

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

METANÁLISE PARA VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS EM DOENÇAS
DE PLANTAS E PROPOSTA DE SISTEMA DE SOFTWARE ASSISTENTE

SUELYN FERNANDA DA SILVA

PONTA GROSSA
2015

SUELYN FERNANDA DA SILVA

METANÁLISE PARA VALIDAÇÃO DE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS EM DOENÇAS
DE PLANTAS E PROPOSTA DE SISTEMA DE SOFTWARE ASSISTENTE

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Computação Aplicada na Área Tecnologias para Agricultura.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Marcelo Giovanetti Canteri
Coorientador: Prof^a. Dr^a. Elaine M. Guimarães

PONTA GROSSA
2015

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

S586 Silva, Suelyn Fernanda da
Metanálise para validação de escalas
diagramáticas em doenças de plantas e
proposta de sistema de software
assistente/ Suelyn Fernanda da Silva.
Ponta Grossa, 2015.
67 f.

Dissertação (Mestrado em Computação
Aplicada - Área de Concentração:
Computação para Tecnologias em
Agricultura), Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Giovanetti Canteri.

Coorientadora: Prof^a Dr^a Elaine M.
Guimarães.

1. Software metanalíticos.
2. Usabilidade. 3. Escala Diagramática.
4. Metanálise. I. Canteri, Marcelo
Giovanetti. II. Guimarães, Elaine M..
III. Universidade Estadual de Ponta
Grossa. Mestrado em Computação Aplicada.
IV. T.

CDD: 004

Dedico este trabalho a minha família, em especial a minha mãe Zilá, meu marido Fábio e minhas tias Zeli e Isabel, por estarem ao meu lado dando forças e apoiando independente das circunstâncias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e a Nossa Senhora Aparecida, a qual sou devota, por me darem força e clareza nos momentos mais difíceis.

Ao Fábio Elieser Batista, meu marido, amigo, que esteve ao meu lado em todos os momentos, me motivando, acalmando para que tudo isso pudesse ser realizado.

Aos professores de minha vida, que me incentivam e motivam, participando e auxiliando em todas as minhas conquistas até agora: meus tios, em especial à tia Isabel, sempre interessada e disposta a ajudar, amigos, em especial à Natália e Lucas presentes no meu dia a dia participando de todas as fases desta conquista, primos que são como meus irmão sempre presentes, e minha mãe, exemplo de mulher e profissional. Que não só me ensinam as lições pertencentes as suas áreas, como também as lições da vida, através do exemplo.

Agradeço aos meus amigos de Laboratório, Gustavo Perin, Jackson Sinhori, Rayson Laroca e de uma forma especial ao meu grande amigo Luiz A. Zanlorensi, pelas conversas, pelos debates, pela ajuda imediata em algumas fases da minha pesquisa, e também pelos momentos de descontração que fizeram esta permanência na UEPG especial e com certeza levarei vocês em meu coração por toda a vida. Obrigada queridos meninos!!!

Agradeço a professora Alaine, pela paciência, pelo conhecimento compartilhado e principalmente pela motivação dedicada para que este trabalho fosse desenvolvido, muitas vezes a sua força de vontade fazia com que eu realizasse as tarefas necessárias, sem você eu não conseguiria. O que aprendi com você vai além do universo de pesquisa científica, vou carregar as lições, os conselhos, o seu exemplo no coração por toda vida.

Ao professor Marcelo G. Canteri e à professora Simone Nasser Matos, que na reta final dedicaram um tempo de suas rotinas para me auxiliar a resolver problemas para que este trabalho fosse concluído, e também me passaram lições que não esquecerei.

Agradeço à CAPES por financiar esta pesquisa.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)

RESUMO

Metanálise é a análise de resultados de diversos estudos, e é realizada a fim de sintetizar esses resultados de uma maneira estatisticamente formal. Uma das aplicações da metanálise está na validação de escalas diagramáticas para a avaliação de severidade de doenças em plantas. O objetivo deste trabalho foi realizar metanálise em dados de validação de escalas diagramáticas, usadas para auxílio na determinação do grau de severidade de doenças em diferentes culturas, utilizando softwares que realizam metanálise com dados que correlacionam variáveis e que possuem versão gratuita ou para teste, foi desenvolvido um modelo computacional para automatizar tal tarefa de maneira simplificada comparado aos softwares utilizados, R e Comprehensive Meta-Analysis. A base de dados para a metanálise foi composta por um total de 64 estudos com o tema validação de escalas diagramáticas, estes estudos foram divididos e originou-se 3 bases de dados separadas por avaliações onde as escalas eram utilizadas, não eram utilizadas e os avaliadores eram treinados com a escala. Foi realizada a metanálise com os modelos de efeito fixo e de efeito aleatório no software R, a fim de se obter o menor valor do Critério de Informação de Akaike, o qual foi utilizado para determinar o modelo mais adequado, e em seguida realizada a metanálise com o software Comprehensive Meta-Analysis. O modelo computacional desenvolvido utiliza a estrutura de um software assistente, que realiza as etapas da metanálise encontradas da literatura de forma este modelo executa as tarefas da metanálise em passos específicos guiando o usuário por todas as etapas facilitando a realização da metanálise, desta forma o sistema fornece opções ao usuário e de acordo com a escolha realizada o sistema identifica o próximo passo a ser executado até o fim da metanálise. Concluiu-se que o modelo computacional auxiliou a simplificar o processo de metanálise e através dos resultados obtidos conclui-se também que existem benefícios no uso de escalas diagramáticas tendo sido estabelecida uma correlação global superior a 0,97 nos casos em que ela foi usada.

Palavras-chave: Softwares metanalíticos, Usabilidade, Escala Diagramática, Metanálise.

ABSTRACT

Meta-analysis is the analysis results of various studies, and is performed in order to synthesize these results statistically formal manner. One application is in the meta validation diagrammatic scales to assess severity of disease in plants. The aim of this study was a meta-analysis in diagrammatic scales of data validation, used to help determine the severity of disease in different cultures, using software that perform meta-analysis with data that correlate variables and have free or trial version, was developed a computer model to automate this task in a simplified manner compared to the software used, R and Comprehensive Meta-Analysis. The database for the meta-analysis comprised a total of 64 studies with the validation subject diagrammatic scales, these studies were split and led to 3 separate databases for reviews where scales were used, was not used and the evaluators They were trained to scale. The meta-analysis with the models of fixed effect and random effect on the R software was carried out in order to obtain the lowest value of the Akaike Information Criterion, which was used to determine the most appropriate model, and then performed a meta-analysis with the Comprehensive Meta-Analysis software. The computational model developed uses the structure of a wizard software, which performs the steps of meta-analysis found the form of literature this model performs the meta-analysis tasks on specific steps guiding the user through every step facilitating the realization of the meta-analysis, so the system It provides options to the user and according to the choice made the system identifies the next step to run until the end of the meta-analysis. It was concluded that the computational model helped to simplify the process of meta and also by the results obtained it is concluded that there are benefits in using scales diagrammatic having a higher overall correlation has been established to 0.97 where it was used.

Keywords: Metanalitical Software, Usability, Diagrammatic scale, meta-analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fluxograma de efeito de tratamento heterogêneo	19
Figura 2 -	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-cercospora	23
Figura 3 -	Métodos de aquisição de imagens.....	24
Figura 4 -	Modelo de Assistente.....	29
Figura 5 -	Modelo de design e propostos e as informações de ajuda.....	29
Figura 6 -	Período de criação dos modelos.....	30
Figura 7 -	Tela inicial Software R.....	36
Figura 8 -	Escolha de pacotes no Software R.....	37
Figura 9 -	Logo do Software Assistente WMA.....	42
Figura 10 -	Processo de realização da metanálise definida na literatura.....	42
Figura 11 -	Parte dos comandos para execução da metanálise no ambiente R.....	43
Figura 12 -	Modelo para Criação do Assistente de metanálise.....	43
Figura 13 -	Modelo para Criação das informações do Sistema de Ajuda.....	44
Figura 14 -	Tela Inicial do Assistente e Tela Inicial do Sistema de Ajuda.....	45
Figura 15 -	tela de Escolha da Medida de Efeito.....	46
Figura 16 -	Entradas do usuário e parâmetros pré-definidos.....	47
Figura 17 -	Etapas da execução da metanálise no WMA através do modelo elaborado.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultado das pesquisas dos softwares que realizam metanálise.....	34
Quadro 2 - Avaliação do sistema de ajuda.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tabela com os valores de severidade real e estimada	25
Tabela 2 -	Tabela contendo resultados da metanálise	35
Tabela 3 -	Base de dados contendo valor do coeficiente de correlação e o número de amostras.	38
Tabela 4 -	Valores de AIC para a validação	39
Tabela 5 -	Estimativa do coeficiente de correlação global através do modelo estabelecido.....	40
Tabela 6 -	Resultados da metanálise com o software R e CMA.....	41

LISTA DE SIGLAS

AICc	Critério de informação de Akaike
CMA	Comprehensive Meta-Analysis
WMA	Wizard metanálise

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE	17
2.1.1 Etapas Básicas da Metanálise	17
2.2 ESCALA DIAGRAMÁTICA	23
2.2.1 Validação de Escala Diagramática	25
2.3. MODELAGEM DE SISTEMAS WIZARD	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. SELEÇÃO DA BASE DE DADOS	30
3.2. SOFTWARES METANALÍTICOS	30
3.3. MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL	30
3.4. VALIDAÇÃO DO SISTEMA COMPUTACIONAL	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS	32
4.2. SOFTWARES METANALÍTICOS	32
4.2.1 Comprehensive Meta-analysis (CMA)	33
4.2.2 Software R	34
4.2.4. Resultados da metanálise no sistema R	37
4.2.5 Resultados da metanálise nos softwares	38
4.3. MODELAGEM DO SISTEMA COMPUTACIONAL	38
4.3.1 Software Assistente: WMA	38
4.4 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE	45
5 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48

APÊNDICE A – Lista De Trabalhos Utilizados Na Base De Dados	52
APÊNDICE B – Telas do software assistente WMA.....	56
APÊNDICE C – Diagrama de Classe do Sistema	60
APÊNDICE D – Telas do Sistema de Ajuda.....	63

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de um grande número de informação através dos meios de comunicação é possível encontrar um grande número de pesquisas sobre um mesmo tema. Apesar dos benefícios desta disponibilidade, torna-se difícil escolher o melhor estudo como referência em uma pesquisa, além disto, alguns estudos apresentam resultados divergentes, dificultando também a escolha da melhor conclusão. Uma forma de resolver estes problemas é a seleção dos estudos a fim de se obter uma síntese dos diversos resultados por meio de uma revisão sistemática, que diferente de uma revisão de literatura, possui critérios a serem seguidos para a seleção dos estudos que farão parte desta revisão (ROSENBERG et. al., 2004).

A metanálise é um método estatístico que permite obter uma síntese de diversos estudos e adquirir informações adicionais através da combinação de seus resultados chegando a uma conclusão geral. Segundo Glass (1976) metanálise é a análise estatística de uma grande coleção de resultados de estudos individuais com a finalidade de integrar as descobertas. O florescimento desse conceito ocorreu juntamente com a sua utilização em diversas áreas do conhecimento, porém a metanálise já era realizada desde 1955, através de pesquisas de intervenções terapêuticas. Em 1970 foi usada nas ciências sociais, principalmente na área da educação, não sendo chamada de metanálise.

Segundo o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação as publicações científicas indexadas em revistas nacionais e internacionais das universidades brasileiras cresceu nos últimos anos, sendo diversos os temas abordados nestas publicações, entre eles a agricultura, de especial interesse para o desenvolvimento do Brasil (MCTI, 2014).

O volume de estudos, em diversas áreas da agricultura, passíveis de se realizar a metanálise é grande. Estudos sobre: o solo, preparo do solo, culturas, sensores, mecanização agrícola, cultivares, manejo e controle de plantas daninhas, pragas e doenças, técnicas de colheita e armazenamento.

Os dados provenientes de estudos agronômicos podem ser revisados, combinados e analisados através da metanálise, através das seguintes etapas: (i) seleção dos estudos primários; (ii) definição da medida de efeito; (iii) combinação, por meio de métodos estatísticos; (iv) avaliação da heterogeneidade residual e (v) identificação de variáveis moderadoras (BORENSTEIN et. al., 2009).

Ainda no contexto agrônomo, uma área de especial interesse para a aplicação de metanálise refere-se às escalas diagramáticas que consistem em representações ilustradas de uma série de plantas ou parte de plantas com sintomas de doenças em diferentes níveis de severidade (MICHEREFF, 2001). Ocorre que existem divergências sobre a efetividade do uso de escalas diagramáticas na análise de severidade de algumas doenças, havendo diferentes escalas publicadas. Em função disso, a validação de escalas diagramáticas vem sendo realizada para cada nova escala publicada, porém nem sempre os benefícios do uso da escala podem ser comprovados estatisticamente. Assim, uma análise geral, uma metanálise, utilizando o maior número possível de trabalhos realizados pode comprovar estatisticamente a eficiência do uso de escalas diagramáticas para determinar o índice de severidade de doença em diversos alvos (MADDEN; PAUL, 2011).

Na área médica, onde é mais difundida, a metanálise precisa ser realizada para determinar a aprovação ao uso de novos medicamentos (BORENSTEIN et al., 2009). Devido aos cálculos estatísticos realizados e a quantidade de estudos que podem ser incluídos em na análise, a utilização de softwares se torna importante, um exemplo que pode ser citado é o da Colaboração Cochrane, onde diversos profissionais da área de saúde disponibilizam seus estudos em uma base de dados internacional, e para que seja simplificado o processo de metanálise foi desenvolvido um software para a preparação e manutenção de Revisões da Colaboração Cochrane (COCHRANE, 2015).

O software é uma alternativa para se obter os resultados da metanálise com facilidade, confiabilidade, eficiência e clareza. Existem inúmeros softwares para a realização da metanálise, porém, devido à complexidade do tema os softwares podem apresentar problemas de usabilidade, onde pode-se considerar também a importância de um sistema de ajuda claro e específico. Outro fator relevante está relacionado ao tipo de licença destes softwares, de acordo com a necessidade e o perfil do usuário os sistemas podem atender ou não as suas demandas. Sistemas robustos podem custar caro, assim como sistemas gratuitos ou abertos podem ter problemas de usabilidade. Segundo Silveira (2002), os sistemas de ajuda auxiliam o designer da aplicação a se comunicar com o usuário, conseguindo transmitir de maneira clara e específica as informações das tarefas a serem executadas no sistema.

Considerando o exposto, realizar a metanálise em dados de validação de escalas diagramáticas e modelar um Sistema Computacional que simplifique os passos para executar a metanálise de estudos primários, comparando com outros softwares existentes, tornaria mais abrangente a adoção da metanálise em estudos da área agrônoma.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar metanálise em dados de validação de escalas diagramáticas utilizando softwares metanalíticos para avaliar a eficiência do uso de escalas na determinação do grau de severidade de doença em planta e desenvolver uma metodologia computacional para automatizar tal tarefa.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar artigos científicos com o tema ‘validação de escalas diagramáticas’;
- Desenvolver base de dados para a metanálise com estudos relacionados a validação de escalas diagramáticas;
- Pesquisar metodologias para realização da metanálise e selecionar aquela a ser empregada nesse trabalho;
- Pesquisar softwares que realizam metanálise;
- Realizar a metanálise da base de dados com uso de softwares tais como R, Mix e CMA;
- Comparar as diferentes abordagens de realização da metanálise;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE

Revisões de estudos podem ser classificadas como qualitativas ou quantitativas (ROSEMBERG et. al., 2004). As revisões qualitativas podem ser realizadas através de uma narrativa, comparando os estudos primários avaliados sem critérios específicos, o que pode gerar um resultado contraditório, por não existir regras para a seleção dos estudos primários (BORENSTEIN et al., 2009). As revisões qualitativas sistemáticas possuem critérios bem estabelecidos para pesquisa, desta maneira a tendenciosidade dos resultados é diminuída.

Segundo Madden e Paul (2011) e Borenstein et al. (2009) as revisões quantitativas são formadas por estudos primários com critérios bem definidos na pesquisa, porém se diferem das qualitativas pois, os resultados obtidos da combinação dos estudos é feito através de cálculos estatísticos.

Os estudos selecionados para revisão possuem um mesmo tipo de resultado, e este resultado chamamos de medida de efeito (ME), que quando combinadas para se obter um sumário chamamos de Medida de Efeito Global ($\overline{ME}$) (BORENSTEIN et al., 2009).

A metanálise é a técnica estatística que utiliza cálculos estatísticos para obter a medida de efeito Global. Glass na década de 1970, foi o primeiro a utilizar o termo em um estudo realizado para sumarizar pesquisas de um trabalho sobre o efeito da psicoterapia no tratamento de doenças (GLASS, 1976). Borenstein et al. (2009) definiu metanálise como uma síntese estatística dos resultados oriundos de uma série de estudos independentes.

2.1.1 Etapas Básicas da Metanálise

Para a realização da metanálise primeiramente precisa-se definir qual o tema do estudo a ser sumarizado e qual o tipo de resultado que cada estudo gera, em seguida, segundo Borenstein et al. (2009), os seguintes passos devem ser seguidos:

- i) Seleção dos estudos primários sobre o assunto de interesse;
- ii) Definição da medida de efeito para cada estudo primário, ou seja, o resultado comum dos estudos que será avaliado;
- iii) Combinação, por meio de modelos estatísticos, de todos os estudos primários em uma medida de efeito global;
- iv) Avaliação da heterogeneidade residual e;

v) Identificação de variáveis moderadoras.

A seguir serão apresentados detalhadamente cada etapa básica da metanálise.

i) Seleção dos Estudos Primários

Para a obtenção dos estudos primários indica-se utilizar dados de pesquisadores, dados publicados ou ambos, sendo que alguns estudos podem ser excluídos da metanálise de acordo com a seleção dos pesquisadores (BORENSTEIN et al., 2009).

A seleção dos estudos primários envolve trabalho intelectual de elevado nível, desde a formulação da pergunta de investigação, desenvolvimento de estratégias, comparação de trabalhos, interpretação de resultados, é indicado proceder à realização de uma revisão sistemática com a colaboração de outros profissionais experientes, para avaliação dos estudos primários (RAMALHO, 2005; POCINHO, 2008; HIGGINS; GREEN, 2010).

ii) Medida de Efeito

Cada estudo primário possui um resultado que é a sua medida de efeito. Esta medida de efeito possui uma métrica e saber qual métrica utilizar depende do objetivo da metanálise e da natureza das variáveis-resposta dos estudos (ROSENBERG et al. 2004; MADDEN; PAUL, 2011).

Segundo Borenstein et al. (2009) as medidas de efeito podem ser separadas em 3 grupos: medida de efeito baseada na média, medida de efeito baseado em dados binários e medidas de efeito baseados em dados correlacionais.

As medidas de efeito baseados em dados correlacionais, são muitas vezes utilizados para sintetizar estudos que examinam a direção e a força da associação entre duas variáveis quantitativas (BORENSTEIN et al., 2009).

O coeficiente de correlação quantifica a direção e a força da relação (linear) entre duas variáveis quantitativas e é, portanto, frequentemente utilizado como medida de efeito global para metanálises e são usualmente transformado em Z de Fisher, pois este apresenta uma distribuição mais simétrica (PAUL et al., 2005; BORENSTEIN et al., 2009; MADDEN; PAUL, 2011).

iii) Modelos Estatísticos para o Cálculo da Medida de Efeito Global

Após identificar a variável é necessário escolher o modelo para definir a medida de associação entre estas variáveis. Existem basicamente dois tipos de associação entre variáveis, através do modelo de efeito fixo, do modelo de efeito randômico e de efeito misto. O modelo deve ser determinado de acordo com as características dessa variável nos estudos (BORENSTEIN et al., 2009; MADDEN; PAUL, 2011).

O modelo de efeito fixo pressupõe que o efeito de interesse é o mesmo em todos os estudos e que as diferenças observadas entre eles são devidas apenas a erros amostrais. De forma simplificada, é como se os métodos com efeitos fixos considerassem que a variabilidade entre os estudos ocorreu apenas pelo acaso e ignorassem a heterogeneidade entre eles (BORENSTEIN et al., 2009).

Apesar da existência de diversos modelos, não há nenhuma regra do modelo que se deva utilizar. Porém, é necessário que se leve em consideração o viés de publicação e o resultado do teste de heterogeneidade que será abordado na sequência. A Figura 1 descreve os tipos de modelos que podem ser utilizados segundo COCHRANE (2015).

Figura 1 - Fluxograma de efeito de tratamento heterogêneo.



Fonte: A Autora.

Onde pode ser considerado que quando ignorado a heterogeneidade significa que o estudo é considerado como modelo de efeito fixo. Já quando a heterogeneidade é incorporada no estudo o modelo é considerado de efeito aleatório, e quando a heterogeneidade é explicada o modelo utilizado é o de efeito misto ou de subgrupos.

O modelo de efeito fixo considera que a diferença entre os estudos é dada somente pela variabilidade interna de cada estudo. Seja J o número de estudos de uma metanálise e Y_j o efeito observado no estudo j com $j = 1, 2, \dots, J$, o modelo de efeito fixo é dado por:

$$Y_j = \theta_M + \varepsilon_j$$

Onde ε_j é o erro aleatório do estudo j e θ_M é o efeito comum a todos os estudos chamado de medida metanalítica. Para a estimação da medida metanalítica podem ser utilizados vários estimadores como o da máxima verossimilhança.

Segundo Viechtbauer (2010) a maioria das metanálises são realizadas com um conjunto de estudos independentes que não são exatamente idênticos, descartando o uso do modelo de efeito fixo. Nestes casos utiliza-se o modelo de efeito aleatório.

Os modelos de efeitos aleatórios consideram, além do erro amostral, a variabilidade entre estudos. No modelo de efeitos aleatório, os fator de ponderação das MEs também considera a variabilidade entre estudos, além da variância.

Os modelos de efeitos aleatórios que pressupõem que o efeito de interesse não é o mesmo em todos os estudos. Neste sentido, consideram que os estudos que fazem parte da metanálise formam uma amostra aleatória de uma população hipotética de estudos. Contudo, apesar dos efeitos dos estudos não serem considerados iguais eles são conectados através de uma distribuição de probabilidade (RODRIGUES, 2010; RODRIGUES; ZIEGELMANN, 2010).

O modelo de efeitos aleatórios é dado por:

$$Y_j = \theta_M + \zeta_j + \varepsilon_j$$

onde, ε_j é o erro aleatório do estudo j , ζ_j é o efeito aleatório de cada estudo j e θ_M é a medida metanalítica.

A medida metanalítica do modelo de efeito aleatório pode ser realizada pelos estimadores Máxima verossimilhança, máxima verossimilhança restrita, DerSimionian e Laird, Hedges, dentre outros (MADDEN; PAUL, 2011).

A escolha entre estes dois modelos deve ser realizada dependendo das características dos resultados dos estudos independentes e do objetivo do estudo metanalítico. O modelo de efeitos aleatórios, por ser mais flexível que o modelo de efeito fixo, é mais apropriado para a maioria das situações dos estudos metanalíticos, especialmente quando se quer fazer inferências para a população e não somente para os estudos em revisão.

O modelo de efeitos mistos mais utilizado em metanálise considera o uso de variáveis moderadoras que à nível de estudo explicam as variabilidades entre estudos das

medidas de efeito. Através do modelo misto é possível identificar quais variáveis moderadoras exercem influência significativa na estimativa da medida de efeito global (PAUL et al., 2006; PAUL et al., 2010; MADDEN; PAUL, 2011).

O modelo de efeito fixo, aleatório e misto consideram conhecida a variância dentro de cada estudo. Ou seja, para cada estudo primário a Medida de Efeito estimada e seu respectivo erro padrão entram no modelo de metanálise como dados. Esta característica diferencia os modelos de metanálise dos modelos de dados primários. Cabe, então, enfatizar que rotinas estatística usuais de modelos para estudos primários não são apropriadas para metanálises (SILVA, 2014).

iv) Cálculo de Heterogeneidade

A análise de variabilidade auxilia na escolha do modelo estatístico adequado, pois, ela avalia se a variabilidade encontrada entre estudos é maior do que a esperada ao acaso. Os principais motivos de alta heterogeneidade entre os estudos são: a) efeito de variáveis moderadoras; b) fonte adicional de erro aleatório associado a amostragem; c) combinação de ambos (LIPSEY; WILSON, 2001).

As maneiras mais usuais de se verificar a existência de heterogeneidade em metanálises são pelo teste Q de Cochran ou pela estatística I^2 de Higgins e Thompson.

O teste Q de Cochran é o teste mais frequentemente usado em análises de heterogeneidade (VIECHTBAUER, 2007). Este teste tem como hipótese nula a não existência de heterogeneidade. Sendo assim, valor p pequeno indica heterogeneidade significativa. Um problema deste teste é seu baixo poder de detectar heterogeneidade na presença de poucos estudos e a alta probabilidade de detectar heterogeneidade errônea quando o número de estudos é elevado (BORENSTEIN et al., 2009).

Outra forma de se calcular a heterogeneidade é através do I^2 , que corrige problemas de número de estudos elevados, que estima a proporção da variação total que é devido a variabilidade entre estudos, isto é, um número entre 0-100%. Classifica-se valores de I^2 próximos a 25%, 50% e 75%, como baixa, média e alta heterogeneidade, respectivamente (HIGGINS et al., 2003). Quando o valor de I^2 for próximo a zero, isso indica que a heterogeneidade é devido somente a variabilidade amostral. Por outro lado, quando o valor for alto indica que existe uma forte variabilidade entre estudos e que as suas razões devem ser exploradas (BORENSTEIN et al., 2009).

A seleção do modelo a ser utilizado será definido de acordo com o critério de AIC (*Akaike information Criterion*) (Burnham e Anderson, 2002). Este critério de seleção de modelos considera o número de parâmetros do modelo e o logaritmo de máxima verossimilhança, isto é:

$$AIC = -2 \ln L + 2p$$

Quando dois ou mais modelos são comparados, no caso modelo de efeito fixo e modelo de efeito aleatório, considera-se que o melhor modelo é o obtido com o menor valor de AIC (MAZIN, 2009). Bozdogan (1987) propôs a seguinte correção para o AIC, onde é corrigido pelo número de estudos:

$$AIC = -2 \ln L + \frac{2pJ}{(J - p - 1)}$$

v) Seleção de variáveis moderadoras

Quando os testes de heterogeneidade apontam a existência de um excesso de variabilidade entre os estudos, isso indica que outros fatores, não considerados no modelo, estão influenciando na estimativa da medida do efeito global. Portanto, quando a heterogeneidade da medida do efeito global for maior que a esperada, justifica-se o ajuste de modelos de efeitos mistos, ou seja, que consideram variáveis moderadoras (SILVA, 2014).

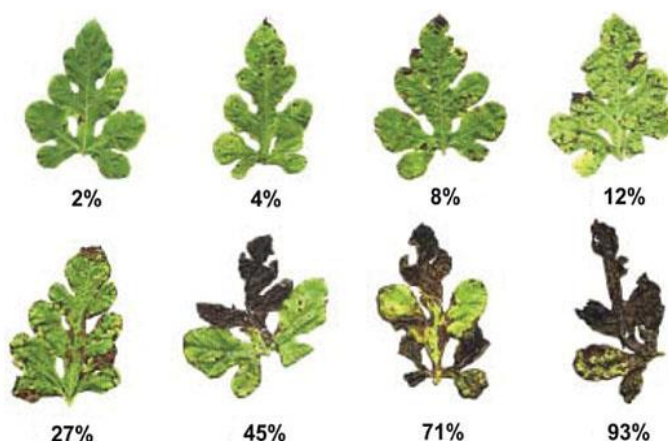
Existem duas maneiras de se explicar a heterogeneidade, com as variáveis moderadoras e com a divisão do estudo em grupos. A metanálise de subgrupos é um método de segmentação de tal modo que exista grande homogeneidade dentro de cada grupo e heterogeneidade entre eles. Já a meta-regressão, ou seja, a utilização de variáveis moderadoras, é utilizada para verificar se algum fator específico está influenciando os resultados pois analisa estatisticamente a medida de efeito aos fatores que podem influenciá-lo (BORENSTEIN et al., 2009).

2.2 ESCALA DIAGRAMÁTICA

A intensidade de doenças de plantas pode ser quantificada pela incidência, severidade ou prevalência. A severidade pode ser avaliada por meio de mensuração eletrônica, análise de vídeo, sensoriamento remoto, relação incidência/severidade ou, de modo mais comum, utilizando escalas diagramáticas de notas (MAFFIA et al., 1999; NUTTER, 1999).

Escalas diagramáticas de notas são representações ilustradas de uma série de plantas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade conforme mostra a Figura 2. Atualmente, essas escalas constituem-se na principal ferramenta de avaliação da severidade para muitas doenças e sua utilização serve como guia para o avaliador que vai determinar a severidade de uma doença (MICHEREFF, 2001).

Figura 2 – Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-cercospora em folha de melancia.



Fonte: HALFELD-VIEIRA et al. (2006)

A severidade é definida como a porcentagem da área ou do volume de tecido coberto por sintomas (AMORIM, 1995). Matematicamente, a severidade é calculada dividindo-se a área doente da folha pela área total da folha multiplicada por 100 (NUTTER et al., 2006).

Os diagramas devem reproduzir o formato da folha ou do órgão da planta afetada (de preferência, utilizando a mesma linha de contorno do órgão para todos os diagramas), além de considerar o tamanho e a distribuição das lesões (ALVES; NUNES, 2012).

Segundo VALE et al. (2004) o número de lesões por folha é especialmente importante em doenças que possuem lesões pequenas, como a ferrugem da soja, ferrugem de

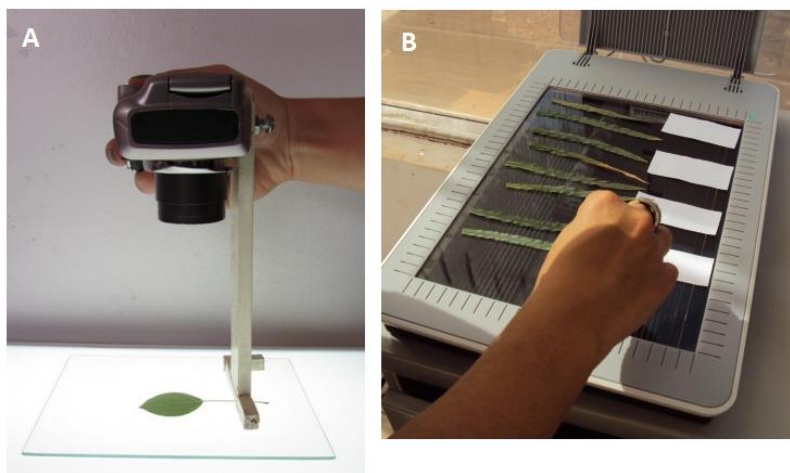
cereais de inverno, entomosporiose em pereira, entre outras. As estimativas de severidade de doenças com lesões pequenas tendem a ser superestimadas. O estímulo de muitas lesões pequenas cria a ilusão de maior porcentagem de área afetada pela doença.

Quando a escala desenvolvida é bastante criteriosa no tamanho e no formato das lesões, mesmo em condições de pouco treinamento, é possível realizarem-se avaliações precisas e acuradas (ALVES; NUNES, 2012).

A precisão de uma avaliação é definida como a falta de variação na estimativa de uma unidade amostral, seja ela de diferentes avaliadores ou a repetibilidade de um avaliador em particular (CAMPBELL; MADDEN, 1990; NUTTER et al., 1993). A acurácia é outra medida utilizada para descrever-se a exatidão de uma avaliação e diz respeito à proximidade dos valores quantificados em uma amostra em relação aos valores verdadeiros. Para se avaliar a precisão e a acurácia de um avaliador ou método, deve-se fazer a regressão linear entre os dados estimados e os reais (ALVES; NUNES, 2012).

Os valores reais de severidade são mais comumente obtidos por imagens digitais, para isso é necessário que seja realizada aquisição da imagem, que pode ser através de câmera fotográfica ou scanner como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Métodos de aquisição de imagens para determinação de grau de severidade real.



a) aquisição por câmera fotográfica. b) aquisição por scanner.

Fonte: a) ALVES; NUNES, 2012 b) QUINTO, 2011.

Após a aquisição da imagem é realizado a transformação da imagem para que possa ser separado a área da doente para o cálculo de severidade.

Para se propor uma nova escala diagramática, é importante que ela possua os diagramas que contenham a severidade mínima e máxima observada, apresente alta precisão na representação da doença e que as subdivisões de preferência respeitem a lei de acuidade

visual proposta por Weber-Fechner (HORSFALL; BARRATT, 1945). Além disso, a escala diagramática deve ser validada.

2.2.1 Validação de Escala Diagramática

Para uma escala diagramática ser validada é necessário que um grupo de avaliadores determinem o grau de severidade de um número de alvos, estes alvos podem ser: frutos, plantas, folhas, brácteas, com determinada doença. A avaliação destes alvos é feita utilizando a escala proposta e sem a utilização da escala proposta, em alguns estudos o alvo é avaliado 2 vezes, sendo a primeira avaliação considerada um treinamento e a segunda a avaliação com o avaliador treinado (ALVES; NUNES, 2012).

Para validar uma escala diagramática, que tem como alvo, por exemplo a ferrugem na folha da soja, inicialmente é determinado o número de folhas a serem avaliadas, em seguida é determinado computacionalmente o real grau de severidade da doença nas folhas a serem avaliadas. Isto é necessário para que seja possível identificar o quanto os avaliadores conseguiram se aproximar do grau de severidade real. Para isso a avaliação é realizada utilizando da escala, sem utilizar a escala e repetindo duas vezes a avaliação, neste caso são considerados treinados (ALVES; NUNES, 2012).

Segundo pesquisa realizada sob o tema validação de escalas diagramáticas, o número de avaliadores que realizam a estimativa da doença pode variar de 4 avaliadores (RENAUD et al., 2008) à 20 avaliadores (CAMOCHENA et al., 2008).

Sendo assim, as validações de escalas diagramáticas são realizadas com e sem a escala, e por avaliadores com e sem experiência, como o exemplo da Tabela 1, que apresenta os registros hipotéticos para um avaliador.

Tabela 1 – Tabela com os valores de severidade real e estimada das amostras realizada por um avaliador.

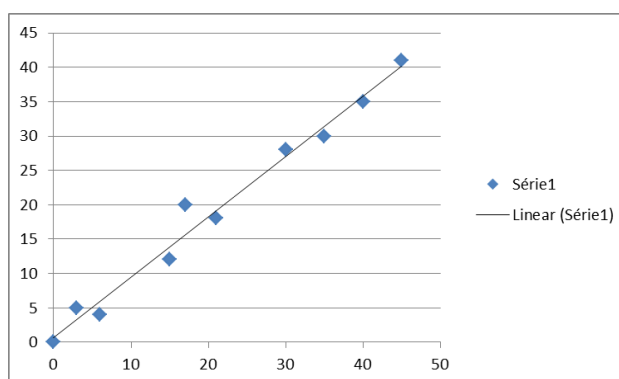
Amostra	SEVERIDADE REAL	SEVERIDADE ESTIMADA
1	15	12
2	40	35
3	6	4
4	35	30
5	3	5
6	0	0
7	21	18
8	45	41
9	30	28
10	17	20

Fonte: A autora.

Os parâmetros e estatísticas utilizados para comparação da repetibilidade de avaliadores em diferentes métodos e/ou avaliadores são: inclinação da reta, intercepto, coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de variação (cv) e erro padrão da estimativa para Y (SEEy). Uma inclinação significativamente maior ou menor que 1,0 demonstra a presença de erro sistemático. Um intercepto significativamente maior ou menor que 0,0 indica a presença de outro erro que é constante para todos os níveis de doença avaliados. Os valores de R^2 , cv e SEEy estão mais relacionados à precisão das estimativas.

O Gráfico 1 apresenta os valores obtidos para x e y de cada amostra com os resultados gerados pelo avaliador. Sendo o eixo x com os valores da severidade real e eixo y severidade estimada de cada amostra. Quando todos os pontos do gráfico se aproximam de uma reta a correlação existente é denominada linear.

Gráfico 1- Correlação Linear



Fonte: A autora.

Pode-se determinar a força dessa correlação através do coeficiente de correlação de Pearson que fornece um valor de 0 a 1 ou 0 a -1, dependendo de uma correlação positiva ou negativa. Esta magnitude quando se aproxima de 0 indica que não possui correlação entre as variáveis e quanto mais próxima de 1 indica que estão diretamente correlacionados.

Assim, cada avaliador irá obter um R^2 através da avaliação de suas amostras, sabendo-se que as validações são realizadas por diversos avaliadores, uma análise nos valores de R^2 de todos os avaliadores é realizada, a fim de definir se a utilização da escala diagramática é favorável a estimação de grau de severidade de doença em alvo, através dos seus coeficientes de determinação, assim pode-se estimar a precisão e acurácia (o quanto consegue chegar corretamente no diagnóstico) de estimativa de grau de severidade da doença do avaliador.

De acordo com Camochena, et al. (2008) constatou-se melhora na acurácia e na precisão das estimativas visuais efetuadas com o auxílio da escala diagramática. A escala diagramática proposta foi considerada adequada para estimar a severidade da mancha ocular em milho. As avaliações com a escala diagramática de Sposito et al. (2004) foram mais precisas e acuradas nas estimativas de todos os avaliadores e proporcionaram maior reprodutibilidade entre avaliações de diferentes avaliadores. A escala diagramática proposta foi considerada adequada para estimar a severidade da mancha preta nos frutos cítricos.

A importância da validação das escalas é apresentar a acurácia e precisão das estimativas visuais através do uso da escala pelos avaliadores, e se realmente auxilia nas estimativas podendo ser usada para a estratégia de controle da doença.

Em alguns casos a validação das escalas diagramáticas apresentam resultados satisfatórios (FISHER ET AL., 2009; HIRANO ET AL., 2010; nascimento et al., 2005) e em outros casos os resultados não são tão adequados (SILVA ET AL., 2009; MALAGI, ET AL., 2011). Desta forma realizar uma metanálise sobre os dados gerados na literatura permitirá verificar o real efeito das escalas diagramáticas na melhora das avaliações de severidade de doença.

2.3. MODELAGEM DE SISTEMAS WIZARD

Todo projeto de software é caracterizado por um estágio inicial, sendo este momento uma fase de análise em que se procura estudar de que forma o mesmo será conduzido.

Esta análise deve ser realizada para obter detalhes da forma com que o software resolverá o problema proposto, e em algumas situações o grau de dificuldade para resolver a tarefa é grande levando o usuário a cometer diversos erros ao utilizar o sistema.

A norma ISO 9126 Fornece modelo de propósito geral que define seis características e respectivas subcaracterísticas de qualidade de software: Funcionalidade, Confiabilidade, Usabilidade, Eficiência, Manutenibilidade e Portabilidade.

No contexto de qualidade de software podemos definir usabilidade como um conjunto de atributos de software relacionado ao esforço necessário para seu uso e para o julgamento individual de tal uso por determinado conjunto de usuários (ISO 2014).

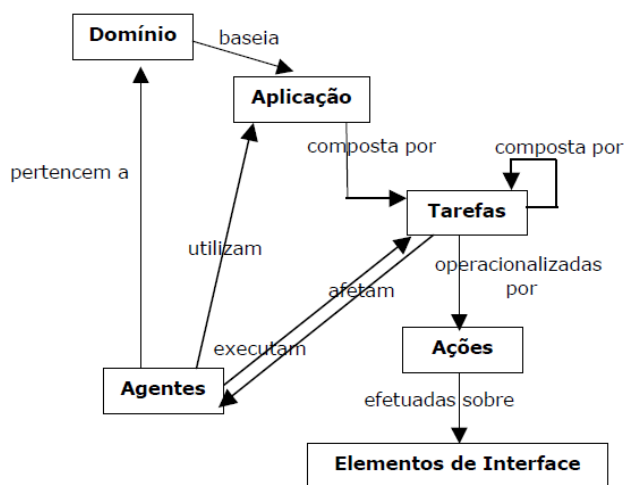
Para se atingir a qualidade de software no contexto de usabilidade o sistema deve ser simples de usar, o usuário não devera ter grande esforço para a realização da tarefa e as informações devem ser simples de ser passadas e capturadas.

Assistentes de *softwares* são soluções baseadas em interfaces para resolução possíveis problemas relacionados à usabilidade (LEITE, 1998). Um Assistente de *Software* se baseia nas entradas do usuário, que são influenciadas pela informação contida no Assistente (JAKOBSON, 1960). Estas informações têm o objetivo de auxiliar o usuário nas entradas que ele deve fornecer ao *Software*, e baseado nestas decisões o sistema irá disponibilizar novas informações, guiando-o até o objetivo final da aplicação.

Muitas informações são necessárias para identificar as etapas que um assistente deve percorrer, e estas não são facilmente capturadas (MORAN; CAROL, 1996). Sendo assim, seguir um modelo para se basear nesta busca torna-se viável.

Segundo Silveira (2002) a construção de um modelo assistente, deve ter suas informações capturadas através de 5 perspectivas diferentes: o ponto de vista do Domínio, da Tarefa, das ações, do Agente, da Aplicação, as quais definem o modelo apresentado na Figura 4, estas 5 perspectivas definirão os passos do software assistente.

Figura 4- Modelo de Assistente.



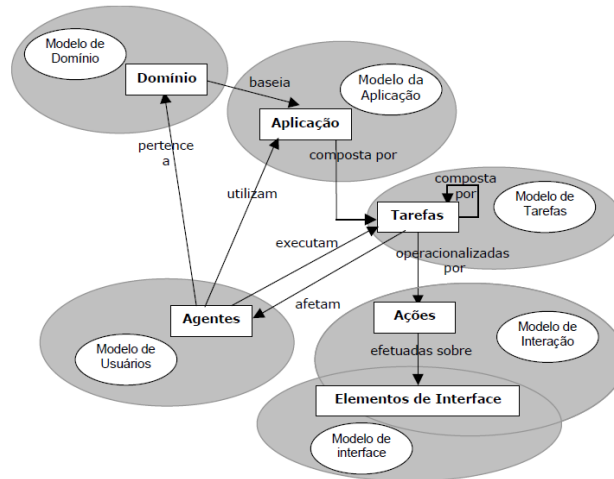
Fonte: Silveira (2002).

Silveira et al. (2009), defende que as informações necessárias para a modelagem de um Sistema de Ajuda devem ser capturadas no momento em que são geradas, na construção do software, não sendo necessário capturá-las novamente, no período final de desenvolvimento, quando a maioria dos sistemas de ajuda costumam ser elaborados.

Utilizando o modelo proposto para o Software Assistente, e sua criação nos períodos descritos, estas informações servem de insumo às discussões/elaborações para o Sistema de Ajuda do Sistema, que podem ser desenvolvidas juntamente com design e aplicação. Assim, ao final do desenvolvimento da aplicação já é possível ter, também, boa parte do sistema de

ajuda desenvolvido, restando apenas ajustes finais ao mesmo. A Figura 5 apresenta o ajuste do modelo contendo as informações do sistema de ajuda.

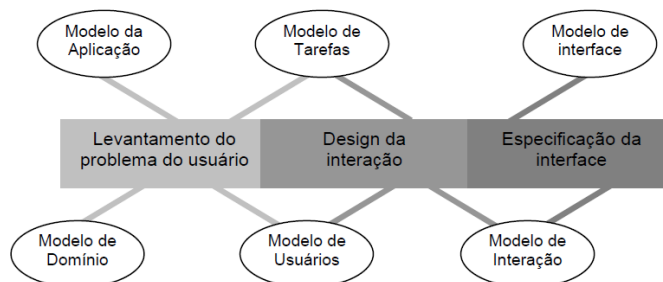
Figura 5 - Modelo de design e propostos e as informações de ajuda



Fonte: Silveira (2002).

Estes modelos são criados em períodos distintos do processo de designer do software. O diagrama da figura 6 mostra em um esquema genérico o momento em que os modelos são criados.

Figura 6 – Período de criação dos modelos



Fonte: Silveira (2002)

Silveira (2002) defende que os modelos sejam feitos juntamente com o processo de design da aplicação, para as informações de ajuda sejam capturadas no momento em que são geradas. Não sendo necessário obter novamente as informações com o software já finalizado, precisando retomar a obtenção de informações para o sistema de ajuda.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. SELEÇÃO DA BASE DE DADOS

Para a criação da base de dados foram realizadas pesquisas com o tema “validação de escalas diagramáticas” em sites de pesquisa como google acadêmico, portal de periódicos da capes, Science Direct, Scielo, bibliotecas on-line de universidades e anais de eventos.

Foram determinados critérios para a inclusão do estudo na base de dados, para isso era realizada a leitura e análise dos resultados do estudo, e após avaliado incluído para a realização da metanálise.

3.2. SOFTWARES METANALÍTICOS

Estudos sobre metanálise foram executados para identificar a metodologia a ser seguida para realizar a metanálise na base de dados que foi gerada. Na sequência iniciou-se a pesquisa por softwares que realizam a metanálise.

Primeiramente foram definidas as linha de seleção dos parâmetros da pesquisa pelo software, sendo assim, foram incluídos somente softwares com interface e clique de mouse, que essencialmente exclui os programas DOS e também softwares livres ou com versões para teste.

Realizou-se uma busca por softwares nas seguintes páginas de pesquisa: Google, Yahoo e Bing, com as palavras-chave em inglês e português, “Software metanálise”, “Metanálise”, “programa metanalítico”, “pacote metanálise” e “software revisão sistemática”. Os softwares encontrados na pesquisa foram baixados somente quando eram livres ou a versão de teste.

Após a instalação, os softwares foram avaliados para determinar qual faria parte da revisão, os softwares que não atendiam as premissas da pesquisa foram excluídos, os demais foram tiveram suas funcionalidades avaliadas e tabuladas.

Após a seleção dos softwares foi realizada a metanálise em cada um deles e armazenado seus resultados a fim de se analisar os resultados obtidos por cada um.

3.3. MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL

A comparação entre as abordagens levou em consideração os diferentes softwares e suas características e na sequencia pode-se realizar a modelagem de um novo sistema, o qual contempla requisitos de funcionalidade segundo a literatura recomenda para a realização da

metanálise juntamente com a modelagem de um sistema de ajuda para auxiliar no processo de utilização do software auxiliando no critério de usabilidade.

Finalizada a modelagem do Sistema, definiu-se que o sistema seria um Software Assistente, pois para a realização da metanálise muitas informações são necessárias para identificar as etapas para se chegar ao resultado. Sendo assim, seguir um modelo para se basear na realização da metanálise torna-se viável. O software foi desenvolvido em linguagem Java, por ser um software livre, no ambiente de desenvolvimento NetBeans IDE 8.0.1 (NetBeans, 2015).

A modelagem do sistema de ajuda ocorreu juntamente com a modelagem do Software assistente por seguir a técnica de modelagem criada por Silveira (2009). O Sistema de Ajuda foi desenvolvido em HTML5 utilizando o editor de texto e código fonte Notepad++ (notepad ++ team, 2015), escolhido por ser um software livre.

3.4. VALIDAÇÃO DO SISTEMA COMPUTACIONAL

Por fim foram definidos critérios para avaliação da usabilidade baseados na Norma ISO 9241, o que possibilitou a definição do objetivo, dos usuários, das tarefas, dos equipamentos e do ambiente para realização do teste.

Os itens a serem avaliados foram: guia de introdução do software, preparação dos dados e usabilidade da metanálise. A análise do guia de introdução foi realizado para indicar se o software possuía um sistema de ajuda para conceitos iniciais sobre metanálise, que introduzisse o uso do software. Em seguida analisou-se como os dados são preparados em cada software, de acordo com a possibilidade de importar, exportar e colar, se a tela para criação da base é intuitiva, se há ajuda para criação e manipulação da base e se o preparo da base de dados ocorre de maneira rápida.

A realização da metanálise definiria o quanto a interface era intuitiva, se a geração de resultados numéricos e gráficos eram simples, se a alteração na análise era rápida, e por fim, a análise da exportação dos resultados gráficos e numéricos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE ESCALAS DIAGRAMÁTICAS

Após ter sido obtido um número de estudos relevantes para a realização da metanálise foi desenvolvido um sumário contendo as seguintes informações: espécie, doença, autor do estudo, número de avaliadores, número de níveis da escala, tipo do alvo (folha, fruto, bráctea, planta), folha recortada (sim/ não), tipo de lesão (pequena, média, grande), colorida (sim/ não), experiência do avaliador (sim/ não), coeficiente angular (com escala, sem escala, treinado), coeficiente linear (com escala, sem escala, treinado), coeficiente de determinação (com escala, sem escala, treinado), e tamanho da amostra avaliada.

O sumário foi dividido em 3 categorias, o que possibilitou o teste com 3 bases de dados. A primeira base possui o resultado das avaliações dos avaliadores que não utilizaram a escala diagramática para determinar a severidade, na segunda base os avaliadores utilizavam a escala proposta no estudo para a avaliação, já na terceira base de dados os avaliadores utilizavam a base para a avaliação, e após um certo tempo determinado pelo estudo realizava novamente a avaliação.

A primeira base foi composta por 23 estudos, totalizando 227 avaliadores treinados para validar a escala diagramática. Cada base manteve a informação do autor, ano, o coeficiente de correlação e o número de amostras para ser testado com os softwares.

A Segunda base é composta por 60 estudos, totalizando 526 avaliadores que usaram a escala para avaliar o índice de doença nos alvos, e a terceira base é formada por avaliadores que não utilizaram a escala diagramática, e composta por 50 estudos, totalizando 462 avaliadores.

4.2. SOFTWARES METANALÍTICOS

Com as pesquisas realizadas, foram encontrados 12 softwares no segmento de metanálise, destes, 11 estavam disponíveis para download na versão de teste ou eram livres, e somente um não fornecia versão para teste e foi excluído da avaliação (Quadro 1). Dos 11 softwares, cinco já não eram atualizados, permanecendo na fase DOS e foram excluídos do estudo. Durante a avaliação percebeu-se que o OpenMetaAnalyst, STATA e o RevMan não possuíam medidas de efeito de associação de variáveis, que era necessário para o desenvolvimento do estudo, e o software MIX em sua versão teste só realizava a metanálise com bases de dados do próprio sistema e foram excluídos do teste. Por fim foram

selecionados 2 softwares para a comparação: Comprehensive Meta-analysis (CMA), e R (R Core Team, 2014).

QUADRO 1 – Resultado das pesquisas dos softwares que realizam metanálise.

Nome do Software	Requisitos Mínimos	Interação com Usuário	Tipo de Licença do Software	Selecionado para avaliação
EasyMA	DOS	MENU DOS	LIVRE	NÃO
EpiMeta	DOS	MENU DOS	LIVRE	NÃO
Meta-Analysis Easy to Answer	DOS	MENU DOS	LIVRE	NÃO
Meta	DOS	MENU DOS	LIVRE	NÃO
CMA	WINDOWS	GRÁFICO	COMERCIAL	SIM
Metawin	WINDOWS	GRÁFICO	COMERCIAL	NÃO
Mix	WINDOWS	GRÁFICO	LIVRE	NÃO
Revman	WINDOWS	GRÁFICO	LIVRE	NÃO
Openmeta	WINDOWS	GRÁFICO	LIVRE	NÃO
Prometa	WINDOWS	GRÁFICO	COMERCIAL	NÃO
metaEasy	DOS	MENU DOS	LIVRE	NÃO
R	WINDOWS	GRÁFICO	LIVRE	SIM

Fonte: A autora.

4.2.1 Comprehensive Meta-analysis (CMA)

O Software CMA foi desenvolvido baseado no livro de Borenstein et al. (2009), é um software comercial que possui versões com valores reduzidos para estudantes e educadores, e possibilita o teste do software de 10 dias ou 10 análises.

A entrada de dados aceita arquivos em mais de 100 formatos, estes dados são inseridos na interface de planilha ou diretamente com copiar-e-colar, os dados podem ser importados de outros programas como RevMan e Excel e possui saídas gráficas dinâmicas.

a) Metanálise utilizando o CMA

A Tabela 2 a seguir mostra os resultados obtidos na metanálise de três bases de dados utilizando o software CMA.

Tabela 2 – Resultados da metanálise realizadas com o software CMA para três bases de dados, onde os avaliadores utilizavam a escala (Com Escala), não utilizavam a escala (Sem escala) e treinavam (Treinados).

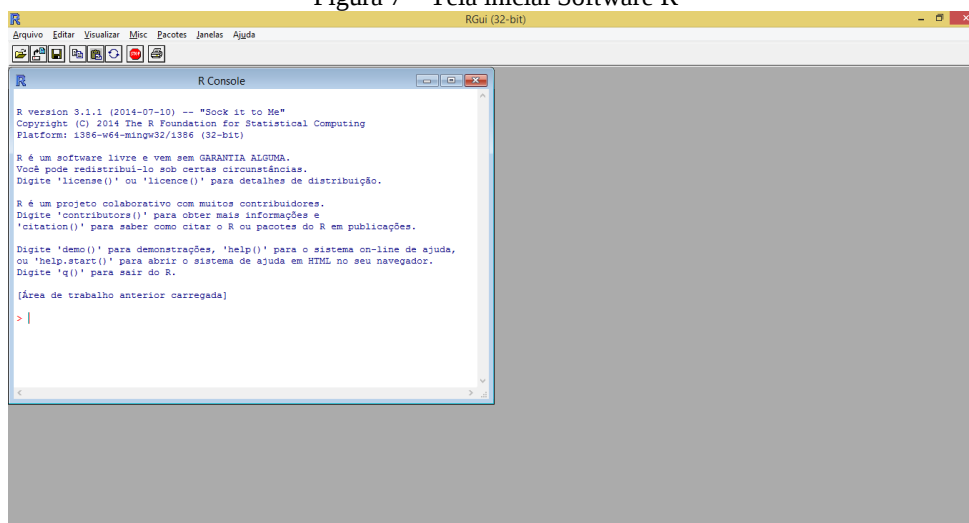
	Com escala	Sem Escala	Treinados
Número de Estudos	524	462	227
Coeficiente de correlação	0,94	0,86	0,95
Limite Inferior (IC=95%)	0,94	0,85	0,95
Limite Superior (IC=95%)	0,95	0,87	0,95
Teste heterogeneidade I^2	84,37	92,54	87,54
Teste heterogeneidade Q	3346,82	6183,124	5326,124

Fonte. A autora

4.2.2 Software R

O software R é um software estatístico que pode ser obtido gratuitamente (Figura 7). Ele possui pacotes básicos, instalados juntamente com o programa e pacotes específicos que podem ser instalados posteriormente (Figura 8).

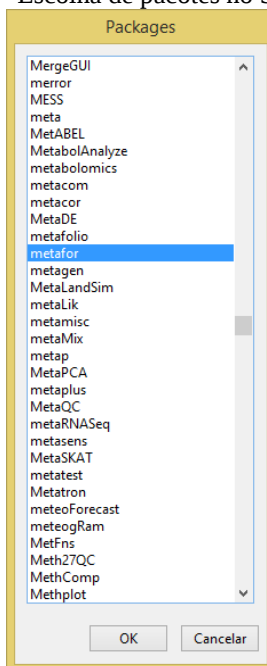
Figura 7 – Tela inicial Software R



Fonte: A autora.

O pacote *metafor* é o pacote disponível para metanálise no ambiente R e possui funções pré-definidas para sua realização.

Figura 8 – Escolha de pacotes no Software R



Fonte: A autora.

O pacote *metafor* possui um conjunto de funções para a realização de metanálises no ambiente R. O pacote inclui funções para o cálculo de várias medidas de efeito ou resultado frequentemente utilizadas em metanálises e, em seguida, permite que o usuário possa escolher entre modelos de efeito fixo, aleatório, ou de efeitos mistos com estes dados.

Vários métodos estão disponíveis para avaliar a adequação do modelo, para identificar valores discrepantes ou estudos influentes, e para a realização de análises de sensibilidade. O pacote também oferece funções para a criação de gráficos como: floresta, funil e radial, dentre outros.

O R se destaca dos softwares anteriores por ser livre e de código aberto, o que possibilita utilizar todo o seu potencial estatístico em outro ambiente computacional.

a) Metanálise utilizando o ambiente R

Para realização da Metanálise no Ambiente R foram utilizadas 3 bases de dados referentes a estudos de validação de escala diagramática, a primeira base é formada por avaliadores que utilizaram a escala para determinar o grau de severidade da doença, a segunda base o avaliador não utilizou a base de dados para determinar o grau de severidade e no último caso o avaliador fez duas avaliações, a primeira foi considerada treinamento.

Em seguida foi instalado o software R e na sequência o pacote *metafor* para a realização da metanálise com o modelo de efeito fixo e de efeito aleatório.

O modelo de efeito aleatório possui os seguintes métodos estatísticos para determinar a heterogeneidade nos estudos: máxima verossimilhança, máxima verossimilhança restrita, DerSimonian-Laird, Hedges, Hunter-Schmidt, Sidik-Jonkman, Empírico de Bayes e Q-Estatística estimador generalizado.

Para a escolha do modelo foi realizado a metanálise de cada base com a opção de modelo de Efeito Fixo, que não tem a opção de selecionar o método estatístico para cálculo de heterogeneidade, e realizado a metanálise com todos os métodos para o modelo de efeito aleatório, a fim de se obter o valor de AICc de todas os cálculos afim de se determinar o melhor modelo a ser utilizado com os dados em questão.

Cada estudo possui uma medida de efeito, que é a síntese dos resultados dos estudos primários, a medida de efeito para a validação de escala diagramática é o coeficiente de correlação.

O ambiente R executa as funções através de comandos, e para a realização da metanálise o R precisa de diversos comandos pré-estabelecidos de acordo com a medida de efeito dos estudos. No caso da medida de efeito correlação, as variáveis mínimas que o R necessita é a correlação e a quantidade de amostras que foram avaliadas. Por esta razão as bases foram reduzidas, mantendo-se somente o valor do coeficiente de correlação e o número de amostras correspondente (Tabela 3).

Tabela 3 – parte da base de dados contendo valor do coeficiente de correlação e o numero de amostras avaliadas.

r	n
0.95393920	40
0.97467943	40
0.98488578	40
0.98488578	40
0.98488578	40
0.98488578	40
0.97979590	40

Fonte: A autora.

Após encontrado o valor de AICc do modelo de efeito fixo e do modelo aleatório utilizando os diferentes métodos, o menor valor de AICc foi identificado e, conseqüentemente, o modelo mais adequado para realizar a metanálise foi determinado.

4.2.4. Resultados da metanálise no sistema R

Em função do R ser o sistema escolhido, por ser um software gratuito e de código aberto, detalha-se mais os resultados deste sistema.

Os valores de AICc obtidos na base de dados onde os avaliadores realizaram a validação com escala, sem escala e treinados com escala, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores absolutos de AIC para a validação do avaliador ao usar escala diagramática, sem usá-la e já treinado.

Método	Valor de AICc treinado com Escala	Valor de AICc sem Escala	Valor de AICc Com Escala
Efeito Fixo "FE"	-506.7077	1224.3142	-543.8735
Hedges "HE"	-978.5721	-569.0126	-1589.9670
Sidik-Jonkman "SJ"	-990.6873	-615.3537	-1722.0141
DerSimonian-Laird "DL"	-1020.3746	-645.5386	-1897.0757
Hunter-Schmidt "HS"	-1020.4660	-641.7442	-1896.1716
Máxima Verossimilhança "ML"	-1020.4796	-703.5109	-1900.2536
Max Veross Rest "REML"	-1014.5311	-700.1561	-1894.7966
Empírico de Bayes "EB"	-1008.6056	-648.4496	-1825.9891

De acordo com a Tabela 4 para o avaliador utilizando a escala diagramática o menor valor dentre os modelos testados foi o modelo de efeito aleatório utilizando o método de Máxima verossimilhança (-1900.25).

Para os resultados obtidos com o avaliador não utilizando a escala diagramática, o menor valor dentre os modelos testados foi obtido com o modelo de efeito aleatório (703,51) através do método de Máxima Verossimilhança. Já para os avaliadores que treinaram com a escala diagramática o menor valor de AICc foi obtido pelo modelo de efeito aleatório, com os valores muito próximos nos métodos DerSimonian-Laird, Hunter-Schmidt, e Máxima Verossimilhança, variando de -1020.37 a -1020.47, mas o menor valor obtido pelo método de Máxima Verossimilhança de -1020.47.

Ao realizar a metanálise utilizando o modelo mais adequado para cada base, foram determinados os respectivos coeficientes de correlação global (valor estimado), apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Estimativa do coeficiente de correlação global através do modelo de efeito aleatório (Máxima Verossimilhança) para três bases de dados, onde os avaliadores utilizavam a escala (Com Escala), não utilizavam a escala (Sem escala) e treinavam (Treinados), obtidos após metanálise utilizando pacote metafor do software R.

Uso da Escala	Coeficiente de Correlação Global
Com escala	0,95
Sem escala	0,88
Treinado com escala	0,96

Fonte: A autora.**Erro! Vínculo não válido.** Analisando a Tabela 5 observa-se que o uso da escala apresentou melhor coeficiente de correlação comparado aos valores encontrados nas validações sem escala.

O avaliador que não utilizou a escala teve o menor coeficiente de correlação global, determinado através da metanálise.

4.2.5 Resultados da metanálise nos softwares

A tabela 6 apresenta o resultado da metanálise feita com a base de dados completa contendo 524 estudos onde a escala era utilizada para a validação, 462 onde a escala não era utilizada e 227 estudos onde eram treinados com a escala.

Tabela 6 – Resultados da metanálise com o software R e CMA, na base de dados com avaliadores que utilizaram a escala, não utilizaram e treinaram.

	Treinados		Com Escala		Sem Escala	
	R	CMA	R	CMA	R	CMA
Numero de Estudos (k)	227	227	524	524	462	462
Estimado	0,96	0,96	0,95	0,95	0,83	0,86
Limite Inferior (IC 95%)	0,96	0,95	0,95	0,94	0,82	0,85
Limite Superior (IC 95%)	0,96	0,96	0,95	0,95	0,85	0,87

Fonte: A autora.

Os resultados obtidos mostraram que a diferença dos resultados ocorreu na segunda casa decimal com diferença de 1 nos casos onde ocorreram. Mostraram também que o uso de escalas onde os avaliadores eram treinados (0,96-0,96) obtiveram valor superior aos casos onde a escala não era utilizada (0,83-0,86).

4.3. MODELAGEM DO SISTEMA COMPUTACIONAL

4.3.1 Software Assistente: WMA

O software WMA foi concebido a partir das dificuldades apresentadas ao realizar a metanálise no software R, que realiza seus cálculos através de linhas de comandos e fazendo

com que o usuário precise conhecer todos os comandos para realizar a metanálise previamente dificultando a sua realização.

A logo marca mostrada na Figura 9 representa as seguintes características do software. O W que significa *Wizard*, do inglês, que pode ser traduzido para assistente, representa a forma com que o software executará sua função, neste caso em etapas claras e distintas, levando o usuário ao resultado desejado.

Figura 9 – Logo do Software Assistente WMA



Fonte: A autora.

O balão de comunicação tem como significado a explicação de todas as etapas do sistema para um melhor entendimento do processo de metanálise, que é usualmente representada pelo gráfico forestplot contido dentro do balão, isto significa que todo balão encontrado no software levará a uma explicação do sistema, e por fim MA significa metanálise, a função principal do software.

A figura 10, mostra as etapas para a realização da metanálise presentes na literatura, etapas que o software R realiza e utilizando o WMA.

Figura 10 – Processo de realização da meta análise definida na literatura, pelo R e pelo assistente WMA.



Fonte: A autora.

O processo para a realização da metanálise está baseado na literatura, a alteração que ocorre se deve pelo processo ser computacional e, por exemplo, não ter uma etapa onde os estudos são selecionados.

O ambiente R possui as mesmas etapas do processo de metanálise, porém etapas são executadas por linha de comando, conforme mostra a figura 11.

Figura 11 – Parte dos comandos para execução da metanálise no ambiente R.

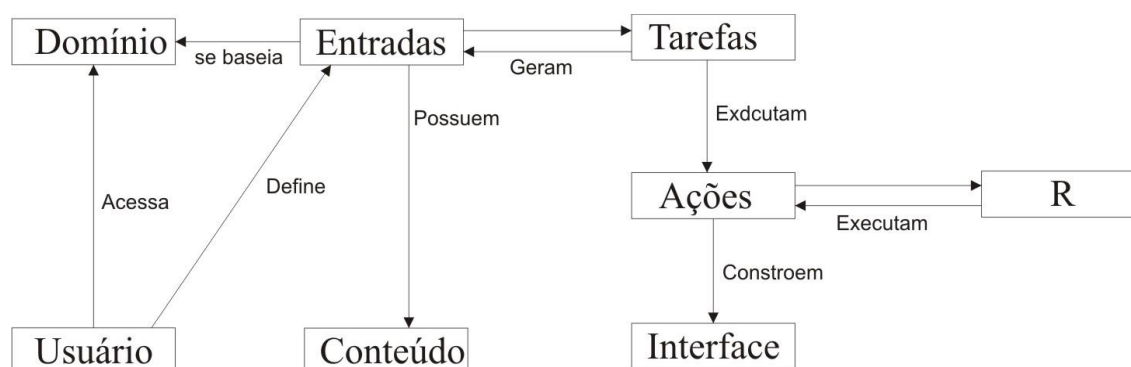
```
> library(metafor)
Carregando pacotes exigidos: Formula
Carregando pacotes exigidos: Matrix

Loading 'metafor' package (version 1.9-4). For an overview
and introduction to the package please type: help(metafor).
> data<-read.table("C:/without.txt", header=T)
> data2<-escalc(measure="COR", ri=r, ni=n, data=dados)
```

Fonte: A autora.

O modelo para criação do assistente para metanálise parte da necessidade de auxiliar o usuário em todas as etapas para a sua realização, estas etapas onde o usuário precisa tomar uma decisão e de acordo com a sua decisão uma nova etapa do programa ocorrerá é chamado de modelo assistente, e será utilizado para a execução da metanálise no software WMA conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 - Modelo para Criação do Assistente de metanálise



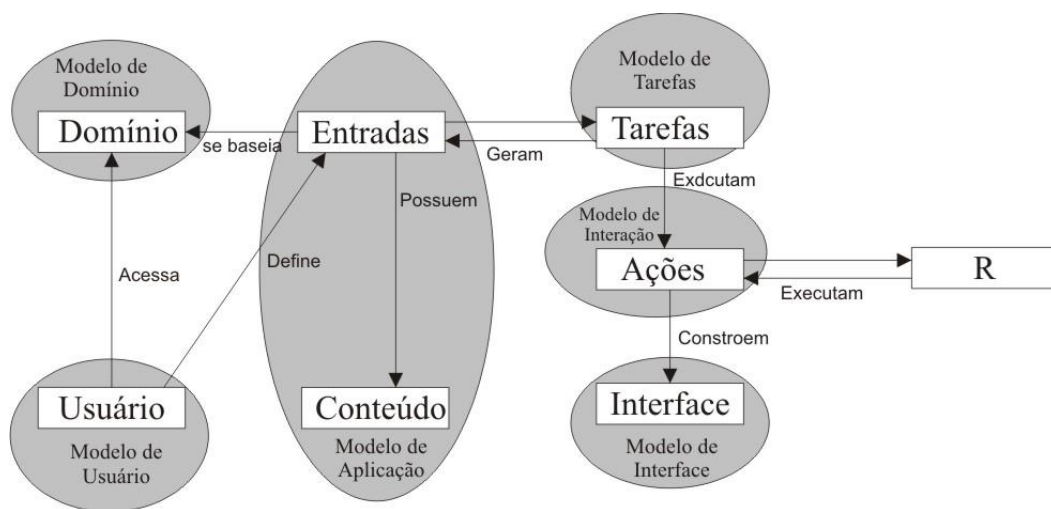
Fonte: Adaptado de Silveira (2002)

Onde o Domínio já é conhecido e terá todas as suas entradas contextualizadas, as entradas possuirão um conteúdo informativo para que o usuário entenda a necessidade desta entrada. Cada entrada é responsável por alguma tarefa no sistema, e estas tarefas são responsáveis pelas ações que irão gerar os resultados da metanálise através do R e retornar ao Sistema para serem apresentadas na Interface.

Tendo em vista suprir a necessidade de auxiliar o usuário neste processo foi definido um Modelo a ser utilizado e definiu-se um conjunto de modelos a serem utilizados. A extensão deste modelo serviu para coletar as informações que farão parte do sistema de ajuda, sendo formado pelo modelo de domínio, aplicação, tarefas, usuário, interação e interface.

Ao aplicar este modelo ao modelo apresentado na Figura 12 obtemos a Figura 13 a seguir.

Figura 13 - Modelo para Criação das informações do Sistema de Ajuda.



Fonte: modificado de Silveira (2002)

A definição de cada modelo do assistente será descrita a seguir.

a) Modelo de Domínio

O modelo de domínio contém as informações relativas ao domínio da aplicação, o domínio é a revisão quantitativa de estudos através da metanálise. Estas informações também farão parte do sistema, pois informarão ao usuário sobre os conceitos do Domínio, auxiliando no processo inicial da metanálise. As informações poderão ser acessadas pelo assistente que irão ser apresentadas por um sistema separado em formato Web (Figura 14).

Figura 14 - Tela Inicial do Assistente e Tela Inicial do Sistema de Ajuda.



Fonte: A autora.

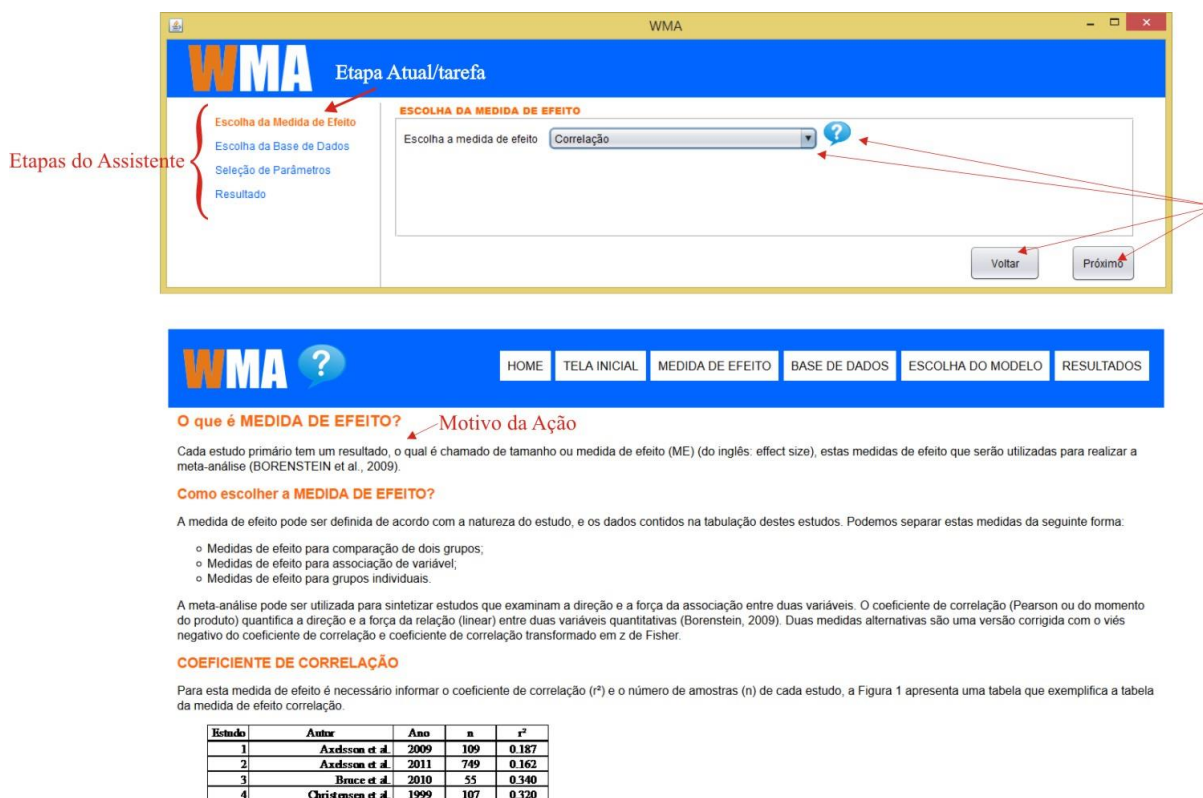
O Domínio possui uma sequência de tarefas fixas, a cada passo executado o usuário será levado a uma nova tela com uma série de novas tarefas referentes a opção anteriormente escolhida. Se o usuário optasse por outra tarefa a tela seguinte seria diferente.

b) Modelo de Domínio

A interatividade do usuário com o software assistente é realizada passo a passo, após apresentada a definição do domínio na tela anterior o usuário é levado a um próximo passo, e o Software assistente solicita novas entradas para o usuário. O modelo assistente juntamente com o sistema de ajuda devem apresentar qual tarefa esta sendo realizada, qual já foi realizada e qual ainda acontecerá, para que o usuário se localize no sistema e não tenha surpresas no decorrer do processo.

Como mostra a Figura 115 a tela apresenta as operações que o usuário poderá fazer, os comandos possíveis são: O acesso ao sistema de ajuda, ir para próxima tela, voltar para passo anterior.

Figura 15 – tela de Escolha da Medida de Efeito



Fonte: A autora.

A interação com o usuário irá acontecer com as entradas das tarefas pelo usuário até a realização da metanálise, guiando as ações do usuário. As interações do usuário irão gerar ações através das operações, estas ações contem as regras que irão selecionar quais componentes farão parte da tela seguinte, conforme a entrada do usuário.

O fluxo de informação no software ocorre em sua maioria através das tarefas, pois cada tarefa possui um conjunto de parâmetros de entradas e estas entradas são os passos pre definidos através do domínio.

A existência de um número específico de passos restringe o domínio para as suas tarefas específicas, e cada tarefa restringe o numero de parâmetros a serem preenchidos, esta divisão fortalece o modelo de assistente pois a informação esta organizada e as validações necessárias são diminuídas pois o usuário é guiado.

Figura 17 – Etapas da execução da metanálise no WMA através do modelo elaborado.



Fonte: A autora.

O domínio do sistema é a síntese de resultados quantitativos, e a aplicação é a metanálise que precisa que as seguintes tarefas modificadas da literatura sejam realizadas 1) Seleção da medida de efeito; 2) Seleção da Base de dados; 3) Seleção dos parâmetros; 4) Combinação dos estudos e 5) Visualização dos resultados.

Ao selecionar a medida de Efeito a ação de Armazenar o dado selecionado é executada pelo programa, o mesmo ocorre na seleção da base de dados e seleção de parâmetros, com estas informações armazenadas o programa é capaz de montar o script que irá conter os comandos que o R necessita para executar a metanálise.

Ao mandar realizar a metanálise o R é acionado e executa o script montado retornando os resultados da metanálise, que são apresentados na tela para o usuário.

4.4 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Os itens a serem avaliados foram: guia de introdução do software, preparação dos dados e usabilidade da metanálise. A análise do guia de introdução foi realizado para indicar se o software possuía um sistema de ajuda para conceitos iniciais sobre metanálise, que introduzisse o uso do software como mostra o Quadro 2, em seguida analisou-se se a tela para criação da base é intuitiva, se há ajuda para criação e manipulação da base e se o preparo da base de dados ocorre de maneira rápida.

Quadro 2 – Avaliação do sistema de ajuda em determinadas fases da realização da metanálise nos sistemas.

CARACTERÍSTICA	WMA	CMA	R
Apresentação do Software	SIM	SIM	NÃO
Início do programa	SIM	NÃO	NÃO
Importação dos dados / leitura	SIM	SIM	NÃO
Preparação de dados para análise	SIM	SIM	NÃO
Velocidade de criação de dados	SIM	NÃO	NÃO
Preparação de dados para análise	SIM	SIM	SIM
Ajuda geral	SIM	SIM	NÃO
Intuição de interface	SIM	NÃO	NÃO
Facilidade de criação de saída numérica	SIM	SIM	SIM
Facilidade de criação de saída gráfica	SIM	SIM	SIM
Adaptabilidade dos gráficos	NÃO	NÃO	NÃO
Facilidade de mudanças de análise	SIM	NÃO	NÃO

Fonte: A autora.

Observou-se que sob os critérios de usabilidade e ajuda o software WMA teve melhor desempenho comparado aos demais softwares.

5 CONCLUSÕES

Ficou evidente os benefícios do uso de escalas diagramáticas tendo sido estabelecida uma correlação global superior a 0,8 para os três casos considerados, porém para as bases onde a escala foi usada a correlação foi superior a 0,97 mostrando que o uso da escala diagramática melhora a estimativa do índice de doença.

A modelagem de um software assistente juntamente com um sistema de ajuda formado por um conjunto de passos necessários para a realização da metanálise contribui para minimizar os problemas de usabilidade, dos itens avaliados o WMA apresentou superioridade aos outros sistemas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. A. M.; NUNES, C. C. **Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em plantas**. ISSN 1808-6802 Julho, 2012 Bento Gonçalves, RS. <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot120.pdf>
- AMORIM, L. **Avaliação de doenças**. In: MANUAL de fitopatologia: princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1, p. 647–671.
- BORENSTEIN, M. et al. **Introduction to Meta-Analysis**. Chichester, West Sussex, U.K: John Wiley & Sons, 2009.
- BURNHAN, K.P., ANDERSON, D.R. **Model selection and multimodel inference: A practical theoretic approach**. 2 ed., Springer – Verlag, 2002.
- CAMOCHENA, R. C.; SANTOS I.; MAZARO, S. M. **Escala diagramática para avaliação da severidade da Mancha Ocular em milho causada por Kabatiella zeae**. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.8, p.2124-2131, nov, 2008. ISSN 0103-8478.)
- COLABORAÇÃO COCHRANE. **About us**. Disponível em: <<http://www.cochrane.org/about-us>>. Acesso em: 11/01/2015.
- FISCHER, I.H.; ALVES, S.A.M.; ALMEIDA, A.M.; ARRUDA, M.C.; BERTANI, R.M.A.; GARCIA, M.J.M. **Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo**. Summa hytopathologica, v.35, n.3, p.226-228, 2009.
- GLASS, G. V. **Primary, secondary, and meta-analysis of research**. Educational Researcher. v. 5, n. 10, p. 3-8, 1976.
- HALFELD-VIEIRA, Be. A.; NECHET, K. L. **Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da mancha-de-cercospora em melancia**. Fitopatol. bras. [online]. 2006, vol.31, n.1, pp. 46-50. ISSN 0100-4158.
- HIGGINS, J. P. et al. **Measuring inconsistency in meta-analyses**. British Medical Journal, v. 327, n. 7414, p. 557-560, 2003.
- HIRANO M.; HIKISHIMA, M.; Silva, A.J.; XAVIER, S.A.; CANTERI, M.G. **Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja**. Summa Phytopathologica, v.36, n.3, p.248-250, 2010.

COCHRANE. **Strategies for addressing heterogeneity** . Cochrane handbook for Systematic Reviews of intervention. Disponível em: <<http://cochrane-handbook.org>>. Acessado em 10/05/2015.

JAKOBSON, R. **Closing Statements: Linguistics and Poetics**. Em SEBEOK, T. (ED.) Linguistics and Communication. MIT Press, New York, NY. 1960.

LEITE, J.C. **Modelos e Formalismos para a Engenharia Semiótica de Interfaces e Usuário**. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1998.

LIPSEY, M. W.; WILSON, D. B. **Practical Meta-Analysis**. Thousand Oaks: Sage Publications Inc., p. 251. 2001.

MADDEN, L. V. PAUL, P. A. **Meta-analysis for evidence synthesis in plant pathology: an overview**. Phytopathology, Saint Paul, v. 101, n. 1, p. 16-30, 2011.

MALAGI G.; SANTOS, I. CAMOCHENA, R. MOCCELLIN, R. **Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho**. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 3, p. 797-804, jul-set, 2011. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, ISSN 1806-669.

MAZIN, S. C. **Métodos Bayesianos em metanálise: Especificação da Distribuição a priori para a Variabilidade entre os Estudos**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. USP. 2009.

MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G.; AMORIM, L. **Quantificação da intensidade de doenças. Mini-curso**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 32., 1999, Curitiba. Anais. Curitiba: 1999.

MCTI. **Brasil: Produção científica, segundo meio de divulgação no diretório dos grupos de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 2000-2010**. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php>>, 2014.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de fitopatologia**. Recife-PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2001. 145 p.

MORAN, T.P.; CARROLL, J.M. **Design Rationale: Concepts, Techniques, and Use**. Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum and Associates. 1996.

NASCIMENTO, A.R.P.; MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R. de L.R.; GOMES, A.M.A. **Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira**. Summa Phytopathologica, v.31, p.59-64, 2005.

NUTTER, Jr., F. W. **Quantification of plant diseases. Mini-curso**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 32., 1999, Curitiba. Anais. Curitiba: 1999.

NUTTER, F. W.; ESKER, P. D.; COELHO NETTO, R. A. **Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data.** Plant disease epidemiology: facing challenges of the 21st Century. Dordrecht: Springer Netherlands, 2006. p. 95–103.

PAUL, P. A.; LIPPS, P. E.; MADDEN, L. V. **Relationship between visual estimates of fusarium head blight intensity and deoxynivalenol accumulation in harvested wheat grain: a meta-analysis.** Phytopathology, Saint Paul, v. 95, n. 10, p. 1225–1236, 2005.

PAUL, P. A.; LIPPS, P. E.; MADDEN, L. V. **Meta-analysis of regression coefficients for the relationship between fusarium head blight and deoxynivalenol content of wheat.** Phytopathology, Saint Paul, v. 96, n. 9, p. 951–61, 2006.

PAUL, P. A. et al. **Meta-analysis of the effects of triazole-based fungicides on wheat yield and test weight as influenced by Fusarium head blight intensity.** Phytopathology, Saint Paul, v. 100, n. 2, p. 160–171, 2010.

POCINHO, M. **Lições de revisão sistemática e metanálise.** 2008. Disponível em: <http://docentes.ismt.pt/~m_pocinho/Licoes_de_revisao_sistematica_e_metanalise.pdf>.

RAMALHO, A. **Manual para redação de estudos e projetos de revisão sistemática com e sem metanálise.** Coimbra: 2005. FORMASAU. ISBN 972-8485-54-9.

RENAUD, M.S.A., AMORIM, L., LOURENÇO, S.A., SPÓSITO, M.B. **Escala diagramática para avaliação da mancha marrom de alternaria de citros.** Summa Phytopathologica, v.34, n.3, p.270-271, 2008).

RODRIGUES, C. L. **Metanálise: um guia prático.** Trabalho de Conclusão do Curso Bacharelado em Estatística. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgd.br/bitstream/handle/10183/24862/000749617.pdf>> 2010)

ROSENBERG et. al. **Meta-analysis in plant pathology: synthesizing research results.** Phytopathology, Saint Paul, v. 94, n. 9, p. 1013–1017, 2004.

SILVA, F. D. L. **Modelos meta-analíticos no estudo da relação entre a severidade da ferrugem-asiática e a produtividade da soja.** Dissertação UFRGS. 2013.

SILVEIRA, M. S. **Metacomunicação Designer-Usuário na Interação Humano-Computador: design e construção do sistema de ajuda.** Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2002.

SPÓSITO, M.B., AMORIM, L., BELASQUE JUNIOR, J., BASSANEZI, R.B. & AQUINO, R. **Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos.** Fitopatologia Brasileira 29:081-085. 2004.

QUINTO, A. C. **Inteligência artificial detecta falta de mineral em plantas.** <http://www.usp.br/agen/?p=56997>.

VALE, F. X. R. do; JESUS JUNIOR, W. C. de; LIBERATO, J. R.; SOUZA, C. A. de. **Quantificação de doenças e do crescimento do hospedeiro.** In: EPIDEMIOLOGIA aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Perffil, 2004. p. 91–121.

VIECHTBAUER, W. **Conducting meta-analyses in R with the metafor package.** Journal of Statistical Software, v. 36, n. 3, p. 1-48, 2010.

WELIE, M. V. **Padrões e Designers de Interação: Assistente.** Disponível em: <<http://www.welie.com/patterns/showPattern.php?patternID=wizard>>, 2014.

APÊNDICE A – Lista De Trabalhos Utilizados Na Base De Dados

Autor	Ano	Título	Fonte
Pedroso et al.	2011	Development and validation of a diagrammatic scale for estimation of anthracnose on sweet pepper fruits for epidemiological studies.	Journal of Plant Pathology , 219-225
Barguil et al.	2008	Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em bastão do imperador.	Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.3, p.807-810
Fischer et al.	2009	Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo	Summa Phytopathologica, v.35, n.3, p.226-228
Correia et al.	2011	Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em pinha	Ciência Rural, Santa Maria, v. 41. P-1-4
Miranda	2004	Reação de variedades de maracujazeiro amarelo a bacteriose causada por <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>passiflorae</i>	USP- Piracicaba- Dissertação
Nascimento et al.	2005	Elaboração e validação de escala diagramática para cancro bacteriano da videira	Summa Phytopathologica, v.31, p.59-64,
Belasque jr. Et al.	2005	Escala Diagramáticas para Avaliação da Severidade do Cancro Cítrico	Fitopatologia Brasileira 30:387-393. 2005.
Michereff et al.	2006	Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do carvão da folha do caupi	Summa Phytopathologica, v.32, p. 51-56
Gomes et al.	2004	Elaboração e validação de escala diagramática para cercosporiose da alface	Summa Phytopathologica, v.30, p.38-42
May de mio et al.	2008	Proposta de escala diagramática para quantificação da Cercosporiose da beterraba	Scientia Agraria, vol. 9, núm. 3, 2008, pp. 331-337,
Michereff et al.	2006		
Albert et al.	2008	Escala diagramática para avaliação da severidade da cercosporiose em caupi	Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.7
Hirano et al.	2010	Validação de escala diagramática para estimativa de desfolha provocada pela ferrugem asiática em soja.	Summa Phytopathologica, v.36, n.3, p.248-250,
Martins et al.	2004	Escala Diagramática para a Quantificação do Complexo de Doenças Foliares de Final de Ciclo em Soja	Fitopatologia Brasileira 29:179-184.
Godoy et al.	1997	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation	Journal of Plant Diseases and Protection 104 (4), 336-345, 1997, ISSN 0340-8159
Godoy et al.	1997	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation
Godoy et al.	1997	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation
Godoy et al.	1997	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation	Diagrammatic scales for bean diseases: development and vali-dation
Nunes e alves	2012	Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da severidade de entomosporiose em folhas de pereira	Summa Phytopathologica, v.38, n.3, p.239-244,
Klosowski et al.	2013	Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar	Tropical Plant Pathology, vol. 38(2):166-171
Barbosa et al.	2006	Elaboração e validação de escala	Summa Phytopathologica, v.32, p.

		diagramática para avaliação da severidade da ferrugem branca do crisântemo	57-62,
Godoy et al.	2006	Diagrammatic Scale for Assessment of Soybean Rust Severity	Fitopatol. Bras. 31(1)
Angelotti et al.	2008	Diagrammatic scale for assessment of grapevine rust	Tropical Plant Pathology, vol. 33, 6, 439-443
Lazaroto et al.	2012	Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho	Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.12, p.2131-2137,
Rodrigues et al.	2002	Elaboração e validação de escala diagramática para leprose dos citros	Summa Phytopathologica, v. 28, p. 192-196
Soares et al.	2009	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alvo da soja	Tropical Plant Pathology, vol. 34, 5, 333-338
Celoto & papa	2010	Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha alvo em folhas de acerola	Tropical Plant Pathology, vol. 35, 4, 258-262
Gonçalves et al.	2003	Etiologia da mancha bacteriana do eucalipto no brasil	Tese, Universidade Federal de Viçosa, 2003
Capucho et al.	2010	Influence of leaf position that correspond to whole plant severity and diagrammatic scale for white spot of corn	Crop Protection 29 1015e1020
Sachs et al. (2010)	2010	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho	Summa Phytopathologica, v.37, n.4, p.202-204
Leite e amorim	2002	Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de Alternaria em girassol	Summa Phytopathologica, v. 28, p. 14-19,
Hafeld-vieira & nechet		Elaboração e Validação de Escala Diagramática para Avaliação da Mancha-de-Cercospora em Melancia	Fitopatologia Brasileira 31:046-050.
Kowata et al.	2010	Glomerella leaf spot in apple: validation of proposed diagrammatic scale and efficiency of fungicides	Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.7, p.1502-1508,
Lenz et al.	2009	Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de isariopsis da videira	Ciencia Rural, Santa Mari, v.39, n. 8, p-2301-2308
Mazaro et al.	2006	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha-de-micosferela em morangueiro	Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.2, p.648-652,
Salgado et al.	2009	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha de Phoma do cafeeiro	Tropical Plant Pathology, vol. 34, 6, 422
Aquino et al.	2008	Elaboração e validação de escala diagramática para quantificação da mancha de ramularia doalgodoeiro	Summa Phytopathologica, v.34, n.4, p.361-363
Lenz et al.	2009	Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-de-septoria em girassol	Ciência Rural, v.39, n.8.
Andrade et al.	2005	Escala Diagramática para Avaliação da Severidade da Mancha Foliar do Eucalipto Causada por Quambalaria eucalypti	Fitopatologia Brasileira 30:504-509.
Silva et al.	2009	Amostragem, caracterização de sintomas e escala diagramática da mancha graxa dos citros (Mycosphaerella citri) no Recôncavo Baiano	Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.3, p.896-899,
Renaud et al.	2008	Escala diagramática para avaliação da mancha marrom de alternaria de citros	Summa Phytopathologica, v.34, n.3, p.270-271, 2008
Camochena et al.	2008	Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha ocular em milho	2124 Camochena et al. Ciência Rural, v.38, n.8, nov, 2008. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.8, p.2124-2131

Lenz et al.	2010	Escala diagramática para avaliação de severidade de mancha-parda em arroz	Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.4, p.752-758
Sposito et al.	2004	Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos	Fitopatologia Brasileira 29:081-085.
Michereff et al.	2009	Diagrammatic scale to assess downy mildew severity in melon	Hortic. bras., v. 27, n. 1,
Kowata et al.	2008	Escala diagramática para avaliar severidade de mildio na soja	Scientia Agrária, Curitiba, v.9, n.1, p.105, 110
Chagas et al.	2010	Escala diagramática para avaliação de mofo cinzento (<i>amphobotrys ricini</i>) da mamoneira(<i>ricinus communis</i> l.)	Summa Phytopathologica, v.36, n.2, p.164-167
Sussel et al.	2009	Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do mofo cinzento em mamoneira	Tropical Plant Pathology, vol. 34, 3, 186-191
Santos et al.	2011	Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade de oídio em folhas de mamoeiro	Summa Phytopathologica, v.37, n.4, p.215-217,
Vivas et al.	2010	Escala diagramática para avaliação da severidade da pinta-preta em frutos de mamoeiro	Summa Phytopathologica, v.36, n.2, p.161-163,
Mesquini et al.	2009	Escala diagramática para a quantificação de septoria apiicola e cercospora arracacina em mandioquinha-salsa	Tropical Plant Pathology, vol. 34, 4, 250-255
Valeriano (2013)		Escala Diagramática e reação diferencial de clones para oídio do eucalipto	Universidade Federal de lavras, Dissertação.
Gomes et. All(2003)			
Custodio et. All(2011)		Comparison and validation of diagrammatic scales for brown eye spots in coffee tree leaves	Ciênc. agrotec., Lavras, v. 35, n. 6, p. 1067-1076
Junior et. All.	2011	Elaboração de escala diagramática de severidade para o bicho-mineiro do cafeeiro	Comunicado Tecnico - ISSN 0103-9458
Passador et al	2013	Escala diagramática para quantificação da severidade de manchas em folhas de eucalyptus globulus labill. Causadas por teratosphaeria nubilosa	Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 521-528,
Malagi et all	2011	Elaboração e validação da escala diagramática para avaliação da mancha branca do milho	Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 3, p. 797-804,
Vieira et all	2013	A new diagrammatic scale for the assessment of northern corn leaf	Crop Protection 56 (2014) 55e57
Teramoto et all	2011	Severidade da mancha alvo em folhas de pepineiro	Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 3, p. 439-445,
Citadim et all	2008	Escala diagramática para avaliação da severidade de bacteriose em pessegueiro	Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p.327-330
Juliatti et all	2013	Escala diagramática para avaliação da severidade de mofo branco em soja	Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 676-680
Lima et all	2013	Mancha-bacteriana do feijão - caupi em cultivares com trifólios morfológicamente distintos	Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.10, p.1735-1743,
Librelon	2013	Escala Diagramática para a avaliação de severidade da mancha angular em folhas primárias de feijoeiro	Dissertação -Universidade ferederal de Lavras

APÊNDICE B – Telas do software assistente WMA

Tela Inicial do Sistema



Tela de Seleção da Medida de Efeito



Tela de Seleção da base de dados

WMA

Escolha da Medida de Efeito
Escolha da Base de Dados
 Seleção de Parâmetros
 Resultado

ESCOLHA DA BASE DE DADOS

Planilha possui cabeçalho? ☒ Sim ☐ Não ? Possui Peso? ☐ Sim ☒ Não ?

C:\Users\Su\Documents\without.xls **Escolher** ?

A	B	C	D
Pedroso et al.	2011	0.96	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.96	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.99	100
Barguil et al.	2008	0.86	45
Barguil et al.	2008	0.93	45
Barguil et al.	2008	0.85	45
Barguil et al.	2008	0.91	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.91	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Fischer et al.	2009	0.88	50
Fischer et al.	2009	0.77	50
Fischer et al.	2009	0.81	50

Voltar **Próximo**

Tela de seleção de parâmetros

WMA

Escolha da Medida de Efeito
 Escolha da Base de Dados
Seleção de Parâmetros
 Resultado

SELEÇÃO DE PARÂMETROS

Tabela possui zeros? ☐ Sim ☒ Não ?

Casas Decimais: 2 ?

Índice de confiança: 95 ?

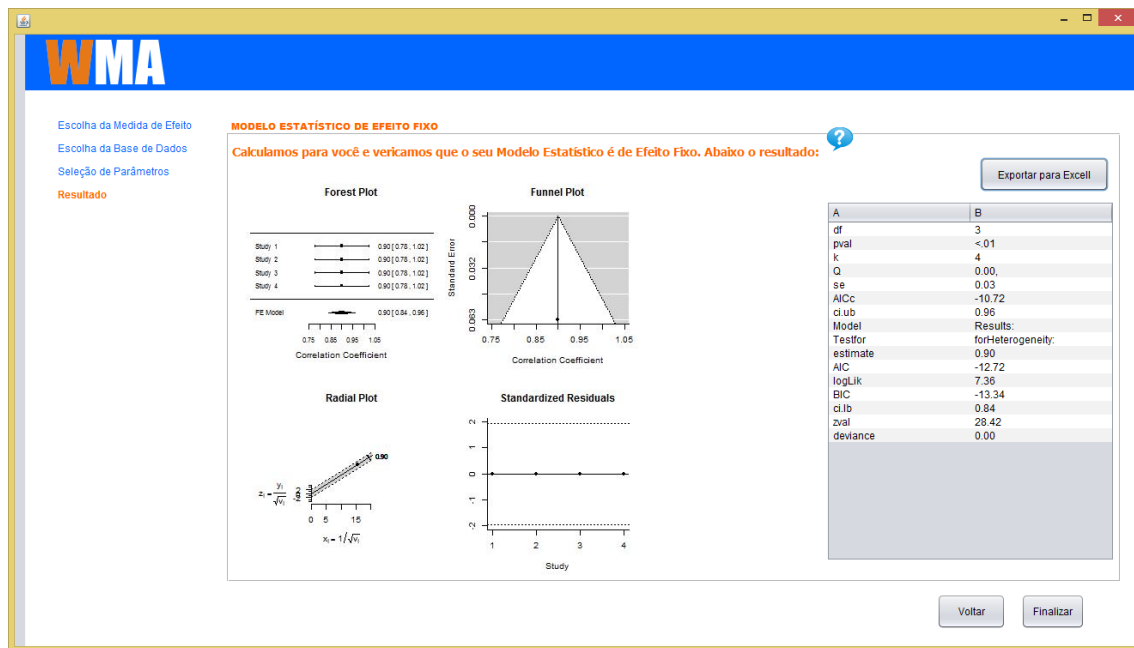
Estamos calculando, por favor aguarde...

Parâmetros da Tabela

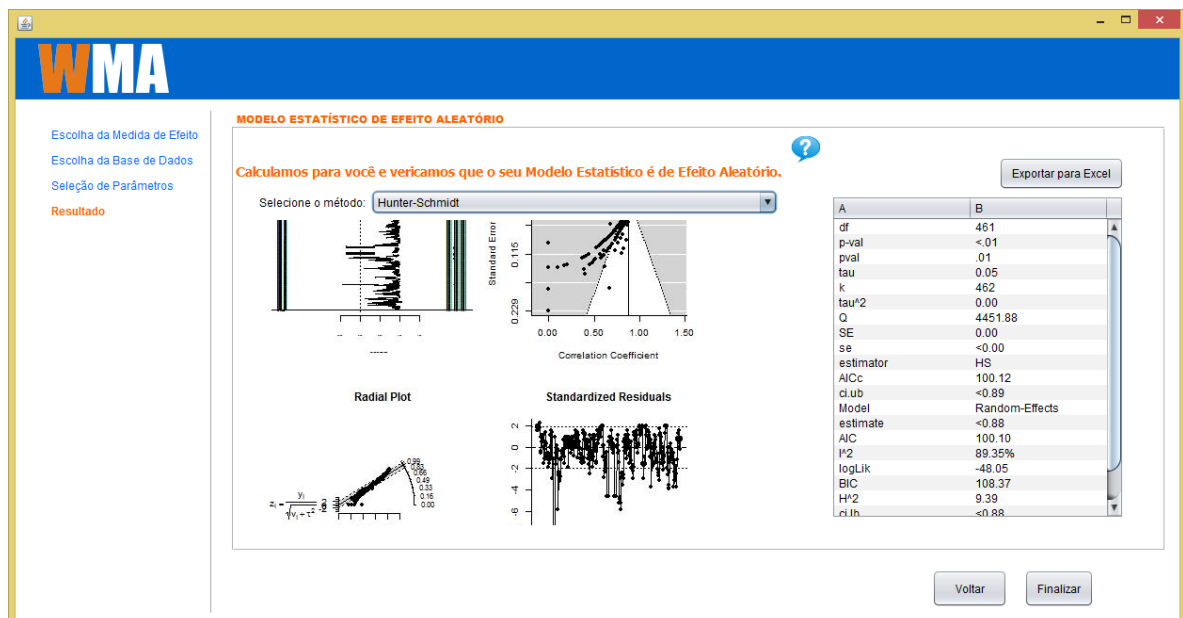
Autor	Ano	Coeficiente de Correção - R	Tamanho da Amostra - N
Pedroso et al.	2011	0.96	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.96	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.98	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.97	100
Pedroso et al.	2011	0.99	100
Barguil et al.	2008	0.86	45
Barguil et al.	2008	0.93	45
Barguil et al.	2008	0.85	45
Barguil et al.	2008	0.91	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.91	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Barguil et al.	2008	0.94	45
Fischer et al.	2009	0.88	50

Voltar **Próximo**

Tela de Resultados de Efeito Fixo

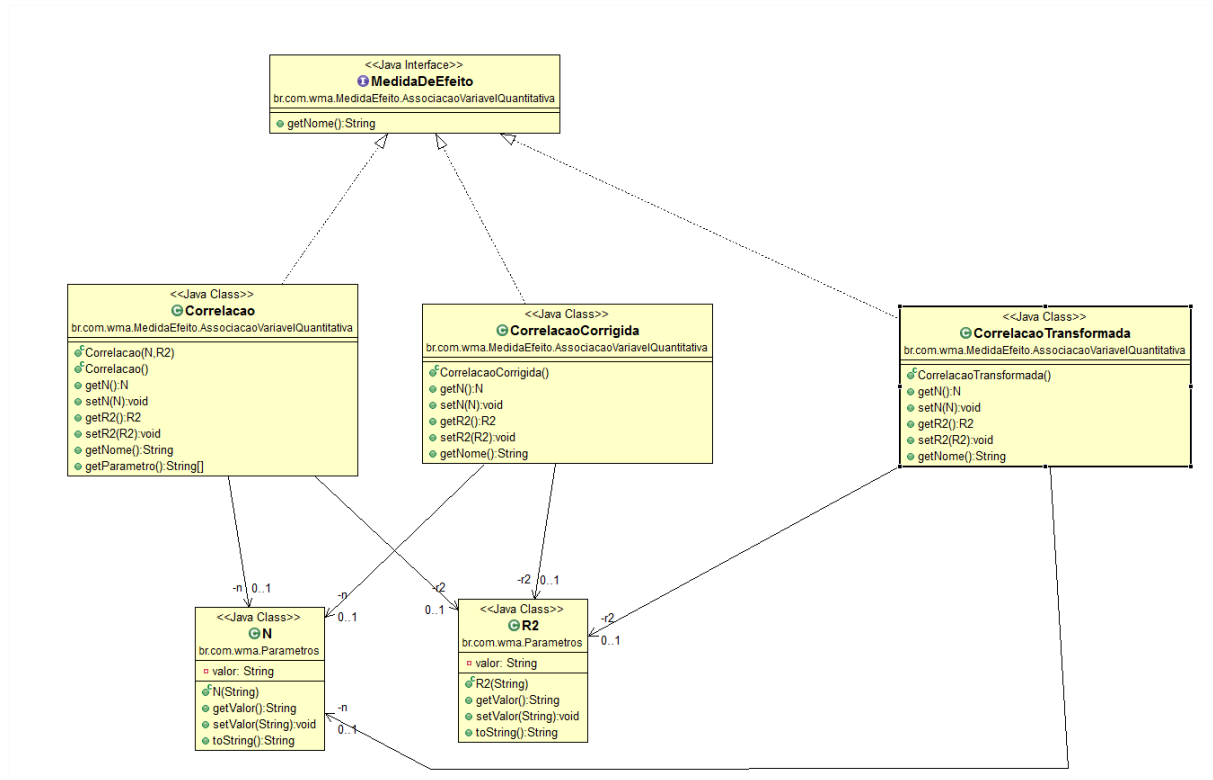


Tela de Resultados de Efeito Aleatório



APÊNDICE C – Diagrama de Classe do Sistema

Pacote Medida de Efeito e Parametros



APÊNDICE D – Telas do Sistema de Ajuda

Tela Inicial

WMA ?

HOME TELA INICIAL MEDIDA DE EFEITO BASE DE DADOS ESCOLHA DO MODELO RESULTADOS

O que é meta-análise?

A metanálise é um método estatístico que permite obter uma síntese de diversos estudos e adquirir informações adicionais através da combinação de seus resultados chegando a uma conclusão geral. O termo metanálise foi utilizado pela primeira vez por Glass (1976), que a definiu como: "A análise estatística de uma grande coleção de resultados de estudos individuais com a finalidade de integrar as descobertas".

A revisão sistemática é uma técnica científica objetiva, eficiente e reproduzível, que permite encontrar novos resultados pela combinação de estudos primários, avaliar a consistência de cada um deles e explicar as possíveis inconsistências e conflitos (Mulrow, 1994).

Para a realização da metanálise primeiramente precisa-se definir qual o tema do estudo a ser sumarizado e qual o tipo de resultado que cada estudo gera, em seguida, segundo Borenstein et al. (2009), os seguintes passos devem ser seguidos:

- Seleção dos estudos primários sobre o assunto de interesse;
- Definição da medida de efeito para cada estudo primário, ou seja, o resultado comum dos estudos que será avaliado;
- Combinação, por meio de modelos estatísticos, de todos os estudos primários em uma medida de efeito global;
- Avaliação da heterogeneidade residual e;
- Identificação de variáveis moderadoras.

Tela Medida de Efeito

WMA ?

HOME TELA INICIAL MEDIDA DE EFEITO BASE DE DADOS ESCOLHA DO MODELO RESULTADOS

O que é MEDIDA DE EFEITO?

Cada estudo primário tem um resultado, o qual é chamado de tamanho ou medida de efeito (ME) (do inglês: effect size), estas medidas de efeito que serão utilizadas para realizar a meta-análise (BORENSTEIN et al., 2009).

Como escolher a MEDIDA DE EFEITO?

A medida de efeito pode ser definida de acordo com a natureza do estudo, e os dados contidos na tabulação destes estudos. Podemos separar estas medidas da seguinte forma:

- Medidas de efeito para comparação de dois grupos;
- Medidas de efeito para associação de variável;
- Medidas de efeito para grupos individuais.

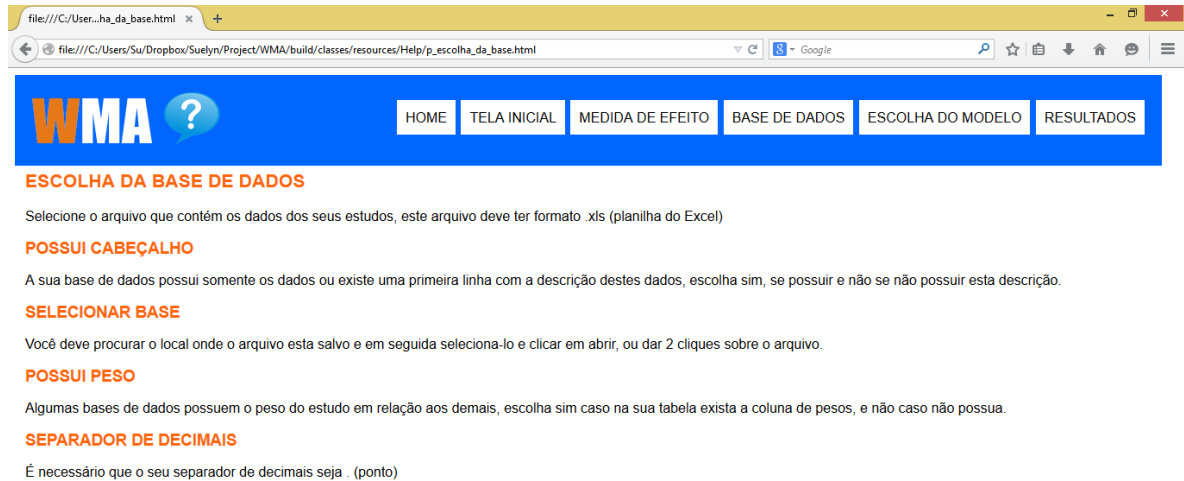
A meta-análise pode ser utilizada para sintetizar estudos que examinam a direção e a força da associação entre duas variáveis. O coeficiente de correlação (Pearson ou do momento do produto) quantifica a direção e a força da relação (linear) entre duas variáveis quantitativas (Borenstein, 2009). Duas medidas alternativas são uma versão corrigida com o viés negativo do coeficiente de correlação e coeficiente de correlação transformado em z de Fisher.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO

Para esta medida de efeito é necessário informar o coeficiente de correlação (r^2) e o número de amostras (n) de cada estudo, a Figura 1 apresenta uma tabela que exemplifica a tabela da medida de efeito correlação.

Estudo	Autor	Ano	n	r^2
1	Axelsson et al.	2009	109	0.187
2	Axelsson et al.	2011	749	0.162
3	Bruce et al.	2010	55	0.340
4	Christensen et al.	1999	107	0.320
5	Christensen & Smith et al.	1995	72	0.270

Tela Base de Dados



Tela Escolha do Modelo



file:///C:/Users/Su/Dropbox/Suelyn/Project/WMA/build/classes/resources/Help/p_escolha_da_modelo.html

WMA ?

HOME TELA INICIAL MEDIDA DE EFEITO BASE DE DADOS **ESCOLHA DO MODELO** RESULTADOS

ESCOLHA DO MODELO ESTATÍSTICO

Para realizar a meta-análise é necessário identificar qual o modelo se encaixa melhor no dados a serem calculados.

O modelo de efeito fixo assume que todos os estudos compartilham a mesma medida de efeito (BORENSTEIN et al., 2009). Portanto, este modelo considera que a diferença das ME entre os estudos é apenas devido ao erro amostral inerente aos estudos independentes (BORENSTEIN et al., 2009; MADDEN; PAUL, 2011). Desse modo, a ponderação para o cálculo da medida de efeito global considera apenas a variância amostral dentro dos estudos.

A maioria das meta-análises são realizadas com um conjunto de estudos independentes que não são exatamente idênticos (VIECHTBAUER, 2010), o que faz com que a verdadeira ME não seja necessariamente a mesma para todos estes estudos. (BORENSTEIN et al., 2009). Nestes casos é usual considerar os modelos de efeitos aleatórios. Os modelos de efeitos aleatórios consideram, além do erro amostral, a variabilidade entre estudos (BORENSTEIN et al., 2009; MADDEN; PAUL, 2011).

Existem diversos métodos estatísticos para se calcular a heterogeneidade no Modelo de Efeito Aleatório, escolha um dos métodos ou marque a opção "Melhor método" para que o Software defina o melhor método para você.

ESCOLHA DE PARAMETROS DA TABELA

E importante saber da sua base de dados quais são os valores que iremos utilizar para realizar os cálculos, de acordo com os dados da coluna informe se o mesmo se trata de um autor, ano de publicação, valor da medida de efeito, numero de amostras.

Os valores para a o calculo da medida de efeito selecionada devem ser obrigatoriamente preenchidos.