2016; CAMPELLO; LINS, 2008). Dados da Sociedade Brasileira da Computação (SBC) apontam uma significativa quantidade de discentes ingressantes, entretanto, a quantidade de discentes formados é sempre abaixo do esperado (SBC, 2019).

Os problemas na graduação podem levar a evasão do discente do curso escolhido ou fazer com que ele permaneça retido em disciplinas com conteúdos desafiadores. Uma forma de procurar conter um desses problemas é por meio da adoção de diferentes estratégias de ensino. Esta abordagem tem ganhado força como uma maneira de contornar a dificuldade no entendimento dos conteúdos considerados difíceis pelos discentes. Entre as diferentes estratégias de ensino, destacamos o desenvolvimento e uso de softwares para servir de apoio ao ensino (GAZZOLA; CHICON, 2020; MORESI et al., 2019). Visando caracterizar quais os aplicativos podem auxiliar os discentes no ensino de Lógica Matemática, as duas primeiras pesquisadoras envolvidas neste trabalho conduziram uma revisão sistemática sobre aplicativos na Google Play Store<sup>1</sup> (DIAS; FINGER, 2020). Na revisão sistemática, foram encontrados 19 aplicativos com foco em conteúdos conhecidos na disciplina de Lógica Matemática. Entre eles, encontraram-se oito aplicativos para tabela verdade e, após um comparativo entre as funcionalidades de cada um, dois obtiveram destaque: The Logic Calculator e Tablas de Verdad.

Como uma forma de avaliar o uso dos aplicativos Tablas de Verdad e The Logic Calculator em sala de aula, foi utilizado o Modelo de Aceitação de Tecnologia (do inglês *Technology Acceptance Model* - TAM), proposto por Davis (DAVIS RICHARD P. BAGOZZI, 1989), com discentes que cursavam a disciplina de Lógica Matemática. O TAM é importante na avaliação da motivação que leva o usuário a aceitar ou rejeitar tecnologias (DAVIS RICHARD P. BAGOZZI, 1989). Após o estudo do conteúdo de tabela verdade na disciplina e manipulação dos aplicativos, foi disponibilizado um formulário com as questões do TAM. Com base nos resultados da avaliação, notou-se que o aplicativo The Logic Calculator obteve melhores resultados quanto a sua utilidade e pretensão de uso futuro. Contudo, mesmo com uma avaliação positiva, o aplicativo The Logic Calculator foi considerado por um participante da avaliação como “complexo e difícil de lidar”. Apesar de ter funcionalidades que são úteis no desempenho do discente e no futuro da disciplina, o aplicativo não é fácil de manipular. Já o aplicativo Tablas de Verdad é considerado fácil de utilizar, entretanto não é completo quanto às funcionalidades como o aplicativo The Logic Calculator e foi considerado por um dos discentes como “limitado”.

Além disso da avaliação com o TAM, realizou-se um teste de usabilidade com os aplicativos The Logic Calculator e Tablas de Verdad (DIAS et al., 2021). Como resultado, o aplicativo Tablas de Verdad obteve destaque pela sua interface ser mais atrativa, entretanto, os participantes apontaram problemas em ambos aplicativos, como

---

<sup>1</sup>Loja de Aplicativos Google Play Store. Acesso em: <[https://play.google.com/store?hl=pt\\_BR&gl=US](https://play.google.com/store?hl=pt_BR&gl=US)>

por exemplo, idioma (espanhol e inglês), ausência de funcionalidades, organização dos botões, interface confusa, entre outros.

Visando abranger algumas funcionalidades dos aplicativos testados e melhorar os problemas identificados a partir dos estudos previamente realizados, foram levantados requisitos para o desenvolvimento de um protótipo para um aplicativo de ensino e aprendizagem de tabela verdade. Em um primeiro momento, a partir dos requisitos previamente elencados pelos autores, desenvolveu-se um protótipo de baixa fidelidade, ou seja, com baixo nível de detalhes, sem representação visual de funcionalidades e sem recursos de interação. Esta primeira versão do protótipo foi desenvolvida e apresentada no Trabalho de Conclusão de Curso 1<sup>2</sup>. Para avaliar a primeira versão, foi realizado um Grupo Focal (GF) com docentes, os quais sugeriram melhorias e correções.

A partir dos problemas apontados pelos docentes durante o GF e visando evoluir o protótipo, os pesquisadores envolvidas nesta pesquisa desenvolveram uma segunda versão. Nesta segunda versão, além de melhorar os problemas já apontados, foram adicionados novos requisitos para que pudessem atender as expectativas dos discentes/docentes no que se refere ao aspecto didático e do conteúdo de Lógica Matemática.

## 1.1. ORGANIZAÇÃO

O trabalho elaborado está organizado da seguinte forma: na Seção 2 está descrita a metodologia adotada neste trabalho, com explicações resumidas de cada etapa. Em seguida, na Seção 3, é explicado como ocorreu a etapa do trabalho de levantamento de requisitos. A Seção 4 apresenta as telas da segunda versão do protótipo criado e como os requisitos foram distribuídos. Na sequência, na Seção 5, é vista a avaliação da segunda versão do protótipo e comentários dos participantes da avaliação. Por fim, a Seção 6, traz as considerações finais obtidas pelo trabalho realizado e as próximas etapas da pesquisa.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho desenvolvido é resumida pela Figura 1.

No **Estágio 1 do trabalho (Levantamento de Requisitos)**, foi realizado o levantamento dos requisitos que seriam adicionados à segunda versão do protótipo. Os requisitos foram definidos a partir da realização de um Grupo Focal com docentes que discutiu e avaliou a primeira versão desenvolvida anteriormente. Além disso, tendo como objetivo o uso do aplicativo por discentes em sala de aula, foram definidos alguns requisitos funcionais para auxiliar no ensino. A partir dos requisitos elencados no Estágio 1, foi desenvolvida a segunda versão do protótipo no **Estágio 2 (Protótipo: Versão 2)**. Diferente da primeira versão, de baixa fidelidade, a versão dois foi desenvolvida em média fidelidade.

No **Estágio 3 (Avaliação: Versão 2)**, foi realizada a avaliação com discentes que haviam cursado a disciplina de Lógica Matemática recentemente e discentes que estavam cursando a disciplina e já estudaram o conteúdo de tabela verdade. Foram

---

<sup>2</sup>Primeira versão do protótipo. Acesso em: <[https://drive.google.com/file/d/1RFE\\_Xgdf6oy3lxc2JAqw3\\_qOzICPsmD4/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1RFE_Xgdf6oy3lxc2JAqw3_qOzICPsmD4/view?usp=sharing)>

Figura 1 - Metodologia do Trabalho de Conclusão de Curso II.



Fonte: Desenvolvida pela autora.

utilizados o *System Usability Scale* (SUS) (BROOKE, 1996), o Emo Cards (DESMET; OVERBEEKE; TAX, 2001) e uma adaptação do modelo TAM (VALENTIM et al., 2014). Além dos três tipos de avaliações, foram criadas questões abertas para avaliação de outros aspectos do protótipo desenvolvido.

### 3. LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

O Grupo Focal (GF) (do inglês *Focus Group*) (FRANÇA et al., 2015; KONTIO; LEHTOLA; BRAGGE, 2004; O'BRIEN, 2003; WIDDOWS; HENSLER; WYNCOTT, 1991) foi realizado para obter uma visão do ponto de vista docente sobre a primeira versão do protótipo, como uma forma de validar o uso do aplicativo em sala de aula. Foram convidados três docentes que, em algum momento, lecionaram na disciplina de Lógica Matemática ou com conteúdos relacionados à disciplina. No primeiro momento, foi enviado um e-mail aos docentes convidando-os a participar do GF e solicitando que fizessem o uso de dois aplicativos: *Tablas de Verdad* e *The Logic Calculator*. A manipulação dos aplicativos foi solicitada para que pudesse ser feito um comparativo das suas funcionalidades e problemas com as que seriam encontradas no protótipo.

Ao início do GF, um Termo Livre e Esclarecido foi disponibilizado para que os docentes autorizassem o uso das informações obtidas, sem expor suas identidades e sem o recebimento de qualquer gratificação. Além disso, foi realizada uma apresentação para introduzir de uma maneira rápida qual era o objetivo do trabalho desenvolvido e da realização daquele encontro. Em seguida, foi pedido o preenchimento de um formulário de caracterização onde eram questionados a formação dos docentes, o tempo em sala de aula, as matérias relacionadas à Lógica Matemática que eles já haviam lecionado, entre outras questões. Essas informações podem ser encontradas na Tabela 1.

Entre outras questões respondidas pelos docentes, era desejo saber se havia a informação sobre a quantidade de discentes que reprovam na disciplina de Lógica Matemática. O Docente 1 acredita que são mais do que 20 discentes por turma; Docente 2 acredita que varia entre zero a cinco discentes; e o Docente 3 acredita que

Tabela 1 - Informações gerais sobre os docentes.

	<b>Docente 1</b>	<b>Docente 2</b>	<b>Docente 3</b>
<b>Idade</b>	37	35	39
<b>Formação</b>	CC	CC	Matemática
<b>Titulação</b>	Mestrado	Doutorado	Mestrado
<b>Disciplinas Semelhantes à LM</b>	LM, Lógica Proposicional	Análise e Projeto de Algoritmos, Linguagens Formais e Autômatos, TC, MD	Estrutura Algébrica
<b>Tempo de Aula (anos)</b>	4	5	14
<b>Nível</b>	Graduação	Graduação	Graduação
<b>Curso</b>	ES, CC	ES, CC	CC, Outro
<b>Tipo de Universidade</b>	Pública	Pública	Pública
<b>Legenda:</b> ES - Engenharia de Software; CC - Ciência da Computação; LM - Lógica Matemática; TC - Teoria da Computação; MD - Matemática Discreta			

são entre 11 a 15 discentes reprovados por turma. Ainda foi comentado sobre alguns fatores que influenciam esses valores, os Docentes 1 e Docente 3 comentaram, respectivamente, que as reprovações podem ocorrer em função dos conteúdos vistos no primeiro semestre do curso após saírem de um ensino médio deficitário, “*acredito que chegam com uma defasagem do ensino médio e o impacto do primeiro semestre do curso como um todo acaba sendo grande*” e falta de intimidade dos ingressantes com a vida universitária: “*(...) desconhecimento a respeito da dinâmica da vida universitária, haja vista que são discentes que recém ingressaram no ensino superior e que ainda não se acostumara com essa nova realidade.*” Também foi questionado sobre o uso de tecnologias educacionais em sala de aula e os três docentes comentaram que não utilizam, mas dois comentaram que gostariam de utilizar.

Após a apresentação, os participantes debateram sobre as funções dos aplicativos Tablas de Verdad e The Logic Calculator, pois conforme solicitado, ambos já haviam sido manipulados. Como ponto positivo, foi comentado sobre a organização da tabela verdade construída no aplicativo Tablas de Verdad e sobre ambos aplicativos exibirem a classificação da tabela verdade calculada. Entre os pontos negativos, foi apontado que o Tablas de Verdad contém muitas propagandas e que no The Logic Calculator é difícil de organizar a fórmula a ser calculada. Como sugestão de melhoria, foi comentado que os aplicativos poderiam exibir a árvore sintática.

Após os comentários sobre os aplicativos The Logic Calculator e Tablas de Verdad, foi iniciada a apresentação da primeira versão do protótipo para tabela verdade. É importante destacar que a primeira versão do protótipo somente apresentava o módulo de Construir Tabela por ser a parte diferencial do trabalho.

Durante a apresentação, os docentes comentaram e discutiram ideias que poderiam ser adicionadas, melhoradas ou mantidas. Entre elas estão a possibilidade de preenchimento de múltiplos valores verdade; descrições do que deve ser feito em cada tela; inserção automática das variáveis proposicionais e seus valores verdade; entre outras.

Além das alterações sugeridas no GF, foram definidos requisitos funcionais que

tem como função auxiliar o discentes a utilizar aplicativos de ensino de forma clara. Todos os requisitos definidos podem ser encontrados na Tabela 2. Os Requisitos Funcionais (RF) são requisitos relacionados com o comportamento do sistema, “o que o sistema deve fazer”, já os Requisitos Não Funcionais (RNF) definem as limitações do comportamento do sistema, “sob que restrições” (VALENTE, 2020). Para esta parte do trabalho, foram utilizados somente os RF.

Tabela 2 - Requisitos Funcionais Definidos.

ID	Descrição do Requisito
RF1	O aplicativo deve conter descrições sobre o que deve ser feito em cada tela.
RF2	O aplicativo deve permitir que o usuário preencha mais de uma célula da tabela verdade com o mesmo valor verdade.
RF3	O aplicativo deve exibir a fórmula completa em todas as telas.
RF4	O aplicativo deve realizar a correção dos exercícios e tabelas verdade calculadas e classificadas/validadas.
RF5	O aplicativo deve inserir as variáveis proposicionais e seus valores na tabela verdade.
RF6	O aplicativo deve permitir que o usuário acesse diferentes partes do material para realizar as atividades no seu ritmo.
RF7	O aplicativo deve fornecer instruções claras e objetivas conforme a seção em que o usuário se encontra.
RF8	O aplicativo deve conter fontes consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF9	O aplicativo deve conter cores consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF10	O aplicativo deve conter temas consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF11	O aplicativo deve conter botões consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF12	O aplicativo deve conter termos consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF13	O aplicativo deve conter palavras consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF14	O aplicativo deve conter ações consistentes para reconhecer palavras e informações em diferentes páginas mais rapidamente.
RF15	O aplicativo deve conter informações semelhantes agrupadas para que o usuário possa encontrá-las rapidamente.
RF16	O aplicativo deve conter símbolos consistentes para que fique mais estruturado.
RF17	O aplicativo deve conter ícones consistentes para que o aplicativo fique mais estruturado.
RF18	O aplicativo deve indicar para o usuário quais campos são obrigatórios ou não.
RF19	O aplicativo deve poder permitir que o usuário confirme qualquer ação importante, como conclusão de avaliação ou exclusão de arquivos.
RF20	O aplicativo deve permitir que o usuário cancele ações a qualquer momento.
RF21	O aplicativo deve permitir que o usuário possa sair do aplicativo a qualquer momento.

#### 4. PROTÓTIPO DA VERSÃO 2

Ao final do estágio no qual foram levantados os requisitos, a segunda versão de média fidelidade do protótipo para tabela verdade começou a ser desenvolvida utilizando a ferramenta Figma<sup>3</sup>. A tela principal do protótipo pode ser vista na Figura 2. A média fidelidade se preocupa com a relação entre os elementos e navegabilidade entre as seções (WALKER et al., 2002; HENDERSON, 2002).

Na tela inicial do protótipo (Figura 2), é encontrado o menu principal com cada módulo definido desde a primeira versão do protótipo: o módulo Aprender Tabelas, o de Construir Tabelas e o de Verificar Tabela. O módulo Aprender Tabelas consiste em revisar conceitos sobre tabela verdade de maneira rápida com exercícios de fixação. Já o módulo Construir Tabelas possibilita ao usuário desenvolver uma tabela verdade desde a inserção dos valores verdade até sua classificação. Por fim, o módulo Verificar Tabela consiste somente na inserção de uma fórmula e retorno do seu resultado final. Na Figura 3, é possível ver o menu principal de cada módulo.

Os primeiros requisitos definidos, requisito RF6 e RF16, já foram vistos na Figura 2 e na Figura 3. O requisito RF6, menciona que o usuário deseja acessar diferentes partes do curso para desenvolver seu conhecimento no seu ritmo. Dessa forma, por meio dos menus, o usuário pode interagir com diferentes partes do aplicativo a qualquer momento. O requisito RF15 descreve o agrupamento de informações relacionadas, que também está ligado aos menus, já que as informações foram unidas conforme o módulo que lhe compete.

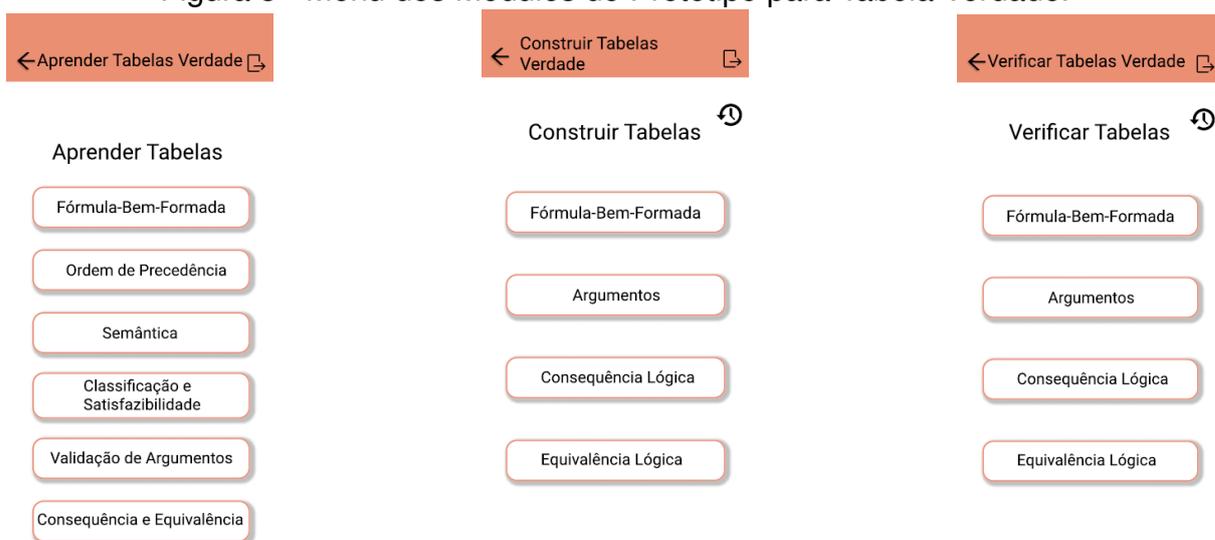
<sup>3</sup>Ferramenta Colaborativa de Design de Interfaces Figma. Acesso em: <<https://www.figma.com>>

Figura 2 - Menu Principal do Protótipo para Tabela Verdade.



Fonte: Desenvolvida pela autora.

Figura 3 - Menu dos Módulos do Protótipo para Tabela Verdade.

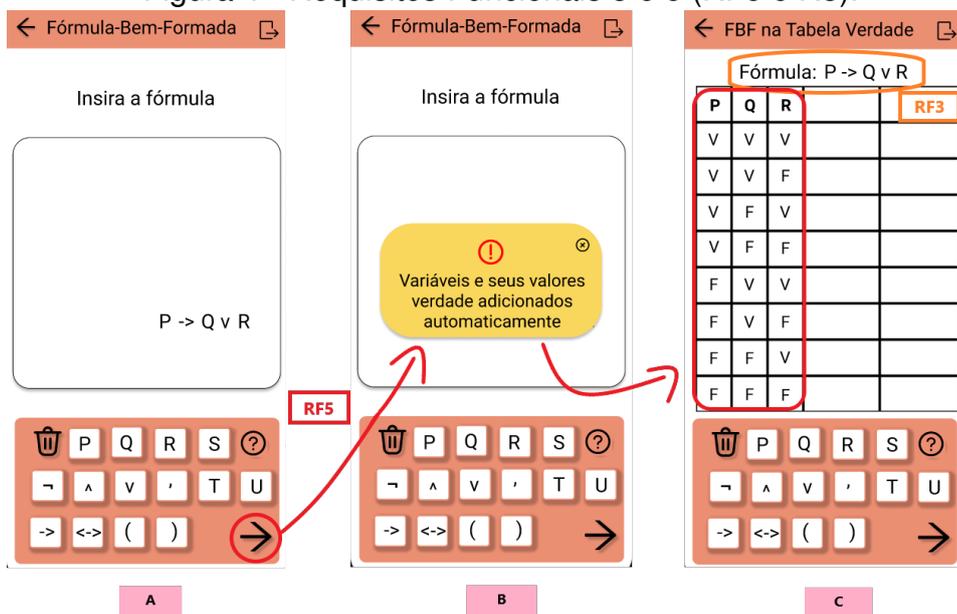


Fonte: Desenvolvida pela autora.

Os requisitos definidos para o protótipo serão apresentados por meio de figuras que ilustram seu comportamento durante a interação do usuário. Será utilizado o módulo Construir Tabelas para Fórmulas-Bem-Formadas (FBFs) para a demonstração. O fluxo das imagens é semelhante ao conhecido pelo usuário quando o mesmo realizar a construção de uma tabela verdade para FBF<sup>4</sup>.

Inicialmente, é encontrada uma tela onde o usuário deverá realizar a inserção da fórmula que será utilizada na tabela verdade, conforme é visto na tela A da Figura 4. Esta inserção ocorre para que o aplicativo reconheça as variáveis proposicionais e possa realizar a inserção dos seus valores verdade na tabela.

Figura 4 - Requisitos Funcionais 3 e 5 (RF5 e R3).



Fonte: Desenvolvida pela autora.

Na Figura 4, são identificados dois dos requisitos elencados, o requisito RF5 (vermelho) e o requisito RF3 (laranja). O requisito RF5 define que o aplicativo deve inserir automaticamente os valores verdade das variáveis proposicionais na tabela verdade. Ilustrado em vermelho (Figura 4), o requisito RF5 exige a inserção da fórmula pelo usuário na tela A, seguido de uma caixa de diálogo que notifica o usuário da inserção das variáveis e de seus valores verdade (tela B). Por fim, a tela C, exibe as variáveis e seus valores automaticamente inseridos na tabela verdade.

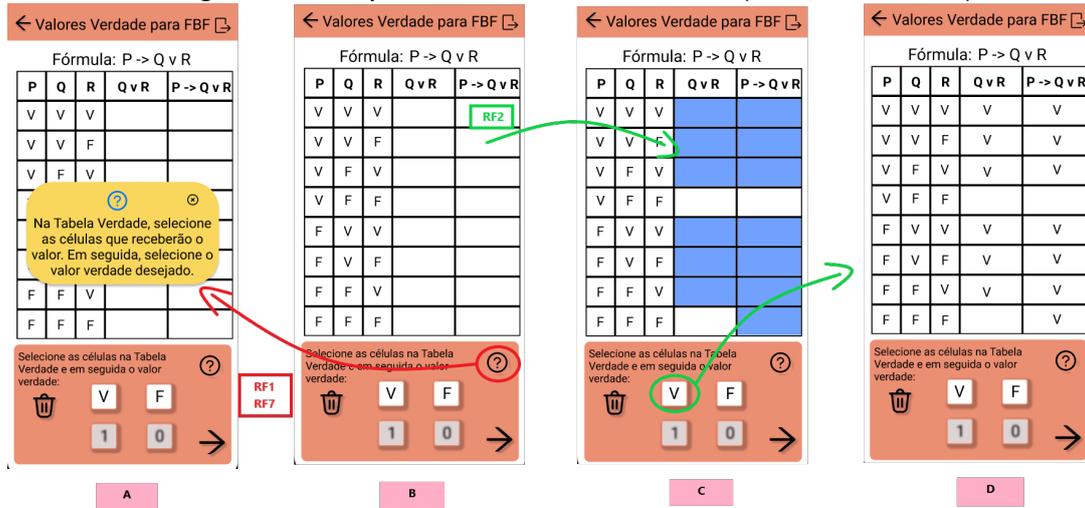
Na tela C da Figura 4 também está contido o requisito RF3 (laranja) que define a necessidade de exibição da fórmula inserida pelo usuário em todas as telas. Esta fórmula servirá de guia para o desenvolvimento da tabela verdade.

A inserção dos valores verdade na tabela é realizada quando o usuário seleciona várias células e em seguida seleciona o valor verdade desejado, conforme é visto na sequência das telas B, C e D da Figura 5.

Na tela A (Figura 5), é possível observar que existe um botão representado pelo

<sup>4</sup>Versão dois completa do protótipo. Acesso em: <<https://www.figma.com/proto/pFPfJ5nosSjVPJxvhdmTdO/M%3C%3B3dulos?node-id=2%3A2&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=2%3A2>>

Figura 5 - Requisito Funcionais 1, 2 e 7 (RF1, RF2 e R7).



Fonte: Desenvolvida pela autora.

símbolo de interrogação (?) com um círculo na sua volta. Este botão, quando selecionado, exibe uma caixa de diálogo que esclarece ao usuário o que deve ser feito naquele momento.

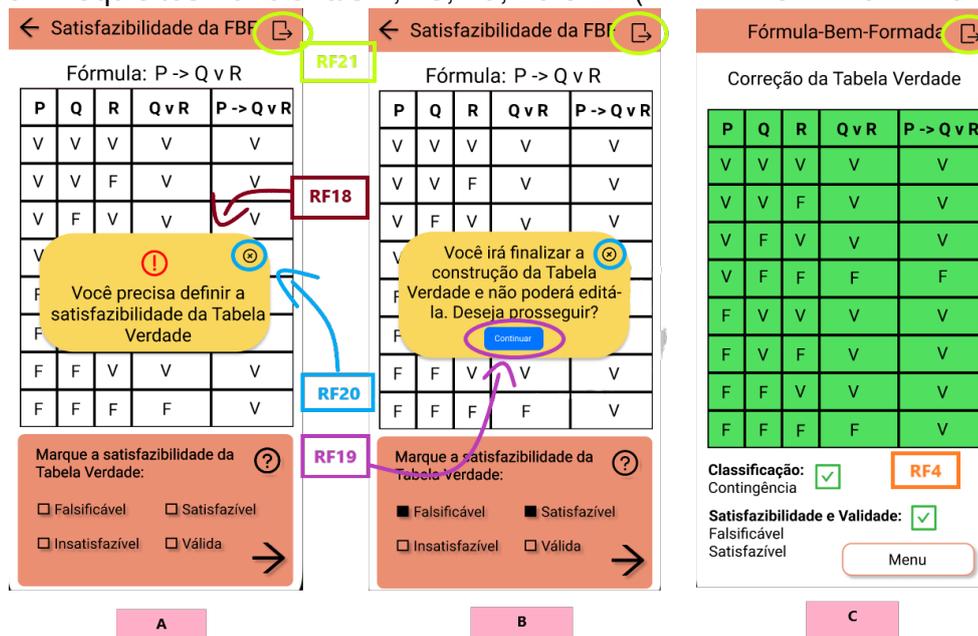
Na Figura 5, encontram-se os requisitos RF1 e RF7 em vermelho e o requisito RF2 em verde. O requisito codificado como RF1 define que o aplicativo deve exibir descrições do que deve ser feito em cada tela. Junto dele, o requisito RF7 define que o usuário gostaria de instruções claras sobre o que deve ser feito, conforme a seção em que se encontra. Para abrangê-los, foi adicionado em todas as telas interativas o botão com o símbolo de interrogação.

O requisito seguinte, RF2 possibilita que o usuário selecione várias células da tabela verdade para que, quando um valor verdade for selecionado, as células da tabela sejam preenchidas. Na Figura 5 é possível observar o fluxo deste requisito, o qual está indicado pela cor verde. Também é ilustrada a seleção das células na tela (azul) e a seleção do botão que representa o valor verdade Verdadeiro (V), seguido da sua inserção na tabela.

A Figura 6 apresenta em sua tela A uma interação indevida do usuário. Se o usuário tentar prosseguir para a próxima etapa selecionando a seta, será impedido, sendo aberta uma caixa de diálogo que notificará a necessidade de definir a satisfazibilidade da tabela verdade. A seguir, na tela B (Figura 6), o usuário deve marcar a satisfazibilidade da tabela verdade e selecionar a seta para prosseguir. Com isso, ele será notificado por uma caixa de diálogo sobre o fim do desenvolvimento da tabela verdade e questionado se deseja continuar. Se o usuário selecionar o botão de “Continuar”, ele será levado a tela C. A tela C da Figura 6 irá exibir a correção da tabela verdade construída e classificada pelo usuário. Nesta ilustração, a tabela verdade construída encontra-se em verde pois está com seus valores verdade corretos, da mesma forma que sua classificação e satisfazibilidade estão acompanhadas de um “check” em verde devido a sua classificação correta.

Na Figura 6, o requisito identificado como RF18 na tela A (vermelho) define que

Figura 6 - Requisitos Funcionais 4, 18, 19, 20 e 21 (RF4 RF18 RF19 RF20 e RF21).



Fonte: Desenvolvida pela autora.

o aplicativo deverá indicar a obrigatoriedade dos campos, assim como deverá permitir que o usuário cancele ações realizadas (requisito RF20 em azul). Identificado como requisito RF19 em lilás na tela B, o aplicativo deverá possibilitar que o usuário confirme qualquer ação importante, como por exemplo, conclusões de avaliações. A correção da tabela é definida pelo requisito RF4 na tela C, e aparece após o usuário confirmar que finalizou o desenvolvimento da tabela verdade. Este requisito define também a correção de exercícios (como os do módulo Aprender Tabelas). Por fim, em verde, o requisito RF21 define que o usuário poderá sair do aplicativo quando desejar (telas A, B e C).

Do requisito RF8 até o requisito RF17, são definidos os requisitos que demandam a padronização das cores, fontes, temas, botões, termos, palavras, ações, informações, símbolos e ícones.

## 5. AVALIAÇÃO DA VERSÃO 2 DO PROTÓTIPO

Na realização da avaliação da versão dois do protótipo para tabela verdade, foram utilizadas três avaliações: o *System Usability Scale* (SUS) (BROOKE, 1996), o Emo Cards (DESMET; OVERBEEKE; TAX, 2001) e uma adaptação do modelo TAM (VALENTIM et al., 2014). Como complemento, foram adicionadas algumas questões abertas. O SUS foi utilizado para verificar se a realização das tarefas no protótipo ocorrem facilmente. O Emo Cards, por sua vez, serviu para analisar os sentimentos dos usuários após a interação com a interface do protótipo. Por fim, também foi utilizada uma adaptação do modelo TAM para analisar a organização dos elementos da tela e se, na forma como foi criado, pode contribuir com o crescimento do discente na disciplina. As questões abertas foram criadas para que o participante pudesse comentar de maneira livre e sincera sobre a organização e melhorias do protótipo.

Ao convidar os discentes para participação na avaliação, primeiramente, foi pedido que um vídeo fosse assistido. O vídeo continha explicações sobre o funcionamento da segunda versão do protótipo, pois ela não possibilita que qualquer interação desejada seja realizada, como por exemplo, não é possível realizar a inserção de qualquer fórmula já que existem fórmulas pré-configuradas no protótipo. Em seguida, o participante poderia interagir com o protótipo e por fim, responder a um formulário disponibilizado que continha, além das questões sobre o protótipo, questões para definir o perfil do participante.

No formulário respondido pelos participantes, em sua primeira seção, havia um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para autorização do uso de dados e garantia de não recebimento de qualquer valor pela participação na avaliação. Para realização da avaliação, foram convidados discentes que haviam cursado a disciplina de Lógica Matemática no primeiro e segundo semestre de 2021 do curso de Engenharia de Software e Ciência da Computação da UNIPAMPA. Ao todo, nove discentes participaram da avaliação. De acordo com Nielsen (NIELSEN, 2000), as avaliações de usabilidade podem ter entre cinco a sete usuário pois, com menos participantes podem não ser encontrados defeitos críticos e com mais poderão ser encontrados somente defeitos repetidos.

Na seção seguinte, estavam as questões referentes a escala SUS. A escala SUS (BROOKE, 1996) contém dez questões e suas respostas utilizam a Escala Likert (LIKERT, 1932) variando de 1 (Discordo Fortemente) a 5 (Concordo Fortemente). A medida SUS foi escolhida por ser rápida, simples, eficaz e eficiente na avaliação de diferentes tipos e complexidades de sistemas, além de ser bastante utilizada (PERES; PHAM; PHILLIPS, 2013). O resultado final da avaliação deve atingir uma pontuação maior que 68 pontos para que a aplicação possa ser considerada com uma boa usabilidade (SAURO, 2011). As dez questões SUS podem ser vistas na Tabela 3.

Tabela 3 - Questões da escala SUS.

Questões SUS			
1	Eu acho que eu gostaria de utilizar este sistema frequentemente.	6	Eu achei que tinha muita inconsistência no sistema.
2	Eu achei o sistema desnecessariamente complexo.	7	Eu acho que a maioria das pessoas iria aprender facilmente a utilizar esse sistema.
3	Eu achei o sistema fácil de usar.	8	Eu achei o sistema muito incômodo de usar.
4	Eu acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para eu conseguir utilizar o sistema.	9	Eu me senti muito confiante em utilizar o sistema.
5	Eu acho que as várias funcionalidades do sistema estão bem integradas.	10	Eu precisei aprender muito antes de utilizar esse sistema.

O resultado da especialização do SUS pode ser visto na Tabela 4. Cada questão SUS foi definida pela letra Q (questão) seguida do seu número (por exemplo, Questão 1 é igual a Q1).

Tabela 4 - Resultado Final do Cálculo SUS.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Média Final
<b>Pontuação</b>	82,5	77,5	85	90	77,5	77,5	82,5	80	82,5	90	82,5

Para calcular o valor SUS, é necessário que, em todas as questões ímpares (1, 3,

5, 7, 9) o valor atribuído por cada usuário seja subtraído de 1 (valor atribuído - 1), já nas questões pares (2, 4, 6, 8, 10), é subtraído 5 do valor atribuído por cada usuário (5 - valor atribuído) (BROOKE, 1996). Em seguida, o resultado obtido em cada questão é somado e multiplicado por 2,5 e por fim, é encontrada a média final entre todas as questões SUS (BROOKE, 1996).

Com isso, a partir da Tabela 4, a média final encontrada é de 82,5 e conclui-se que, a partir do SUS, os participantes do teste avaliaram que o aplicativo possui uma boa usabilidade.

As respostas emocionais sobre um produto influenciam sobre o prazer de utilizá-lo e, no campo do design, é preciso projetar produtos que estejam alinhados às emoções que um usuário gostaria de experimentar (DESMET; OVERBEEKE; TAX, 2001). Para podermos definir as emoções do usuário sobre o protótipo em avaliação, foi utilizado os Emo Cards (DESMET; OVERBEEKE; TAX, 2001) como segunda avaliação. Ele é composto de oito emoções:

1. *Excited Neutral*: Ok, útil, mas lento, não faço ideia do quê estou fazendo;
2. *Excited Pleasant*: positivo, bom para testar, divertido;
3. *Average Pleasant*: bom para testar, fácil de usar, experiência agradável;
4. *Calm Pleasant*: fácil até para mim, bastante bom, o uso foi como esperado;
5. *Calm Neutral*: cansativo, complexo e problemático, neutro;
6. *Calm Unpleasant*: difícil de usar, demo inacabada, menos que o esperado;
7. *Average Unpleasant*: não funciona bem, é difícil de usar, não sei usar;
8. *Excited Unpleasant*: causando ansiedade, não funciona como o esperado, congestionado.

Cada emoção é representada por uma caricatura masculina e outra feminina. As oito emoções são expressadas são encontradas na Figura 7.

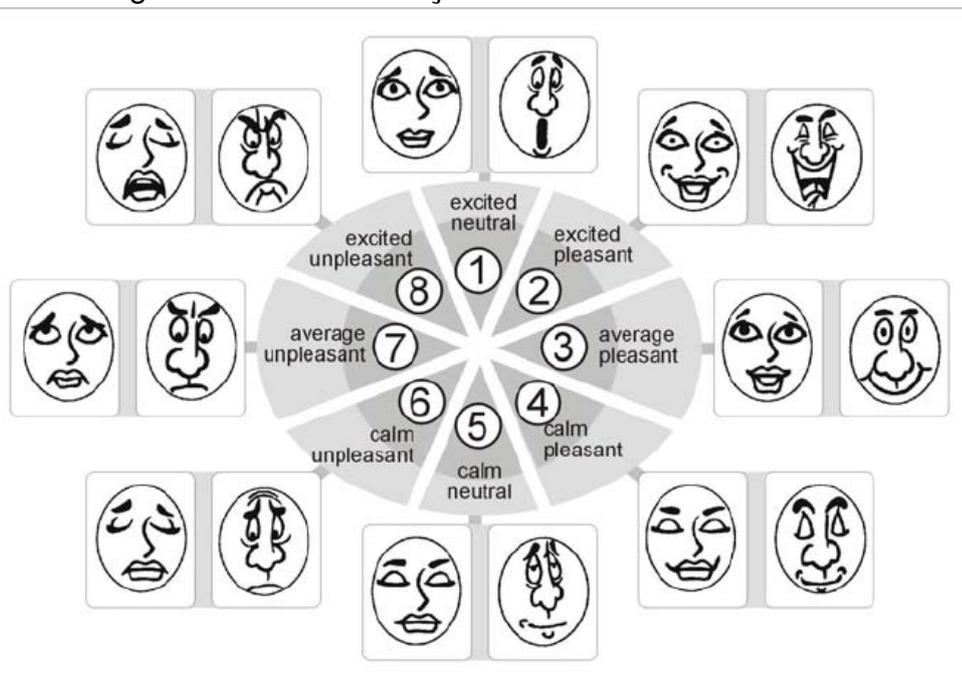
Entre os Emo cards, a emoção quanto ao uso do protótipo variou entre 2, 3 e 4. Três discentes marcaram que se sentiram "*Excited Pleasant*", ou seja, foi bom realizar o teste e considerado divertido. Quatro discentes marcaram a opção "*Average Pleasant*", ou seja, o protótipo foi bom de testar e fácil, proporcionando uma experiência agradável. Por fim, dois discentes marcaram que se sentiram "*Calm Pleasant*", que significa que o protótipo foi muito fácil de ser manipulado e sua experiência foi agradável.

A última parte do formulário continha uma versão adaptada do TAM (VALENTIM et al., 2014), onde foram adicionadas, além das questões sobre utilidade, facilidade e pretensão de uso, questões abertas sobre os módulos e sugestões de melhorias. Todas as questões do modelo TAM adaptado podem ser vistas na Tabela 5.

A Figura 8, apresenta os resultados especializados a partir das notas atribuídas pelos usuários por meio da Escala Likert (LIKERT, 1932).

Conforme é possível observar pela Figura 8, nas questões referentes a seção sobre a Facilidade de Uso (gráfico A) do protótipo, os participantes concordaram que

Figura 7 - As Oito Emoções Definidas no Emo Cards.

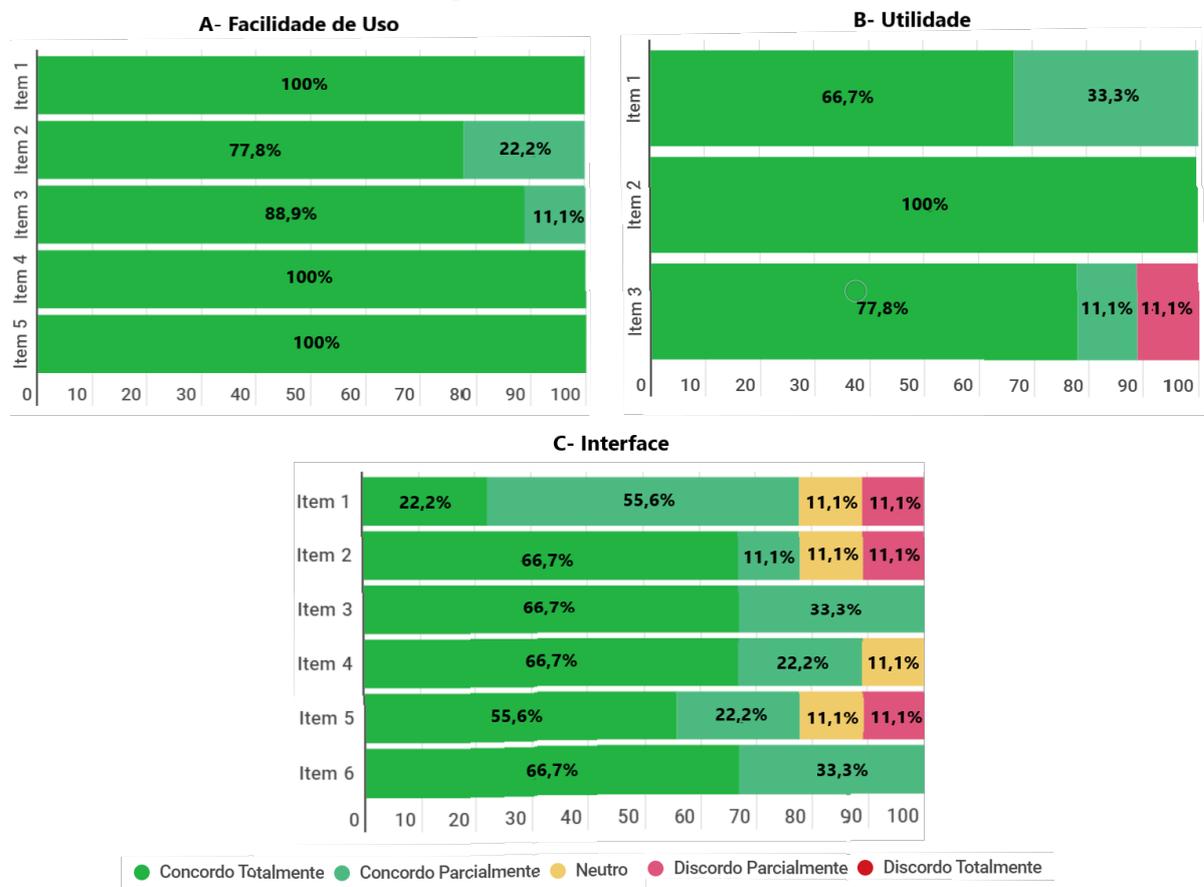


Fonte: Desenvolvida por (DESMET; OVERBEEKE; TAX, 2001).

Tabela 5 - Questões baseadas nos indicadores do modelo TAM.

Indicador	Item	Questão
Facilidade de Uso	1	Foi fácil aprender a utilizar o aplicativo.
	2	Eu conseguia entender o que acontecia durante o uso do aplicativo.
	3	Foi fácil ganhar habilidade de uso durante a execução das atividades no aplicativo.
	4	É fácil lembrar como utilizar o aplicativo.
	5	Considero o aplicativo fácil de utilizar.
Utilidade	1	Considero o aplicativo útil para melhorar meu aprendizado.
	2	Considero que o aplicativo melhoraria minha produtividade para realização das atividades e aprendizado.
	3	Considero que o aplicativo facilitaria a realização das minhas atividades.
Interface	1	Considero as cores e botões do aplicativo agradáveis.
	2	Consigo visualizar bem todos os botões e informações dentro do aplicativo.
	3	Entendo com facilidade as palavras nomenclaturas e ícones do aplicativo.
	4	As imagens e ícones no aplicativo são de fácil reconhecimento.
	5	Consigo visualizar todas as funcionalidades do aplicativo.
	6	Consigo navegar bem por todas as telas do aplicativo.

Figura 8 - Resultado TAM.



Fonte: Desenvolvida pela autora.

é fácil aprender a usar o aplicativo (Item 1), que ele é claro quanto ao que ocorre durante seu uso (Item 2), sendo fácil de ganhar habilidade durante as atividades (Item 3), assim como é fácil lembrar sobre seu uso (Item 4) o que conseqüentemente torna o protótipo fácil de utilizar (Item 5).

Quanto a Utilidade do protótipo (Figura 8 gráfico B), é percebida total concordância nas questões que consideram o aplicativo útil ao aprendizado (Item 1) e que ele pode auxiliar na melhoria da produtividade (Item 2). Entretanto, quando questionados sobre o Item 3, se o aplicativo poderia facilitar a realização de atividades, houve participantes que discordaram da questão.

Em relação ao resultado sobre a Interface do protótipo, encontrado no gráfico C, observa-se que nos itens 3 e 6 houve concordância sobre o protótipo ser compreensível quanto à suas nomenclaturas e ícones, assim como é possível navegar por suas telas sem problemas. Quanto ao fácil reconhecimento de imagens e ícones (Item 4), houveram concordâncias mas também houve quem optasse por não expressar opinião alguma permanecendo neutro. No Item 1, sobre as cores e botões serem agradáveis, no Item 2, sobre a boa visualização de botões e informações, e no Item 5, que expressava que o usuário era capaz de visualizar todas as funcionalidades do aplicativo, além dos participantes que concordaram com esta questão houveram participantes que optaram por permanecerem neutros e outros discordaram.

A partir dos resultados obtidos utilizando o modelo TAM, é possível observar que o protótipo desenvolvido é fácil de ser manipulado, entretanto, existe alguma discordância entre os participantes do teste sobre sua utilidade no que tange a facilidade que poderia ser fornecida para realização de atividades. Esta discordância no indicador de Utilidade pode ocorrer em função da versão avaliada ser somente um protótipo em fase de desenvolvimento, não sendo possível ser manipulado de forma satisfatória pelo usuário. O indicador Interface, não era uma preocupação do desenvolvimento do protótipo atual por ser de média fidelidade, mesmo assim, obter um *feedback* dos usuários quanto às cores, ícones e funcionalidades é de grande importância para o crescimento da proposta. Ainda assim, os itens referentes ao indicador de Interface foram bem recebidos pelos participantes.

Foram elaboradas algumas questões abertas que desejavam saber se o usuário acreditava que o aplicativo poderia contribuir para o ensino e aprendizado de tabelas, se as atividades do Módulo Aprender eram claras, se a organização dos conteúdos era coerente e se as explicações não eram confusas. Por fim, as questões em aberto desejavam saber o que poderia ser melhorado em uma próxima versão do protótipo do aplicativo. Na questão sobre o aplicativo poder contribuir para o ensino e aprendizado de tabela verdade, os participantes responderam que sim, comentando também sobre a diferente forma de ensino e interação, conforme participante P4 comentou: "(...) muito mais didático e interativo do que apenas dar aula por slides (...)". Também foi comentado pelo participante P2 sobre o auxílio que o aplicativo poderá fornecer aos discentes ingressantes que não conheceram anteriormente o conteúdo de tabela verdade "(...) principalmente quem está tendo o primeiro contato com a lógica matemática, por ele ser de fácil uso e ensinar de forma prática também." - participante P5.

Na questão seguinte (as atividades no Módulo Aprender são claras no que pedem), os participantes da avaliação também responderam que sim e o participante

P4 comentou “(...) tanto o conteúdo apresentado quanto as atividades pedidas são claras”. Para as questões “A organização dos conteúdos do Módulo aprender está coerente?” e “Os conteúdos no Módulo Aprender são claros nas explicações?” além de concordarem com a pergunta, foi comentado pelo participante P4 que “Sim, possuem todas as informações necessárias para o aprendizado ou revisão dos conteúdos.”.

Na última questão foi perguntado o que poderia ser melhorado para a próxima versão do protótipo do aplicativo e foram comentados diversos pontos de melhoria, mencionadas a seguir. Quanto as cores não refletirem o propósito do sistema “Acho que só as cores do sistema, são tons de cores que não transpassam o objetivo do sistema (...)” - participante P1, e sobre a dificuldade de leitura que as cores proporcionam “Achei as cores dos títulos um pouco pastel e com pouca harmonia com o restante, não facilita muito a leitura (...)”. Também foi sugerido pelo participante P7 a separação dos exercícios “Separar os exercícios em módulos também.” e uma nova configuração para apresentação dos conteúdos do módulo Aprender “Dividir o conteúdo dos módulos em telas diferentes para cada seção/pergunta/título, a fim de reduzir a demora na rolagem do início ao fim da tela.” - participante P6.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

O uso de tecnologias aliadas ao ensino e aprendizado na graduação pode ser algo determinante, tendo em vista que o interesse do discente pelo conteúdo estudado está relacionado à sua aprovação nas disciplinas e continuidade no curso. Ao explorar os softwares educacionais com foco no conteúdo da disciplina de Lógica Matemática, foram encontradas aplicações para *smartphones* com funcionalidades interessantes, tais como Tablas de Verdade e The Logic Calculator, que tem como foco o ensino de tabela verdade. Todavia, ao apresentar os aplicativos encontrados a discentes que cursavam a disciplina de Lógica Matemática e ao submetê-los a um teste de usabilidade, ambos apresentaram problemas que poderiam influenciar negativamente na experiência dos estudantes.

Para o desenvolvimento da segunda versão do protótipo para ensino e aprendizado de tabela verdade, foram convidados docentes que já haviam lecionado a disciplina de Lógica Matemática ou seus conteúdos para um Grupo Focal, onde a primeira versão do protótipo foi apresentada e debatida para que funcionalidades pudessem ser descobertas, melhoradas ou retiradas. Em seguida, foram definidos requisitos funcionais para que o desenvolvimento da segunda versão do protótipo pudesse conter aspectos que contribuíssem com a didática.

Ao final do desenvolvimento da segunda versão, o protótipo foi submetido a três avaliações. Os discentes que já haviam cursado Lógica Matemática responderam questões utilizando o SUS, Emo Cards e TAM adaptado com questões abertas. Em todas as avaliações, o protótipo foi bem recebido, sendo considerado como uma boa usabilidade, agradável, divertido, fácil de usar, útil ao aprendizado e com uma boa interface. Ainda assim, por se tratar de um protótipo de média fidelidade, existem pontos de melhoria que foram caracterizados pelos participantes do teste, como por exemplo, as cores que não evidenciam o objetivo do sistema, separação dos exercícios em módulos, melhor separação dos módulos existentes, entre outras sugestões deixadas pelos participantes.

Pretende-se, como trabalhos futuros, desenvolver uma versão final e de alta fide-

lidade do protótipo proposto incluindo outros requisitos funcionais e não funcionais, com isso, serão feitas novas correções e executadas novas avaliações.

## REFERÊNCIAS

- BERNARDINI, F.; COSTA, J.; ARTIGAS, D. Proposta de uma técnica de mineração em grafos para identificação de gargalos em currículos de graduação. In: **Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2015)**. [S.l.: s.n.], 2015.
- BROOKE, J. SUS: a “quick and dirty” usability. **Usability evaluation in industry**, v. 189, 1996.
- CAMPELLO, A. de V. C.; LINS, L. N. Metodologia de análise e tratamento da evasão e retenção em cursos de graduação de instituições federais de ensino superior. In: **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep**. [S.l.: s.n.], 2008.
- DALLABONA, C. A.; ALBERTI, M. E. Evasão e retenção em cursos de engenharia: busca de respostas a partir de indicadores acadêmicos. In: **XLIV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**. [S.l.: s.n.], 2016.
- DAVIS RICHARD P. BAGOZZI, P. R. W. F. D. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. **Management Science**, v. 35, n. 8, p. 982–1003, 1989.
- DESMET, P.; OVERBEEKE, K.; TAX, S. Designing products with added emotional value: Development and application of an approach for research through design. **The Design Journal**, v. 4, p. 32–47, 03 2001.
- DIAS, B. de A.; FINGER, A. F. Aplicativos para o ensino-aprendizagem de lógica matemática: qual a melhor escolha? In: **Anais do XXVI Workshop de Informática na Escola**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2020. p. 111–120. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12603>>.
- DIAS, B. de A. et al. Aprendizado de lógica matemática: Avaliação de apps para tabela verdade e recomendação de uso. In: **Anais do XXVII Workshop de Informática na Escola**. SBC, 2021. p. 1–10. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/17838>>.
- FRANÇA, B. B. et al. Using focus group in software engineering: lessons learned on characterizing software technologies in academia and industry. In: . [S.l.: s.n.], 2015.
- GAZZOLA, A. R.; CHICON, P. M. M. Aplicação da hipermídia adaptativa na construção de um objeto de aprendizagem para o ensino de engenharia de software. **Anais do Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2020.
- HENDERSON, A. Interaction design: Beyond human-computer interaction. **Ubiquity**, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 2002, n. March, mar 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1145/512526.512528>>.

KONTIO, J.; LEHTOLA, L.; BRAGGE, J. Using the focus group method in software engineering: obtaining practitioner and user experiences. In: **Proceedings. 2004 International Symposium on Empirical Software Engineering, 2004. ISESE '04.** [S.l.: s.n.], 2004. p. 271–280.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

MORESI, E. A. D. et al. Gamificação como metodologia ativa: estudo de caso na disciplina de engenharia de software. **La Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática–RISCI**, v. 16, n. 2, p. 63–68, 2019.

NIELSEN, J. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. 2000. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>>, Acessado em: 06/09/21.

O'BRIEN, M. Focus groups supporting effective product development joe langford and deana mcdonagh (editors). **The Design Journal**, Routledge, v. 6, n. 1, p. 61–62, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.2752/146069203790219317>>.

PERES, S. C.; PHAM, T.; PHILLIPS, R. Validation of the system usability scale (sus): Sus in the wild. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 57, n. 1, p. 192–196, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1541931213571043>>.

SAURO, J. Measuring Usability With the System Usability Scale (SUS). 2011. Disponível em: <https://measuringu.com/sus/>. Disponível em: <<https://measuringu.com/sus/>>.

SBC. **Educação Superior em Computação - Estatísticas – 2019**. 2019. Disponível em: <<https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/133-estatisticas/1354-educacao-superior-em-computacao-estatisticas-2019>>, Acessado em: 22/02/2022.

VALENTE, M. T. **Engenharia de Software Moderna: Princípios e Práticas para Desenvolvimento de Software com Produtividade**. [S.l.: s.n.], 2020.

VALENTIM, N. et al. Avaliando a qualidade de um aplicativo web móvel através de um teste de usabilidade: um relato de experiência. In: **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2014. p. 256–263. ISSN 0000-0000. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbqs/article/view/15258>>.

WALKER, M. et al. High-fidelity or low-fidelity, paper or computer choosing attributes when testing web prototypes. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 46, 09 2002.

WIDDOWS, R.; HENSLER, T. A.; WYNCOTT, M. H. The focus group interview: A method for assessing users' evaluation of library service. **College & Research Libraries**, v. 52, p. 352–359, 1991.