



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARE EDUCATIVO MÓVEL
GEOGEBRA 3D GRAPHING UTILIZANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY
SCALE***

RIO BRANCO

2019

VANESSA MORAIS DA COSTA

**AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARE EDUCATIVO MÓVEL
GEOGEBRA 3D GRAPHING UTILIZANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY
SCALE***

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do grau de bacharel em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre.

Orientador: Prof. Luiz Augusto Matos da Silva, Dr.

RIO BRANCO

2019

TERMO DE APROVAÇÃO

VANESSA MORAIS DA COSTA

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SOFTWARE EDUCATIVO MÓVEL GEOGEBRA 3D GRAPHING UTILIZANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY SCALE*

Esta monografia foi apresentada como trabalho de conclusão de Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre, sendo aprovado pela banca constituída pelo professor orientador e membros abaixo mencionados.

Compuseram a banca:

Prof. Luiz Augusto Matos da Silva, Dr. – orientador
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Prof. Claudionor Alencar do Nascimento, Msc.
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Prof. Raoni Simões Ferreira, Dr.
Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação

Rio Branco, 20 de fevereiro de 2019.

<Dedico esse trabalho ao meu pai que me apoiou durante todo o curso, e que sempre acreditou em mim.>

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, principalmente ao meu pai Valsimar Meireles da Costa, por não ter me deixado desistir e me dado todo o suporte necessário, à minha mãe Érica Craveiro Morais e ao meu irmão João Elias Morais da Costa por sempre estarem ao meu lado nas dificuldades.

Agradecimentos a todos os professores que eu tive durante a graduação, principalmente ao professor Luiz Augusto Matos por ter tido paciência para me guiar até esse momento, e aos professores Raoni Simões e Claudionor Alencar pelas valiosas correções que propuseram a este trabalho.

Agradeço também a todos os meus colegas de curso, principalmente àqueles que se tornaram grandes amigos, obrigada por todos os momentos juntos e por todo apoio que me foi dado nas horas difíceis, Luisa Silveira Rosa, Gerlâne Nascimento, Almir Dankar Neto e Vitor Lucas Pires Cordovil.

*“Não importa o que aconteça, continue a nadar.” (WALTER, GRAHAM; **PROCURANDO NEMO**, 2003)*

RESUMO

O uso dos sistemas interativos vem aumentando gradativamente e tornando-se cada vez mais comum no nosso dia a dia. Para que esses sistemas sejam fáceis de se utilizar, precisam ser desenvolvidos com base nas necessidades e experiências do usuário, fato que não é diferente quando o principal propósito do sistema é servir de ferramenta de ensino. Para a Interação Humano-Computador, a usabilidade é um dos aspectos mais importantes na interação entre o usuário e o sistema, pois quanto maior a facilidade de uso, maiores as chances do usuário fazer uma utilização constante do sistema. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho propõe realizar uma avaliação de usabilidade do aplicativo móvel GeoGebra 3D *Graphing*, muito utilizado na área de ensino da matemática, através da aplicação da métrica *System Usability Scale*. Tal método faz o uso de um questionário composto por questões relacionadas tanto aos aspectos positivos quanto aos aspectos negativos da interface do sistema a ser avaliado, visando identificar as falhas de usabilidade do mesmo e ressaltar os pontos positivos identificados pelos usuários. Os resultados obtidos demonstraram que o GeoGebra 3D *Graphing* é considerado usável do ponto de vista dos usuários participantes da pesquisa, obtendo a pontuação de 85, considerada boa pela escala de usabilidade do sistema.

Palavras-chave: Interação Humano-Computador; Avaliação de Usabilidade; System Usability Scale; GeoGebra; GeoGebra 3D Graphing.

ABSTRACT

The use of interactive systems has been growing gradually and becoming more and more common in our daily lives. To be easy to use and understand, need to be designed based on user' need and experiences, fact that is no different when the main purpose of the system is to serve as a teaching tol. For Human-Machine Interface, the usability is one of the most importants aspects in interaction between user and system, 'cause the more easily to use, more the chances of the user making a constant use of the system. In this sense, the focus of this paper proposes to carry out an evaluation of the usability of the GeoGebra 3D Graphing, widely used in the math teaching, through the application of System Usability Scale metric. This method makes use of a quiz containing positive and negative questions about the interface of the system to be evaluated, aiming to identify the fails of usability and to emphasize the strengths points identified by the users. The results obtained demonstrated that GeoGebra 3D Graphing was considerable usable from the standpoint of the research participants, getting the score of 85, considered good by the System Usability Scale.

Key-words: Human-Computer Interface; Evaluation of Usability; System Usability Scale; GeoGebra; GeoGebra 3D Graphing.

TABELAS E QUADROS

TABELA 1. PARÂMETROS DE USABILIDADE.....	25
TABELA 2. RESULTADO DA ESCALA DE USABILIDADE.....	46

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA 1. ETAPAS DA PESQUISA.....	17
FIGURA 2. PROCESSO DE INTERAÇÃO E O PAPEL DA INTERFACE.....	21
FIGURA 3. CICLO DE VIDA DE UM DESIGN DE INTERAÇÃO.....	22
FIGURA 4. TELA INICIAL DA APLICAÇÃO MÓVEL GEOGEBRA.....	32
FIGURA 5. SEXO DOS USUÁRIOS PARTICIPANTES.....	35
FIGURA 6. FAIXA ETÁRIA DOS USUÁRIOS PARTICIPANTES.....	36
FIGURA 7. NÍVEL DE CONHECIMENTO DOS USUÁRIOS SOBRE INFORMÁTICA.....	36
FIGURA 8. MOTIVO DA ESCOLHA DO CURSO DE GRADUAÇÃO.....	37
FIGURA 9. UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS.....	38
FIGURA 10. EMPREGO DE FERRAMENTAS DE AUXÍLIO NO ENSINO- APRENDIZAGEM.....	38
FIGURA 11. UTILIZAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO.....	39
FIGURA 12. UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS PELOS PROFESSORES DO ENSINO SUPERIOR.....	39
FIGURA 13. CONHECIMENTO SOBRE A FERRAMENTA GEOGEBRA.....	40
FIGURA 14. CONHECIMENTO EM OUTROS SOFTWARES EDUCATIVOS NA ÁREA DE MATEMÁTICA.....	41
FIGURA 15. RESULTADO DA QUESTÃO 1 DO MÉTODO SUS.....	41
FIGURA 16. RESULTADO DA QUESTÃO 2 DO MÉTODO SUS.....	42
FIGURA 17. RESULTADO DA QUESTÃO 3 DO MÉTODO SUS.....	43
FIGURA 18. RESULTADO DA QUESTÃO 4 DO MÉTODO SUS.....	43
FIGURA 19. RESULTADO DA QUESTÃO 5 DO MÉTODO SUS.....	44
FIGURA 20. RESULTADO DA QUESTÃO 6 DO MÉTODO SUS.....	45

FIGURA 21. RESULTADO DA QUESTÃO 7 DO MÉTODO SUS.....	45
FIGURA 22. RESULTADO DA QUESTÃO 8 DO MÉTODO SUS.....	46
FIGURA 23. RESULTADO DA QUESTÃO 9 DO MÉTODO SUS.....	47
FIGURA 24. “RESULTADO DA QUESTÃO 10 DO MÉTODO SUS.....	47
FIGURA 25. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DA MÉTRICA SUS POR PARTICIPANTES.....	49
FIGURA 26. RESULTADOS DAS PERGUNTAS ÍMPARES DA MÉTRICA SUS...50	
FIGURA 27. RESULTADOS DAS PERGUNTAS PARES DA MÉTRICA SUS.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Geral.....	17
1.2.2 Específicos	17
1.4 METODOLOGIA	18
1.5 ORGANIZAÇÃO	19
2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR	20
2.1 INTERFACE E INTERAÇÃO	21
2.2 DESIGN DE INTERAÇÃO	23
2.3 USABILIDADE	25
2.4 SYSTEM USABILITY SCALE	28
3 SOFTWARES EDUCACIONAIS	31
3.1 MOBILE LEARNING	32
3.2 GEOGEBRA 3D GRAPHING	33
4 ESTUDO DE CASO	35
4.1 VISÃO GERAL	36
4.2 AVALIAÇÃO DO PERFIL DE USUÁRIOS	37
4.3 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO GEOGEBRA 3D GRAPHING COM O SUS	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	52
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
5.2 RECOMENDAÇÕES	53
REFERÊNCIAS	54
APÊNDICES	56
APÊNDICE A – SCRIPT DO EXPERIMENTO	57

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	58
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	60
APÊNDICE D – EXERCÍCIOS PROPOSTOS	61
ANEXOS	64
ANEXO A – QUESTIONÁRIO DA MÉTRICA SYSTEM USABILITY SCALE	65

1 INTRODUÇÃO

No início da popularização dos computadores, as interfaces e sua comunicação com os usuários não eram tão desenvolvidas. Para que os sistemas fossem programados e executados, era necessária a utilização de manuais e os resultados provenientes das transações eram analisados por especialistas para que pudessem ser compreendidos. Por conta disso, visando melhorar e adaptar novas tecnologias às pessoas, verificou-se a necessidade de conhecer o seu ambiente de trabalho e sua forma de interação com os sistemas de informação utilizados por elas (NORMAN, 2008).

Com o advento da aceitação da computação gráfica, as portas se abriram para o crescimento das indústrias de produção de software e, assim, as interfaces passaram a ter sua devida importância no processo de programação. Com isso, passou-se a ter uma preocupação maior com o usuário, redirecionando total atenção a suas necessidades, com o intuito de trazer usabilidade ao processo de design de software (PREECE; ROGERS; SHARP, 2015).

Segundo Preece *et al.* (2015), a sociedade está inserida num contexto em que os produtos interativos estão cada vez mais presentes na vida cotidiana e para que esses produtos e serviços tenham uma boa aceitação por parte de seus usuários, é preciso que sejam providos de usabilidade, pois o usuário tem como preferência dispor de ferramentas que facilitem a sua interação, evitando os erros e a má utilização.

Avaliar interfaces, portanto, tem grande importância no processo de desenvolvimento de software, pelo fato de que os projetistas de interface nem sempre tem em mão todas as características dos seus usuários, fator que pode influenciar de forma negativa na usabilidade do sistema, por isso, atender aos padrões mínimos e as heurísticas recomendadas pela área da Interação Humano-Computador (IHC), são um dos pontos fortes para que o software tenha maiores chances de ser aceito de forma positiva pelo seu público alvo (PRESSMAN, 2010).

1.1 JUSTIFICATIVA

Bem como o uso de sistemas interativos em geral, a utilização de softwares educacionais também vem ganhando forças e espaço, cada vez mais o corpo docente tem utilizado esse tipo de tecnologia para auxiliar na execução de suas atividades em sala de aula, nas mais diversas áreas da educação, servindo como ferramenta de apoio no processo de ensino-aprendizagem. Além de possuir um papel facilitador para o ensino, o seu objetivo principal está em auxiliar o indivíduo a desenvolver habilidades e processos de uma forma mais dinâmica e interativa (VIEIRA, 2011).

Sabe-se que o ensino da matemática não é uma tarefa trivial pois trata-se de uma ciência bastante complexa e abstrata, na qual grande parte dos alunos tem dificuldades em lidar. Com base nisso, o uso dos softwares educativos, quando utilizados de maneira adequada, pode servir como um instrumento de construção de cenários, criando uma ponte entre os conceitos matemáticos e o mundo real e facilitando assim, a assimilação do conteúdo por parte dos alunos (MAGINA, 1998).

Para que a utilização dos softwares educativos seja considerada adequada ao ambiente de ensino, as funcionalidades das ferramentas e necessidades dos usuários devem ser previamente analisadas, para que dessa forma, os objetivos das atividades propostas sejam alcançados com êxito. Por isso, no âmbito educacional, é importante que os docentes compreendam as vantagens da utilização da ferramenta e tenham entendimento de como utilizá-la, para assim concluir se ela irá atender, de fato, as expectativas propostas.

Esta monografia trata-se da avaliação de usabilidade de uma ferramenta educacional comumente utilizada no âmbito da matemática, denominada GeoGebra. Esse sistema foi desenvolvido com o intuito de auxiliar no ensino de diversas disciplinas da área da matemática, disponível tanto na versão *desktop*, quanto na versão para dispositivos móveis. A pesquisa proposta por esse trabalho foi realizada utilizando a sua versão para aplicativos móveis, denominada GeoGebra 3D *Graphing*.

Por se tratar de uma ferramenta bem conhecida e que possui ampla utilização e aceitação no meio acadêmico, é de suma importância que a sua usabilidade seja avaliada. Partindo desse princípio, esse trabalho busca analisar a interface do sistema e a interação do usuário com o mesmo, com o intuito de identificar possíveis problemas de usabilidade encontrados pelos usuários em sua interface ao longo de sua interação com o mesmo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Avaliar a usabilidade do software educacional GeoGebra 3D *Graphing*, mediante a aplicação da métrica *System Usability Scale* (SUS), com o intuito de identificar possíveis problemas em sua interface e na interação dos usuários com o mesmo, validando assim a eficiência de sua utilização no processo de ensino-aprendizagem.

1.2.2 Específicos

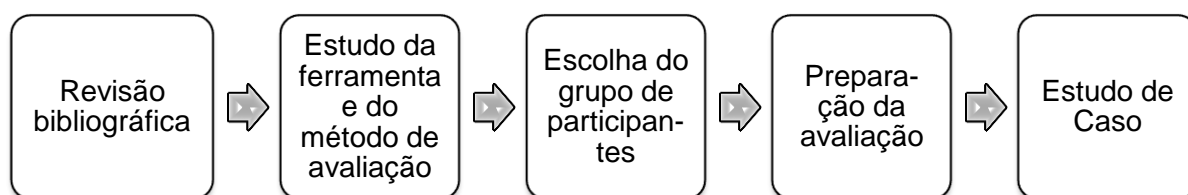
- a) Identificar os principais problemas de interação e interface encontrados no GeoGebra 3D *Graphing* mediante a avaliação de usabilidade proposta;
- b) Verificar quais problemas identificados pelos usuários são influenciados por falhas na usabilidade;
- c) Identificar os pontos positivos e negativos da interface do sistema, do ponto de vista dos usuários, discentes da Universidade Federal do Acre.

1.4 METODOLOGIA

Segundo Silva e Menezes (2005), a natureza dessa pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa exploratória, pois realiza levantamentos bibliográficos sobre o objeto estudado, bem como a coleta de informações a partir de pessoas que interagiram com o objeto de estudo e, por fim, a análise dos dados coletados. Sobre a forma de abordagem do problema, é classificada como uma pesquisa quantitativa, de modo que utiliza dados estatísticos para validar os resultados obtidos.

Este trabalho foi dividido através das etapas demonstradas na Figura 1. A primeira etapa consistiu na revisão de literatura dos conceitos da área de IHC a serem aplicados no trabalho. Na segunda etapa foi realizada a escolha da ferramenta de estudo da pesquisa e a escolha do método de avaliação a ser aplicado. A terceira etapa foi composta pela escolha do grupo de participantes que iriam participar da avaliação, visando se o perfil dos mesmos condizia com as funções contidas no sistema a ser avaliado. A etapa seguinte consistiu na elaboração do conteúdo a ser utilizado durante a avaliação, desde as apresentações de slide, o questionário diagnóstico, a lista de questões matemáticas, o termo de consentimento, até a organização do laboratório onde os testes seriam realizados. A última etapa foi a culminância da avaliação, a partir da ministração da oficina, os participantes fizeram o uso do sistema, realizando através do mesmo a resolução da lista de exercícios matemáticos proposta e, em seguida, respondendo o questionário diagnóstico e o questionário da métrica SUS. A última etapa foi composta pela análise dos dados obtidos e dos resultados advindos da avaliação.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaboração própria

A avaliação proposta nesse trabalho foi realizada através do método de avaliação de usabilidade SUS, que dispõe de um questionário composto por questões relacionadas aos aspectos positivos e negativos da interface do sistema, resultando em uma pontuação que comprova ou não a usabilidade do sistema avaliado, para que este seja considerado usável, deve-se obter a pontuação média mínima de 68 ao final do teste, segundo o método utilizado.

1.5 ORGANIZAÇÃO

Esta monografia está organizada conforme descrito a seguir. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico deste estudo, envolvendo os principais conceitos relacionados à área de IHC, descrevendo suas definições e técnicas mais relevantes. O Capítulo 3 discorre sobre o conceito de Softwares Educativos e apresenta a ferramenta a ser utilizada na avaliação deste trabalho. No Capítulo 4, relata-se o estudo de caso realizado neste trabalho, nele é exposta uma visão geral de como a avaliação foi feita e os resultados obtidos através dela. Por fim, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, advindas do estudo e recomendações de trabalhos futuros.

2 INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR

A sociedade atual é cercada por sistemas interativos advindos através da evolução das interfaces e do aumento da demanda por praticidade e facilidade na utilização de produtos e serviços. A área de IHC é responsável pelo estudo da interação entre seres humanos e computadores e tem como principal motivação estudar a forma com a qual um usuário interage com a interface de um software, com o intuito de aprimorar a utilização desses sistemas através de diversos aspectos conhecidos coletivamente como usabilidade (BARBOSA; DA SILVA, 2010).

O termo IHC passou a ser adotado na década de 80 (oitenta), como sendo um campo de estudo cujo objetivo era investir na utilização dos computadores e máquinas, visando facilitar e aprimorar a vida profissional e pessoal de seus usuários, melhorando a eficácia das tarefas realizadas por eles e aumentando a satisfação. Essa área passou a se preocupar com o projeto, implementação e utilização dos sistemas interativos (ROSA; MORAES, 2008).

Os produtos interativos dependem diretamente da interação do usuário, por isso devem ser projetados com foco total no usuário e em suas necessidades, apesar de que, alguns tipos de produtos não foram projetados tendo o usuário em mente e mesmo assim deram certo, pois foram concebidos com o objetivo de executar funções pré-definidas (PREECE; ROGERS; SHARP, 2013).

Bias e Mayhew (2005) listam os benefícios que são dados aos usuários, através do aumento da qualidade de uso dos sistemas interativos que eles utilizam em seu cotidiano, são eles:

- a) Aumento da produtividade dos usuários;
- b) Redução do número e gravidade de erros cometidos pelos usuários;
- c) Redução do custo de treinamento;
- d) Redução do custo de suporte técnico; e,
- e) Aumento das vendas e fidelidade do cliente.

Nas subseções a seguir veremos os conceitos mais importantes da área de IHC e que foram necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

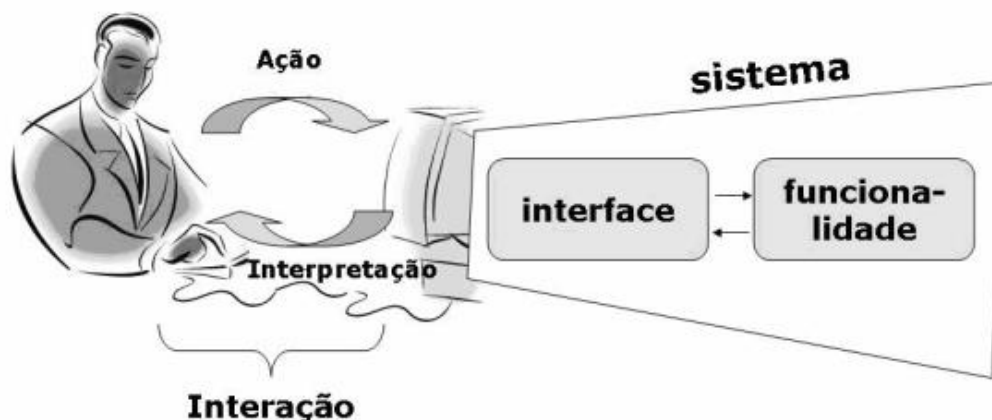
2.1 INTERFACE E INTERAÇÃO

A interface é o meio de comunicação entre o usuário e o sistema. Também pode ser definida como a porção do sistema com a qual o usuário mantém contato direto, físico e conceitual durante a interação com o mesmo. Essa interação entre a interface e o sistema é quase que imperceptível pelo ponto de vista do usuário, por conta disso, em alguns casos eles podem confundir a interface como sendo o próprio sistema (BARBOSA; DA SILVA, 2010).

Se a interface é a ponte de contato entre o usuário e o sistema, a interação é a sequência de estímulos e respostas produzida pelos mesmos. Com o advento dos sistemas interativos, a interação passou a ser definida como a própria comunicação com o sistema e não apenas como o meio de operação do mesmo (CARD *et al.*, 1983 *apud* BARBOSA; DA SILVA, 2010).

Sendo assim, Barbosa e Da Silva (2010) consideram a interação do usuário com a interface do sistema, como um processo de troca de ações, informações, influências e intenções entre o usuário e o sistema utilizado por ele. A Figura 2 apresenta o esquema de interação entre usuário e interface.

Figura 2 - Processo de interação e o papel da interface



Fonte: Prates e Barbosa (2007).

Segundo Rogers, Sharp e Preece (2010), o processo de interação é classificado em 4 (quatro) tipos, são eles:

- a) Instrução: momento em que os usuários emitem ordens para o sistema;
- b) Conversação: momento em que os usuários mantêm um diálogo com o sistemas, através de requisições e respostas;
- c) Manipulação: momento em que os usuários manipulam os objetos do sistema, de forma física ou digital;
- d) Exploração: momento em que o usuário navega ou move-se pelo ambiente virtual ou físico.

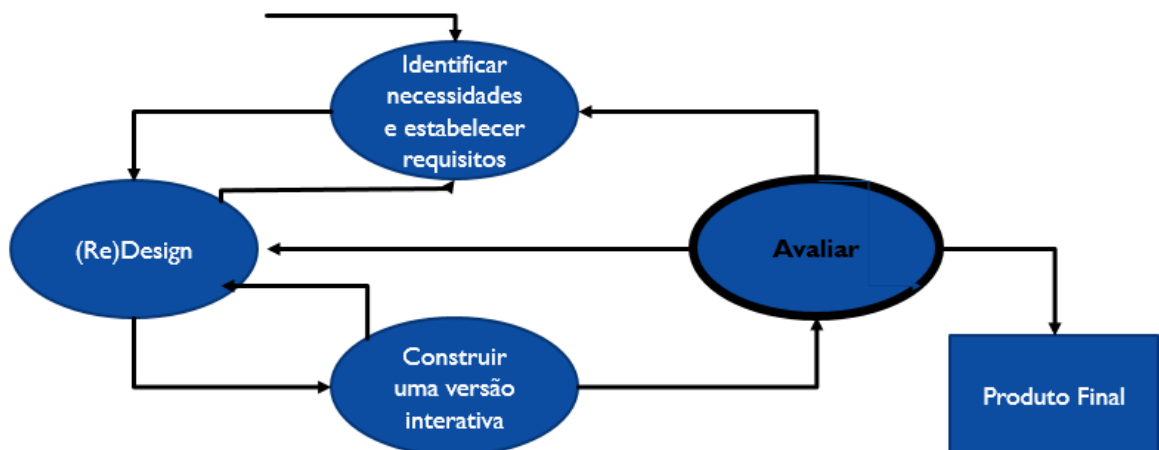
Interface e interação são conceitos diferentes porém dependentes um do outro, pois é necessário que haja uma troca de informações para que ocorra a comunicação entre o usuário e o sistema e, o meio que possibilita essa troca, é a interface propriamente dita. Por conta disso, a IHC estuda a utilização desses sistemas na perspectiva do usuário, com o intuito de facilitar essa interação através de uma interface provida de usabilidade (PRATES; BARBOSA, 2013).

2.2 DESIGN DE INTERAÇÃO

Design de interação pode ser entendido como a forma de projetar produtos interativos de maneira que eles sejam capazes de melhorar a sua experiência com o usuário e ampliar a comunicação e interação entre os mesmos. O processo de design de interação é composto por quatro atividades fundamentais: estabelecer e compreender os requisitos, criar designs alternativos que satisfaçam esses requisitos, construir protótipos e avaliá-los (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

A Figura 3 compreende o ciclo de vida do design de interação, envolvendo a coleta de requisitos, o estabelecimento de uma solução para que os requisitos sejam atendidos e avaliação dessas soluções, a fim de avaliá-las para identificar quais delas serão mais aceitas pelo usuário final. Esse ciclo é iterativo e não sequencial, podendo voltar às fases anteriores a qualquer momento, por exemplo, voltar a identificação de requisitos caso as necessidades do usuário não sejam atendidas, as diferentes versões dos designs podem apresentar problemas levando ao re-design. Esse ciclo pode se repetir enquanto houver recursos e enquanto as funcionalidades requeridas pelo usuário não forem atendidas. (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Figura 3 - Ciclo de vida de um design de interação



Fonte: Rogers, Sharp e Preece (2013).

Estabelecer os requisitos é de extrema importância para o desenvolvimento de um design interativo pois consiste em compreender o objetivo principal do produto e permitir aos usuários que sejam produtivos em sua interação com o produto. Para isso, é necessário classificá-los segundo suas metas de usabilidade e sua experiência com o usuário (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Preece, Rogers e Sharp (2013) definem as metas de usabilidade que garantem assegurar que os produtos interativos tenham as seguintes características:

- a) Eficácia: ser eficaz no uso;
- b) Eficiência: ser eficiente no uso;
- c) Segurança: ser seguro no uso;
- d) Utilidade: ter boa utilidade;
- e) *Learnability*: ser fácil de aprender a usar;
- f) *Memorability*: ser fácil de lembrar como se usa.

As experiências do usuário podem ser verificadas através de aspectos desejáveis ou indesejáveis por eles, esses aspectos são qualidades que revelam como o sistema é visto por ele. Essas experiências se diferem das metas de usabilidade pois o produto é visto da perspectiva do usuário em vez de avaliar utilizando a perspectiva do próprio sistema. Muitas vezes os conceitos advindos das experiências são convertidos em questões específicas, para auxiliar ainda mais na construção do design (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

Os aspectos da experiência do usuário descritos por Preece, Rogers e Sharp (2013) associados aos conceitos de interface e interação são:

- a) Usabilidade: facilidade com a qual o usuário utiliza a interface;
- b) Funcionalidade: passividade de interação com a interface;
- c) Estética: interface visualmente agradável ao usuário;
- d) Conteúdo: interface disponibiliza as informações necessárias para a interação do usuário com o produto interativo.

No processo de design de interação, os projetistas de interface utilizam princípios de designs baseados no projeto da experiência do usuário. Esses princípios são utilizados para orientar esses profissionais a ampliarem suas mentes na hora da

construção do design. Rogers, Preece e Sharps (2013) descrevem os 5 (cinco) princípios de design, como:

- a) **Visibilidade:** as funções devem ser as mais visíveis o possível, para que os usuários saibam como proceder durante a interação;
- b) **Feedback:** o sistema deve fornecer algum tipo de resposta ao usuário assim que ele realize determinada ação;
- c) **Restrição:** as interações que podem ser feitas pelo usuário devem ser delimitadas de modo que fiquem inativas as opções que ele não pode escolher naquele momento;
- d) **Consistência:** as interfaces devem ser projetadas de maneira que tenham operações semelhantes umas com as outras, para facilitar a execução das tarefas que são similares entre si;
- e) **Affordance:** esse termo refere-se a determinado atributo de um objeto que permitem que através dele as pessoas saibam como utilizá-lo. No conceito de interface, equivale a um elemento gráfico que induz o usuário a realizar uma funcionalidade de forma intuitiva.

Os projetistas de interface advertem que a utilização de vários princípios de *design* simultaneamente pode trazer dificuldades no manuseio da interface, confundido o usuário e causando diversas contradições pelo fato de conter muita informação na tela (ROGERS; PREECE; SHARPS, 2013). Por isso, a importância de focar ainda mais no usuário final do produto que está sendo desenvolvido, organizando o número de princípios de acordo com os requisitos estabelecidos e as necessidades do cliente.

2.3 USABILIDADE

O principal foco da usabilidade é assegurar que os produtos interativos permitam uma fácil aprendizagem por parte de seus usuários em sua utilização e que sejam eficazes, eficientes e agradáveis do ponto de vista do usuário (ROGERS;

SHARP; PREECE, 2013). Os testes de usabilidade são compostos de diversas técnicas de observação, onde o avaliador é capaz de coletar dados relacionados a interação dos participantes com o sistema ou produto interativo a ser avaliado, além de identificar problemas reais enfrentados pelos mesmos durante a realização de suas atividades (BARBOSA; DA SILVA, 2010).

Diversos autores associam parâmetros distintos ao conceito de usabilidade, porém estes parâmetros se resumem basicamente a obtenção de um produto interativo que seja eficiente, eficaz, fácil de aprender a usar, fácil de lembrar como se usa, além de permitir saídas rápidas durante a ocorrência de erros e que garanta a satisfação do usuário ao utilizá-lo (LENCASTRE; BENTO, 2012). A Tabela 1 apresenta de forma sucinta os parâmetros de usabilidade de acordo com diferentes autores da área.

Tabela 1- Parâmetros de usabilidade

Autores	Parâmetros					
Shackell, 1990	Flexibilidade e aprendizagem	Eficiência	-	-	-	Atitude do utilizador
Nielsen, 1993	Fácil de aprender	Eficiente para utilizar	-	Fácil de lembrar	Fácil de sair de situações de erro	Agradável de utilizar
Hix & Hartson, 1993	-	Eficiência na interface	-	-	-	Reação do utilizador
Smith & Mayes, 1996	Fácil aprendizagem	-	Fácil utilização	-	-	Satisfação no uso
Preece, 1993	Fácil de aprender a usar	Eficiente para utilizar	Eficaz para usar	Fácil de lembrar como se usa	Seguro ao utilizar	Conter boa utilidade
Marcus, 1999	Fácil de reconhecer e aprender	-	-	Fácil memorização	Fácil utilização	Gozar da utilização
ISO 9241-11	-	Eficiente	Eficaz	-	-	Satisfatório

Fonte: Lencastre e Bento (2012), com adaptações.

Os testes de usabilidade surgiram inicialmente da psicologia experimental, onde é solicitado aos participantes do teste que executem tarefas pré-definidas em um determinado produto interativo a fim de posteriormente obter uma análise dos resultados (TRAVIS, 2003 apud ROSA; MORAES, 2008). O foco principal do teste de usabilidade é testar e avaliar de perto a usabilidade de produtos e sistemas interativos. Esses testes são realizados utilizando técnicas de observação, visualizando a interação do usuário com a interface do sistema e a partir da observância da interação em si, é possível conhecer as reais necessidades e as reações do usuário ao utilizar o sistema (ROSA; MORAES, 2008).

O planejamento dos testes de usabilidades deve levar em consideração quais aspectos do sistema serão avaliados com maior ênfase. Primeiramente, é importante definir o propósito do produto ou sistema que será avaliado, o perfil do seu público-alvo e os cenários típicos de uso. Além disso, é preciso levar em consideração os tipos e a quantidade de usuários que irão participar, as tarefas que serão executadas e a localização e condições do ambiente em que o teste será realizado (ROSA; MORAES, 2008). Badre (2002) apud Rosa e Moraes (2008), descreve o processo de condução do teste de usabilidade nas seguintes etapas:

- a) Planejamento do teste: são determinados os objetivos do teste e as tarefas que serão executadas;
- b) Organização dos materiais: termos de consentimentos, formulários, *script* do experimento e outros;
- c) Preparação do local: organização dos equipamentos (hardware, software), da sala e do local;
- d) Teste piloto: utilização de colaboradores para realizar o teste pela primeira vez;
- e) Recrutamento dos usuários: seleção dos participantes e agendamento do horário de teste;
- f) Condução do teste: o avaliador irá conduzir o teste, trazendo uma breve introdução sobre o sistema a ser avaliado e demonstrando quais tarefas devem ser executadas;
- g) Análise dos resultados: revisão dos problemas encontrados e identificação de possíveis soluções;

- h) Correção do sistema/produto interativo: relatar ao desenvolvedor as possíveis alterações que podem ser feitas para melhorar a usabilidade do sistema.

É importante que os sistemas e produtos interativos sejam testados em ambientes adequados, em que os usuários sejam devidamente controlados pelo avaliador de modo que seja possível obter uma total avaliação do seu desempenho, pois o teste realizado irá assegurar o quão usável é o sistema ou o produto em questão, visando se o mesmo é capaz de realizar as tarefas para as quais foi projetado da forma mais eficiente o possível (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013).

2.4 SYSTEM USABILITY SCALE

A *System Usability Scale* (SUS) é uma métrica de medição de usabilidade que dispõe de um questionário composto por 10 (dez) questões agrupadas em 7 (sete) pontos: clareza visual, navegação, conteúdo, controle, feedback, erros e consistência. Para cada uma dessas questões, o usuário tem a opção de responder em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa “Discordo Completamente” e 5 significa “Concordo Completamente”. Através desse questionário, os participantes do teste podem avaliar o seu grau de satisfação ao utilizar o produto que está sendo avaliado (BROOKE et al., 1996 apud COSTA; et al., 2013).

O método SUS foi criado por John Brooke em 1986 e se tornou um dos mais conhecidos e utilizados métodos para a medição de usabilidade de produtos, serviços, web sites, aplicações e qualquer outro tipo de interface. Essa popularidade se deve pelo fato de ser um método de simples averiguação de resultados, tanto para o participante quanto para o avaliador, considerado como sendo cientificamente apurado e ao mesmo tempo fácil de entender por não se tratar de um questionário complexo e exaustivo para os envolvidos (BROOKE, 1996).

Brooke (1996) descreve os critérios que o SUS possibilita avaliar:

- a) Efetividade: os usuários conseguem alcançar os seus objetivos?

- b) Eficiência: quanto esforço e recursos são necessários para que os usuários completem os seus objetivos?
- c) Satisfação: a experiência foi considerada satisfatória pelo usuário?

Com relação a utilização da escala, a interpretação da pontuação é bem simples, utilizando a escala Likert com valores 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo plenamente), em que 3 significa neutro. Para calcular, são somadas as contribuições de cada item de pontuação:

- a) Para as repostas das questões ímpares, subtrai-se 1 da pontuação que o usuário respondeu;
- b) Para as repostas das questões pares, subtraia a resposta de 5;
- c) Soma-se todos os valores obtidas das 10 perguntas e multiplica o resultado da soma por 2,5;
- d) Após seguir os passos acima obtém-se a pontuação final, que pode variar entre 0 a 100, sendo que menor que 51 é considerado ruim, maior que 71 é bom, maior que 86 é excelente e maior que 91 é o melhor alcançável.

A média que comprova que o produto avaliado é utilizável, é acima de 68 pontos. Abaixo de 68 pontos significa que o produto avaliado tem falhas de usabilidade, ou seja, o design da interface precisa ser avaliado e modificado, para que o produto não seja levado ao fracasso. O questionário da métrica encontra-se no Anexo B, abaixo serão listadas as 10 perguntas padrões do questionário SUS, que podem ser readaptadas para se encaixarem ao contexto do produto avaliado:

- 1) Eu acho que gostaria de utilizar esse sistema com frequência;
- 2) Eu acho o sistema desnecessariamente complexo;
- 3) Eu achei o sistema fácil de usar;
- 4) Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema;
- 5) Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas;
- 6) Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência;
- 7) Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente;

- 8) Eu achei o sistema confuso de utilizar;
- 9) Eu me senti confiante ao usar o sistema;
- 10) Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir utilizar o sistema.

3 SOFTWARES EDUCACIONAIS

Com o avanço das tecnologias, surgiu a sociedade da informação, onde o conhecimento passou a ter grande valor, sendo propagado em grande escala através dos mais diversos meios de comunicação, especialmente, através da internet e dos sistemas computacionais. Como consequência disso, as tecnologias passaram a ser utilizadas também no âmbito educacional, dando início ao desenvolvimento e utilização de softwares educativos, destinados ao aprendizado dinâmico nas salas de aulas e também para o ensino a distância (ABREU, 2010).

É comum que nas salas de aula exista uma certa desmotivação por parte do estudantes, por isso, o uso de softwares educacionais pode ser uma solução para essa questão, motivando-os no aprendizado por serem práticos, dinâmicos e fugirem da rotina trazida pelas aulas convencionais. Vale ressaltar que apenas a inclusão desse novo método de ensino não garante as mudanças positivas esperadas no processo de ensino-aprendizagem, o momento e a forma como os educadores utilizam essas tecnologias que irão influenciar diretamente na melhoria desses processos, por isso, primeiramente é necessária uma preparação por parte desses profissionais (MOREIRA; PEIXOTO; BATISTA, 2013).

No que diz respeito ao desenvolvimento e implementação de softwares educativos, Abreu (2010) define dois aspectos que podem garantir a sua qualidade: os aspectos técnicos da Engenharia de Software e os aspectos relacionados à

aprendizagem. A falta de atenção devida a qualquer um desses aspectos vem trazendo para o âmbito da educação softwares educativos cada vez mais inutilizáveis e fadados ao fracasso, pois essas ferramentas propiciam um baixo rendimento na assimilação do conteúdo por conta da falta de usabilidade.

3.1 MOBILE LEARNING

A partir da agregação dos sistemas interativos nos mais diversos dispositivos, o telefone celular se tornou uma central multimídia computadorizada, por conta da sua capacidade de reunir vários recursos disponíveis em uma única tecnologia prática e compacta (FONSECA 2013).

Devido a constante utilização das tecnologias da informação e comunicação na nossa vida diária, dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones* vem se apropriando também ao processo de ensino-aprendizagem. As justificativas para essa nova opção incluem: a mobilidade, portabilidade, conectividade e maior familiaridade por parte dos usuários, por se tratar de uma tecnologia que vem sendo cada vez mais popularizada em todas as partes do mundo (FONSECA, 2013).

Vale ressaltar que a inserção desta e de outras tecnologias no processo de ensino-aprendizagem não pode ser considerada como a solução de todos os problemas e o fim da utilização dos antigos métodos de ensino, pois serve apenas para auxiliar e suprir algumas necessidades que possam surgir no âmbito educacional. Para isso, é necessária toda uma adaptação por parte dos professores e alunos, para que elas venham de fato trazer benefícios.

Contudo, podemos afirmar que os processos de ensino-aprendizagem sempre foram auxiliados por alguma tecnologia e essas vêm avançando cada vez mais ao longo do tempo. Por conta disso, o *Mobile Learning* pode ser considerado válido e, se bem utilizado, pode ser capaz de suprir problemas de aprendizado enfrentados no cotidiano, assim como as outras tecnologias já criadas anteriormente.

3.2 GEOGEBRA 3D *GRAPHING*

A ferramenta escolhida para a realização do estudo de caso proposto por este trabalho foi a versão móvel do software educacional GeoGebra, denominada GeoGebra 3D *Graphing*. Tal ferramenta foi criada por Markus Hoherwarter no ano de 2001, com o intuito de ser utilizada no ambiente escolar, como uma ferramenta prática e dinâmica de auxílio no ensino e aprendizado da matemática.

Essa ferramenta combina conceitos das mais diversas áreas da matemática como geometria e álgebra, em uma única interface gráfica compacta e repleta de funções. Além disso, trata-se de uma aplicação de livre distribuição, fator contribuinte para a sua utilização, popularização e também para a facilitação da realização de testes de avaliação.

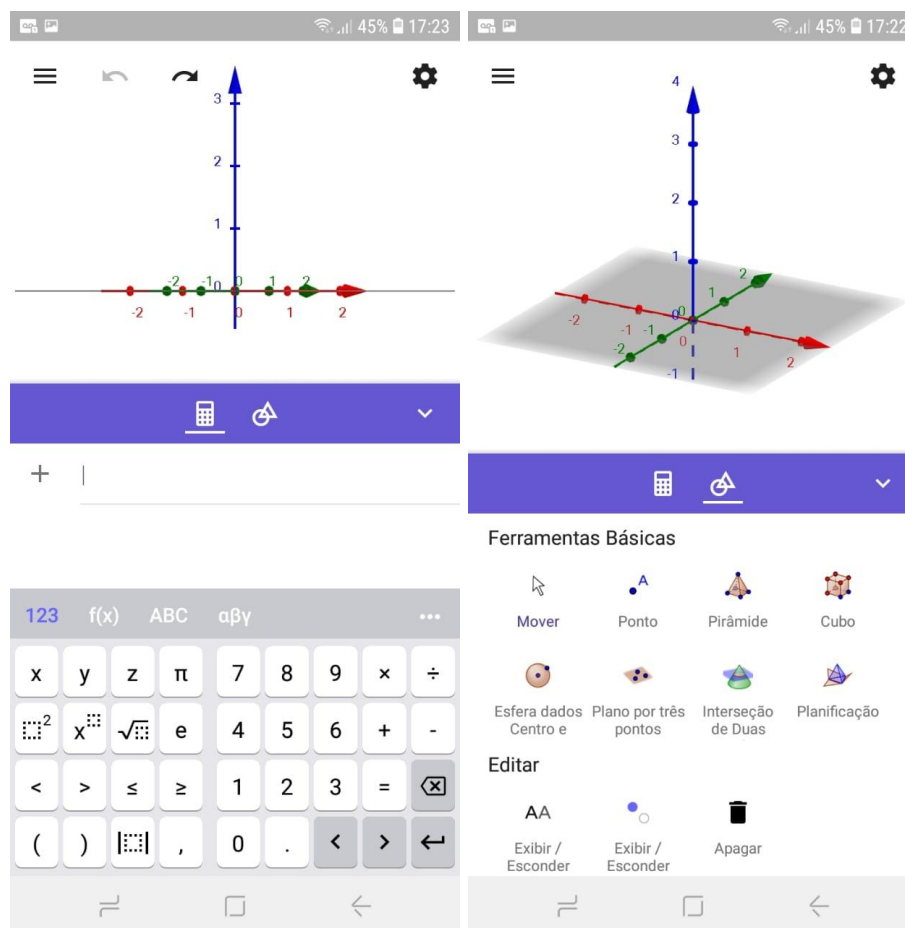
Esse sistema é considerado um dos mais populares softwares educativos do âmbito da matemática, por tratar de um software educacional inovador completo em relação as funcionalidades que ele oferece. Seus comandos possibilitam representar, ao mesmo tempo e em um único ambiente visual, as características algébricas e geométricas de um determinado objeto ou figura, além de auxiliar na resolução de cálculos complexos.

Com o advento dos *smartphones* e em seguida a sua popularização, os usuários dos sistemas interativos vem optando cada vez mais pela utilização dos mesmos em seus dispositivos móveis, e isso não é diferente quando se trata do âmbito educacional, por serem compactos e práticos, os alunos vem optando também por essa opção, deixando um pouco de lado os computadores e, por conta disso, a versão para aplicativos móveis de softwares educacionais vem se tornando uma boa opção para a substituição das versões em *desktop*.

O GeoGebra 3D *Graphing*, dispõe dos mesmos recursos da versão para computadores pessoais, porém, permite o desenvolvimento de formas geométricas e criação de gráficos através da tecnologia *touch screen* que já é predominante na maioria dos *smartphones*, permitindo que a aplicação móvel ganhe certa vantagem, pois essas tarefas são feitas através do toque das próprias mãos, facilitando no ato

de manusear gráficos e figuras. A aplicação pode ser baixada gratuitamente através do *Google Play*. Na Figura 4 temos a tela inicial da aplicação.

Figura 4 - Tela inicial da aplicação móvel GeoGebra 3D Graphing.



Fonte: GeoGebra 3D Graphing (captura de tela).

Por meio da tela mostrada na Figura 3, o aplicativo permite realizar as mais diversas construções geométricas, seja com a utilização de pontos, retas, polígonos, segmentos de retas, entre outros. Bem como permite a inserção de funções, equações e coordenadas, possibilitando a alteração de todos os objetos criados mesmo após a finalização de sua construção. Portanto, se utilizada corretamente, essa ferramenta é capaz de permitir ao usuário trazer de forma dinâmica, a representação de características algébricas e geométricas de um mesmo objeto em um único ambiente visual.

4 ESTUDO DE CASO

Quanto aos procedimentos do trabalho, realizou-se um estudo de caso. Gil (2008) caracteriza um estudo de caso como sendo um estudo amplo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento detalhado, tarefa complexa de ser realizada em um breve espaço de tempo.

O Estudo de Caso realizado neste trabalho propôs-se a avaliar a usabilidade da versão móvel do software educacional GeoGebra, denominada GeoGebra 3D *Graphing Mobile*. Para isso, foi realizada uma oficina composta por um tutorial básico da ferramenta, abordando uma breve introdução acerca do funcionamento do software, durante o Seminário de Educação a Distância, realizado na Universidade Federal do Acre (UFAC), na data do dia 14 de novembro de 2019, no horário das 8h às 18h.

Nessa oficina, após a introdução do software aos participantes, discentes dos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação e Licenciatura em Matemática à Distância, foi aplicado um questionário de conhecimento do perfil dos usuários, para que pudessemos saber mais sobre os participantes. Em seguida, foram passadas questões específicas da disciplina de Geometria (vide Apêndice D – Exercícios Propostos), para que os mesmos tentassem resolvê-las com o auxílio do GeoGebra 3D *Graphing*. Após a resolução das atividades, foi feita a aplicação do questionário de avaliação de usabilidade SUS (vide Anexo A – Questionário da Métrica System

Usability Scale), para que os participantes pudessem expor o seu nível de satisfação com a interface do sistema e do processo de interação com o mesmo.

4.1 VISÃO GERAL

Esse trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar a usabilidade da ferramenta GeoGebra 3D *Graphing*, no âmbito do uso das Tecnologias Educacionais. Para realizar essa avaliação, foi ofertada uma oficina durante o Seminário de Educação a Distância (EAD), realizado na Universidade Federal do Acre (UFAC). Nessa oficina foram apresentados os conceitos de *Mobile Learning*, e em seguida foi apresentado um tutorial básico para demonstrar os principais comandos da ferramenta, introduzindo-a aos participantes. Depois de demonstrados os comandos, foi passada uma lista de exercícios matemáticos a ser resolvida pelos participantes, utilizando a ferramenta e por fim, responder o questionário de usabilidade para que fosse concluída a avaliação.

Os testes de avaliação quanto ao uso de ferramentas educacionais servem para verificar se a sua utilização de fato traz benefícios ao ambiente de aprendizado em que as mesmas estão inseridas, beneficiando tanto aos discentes quanto aos docentes, além de auxiliar na descoberta de possíveis melhorias a serem implementadas na ferramenta, para que a sua utilização seja mais eficiente e eficaz.

As etapas desse estudo de caso foram: 1) Definição das tecnologias a serem utilizadas e do tempo a ser gasto para que a avaliação viesse a ser realizada; 2) Escolha da ferramenta a ser avaliada; 3) Definição do grupo de participantes da avaliação; 4) Familiarização com o uso da ferramenta e aprendizagem dos comandos oferecidos pela mesma; 5) Elaboração dos conteúdos da oficina a ser realizada para introduzir a ferramenta e executar as etapas de avaliação; 6) Elaboração do questionário diagnóstico de acordo com o grupo de participantes escolhido; 7) Ministração da oficina e aplicação dos questionários de avaliação; 8) Consolidação dos dados coletados; 9) Elaboração do relatório com base no perfil dos usuários

avaliados e com base no questionário de medição de usabilidade; 10) Aprovação e correção do trabalho.

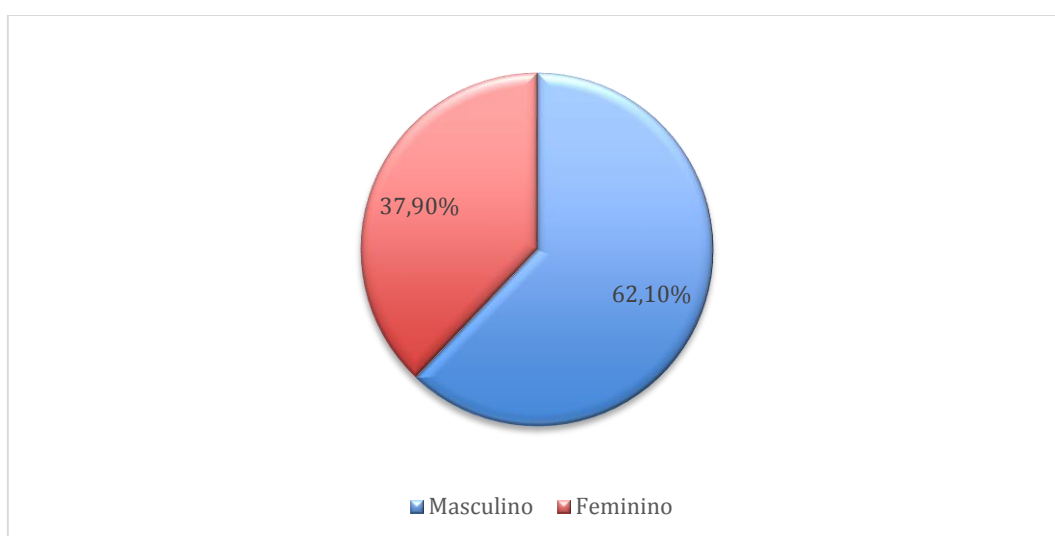
4.2 AVALIAÇÃO DO PERFIL DE USUÁRIOS

O grupo de participantes da pesquisa foi composto por alunos da UFAC, dos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação e de Licenciatura em Matemática a Distância, participantes da Oficina: “Utilização do GeoGebra 3D *Graphing* no Ensino da Matemática”, ofertada durante o Seminário de Educação a Distância na UFAC.

Com base no grupo de participantes selecionado para a realização da pesquisa, foi elaborado um questionário diagnóstico para que pudesse ser realizado um levantamento acerca do perfil dos mesmos. Os resultados desse questionário serão demonstrados através dos gráficos, a seguir.

É visível que dentre os usuários participantes da pesquisa, prevaleceu em maior quantidade, o público alvo do sexo masculino, conforme mostra a Figura 5, fato que é bastante comum nos cursos de Ciências Exatas das Universidades em geral.

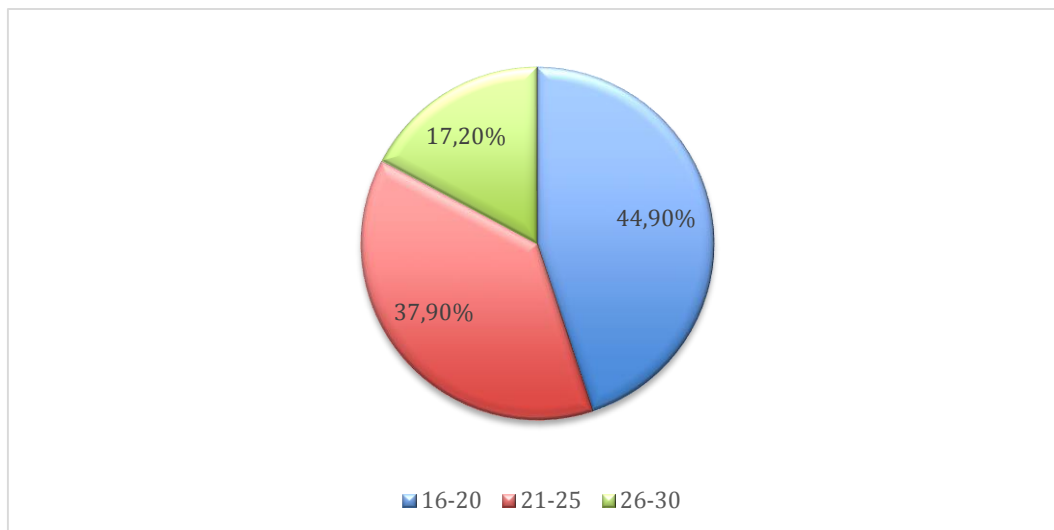
Figura 5 - Sexo dos usuários participantes.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 6, temos a apresentação de um gráfico acerca da faixa etária dos participantes da avaliação, onde a maioria possui idade entre 16 a 20 anos e 21 a 25 anos, demonstrando a prevalência de um público jovem nos cursos de Exatas.

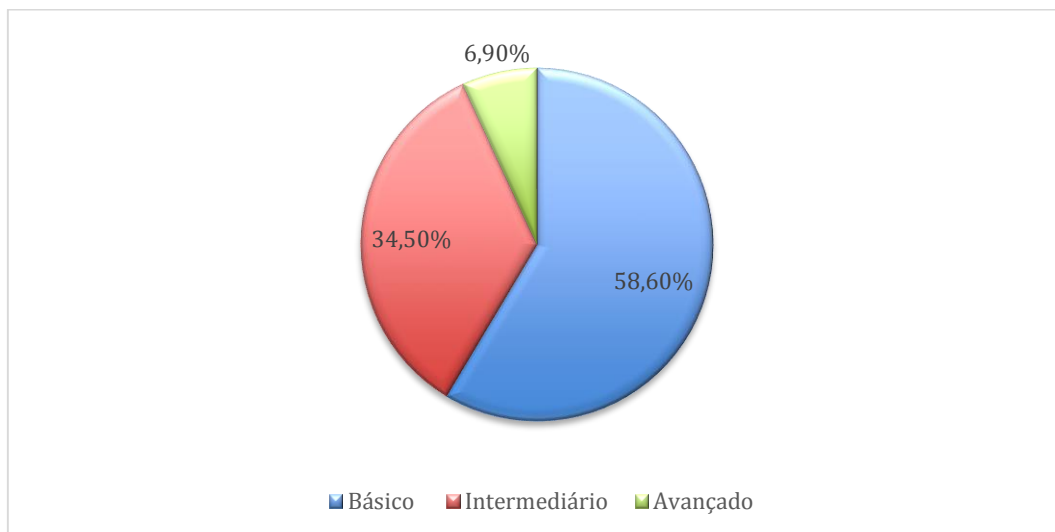
Figura 6 - Faixa etária dos usuários participantes.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 7, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes deste estudo de caso possuem um nível de conhecimento básico na área de informática. A definição de cada nível de conhecimento foi apresentada aos participantes no questionário diagnóstico, vide Apêndice B.

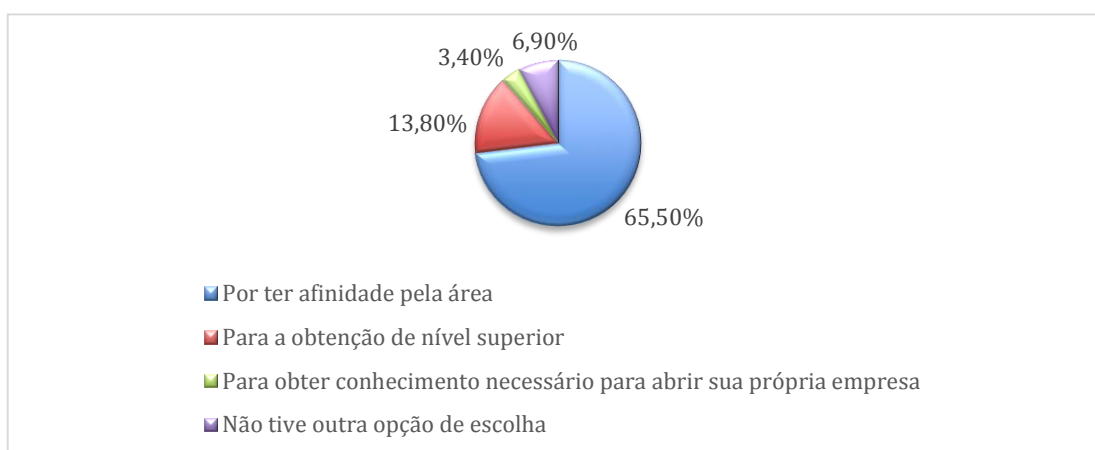
Figura 7 - Nível de conhecimento dos usuários sobre informática.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 8, temos um gráfico que demonstra que a maior parte dos participantes escolheu o curso de graduação por ter afinidade com a área, já a segunda maioria alega estar cursando apenas com o objetivo de obter o título de nível superior, para a realização de concursos públicos específicos da área, dentre outros benefícios adquiridos através de título de graduação.

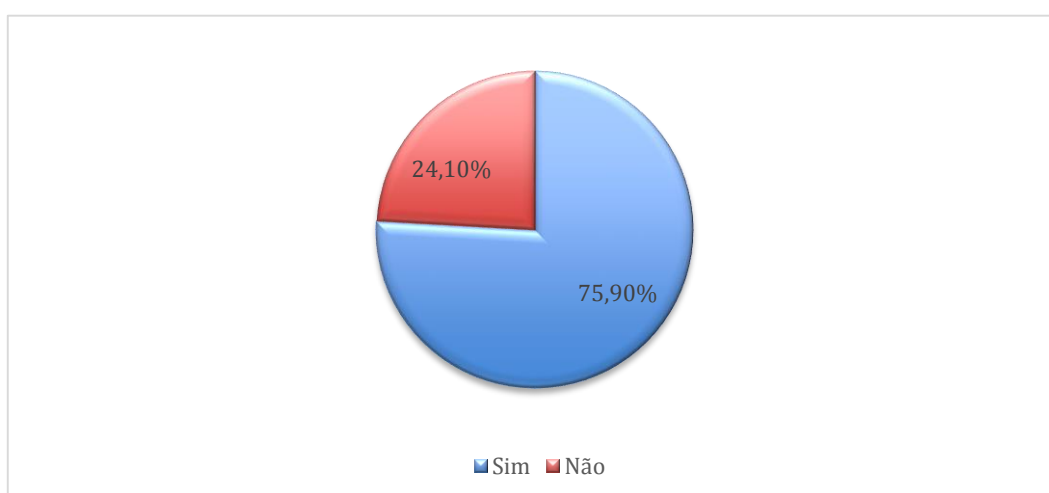
Figura 8 - Motivo da escolha do curso de graduação.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 9, podemos perceber que a maioria dos participantes já fez o uso de alguma ferramenta ou software educativo para auxiliar em seus estudos, isso leva a aumentar a afirmação de que a utilização de softwares educativos já é de fato uma realidade em meio ao âmbito educacional.

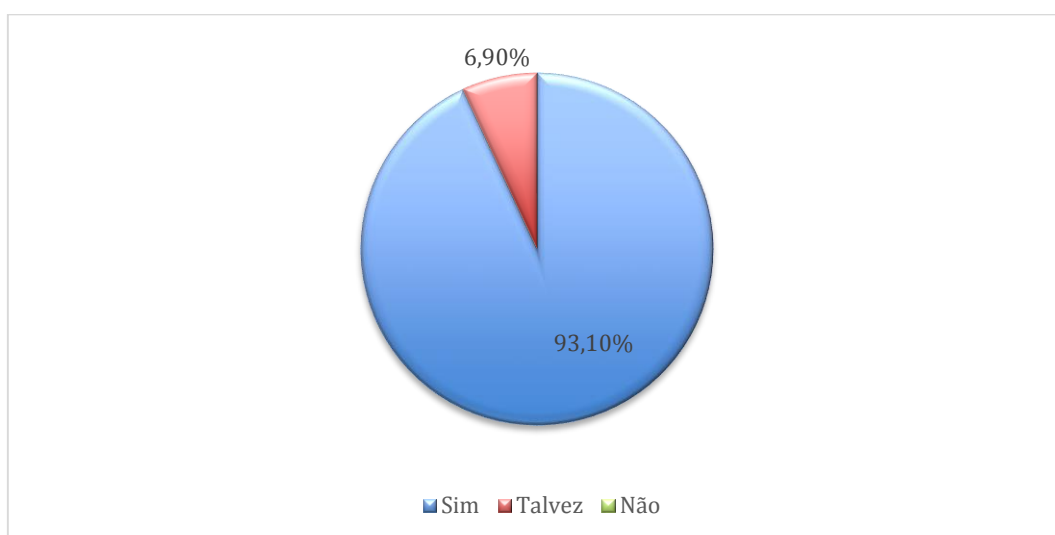
Figura 9 - Utilização de softwares educativos.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 10, vemos que a grande maioria dos participantes empregariam algum tipo de ferramenta de aprendizagem na sala de aula, caso decidissem seguir carreira acadêmica na docência, e isso reforça a importância dos softwares educacionais dentro do processo de ensino-aprendizagem.

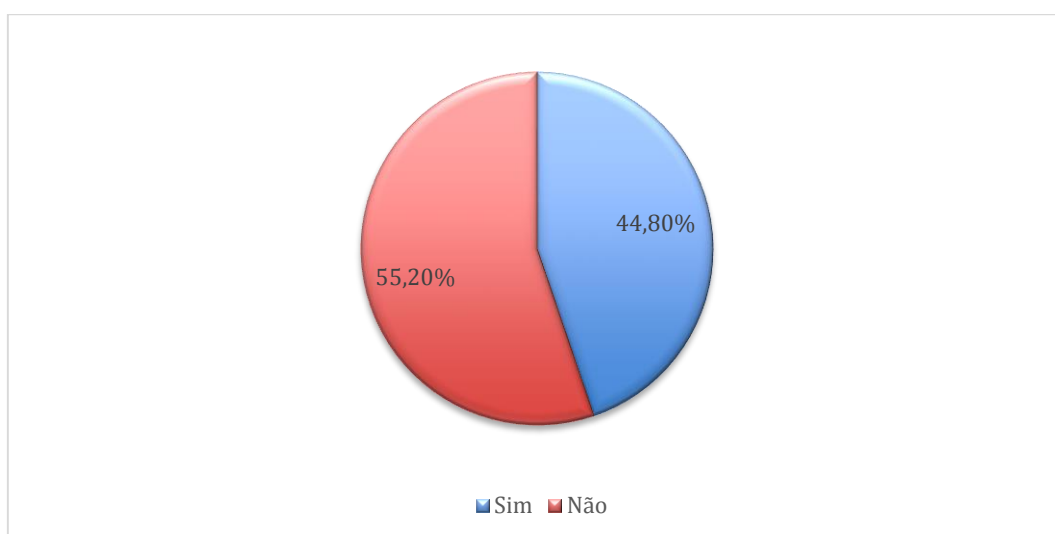
Figura 10 - Emprego de ferramentas de auxílio no ensino-aprendizagem.



Fonte: Elaboração própria.

A Figura 11 demonstra a relação dos participantes com o uso de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem durante o ensino fundamental/médio, um pouco mais da metade afirmou que não realizava o uso.

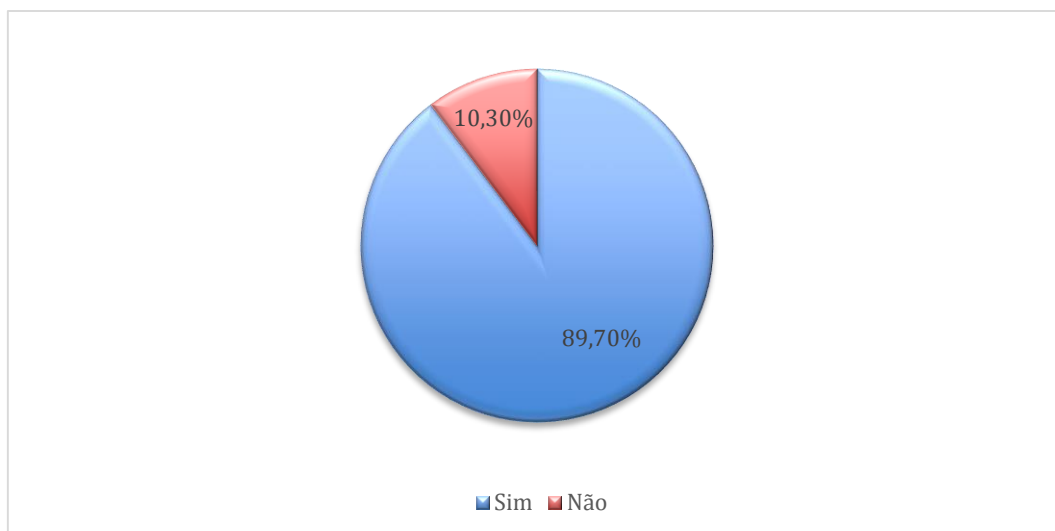
Figura 11 - Utilização de recursos tecnológicos no ensino fundamental e médio.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 12, o gráfico mostra que a maioria dos participantes afirmam que os seus professores do ensino superior realizam o uso de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem.

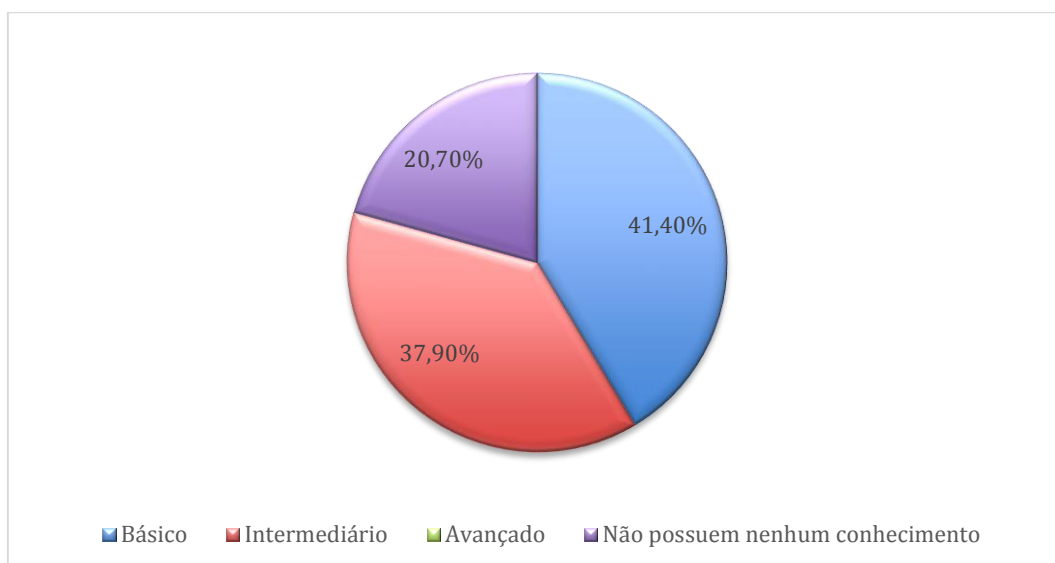
Figura 12 - Utilização de softwares educativos pelos professores do ensino superior



Fonte: Elaboração própria.

No gráfico apresentado na Figura 13, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes tem conhecimento mínimo no uso da ferramenta avaliada, fator que demonstra que a mesma ainda não é muito utilizada no meio acadêmico da UFAC.

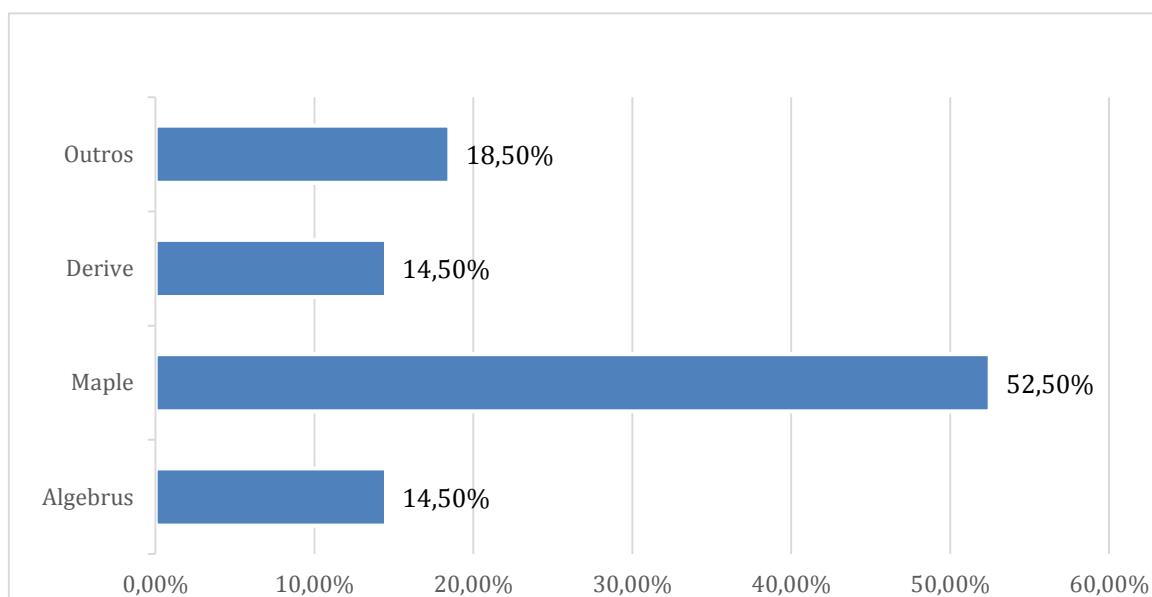
Figura 13 - Conhecimento sobre a ferramenta GeoGebra.



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico apresentado pela Figura 14 demonstra o conhecimento dos participantes em relação a outros softwares educativos semelhantes ao GeoGebra, dentre os softwares listados no questionário, apenas três deles foram reconhecidos pelos participantes.

Figura 14 - Conhecimento em outros softwares educativos da área de matemática.

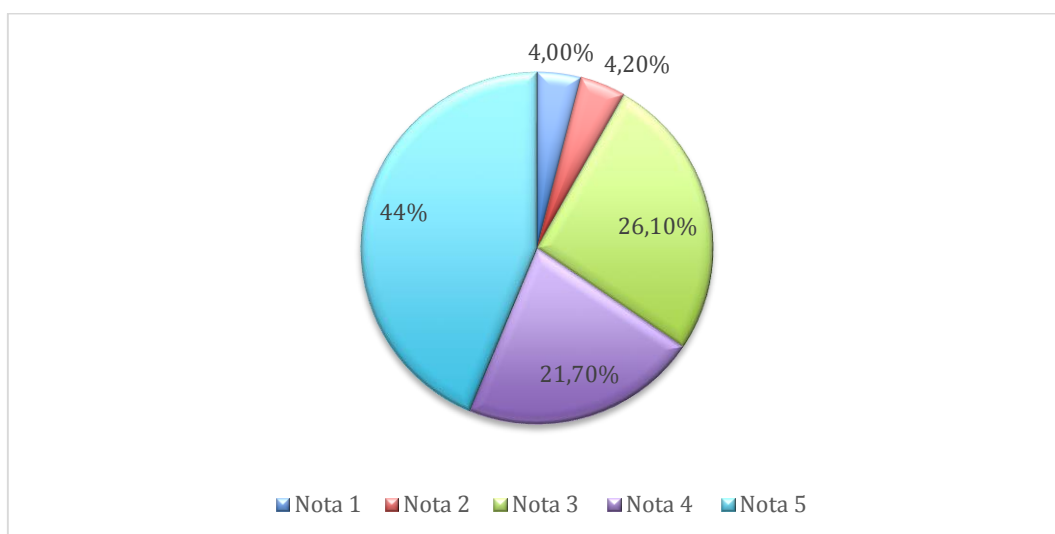


Fonte: Elaboração própria.

A compreensão do perfil do público-alvo do estudo de caso permitiu que os experimentos fossem direcionados conforme suas principais dificuldades, além de proporcionar uma melhor correlação dos resultados da avaliação de usabilidade. Assim, na próxima seção serão apresentados os resultados da avaliação de usabilidade do software educativo móvel GeoGebra 3D *Graphing* com o método SUS.

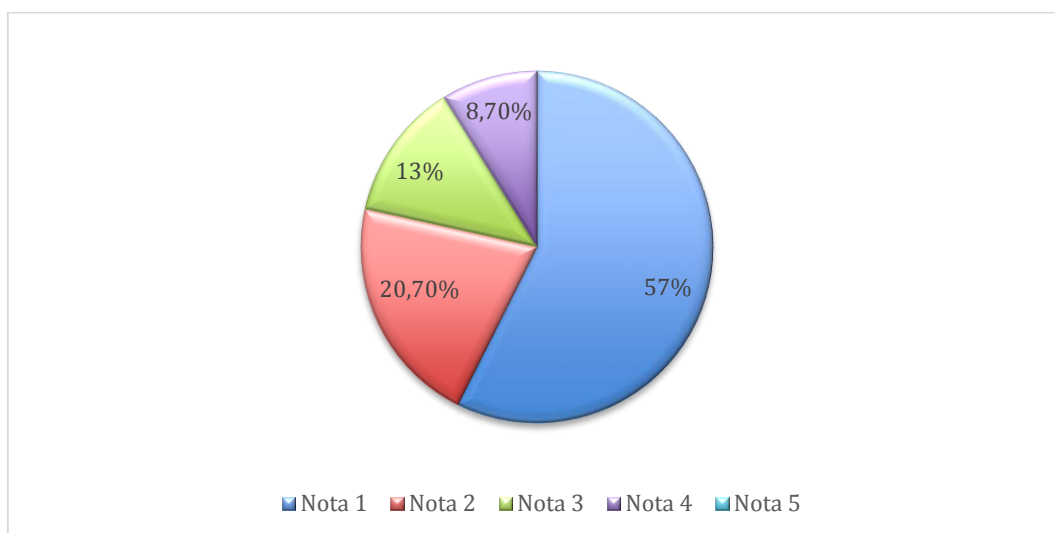
4.3 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO GEOGEBRA 3D GRAPHING COM O SUS

Inicialmente, é importante destacar que, com relação a avaliação realizada através da métrica SUS, pode-se mostrar na Figura 15 que a maioria dos participantes afirmam que utilizariam a ferramenta com frequência.

Figura 15 - Resultado da questão 1 do método SUS.

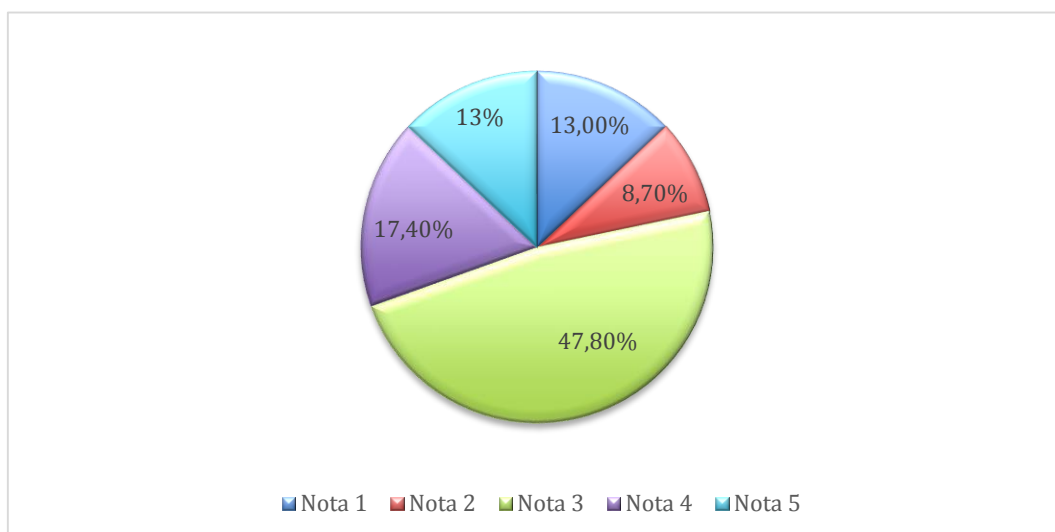
Fonte: Elaboração própria.

Através dos resultados apresentados na Figura 16, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes não consideram a ferramenta complexa, o equivalente a 57% do total.

Figura 16 - Resultado da questão 2 do método SUS.

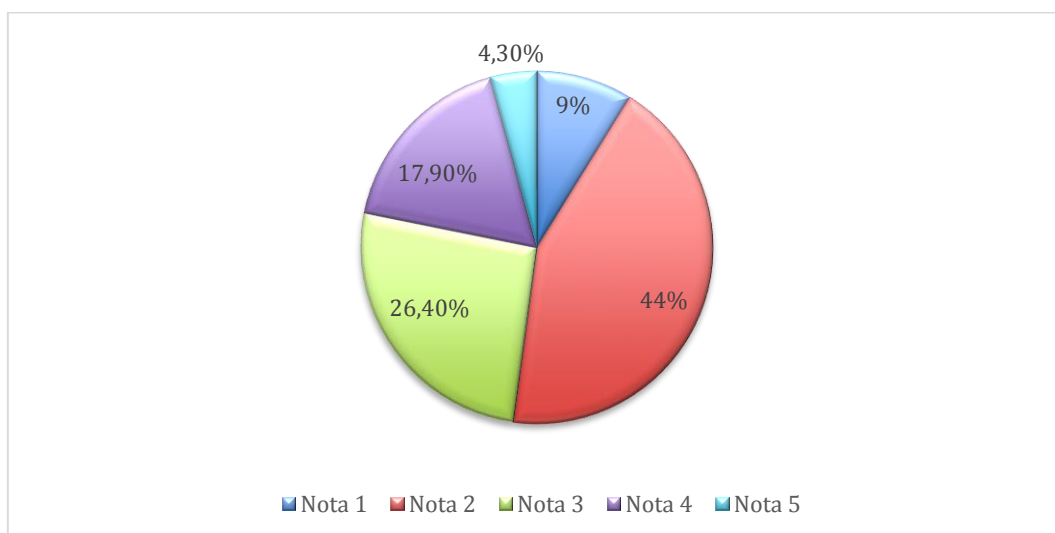
Fonte: Elaboração própria.

Através da avaliação e dos resultados demonstrados no gráfico da Figura 17, nota-se que os usuários consideram a facilidade de uso da ferramenta mediana, prevalecendo em maior quantidade a nota 3, logo, não foi considerada fácil de utilizar pela maioria.

Figura 17 - Resultado da questão 3 do método SUS.

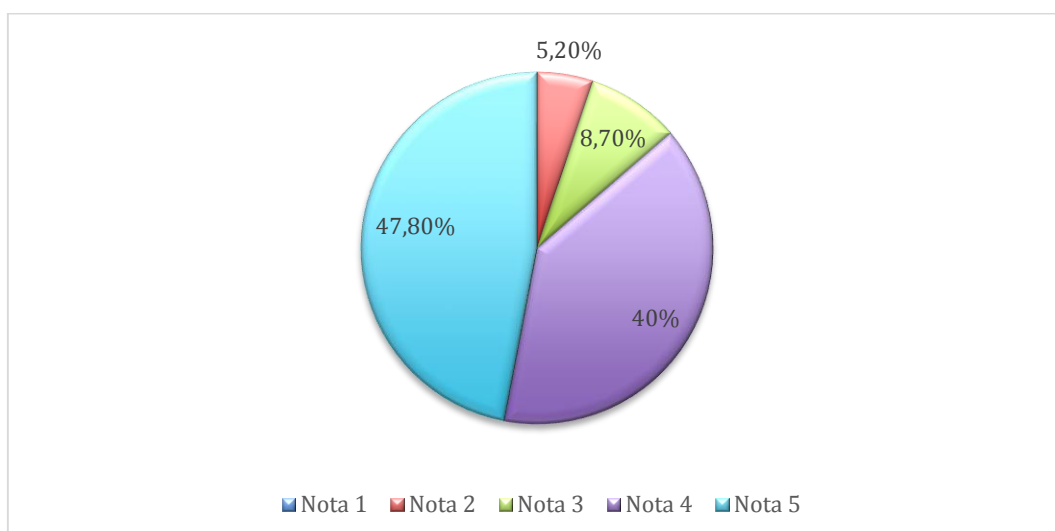
Fonte: Elaboração própria.

Conforme os dados apresentados na Figura 18, é possível perceber que a maioria dos usuários participantes concorda com a necessidade de um mediador para a sua usabilidade, discordando a afirmativa de que não há necessidade de assistência ou suporte técnico para prosseguir com a devida utilização da ferramenta.

Figura 18 - Resultado da questão 4 do método SUS.

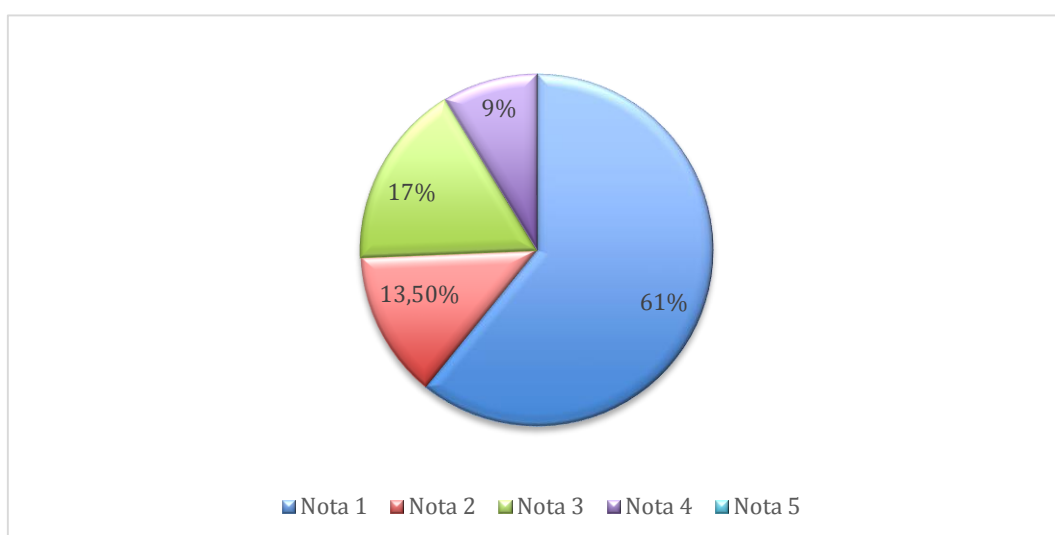
Fonte: Elaboração própria.

Conforme demonstra a Figura 19, é visível que a maioria dos usuários participantes concordam que as funções do sistema são bem integradas.

Figura 19 - Resultado da questão 5 do método SUS.

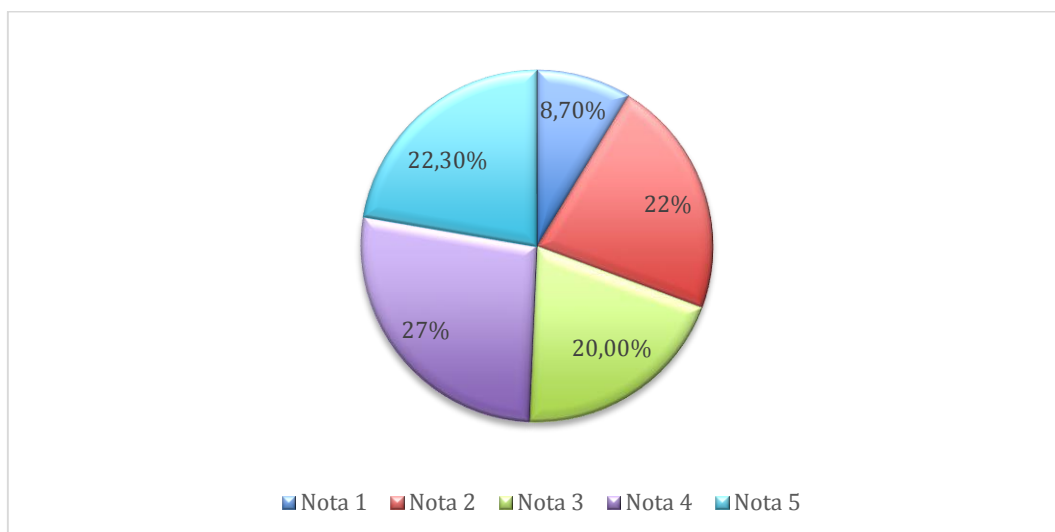
Fonte: Elaboração própria.

Conforme a avaliação utilizando a métrica SUS, através do gráfico contido na Figura 20, é possível perceber que a minoria dos usuários participantes concorda que a ferramenta apresenta inconsistências quanto ao seu uso.

Figura 20 - Resultado da questão 6 do método SUS.

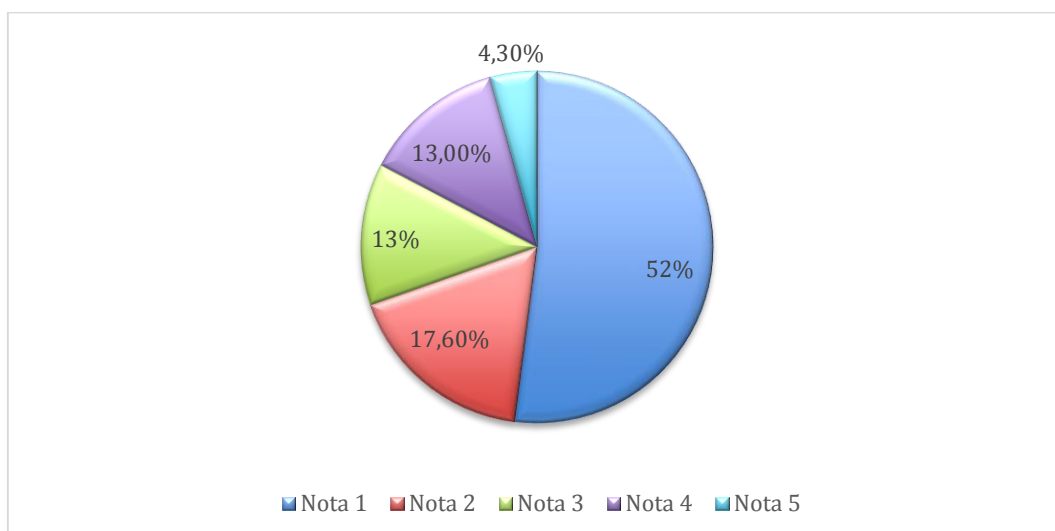
Fonte: Elaboração própria.

Com base na avaliação e conforme os resultados apresentados na Figura 21, percebemos a ferramenta não é considerada de fácil utilização e rápida aprendizagem pela grande maioria, sendo que houve quase um empate dentre as notas 2, 3, 4 e 5.

Figura 21 – Resultado da questão 7 do método SUS.

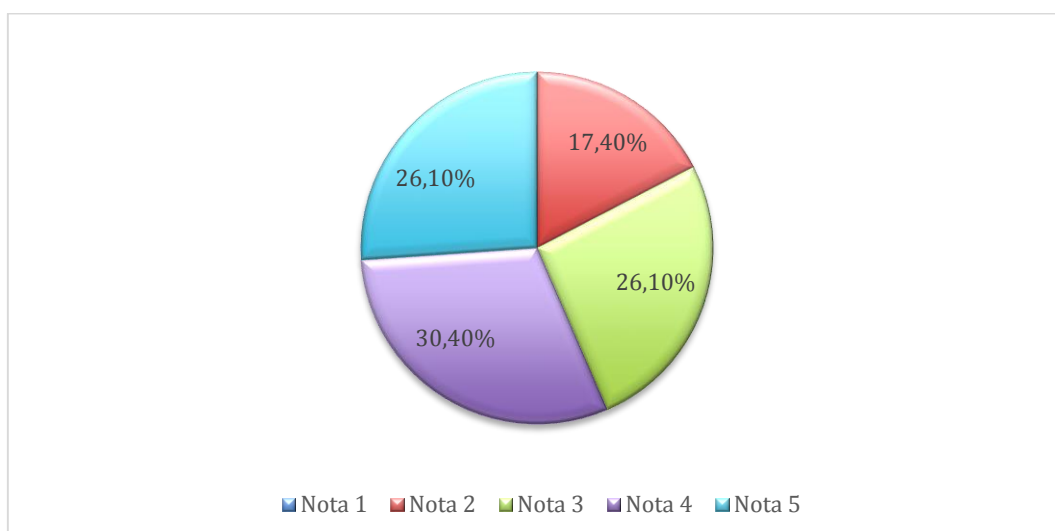
Fonte: Elaboração própria.

Através da Figura 22 pode-se notar que a maioria dos participantes discorda acerca da inconveniência ao se utilizar o sistema, o que equivale a um total de 52% dos participantes

Figura 22 – Resultado da questão 8 do método SUS.

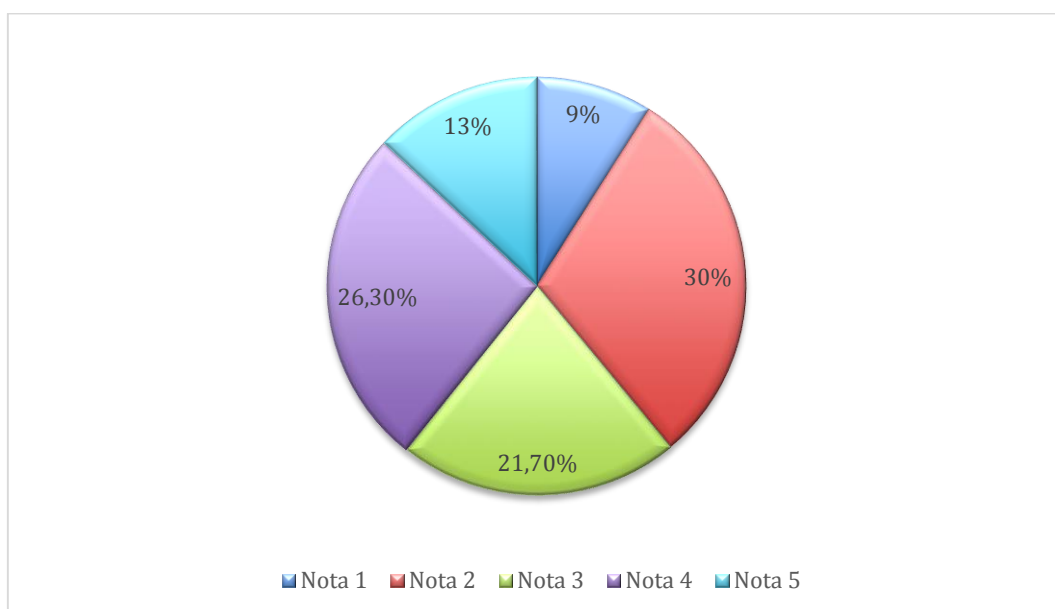
Fonte: Elaboração própria.

Através da avaliação, podemos perceber que os participantes ficaram divididos entre concordar em sentir total confiança ao utilizar o sistema e entre considerar média a confiança ou discordar de ter se sentido confiante ao utilizar a ferramenta, conforme os resultados apresentados no gráfico da Figura 23.

Figura 23 – Resultado da questão 9 do método SUS.

Fonte: Elaboração própria.

Finalizando a avaliação utilizando o método SUS, vemos na Figura 24 que a maioria dos participantes discorda de que não há necessidade de se obter conhecimento prévio para ir adiante com o uso da ferramenta, alegando ser necessária a aprendizagem de outras informações para usar a mesma.

Figura 24 – Resultado da questão 10 do método SUS.

Fonte: Elaboração própria.

O resultado da avaliação de usabilidade foi calculado somando-se a contribuição de cada questão. O valor de cada contribuição muda de acordo com a

característica de cada questão, para as questões ímpares, a pontuação na escala é de menos 1. Para as questões de números pares, a pontuação na escala é de menos 5. Após determinado o valor de cada questão, soma-se todos os valores e multiplica-se por 2,5 para obter o resultado global do método SUS. Este resultado global está inserido numa escala de 0 a 100.

Logo, neste estudo de caso, o aplicativo móvel GeoGebra 3D *Graphing Mobile* recebeu a pontuação de 85, o que é considerado “bom”, o que mostra que a ferramenta não possui grandes problemas de usabilidade, e boa satisfação por parte dos usuários, porém com alguns pontos a serem melhorados. O resultado obtido apresenta um valor acima da média da métrica SUS, que é de 68. A Tabela 2 apresenta o resultado final da avaliação.

Tabela 2 - Resultado final da escala de usabilidade

Valor mínimo aceitável do SUS	68
Valor médio da avaliação do aplicativo móvel GeoGebra 3D <i>Graphing</i>	85
Escala	100

Fonte: Elaboração própria.

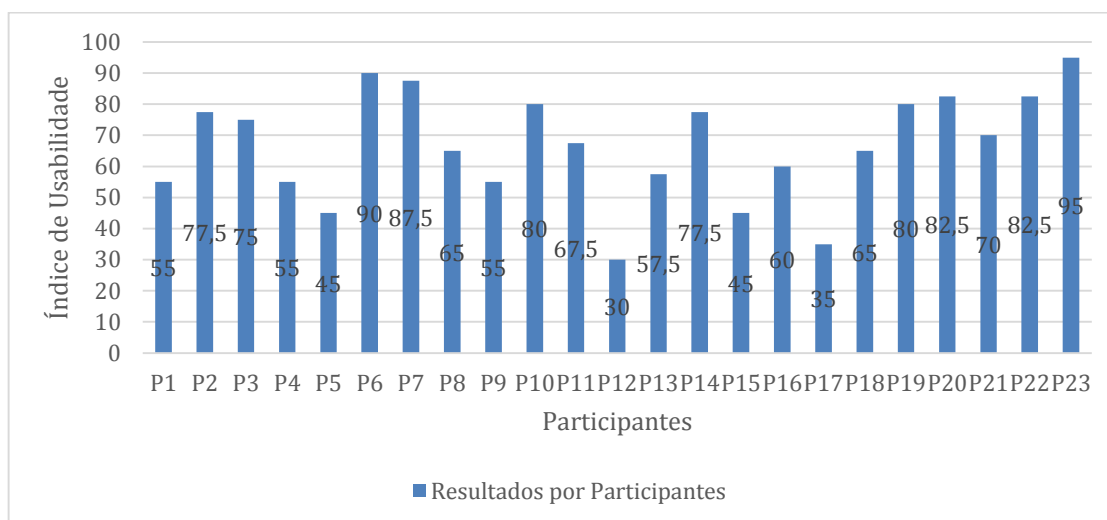
A Figura 25 apresenta um gráfico contendo o resultado das pontuações obtidas através das respostas individuais de cada um dos 23 participantes, a pontuação resultante varia de 0 a 100. Através do gráfico, é possível observar que a maioria considerou o sistema fácil e agradável de se utilizar, constando apenas o total de 8 participantes que obtiveram suas pontuações abaixo do índice médio de usabilidade estabelecido pela métrica.

A Figura 26 apresenta um gráfico retratando o resultado das questões ímpares da aplicação do SUS. As questões ímpares são relacionadas aos aspectos positivos de usabilidade do sistema. São elas:

1. Penso que eu gostaria de usar esse sistema frequentemente.
3. Achei que o sistema foi fácil de usar.
5. Achei que várias funções nesse sistema foram bem integradas.
7. Imagino que a maioria das pessoas aprenderiam rapidamente a usar esse sistema.

9. Me senti bem confiante usando esse sistema.

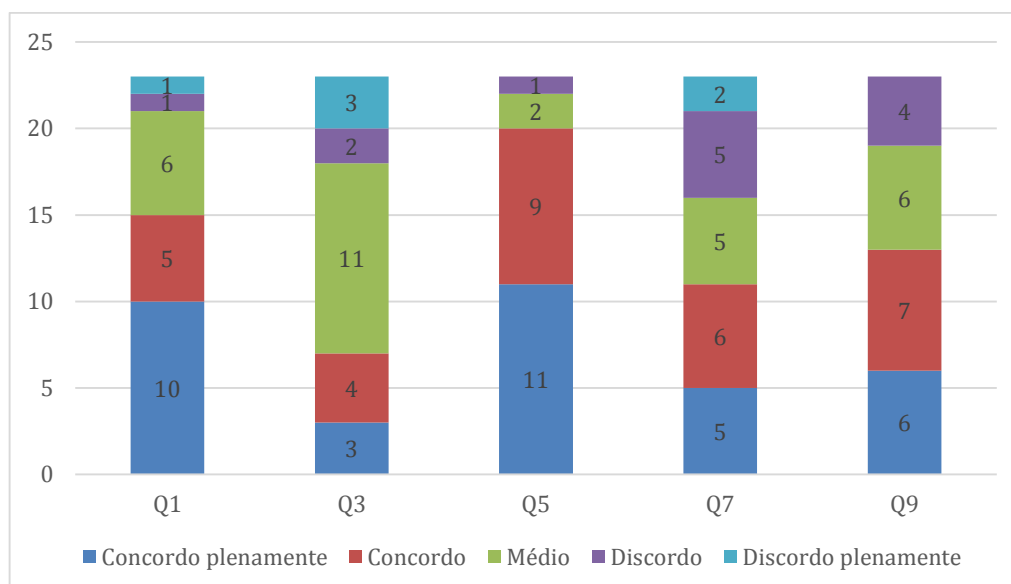
Figura 25 - Resultados do questionário da métrica SUS por participantes.



Fonte: Elaboração própria.

Com base nas respostas obtidas através das questões ímpares, podemos perceber que a opinião da maioria dos participantes varia entre “concordo plenamente”, “concordo” e “médio”, sobre as afirmações relacionadas a ferramenta avaliada, através das questões citadas acima.

Figura 26 - Resultados das perguntas ímpares da métrica SUS



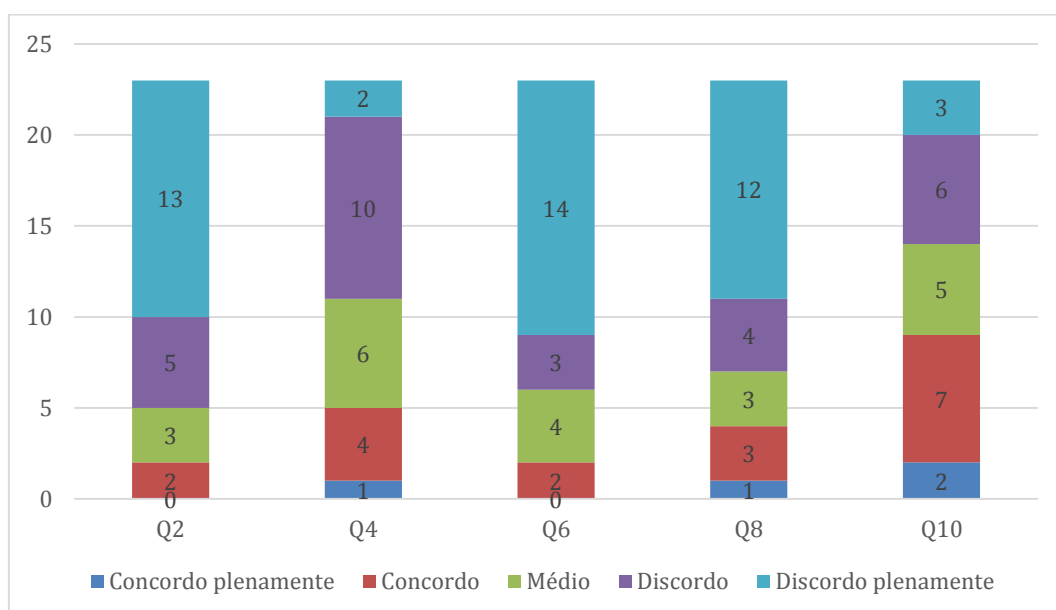
Fonte: Elaboração própria.

Já na Figura 27 podemos observar o gráfico que demonstra os resultados referentes às questões pares da métrica SUS. Essas questões correspondem aos aspectos negativos de usabilidade do sistema. São elas:

2. Achei o sistema desnecessariamente complexo.
4. Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para utilizar esse sistema.
6. Achei que tinha muita inconsistência nesse sistema.
8. Achei o sistema muito inconveniente de usar.
10. Precisei aprender bastante coisa antes de ir adiante com esse sistema.

Com base nos resultados, podemos perceber que a maioria discorda plenamente ou discorda das questões negativas com relação a usabilidade do sistema, com exceção da questão de número dez “precisei aprender bastante coisa antes de ir adiante com esse sistema”, a qual a maioria dos participantes concorda com tal afirmação. Logo, podemos concluir que, apesar de ser considerada fácil de usar, os participantes afirmam ser necessário ter conhecimentos prévios relacionados à matemática para que fosse possível ir adiante com a utilização do aplicativo.

Figura 27 - Resultados das perguntas pares da métrica SUS.



Fonte: elaboração própria.

Após a consolidação dos dados da avaliação, pode-se observar que a pontuação 85 obtida pela aplicação, é bem satisfatória considerando a média padrão

do SUS. Devido a isso, pode-se concluir que o aplicativo não está enfrentando grandes problemas em seus aspectos de usabilidade. Logo, comprovou-se usável diante do universo deste estudo de caso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de sistemas interativos vem crescendo gradativamente e com isso, os softwares educativos vem se tornando cada vez mais utilizados como ferramenta de auxílio no processo ensino-aprendizagem. Por conta disso, é importante avaliar a usabilidade dos mesmos, a fim de verificar se a sua utilização é capaz de suprir as necessidades do usuário.

Esta monografia apresentou os resultados da avaliação de usabilidade de um software educativo utilizado na área da matemática, para o ensino de geometria e álgebra, o Geogebra 3D *Graphing*. Desse modo, o principal objetivo desse trabalho foi verificar se o sistema dispõe de uma interface que auxilia, ou não, o usuário a utilizá-lo de forma eficiente e eficaz.

Para que a avaliação fosse realizada, foi realizada uma série de estudos sobre os principais conceitos e processos da Interação Humano-Computador e do método de avaliação a ser utilizado. Após isso, ocorreu a avaliação para o recolhimento dos dados e, posteriormente, a obtenção e análise dos mesmos.

Uma das maiores dificuldades deste trabalho foi a falta de participantes na avaliação, como se tratava-se uma pesquisa voluntária, a grande maioria não demonstrou interesse em participar.

No que se refere aos objetivos propostos neste trabalho, podem se considerar alcançados, pois apesar das dificuldades relacionadas ao número de participantes, foi possível concluir a avaliação de usabilidade proposta, passando por todos os objetivos específicos definidos inicialmente. Vale ressaltar que o resultado da avaliação foi positivo, sendo o software considerado usável, obtendo a pontuação de 85 na escala de usabilidade do SUS.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Diante do cenário em que está inserido este estudo de caso, propõe-se como trabalhos futuros:

- a) Determinar fatores que podem aumentar ou diminuir a média de avaliação de softwares educativos utilizando a métrica SUS;
- b) Realizar avaliação de usabilidade em outro software educativo utilizando outra escala de usabilidade semelhante ao SUS, como por exemplo, *Software Usability Measurement Inventory (SUMI)*, *Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire (SUPR-Q)*, *Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS)* – entre outros;
- c) Realizar ajustes na métrica SUS para avaliar aspectos subjetivos em uma avaliação de usabilidade, combinando com outros métodos de avaliação.

REFERÊNCIAS

ABREU, Ana C. B. **Avaliação de Usabilidade em Softwares Educativos**. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <http://www.uece.br/mpcomp/index.php/arquivos/doc_download/231-dissertacao-72-avaliacao-de-usabilidade-em-softwares-educativos>.

BARBOSA, Simone Diniz Junqueira; DA SILVA, Bruno Santana. **Interação Humano-Computador**. Série Sociedade Brasileira de Computação. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BENTRO, M; LENCASTRE, J. **Avaliação da Usabilidade do Protótipo Multimédia “Alfa E Beta”**, In João Filipe Matos, Neuza Pedro, Ana Pedro, Pedro Patrocínio, João Piedade & Susana Lemos (orgs.), Atas do II Congresso Internacional TIC e Educação, (p. 1274-1297). Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2012. Disponível em: <<http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/190.pdf>>, Acesso em 17 jan. 2018.

BIAS, R; MAYHEW D. **Cost-Justifying Usability**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 2005. Disponível em: <<http://read.pudn.com/downloads142/ebook/616237/Cost-Justifying-Usability.pdf>>, Acesso em 08 jan. 2018.

BOUCINHA, Rafael M; TAROUCO, Liane M. R. **Avaliação de Ambiente Virtual de Aprendizagem com o uso do SUS - System Usability Scale**. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/44479>>, Acesso em dez. 2017.

BROOKE, John. **SUS - A quick and dirty usability scale**. United Kingdom: Redhatch Consulting Ltd, 1996. Disponível em: <http://cui.unige.ch/isi/icle-wiki/_media/ipm:test-suschapt.pdf>.

COSTA, Hélder; LOPES, Ana; SOUSA, Andreia; SOUSA, Rui; LENCASTRE, José A. **Avaliação da Usabilidade do Protótipo Web: Atreve-te com o Scrath**. In Maria João Gomes, António José Osório, Altina Ramos, Bento Duarte da Silva & Luis Valente (orgs.), Atas da VIII Conferência Internacional de TIC na Educação - *Challenges* 2013, (p. 1437-1452). Braga: Universidade do Minho. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/28772/1/32_atas_challenges2013_Helder_JALencastre.pdf>.

FONSECA, Ana Graciela M. F. **Aprendizagem, Mobilidade e Convergência: Mobile Learning com Celulares e Smartphones**. 2013.

MAGINA, S. **O Computador e o Ensino da Matemática**. Tecnologia Educacional, v.26, n.140, 1998.

MOREIRA, de Sousa. **GEOMETRIA DINÂMICA EM TABLETS: ESTUDO DE CASO COM O APLICATIVO GEOGEBRA**. 2013. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/viewFile/44715/28449>>, Acesso em 09 nov. 2017.

NORMAN, Donald. **The Design of Everyday Things**. Nova Iorque: Doubleday, 1988.

PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen. **Design de interação: Além da interação homem-computador**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRESSMAN, Roger S. **Software Engineering: a practitioner's approach**. 7. Ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2010.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. **Design de interação: Além da interação homem-computador**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ROSA, José. G. S.; MORAES, Anamaria. **Avaliação e projeto no design de interfaces**. 1. ed. Teresópolis, RJ: 2AB, 2008.

STEINMACHER, Igor; WIESE, Igor; LUZ, João; CAIRES, Vinicius. **Uso do GeoGebra no Ensino de Matemática: Avaliação de Usabilidade e de Aprendizado**. Paraná: Encontro Nacional de Informática e Educação, 2017. Disponível em: <http://www.inf.unioeste.br/enined/anais/artigos_enined/A44.pdf>, Acesso em 09 nov. 2017.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de Software Educativo: Reflexões para uma Análise Criteriosa**. Disponível em: <<http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edmagali2.html>>, Acesso em 02 nov. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – SCRIPT DO EXPERIMENTO

Descrição do teste de usabilidade do software	<p>Esse teste de usabilidade tem como objetivo:</p> <ol style="list-style-type: none">1) Avaliar a usabilidade da interface do software educativo móvel GeoGebra 3D Graphing, através da aplicação de um questionário de satisfação de uso, analisando se o mesmo está de acordo com os conceitos de usabilidade propostos pela área de IHC;2) Analisar e comparar os resultados obtidos através da avaliação e mensurar os possíveis problemas de usabilidade encontrados pelos usuários durante a sua interação com o sistema;3) Validar os dados e informar o nível de usabilidade do sistema determinado através da métrica <i>System Usability Scale</i> (SUS).
Público Alvo	Alunos dos cursos de Bacharelado em Sistemas de Informação e Licenciatura em Matemática a Distância da Universidade Federal do Acre (UFAC), participantes do Seminário de Educação a Distância realizado pela UFAC.
Carga Horária	8 horas
Local do Experimento	Laboratório de Informática do NIEAD - Universidade Federal do Acre
Dia e Horário do Experimento	14/11/2018, das 08:00 às 18:00 horas.
Atividades	<ol style="list-style-type: none">1) O alunos serão encaminhados ao laboratório;2) Realização de uma breve apresentação acerca do conceito de <i>Mobile Learn</i> e avaliação de usabilidade;3) Realização de um tutorial básico sobre a ferramenta, demonstrando os principais comandos disponibilizados por ela e como utilizá-los;4) Solicitação para que os alunos venham instalar a ferramenta nos seus respectivos dispositivos móveis;5) Verificação se todos os participantes conseguiram realizar a instalação da ferramenta;6) Apresentação das atividades a serem resolvidas pelos alunos utilizando a ferramenta;7) Aplicação do questionário diagnóstico, elaborado com o objetivo de ter conhecimento do perfil dos usuários participantes;8) Resolução das atividades propostas;9) Aplicação do questionário da métrica SUS logo após o término da resolução de atividades.10) Fim do Experimento.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

1) Curso de Graduação: _____

2) Em que período você está? _____

3) Sexo:

Masculino

Feminino

4) Faixa Etária:

16-20

21-25

26-30

31-35

36 ou mais

5) Qual o seu nível de conhecimento sobre informática?

Básico – Ligar e desligar um computador, organizar a área de trabalho, pesquisar na internet, utilizar editores de textos, planilha de cálculo e gerador de apresentações.

Intermediário – Montagem e manutenção de computadores, edição de imagens e vídeos.

Avançado – Rede e comunicação de computadores, servidores, aplicações web, segurança da informação, desenvolvimento de aplicativos e programas de computadores.

Não possuo conhecimento de informática.

6) Qual o motivo da escolha do seu curso de graduação?

Por ter afinidade na área.

Para obter título de nível superior para a realização de concursos públicos.

Para obter conhecimento necessário para abrir minha própria empresa.

Não tive outra opção de escolha.

Outro.

7) Em seu ponto de vista, os recursos tecnológicos (internet, softwares educativos) podem contribuir na prática de ensino-aprendizagem?

Sim.

Não.

Talvez.

8) Durante a graduação você já havia feito o uso de alguma ferramenta ou software

educativo que contribuiu em seu aprendizado?

Sim.

Não.

9) Você como futuro docente, caso queira seguir a carreira acadêmica, empregaria algum tipo de software ou ferramenta de aprendizagem em sala de aula?

Sim.

Não.

Talvez.

10) Seus professores do ensino fundamental/médio faziam uso de recursos tecnológicos (computadores, jogos educativos) no processo de ensino aprendizagem?

Sim.

Não.

11) Seus professores do ensino superior fazem uso de recursos tecnológicos no processo de ensino?

Sim.

Não.

12) Qual seu nível de conhecimento no GeoGebra?

Básico – jogos de quebra-cabeça, puzzles e jogos envolvendo construções geométricas;

Intermediário – trigonometria, equações da reta, equações lineares;

Avançado – integrais, derivadas, construções de gráficos, função de segundo grau;

Não possuo conhecimento no GeoGebra.

13) Você conhece algum desses softwares educativos voltados para o ensino da matemática? Quais?

GeoGebra

Factais

Algebrus

Modellus

Asplusix

SimCalc

Maple

WinMat

Derive

Outros

Maxima

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado participante,

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa “AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO GEOGEBRA 3D GRAPHING MOBILE UTILIZANDO A MÉTRICA *SYSTEM USABILITY SCALE (SUS)*”, desenvolvida por **VANESSA MORAIS DA COSTA**, discente do curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal do Acre (UFAC), sob orientação do(a) Professor Dr. **LUIZ AUGUSTO MATOS DA SILVA**.

O objetivo desse estudo é verificar se a interface desse software educativo auxilia e agrada o usuário em sua utilização. Os resultados serão utilizados para fins acadêmicos, sendo todas as informações obtidas confidenciais e mantidas sob sigilo, bem como mantidas anônimas as identidades dos participantes.

Em qualquer momento o participante poderá obter esclarecimentos sobre os procedimentos utilizados na pesquisa e nas formas de divulgação dos resultados. Tem também a liberdade e o direito de recusar sua participação ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa.

Eu _____, CPF _____, RG _____, concordo participar de livre e espontânea vontade desta pesquisa. Eu li e compreendi este termo e fui devidamente esclarecido de minhas dúvidas.

Assinatura do entrevistado/participante

Assinatura(s) do(s) pesquisador(es)
Rio Branco, AC, Data ____ / ____ / 2018.

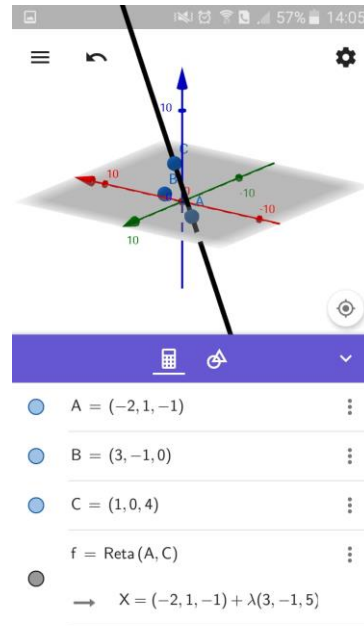
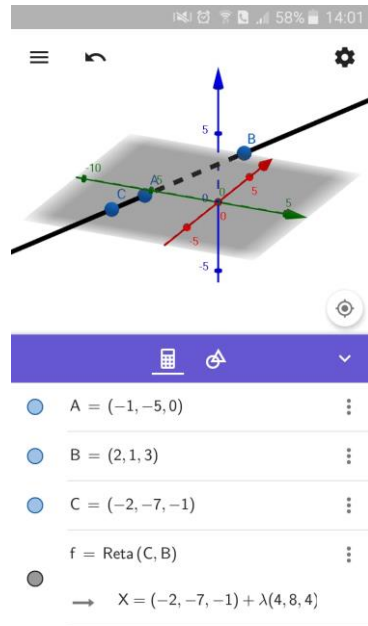
APÊNDICE D – EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) Verificar se são colineares os pontos:

a) $A = (-1, -5, 0)$, $B = (2, 1, 3)$ e $C = (-2, -7, -1)$

b) $A = (-2, 1, -1)$, $B = (3, -1, 0)$ e $C = (1, 0, 4)$

Resolução:

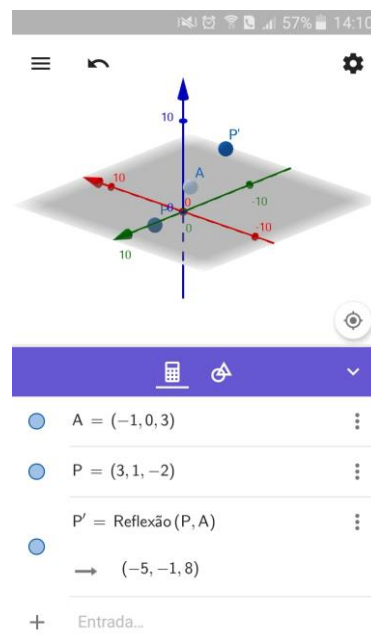


a) São colineares.

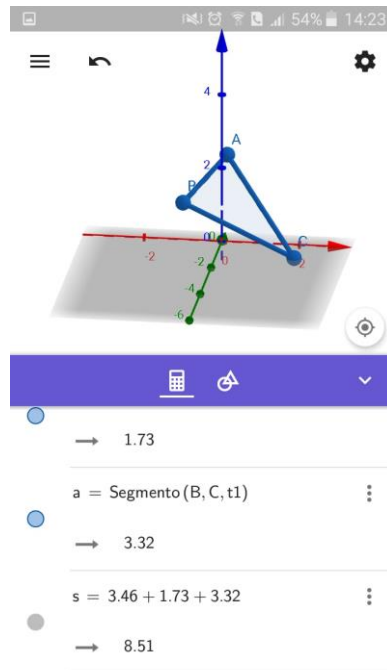
b) Não são colineares.

2. Determinar o simétrico do ponto $P = (3, 1, -2)$ em relação ao ponto $A = (-1, 0, 3)$

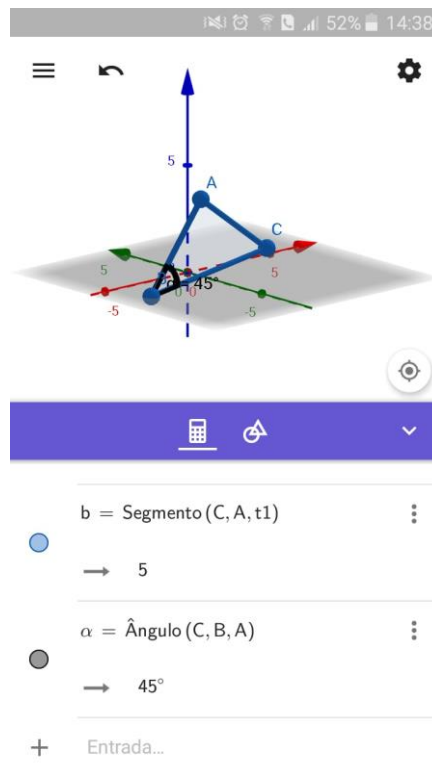
Resolução:



3. Calcular o perímetro do triângulo de vértices: $A = (0, 1, 2)$, $B = (-1, 0, 1)$ e $C = (2, -1, 0)$. Resolução:

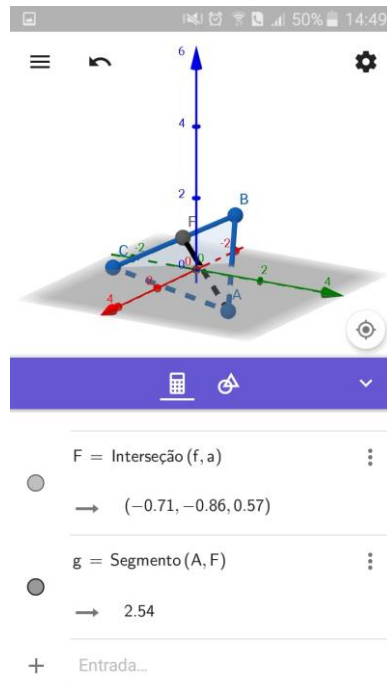


4. Seja o triângulo de vértices $A = (-1, -2, 4)$, $B = (-4, -2, 0)$ e $C = (3, -2, 1)$. Determinar o ângulo interno ao vértice B. Resolução:



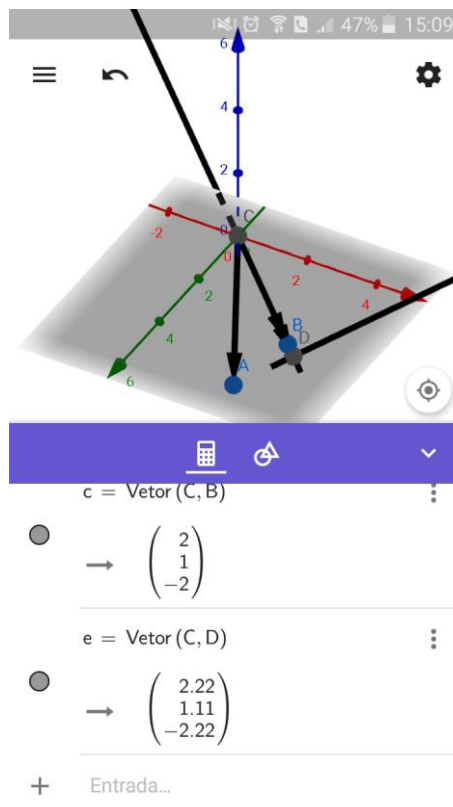
5. Dado o triângulo de vértices $A = (0, 1, -2)$, $B = (-2, 0, 1)$ e $C = (1, -2, 0)$. Calcular a medida da altura em relação ao lado BC.

Resolução:



6. Determinar o vetor projeção do vetor $u = (1, 2, -3)$ na direção do vetor $v = (2, 1, -2)$

Resolução:



ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO DA MÉTRICA SYSTEM USABILITY SCALE

© Digital Equipment Corporation, 1986.

Discordo
plenamente

Concordo
plenamente

1. Penso que eu gostaria de usar esse sistema frequentemente.

1	2	3	4	5

2. Achei o sistema desnecessariamente complexo.

1	2	3	4	5

3. Achei que o sistema foi fácil de usar.

1	2	3	4	5

4. Acho que eu precisaria da ajuda de um técnico para poder usar esse sistema.

1	2	3	4	5

5. Achei que várias funções nesse sistema foram bem integradas.

1	2	3	4	5

6. Achei que tinha muita inconsistência nesse sistema.

1	2	3	4	5

7. Imagino que a maioria das pessoas aprenderia rapidamente a usar esse sistema.

1	2	3	4	5

8. Achei o sistema muito inconveniente de usar.

1	2	3	4	5

9. Me senti bem confiante usando esse sistema.

1	2	3	4	5

10. Precisei aprender bastante coisas antes de conseguir ir a diante com esse sistema.