# **Usabilidade E Acessibilidade Em Software Agrícola: Uma Revisão Sistemática**

**Contexto:** Acessibilidade e usabilidade são ferramentas que agregam qualidade a um produto ou serviço digital. O baixo nível desses atributos acarreta em desmotivação do usuário e na vertente agrícola pode resultar em baixa adesão de uso. Pesquisas apontam que no Brasil o uso da web por produtores rurais aumentou entre os anos de 2009 a 2013. Uma das vertentes em que essa tecnologia está sendo aplicada no país é o Cadastro Ambiental Rural (CAR) obrigatório para os proprietários de imóveis rurais.

**Objetivo:** Desenvolver revisão bibliográfica na área de usabilidade e acessibilidade em software, voltados para a vertente agrícola e web. Almeja-se encontrar informações como estado da arte, técnicas de medição, dificuldades dos usuários, benefícios da aplicação desses conceitos, ferramentas utilizadas, soluções para possíveis problemáticas encontradas, meios de acesso aos softwares e indicações dos softwares agrícolas mais utilizados.

**Método:** Aplicou-se técnica de Revisão Sistemática utilizando 4 (quatro) bases de dados. Como resultado 6.577 estudos foram seleccionados, os mesmos são provenientes de revistas e conferências, após aplicação de critério de inclusão e exclusão resultaram 28 estudos relavantes sobre o tema de pesquisa.

**Resultados:** Com exceção dos dados sobre softwares mais utilizados na agricultura, os demais objetivos do estudo foram alcançados. Dentre os resultados destaca-se as limitações das ferramentas atuais: necessidade de medição do quanto um atributos foi aplicado ao sistema, necessidade de realizar testes qualitativos e de indentificar problemas sérios dos triviais.

**Conclusões:** Visto a escasses dos estudos na área de agricultura e as dificuldades levantadas por usuários desse meio, pode-se inferir a necessidade de pesquisa de usabilidade e acessibilidade na vertente agrícola, enfatizando a necessidade em se obter maior conhecimento sobre esse tipo de usuário e suas dificuldades o CAR se mostra uma oportunidade favorável para realizar esse levantamento porque se encontra em momento de execução no Brasil o que permitirá o levantamento de dados sobre o território nacional

# **1. INTRODUÇÃO**

# Acessibilidade e usabilidade são termos que agregam qualidade a um produto ou serviço do âmbito digital (CASARE *et al.*, 2016). A usabilidade é considerada fator decisivo para o sucesso dos serviços (FLÁVIAN *et al.*, 2004) e o baixo nível desse atributo acarreta em perda de tempo, desmotivação e frustração do usuário (CEAPARU *et al.*, 2004).

A acessibilidade trata da harmonia entre informação e comunicação com relação as necessidades e preferências individuais (NEVILE, 2008 *apud* CUSIN, 2010). Quando aplicada é um fator democratizador por atender a maioria dos usuários e dar oportunidades iguais a todos (CUSIN,2010).

A usabilidade é identificada como fator importante para a agricultura (NUTHALL *et al.*, 2005 *apud* NIKKILÄ *et al.*, 2010; HAYMANAD *et al.,* 2012 *apud* NIKKILÄ *et al.*, 2010). A fraca presença desse atributo em softwares agrícolas pode resultar na baixa adesão de uso, as dificuldades dos usuários são notadas principalmente, através de interfaces não intuitivas, complexas ou com quantidade de recursos superior ao que o agricultor de fato utilizará (PARKER *et al.*,1997 *apud* NIKKILÄ *et al.*, 2010). Em relação a Agricultura de Precisão (AP), utilidade e facilidade de uso são aspectos centrais para a adoção de aplicativos, desde que não provoquem aumento significativo nos custos de produção (PIERPAOLI *et al.* 2013). Há necessidade de avaliar a usabilidade de novos dispositivos de AP a fim de atender os requisitos de usuários (HAAPALA *et al.*, 2006).

Pesquisas mostram que o acesso a internet entre os produtores rurais vem crescendo. Entre os anos de 2009/2010, 30% dos produtores rurais brasileiros acessavam a internet, no período entre 2013/2014 esse número subiu para 39%. Com relação ao meio de acesso 71% ocorre por meio de computador, 19% por celular *smartphone*, 7% por celular convencional e 4% por *tablet* (ABMRA, 2013).

Acima, foi mostrado a importância da usabilidade e acessibilidade para a agricultura. O desenvolvimnto desse estudo foi impulsionado pela necessidade de levantar a situação da tecnologia no meio rural, específicamente em relação a usabilidade e acessibilidade.

Para trabalhos futuros almeja-se confrontar os dados do levantamento com o resultado de testes de usabilidade e acessibilidade realizados utilizando-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Trata-se de registro eletrônico, definido pelo governo brasileiro através da Lei 12.651/12, obrigatório para proprietários de imóveis rurais. Visa formar base de dados para controle, monitoramento e combate ao desmatamento da vegetação nativa do Brasil, também é destinado a operar como ferramenta de planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais. Para execução de suas metas o CAR faz uso do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), trata-se de um sistema que tem a função de receber, gerenciar e integrar os dados do CAR.

A revisão sistemática possibilitou analisar, avaliar e interpretar estudos relevantes para uma questão de pesquisa (PAZ; POW-SANG, 2016). Nesse estudo propõe-se a aplicação de revisão sistemática utilizando método proveniente de diretivas apontadas por Brereton *et al.*(2007), Kitchenham (2014) e Pagani *et al.*(2015).

**1.1 OBJETIVOS**

O objetivo desse estudo é realizar revisão bibliográfica na área de usabilidade e acessibilidade em software, preferêncialmente voltadas para a vertente agrícola e web. Almeja-se encontrar informações como estado da arte, técnicas de medição , dificuldades dos usuários , benefícios da aplicação desses conceitos, ferramentas utilizadas, soluções para possíveis problemáticas encontradas, meios de acesso aos softwares e indicações dos softwares agrícolas mais utilizados.

Futuramente espera-se utilizar os resultados desse estudo para avaliar o sistema SICAR e verificar se o cenário apontado por essa revisão sistemática é condizente com o cenário dos proprietários de imóveis rurais do Brasil.

Este trabalho é estruturado em sete Seções. Além dessa Seção introdutória, a Seção 2 apresenta conceitos de usabilidade, acessibilidade e formas de avaliação. A Seção 3 trabalhos relacionados. A Seção 4 apresenta as etapas, planejamento e execução da revisão sistemática. A Seção 5 exibe os estudos selecionados e respostas a questões de Pesquisa. A Seção 6 apresenta os resultados. Finalizando tem-se a Seção 7 que apresenta conclusões e trabalhos futuros.

# **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

# **2.1. USABILIDADE**

# Nielsen (1993 *apud* BARBOSA *et al.*, 2010), define usabilidade como conjunto de fatores voltados a qualificar quão bem uma pessoa pode interagir com um sistema. O autor considera como fatores de usabilidade a facilidadçe de aprendizado, recordação, eficiência, segurança no uso e satisfação.

Preece (1994) refere-se à usabilidade como medida da facilidade com que um sistema pode ser aprendido ou usado. Holland *et al.* (2012) defendem que a usabilidade se refere à facilidade com que os usuários podem fazer uso de um sistema para uma finalidade pretendida.

Para a ISSO/IEC 9126 (1991) a usabilidade consiste de um conjunto de atributos relacionados com o esforço necessário para o uso de um sistema interativo, e com a avaliação individual por um conjunto específico de usuários.

A ISO/TR 16982 (2002) cita como métodos de avaliação de usabilidade questionários, entrevistas, técnicas de projeto, avaliação participativa, ou métodos que envolvem os usuários finais.

# **2.2 ACESSIBILIDADE**

# A ABNT (2004) define acessibilidade como condição para utilização com segurança e autonomia, total ou assistida por uma pessoa com deficiência dos espaços mobiliários, serviços, sistemas, meios de comunicação e informação.

A acessibilidade web tem como objetivo permitir que usuários, com ou sem limitação, possuam acesso democrático a informação (W3C, 2008). Para garantir que uma página seja acessível é necessário o uso de métodos de validação automáticos aliados a avaliação humana, além disso faz-se importante identificar quais usuários irão efetuar o acesso e quais as suas limitações. Poucos sites têm estrutura e conteúdo acessível a todos os tipos de usuário e, a adequação dos mesmos têm a capacidade de promover um ambiente igualitário (Carmen *et al.,* 2015).

Além de trazer benefícios aos portadores de algum tipo de deficiência, a acessibilidade web também auxilia usuários que tenham dificuldade para interagir com a internet e dependem de recursos que possam facilitar o acesso a essas ferramentas (ROCHA *et al.,* 2012). Tem-se como exemplo o caso dos idosos, esse público pode ter habilidade reduzidas ao longo dos anos (Cusin, 2010).

Há padrões para prover *design* acessível e métodos para avaliação de acessibilidade, voltados principalmente para conteúdo na web (TANAKA, 2010). Segundo Baazem, *et al.* (2015) a avaliação de acessibilidade no contexto web é realizada a partir do uso de um ou de uma combinação dos métodos: ferramentas de verificação automatizada, avaliação manual por parte de especialistas, testes de usuário, pesquisas visando identificar as razões por trás de problemas de inacessibilidade.

Para uma avaliação eficaz é preciso de métodos realizados por peritos avaliadores de acessibilidade, avaliação do site junto às pessoas com deficiência e por fim o uso de ferramentas de avaliação (HENRY, 2006 *apud* ROCHA *et al.*, 2012).

**3. TRABALHOS RELACIONADOS:**

Paz *et al.*, (2016) aplicaram o processo de revisão sistemática a fim de determinar tendências atuais no uso de métodos de avaliação de usabilidade para processos de desenvolvimento de software. Foram apresentadas as categorias de software frequentemente relatadas em testes de usabilidade e as técnicas empregadas por categoria de software. O estudo foi motivado devido a existência de uma gama de técnicas para medir usabilidade que, devido a seu volume, tornam difícil a escolha do método mais adequado para um determinado cenário.

Inferiu-se que as técnicas mais empregadas de acordo com a literatura são o questionário, o teste de usuário, as avaliações heurísticas, as entrevistas e o pensamento em voz alta.

Garcés *et al.* (2017) realizaram mapeamento sistemático sobre o estado da arte de modelos e atributos de qualidade significantes para o domínio de Ambiente de Vida Assistida, AAL. Foi também abordado como esses atributos foram definidos, avaliados e utilizados. O estudo foi motivado pela ausência de uma análise abrangente em relação a garantia da qualidade desses sistemas.

Dentre os atributos de qualidade identificados estão presentes a usabilidade, facilidade de aprendizagem, interface de usuário estética e acessibilidade. Os autores ressaltam que a interface de sistemas AAL é voltada para três tipos de usuário diferentes: as pessoas assistidas, equipe médica e de manutenção. Quando o público a que o sistema se destina for idoso a facilidade de aprendizagem passa a ser ainda mais importante. A acessibilidade é especialmente desejável em interfaces antecipatórias, esse tipo de interface é obrigatória nos sistemas AAL e é destinada a fornecer o contato direto com profissionais de saúde e familiares em situações de emergência.

O estudo inferiu que há necessidade de maior envolvimento das partes interessadas no desenvolvimento de sistemas AAL. Aborda-se a importância de desenvolver modelo capaz de definir atributos de qualidade, considerar sua variabilidade conforme o domínio do ambiente de vida assistida, analisar a dependência entre os atributos, oferecer indicadores e métricas para sua mensuração e oferecer meios para avaliar e prever a qualidade dos sistemas ALL.

Fernandez *et al.*, (2011), desenvolveram mapeamento sistemático para levantamento dos métodos de avaliação da usabilidade utilizados por pesquisadores na avaliação de aplicações web nos últimos 14 anos. A motivação para a pesquisa se deu porque apesar de haverem métodos para pesquisa da usabilidade as aplicações desenvolvidas nem sempre atendem as expectativas de usabilidade dos clientes.

Aproximadamente 39% dos estudos analisados utilizaram métodos de avaliação específicos para web. Como método mais utilizado tem-se o Teste de Usuário, aplicado em 59% dos estudos. Dentre os subtipos de teste de usuário identificados destaca-se o Protocolo de Pensamento em Voz Alta, Entrevistas, Medição de Desempenho, Analise de Log e Teste Remoto.

Os métodos de inspeção foram aplicados em 43% dos estudos analisados, destacam-se a Avaliação Heurística, Percurso Cognitivo, Inspeção Baseada em Perspectiva, Revisão das Diretrizes. Métodos de Inquérito estiveram presentes em 35% dos artigos e Modelagem Analítica em 21%.

Cerca de 90% dos estudos aplicaram avaliações durante a fase de implementação do desenvolvimento web, essa é a fase mais cara para realizar mudanças, as avaliações comumente foram realizadas em uma única etapa do desenvolvimento da aplicação. Notou-se também que os métodos de avaliação da usabilidade são baseados em diferentes conceitos, assim sendo eles podem não avaliar os mesmos aspectos, essa característica faz com que a comparação entre os mesmos seja uma tarefa complexa.

A maioria dos métodos foram projetados para gerar uma lista de problemas de usabilidade, essa lista não fornece orientação de como podem ser corrigidos. São escassos os estudos com escopo mais amplo, a maior parte avalia um estudo específico, consequentemente não houve resultados capazes de serem generalizados para um domínio vertical da web.

Há escassez de métodos especificamente criados para o domínio web e que possam ser aplicados no estágio inicial do desenvolvimento, enfatiza-se métodos automatizados. A automatização pode reduzir esforços e recursos mas tem a desvantagem de não considerar as percepções e o contexto do usuário. A fim de se obter melhores resultados e considerar tantas dimensões de usabilidade quanto possível os autores sugerem que os métodos sejam aplicados de forma combinada.

**4. USABILIDADE E ACESSIBILIDADE EM SOFTWARE AGRÍCOLA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Abordagens sistemáticas de revisão da literatura surgiram com a necessidade de localizar, avaliar e agregar resultados de diversos estudos empíricos relacionados a um tópico específico de interesse. Essa necessidade foi abordada em diversas áreas, dentre as quais tem-se: medicina clínica, política social, educação e informação (SACKETT *et al.*, 2000).

Pode ser definida como método de pesquisa utilizado para identificar, avaliar e sintetizar os estudos significativos sobre um tema específico. Como resultado almeja-se encontrar evidências sobre perguntas específicas de uma pesquisa ou lacunas que necessitem de definição (DYBA *et al.*, 2005).

**4.1. MÉTODO DE REVISÃO SISTEMÁTICA ADOTADO**

O método de revisão sistemática abordado neste trabalho é baseado nos estudos de Brereton *et al.*(2007), Kitchenham (2014) e Pagani *et al.*(2015), sendo que a maior parte do processo se baseia em Pagani *et al.*(2015).

As contribuições de Brereton *et al.*(2007) e Kitchenham (2014) se relacionam a documentação do processo que ocorreu com a elaboração do documento Protocolo de Revisão. A aplicação do estudo de Kitchenham (2014) é realizada, específicamente, na confecção do conteúdo do Protocolo de Revisão. A Figura 1 identifica de forma sequencial as etapas do processo de revisão aplicado a presente pesquisa, assim como o estudo da qual a etapa foi retirada.

Na primeira etapa são especificadas as questões de pesquisa e definidos os dados a serem extraídos (BRERETON *et al.*, 2007). A segunda etapa consiste na exploração de bases de dado com palavras-chave, objetiva-se avaliar e testar a adesão dos termos aos filtros disponíveis (PAGANI *et al*., 2015). Na terceira etapa são definidas as combinações de palavras-chave e bases de dados significativas (PAGANI *et al.*, 2015).

A quarta etapa possui caráter documental, por meio da criação do Protocolo de Revisão é definido como ocorrerá o processo e as condições para que o mesmo seja executado. Esse documento deve ser constantemente revisado e as alterações controladas através de versionamento (BRERETON *et al.*, 2007. Na quinta etapa o protocolo deve ser aprovado por membro externo da equipe de desenvolvimento (BRERETON *et al.*, 2007), alunos de doutorado, por exemplo, devem apresentar o protocolo a seus supervisores (KITCHENHAM, 2004).

A revisão é executada na sexta etapa, na qual os dados devem ser exportados para um gerenciador de referências (PAGANI *et al.*, 2015). A sétima etapa realiza o procedimento de filtragem dos estudos, eliminando os dados duplicados ou artigos que não pertençam a área, para isso examina-se o título, o resumo e as palavras-chave (PAGANI *et al.*, 2015). Sequencialmente, na oitava etapa, é calculada a relevância de cada estudo através da aplicação do método *InOrdinatio* proposto por Pagani *et al.* (2015). A nona etapa gera *ranking* dos trabalhos mais relevantes (PAGANI *et al.*, 2015).

Finalizando o processo, tem-se a décima e a décima primeira etapa, responsáveis por realizar a busca da versão completa dos documentos e a leitura final obedecendo a ordem *InOrdinatio* (PAGANI *et al.*, 2015), respectivamente.

**4.2. PLANEJAMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA**

O planejamento da revisão sistemática vai desde a primeira até a quarta etapa do Processo de Revisão Sistemática exposto na Figura 1. Como produto final é gerado o documento Protocolo de Revisão Sistemática.

Esse documento deve conter a justificativa, questões de pesquisa, estratégia de busca dos estudos, definição dos critérios para seleção, definição dos critérios de qualidade, estratégia de extração, síntese dos dados e elaboração do cronograma (KITCHENHAM, 2004). A seguir será mostrado como cada um desses requisitos foi desenvolvido nesse trabalho.

**4.1.1. JUSTIFICATIVA E QUESTÕES DE PESQUISA**

A revisão sistemática foi desenvolvida para realizar levantamento na área de acessibilidade e usabilidade com ênfase no domínio agrícola e web. O Quadro 1 apresenta as questões de pesquisa definidas, essa atividade corresponde a primeira etapa do processo de revisão sistemática. O desenvolvimento dessas questões se deu com base na observação de outros estudos de Revisão Sistemática, dentre eles pode-se citar Fernandez (2008), Fernandez et al.(2011) e Ribas et al. (2015).

**4.1.2. ESTRATÉGIA DE BUSCA**

Para a seleção das bases de dados foram levados em consideração apontamentos de estudos de revisão sistemática. Especificamente, Dyba *et al.* (2005), Brereton *et al.* (2009), Kitcheman *et al.* (2009), Pagani *et al.* (2015) e Ribas *et al.*(2015). Foi realizada pesquisa exploratória sobre 15 bases de dados indicadas nos estudos supracitados, essa atividade corresponde a segunda etapa do processo de revisão. Como resultado, 4 bases de dados foram selecionadas para a execução da Revisão Sistemática, as mesmas constam no Quadro 2. Essa atividade corresponde a terceira etapa do processo de revisão.

Assim como as bases de dados, também foi realizada pesquisa exploratória para a seleção das palavras-chave. Após a execução do procedimento as palavras-chave definidas foram: “Usabilidade”, “Acessibilidade”, “Agricultura”, “Software”, “Usability”, “Accessibility”, “Agriculture”, “Farming”, “Tillage”.

As buscas ocorreram a partir da combinação de duas ou mais palavras chave com o operador lógico “AND”, detalhes no Quadro 3.

**4.1.3. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO**

Para que o estudo faça parte da revisão ele deve, além de ser retornado pela pesquisa na base de dados, possuir todas as características definidas no Quadro 4.

**4.1.4. CRITÉRIOS DE QUALIDADE**

Optou-se por utilizar como forma de medição da qualidade o *Methodi Ordinatio* definido por Pagani *et al.* (2015). Através do cálculo do índice InOrdinatioesse método define a relevância científica de uma publicação. Para isso faz uso de três critérios: fator de impacto, ano de publicação e número de citações. As variáveis presentes no cálculo podem ser extraídas de diversos índices, dentre os quais tem-se o JCR (*Journal Citation Reports*) e SJR (*Scientific Journal Rankings*). Optou-se pelo uso do SJR porque o mesmo analisa tanto publicações de revistas quanto de conferências.

O cálculo do *InOrdinatio* é dado pela fórmula (1):

|  |  |
| --- | --- |
| *InOrdinatio* = (FI/1000) + FP \* [10- (Ano de pesquisa – Ano de publicação)] + (∑ Nº de Citações) | (1) |

Onde: FI é o fator de impacto, FP é o fator de ponderação que varia de 1 a 10 e deve ser atribuído pelo pesquisador. Ano de pesquisa é o ano em que a pesquisa foi desenvolvida e Ano de publicação é o ano em que a pesquisa foi publicada, ∑ Nº de Citações é o número de vezes que o artigo foi citado. Os valores necessários para preenchimento das variáveis do cálculo foram extraídos do índice SJR. A Figura 2 apresenta exemplo de cálculo do índice *InOrdinatio*.

**4.1.5 EXTRAÇÃO E SÍNTESE DOS DADOS**

Para realizar a seleção dos estudos primários leu-se o Título, Resumo, Palavras-chave e Conclusão, sequencialmente os estudos selecionados foram lidos na íntegra. Não foi aplicada técnica específica para síntese dos dados.

**4.1.6 CRONOGRAMA**

O Cronograma de desenvolvimento da revisão sistemática se encontra detalhado no Quadro 5.

Após levantamento dos resultados das etapas 4.1.1 a 4.1.6 foi confeccionado o Protocolo de Revisão, essa atividade corresponde a quarta etapa do processo de revisão adotado. A validação do mesmo, quinta etapa do processo de revisão adotado, foi executada por membro externo.

**4.2 EXECUÇÃO DA REVISÃO SISTEMÁTICA**

A coleta dos estudos, sexta etapa do processo de revisão sistemática adotado, ocorreu por meio do gerenciador de referências Zotero (HARDING, 2014.). Como resultado obteve-se um total de 6.577 estudos.

Sequencialmente, sétima etapa do processo de revisão sistemática adotado, foi realizada a filtragem de resultados eliminando os estudos duplicados e os que não se relacionavam com o tema da pesquisa. Restaram 4.975 estudos, desses 28 foram selecionados para leitura completa.

Baseando-se em Queirós *et al.* (2015), os estudos resultantes foram agrupados por assunto, o primeiro grupo foi o de Revisões e Surveys na Área de Usabilidade e Acessibilidade o segundo grupo o de Ferramentas para prover Usabilidade e Acessibilidade e o terceiro grupo de Iniciativas de Usabilidade e Acessibilidade na Agricultura. Maiores detalhes sobre a fonte dos artigos podem ser observados na Figura 3.

Foram levantados os dados necessários para o cálculo do *Methodi Ordinatio* fazendo uso do índice *SJR,* oitava etapa do processo de revisão sistemática adotado. Aplicou-se o cálculo de significância *InOrdinatio* e como produto foi gerado ranking da ordem de leitura dos estudos, nona etapa do processo de revisão sistemática adotado.

Finalizando o processo foi realizada a aquisição e leitura completa dos 28 estudos selecionados, décima e décima primeira etapa do processo de revisão sistemática adotado.

# **5. ESTUDOS SELECIONADOS E RESPOSTAS A QUESTÕES DE PESQUISA**

# O Quadro 6 traz a descrição dos 28 estudos selecionados, os mesmos se encontram organizados por grupo. Primeiramente são apresentados os 9 estudos do grupo 3, Iniciativas de Usabilidade e Acessibilidade na Agricultura, sequencialmente são apresentados os 11 estudos do grupo 2, Ferramentas para prover Usabilidade e Acessibilidade, finalizando tem-se os 8 estudos do grupo 1, Revisões e *Surveys* na Área de Usabilidade e Acessibilidade.

**QUESTÃO 1 - Há apontamento das problemáticas causadas pela ausência de usabilidade e acessibilidade? Há problemáticas citadas especificamente para o domínio agrícola? É retratado o dispositivo pelo qual o software foi acessado?**

Os apontamentos mais significativos em relação a problemáticas se encontram no Quadro 7. As problemáticas apontadas para domínio agrícola possuem especificação na descrição da problemática.

Quadro 7 – Problemáticas em relação a usabilidade e acessibilidade

|  |
| --- |
| **Estudo: KrishiPustak: um sistema de rede social para agricultores de baixa alfabetização (MEDHI THIES *et al.* - 2015)** |
| **Problemáticas:** |
| - Alto custo da internet e largura de banda dificultam participação online.  - Saída de áudio aplicada a sistemas gráficos e de T*ouch Screen* não promovem considerável impacto para agricultores com baixo letramento.  - Informações não consolidadas em uma mesma tela promovem menor facilidade de uso para os agricultores.  - Fotografias ou ícones abstratos são menos bem compreendidos que imagens com representações de desenho a mão.  - Públicos que não possuem letramento têm dificuldade para ler e entender dígitos numéricos. Apesar disso, esses caracteres são bem aceitos pelo público de baixo letramento.  - Senhas numéricas podem causar dificuldades para usuários de baixo letramento.  - Necessidade de utilizar recursos não textuais para usuários inabilitados a ler textos.  - Estruturas de navegação não lineares reduzem a performance do usuário. |
| **Estudo: Plataforma cruzada de Interface de usuário para uma aplicação do setor agrário (ŠIMEK; VANĚK; PAVLÍK, 2014)** |
| **Problemáticas:** |
| - Informações não consolidadas irritam os usuários. |
| **Estudo: Usabilidade de Métodos UX no Setor Agrário–Verificação (ŠIMEK; VANĚK; PAVLÍK, 2015)** |
| **Problemáticas:** |
| - Gráficos conservadores podem ser comentados pelos usuários finais. Contudo isso é uma prática comum e esperada pela maioria dos usuários finais. |
| **Estudo: Um reconhecedor de fala Hindi para pesquisa de vídeo Agrícola (BALI *et al.*, 2013)** |
| **Problemáticas:** |
| - Aplicativo para reconhecimento de voz apresentaram níveis mais baixos de precisão e aceitação por parte das agricultoras do que dos agricultores. |
| **Estudo: Relacionamento entre a Usabilidade dos Artefatos de Entrada da Tecnologia de Computação e o Desenvolvimento Rural na Índia (GUPTA, 2012)** |
| **Problemática:** |
| - A inserção de dados através do teclado foi considerado empecilho para os agricultores.  - É necessário reduzir o esforço de utilização de dispositivos de entrada a fim de elevar o padrão de vida dos moradores das áreas rurais.  - Agricultores apresentaram dificuldade em encontrar a página inicial do portal web quando o link estava armazenado em logotipo do sistema.  - Dificuldade em distinguir os elementos da interface.  - Ao propor que os agricultores fizessem uma ação e sequencialmente a desfizessem notou-se que os mesmos almejam que o botão de desfazer estivesse na mesma posição do botão que executou a ação.  - Qualquer dispositivo de entrada em área rural leva maior esforço para ser usado o que resulta em menor usabilidade.  - O uso de tela *Touch Screen* proporciona maior facilidade de uso para pessoas não qualificadas.  - As razões mais comuns para falhas são ocasionadas por problemas de visibilidade. |
| **Estudo: Introdução ao PEGI: Um processo de usabilidade para a avaliação prática da Informação Geográfica (BROWN; SHARPLES; HARDING, 2013)** |
| **Problemática:** |
| - Heurísticas de usabilidade tradicionais não são apropriadas para avaliar Informações Geográficas.  - Aplicativo com falha de tradução.  - Ausência de informação sobre a última atualização dos dados.  - Ausência de esclarecimento sobre abreviaturas usadas na documentação.  - Termos técnicos não consistentes, um mesmo item recebeu mais de um termo técnico relacionado.  - Dificuldades para representar informações geográfica quando a granularidade das camadas disponíveis é inferior a quatro.  - Produto com aparência complexa  - Descrições inadequada para características físicas cartográficas.  - Simbologia não intuitiva.  - Diferença entre a terminologia usada no produto e no guia de usuário.  - Dificuldade em fazer download de arquivos que façam referência a determinada região geográfica.  - Utilização de abreviatura no nome dos ficheiros obrigou os usuários a consultar constantemente o guia do produto.  - Tradicionalmente usabilidade se concentra apenas na interface, desconsiderando a usabilidade dos dados. Dentre os resultados indesejados provenientes desse cenário tem-se como exemplo dados bem projetados apresentados em uma interface de baixa usabilidade ou interface adequada com dados de baixa usabilidade.  - Os designers de Informação Geográfica possuem controle mínimo sobre as questões de interface porque os diversos Sistemas de Informação Geográfica que irão apresentar e manipular as informações possuem interfaces diferenciadas.  - A vasta gama de tipos de utilizadores é um desafio para a concepção de Informação Geográfica. |

Fonte: autoria própria.

Como dispositivos de acesso foram apontados os tabletes, celulares e dispositivos móveis. Houve estudos que não especificaram o dispositivo mas indicaram que acesso ao foi realizado por meio de sistema web.

**QUESTÃO 2 – Quais as iniciativas, métodos de avaliação ou produtos apontados para promover usabilidade e acessibilidade aos softwares? Quais as limitações? São específicas para o domínio agrícola? Quem está conduzindo as iniciativas?**

As iniciativas, assim como seus respectivos responsáveis se encontram no Quadro 8.

Quadro 8 - Iniciativas nas áreas de usabilidade e acessibilidade e seus responsáveis.

|  |
| --- |
| **Iniciativas nas área de usabilidade e acessibilidade e seus responsáveis** |
| **Iniciativa: Diretrizes de Acessibilidade de Conteúdo da Web, WCAG.**  **Responsável: W3C.** |
| Abordam o conteúdo da web e são usadas por desenvolvedores, ferramentas de autoria e ferramentas de avaliação de acessibilidade (W3C, 2016).  Foram desenvolvidas com o objetivo de criar um único padrão compartilhado para acessibilidade de conteúdo web. As diretrizes são organizadas em torno de quatro características, essas características determinam que os componentes de interface devem ser percebíveis, operáveis, compreensíveis e robustos. Caso alguma dessas características não esteja presente, usuários com deficiência serão impedidos de usar a web. As diretrizes são escritas sob a forma de declarações testáveis e não dependem de uma tecnologia específica (W3C, 2014). |
| **Iniciativa: Heurísticas de Nielsen.**  **Responsável: Nielsen Norman.** |
| Há diversas listas de avaliação heurística que podem ser utilizadas, contudo é constante a citação das Heurísticas de Nielsen (1995). São dez regras gerais para usabilidade: visibilidade do *status* do sistema, compatibilidade com o mundo real, controle do usuário e liberdade, consistência e padrões, prevenção de erros, reconhecimento ao invés de recordação, flexibilidade e eficiência de uso, estética de *design* minimalista, suporte para reconhecimento e correção de erros, documentação e sistema de ajuda para o usuário (NIELSEN, 1995). |
| **Iniciativa: Diretrizes de Acessibilidade de Agentes de Usuário, UAAG.**  **Responsável: W3C.** |
| Mostram como tornar os agentes de usuário acessíveis a pessoas com deficiência. Os agentes de usuário incluem navegadores, extensões de navegador, players de mídia, leitores e outros aplicativos que processam conteúdo da web (W3C, 2016). |
| **Processo de Avaliação Prática de Informação Geográfica, PEGI.**  **Responsável: estudo de BROWN; SHARPLES; HARDING (2012).** |
| O Processo de Avaliação Prática de Informação Geográfica, PEGI, consiste de métodos de avaliação de usabilidade que foram modificados para uso com Informação Geográfica. Seu desenvolvimento ocorreu porque a natureza dessas informações apresenta características que fazem com que métodos tradicionais de avaliação de usabilidade tornem-se ineficientes ou inadequados (PEGI / BROWN; SHARPLES; HARDING, 2013). |

Fonte: autoria própria.

Os métodos de avaliação da usabilidade e acessibilidade constam no Quadro 9. Nos estudos, notou-se que usabilidade e a acessibilidade foram medidas de forma conjunta, não sendo especificados quais resultados foram provenientes de qual vertente.

Foram apontados como testes de acessibilidade web mais utilizados os automatizados, testes de usuários, testes de especialistas ou uma combinação dos mesmos. (BAAZEEM; AL-KHALIFA, 2015). Na vertente de usabilidade são apontadas como mais utilizados os testes: questionário, teste de usuário, avaliação heurística, entrevista e protocolo de pensamento em voz alta (PAZ *et al.*, 2016).

Alguns estudos abordaram o desenvolvimento de novos produtos e métodos para avaliar a acessibilidade e usabilidade, os mesmos se encontram descritos no Quadro 10.

Ao examinar o número de problemas apontados em cada método de avaliação, constatou-se a importância de se examinar um cenário com mais de um método. Verificou-se que ao executar mais de um teste em cenário específico aumenta-se a confiança do testes de usabilidade. Experimentos verificaram que cenários em que apenas um teste de usabilidade foi aplicado teriam como produto redução de 19% a 25% na quantidade de problemas de usabilidade identificados (BROWN; SHARPLES; HARDING, 2013).

Finalizando as respostas na Questão 3, apresenta-se as limitações das ferramentas através do Quadro 11.

**QUESTÃO 3 - Há registros sobre os benefícios da aplicação de acessibilidade e usabilidade? São apontadas formas de medição desses atributos?**

Há registros apontando melhorias em software, porém não são especificadas quais são elas, no entanto, foram apresentados estudos voltados para problemáticas específica, como por exemplo, a dificuldade de leitura devido ao baixo letramento.

Em relação as formas de medição da usabilidade e da acessibilidade, dois estudos, Camenar *et al.* (2015) e Dias *et al.* (2014), apontam formas de medição do quanto atributos de usabilidade ou acessibilidade são aplicados a um sistema contudo nenhum deles é específico no domínio agrícola. Camenar *et al.*(2015) gera *ranking* de problemáticas de acessibilidade baseando-se nos benefícios que a correção das mesmas traria ao sistema. Dias et. al., (2014) desenvolve questionário para avaliar usabilidade e acessibilidade de sistemas web a fim de apoiar a medição do esforço necessário para que um sistema seja melhorado

**6. RESULTADOS**

Dentre estudos resultantes 62% foram provenientes de conferências (Figura 4). O total de estudos selecionados foi de 28, desses 8 foram provenientes da área agrícola, mostrando a necessidade de mais pesquisas. Essas 8 pesquisas divergem em relação aos tipos de usuário abordado, foram citados por exemplo agricultores, estudantes de zonas rurais, turistas rurais, entre outros.

A revisão sistemática permitiu o levantamento de algumas dificuldades dos usuários. Inferiu-se que as razões mais comuns para falhas ocorrem por problemas de visibilidade da interface. Dentre dificuldades generalizadas nos sistemas tem-se como exemplo interfaces de aparência complexa, ausência de usabilidade nos dados que compõe a interface, informações apresentadas de forma não consolidada, estruturas de navegação não lineares, falhas de tradução e inadequação e inconsistência entre os termos utilizados no software e na documentação.

Testes realizados especificamente com agricultores mostraram que os mesmos encontraram problemas para retornar a página inicial do sistema quando o link se encontrava em um logotipo , além disso os agricultores mostraram almejar que o botão de fazer e desfazer uma ação se encontre no mesmo local do sistema. Na vertente agrícola qualquer dispositivo de entrada demanda maior esforço para ser utilizado, o teclado, por exemplo, é considerado um empecilho o que faz das telas *Touch Screen* uma alternativa par a problemática. Sobre a infraestrutura aborda-se o custo da internet e da largura de banda. Como dispositivos de acesso foram apontados dispositivos móveis e foi mencionado o uso de sistemas web.

Dentre as iniciativas para prover usabilidade e acessibilidade foram apontadas as recomendações da WCAG, as Heurísticas de Nielsen, as diretrizes da UAAG, User Agent Accessibility Guidelines, e o Processo de Avaliação Prática da informação Geográfica. Os testes de acessibilidade mais citados são os automatizados, testes de usuários e testes de especialistas. Em relação a usabilidade aponta-se os questionários, teste de usuário, avaliação heurística, entrevista e protocolo de pensamento em voz alta. Recomenda-se aliar o uso de testes manuais e automáticos.

Para mensurar a usabilidade e acessibilidade houve iniciativas voltadas a gerar ranking das problemáticas com base no benefício que a correção das mesmas traria ao sistema, também foi abordado o esforço de correção. Dentre as limitações das ferramentas tem-se a natureza qualitativa dos testes, a mensuração do quanto os atributos de usabilidade e acessibilidade são aplicados aos sistemas, a impossibilidade de identificar problemas sérios dos triviais e o fato de avaliações heurísticas não serem adequadas para avaliar informações geográficas.

**6.1** **AMEAÇAS A VALIDAÇÃO DA REVISÃO**

As principais ameaças identificadas para a validade deste estudo de revisão sistemática são especificadas a seguir:

- *Resultados de publicação:* refere-se ao fato de que resultados positivos são mais prováveis de serem publicados que os negativos. Os resultados negativos levam mais tempo a serem publicados ou são citados em publicação de menor extensão(KEELE, 2007). Para amenizar essa problemática as questões de pesquisa foram definidas com base em outros estudos da área, contudo a pesquisa vigente pode ter sido afetada pelo fato de que foram considerados apenas estudos publicados em revistas e congressos.

-*Ausência de estudos primários importantes:* apesar das medidas planejadas para captar os estudos mais relevantes, é possível que estudos primários hajam sido perdidos. A fim de amenizar ameaças a busca de estudos foi aplicada sobre os estudos apontados na Seção de Referências dos 28 estudos resultantes da revisão sistemática.

-*Seleção de estudos primários:* a fim de garantir a eficácia na seleção dos estudos foi elaborado o documento Protocolo de Revisão através do qual foram determinadas as diretrizes para execução da revisão sistemática, Apesar disso, pode haver ocorrido falhas na primeira fase devido a falta de informação no título, resumo ou palavras-chave dos estudos.

- *Imprecisão na extração de dados e Classificação incorreta*: refere-se a forma com que os dados foram extraídos para responder as perguntas. Pode haver ocorrido falhas nessa etapa porque nem todas as informações são de enquadramento óbvio nas questões.

**7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS**

Com os resultados da revisão sistemática identificou-se a necessidade de construção de métodos para avaliação e aplicação de usabilidade e acessibilidade em softwares agrícolas. Isso devido a escassez tanto dos estudos na área quanto da identificação das dificuldades desses usuários.

Além disso, notou-se que os estudos, independente de haverem sido realizados para a área agrícola, citavam problemáticas, mas raramente apontavam as formas de solução, formas de medição qualitativas e o impacto que as correções poderiam trazer para o sistema. A partir desses apontamentos, propõe-se como trabalho futuro a análise de usabilidade e acessibilidade do aplicativo SICAR a fim de verificar se o cenário produzido pelos proprietários de imóveis rurais brasileiros é semelhante ao apontado na presente revisão sistemática