



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM GOAL-QUESTION-METRICS (GQM)  
NA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PLANOS DE AVALIAÇÃO DE  
USABILIDADE DE SOFTWARE : UM ESTUDO EMPÍRICO SOBRE UM  
SOFTWARE AGROPECUÁRIO**

ALESSANDRA VILCHES SARAIVA

**ORIENTADORA: PROF<sup>A</sup>. DR<sup>A</sup>. TEREZA GONÇALVES KIRNER**

PIRACICABA, SP  
2006



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM GOAL-QUESTION-METRICS (GQM)  
NA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PLANOS DE AVALIAÇÃO DE  
USABILIDADE DE SOFTWARE : UM ESTUDO EMPÍRICO SOBRE UM  
SOFTWARE AGROPECUÁRIO**

ALESSANDRA VILCHES SARAIVA

**ORIENTADORA: PROF<sup>A</sup>. DR<sup>A</sup>. TEREZA GONÇALVES KIRNER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós -  
Graduação em Ciência da Computação, da  
Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza, da  
Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP,  
como requisito para obtenção do Título de Mestre em  
Ciência da Computação.

PIRACICABA, SP  
2006

Saraiva, Alessandra Vilches

Utilização da abordagem goal-question-metrics (GQM) na elaboração e execução de planos de avaliação de usabilidade de software: um estudo empírico sobre um software agropecuário. Alessandra Vilches Saraiva. Piracicaba, SP, 2006.

Orientadora: Profa. Dra. Tereza Gonçalves Kirner

Dissertação (Mestrado) – Ciência da Computação – Faculdade de Ciências Exatas e da Natureza – Universidade Metodista de Piracicaba.

1. Abordagem Goal-Question-Metrics. 2. Qualidade de Software. 3. Usabilidade. 4. Agroinformática.

**UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM GOAL-QUESTION-METRICS (GQM)  
NA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PLANOS DE AVALIAÇÃO DE  
USABILIDADE DE SOFTWARE: UM ESTUDO EMPÍRICO SOBRE UM  
SOFTWARE AGROPECUÁRIO**

AUTORA: ALESSANDRA VILCHES SARAIVA

ORIENTADORA: TEREZA GONÇALVES KIRNER

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 23 de fevereiro de 2006, pela Banca Examinadora constituída dos Professores:

Dr<sup>a</sup>. Tereza Gonçalves Kirner (UNIMEP – Orientadora)

Dr<sup>a</sup>. Maria Imaculada Montebelo (UNIMEP)

Dr<sup>a</sup>. Selma Shin Shimizu Melnikoff (POLI USP)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, acima de qualquer coisa, por esta caminhada, pelos momentos de conforto espiritual, pois sem força de vontade e perseverança fica difícil de continuar;

à minha maravilhosa e amada mãe, pelos conselhos, força e coragem, na tentativa de sempre ajudar e colaborar para o meu crescimento pessoal e profissional;

à querida avó, pelo grande incentivo, principalmente nos momentos de incerteza. Somente Deus poderá recompensar sua preciosa colaboração para que eu pudesse cursar o mestrado;

à professora Tereza G. Kirner, pela orientação clara e objetiva;

aos professores de estatística Maria Imaculada de L. Montebelo e Idemauro Antonio R. de Lara, pela colaboração no momento da análise estatística;

à amiga e professora Valdete Belon Basaglia, pelos conselhos, motivação e revisão das versões da tese;

ao Saraiva, pelos momentos de compreensão. Muito obrigada por você estar sempre presente ao meu lado;

a todos os meus amigos, em especial à Lílian e ao Inácio, que doam, recebem e retribuem o amor ágape, por me fazerem sentir e nutrirem por mim uma das melhores manifestações de amor: a amizade.

Agradeço de coração!

*Alessandra*

Não importa onde você parou...

Em que momento da vida você cansou.

O que importa é que sempre é possível e necessário "recomeçar".

Recomeçar é dar uma nova chance a si mesmo, é renovar as esperanças na

vida e o mais importante...

acreditar em você de novo.

Carlos Drummond de Andrade

---

---

## RESUMO

Esta dissertação de mestrado teve como objetivo mostrar a aplicabilidade da abordagem Goal-Question-Metrics (GQM) para a elaboração e execução de um plano de avaliação de usabilidade de software.

O trabalho compreendeu o estudo dos seguintes temas: abordagem GQM, planos de avaliação de software, usabilidade de software e estudos empíricos em engenharia de software. Após o estudo detalhado dos temas, foi preparado um plano de avaliação de usabilidade de um software da área agropecuária. Em seguida, a avaliação foi executada, de acordo com as diretrizes para a realização de estudos empíricos e com o apoio de técnicas estatísticas.

Os resultados do estudo empírico foram analisados e discutidos, permitindo a identificação das conclusões do trabalho. De maneira geral, a abordagem GQM apresentou grande auxílio à elaboração de um plano de avaliação detalhado e específico, tanto considerando-se o atributo de usabilidade quanto considerando-se o software avaliado.

Espera-se que este trabalho contribua para melhores resultados e oportunidades, baseadas na análise qualitativa dos processos e produtos de software, mostrando, desta maneira, que a abordagem GQM é um paradigma que contribui para a melhoria contínua dos produtos e processos de software.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abordagem Goal-Question-Metrics, Qualidade de Software, Usabilidade.

---

---

---

---

## ***ABSTRACT***

The purpose of this master dissertation was to show the applicability of the Goal-Question-Metrics (GQM) approach for the elaboration of evaluation plans of usability of software.

This work included the study of the following topics: GQM approach, evaluation plans of software, usability of software and empirical studies in software engineering. After the detailed study of these topics, it was prepared a plan of evaluation of usability of a software in the agricultural and raising cattle area. After that, the evaluation was done according to the instructions for the performing of empirical studies supported by statistical techniques.

The results of the empirical studies were analyzed and discussed, allowing the identification of the conclusions of this work. In general, the GQM approach was of great help to the elaboration of a detailed and specific evaluation plan, considering both the attribute of usability and the evaluated software.

This work is expected to contribute for better results and opportunities, based on the qualitative analysis of processes and products of software, showing this way that the GQM approach is a paradigm which contributes to the constant improvement of products and processes of software.

**Key-words:** Goal-Question-Metrics Approach, Quality of Software, Usability.

---

---

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>x</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>xii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>01</b>
1.1. CONTEXTO DA PESQUISA .....	02
1.2. OBJETIVO .....	04
1.3. METODOLOGIA DA PESQUISA .....	04
1.4. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA .....	05
1.5. RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES .....	05
1.6. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	06
<b>2. ABORDAGEM GOAL-QUESTION-METRICS (GQM)</b> .....	<b>08</b>
2.1. HISTÓRICO E CONCEITUAÇÃO .....	09
2.2. OBJETIVOS DA ABORDAGEM GQM.....	11
2.3. PROCESSO DE APLICAÇÃO DA ABORDAGEM GQM .....	12
2.4. DESENVOLVIMENTO DO PLANO GQM.....	16
2.4.1. PRÉ ESTUDO .....	16
2.4.2. ELABORAÇÃO DO PLANO GQM.....	17
2.4.3. DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AVALIAÇÃO .....	23
2.5. EXECUÇÃO DO PLANO DE AVALIAÇÃO.....	26
2.5.1. COLETA DE DADOS .....	26
2.5.2. ANÁLISE DOS DADOS .....	29
2.5.3. INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....	29
2.6. PREPARAÇÃO DOS RESULTADOS.....	31
2.6.1. PREPARAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO FINAL.....	31
2.6.2. CAPTURA DAS EXPERIÊNCIAS .....	32
2.7. ESTUDOS DE CASO UTILIZANDO O GQM EM AVALIAÇÕES DA QUALIDADE DE SOFTWARE .....	33
2.7.1. AVALIAÇÃO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL.....	33
2.7.1.1 RESULTADOS OBTIDOS.....	35
2.7.2. AVALIAÇÃO DE UM DOCUMENTO DE REQUISITOS DE SOFTWARE .....	36
2.7.2.1 ESTUDO PILOTO.....	36
2.7.2.2 RESULTADOS ALCANÇADOS .....	39
2.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
<b>3. USABILIDADE DE SOFTWARE</b> .....	<b>42</b>
3.1. USABILIDADE NO CONTEXTO DA QUALIDADE DE SOFTWARE .....	43
3.2. DEFINIÇÕES DO TERMO USABILIDADE .....	44
3.3. USUÁRIOS DO SOFTWARE .....	49
3.4. ESTUDOS SOBRE USABILIDADE DE SOFTWARE.....	51
3.4.1. USABILIDADE DE SISTEMAS COMÉRCIO ELETRÔNICO .....	51
3.4.2. USABILIDADE EM OUTROS TIPOS DE SOFTWARE .....	53

<b>4.</b>	<b>ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE UM SOFTWARE AGROPECUÁRIO.....</b>	<b>56</b>
4.1.	AGROINFORMÁTICA .....	57
4.2.	SOFTWARE RURALPRO 2000 .....	58
4.3.	PLANO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE .....	60
	4.3.1. OBJETIVO DE AVALIAÇÃO .....	61
	4.3.2. BRAINSTORN.....	61
	4.3.3. PREPARAÇÃO DA FOLHA DE ABSTRAÇÃO .....	62
	4.3.4. DEFINIÇÃO DAS QUESTÕES .....	63
	4.3.5. DEFINIÇÃO DAS MÉTRICAS .....	65
<b>5.</b>	<b>ESTUDO EMPÍRICO SOBRE USABILIDADE DE UM SOFTWARE AGROPECUÁRIO .....</b>	<b>67</b>
5.1.	OBJETIVO .....	68
5.2.	DEFINIÇÃO DA AMOSTRA.....	68
5.3.	ESTRUTURA DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	69
5.4.	TESTE PILOTO .....	69
5.5.	DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	71
	5.5.1. QUESTIONÁRIO 1.....	71
	5.5.2. QUESTIONÁRIO 2.....	71
	5.5.3. QUESTIONÁRIO 3.....	72
	5.5.4. APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS .....	72
	5.5.5. CARTA DE ENCAMINHAMENTO .....	73
5.6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	73
	5.6.1. ATRIBUTO DE FACILIDADE DE ENTENDIMENTO.....	79
	5.6.2. ATRIBUTO DE FACILIDADE DE APRENDIZAGEM.....	80
	5.6.3. ATRIBUTO DE OPERACIONABILIDADE .....	81
	5.6.4. ATRIBUTO DE ATRATIVIDADE / SATISFAÇÃO DO USUÁRIO .....	82
	5.6.5. ATRIBUTO DE UTILIDADE / OBTENÇÃO DOS OBJETIVOS.....	83
5.7.	ALFA DE CRONBACH .....	84
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>
	<b>BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

GQM            Goal Question Metrics

CATI            Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

EMATER        Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

PRONAF        Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - PARADIGMA GOAL-QUESTION-METRICS .....	10
FIGURA 2.2 - VISÃO GERAL DA ABORDAGEM.....	13
FIGURA 2.3 - MODELO DO PROCESSO GQM .....	15
FIGURA 2.4 - FOLHA DE ABSTRAÇÃO .....	22
FIGURA 2.5 - USO DE PRODUTOS E PROCESSOS DE SOFTWARE PARA DEFINIÇÃO DE MÉTRICAS.....	27
FIGURA 2.6 - DEFININDO QUESTÕES ENTRE OS OBJETIVOS E AS MÉTRICAS .....	28
FIGURA 2.7 - OBJETIVOS DO ESTUDO PILOTO .....	37
FIGURA 3.1 - DEFINIÇÃO DE USABILIDADE ISO 9241 .....	46
FIGURA 3.2- QUALIDADE DE SOFTWARE COM OS ATRIBUTOS DE USABILIDADE.....	47
FIGURA 4.1 - TELA INICIAL DO RURALPRO 2000 .....	59
FIGURA 4.2 - TELA DE CADASTRAMENTO DA PROPRIEDADE.....	60
FIGURA 4.3 - OBJETIVO DA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE.....	61
FIGURA 4.4 - FOLHA DE ABSTRAÇÃO EM NÍVEL GERAL .....	62
FIGURA 4.5 - FOLHA DE ABSTRAÇÃO PARA A AVALIAÇÃO.....	63
FIGURA 4.6 - MODELO DA ESCALA DE LIKERT .....	66

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 2.1 - MODELO PARA A FORMULAÇÃO DE OBJETIVOS.....	18
QUADRO 2.2 - TIPOS DE QUESTIONÁRIOS .....	25

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 3.1 - ATRIBUTOS DE USABILIDADE .....	49
TABELA 5.1 - PORCENTAGEM DA AMOSTRA VÁLIDA .....	72
TABELA 5.2 - AVALIAÇÃO DESCRITIVA .....	75
TABELA 5.3 - MÉDIA E DESVIO PADRÃO.....	76
TABELA 5.4 - NÚMERO DE RESPOSTAS POR CATEGORIA PARA CADA VARIÁVEL ESTUDADA .....	77
TABELA 5.5 - ALFA DE CRONBACH PARA UM INDICADOR DE USABILIDADE .....	85

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5.1 - REPRESENTAÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE RESPOSTAS .....	78
GRÁFICO 5.2 - ATRIBUTO – FACILIDADE DE ENTENDIMENTO .....	79
GRÁFICO 5.3 - ATRIBUTO – FACILIDADE DE APRENDIZAGEM .....	80
GRÁFICO 5.4 - ATRIBUTO – OPERACIONABILIDADE .....	81
GRÁFICO 5.5 - ATRIBUTO – ATRATIVIDADE / SATISFAÇÃO DO USUÁRIO .....	82
GRÁFICO 5.6 - ATRIBUTO – UTILIDADE / OBTENÇÃO DOS OBJETIVOS.....	83

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

---

Este capítulo descreve os conceitos fundamentais sobre qualidade do software e a contribuição da engenharia de software, com a finalidade de desenvolver software de maneira sistemática e econômica, resultando em um produto confiável e eficiente.

O item 1.2 apresenta o objetivo da dissertação, que é indicar a aplicabilidade da abordagem Goal-Question-Metrics (GQM) na elaboração e execução de planos de avaliação de usabilidade de software. No presente trabalho, foi abordado um software agropecuário.

O item 1.3 descreve a metodologia da pesquisa, através do levantamento bibliográfico, a elaboração do plano de avaliação de qualidade e a realização do estudo empírico.

A importância e justificativa do trabalho são apresentadas no item 1.4. É destacada a necessidade de se investir em software para a área agrícola, no Brasil, que levem à obtenção de melhores resultados econômicos e sociais para a população rural.

Finalizando, os resultados e as contribuições do trabalho são apresentados no item 1.5, destacando-se o emprego bem sucedido da abordagem GQM, como embasamento para a elaboração de planos de avaliação de usabilidade de software.

## 1.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Atualmente, as empresas, organizações e a população mundial dependem de aplicações de software para realizar suas atividades e trabalhos diários. Sendo assim, o software possui um papel importante em suas vidas e, se alguns sistemas de uso global deixar de funcionar, uma grande parte da população mundial sofrerá as conseqüências de tal problema.

Por volta de quatro décadas atrás, software constituía uma pequena parte dos sistemas computacionais quando comparado com o hardware. Segundo Mendes (2002), nessa época, os investimentos em desenvolvimento e manutenção de software eram desprezíveis.

Hoje, porém, o software é um componente de significativa importância, dentro do contexto dos sistemas computacionais, uma vez que se encontram softwares nas mais diversas aplicações. Entretanto, à medida que os sistemas tornavam-se mais complexos, outros fatores, como desempenho e qualidade, passaram a ser também considerados, dentro desse contexto. Desenvolver software de qualidade exige, principalmente, o entendimento do que significa qualidade de software (LEITE, 2001b).

A qualidade de software é definida segundo (PFLEEGER, 1998) como:

[...] conformidade a requisitos funcionais e de desempenho explicitamente declarados, a padrões de desenvolvimento claramente documentados e as características implícitas que são esperadas de todo software profissionalmente desenvolvido.

Pfleeger (1998) apresenta considerações a respeito de qualidade e as descreve da seguinte forma:

- qualidade é algo que se reconhece, mas não se define;
- qualidade é atingir os objetivos;
- qualidade está relacionada à característica do produto;

Nota-se que a qualidade do produto de software depende das pessoas, da organização e dos procedimentos usados em seu desenvolvimento. Produzir software de qualidade é um objetivo essencial da engenharia de software, que disponibiliza métodos, ferramentas e procedimentos para esse fim, atribuindo ao gerente o controle do processo de desenvolvimento do software, oferecendo, desta forma, ao profissional uma base para que possa ser construído um software de boa qualidade (PETERS, 2001).

Os métodos de engenharia de software oferecem diretrizes para a construção de software. Já as ferramentas proporcionam um apoio automático ou semi-automático aos métodos e, por fim, os procedimentos da engenharia de software constituem o elo de união que mantém juntos os métodos e as ferramentas, possibilitando, assim, o desenvolvimento lógico e oportuno do software (PAULA, 2001).

A engenharia de software é:

[...] uma disciplina que pode ser vista de forma objetiva, com o estabelecimento e o uso dos princípios básicos da engenharia, com a finalidade de desenvolver software de maneira sistemática e econômica, resultando em um produto confiável e eficiente (PRESSMAM, 1995).

A qualidade do produto de software pode ser vista como um conjunto de características que devem ser alcançadas em um determinado grau para que o produto atenda as necessidades de seus usuários. De acordo com a Norma 8402 (ISO/DIS 8402, 1994), qualidade é definida como “... a *totalidade das características de uma entidade, que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas*”.

É por meio desse conjunto de características que a qualidade de um produto de software pode ser descrita ou avaliada. Obter qualidade nos processos e produtos de engenharia de software não é uma tarefa trivial, uma vez que são vários os fatores que dificultam atingir os objetivos de qualidade.

Muito tem sido escrito sobre qualidade e seus vários adjetivos. No entanto, o fundamental é que o software seja confiável, ou melhor, que seja eficaz e siga padrões exigidos pelo contexto em que irá atuar.

O fato de a qualidade ser muito importante para o desenvolvimento do software contribuiu, para a criação de abordagens de avaliação da qualidade. A principal característica desse tipo de abordagem é a capacidade de adaptação aos objetivos e particularidades de cada programa de avaliação (GRESSE, 1995).

A abordagem *Goal-Question-Metrics* surgiu para auxiliar na elaboração de planos de avaliação, passando a ser empregada, com grande satisfação, em programas experimentais de avaliação de atributos de qualidade de produtos e processos de software, (BASILI, 1994a).

A avaliação da qualidade pode ser aplicada em diferentes domínios do software, como em softwares educacionais, documentos de requisitos de software e em sistemas agropecuários, com a finalidade de garantir os requisitos e atributos desejáveis aos produtos enfocados.

## **1.2 OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi de evidenciar a aplicação da abordagem GQM para a elaboração e execução de planos de avaliação de usabilidade de software. Para viabilizar a consecução de tal objetivo, foi preparado um plano de avaliação de usabilidade de um software da área agropecuária, com o suporte da abordagem GQM. Além disso, a avaliação foi executada e os resultados obtidos foram discutidos.

## **1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

A realização do trabalho compreendeu uma série de atividades, resumidas a seguir:

- Levantamento bibliográfico sobre os temas abordados no trabalho, incluindo: Qualidade de Software, abordagem Goal-Question-Metrics,

Estudos Empíricos baseados na abordagem GQM, Usabilidade de Software e Agroinformática;

- Elaboração de um plano de avaliação de qualidade, do software RuralPRO 2000, do setor agropecuário, baseado na abordagem GQM e enfocando o requisito de usabilidade;
- Estudo empírico para viabilizar o desenvolvimento da avaliação de qualidade planejada, envolvendo o levantamento de dados, análise e apresentação dos resultados.

## **1.4 IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DA PESQUISA**

É importante se investir na criação de planos de avaliação de qualidade de software, porque gera uma maior credibilidade do software, principalmente quando os planos possuem um fundamento, perante isso, a utilização da abordagem GQM foi considerada de grande valor para o desenvolvimento deste trabalho.

Além disso, o trabalho enfocou a usabilidade, que é um requisito primordial para a avaliação da qualidade do software, onde foram enfocados cinco atributos, sendo eles: facilidade de entendimento, facilidade de aprendizagem, operacionabilidade, atratividade / satisfação do usuário e utilidade / obtenção dos objetivos.

Completamente, o trabalho elaborou e executou um plano de avaliação de usabilidade de software, sendo aplicado através de um estudo empírico de um software agropecuário

## **1.5 RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES**

A utilização da abordagem GQM, foi considerada válida quando utilizada como embasamento para a elaboração de um plano de avaliação de usabilidade de

software, e que juntamente com a identificação de atributos de usabilidade, foi possível elaborar e executar um plano de avaliação sólido e aplicável. Pode-se comprovar tal resultado, através da utilização do Coeficiente Alfa de Cronbach, que confirmou a confiança do teste realizado.

Espera-se que este estudo contribua para melhores resultados e oportunidades, baseadas na análise qualitativa dos processos e produtos de softwares, mostrando, desta maneira, que a abordagem GQM é um paradigma eficaz que contribui para o melhoramento da avaliação da qualidade do software, independentemente da área de aplicabilidade.

Em particular, a área agrícola poderá contar com uma ferramenta que irá motivar os desenvolvedores de softwares agropecuários, apoiando-os em suas atividades, identificando atributos de usabilidade que proporcionam aos usuários finais, maior aproveitamento das aplicações do software, gerando conseqüentemente a satisfação dos mesmos. Falando também do elo considerado importante para o trabalho, a união entre a área agrícola e a área da informática.

## **1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

O restante do texto está organizado conforme explicitado a seguir.

O capítulo 2 descreve a abordagem GQM, destacando seus objetivos, conceituação e processo de utilização.

O capítulo 3 apresenta a usabilidade de software, destacando conceitos, principais atributos e estudos empíricos já realizados com o tema.

O capítulo 4 apresenta um plano de avaliação de qualidade de software, organizado com base na abordagem GQM, no qual enfoca a avaliação da usabilidade de um software aplicado à área agropecuária.

O capítulo 5 apresenta o estudo empírico do software agropecuário estudado, destacando o objetivo do estudo, a metodologia adotada e a análise dos resultados.

O capítulo 6 traz as conclusões do trabalho, destacando as contribuições do mesmo e indicando possíveis trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2

### ABORDAGEM GOAL-QUESTION-METRICS (GQM)

---

Este capítulo apresenta a abordagem Goal-Question-Metrics – GQM, que segue o paradigma da avaliação orientado por metas, tendo como componentes elementares os objetivos, as questões e as métricas.

O item 2.1 contém o histórico e a conceituação da abordagem.

No item 2.2 são apresentados os objetivos, que incluem o planejamento da avaliação, a execução do plano de avaliação e as experiências absorvidas durante todo o plano.

O item 2.3 descreve o processo de aplicação da abordagem GQM, mostrando uma visão geral da abordagem.

O item 2.4 descreve o desenvolvimento do Plano GQM, destacando as etapas que fazem parte desta fase da abordagem.

O item 2.5 apresenta a execução do Plano de Avaliação e descreve as etapas de coleta, análise e interpretação dos dados.

O item 2.6 apresenta a fase de preparação dos resultados e finaliza o Plano de Avaliação.

No item 2.7 apresenta a utilização do GQM em avaliações de qualidade de um software educacional, sendo considerado tanto os aspectos técnicos como os educacionais.

No item 2.8 apresenta a avaliação de um documento de requisito de software, desenvolvido com base na abordagem GQM.

As considerações finais deste capítulo são apresentadas no item 2.9.

## 2.1 HISTÓRICO E CONCEITUAÇÃO

Originalmente, a abordagem GQM foi definida para avaliar defeitos em um conjunto de projetos no Centro Espacial da NASA, nos Estados Unidos. Apesar de ter sido usada para definir e avaliar metas para um projeto particular, a abordagem teve seu uso expandido para um contexto maior, como em programas de avaliação de qualidade de software (BASILI, 1992).

Victor Basili, do *Software Engineering Laboratory*, Universidade de Maryland, Estados Unidos, propôs a abordagem GQM, cujo objetivo era servir como embasamento na elaboração e execução de programas de avaliação da qualidade de processos e produtos de software (BASILI, 1994a). Da mesma forma, a abordagem foi utilizada por outros pesquisadores e atualmente, vem sendo adotada na Universidade de Maryland e no IESE, Alemanha, assim como em outros centros de pesquisas e organizações (GRESSE, 1995, 1998).

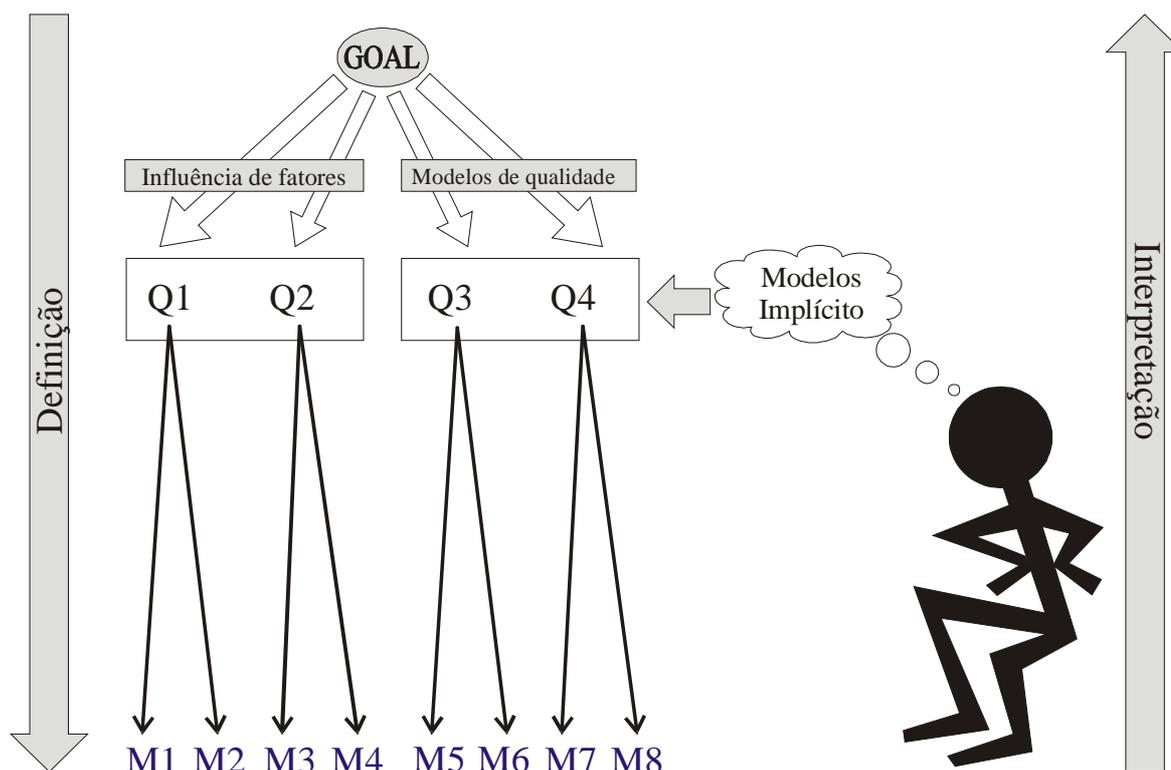
A abordagem GQM é descrita e analisada em vários trabalhos, destacando-se os apresentados em (ABIB, 1998a), (BASILI, 1994a), (DIFFERDING, 1996) e (GRESSE, 1998).

GQM representa uma abordagem sistemática, orientada para metas, que vem sendo empregado para elaboração de planos de avaliação de qualidade de software (BASILI, 1994b). Também é aplicada para definir os objetivos, baseados em um alto nível de associação de metas, e refinando-as para valores mensuráveis, que são as métricas. Em resumo, através de cada meta definida, são refinadas questões, sendo que as métricas fornecem a informação para responder a essas questões.

Uma tecnologia chave de todo plano de melhoramento é a avaliação. A abordagem GQM (BASILI, 1994a) é norteada às metas para a avaliação de produtos e processos de software, que segue a definição *top-down* de um programa de avaliação, ou melhor, formula-se uma definição geral do programa que, no decorrer da avaliação, vai se aperfeiçoando. A análise e a interpretação dos dados, por sua vez, seguem uma visão *bottom-up*, isto é, interpreta-se os dados separadamente. Os resultados são formulados ao finalizar a avaliação,

após o relacionamento e comparação dos dados. Essa abordagem é ilustrada na Figura 2.1. Várias empresas como NASA-SEL (EUA), DigitalSPA (Itália), MOTOROLA e outras, já utilizaram-na com grande sucesso.

Em (GRESSE, 1998), destaca que a abordagem GQM envolve paradigma, o modelo e o método GQM.



**Figura 2.1: Abordagem Goal-Question-Metrics (GRESSE, 1998).**

Uma vantagem decorrente dessa abordagem é: ela sustenta a identificação das métricas apropriadas, de acordo com o contexto e os objetivos da avaliação tanto quanto sustenta a análise e legitimidade dos dados coletados, assim como a interpretação e armazenamento desses dados.

A abordagem abrange informações necessárias para a realização das tarefas de análise segundo o paradigma da avaliação orientada por metas, tendo como componentes elementares os objetivos, as questões e as métricas, conforme destacado a seguir (ABIB, 1998b).

- **Objetivo:** Sua definição envolve o objeto, o propósito, o foco de qualidade, o ponto de vista e o ambiente.
- **Questão:** A questão anuncia a necessidade de se obter informações em uma linguagem natural, podendo-se formular uma ou mais questões para cada categoria de questões; quanto à resposta, deve estar de acordo com o objetivo.
- **Métrica:** Sua função é especificar os dados ou as informações que se deseja obter durante as avaliações, em termos quantitativos e avaliáveis, podendo-se, utilizar uma ou mais métricas para cada questão.

## 2.2 OBJETIVOS DA ABORDAGEM GQM

A abordagem GQM compreende todas as etapas que são envolvidas durante uma avaliação. Os passos incluem o planejamento da avaliação, a execução do plano de avaliação e experiências obtidas durante o plano de avaliação, conforme detalhado abaixo:

- **Planejamento da Avaliação:** consiste em identificar os objetivos do projeto, a formulação das questões e das métricas, e a elaboração do plano de avaliação, conciliando-o ao plano do projeto.
- **Execução do Plano de Avaliação:** inclui a coleta dos dados, a análise e a interpretação dos mesmos, de acordo com os objetivos definidos no projeto.
- **Experiências Obtidas:** inclui a elaboração de um documento final, contendo todas as informações necessárias para futuras consultas e o armazenamento dos resultados.

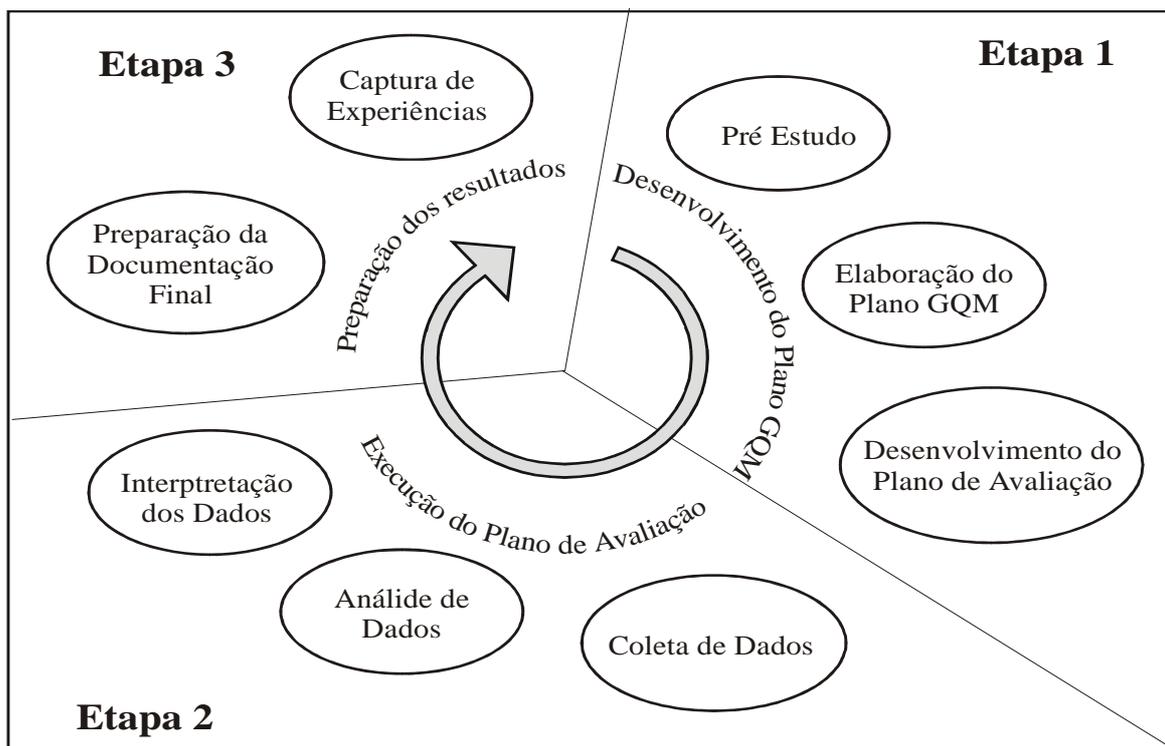
## 2.3 PROCESSO DE APLICAÇÃO DA ABORDAGEM GQM

Experiências de aplicações do GQM, em várias empresas, fizeram com que o processo GQM fosse modelado em detalhe (GRESSE, 1998). Para a definição das metas, por exemplo, desenvolveram-se padrões, sustentados pela abordagem GQM, um outro exemplo completo de um plano de avaliação, incluindo todos os artefatos relacionados, é ilustrado por Gresse (GRESSE, 1998).

A abordagem GQM auxilia na identificação de métricas relevantes, permitindo a análise e a interpretação dos dados coletados durante a avaliação (DIFFERDING, 1996). Para que apresentem um bom resultado, os planos de avaliação devem ser planejados e executados conforme os seguintes princípios:

- É necessário que a tarefa de análise a ser realizada seja precisamente e explicitamente especificada por meio de uma meta de avaliação;
- As medidas devem ser derivadas de uma forma *top-down*, baseadas em objetivos e perguntas. Uma estrutura desse tipo não pode ser adaptada de forma retroativa a um conjunto de medidas existentes;
- Cada medida deve basear-se em um fundamento lógico subjacente que é explicitamente documentado. Usa-se o fundamento lógico para justificar a coleta de dados e para guiar a análise e interpretação dos mesmos;
- Para que se dê suporte à interpretação dos dados para as limitações e suposições do objetivo por meio de um fundamento lógico de cada medida, os dados, que são coletados com respeito às medidas, precisam ser interpretados, seguindo um modelo *bottom-up* no contexto das metas e das questões da avaliação GQM;
- As pessoas que irão utilizar os resultados do plano de avaliação, e a partir de que ponto de vista da meta da avaliação será formulado, devem envolver-se, profundamente, na definição e interpretação do programa de avaliação, porque elas é que são os verdadeiros peritos em relação ao objetivo investigado e ao foco de qualidade do plano de avaliação.

Uma visão geral da abordagem GQM é mostrada na Figura 2.2.



**Figura 2.2: Visão Geral da abordagem GQM.**

Deve-se fazer um estudo prévio, no começo do plano de avaliação, com a finalidade de encontrar modelos de experiências relevantes baseados nas metas e características da organização dos projetos (GLADCHEFF, 1999). Um projeto piloto para a introdução do plano de avaliação é selecionado e caracterizado, e com base nessa informação, especifica-se um objetivo a ser atingido pelo plano, definindo, precisamente, o objeto, o propósito, o foco de qualidade, o ponto de vista e o ambiente da análise. Em relação ao objetivo, um conjunto de métricas relevantes é derivado por meio de perguntas e respostas, resultando em um plano GQM, que consiste de uma meta, questões e métricas. Define-se um plano de avaliação pela interpretação das métricas determinadas no plano GQM e do plano de projeto de software mediante a determinação de quando, como e por quem os dados requeridos podem ser coletados (ABIB, 1999).

Esses dados, durante a fase de execução do plano de avaliação, são coletados de acordo com o plano de avaliação, sendo analisados e interpretados

conforme o plano GQM em sessões de feedback (*feedback sessions*). Os resultados de análise e interpretação são organizados em modelos reutilizáveis (GLADCHEFF, 2001).

Dois papéis principais, no planejamento e execução de um plano de avaliação, são diferenciados: primeiro, a equipe de garantia de qualidade, que tem conhecimento detalhado do processo GQM, também é responsável pelo planejamento e execução do plano de avaliação; segundo, a equipe de projeto, que só participa em alguns passos do plano de avaliação e tem como sua responsabilidade o desenvolvimento de software no projeto atual.

A Figura 2.3, representa as fases do processo GQM.

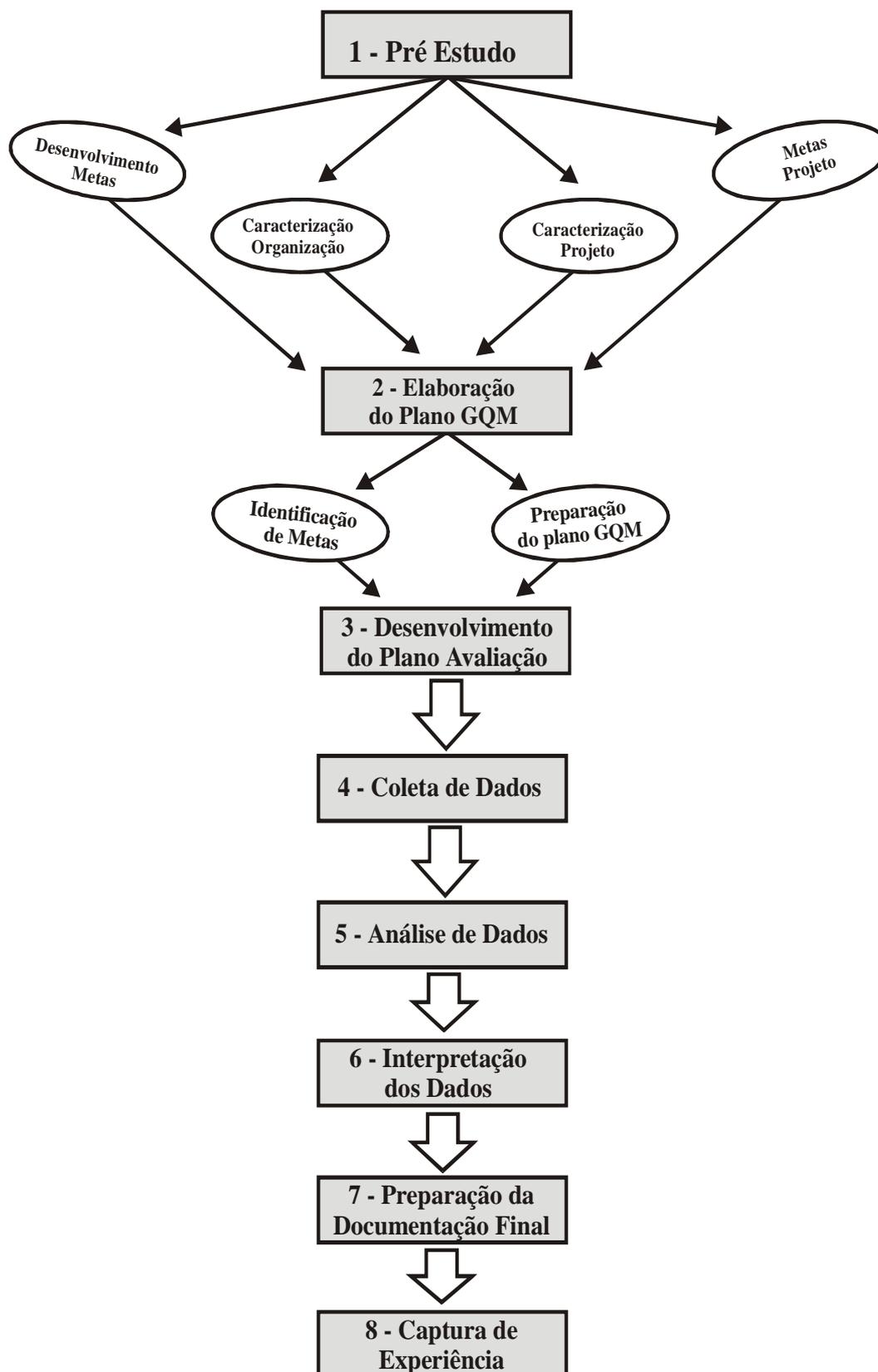


Figura 2.3: Modelo do Processo GQM (ZEEUW, 1994).

## **2.4 DESENVOLVIMENTO DO PLANO GQM**

O desenvolvimento do Plano GQM tem por finalidade realizar um estudo prévio, através da coleta de dados, uma elaboração do plano no qual possam ser identificadas as metas de avaliação e todo o seu detalhamento, para finalizar o desenvolvimento do plano de avaliação, o qual seu objetivo é a integração coerente da avaliação do plano do projeto.

### **2.4.1 PRÉ ESTUDO**

O objetivo do estudo prévio é a coleta de informações pertinentes à introdução de um plano de avaliação.

Deve-se, primeiro, identificar as pré-condições e restrições relacionadas à introdução do plano. Isso pode ser feito baseado em documentos já existentes, ou se disponível, em experiências de planos de avaliação anteriores. Ademais, a organização é caracterizada e as metas de melhoria organizacionais são identificadas. Embasado nessas informações, seleciona-se um projeto piloto para a introdução de um plano de avaliação apoiado em GQM.

A seguir são citadas algumas diretrizes importantes de serem seguidas:

- É relevante que as pessoas, envolvidas no projeto piloto e que participaram do plano de avaliação, sejam motivadas, concordando, também, com a introdução do plano de avaliação baseado na abordagem GQM. Deve-se convencê-las dos benefícios do estabelecimento do plano, mostrando como o trabalho delas pode ser apoiado, quais possíveis problemas podem ser solucionados;
- Pode-se obter a caracterização organizacional e de projeto pelo uso de questionários, entrevistas e leituras das documentações existentes;
- Para planejar e executar um plano de avaliação é essencial a existência de um modelo de processo de software;

- Ao se introduzir o plano de avaliação baseado em GQM, a caracterização e organização do projeto piloto deve ser selecionado de acordo com os critérios:
  - pode ser um projeto habitual;
  - há possibilidade de motivar a equipe de projeto para a aplicação de novas tecnologias;
  - os participantes do plano de avaliação devem receber treinamento concorde uma visão geral da abordagem GQM, focalizando uma apresentação dos passos em que eles participaram ativamente.

#### **2.4.2 ELABORAÇÃO DO PLANO GQM**

Para que se elabore o plano GQM é necessário:

##### **a) Identificação dos Objetivos da Avaliação GQM**

Neste primeiro momento, por meio da avaliação pretendida, identificam-se os objetivos da organização a serem alcançadas e que servirão como base tanto para a elaboração do plano GQM quanto para o desenvolvimento do plano de avaliação. Também é preciso detalhar cada objetivo por intermédio de seus aspectos de objeto, propósito, foco de qualidade, ponto de vista e ambiente.

No Quadro 2.1, é apresentado o modelo para a formulação dos objetivos, segundo Abib (1998a).

**QUADRO 2.1 - Modelo para a Formulação de Objetivos (ABIB, 1998a)**

Dimensão	Definição	Exemplo
Objeto de Estudo	O que será analisado?	Processo de desenvolvimento, teste, documento de projeto, sistema de software.
Propósito	Para qual propósito será analisado?	Caracterização, avaliação, predição, monitoração, controle, modificação.
Foco de Qualidade	Qual o atributo do objeto será analisado?	Confiabilidade, custos, correção, remoção dos defeitos, modificações, manutenibilidade.
Ponto de Vista	Quem usará os dados coletados?	Gerente de projeto, desenvolvedor, equipe de garantia de qualidade, usuário.
Ambiente	Em qual ambiente está localizado?	Projetos, departamentos, etc.

Percebe-se que a avaliação pode ser direcionada aos vários objetivos:

- **Caracterização:** visa formar um instantâneo do estado / desempenho atual dos produtos de processos de software;
- **Avaliação:** visa comparar e avaliar produtos e processos de software;
- **Predição:** visa identificar relações entre vários fatores de processo e produto, usando-as para pronunciar atributos externos pertinentes a produtos e processos;
- **Monitoração:** visa seguir a evolução do desempenho de processos e produtos;
- **Controle:** visa identificar relações causais que influenciam o desempenho de processos e produtos;

- **Modificação:** visa identificar relações causais para mudar o processo de software para obter qualidade de produto e produtividade de processo mais alta.

Ao identificar os objetivos GQM, deve-se priorizar as necessidades da organização e do projeto piloto, selecionando-se as mais importantes para aplicá-las.

É interessante que os objetivos GQM sejam identificados durante uma sessão de *brainstorm*, devendo participar dessa sessão os representantes da gerência e membros da equipe de projeto. É relevante acrescentar que se as pessoas sentirem suas necessidades refletidas e expressas pelo plano de avaliação, o plano terá maior facilidade de ser aceito.

As questões subseqüentes, que, implicitamente, consistem numa caracterização de projeto, organização e identificação de meta de melhoramento, podem auxiliar na identificação dos objetivos:

- Quais são os objetivos estratégicos da organização?
- Quais são as estratégias para alcançar os objetivos da organização?
- Como pode ser melhorado o desempenho da organização?
- O que são os problemas principais?
- Quais são os objetivos de melhoria?
- Como podem ser alcançados os objetivos de melhoria?
- Quais são possíveis objetivos de avaliação?
- Quais objetivos de avaliação serão selecionadas?

Caso a avaliação GQM esteja sendo usada pela primeira vez, é recomendável definir metas GQM sob três pontos de vista diferentes:

- ponto de vista do pessoal técnico que realiza o projeto, ou seja, o desenvolvedor;
- ponto de vista do gerente do projeto;
- ponto de vista das pessoas que pagam pelo plano de avaliação, isto é, o usuário.

Isso assegura que todas as pessoas relevantes, “*stakeholders*”, que forem envolvidas, receberão benefícios do plano de avaliação, que por sua vez, aumentará a aceitação e cooperação entre as partes.

Deve-se selecionar rigorosamente, por meio da concentração de temas centrais importantes, as metas do plano GQM, assegurando, assim, o sucesso do plano de avaliação.

#### **b) Preparação do Plano GQM**

A finalidade desse estágio é detalhar o plano GQM a ser desenvolvido, tendo-se em vista os objetivos identificados na avaliação.

De acordo com Basili (BASILI, 1992), o Plano GQM pode ser dividido em 3 níveis, sendo:

- 1. Nível Conceitual (*Goal*):** no nível conceitual, o objetivo é especificado para um objeto, para um único propósito, com um foco de qualidade, sob um único ponto de vista, em relação ao ambiente especificado.
- 2. Nível Operacional (*Question*):** no nível operacional, um conjunto de questões são usadas para especificar o objetivo de maneira qualitativa e a maneira como os dados são identificados.
- 3. Nível Quantitativo (*Métric*):** no nível quantitativo, as métricas são ligadas a todas as questões, respondendo-as de maneira quantitativa.

Por meio de entrevistas ou questionários é possível detectar o conhecimento das pessoas envolvidas, tendo o cuidado de selecionar as informações que sejam

coesas com os objetivos. Baseados nesse conhecimento, um conjunto de questões é elaborada, caracterizada o objetivo da pesquisa e seus aspectos de qualidade, assim como um conjunto de métricas associadas às questões, que visam respondê-las de maneira quantitativa.

O resultado desse passo da preparação do Plano GQM é o plano GQM completo, com os objetivos definidos, as questões e as métricas já prontas.

Para assegurar que as informações relevantes sejam obtidas daqueles que são os *experts* em relação à perspectiva do objetivo de avaliação, as entrevistas devem ser feitas com pessoas pertencentes ao “ponto de vista” do objetivo da avaliação GQM.

Deve-se, no decorrer da entrevista, abordar os seguintes tópicos:

- **Fatores de Qualidade:** O que significa, para os entrevistados, o foco de qualidade especificado no objetivo GQM?
- **Hipóteses de Linha-Base (*baseline*):** Para cada fator de qualidade que pertence ao enfoque de qualidade é estabelecido: qual é a estimativa do entrevistado sobre o impacto do fator de variação no foco de qualidade?
- **Fatores de Variação:** Quais os fatores passíveis de variação que têm, possivelmente, um impacto nos fatores de qualidade?
- **Impacto na Hipótese de Linha-Base:** Para cada fator de variação é estabelecido: qual é a estimativa do entrevistado do impacto do fator de variação no fator de qualidade?

Durante as entrevistas, um procedimento pode ser utilizado para a aquisição e estruturação do conhecimento, conhecido como Folha de Abstração (*Abstraction Sheet*). Trata-se de um documento de uma página com quatro quadrantes, um para cada um dos tópicos mencionados acima. No cabeçalho, é especificado o objetivo GQM.

A Figura 2.4 ilustra uma Folha de Abstração, conforme Gresse (GRESSE, 1998).

<b>Objeto</b>	<b>Propósito</b>	<b>Foco de Qualidade</b>	<b>Ponto de Vista</b>	<b>Ambiente</b>
Processo de software	Caracterizar	Confiabilidade	Desenvolvedor	Empresa, projeto
<b>Fatores de Qualidade</b>		<b>Fatores de Variação</b>		
Descreve o foco de qualidade		Quais os fatores têm impacto no foco de qualidade?		
<b>Hipóteses de Linha-Base</b>		<b>Impacto na Hipótese de Linha-Base</b>		
Quais os resultados que se espera encontrar com a avaliação?		Como os fatores de variação influenciam o foco de qualidade?		

**Figura 2.4: Folha de Abstração.**

Como apresentado, a Folha de Abstração possui, além do detalhamento do objetivo, quatro quadrantes que são detalhados abaixo:

- **Fatores de Qualidade:** As informações abrangidas, nesse quadrante, são empregadas na construção de modelo de qualidade no plano GQM.
- **Hipóteses de Linha-Base:** As informações, contidas nesse quadrante, mostram, de acordo com o ponto de vista considerado, dados concretos ou supostos que envolvem o foco de qualidade; ou melhor, expressam o que as pessoas pensam no início do programa de avaliação. Se não existe nenhum dado concreto, as informações representam as hipóteses básicas, mas se há algum dado concreto, como os dados de uma avaliação anterior, então, esse quadrante possui informações que revelam uma base atual do foco de qualidade de interesse. As informações aqui fornecidas são usadas para validar o modelo de qualidade. Portanto, se as pessoas não estão habilitadas para dar a opinião, baseados nos dados concretos ou em estimativas, essa sugestão do modelo de qualidade selecionada não é oportuna para esse propósito, ou é totalmente fictícia.

- **Fatores de Variação:** Os fatores de variação descrevem os fatores ambientais e os fatores do projeto que podem motivar algum impacto no foco de qualidade.
- **Impacto na Hipótese de Linha-Base:** Nesse quadrante, as informações abrangidas mostram o relacionamento entre os fatores de variação e o foco de qualidade e as mesmas devem ser testáveis, porque serão utilizadas para determinar quando os fatores de variação são válidos.

A Folha de Abstração, resultante das entrevistas, contém o entendimento individual da entrevista sobre o projeto e o objetivo de avaliação. Por isso, todas as folhas de abstração recolhidas, em relação a uma única meta da avaliação GQM, devem ser resumidas em uma folha de abstração única. Da mesma forma, todos os conflitos e inconsistências que despontarem, deverá ser resolvido em entrevistas posteriores.

#### **2.4.3 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AVALIAÇÃO**

O objetivo principal dessa fase é a integração apropriada da avaliação no plano do projeto. Para cada métrica identificada, no plano de avaliação, é determinado quando, como e por quem os dados coletados, correspondem ao processo de software. Alguns critérios importantes precisam ser considerados no desenvolvimento dos procedimentos de coleta de dados:

- Para assegurar a precisão dos dados, estes deverão ser coletados o mais cedo possível. A seleção dos dados deve ser feita de acordo com o seguinte critério:
  - Perícia: quem tem a perícia técnica e gerencial para providenciar dados exatos?
  - Acesso: quem tem acesso ao objeto que está sendo avaliado?
  - Preconceito: há alguma razão para os fornecedores de dados mostrarem preconceito nos dados que ele provê?

- Custo: o tempo gasto pela pessoa para coleta de dados tem efeitos nos custos do projeto?
- Disponibilidade: a pessoa tem tempo disponível para a coleta de dados?
- Motivação: a pessoa está interessada no plano de avaliação?
- Para que os dados possam ser providenciados facilmente, os formulários de coleta de dados devem:
  - Ser breves e precisos;
  - Explicar as categorias de classificação usadas nos formulários;
  - Para prevenir a falta de entendimento, os padrões e os termos da organização devem ser utilizados no formulário de coleta;
- Quanto aos questionários devem ser curtos, facilitando as respostas requeridas e, se possível, deve-se usar questões de múltipla escolha.

O projeto de instrumentos de avaliação é decisivo para receber dados confiáveis, podendo ser identificadas três categorias de instrumentos de coleta de dados:

- Ferramentas;
- Questionários;
- Entrevistas Estruturadas (Aquisição de Conhecimento Explícito).

Alguns exemplos de tipos de questionários são destacados no Quadro 2.2.

**QUADRO 2.2 - Tipos de Questionários**

<b>Categoria</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
Questionários de projetos	Questionário de Projeto	Registros que coletam informação de projeto geral no início do projeto.
	Questionário de Estimativas de Projeto	Registra as estimativas de parâmetros de projeto; completado pelo gerente de projeto.
Questionário de Esforços	Questionário de Recursos de Pessoal	Prevê informação sobre horas gastas em um projeto e como o esforço foi distribuído; é preenchido semanalmente pelo desenvolvedor do software.
Questionário de Manutenção	Questionários de Mudanças	Caracteriza a manutenção praticada em resposta a um pedido de mudança.
	Relatório de Mudança	Apresenta informação sobre unidades alteradas; é completada cada vez que uma unidade configurada é modificada.

Tomando-se por base os dados coletados, será feita a decisão sobre qual instrumento utilizar. Podem ser usadas, por exemplo, ferramentas para medidas de linhas de código, questionários e entrevistas organizadas para medidas de processo, esforço de retrabalho - *rework*.

Quanto ao desenvolvimento de questionários, as medidas colhidas pelos questionários são ordenadas de acordo com quantos dados serão medidos e quem os provê.

Algumas diretrizes devem ser ressaltadas:

- Os questionários devem ser elaborados para suportar a integração da coleta de dados nos processos;

- Deve-se projetar os questionários de forma que os dados possam ser providos de maneira fácil, como: definir de forma clara os dados, saber as categorias de classificação a ser usada;
- É importante realizar um pré-teste dos questionários antes de iniciar a coleta de dados.

## 2.5 EXECUÇÃO DO PLANO DE AVALIAÇÃO

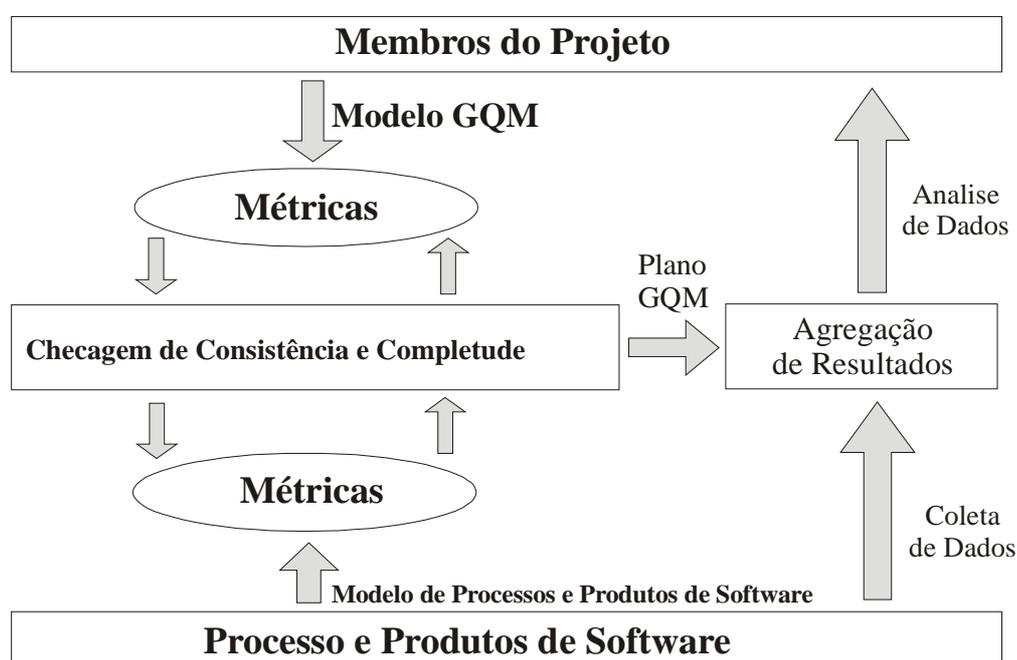
### 2.5.1 COLETA DE DADOS

Objetiva-se, nessa fase, conseguir os dados necessários para uma avaliação da organização, em relação ao objetivo especificado. No decurso dela, coleta-se e valida-se os dados que serão armazenados na base de dados da avaliação. Pode-se fazer esse processo de coleta automaticamente ou manualmente, por meio dos formulários preparados na fase anterior. O processo de garantia de qualidade de dados coletados aborda os seguintes assuntos:

- **Compleitude:** é necessário garantir que todos os questionários foram submetidos e estão completos. Caso falem alguns dados, precisa ser determinado à causa; por exemplo, as perguntas não são aplicáveis no contexto específico, não são compreensíveis ou consideradas irrelevantes.
- **Plausibilidade:** verificar se os valores estão no tipo correto, ou seja, inteiro, decimal, texto, etc. e se os valores encontram-se num alcance válido.

Se o processo de garantia de qualidade descobrir dados defeituosos ou que faltam, esses dados devem ser discutidos com os coletores de dados que, quando possível, têm de corrigi-los. Se alguns dados específicos apresentam uma baixa confiança regularmente, os procedimentos de coleta de dados e/ou treinamento dos coletores devem ser reconsiderados, avaliados e, eventualmente, melhorados.

Em cooperação com os membros do projeto e pelo paradigma GQM, as métricas são definidas na aplicação. A partir dos produtos e processos software, modelos e métricas são definidos, pela criação dos modelos de processo e produto de software. Nesses dois modos, as métricas são definidas, o que pode ser mutuamente observado em consistência e completude, identificando objetos que estejam faltando, ou definidos, incorretamente, pelo modelo de ambas as perspectivas. Quando os modelos dessas duas perspectivas forem verificados e alcançados, medição em direção às metas é melhor definida e, então, a medição pode iniciar. A figura 2.5 ilustra melhor este contexto.

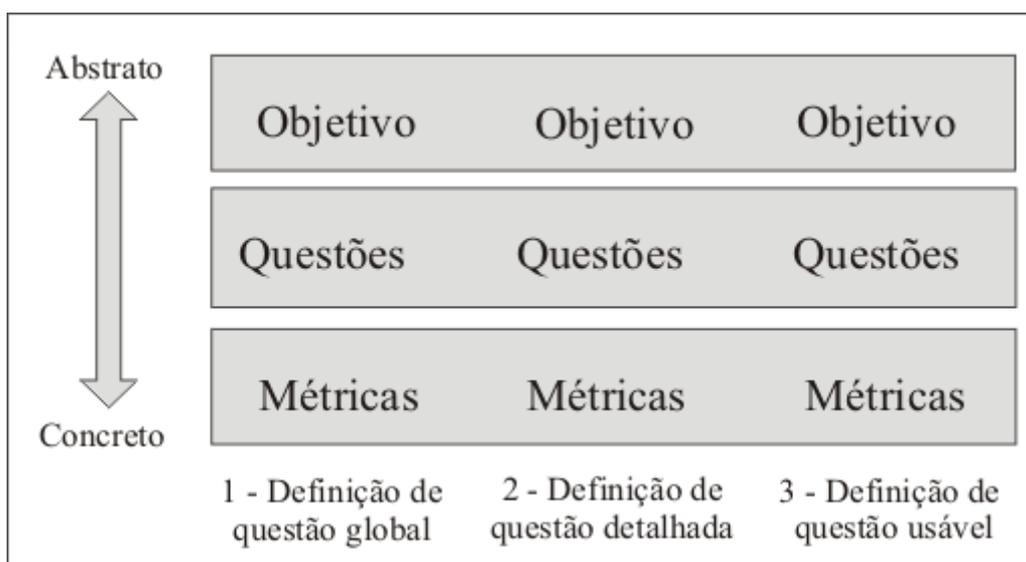


**Figura 2.5: Uso de produtos e processos de software para definição de métricas (SOLINGEN, 1995).**

Como apresentado na Figura 2.5, os dados são coletados no desenvolvimento do processo e produto de software. Tais dados são analisados baseados no plano GQM, e as análises de dados servem como *feedback* para os membros do projeto. O plano GQM é uma descrição documentada de todas as informações no qual o programa de medição é baseado. Esse documento representa a medição dos objetivos e relata as questões e as métricas.

As questões são os refinamentos para os objetivos de avaliação. Se todos os quesitos são respondidos, deve ser possível concluir os objetivos.

As questões devem ser definidas em um nível que é menos abstrato do que o nível no quais os objetivos foram descritos, e mais abstrato do que o nível no quais as métricas vão ser descritas isso deve ser checado em cada pergunta. As questões de avaliação devem ser definidas entre os objetivos e as métricas, conforme visualizado na Figura 2.6 a seguir.



**Figura 2.6: Definição de questões entre os objetivos e as métricas (SOLINGEN, 1995).**

Deve-se checar em primeiro lugar, ao se interpretar os dados de avaliação, se as questões realmente fornecem todas as respostas necessárias para concluir o objetivo. Com o auxílio dos questionários, é possível detectar o conhecimento das pessoas envolvidas no plano de avaliação, no qual se tomou o cuidado de selecionar informações relevantes e coesas com o objetivo anteriormente especificado. Tendo como base esse conhecimento, um conjunto de questões é elaborado, caracterizando o objetivo do plano. Definem-se as questões para que a Folha de Abstração seja ainda mais detalhada.

A seguir algumas diretrizes são especificadas:

- Não deve ser longo o tempo entre a coleta e a garantia de qualidade, permitindo a correção, em caso da coleta de dados incompletos ou falsos;

- Se dados históricos são usados no plano de avaliação para uma análise, esse passo de processo só contém a garantia de qualidade dos dados já disponíveis;
- O armazenamento dos dados coletados manualmente e a garantia de qualidade devem ser feitos com grande cuidado, uma vez que esse processo é uma fonte de erros.

### **2.5.2 ANÁLISE DOS DADOS**

O objetivo da análise é identificar padrões e relações entre atributos, permitindo o estabelecimento de linhas-base quantitativas para os projetos de software e a identificação de áreas problemáticas.

Se ocorrer uma comparação entre as linhas-base medidas atualmente com as hipóteses esperadas, que são definidas na folha de abstração, isso permitirá investigar divergências, ativando discussões entre os desenvolvedores e gerentes para interpretação dos dados.

Possivelmente, essas divergências induzirão as investigações dos dados adicionais na procura por fatores que expliquem as diferenças.

Uma entrada essencial para a interpretação de dados é resultado da análise de dados coletados.

### **2.5.3 INTERPRETAÇÃO DOS DADOS**

Nessa fase, a finalidade é analisar e interpretar os dados, que foram adquiridos durante a coleta, para que possam ser aplicados para a melhoria da organização ou do projeto, de acordo com o objetivo de avaliação. Faz-se a interpretação dos dados coletados em sessões de *feedback*, visando à interpretação dos dados da avaliação, a verificação das hipóteses declaradas no plano GQM e a identificação das possibilidades para o melhoramento do processo de software.

Para a sessão de *feedback*, prepara-se o material baseado nos dados coletados. O plano GQM suporta a interpretação dos dados pela análise

*bottom-up*. Na sessão *feedback*, discutir-se-ão as perguntas colocadas no plano GQM com base nos dados coletados. Para que isso ocorra, os dados coletados são combinados às métricas, no plano GQM, e processados como descrito no modelo. O resultado dessa fase é a elaboração de documentos que apresentam dados que foram coletados durante a avaliação, analisados e interpretados de acordo com o objetivo da avaliação.

É necessário que todas as sugestões e mudanças previstas para o melhoramento sejam documentadas, em detalhes, a fim de assegurar que sejam de fato implementadas.

Vale ressaltar as diretrizes abaixo:

- O material de apresentação deve ser entregue antes da sessão de *feedback* para os participantes. Se o material de apresentação não estiver pronto a tempo, recomenda-se adiar a reunião em vez de executar o *feedback session* com as pessoas despreparadas. Toda interpretação é feita por pessoas que representam o ponto de vista dos objetivos e somente elas podem promover interpretações válidas;
- O material da sessão de *feedback* deve indicar as perguntas do plano GQM que ele pretende responder, a hipótese correspondente e o número de pontos de dados subjacentes;
- Material indicando tendências identificadas, na análise de dados, pode ser acrescentado;
- Os dados devem ser apresentados em uma forma fácil de entender;
- Se alguns dados de avaliação se mostrarem pouco úteis ou referirem-se a uma pergunta que já tenha sido respondida, deverão ser excluídos do plano GQM;
- Aspectos particulares com relação aos dados precisam ser considerados cuidadosamente. É importante que sejam discutidas as questões

particulares de dados abertamente, devendo-se considerar as possíveis preocupações dos participantes;

- A apresentação deve indicar a questão GQM que se pretende responder, a hipótese correspondente e o número de informação referente a cada dado destacado;
- Se os procedimentos de coleta forem muito demorados, estes devem ser simplificados, ou formas diferentes de apresentações de dados devem ser propostas;
- A interpretação dos dados deve conduzir à identificação de fraquezas dos processos aplicados e à discussão de possíveis estratégias de melhoramento;
- Valores inesperados ou ponto de dados, que foram interrompidos, devem ser destacados;
- A implementação da modificação concluída é essencial; caso contrário, o programa de avaliação só implicaria em esforço adicional, mas sem qualquer benefício.

## **2.6 PREPARAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **2.6.1 PREPARAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO FINAL**

Objetiva-se, nessa fase, a elaboração de um documento final com todos os dados coletados durante o plano de avaliação. Os resultados das experiências alcançadas pelo plano de avaliação em relação ao produto e processo de software destacado, assim como o próprio plano de avaliação, são analisados e documentados. Poder-se-á fazer, nas próximas avaliações, uso desse documento como experimento piloto.

Obtém-se, ao final dessa fase, todos os dados adquiridos no decurso de avaliação, ordenados, analisados e interpretados, conforme os objetivos propostos.

As experiências obtidas por meio do plano de avaliação podem ser documentadas segundo:

- Lições assimiladas em relação ao gerenciamento de projeto, ao processo de software, etc.;
- Relatório dos estudos dos processos;
- Guias;
- Tutoriais;
- Ferramentas e procedimentos automatizados.

### **2.6.2 CAPTURA DE EXPERIÊNCIAS**

O objetivo dessa fase é armazenar, explicitamente, as experiências obtidas durante o plano de avaliação para reaproveitar esse conhecimento em projeto de software futuro e, até mesmo, em programas de avaliação futuros.

Os dados coletados, analisados e interpretados no plano de avaliação, podem ser armazenados através de modelos e lições aprendidas, agregadas ao processo de desenvolvimento de software. É importante sintetizar essas experiências com base em vários projetos para ganhar uma compreensão geral de produtos e processos na organização. Identificando-se tipos específicos de projetos, linhas-base são estabelecidas para modelos de qualidade na organização.

Ao final dessa fase, encerra-se o plano de avaliação e os dados coletados, durante a avaliação, estão analisados, validados, interpretados e armazenados em uma base de dados para consultas posteriores. Vale enfatizar algumas diretrizes:

- O armazenamento de experiências tem que ser adaptável às necessidades, devendo ser extensível, compreensível e acessível aos projetos de software futuros;
- Tanto a aprendizagem sistemática quanto a captura das experiências deverão estar separadas do desenvolvimento e manutenção de software.

## **2.7 ESTUDOS DE CASO UTILIZANDO GQM EM AVALIAÇÕES DA QUALIDADE DE SOFTWARE**

### **2.7.1 AVALIAÇÃO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL**

O trabalho que fundamenta este artigo foi desenvolvido no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo – IME/USP, apresentando segundo Gladcheff (2001), um instrumento para avaliar a qualidade de um produto de software educacional de Matemática, direcionado ao Ensino Fundamental, apontando alguns aspectos técnicos e educacionais que devem ser considerados para o julgamento dessa qualidade.

O computador exerce um grande encantamento sobre alunos e professores, e está sendo utilizado de forma cada vez mais freqüente em todos os níveis voltados para a educação.

Desta forma, deve existir uma preocupação com as vantagens e desvantagens referentes à utilização do computador, com o desenvolvimento de metodologias, com a função do professor, com os aspectos técnicos, pedagógicos, políticos e sociológicos ligados ao computador e, também, com a avaliação minuciosa de softwares educacionais.

É importante que se coloque em pauta o tema Avaliação de Qualidade de Produto de Software Educacional, discutindo até que ponto um software pode ou não contribuir para a educação questionada atualmente.

A avaliação da qualidade de software educacional faz parte de uma estrutura bastante complexa, pois envolve diversas disciplinas, em que os requisitos de qualidade possuem características técnicas e características educacionais, sendo elas: funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, aspectos pedagógicos, socioculturais e lúdicos.

O objetivo do trabalho apresentado por Gladcheff (2001) foi descrever a elaboração de um instrumento de avaliação de qualidade de produto de software educacional, sendo considerado tanto aspectos técnicos quanto educacionais.

Neste trabalho a abordagem GQM foi utilizada em duas fases distintas, sendo:

- Para adquirir conhecimento por meio de pessoas especializadas na área educacional (professores);
- Para elaboração do instrumento de avaliação, verificação da qualidade dos softwares educacionais e, por fim, obter um retorno dos professores sobre o instrumento (*feedback*).

Inicialmente, a abordagem GQM foi utilizada com o objetivo de adquirir conhecimento de pessoas especializadas na área educacional, por intermédio dos aspectos, no que se refere ao processo ensino-aprendizagem que estão presentes no software educacional.

Dessa forma, para a elaboração das questões realizadas durante a fase de preparação do plano GQM, optou-se pela utilização da técnica Entrevista Estruturada, que foi colocada junto ao processo de desenvolvimento do instrumento de avaliação, permitindo que a pessoa especializada compreenda, rapidamente, conceitos e vocabulários importantes no domínio.

Como resultado dessa primeira fase de utilização do método GQM, pode-se obter um produto final, isto é, uma listagem contendo as características que um software educacional deve possuir, ligadas à área educacional e às indicações do uso do computador no desenvolvimento educacional.

Na segunda fase da utilização da abordagem GQM o objetivo principal foi de elaborar um instrumento de avaliação propriamente dito, verificando a qualidade dos softwares da área educacional e obtendo um resultado dos professores sobre o instrumento de avaliação.

Tratando-se de um instrumento de avaliação, a característica técnica usabilidade, ou seja, o quão bem os usuários podem usar a funcionalidade do sistema, considerada de suma importância, ainda mais se utilizadas em ambiente de ensino-aprendizagem.

Os princípios de usabilidade e as heurísticas são estudadas durante a fase de pré-estudo da abordagem GQM a fim de realimentar o processo de desenvolvimento do instrumento de avaliação.

É importante destacar que tanto a metodologia utilizada na elaboração do instrumento (abordagem GQM), como a técnica para a extração do conhecimento junto aos especialistas (Entrevista Estruturada) e a base da avaliação da característica usabilidade e heurísticas, foram indispensáveis para o desenvolvimento do trabalho. Através desses procedimentos foram possíveis traçar objetivos de forma estruturada e buscar alcançá-los de maneira disciplinada.

#### **2.7.1.1 RESULTADOS OBTIDOS**

Os professores observaram, após a realização do experimento, que o instrumento de avaliação é importante para apoiar o trabalho desenvolvido na avaliação de software educacional e consideraram relevantes aspectos de sua utilização como: objetividade, facilidade de manuseio e usabilidade da interface. E por fim, acreditam, também, que a experiência mostrou alguns indicativos de como o instrumento de avaliação, pode ter grande eficácia em termos educacionais, ou seja, de que modo o professor, primeiramente, deve analisar e avaliar o produto do software educacional em si, utilizando o instrumento de avaliação de software, para somente depois estar criando suas atividades de ensino e, conseqüentemente, tentar conseguir com os próprios alunos.

Finalizando esse estudo, percebe-se que os procedimentos utilizados no desenvolvimento do instrumento de avaliação de software educacional apresentam um grande potencial, podendo ser utilizado na elaboração de instrumentos parecidos, destinados, também, a outras áreas.

### **2.7.2 AVALIAÇÃO DE UM DOCUMENTO DE REQUISITOS DE SOFTWARE**

O presente artigo (KIRNER, 1997b) tem por objetivo explorar o uso da abordagem GQM na definição de programas de avaliação da qualidade de software, apresentando também um estudo piloto sobre inspeção de documentos de requisitos de software, desenvolvido com base no GQM.

Há uma crescente aceitação de que é difícil produzir software através de uma abordagem exclusiva e padronizada, ao contrário, é necessário utilizar abordagens que se igualem aos objetivos e características dos produtos desenvolvidos.

As primeiras fases do sistema de desenvolvimento resultam no documento de Especificação de Requisitos de Software, no qual é importante que contenham uma descrição completa e alta qualidade do sistema a ser considerado. Para que possa ser atingida essa qualidade, utilizam-se Técnicas de Inspeção na Avaliação da Qualidade de Especificação de Requisitos de Software.

#### **2.7.2.1 ESTUDO PILOTO**

Como resultado concreto da especificação dos requisitos, é apresentado o documento de Especificação de Requisitos de Software, que resulta de uma fase de suma importância para o sistema, pois envolve preparar uma descrição completa do comportamento externo do sistema, representado com base nos requisitos funcionais e não funcionais.

**1. Pré Estudo:** essa fase objetiva coletar as informações necessárias para realizar o programa de avaliação. Para o estudo piloto, algumas alternativas foram incluídas, das quais resultaram as seguintes decisões:

- Estudo realizado em um ambiente acadêmico,

- Escolha dos participantes,
- Técnicas de inspeção utilizadas para o estudo foram: *Ad Hoc* (caracterizada pelo grau de informalidade e conhecimento dos participantes durante a seção de inspeção), *Checklist* (guiam os participantes na detecção dos defeitos, baseados em uma série de questões) e *Cenários* (caracterizado pelo uso de diferentes perspectivas, em que os participantes detectarão os possíveis defeitos existentes no documento do software),
- Preparação dos documentos de requisitos de software.

**2. Elaboração do Plano GQM**, essa fase é dividida em dois passos:

**a) Identificação das Metas de Medida**

As diferentes metas são criadas em termos do objeto, propósito, foco de qualidade, ponto de vista e ambiente, como mostra a Figura 2.7.

<b>Objetivo</b> <i>O que pode ser analisado?</i>	Análise	Técnicas de Inspeções de especificações de requisitos de software (Ad Hoc, Checklist e Cenários).
<b>Propósito</b> <i>Por que o objetivo é analisado?</i>	Para o propósito de	Melhor compreensão de técnicas de análise.
<b>Foco de Qualidade</b> <i>Qual propriedade do objeto será analisada?</i>	Com respeito de	Eficiência de Técnicas, de acordo com o número e tipos de defeitos encontrados.
<b>Ponto de Vista</b> <i>Quem usará os dados coletados?</i>	Para o ponto de vista do	Pesquisador.
<b>Ambiente</b> <i>Em que ambiente a análise acontece?</i>	No seguinte contexto	Ambiente acadêmico.

**Figura 2.7: Objetivos do Estudo Piloto.**

Para o estudo piloto, o principal objetivo é avaliar as três técnicas de inspeção, com o propósito de mostrar a eficiência das mesmas para a detecção de defeitos em especificações de requisitos de software.

## b) Produção do Plano GQM

Essa etapa, trata-se da definição de uma série de perguntas que devem ser especificamente formuladas, de acordo com o respectivo objetivo para o problema em questão.

O plano GQM é produzido com base nas seguintes atividades:

- **Folha de Abstração:** é uma técnica para adquirir e estruturar o conhecimento para a produção, aprimoramento e revisão do plano GQM. Esse documento apresenta um cabeçalho no qual é estabelecida a meta, e as informações posteriores são definidas em quatro quadrantes.
- **Questões:** devem ser compatíveis com o objetivo estabelecido previamente para a medida.
- **Métricas:** objetiva analisar as quantidades das questões formuladas. Cada questão deve ser associada com no mínimo uma métrica.

**3. Elaboração do Plano de Medida:** nessa fase, o plano GQM e a meta de medida são analisados para determinar quem irá coletar os dados, como e quando esses dados serão coletados. No estudo piloto, isso foi feito por meio de três formulários.

**4. Coleta de Dados:** o objetivo dessa fase é coletar e validar os dados. Para o estudo piloto, os dados foram coletados por meio dos formulários e validados de acordo com a meta estabelecida.

**5. Análise dos Dados e Interpretação:** como o próprio nome já diz, essa fase tem como objetivo analisar e interpretar os dados coletados anteriormente. No estudo piloto, foi obtido informações importantes como:

- Quantidade de defeitos encontrados em cada documento, especificação de requisitos de software pelos participantes e pela equipe, usando cada técnica;

- Quantidade de participantes e equipes que encontraram cada defeito existente em cada documento, especificação de requisitos de software;
- Quantidade de defeitos encontrados, considerando-se os diferentes tipos de defeitos definidos na taxonomia adotada.

**6. Elaboração do Documento Final:** o objetivo dessa fase é preparar um documento final, contendo todas as informações produzidas durante o processo de avaliação. Para o estudo piloto, o resultado importante é aquele que responde a seguinte questão: “Quão eficientes são as técnicas de inspeção AD Hoc, Checklist e Cenário, de acordo com a quantidade e os tipos de defeitos que foram detectados pelos participantes e equipes?”.

**7. Elaboração da Base de Experiências:** o objetivo dessa fase é conseguir que um conjunto de experiência obtida possa ser reutilizado em projetos futuros de software de avaliação. Para o estudo piloto, as experiências obtidas serão úteis para os próximos estudos sobre a documentação de sistema, possibilitando, assim, a melhora da qualidade desses documentos.

#### **2.7.2.2 RESULTADOS ALCANÇADOS**

Independentemente das técnicas de inspeção utilizadas e tipos de defeitos encontrados, os resultados de inspeção identificados pelos participantes individualmente e pelas equipes foram:

- No Sistema de Caixa Eletrônico, 26 (63,4%) dos 41 defeitos existentes foram detectados por inspeções individuais, e 32 (78%) defeitos foram detectados pelas inspeções de equipes;
- No Sistema de Controle de Estacionamento, 22 (70,9%) dos 31 defeitos existentes foram detectados mediante inspeções individuais e 25 (80%) defeitos foram detectados pelas inspeções de equipes.

Considerando-se a inspeção de equipe e as técnicas seguidas, independentemente dos tipos de defeitos, os resultados foram:

- No Sistema de Caixa Eletrônico, 13 dos 41 defeitos existentes (31,7%) foram detectados pela técnica Ad Hoc; 17 defeitos (42,4%) foram detectados pela técnica Checklist e 26 defeitos (63,4%) foram detectados pela técnica Cenários;
- No Sistema de Controle de Estacionamento, 18 dos 31 defeitos existentes (58%) foram detectados pela técnica Ad Hoc; 18 defeitos (58%) foram detectados pela técnica Checklist e 20 defeitos (64,5%) foram detectados pela técnica Cenários.

Os resultados principais indicaram que as inspeções de equipe foram mais eficientes do que as inspeções individuais, devido detectarem uma quantidade maior de defeitos nos dois documentos inspecionados. Considerando-se as técnicas de inspeção, a técnica Ad Hoc foi menos eficiente ou semelhante do que a Checklist que foi menos eficiente do que a Cenários.

## 2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurou-se, neste capítulo, indicar que a abordagem GQM pode ser utilizada como suporte para a elaboração de planos de avaliação de qualidade de produtos e processos de software, com resultados eficazes.

Destacou-se também, alguns procedimentos que devem ser considerados relevantes para que a abordagem GQM possa ser aplicada com sucesso:

- A necessidade de um grupo de trabalho comprometido com o programa, informado e treinado apropriadamente;
- A disponibilidade de um modelo de processo de software;
- O uso de ferramentas que possam auxiliar a implantação do programa, reduzindo o esforço necessário e facilitando a coleta de dados;
- Sessões de *Feedback* é um mecanismo – chave para interpretação dos dados.

Por intermédio da avaliação é que se pode expor os problemas existentes e apontar as mudanças para o melhoramento. Assim sendo, os resultados e benefícios só ocorrerão com a implantação dessas mudanças.

A abordagem GQM, utilizada para a elaboração do Plano de Avaliação, muito contribuiu para o entendimento e definição de todo o processo, já que o mesmo pode ser aplicado, independente da área de interesse, promovendo melhores possibilidades referentes às oportunidades baseadas na análise qualitativas de processos e produtos de software.

## **CAPÍTULO 3**

### **USABILIDADE DE SOFTWARE**

---

Este capítulo descreve o embasamento teórico no qual se refere ao termo Usabilidade, além de especificar o tipo de usuário escolhido para fazer parte da avaliação e alguns estudos que visam a usabilidade do software.

O item 3.1 define qualidade do produto e do processo do software.

O item 3.2 apresenta as definições do Termo Usabilidade, abordado por vários autores, no entanto, os conceitos do termo estão inter-relacionados uns com os outros, podendo ser medidos e observados em vários contextos.

O item 3.3 refere-se ao tipo de usuário utilizado no decorrer da avaliação do software.

Estudos sobre Usabilidade de Software, são apresentados no item 3.4, estes estudos incluem Sistemas de Comércio Eletrônico, Usabilidade de Web Sites entre outros.

### 3.1 USABILIDADE NO CONTEXTO DA QUALIDADE DE SOFTWARE

A qualidade deve ser uma característica fundamental de qualquer produto existente. A preocupação com a qualidade de um produto de software é cada vez maior, e esta preocupação é causada principalmente pela dificuldade em se determinar meios através do qual a qualidade possa ser planejada, avaliada e, enfim, alcançada (ANDRADE, 1996).

Utiliza-se a palavra qualidade para descrever o grau de excelência de um produto ou serviço. Concorde a norma ISO 9126,

[...] Qualidade de software é a totalidade das características de um produto ou serviço que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades implícitas de seus usuários (1995).

A qualidade do produto de software constitui, assim, em um elemento chave para a medição do processo de software. Isso fornece um claro registro do progresso de desenvolvimento e uma base para estabelecer metas. Com o objetivo de melhorar a qualidade de um produto de software, deve-se primeiro conhecer a situação atual, pois sem o conhecimento da mesma, nunca estará claro quais melhoramentos devem ser priorizados, ou não será possível visualizar os resultados dos melhoramentos, já que eles não podem ser comparados com a situação original.

Antes de tudo, é preciso entender que, ao se falar de software e de sua engenharia, fala-se, ao mesmo tempo, de produtos e processos. Não adianta centrar a atenção só no produto ou só no processo; é necessário que as duas visões caminhem juntas. Portanto, para lidar com a qualidade, é preciso ter claro que o processo de produção deve ter qualidade, assim como o produto, pois o software, como produto, além de ter o nível de qualidade exigido, deve ser desenvolvido com o menor custo possível.

Quando uma organização quer melhorar a qualidade dos produtos de software, ela deve integrar a qualidade do processo e do produto, porque a qualidade deve ser construída a partir do projeto até o produto final (KOSCIANSKI, 1999).

No desenvolvimento de software, o controle da qualidade envolve monitorar resultados do projeto, verificando se estão de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos.

A interface com o usuário é um dos elementos relevantes para que haja aceitação de um software. É coerente que a qualidade de um software esteja intimamente relacionada com o grau de satisfação do usuário com o sistema. O usuário é, portanto, o principal avaliador de um sistema e sua satisfação, um elemento que caracteriza a qualidade de um software.

No contexto de desenvolvimento de software a usabilidade representa um enfoque que coloca o usuário no centro do processo. A usabilidade é uma característica da qualidade do software, e basicamente se refere como o software é fácil de ser alavancado. Uma opinião geral é que as preocupações da interface com o usuário, na verdade existe, mas o que não pode ser suficientemente enfatizado, pois envolve muito mais do que isto (DAG, 2000).

### **3.2 DEFINIÇÕES DO TERMO USABILIDADE**

Não importa os grandes recursos gastos com a tecnologia, sem que haja a satisfação do usuário. Desta forma, a usabilidade atua para ressaltar a importância de se pensar nas pessoas que estão do outro lado do monitor e na reação das mesmas diante da utilização do software.

A primeira norma que definiu o termo usabilidade foi a ISO/IEC 9126, sobre a qualidade de software, sua abordagem é claramente orientada ao produto e ao usuário, pois considera a 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 grupo de usuários (ISO/IEC 9126-1, 1995).

Durante os últimos anos, a usabilidade de software foi alvo dos principais padrões internacionais, diretrizes, teorias e pesquisas empíricas.

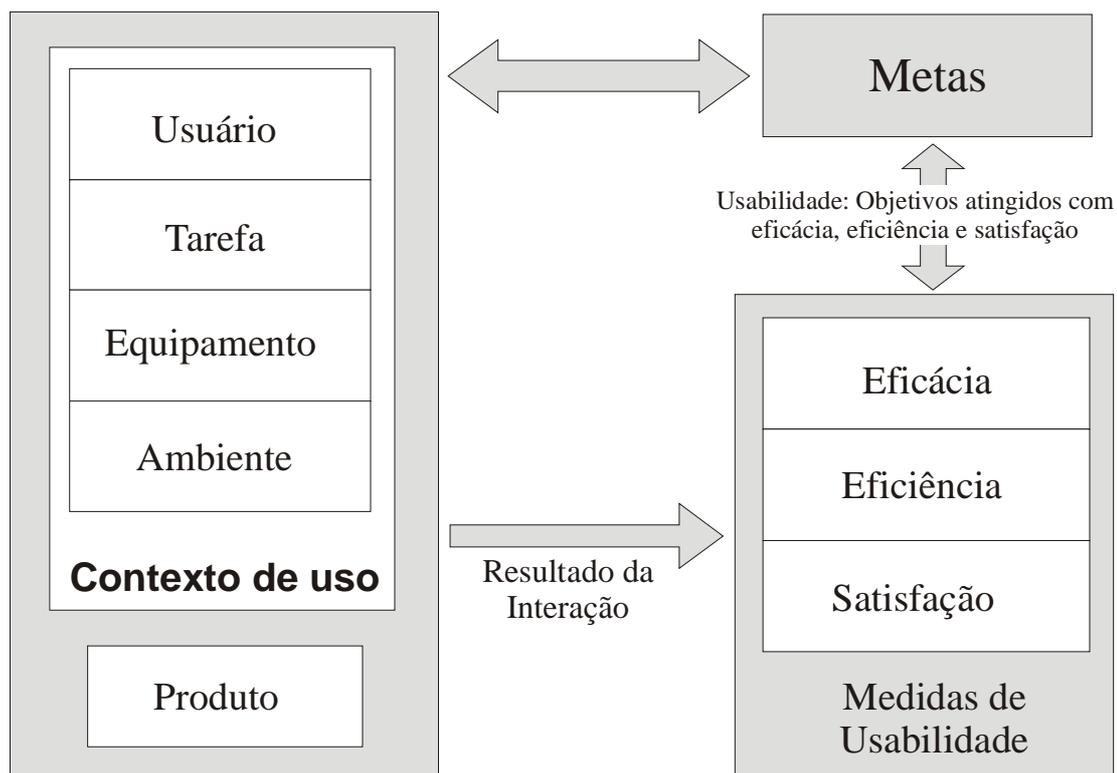
[...] é necessário incluir no ciclo de vida dos softwares, métodos que garantam a usabilidade do produto final, portanto, a usabilidade é um fator de qualidade de software que vem crescendo cada vez mais Avouris (2001),

A usabilidade é uma característica da qualidade de software que indica, entre outras características como desempenho, satisfação, qual é o grau de facilidade de uso deste software, para seus potenciais usuários. Uma opinião geral é que as preocupações de interface do usuário existam realmente; entretanto, não é esse o único aspecto a se considerar, uma vez que há outros, como: facilidade de aprendizagem, facilidade para lembrar, satisfação pessoal, etc (BEVAN, 1991).

Dentro da Interação Homem-Computador, usabilidade é um conceito central. Porém devido à falta de conhecimento há, com frequência, um maior uso incorreto de usabilidade.

De acordo com a ISO 9241-11 (1998), usabilidade é definida como *“... extensão na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos com eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”*.

Os atributos que um produto requer para a usabilidade dependem da natureza do usuário, da tarefa apoiada e do ambiente considerado, conforme ilustra a Figura 3.1.



**Figura 3.1: Definição de Usabilidade ISO 9241 (1998).**

A usabilidade é uma qualidade de uso do sistema, associada diretamente ao seu contexto operacional e aos diferentes tipos de usuários, tarefas, equipamentos, ambiente físico. Pode-se dizer então, que qualquer alteração em um aspecto importante do contexto de uso é capaz de modificar a usabilidade de um sistema (DIFFERDING, 1996).

Ainda, conforme a ISO 9241, existem três princípios de como a usabilidade de um produto de software pode ser medido:

1) Pelas **análises dos aspectos dos produtos**, a usabilidade pode ser medida com base na taxa de aspectos do produto solicitado em um contexto particular. Aspectos apropriados são especificados em várias partes da ISO 9241.

2) Pelas **análises de um processo de interação**. Usabilidade pode ser medida com base na modelagem de interação entre o usuário que realiza a tarefa com um produto.

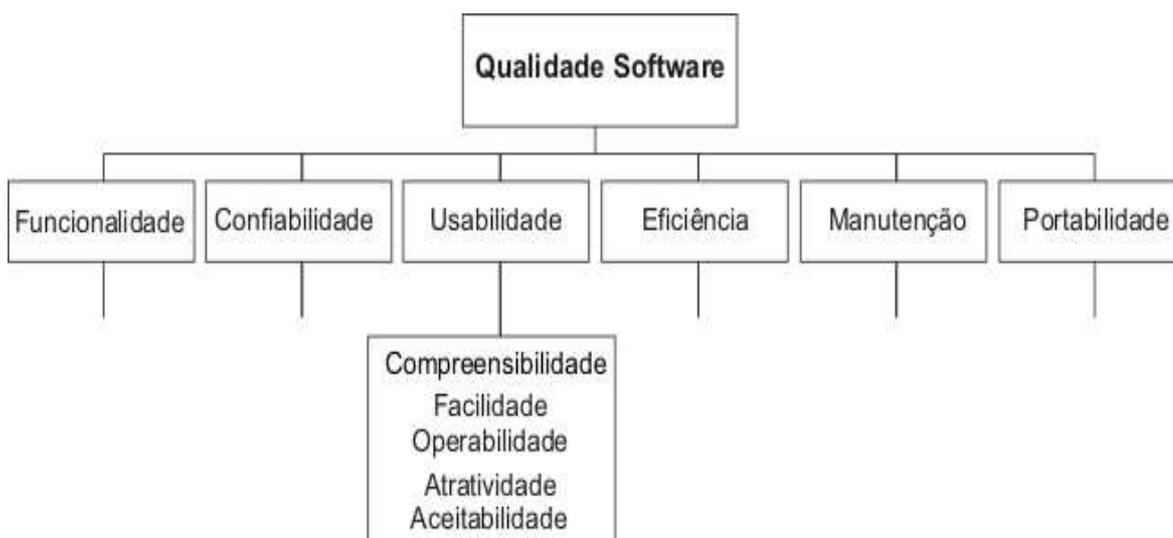
3) Pela **análise de eficácia e eficiência**, que resultam do uso de um produto em um contexto particular, e a medição da satisfação dos usuários no produto.

Conforme o padrão ISO/IEC 9126 (1995),

[...] usabilidade é um atributo da qualidade de software e faz-se uso do termo para refletir a capacidade de um produto ser usado facilmente, entre outras características. Isto é compatível com a definição de usabilidade, assim como com a definição de qualidade de software.

A usabilidade deve dirigir-se a todos os diferentes ambientes de usuários que o software pode afetar, podendo incluir a preparação para o uso e a avaliação dos resultados.

Segundo ISO/IEC 9126 (1995), a Figura 3.2 apresenta os fatores de qualidade.



**Figura 3.2: Qualidade de Software com os atributos de Usabilidade (ISO/IEC 9126-1, 1995).**

Bevan (1994) comenta que usabilidade é amplamente, analisada nesse padrão de Entendimento, Facilidade de Aprender, Operabilidade, Atratividade e Concordância aos Padrões.

Nielsen (1993) define usabilidade como:

[...] uma medida da qualidade da experiência do usuário em interagir com alguma coisa – seja um site na Internet, um aplicativo de software tradicional ou outro dispositivo que o usuário possa operar de alguma forma.

Pode-se encontrar muitas definições textualmente diferentes, por exemplo, na ISO 9126 (1995), na ISO 9241 (1998), em documentos do IEEE, etc. Nielsen (1993), no entanto, diz que a usabilidade é, preferencialmente, definida por meio de cinco atributos:

- **Facilidade de Aprendizagem:** o software deve ser fácil de ser aprendido, então o usuário rapidamente consegue explorar o sistema e realiza o que é esperado nas suas tarefas;
- **Facilidade de Memorização:** o usuário, após certo período sem utilizar o software, é capaz de retornar ao sistema e realizar suas tarefas sem a necessidade de reaprender como interagir com ele;
- **Eficiência de Uso:** o software deve ser eficiente para o uso, assim quando o usuário aprendeu a operar o software, a produtividade é tão grande quanto possível;
- **Baixa Taxa de Erro:** o usuário realiza suas tarefas sem maiores transtornos e é capaz de recuperar erros, caso os mesmo venham a ocorrer. Erros catastróficos nunca deveriam ocorrer;
- **Satisfação Subjetiva:** o usuário deve obter satisfação quando utiliza o software.

A utilização de um software que apresenta um nível aceitável de usabilidade, por um determinado tempo, reduz os erros cometidos pelo usuário, fazendo com que o mesmo se recorde com facilidade o modo de usá-lo novamente, o que gera sua satisfação.

Com base nos vários conceitos de Usabilidade, vistos anteriormente, definiram-se os atributos relevantes que serão considerados na elaboração do plano de avaliação de qualidade de software, na presente dissertação. Tais atributos são apresentados na Tabela 3.1.

**TABELA 3.1 - Atributos de Usabilidade**

<b>Usabilidade de Software</b>	
<b>Atributos</b>	<b>Contexto</b>
- Facilidade de entendimento	Capacidade do software de possibilitar ao usuário o seu entendimento para uma utilização adequada.
- Facilidade de aprendizagem	Proporciona ao usuário ser capaz de explorar o software e realizar suas tarefas sem dificuldades.
- Operacionabilidade	O software permite ao usuário operá-lo e controlá-lo adequadamente.
- Atratividade / Satisfação	Avalia a capacidade de o software ser atrativo para o usuário tornando este usuário subjetivamente satisfeito com a interação com o sistema.
- Utilidade / Obtenção dos objetivos	O usuário consegue atingir os objetivos, estabelecidos, durante a utilização do software.

Em resumo, a usabilidade é uma característica relevante quando se fala de qualidade de software, e os atributos citados anteriormente, cada qual apresenta sua particularidade e importância, contribuindo para a elaboração do plano de avaliação qualidade.

### **3.3 USUÁRIOS DO SOFTWARE**

Á atuação e expectativas dos usuários estão diretamente relacionadas com a usabilidade. Bevan (1994) fala de diferentes abordagens de usabilidade e enfatiza os benefícios de definição de usabilidade como forma de encontrar as necessidades dos usuários para promover a qualidade do uso.

De acordo com Govindarajulu (2003), o usuário final de um sistema tem a possibilidade de incluir diversas pessoas como operadores, desenvolvedores e controladores de uma aplicação ou, até mesmo, uma combinação dos três. Essa é uma abordagem racional visto que é o reflexo do usuário moderno, já que os atuais têm a possibilidade de desenvolver papéis de operador de aplicações, desenvolvidas por eles ou por outros, podendo controlar, finalmente, o ambiente de informática. A compreensão desses papéis desempenhados pelos usuários pode ser de grande utilidade para a realização do trabalho prático.

A determinação do perfil do usuário é extremamente importante para o sucesso da realização do plano de avaliação, pois um mesmo software pode ser excelente para algumas pessoas e inadequado ou inaceitável para outras (FERREIRA, 2002).

A fase do processo de avaliação da qualidade do software ressalta a identificação de atributos de usabilidade do produto, uma vez que esse é o nível pelo qual os usuários finais vêm a qualidade e no qual eles identificam sua aplicabilidade, conseguindo, pois, expor suas experiências e expectativas. Isso ocorre porque a qualidade do software assume, cada vez mais, importância e sua evidência é mostrada como fator diferenciado nos produtos.

Uso eficiente do computador é essencial para a usabilidade. Isso significa que na avaliação de usabilidade do software é necessário investigar sobre o desempenho do usuário e o esforço que o mesmo faz ao usar o software, se o bom desempenho puder ser alcançado à custa de um alto esforço investido, o sistema não é usável.

Para avaliar um software agropecuário, pode-se considerar além das características citadas na Norma ISO, os atributos inerentes ao domínio agropecuário, tipos específicos de software e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento. Para que haja a melhoria da qualidade do software, é preciso identificar o que os usuários querem e, possivelmente, aquilo que precisam ou esperam. A basilar responsabilidade do usuário final é decidir sobre os requisitos da avaliação, visto que esses é que oferecem o padrão para a medição da qualidade. Para tanto, é conveniente que se faça uma grande interação com o

usuário, uma vez que ele será o verdadeiro árbitro na avaliação da qualidade do produto.

A avaliação de usabilidade de softwares deve envolver não somente aspectos de desempenho dos usuários, mas também como os usuários sentem a respeito dos sistemas que eles estão usando (BEVAN, 1997).

Considerou-se como usuários finais, nesse trabalho, os Engenheiros Agrônomos, Médicos Veterinários e os Zootecnistas que trabalham na CATI de Votuporanga, com aspectos acerca da experiência na área agrícola e por terem noções básicas de informática.

A escolha dos mesmos para participarem dos questionários deu-se pelo fato de estarem atuando, freqüentemente, na área agrícola, devido a sua carreira profissional, possibilitando, assim, maior facilidade de compreensão de possíveis termos técnicos no decorrer do trabalho; também, por possuírem conhecimento básico necessário da área de informática.

Em vista disso, criou-se um elo considerado importante para o desenvolvimento dessa pesquisa, já que vem crescendo, cada vez mais, a união entre a área agrícola e a informática, que é conhecida no mercado como Agroinformática, esse termo é utilizado para referenciar a informática aplicada à agricultura (MEIRA, 1996).

### **3.4 ESTUDOS SOBRE USABILIDADE DE SOFTWARE**

#### **3.4.1 USABILIDADE DE SISTEMAS COMÉRCIO ELETRÔNICO**

O termo comércio eletrônico é utilizado somente para situações de compra e venda on-line, onde engloba toda a cadeia de valor, envolve vendedores e compradores, incluindo a troca eletrônica de dados e as conexões com bancos (ROSA, 2004).

Rosa (2004) apresenta um estudo empírico sobre a usabilidade de formulários empregados em sistemas de comércio eletrônico. A usabilidade foi definida através de uma série de aspectos, tais como: preenchimento dos campos do formulário, legibilidade, correções de erros de preenchimento, clareza das instruções, mensagens explicativas e de erros, layout e organização do formulário. Quanto ao processo de realização do estudo, foram selecionados dois sistemas de comércio eletrônico na área de venda de livros e CDs e recrutados seis sujeitos, na faixa etária de 20 a 40 anos e que já realizaram compras via web, com os quais foram realizadas entrevistas não estruturadas. Foi realizada uma análise qualitativa dos dados obtidos, com a preparação de tabelas e cálculo de porcentagens.

A quantidade de sites de Comércio Eletrônico vem aumentando progressivamente, porém, situações que envolvem a usabilidade muitas vezes não são lembradas.

Desenvolvedores de sites de comércio eletrônico criam interfaces ignorando os conhecimentos, desejos e as necessidades reais que os usuários buscam ao acessar este tipo de sites. Os desenvolvedores de sites usam poucas informações externas para o desenvolvimento dos produtos, acreditam que não são as melhores fontes de informação para a concretização do sistema. Sob este conceito, pode-se notar que o usuário que na verdade é o público alvo do produto, porém não é levado em consideração no momento da elaboração do site, no qual, muitas vezes, acarreta uma ineficiência entre o usuário e o site.

Segundo (MIRANDA, 2004), a usabilidade no campo do comércio eletrônico, pode ser especificada como a satisfação que os usuários têm ao navegar pelas páginas do site, como também na localização das informações, seja ela sobre o produto que se deseja comprar ou sobre os esclarecimentos das prováveis dúvidas que venham a surgir no decorrer do processo de compra de um determinado produto.

Um estudo realizado pela Critical Research em parceria com a Motive Communications, afirmou que a maioria dos usuários on line estão descontentes com os serviços de compras que a rede oferece e que na maioria das vezes

abandonam as transações sem finalizá-las. A análise, que revela que 95% dos usuários que já abandonaram algum tipo de transação na Web são devido a uma série de problemas, que vão desde as dificuldades na localização das informações até ao fornecimento dos dados, em resposta a solicitações de serviços.

Nielsen, afirma que *“... empresas de comércio eletrônico perdem cerca de metade de seu potencial de vendas pelo fato de os usuários não conseguirem utilizar eficientemente o site, ou seja, com boa usabilidade de site comum poderia aumentar as vendas reais em torno de 79%”* (NIELSEN, 2000).

Pode-se notar a importância da realização de pesquisas empíricas sobre comércio eletrônico, que visam à melhoria da usabilidade nos sites e das negligências dos desenvolvedores no que diz respeito às questões e diretrizes de usabilidade.

### **3.4.2 USABILIDADE EM OUTROS TIPOS DE SOFTWARE**

Granic (2004) apresenta uma metodologia empregada para avaliar a usabilidade de sistemas educacionais do tipo ITS (Intelligent Tutoring Systems). A usabilidade foi identificada através de aspectos relacionados à facilidade de uso do software, facilidade de aprendizagem e satisfação do usuário, como: linguagem e termos utilizados nas interfaces do software, explicações fornecidas, utilidade do software, tempo de resposta, navegação através das telas, satisfação proporcionada pela realização das tarefas. Quanto ao processo de realização do estudo, um ITS foi avaliado por 5 especialistas em usabilidade. Esses especialistas responderam a um questionário composto por 10 questões, utilizando uma escala Lickert de 7 pontos (PEREIRA, 2004), que iam de discordo a concordo. Os dados obtidos foram tabulados, sendo calculadas porcentagens referentes às respostas obtidas, e os resultados foram discutidos.

Um outro estudo de caso envolvendo a avaliação da usabilidade de um pacote de software produzido por uma fábrica de software da Suécia é apresentado por Dag (2001). O estudo utilizou dois métodos de avaliação de

usabilidade: um questionário, que permitiria uma análise quantitativa, e um teste heurístico, que permitiria uma análise qualitativa.

Para o questionário, foi empregado o modelo SUMI (*Software Usability Measurement Inventory*), que compreende um esquema padrão criado para indicar aspectos de usabilidade que necessitam ser melhorados. Esse modelo SUMI enfoca a satisfação do usuário com o software e compreende 50 questões, às quais o usuário/avaliador deve posicionar-se com as respostas concordo, não concordo e indeciso. O questionário foi enviado a 90 potenciais usuários finais do software da Europa e os resultados obtidos foram tratados estatisticamente.

A avaliação heurística pressupõe a participação de especialistas, que executam tarefas típicas do software, visando identificar problemas de usabilidade. No estudo, foram utilizados 12 especialistas, com conhecimento sobre interfaces homem-computador e sobre o domínio focado pelo software. Como resultado, obteve-se uma lista de problemas de usabilidade, que deveriam ser corrigidos a fim de se produzir uma versão melhorada do software.

Na área de agropecuária, são poucas as iniciativas para obtenção e melhoria da qualidade de produtos de software, fato este que tem contribuído para uma retração no mercado da agroinformática (COCARO, 2005). Um estudo recente, sobre avaliação da qualidade de um software agropecuário, é relatado por Cócáro (2005). Este estudo aborda a avaliação de dois atributos de usabilidade: facilidade de uso (incluindo facilidade de personalização e manual do usuário) e facilidade de operação (incluindo simplicidade para registrar operações, facilidade de compreensão dos resultados, facilidade de consulta dos dados e facilidade de alteração dos dados). A metodologia de avaliação compreendeu o uso de uma ficha de avaliação contendo questões para medir os atributos de qualidade. Dois especialistas da área de agropecuária responderam à pesquisa, atribuindo conceitos às questões, seguindo-se uma discussão para justificar a avaliação. Os resultados obtidos foram organizados com base nos atributos testados.

Mediante aos estudos realizados, pode-se perceber que a usabilidade é um conceito bastante utilizado, podendo ser aplicado em diversas áreas.

Porém, em softwares agropecuários, foram encontrados poucos estudos específicos sobre a avaliação de qualidade de software, que tivesse a identificação de atributos de usabilidade considerados durante o processo de avaliação. Um estudo identificado foi o realizado por Meira (1996), que trata de qualidade e produtividade de software agrícola.

Devido à falta de estudos, ocorreu uma motivação maior em explorar o assunto voltado para a área agrícola, acarretando o desenvolvimento da tese de mestrado.

## **CAPÍTULO 4**

### **ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DE SOFTWARE**

---

Este capítulo apresenta o plano de avaliação de usabilidade de software, utilizando um software agropecuário, para mostrar a aplicação.

O item 4.1 discorre sobre a agroinformática.

O item 4.2 apresenta características do software RuralPro 2000, que foi objeto da avaliação de qualidade realizada.

O item 4.3 detalha a elaboração de um Plano de Avaliação de Usabilidade de Software.

## 4.1 AGROINFORMÁTICA

Com a automatização das tarefas de contabilidade, de controle de recursos humanos e de controle de estoque e maquinário, iniciou-se, nas fazendas, a aplicação da tecnologia da informação. No entanto, o uso da informática, diretamente na produção, só passou a ser utilizada, pelos agricultores e criadores, na primeira metade da década de 80 (ZULLO, 1995). Já existe uma quantidade considerável de programas voltados ao campo, com o surgimento de empresas especializadas e também com o trabalho dos órgãos governamentais de pesquisa e de assistência técnica.

Com o advento da informática, surgiram os softwares agrícolas que podem ser caracterizados, em uma escala local, como sistemas computacionais destinados à resolução de problemas específicos das propriedades rurais. A necessidade de se aumentar a produtividade no setor agropecuário requer este tipo de sistema, que sempre terá o seu espaço e importância (MARTIN, 1997). Os sistemas de informação têm o objetivo de auxiliar na tomada de decisões relevantes dentro do processo produtivo e na definição de políticas para a área agrícola (NETO, 1995).

Convém salientar que o uso do computador na fazenda tem sido uma prática cada vez mais comum, e que vem se firmando como um fator diferenciado dos negócios na área agrícola e agropecuária (JESUS, 1999).

Com relação tanto às práticas agropecuárias aplicadas quanto à forma de gerência das atividades rurais, a agricultura brasileira passa por uma profunda modernização dos sistemas produtivos.

Campos (1999) diz, *“... que os produtores estão sempre preocupados com o desempenho da fazenda, mesmo que, na realidade brasileira, nem todos ainda tratem a fazenda como empresa, como negócio”*.

Ainda, de acordo com o autor, *“... a agricultura brasileira passa por uma profunda modernização dos sistemas produtivos, com relação tanto às práticas agropecuárias aplicadas quanto à forma de gerência das atividades rurais”*.

Não se pode duvidar que, na agricultura familiar, representada por pequenas e médias propriedades, trabalho e gestão encontram-se intimamente relacionados, sendo que a direção do processo produtivo é assegurada pelos proprietários, com ênfase na diversificação das atividades, na solidez dos recursos e na qualidade de vida.

A agricultura familiar, essencialmente, com os programas de computadores específicos para a produção agropecuária, pode obter benefícios por intermédio da informática.

Fala-se da Agroinformática,

[...] terá um papel fundamental nesse novo processo de modernização, contribuindo para o aumento produtivo e na melhoria da qualidade do software. A tecnologia da informação vem se difundindo no meio rural, nos últimos anos, e verifica-se que ela pode contribuir positivamente nos aspectos econômicos e ambientais (MEIRA, 1996).

## **4.2 SOFTWARE RURALPRO 2000**

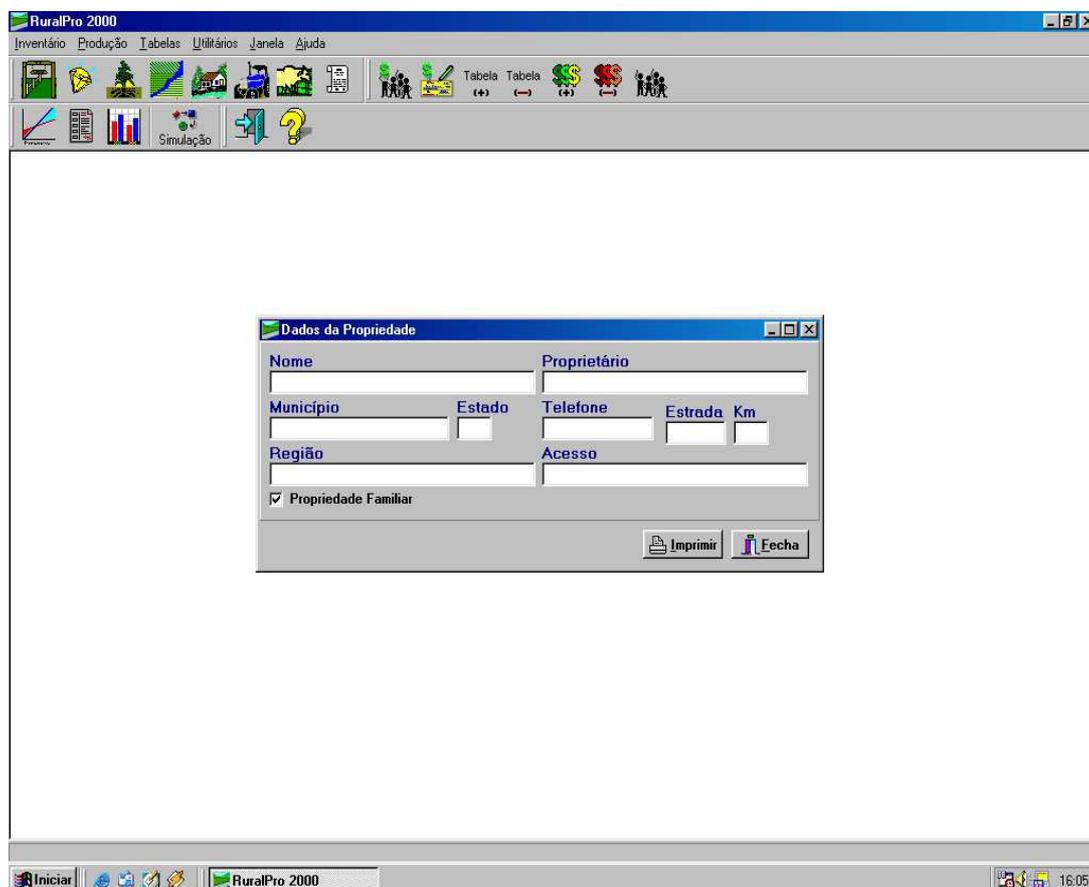
O software RuralPro 2000 (EMATER – DF, 2000) tem como objetivo permitir aos seus usuários que, de maneira simples e objetiva, possam analisar o desempenho econômico e financeiro de suas propriedades rurais e das respectivas atividades desenvolvidas. A Figura 4.1 ilustra o RuralPro 2000, mostrando sua tela principal.



**Figura 4.1: Tela Inicial do RuralPro 2000.**

O surgimento do software RuralPro 2000 deu-se por intermédio da parceria realizada pelo Governo Federal, juntamente, com o Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar e Pronaf, cujo órgão responsável pelo seu desenvolvimento foi EMATER – DF, tendo uma necessidade para a criação de um software destinado à área agrícola, que possibilitasse aos usuários a realização de uma análise financeira e econômica da propriedade rural.

A Figura 4.2, mostra a tela no qual o usuário realiza o cadastramento da propriedade rural.



**Figura 4.2: Tela de Cadastramento da Propriedade.**

Para a instalação e utilização do software, o equipamento necessário é um microcomputador, com Windows 95, 98 ou NT instalado, 16 MB de memória RAM, drive de CD Rom, 12 MB de espaço em disco, no qual o próprio CD apresenta as instruções necessárias para tal.

### **4.3 PLANO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE**

O Plano de Avaliação de Usabilidade de um Software Agropecuário foi preparado tomando-se por base a abordagem Goal-Question-Metrics (GQM), apresentada no capítulo 2.

Uma definição da abordagem GQM para os propósitos do presente trabalho é apresentada a seguir. De acordo com Basili et al (1992), a abordagem Goal-Question-Metrics (GQM) surgiu com suporte na elaboração e execução de programas de avaliação da qualidade de produtos e processo de software. O paradigma GQM baseia-se na exigência de que a avaliação deve ser orientada por metas e que segundo o autor, metas significa objetivos.

#### 4.3.1 OBJETIVO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

O objetivo da avaliação de qualidade de software realizada foi verificar se os atributos de usabilidade, definidos no trabalho, são realmente praticáveis. Também é preciso analisar se o software RuralPro 2000, apresenta: facilidade de entendimento, facilidade de aprendizagem, operacionabilidade, satisfação e se o mesmo atinge os objetivos propostos.

Como resultado, essa etapa apresenta os objetivos definidos de acordo com o programa de avaliação focado. Abaixo, vê-se a Figura 4.3 que descreve o objetivo da avaliação.

OBJETIVO		
<b>OBJETO</b>	analisar	Software Agrícola
<b>PROPÓSITO</b>	com o propósito de	Avaliação do Software
<b>FOCO DE QUALIDADE</b>	com relação à	Usabilidade
<b>PONTO DE VISTA</b>	sob o ponto de vista do	Usuário – técnico agrícola
<b>AMBIENTE</b>	no seguinte contexto	CATI - Votuporanga

**Figura 4.3: Objetivo de Avaliação de Qualidade.**

#### 4.3.2 BRAINSTORN

Realizou-se uma *sessão de brainstorm*, disponibilizado pela professora Dr<sup>a</sup>. Tereza Gonçalves Kirner, durante uma aula de Engenharia de Software, do curso de mestrado em Ciência da Computação, na Unimep, com a participação ativa de aproximadamente dez alunos.

Por meio da *sessão de brainstorm*, foi possível detectar pontos importantes, sessão foi considerada muito produtiva e que elucidou uma série de aspectos relativos a usabilidade de software.

Com base nesta sessão foram elaboradas questões relevantes, que passaram a fazer parte do plano de avaliação de qualidade do software agropecuário.

### 4.3.3 PREPARAÇÃO DA FOLHA DE ABSTRAÇÃO

Para a aquisição e estruturação do conhecimento, relacionado aos atributos de usabilidade, durante o plano de avaliação, foi utilizada a Folha de Abstração, apresentada na Figura 4.4.

Objeto	Propósito	Foco de Qualidade	Ponto de Vista	Ambiente
<b>Fatores de Qualidade</b> Indica o enfoque de qualidade especificado no objetivo da avaliação.		<b>Fatores de Variação</b> Descrevem os fatores possíveis de variação que podem causar impacto nos fatores de qualidade.		
<b>Hipótese de Linha - Base</b> Resultados esperados que possam acontecer no momento da avaliação.		<b>Impacto na Hipótese de Linha-Base</b> Estimativas dos entrevistados do impacto do fator de variação nos fatores de qualidade.		

**Figura 4.4: Folha de Abstração em Nível Geral.**

A Figura 4.5 traz a Folha de Abstração para o estudo empírico realizado, em um nível mais detalhado.

<b>Objeto</b>	<b>Propósito</b>	<b>Foco de Qualidade</b>	<b>Ponto de Vista</b>	<b>Ambiente</b>
<b>Software Agrícola</b>	<b>Avaliar</b>	<b>Usabilidade</b>	<b>Usuário (técnico Agrícola)</b>	<b>CATI Votuporanga</b>
<p align="center"><b>Fatores de Qualidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidade de entendimento</li> <li>- Facilidade de aprendizagem</li> <li>- Operacionabilidade</li> <li>- Atratividade / satisfação do usuário</li> <li>- Utilidade / obtenção dos objetivos</li> </ul>			<p align="center"><b>Fatores de Variação</b></p> <p><b>FV1.</b> Habilidade em trabalhar com informática.</p> <p><b>FV2.</b> Experiência do usuário (técnico agrícola) na área agrícola.</p>	
<p align="center"><b>Hipótese de Linha – Base</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50% dos usuários entenderam a utilização do software</li> <li>- 50% dos usuários consideram o software fácil de ser aprendido</li> <li>- 50% dos usuários acharam boa a funcionalidade do software</li> <li>- 50% dos usuários consideram atrativa a interface do software</li> <li>- 50% dos usuários ficaram satisfeitos em conseguirem atingir seus objetivos, com a utilização do software.</li> </ul>			<p align="center"><b>Impacto na Hipótese de Linha-Base</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quanto mais experiência em trabalhar com informática, maior o nível de usabilidade.</li> <li>- Quanto maior o nível de conhecimento na área agrícola, mais facilidade em trabalhar com o software.</li> <li>- Quanto mais atrativo for o software, maior o interesse em utilizá-lo.</li> <li>- Quanto maior a operabilidade do software, maior o número de objetivos atingidos.</li> </ul>	

**Figura 4.5: Folha de Abstração para a Avaliação.**

#### **4.3.4 DEFINIÇÃO DAS QUESTÕES**

De acordo com a abordagem GQM, foram definidas questões relacionadas ao 1º e ao 2º quadrante da Folha de Abstração, conforme mostrado anteriormente. Serão apresentados, abaixo, as questões relativas aos fatores de qualidade:

##### **a) Questões relativas à Facilidade de Entendimento.**

FQ1. Na Tela Principal, as figuras dos botões facilitam o entendimento do software.

FQ2. Caso haja a necessidade da utilização da Opção AJUDA, o usuário consegue utilizá-la.

FQ3. Durante a utilização do software, o usuário percebe qual é o objetivo do aplicativo.

FQ4. A disposição dos Menus é de fácil entendimento durante a seqüência das tarefas.

#### **b) Questões relativas à Facilidade de Aprendizagem.**

FQ1. A linguagem do software em Português é considerada um fator relevante para a aprendizagem do software.

FQ2. O software é considerado Auto-Explicativo em suas funções.

FQ3. Na Tela Principal, a disposição das figuras dos botões facilita a aprendizagem do software.

FQ4. O uso dos Menus colabora para a aprendizagem do software.

#### **a) Questões relativas à Operacionabilidade.**

FQ1. O usuário considera que a navegação entre as telas proporciona condições de realizar operações.

FQ2. Os ícones são representativos na utilização do software.

FQ3. O usuário consegue cadastrar a propriedade normalmente.

FQ4. O usuário consegue interpretar a representação gráfica com nitidez.

#### **b) Questões relativas à Atratividade / Satisfação do usuário.**

FQ1. As figuras dos botões são atrativas.

FQ2. O usuário se sente satisfeito ao utilizar o software.

FQ3. A utilização desse software pode colaborar no planejamento das atividades agrícolas.

FQ4. Por ser um software de distribuição gratuita, é um motivo atrativo para a sua utilização.

**c) Questões relativas à Utilidade / Obtenção dos objetivos.**

FQ1. O software é uma ferramenta vantajosa para o desenvolvimento agrícola.

FQ2. A serventia do software deixou a desejar em algumas aplicações.

FQ3. O software atendeu às necessidades do seu negócio.

FQ4. Você conseguiu atingir seus objetivos com a utilização do software.

Agora, apresentam-se as questões relativas aos fatores de avaliação:

FV1. A utilização da informática, no trabalho, colabora para o desenvolvimento das atividades diárias.

FV2. A experiência, na área agrícola, auxilia o trabalho com o software.

#### **4.3.5 DEFINIÇÃO DAS MÉTRICAS**

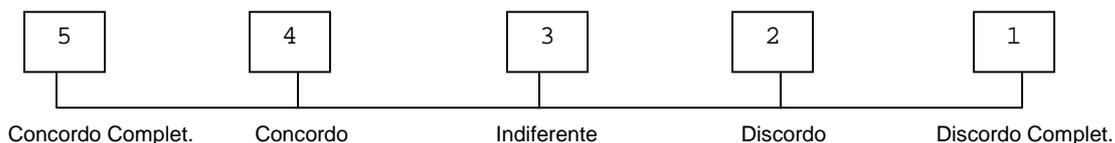
Leite (1999b) ressalta que “... as métricas são essenciais para uma comunicação objetiva e precisa. Portanto, é fundamental para garantir qualidade, que os processos sejam baseados em dados quantitativos”.

Se todos os dados de uma métrica forem coletados, deve haver informação suficiente e disponível para responder a questão. As métricas, além de serem o refinamento da questão, devem ser definidas para que influenciem as métricas que respondem à questão, uma vez que esse fator de influência tem impacto nas respostas das questões, sendo, portanto, importantes.

De acordo com a abordagem GQM, foram definidas métricas para cada uma das questões, listadas no item anterior.

Foi utilizada a Escala de Likert (KINNEAR, 1991) proposta por Rensis Likert em 1932. Esta é uma escala em que os usuários são solicitados não só a concordarem ou discordarem das afirmações, mas também a informarem qual o

seu grau de concordância / discordância. A cada resposta é atribuído um número que reflete a direção da atitude do usuário em relação a cada afirmação. A pontuação total da atitude de cada usuário é dada pela somatória das pontuações obtidas para cada afirmação. A Figura 4.6 mostra o modelo de escala utilizado no questionário.



**Figura 4.6: Modelo da Escala de Likert (KINNEAR, 1991).**

As questões e as métricas foram empregadas para a composição do Questionário 3, apresentado no Anexo C.

## **CAPÍTULO 5**

### **ESTUDO EMPÍRICO SOBRE USABILIDADE DE UM SOFTWARE AGROPECUÁRIO**

---

Este capítulo apresenta um estudo empírico, referente à execução do plano de avaliação da usabilidade de um software agropecuário.

O item 5.1 apresenta o objetivo do estudo empírico realizado.

O item 5.2 apresenta a definição da amostra.

No item 5.3 é apresentada a estrutura dos instrumentos de coleta de dados, que foram elaborados para atender às necessidades da pesquisa.

O teste piloto é apresentado no item 5.4.

A definição e aplicação dos questionários são apresentadas no item 5.5.

O item 5.6 apresenta a análise dos resultados, referente ao estudo empírico.

No item 5.7 é apresentada a análise da consistência interna do questionário, estimado pela aplicação do Coeficiente Alfa de Cronbach.

## **5.1 OBJETIVO**

O estudo empírico teve como objetivo avaliar a usabilidade do software RuralPro 2000, sendo a usabilidade medida através dos seguintes atributos: facilidade de entendimento, facilidade de aprendizagem, operacionabilidade, atratividade/satisfação do usuário e utilidade/obtenção dos objetivos.

## **5.2 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA**

Entende-se por população o conjunto de elementos que tem, em comum, determinada característica. Conseqüentemente, todo o subconjunto não vazio e com menor quantidade de elementos do que a população considerada, constitui uma amostra. A informação recolhida para uma amostra pode, posteriormente, ser generalizada a toda a população.

A população do presente estudo empírico foi constituída pelos profissionais que compõem o quadro de funcionários da CATI de Votuporanga. Estabelecida a população, foi preciso definir a técnica de amostragem utilizada no estudo, isto é, o procedimento adotado para escolher os elementos que compõem a amostra. Dois aspectos foram relevantes para a escolha do processo de amostragem: (1) o fato de que os componentes terem características específicas, tais como, serem usuários ou técnicos com formação profissional na área agrícola, sendo Agrônomos, Médicos Veterinários e Zootecnistas; e (2) de possuírem noções básicas da utilização da informática. Desta forma, optou-se por se utilizar uma amostragem de conveniência, no qual os indivíduos são escolhidos por possuírem características desejáveis ao estudo.

A amostra foi considerada pequena, por ter um número menor do que 30. O tamanho da amostra foi de 11 (onze) usuários, porém foi levado em consideração o fato de que pode-se ir a fundo nas investigações, sem correr o risco de perder o foco da avaliação, caso o número de usuários fosse muito elevado.

### **5.3 ESTRUTURA DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

Um questionário é um conjunto de questões escritas, que requer respostas escritas. Pode-se endereçar a questão a um contexto de uso, domínio e qualquer atributo de usabilidade. O uso de questionários é uma forma fácil e econômica de ser aplicada em amostras de usuários, visto que pode fornecer rapidamente, tanto dados quantitativos e/ou qualitativos.

Para o presente estudo empírico, elaboraram-se questionários próprios, que atenderam às necessidades específicas da pesquisa.

Assim, o instrumento de levantamento de dados incluiu três questionários, que foram preparados com base no plano de avaliação apresentado no capítulo anterior.

Os instrumentos utilizados, durante a avaliação, foram:

- O questionário 1, referente a informações gerais sobre o perfil dos usuários que participaram do trabalho. Este questionário constou de 6 (seis) perguntas de múltipla escolha;
- O questionário 2, que guiou os usuários a testar o software através da realização de tarefas. O questionário incluiu 10 questões;
- O questionário 3, no qual os usuários assinalaram a opção de concordância ou discordância, referente à utilização do software feito anteriormente. Para garantir uma confiabilidade dos dados coletados e um maior índice de respostas, optou-se pela aplicação desses questionários por meio de entrevistas individuais, realizadas com os técnicos da CATI, nas instalações da instituição.

### **5.4 TESTE PILOTO**

Segundo Litwin (2001), um dos mais importantes estágios no desenvolvimento de um novo instrumento de pesquisa é o teste piloto, onde os erros são passíveis

de correção. O problema de compreensão pode impactar no resultado final da pesquisa.

Portanto, considerou-se prudente a realização do teste piloto, antes da realização da avaliação. O teste teve a colaboração de 1 (um) usuário da área agrícola, e ocorreu em meados do mês de Setembro/2004, com o objetivo de efetuar um teste qualitativo, visando verificar a compreensão do usuário em relação à informação requerida nos questionários. O usuário foi orientado a identificar questões ambíguas, não claras e confusas, possibilitando, posteriormente, a sua correção, antes do momento da realização da avaliação, com os usuários finais.

Foi realizada para o usuário, uma breve explanação sobre a utilização do software, conceitos básicos de usabilidade, e o objetivo principal da realização da avaliação. Depois dessas considerações iniciais que duraram em torno de 20 minutos, deu-se início ao teste piloto.

O usuário iniciou respondendo de forma escrita o Questionário 1, referente às informações gerais dos participantes. A seguir, o Questionário 2, que tratava da realização das tarefas. Seguindo a seqüência do questionário, o usuário executou as 10 (dez) tarefas solicitadas, através do software RuralPro 2000. Na utilização desse questionário, algumas surpresas ocorreram, devido aos termos utilizados. Houve alguns questionamentos por parte do usuário, uma vez que havia entendimentos confusos em relação a algumas palavras utilizadas no questionário, que dificultavam a compreensão.

Esse momento foi considerado de grande importância no teste piloto visto que foi possível detectar algumas falhas, referentes às questões elaboradas para o plano de avaliação da usabilidade do software, as quais, caso não tivessem sido percebidas, poderiam prejudicar a avaliação.

Para finalizar o teste, o usuário respondeu o questionário 3, seguindo uma Escala de Likert, assinalando a resposta que achasse mais coerente no seu ponto de vista. Neste questionário, foram introduzidos os atributos de usabilidade, de forma que o usuário ao responder as perguntas, não distinguisse quais eram os

principais atributos. Nesse momento, não surgiram dúvidas e o mesmo se deu com êxito e sucesso. Todo esse trabalho ficou restrito há 1 hora. Sendo assim, essa fase do teste durou em média 1 hora e 30 minutos para estar totalmente completa.

Tomando-se por base os pontos confusos identificados nos questionários, estes foram discutidos, analisados e corrigidos para que, no momento da avaliação, os usuários não se sentissem em dúvida sobre as questões.

Desta forma, é fatível considerar que a realização do um teste piloto foi de suma importância e com ponto positivo, pois foi possível detectar falhas, antes que a avaliação fosse concluída, por completo, pelos usuários. Findo este trabalho, os questionários foram remodelados e ficaram prontos para a aplicação final. O questionário 3 foi compactado, porém mantendo o tamanho adequado para uma boa leitura.

## **5.5 DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS**

### **5.5.1 QUESTIONÁRIO 1**

Trata-se de um questionário responsável por adquirir informações gerais dos usuários, tendo como objetivo estabelecer o perfil dos usuários que participassem da avaliação, possibilitando o conhecimento de dados pessoais, grau de escolaridade, formação profissional, experiência, etc. O mesmo é apresentado na forma de 6 questões de múltipla escolha. A aplicação do questionário 1 se deu logo no início da avaliação, de maneira individualizada. O mesmo é apresentado no Anexo A.

### **5.5.2 QUESTIONÁRIO 2**

O questionário 2 contempla a realização de 10 tarefas, visto que o usuário lê a tarefa e, logo em seguida, executa-a no computador, por meio da aplicação no software. Esse questionário também, foi aplicado de maneira individualizada. É apresentado no Anexo B.

### 5.5.3 QUESTIONÁRIO 3

O questionário 3 contém 22 afirmações, para as quais o usuário escolhe a opção de resposta que melhor se enquadra no seu entendimento e marca na própria folha de resposta, seguindo um padrão da Escala de Likert. Este questionário é responsável por estabelecer informações sobre os atributos de usabilidade do software utilizado no momento da avaliação. O objetivo do mesmo é analisar a usabilidade do software, após a realização das tarefas. Em virtude disso, é possível medir os resultados e analisar a porcentagem de usabilidade demonstrada no software. É apresentado no Anexo C.

### 5.5.4 APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Os 11 (onze) usuários que compõem a amostra válida pertencem ao grupo de técnicos, graduados na área agrícola e que trabalham do EDR – CATI, como indica a Tabela 5.1 abaixo:

**TABELA 5.1- Porcentagem da Amostra Válida**

<b>Usuários</b>	<b>Número</b>	<b>Porcentagem</b>
Agrônomos	6	54,55 %
Médicos Veterinários	5	45,45 %
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100 %</b>

Pode-se perceber que o número de técnicos referente aos Agrônomos, apresenta 54,55% do total da amostra, sendo que os Médicos Veterinários somaram 45,45%.

Essa fase do trabalho se deu nos meses de setembro e outubro de 2004. A aplicação da avaliação ocorreu com data e hora pré-agendada, para cada técnico, na tentativa de não atrapalhar o expediente de trabalho dos mesmos e também em razão da aplicação ser feita de forma individualizada.

No momento inicial da avaliação, foi apresentado um breve histórico sobre a utilização do software, um comentário sucinto sobre o conceito de usabilidade, e a

importância da colaboração por parte do usuário em participar ativamente do processo de avaliação. Esta explanação durou em torno de 20 minutos.

A seguir, o usuário iniciou respondendo o questionário 1, quando não ocorreram dúvidas; depois, foi realizado o questionário 2, que tratava-se da execução das tarefas; as mesmas eram lidas pelo usuário uma a uma, e após sua interpretação, ele as executava no software, por meio do computador, esse questionário possuía 10 tarefas para serem executadas. Iniciou-se, depois o questionário 3; que tratava das questões voltadas para os atributos de usabilidade e que estavam embutidas dentro do questionário. O usuário lia a questão e, a seguir, marcava a resposta que acreditava ser mais coerente com a pergunta, sempre seguindo o padrão da Escala do tipo Likert, com cinco possibilidades de resposta: concordo plenamente, concordo, indiferente, discordo e discordo plenamente. A resposta era marcada no próprio questionário, evitando, assim, possíveis erros no seu preenchimento. A média de tempo utilizada para o decorrer de toda a avaliação foi de 1 hora. Alguns usuários se manifestaram na realização desse questionário, mas nada grave que pudesse atrapalhar ou que fosse relevante para o desenvolvimento do trabalho.

#### **5.5.5 CARTA DE ENCAMINHAMENTO**

Para a realização dessa pesquisa, solicitou-se ao Diretor da CATI de Votuporanga, por meio de Carta de Encaminhamento, a participação dos técnicos do órgão, que acabaram por ser designados população alvo da mesma. A carta é apresentada no Anexo D.

### **5.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A análise dos resultados apresentou fundamentos obtidos na Estatística, que tem por objetivo obter, organizar e analisar dados, determinar as correlações caso apresentem, tirando delas explicações necessárias (TRIOLA, 1999). A Estatística é também uma ciência e prática de desenvolvimento de conhecimento humano

através do uso de dados empíricos, com o objetivo de produzir a melhor informação possível, a partir dos dados disponíveis.

O objetivo desta fase é verificar a autenticidade com que os atributos de usabilidade são empregados no Plano de Avaliação de Usabilidade do Software Agropecuário de acordo com a abordagem GQM.

A análise dos dados do estudo empírico é feita a partir de uma metodologia específica para dados qualitativos, usando-se técnicas descritivas, escala de Likert com aplicação de um indicador, o  $\alpha$  de Cronbach, abrangendo os aspectos de usabilidade do software agropecuário.

Os atributos de usabilidade considerados foram:

- Facilidade de Aprendizagem.
- Facilidade de Entendimento.
- Operacionabilidade.
- Atratividade / Satisfação do Usuário.
- Utilidade / Obtenção dos Resultados.

Os atributos citados foram ressaltados durante o processo de interpretação dos dados. A seguir, será apresentada a Tabela 5.2, que representa a tabulação de todos os dados referentes aos questionários 1 e 3, de forma descritiva, sendo que o questionário 2, tratava apenas da realização de tarefas.

**TABELA 5.2 - Avaliação Descritiva**

<b>SUJ.</b>	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>	<b>V<sub>5</sub></b>	<b>V<sub>6</sub></b>
<b>N 1</b>	Agr.	>5	Diário	Oficce	Não	Não
<b>N 2</b>	Agr.	>5	Diário	Oficce	Não	Não
<b>N 3</b>	Vet.	>5	Diário	Oficce	Não	Não
<b>N 4</b>	Vet.	>5	Altern.	Oficce	Não	Não
<b>N 5</b>	Vet.	>5	Altern.	Oficce	Não	Não
<b>N 6</b>	Vet.	>5	Diário	Oficce	Não	Não
<b>N 7</b>	Agr.	>5	Diário	Oficce	Não	Não
<b>N 8</b>	Agr.	>5	Diário	Nenhuma	Não	Não
<b>N 9</b>	Vet.	>5	Altern.	Oficce	Não	Não
<b>N10</b>	Agr.	>5	Altern.	Oficce	Não	Não
<b>N 11</b>	Agr.	>5	Diário	Oficce	Não	Não

Na tabela 5.2, o sujeito (SUJ) representa os 11 (onze) usuários que participaram da amostra. As variáveis V<sub>1</sub> a V<sub>6</sub>, referem-se as 6 perguntas feitas através do questionário 1. As questões do questionário 3 são representadas pelos FQ<sub>1</sub>, FQ<sub>2</sub>, FQ<sub>3</sub>... FV<sub>1</sub> e FV<sub>2</sub>, onde as duas últimas questões representam os fatores de variação identificados através do Plano de Avaliação. Todas as questões foram pontuadas pelo usuário, segundo a Escala de Likert, conforme ilustrado na Tabela 5.3 com os números de 1 a 5. Como mostra a Tabela 5.2, dois usuários deixaram de responder duas questões, fato que não foi percebido durante a realização dos questionários, porém esta falta de informação não provocou problemas para a análise.

**TABELA 5.3 - Média e Desvio Padrão**

<b>Questões</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Usuários</b>
<b>FQ1</b>	4,5455	0,5222	11
<b>FQ2</b>	4,5455	0,5222	11
<b>FQ3</b>	4,3636	0,5045	11
<b>FQ4</b>	4,4545	0,5222	11
<b>FQ5</b>	4,6364	0,6742	11
<b>FQ6</b>	4,1818	0,8739	11
<b>FQ7</b>	4,3636	0,5045	11
<b>FQ8</b>	4,0909	0,8312	11
<b>FQ9</b>	4,2727	0,4671	11
<b>FQ10</b>	4,3636	0,5045	11
<b>FQ11</b>	4,3636	0,9244	11
<b>FQ12</b>	4,4545	0,5222	11
<b>FQ13</b>	4,2727	0,6467	11
<b>FQ14</b>	4,5455	0,6876	11
<b>FQ15</b>	4,5455	0,5222	11
<b>FQ16</b>	4,5455	0,5222	11
<b>FQ17</b>	4,7273	0,4671	11
<b>FQ18</b>	2,000	0,6325	11
<b>FQ19</b>	4,0909	0,5394	11
<b>FQ20</b>	4,2727	0,6467	11

Diante da tabulação, foi possível calcular a média das respostas assinaladas pelos usuários, conforme ilustrado na Tabela 5.3.

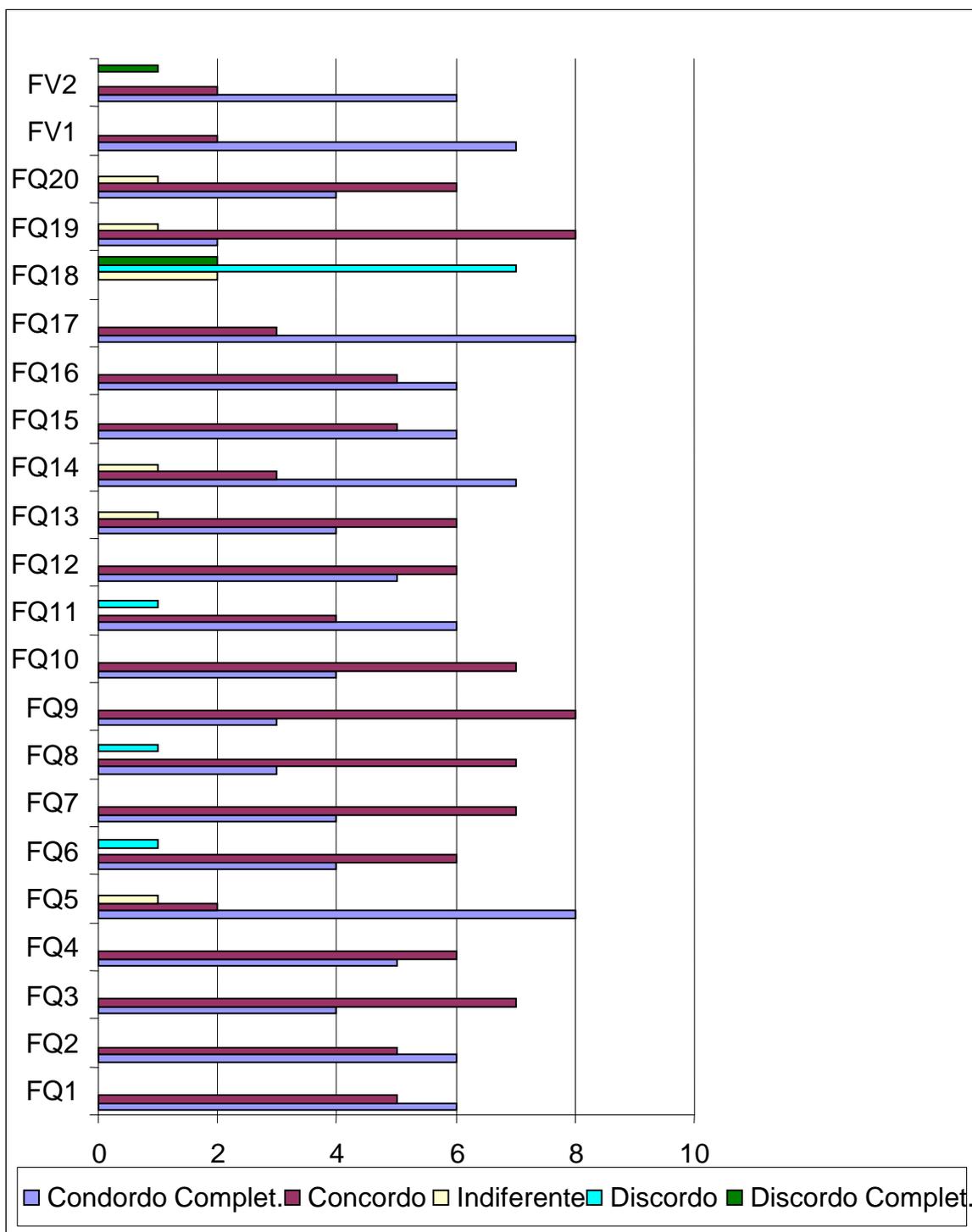
O resultado obtido foi uma Média de 4, 2818, o que significa que o ponto de equilíbrio das respostas informadas refere-se à Concordância das perguntas feitas no Questionário 3. Porém mais adiante do capítulo estaremos verificando minuciosamente esta situação.

A Tabela 5.4 demonstra as respostas obtidas após a aplicação da avaliação. Os usuários responderam as 22 perguntas (variáveis) feitas no Questionário 3 e optaram em responder pela categoria mais coerente no momento da avaliação. Nota-se que a categoria Discordo Completamente, pouquíssimas vezes foi citada como resposta.

**TABELA 5.4 - Número de Respostas por Categoria para cada Variável Estudada**

Variáveis	Categorias				
	Concordo Complet.	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Complet.
FQ <sub>1</sub>	6	5	0	0	0
FQ <sub>2</sub>	6	4	0	0	0
FQ <sub>3</sub>	4	7	0	0	0
FQ <sub>4</sub>	6	5	0	0	0
FQ <sub>5</sub>	8	2	1	0	0
FQ <sub>6</sub>	4	6	0	1	0
FQ <sub>7</sub>	4	7	0	0	0
FQ <sub>8</sub>	3	7	0	1	0
FQ <sub>9</sub>	3	8	0	0	0
FQ <sub>10</sub>	4	7	0	0	0
FQ <sub>11</sub>	6	4	0	1	0
FQ <sub>12</sub>	5	6	0	0	0
FQ <sub>13</sub>	4	6	1	0	0
FQ <sub>14</sub>	7	3	1	0	0
FQ <sub>15</sub>	6	5	0	0	0
FQ <sub>16</sub>	6	5	0	0	0
FQ <sub>17</sub>	8	3	0	0	0
FQ <sub>18</sub>	0	0	3	6	2
FQ <sub>19</sub>	2	8	1	0	0
FQ <sub>20</sub>	4	6	1	0	0
FV <sub>1</sub>	7	2	0	0	0
FV <sub>2</sub>	6	2	0	0	1

A representação gráfica demonstrada no Gráfico 5.1 permite a identificação das respostas de forma a distinguir uma das outras, mesmo estando sobre o mesmo conceito de usabilidade.

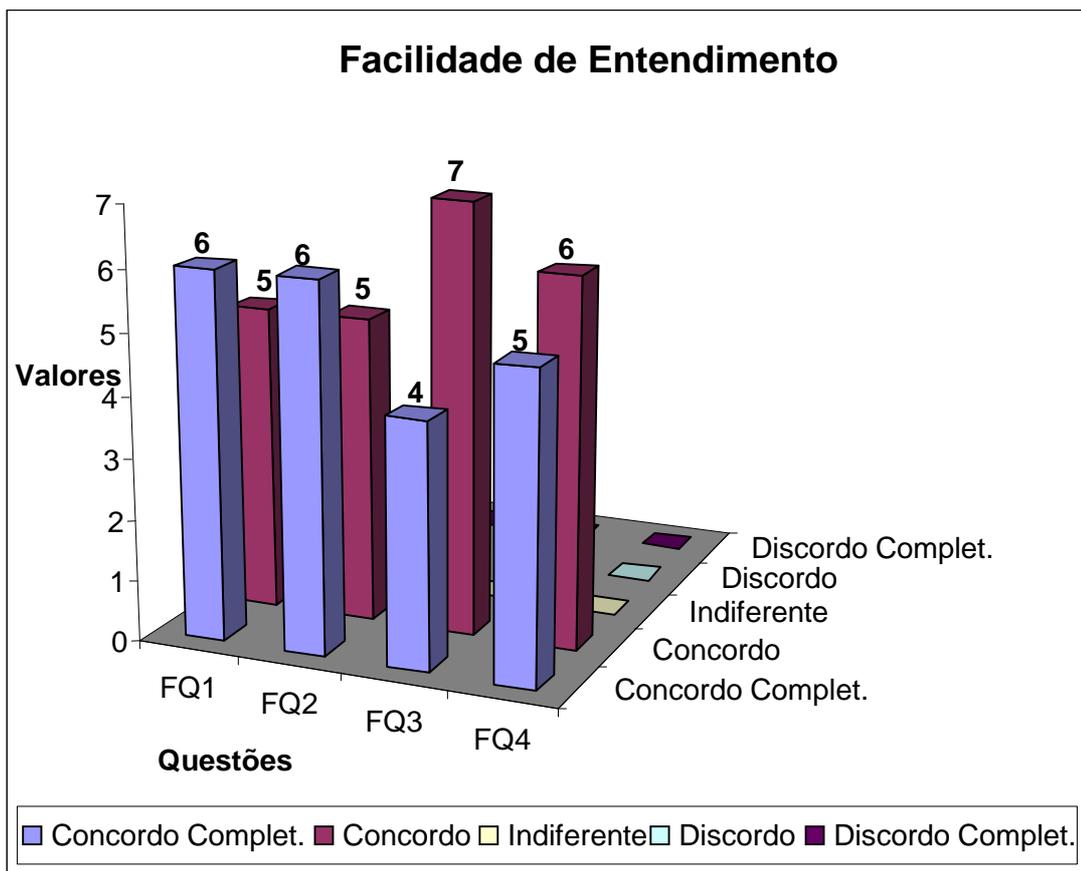


**Gráfico 5.1: Representação das Frequências de Respostas.**

### 5.6.1 ATRIBUTO DE FACILIDADE DE ENTENDIMENTO

As questões referidas entre FQ<sub>1</sub> a FQ<sub>4</sub>, buscaram avaliar a usabilidade do software que diz respeito à Facilidade de Entendimento do Software, ou melhor, a capacidade que o software tem de possibilitar ao usuário final o seu verdadeiro entendimento, para uma utilização adequada.

Através do Gráfico 5.2 pode-se notar que as respostas Indiferente, Discordo e Discordo Completamente, tiveram resultado “zerado” na opinião dos usuários. Já as respostas de Concordo Plenamente e Concordo, tiveram respectivamente um valor de 47,73% e 52,27%. Isto mostra que os usuários concordam que o software agropecuário avaliado, possui facilidade de entendimento.

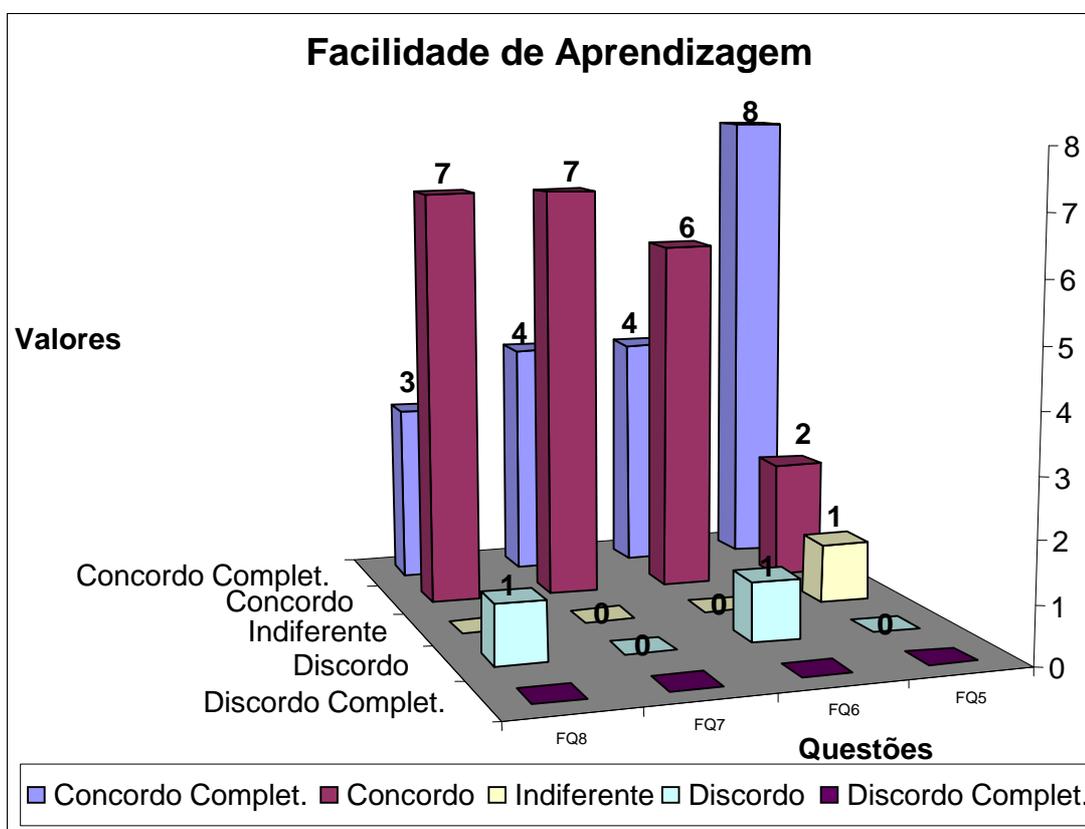


**Gráfico 5.2: Atributo - Facilidade de Entendimento.**

### 5.6.2 ATRIBUTO DE FACILIDADE DE APRENDIZAGEM

As questões citadas entre FQ<sub>5</sub> a FQ<sub>8</sub>, avaliaram a usabilidade do software em relação à Facilidade de Aprendizagem do Software, ou seja, o software proporciona ao usuário a capacidade de explorá-lo.

No Gráfico 5.3, percebe-se que a resposta Indiferente, é apresentada somente uma vez. Isso quer dizer que um único usuário acha Indiferente à facilidade de aprendizagem que o software proporciona, representando apenas 2,27%. Já para a situação de Discordo, dois usuários opinaram para esta resposta, significando 4,55% do percentual total da avaliação. Porém as respostas Concordo Completamente, representa 43,18% da pesquisa, mas o fato mais expressivo é que 50% dos usuários que participaram da avaliação Concordam que o software agropecuário avaliado, oferece uma capacidade de aprendizagem durante o processo de uso, descobrindo por si só, as opções de uso que o software oferece.

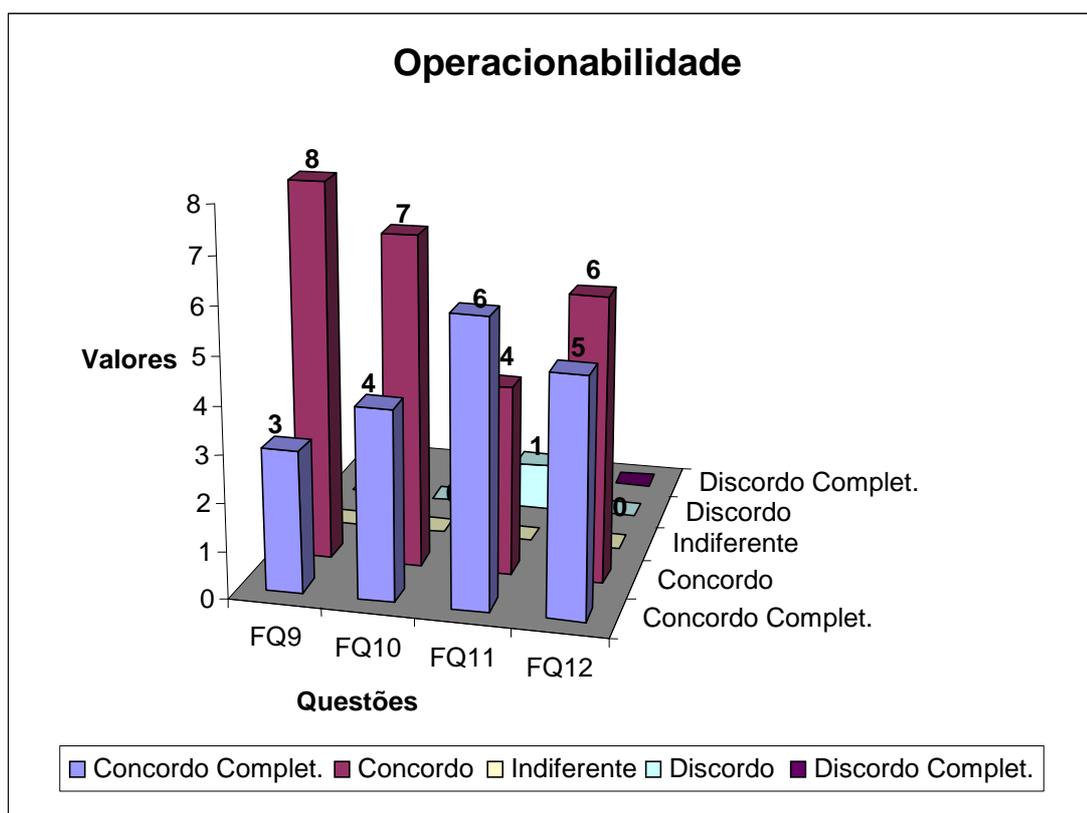


**Gráfico 5.3: Atributo - Facilidade de Aprendizagem.**

### 5.6.3 ATRIBUTO DE OPERACIONABILIDADE

As questões FQ9 a FQ<sub>12</sub>, avaliaram a usabilidade do software, em relação à Operacionabilidade do Software, ou melhor, a permissão que o software oferece ao usuário final de operá-lo e controlá-lo de forma segura.

O Gráfico 5.4 mostra que a resposta Discordo foi informada por somente um usuário, representando 2,27% da pesquisa. Já as respostas Indiferente e Discordo Completamente, não tiveram nenhuma resposta assinalada. Porém as respostas Concordo Completamente, obtiveram uma porcentagem de 40,91% na avaliação dos usuários, e as respostas Concordo ficaram em torno de 56,82% das respostas assinaladas, mostrando que a operacionabilidade é um fator percebido pelos usuários no momento que os mesmos conseguem fazer com que o software funcione de maneira que se foi desejada.

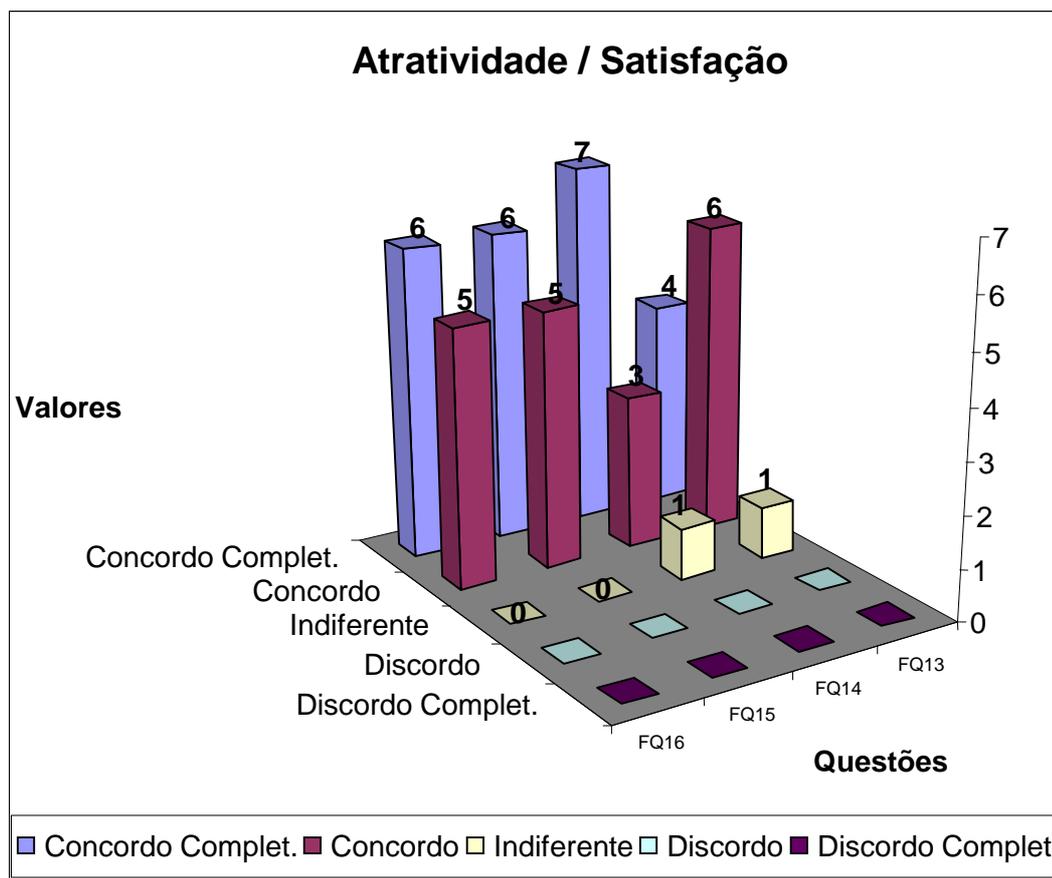


**Gráfico 5.4: Atributo – Operacionabilidade.**

#### 5.6.4 ATRIBUTO DE ATRATIVIDADE / SATISFAÇÃO DO USUÁRIO

As questões referidas entre FQ<sub>13</sub> a FQ<sub>16</sub>, avaliaram a usabilidade do software no que diz respeito ao atributo de Atratividade e Satisfação do usuário. Este atributo avalia a capacidade do software ser atrativo ou não para o usuário.

O Gráfico 5.5 ilustra que somente dois usuários responderam que a atratividade e/ou satisfação é Indiferente nesta questão, representando apenas 4,55%. Dos usuários restantes, 43,19% Concordam e 52,27% Concordam Completamente que a atratividade do software agropecuário existe, contribuindo assim para a satisfação que o usuário tem no momento em que está desenvolvendo suas tarefas.

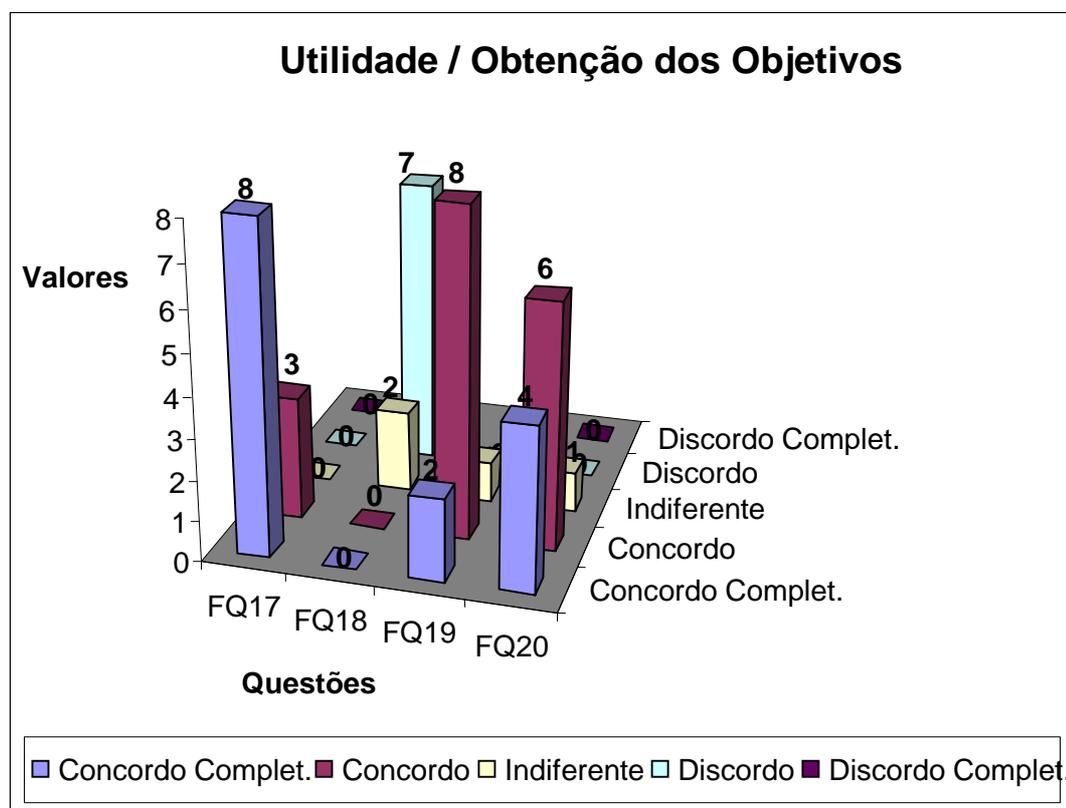


**Gráfico 5.5: Atributo - Atratividade / Satisfação do Usuário.**

### 5.6.5 ATRIBUTO DE UTILIDADE / OBTENÇÃO DOS OBJETIVOS

As questões citadas entre FQ<sub>17</sub> a FQ<sub>20</sub>, avaliaram a usabilidade do software em relação à Utilidade e a Obtenção dos Objetivos que o software apresenta, ou melhor, o usuário consegue atingir os objetivos estabelecidos durante a utilização do software.

Em relação a este atributo de usabilidade notou-se um maior grau de respostas diversificadas, pois todas as categorias de resposta foram seleccionadas, desde um menor a um maior índice. Percebe-se através do Gráfico 5.6, que as respostas Discordo Completamente apresenta 4,55%, a opção Indiferente mostra 9,19%, Discordo indica 15,91%, Concordo Completamente apresenta 31,82%. A opção mais respondida pelos usuários, com 38,64% refere-se em Concordarem que, com a utilização do software agropecuário avaliado, os usuários conseguem atingir seus objetivos.



**Gráfico 5.6: Atributo - Utilidade / Obtenção dos Objetivos.**

## 5.7 ALFA DE CRONBACH

A análise da consistência interna do questionário, estimado pelo Coeficiente Alfa de Cronbach, se fez necessária para indicar a confiança do teste para seus propósitos (CRONBACH, 1951). Os números obtidos para o coeficiente alfa foram interpretados como indicadores da eficiência do questionário em avaliar os atributos de usabilidade. O Alfa de Cronbach é um coeficiente utilizado para medir a consistência de um indicador (Pereira 2004).

Diante do teste aplicado, pode-se dizer que o indicador é considerado bom quando todas as suas medidas integrantes possuem uma relação coesa entre si, apresentando o mesmo esforço em medir os atributos de usabilidade. Desta forma, no teste pode-se perceber claramente que o objeto em questão trata-se da usabilidade do software, sendo, porém, abordados aspectos diferentes que compõem os atributos dessa usabilidade.

Para interpretar o Alfa de Cronbach, pode-se entendê-lo como um coeficiente de correlação ao quadrado (variável quantitativa) com uma suposta medida real para o estudo. A Tabela 5.5 apresenta o valor do coeficiente de Alfa de Cronbach, referente à avaliação do software;

TABELA 5.5 – Análise de Consistência Interna

Estatística por Escala	Média <b>4,2818</b>	Desvio Padrão <b>0,1367</b>	N de Variáveis <b>(5)</b>
Estatística Total Item			
Item	Escala Média se item é desprezado	Escala Desvio Padrão se item é desprezado	Alfa se item é desprezado
Facilidade Aprendizagem	4,2333	0,1459	0,8234
Facilidade Entendimento	4,2727	0,1153	0,8657
Operacionabilidade	4,2614	0,1202	0,8328
Atratividade / Satisfação Usuário	4,2329	0,1490	0,8303
Utilidade / Obtenção dos Objetivos	4,4091	0,1481	0,8862
Coeficiente Confiável			
N de Casos = 11		N de Itens = 20	
<b>Alfa = 0,8743</b>			

Neste estudo, a representatividade do Alfa é 0,8743, o que sugere que está sendo medido 87,43% do impacto real. Essa é uma interpretação que olha os resultados do teste numa perspectiva de análise de confiança. Mostrando ser consideravelmente satisfatório este valor obtido de Alfa, pois está bem próximo do valor de 100% da eficiência da avaliação.

Os indicadores mostram que os questionários estão concisos e pode-se considerar o resultado satisfatório, dado que para um valor máximo de 1 obteve-se um Alfa de 0,8743.

Tão importante como analisar o coeficiente, deve-se prestar atenção nas informações sobre a conduta de cada um dos atributos que compõem o indicador, ou seja, os indicadores das médias, desvios-padrão e alfas, conforme é ilustrado nas colunas da Tabela 6.5.

De acordo com Pereira (2004), o Alfa de Cronbach trabalha a relação entre covariâncias e variâncias internas das medidas, sendo um teste robusto o suficiente para tolerar escalas não homogêneas.

Nesse contexto, Alfa de Cronbach é definido pela expressão:

$$\alpha = \frac{k \text{ cov} / \text{var}}{1 + (k - 1) \text{ cov} / \text{var}}$$

Onde:

k = Número de variáveis consideradas

cov = Média das covariâncias

var = Média das variâncias

O Alfa de Cronbach adquire valores entre 0 e 1 e trabalha com a premissa de que as correlações entre os itens são positivas. Uma correlação negativa infringe o modelo e, para se manter uma variável nessa situação, seu sentido

de direção deve ser mudado, multiplicando-se seus valores por -1, porém este não é o caso do nosso estudo.

Pode-se finalizar fixando a importância em ter uma consistência de um teste, e isso se deu através da aplicação do coeficiente Alfa de Cronbach. Notou-se que o questionário possui coerência e autenticidade entre seus atributos de usabilidade.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÃO

---

Este trabalho apresentou um estudo empírico sobre avaliação da usabilidade de um software da área de agropecuária. O estudo empírico foi realizado em um órgão de apoio à agricultura e pecuária, no estado de São Paulo, tendo como sujeitos os técnicos agrícolas que trabalhavam no órgão. Os principais resultados são destacados a seguir:

Para direcionar a pesquisa, foi elaborado um plano de avaliação de usabilidade, com base na abordagem GQM. Esse plano foi de grande utilidade para o entendimento completo do problema, possibilitando a obtenção clara do objetivo, das questões e das métricas para o estudo empírico. O plano facilitou a definição e preparação dos instrumentos de pesquisa utilizados, garantindo a criação de questionários que cobriram os aspectos de usabilidade enfocados.

O estudo empírico seguiu um processo, apoiado por técnicas estatísticas, que permitiram uma análise qualitativa dos dados obtidos, levando à identificação clara dos resultados. O uso do Coeficiente Alfa de Cronbach possibilitou a determinação da confiabilidade dos dados e resultados, que, para o estudo foram significativos.

Os resultados do presente estudo empírico foram significativos, frente aos resultados obtidos em pesquisas recentes sobre usabilidade. Além disso, foi possível contribuir para estudos futuros, através do plano de avaliação de usabilidade e do processo de realização do estudo empírico aqui definido.

Na área de agropecuária, o estudo demonstrou a usabilidade de um software existente, empregado para apoiar pequenos e médios produtores rurais. Além disso, prestou-se uma contribuição para a melhoria contínua dos softwares nesta área.

Como trabalhos futuros, é importante destacar a necessidade de novas pesquisas que reforcem os resultados aqui obtidos e permitam estender tais resultados a um espectro mais amplo de softwares agropecuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABIB, J.C. **Avaliação de Técnicas de Inspeção de Requisitos de Software Utilizando a Abordagem GQM**. 1998. 78 f. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de São, São Carlos.

ABIB, J.C.; KIRNER, T.G. **GQM-PLAN: Ferramenta para Apoiar Avaliações de Qualidade de Software**. In: IX CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE, 1998, Curitiba. Anais da IX Conferência Internacional de Tecnologia de Software. Curitiba, 1998. v1. p. 119-130.

ABIB, J.C.; KIRNER, T.G. **A GQM – Based Tool to Support the Development for Software Quality Measurement Plans**. ACM Software Engineering Notes, Estados Unidos, v. 24, n. 4, p. 75-80, 1999.

ANDRADE, A.L. et al. **Aplicação da Norma ISO/IEC 12119 na Avaliação da Qualidade de Produtos de Software**. In: VII CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE: QUALIDADE DE SOFTWARE - VII CITS, 1996, Curitiba. Anais da VII Conferência Internacional de Tecnologia de Software: Qualidade de Software. Curitiba, 1996. p. 75-89.

AVOURIS, N.M. **An Introduction to Software Usability**. WORKSHOP ON SOFTWARE USABILITY, 2001, Nicosia. Proceedings 8<sup>th</sup> Panhellenic Conference on Informatics, v. 2, 2001, Nicosia. p. 514-522. 2001.

BASILI, V.R.; ROMBACHI, H.D.; SELBY R. **The Experimental Paradigm in Software Engineering**. Experimental Software Engineering Issues: Critical Assessment and Future Directives. In: Proceedings of Dagstuhl - Workshop, September 1992, published by Springer – Verlag, 1993.

BASILI, V.R.; CALDIERA, G.; ROMBACHI, H.D. **Goal Question Metric Approach**. Encyclopedia of Software Engineering, John Wiley & Sons, New York, v. 1, p. 528-532, 1994.

BASILI, V.R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H.D. **The Experience Factory**. Encyclopedia of Software Engineering, John Wiley & Sons, New York, v. 1, p. 469-476, 1994.

BEVAN, N.; KIRAKOWSKI, J.; MAISSEL, J. **What is Usability?** INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMAN-COMPUTER INTERACTION. 1991, Stuttgart. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on HCI, Stuttgart, Germany, 1991.

BEVAN, N.; MACLEOD, M. **Usability Measurement in Context**. Behavior and Information Technology. v. 13, p. 132-145. 1994.

BEVAN, N.; CURSON, I. **Methods for Measuring Usability**. Paper presented at IFIP INTERACT'97 International Conference on Human-Computer Interaction, Sydney, Australia. July 14-18, p. 672-673. 1997.

CAMPOS, F.C.A. **Qualidade de Software Agropecuário: a visão do usuário**. CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 2, 1999. Campinas. In: Anais II Congresso da SBI – Agro – AGROSOFT'99, Campinas, 1999.

COCARO, H.; Lopes, M. A.; Campos, F.C. **Qualidade de Software Agropecuário: um estudo de caso**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1075 -1082, 2005.

CRONBACH, L.J. **Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests**. Psychometrika, 16(3), p. 297-334, 1951.

DAG, J.N et al. **An Industrial Case Study of Usability Evaluation in Market-Driven Packaged Software Development**. HCII'2001. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Human-Computer Interaction, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 425-429, 2001.

DAG, J.N.; MADSEN O.S. **An Industrial Case Study of Usability Evaluation**. 2000. 190 f. Master Thesis, Department of Communication Systems, Lund University, Sweden.

DIAS, C. **Avaliação de Usabilidade: Conceitos e Métodos**. Revista Eletrônica do Instituto de Informática, v. 2, n. 1. 2002. Campinas.

DIFFERDING, C.; HOISL, B.; LOTT C. **Technology Package for the Goal-Question-Metrics Paradigm**. Internal Report Nr. 281/96, Department of Computer Science, University of Kaiserslautern, Germany, April 1996.

EMATER – DF (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal): **Software RuralPro 2000**. Brasília: Emater, 2000. 1 CD Rom. Windows 98.

FERREIRA, K. G. **Teste de Usabilidade**. 013.ed. Belo Horizonte: DCC-UFMG, 2002. 60 p.

GARRETE, J.J. **The elements of user Experience: User - Centers Design for the Web**, 2.ed. Indianápolis, 2003, p.189.

GLADCHEFF, A.P.; SANCHES, R.; SILVA, M., D. **Um Instrumento de Avaliação de Qualidade de Software Educacional: Como Elaborá-lo**. In: VIII WORKSHOP DE QUALIDADE DE SOFTWARE, Rio de Janeiro, 2001. Anais do VIII Workshop de Qualidade de Software, Rio de Janeiro, 2001. p. 100-113.

GLADCHEFF, A.P.; SILVA, D. M. **Diretrizes para um Instrumento da Avaliação de Qualidade para Software de Ensino**. In: WORKSHOP DE

TESES EM ENGENHARIA DE SOFTWARE , 1999, Florianópolis. Anais do IV Workshop de Teses em Engenharia de Software, Florianópolis, 1999. p. 18-22.

GLADCHEFF, A.P.; ZUFFI, E.M.; SILVA, D. M. **Um Instrumento para Avaliação da Qualidade de Softwares Educacionais de Matemática para Ensino Fundamental**. In: VII WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2001, Fortaleza. Anais do VII Workshop de Informática na Escola, Fortaleza, 2001.

GOVINDARAJULU, C. **End Users: Who are they?** Communications of the ACM. v. 46, n. 9, p.152-159. September 2003.

GRANIC, A.; Glavinic, V.; Stankov, S. **Usability Evaluation Methodology for Web-based Educational Systems**. In: Proceedings of the 8<sup>th</sup> ERCIM Workshop, June 2004, 15 p.

GRESSE, C.; HOILS, B.; WUST, J.A. **Process Model for GQM\_Based Measurement**, SITI-95-04 Report, p. 245, University of Kaiserslautern, Germany, 1995.

GRESSE, C.; ROMBACH, H.D.; RUHE, G. **Melhoramento de Software Baseado em Avaliação – Como Aplicar GQM na Prática?** In: Anais da IX Conferência Internacional de Tecnologia de Software: Qualidade de Software, Curitiba, PR, Brasil, 1998.

ISO/DIS 8402. **Quality Vocabulary**. 1994.

ISO/IEC 9126-1. International Standard. **Information Technology – Software Quality Characteristics and Metrics – Parte 1: Quality Characteristics and Sub Characteristics**, June 1995.

ISO/9241-11. **Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals** - Part 11 – Guidance on Usability. International Standards Organization, 1998.

JESUS, J.C.S.; ZAMBALDE, A.L. **Informática na Agropecuária: Hardware, Software e Recursos Humanos**. CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 2, 1999. Campinas. In: Anais II Congresso da SBI – Agro – AGROSOFT´99, Campinas, 1999.

KINNEAR, T. C.; TAYLOR, J. R. **Marketing research: an applied approach**. New York: McGraw Hill, 1991.

KIRNER, T.G.; ABIB, J.C. **Uso da Abordagem Goal-Question-Metrics na Avaliação de Requisitos de Software**. In: IV WORKSHOP BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 1997, Fortaleza – CE. Anais do IV Workshop Brasileiro de Qualidade de Software, 1997. p. 71-82.

KIRNER, T.G.; ABIB, J.C. **Inspection of Software Requirements Specification Documents: A Pilot Study**. In: XV ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM DOCUMENTATION – SIGDOC´97, 1997, Salt Lake City – USA. Proceedings of the XV ACM International Conference on System Documentation – SIGDOC´97. Salt Lake City, UT, USA, ACM Press, 1997. p. 161-171.

KOSCIANSKI, A. et al. **Guia para utilização das Normas sobre Avaliação de Qualidade de Produto de Software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598**, Maio 1999.

LEITE, J.C.S.P.; SOUZA C.S. de. **Projetos de Interfaces de Usuário**. 1999. Versão 2001, Cap 06.

LEITE, J.C.S.P. et al. **Qualidade de Software: Teoria e Prática**. São Paulo: Prentice - Hall, p. 238-246, 2001.

LITWIN, E. **Educação a Distância: Temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Arimed Editora, p. 13-21, 2001.

MARTIN, N.B. et al. **Sistema Integrado de Custos Agropecuários**. v.1, Campinas, 1997. (EMBRAPA-CNPTIA/FUNDAPAG/IEA).

MEIRA, C.A.A. et al. **Agroinformática: Qualidade e Produtividade na Agricultura**. Cadernos de Ciências e Tecnologia, Brasília, v. 13, n. 2, p. 175-194, 1996.

MENDES, A. **Arquitetura Software: Desenvolvimento Orientado para Arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

MIRANDA, F.; MORAIS, ANAMARIA. **Riscos Percebidos da Compra On-line: Dificuldades na Avaliação do Produto**. In: Congresso de Ergonomia dos Países de Língua Oficial Portuguesa – Funchal, Madeira, Julho 2004.

NETO, G.L. **Um Estudo sobre a Integração da Tecnologia da Informação à Gerência e Administração de Fazendas Agropecuárias**. CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 1, 1995. Campinas. In: Anais I Congresso da SBI – Agro – AGROSOFT´95, Juiz de Fora, 1995.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 1993.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. SIGCGI Bulletin, v. 27, n. 4, p. 77-78. 1995.

NIELSEN, J. **Designing Web Usability**. Indianápolis: New Riders, 2000.

PAULA FILHO, W.P. **Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

PEREIRA, J.C.R. **Análise de Dados Qualitativos: Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais**. 3ª Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

PETERS, J.F. **Engenharia de Software: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Campos, 2001.

PFLEEGER, S.L. **Software Engineering: Theory and Practice**. New Jersey: Prentice - Hall, 1998.

PRESSMAM, R.S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books – McGraw-Hill, 1995.

ROSA, J.G.S; MORAES, ANAMARIA. **Usabilidade em Formulários de Comércio Eletrônico**. In: Congresso de Ergonomia dos Países de Língua Oficial Portuguesa – Funchal, Madeira, Julho 2004.

SOLINGEN, VAN.D.M. **Goal – Oriented Software Measurement in Practice**. 1995. 81 f. Master Thesis, Delft University of Technology, Netherlands.

TRIOLA, M.F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

ZEEUW, C.J. **Improving the Process: The Design and Implementation of a Software Measurement System in Schlumberger RPS**. 1994. Master Thesis, Bladel.

ZULLO, JR. J. **A Utilização da Informática na Agropecuária**. CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 1, 1995. Juiz de Fora. In: Anais I Congresso da SBI – Agro – AGROSOFT´95, Juiz de Fora, 1995.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

---

ABNT. NBR 13596 – **Tecnologia de Informação – Avaliação de Produto de Software – Características de Qualidade e Diretrizes para o seu uso**. ABNT Abril 1996 (versão brasileira da Norma ISO/IEC 9126, 1991).

BASILI, V.R.; MACGARRY, F. **The Experience Factory: How to Build and Run One**. ACM ICSE 97, Boston MA USA, p. 643-644, 1997.

BRIAND, L.C.; DIFFERDING, C.M.; ROMBACH, H.D. **Practical Guidelines for Measurement – Based Process Improvement**. Technical Report the International Software Engineering Network (ISERN-96-05), Kaiserslautern, Germany, 1997.

BROOKE, J. **SUS – A Quick and Dirty Usability Scale**. In: P.W. Jordan, B. Thomas, B. A Weerdmeestes and I. L. McClelland (eds). London, p. 189-197. 1996.

DAVIS, A.M. **Software Requirements: Objects, Functions, & States**. New Jersey: Prentice - Hall, 1993.

FUGGETTA, A. et al. **Applying QM in an Industrial Software Factory**. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. v. 7, n. 4, p. 411- 448, October 1998.

HAZAN, C.; LEITE, J.C.S. P. **Indicadores para Gerência de Requisitos**. In: WORKSHOP EM ENGENHARIA DE REQUISITOS, 1ed., 2003, Piracicaba. Anais do VI International Workshop on Requirements Engineering – WER'03. Piracicaba: Unimep, p. 285-301, 2003

HILBERT, D.M.; REDMILES, D.F. **Extracting Usability Information from User Interface Events**. ACM Computing Surveys. vol. 32, n 4, p. 384-421. December 2000.

KOTONYA, G.; SOMMERVILLE, I. **Requirements Engineering: Processes and Techniques**, John Wiley and Sons, 1998.

LAVAZZA, L. **Providing Automated Support for the GQM Measurement Process**. IEEE Transactions on Software Engineering, p. 56-62, May-June 2000.

LEVIE, D.M.; BERENSON, M.L.; STEPHAN, D. **Estatística: Teoria e Aplicações, usando o Microsoft Excel em Português**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, p. 811, 2000.

MACARIO, C.G.N. **MASA - Metodologia para Avaliação da Qualidade de Pacotes de Software do Domínio Agropecuário**. Campinas: EMBRAPA Informática Agropecuária, 71 p, 2000.

MACLEOD, M. **Usability in Context: Improving Quality of Use**. In: Proceedings of 4<sup>th</sup> International Symposium on Human Factors in Organizational Design and Management, Stockholm, May 29 – June 01 1994. Amsterdam, Elsevier/North Holland.

MAGUIRE, M.; DILLON, A. **Usability Measurement – Its Practical Value to the Computer Industry**. INTERCHI'93, April 24-29. 1993.

MASHIKO, Y.; BASILI, V.R. **Using the GQM Paradigm to Investigate Influential Factors for Software Process Improvement**. J. Systems Software 1997, vol. 36, p. 17-32, by Elsevier Science Inc, New York.

NIELSEN, J. **Finding Usability Problems Through Heuristic Evaluation**. COMPUTING SYSTEMS CONFERENCE, 1992, Monterey. In: Proceedings of the ACM CHI'92 Human Factors, Monterey, CA, p. 373-380, 1992.

NIELSEN, J. **Usability Inspection Methods**. COMPUTING SYSTEMS CONFERENCE, 1994, Boston. In: Proceedings of the ACM CHI'94 Human Factors, Boston, USA, p. 413-414, 1994

OLSSON, T.; RUNESON. P. **V-GQM: A Freed-Back Approach to Validation of a GQM Study**. METRICS SYMPOSIUM, 2001, London. In: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Software Metrics Symposium - METRICS'01, London, United Kingdom, p. 236, 2001.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

ROCHA, A.R.C. **Qualidade de Software – Teoria e Prática**. São Paulo: Prentice - Hall, 2001.

ROMBACH, H.D. **Measurement – The Goal/Question/Metric Approach**, Overhead slides of GQM training for the ESSI project CEMP on GQM Basead Software Measurement, ESSI Project CEMP, University of Kaiserslautern, March 1994.

ROSSON, M.B. **Usability Engineering: Scenario Based Development of Human-Computer Interaction**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2002.

SANTOS, A.D.. **Processo de Certificação de Qualidade de Produto de Software na EMBRAPA**, v. 1, 27 p, Apostila do Curso, Campinas, 2002. (EMBRAPA - CNPTIA, apostilas).

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

SOUKI, G.Q.; ZAMBALDE, A.L. **Vantagens e Limitações da Informática na Agropecuária**. CONGRESSO BRASILEIRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA

DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 1, 1999. Campinas. In: Anais I Congresso da SBI – Agro – AGROSOFT'99, Campinas, 1999.

STUCHI, A.M.; FERREIRA, N.C. **Análise de uma Exposição Científica e Proposta de Intervenção**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 25, nº. 2, Junho 2003.

TSUKUMO, A.N. et al. **Qualidade de Software: Visões de Produto e Processos de Software**. Publicado na II Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação Regional de São Paulo, II ERI da SBC, Piracicaba, p. 173-189, 1997.

VEENENDAAL, VAN, E.P.W.M. **Questionnaire Based Usability Testing**. In: Conference Proceedings European Software Quality Week, Brussels, November 1998.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 5ª Ed. Revista e Ampliada. Rio de Janeiro: Campus, 1980.

WEBER, K.C. **Qualidade e Produtividade em Software**. São Paulo: Makron Books, 2001.

YAMADA, S.; HONGO, J.; SUGITA, S. **Development and Evaluation of Hypermedia for Museum Education: Validation of Metrics**. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, v.2, n. 4, p. 284-307. 1995.

ZANLORENCI, E.P.; BURNETT, R.C. **Abordagem da Engenharia de Requisitos para Software Legado**. In: WORKSHOP EM ENGENHARIA DE REQUISITOS, 1ed., 2003, Piracicaba. Anais do VI International Workshop on Requirements Engineering - WER'03. Piracicaba: Unimep, p. 270-283, 2003.

ZILSE, R.; MORAES, ANAMARIA. **Avaliação Ergonômica da Tarefa do Usuário para Estabelecer a Navegação em Sistemas Hipertextuais.**

Congresso de Ergonomia dos Países de Língua Oficial Portuguesa – Funchal, Madeira, Julho 2004.

## ANEXO A

### Questionário para Identificação do Perfil do Usuário

O objetivo deste questionário é coletar informações sobre o perfil do usuário que participou do plano de avaliação, com o propósito de estar avaliando a usabilidade do Software Agrícola, RuralPro 2000.

<b>Informações Gerais</b>
---------------------------

1. Qual é a sua formação profissional?
  - a. Engenheiro (a) Agrônomo (a)
  - b. Médico (a) Veterinário (a)
  - c. Zootecnista
  
2. Quanto tempo atua na área agrícola?
  - a. Menos de um ano
  - b. 1 a 5 anos
  - c. Mais que 5 anos
  
3. Qual das opções abaixo se refere ao nível de utilização do computador no ambiente de trabalho?
  - a. Todos os dias
  - b. Dias alternados
  - c. Uma vez por semana
  
4. Qual das opções abaixo se refere ao nível de utilização da informática no trabalho?
  - a. Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet
  - b. Software Administrativo
  - c. Nenhuma das alternativas
  
5. Tem conhecimento sobre a utilização do software agrícola conhecido de RuralPro 2000?
  - a. Sim
  - b. Não
  
6. Já participou de algum tipo de Avaliação de Usabilidade de Software?
  - a. Sim
  - b. Não

## ANEXO B

### Questionário para Realização de Tarefas

O objetivo deste questionário é a realização de tarefas, no qual o usuário possa aplicar suas habilidades da área agrícola e da área de informática.

Abaixo são apresentadas 10 tarefas, que devem ser executadas utilizando o software RuralPro 2000.

As tarefas devem ser executadas na ordem em que se encontram.

Tarefa 1. Cadastre uma propriedade, através das seguintes opções:

- a. Menu Inventário
- b. Opção Propriedade

Tarefa 2. Cadastre a Exploração “BOI”, conforme os passos a seguir:

- a. Menu Produção
- b. Clique na Opção Explorações
- c. Cadastre a exploração “BOI”
- d. Salve
- e. Feche

Tarefa 3. No Menu Inventário, Opção Animais, clique em adicionar e escolha a Exploração BOI, digite as seguintes informações:

- f. Categoria: Zebu
- g. Data: atual
- h. Quantidade: 20
- i. Valor Unitário: \$800,00
- j. Salve
- k. Feche

Tarefa 4. Seguindo as informações anteriormente realizadas, cadastre mais “DUAS” Categorias diferentes para a Exploração BOI.

Tarefa 5. Visualize o gráfico referente à composição de animais anteriormente cadastrados, realizando os seguintes passos:

- l. Menu Inventário
- m. Opção Gráfico / Animais
- n. Visualize
- o. Feche

Tarefa 6. Através do “BOTÃO EXPLORAÇÃO”, adicione a descrição TRATOR, salve e a seguir feche.

Tarefa 7. No “BOTÃO MÁQUINAS”, clique em adicionar e escolha a Exploração “TRATOR” e complete o restante do cadastro, salve-o e a seguir feche.

Tarefa 8. Clique no “BOTÃO INVENTÁRIO” e imprima-o.

Tarefa 9. Clique no Menu Tabelas, opção Despesas e adicione a Descrição “Óleo”, a seguir salve e feche.

Tarefa 10. Pressione o “BOTÃO DESPESAS”, escolha no campo Exploração à Opção “TRATOR”, no campo Descrição escolha a opção “OLEO” e a seguir preencha o restante dos campos, por fim salve e feche-o.

## ANEXO C

### Questionário para Avaliação do Software

O objetivo deste questionário é colher as informações sobre a opinião do usuário que participou da avaliação do software, onde os atributos de usabilidade são conceitos importantes no decorrer da aplicação.

Marcar ou circular o número correspondente ao grau de concordância.

Leia com atenção as questões a seguir e em caso de dúvida, solicite esclarecimentos com a avaliadora.

#### 1. Questões relativas aos Fatores de Qualidade (apresentados no 1º Quadrante da Folha de Abstração).

FQ1. Na “Tela Principal”, as figuras dos botões facilitam o entendimento do software.

5	4	3	2	1
Concordo Compl.	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Compl.

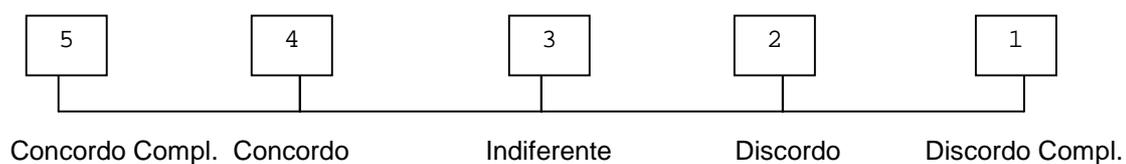
FQ2. Caso haja a necessidade da utilização da Opção AJUDA, o usuário consegue utiliza-la.

5	4	3	2	1
Concordo Compl.	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Compl.

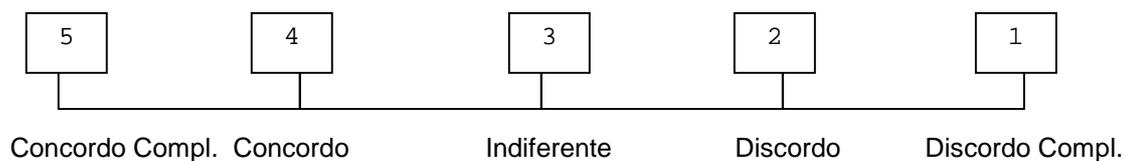
FQ3. Durante a utilização do software, o usuário percebe qual é o objetivo do aplicativo.

5	4	3	2	1
Concordo Compl.	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo Compl.

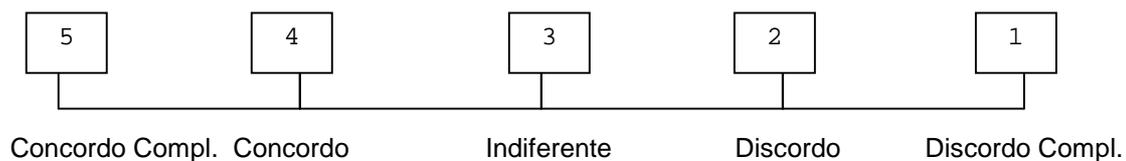
FQ4. A disposição dos Menus é de fácil entendimento durante a seqüência das tarefas.



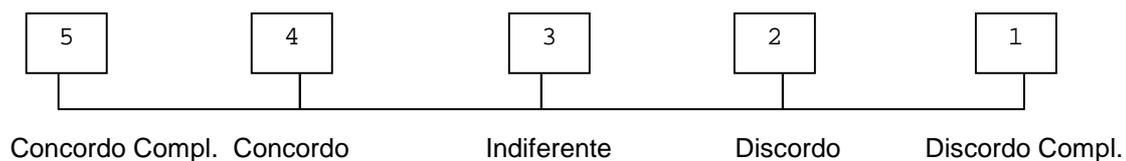
FQ5. A linguagem do software em “Português” é considerada um fator relevante para a aprendizagem do software.



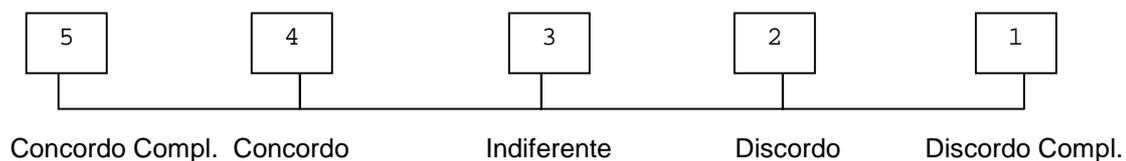
FQ6. O software é considerado “Auto-Explicativo” em suas funções.



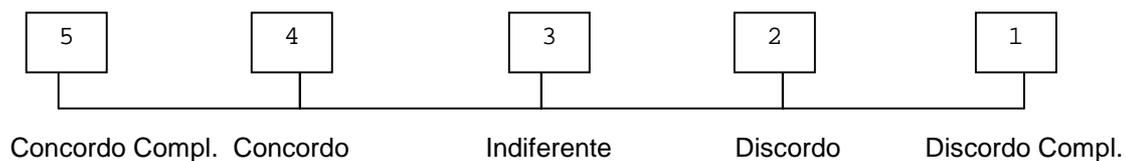
FQ7. Na “Tela Principal”, a disposição das figuras dos botões facilitam a aprendizagem do software.



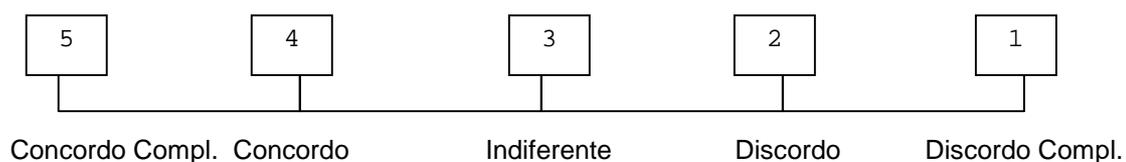
FQ8. O uso dos Menus colabora para a aprendizagem do software.



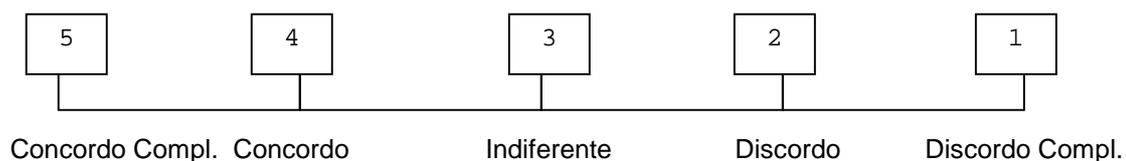
FQ9. O usuário considera que a navegação entre as telas proporciona condições de realizar operações.



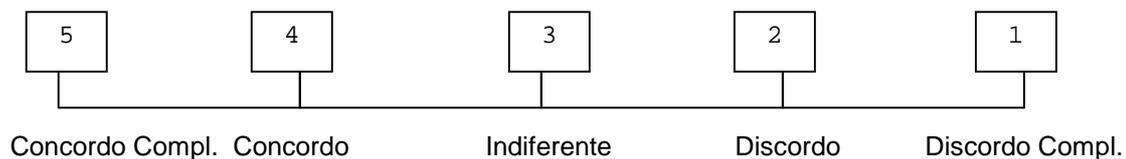
FQ10. Os ícones são representativos na utilização do software.



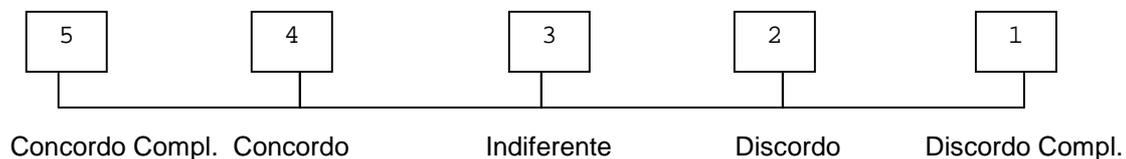
FQ11. O usuário consegue cadastrar a “propriedade” normalmente.



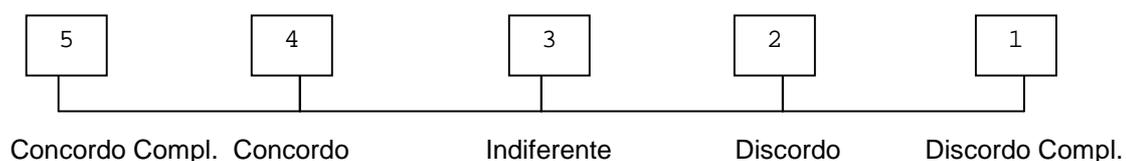
FQ12. O usuário consegue interpretar a representação gráfica com nitidez.



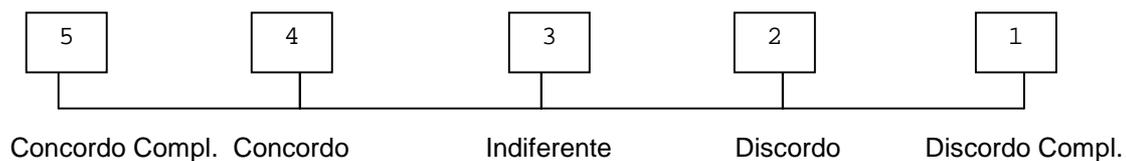
FQ13. As figuras dos botões são atrativas.



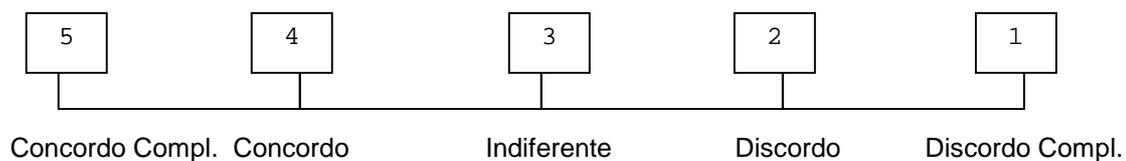
FQ14. O usuário se sente satisfeito ao utilizar o software.



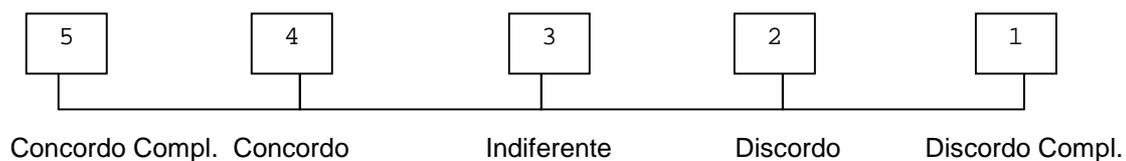
FQ15. A utilização deste software pode colaborar no planejamento das atividades agrícolas.



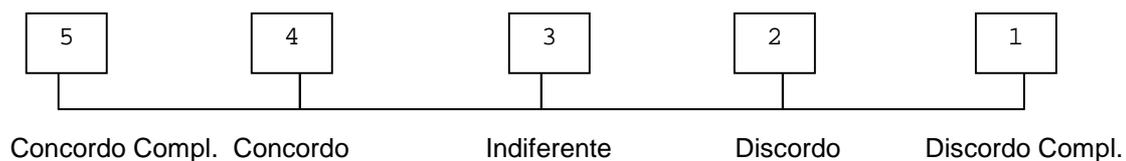
FQ16. Por ser um software de distribuição gratuita, é um motivo atrativo para a sua utilização.



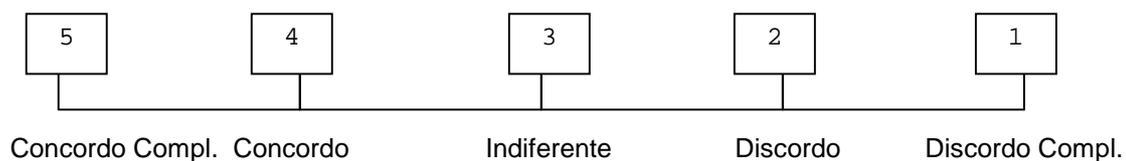
FQ17. O software é uma ferramenta vantajosa para o desenvolvimento agrícola.



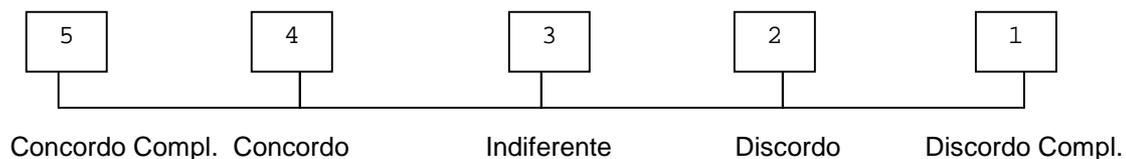
FQ18. A serventia do software deixou a desejar em muitas aplicações.



FQ19. O software atendeu as necessidades do seu negócio.

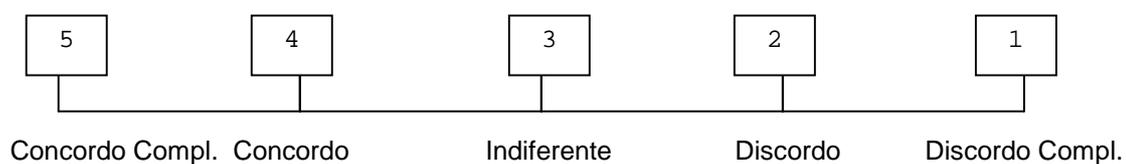


FQ20. Você conseguiu atingir seus objetivos com a utilização do software.

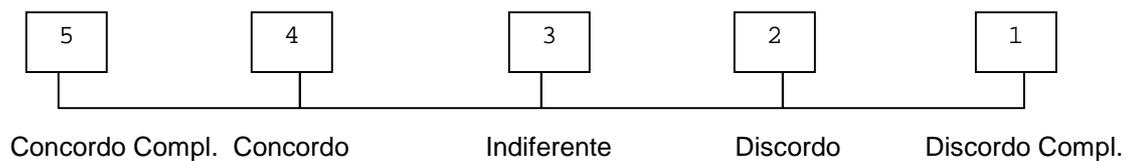


2. Questões relativas aos Fatores de Variação.  
(apresentados no 2º Quadrante da Folha de Abstração).

FV1. A utilização da informática no trabalho colabora no desenvolvimento das atividades diárias.



FV2. A experiência na área agrícola colabora o trabalho com o software.



## **ANEXO D**

### **Carta de Encaminhamento**

#### **Votuporanga**

Estou realizando um projeto de mestrado de caráter científico, com o objetivo de avaliar a usabilidade do software agrícola denominado RuralPro 2000, através do embasamento teórico da abordagem Goal-Question-Metrics.

Entendo que a participação dos técnicos da CATI de Votuporanga, como Engenheiros Agrônomos, Médicos Veterinários e Zootecnistas, é de fundamental importância para a obtenção das informações necessárias para o atingimento dos objetivos propostos.

Ao responder ao questionário em anexo, notará que o mesmo é composto de três partes: a primeira tem o objetivo de obter informações gerais no que diz respeito aos participantes do estudo; a segunda visa a realização de tarefas referentes à aplicação do software e a terceira trata-se do questionário no qual está sendo direcionado o plano de avaliação do software.

Vale ratificar que, dessa forma, estarão colaborando para o desenvolvimento da parte prática da Dissertação de Mestrado, desenvolvida pela mestrandia Alessandra Vilches Saraiva, na Universidade Metodista de Piracicaba, sob a orientação da prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tereza Gonçalves Kirner, cujo tema é: Utilização da Abordagem Goal-Question-Metrics (GQM) na Elaboração e Execução de Planos de Avaliação de Usabilidade de Software: um estudo empírico sobre um software agropecuário.

Conto com a colaboração de todos e aproveito a oportunidade para agradecer a participação.

Grata pela atenção,

**Alessandra Vilches Saraiva**