

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS
PARA O AGRONEGÓCIO

VALTER RODRIGO EKERT

**USABILIDADE EM TECNOLOGIA COMPUTACIONAL DESTINADA A PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS**

DISSERTAÇÃO

MEDIANEIRA-PR

2018

VALTER RODRIGO EKERT

**USABILIDADE EM TECNOLOGIA COMPUTACIONAL DESTINADA A PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio – PPGTCA – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Medianeira, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio / Área de Concentração: Tecnologias Computacionais Aplicadas à Produção Agrícola e Agroindústria.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Silvana Ligia Vincenzi.

Coorientadora: Prof^a Dr^a. Kelyn Schenatto.

MEDIANEIRA-PR

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

E36u Ekert, Valter Rodrigo

Usabilidade em tecnologia computacional destinada a pequenos produtores rurais / Valter Rodrigo Ekert - 2018
109 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Silvana Ligia Vincenzi.

Coorientadora: Kelyn Schenatto

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, Medianeira, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Software. 2. Análise. 3. Tecnologias Computacionais - Dissertações. I. Vincenzi, Silvana Ligia, orient. II. Schenatto, Kelyn, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio. IV. Título.

CDD: 004

Biblioteca Câmpus Medianeira
Marci Lucia Nicodem Fischborn 9/1219



TERMO DE APROVAÇÃO

USABILIDADE EM TECNOLOGIA COMPUTACIONAL DESTINADA A PEQUENOS PRODUTORES RURAIS

Por

VALTER RODRIGO EKERT

Essa dissertação foi apresentada às quatorze horas e trinta minutos, do dia quinze de junho de dois mil e dezoito, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, Linha de Pesquisa Tecnologias Computacionais Aplicadas à Produção Agrícola, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio - PPGTCA, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Silvana Ligia Vincenzi (Orientadora – PPGTCA)

Prof. Dr. Nelson Miguel Betzek (Membro Interno – PPGTCA)

Prof. Dr. Adriano Ferreti Borgatto (Membro Externo – UFSC, com participação à distância, sendo a assinatura na presente ata dispensada conforme Regulamento da Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UTFPR)

A via original com as assinaturas encontra-se na secretaria do programa.

A Deus, e a todas as pessoas que estiveram
Comigo nesta caminhada...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar a vida, dando força e saúde em todos os dias para lutar contra os problemas, fazendo com que eu sempre buscasse a realização de forma honesta e transparente.

Aos meus pais Olavo e Mairi, que sempre estiveram do meu lado e nunca mediram esforços, para que eu pudesse ter o melhor em educação, respeito e lealdade para com as pessoas nas quais convivemos.

A minha esposa Ilisandra Schwingel, que sempre esteve no meu lado nos momentos difíceis que passei durante o desenvolvimento desse mestrado.

A minha orientadora e agora amiga para a vida toda Silvana Ligia Vincenzi, por tudo que me ensinou desde as suas aulas até agora na elaboração deste trabalho (obrigado por todos os puxões de orelha).

A minha co-orientadora Kelyn Schenatto, que me auxiliou na aplicação dos questionários. Ao seu esposo e professor Claudio Leones Bazzi, que foi um grande incentivador para que eu ingressasse no programa de mestrado, sempre mostrando a importância que é continuar nos estudos.

Aos meus sócios da empresa Trend Mobile, Vanderson, Rafael e Jandrei, que sempre compreenderam, quando em muitos momentos tive que me ausentar da empresa para tratar de assuntos referente ao mestrado.

Ao Erminio Jasse, que muito me ajudou em vários momentos do mestrado, e que mesmo distante será sempre meu amigo.

Aos meus colegas de UDC, professores do curso de Agronomia, Gestão Comercial e Administração, que me auxiliaram quando necessário.

Aos meus alunos do curso de Agronomia, que me auxiliaram na elaboração desta pesquisa.

Aos meus colegas das turmas de 2015 e 2016 que de alguma forma tiveram participação importante durante esta jornada, sempre trocando informações e me ajudando no que fosse necessário.

As demais pessoas que conheci durante o meu mestrado e que de alguma forma fizeram parte dessa história.

Aos demais professores e servidores da UTFPR Câmpus Medianeira, que de algum modo participaram de forma direta ou indireta nessa minha trajetória.

Por fim, a todos que acreditaram em mim por algum motivo, fazendo com que cada vez eu tivesse mais força para continuar.

“Um cliente é o mais importante visitante das nossas instalações. Ele não depende de nós, nós é que dependemos dele. Não é uma interrupção no nosso trabalho, é a finalidade deste. Não é um estranho no nosso negócio, faz parte dele. Ao servi-lo, não estamos a fazer-lhe um favor, é ele que nos faz um favor ao dar-nos uma oportunidade para o servirmos”

Mahatma Gandhi

RESUMO

EKERT, Valter Rodrigo. **Usabilidade em tecnologia computacional destinada produtores rurais da região oeste do Paraná**. 113p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

Este trabalho apresenta um estudo da usabilidade de um *Software* desenvolvido para agricultores e tem como objetivo: (1) identificar os indicadores para avaliar a usabilidade do *Software*; (2) elaborar um modelo para avaliar a usabilidade do *Software*; (3) criar um conjunto de itens para avaliar a usabilidade do *Software*; e (4) analisar a usabilidade do *Software*. Para isso foi realizada pesquisa quantitativa descritiva com 199 produtores rurais de Missal, Santa Helena, Itaipulândia, Medianeira, Serranópolis do Iguaçu, Matelândia, Céu Azul e Ramilândia, no oeste do estado, buscando, com base na análise estatística, identificar, qual o nível de usabilidade que se tem no *Software* que foi desenvolvido. O resultado mostra que o software AGData-Box, tem um nível de usabilidade médio de 55,4 sendo que apenas a categoria, maximizar a produtividade tem uma avaliação acima de 70% de usabilidade, enquanto facilidade de aprendizado, maximizar a satisfação do usuário, facilidade de memorizar e minimizar a taxa de erros, tem uma avaliação a baixo de 70%, sendo esses os pontos críticos a ser tratados após a análise dos dados.

Palavras-chave: Agricultores, Análise, *Software*, TRI, Usabilidade;

ABSTRACT

EKERT, Valter Rodrigo. **Usability in Computational Technology for rural producers of the western region of Paraná.** 113p. Dissertation (MSc in Computational Technologies for Agribusiness) – Post - Graduate Program in Computational Technologies for Agribusiness, Federal Technological University of Paraná.

This work features a study of the usability of Software developed for farmers and aims: (1) identify the indicators to evaluate the usability of the Software; (2) develop a template to evaluate the usability of the Software; (3) create a set of items to evaluate the usability of the Software; and (4) analyze the usability of the Software. For this, a descriptive quantitative research was carried out with 199 producers of Missal, Santa Helena, Itaipulândia, Medaneira, Serranópolis do Iguaçu, Matelândia, Céu Azul and Ramilândia, in the west of the Parana state, searching, based on the statistical analysis, to identify, what level of usability can be found in the Software that was developed. The result shows that AgData-Box software has an evaluation of usability level of 55,4, being that only the category, maximize the productivity has an evaluation above 70% of usability, while ease of learning, maximize the satisfaction of the user, facility to memorize and to minimize the rate of errors, has a low evaluation of 70%, being these are the critical points to be dealt with after analyzing the data.

Key-words: Farmers, Analysis, Software, IRT, Usability;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Os Fatores da Qualidade de McCall | 19 |
| Figura 2 - Exemplo de uma questão SUMI | 26 |
| Figura 3 - Exemplo de questão do SUS (System Usability Scale) | 27 |
| Figura 4 - Exemplo de gráfico de um MRG (Modelo de Resposta Gradual) | 34 |
| Figura 5 - Modelo das vias para duas variáveis, modelo de um fator comum..... | 37 |
| Figura 6 - Etapas do trabalho | 40 |
| Figura 7 - Modelo arquitetural do ambiente - Camada servidor e camada cliente | 42 |
| Figura 8 - Telas do software AGData-Box sendo executadas..... | 44 |
| Figura 9 - Processo do desenvolvimento do questionário | 45 |
| Figura 10 - Parecer elaborado pelo comitê de ética | 50 |
| Figura 11 - Mapa da microrregião oeste do Paraná | 51 |
| Figura 12 - Curva característica das categorias de resposta do item 10 (É fácil lembrar os comandos)..... | 71 |
| Figura 13 - Curva de informação do instrumento de usabilidade | 71 |
| Figura 14 - Escala de medida de usabilidade..... | 72 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Cálculo de pontuação..... | 27 |
| Tabela 2 – Extração do Autovalores explicando os cinco primeiros fatores..... | 65 |
| Tabela 3 - Estimação dos parâmetros dos Itens e seus respectivos erros padrões na escala (0,1)..... | 66 |
| Tabela 4 - Estimação dos parâmetros dos 25 itens restantes..... | 68 |
| Tabela 5 - Categorias âncoras | 73 |
| Tabela 6 - Detalhamento dos níveis da escala..... | 73 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Fluxo de atividades cíclico e evolutivo do modelo Boehm | 20 |
| Quadro 2 - Requisitos do modelo de qualidade FURPS | 21 |
| Quadro 3 - Vantagens da TRI (Teoria da Resposta ao Item) sobre a teoria clássica | 31 |
| Quadro 4 - Caracterização da pesquisa | 40 |
| Quadro 5 - Funcionalidades do aplicativo | 43 |
| Quadro 6 - Itens avaliados na medida de usabilidade..... | 46 |
| Quadro 7 - Avaliação dos 3 juízes de cada item determinando sua categoria | 47 |
| Quadro 8 - Categorização de cada item avaliado, segundo a norma ISO 9241..... | 48 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Profissão dos entrevistados..... | 53 |
| Gráfico 2 - Faixa etária dos entrevistados..... | 54 |
| Gráfico 3 - Gênero dos entrevistados..... | 55 |
| Gráfico 4 – Existe alguém com graduação na família | 55 |
| Gráfico 5 - O participante possui curso de informática..... | 55 |
| Gráfico 6 - Quantidade de pessoas com ensino superior na família do entrevistado | 55 |
| Gráfico 7 - Nível de escolaridade dos entrevistados | 56 |
| Gráfico 8 - Quanto tempo utiliza computador <i>versus</i> quantas horas utiliza por dia...57 | |
| Gráfico 9 - Quanto tempo utiliza smartphone <i>versus</i> quantas horas utiliza por dia...58 | |
| Gráfico 10 - Velocidade da internet dos entrevistados | 59 |
| Gráfico 11 - Uso do computador <i>versus</i> curso de informática..... | 60 |
| Gráfico 12 - Uso do smartphone <i>versus</i> curso de informática..... | 61 |
| Gráfico 13 - Formação <i>versus</i> uso de computador | 62 |
| Gráfico 14 - Formação <i>versus</i> uso de smartphone | 63 |
| Gráfico 15 - Classificação dos itens por categoria com 31 itens | 64 |
| Gráfico 16 - Comparação da usabilidade pela profissão, comparando 25 e 31 itens | 69 |
| Gráfico 17 - Histograma dos Escores dos respondentes na escala (100, 10)..... | 75 |
| Gráfico 18 - Frequência geral por categoria..... | 77 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------------|--|
| ABNT | Associação brasileira de normas técnicas |
| AGDATA-BOX | Software para definição de unidades de manejo |
| AFE | Análise fatorial exploratória |
| API | Application Programming Interface |
| BTS | Bartlett test of sphericity |
| CPU | Central processing unit |
| CCI | Curva característica do item |
| ESD | Sistema eletrônico da força aérea norte-americana |
| GE | General electric |
| GPS | Global positioning system |
| HCIL | Human computer interaction laboratory |
| HFRG | Human factors research group |
| HTTP | HyperText Transfer Protocol |
| IBM | International business machines |
| IHC | Interação humano computador |
| ISO | International organization for standardization |
| ISO/IEC | International electrotechnical commission |
| JTC1 | Joint technical committee |
| KMO | Kaiser-Meyer-Olkin |
| MB | Mega byte |
| ML2 | Modelo logístico de dois parâmetros |
| MRG | Modelo de resposta gradual |
| NPS | Net promoter score |
| QUIS | Questionnaire for user interaction satisfaction |
| RADC | Centro de desenvolvimento de ar de roma |
| SE | Engenharia de software |
| SUMI | Software usability measurement inventory |
| SUPR-Q | Standardized user experience percentile rank questionnaire |
| SUS | System usability scale |
| TRI | Teoria da resposta ao item |

| | |
|------|---|
| UE | Engenharia de usabilidade |
| UPSR | Usabilidade, confiabilidade, desempenho e capacidade de suporte |
| WEB | Rede que conecta computadores por todo mundo |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA | 15 |
| 1.2 OBJETIVOS | 15 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 15 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 15 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA | 16 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 18 |
| 2.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO <i>SOFTWARE</i> | 18 |
| 2.1.1 Modelo McCall..... | 18 |
| 2.1.2 Modelo Boehm | 19 |
| 2.1.3 Modelo FURPS | 21 |
| 2.1.4 Modelo Dromey | 22 |
| 2.1.5 Modelo ISO | 22 |
| 2.2 USABILIDADE..... | 23 |
| 2.3 ENGENHARIA DA USABILIDADE | 25 |
| 2.4 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE <i>SOFTWARE</i> | 25 |
| 2.4.1 Modelo <i>Software Usability Measurement Inventory</i> (SUMI) | 26 |
| 2.4.2 Modelo <i>System Usability Scale</i> (SUS)..... | 26 |
| 2.4.3 Modelo <i>Questionnaire for User Interaction Satisfaction</i> (QUIS) | 28 |
| 2.4.4 Modelo <i>Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire</i> (SUPRQ)..... | 28 |
| 2.5 TEORIA CLASSICA DE MEDIDAS | 29 |
| 2.6 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM..... | 30 |
| 2.7 ANÁLISE FATORIAL..... | 36 |
| 2.8 VALIDADE DE CONSTRUTO | 38 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 39 |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA | 39 |
| 3.2 METODOLOGIA APLICADA | 40 |
| 3.3 <i>SOFTWARE AGDATA-BOX</i> | 41 |
| 3.4 INSTRUMENTO DE MEDIDA | 44 |
| 3.4.1 Elaboração do Questionário | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4.2 Análise de Juízes | 46 |
| 3.4.3 Classificação dos Itens..... | 48 |
| 3.5 PARTICIPANTES DA PESQUISA..... | 49 |
| 3.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS | 50 |
| 3.7 ÁREA DE ABRANGÊNCIA..... | 50 |
| 3.8 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS | 51 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 53 |
| 4.1 PERFIL DOS USUÁRIOS | 53 |
| 4.1.1 Profissão dos Participantes | 53 |
| 4.1.2 Faixa Etária dos Participantes..... | 54 |
| 4.1.3 Gênero e Formação dos Participantes | 54 |
| 4.1.4 Pessoas com Ensino Superior na Família..... | 55 |
| 4.1.5 Nível de Escolaridade dos Entrevistados | 56 |
| 4.1.6 Uso do Computador | 56 |
| 4.1.7 Uso de Smartphone | 57 |
| 4.1.8 Velocidade da Internet..... | 59 |
| 4.1.9 Uso do Computador <i>versus</i> Curso de Informática..... | 59 |
| 4.1.10 Curso de Informática <i>versus</i> Uso do Smartphone..... | 60 |
| 4.1.11 Formação <i>versus</i> Uso de Tecnologias | 61 |
| 4.2 AVALIAÇÃO DA USABILIDADE | 63 |
| 4.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS..... | 65 |
| 4.3.1 Estimação dos parâmetros dos Itens (Calibração)..... | 66 |
| 4.3.2 Recalibração dos Itens..... | 68 |
| 4.3.3 Estimativas dos Parâmetros..... | 70 |
| 4.3.4 Criação da Escala de Percepção da Usabilidade..... | 72 |
| 5 SuGESTÕES DE MELHORIA | 77 |
| 5.1 AVALIAÇÃO POR CATEGORIA | 77 |
| 5.2 MELHORIAS PROPOSTAS..... | 78 |
| 6 CONCLUSÃO | 80 |
| 6.1 TRABALHOS FUTUROS | 81 |
| REFERÊNCIAS..... | 82 |
| APÊNDICES..... | 91 |

1 INTRODUÇÃO

A necessidade da Interação Humano-Computador (IHC) atualmente está sendo mais presente em nossas vidas. Segundo Barbosa e Silva (2010), as tecnologias de informação e comunicação ocupam um importante espaço em nosso cotidiano. Para Medeiros e Cybis (1999), os computadores cada vez mais tornam-se importantes, e vem sendo difundido no nosso trabalho, fazendo com que a informática facilite a execução das tarefas que até então eram manuais.

É importante ressaltar que as tecnologias não impactam somente no que se faz, mas também em como, quem, quando, onde, e até mesmo o porquê o faz.

Porém, a tecnologia deve ser empregada visando a utilização do usuário final, pois será ele, quem irá operar os sistemas e os aplicativos desenvolvidos para melhorar seus processos, por isso durante o desenvolvimento é importante sempre pensar na usabilidade.

Não importa o quanto de dinheiro é gasto em tecnologias, desde que se vise à satisfação do usuário. Desta forma, o termo usabilidade atua para ressaltar o quanto importante são as pessoas que estão nesse processo, e na reação das mesmas diante da utilização dos sistemas (FERREIRA, 2002).

Porém para medir usabilidade do ponto de vista do usuário, uma das formas mais comum encontrada é mediante questionários padronizados (BROOKE, 1986).

Questionários são ferramentas bastante úteis para avaliar a interação entre o usuário e a interface. São utilizados, para coletar informações sobre o perfil dos usuários, a qualidade da interface e também os problemas encontrados no momento da utilização. Essas informações são tão importantes quanto o próprio desempenho do sistema e não há outra forma de ser obtidas senão perguntando aos próprios usuários (PADILHA, 2004).

Portanto, este trabalho consiste em avaliar a usabilidade de um *software* agrícola, por meio da aplicação de um questionário, sendo este denominado AGData-Box, que foi desenvolvido pelo professor Dr. Claudio Leones Bazzi da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Medianeira.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A necessidade de se desenvolver *softwares* que possam ser utilizados por qualquer pessoa, em qualquer faixa etária, faz com que a usabilidade se torne cada vez mais importante, no contexto do desenvolvimento de *software*.

Qualquer *software* ou aplicativo necessita ser fácil, compreendido e manuseado por qualquer pessoa, indiferente do seu grau de conhecimento na área da informática.

Tratando-se de agricultores, a falta de usabilidade dos *softwares*, tornam-se ainda mais problemática, pois em sua grande maioria, os agricultores encontram mais dificuldades de trabalhar com dispositivos eletrônicos, por não fazer parte do seu cotidiano.

Diante do exposto, o problema de pesquisa desta dissertação evidencia-se da seguinte forma: É possível avaliar a usabilidade do software AGData-Box a fim de identificar aspectos adequados e inadequados no sistema?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a usabilidade do *Software* AGData-Box (estudo de caso), com o intuito de identificar possíveis problemas de interação, em relação aos mecanismos implementados no *Software* e apontar melhorias.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os indicadores para avaliar a usabilidade do *Software*;
- b) Elaborar um modelo para avaliar a usabilidade do *Software*;

- c) Criar um conjunto de itens para avaliar a usabilidade do *Software*;
- d) Analisar a usabilidade do *Software*;
- e) Recomendar melhorias.

1.3 JUSTIFICATIVA

É importante assegurar cada vez mais, que uma maior parcela da população possa ser incluída na sociedade utilizando a tecnologia da informação, e assim poder se beneficiar de suas vantagens (AGNER, 2009). Essa inclusão de pessoas no setor de informação, só é possível por meio de sistemas desenvolvidos com altos padrões de usabilidade.

A usabilidade define a forma como o usuário se comunica com a máquina e como a tecnologia responde à essa interação com o usuário. Com o avanço tecnológico, e o aumento no uso dos computadores, os sistemas digitais passaram a fazer parte da vida das pessoas.

Neste sentido, faz-se necessário o aprofundamento de estudos relacionados à usabilidade e à interação homem-computador, colaborando com tecnologias que realmente são acessíveis.

Gonçalves (2008) define, que a interação com esses sistemas só se torna possível por meio do uso de interfaces, que permitem o diálogo entre a lógica dos sistemas, e quem irá lhe operar. Com isso, as interfaces de sistemas computacionais, tornam-se tão importantes como qualquer outra ferramenta utilizada em alguma atividade. Portanto, é preciso considerar as seguintes habilidades, de acordo com a norma ISO 9241, que segundo Reis (2015) e Pagani (2011), definem como um termo de usabilidade, a identificação das informações necessárias para ser considerada uma especificação, ou avaliação de usabilidade, quando se trata de medidas de desempenho e satisfação do usuário, sendo elas: (1) Facilidade de Aprendizado, (2) Fácil de Memorizar, (3) Maximizar a Produtividade, (4) Minimizar a Taxa de Erros e (5) Maximizar a Satisfação do Usuário.

A necessidade do estudo de usabilidade dentro destas áreas merece atenção especial, principalmente ao considerar alguns elementos como a grande variedade de conteúdo transmitido e as diferentes faixas etárias dos usuários, pois

abrange, jovens, adultos e terceira idade.

Afinal, este é o perfil do público alvo do sistema. Por se considerar de interesse comum, pretende-se, ainda, que o trabalho colabore para que as recomendações de usabilidade possam ser aplicadas no *software*.

Assim, esta pesquisa se justifica ao realizar estudos sobre usabilidade, analisando e identificando aquelas consideradas básicas, apontando situações adequadas e inadequadas no sistema AGData-Box, verificando o nível de conhecimento dos agricultores, estudantes e demais participantes na pesquisa, sobre essas recomendações. Por se considerar de interesse comum, pretende-se, ainda, que o trabalho colabore para que as recomendações de usabilidade possam ser aplicadas no software em questão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esse capítulo tem por objetivo apresentar o estado da arte no que diz respeito à utilização dos modelos utilizados na usabilidade de *software*. Além dos principais autores, que tratam do assunto.

2.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOFTWARE

Um modelo de qualidade de *software* atua como um sistema de avaliação dos atributos de um aplicativo, e contribui para a qualidade e a usabilidade final e cada vez mais está sendo usado para uma ampla variedade de áreas de aplicação, portanto a alta qualidade do *software* é primordial, e o seu funcionamento correto se faz necessário para o sucesso de quem o utiliza.

Muito trabalho tem sido feito desde 1976 para definir um sistema de qualidade de *software* (BEHKAMAL, KAHANI, AKBARI, 2008). De acordo com a ISO 9126-1 a qualidade é definida como um conjunto de funcionalidades e características do produto ou serviço, que carrega na sua capacidade de satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas. Enquanto um modelo de qualidade é definido como o conjunto de características e as relações entre eles, que fornecem a base para a especificação requisitos de qualidade e avaliação da qualidade (LOSAVIO, CHIRINOS, MATTEO, 2004).

Nesta seção, alguns dos modelos de qualidade mais conhecidos serão discutidas brevemente, mostrando as suas forças e fraquezas.

2.1.1 Modelo McCall

O modelo McCall foi o primeiro modelo a ser criado para qualidade de *software* em 1977 por Jim McCall. Esse modelo envolve um conjunto de três fatores que avalia o *software* e onze critérios de operações, revisões e transições de

produtos conforme a Figura 1 (SOLANO, TORRES, 2013).



Figura 1 - Os Fatores da Qualidade de McCall
Fonte: Adaptada de Campos (2016).

A principal ideia por trás do modelo de McCall é avaliar as relações entre os fatores externos, como qualidade e quais os critérios de qualidade do produto. Critérios esses que foram desenvolvidos pelo sistema eletrônico da força aérea norte-americana (ESD), o centro de desenvolvimento de Ar de Roma (RADC) e General Electric (GE), com o objetivo de melhorar a qualidade de produtos de *software* (BEHKAMAL, KAHANI, AKBARI, 2008).

2.1.2 Modelo Boehm

O modelo Boehm está baseado no modelo espiral, também de sua autoria, e foi desenvolvido ao longo de muitos anos baseado na experiência adquirida pela aplicação do modelo cascata (Waterfall Model) em grandes projetos do governo norte-americano (GUSMÃO, 2012).

O modelo espiral, tem um típico ciclo de vida apresentando como atividade inicial a identificação dos objetivos relacionados, 1) Ao produto em elaboração; 2) Às alternativas de solução para os objetivos definidos; e 3) Às restrições de implementação destas alternativas (GUSMÃO, 2012).

Para Leite (2007), sua principal inovação é guiar o processo de desenvolvimento gerado a partir de modelos baseados na análise de riscos e planejamento que é realizado durante toda a evolução do desenvolvimento. O modelo espiral descreve um fluxo de atividades constituído de quatro estágios conforme apresentado no Quadro 1.

| Estágio | Descrição |
|----------------|--|
| Estágio 1 | Devem ser determinados objetivos, soluções alternativas e restrições. |
| Estágio 2 | Devem ser analisados os riscos das decisões do estágio anterior. Durante este estágio podem ser construídos protótipos ou realizar-se simulações do <i>Software</i> . |
| Estágio 3 | Consiste nas atividades da fase de desenvolvimento, incluindo design, especificação, codificação e verificação. A principal característica é que a cada especificação que vai surgindo a cada ciclo - especificação de requisitos, do <i>Software</i> , da arquitetura, da interface de usuário e dos algoritmos e dados - deve ser feita a verificação apropriadamente. |
| Estágio 4 | Compreende a revisão das etapas anteriores e o planejamento da próxima fase. Neste planejamento, dependendo dos resultados obtidos nos estágios anteriores - decisões, análise de riscos e verificação, pode-se optar por seguir o desenvolvimento num modelo Cascata (linear), Evolutivo ou Transformação. Por exemplo, se já no primeiro ciclo, os requisitos forem completamente especificados e validados pode-se optar por seguir o modelo Cascata. Caso contrário, pode-se optar pela construção de novos protótipos, incrementando-o, avaliando novos riscos e replanejando o processo. |

Quadro 1 - Fluxo de atividades cíclico e evolutivo do modelo Boehm
Fonte: Adaptado de Leite (2007).

Para Behkamal, Kahani e Akbari (2008), o modelo de Boehm inclui as necessidades específicas de quem o utiliza semelhante ao modelo McCall. No entanto, o modelo de Boehm contém apenas um diagrama sem qualquer sugestão sobre a medição das características de qualidade.

2.1.3 Modelo FURPS

O modelo FURPS proposto por Robert Grady e Hewlett-Packard decompõe características em duas categorias diferentes de requisitos: 1) Os requisitos funcionais (F): definido pela entrada e saída esperada. 2) Os requisitos não funcionais (UPSR): usabilidade, confiabilidade, desempenho, capacidade de suporte (JUNIOR, 2005).

Para Eeles (2004) e Duarte (2012) FURPS é um acrônimo que representa um modelo de classificação dos atributos de qualidade, que podem ser usadas na definição de requisitos conforme apresentado no Quadro 2.

| Requisito | Descrição |
|-----------------|---|
| Funcionalidade | Representa todo aspecto funcional do <i>Software</i> , ou seja seus requisitos. É uma categoria com diversas subcategorias que variam de acordo com a aplicação. Sua medição considera, principalmente, o cumprimento dos requisitos especificados. |
| Usabilidade | É o atributo que avalia a interface com o usuário. Possui diversas subcategorias, entre elas: prevenção de erros; estética e design; ajudas (Help) e documentação; consistência e padrões. |
| Confiabilidade | Refere-se a integridade, conformidade e interoperabilidade do <i>Software</i> . Os requisitos a serem considerados são: frequência e gravidade de falha; possibilidade de recuperação; possibilidade de previsão; exatidão; tempo médio entre falhas. |
| Desempenho | Avalia os requisitos de desempenho do <i>Software</i> . Podendo usar como medida diversos aspectos, entre eles: tempo de resposta, consumo de memória, utilização da CPU, capacidade de carga e disponibilidade da aplicação. |
| Suportabilidade | Os requisitos de suportabilidade agrupam várias características, como: testabilidade, adaptabilidade, manutenibilidade, compatibilidade, configurabilidade, instalabilidade, escalabilidade, localizabilidade entre outros. |

Quadro 2 - Requisitos do modelo de qualidade FURPS
Fonte: Adaptado de Eeles (2004).

2.1.4 Modelo Dromey

O modelo de Dromey é um modelo de qualidade criado por Robert Dromey em 1996, e visa aumentar a compreensão da relação entre os atributos (características) e os subatributos (subcaracterísticas) da qualidade. A principal ideia de criar este novo modelo foi a obtenção de um modelo suficientemente amplo para trabalhar em diferentes sistemas (DROMEY, 1995).

Dromey propõe 3 modelos para cada fase do processo de desenvolvimento: (1) modelo requisitos, (2) modelo de design e (3) implementação do modelo de qualidade, onde as características de qualidade levantadas neste modelo são: eficiência, confiabilidade, facilidade de manutenção, portabilidade, facilidade de uso e funcionalidade (SCALONE, 2006).

2.1.5 Modelo ISO

Enquanto alguns estudos foram úteis, outros têm causado confusão por causa dos diversos aspectos de qualidade que são oferecidos. Assim, a necessidade de um modelo padrão foi sentida. E é por esta razão que a ISO/IEC JTC1 começou a desenvolver o consenso necessário, e incentivar a padronização mundial, e em 1985 iniciou-se o desenvolvimento da ISO/IEC 9126.

A ISO 9126 é parte da norma ISO 9000, que é o padrão mais importante para a garantia da qualidade. Neste modelo, a totalidade do *software* assim como atributos de qualidade do produto é classificado em uma estrutura de árvore hierárquica de características e sub-características. O nível mais elevado desta estrutura consiste nas características de qualidade, e o nível mais baixo consiste dos critérios de qualidade de *software* (BEHKAMAL, KAHANI e AKBARI, 2008). O modelo especifica seis características, incluindo a funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e mobilidade.

Segundo a ISO/IEC 9126-1: 2003 (ABNT, 2003) a qualidade do *software* pode ser avaliada medindo os atributos internos (com base no produto), e externos

(medidos com base em como o produto/processo/recurso se relaciona com o ambiente). A finalidade é alcançar a qualidade necessária para atingir as reais necessidades do usuário.

Para Junior (2015) a ISO/IEC 9126: 2003 descreve que a totalidade das características do *software*, do ponto de vista interno, é chamada de qualidade interna. Esta medida é avaliada com relação aos requisitos de qualidade interna, enquanto que qualidade externa é a totalidade das características do *software* do ponto de vista externo, a qualidade é medida e avaliada quando o *software* é executado em ambiente simulado. Qualidade em uso se refere à visão do usuário, com o uso em um ambiente e um contexto especificado.

Portanto as características definidas são aplicáveis a todos os tipos de *softwares* e produtos, e proporcionam uma terminologia consistente para a qualidade dos mesmos.

2.2 USABILIDADE

A usabilidade é um termo utilizado para definir o quão fácil é uma pessoa aprender a utilizar um objeto ou realizar uma tarefa (NISSOLA, 2012). Filho (2010) define que a usabilidade serve como um indicador de quão intuitivo é utilizar aquele produto ou sistema, e portanto, é um dos atributos de qualidade que é perceptível aos usuários. Ainda para Nissola (2012) no ambiente de *software*, os sistemas são as ferramentas utilizadas pelos usuários para a execução de tarefas e a usabilidade é encontrada no momento da comunicação entre o usuário e a interface do *software*.

Vilela, Figueiredo, e Castro, (2015) definem a usabilidade, como uma característica de qualidade de um sistema ou produto, podendo ser vista de diferentes áreas: Engenharia de *Software* (SE), Interação Humano-Computador (IHC) e Engenharia de Usabilidade (UE).

Segundo a norma ISO/IEC-25010, (2011), a usabilidade esta definida como a “capacidade que o *software* tem de ser entendido, usado e aprendido, e também sua capacidade de agradar ao usuário, quando utilizado sob condições específicas”. Tal característica é determinante no sucesso de um *software*, pois ela influencia o interesse do usuário na utilização ou não do mesmo (FILHO, 2010). Se

o usuário não sentir clareza e facilidade de uso, simplesmente não vai mais utilizar, ou ainda criará empecilhos para a utilização do *software* e provavelmente procure outro fornecedor que atenda as suas necessidades (NISSOLA, 2012).

Carvajal (2012) define os benefícios da usabilidade, como sendo responsável pela redução dos custos de documentação e treinamento, com melhoria na produtividade. Assim, empresas de grande porte, como IBM e BoeingCo., começaram a considerar a usabilidade um fator-chave no desenvolvimento e aquisição de *software*.

Uma das formas de se tentar garantir essa usabilidade no *software* é através da realização de testes de usabilidade ao longo do processo de desenvolvimento. De acordo com Vilela, Figueiredo, e Castro (2015), estudos mostram que 80% dos custos totais de manutenção estão relacionados a problemas de usuário com o sistema, entre esses custos, 64% estão relacionados a problemas de usabilidade.

Profissionais que atuam na área de usabilidade precisam estar sempre envolvidos, porque eles são os responsáveis por criar sistemas de fácil utilização por qualquer tipo de usuário, impactando diretamente nas empresas, pois a satisfação do usuário e as mudanças na fase final afetam a usabilidade do sistema. Para tanto, no desenvolvimento de qualquer produto ou *software*, a avaliação da usabilidade é essencial para assegurar seu nível desejado (de usabilidade) e “separar o joio do trigo” (FILHO, 2010).

Mendes (2008), define que a usabilidade é uma palavra cada vez mais conhecida no vocabulário dos projetistas de sistemas de *software*. A usabilidade é um conceito chave no campo da Interação Humano-Computador (IHC), sendo um atributo de qualidade de sistemas que são fáceis de usar e de aprender.

A qualidade do serviço ou *software* é uma construção abstrata que é difícil de se medir (CRONIN; TAYLOR, 1992). Entretanto, de uma forma geral, muitos pesquisadores consideram a qualidade uma medida de quão bom o nível do serviço prestado e se atende a expectativa do cliente (DING; SHENG, 2011).

Para Bevan (1995), medir a usabilidade é algo que se torna difícil porque a usabilidade emerge como uma característica multidimensional no contexto dos usuários executarem tarefas com um produto em um ambiente específico.

2.3 ENGENHARIA DA USABILIDADE

A Engenharia de Usabilidade tem como um dos objetivos apresentar métodos e técnicas que possam ser empregados sistematicamente para garantir a qualidade da interface de produtos em termos de usabilidade (OLIVEIRA, 2013).

Segundo Pereira e Paiva (2011) a usabilidade não está apenas na interface com o usuário ou na avaliação de um atributo do sistema. Ela está na troca de informação entre o sistema e o usuário, o quão eficiente e satisfatória é a interação entre o sistema e o usuário, sendo consistente e seguro em relação aos seus objetivos. Usabilidade não acontece por acaso ou mágica, ela requer um processo de engenharia bem definido. Para Okuyama et al. (2012) engenharia de usabilidade quando utilizado no desenvolvimento de tecnologias visam à adequação de um sistema interativo ao seu operador.

2.4 MODELOS DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE SOFTWARE

A usabilidade é algo difícil de medir, pelo menos quantitativamente. Um teste de usabilidade com usuários reais pode rapidamente apontar as tarefas com que as pessoas têm maior dificuldade de interação com o produto ou serviço, mas ainda assim não consegue indicar “o quão grande” é o problema de usabilidade em uma escala numérica (TEIXEIRA, 2015).

Para que seja possível a realização destes testes, é necessária a aplicação de questionários padronizados, que consiga medir a usabilidade do ponto de vista do usuário, como as escalas numéricas de usabilidade. Dentre elas cita-se: o SUMI (*Software Usability Measurement Inventory*), o SUS (*System Usability Scale*), o QUIS (*Questionnaire for User Interaction Satisfaction*) e o SUPR-Q (*Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire*), (OLIVEIRA, 2013), que define ainda que esses questionários variam muito em termos de quantidade de perguntas (podendo ser de 2 a 100 perguntas), e em relação à escala de respostas e ao tipo de interface avaliada.

A aplicação dos questionários pode servir para diferentes propósitos que

envolvem tipos de tarefas, medidas de performance, e disposição de escalas, buscando encontrar problemas de usabilidade e fazer recomendações quando encontrado um problema além de melhorar a usabilidade do produto (FERREIRA, 2002).

2.4.1 Modelo *Software Usability Measurement Inventory* (SUMI)

SUMI é um método testado e comprovado de medir a qualidade do *software* a partir do ponto de vista do usuário final, foi desenvolvido no projeto métricas para a usabilidade *standards in computing* pela *Human Factors Research Group* (HFRG), *University College, Cork*. É uma solução para o problema recorrente de medir a percepção da usabilidade dos usuários de *softwares* (LEMOS, 2012).

Ele fornece um método válido e confiável para a comparação em diferentes versões de um mesmo produto, bem como o fornecimento de informações e diagnóstico para futuros desenvolvimentos (ARH e BLAZIC, 2008).

Composto por 50 questões com as quais os usuários concordam, discordam ou mostram-se indecisos, conforme mostrado na Figura 2 (TAKASHI, DIAS e CARNEIRO, 2016).

| SUMI | Concordo | Não sei | Não concordo |
|--|----------|---------|--------------|
| As mensagens de prevenção de erros, são adequadas. | [] | [] | [] |

Figura 2 - Exemplo de uma questão SUMI
Fonte: Adaptado de Lemos (2012).

2.4.2 Modelo *System Usability Scale* (SUS)

O modelo foi criado por John Brooke no ano de 1986, e tem como objetivo avaliar: produtos, serviços, *hardware*, *software*, *websites*, aplicações e qualquer

outro tipo de interface (TEIXEIRA, 2015). Os critérios que o SUS ajuda a avaliar:

- 1) Efetividade: os usuários conseguem completar seus objetivos;
- 2) Eficiência: quanto esforço e recursos são necessários para isso;
- 3) Satisfação: a experiência foi satisfatória.

Para calcular a pontuação SUS, são somadas as contribuições de cada item de pontuação. Para os itens 1, 3, 5, 7 e 9, a contribuição da pontuação é a posição da escala menos 1, para os itens 4, 6, 8 e 10, a contribuição é de 5 menos a posição da escala. Somam-se as contagens do total das 10 questões e multiplica-se por 2,5 para obter o valor global de usabilidade do sistema. As pontuações do SUS têm uma gama de 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 (GROSSI, PISA e MARIN, 2014).

Ainda para Boucinha e Tarouco (2013), O modelo SUS contém uma escala simples de dez itens, possibilitando avaliação de percepções subjetivas. Utiliza escala Likert com valores 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente), em que 3 significa neutro conforme apresenta a Figura 3.

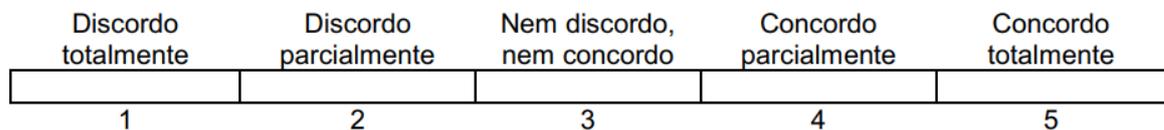


Figura 3 - Exemplo de questão do SUS (System Usability Scale)
Fonte: Adaptado de Brooke (1986).

A Tabela 1 mostra como é feito o cálculo de pontuação do SUS.

Tabela 1 - Cálculo de pontuação

| Descrição |
|---|
| Para as respostas ímpares (1, 3, 5), subtrair 1 da pontuação que o usuário respondeu. |
| Para as respostas pares (2 e 4), subtrair a resposta de 5. Ou seja, se o usuário respondeu 2, contabilizar 3. Se o usuário respondeu 4, contabilizar 1. |
| Agora somar todos os valores das dez perguntas, e multiplicar por 2.5, essa é sua pontuação final, que pode ir de 0 a 100. |

Fonte: Adaptado de Teixeira (2015).

Ainda para Teixeira (2015), a média do SUS é 68 pontos, caso a pontuação for menor do que isso, provavelmente está tendo problemas de usabilidade no produto.

2.4.3 Modelo Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS)

O QUIS é uma ferramenta que foi desenvolvida por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores do *Human Computer Interaction Laboratory* (HCIL) da *University of Maryland*, com a finalidade de estimar a satisfação subjetiva dos usuários focando aspectos específicos da interface Humano-Computador (FILARDI e TRAINA, 2008).

Para Cruz (2015), os itens foram divididos em cinco categorias: Reação Global (6 itens); Tela (4 itens); Terminologia e Informação do Sistema (6 itens); Aprendizagem (6 itens) e Recursos do Sistema (5 itens). A categoria de Reação Global não apresenta um enunciado do item, apenas a escala bipolar como: (terrível/maravilhoso; difícil/fácil; frustrante/satisfatório) além de contar com um espaço adicional, que permite que o avaliador possa fazer comentários, que serão incluídos junto do questionário. O espaço de comentário faz com que o avaliador possa comentar sobre cada um dos fatores específicos da interface.

Segundo Jantsch et al. (2011) QUIS é uma ferramenta cuja finalidade é estimar a satisfação subjetiva dos usuários focando em aspectos específicos da interface Humano-Computador e dentro deste contexto tem demonstrado alta eficácia e confiabilidade, sendo um dos questionários de usabilidade mais empregados na avaliação de interfaces.

2.4.4 Modelo Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire (SUPRQ)

O SUPR-Q é uma escala de avaliação com 5 opções de resposta para 8 perguntas sendo 1 pergunta NPS (Net Promoter Score), que é “Qual a probabilidade de você recomendar (o produto ou serviço) a um amigo?” usado para medir a percepção de usabilidade, confiança, credibilidade, aparência e lealdade para sistemas online. A pontuação da avaliação é constituída por uma pontuação global, baseada em quatro fatores: usabilidade, confiança e credibilidade, aparência e

fidelidade (SAURO, 2011).

A pergunta NPS tem 11 possibilidades de resposta dentro de uma escala de não indicaria até indicaria totalmente. A pontuação SUPR-Q é calculada por um percentual, sendo que uma pontuação acima de 75% significa uma pontuação superior a um terço de todos os sistemas online, que cujo os dados estão no banco de dados (JEFF, 2015).

2.5 TEORIA CLASSICA DE MEDIDAS

Um dos primeiros trabalhos com modelagem estatística para estimação das habilidades tiveram como base os escores individuais e foram feitos por Sperman (1904), com forma axiomática final devida a Novick (1966) ficando conhecida como Análise Clássica de Itens (TAVARES, 2001).

Segundo Nojosa (2001), no modelo clássico são inseridos dois construtos: um é o escore verdadeiro e o outro é um erro de medida. O escore definido como verdadeiro, pode ser atribuído como um valor esperado dos seus escores em vários testes. Já o erro de medida pode ser definido como a diferença entre o escore observado e o verdadeiro. O modelo clássico assume que: os erros de medida são de forma aleatória com média zero e não são correlacionados entre si além de ter seus escores verdadeiros.

A equação básica da TCM descreve a relação entre os escores observados do indivíduo, escores verdadeiros e o erro: $X = T + E$, onde X é o escore observado, T é o escore verdadeiro (habilidade) e E é o erro de medida.

Essa teoria, basicamente utiliza estatísticas descritivas, coeficientes de correlação e proporções para medir a qualidade dos itens, e quase não utiliza nenhuma estatística inferencial.

Embora a Teoria Clássica tenha sido muito útil, Hambleton & Swaminatan (1985) citam várias limitações, como por exemplo: todas as suas medidas dependem das características dos respondentes que se submetem ao teste ou ao questionário; a dificuldade do item (indivíduos que acertam ao item) e a discriminação do item, usados para caracterizar a qualidade dos itens de um teste, vão depender do grupo de indivíduos do qual elas foram obtidas e, portanto tem seu uso restringido, caso os

examinandos no pré-teste não são representativos da população (NOJOSA, 2001).

Outro problema é que os escores, o observado e o verdadeiro aumentam e diminuem dependendo da dificuldade do teste. Isto é, testes diferentes, com dificuldades e discriminação diferentes, produzem estimativas das habilidades diferentes (ASSUNÇÃO, 1999).

2.6 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM

A Teoria da Resposta ao Item (TRI) é conhecida como um conjunto de modelos matemáticos que relacionam um ou mais traços latentes de um indivíduo, com a probabilidade de dar certa resposta a um determinado item (ALEXANDRE, et al. 2002), sendo que traço latente é: habilidade/proficiência em matemática, grau de satisfação de um consumidor, grau de maturidade de uma empresa em gestão pela qualidade, resistência à mudança, qualidade de websites entre outros. Para Junior, et al. (2015), o traço latente é medido em uma escala criada através da aplicação da TRI. Essa escala pode ser criada com quaisquer valores de média e desvio padrão, entretanto é comum utilizar uma escala (0, 1), isto é, com média igual a zero e desvio padrão igual a um.

Segundo Araújo et al. (2009), o propósito deste modelo de resposta é maximizar a precisão da habilidade estimada, usando toda a informação contida nas respostas dos indivíduos, e não apenas se o item é respondido corretamente ou não. Portanto, pelo uso de um modelo da TRI é possível construir uma escala de medida para representar o nível de usabilidade do *software*.

Atualmente a TRI, vem sendo usado em várias áreas do conhecimento, principalmente na avaliação educacional, aonde vem crescendo o interesse na aplicação de técnicas derivadas da TRI, que propõe modelos para os traços latentes, caracterizando os indivíduos que não podem ser observados de forma direta. Esse tipo de variável deve ser inferido a partir da observação de variáveis secundárias relacionadas a ela. Sendo que a metodologia sugere formas de representar a relação entre a probabilidade de um indivíduo dar uma certa resposta a um dos seus itens ou avaliar as habilidades na área de conhecimento que está sendo avaliada (ANDRADE, TAVARES e VALLE, 2000).

A TRI foi desenvolvida principalmente para suprir algumas necessidades da Teoria Clássica que apresentava algumas limitações citadas na seção 2.5.

A TRI possibilita que os parâmetros dos itens sejam invariantes sobre os respondentes e o mesmo acontece com os traços latentes dos respondentes sendo invariantes sobre os itens, exceto pela escolha de origem e escala. Ainda, uma escala criada baseada na TRI tem a vantagem de colocar tanto os respondentes como os itens em uma mesma escala de medida, e com a aplicação de um dos modelos da TRI, feita sobre o conjunto de respostas dadas a um instrumento avaliado, estimam-se os parâmetros dos itens e dos respondentes em uma única escala (BORTOLOTTI, 2010).

Algumas das vantagens da Teoria de Resposta ao Item sobre a Teoria Clássica, podem ser vistas no quadro 3.

| |
|---|
| a. A TRI permite fazer comparações entre traço latente de indivíduos de populações diferentes quando submetidos a testes ou questionário que tenham alguns itens comuns, permitindo ainda a comparação de indivíduos de mesma população submetidos a testes totalmente diferentes (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000); |
| b. Possibilita uma análise melhorada de cada item que forma o instrumento de medida, pois considera suas características específicas de construção de escalas; |
| c. Os itens e os indivíduos estão na mesma escala, assim o nível de uma característica que um indivíduo possui pode ser comparado ao nível da característica exigida pelo item e, facilitando a interpretação da escala gerada e permitindo conhecer quais itens que estão produzindo informação ao longo da escala (EMBRETSON; REISE, 2000); |
| d. Possui o princípio da invariância, ou seja, os parâmetros dos itens não dependem do traço latente do respondente e os parâmetros dos indivíduos não dependem dos itens apresentados, este princípio é um dos grandes benefícios da TRI (HAMBLETON; SWAMINATAN, ROGERS, 1991). |

Quadro 3 - Vantagens da TRI (Teoria da Resposta ao Item) sobre a teoria clássica
Fonte: Adaptado de Bortolotti (2010).

Existe uma grande variedade de modelos matemáticos que são utilizados na TRI e a escolha desse modelo depende basicamente do tipo de item (dicotômico, politômico, gradual, etc.), da natureza do traço latente (cumulativo, não cumulativo) e da dimensionalidade do traço latente (unidimensional ou multidimensional). A dimensionalidade está relacionada com a quantidade de traços latentes que estão

sendo analisados (JUNIOR, ZANELLA, LOPES, e SEIDEL, 2015).

Os vários modelos da TRI se distinguem na forma matemática da função característica do item e/ou o número de parâmetros especificados no modelo. Todos os modelos podem conter um ou mais parâmetros relacionados aos itens e também ao indivíduo (ANDRADE; BORTOLOTTI, 2007).

Os modelos utilizados pela TRI requerem dois pressupostos (EMBRETSON; REISE, 2000), a independência local ou dimensionalidade e a curva característica do item (CCI).

A independência local é obtida quando os itens do teste são independentes, e assim a probabilidade de responder um item é precisamente determinada pelo nível do traço latente do respondente e não pelas respostas dos outros itens do conjunto (EMBRETSON; REISE, 2000; ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000). A independência local é a consequência determinação da dimensionalidade dos dados (LORD, 1980). A dimensionalidade pode ser verificada através da Análise Fatorial apropriada para dados categorizados (EMBRETSON; REISE, 2000; ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

Enquanto a forma de uma curva característica do item descreve como a mudança do traço latente irá se relacionar com a mudança na probabilidade de uma resposta específica (EMBRETSON; REISE, 2000).

Dentre os modelos desenvolvidos para itens com resposta gradual destaca-se o Modelo de Resposta Gradual (MRG) de Samejima. Neste modelo são estimados dois parâmetros relacionados com o item:

O parâmetro de dificuldade ($b_{i,k}$): este parâmetro é referido como o parâmetro “limiar” e o parâmetro de discriminação (“ a ”) que representa o quanto um item discrimina entre os respondentes de diferentes níveis do traço latente, determinando a “qualidade” do item.

O parâmetro de dificuldade refere-se ao nível do traço latente no qual a probabilidade de um indivíduo selecionar uma categoria de resposta (por exemplo, discordo totalmente) ou uma categoria mais alta ordenada (por exemplo, discordo parcialmente, nem discordo nem concordo, concordo parcialmente ou concordo totalmente) é 0,5. Deste modo, esse parâmetro representa o ponto na escala do traço latente em que há 50% de probabilidade de que, uma dada categoria de resposta ou uma categoria mais alta ordenada seja, selecionada, isto é, estes parâmetros representam os limiares entre as categorias de resposta.

Já para o parâmetro discriminação, quanto maior o valor deste parâmetro, melhor é o item e, melhor é a discriminação entre os indivíduos nos diferentes níveis de traço latente.

Suponha que os escores das categorias de um item i são arranjados em ordem do menor para o maior e denotados por $k = 0; 1; \dots; m_i$ onde $(m_i + 1)$ é o número de categorias do i -ésimo item. A probabilidade de um indivíduo j escolher uma categoria particular de resposta ou outra mais alta do item i pode ser dada por uma extensão do Modelo Logístico de dois parâmetros (ML2), conforme a Equação (1), (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000):

$$P_{i,k}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_{i,k})}}, \quad (1)$$

em que:

$i = 1, 2, \dots, l$ (l é a quantidade de itens no teste);

$j = 1, 2, \dots, n$ (n é o número total de respondentes);

$k = 0, 1, \dots, m_i$ (m_i é o número de categorias menos 1 do i -ésimo item);

b_{ik} é o parâmetro de dificuldade da k -ésima categoria do item i ;

a é o parâmetro de discriminação do item i ;

θ representa a habilidade (traço latente) do j -ésimo indivíduo.

Nesse modelo, a discriminação de uma categoria específica de resposta depende tanto do parâmetro de inclinação a , comum a todas as categorias do item, quanto da distância das categorias de dificuldade adjacentes.

Necessariamente, deve-se ter uma ordenação entre o nível de dificuldade das categorias de um dado item, de acordo com a classificação de seus escores apresentado na Equação (2).

$$b_{i,1} \leq b_{i,2} \leq \dots \leq b_{i,m_i} \quad (2)$$

Onde a probabilidade de um indivíduo j receber um escore k no item i é dada então pela expressão, mostrada na Equação (3, 4 e 5):

$$P_{i,k}(\theta_j) = P_{i,k}^+(\theta_j) - P_{i,k+1}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_{i,k})}} - \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_{i,k+1})}}, \quad (3)$$

De tal forma que:

$$P_{i,0}^+(\theta_j) = 1 \quad (4)$$

$$P_{i,m_i+1}^+(\theta_j) = 0 \quad (5)$$

Observa-se que em um item com $(m_i + 1)$ categorias, m_i valores de dificuldade necessitam ser estimados, além do parâmetro de inclinação do item. Sendo assim, para cada item, o número de parâmetros a ser estimado será dado pelo número de categorias de resposta. A Figura 4 apresenta um gráfico de um item com parâmetros estimados pelo MRG, denominado Curva Característica do Item (CCI), para um item hipotético com quatro categorias e com parâmetros $a_1 = 1$; $b_{1,1} = -2$; $b_{1,2} = 0$, e $b_{1,3} = 2$.

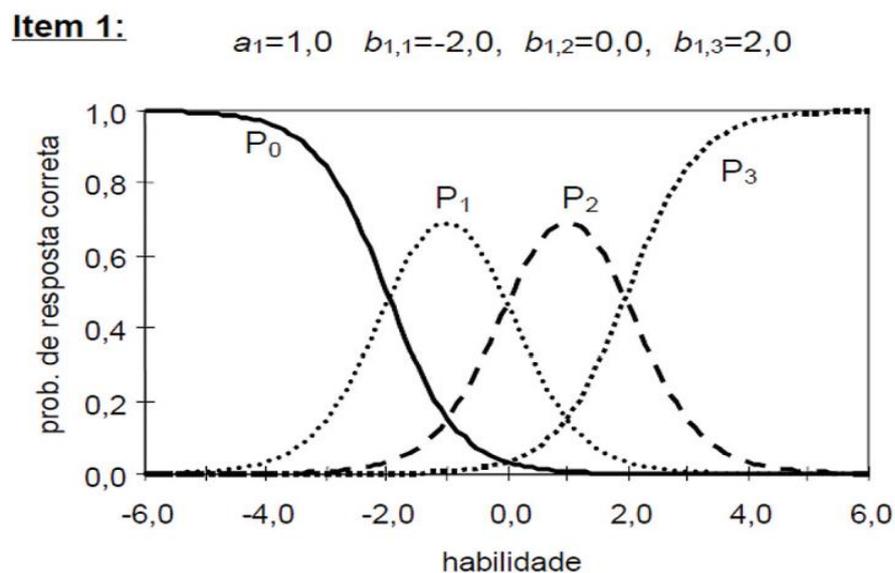


Figura 4 - Exemplo de gráfico de um MRG (Modelo de Resposta Gradual)
Fonte: Andrade, Tavares e Valle (2000).

Observando-se o gráfico da Figura 3, dá-se a seguinte interpretação: indivíduos que possuem o valor do traço latente inferior a -2 têm maior probabilidade de responder à categoria 1; indivíduos que possuem o valor do traço latente entre -2 e 0 têm maior probabilidade de responder à categoria 2; indivíduos que possuem o valor do traço latente entre 0 e 2 têm maior probabilidade de responder à categoria 3, e indivíduos que possuem o valor do traço latente maior que 2 têm maior probabilidade de responder à categoria 4.

Nos modelos politômicos o parâmetro de discriminação deve ser interpretado cuidadosamente (MATTEUCCI: STRACQUALURSI, 2006). Para avaliar a quantidade de discriminação que um item fornece, utiliza-se a curva de informação do

item (FII), apresentada na Equação (6). Onde a função de informação do item é dada por:

$$I_i(\theta) = \sum_{x=1}^{k_i} \frac{P'_{ix}(\theta)^2}{P_{ix}(\theta)} \quad (6)$$

Em que $P'_{ix}(\theta)$ é a primeira derivada da curva de resposta da categoria avaliada em um particular nível do traço latente. Quanto maior for a discriminação de um item, maior será a informação que este fornece ao teste. Sendo assim a função de informação total do teste (FII) é a soma das informações fornecidas por cada item que o compõe. A curva de informação total é utilizada para avaliar o desempenho dos itens, ou seja, o quão bem um conjunto de itens está avaliando o traço latente. A função de informação está relacionada com a precisão necessária para estimar o traço latente, de forma que o erro padrão de medida pode ser estimado como o inverso da raiz quadrada do valor da informação total do teste em cada nível do traço latente (JUNIOR, ZANELLA, LOPES, e SEIDEL, 2015).

A estimação dos parâmetros no Modelo de Resposta Gradual é obtida por meio de métodos estatísticos, tais como método da Máxima Verossimilhança Marginal e Estimação método bayesiano, como, por exemplo, da Esperança a Posteriori (EAP) ou da Moda a Posteriori (MAP) (BAKER, 1992), que necessitam de recursos computacionais para serem utilizados.

Para interpretar os valores dos parâmetros dos itens apresentadas nas Equações (7,8 e 9), é necessário se ter conhecimento da escala na qual estes foram determinados, neste caso os parâmetros vão ser estimados na escala com média 0 e desvio padrão 1. A construção da escala é feita, definindo e identificando os itens âncoras, considerados como dois sendo, X e Y com $X < Y$, um item é âncora para um nível Y se, e somente se, satisfizer as condições (BEATON; ALLEN, 1992):

$$a) P(U = 1 | \theta = Y) \geq 0,65 \quad (7)$$

$$b) P(U = 1 | \theta = X) \geq 0,50 \text{ e} \quad (8)$$

$$c) P(U = 1 | \theta = Y) - P(U = 1 | \theta = X) \geq 0,30. \quad (9)$$

Isto significa que, para um item ser considerado âncora em um

determinado nível Y, é necessário que seja respondido positivamente por pelo menos 65% dos respondentes com este nível do traço latente e por uma proporção menor do que 50% dos respondentes de um nível de traço latente imediatamente inferior X. E ainda que a diferença entre a proporção de respondentes destes dois níveis consecutivos deve ser pelo menos de 30% (BEATON; ALLEN, 1992). Assim, um item é considerado âncora quando for típico daquele nível ancora Y e atender as três condições descritas.

Portanto a partir das respostas obtidas de respondentes a um conjunto de itens, a TRI possibilita estimar os parâmetros dos itens e dos indivíduos em uma escala de medida. Neste estudo, em que está sendo avaliado nível de usabilidade, a análise com a TRI irá estimar o nível de usabilidade do *software* (traço latente) e também os parâmetros dos itens de modo a criar uma escala de medida do nível de satisfação.

2.7 ANÁLISE FATORIAL

Segundo Marôco (2011), a análise fatorial, é uma técnica de análise exploratória que objetiva descobrir e analisar a estrutura de um conjunto de variáveis inter-relacionadas entre si, e visa à construção de uma escala de medida para estes fatores que, de alguma forma, controla o comportamento das variáveis originais.

Para Bartholomew (1984), a análise fatorial é uma técnica amplamente estatística, porém seus fundamentos teóricos são um tanto desconhecidos sendo sujeito a disputa (BARTHOLOMEW, 1984, p. 221).

Enquanto para Zeller (1980), a análise fatorial não é apenas uma única técnica estatística, porém uma variedade de técnicas relacionadas e desenhadas para tornar os dados nos quais são observados mais fácil de interpretar. Pode-se dizer que existem ao menos duas formas de medir as variáveis que não são empiricamente observáveis, sendo elas: escolher um *proxy*, ou reduzir um conjunto de variáveis utilizando análise fatorial. Por exemplo, caso se deseja escolher a pobreza para indicar vulnerabilidade social, uma das possibilidades para tentar capturar esse conceito, é eleger um *proxy* como representativo do seu conceito de interesse, analisar como ele se relaciona com outras variáveis e utilizá-lo como

variável dependente ou independente nos estágios mais avançados da pesquisa.

De acordo com Hair (2009), quando usado análise fatorial, cada variável pode ser definida como uma combinação linear dos fatores comuns, que irão explicar qual é a parcela da variância de cada variável.

Portanto, para King (2001), no modelo da análise fatorial, existem muitas variáveis observadas e tem como objetivo gerar fatores subjacentes não observados (KING, 2001, p. 682). Ou seja, a principal função das técnicas de análise fatorial é reduzir uma grande quantidade de variáveis observadas em um número menor de fatores, através do seu agrupamento. Na Figura 5 é ilustrado a relação entre variáveis diretamente observadas juntamente com os seus fatores.

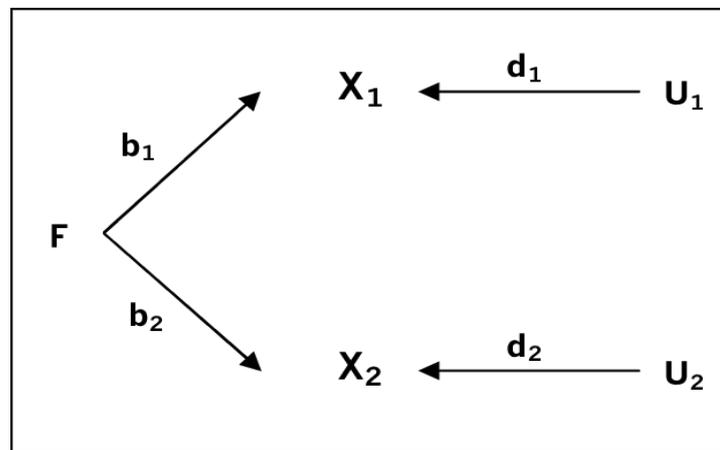


Figura 5 - Modelo das vias para duas variáveis, modelo de um fator comum
 Fonte: Asher (1983).

Na figura acima, X_1 e X_2 são variáveis observadas: X_1 é causado por F e por U_1 . Da mesma forma, X_2 é causado por F e por U_2 . Na medida em que F é comum a X_1 e X_2 ele é considerado um fator comum. Contrariamente, tanto U_1 quanto U_2 são considerados fatores únicos já que são restritos a X_1 e X_2 , respectivamente (ASHER, 1983).

Porém existem duas formas de análise fatorial: a exploratória e a confirmatória. A análise fatorial exploratória (AFE), que será usada neste trabalho, é definida segundo Mingoti (2005), como a técnica que busca encontrar os fatores subjacentes das variáveis originais utilizadas na amostra. Para a autora, quando o pesquisador utiliza essa análise, a princípio ele não tem o conhecimento de quantos são os fatores que constituem o modelo e, tão pouco o que esses modelos representam.

Ainda de acordo com Hair et al. (2009), ao analisar as inter-relações de um conjunto de variáveis observadas, o pesquisador, que utilizar análise fatorial exploratória é capaz de definir os fatores que explicam a sua covariância de uma forma satisfatória. Para Figueiredo Filho e Silva Junior (2010), a Análise Fatorial Exploratória é a técnica mais adequada para medir o comportamento e a relação entre os fenômenos que não podem ser observados de forma direta.

2.8 VALIDADE DE CONSTRUTO

A validade de construto diz respeito à validação de uma teoria, que está refletida em um determinado instrumento (RICHARDSON, 1989). Nunnally (1978) define a validade de construto como a extensão para o qual o conjunto de itens, mede um traço latente teórico. A validade de construto constitui a forma direta de averiguar a hipótese da legitimidade da representação comportamental dos traços latentes e já teve outras designações, como validade intrínseca, validade fatorial e validade aparente (PASQUALI, 2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritos os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento deste trabalho, a caracterização da pesquisa, a metodologia aplicada, os instrumentos e mecanismos de coleta dos dados, a definição da amostra de produtores, a estratégia de desenvolvimento do *software* e os mecanismos de análise dos dados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Uma metodologia de pesquisa é designada para descrever os passos que são necessários para atingir os objetivos da pesquisa (TAYLOR; BOGDAN 1997).

Para isto, primeiramente é necessário identificar e utilizar as ferramentas e técnicas adequadas, ou seja, a forma de abordagem do problema. Estas abordagens podem ser de natureza quantitativa ou qualitativa (ROMEU, 2007).

A seguir o quadro 4 descreve como esta pesquisa é classificada.

| Tipo | Descrição |
|-----------------------|---|
| Natureza da pesquisa: | <i>Pesquisa Aplicada:</i> objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolvendo verdades e interesses locais. |
| Abordagem do problema | <i>Pesquisa Quantitativa:</i> considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.). |
| Objetivos da pesquisa | <i>Pesquisa Descritiva:</i> descreve características de determinada população, fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento. |

| Tipo | Descrição |
|------------------------|---|
| Procedimentos técnicos | <i>Pesquisa Participante</i> : quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas. |

Quadro 4 - Caracterização da pesquisa
Fonte: Autoria própria.

3.2 METODOLOGIA APLICADA

Nesta seção é descrita a metodologia utilizada para o alcance de cada um dos objetivos específicos desse trabalho. Para isso, o estudo se dividiu em 8 etapas conforme mostra a Figura 6.

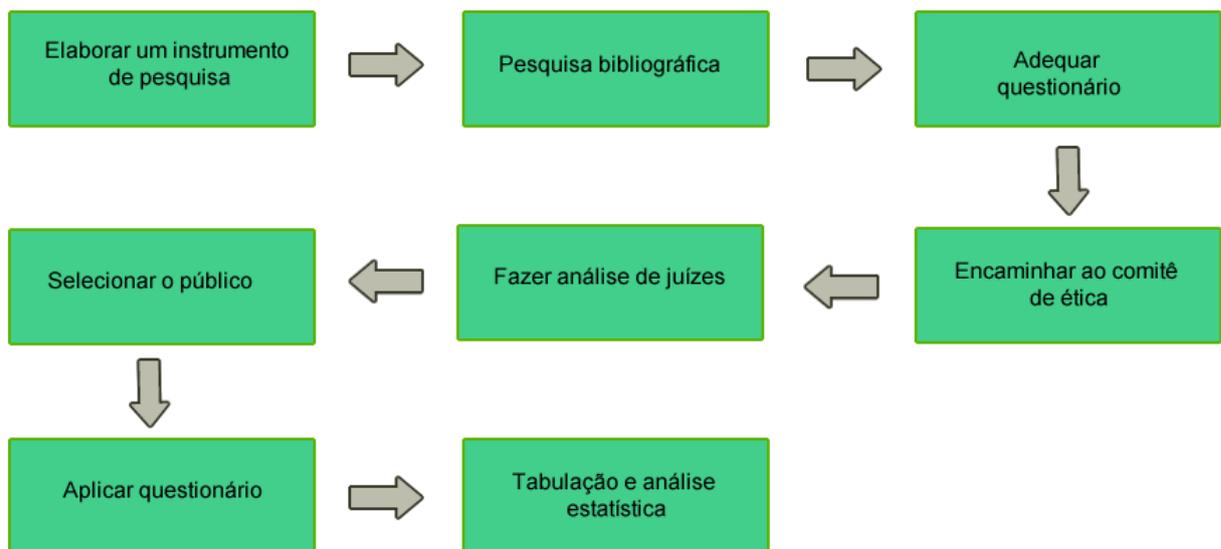


Figura 6 - Etapas do trabalho
Fonte: Autoria própria.

Na primeira etapa, foi elaborado um instrumento para realização da pesquisa bibliográfica, levando em consideração as bases de dados selecionaram-se as fontes iniciais, periódicos e anais de conferências.

Na segunda etapa, foram realizadas as pesquisas bibliográficas de acordo com o tema do trabalho, nesta etapa, realizou-se o levantamento no portal de periódicos da CAPES, formando o referencial teórico e buscando os modelos de questionários mais relevantes, para a avaliação de usabilidade.

Na terceira etapa, foi realizada a adequação do questionário conforme ANEXO E, baseado nos questionários já existente encontrados nas literaturas existentes.

Na quarta etapa, o questionário foi encaminhado ao comitê de ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com o parecer número 2.025.273 e sua aprovação da data de 08/06/2017.

Na quinta etapa, o questionário passou por uma análise de juízes no qual 3 juízes avaliaram e classificaram cada um dos itens em suas categorias conforme apresentado no quadro 7.

Na sexta etapa, foi selecionado o público alvo que iria participar da pesquisa, sendo eles estudantes, agricultores, professores, enfim pessoas que tenham ou tiveram algum convívio com a vida no campo.

A sétima etapa, consistiu da aplicação do questionário. Para esta finalidade os usuários entrevistados já deveriam ter utilizado o *software* AGData-Box.

Na oitava etapa, foi realizada a análise dos dados, quais as metodologias e técnicas abordadas, além de quais os *softwares* utilizados para realizar as análises.

3.3 SOFTWARE AGDATA-BOX

O estudo de caso se refere a um *software* de gestão agrícola desenvolvido para a plataforma *Android*, cujos módulos são relativos a um ambiente *mobile*, ao qual permite o cadastro de talhões, lançamento de dados sobre operações de campo e custos de produção, ocorrências de infestações e demarcação de áreas afetadas, indicação de problemas de compactação, erosão, reboleiras de plantas invasoras, entre outros.

O *software* pode ser instalado no celular ou tablet e armazena os dados no próprio aparelho sem a necessidade de estar conectado diretamente à Internet, sendo que ao se conectar, os dados são sincronizados para uma API por meio de requisições HTTP.

A Figura 7 apresenta o modelo arquitetural do ambiente, no qual o AGData-Box faz parte.

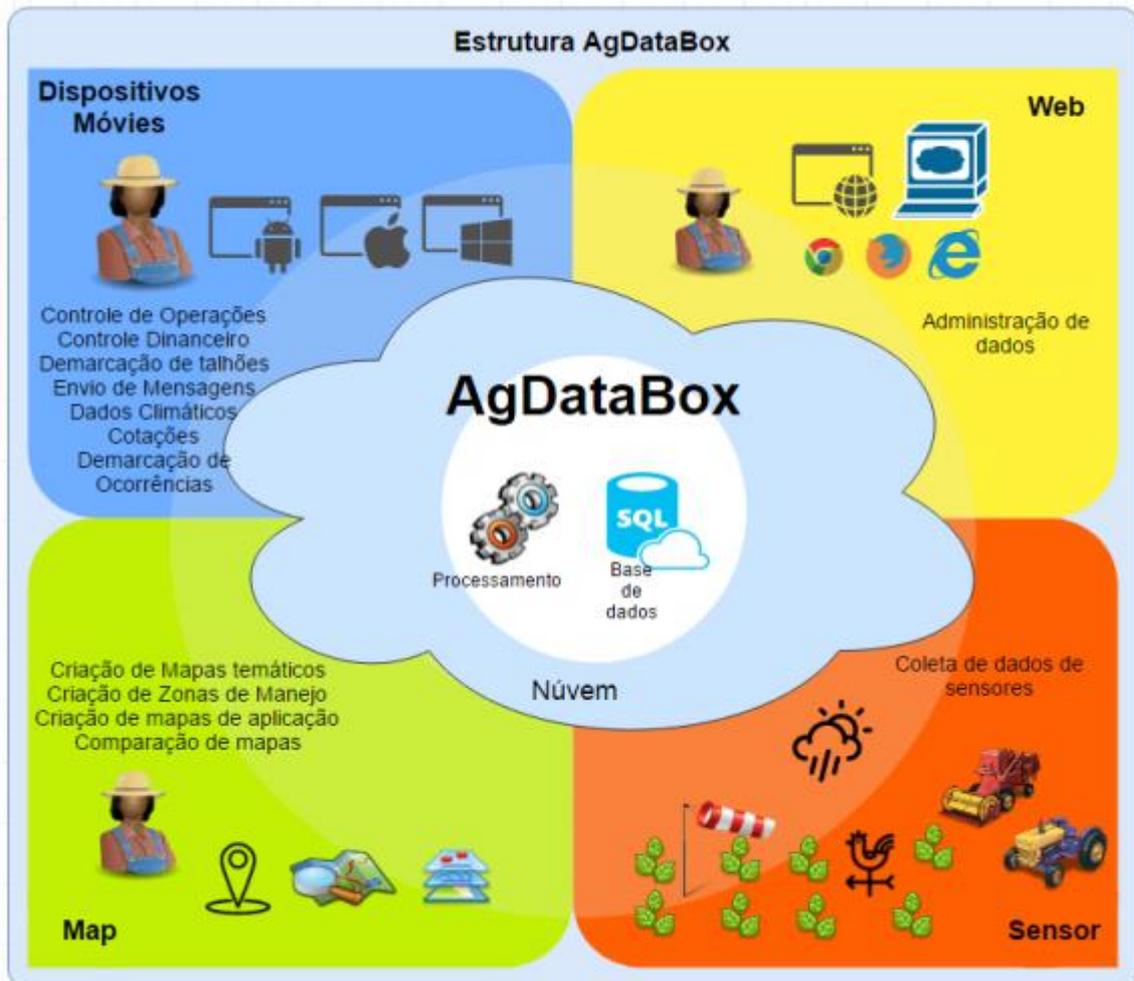


Figura 7 - Modelo arquitetural do ambiente - Camada servidor e camada cliente
Fonte: JASSE, BAZZI et al., (2017).

Após receber os dados, a API os armazena no banco de dados e retorna ao aplicativo a confirmação de que o sincronismo dos dados ocorreu de forma consistente e que os dados podem ser acessados por outras aplicações, como, por exemplo, a aplicação web (aplicação desenvolvida para o ambiente de Internet), assim como no *software* instalado no celular, também permite gerenciar os dados do usuário (JASSE, BAZZI, et al., 2017). Todas as funcionalidades que contemplam o *software* AGData-Box estão descritas no Quadro 5.

| | |
|------------------------|---|
| Efetuar login | Utilizando um usuário já existente e criado no endereço eletrônico: http://AGData-Box.md.utfpr.edu.br . |
| Cadastrar novo usuário | Caso ainda o usuário não tiver cadastro, poderá se cadastrar |

| | |
|---|---|
| | pele <i>software</i> ao clicar na opção “Não possui cadastro”. |
| Selecionar empresas | Área destinada ao usuário para que ele selecione a empresa (cooperativa) com que trabalha. |
| Cadastrar nova empresa | Caso a empresa com que o usuário trabalha ainda não está cadastrada no sistema, ela poderá ser cadastrada ao clicar na opção “sua empresa não está na lista?” |
| Sincronizar dados existentes | Sincronização entre o <i>software</i> e o sistema WEB, fazendo com que haja a transferência dos dados que estão armazenados localmente no <i>software</i> para o sistema WEB, e também carregando os dados do sistema WEB para o <i>software</i> local. |
| Manter áreas | Seção onde o usuário poderá: Editar / Remover / Visualizar / Sincronizar áreas cadastradas. |
| Cadastrar nova área | Captura região da nova área utilizando GPS ao caminhar ao redor da área. Capturar região da nova área de maneira interativa, desenhando a área pelo toque na tela em um mapa real. |
| Manter safras | Seção onde o usuário poderá: Listar / Cadastrar / Editar / Remover / Visualizar / Sincronizar safras. |
| Manter operações | Cadastrar / Listar operação de uma área e uma safra / Cadastrar Insumos da operação / Cadastrar Máquinas da operação / Cadastrar Sementes da operação / Cadastrar entrega caso operação seja colheita. |
| Manter experiências | Cadastrar / Listar experiências para uma área. Capturar região no mapa onde ocorreu a experiência, de maneira similar a captura de pontos da área (por GPS ou toque na tela). |
| Manter Máquinas | Seção onde o usuário poderá: Listar / Cadastrar / Editar/ Remover Máquinas. |
| Trocar de usuário | Fazer logout do aplicativo, limpando todos os dados locais / Recuperar os dados salvos online a qualquer momento que fazer login. |
| Alterar configurações de sincronização online | Opção de atualizar todos os dados ao clicar em “Atualizar dados online”. |

Quadro 5 - Funcionalidades do aplicativo
Fonte: Autoria própria.

A seguir a Figura 8 mostra as telas do *software* sendo executado.

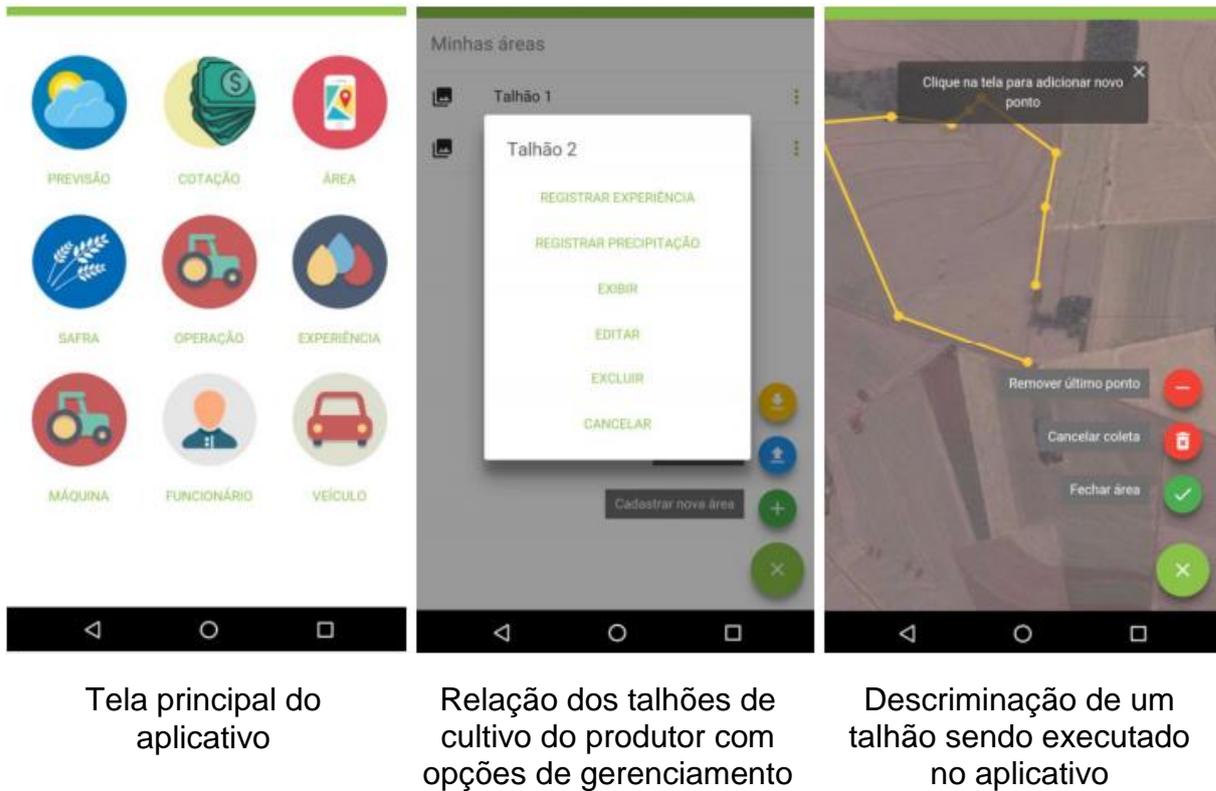


Figura 8 - Telas do software AGData-Box sendo executadas.
 Fonte: JASSE, BAZZI, et al., (2017).

3.4 INSTRUMENTO DE MEDIDA

A avaliação foi feita através da aplicação de um questionário contendo 38 itens, sendo 7 (sete) de avaliação do perfil do usuário e 31 (trinta e um) itens, avaliando o quesito usabilidade. O questionário foi aplicado nos agricultores, estudantes, professores, aposentados entre outros que participaram da pesquisa, após eles terem instalado e utilizado o *software*, ou seja, após os respondentes da pesquisa, terem esse primeiro contato com o aplicativo.

Posteriormente, foi realizada a análise de dados com procedimentos descritivos, onde inicialmente foram procedidos os testes de normalidade das variáveis; em seguida uma análise do perfil dos respondentes, tais como: (1) profissão; (2) faixa etária; (3) gênero; (4) formação; (5) utilização de computador; (6) utilização de smartphone; (7) velocidade da internet.

3.4.1 Elaboração do Questionário

O processo de elaboração do questionário iniciou-se com o mapeamento dos itens que foram encontrados na revisão de literatura, onde após esse mapeamento ser realizado, foi analisado e elaborado um questionário contendo 31 itens, retiradas dos principais modelos de questionários para avaliação de usabilidade, encontrados na revisão bibliográfica, o resultando na versão do questionário que se encontra no **Anexo E** conforme a figura 9.

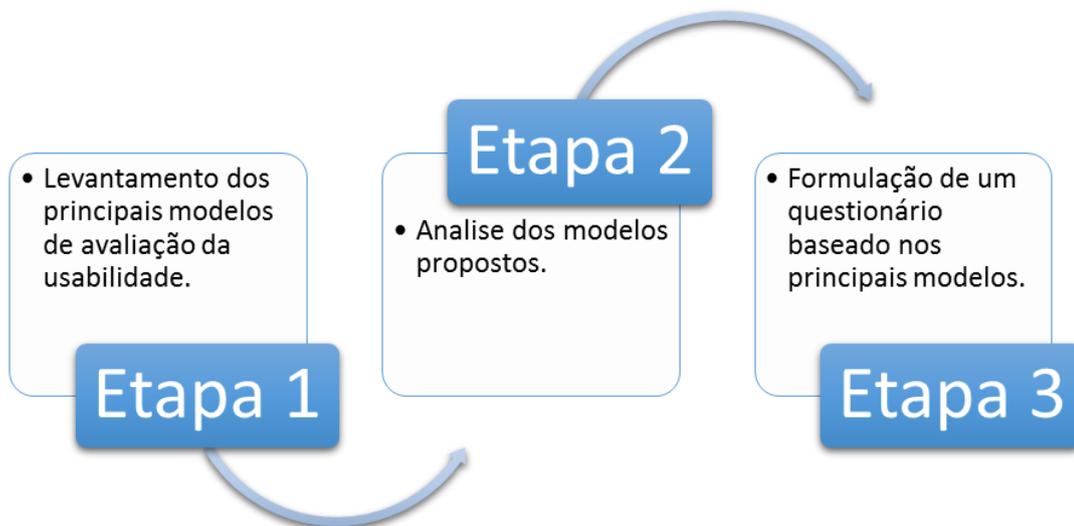


Figura 9 - Processo do desenvolvimento do questionário
 Fonte: Autoria própria.

O Quadro 6, mostra os itens utilizados para avaliar a usabilidade do *software*.

| Item | Descrição |
|------|--|
| I-1 | O aplicativo tem informações simples de ser verificadas. |
| I-2 | As informações do aplicativo estão bem organizadas. |
| I-3 | Existe uma sequência bem definida das telas. |
| I-4 | Existe uma padronização das informações. |
| I-5 | As mensagens mostradas em tela são fáceis de entender. |
| I-6 | A instalação do aplicativo foi feita de forma fácil. |
| I-7 | Trabalhar com este aplicativo é mentalmente estimulante. |

| Item | Descrição |
|-------------|---|
| I-8 | As mensagens de erro estão bem claras. |
| I-9 | É fácil realizar as tarefas. |
| I-10 | É fácil lembrar os comandos. |
| I-11 | O aplicativo é rápido. |
| I-12 | O aplicativo é confiável. |
| I-13 | Em caso de dúvidas eu tive ajuda. |
| I-14 | O aplicativo é projetado para todos os níveis de usuários. |
| I-15 | Eu me senti muito confiante usando o aplicativo. |
| I-16 | Este aplicativo é muito útil. |
| I-17 | Eu recomendaria este aplicativo. |
| I-18 | Eu gostaria de usar este aplicativo no dia a dia. |
| I-19 | Nunca há informações suficiente na tela quando é necessário. |
| I-20 | Se este aplicativo parar não é fácil reiniciá-lo. |
| I-21 | Este aplicativo em algum momento parou inesperadamente. |
| I-22 | Levei muito tempo para aprender as funções do aplicativo. |
| I-23 | Este aplicativo torna-se estranho quando eu quero fazer algo que não é padrão. |
| I-24 | É óbvio que as necessidades dos usuários foram plenamente levadas em consideração. |
| I-25 | Houve momentos em que me senti bastante tenso ao usar este aplicativo. |
| I-26 | Eu nunca vou aprender a usar tudo o que é oferecido neste aplicativo. |
| I-27 | A quantidade ou a qualidade da informação varia entre o sistema. |
| I-28 | É fácil esquecer como de fazer as coisas com este aplicativo. |
| I-29 | Este aplicativo ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido. |
| I-30 | Há muito o que ler antes que eu possa usar o aplicativo. |
| I-31 | Ao usar este aplicativo, sinto-me no comando. |

Quadro 6 - Itens avaliados na medida de usabilidade
Fonte: Autoria própria.

3.4.2 Análise de Juízes

Considerando que um instrumento só é verdadeiramente conciso se ele for capaz de mensurar o que ele se propõe, o constructo passou por uma avaliação de juízes para validar o questionário. Segundo Pasquali (1998) os juízes devem ser peritos na área do construto, pois sua tarefa consiste em ajuizar se os itens estão se

referindo ou não ao traço em questão. O Quadro 7 mostra como foram feitas a avaliação de cada item definidas por 3 juízes, ambos doutores na área de engenharia agrícola.

| Categoria Item | Juiz 1 | | | | | Juiz 2 | | | | | Juiz 3 | | | | |
|-------------------|--------|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|
| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| I-1 | | | X | | | X | | | | | X | | | | |
| I-2 | | | X | | | | X | | | | | | X | | |
| I-3 | | | X | | | | | X | | | | X | | | |
| I-4 | X | | | | | X | | | | | | X | | | |
| I-5 | X | | | | | | | | | X | X | | | | |
| I-6 | X | | | | | | | | | X | | | | | X |
| I-7 | | X | | | | X | | | | | | | X | | |
| I-8 | | | | X | | | | X | | | X | | | | |
| I-9 | X | | | | | | | | X | | | | X | | |
| I-10 | | X | | | | | X | | | | | X | | | |
| I-11 | | | | | X | | | X | | | | | X | | |
| I-12 | | | | | X | | | | X | | | | | | X |
| I-13 | | | | X | | | | | | X | | | | X | |
| I-14 | | | | X | | X | | | | | | | | X | |
| I-15 | X | | | | | | | | | X | | | | | X |
| I-16 | | | X | | | | | | | X | | | | | X |
| I-17 | | | | | X | | | | | X | | | | | X |
| I-18 | | | X | | | | | X | | | | | X | | |
| I-19 | | | X | | | | | | X | | | | | X | |
| I-20 | | | X | | | | | | | X | | | | X | |
| I-21 | | | | X | | | | X | | | | | | X | |
| I-22 | | X | | | | X | | | | | X | | | | |
| I-23 | X | | | | | X | | | | | | X | | | |
| I-24 | | | | | X | | | X | | | | | | | X |
| I-25 | | | | | X | X | | | | | | | | | X |
| I-26 | X | | | | | | | | | X | | | | | X |
| I-27 | | | | | X | | | | X | | X | | | | |
| I-28 | | X | | | | | | X | | | | X | | | |
| I-29 | | | | | X | X | | | | | | | | X | |
| I-30 | X | | | | | X | | | | | X | | | | |
| I-31 | | | | | X | | X | | | | | | | | X |

Quadro 7 - Avaliação dos 3 juízes de cada item determinando sua categoria
Fonte: Autoria própria.

Na avaliação dos juízes pode ser verificado que 84% dos itens, (representados na primeira coluna), I-1, I-2, I-3, I-4, I-5, I-6, I-10, I-11, I-12, I-13, I-14,

I-15, I-16, I-17, I-18, I-19, I-20, I-21, I-22, I-23, I-24, I-25, I-26, I-28, I-30 e I-31, tiveram ao menos dois juízes inserindo o item na mesma categoria, representadas por (C1 - Facilidade de aprendizado, C2 - Fácil de memorizar, C3 - Maximizar a produtividade, C4 - Minimizar a taxa de erros e C5 - Maximizar a satisfação do usuário), enquanto 16% dos itens (I-7, I-8, I-9, I-27 e I-29) não obtiveram um consenso dos juízes e cada um deles escolheu uma categoria diferente para o item, sendo esses os itens.

3.4.3 Classificação dos Itens

A classificação de cada um dos itens será avaliada através da norma ISO 9241, que segundo Reis (2015) e Pagani (2011), definem como um termo de usabilidade, que explica como fazer a identificação das informações necessárias, para ser considerada uma especificação, ou avaliação de usabilidade quando se trata de medidas de desempenho e satisfação do usuário, após feita a análise de juízes houve uma distribuição dos itens em cada uma das categoria propostas, conforme demonstrado no Quadro 8.

| Especificações | Definição | Itens Relacionados |
|--|--|---|
| C1 - Facilidade de aprendizado: | A utilização do sistema requer pouco treinamento; | I-1, I-4, I-5, I-22, I-23, I-29, I-30 |
| C2 - Fácil de memorizar: | O usuário deve lembrar como utilizar a interface depois de algum tempo; | I-7, I-10, I-28 |
| C3 - Maximizar a produtividade: | A interface deve permitir que o usuário realize a tarefa de forma rápida e eficiente; | I-2, I-3, I-8, I-9, I-11, I-18 |
| C4 - Minimizar a taxa de erros: | Caso aconteçam erros, a interface deve avisar o usuário e permitir a correção de modo fácil; | I-13, I-14, I-19, I-20, I-21, I-27 |
| C5 - Maximizar a satisfação do usuário: | A interface deve dar-lhe confiança e segurança. | I-6, I-12, I-15, I-16, I-17, I-24, I-25, I-26, I-31 |

Quadro 8 - Categorização de cada item avaliado, segundo a norma ISO 9241
Fonte: Autoria própria.

3.5 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada através da aplicação de um questionário em 199 respondentes conforme ANEXO E.

Segundo Bortolotti (2010), o tamanho da amostra para se obter uma análise de itens, segundo a TRI, depende do número de parâmetros do modelo e do número de categorias do item. Ou seja, depende do número de parâmetros a serem estimados.

Para modelos mais simples, como o modelo de Rasch, que possui o parâmetro do traço latente e o parâmetro do item exige um tamanho de amostra de 150 respondentes. Já o modelo de 2 parâmetros exige pelo menos 200 respondentes; alguns modelos mais complexos podem exigir substancialmente mais respondentes para se obter as estimativas dos parâmetros do indivíduo e dos itens (ZICKAR, 2001).

Portanto, os questionários foram distribuídos de forma impressa a todos os respondentes, após uma breve abordagem de qual era o propósito do sistema. Como o intuito da pesquisa era avaliar a usabilidade, foram apresentados aos respondentes apenas quais eram as funcionalidades do *software*, e sugerido que a partir desse momento eles fizessem o uso do *software* de forma intuitiva, para avaliar seu nível de usabilidade. Após a coleta dos dados, foram tabuladas as informações para análises estatísticas.

Os respondentes que participaram da pesquisa são pessoas com idade entre 18 e 70 anos, sendo homens ou mulheres, cujos mesmos tenham algum tipo de ligação com o campo (área rural), ou seja: (1) agricultores; (2) agrônomos; (3) estudantes de agronomia; (4) família vive a área rural; que sejam proprietários ou arrendatários dessas áreas.

Nos casos dos respondentes que se sentiram desconfortável ao responder o questionário, o mesmo pode deixar de contribuir com a pesquisa sem nenhum ônus.

3.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

A pesquisa foi submetida à avaliação do Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e recebeu parecer favorável no dia 08 de junho de 2017, sob o número 2.025.273 conforme apresentado na Figura 10.

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|---|--|------------------------|------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_873702.pdf | 08/05/2017 16:09:02 | | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_Comite_de_Etica.pdf | 08/05/2017 16:08:17 | Silvana Ligia Vincenzi | Aceito |
| TCLE / Termos de | TCLE.pdf | 08/05/2017 | Silvana Ligia | Aceito |
| Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.pdf | 16:07:54 | Vincenzi | Aceito |
| Folha de Rosto | 20170314121315.pdf | 14/03/2017 14:18:42 | VALTER RODRIGO EKERT | Aceito |
| Outros | Questionario_Final.pdf | 10/03/2017 10:29:39 | VALTER RODRIGO EKERT | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Figura 10 - Parecer elaborado pelo comitê de ética
Fonte: Autoria própria.

3.7 ÁREA DE ABRANGÊNCIA

Devido a necessidade de iteração direta entre o pesquisador e os respondentes, a pesquisa foi realizada nos municípios de Missal, Itaipulândia, Medianeira, Serranópolis do Iguaçu, Santa Helena, Matelândia, Céu Azul e Ramilândia, por se tratar de municípios mais próximos ao município de Medianeira, onde o pesquisador reside. Os municípios são apresentados na figura 11.

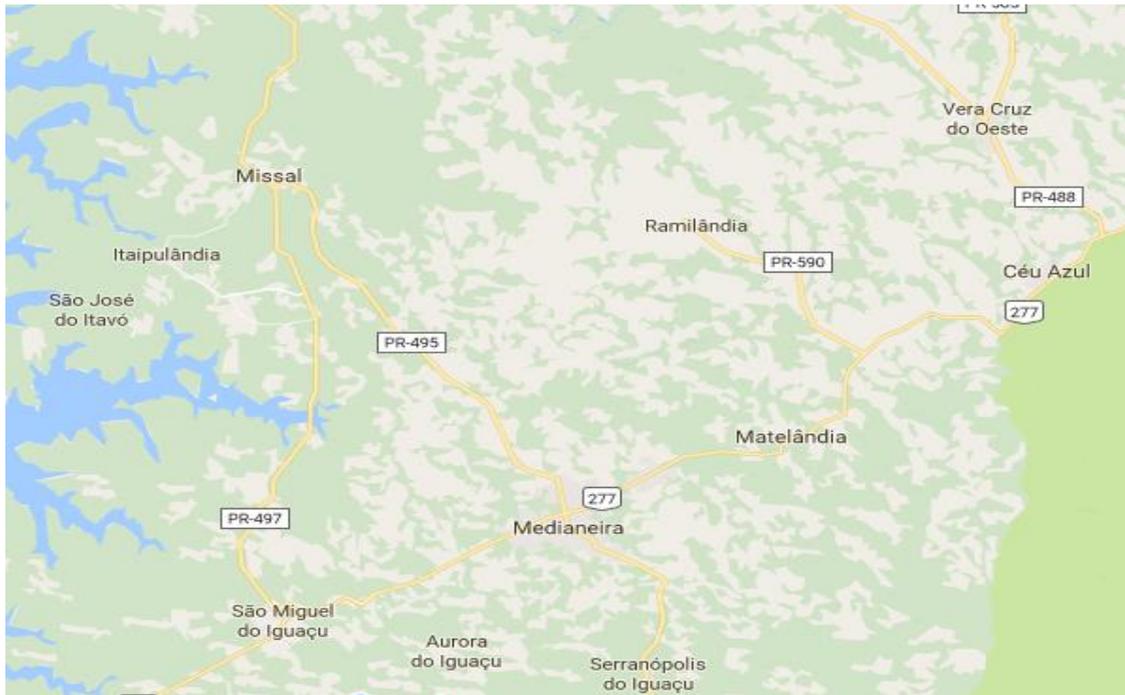


Figura 11 - Mapa da microrregião oeste do Paraná
Fonte: Google Maps (2017).

3.8 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados foi conduzida por meio da estatística descritiva, que tem por objetivo tabular, descrever e avaliar os dados e por análise multivariada que visa a identificação das características comuns utilizando a análise fatorial, o teste Qui-quadrado para verificar se há associação entre algumas variáveis verificadas e a Teoria da Resposta ao Item (TRI) com o Modelo de Resposta Gradual (MRG). Foi utilizado o *software* R na versão 3.3.1, juntamente com o pacote Rcmdr, utilizando o *R commander*, para a análise fatorial de dados qualitativos, e o *software* MULTILOG® (TOIT, 2003), para a análise da TRI. A TRI foi utilizada para a avaliação dos 31 itens que se referem à usabilidade, para a estimação do valor do traço latente e para a criação da escala de medida.

Foi elaborada uma tabela mostrando o percentual das respostas válidas dos 31 itens utilizados na avaliação da usabilidade. Assim como foram gerados os valores de satisfação, os quais variam de 1 a 5, baseados na escala de Likert, sendo dessa forma classificados: quanto mais próximo de 1, menor é o grau de

usabilidade, e quanto mais próximo de 5, maior é o grau de usabilidade.

O procedimento utilizado para determinar o número de fatores foi a implementação ótima da Análise Paralela. As variáveis do presente estudo são de natureza qualitativa e utilizam uma escala Likert equilibrada com cinco categorias.

A verificação da unidimensionalidade foi feita por meio da Análise Fatorial, onde Reckase (1979) sugere que os resultados podem indicar um fator dominante quando o primeiro fator corresponde pelo menos a 20% da variância total e permite o uso de um modelo TRI unidimensional, mesmo quando outros fatores estão presentes na construção.

No que se refere a TRI foi feito o processo de calibração, estimando os parâmetros de discriminação " a_i " de cada item, os da localização " $b_{i,k}$ " de cada categoria e de cada item, e os traços latentes dos respondentes (nível de satisfação de cada respondente).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PERFIL DOS USUÁRIOS

Neste capítulo serão descritas as estatísticas e características dos usuários entrevistados, assim como demais dados relevantes para o entendimento da avaliação da usabilidade do *software*.

4.1.1 Profissão dos Participantes

Devido o *software* ser na área de gestão agrícola, os participantes entrevistados são em sua grande maioria agricultores sendo esses 43% do total pesquisado, conforme mostra o Gráfico 1, muitos também são estudantes do curso de agronomia, totalizando 21%.

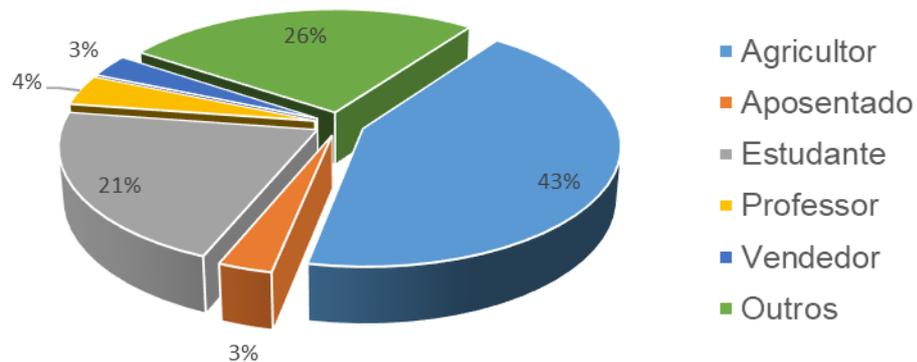


Gráfico 1 - Profissão dos entrevistados
Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Faixa Etária dos Participantes

A maioria dos participantes entrevistados tem idade entre 18 e 25 anos, sendo que esses representam 53% do total, com idade entre 26 e 33 anos foram 11%, enquanto no intervalo de 34 a 41, foram 7%, de 42 a 49 foi o segundo intervalo com mais participantes com 16%, de 50 a 57 foram 9% e mais de 57, foram 4% de um total de 199 pessoas pesquisadas conforme mostra o Gráfico 2.

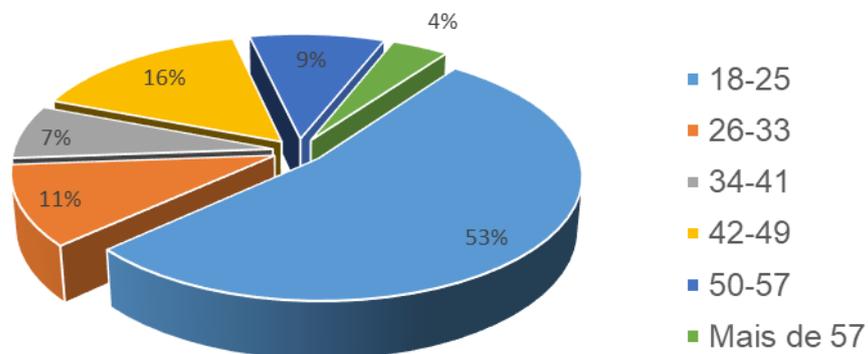


Gráfico 2 - Faixa etária dos entrevistados
Fonte: Autoria própria.

4.1.3 Gênero e Formação dos Participantes

Dentre os 199 participantes da pesquisa obtiveram-se 66% de respostas de pessoas do sexo masculino, enquanto 34% foram no sexo feminino (Gráfico 3). Também 63% dos entrevistados dizem ter ao menos uma pessoa com ensino superior na família, enquanto em 37% ainda não existe nem uma pessoa com graduação (Gráfico 4). Ainda, 44% afirma ter feito algum curso de informática, enquanto 56% não tem nem um tipo de curso, fazendo com que dificulte a habilidade de se trabalhar com *softwares* por não ter conhecimento básico em

informática, conforme pode ser visto no Gráfico 5.

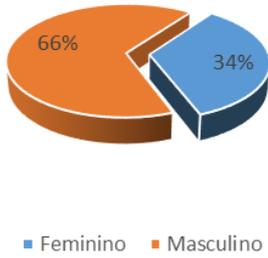


Gráfico 3 - Gênero dos entrevistados
Fonte: Autoria própria.

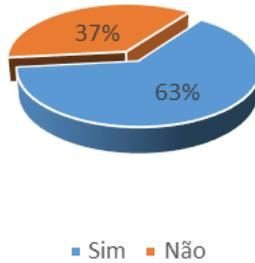


Gráfico 4 - Existe alguém com graduação na família
Fonte: Autoria própria.

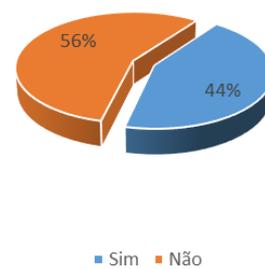


Gráfico 5 - O participante possui curso de informática
Fonte: Autoria própria.

4.1.4 Pessoas com Ensino Superior na Família

Dentre os 63% que disseram ter ao menos uma pessoa com ensino superior na família, 54% tem apenas uma pessoa, 26% duas pessoas, e apenas 4% dos entrevistados tem mais de 4 pessoas com graduação na família, conforme pode ser observado no gráfico 6.

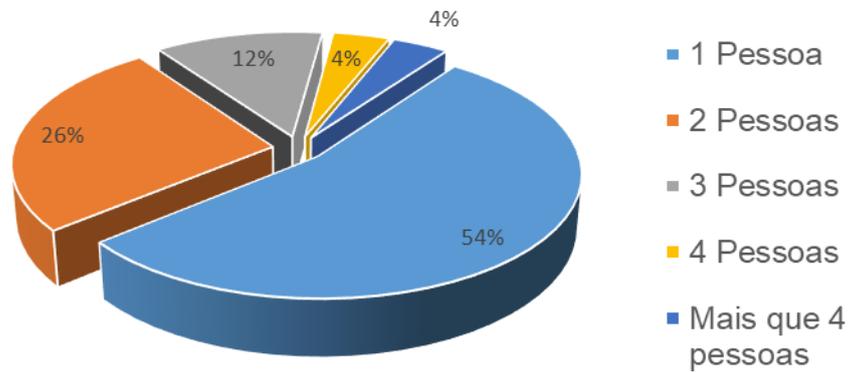


Gráfico 6 - Quantidade de pessoas com ensino superior na família do entrevistado
Fonte: Autoria própria.

4.1.5 Nível de Escolaridade dos Entrevistados

Grande maioria dos entrevistados possui apenas ensino médio, totalizando 46%, enquanto 29% tem ensino superior, 7% pós-graduação e 18% apenas ensino fundamental, conforme mostra o Gráfico 7.

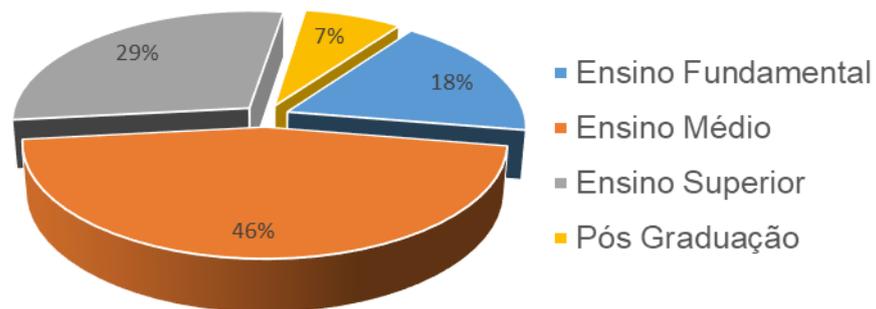


Gráfico 7 - Nível de escolaridade dos entrevistados
Fonte: Autoria própria.

4.1.6 Uso do Computador

Ao analisar o tempo de uso em anos que cada respondente utiliza o computador e comparar com o tempo de uso diário calculado em horas, pode-se perceber que existe uma forte associação entre eles, pois no teste Qui-Quadrado o valor de p foi significativo ($p < 0,0001$) ao nível de 5% de significância, sendo assim existe uma associação entre o tempo de uso do computador em anos e o tempo diário em horas.

Para exemplificar melhor o Gráfico 8 mostra que, pessoas que usam computadores por um período de 5 anos ou mais, são as que mais usam diariamente. Sendo 24% entre 2 e 5 horas, 18% mais de 10 horas, 14% menos de 2 horas e 13% entre 5 e 10 horas por dia. Para os que utilizam computador entre 2 e 5

anos, 5% utiliza menos de 2 horas, 4% entre 2 e 5 horas, 1% entre 5 e 10 horas e 2% mais de 10 horas por dia. Para os respondentes que utilizam computador entre 1 e 2 anos, 4% utilizam menos de 2 horas e 2% entre 2 e 5 horas por dia. Para os que utilizam computador a menos de 1 ano, 6% utilizam diariamente menos de 2 horas e 2% utilizam entre 2 e 5 horas por dia, por fim 8% dos respondentes nunca utilizou computador.

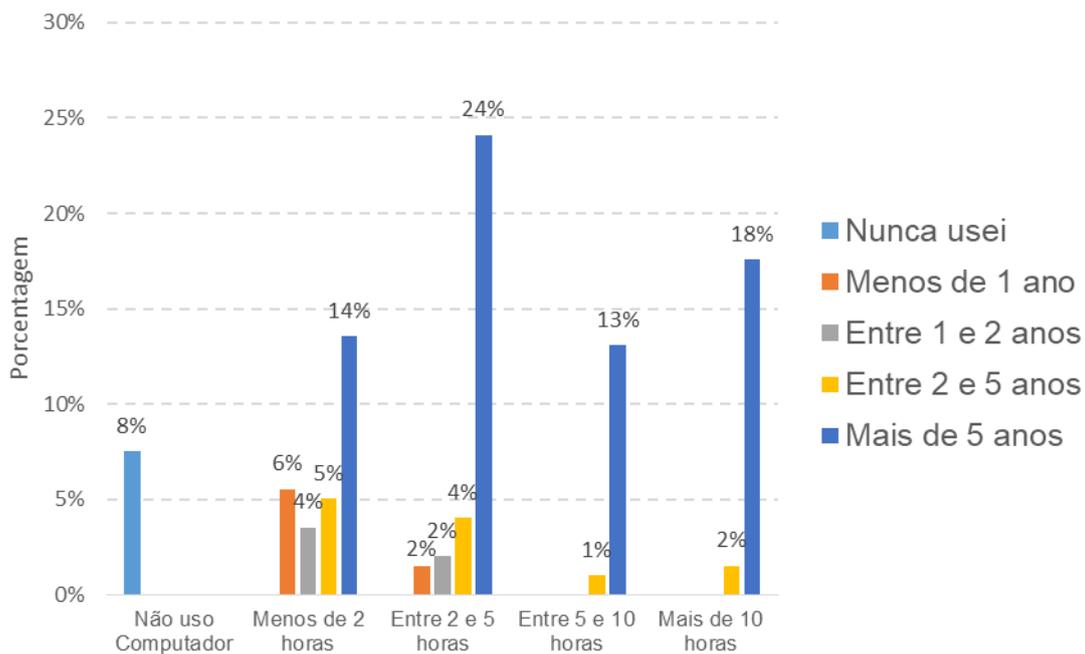


Gráfico 8 - Quanto tempo utiliza computador versus quantas horas utiliza por dia
Fonte: Autoria própria.

Percebe-se no gráfico que a grande maioria dos respondentes utilizam computador a mais de 5 anos enquanto 8% nunca utilizou.

4.1.7 Uso de Smartphone

O teste Qui-Quadrado, revelou que, existe uma associação entre o tempo de uso do Smartphone, em anos e o tempo de uso diário calculado em horas (valor de $p < 0,0001$, significativo ao nível de 5% de significância). Percebe-se no Gráfico 9, que o maior tempo de utilização diária, são de pessoas que já usam Smartphone

por 3 anos ou mais, sendo que 41% utilizam mais de 10 horas diária, ainda 18% de 4 a 10 horas e 8% de 1 a 4 horas por dia. Ainda para quem utiliza o aparelho de 2 a 3 anos, 3% utilizam mais de 10 horas, 3% utilizam de 4 a 10 horas e 5% utilizam de 1 a 4 horas por dia. Para quem utiliza de 1 a 2 anos 3% utilizam mais de 10 horas, 2% de 4 a 10 horas, 6% de 1 a 4 horas e 1% menos de 1 hora por dia. Para quem utiliza menos de 1 ano, 1% utiliza mais de 10 horas, 2% utilizam de 4 a 10 horas, 4% utilizam de 1 a 4 horas, 4% menos de 1 hora por dia, enquanto 2% nunca utilizaram Smartphone.

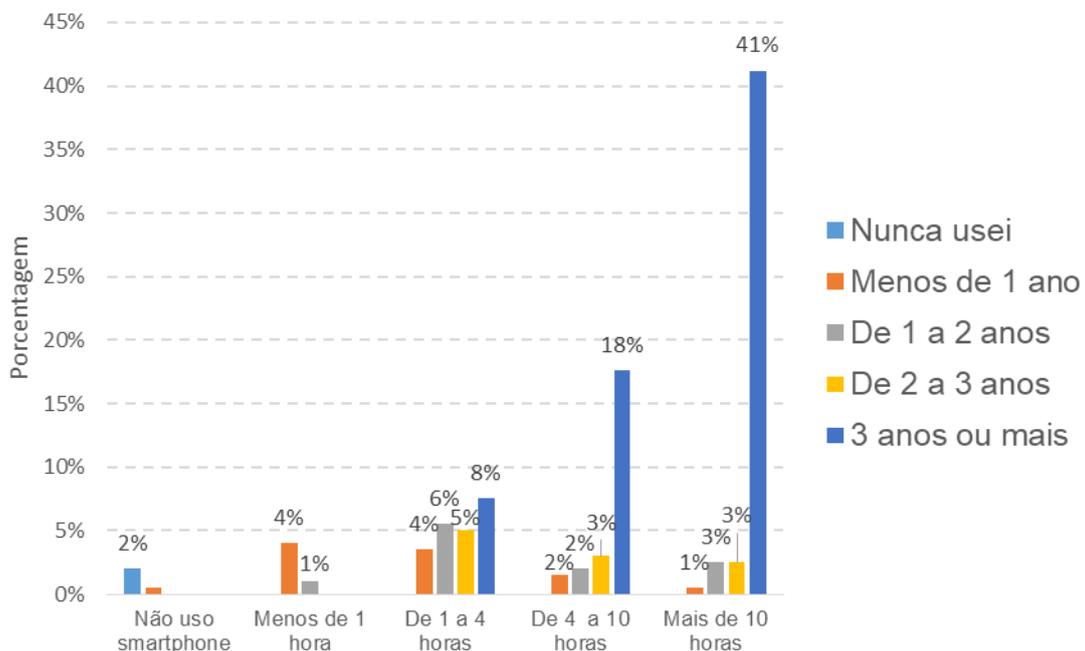


Gráfico 9 - Quanto tempo utiliza smartphone versus quantas horas utiliza por dia
Fonte: Autoria própria.

Pode-se perceber que a utilização de smartphone está cada vez mais presente na vida das pessoas, enquanto o uso do computador tem diminuído com o passar dos anos, a utilização dos aparelhos móveis tem aumentado, assim como a sua utilização diária, onde mais de 60% dos respondentes utilizam o aparelho por mais de 4 horas por dia. Ou seja, passam 16% do seu tempo, em função da utilização do aparelho.

4.1.8 Velocidade da Internet

Outro item relevante quando se precisa avaliar o uso de um *software* é a velocidade da internet, que é medida em Megabit (Mbps), já que a internet pode impactar de forma direta no desempenho do *software* no momento da sincronização das informações ou na hora de fazer o *download* do software para instalar no smartphone. Portanto, dos usuários entrevistados, 37% possuem uma internet de 1 a 3 Mbps, enquanto 14% possuem de 3 a 8 Mbps, 26% dizem ter mais do que 8 Mbps, 9% menos de 1 Mbps além dos 14% que não souberam informar a velocidade da internet, conforme mostra o Gráfico 10.

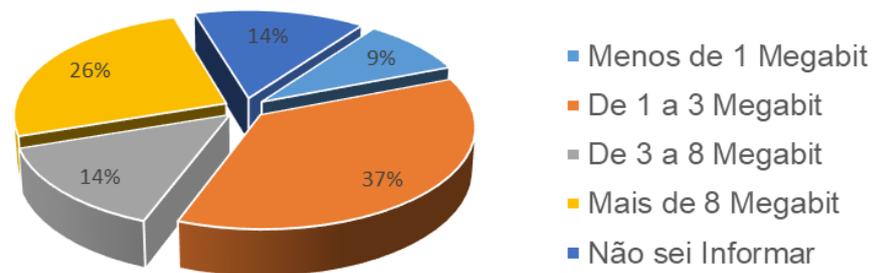


Gráfico 10 - Velocidade da internet dos entrevistados
Fonte: Autoria própria.

4.1.9 Uso do Computador *versus* Curso de Informática

A tendência é que pessoas com maior nível de instrução utilizem mais o computador, o Gráfico 11, mostra que 14% das pessoas que já fizeram algum tipo de curso de informática utilizam computador mais de 10 horas por dia, enquanto 15% utilizam entre 2 e 5 horas, já 21% das pessoas que não tem curso de informática utilizam computador menos de 2 horas por dia. Isso mostra evidências

que quanto mais conhecimento o usuário tiver em relação a informática, mais ele irá utilizar o computador diariamente.

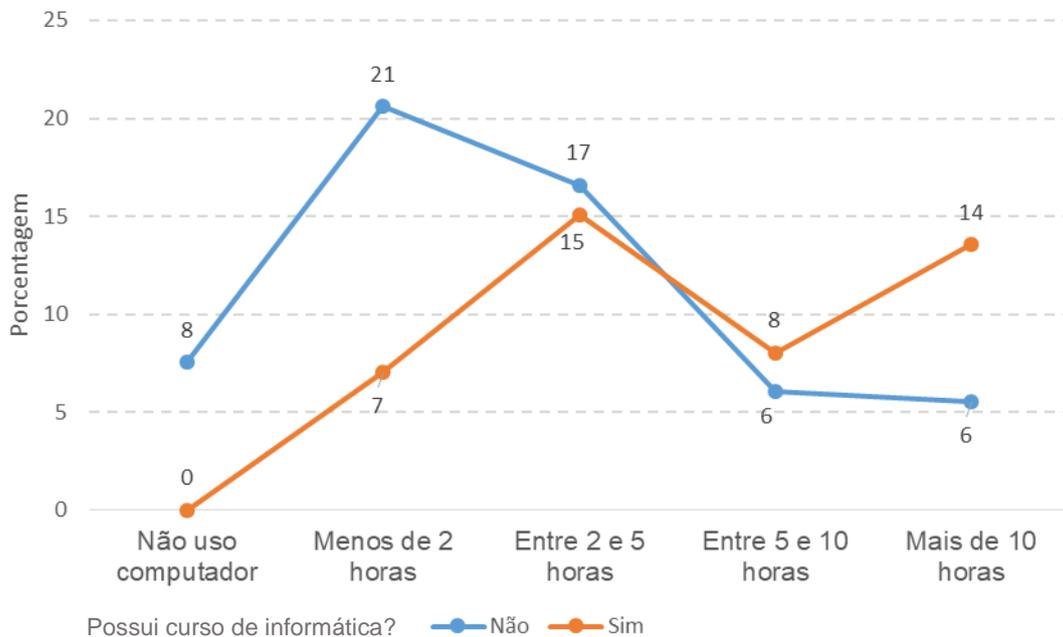


Gráfico 11 - Uso do computador versus curso de informática
Fonte: Autoria própria.

4.1.10 Curso de Informática versus Uso do Smartphone

O Gráfico 12, mostra que 27% das pessoas que já fizeram algum tipo de curso de informática utilizam seus smartphone mais de 10 horas por dia, enquanto 9% utilizam entre 4 e 10 horas, 8% de 1 a 4 horas. Enquanto 20% das pessoas que não tem curso de informática utilizam o smartphone mais de 10 horas 16% de 4 a 10 horas, 14% de 1 a 4 horas e apenas 5% menos de 1 hora. Portanto, verifica-se que independente das pessoas terem ou não algum curso de informática, quanto a utilização do smartphone, os usuários acabam utilizando-o por um longo período durante o dia.

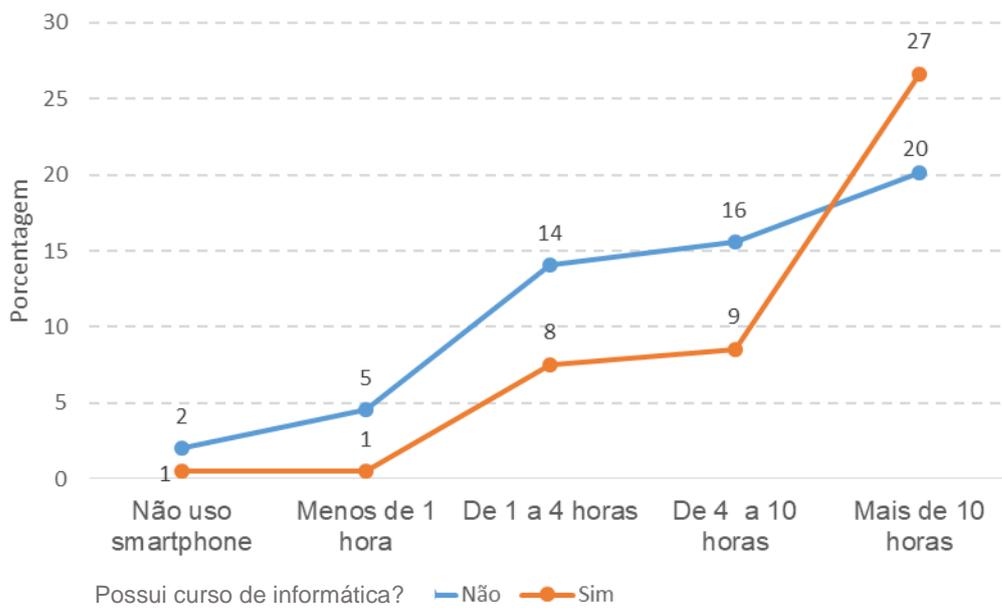


Gráfico 12 - Uso do smartphone versus curso de informática
Fonte: Autoria própria.

4.1.11 Formação *versus* Uso de Tecnologias

A formação ou conhecimento de cada participante da pesquisa condiz muito com os resultados da análise de usabilidade do *software*. O Gráfico 13, mostra que quanto menor o nível de estudo do participante menos ele utiliza o computador. Nota-se que, quem utiliza o computador por 10 horas ou mais durante o dia, ou tem o ensino médio completo com 9%, graduação completa com 6%, ou pós-graduação com 3%, enquanto quem não usa o computador durante o dia, são pessoas com ensino fundamental 6%, ensino médio 2% ou nunca estudou.

O maior índice de uso de computador são pessoas com ensino médio completo que utilizam entre 2 e 5 horas por dia, sendo esses uma proporção de 16%, também vale ressaltar que entre este mesmo período de horas diárias temos os usuários com ensino superior, onde 11% utilizam computador diariamente. Já entre 5 e 10 horas por dia, pessoas com graduação se sobressaem contra pessoas com ensino médio, onde pessoas com graduação equivalem a 9%, contra 5% respectivamente. Com o tempo diário em menos de 2 horas, 14 % têm ensino médio, 8% ensino fundamental e 4% com graduação.

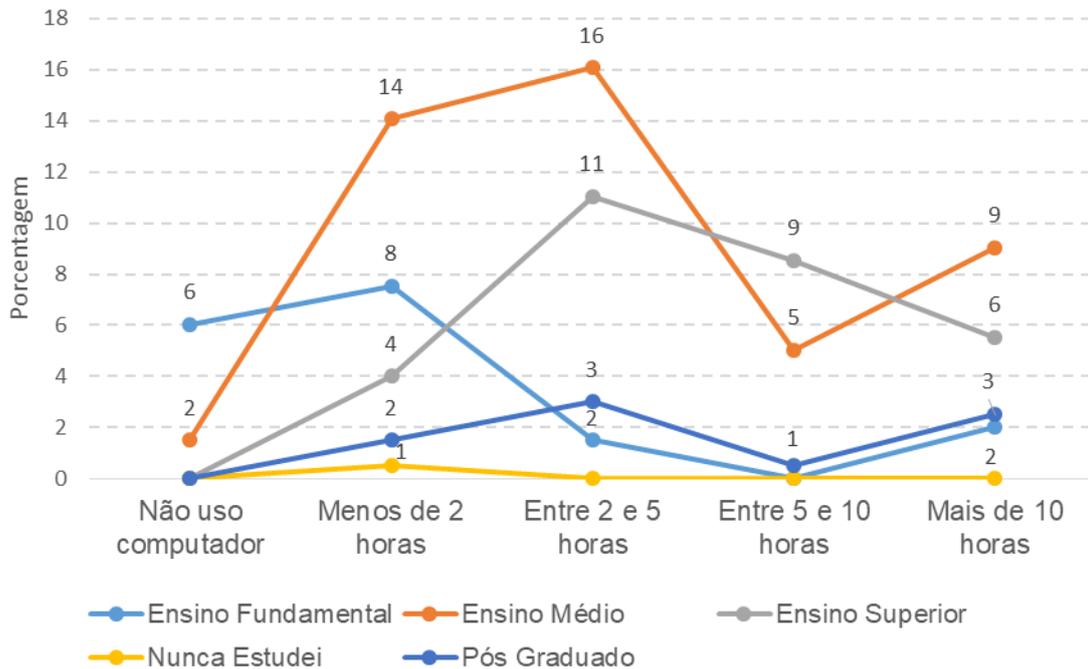


Gráfico 13 - Formação versus uso de computador
Fonte: Autoria própria.

Quando se trata de formação *versus* uso de smartphone, o ensino médio tem 24% de utilização em mais de 10 horas por dia, enquanto pessoas com graduação têm 18% neste mesmo período. De 4 a 10 horas por dia, pessoas com ensino médio têm 9%, pessoas com graduação têm 7%, com pós-graduação 5%, ensino fundamental 4%, enquanto 1% nunca estudou. De 1 a 4 horas diárias, têm 12% com ensino médio, 6% com ensino fundamental e 5% com graduação. Já menos de 1 hora por dia destaca 3% com ensino fundamental, 2% com ensino médio e 1% tem pós-graduação, conforme é apresentado no Gráfico 14.

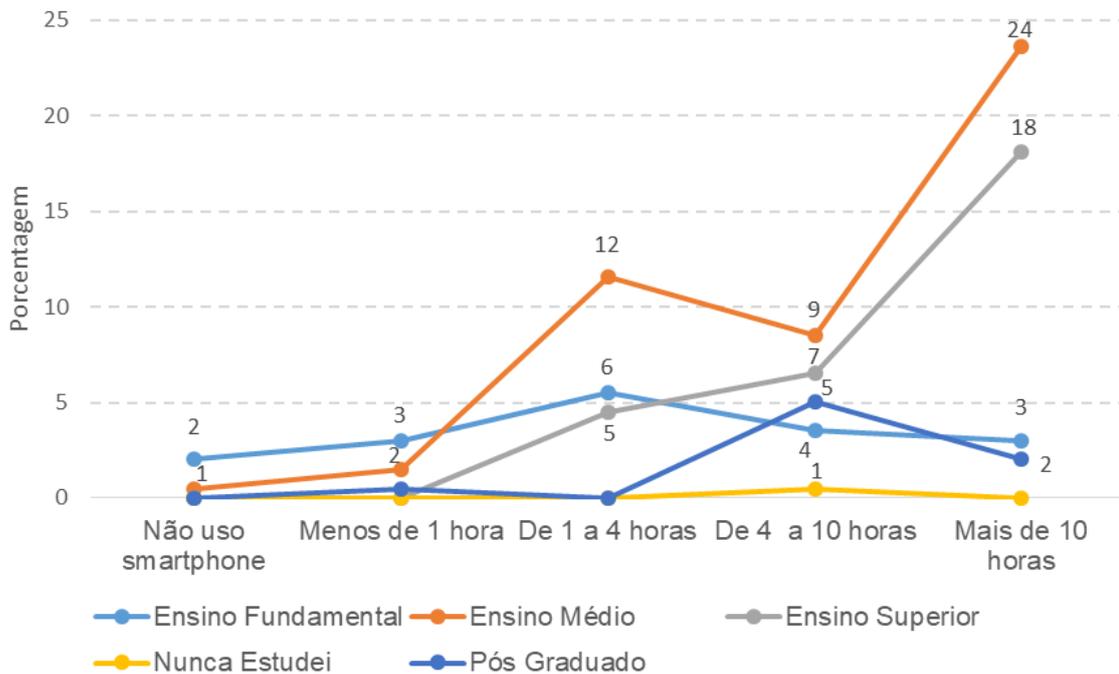


Gráfico 14 - Formação versus uso de smartphone
 Fonte: Autoria própria.

4.2 AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

A usabilidade quando separada por suas categorias de classificações (1) facilidade de aprendizado; (2) fácil de memorizar; (3) maximizar a produtividade; (4) minimizar a taxa de erros; (5) maximizar a satisfação do usuário, traz um melhor entendimento de como foi avaliado o *software* em questão. A relevância da informação está diretamente ligada a profissão do entrevistado, já que quanto mais próximo o entrevistado for do agronegócio, mais importante é o *software* para ele.

Neste item foi feito um cruzamento de dados mostrando em cada nível de classificação, como cada profissão avaliou o *software* em uma escala de 0 a 100%, nos 31 itens aplicados no questionário para seus respondentes, conforme apresentado no gráfico 15.

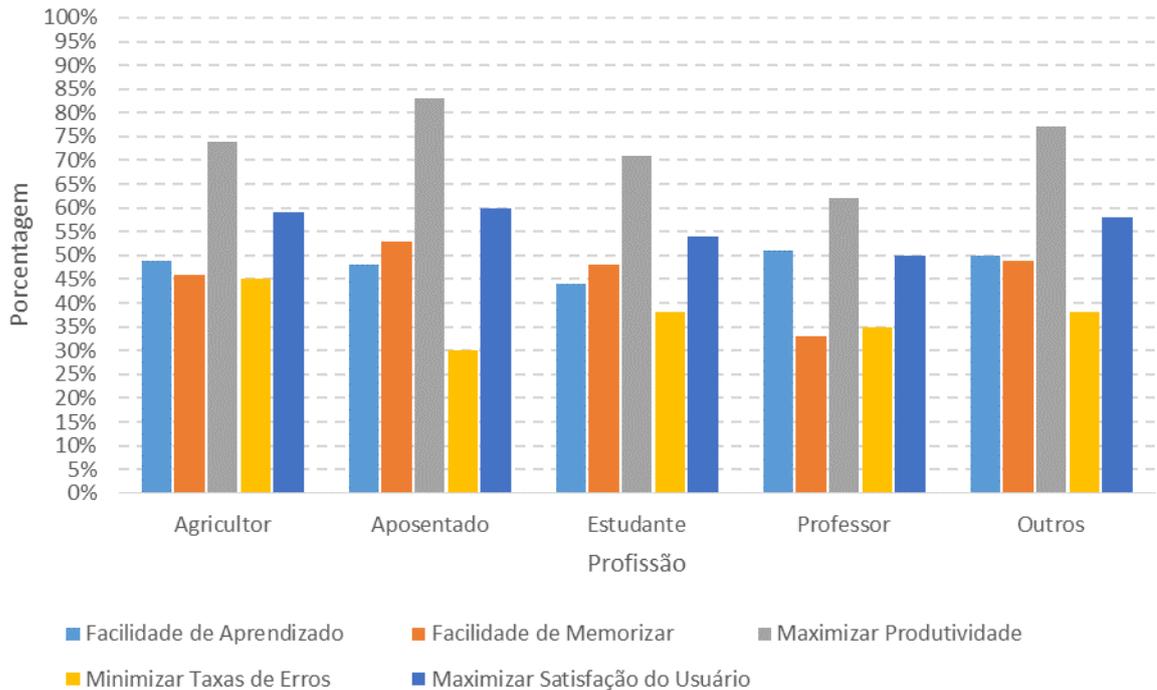


Gráfico 15 - Classificação dos itens por categoria com 31 itens
Fonte: Autoria própria.

Observa-se que os itens com maior destaque foram os relacionados a “maximizar produtividade”, sendo que a maior porcentagem é dos aposentados onde mais de 83% dos que participaram da pesquisa consideram que o *software* tem uma boa produtividade, enquanto que dos agricultores entrevistados foram 74%, 71% estudantes, 62% professores e 77% outros. Na categoria “facilidade de aprendizado”, os que tiveram uma maior facilidade foram os professores, onde 51% avaliaram o *software* como fácil de aprender, enquanto agricultores foram 49%, aposentados 48%, estudantes 44% e outros 50%. Para o nível “facilidade de memorizar”, os que tiveram mais facilidade novamente foram os aposentados, que avaliaram a categoria com 53%, enquanto agricultores avaliaram com 46%, estudantes 48%, professores 33% e outras profissões 49%. Para o nível “minimizar taxas de erros” a maior avaliação foi dos agricultores com 45%, aposentados foram 30%, estudantes 38%, professores 35% e outras profissões 38%. Por fim, no nível “maximizar a produtividade dos usuários”, agricultores e aposentados avaliaram com 60%, estudantes 54%, professores 50% e outras profissões 58%.

4.3 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

Para análise dos dados, foi realizada uma análise fatorial com informação completa para verificar a dimensionalidade do instrumento, ou seja, identificar o número de fatores envolvidos na construção. Esta análise foi escolhida porque é mais adequada para tratar um conjunto de itens com categorias de resposta ordinal (JORESKOG & MOUSTAKI, 2006). Nesta análise, observou-se que o primeiro fator apresentou 33% da variância acumulada. A Tabela 2 mostra a análise dos fatores.

Tabela 2 – Extração do Autovalores explicando os cinco primeiros fatores

| | Fator 1 | Fator 2 | Fator 3 | Fator 4 | Fator 5 |
|----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Autovalor | 3.22 | 1.71 | 1.30 | 1.17 | 1.14 |
| Proporção da variância | 0.33 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| Proporção da variância acumulada | 0.33 | 0.43 | 0.48 | 0.52 | 0.57 |

Fonte: Autoria própria.

O tratamento dos dados foi feito utilizando-se o *software* o MULTILOG® onde foram estimados os parâmetros de discriminação “*a*” e os parâmetros das categorias dos itens “*b_{i,k}*”. Na análise prévia fez-se o agrupamento de categorias de resposta, a fim de evitar seu sombreamento. Para preservar os itens, optou-se por agrupar as categorias em:

- 1 - **Discordo**: “Discordo Totalmente” + “Discordo Parcialmente”;
- 2 - **Nem Discordo Nem Concordo**: “Nem Concordo Nem Discordo”;
- 3 - **Concordo**: “Concordo Parcialmente” + “Concordo Fortemente”.

Além disso, oito itens tiveram suas categorias de respostas invertidas para se ajustarem ao modelo acumulativo utilizado da TRI para a estimação dos parâmetros dos itens.

4.3.1 Estimação dos parâmetros dos Itens (Calibração)

No processo de calibração constatou-se que alguns itens obtiveram valores de α (parâmetro de discriminação), fora da normalidade, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Estimação dos parâmetros dos Itens e seus respectivos erros padrões na escala (0,1)

| No. | Descrição dos Itens | Parâmetros de Discriminação | | | | | |
|-----|---|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | <i>a</i> | <i>EP</i> | <i>b1</i> | <i>EP</i> | <i>b2</i> | <i>EP</i> |
| 1 | O aplicativo tem informações simples de ser verificadas | 2,79 | 0,59 | -1,57 | 0,20 | -0,95 | 0,13 |
| 2 | As informações do aplicativo estão bem organizadas | 3,26 | 0,82 | -1,62 | 0,18 | -0,97 | 0,12 |
| 3 | Existe uma sequência bem definida das telas | 2,07 | 0,43 | -1,63 | 0,26 | -0,95 | 0,15 |
| 4 | Existe uma padronização das informações | 1,98 | 0,46 | -2,02 | 0,33 | -2,82 | 0,15 |
| 5 | As mensagens mostradas em tela são fáceis de entender | 2,19 | 0,46 | -1,60 | 0,24 | -1,00 | 0,15 |
| 6 | A instalação do aplicativo foi feito de forma fácil | 1,52 | 0,27 | -1,26 | 0,25 | -0,26 | 0,15 |
| 7 | Trabalhar com este aplicativo é mentalmente estimulante | 1,22 | 0,28 | -1,84 | 0,37 | -0,10 | 0,17 |
| 8 | As mensagens de erro estão bem claras | 1,56 | 0,32 | -1,56 | 0,28 | -0,62 | 0,16 |
| 9 | É fácil realizar as tarefas | 3,55 | 0,69 | -1,37 | 0,14 | -0,76 | 0,09 |
| 10 | É fácil lembrar os comandos | 1,82 | 0,35 | -1,55 | 0,25 | -0,60 | 0,14 |
| 11 | O aplicativo é rápido | 3,57 | 0,70 | -1,27 | 0,14 | -0,71 | 0,08 |
| 12 | O aplicativo é confiável | 1,79 | 0,37 | -1,72 | 0,27 | -0,36 | 0,13 |
| 13 | Em caso de duvidas eu tive ajuda | 1,62 | 0,33 | -1,56 | 0,27 | -0,57 | 0,15 |
| 14 | O aplicativo é projetado para todos os níveis de usuários | 1,03 | 0,29 | -1,69 | 0,44 | -0,57 | 0,24 |
| 15 | Eu me senti muito confiante usando o aplicativo | 2,41 | 0,47 | -1,57 | 0,22 | -0,58 | 0,11 |
| 16 | Este aplicativo é muito útil | 1,61 | 0,46 | -2,47 | 0,52 | -1,11 | 0,21 |
| 17 | Eu recomendaria este aplicativo | 2,25 | 0,44 | -1,82 | 0,27 | -0,99 | 0,14 |
| 18 | Eu gostaria de usar este aplicativo no dia a dia | 1,47 | 0,32 | -1,84 | 0,34 | -0,81 | 0,18 |
| 19 | Nunca há informações suficiente na tela quando é necessário | 0,56 | 0,18 | -1,63 | 0,67 | 1,23 | 0,55 |

| No. | Descrição dos Itens | Parâmetros de Discriminação | | | | | |
|-----|--|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | <i>a</i> | <i>EP</i> | <i>b1</i> | <i>EP</i> | <i>b2</i> | <i>EP</i> |
| 20 | Se este aplicativo parar não é fácil reiniciá-lo | 0,92 | 0,19 | -0,84 | 0,29 | 0,87 | 0,30 |
| 21 | Este aplicativo em algum momento parou inesperadamente | 1,15 | 0,26 | -0,98 | 0,26 | -0,15 | 0,20 |
| 22 | Levei muito tempo para aprender as funções do aplicativo | 1,71 | 0,31 | -0,63 | 0,13 | 0,29 | 0,16 |
| 23 | Este aplicativo torna-se estranho quando eu quero fazer algo que não é padrão | 0,60 | 0,19 | -1,42 | 0,56 | 1,40 | 0,58 |
| 24 | É óbvio que as necessidades dos usuários foram plenamente levadas em consideração | 0,90 | 0,20 | -2,42 | 0,62 | -0,84 | 0,29 |
| 25 | Houve momentos em que me senti bastante tenso ao usar este aplicativo | 1,29 | 0,27 | -1,09 | 0,22 | 0,09 | 0,19 |
| 26 | Eu nunca vou aprender a usar tudo o que é oferecido neste aplicativo | 1,28 | 0,31 | -1,39 | 0,29 | -0,41 | 0,19 |
| 27 | A quantidade ou a qualidade da informação varia entre o sistema | 0,66 | 0,21 | -1,69 | 0,56 | 2,28 | 0,74 |
| 28 | É fácil esquecer de como fazer as coisas com este aplicativo | 1,17 | 0,29 | -1,34 | 0,31 | -0,43 | 0,19 |
| 29 | Este aplicativo ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido | 1,43 | 0,29 | -1,39 | 0,27 | -0,14 | 0,17 |
| 30 | Há muito o que ler antes que eu possa usar o aplicativo | 0,95 | 0,23 | -1,31 | 0,33 | 0,20 | 0,23 |
| 31 | Ao usar este aplicativo, sinto-me no comando | 1,28 | 0,28 | -1,84 | 0,38 | -0,55 | 0,19 |

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que na estimação dos 31 itens (em destaque na tabela) os itens 02, 09, 11, 19, 23, e 27, apresentam discordância, ou seja, problemas na magnitude das estimações, sendo que os itens 02, 09 e 11 têm seus valores superior a 3,00, enquanto os demais têm seus parâmetros de discriminação inferior a 0,70, o que indica baixa informação do item no construto, isto é, não discriminam muito bem os respondentes que tem alta percepção dos que tem baixa percepção de usabilidade. Com exceção desses 6 itens, os demais itens apresentaram um comportamento estatístico melhor com discriminação superior a 0,70 e inferior a 3,00, além do erro padrão que tanto no parâmetro de discriminação quanto do parâmetro de dificuldade (*b1* e *b2*), manteve-se dentro de um padrão aceitável.

4.3.2 Recalibração dos Itens

Após a retirada dos itens 02, 09, 11, 19, 23 e 27, realizou-se uma nova calibração com os 25 itens restantes (Tabela 4).

Tabela 4 - Estimação dos parâmetros dos 25 itens restantes

| No. | Descrição dos Itens Validados | Parâmetros de Discriminação | | | | | |
|-----|---|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | <i>a</i> | <i>EP</i> | <i>b1</i> | <i>EP</i> | <i>b2</i> | <i>EP</i> |
| 1 | O aplicativo tem informações simples de ser verificadas | 2,39 | 0,51 | -1,75 | 0,24 | -1,05 | 0,16 |
| 3 | Existe uma sequência bem definida das telas | 1,86 | 0,40 | -1,80 | 0,29 | -1,04 | 0,17 |
| 4 | Existe uma padronização das informações | 1,98 | 0,43 | -2,10 | 0,32 | -0,86 | 0,16 |
| 5 | As mensagens mostradas em tela são fáceis de entender | 1,76 | 0,41 | -1,86 | 0,31 | -1,14 | 0,19 |
| 6 | A instalação do aplicativo foi feita de forma fácil | 1,40 | 0,26 | -1,36 | 0,28 | -0,29 | 0,16 |
| 7 | Trabalhar com este aplicativo é mentalmente estimulante | 1,22 | 0,27 | -1,91 | 0,36 | -0,12 | 0,17 |
| 8 | As mensagens de erro estão bem claras | 1,49 | 0,31 | -1,64 | 0,30 | -0,66 | 0,17 |
| 10 | É fácil lembrar os comandos | 1,83 | 0,34 | -1,61 | 0,24 | -0,62 | 0,15 |
| 12 | O aplicativo é confiável | 1,58 | 0,35 | -1,90 | 0,31 | -0,39 | 0,14 |
| 13 | Em caso de dúvidas eu tive ajuda | 1,52 | 0,31 | -1,66 | 0,29 | -0,61 | 0,16 |
| 14 | O aplicativo é projetado para todos os níveis de usuários | 1,00 | 0,27 | -1,77 | 0,44 | -0,60 | 0,24 |
| 15 | Eu me senti muito confiante usando o aplicativo | 2,34 | 0,46 | -1,67 | 0,23 | -0,61 | 0,11 |
| 16 | Este aplicativo é muito útil | 1,62 | 0,41 | -2,53 | 0,49 | -1,14 | 0,19 |
| 17 | Eu recomendaria este aplicativo | 2,11 | 0,42 | -1,96 | 0,30 | -1,06 | 0,15 |
| 18 | Eu gostaria de usar este aplicativo no dia a dia | 1,54 | 0,32 | -1,85 | 0,32 | -0,82 | 0,17 |
| 20 | Se este aplicativo parar não é fácil reiniciá-lo | 0,81 | 0,20 | -0,96 | 0,34 | 0,96 | 0,35 |
| 21 | Este aplicativo em algum momento parou inesperadamente | 1,03 | 0,24 | -1,08 | 0,29 | -0,18 | 0,22 |
| 22 | Levei muito tempo para aprender as funções do aplicativo | 1,60 | 0,29 | -0,67 | 0,15 | 0,30 | 0,17 |

| No. | Descrição dos Itens Validados | Parâmetros de Discriminação | | | | | |
|-----|--|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | <i>a</i> | <i>EP</i> | <i>b1</i> | <i>EP</i> | <i>b2</i> | <i>EP</i> |
| 24 | É óbvio que as necessidades dos usuários foram plenamente levadas em consideração | 0,81 | 0,22 | -2,67 | 0,73 | -0,93 | 0,33 |
| 25 | Houve momentos em que me senti bastante tenso ao usar este aplicativo | 1,21 | 0,25 | -1,17 | 0,24 | 0,09 | 0,20 |
| 26 | Eu nunca vou aprender a usar tudo o que é oferecido neste aplicativo | 1,18 | 0,29 | -1,51 | 0,33 | -0,45 | 0,20 |
| 28 | É fácil esquecer de como fazer as coisas com este aplicativo | 1,08 | 0,27 | -1,44 | 0,34 | -0,47 | 0,21 |
| 29 | Este aplicativo ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido | 1,30 | 0,27 | -1,51 | 0,30 | -1,16 | 0,19 |
| 30 | Há muito o que ler antes que eu possa usar o aplicativo | 0,83 | 0,21 | -1,49 | 0,40 | 0,21 | 0,27 |
| 31 | Ao usar este aplicativo, sinto-me no comando | 1,16 | 0,27 | -2,00 | 0,42 | -0,61 | 0,21 |

Fonte: Autoria própria.

Embora os valores dos itens, tenham ficado semelhantes, após a retirada dos itens que não obtiveram uma boa discriminação, houve uma redução no erro padrão dos itens de “ α ”, onde apenas o item 18 manteve o mesmo erro padrão, os demais todos ficaram menores, enquanto os erros padrões de “ $b1$ e $b2$ ” variaram de 0,73 para menos.

Também após a recalibração dos itens, pode-se perceber uma alteração na usabilidade, quando comparada por profissão, conforme é apresentado no Gráfico 16.

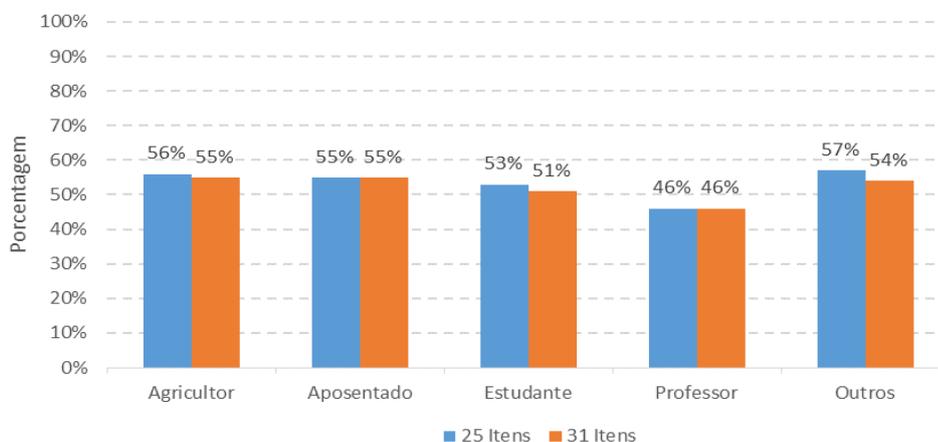


Gráfico 16 - Comparação da usabilidade pela profissão, comparando 25 e 31 itens
Fonte: Autoria própria.

Observa-se no Gráfico 16 que após a calibração final e retirada dos itens, as profissões de agricultor, estudante e outros, teve uma pequena melhora em seus fatores de usabilidade.

4.3.3 Estimativas dos Parâmetros

Após serem removidos os itens com discriminação que não atendessem os critérios mínimos para a validação do constructo, restaram os itens retidos na calibração final com seus respectivos erros padrões, conforme apresentado na Tabela 4. O primeiro $b_{i,k}$, no caso o $b_{i,1}$, indica o ponto de inflexão da curva da primeira categoria (Discordo). O último $b_{i,k}$, no caso o $b_{i,2}$, indica o ponto de inflexão da curva da última categoria (Concordo).

Observa-se na Tabela 4 que os parâmetros de discriminação " α " variaram de 0,81 a 2,39. Os itens 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 22, 25 e 29 tiveram os valores dos parâmetros de discriminação maiores que 1.2, denotando que são indicadores que discriminam bem os respondentes.

Em relação ao parâmetro de dificuldade " b ", notou-se que a maioria dos itens podem ser considerados "fáceis", por ter seus valores negativos, porém menores que -3. Destaca-se que essa resposta não exige um nível de percepção de usabilidade muito alto do respondente.

A Figura 12 apresenta o item 10 da tabela 4: "É fácil lembrar os comandos", com parâmetros estimados pelo MRG, denominado Curva Característica do Item (CCI), com três categorias de resposta (1 = Discordo fortemente, 2 = Nem discordo nem concordo e 3 = Concordo fortemente), cujos parâmetros são estimados são: $\alpha = 1,83$; $b_1 = -1,61$ e $b_2 = -0,62$. Esta figura fornece a seguinte interpretação: usuários que avaliam a usabilidade do software de -3,0 a aproximadamente -1,4, têm maior probabilidade de responder a categoria mais baixa do item (discordo totalmente), respondentes que estão situados entre aproximadamente -1,4 e -0,8 têm maior probabilidade de responder a segunda categoria (nem concordo e nem discordo), respondentes que possuem nível superior a aproximadamente -0,8, têm maior probabilidade de responder a categoria 3

(concordo totalmente). A mesma interpretação foi conduzida para os demais itens deste estudo (Apêndice C).

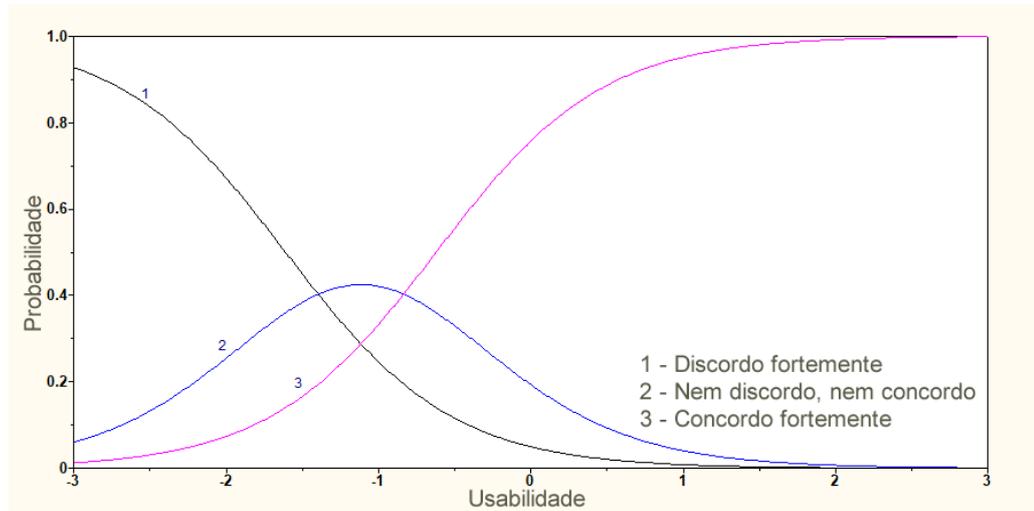


Figura 12 - Curva característica das categorias de resposta do item 10 (É fácil lembrar os comandos)
Fonte: Autoria própria.

A Figura 13 apresenta a curva de informação do instrumento de medida que é a soma das curvas de informação de todos os itens. Nota-se que o instrumento obteve maior informação nos níveis de usabilidade variando de aproximadamente -3.0 a aproximadamente 0.8 . Isso significa que esse instrumento de medida é adequado para medir a usabilidade de indivíduos de nível baixo (-3.0) até nível de (0.8).

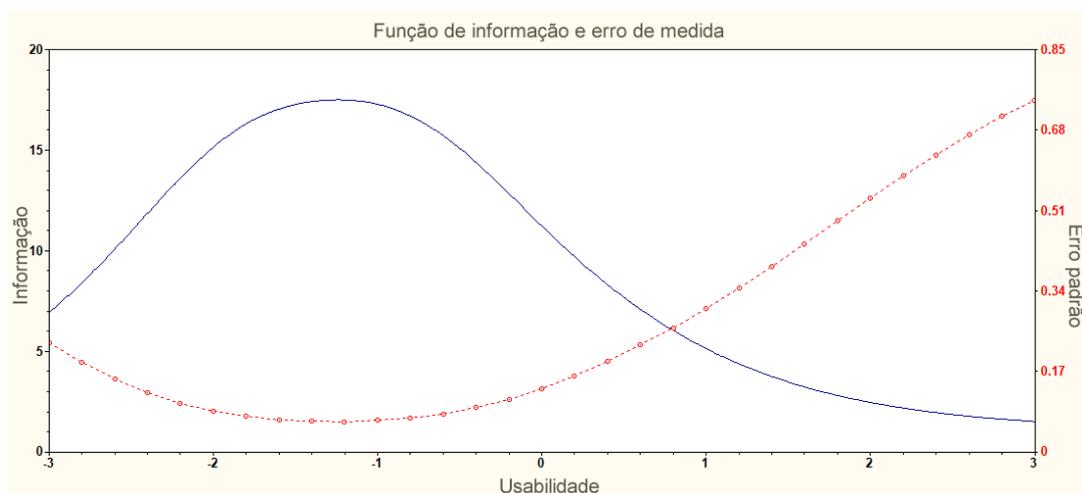


Figura 13 - Curva de informação do instrumento de usabilidade
Fonte: Autoria própria.

4.3.4 Criação da Escala de Percepção da Usabilidade

Os parâmetros dos itens e os níveis de usabilidade foram obtidos pelo na métrica (0,1), ou seja, média 0 (zero) e desvio padrão 1 (um). Entretanto, antes da construção da escala foi realizada uma transformação linear de todos os parâmetros dos itens para facilitar a interpretação da escala, utilizando as equações (10, 11, 12 e 13). Deste modo, a escala foi construída com a métrica (100, 10), isto é, com média 100 e desvio padrão 10, contudo respeitando as relações de ordem existente entre seus pontos. Logo, a transformação linear foi realizada com auxílio das seguintes equações:

$$\theta^* = 10 \times \theta + 100 \quad (10)$$

$$b^* = 10 \times b + 100 \quad (11)$$

$$a^* = a/10 \quad (12)$$

$$P(U_i = 1/\theta) = P(U_i = 1/\theta^*) \quad (13)$$

Onde:

θ - é o escore do respondente na escala (0,1);

θ^* - é o escore do respondente na escala (100,10);

b - é o parâmetro de dificuldade resultante da escala (0,1);

b^* - é o parâmetro de dificuldade resultante da escala (100,10);

a - é o parâmetro de discriminação resultante da escala (0,1);

a^* - é o parâmetro de discriminação resultante da escala (100,10);

(P) - é a probabilidade acumulada;

100 - é a média na escala transformada;

10 - é o desvio padrão na escala transformada.

Após a calibração dos itens, estabeleceu-se a definição dos níveis âncoras e itens âncora baseadas nos critérios de Beaton e Allen (1992) citados na seção 2.6 (Figura 14).

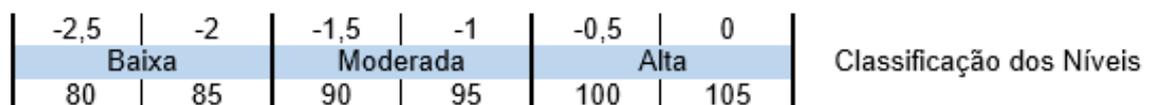


Figura 14 - Escala de medida de usabilidade
Fonte: Autoria própria.

Abaixo a Tabela 5 apresenta as categorias âncoras de cada nível da escala de usabilidade, sendo nela posicionados os itens da tabela 4. Segundo o procedimento adotado por (MAFRA, 2010) não é possível caracterizar a categoria inferior “Discordo” como categoria âncora. No entanto, pode-se afirmar que àqueles que estão posicionados abaixo do nível âncora mais baixo (80), discordam totalmente com todos os itens, caracterizando por não terem uma percepção quanto a usabilidade.

Tabela 5 - Categorias âncoras

| Categoria âncora / Nível âncora | ← Reduzida | | Medida de Usabilidade | | | | → Elevada |
|---------------------------------------|------------|--|-------------------------|----------------------------|---------------------------|----------|-----------|
| | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | |
| Nem concordo nem discordo | 04 | 01, 03, 05, 07, 08, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 31 | 06, 25i, 26i, 28i, 29i | 22i | | | |
| Concordo | | | 01, 03, 05, 16, 17, 29i | 04, 08, 10, 13, 15, 18, 31 | 06, 07, 12, 21i, 26i, 28i | 22i, 25i | |

* Itens que contém a letra “i”, são itens que tiveram suas categorias de respostas invertidas.

Fonte: Autoria própria.

A interpretação de um indivíduo posicionado na escala por meio do valor estimado do seu traço latente é feita em relação ao nível em que ele se encontra. Na Tabela 6 são apresentados os níveis âncora, com suas respectivas categorias, usabilidade baixa, usabilidade média e usabilidade alta, fundamentando-se no conteúdo dos itens. Os níveis da escala de satisfação podem ser assim definidos e descritos detalhadamente.

Tabela 6 - Detalhamento dos níveis da escala

| Nível | Descrição do nível âncora |
|-------------------|--|
| Usabilidade baixa | Este nível é caracterizado por identificar respondentes que nem concordam e nem discordam com os seguintes itens: que o aplicativo tem informações simples de ser verificadas; que existe uma sequência bem definida das telas; que existe uma padronização das informações; que as mensagens mostradas em tela são fáceis de entender; que trabalhar com o aplicativo é mentalmente estimulante; que as mensagens de erro estão bem claras; que é fácil lembrar os comandos; que o aplicativo é confiável; que em caso de dúvidas teve ajuda; que o aplicativo é projetado para todos os níveis de usuários; que se sente muito |

| Nível | Descrição do nível âncora |
|-------------------|--|
| Usabilidade média | <p>confiante usando o aplicativo; que recomendaria o aplicativo; que gostaria de usar o aplicativo no dia a dia; que se sente no comando ao usar o aplicativo. Os respondentes que se encontrarem nestes níveis têm uma percepção baixa quanto a usabilidade, os quais precisam de maiores informações sobre o tema, para que possam entender melhor sobre o uso do <i>software</i>.</p> <p>Este nível é caracterizado por identificar respondentes que nem concordam e nem discordam com os itens: que a instalação do aplicativo foi feito de forma fácil; que levou muito tempo para aprender as funções do aplicativo; que houve momentos em que se sentiu bastante tenso ao usar o aplicativo; que nunca vai aprender a usar tudo o que é oferecido no aplicativo; que é fácil esquecer de como fazer as coisas no aplicativo; que o aplicativo ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido. Ainda estes mesmos respondentes concordam com os itens: que o aplicativo tem informações simples de ser verificadas; que existe uma sequência bem definida das telas; que existe uma padronização das informações; que as mensagens mostradas em tela são fáceis de entender; que as mensagens de erro estão bem claras; que é fácil lembrar os comandos; que em caso de dúvidas teve ajuda; que se sentiu muito confiante usando o aplicativo; que o aplicativo é muito útil; que recomendaria o aplicativo; que gostaria de usar o aplicativo no dia a dia; que ao usar este aplicativo, sente-se no comando. Também, os respondentes que se encontram nesse nível, não concordam com o item: este aplicativo ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido. Indicando que os respondentes apresentam uma moderada consciência sobre usabilidade do <i>software</i>.</p> |
| Usabilidade alta | <p>Pessoas que estão nestes níveis já passam a concordar com os itens: que a instalação do aplicativo foi feito de forma fácil; que trabalhar com o aplicativo é mentalmente estimulante; que o aplicativo é confiável. Além de discordar dos itens: que este aplicativo em algum momento parou inesperadamente; que levou muito tempo para aprender as funções do aplicativo; que houve momentos em que se sentiu bastante tenso ao usar este aplicativo; que nunca vou aprender a usar tudo o que é oferecido neste</p> |

| Nível | Descrição do nível âncora |
|-------|--|
| | aplicativo; que é fácil esquecer de como fazer as coisas com este. Os indivíduos posicionados neste nível revelam uma maior percepção quanto às dimensões do conhecimento da usabilidade, revelando um conhecimento e facilidade de aprendizado ao trabalhar com o <i>software</i> . |

Fonte: Autoria própria.

O Gráfico 17 apresenta o histograma do traço latente, ou seja, a percepção dos respondentes quanto a usabilidade, onde 1% localizado nos níveis inferiores a 80 avaliam o *software* como zero de usabilidade, para 11% dos respondentes que se encontram entre os níveis 80 e 90, o *software* possui baixa usabilidade, para 41,2% dos respondentes que se encontram entre os níveis 90 e 100, o *software* possui uma média usabilidade, enquanto 46,8% dos respondentes que se encontram nos níveis superiores a 100, avaliam o *software* com tendo uma alta usabilidade. Os valores do traço latente foram obtidos na métrica (0, 1), entretanto esses valores foram transformados utilizando a equação 10.

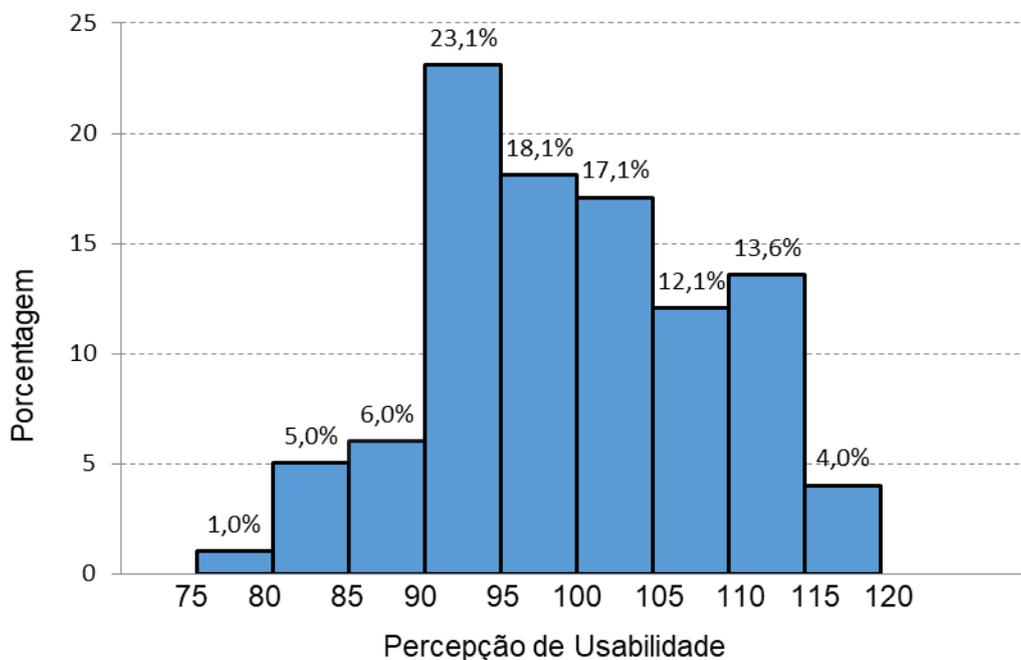


Gráfico 17 - Histograma dos Escores dos respondentes na escala (100, 10)

Fonte: Autoria própria.

Pelo instrumento de medida desenvolvido neste trabalho, verifica-se que

os respondentes da pesquisa, possuem um nível de percepção baixo quanto a usabilidade.

Em geral, na TRI a escala deve ser construída para posicionar os parâmetros dos itens e pode ser utilizada ao longo do tempo a menos que ocorra uma mudança nas propriedades psicométricas de algum item, ou ele deixa de ter relevância, necessitando modificar o valor do seu parâmetro, ou eliminando-o.

5 SUGESTÕES DE MELHORIA

Este capítulo aborda os problemas encontrados e o que pode ser melhorado no *software* após a análise dos dados obtidos no capítulo 5, de forma a estar de conformidade a norma ISO 9126-1 (2011), que estão presentes no *software* em questão. A seguir serão apresentados os problemas mais relevantes e suas respectivas análises e sugestões de melhoria.

5.1 AVALIAÇÃO POR CATEGORIA

A nota geral do quesito usabilidade foi de **55.4** (cálculo da média das categorias, baseado nos 25 itens restantes), conforme distribuição em cada uma das categorias no qual está representado no Gráfico 18.

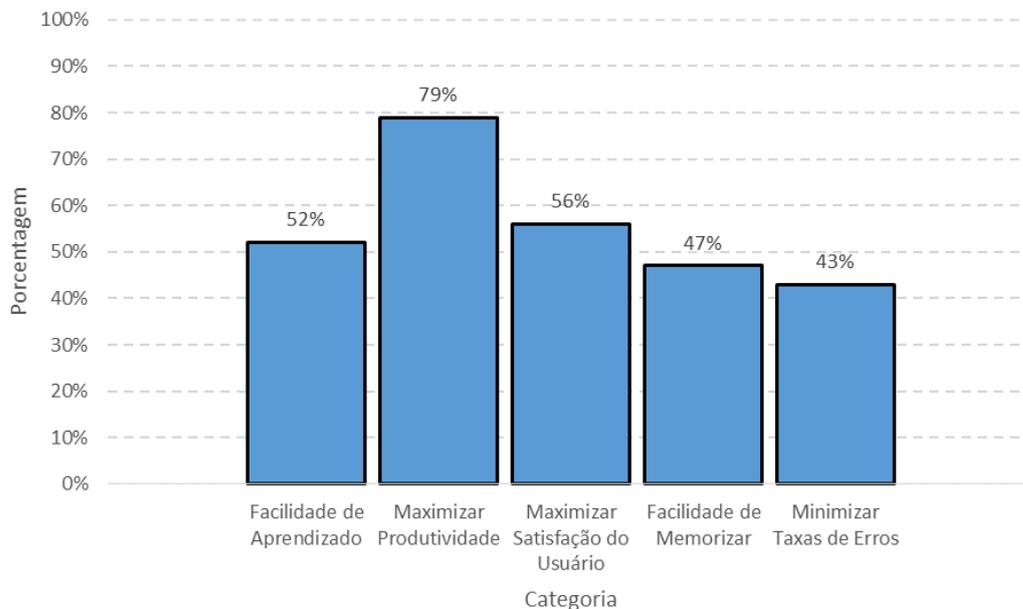


Gráfico 18 - Frequência geral por categoria
Fonte: Autoria própria.

Observa-se que para a categoria Facilidade de Aprendizado, dentre todos os 199 respondentes mais da metade, sendo 52% não se tiveram dificuldade em

aprender a utilizar o *software*. Enquanto que a categoria: Maximizar o Aprendizado obteve uma frequência de 79%, mostrando que a produtividade do *software* é muito boa, porém por mais que o *software* seja produtivo, apenas 56% ficaram satisfeitos, com o que o *software* apresenta, enquanto 47% consideram ter facilidade de memorizar os comandos e por fim apenas 43% na categoria minimizar a taxa de erros, mostrando que além de existir alguns erros quando os mesmos ocorrem, o usuário não teve facilidade no entendimento.

5.2 MELHORIAS PROPOSTAS

Por meio desta análise verificou a existência de vários aspectos que devem ser melhorados no *software*.

Uma das categorias de maior necessidade de correção, é a taxa de erros, que deve ser melhorado no quesito, redução de erros no *software*, assim como melhorar as informações para o usuário quando um erro acontece, para que eles possam interpretar e contornar está falha do *software*, de forma mais amena.

Na categoria Facilidade de Memorizar, propõe-se que seja utilizado uma sequência mais lógica dos comandos, mantendo o mesmo padrão em todas as telas, assim como ícones mais sugestivos, para que facilite o usuário leigo na interpretação de cada comando que o *software* oferece. Também seria de extrema importância um manual de utilização do *software*, mostrando passo a passo tudo o que é possível ser feito no *software*, e como é o procedimento de realizar cada etapa.

Na categoria Maximizar a Satisfação do Usuário, propõe-se que se faça com que o *software* fique mais interativo, exibindo alguns gráficos, para facilitar uma visualização mais fácil e apurada dos dados inseridos no sistema pelo usuário, isso faria com que o usuário se sentisse mais à vontade na utilização do *software*, pois conseguiria abstrair mais informações em menos tempo e de forma mais fácil.

Na categoria Facilidade de Aprendizado, propõe-se que se crie um material de apoio (guia de utilização do *software*) ao usuário, para que ele possa ter de forma fácil e rápida, uma maneira de tirar dúvidas sobre as funcionalidades existentes no *software*.

Quanto a Maximização da Produtividade, as avaliações foram relativamente boas, e não há necessidade de melhoria.

6 CONCLUSÃO

A sistemática proposta neste trabalho visou levantar questões práticas e teóricas sobre a Usabilidade do *software* AGData-Box, com a finalidade de construir uma escala de medida para avaliá-lo utilizando a Teoria da Resposta ao Item. Desta forma, o primeiro passo se deu pela definição de usabilidade com base em um levantamento sistemático da literatura. Tal levantamento mostrou muitos estudos isolados e dificilmente comparáveis em termos de instrumento de medida.

Com base na literatura, foi desenvolvido um conjunto de 31 itens para avaliar a usabilidade de um *software*. Estes itens foram aplicados diretamente em forma de questionário a um conjunto de 199 respondentes com o objetivo de fazer um levantamento de dados que retratasse a realidade do índice de usabilidade para a partir de então, analisar e conseqüentemente propor melhorias no *software* em questão.

Este estudo utilizou em paralelo, a análise estatística e análise empírica resultando em uma estrutura composta de cinco categorias, caracterizadas como: facilidade de aprendizado, facilidade de memorizar, maximizar a produtividade, maximizar a satisfação do usuário e minimizar a taxa de erros. Apesar de esta caracterização encontrar respaldo em literaturas, assumiu-se que o desenvolvimento de uma escala não deve finalizar com a definição das categorias e sim com o tratamento individual de cada categoria e de cada item com o objetivo de mensurar a característica fim, que no caso é a usabilidade de *software*.

Para isso, deu-se continuidade ao tratamento dos dados considerando o modelo de Resposta Gradual de Samejima da TRI. Na estimação dos parâmetros dos itens ocorreu uma diminuição de 31 itens, para 25 itens e a representação destes quanto a sua usabilidade, desenvolvendo uma escala para mensurar a usabilidade.

A escala foi criada, utilizando níveis âncora que vai de 80 a 105, sendo dividido de 5 em 5, com a seguinte definição. Abaixo de 80, zero usabilidade, 80 a 90, baixa usabilidade, 90 e 95, moderada usabilidade e acima de 100 alta usabilidade.

Todos os 25 itens mostraram-se associadas a conceitos facilidade de aprendizado, facilidade de memorizar, maximizar a produtividade, maximizar a

satisfação do usuário e minimizar a taxa de erros. Estas categorias encontradas no presente trabalho remetem as dimensões mais citadas na literatura e relacionadas diretamente com a definição de usabilidade de *software*. A qual define a usabilidade como um conjunto de características técnicas e não técnicas, que permitam ao usuário realizar seus objetivos em um *Software* de forma fácil, eficiente e agradável.

Por fim este trabalho contribui para o Programa de Mestrado em Tecnologias Computacionais da UTFPR ao formar uma base de conhecimento sobre os padrões de usabilidade do *software* AGData-Box, desenvolvido dentro da universidade para ser usado por produtores de forma gratuita, além de mostrar o quão importante é a usabilidade em todos os *softwares* desenvolvidos.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

A usabilidade é uma das preocupações na engenharia de *software*, visto que, se não for contemplada no desenvolvimento do *software*, pode acarretar prejuízos devido ao desuso do mesmo. A realização deste trabalho justifica a importância e estimula o desenvolvimento de mais pesquisas que serão detalhadas a seguir:

Dar continuidade com a pesquisa para obter mais dados (mais usuários), mais respostas que proporcione calibrar melhor os itens, definindo as posições com mais precisão na escala;

Expandir o conjunto de itens, construindo mais itens utilizando os indicadores sugeridos nas literaturas de usabilidade de *software*.

Com a inserção de novos itens a fim de cobrir todo o traço latente, dividir cada nível em subníveis identificando característica nestes subníveis de usabilidade, aperfeiçoando e melhorando a escala.

REFERÊNCIAS

AGNER, L. **Ergodesign e arquitetura de informação trabalhando com usuário.** Rio de Janeiro: Quartet. 2009.

ALEXANDRE, J. W., ANDRADE, D. F., VASCONCELOS, A. P., ARAUJO, A. M. **Uma Proposta de Análise de um Construto para Medição dos Fatores Críticos da Gestão pela Qualidade por intermédio da Teoria da Resposta ao Item.** G&P Gestão e Produção, 129-141. 2002.

ANDRADE, D. F., TAVARES, H. R., VALLE, R. d. **Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações.** São Paulo: SINAPE. 2000.

ANDRADE, G. M. **Manual para elaboração de monografias e dissertações.** São Paulo, Atlas, 2002.

ARAUJO, E. A., ANDRADE, D. F., & BORTOLOTTI, S. L. **Item Response Theory.** *Esc Enferm USP*, 1001-1008. 2009.

ARH, T., BLAZIC, B. J. **A Case Study of Usability Testing – the SUMI Evaluation Approach of the EducaNext Portal.** *WSEAS transactions on information science & applications*, pp. 175-181. 2008.

ASHER, H. B. **Causal Modeling.** Beverly Hills, CA: Sage, 1983.

ASSUNÇÃO, C. N. B. **Estimação dos parâmetros de modelos de Teoria de Resposta ao item e Aplicações.** Dissertação de Mestrado, UFMG, 1999.

BARBOSA, S. D., SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador.** Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.

BARTHOLOMEW, D. J. **The foundations of factor analysis,** *Biometrika*, 71, 221-232, 1984.

BEATON, A. E., ALLEN, N. L. **Interpreting scales through scale anchoring.** *Journal of Educational Statistics*, Washington, v. 17, p. 191-204, 1992.

BEHKAMAL, B., KAHANI, M., AKBARI, M. K. **Customizing ISO 9126 quality model for evaluation of B2B applications.** *Information and Software Technology*, pp. 599-609. 2008.

BEVAN, N. **Usability is Quality of Use.** Em N. Bevan, *Advances in Human Factors/Ergonomics* (pp. 349-354). Stuttgart: Elsevier. 1995.

BORTOLOTTI, S. L. **Resistência a mudança organizacional: Medida de Avaliação por meio da Teoria da Resposta ao Item.** Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 2010.

BOUCINHA, R. M., TAROUCO, L. M. **Avaliação de Ambiente Virtual de Aprendizagem com o uso do SUS - System Usability Scale.** *CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na Educação*, 5-6. 2013.

BROOKE, J. **SUS - A quick and dirty usability scale.** 1986. Disponível em: <<http://www.usabilitynet.org/trump/documents/Suschapt.doc>>. Acesso em 20 de setembro de 2016.

CAMPOS, F. M. **Qualidade de Software e Garantia da Qualidade de Software são as mesmas coisas?** Disponível em: <<http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/1712/qualidade-qualidade-de-Software-e-garantia-da-qualidade-de-Software-sao-as-mesmas-coisas.aspx>>. Acesso em: 17 de agosto de 2016.

CARVAJAL, L. (S.D.). **Usability-Oriented Software Development Process.** Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

CRONIN, J. J., TAYLOR, S. **Measuring Service Quality - A Reexamination And.** *Journal of Marketing*, pp. 55-68. 1992.

CRUZ, R. R. **Medida de experiência do usuário: Elaboração de questionário com foco para websites de notícias**. Brasília. 2015. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19374/1/2015_RenatoRojaCruz.pdf>.

Acesso em: 15 de março de 2017.

DING, D. X.-H., SHENG, O. R. **A scale for measuring online self-service quality**. Journal of Business Research, 508-515. 2011.

DROMEY, R. G. **A Model for Software Product Quality**. IEEE Transactions on Software Engineering, pp. 146-162. 1995.

DUARTE, D. **O que é FURPS**. 2012. Disponível em: <<http://www.purainfo.com.br/artigos/o-que-e-furps/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

EELES, P. **What, no supplementary specification**. 2004. Disponível em: IBM developer:<<http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/3975.html>>. Acesso em: 27 de setembro de 2016.

EMBRETSON, S., REISE, S. P. **Item Response Theory for Psychologists**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers, 2000.

FERREIRA, K. G. **Teste de Usabilidade**. Belo Horizonte. 2002.

FIGUEIREDO FILHO, D. B., SILVA JÚNIOR, J. A. D. **Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial**. Opinião Pública, v.16, n.1, p.160-185, 2010.

FILARDI, A. L., TRAINA, A. J. **Montando questionários para medir a satisfação do usuário: Avaliação de interface de um sistema que utiliza técnicas de recuperação de imagens por conteúdo**. IHC, 21-24. 2008.

FILHO, A. M. **Avaliação de Usabilidade: “Separando o joio do trigo”**. Revista Espaço Acadêmico, 10-13. 2010.

FRIEL, C. M . **Notes on Factor Analysis**. Criminal Justice Centre, Sam Houston State University. 2009.

GONÇALVES, M. K. **Usabilidade de Software: estudo de recomendações básicas para verificação do nível de conhecimento dos alunos dos cursos de Design Gráfico e sistema de informação da UNESP/Bauru**. Bauru. 2008.

GROSSI, L. M., PISA, I. T., MARIN, H. D. **Oncoaudit: desenvolvimento e avaliação de aplicativo para enfermeiros auditores**. *Acta Paulista de Enfermagem*, pp. 179-185. 2014.

GUSMÃO, C. **Modelos e Abordagens para Gerenciamento de Riscos de Projetos de Software**. *Engenharia de Software*. 2008.

HAIR, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L. **Análise multivariada dos dados (6a ed.)**. Porto Alegre: Bookman. 2009.

HAMBLETON, R. K., SWAMINATHAN, H., ROGERS, H. J. **Fundamentals of item response theory**. Newbury Park, CA: Sage, 1991.

ISO/IEC-25010. **ISO/IEC 25010:2011**. 2011. Disponível em: *Systems and Software engineering*: <http://iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=35733>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.

JANTSCH, A., BARBOSA, M. L., REATEGUI, E., ROESLER, V. **Proposta de uma Interface Simplificada para o TV-Care: homecare via TV Digital para a terceira idade**. *Cadernos de Informática - Volume 6 - Número 1* , pp. 16-22. 2011.

JEFF, S. **SUPR-Q: A Comprehensive Measure of the Quality of the Website User Experience**. *JUS - Journal of Usability Studies*, 68-86. 2015.

JASSE, E. P. et al. **Plataforma para gerenciamento de dados agrícolas**. XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Maceió. 2017.

JORESLOG, K.G., MOUSTAKI, I. **Factor Analysis of Ordinal Variables with Full Information Maximum Likelihood**. 2009. Disponível em: <www.ssicentral.com/lisrel/techdocs/orfiml.pdf>. Acesso em: 14 de março de 2018.

JUNIOR, E. D. **Uso de modelos de qualidade de Software em empresas de Curitiba**. Curitiba, Paraná, Brasil. 20 de Fevereiro de 2015.

JUNIOR, F. D., ZANELLA, A., LOPES, L. F. SEIDEL, E. J. **Avaliação da satisfação de alunos por meio do Modelo de Resposta Gradual da Teoria da Resposta ao Item. Avaliação de políticas públicas educacional**, pp. 129-158. 2015.

JUNIOR, P. R. **Elicitação de requisitos de Software através da utilização de questionários**. Rio de Janeiro Brasil. 2005.

KING, G. **How not to lie with statistics**. Disponível em: <<http://gking.harvard.edu/files/mist.pdf>>. Acesso em: 16 de março de 2016.

LEITE, J. C. **O Modelo Espiral**. 2007. Disponível em: Engenharia de Software: <<http://engenhariadeSoftware.blogspot.com.br/2007/03/o-modelo-espiral.html>>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.

LEMOS, M. D. **Plantas de emergência em edifícios públicos: um estudo sobre a percepção dos utilizadores**. Porto, Portugal. 2012.

LOSAVIO, F., CHIRINOS, L., MATTEO, A. **ISO quality standards for measuring architectures**. *Journal of Systems and Software*, 209-223. 2004.

MACLEOD, M. **Usability: Practical Methods for Testing and Improvement**. *National Physical Laboratory*. 1994.

MAFRA, P.M.R. **Proposta de uma sistemática para a modelagem de risco sob a perspectiva da teoria da criação do conhecimento**. 2010. Disponível em: <http://btd.egc.ufsc.br/wpcontent/uploads/2011/04/Priscilla_Martins_Ramos_Mafra.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2018.

MAÍRA. **Por que é importante entender correlação entre variáveis**. Disponível em: <<http://www.escolaedti.com.br/entender-correlacao-entre-variaveis>> Acesso em: 20 março de 2016.

MARÔCO, J. **Análise Estatística com a Utilização do SPSS**. 5. ed. Lisboa: Pero Pinheiro, 2011.

MATTEUCCI M., STRACQUALURSI L. **Student assessment via Graded Response Model**. Statistica, anno LXVI, n. 4, p. 435-447, 2006.

MEDEIROS, M. A., CYBIS, W. D. **Método de avaliação de usabilidade de Software a partir da satisfação de usuários e da aplicação de quesitos da norma ISO 9241**. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 06 de Junho de 1999.

MENDES, A. **Artigo Engenharia de Software 5 - Usabilidade de Software**. 2008 Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/artigo-engenharia-de-Software-5-usabilidade-de-Software/10246>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

MINGOTI, S. A. **Análise de Dados através de Métodos de Estatística Multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NISSOLA, F. **O que é usabilidade**. 2012. Disponível em: Tecnologia com excelência e compromisso do seu jeito: <<http://www.teclogica.com.br/blog/o-que-e-usabilidade/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2016.

NOJOSA, Ronald T. **Modelos multidimensionais para a Teoria de Resposta ao Item**. Pernambuco, UFPE, Tese de Mestrado, 2001.

NOVICK, M. R. **The axioms and principal results of classical test theory**. Journal of Mathematical Psychology, 3, p.1-18, 1966.

NUNNALLY, J. C. **Psychometric theory (2nd ed)**. New York: McGraw-Hill, 1978.

OKUYAMA, M. P., MERINO, E. A., DUTRA, J. C., CARVALHO, R. S.. **Usability engineering applied in development of an interactive system for robotic welding.** *Soldagem & Inspeção*. Dezembro de 2012.

OLIVEIRA, R. J. **Proposta de um questionário pós-teste para medir usabilidade de aplicativos de celulares touchscreen.** Florianópolis. 2013.

PADILHA, A. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação. **Usabilidade na Web: uma Proposta de Questionário para Avaliação do Grau de Satisfação de Usuários do Comércio Eletrônico.** Florianópolis, SC, 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação.

PAGANI, T. **O que é Usabilidade.** 2011. Disponível em: <<http://tableless.com.br/o-que-e-usabilidade/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2016.

PALLANT, J. **SPSS Survival Manual.** Open University Press, 2007.

PASQUALI, L. **Princípios de elaboração de escalas psicológicas.** Revista de Psiquiatria Clínica, v.25, n.5, 1998.

PASQUALI, L. **Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

PEREIRA, S. R., PAIVA, P. B. **The importance of Usability Engineering for the Security of Information Systems in Health.** Journal of Health Informatics, pp. 124-129. Setembro de 2011.

RECKASE, M. D. **Unifactor latent trait models applied to multifactor tests: Results and implications.** Journal of Educational Statistics, 4, p. 207-230, 1979.

REIS, A. A. **Padrão ISO para qualidade/usabilidade de Software**. 2015. Disponível em: Matera Systems: <<http://www.matera.com/br/2015/04/17/padrao-iso-para-qualidadeusabilidade-de-Software>>. Acesso em: 23 de setembro de 2016.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. Colaboradores José Augusto de Souza Peres. Editora Atlas, São Paulo, 1989.

ROMEU, J. L. On Operations Research and Statistic Techniques: Keys to Quantitative Data Mining, **American Journal of Mathematical and Management Sciences**, v. 26 n.3, p 293-32, 2007.

SAURO, J. **The Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire**. 2011. Disponível em: SUPRQ: <<http://www.suprq.com>>. Acesso em: 24 de setembro de 2016.

SCALONE, F. **Estudio comparativo de los modelos y estandares de calidad del Software**. *Univercidad Tecnologica Nacional Facultad Regional Buenos Aires*, (pp. 143-145). Buenos Aires. 2006.

SOLANO, H., TORRES, I. **Análisis de frameworks para el desarolo de aplicaciones móviles en la plataforma Android**. Cuenca, Equador. 2013.

SPEARMAN, C. **The proof and measurement of association between two things**. *American Journal of Psychology*, 15, p. 72-101, 1904.

TAKASHI, M. B., DIAS, T. D., CARNEIRO, T. C. **Usabilidade e qualidade da informação**. *Informatica & Sociedade*, 211-230. 2016.

TAVARES, H. R. **Teoria da Resposta ao Item para dados longitudinais**. Tese de doutorado. São Paulo: IME/USP, 2001.

TAYLOR S. J., BOGDAN, R. **Introduction to Qualitative Research Methods: a guidebook and resource** New York, NY, USA, p.24-43,1997.

TEIXEIRA, F. **O que é o SUS (System Usability Scale) e como usá-lo em seu site**. 2015. Disponível em: <<http://arquiteturadeinformacao.com/usabilidade/o-que-e-o-sus-system-usability-scale-e-como-usa-lo-em-seu-site/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

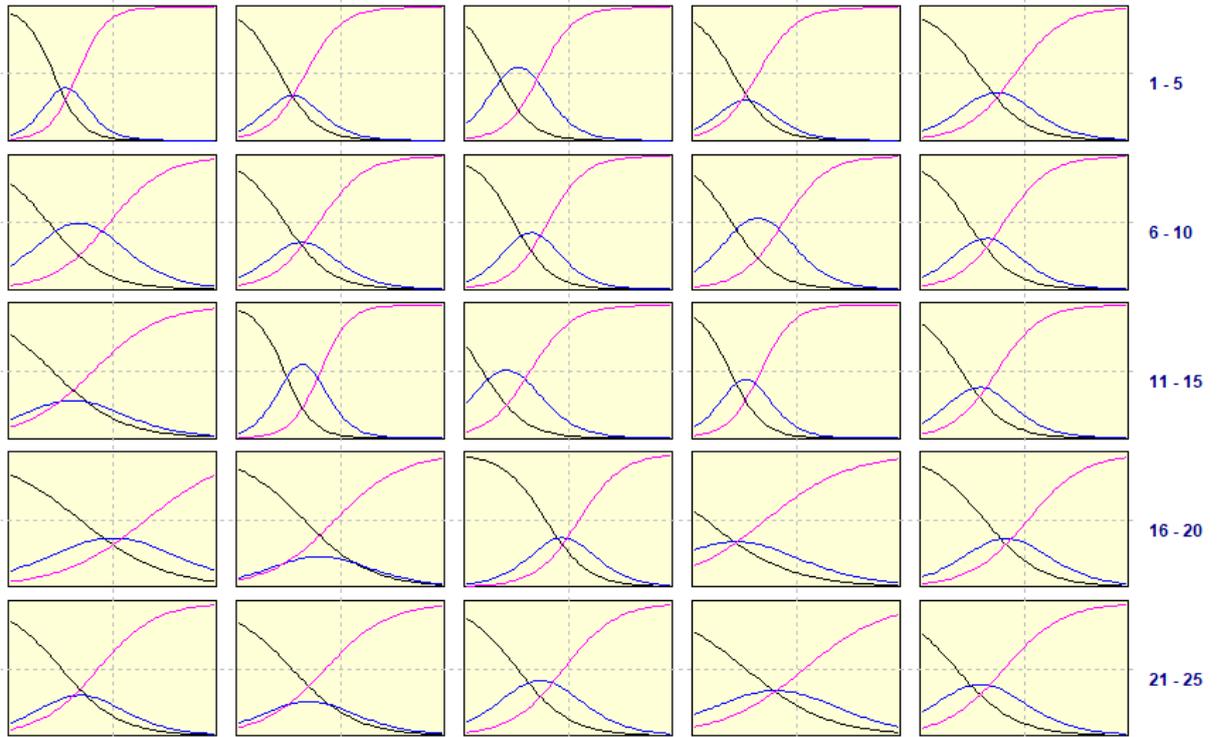
TEZZA, R. **Modelagem multidimensional para mensurar qualidade em website e e-commerce utilizando a Teoria da Resposta ao Item**. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 06 de Maio de 2011.

THISSEN, D. **Multilog 7.0. Multiple, categorical item analysis and test scoring using item response theory**. Lincolnwood: Scientific Software International, 2003. **Multiloguser's guide: multiple, categorical item analysis and testing score using Item Response Theory**. Chicago: Scientific Software, 1991.

VILELA, J., FIGUEIREDO, B., CASTRO, J. **Usability and Software Architecture: a Literature Review**. 2015 IX Brazilian Symposium on Components, Architectures and Reuse Software, pp. 80-89. Janeiro de 2015.

ZELLER, R. A, CARMINES, E. G. **Measurement in the social sciences: The link between theory and data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

ZICKAR, M. J. **Conquering the next frontier: Modeling personality data with item response theory**. In: B.W. Roberts and R. Hogan, Editors, *Personality psychology in the workplace*, American Psychological Association, Washington, DC (2001), p. 141–160, 2001.

APÊNDICES**APÊNDICE A – Função da probabilidade dos itens**

APÊNDICE B – Frequência de usabilidade por categoria em porcentagem

| Profissão | Agricultor | Aposentado | Estudante | Professor | Outros | Média |
|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|--------------|
| Q01 | 81,82 | 100,00 | 76,19 | 87,50 | 78,57 | 84,82 |
| Q02 | 82,95 | 100,00 | 78,57 | 75,00 | 80,36 | 83,38 |
| Q03 | 73,86 | 80,00 | 78,57 | 75,00 | 83,93 | 78,27 |
| Q04 | 70,45 | 80,00 | 69,05 | 75,00 | 82,14 | 75,33 |
| Q05 | 78,41 | 100,00 | 71,43 | 62,50 | 87,50 | 79,97 |
| Q06 | 61,36 | 40,00 | 59,52 | 37,50 | 53,57 | 50,39 |
| Q07 | 54,55 | 40,00 | 52,38 | 37,50 | 55,36 | 47,96 |
| Q08 | 65,91 | 80,00 | 57,14 | 37,50 | 80,36 | 64,18 |
| Q09 | 78,41 | 100,00 | 69,05 | 75,00 | 75,00 | 79,49 |
| Q10 | 68,18 | 100,00 | 66,67 | 62,50 | 62,50 | 71,97 |
| Q11 | 76,14 | 80,00 | 69,05 | 62,50 | 73,21 | 72,18 |
| Q12 | 60,23 | 60,00 | 54,76 | 25,00 | 71,43 | 54,28 |
| Q13 | 75,00 | 40,00 | 57,14 | 37,50 | 66,07 | 55,14 |
| Q14 | 61,36 | 80,00 | 61,90 | 37,50 | 64,29 | 61,01 |
| Q15 | 71,59 | 80,00 | 59,52 | 75,00 | 67,86 | 70,79 |
| Q16 | 79,55 | 80,00 | 73,81 | 87,50 | 78,57 | 79,89 |
| Q17 | 78,41 | 100,00 | 76,19 | 87,50 | 80,36 | 84,49 |
| Q18 | 68,18 | 60,00 | 73,81 | 50,00 | 73,21 | 65,04 |
| Q19 | 37,50 | 20,00 | 19,05 | 25,00 | 28,57 | 26,02 |
| Q20 | 39,77 | 20,00 | 30,95 | 37,50 | 25,00 | 30,65 |
| Q21 | 34,09 | 0,00 | 30,95 | 50,00 | 19,64 | 26,94 |
| Q22 | 37,50 | 0,00 | 30,95 | 12,50 | 35,71 | 23,33 |
| Q23 | 31,82 | 20,00 | 26,19 | 62,50 | 30,36 | 34,17 |
| Q24 | 64,77 | 100,00 | 71,43 | 62,50 | 60,71 | 71,88 |
| Q25 | 31,82 | 0,00 | 19,05 | 0,00 | 25,00 | 15,17 |
| Q26 | 20,45 | 0,00 | 16,67 | 0,00 | 26,79 | 12,78 |
| Q27 | 23,86 | 20,00 | 28,57 | 25,00 | 28,57 | 25,20 |
| Q28 | 17,05 | 20,00 | 26,19 | 0,00 | 30,36 | 18,72 |
| Q29 | 21,59 | 0,00 | 14,29 | 25,00 | 17,86 | 15,75 |
| Q30 | 23,86 | 40,00 | 26,19 | 37,50 | 23,21 | 30,15 |
| Q31 | 63,64 | 80,00 | 61,90 | 75,00 | 60,71 | 68,25 |

ANEXO A - Modelo Software Usability Measurement Inventory (SUMI)

1 - Este Software reage lentamente às entradas.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

2 - Eu recomendo este Software para meus colegas.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

3 - As instruções e avisos são úteis.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

4 - Este Software em algum momento parou inesperadamente.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

5 - Ao aprender a operar o Software, inicialmente, está cheio de problemas.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

6 - Às vezes eu não sei o que fazer com este Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

7 - Gosto do tempo que passo com este Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

8 - Acho que a informação de ajuda dada por este Software não é muito útil.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

9 - Se este Software parar não é fácil reiniciá-lo.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

10 - Levei muito tempo para aprender as funções do Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

11 - Às vezes me pergunto se estou usando a função certa.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

12 - Trabalhar com este Software foi satisfatório.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

13 - A maneira com que as informações do sistema são apresentadas é clara e compreensível

Concordo () Indeciso () Discordo ()

14 - Sinto-me mais seguro se usar somente algumas funções familiares.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

15 - A documentação do Software é muito informativa.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

16 - Este *Software* parece perturbar a maneira com que eu normalmente gosto de organizar meu trabalho.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

17 - Trabalhar com este *Software* é mentalmente estimulante.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

18 - Nunca há informação suficiente na tela quando é necessário.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

19 - Ao usar este programa, sinto-me no comando.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

20 - Eu prefiro ficar com as funções que eu conheço melhor.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

21 - Acho que este *Software* é inconsistente.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

22 - Eu não gostaria de usar este *Software* no dia a dia.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

23 - Eu entendi as informações fornecidas por este *Software*.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

24 - Este *Software* torna-se estranho quando eu quero fazer algo que é não padrão.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

25 - Há muito o que ler antes que eu possa usar o *Software*.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

26 - As tarefas podem ser realizadas de uma forma diferente utilizando esta *Software*.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

27 - É frustrante usar este *Software*.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

28 - O *Software* ajudou-me a superar todos os problemas que tive ao usá-lo.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

29 - A velocidade deste *Software* é rápida o suficiente.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

30 - Eu continuo tendo que voltar a olhar os guias.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

31 - É óbvio que as necessidades dos usuários foram plenamente levadas em consideração.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

32 - Houve momentos em que me senti bastante tenso ao usar este Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

33 - A organização dos menus me parece bastante lógica.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

34 - O Software permite que o usuário seja economize teclas.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

35 - Foi difícil aprender a usar as novas funções.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

36 - São necessário muitos passos para conseguir algo para trabalhar.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

37 - Eu acho que este Software algumas vezes me deu dor de cabeça.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

38 - As mensagens de erro não são adequadas.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

39 - É fácil fazer com que o Software faça exatamente o que eu quero.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

40 - Eu nunca vou aprender a usar tudo o que é oferecido neste Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

41 - O Software nem sempre fez o que eu estava esperando.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

42 - O Software apresenta-se de uma forma muito atraente.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

43 - A quantidade ou a qualidade da informação varia entre o sistema.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

44 - É relativamente fácil se deslocar de uma parte de uma tarefa para outra.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

45 - É fácil esquecer como fazer as coisas com este Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

46 - Este Software ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

47 - Este Software é realmente muito estranho.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

48 - É fácil de ver de relance quais são as opções em cada etapa.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

49 - Os ficheiros de dados dentro e fora do sistema não são fáceis.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

50 - Na maioria das vezes eu tenho que olhar para a assistência quando uso este Software.

Concordo () Indeciso () Discordo ()

ANEXO B -Modelo System Usability Scale (SUS)

1 - Eu usaria este aplicativo com frequência.

Discordo
Totalmente

Concordo
Totalmente

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

2 - Eu achei o sistema desnecessariamente complexo.

Discordo
Totalmente

Concordo
Totalmente

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

3 - Eu achei o sistema foi fácil usar.

Discordo
Totalmente

Concordo
Totalmente

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

4 - Eu acho que seria necessário o apoio de uma pessoa técnica para poder usar este sistema.

Discordo
Totalmente

Concordo
Totalmente

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

5 - Eu achei que as várias funções do aplicativo são bem integradas.

Discordo
Totalmente

Concordo
Totalmente

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

ANEXO E - Questionário desenvolvido para avaliação de usabilidade**PERFIL DO USUÁRIO****1: Identificação funcional do usuário**

1.1 Qual é a sua profissão? _____

2: Informações pessoais

2.1 Sexo: () M () F

2.2 Idade _____

3: Escolaridade

3.1 Usuário

() Ensino fundamental

() Ensino Médio

() Ensino Superior

() Pós graduação

3.2 Existem pessoas com ensino superior na sua família

() Sim – Quantas _____

() Não

4: Curso de informática

4.1 Você possui algum curso de informática?

() Sim - Não ()

5: Experiência do usuário com computadores

5.1. Há quanto tempo você utiliza computador?

() menos de 1 ano

() entre 1 e 2 anos

() entre 2 e 5 anos

() mais de 5 anos

5.2 quantas horas por semana, em média, você utiliza computador?

() menos de 2 horas

() entre 2 e 5 horas

() entre 5 e 10 horas

() mais de 10 horas

6: Sua experiência com Smartphone

6.1. Há quanto tempo você usa um Smartphone?

- menos de 1 ano
- de 1 ano a 2 anos
- de 2 anos a 3 anos
- 3 anos ou mais

6.2. Quanto tempo você gasta por semana com seu Smartphone?

- menos de 1 hora
- de 1 hora a 4 horas
- de 4 horas a 10 horas
- mais de 10 horas

7: Internet

7.1. Qual a velocidade da sua internet?

- menos de 1 mega
- de um 1 a 3 megas
- de 3 anos a 8 megas
- mais de 8 megas

AVALIAÇÃO DA USABILIDADE

1 – O aplicativo tem informações simples de ser verificadas.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

2 – As informações do aplicativo estão bem organizadas.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

3 – Existe uma sequência bem definida das telas.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

4 – Existe uma padronização das informações.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

5 – As mensagens mostradas em tela são fácil de entender.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

6 – A instalação do aplicativo foi feito de forma fácil.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

7 – Trabalhar com este aplicativo é mentalmente estimulante.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

8 – As mensagens de erro estão bem claras.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

9 – É fácil realizar as tarefas.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

10 – É fácil lembrar os comandos.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

11 – O aplicativo é rápido.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

12 – O aplicativo é confiável.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

13 – Em caso de dúvidas eu tive ajuda.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

14 – O aplicativo é projetado para todos os níveis de usuários.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

15 – Eu me senti muito confiante usando o aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

16 – Este aplicativo é muito útil.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

17 – Eu recomendaria este aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

18 – Eu gostaria de usar este aplicativo no dia a dia.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

19 – Nunca há informações suficiente na tela quando é necessário.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

20 – Se este aplicativo parar não é fácil reiniciá-lo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

21 – Este aplicativo em algum momento parou inesperadamente.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

22 – Levei muito tempo para aprender as funções do aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

23 – Este aplicativo torna-se estranho quando eu quero fazer algo que não é padrão.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

24 – É óbvio que as necessidades dos usuários foram plenamente levadas em consideração.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

25 – Houve momentos em que me senti bastante tenso ao usar este aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

26 – Eu nunca vou aprender a usar tudo o que é oferecido neste aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

27 – A quantidade ou a qualidade da informação varia entre o sistema.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

28 – É fácil esquecer como fazer as coisas com este aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

29 – Este aplicativo ocasionalmente se comporta de uma forma que não pode ser entendido.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

30 – Há muito o que ler antes que eu possa usar o aplicativo.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

31 – Ao usar este aplicativo, sinto-me no comando.

| Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem discordo, nem concordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |