

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CARLOS ALBERTO FERREIRA BISPO**

**Método bivalorado para medições subjetivas**

São Carlos

2010

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**CARLOS ALBERTO FERREIRA BISPO**

## **Método bivalorado para medições subjetivas**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção**

**Área de Concentração: Gestão do Conhecimento e Sistemas de Informação**

**Orientador: Prof. Dr. Edson Walmir Cazarini**

**São Carlos**

**2010**

**Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP**

B622m Bispo, Carlos Alberto Ferreira  
Método bivalorado para medições subjetivas / Carlos Alberto  
Ferreira Bispo; orientador Edson Walmir Cazarini. --  
São Carlos, 2010.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
de Produção e Área de Concentração em Gestão do Conhecimento  
e Sistemas de Informação -- Escola de Engenharia de São Carlos  
da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Medição subjetiva. 2. Medição bivalorada. 3. Método  
bivalorado para medições subjetivas. 4. Fontes de erros em  
medições subjetivas. 5. Tipos de erros em medições subjetivas.  
6. Postulados da medição subjetiva. I. Título

**FOLHA DE JULGAMENTO**

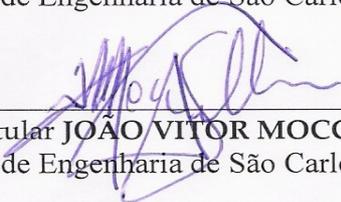
Candidato: Bacharel **CARLOS ALBERTO FERREIRA BISPO**.

Tese defendida e julgada em 26/01/2010 perante a Comissão Julgadora:



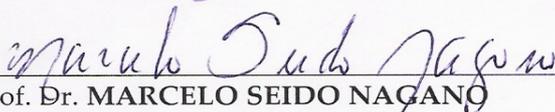
Prof. Dr. **EDSON WALMIR CAZARINI (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado



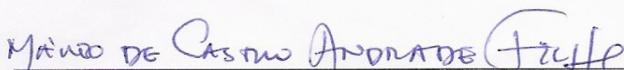
Prof. Titular **JOÃO VITOR MOCCELLIN**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO



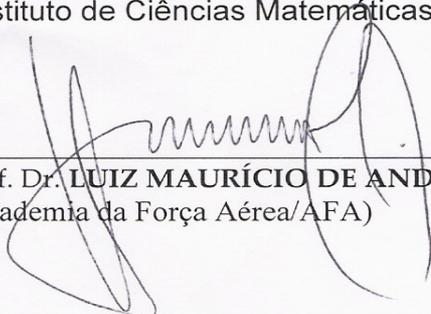
Prof. Dr. **MARCELO SEIDO NAGANO**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovado



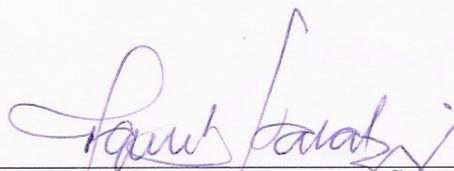
Prof. Dr. **MÁRIO DE CASTRO ANDRADE FILHO**  
(Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação/USP)

APROVADO

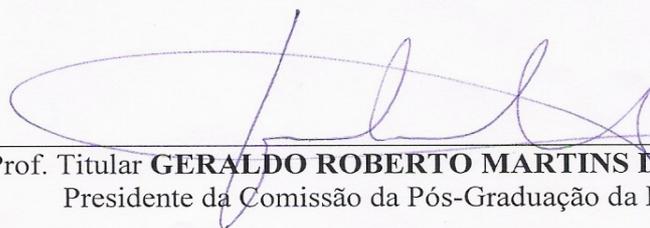


Prof. Dr. **LUIZ MAURÍCIO DE ANDRADE DA SILVA**  
(Academia da Força Aérea/AFA)

APROVADO



Prof. Associado **AQUILES ELIE GUIMARÃES KALATZIZ**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção



Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**  
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

**À minha esposa Regina e às  
minhas filhas Ana Paula e Amanda, com  
amor e gratidão pela compreensão, carinho  
e apoio ao longo dos anos de elaboração  
desta tese.**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. Edson Walmir Cazarini, pelos longos anos de amizade, paciência, apoio, orientação e pelo crescimento pessoal, profissional, científico e intelectual.

Ao Professor Dr. Mário de Castro Andrade Filho, pelo grande apoio incondicional, pela co-orientação não oficializada, pela imensa paciência e pelo crescimento científico.

Aos seguintes colegas da Academia da Força Aérea: professores doutores Laércio Aparecido Lucas, Adriano Rogério Bruno Tech, Luiz Maurício de Andrade da Silva, Maria Estela do Nascimento, Josélia Maria Costa Hernandez, Marcos Aurélio de Oliveira, Humberto José Lourenção e Agda Adriana Zanela, e aos doutorandos Luiz Batista Castanheira e Guilherme Augusto Spiegel Gualazzi, pelas contribuições feitas durante a revisão da tese.

À absolutamente todos que me apoiaram durante a fase da grave doença de minha esposa e do longo período de recuperação, quando cheguei a pensar em abandonar o doutorado.

Ao Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos pela oportunidade de poder participar novamente de seu Programa de Pós-Graduação.

Aos amigos, colegas, professores e funcionários do Departamento de Engenharia da Produção da EESC/USP, pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos amigos e colegas de trabalho da Academia da Força Aérea, pelo apoio, incentivo e amizade.

## RESUMO

BISPO, C. A. F. **Método bivalorado para medições subjetivas**. 2010. 127 f. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

Contexto: devido à crescente necessidade de melhor conhecer os elementos organizacionais, as medições subjetivas estão ganhando um espaço cada vez maior. Problema: podemos avaliar o quão confiável em relação à realidade do atributo de um mensurando é uma amostra de dados obtidos por meio de medição subjetiva bivalorada? Hipóteses: Hipótese 1 - já existe um método científico que consiga realizar eficazmente a avaliação citada no problema; Hipótese 2 - caso a primeira hipótese não seja satisfeita, é possível criar um método que possa realizar eficazmente aquela avaliação. Objetivo: após confirmada a inexistência de um método consagrado cientificamente que consiga realizar a avaliação citada no problema, então, desenvolver um método que realize eficazmente aquela avaliação. Métodos: elaboração do embasamento teórico sobre os fundamentos da medição subjetiva; revisão bibliográfica sobre os métodos existentes que trabalham com medição subjetiva bivalorada; elaboração e validação de um novo método que solucione o problema proposto. Escopo e limitações: as publicações utilizadas para elaborar a fundamentação teórica sobre medição subjetiva e o novo método são multidisciplinares, porém o enfoque dado aos estudos foi para a gestão organizacional, com ênfase nos assuntos pertinentes à Engenharia de Produção e áreas afins. Resultados obtidos: (1) foram elaborados os postulados sobre medição subjetiva; (2) foram delineadas as principais fontes de erros de medição subjetiva baseada naqueles postulados; (3) não foi encontrado na literatura pertinente qualquer método científico ou expressão matemática que solucionasse o problema proposto; (4) foi elaborado um método para trabalhar com medição subjetiva bivalorada. Análise dos resultados: (1) os postulados elaborados serviram de base para o levantamento das principais fontes de erros de medições subjetivas; (2) o embasamento teórico serviu como fundamentação para a elaboração do método preliminar que utilizava a medição subjetiva bivalorada; (3) novos estudos permitiram um aperfeiçoamento do método preliminar, elaborando o novo método; (4) um estudo de caso mostrou a aplicabilidade do novo método. Conclusões: os estudos realizados permitiram comprovar a eficácia do método para medições subjetivas bivaloradas.

Palavras-chave: Medição subjetiva. Medição bivalorada. Método para medição subjetiva bivalorada. Fontes de erros em medições subjetivas. Tipos de erros em medições subjetivas. Postulados da medição subjetiva.

## ABSTRACT

BISPO, C. A. F. **Two-value method for subjective measurements**. 2010. 127 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Production Engineering). Engineering School of Sao Carlos, University of Sao Paulo, Sao Carlos, 2010.

Background: Due to the growing need to better understand organizational elements, subjective measurements are gaining more and more space. Problem: can we assess how reliable a data sample collected via 2-value subjective measurement is in relation to the reality of the attribute of a measurand? Hypotheses: Hypothesis 1 - there is already a scientific method that can effectively perform the assessment mentioned in the problem; Hypothesis 2 – in the event the first hypothesis is not met, it is possible to create a method that can effectively perform that assessment. Purpose: After confirming the absence of a scientifically established method that can perform the evaluation mentioned in the problem, the purpose is to develop a method to effectively perform that evaluation. Methods: Development of theoretical basis on the grounds of subjective measurements; literature review on existing methods that work with 2-value subjective measurement; development and validation of a new method that solves the problem proposed. Scope and limitations: the publications used to develop the theoretical framework of subjective measurements and the new method are multidisciplinary, yet the focus given to the studies was more related to organizational management, with emphasis on matters pertaining to Production Engineering and related fields. Results: (1) postulates on subjective measurements have been elaborated; (2) the main sources of subjective measurement errors based on those postulates have been outlined; (3) no scientific method or mathematical expression that may address the problem proposed has been found on the literature; (4) a method was developed to work with two-value subjective measurements. Analysis of results: (1) the postulates developed served as a basis for raising the main sources of subjective measurement errors; (2) the theoretical framework served as the basis for establishing the primary method that used two-value subjective measurements; (3) new studies allowed for the improvement of the primary method by developing the new method; (4) a case study showed the applicability of the new method. Conclusions: The studies have allowed us to prove the effectiveness of the method for 2-value subjective measurements.

Keywords: Subjective measurement. Two-value measurement. Two-value subjective measurement method. Sources of errors in subjective measurements. Types of errors in subjective measurements. Postulates of subjective measurements.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes níveis de exigência a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva.....	47
Figura 2 – Diferentes níveis de percepção a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva.....	47
Figura 3 – Diferentes níveis de influência a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva.....	47
Figura 4 – Fatores de influência que agem sobre as pessoas durante as medições subjetivas.....	50
Figura 5 – Quadrado Unitário do Plano Cartesiano – QUPC.....	54
Figura 6 – Dados resultantes da avaliação qualitativa univalorada tradicional de uma pesquisa de campo sobre o sistema de TV aberta no Brasil .....	56
Figura 7 – Dados resultantes da avaliação qualitativa paraconsistente de uma pesquisa de campo sobre o sistema de TV aberta no Brasil.....	57
Figura 8 – Primeira página do Formulário A.....	97
Figura 9 – Segunda página do Formulário A .....	98
Figura 10 – Primeira página do Formulário B.....	99
Figura 11 – Segunda página do Formulário B.....	100
Figura 12 – histograma de $\hat{Z}_c$ do cenário 1 para $n = 50$ .....	105
Figura 13 – gráfico de normalidade de $\hat{Z}_c$ do cenário 1 para $n = 50$ .....	105
Figura 14 – histograma de $\hat{Z}_c$ do cenário 2 para $n = 50$ .....	106
Figura 15 – gráfico de normalidade de $\hat{Z}_c$ do cenário 2 para $n = 50$ .....	106
Figura 16 – histograma de $\hat{Z}_c$ do cenário 3 para $n = 50$ .....	107
Figura 17 – gráfico de normalidade de $\hat{Z}_c$ do cenário 3 para $n = 50$ .....	107
Figura 18 – histograma de $\hat{Z}_c$ do cenário 4 para $n = 50$ .....	108
Figura 19 – gráfico de normalidade de $\hat{Z}_c$ do cenário 4 para $n = 50$ .....	108
Figura 20 – histograma de $\hat{Z}_c$ do cenário 5 para $n = 50$ .....	109
Figura 21 – gráfico de normalidade de $\hat{Z}_c$ do cenário 5 para $n = 50$ .....	109
Figura 22 – histograma de $\hat{Z}_c$ do cenário 6 para $n = 50$ .....	110
Figura 23 – gráfico de normalidade de $\hat{Z}_c$ do cenário 6 para $n = 50$ .....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Notas máximas e mínimas atribuídas na pesquisa de campo divulgada em Bispo e Cazarini (2007a) .....	28
Tabela 2 - Dados da avaliação de um artigo da revista Gestão & Produção realizado por 22 pessoas .....	30
Tabela 3 – Resultados dos testes das propriedades assintóticas da expressão (16).....	79
Tabela 4 – Pesquisa 1 – dados obtidos na avaliação do sistema de televisão aberta do Brasil .....	84
Tabela 5 – Pesquisa 2 – dados obtidos na avaliação do sistema de jornais impressos do Brasil .....	85
Tabela 6 – Resultados da Pesquisa 1 .....	86
Tabela 7 – Resultados da Pesquisa 2.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIPM	Bureau International des Poids et Measures
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
IEC	International Electrotechnical Commission
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Organization for Standardization
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
IUPAP	International Union of Pure and Applied Physics
LPA2V	Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores
OIML	Organisation Internationale de Métrologie Légale
QUPC	Quadrado Unitário do Plano Cartesiano

## LISTA DE SÍMBOLOS

$e$	valor máximo de uma escala, amplitude de uma escala
$f$	falsidade
$\mu_1$	grau de evidência favorável na LPA2V
$\mu_2$	grau de evidência contrária na LPA2V
$\mu_3$	grau de evidência contrária na LPA2V, convertido pela expressão $\mu_3 = e - \mu_2$
$p(\mu_1, \mu_2)$	medida bivalorada do atributo de um mensurando com os dados originais
$p(\mu_1, \mu_3)$	medida bivalorada do atributo de um mensurando com os dados convertidos para facilitar os levantamento do coeficiente de fidedignidade
$Q$	quase (utilizado pela LPA2V)
$v$	verdade (utilizado pela LPA2V)
$\perp$	indeterminação ou paracompleteza (utilizado pela LPA2V)
$\mathbf{T}$	inconsistência (utilizado pela LPA2V)
$\rightarrow$	tendendo a (utilizado pela LPA2V)

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT .....	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS .....	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	12
LISTA DE SÍMBOLOS .....	13
SUMÁRIO.....	14
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1 CONTEXTO.....	17
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	17
1.3 HIPÓTESES.....	18
1.4 OBJETIVOS.....	19
1.5 JUSTIFICATIVA .....	19
1.6 MÉTODOS.....	19
1.7 ESCOPO E LIMITAÇÕES DOS ESTUDOS.....	20
1.8 ESTRUTURA .....	20
<b>2 EMBASAMENTO TEÓRICO SOBRE MEDIÇÃO SUBJETIVA.....</b>	<b>21</b>
2.1 ALGUMAS DEFINIÇÕES SOBRE MEDIÇÃO .....	21
2.1.1 Algumas definições do INMETRO (2007).....	21
2.1.2 Elementos organizacionais .....	23
2.1.3 Método qualitativo e método quantitativo .....	23
2.1.4 Variáveis quantitativas e qualitativas .....	26
2.1.5 Medição objetiva e medição subjetiva.....	27
2.1.6 O emprego conjunto das medições objetiva e subjetiva.....	30
2.1.7 Validade, Confiabilidade, Fidedignidade e Credibilidade.....	33
2.1.8 Análise da confiabilidade humana.....	34
2.2 INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS.....	35
2.2.1 Instrumentos utilizados para medições subjetivas pelo método proposto. ....	37
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	38
<b>3 ALGUNS POSTULADOS E AS PRINCIPAIS FONTES DE ERROS EM MEDIÇÕES SUBJETIVAS .....</b>	<b>39</b>
3.1 ALGUNS POSTULADOS SOBRE MEDIÇÕES SUBJETIVAS.....	39

<b>3.2 TIPOS E PRINCIPAIS FONTES DE ERROS EM MEDIÇÕES SUBJETIVAS .....</b>	<b>42</b>
3.2.1 Tipos de erros de medição.....	42
3.2.2 Fontes de erros de medição subjetiva do tipo sistemático e aleatório .....	44
3.2.2.1 Erros devido à falhas do tipo instrumental e teórica.....	45
3.2.2.2 Erros devido à falhas do tipo observacional .....	46
3.2.2.3 Falhas do tipo ambiental .....	48
3.2.2.4 Principais fontes de erros aleatórios em medições subjetivas.....	50
<b>3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....</b>	<b>51</b>
<b>4 OS ESTUDOS PARA A ELABORAÇÃO DO MÉTODO BIVALORADO PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2 OS ESTUDOS PRECURSORES À ELABORAÇÃO DO MÉTODO BIVALORADO PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 OS ESTUDOS INICIAIS DO MÉTODO BIVALORADO PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4 A MIGRAÇÃO DOS ESTUDOS DA LPA2V PARA A ESTATÍSTICA .....</b>	<b>59</b>
<b>4.5 AS CARACTERÍSTICAS DO MÉTODO BIVALORADO PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6 AS ESPECIFICAÇÕES PARA OS ESTUDOS DO COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE .....</b>	<b>62</b>
<b>4.7 AS EXPRESSÕES MATEMÁTICAS CANDIDATAS AO COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE .....</b>	<b>63</b>
4.7.1 Coeficientes de fidedignidade utilizados na Psicometria .....	63
4.7.2 Coeficientes dos modelos de erros de medição .....	65
4.7.3 Coeficientes de concordância.....	67
4.7.4 Coeficientes elaborados.....	68
<b>4.8 O COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE MAIS APROPRIADO PARA SER UTILIZADO PELO MÉTODO BIVALORADO PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS .....</b>	<b>70</b>
<b>4.9 OS TESTES COM A EXPRESSÃO MAIS ADEQUADA PARA O COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE DO MÉTODO PROPOSTO NA TESE .....</b>	<b>74</b>
<b>4.10 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO BIVALORADO PARA MEDIÇÕES SUBJETIVAS E SEU COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE.....</b>	<b>81</b>
<b>4.11 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>88</b>
5.1 SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS .....	89
<b>APÊNDICE A – UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS ESTUDOS QUE EMPREGARAM A COMBINAÇÃO DE MEDIÇÕES OBJETIVAS E SUBJETIVAS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE B – FORMULÁRIOS UTILIZADOS NA PESQUISA DE CAMPO.....</b>	<b>97</b>

<b>APÊNDICE C – SCRIPTS UTILIZADOS NA SEÇÃO 4.9 .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE D – GRÁFICOS DOS CENÁRIOS APRESENTADOS NA TABELA 3 ...</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>111</b>

# 1 Introdução

## 1.1 Contexto

Atualmente, a luta pelo aumento da competitividade, qualidade e produtividade está fazendo gestores e pesquisadores darem cada vez mais atenção a pequenos detalhes da gestão organizacional, seja em empresas com ou sem fins lucrativos ou em órgãos governamentais, ou seja, em todos os tipos de organização. Assim, as medições subjetivas que eram menosprezadas no passado, hoje podem ser o diferencial competitivo de uma organização. Os processos decisórios estão se tornando cada vez mais complexos e detalhes desprezados no passado podem fazer uma grande diferença nos resultados obtidos pelas decisões tomadas. Está sendo necessário avaliar minuciosamente os diversos elementos organizacionais por meio de métodos, técnicas e ferramentas cada vez mais sofisticados. A ênfase maior está no emprego de medições objetivas consagradas na teoria e na prática. Porém, devido à crescente necessidade de melhor conhecer os elementos organizacionais, as medições subjetivas estão ganhando um espaço cada vez maior, conforme os estudos apresentados nesta tese.

## 1.2 Formulação do problema

O mundo atual está se transformando rapidamente, principalmente por meio da globalização proporcionada pela revolução das tecnologias da informação e da comunicação, conforme relatado em Bispo e Cazarini (2001). Empresas de todos os portes e todos os ramos estão sendo obrigadas a se adaptarem freqüentemente às mudanças de diversos tipos impostas pelo cenário sócio-econômico, mercadológico, organizacional, político e ambiental, seja regional, nacional ou internacional. E como saber se as mudanças realizadas na empresa, nos negócios ou na produção estão devidamente adequadas às necessidades impostas? Surge, então a necessidade de uma avaliação constante nos dados que demonstram a “saúde organizacional” e sua capacidade de adaptação àquelas mudanças, assim como uma melhor avaliação do cenário em que a organização e seus elementos organizacionais estão inseridos.

Técnicas consagradas do método quantitativo, como Programação Linear, Programação Dinâmica, Teoria Estatística da Decisão, etc., utilizam medições objetivas para produzir indicadores como produtividade, assiduidade, rotatividade, *market share*, níveis de estoque, lucratividade, capacidade de produção, níveis de alocação de recursos, etc. Porém,

nem sempre esses dados conseguem descrever plenamente atributos como comportamentos ou efeitos, além de algumas das características ou das propriedades dos elementos que compõem a gestão organizacional. Há, então, a necessidade do emprego das medições subjetivas para avaliar e analisar melhor esses atributos, possibilitando maior compreensão e melhor gerenciamento dos elementos organizacionais. Conforme será mostrado nesta tese, o uso da subjetividade possibilita mais erros de medição e, em consequência, menor credibilidade nos dados obtidos. As estatísticas descritivas e os coeficientes de confiabilidade e de fidedignidade aumentam a credibilidade de dados obtidos por meio de medições subjetivas. Porém, como já foi afirmado, avanços são necessários para que a realidade do mensurando esteja cada vez mais clara. Métodos recentes têm empregado medições bivaloradas para diversas finalidades, incluindo elaboração de indicadores organizacionais. Métodos como a Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores e a Lógica Fuzzy têm utilizado a medição bivalorada para avaliar aspectos favoráveis e desfavoráveis do mensurando. Surge, então, o problema a ser abordado nesta tese: É possível estimar o grau de retratação da realidade do atributo de um mensurando (grau de confiabilidade ou de fidedignidade) de uma amostra de dados obtida por meio de medição subjetiva bivalorada que avalia os aspectos favoráveis e desfavoráveis daquele atributo? Os termos confiabilidade, fidedignidade, credibilidade, medição objetiva, medição subjetiva e elementos organizacionais estão sendo definidos no próximo capítulo.

### **1.3 Hipóteses**

As hipóteses para solucionar o problema apresentado são:

- Hipótese 1 - já existe um método científico que consegue estimar eficazmente o grau de retratação da realidade do atributo de um mensurando de uma amostra de dados obtida por meio de medição subjetiva bivalorada que avalia os aspectos favoráveis e desfavoráveis daquele atributo;
- Hipótese 2 - caso a Hipótese 1 seja refutada, é possível criar um método científico que possa estimar eficazmente o grau de retratação da realidade do atributo de um mensurando de uma amostra de dados obtida por meio de medição subjetiva bivalorada que avalia os aspectos favoráveis e desfavoráveis daquele atributo.

## 1.4 Objetivos

Baseado no problema delineado e nas hipóteses formuladas, definem-se como objetivos desta tese:

- Objetivo 1 - pesquisar métodos consagrados cientificamente que consigam estimar o grau de retratação da realidade do atributo de um mensurando de uma amostra de dados obtida por meio de medição subjetiva bivalorada que avalia os aspectos favoráveis e desfavoráveis daquele atributo;
- Objetivo 2 - caso a Hipótese 1 seja refutada, criar um método que consiga estimar o grau de retratação da realidade do atributo de um mensurando de uma amostra de dados obtida por meio de medição subjetiva bivalorada que avalia os aspectos favoráveis e desfavoráveis daquele atributo.

## 1.5 Justificativa

A revisão bibliográfica preliminar aos estudos da tese não conseguiu identificar um método que realizasse a estimação prevista no problema da tese.

## 1.6 Métodos

Para alcançar os objetivos da tese serão utilizados os seguintes métodos:

- revisão bibliográfica para a elaboração do embasamento teórico sobre medição subjetiva e para averiguar se existe algum método, modelo ou expressão matemática que permita atingir o Objetivo 1;
- caso o Objetivo 1 não seja alcançado, elaboração de um método que realize a estimação prevista no Objetivo 2;
- realização de estudos para avaliar as expressões matemáticas candidatas ao coeficiente de fidedignidade do método recém elaborado, esses estudos serão delineados no capítulo de desenvolvimento do método citado no item anterior;
- realização de estudos que demonstrem a eficácia da expressão matemática escolhida para o citado coeficiente, esses estudos também serão delineados no capítulo de desenvolvimento do método citado no segundo item;
- pesquisa de campo para demonstrar a aplicabilidade e a eficácia do método proposto e de seu coeficiente de fidedignidade.

## 1.7 Escopo e limitações dos estudos

As publicações utilizadas para elaborar a fundamentação teórica sobre medição subjetiva foram multidisciplinares, envolvendo temas das áreas de Ciências Sociais, Humanas, Médicas, Administrativas e Exatas. Os resultados obtidos podem ser aplicados às mesmas áreas, porém o enfoque dado aos estudos desta tese foi para a gestão organizacional, com ênfase nos assuntos pertinentes à Engenharia de Produção e áreas afins.

## 1.8 Estrutura

Além do capítulo atual, a tese possui outros quatro capítulos e quatro apêndices. No Capítulo 2 encontra-se o embasamento teórico aplicável à tese. No Capítulo 3 são delineados os resultados dos estudos que permitiram a elaboração dos postulados da medição subjetiva, assim como o delineamento das principais fontes de erros deste tipo de medição. O Capítulo 4 é dedicado aos estudos que permitiram a elaboração de um novo método que soluciona o problema proposto na tese, assim como os estudos e testes com a expressão matemática que se tornou seu coeficiente de fidedignidade. O Capítulo 5 apresenta as conclusões da tese e algumas sugestões de trabalhos futuros. O Apêndice A traz o extrato de uma revisão bibliográfica dos estudos que empregaram a combinação de medições objetivas e subjetivas. No Apêndice B estão as cópias dos formulários da pesquisa de campo realizada. O Apêndice C apresenta os *scripts* utilizados pelos softwares R e Matlab para realizar as simulações necessárias aos testes com a expressão matemática escolhida para ser o coeficiente de fidedignidade do método desenvolvido. O Apêndice D apresenta os histogramas e gráficos de normalidade referentes aos cenários elaborados para os testes com o coeficiente de fidedignidade adotado pelo método desenvolvido no Capítulo 4.

## **2 Embasamento teórico sobre medição subjetiva**

O objetivo deste capítulo é apresentar os principais resultados dos estudos realizados que permitiram a elaboração do embasamento teórico sobre medição subjetiva contemplando os diversos aspectos necessários à melhor compreensão da tese: as principais definições no contexto específico da tese; a apresentação dos principais instrumentos de medição subjetiva aplicáveis à gestão organizacional; e um extrato contendo alguns dos estudos publicados onde são empregadas as medições subjetivas.

### **2.1 Algumas definições sobre medição**

Como existem diversos termos semelhantes e às vezes usados como sinônimos, que constam na literatura consultada, abrangendo tanto a medição objetiva como a subjetiva, foi necessário definir alguns termos para o emprego nesta tese, como: medida, medição e mensuração; confiabilidade, fidedignidade e credibilidade; além de outros termos que são empregados em distintas áreas do conhecimento com significados específicos e diferenciados, portanto requerem uma definição específica para a área de Engenharia de Produção e áreas afins.

#### *2.1.1 Algumas definições do INMETRO (2007)*

Segundo Vuolo (1996), existiam divergências com relação à nomenclatura e às regras básicas das medições entre os seguintes órgãos internacionais de metrologia: BIPM - Bureau International des Poids et Measures, IEC - International Electrotechnical Commission, IFCC - International Federation of Clinical Chemistry, ISO - International Organization for Standardization, IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAP - International Union of Pure and Applied Physics, OIML - Organisation Internationale de Métrologie Légale. Unindo esforços desses órgãos, em 1993, foi publicado o *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1995) e o *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology* (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 2004).

Uma publicação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, INMETRO (2007), traz a última versão brasileira (usando termos adotados no Brasil) da última atualização do *International Vocabulary of Basic and General Terms in*

*Metrology* (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 2004). Algumas definições da publicação brasileira são úteis aos propósitos desta tese:

- Grandeza (mensurável) é um atributo de um fenômeno, corpo ou substância que pode ser qualitativamente distinguido e quantitativamente determinado;
- Unidade é uma grandeza específica, definida e adotada por convenção, com a qual outras grandezas de mesma natureza são comparadas para expressar suas magnitudes em relação àquela grandeza; a unidade deve possuir nome e símbolo aceitos por convenção;
- Valor (de uma grandeza) é uma expressão quantitativa de uma grandeza específica, geralmente sob a forma de uma unidade de medida multiplicada por um número;
- Valor verdadeiro (de uma grandeza) é um valor que seria obtido por uma medição perfeita; valores verdadeiros são, por natureza, indeterminados;
- Medição é o conjunto de operações com o objetivo de determinar o valor de uma grandeza;
- Método de medição é a seqüência lógica de operações, descritas genericamente e usadas na execução das medições;
- Procedimento de medição é o conjunto de operações, descritas especificamente e usadas na execução de medições particulares, de acordo com um dado método;
- Mensurando é o objeto da medição; é uma grandeza específica submetida à medição;
- Resultado de uma medição é o valor atribuído a um mensurando obtido por medição, deve incluir informações sobre a incerteza de medição;
- Repetitividade é o grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição; estas condições são denominadas condições de repetitividade: 1) mesmo procedimento de medição, 2) mesmo observador, 3) mesmo instrumento de medição, 4) utilizado nas mesmas condições, 5) mesmo local, 6) repetição em curto período de tempo;
- Erro de medição é a diferença entre o resultado de uma medição e o valor verdadeiro dessa grandeza, sendo que, uma vez que o valor verdadeiro é uma quantidade desconhecida, resulta que o erro também o é;
- Exatidão de uma medição é o grau de concordância entre o resultado de uma medição e o valor verdadeiro do mensurando; o termo precisão não deve ser utilizado como exatidão.

O termo exatidão também é chamado em publicações em Língua Portuguesa de acurácia, devido a uma tradução mais literal do termo em Língua Inglesa, ou seja, *accuracy*.

Os manuais de Metrologia também não definem um termo específico para quem realiza medições objetivas ou subjetivas. Nesta tese, adotar-se-á o termo “observador” para essa finalidade, por ser citado algumas vezes no manual INMETRO (2007).

Apesar de os termos *medida subjetiva* e *subjective measure* serem mais empregados nas publicações pertinentes em seus respectivos idiomas, a tese utilizará o termo *medição subjetiva* (*subjective measurement*) porque os termos *medição* e *measurement* são adotados nos manuais de Metrologia em seus respectivos idiomas e é o mais apropriado para os propósitos dessa tese.

### 2.1.2 Elementos organizacionais

Nas medições voltadas à gestão organizacional, os itens a serem medidos são, basicamente, os elementos organizacionais, ou seja, todo e qualquer item passível de medição e monitoramento dentro de qualquer contexto na organização. Seiffert (1998), Ibañez e Ferreira (2003), Machado (2006), Abrahamson (2006) e Cánepa *et al.* (2007) citam como elementos organizacionais os itens pertencentes ou referentes à(ao): aprendizado, poder, flexibilidade, conhecimento, comunicação, motivação, liderança, mudança organizacional, processos decisórios, cultura organizacional, clima organizacional, comportamento organizacional, capital humano, planejamento, qualidade, produtividade, competências, inovação, vantagem competitiva, tecnologia, estratégia, ambiente de trabalho, modelagem organizacional, análise organizacional, melhoria contínua, capital intelectual, comunicação organizacional, estrutura organizacional, gestão organizacional, gestão do conhecimento, etc.

### 2.1.3 Método qualitativo e método quantitativo

Para dar o devido suporte analítico e decisório à gestão organizacional e na tentativa de solução dos mais variados tipos de problemas organizacionais, há a necessidade de se utilizarem ferramentas (técnicas, métodos, procedimentos, instrumentos de medição, etc.) que permitam compreender melhor os detalhes dos elementos organizacionais. Devido ao fato de existirem diversas ferramentas disponíveis em ambos os métodos, muitas vezes, sua nomenclatura é utilizada no plural, fazendo referência mais às ferramentas que ao próprio método, dessa forma, são chamados de métodos quantitativos e métodos qualitativos.

Segundo Patton (2002), o método quantitativo é composto por diversas ferramentas que permitem fazer os mais variados tipos de suportes lógicos, matemáticos ou estatísticos às pesquisas e/ou levantamentos de dados que necessitem de rigor científico. Uma das principais funções dessas ferramentas na gestão organizacional é observar o ocorrido no passado, interpretar a situação atual e projetar tendências. Porém, essas ferramentas nem sempre conseguem cumprir eficazmente essas funções, pois não conseguem esclarecer plenamente as origens, causas ou efeitos de alguns aspectos dos elementos organizacionais avaliados. Por exemplo, as ferramentas do método conseguem mostrar um cenário organizacional elaborado a partir dos indicadores organizacionais do passado (estocásticos) relativos à produção, qualidade, vendas, produtividade, faturamento, lucros, etc. Porém, não conseguem descrever claramente detalhes deste cenário, por exemplo, esclarecer como os fatores internos (desempenho, comprometimento, relacionamento, motivação, cultura organizacional, clima organizacional, iniciativa, integração e cooperação dos recursos humanos, grau de utilização dos treinamentos efetuados, das habilidades desenvolvidas ou aperfeiçoadas e da experiência adquirida ao longo dos anos, etc.) influenciaram aqueles indicadores organizacionais. Ocorre o mesmo com os fatores externos, ou seja, as ferramentas do método quantitativo não descrevem claramente como fornecedores, clientes, mercado, mídia, órgão dos governos, concorrência, colaboradores, investidores, etc. influenciaram os indicadores organizacionais. A descrição desses detalhes envolve dados qualitativos provenientes de ferramentas adotadas no método qualitativo.

O método qualitativo é composto por diversas ferramentas que permitem aprofundar a pesquisa e descrever mais detalhes, trazendo uma melhor compreensão do que está ocorrendo com os elementos organizacionais, complementando as pesquisas iniciadas com as ferramentas do método quantitativo (PATTON, 2002).

Por meio das ferramentas do método qualitativo é possível descrever detalhes relativos aos elementos organizacionais que não foram possíveis com o emprego das ferramentas do método quantitativo. Assim, medições, avaliações, análises ou averiguações podem ser realizadas com o emprego de ferramentas desse método: questionários, entrevistas, observações e análise documental (delineadas na Seção 2.2), possibilitando o levantamento dos dados qualitativos necessários para completar a compreensão dos elementos organizacionais, permitindo assim uma melhor gestão organizacional, conforme os exemplos apresentados no final da Seção 2.1.6 e no Apêndice A.

Para Morse e Field (1995), o método quantitativo quer entender como o objeto de estudo acontece ou se manifesta, enquanto o método qualitativo tem a finalidade de proporcionar uma melhor compreensão do relacionamento entre os elementos do objeto e do ambiente onde ele se encontra.

Segundo Reichardt e Cook (1979), os métodos qualitativos estão ligados à compreensão dos fenômenos. São subjetivos e orientados ao descobrimento; exploratórios, descritivos e indutivos; holísticos, não generalizáveis e assumem uma realidade dinâmica. Já os métodos quantitativos estão ligados ao positivismo lógico. Utilizam procedimentos controlados; não têm interesse pela dimensão subjetiva; são objetivos e orientados à verificação; são hipotético-dedutivos, orientados aos resultados, replicáveis, generalizáveis e assumem uma realidade estática.

Patton (2002) alerta para o intenso debate sobre os paradigmas metodológicos da *objetividade* empregada no método quantitativo *versus* a *subjetividade* empregada no método qualitativo. Os dados subjetivos trabalham com opiniões ao invés de fatos, intuições ao invés da lógica, impressões ao invés da confirmação. A subjetividade se contrapõe à objetividade.

Já para Serapioni (2000), existe um preconceito que atribui maior cientificidade à abordagem quantitativa, pois os métodos qualitativos são tão rigorosos quanto os quantitativos. Segundo Cavalli (1996), ambos métodos requerem um conjunto de regras e procedimentos científicos. Minayo e Sanches (1993) afirmam que nenhuma das duas abordagens é mais científica do que a outra, são duas abordagens com características bem distintas, mas ambas trabalham com critérios científicos. Minayo (1994) e Pope e Mays (1995) afirmam que os dois métodos se complementam. Para Pereira (2004), as abordagens qualitativas não estão isentas de quantificação, assim como as abordagens quantitativas também não prescindem de raciocínio lógico qualitativo.

Conforme Kuhn (2006), a busca da revolução epistemológica para a quebra de paradigmas viveu dois momentos distintos em sua evolução, o *tradicional* – rígido, descritivo e racionalista (fortemente baseado nas ferramentas do método quantitativo) e o *inovador* – pedagógico, prescritivo, construtivista (baseado na combinação das ferramentas dos dois métodos), sempre buscando alcançar um desempenho auto-sustentável de longo prazo.

#### 2.1.4 Variáveis quantitativas e qualitativas

Definidos os métodos quantitativo e qualitativo, faz-se necessário definir suas variáveis. Essas definições são baseadas em Levine *et al.* (2000), Bussab e Morettin (2002), Larson e Farber (2004), Sweeney *et al.* (2007), Bruni (2008) e Doane e Seward (2008).

Os nomes das variáveis coincidem com os nomes dos dois métodos apresentados anteriormente, ou seja, variáveis quantitativas e variáveis qualitativas.

As variáveis quantitativas representam dados numéricos (dados quantitativos) resultantes de uma contagem ou de uma medição empregando um instrumento possuindo uma escala contínua com intervalos regulares. Exemplos: número de empregados, de clientes ou de fornecedores; quantidade de itens produzidos; quantidade de itens em estoque; dimensões das instalações da empresa; valor do faturamento, do lucro, dos investimentos realizados; etc.

As variáveis qualitativas representam dados normalmente não numéricos (dados qualitativos) que indicam uma característica que não é resultante de uma contagem ou de uma medição semelhante às das variáveis quantitativas. Resultam da atribuição apropriada ou escolha pessoal de um valor, normalmente, não numérico atribuído à determinada característica de um atributo. Exemplos aplicáveis à gestão organizacional: dados sobre os recursos humanos armazenados nos sistemas de informação (sexo, nível de escolaridade, estado civil, raça, cidade onde reside, etc.); nível de qualidade percebida pelos clientes com um produto adquirido ou serviço prestado; nível de satisfação dos clientes; nível de satisfação dos investidores, etc.

As variáveis quantitativas se classificam em *discretas* e *contínuas*. São *discretas* aquelas cujos valores obtidos resultam de contagens, por exemplo: quantidade de itens em estoque, quantidade de funcionários, quantidade de computadores em rede, etc. São *contínuas* aquelas cujos valores obtidos resultam de medições utilizando métodos, procedimentos ou instrumentos contendo escalas contínuas e regulares, por exemplo: dimensões das instalações, dimensões do produto, peso de um equipamento, distância entre dois equipamentos, volume ocupado no estoque, etc.

As variáveis qualitativas se classificam em: *nominais* e *ordinais*. São *nominais* aquelas cujos valores são obtidos por atribuição, onde não é possível uma hierarquia ou uma ordenação entre esses valores, por exemplo: dados qualitativos dos funcionários (sexo, raça, estado civil, cor dos olhos, cor dos cabelos, etc.), categoria do produto (eletrodoméstico,

informática, móveis, veículos, comestíveis, etc.), estilo do produto (clássico, moderno, romântico, etc.). São *ordinais* aquelas cujos valores são também obtidos por atribuição ou por medição com os instrumentos apropriados (delineados na Seção 2.2 para a Engenharia de Produção e áreas afins), onde é possível atribuir uma hierarquia ou uma ordenação entre esses valores, por exemplo: nível de qualidade (ótimo, bom, regular ou ruim), nível de resistência (fraco, médio ou forte), nível de dureza (mole, médio ou duro), nível de escolaridade, classe social, clima organizacional, clima motivacional, ambiente de trabalho, expectativas, avaliação de cenários, etc. Quando os valores são obtidos por meio de medição empregando instrumentos apropriados, normalmente, utilizam escalas delineadas em Likert (1932), como:

- a) ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo;
- b) concordo plenamente, concordo parcialmente, indiferente, não concordo, não concordo veemente;
- c) totalmente satisfeito, parcialmente satisfeito, indiferente, parcialmente insatisfeito, totalmente insatisfeito;
- d) sempre, geralmente, às vezes, raramente, nunca.

É possível atribuir valores numéricos às variáveis qualitativas ordinais, normalmente substituindo os dados qualitativos das escalas de Likert por dados quantitativos, ou seja, números que sejam equivalentes àquelas escalas. Por exemplo, atribuir notas de zero a cinco no lugar das escalas de Likert, ou atribuir notas de zero a dez para medir os níveis de satisfação de clientes, funcionários, fornecedores, investidores, eleitores, alunos, pacientes, hóspedes, etc. Depois de obtidas as variáveis qualitativas ordinais contendo dados quantitativos é possível realizar procedimentos estatísticos e analíticos como se fossem variáveis quantitativas.

### 2.1.5 *Medição objetiva e medição subjetiva*

Definidos os métodos quantitativo e qualitativo, assim como as variáveis que estes utilizam, é necessário definir bem claramente os termos medição objetiva e medição subjetiva. As medições objetiva e subjetiva, respectivamente, são ferramentas utilizadas nos métodos quantitativo e qualitativo.

A medição é objetiva quando emprega métodos, procedimentos e/ou instrumentos que não fazem uso da subjetividade, normalmente realizado em condições de repetitividade, permitindo obter resultados cujo erro de medição é muito pequeno e onde na maioria das

vezes esse erro é desprezado. Envolve as variáveis quantitativas, tanto as do tipo discreta como as do tipo contínua. Por exemplo, as medições de peso (massa), volume, distância, densidade, velocidade, tamanho, altura, volume de vendas, valor do faturamento, itens em estoque, quantidade de funcionários, quantidade de computadores, etc.

A medição é subjetiva quando emprega métodos, procedimentos e/ou instrumentos que fazem uso da subjetividade dos observadores, conforme os postulados da medição subjetiva delineados na Seção 3.1, que utilizando os instrumentos de medição delineados na Seção 2.2, podem proporcionar os erros de medição delineados na Seção 3.2. Obtêm-se dessa forma, mesmo em condições de repetitividade, resultados que podem ser distintos em cada medição, possibilitando até chegar-se a resultados próximos aos dois extremos da amplitude escala empregada. Por exemplo, as medições: do nível de qualidade percebida ou do grau de satisfação com produtos ou serviços; do grau de envolvimento de pessoas participantes de um projeto; do nível de satisfação de clientes, funcionários, etc.

Como exemplo da obtenção de resultados bem distintos em medições subjetivas medindo os mesmos atributos de um mensurando, está sendo apresentada na Tabela 1 alguns dados obtidos em uma pesquisa de campo realizada e divulgada em Bispo e Cazarini (2007a).

Pesquisa 1 – sistema de televisão aberta no Brasil				
	evidência favorável		evidência contrária	
	maior nota	menor nota	maior nota	menor nota
Questão 1	8.0	0.0	10.0	2.0
Questão 2	9.0	1.0	10.0	2.0
Questão 3	9.0	0.0	9.0	2.0
Questão 4	9.0	0.0	10.0	1.0
Questão 5	8.0	0.0	10.0	2.0
Questão 6	8.0	1.0	10.0	2.0

Pesquisa 2 – sistema de jornalismo impresso no Brasil				
	evidência favorável		evidência contrária	
	maior nota	menor nota	maior nota	menor nota
Questão 1	9.0	4.0	9.0	2.0
Questão 2	9.0	2.0	9.0	1.0
Questão 3	9.0	2.0	8.0	3.0
Questão 4	9.0	1.0	10.0	2.0
Questão 5	9.0	2.0	9.0	0.0
Questão 6	10.0	4.0	9.0	1.0

Tabela 1 – Notas máximas e mínimas atribuídas na pesquisa de campo divulgada em Bispo e Cazarini (2007a)

Como pode ser observado nas duas colunas referentes à Pesquisa 1 sobre os graus obtidos para a evidência favorável, a maior nota atribuída foi nove e a menor foi zero, portanto, com uma amplitude próxima à da própria escala utilizada. Na mesma pesquisa, os graus obtidos referentes à evidência contrária também tiveram uma variação semelhante, ou seja, a maior nota alcançou o limite superior da escala (dez) e a menor foi um, se aproximando do limite inferior da escala (zero). Na Pesquisa 2, empregando outro método, as variações diminuíram um pouco, mas ainda estiveram altas para os dois graus de evidências, com alguns valores alcançando o limite superior da escala e outros alcançando o limite inferior.

A pesquisa de campo está sendo delineada e melhor estudada na Seção 4.6.

Outro exemplo prático da obtenção de resultados distintos em medições subjetivas pode ser observado em uma das atividades da disciplina Seminários de Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção. Os dados foram obtidos durante uma das atividades da disciplina, ministrada em 2005 pelo Prof. Dr. Fernando César Almada dos Santos, como parte do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), do Departamento de Engenharia de Produção (DEP) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP). O artigo escolhido foi publicado em 2004 na revista *Gestão & Produção* e foi avaliado pelos 22 alunos da disciplina. A escolha do artigo seguiu o critério de ser um assunto inerente à ementa da disciplina. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

Os itens avaliados subjetivamente no artigo como variáveis qualitativas ordinais e apresentados sob a forma de variáveis quantitativas discretas, foram: 1) originalidade; 2) contribuição; 3) relevância; 4) estrutura; 5) redação/apresentação; 6) título; 7) método; 8) resultados; 9) análise/ conclusões; 10) referências bibliográficas. A escala utilizada permitia atribuir valores que podiam variar entre 1 e 5, com valores inteiros.

Avalia- dores	Itens avaliados										Média do artigo
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
1.	3	2	2	3	4	3	3	3	2	4	2,9
2.	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3,5
3.	3	3	3	5	5	4	3	3	2	4	3,5
4.	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3,6
5.	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3,0
6.	3	3	3	2	2	4	3	4	2	3	2,9
7.	4	4	3	4	3	4	4	4	3	5	3,8
8.	3	4	4	5	4	3	5	4	4	4	4,0
9.	4	5	3	2	1	2	3	4	4	5	3,3
10.	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3,7
11.	3	5	5	4	4	3	5	3	2	5	3,9
12.	4	4	3	3	4	2	4	3	3	4	3,4
13.	4	3	3	4	3	4	4	5	3	5	3,8
14.	5	4	3	3	2	3	3	3	3	4	3,3
15.	4	4	3	3	2	4	3	3	3	4	3,3
16.	4	5	4	2	3	5	5	3	3	4	3,8
17.	3	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3,8
18.	4	3	4	4	3	5	4	3	2	5	3,7
19.	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4,2
20.	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	3,3
21.	4	4	3	5	5	4	5	4	3	5	4,2
22.	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3,5

Tabela 2 - Dados da avaliação de um artigo da revista Gestão & Produção realizado por 22 pessoas

Averiguando a Tabela 2, é possível notar que o item 5 obteve a nota máxima por dois avaliadores e a mínima por outro avaliador. A média atribuída ao artigo pelos avaliadores também variou entre 2.9 (o que poderia reprovar o artigo) e 4.2 (que poderia eventualmente destacá-lo como um dos melhores artigos daquela edição da revista).

### 2.1.6 O emprego conjunto das medições objetiva e subjetiva

Definidos claramente os termos medição objetiva e medição subjetiva e, conforme foi afirmado na Seção 2.1.3 por diversos autores, como Minayo e Sanches (1993), Minayo (1994), Pope e Mays (1995), Morse e Field (1995), Cavalli (1996), Serapioni (2000), Patton (2002), Pereira (2004) e Kuhn (2006), que os métodos quantitativo e qualitativo se

complementam durante os estudos dos mais variados tipos de assuntos em diversas áreas do conhecimento. E, como as medições objetiva e subjetiva são ferramentas desses métodos, é evidente que são trabalhadas em conjunto em diversos estudos, em diversas áreas. Mais especificamente, na área Engenharia de Produção e áreas afins, o emprego conjunto dos dois tipos de medição permite uma visão mais clara e objetiva dos elementos organizacionais, possibilitando uma melhor gestão organizacional.

Para demonstrar a importância que a utilização conjunta dos dois tipos de medição vem alcançando na gestão organizacional nas últimas décadas, foi realizado um levantamento bibliográfico, selecionando apenas os estudos aplicáveis ao contexto desta tese. Como foram obtidas dezenas de publicações, mesmo selecionando as mais relevantes, estão sendo apresentados alguns desses estudos para servirem de exemplos à atual seção. As demais publicações estão sendo apresentadas no Apêndice A.

- Williamson (1980) avaliou como as características do vendedor (personalidade específica e diferença individual) impactam suas habilidades para efetuar as vendas e seu desempenho;
- Leblanc (1981) estudou o uso de estratégias de processamento de informação por compradores organizacionais na primeira fase do processo de seleção de fornecedor; são avaliados o nível de risco, a familiaridade e os requisitos necessários ao fornecedor, por meio da estratégia de processamento de informações;
- Elliott (1981) analisou a relação entre estratégias de carreira e os atributos pessoais, preferências de recompensa de trabalho e sucesso na carreira de executivos e gerentes;
- Bullock (1983) avaliou itens como planejamento de pagamentos, envolvimento organizacional, envolvimento no trabalho e satisfação com o cargo;
- Hensler (1987) examinou os incentivos pessoais e as oportunidades de trabalho, por meio de quatro indicadores objetivos (reconhecimento, competição, poder e atribuições) e um instrumento de medição subjetiva de desempenho;
- Hubert (1988) avaliou sete métodos mais representativos para assegurar o desempenho das tecnologias da informação: produtividade, utilidade para o usuário, cadeia de valor, desempenho competitivo, alinhamento empresarial, investimento direcionado, e visão gerencial;
- Davidsson (1991) analisou o crescimento organizacional em 423 pequenas empresas suecas empregando um modelo baseado em fatores como habilidade, necessidade e oportunidade, onde as medições objetivas foram utilizadas para explicar as taxas de crescimento e as medições subjetivas esclareceram os motivos do crescimento;
- Francis (1992) avaliou a contribuição da área de Pesquisa e Desenvolvimento para o

sucesso de uma empresa usando indicadores de retorno financeiro esperado;

- McIntyre (1992) examinou o nível de comprometimento dos empregados a partir da medição subjetiva dos níveis de habilidade, experiência auto relatada, importância percebida da atividade, envolvimento e motivação;
- Chao *et al.* (1993) estudou dez medidas de desempenho na área de compras empregadas por três tipos de participantes do processo de tomada de decisão dessa área (gerente de compras, compradores e clientes internos), cinco são medidas objetivas (entrega no prazo, acurácia, qualidade dos produtos adquiridos, custo e tempo de ciclo de estoque) e as outras cinco são subjetivas (profissionalismo, habilidade para negociação, conhecimento sobre a mercadoria, cultivar provedores qualificados e trabalho em equipe);
- Nutt (1998) estudou quatro táticas de avaliação: 1) na tática analítica a abordagem é quantitativa e baseada na análise de dados, podendo utilizar os dados já disponíveis ou os dados obtidos por meio de pesquisa de campo, simulação ou projeção/previsão; 2) a tática da barganha utiliza a abordagem qualitativa baseada na negociação em grupo para realizar a avaliação; 3) a tática subjetiva utiliza a abordagem qualitativa baseada na análise de valor, podendo ser realizada pelo patrocinador da análise, de especialistas ou dos usuários; 4) no último tipo de tática, o julgamento, emprega a abordagem qualitativa onde o patrocinador realiza a análise sem qualquer embasamento;
- Bontis (1998) examinou o relacionamento entre o capital de intelectual e o desempenho organizacional;
- Wohlin *et al.* (2000) estudaram os fatores que proporcionam o sucesso de um projeto de software;
- Silva (2000) discutiu o uso da subjetividade na formulação de cenários no setor aeronáutica comercial brasileiro;
- Harris (2001) analisou as ligações entre a orientação de mercado e o desempenho financeiro das empresas;
- Pineno (2002) desenvolveu um modelo de *balanced scorecard* específico com indicadores financeiros e não financeiros obtidos por meio de medidas objetivas e subjetivas;
- Smeltzer (2003) avaliou satisfação do empregado, produtividade e desempenho de trabalho em um sistema de gestão do conhecimento para pequenas empresas de consultoria;
- Mak e Akhtar (2003) examinaram o relacionamento entre as práticas de gestão de recursos humanos (descrição de cargo, oportunidade de carreira, segurança no emprego, distribuição do lucro, treinamento, avaliação de desempenho e os mecanismos de diálogo e

comunicação), as orientações estratégicas das organizações (custo, qualidade e inovação) e seus respectivos desempenhos financeiros;

- Kirca *et al.* (2005) analisaram a relação entre a orientação do mercado e o desempenho organizacional em empresas manufatureiras com relação aos riscos e incertezas do mercado;
- Moore (2007) avaliou comportamentos e habilidades considerados acima da média, assim como comportamentos raros e habilidades incomuns;
- Silva (2007) avaliou a equipe do Esquadrão de Demonstração Aérea (Esquadrilha da Fumaça brasileira) dentro dos conceitos de equipes de alta performance.

### 2.1.7 *Validade, Confiabilidade, Fidedignidade e Credibilidade*

Definidos os termos medição objetiva e medição subjetiva, surge a necessidade de definir alguns outros termos que são utilizados em conjunto com as medições: validade, confiabilidade, fidedignidade e credibilidade. Em algumas áreas do conhecimento, alguns desses termos são utilizados como sinônimos, em outras áreas são utilizados com mais especificidade para não confundir suas definições e funções.

Na literatura pertinente em Língua Portuguesa, o termo confiabilidade é mais empregado em medições objetivas utilizadas pelas Ciências Exatas, já o termo fidedignidade é mais utilizado em medições subjetivas utilizados nas Ciências Humanas, Sociais e da Saúde. Porém, seus significados são praticamente idênticos. Na literatura pertinente em Língua Inglesa existe apenas o termo *reliability* sendo empregado em todas as áreas do conhecimento.

Segundo Patton (2002), Salmon (2001) e Guba e Lincoln (2005), a credibilidade é definida como o nível de aceitação dos resultados, análises e conclusões de um estudo investigativo, sendo que esse nível de aceitação é diretamente proporcional ao nível do emprego de métodos científicos consagrados na realização das atividades que fazem parte do referido estudo. A validade e a fidedignidade são ferramentas consagradas para atestar a credibilidade de um instrumento de medição subjetiva e, em consequência, das medições realizadas por este instrumento. Tanto a validade como a fidedignidade possuem técnicas, procedimentos e expressões matemáticas consagradas cientificamente para proporcionar um alto nível de aceitação dos resultados, análises e conclusões de um estudo investigativo. Quanto à confiabilidade, a definição é praticamente idêntica à da fidedignidade, porém é utilizada para atestar a credibilidade de um instrumento de medição objetiva e, em consequência, das medições realizadas por este instrumento.

Richardson (1999), Bunchaft e Cavas (2002), Erthal (2003) e Silva e Ribeiro Filho (2006) afirmam que há um conjunto de itens a serem averiguados para assegurar a validade de um instrumento de medição subjetiva. Sem delineá-los, pois a referida literatura já o faz, os principais são as validades de: conteúdo, aparente, concorrente, preditiva e de constructo. Esta última se divide nas seguintes evidências: de homogeneidade, de mudanças, da comparação entre grupos-extremos, convergente e discriminante.

Kuder e Richardson (1937), Guttman (1945 e 1953), Guilford e Fruchter (1978), Richardson (1999), Silva e Ribeiro Filho (2006), Anastasi (1977), Cronbach (1951, 1996), Erthal (2003), Cheng e van Ness (1999), Dunn (2004), Lin (1989), Lin *et. al* (2002), Pasquali (2003), afirmam que a confiabilidade ou a fidedignidade de um instrumento de medição objetiva ou subjetiva refere-se à sua estabilidade, precisão, acurácia e consistência dos dados obtidos pelo mesmo. Existem modelos, métodos e coeficientes apropriados para averiguar esses atributos nos dados de acordo com os objetivos da medição. Sem delineá-los, pois as publicações acima já o fazem, os mais utilizados, principalmente nas medições objetivas são: modelos com erros nas variáveis, coeficiente de concordância, coeficiente de precisão e acurácia, coeficiente de correlação intraclassa e o coeficiente de correlação produto-momento de Pearson. Para as medições subjetivas, os principais são: método teste-reteste, método das formas alternativas ou formas paralelas, método da bipartição, método de Kuder-Richardson, coeficiente alfa, coeficiente Kappa e coeficiente de correlação intraclassa.

### *2.1.8 Análise da confiabilidade humana*

Um item a ser abordado, que não é uma das definições necessárias à tese, mas um método considerado concorrente ao método em desenvolvimento na tese, é a análise da confiabilidade humana (ACH). Portanto, não se trata de uma definição, mas sim um delineamento desse método e as devidas comparações com o método em desenvolvimento.

Esse método que tem conquistado seu espaço dentro de uma aplicação bem específica, onde vários modelos já foram desenvolvidos e continuam sendo aperfeiçoados. De acordo com Swain e Guttman (1983), a confiabilidade humana é a probabilidade de um procedimento ou tarefa ser concluído com sucesso pelo operador ou equipe em qualquer estágio na operação de um sistema. A ACH estuda a execução das ações humanas em um determinado sistema, considerando os fatores que influenciam no seu desempenho (FDs – fatores de desempenho), os quais comumente evidenciam a incompatibilidade existente entre as limita-

ções humanas e as condições impostas para o trabalho. Como exemplo, Droguett e Menezes (2007) estudaram a ACH utilizando redes bayesianas para analisar as atividades relativas à manutenção de linhas de transmissão de energia elétrica, quando foram analisadas as ações e o comportamento humano, assim como a dinâmica de grupo, visando descobrir falhas ou erros reais (já ocorridos) ou erros potenciais (que podem vir a acontecer) e tentar encontrar soluções para que essas falhas ou erros não voltem a acontecer ou que nunca ocorram.

Segundo Droguett e Menezes (2007), a maioria dos métodos de ACH leva em consideração fatores de desempenho (FDs) como nível de atenção, capacidade, carga de trabalho, comunicação, condicionamento físico, controle motor, estado emocional, fadiga, design dos equipamentos e instrumentos que serão utilizados, etc., que são medidos subjetivamente e são inter-relacionados nas redes bayesianas proporcionando a estimativa da probabilidade de erro humano (PEH) para aquela atividade específica.

Portanto, a análise da confiabilidade humana não é concorrente do método bivalorado para medições subjetivas, delineado no Capítulo 4, considerando que o método atua na estimação do grau de fidedignidade de uma amostra de dados obtidos por meio de medição subjetiva bivalorada, enquanto a ferramenta ACH faz uma análise completa da confiabilidade humana para determinada atividade, empregando as medições subjetivas univaloradas, chegando a um cálculo específico da confiabilidade daquela atividade.

## **2.2 Instrumentos utilizados para medições subjetivas**

Existem diversos tipos de instrumentos de medição, tanto para medição objetiva como para a subjetiva. A literatura pertinente faz distintas classificações dos instrumentos de medição subjetiva. Apresenta-se uma classificação baseada em Triviños (1994), Richardson (1999), Patton (2002) e Minayo (1994 e 2004), que mais atende aos interesses da área de gestão organizacional, incluindo a Engenharia de Produção:

- 1) Questionário – consiste em pesquisar a opinião de um conjunto de pessoas, pertencentes a um determinado grupo, com relação ao assunto alvo da investigação, com o devido embasamento científico. Basicamente, existem dois tipos de questionários: o fechado e o aberto. Podem ser aplicados separadamente, conforme a necessidade, ou em conjunto, isto é, o aberto complementando o fechado.
  - a. fechado – as respostas são pré-codificadas de forma que os entrevistados devem obrigatoriamente escolher as respostas entre as que lhes são formalmente

propostas. A principal vantagem está na facilidade de análises estatísticas. Sua limitação está na padronização e superficialidade das respostas.

- b. aberto – as perguntas não possuem respostas com opções pré-estabelecidas, permitindo às pessoas responderem as questões formuladas com suas próprias palavras. Normalmente é utilizado para aprofundar mais as pesquisas, quando somente os questionários fechados não permitem alcançar os objetivos da pesquisa. A principal vantagem está na maior riqueza de detalhes sobre o mensurando, possibilitando conhecê-lo melhor. A principal limitação é a posterior interpretação da diversidade de respostas coletadas e a dificuldade de efetuar análises estatísticas.

2) Entrevista – caracteriza-se pelo contato direto entre o pesquisador e os pesquisados, quando estes exprimem suas opiniões sobre determinado assunto, suas percepções de um acontecimento ou de uma situação, suas interpretações ou suas experiências, por meio das perguntas formuladas e da própria percepção de suas reações. Existem três tipos de entrevistas: a fechada ou estruturada, a semi-estruturada e a aberta ou livre.

- a. estruturada ou fechada – assim como o questionário fechado, caracteriza-se por constituir-se de uma série de perguntas pré-estabelecidas com respostas também pré-selecionadas. As vantagens e limitações são praticamente as mesmas do questionário fechado.
- b. semi-estruturada – o que difere este tipo de entrevista da anterior é que, geralmente, o pesquisador dispõe de uma série de perguntas-guias, relativamente abertas e sem respostas pré-estabelecidas. É um estágio intermediário entre a forma totalmente fechada e a totalmente aberta. Suas vantagens e limitações também são intermediárias às outras duas formas de entrevistas.
- c. aberta ou livre – o entrevistador não dispõe de perguntas pré-estabelecidas, mas sim de uma lista de tópicos precisos relativos ao tema a ser pesquisado. O entrevistado responderá livremente às perguntas formuladas, podendo haver maior interação entre entrevistador e entrevistado durante os tópicos mais complexos. O entrevistador abordará esses tópicos de modo livre escolhendo-os de acordo com o desenrolar da entrevista. Suas vantagens e limitações são semelhantes às do questionário aberto.

3) Observação – trata-se de um instrumento baseado principalmente na observação visual. O campo de pesquisa do observador é bastante amplo e só depende dos objetivos da

pesquisa e das hipóteses pré-formuladas. Este tipo de instrumento permite captar dados verbais e não verbais, formas de conduta e comportamento, modos de vida, traços culturais, organização espacial dos grupos e da sociedade, etc. A principal limitação é a própria dificuldade de executar essa tarefa, que é difícil, delicada, complexa e às vezes esgotante. Existem três tipos de observações: a dirigida ou estruturada, a livre e a participante.

- a. dirigida ou estruturada – a observação é estruturada por uma grade de observações previamente constituída. As vantagens e limitações são semelhantes ao questionário estruturado e à entrevista estruturada.
  - b. livre – as observações não são estruturadas e pode-se observar e relatar livremente tudo o que for relevante para a pesquisa. As vantagens e limitações são semelhantes ao questionário aberto e à entrevista livre.
  - c. participante – consiste em estudar uma comunidade durante um determinado período, integrando-se à mesma e esforçando-se por intervir o mínimo possível. A maior vantagem está na maior precisão dos dados obtidos. As principais limitações são o convívio e a adaptação do observador com o grupo ou comunidade pesquisada.
- 4) Documental – levantamento de dados por meio de materiais escritos e outros documentos: memorandos e correspondência; publicações e relatórios oficiais; diários pessoais; cartas, trabalhos artísticos, fotografias, memoriais, e outros tipos de registros documentais. Segundo Godoy (1995a e 1995b), essa é uma rica fonte de dados. Sua principal vantagem é a prova documental dos dados obtidos. Entre as desvantagens está: a dificuldade de acesso a documentos restritos; o mau estado físico em que podem se encontrar alguns documentos; a dificuldade de extração de dados e informações que atendam aos objetivos da pesquisa realizada.

### *2.2.1 Instrumentos utilizados para medições subjetivas pelo método proposto.*

Para poder trabalhar com o método que está sendo proposto no Capítulo 4, ou seja, o método bivalorado para medições subjetivas, somente podem ser utilizadas as ferramentas que possibilitem realizar medições subjetivas obtendo dados provenientes de variáveis qualitativas ordinais que possam ser convertidas em variáveis quantitativas discretas ou contínuas, permitindo realizar as análises matemáticas ou estatísticas necessárias para atingir os objetivos da medição.

Dessa forma, somente o questionário fechado, a entrevista estruturada ou fechada e a observação dirigida ou estruturada, quando gerarem resultados numéricos, são instrumentos de medição que podem ser utilizados pelo método proposto.

### **2.3 Considerações finais do capítulo**

O objetivo deste capítulo foi apresentar os principais resultados dos estudos realizados que permitiram a elaboração do embasamento teórico sobre medição subjetiva contemplando os diversos aspectos necessários à melhor compreensão da tese. Foram apresentadas as principais definições abrangendo o tema medição para a utilização específica na tese. Foi necessário definir bem claramente as diferenças entre a medição objetiva e a medição subjetiva, incluindo um breve extrato de estudos onde foram utilizados os dois tipos de medição conjuntamente de forma complementar e obtendo bons resultados. Foram apresentados também os resultados dos estudos que permitiram o delineamento dos principais instrumentos de medição subjetiva aplicáveis à gestão organizacional e aqueles que se aplicam ao método que será proposto no Capítulo 4.

Assim, encerra-se a elaboração do embasamento teórico da tese e é possível, no próximo capítulo, apresentar os resultados dos estudos que levaram à elaboração de alguns postulados e das principais fontes de erros da medição subjetiva.

### 3 Alguns postulados e as principais fontes de erros em medições subjetivas

Este capítulo possui como objetivo a apresentação dos resultados dos estudos sobre a elaboração de alguns postulados sobre medição subjetiva e sobre as principais fontes de erro deste tipo de medição, necessários para melhor compreensão do método delineado no próximo capítulo.

#### 3.1 Alguns postulados sobre medições subjetivas

Durante a revisão bibliográfica realizada para a elaboração do embasamento teórico, foi observado a quase inexistência de publicações sobre alguns dos fundamentos da medição subjetiva, como: princípios, características, propriedades, restrições, etc. Para dar uma fundamentação básica à medição subjetiva, que servirá como embasamento para as próximas etapas dos estudos, foi necessário realizar um amplo estudo, cujos resultados se transformaram em postulados da medição subjetiva. Esses postulados, por definição dos dicionários e da literatura pertinente, são sentenças ou proposições que não precisam ser provadas ou demonstradas, sendo consideradas óbvias ou resultantes de um consenso generalizado. Os postulados apresentados a seguir não esgotam toda a fundamentação teórica sobre medição subjetiva, eles foram elaborados para dar a fundamentação mínima necessária dentro do contexto, escopo e limitações da tese.

Considerando-se que a medição subjetiva é sempre realizada utilizando a subjetividade das pessoas, consideram-se como postulados:

1. peculiaridades do ser humano – os resultados das medições subjetivas são sempre influenciados por peculiaridades individuais como: *personalidade*<sup>1</sup>, *caráter*<sup>2</sup>, *ética*<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 1 qualidade ou condição de ser uma pessoa. 2 o conjunto de qualidades que define a individualidade de uma pessoa moral. 3 aspecto visível que compõe o caráter individual e moral de uma pessoa, segundo a percepção alheia. 4 aquilo que diferencia alguém de todos os demais; qualidade essencial de uma pessoa; identidade pessoal, caráter, originalidade. 5 aspecto que alguém assume e projeta em público; imagem.

<sup>2</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 5 traço distintivo de uma pessoa ou coisa. 7 conjunto de traços psicológicos e/ou morais (positivos ou negativos) que caracteriza um indivíduo ou um grupo. 9 qualidade inerente a um indivíduo, desde o nascimento; temperamento, índole. 10 firmeza moral, coerência nos atos; honestidade.

<sup>3</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 2 conjunto de regras e preceitos de ordem valorativa e moral de um indivíduo, de um grupo social ou de uma sociedade.

*moral*<sup>4</sup>, *comportamento*<sup>5</sup>, *sentimento*<sup>6</sup> ou *emoção*<sup>7</sup>; entre as principais emoções estão<sup>8</sup>: agressividade, afetividade, aflição, alegria, altruísmo, amizade, amor, angústia, ansiedade, antipatia, ambivalência, incômodo, apatia, arrependimento, auto-piedade, bondade, ciúme, carinho, compaixão, confusão, constrangimento, coragem, culpa, contentamento, curiosidade, depressão, desapontamento, deslumbramento, dó, decepção, dúvida, egoísmo, empatia, esperança, euforia, entusiasmo, fanatismo, felicidade, frieza, frustração, gratificação, gratidão, histeria, hostilidade, humor, humilhação, inspiração, ira, interesse, indecisão, inveja, isolamento, luxúria, mágoa, mau-humor, medo, melancolia, nojo, nostalgia, ódio, orgulho, pânico, paciência, paixão, pena, piedade, prazer, preguiça, preocupação, raiva, remorso, repugnância, resignação, saudade, susto, simpatia, soberba, sofrimento, solidão, surpresa, tédio, timidez, tristeza, vergonha;

2. objetivos pessoais – dependendo da combinação das peculiaridades de cada indivíduo, os objetivos, as metas e os interesses pessoais, familiares e profissionais são diferentes de pessoa para pessoa (ENSSLIN, 2001; BAZERMAN, 2007), assim como a própria estratégia de como alcançá-los;
3. heurísticas – segundo Tversky e Kahneman (1974) e Gilovich, Griffin e Kahneman (2002), as heurísticas são mecanismos cognitivos adaptativos que simplificam o julgamento humano (análises, avaliações, medições subjetivas, etc.) para lidar com situações mais complexas, reduzindo-o a um nível mínimo que proporcione um resultado aceitável, porém, que pode proporcionar erros ou tendências nesse resultado; seu uso possibilita que o resultado obtido seja satisfatório para a finalidade a que se destina, tornado sua utilização mais freqüente e, em conseqüência, os erros e as tendências se tornam também mais freqüentes; apesar dos potenciais prejuízos acarretados pela sua utilização, é difícil imaginar a utilização de regras rígidas em todos os julgamentos humanos; como exemplos

---

<sup>4</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 4 que segue princípios socialmente aceitos. 4.1 que denota bons costumes, boa conduta, segundo os preceitos socialmente estabelecidos pela sociedade ou por determinado grupo social. 4.2 que denota honestidade; correto. 4.3 que ensina, educa; edificante.

<sup>5</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 1 procedimento de alguém face a estímulos sociais ou a sentimentos e necessidades íntimos ou uma combinação de ambos. 2 tudo que um organismo, ou parte dele, faz que envolva ação e resposta à estimulação. 3 reação de um indivíduo, de um grupo ou de uma espécie ao complexo de fatores que compõem o seu meio ambiente. 4 maneira de proceder de uma pessoa em relação a outra(s), esp. com referência às regras de boas maneiras. 5 reação peculiar de uma coisa em determinadas circunstâncias

<sup>6</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 1 ato ou efeito de sentir. 2 aptidão para sentir; disposição para se comover ou se impressionar; sensibilidade. 3 faculdade de conhecer, perceber, apreciar; noção, senso. 4 atitude mental ou moral caracterizada pelo estado afetivo.

<sup>7</sup> Segundo o dicionário Houaiss da Língua Portuguesa: 2 agitação de sentimentos; abalo afetivo ou moral; turbção, comoção. 2.1 reação orgânica de intensidade e duração variáveis, geralmente acompanhada de alterações respiratórias, circulatórias etc. e de grande excitação mental.

de situações onde são utilizadas as heurísticas citam-se: avaliação leiga das condições de saúde de uma pessoa baseada apenas na observação visual; avaliação do desempenho de uma pessoa baseado em uma breve e rápida análise dos resultados obtidos pela mesma; avaliação das qualidades de um produto baseando-se em uma breve e rápida análise dos atributos mais fáceis de visualizar; outros tipos de julgamentos superficiais baseados na simplicidade da avaliação e na rápida obtenção de resultados minimamente aceitáveis;

4. mapas cognitivos ou modelos mentais – são representações mentais construídas por cada indivíduo, a partir de suas interações, aprendizagens e experiências com o ambiente ao seu redor, cumprindo as funções de compreendê-lo e dar sentido à sua realidade (SWAN, 1997); os mapas cognitivos não consistem em uma cópia exata do (complexo) ambiente, mas sim uma representação ou modelo simplificado que fornece uma imagem e um contexto aproximado desta realidade (LASZLO et al., 1995); estão sempre sendo atualizados a partir da incorporação de novas informações e experiências (CSÁNYI, 1995); cada indivíduo constrói seus modelos mentais subjetivos e vive sua “realidade” no contexto destes modelos, mas para pertencer a uma cultura coletiva, os indivíduos devem compartilhar “realidades” semelhantes;
5. interpretações humanas – as interpretações (empregadas nas medições subjetivas) são produtos humanos, construções de práticas científicas que empregam métodos também provenientes da nossa própria construção, que fazem uso de categorias teóricas criadas, estruturadas, desenvolvidas, refinadas, transformadas e aplicadas no curso das nossas práticas de observação, medição, experimentação e teorização, durante as nossas interações individuais e coletivas com o mundo (LACEY, 1998; CSÁNYI, 1995);
6. complexidade do mensurando – dependendo do nível de conhecimento dessa complexidade disponível pela Ciência, as medições subjetivas podem revelar apenas partes de sua realidade, ocultando outras partes (NEVES, 1996);
7. limitação da verdade – a verdade é uma função assintótica de conhecimentos acumulados tanto em bases objetivas quanto subjetivas, porém, nem mesmo o sinergismo entre elas pode garantir a elucidação completa da verdade, da qual se poderia alcançar grande proximidade, mas nem sempre o domínio completo (BUNGE, 1976);
8. evolução pessoal – à medida que experimentamos eventos, encontramos pessoas, observamos o que está acontecendo e interagimos com o mundo, nossas interpretações tendem a se aprimorar (PIDD, 1998), assim como, à medida que aumentam nosso

---

<sup>8</sup> Dados extraídos da Wikipedia, obtido em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Emoção>, acessado em 20/08/2009.

conhecimento, treinamento, experiência, cultura e maturidade, tanto geral, como técnico e específico sobre o mensurando, nossas medições subjetivas tendem a se aprimorar (SCHMITZ *et al.*, 2006);

9. conhecimento disponível sobre o mensurando – a medição representa uma característica de um atributo do mensurando, segundo o universo de conhecimentos disponível sobre ele (PEREIRA, 2004), com a evolução da Ciência, frequentemente novos conhecimentos surgem, tanto sobre os atributos dos mensurandos como sobre os relacionamentos entre eles, assim, paradigmas, leis, teorias e axiomas/postulados também estão se aprimorando frequentemente (KUHN, 2006), possibilitando melhores medições subjetivas;
10. respeito aos valores alheios – “[...] Assim como gostos, valores não se discutem. [...] O exame minucioso pelos outros dos valores de uma pessoa, ou das escolhas que deles derivam, é visto como uma espécie de violência contra ela” (LACEY, 1998, p. 37).

### **3.2 Tipos e principais fontes de erros em medições subjetivas**

Já foi afirmado que as medições subjetivas são mais sujeitas a erros de medição que as medições objetivas. Foram formulados os postulados que servem de fundamentação para a origem desses erros. Esta seção apresenta os resultados dos estudos sobre os principais tipos de erros de medição subjetiva, assim como, suas principais fontes de erros, publicados parcialmente em Bispo e Cazarini (2008) e aperfeiçoados posteriormente com a evolução dos estudos. Conhecendo melhor esses itens, é possível tentar minimizar a ocorrência desses erros.

#### **3.2.1 Tipos de erros de medição**

Existe consenso na literatura pertinente sobre os dois principais tipos de erros de medição: aleatórios e sistemáticos. Alguns autores acrescentam o erro grosseiro e o erro de amostragem, entre outros mais específicos que ocorrem somente em alguns tipos de medição.

O erro de amostragem não será abordado nesta seção por já existirem diversas publicações na área de Estatística delineando esse assunto, como Levine *et al.* (2000) e Bussab e Morettin (2002).

O erro grosseiro pode ser facilmente identificável e a melhor maneira de detectá-lo e corrigi-lo é por meio da averiguação dos chamados *outliers*, ou seja, resultados obtidos que se dispersam muito e em pequenas quantidades da média das medições realizadas e observa-se

facilmente que os valores obtidos são incompatíveis com o mensurando. Por exemplo: ao ser aplicado uma pesquisa de clima organizacional (BISPO, 2006), por não ser explicado claramente como preencher os questionários, alguns funcionários (incluindo aqueles que possuem menor nível de escolaridade) os preenchem de maneira errada, apresentando resultados totalmente incompatíveis com a realidade de qualquer empresa. Outro exemplo: ao ser aplicado uma pesquisa de satisfação dos clientes, devido à alguma falha de procedimento durante a pesquisa, os resultados apresentados são incompatíveis com a realidade de qualquer empresa, daí a origem do próprio nome do erro.

O INMETRO (2007) define erro sistemático como a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando, efetuadas sob condições de repetitividade, menos o valor verdadeiro do mensurando. Esse tipo de erro, normalmente, indica uma tendência provocada por uma ou por um conjunto de fontes de erros. Os erros sistemáticos podem ocorrer devido às falhas do tipo: instrumental, observacional, teórica ou ambiental. O delineamento destas falhas está sendo apresentado nas próximas subseções.

Erro aleatório é definido no INMETRO (2007) como o resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando efetuadas sob condições de repetitividade. Em razão de que apenas um finito número de medições pode ser feito, é possível apenas determinar uma estimativa do erro aleatório. Resultam de variações aleatórias nas medições, provenientes de fatores que não podem ser controlados ou que, por algum motivo, não puderam ser controlados durante as medições. São causados por situações temporárias, variáveis, imprevisíveis e inevitáveis que modificam o resultado das medições. Por isso, também são chamados de erros acidentais. Pela sua própria natureza, não são elimináveis e nem corrigíveis. Seu controle é realizado estatisticamente.

Segundo Vuolo (1996), os erros sistemáticos e os aleatórios podem ocorrer simultaneamente durante as medições. Devido às características dos dois tipos de erros, somente os erros sistemáticos podem ser antecipadamente gerenciados permitindo sua minimização. Na maioria das medições objetivas, os erros sistemáticos podem ser minimizados e desprezados. As medições subjetivas possuem mais fontes de erros sistemáticos, sendo necessário tentar minimizá-los e estimar o seu nível de ocorrência para dar credibilidade às medições realizadas por meio da validade, confiabilidade e fidedignidade, já apresentadas na Seção 2.1.7.

### 3.2.2 Fontes de erros de medição subjetiva do tipo sistemático e aleatório

Entre as poucas publicações apresentando fontes de erros sistemáticos em medições subjetivas estão Tversky e Kahneman (1974), Patton (2002) e Hammond, Keeney e Raiffa (2004). Os resultados dos estudos realizados para levantar as principais fontes desse tipo de erro estão sendo apresentados a seguir:

- comportamento diferenciado – relacionado aos postulados 1 e 2, ocorre quando as pessoas que estão sendo alvo das medições subjetivas tiverem um comportamento que venha a alterar os resultados dessas medições, podendo ser intencional (por exemplo, para se beneficiar ou para prejudicar alguém) ou emocional (por exemplo, por timidez ou por gerar grande expectativa (ansiedade, nervosismo, preocupação excessiva, medo, etc.) sobre os efeitos futuros dos resultados das medições);
- percepção seletiva – relacionada à combinação dos postulados 1, 2 e 3, observação apenas do que é mais importante para o observador (medidor), podendo ocorrer por falta de treinamento; por simplificação da medição (heurística); podendo até ser intencional (por exemplo, para se beneficiar ou para prejudicar alguém, observando apenas o que é conveniente, desprezando intencionalmente o que não é apropriado a determinado propósito);
- medição intrusiva – relacionada aos postulados 1 e 2, ocorre quando, por qualquer motivo, a realidade não poderia ser totalmente revelada, afetando os resultados das medições, por exemplo, por ter ocorrido desvios intencionais ou não das finanças ou de materiais, ou ainda o não cumprimento intencional ou não de procedimentos, regras, etc.;
- recordações de avaliações anteriores – relacionada ao postulado 3, ocorre quando os resultados das medições são obtidos por recordações de medições anteriores, simplificando as medições, porém, não retratando a realidade atual do mensurando;
- disponibilidade - relacionada aos postulados 3, 4, 5, 6, 8 e 9, é uma das heurísticas de Tversky e Kahneman (1974), difere do tipo de erro anterior, pois nele, as recordações são de medições passadas; no tipo de erro atual, as medições são influenciadas por dados disponíveis de experiências ou informações do passado, por exemplo, se pedirmos para um grupo de pessoas estimar o grau de violência urbana em determinada cidade, muito provavelmente, as pessoas que já tiverem passado por algum fato relacionado à violência urbana ou se comoveram com alguma(s) situação(ões) ligada(s) ao tema, irão avaliar este assunto de forma distinta das pessoas que não tiveram problemas nesse sentido ou não se influenciaram tanto com os fatos ocorridos sobre esse assunto; outro exemplo: ao solicitarmos uma medição sobre qualquer assunto, as pessoas irão basear suas respostas no

seu conhecimento disponível, mesmo que este esteja defasado a muitos anos, já não mais constituindo a realidade do mensurando.

- similaridade – relacionada ao postulado 3, é uma das heurísticas de Tversky e Kahneman (1974) - representatividade, é determinada pela grande similaridade de um determinado mensurando com outro(s) do mesmo tipo, levando à tendência de repetir as medições do mensurando já conhecido com o que está sendo mensurado, por exemplo, ao se medir a percepção da qualidade de determinados itens de um mensurando, quando recentemente já foram realizadas as mesmas medições em outro mensurando similar (ocorre principalmente com veículos, equipamentos, ferramentas, eletro-eletrônicos, etc.);
- respostas automáticas – relacionada ao postulado 3, ocorre quando os resultados das medições forem obtidos sem uma maior análise ou avaliação, ou seja, os dados são obtidos por análise ou avaliação superficial proporcionando resultados minimamente aceitáveis que não necessariamente retratam a realidade do mensurando, simplificando a análise e o julgamento humano, praticando desta forma a lei do menor esforço;
- ancoragem e ajustamento – relacionado ao postulado 3, é uma das heurísticas de Tversky e Kahneman (1974), aperfeiçoado em Hammond, Keeney e Raiffa (2004), Kahneman (2003) e Bazerman (2006), ocorre quando uma pessoa tende a ajustar a sua resposta com base em algum valor inicial disponível que servirá como âncora, normalmente levando a uma tendência no resultado, por exemplo, na avaliação de um determinado atributo de um produto ou serviço a respeito de sua qualidade, sendo que o mesmo atributo de produtos ou serviços similares receberam a nota 7.0 (sete), isso provoca uma tendência de se atribuir esse valor ao atributo do produto ou serviço em avaliação.

Devido às poucas publicações existentes sobre as fontes de erros sistemáticos em medições subjetivas, principalmente as que abrangem a área de gestão organizacional, desenvolveu-se um estudo exploratório cujos resultados são apresentados nas próximas subseções.

### *3.2.2.1 Erros devido à falhas do tipo instrumental e teórica*

O principal erro proporcionado pela falha do tipo instrumental em medições subjetivas está relacionado ao postulado 8 (evolução pessoal), ocorre com a utilização inapropriada do instrumento mais adequado para realizar a medição necessária, ou seja, a utilização do instrumento certo, porém, com falhas no seu emprego. Por exemplo, uma pesquisa para avaliar o nível de satisfação dos clientes com os serviços prestados por uma empresa

empregando um instrumento de pesquisa válido e fidedigno que, não por falha do instrumento, mas por falhas de procedimentos da aplicação do instrumento, resultam em dados que não retratam adequadamente a realidade da empresa, porém, sem constituir em erros grosseiros (mais facilmente identificados), onde o volume de serviços vem aumentando e os resultados da pesquisa apontam grande insatisfação com os serviços prestados. Após perceber-se a falha, há a necessidade da revisão daqueles procedimentos.

O principal erro proporcionado pela falha do tipo teórica também está relacionado com o postulado 8 (evolução pessoal), ocorre na escolha errada de um instrumento de medição. Por exemplo, utilizar um questionário para avaliar o grau de satisfação dos clientes com produtos ou serviços para avaliar o grau de satisfação dos funcionários com a empresa ou para realizar uma pesquisa de clima organizacional. Outro exemplo é empregar um questionário resumido para avaliar o grau de satisfação dos clientes com produtos ou serviços, quando se pretende realizar uma análise completa e profunda das conseqüências desse grau de satisfação para as vendas, produção, faturamento, lucros, etc. Portanto, está sendo utilizado um instrumento resumido para alcançar o objetivo de fazer uma análise completa do cenário em questão, ou seja, está sendo utilizado um instrumento inapropriado aos objetivos da medição. Esse erro também ocorre com o emprego de um instrumento de medição subjetiva sem a verificação da sua validade e a estimação da sua fidedignidade, conforme Seção 2.1.7.

### *3.2.2.2 Erros devido à falhas do tipo observacional*

O estudo exploratório realizado permitiu identificar alguns erros que agem exclusivamente sobre as medições subjetivas. O primeiro deles está relacionado ao postulado 5 (interpretações humanas) e diz respeito aos diferentes níveis de exigência a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva, conforme a Figura 1. Assim, diversas pessoas ao medirem subjetivamente o mesmo mensurando, seguirão seus respectivos níveis de exigência, que normalmente difere de pessoa para pessoa, podendo chegar a resultados bem distintos, levando a uma dispersão maior dos dados obtidos, ou seja, mais erros de medição. Por exemplo, ao ser realizada medições subjetivas em atributos como: satisfação dos clientes, funcionários, fornecedores, investidores, clima organizacional, avaliação da qualidade de produtos ou serviços, avaliação da imagem da empresa na sociedade, etc., podem existir níveis distintos de exigência com estes itens entre os medidores proporcionando diferentes resultados.

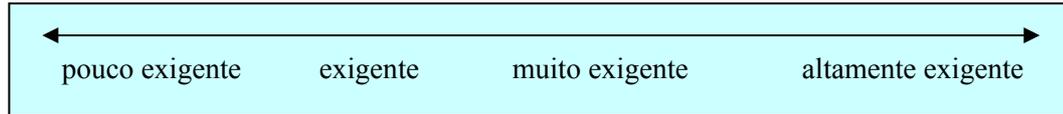


Figura 1 – Diferentes níveis de exigência a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva

Fonte: Bispo e Cazarini (2008)

O segundo tipo de erro decorrente de falhas de observação está relacionado aos postulados 4 (mapas cognitivos ou modelos mentais), 6 (complexidade do mensurando), 7 (limitação da verdade), 8 (evolução pessoal) e 9 (conhecimento disponível sobre o mensurando). Refere-se aos erros cometidos durante as medições subjetivas quando os medidores possuem diferentes níveis de percepção das propriedades, características, efeitos, comportamentos ou algum outro tipo de atributo a ser observado no mensurando, conforme a Figura 2, sem constituir-se em percepção seletiva. Por exemplo, ao ser medido subjetivamente, no mesmo mensurando, atributos como qualidade percebida, percepção de riscos eminentes, avaliação de competência, avaliação de motivação, etc., alguns medidores têm uma melhor percepção desses atributos que outros, contribuindo para uma maior dispersão dos dados obtidos.

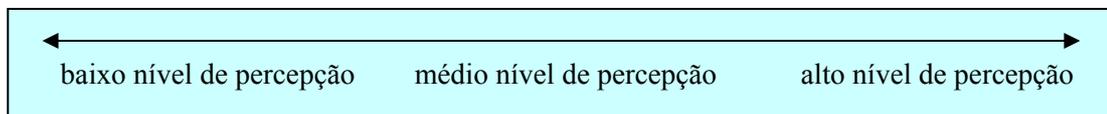


Figura 2 – Diferentes níveis de percepção a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva

Fonte: Bispo e Cazarini (2008)

O terceiro tipo de erro ocorrido devido à falhas de observação está relacionado com o postulado 8 (evolução pessoal) e ocorre com os diferentes níveis de influência durante as medições subjetivas. Todas as pessoas estão sujeitas a influências, porém, existem medidores que são mais suscetíveis e outros que são praticamente imunes a elas, conforme a Figura 3.

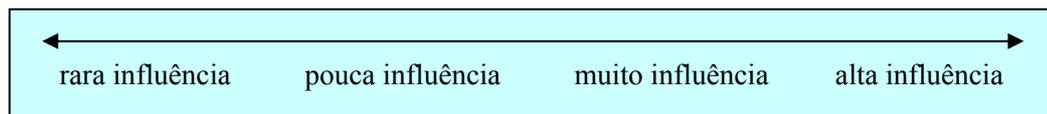


Figura 3 – Diferentes níveis de influência a que as pessoas estão sujeitas em cada medição subjetiva

Fonte: Bispo e Cazarini (2008)

### 3.2.2.3 Falhas do tipo ambiental

O quarto tipo de falhas de erros sistemáticos, a ambiental, é a mais complexa. Trata-se de vários fatores de influência ambiental ou sistêmica que afetam as pessoas durante as medições subjetivas, conforme a Figura 4. O erro proporcionado por esses fatores de influência estão relacionados aos postulados 5 (interpretações humanas) e 8 (evolução pessoal). Cada um deles exerce diferentes níveis de influência individualmente nas pessoas durante as medições subjetivas, porém, basta a influência mais forte de um desses fatores para provocar uma tendência indesejável nos resultados. Esses fatores de influência são:

- influência da opinião pública – influência que pode afetar as pessoas, por exemplo, em medições subjetivas posteriores a desastres, escândalos ou outro fato marcante para a opinião pública com relação direta ou indireta com a empresa;
- influência afetiva – relacionamento afetivo entre os medidores e o mensurando, violando a neutralidade necessária para uma boa medição subjetiva, essa afetividade pode ser positiva (por exemplo, gostar ou amar) ou negativa (por exemplo, não gostar ou odiar);
- influência ética e moral – itens que são distintos de pessoa para pessoa e que podem influenciar tanto positivamente como negativamente os medidores, ou seja, excesso ou falta de ética e de moral pode comprometer as medições subjetivas, por exemplo, questões morais e éticas tem afetado a opinião pública e estão comprometendo algumas pesquisas de ponta, como a engenharia genética, a engenharia de alimentos e a robótica, e podem afetar as medições subjetivas em uma empresa se os medidores forem também influenciados por esses itens; em outro exemplo, essas mesmas questões tem afetado a opinião pública com relação ao nível de satisfação com os trabalhos realizados por parlamentares, membros do poder executivo, ONGs, etc., podendo influenciar as medições subjetivas que os avaliem;
- influência política – nível de pressões políticas durante as medições subjetivas que podem proporcionar tendências indesejáveis nos resultados, por exemplo, realizar uma pesquisa de satisfação dos funcionários ou de clima organizacional durante uma disputa de poder entre setores formais ou informais dentro da empresa, levando os medidores a participarem de um ou de outro lado da disputa, podendo afetar os resultados das medições;
- influência da cultura organizacional – influências exercidas por culturas, crenças, tradições, costumes, práticas, modismos, etc., ocorridas de forma direta ou indireta dentro da organização, exemplos: a influência da cultura oriental na empresa; influência de culturas de cunho religioso em empresas cujos líderes são também líderes religiosos;

influência de tradições organizacionais consideradas ultrapassadas para o momento atual, como excesso de rigidez com os empregados, tradição de má remuneração, tradições familiares de algumas empresas; etc.;

- influência econômica – influência que pode permitir benefícios, vantagens ou até chantagens financeiras para algumas das pessoas envolvidas nas medições, proporcionando alterações intencionais nos resultados, beneficiando de alguma forma as demais pessoas envolvidas nesse tipo de influência;
- influência social – idem ao anterior, substituindo os benefícios, vantagens ou chantagens financeiras por benefícios, vantagens ou chantagens sociais (humilhações, ameaças, promessas, receios, etc.);
- influência do ambiente de trabalho – item que também pode exercer influência e proporcionar tendências nos resultados das medições, por exemplo, um bom ambiente de trabalho pode facilitar qualquer tipo de medição subjetiva podendo produzir resultados mais próximos à realidade do mensurando, porém, um ambiente de trabalho ruim pode produzir o efeito contrário, dificultando as medições e podendo produzir resultados que se distanciem daquela realidade;
- influência das normas – medo ou receio das conseqüências de estar infringindo alguma norma, regra ou ordem superior ao avaliar algum elemento organizacional, proporcionando alterações indesejáveis nos resultados, por exemplo: atualmente com as estratégias, políticas e metas voltadas para o aumento da qualidade em todos os elementos organizacionais, durante medições subjetivas internas realizadas com os funcionários, alguns destes podem achar que fazer uma medição que não retrate o alto nível ou crescimento da qualidade, poderia estar infringindo alguma regra, norma ou ordem superior, neste caso, as medições subjetivas realizadas não necessariamente estariam caracterizando a realidade do(s) atributo(s) medido(s);
- outras – as influências a que as pessoas estão sujeitas não se esgotam nos itens acima, a sociedade moderna está fazendo surgir freqüentemente novas formas de influenciar as pessoas para obter os resultados almejados, não necessariamente aqueles que retratam a realidade do(s) atributo(s) do mensurando.

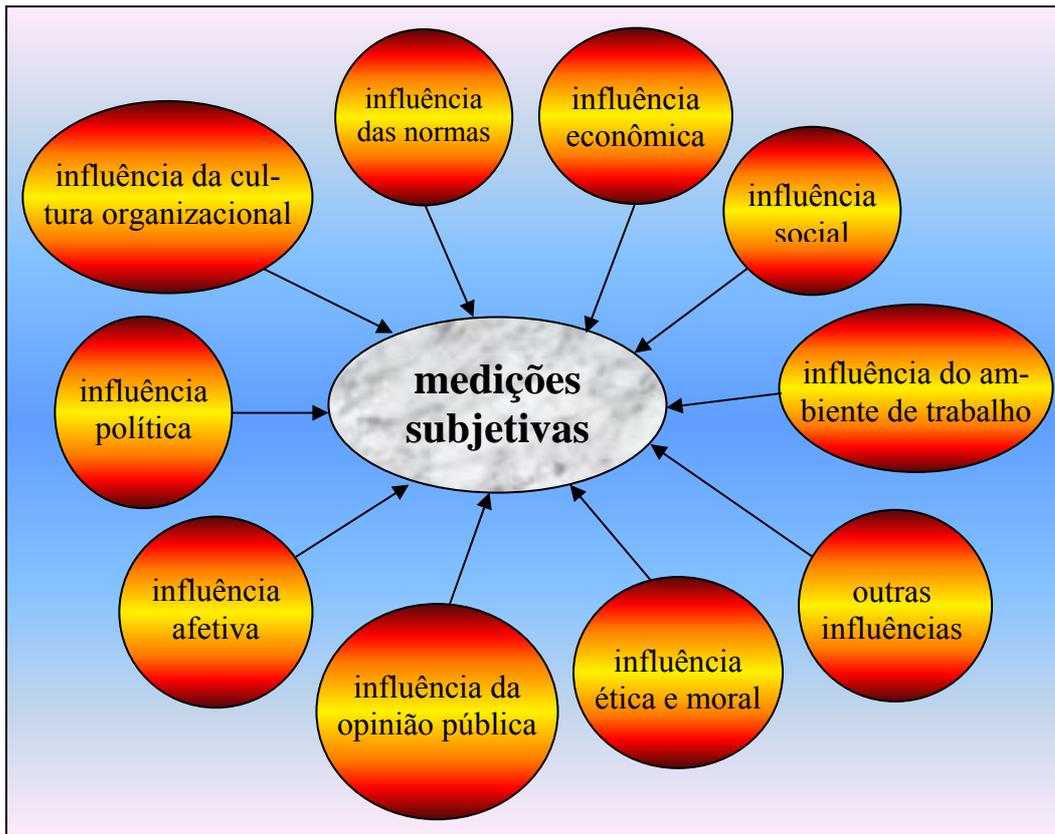


Figura 4 – Fatores de influência que agem sobre as pessoas durante as medições subjetivas

Fonte: Bispo e Cazarini (2008)

Outra possível fonte de erros sistemáticos, proporcionada por falha do tipo ambiental ocorre com as limitações, restrições ou manipulações dos recursos organizacionais disponíveis: materiais, humanos, financeiros, informacionais, de tempo e de condições de trabalho. Podem ser intencionais, principalmente as manipulações, estando relacionadas ao postulado 2 – objetivos pessoais, ou podem ser proporcionadas pela situação organizacional em que a empresa se encontra naquele período, possibilitando que ocorram falhas de procedimentos que podem afetar os resultados, neste caso, por ser uma falha organizacional, não se relaciona a qualquer postulado das medições subjetivas.

#### 3.2.2.4 Principais fontes de erros aleatórios em medições subjetivas

As principais fontes de erros aleatórios são as mesmas que “produzem” alguns dos erros sistemáticos. Se essas fontes puderem ser gerenciadas antecipadamente de forma a se tentar minimizar os erros de medição, então produzem erros sistemáticos. Porém, se exatamente no momento da medição surgirem falhas de medição proporcionadas por essas fontes, de forma temporária, imprevisível e inevitável, então os erros passam a serem aleatórios. As

principais fontes de erros aleatórios para medições subjetivas, já descritas anteriormente como erros sistemáticos, são: nível de exigência, nível de percepção, nível de influência, opinião pública, afetividade, cultura organizacional, ética e moral, comportamento diferenciado (não intencional), percepção seletiva (não intencional), medição intrusiva (não intencional), recordações anteriores e respostas automáticas.

### **3.3 Considerações finais do capítulo**

O objetivo deste capítulo foi apresentar os principais resultados dos estudos realizados que permitiram a elaboração de alguns postulados e das principais fontes de erros em medições subjetivas, possibilitando uma melhor compreensão do próximo capítulo. Assim, tem-se agora todo o embasamento necessário para a melhor compreensão do método proposto no próximo capítulo.

## **4 Os estudos para a elaboração do método bivalorado para medições subjetivas**

Este capítulo possui como objetivo principal a apresentação dos resultados dos estudos sobre a elaboração do método bivalorado para ser utilizado em medições subjetivas. Porém, para cumprir esse objetivo, foi necessário antes apresentar os resultados dos estudos precursores àquele método, onde foram desenvolvidos seus fundamentos.

### **4.1 Considerações iniciais**

Os estudos realizados para a elaboração deste capítulo ocorreram em duas fases. Na primeira fase foi elaborado um método preliminar, o método da avaliação qualitativa para-consistente, cujos resultados foram divulgados em Bispo e Cazarini (2004, 2005 e 2006) e em Bispo e Gibertoni (2005). Na segunda fase foi aperfeiçoado o método preliminar chegando-se ao método definitivo, o método bivalorado para medições subjetivas. Nesta segunda fase também foram testados diversos modelos, métodos e expressões matemáticas que avaliam os diversos tipos de confiabilidade ou de fidedignidade de amostras de dados obtidos por meio de medições objetivas e/ou subjetivas. Também foram elaboradas e avaliadas algumas expressões matemáticas. A finalidade foi escolher uma dessas expressões para ser utilizada como o coeficiente de fidedignidade do método bivalorado para medições subjetivas. Os resultados parciais obtidos nesta fase foram divulgados em Bispo e Cazarini (2007a e 2007b), Bispo (2007) e Bispo e Gibertoni (2007) e estão sendo apresentados neste capítulo.

### **4.2 Os estudos precursores à elaboração do método bivalorado para medições subjetivas**

Durante os estudos iniciais para a elaboração do projeto da tese, foi considerado que o melhor método a ser estudado e desenvolvido para solucionar o problema proposto para a tese, era o que se baseava em um dos princípios da Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores – LPA2V (COSTA *et al.*, 1999), a medição bivalorada paraconsistente. Assim, os estudos iniciais levaram à elaboração do método preliminar, a avaliação qualitativa paraconsistente. Este método será brevemente delineado nesta seção porque seus fundamentos são semelhantes aos do método definitivo, abordado posteriormente. O método

preliminar realizava medições subjetivas bivaloradas dos atributos de um mensurando dentro dos conceitos da LPA2V, em que, naquela fase inicial dos estudos, buscavam-se as divergências e as paraconsistências entre as duas partes da medição bivalorada, os graus de evidência favorável e os graus de evidência contrária.

Segundo Costa *et al.* (1999) e Carvalho, Brunstein e Abe (2003), a LPA2V é uma ramificação da Lógica Paraconsistente Anotada, elaborada por Abe (1992) que, por sua vez, é uma ramificação da Lógica Paraconsistente, elaborada por Costa e Subrahmaniam (1989) e aperfeiçoada em Costa, Abe e Subrahmaniam (1991), Costa, Vago e Subrahmaniam (1991) e Costa e Abe (2000).

A LPA2V é uma lógica bivalorada, em que são adotados para cada item medido ( $p$ ) os valores do grau de evidência favorável ( $\mu_1$ ) e do grau de evidência contrária ( $\mu_2$ ), formando a medição bivalorada paraconsistente de cada item  $p(\mu_1, \mu_2)$ , sendo que  $\mu_1$  e  $\mu_2$  pertencem ao intervalo fechado  $[0; 1]$ . Com este intervalo é possível converter os valores obtidos em porcentagem, forma muito habitual de apresentar resultados organizacionais. Por exemplo: uma avaliação referente à qualidade de um produto apresenta o valor 0.8 de grau de evidência favorável e 0.3 como o grau de evidência contrária, constituindo uma medição bivalorada  $p(0.8, 0.3)$ . Convertendo ambos os valores em porcentagem, obtém-se  $p(80\%, 30\%)$ .

Dependendo do objetivo do estudo que levou à necessidade de realizar as medições subjetivas bivaloradas, é possível executá-las de três formas distintas:

- (a) quando se pretende avaliar apenas um atributo de um mensurando: realizam-se diversas medições subjetivas bivaloradas daquele atributo, cada medição será realizada por um grupo diferente de pessoas, porém contendo a mesma quantidade de pessoas, o primeiro grupo realizará a medição dos graus de evidência favorável e o segundo fará a medição dos graus de evidência contrária, formando uma amostra bivalorada de dados;
- (b) quando se pretende avaliar mais de um atributo de um mensurando: repetem-se os procedimentos do item (a), com a ressalva que cada pessoa pertencente aos dois grupos realiza a medição de todos os atributos necessários, por exemplo, se for necessário avaliar cinco atributos do mesmo mensurando, cada pessoa medirá subjetivamente os cinco atributos, formando cinco amostras bivaloradas de dados, uma amostra para cada atributo;
- (c) quando se pretende efetuar comparações entre os mesmos atributos de mensurandos distintos: realiza-se o procedimento (b) para cada mensurando.

Nas diversas seções abordadas deste capítulo a forma de realizar as medições subjetivas foi a do item (a), na pesquisa de campo apresentada ao final do capítulo, foi utilizada a forma do item (b).

Após a obtenção de todos os valores de  $p(\mu_1, \mu_2)$ , a LPA2V possui um diagrama chamado Quadrado Unitário do Plano Cartesiano – QUPC, no qual é possível representar cada medição bivalorada  $p(\mu_1, \mu_2)$ , facilitando a visualização gráfica e as análises visuais necessárias. O QUPC é dividido em doze partes permitindo classificar os dados em doze resultados distintos:  $v$  (verdade);  $f$  (falsidade);  $\perp$  (paracompleteza);  $T$  (inconsistência);  $QT \rightarrow f$  (quase inconsistência tendendo à falsidade);  $QT \rightarrow v$  (quase inconsistência tendendo à verdade);  $Q\perp \rightarrow f$  (quase paracompleteza tendendo à falsidade);  $Q\perp \rightarrow v$  (quase paracompleteza tendendo à verdade);  $Qf \rightarrow T$  (quase falsidade tendendo à inconsistência);  $Qf \rightarrow \perp$  (quase falsidade tendendo ao paracompleteza);  $Qv \rightarrow T$  (quase verdade tendendo à inconsistência);  $Qv \rightarrow \perp$  (quase verdade tendendo à paracompleteza), conforme a Figura 5.

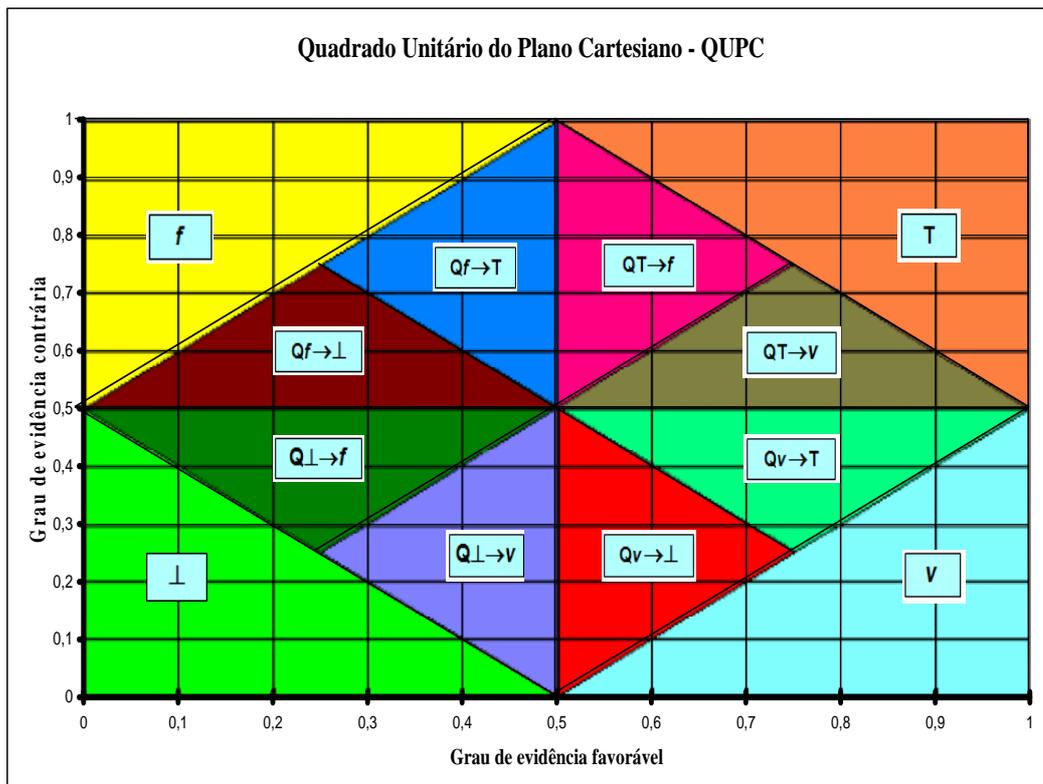


Figura 5 – Quadrado Unitário do Plano Cartesiano – QUPC

Fonte: adaptado de Costa *et al.* (1999) e Carvalho *et al.* (2003)

As Figuras 6 e 7, apresentadas posteriormente, são exemplos do uso prático do QUPC.

A idéia da medição bivalorada funciona semelhante a um julgamento judicial. Há a necessidade de que o grau de evidência favorável seja avaliado por um grupo de pessoas que faz o papel do advogado de defesa do atributo, defendendo seus aspectos favoráveis ou positivos. Outro grupo de pessoas faz a mesma medição, porém, obtendo os graus de evidências contrárias exatamente para os mesmos atributos medidos anteriormente. Esse segundo grupo faz o papel do promotor (profissional responsável pela acusação) do atributo, defendendo seus aspectos desfavoráveis ou contrários ou negativos. As duas medições devem ser realizadas de forma totalmente independente, para que não haja influência de uma sobre a outra. O confronto entre os dois tipos de medição permite uma maior aproximação com a realidade do mensurando, diferente de quando se trabalha apenas com o levantamento dos graus de evidências favoráveis, como na avaliação qualitativa univalorada tradicional.

Na avaliação qualitativa realizada da forma univalorada tradicional, por exemplo, ao se medir a qualidade de um produto e se atribuir um valor 0.8 como seu nível de qualidade, esse valor é seu grau de evidência favorável –  $\mu_1$ . Para obter-se o valor do grau de evidência contrária –  $\mu_2$ , que não foi medido, considera-se que esse valor seja obtido pela expressão

$$\mu_2 = 1 - \mu_1, \quad (1)$$

portanto, 0.2. Com os valores dessa medição bivalorada  $p(0.8, 0.2)$  é possível sua representação no QUPC.

Na avaliação qualitativa paraconsistente, além do levantamento do grau de evidência favorável, busca-se, de forma totalmente independente (conforme delineado nesta seção, comparando-se a um julgamento judicial), o levantamento do grau de evidência contrária, obtendo-se um resultado que normalmente é diferente do obtido pela expressão (1), ou seja,

$$\mu_2 \neq 1 - \mu_1. \quad (2)$$

Assim, os valores obtidos pela medição bivalorada  $p(\mu_1, \mu_2)$ , empregando a avaliação qualitativa paraconsistente, estariam mais próximos da realidade do atributo em relação à medição qualitativa univalorada, pois foram avaliados também os aspectos desfavoráveis ou contrários ou negativos daquele atributo, detalhes que estão ocultos na forma univalorada.

Para demonstrar a diferença entre as duas formas de avaliação qualitativa, as Figuras 6 e 7 apresentam os resultados obtidos por ambas, devidamente representados no QUPC, permitindo a devida comparação. Os dados apresentados foram obtidos por meio de uma pesquisa de campo, cujos resultados foram publicados em Bispo e Cazarini (2007a) e estão

sendo apresentados nas Tabelas 4 e 5 da Seção 4.10, onde são apresentados os demais resultados da referida pesquisa.

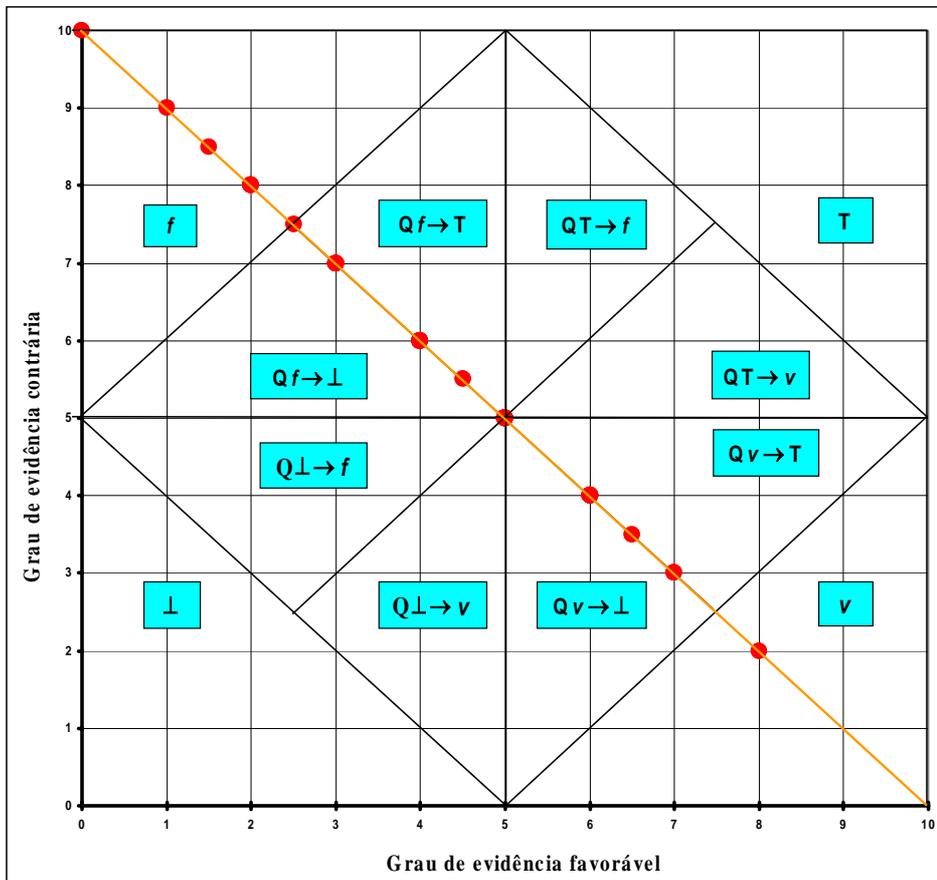


Figura 6 – Dados resultantes da avaliação qualitativa univalorada tradicional de uma pesquisa de campo sobre o sistema de TV aberta no Brasil

Fonte: reproduzido de Bispo e Cazarini (2007a)

Para facilitar a visualização e o reconhecimento dos cenários referentes às duas diferentes formas de avaliação, especialmente em Bispo e Cazarini (2007a), o QUPC foi adaptado para uma escala com intervalo [0; 10], portanto sendo reproduzido nas Figuras 6 e 7.

Na Figura 6 estão sendo apresentados os resultados da avaliação qualitativa realizada na forma univalorada tradicional convertida em bivalorada pela expressão (1). Na Figura 7 estão sendo apresentados os resultados da avaliação qualitativa paraconsistente.

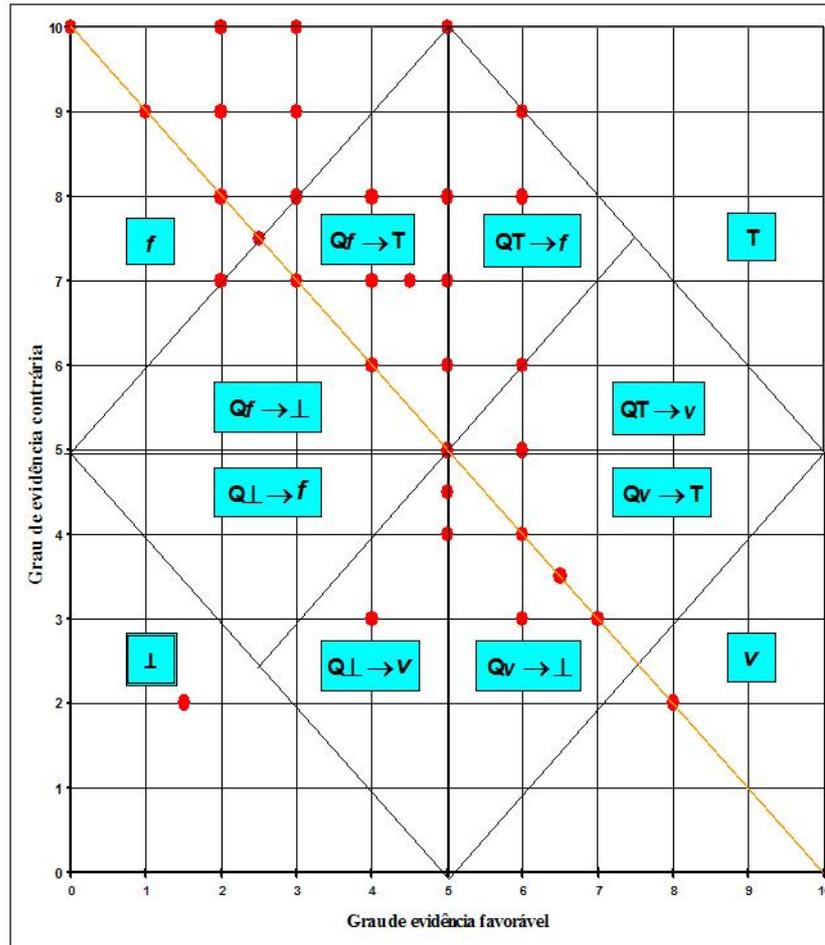


Figura 7 – Dados resultantes da avaliação qualitativa paraconsistente de uma pesquisa de campo sobre o sistema de TV aberta no Brasil

Fonte: reproduzido de Bispo e Cazarini (2007a)

A medição subjetiva bivalorada ideal seria aquela que empregando a avaliação qualitativa paraconsistente conseguisse chegar a resultados que seriam obtidos pela expressão

$$\mu_1 + \mu_2 = 1. \quad (3)$$

Assim, os graus de evidência contrária obtidos reforçariam o nível de realismo dos dados obtidos pelos graus de evidência favorável, e vice-versa, demonstrando que a retratação da realidade do atributo foi a máxima possível. Porém, na prática, a medição subjetiva bivalorada ideal é apenas uma meta desejável e difícil de ser alcançada devido às características dos postulados delineados na Seção 3.1, das formas de medição delineadas na Seção 2.2.1 e dos erros de medição subjetiva delineados na Seção 3.2. Portanto, alguns valores obtidos nessa medição podem ser representados pela expressão (3), mas a maioria é representada pela expressão

$$\mu_1 + \mu_2 \neq 1. \quad (4)$$

No estudo de caso apresentado, os dados apresentados na Figura 7 mostram alguns pontos sobre a linha diagonal laranja, onde esses dados representam resultados obtidos pela expressão (3). Os demais pontos representam resultados compatíveis com a expressão (4).

Nas medições subjetivas univalueadas, quando diversas pessoas medem o mesmo atributo, os resultados obtidos podem apresentar valores distintos, devido aos fatores apresentados em parágrafos anteriores (postulados, formas de medição e erros de medição subjetiva). Para avaliar o nível de fidedignidade da amostra de dados recém obtida à realidade do atributo é necessário recorrer às estatísticas. As duas principais são a média e a variância. Pretende-se que a média chegue o mais próximo possível da realidade do atributo medido, ou seja,  $E(X) = \mu_x$ . A variância infere que o aumento do nível de retração do realismo é inversamente proporcional a ela, ou seja, quanto menor for a variância, maior é o valor daquele nível, indicando que ocorreram menos discordâncias entre os avaliadores daquele atributo, significando que ocorreu uma maior proximidade com a sua realidade, ou seja, avalia a precisão dos dados obtidos. Outras estatísticas também devem ser utilizadas para auxiliar as análises dos dados obtidos, porém, para o raciocínio atual somente estão sendo citadas a média e a variância.

Na medição subjetiva bivalorada também há a mesma observação das médias e das variâncias das duas amostras que compõem a medição bivalorada, ou seja, a amostra dos graus de evidência favorável e a dos graus de evidência contrária. Além disso, para cumprir o objetivo de retratar o nível de fidedignidade dos dados obtidos em relação à realidade do atributo avaliado, há a necessidade de estimar a diferença entre as médias dos graus de evidência favorável e de evidência contrária, diferença que será calculada pelo coeficiente de fidedignidade que será abordado em uma das seções posteriores. Assim, para se medir a fidedignidade dos dados obtidos em relação à realidade do atributo avaliado é necessário obter as médias e as variâncias dos referidos graus de evidências. Como se tratam de duas amostras de dados que serão comparadas, também é necessário calcular a correlação entre elas. Com essas especificações mínimas deu-se início à segunda fase dos estudos.

### **4.3 Os estudos iniciais do método bivalorado para medições subjetivas**

Os resultados obtidos no final da fase anterior dos estudos permitiram um aperfeiçoamento do método da avaliação qualitativa paraconsistente, possibilitando a elaboração do método bivalorado para medições subjetivas, por meio dos seguintes avanços:

- abandonou-se o termo avaliação porque na avaliação qualitativa paraconsistente foram estudados apenas os procedimentos da medição bivalorada durante uma avaliação, não estudando os demais procedimentos, como o processamento e análise dos dados obtidos; portanto, na segunda fase dos estudos passou-se a estudar apenas a medição bivalorada, ficando os demais procedimentos de uma avaliação para estudos futuros;
- o termo qualitativo foi substituído por subjetivo, devido ao segundo ter uma abrangência mais específica e menos questionável que o primeiro, conforme as definições apresentadas no Capítulo 2 sobre os métodos qualitativos e os métodos quantitativos, assim como, sobre a medição objetiva e a medição subjetiva;
- o termo paraconsistente foi substituído por bivalorado devido ao fato de que a avaliação qualitativa paraconsistente não empregava os conceitos da Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores, mas apenas os princípios da medição bivalorada desta lógica, inclusive adotando a nomenclatura dos seus graus de evidências, que serão mantidos no método bivalorado para medições subjetivas;
- como consequência dos avanços do item anterior e as novas necessidades da última fase dos estudos, entre eles o tratamento estatístico dos dados obtidos, foi necessária a substituição gradual da simbologia e de alguns conceitos adotados pela Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores pelos adotados pela Estatística.

Esses avanços foram proporcionados por críticas, elogios, comentários e sugestões apresentados aos artigos publicados e aos estudos realizados durante a primeira fase.

#### **4.4 A migração dos estudos da LPA2V para a Estatística**

Contando com as fundamentações básicas do método oriundas da LPA2V e devido à necessidade do emprego da Estatística para os próximos passos do delineamento do método bivalorado para medições subjetivas, principalmente para os estudos a respeito das expressões matemáticas candidatas ao seu coeficiente de fidedignidade, foi necessário migrar da simbologia adotada na LPA2V (utilizada na primeira fase dos estudos) para a adotada na Estatística, mantendo-se os mesmos fundamentos adotados naquela fase.

Antes de iniciar a migração para a simbologia adotada pela Estatística, é necessário apresentar a limitação do uso das escalas de medição. Devido à possibilidade do uso de escalas com diferentes intervalos empregando as formas de medição subjetivas de interesse

para a Engenharia de Produção e áreas afins, que foram delineadas na Seção 2.2.1, é necessário trabalhar com uma constante que represente a amplitude desse intervalo. Os intervalos mais comuns nessas áreas são [0; 10], [0; 7], [0;5] e [0;3]. Essa constante será representada pelo símbolo  $e$ .

Empregando a simbologia adotada pela Estatística, define-se, respectivamente, como os graus de evidência favorável e os graus de evidência contrária as variáveis aleatórias contínuas  $X$  e  $Z$ , ambas com distribuição normal truncada limitada pelo intervalo [0;  $e$ ]. A v.a.  $X$  possui como parâmetros:  $E(X) = \mu_X$ ,  $\text{Var}(X) = \sigma_X^2$ ,  $\text{DP}(X) = \sigma_X$ . A v.a.  $Z$  possui como parâmetros:  $E(Z) = \mu_Z$ ,  $\text{Var}(Z) = \sigma_Z^2$ ,  $\text{DP}(Z) = \sigma_Z$ . As v.a.  $X$  e  $Z$  formam a v.a. bivalorada  $(X, Z)$  com os parâmetros:  $\text{Corr}(X, Z) = \rho$  e  $\text{Cov}(X, Z) = \sigma_{XZ}$ .

Adaptando as expressões (3) e (4), tanto para a simbologia adotada na Estatística, como para passar a utilizar a constante  $e$ , respectivamente, aquelas expressões passam a ser

$$\mu_X + \mu_Z = e, \quad (5)$$

e

$$\mu_X + \mu_Z \neq e. \quad (6)$$

Na expressão (5), a soma das médias das v.a.  $X$  e  $Z$  é igual à amplitude da escala, essa é a situação considerada ideal em que se obtem a máxima aproximação da realidade do atributo do mensurando. Por exemplo, na estimativa de um atributo de qualidade de um determinado produto pelos seus próprios usuários, a média dos valores obtidos para os graus de evidência favorável é igual a sete e a média dos valores obtidos para os graus de evidência contrária é igual a três, portanto a soma é igual à amplitude da escala, ou seja, dez, significando que a medição bivalorada subjetiva realizada conseguiu obter a máxima aproximação possível da realidade daquele atributo, apesar de todas as características das medições subjetivas abordadas nas Seções 2.2.1, 3.1 e 3.2, que tendem a produzir um resultado melhor representado pela expressão (6).

A expressão (6) representa melhor a finalidade básica do método bivalorado para medição subjetiva devido ao fato de que distintas pessoas realizam a medição dos dois tipos de evidências existentes no método. Como estão sendo avaliados e medidos aspectos ou evidências distintas do mesmo atributo, é mais difícil obter amostras bivaloradas de dados que possam ser representadas pela expressão (5), sendo mais fácil que essas amostras sejam

representadas pela expressão (6). Isso pode ser averiguado na pesquisa de campo realizada, cujos resultados foram apresentados nas Figuras 6 e 7.

Para facilitar os estudos com as expressões matemáticas candidatas ao coeficiente de fidedignidade do método bivalorado para medições subjetivas, mais um avanço foi necessário. É mais difícil testar duas amostras de dados contendo graus de evidências opostos obtidos por meio da medição subjetiva bivalorada. Um dos conjuntos de expressões matemáticas que foi avaliado é dos coeficientes de correlação de concordância entre as amostras de dados. Decidiu-se, então, manter a v.a.  $X$  contendo os graus de evidência favorável e passar a trabalhar com uma v.a. que fosse a diferença entre a amplitude da escala utilizada e os graus de evidência contrária. Essa v.a. passa a ser a conversão dos graus de evidência contrária em graus de evidência favorável, porém a partir da avaliação das evidências contrárias. Essa v.a. passa a ser chamada de  $Y$  e é obtida pela expressão

$$Y = e - Z. \quad (7)$$

A v.a.  $Y$  possui como parâmetros:  $E(Y) = e - \mu_Z = \mu_Y$ ,  $\text{Var}(Y) = \text{Var}(Z) = \sigma_Z^2$ ,  $\text{DP}(Y) = \text{DP}(Z) = \sigma_Z$ . As v.a.  $X$  e  $Y$  formam a v.a. bivalorada  $(X, Y)$  com os parâmetros:  $\text{Corr}(X, Y) = \rho$  e  $\text{Cov}(X, Y) = \sigma_{XY}$ .

É por meio do cálculo do nível de concordância entre as v.a.  $X$  e  $Y$  que é estimado qual é o nível de fidedignidade dos dados obtidos por meio da medição em relação à realidade do atributo do mensurando, cálculo que será efetuado por meio do coeficiente de fidedignidade do método.

Assim, originalmente, obtém-se por meio da medição subjetiva bivalorada os valores dos graus de evidência favorável,  $x_i$ , e os dos graus de evidência contrária,  $z_i$ , formando a amostra bivalorada  $(x_i, z_i)$ . O procedimento seguinte é aplicar a expressão (7) para obter a diferença entre a amplitude da escala utilizada e os graus de evidência contrária, gerando  $y_i$ , obtendo-se uma nova amostra bivalorada  $(x_i, y_i)$  que será submetida ao futuro coeficiente de fidedignidade do método bivalorado para medições subjetivas.

#### **4.5 As características do método bivalorado para medições subjetivas**

Após terem sido apresentados os fundamentos básicos do método preliminar, a avaliação qualitativa paraconsistente, que foram herdadas pelo método proposto na tese, o

método bivalorado para medições subjetivas, algumas definições específicas do método proposto são apresentadas nas próximas seções. Nesta seção apresentam-se as suas características básicas:

1. o objetivo do método é estimar o grau de fidedignidade de uma amostra bivalorada de dados em relação à realidade do atributo de um mensurando, sendo que essa amostra foi obtida por meio da medição subjetiva bivalorada;
2. para atingir esse objetivo, são levantados os graus de evidência favorável e de evidência contrária do atributo formando a amostra bivalorada de dados, dados que devem ser obtidos de forma totalmente independente e semelhante a um julgamento judicial, conforme delineado na Seção 4.2, sendo que essa amostra deve ser submetida à expressão matemática que calculará o grau de fidedignidade citado no item anterior;
3. durante as medições devem ser respeitadas as características e especificidades dos postulados delineados na Seção 3.1, das formas de medição delineadas na Seção 2.2.1 e deve-se tentar evitar os erros de medição subjetiva delineados na Seção 3.2.

Essas características únicas são o que diferenciam o método proposto de qualquer outro método existente, conforme a revisão da literatura efetuada.

#### **4.6 As especificações para os estudos do coeficiente de fidedignidade**

Depois de delineadas as características exclusivas do método bivalorado para medições subjetivas, apresentam-se as especificações obrigatórias para a busca ou a elaboração do seu coeficiente de fidedignidade:

1. estimativa da diferença entre as médias ( $\mu_x - \mu_y$ ), cujo efeito no grau de fidedignidade deve ser inversamente proporcional, ou seja, diferença maior implica em um coeficiente menor e vice-versa;
2. estimativa das variâncias  $\sigma_x^2$  e  $\sigma_y^2$ , cujos efeitos no grau de fidedignidade devem ser inversamente proporcional, ou seja, variância(s) maior(es) implica(m) em um coeficiente menor e vice-versa;
3. estimativa do coeficiente de correlação de Pearson  $\rho$ , cujo efeito no grau de fidedignidade deve ser diretamente proporcional, ou seja, maior correlação implica em um coeficiente maior e vice-versa;

4. estimativa do coeficiente de fidedignidade que respeite as diferentes amplitudes das escalas a serem utilizadas, por exemplo, ao ser atribuído o escore 3 para qualquer um dos dois graus de evidência para um determinado atributo, em uma escala com intervalo entre [0; 3] o valor obtido representa 100% da escala, já para uma escala com intervalo entre [0; 5] esse mesmo escore significa 60% da escala, trabalhando com uma escala com intervalo entre [0; 7] o escore escolhido resulta em aproximadamente 43% da escala, e finalmente, utilizando uma escala com intervalo entre [0; 10] o escore implica em apenas 30% da escala;
5.  $-1 \leq \text{grau de fidedignidade} \leq +1$ , em que:
- (a) grau de fidedignidade = +1 quando  $\mu_x = \mu_y$ ,  $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ ,  $\rho = +1$ ,  $e > 0$ ;
  - (b) grau de fidedignidade = 0 quando  $\rho = 0$ ;
  - (c) grau de fidedignidade = -1 quando  $\mu_x = \mu_y$ ,  $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ ,  $\rho = -1$ ,  $e > 0$ .

#### 4.7 As expressões matemáticas candidatas ao coeficiente de fidedignidade

Com a definição das especificações necessárias ao coeficiente de fidedignidade que será adotado pelo método bivalorado para medições subjetivas, iniciaram-se os testes com as diversas expressões matemáticas candidatas àquele coeficiente. Diversas dessas expressões estão associadas a um modelo ou método. Estudos foram necessários para compreender as funcionalidades dos modelos e métodos abordados nas próximas subseções e de suas respectivas expressões matemáticas, averiguando se os modelos ou métodos possuem mesmas características semelhantes ou compatíveis com o método bivalorado para medições subjetivas e quais expressões atendem as especificações delineadas na Seção 4.6. Caso mais de uma expressão atendesse àquelas especificações, em outra fase posterior dos estudos, seriam realizados outros testes para averiguar qual é a expressão mais apropriada para aquela finalidade. Nas próximas subseções apresenta-se um breve resumo desses estudos.

##### 4.7.1 Coeficientes de fidedignidade utilizados na Psicometria

Iniciou-se testando os coeficientes de fidedignidade já existentes, os quais segundo Kuder e Richardson (1937), Guttman (1945 e 1953), Anastasi (1977), Guilford e Fruchter (1978), Cronbach (1996), Richardson (1999), Bunchaft e Cavas (2002), Erthal (2003),

Pasquali (2003) e Silva e Ribeiro Filho (2006), avaliam as amostras de dados quanto aos aspectos da estabilidade, precisão, homogeneidade e consistência interna.

Anastasi (1977), Richardson (1999), Bunchaft e Cavas (2002), Erthal (2003) e Silva e Ribeiro Filho (2006) afirmam que o método teste-reteste avalia o *aspecto da estabilidade* da fidedignidade. Envolve a aplicação de um determinado conjunto de medições subjetivas por duas ou mais vezes em um mesmo mensurando com certo intervalo de tempo entre as medições. Esse intervalo vai depender do tipo de mensurando e o que está sendo medido. Dependendo da estabilidade dos componentes do mensurando, o intervalo pode ser de horas (p. ex.: greves, revoltas), dias (p. ex.: pesquisa de opinião), semanas (p. ex.: satisfação dos clientes) ou meses (p. ex.: sistema de ensino, sistema de saúde, sistema de transporte, etc.). Considerando-se as v.a. X e Y como diferentes medições subjetivas do mesmo mensurando, realizadas com um determinado intervalo de tempo, a fórmula para a estimação do *coeficiente de estabilidade* desse método é dado pelo coeficiente de correlação de Pearson:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}.$$

Segundo Richardson (1999), Bunchaft e Cavas (2002), Erthal (2003) e Silva e Ribeiro Filho (2006), o método das formas alternativas, também chamado de formas paralelas ou formas equivalentes, consiste em utilizar dois instrumentos equivalentes para medir subjetivamente o mesmo mensurando. Busca-se a equivalência entre dois instrumentos por meio da correlação entre dois conjuntos de dados medidos pelo método. Assim, obtém-se o *coeficiente de equivalência* estimado também pelo coeficiente de correlação de Pearson. Quanto maior for a correlação, maior será a equivalência dos instrumentos utilizados.

Richardson (1999), Bunchaft & Cavas (2002), Erthal (2003) e Silva & Ribeiro Filho (2006) afirmam que o método da bipartição ou repartição em metades busca o aspecto da *homogeneidade* ou *consistência interna* da fidedignidade. Nesse método, um conjunto de medições subjetivas é dividida em duas ou mais partes iguais e comparáveis. Normalmente, é dividida em duas partes, daí a origem de seu nome. Dependendo do tipo de medição, pode-se realizar a divisão de diversas formas: dividir ao meio, separar os itens/questões pares dos ímpares, separação aleatória, ou outra forma que demonstre ser viável para os objetivos da estimação do coeficiente. Porém, qualquer que seja a divisão, não se estima a homogeneidade da medição inteira e sim de suas partes. Para se obter a estimativa do *coeficiente de*

*homogeneidade* ou *consistência interna* da medição por inteiro é necessário aplicar-se a expressão desenvolvida por Spearman e Brown:  $r_{xx''} = (nr_{xx'}) / (1 + (n-1)r_{xx'})$ .

Para Anastasi (1977), Richardson (1999), Bunchaft & Cavas (2002) e Silva & Ribeiro Filho (2006), o método de Kuder-Richardson é uma evolução do método anterior, portanto, também busca o aspecto da *homogeneidade* ou *consistência interna* da fidedignidade. O método utiliza o coeficiente proposto por Kuder e Richardson (1937), chamado de KR20:

$$r_{kk(KR20)} = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \left( \sum_{i=1}^n p_i q_i \right) / \sigma_t^2 \right). \text{ O K e o R são as iniciais de seus nomes e o número 20}$$

refere-se à vigésima expressão matemática desenvolvida por eles. No método, para cada questão ou item avaliado há uma forma de pontuação adequada aos objetivos da medição.

Cronbach (1951, 1996) afirma que o coeficiente alfa (mais conhecido como coeficiente alfa de Cronbach) é um caso especial da fórmula KR20, é a média de todos os possíveis coeficientes de correlação obtidos por meio das bipartições obtidas:

$$\alpha = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \right) / \sigma_t^2 \right). \text{ O coeficiente busca os mesmos aspectos da fidedignidade do}$$

método anterior.

Nenhum dos métodos citados nesta subseção possui as características apresentadas na Seção 4.5, não podendo ser utilizado para substituir, auxiliar ou complementar o método bivalorado para medições subjetivas. Suas respectivas expressões matemáticas não atendem às especificações apresentadas na Seção 4.6, portanto, não podem ser utilizadas como o coeficiente de fidedignidade do método proposto na tese.

#### 4.7.2 Coeficientes dos modelos de erros de medição

Após os estudos com os principais coeficientes de fidedignidade utilizados na Psicometria, passou-se a pesquisar as expressões matemáticas adotadas pelos modelos com erros de medição, publicados em Cheng e van Ness (1999) e Dunn (2004): o modelo linear de medida de erro, a estimação da máxima verossimilhança, o modelo de erros na equação, o modelo de Berkson, o modelo das variáveis latentes e o coeficiente de correlação intraclasse.

O modelo de regressão linear simples com erro de medição é dado por:  $\eta = \beta_0 + \beta_1 \zeta$ , em que  $\zeta$  e  $\eta$  não são medidas diretamente e somente podem ser medidas com adição de erros

de medida. Então, ao invés de medir  $\zeta$  e  $\eta$  diretamente, mede-se  $x_i = \zeta_i + \delta_i$  e  $y_i = \eta_i + \varepsilon_i$ , para  $i = 1, 2, \dots, n$ , em que  $\delta_1, \dots, \delta_n, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n$  possuem variâncias finitas e não são correlacionados, e com médias iguais a zero. Os erros  $(\delta_i, \varepsilon_i)$  são normalmente distribuídos, não correlacionados e independentes. Assim,  $E(\delta_i) = E(\varepsilon_i) = 0$ ,  $\text{var}(\delta_i) = \sigma_\delta^2$ ,  $\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2$ , para todos  $i$ ;  $\text{cov}(\delta_i, \delta_j) = \text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ , para todos  $i \neq j$ , e  $\text{cov}(\delta_i, \varepsilon_j) = 0$ , para todos  $i, j$ .

Segundo Russo (2006), a partir do grande modelo anterior, surgiram três modelos mais específicos dependendo das atribuições da variável  $\zeta$ . Se os valores atribuídos aos  $\zeta_i$  são constantes desconhecidas caracteriza o modelo funcional. Caso os valores atribuídos aos  $\zeta_i$  sejam variáveis aleatórias independentes e com a mesma distribuição, recai sobre o modelo estrutural. Quando os valores atribuídos aos  $\zeta_i$  são variáveis aleatórias independentes, com médias diferentes e variância comum, passar a pertencer ao modelo ultraestrutural.

Dado:  $X_{ij} = \tau_i + e_{ij}$ , em que  $X_{ij}$  representa a  $j$ -ésima medida do  $i$ -ésimo mensurando,  $\tau_i$  é o valor verdadeiro do mensurando  $i$ ,  $e_{ij}$  é a medida de erro associada a  $X_{ij}$ . Assume-se que  $E(e_{ij}) = 0$ , então  $E(X_{ij}) = \tau_i$ ,  $E(X_{ij}) = E(\tau_i) = \mu$ ,  $\sigma_{X_{ij}}^2 = \sigma_\tau^2 + \sigma_e^2$  e  $\sigma_{X_{ij}X_{kj}} = 0$  para  $j \neq k$ .

Dado  $s_B^2 = \left( \frac{1}{I-1} \right) \left( n_i \sum_{i=1}^1 (\bar{X}_i - \bar{X})^2 \right)$ , em que  $I = n$  na matriz de medições  $M_{(n \times m)}$ ,

$s_W^2 = \left( \frac{1}{N-I} \right) \left( \sum_{i=1}^1 (n_i - 1) s_i^2 \right)$ , em que  $N = n * m$ ,  $\tau_i$  e  $e_i$  são normalmente distribuídos,

então o estimador de máxima verossimilhança é dado por  $\hat{\rho}_i = \frac{(I-1)s_B^2 - Is_W^2}{(I-1)s_B^2 + I(n-1)s_W^2}$ .

Seguindo o raciocínio semelhante ao do estimador de máxima verossimilhança, o coeficiente de correlação intraclasse difere apenas porque considera as replicações da v.a.  $X$ , ou seja, quando os valores de uma amostra se repetem diversas vezes. Esse coeficiente é

dados por  $r_i = \frac{(I-1)s_B^2 - Is_W^2}{(I-1)s_B^2 - I(n-1)s_W^2}$ .

Considerando o modelo de regressão linear simples com erro de medição:  $\eta = \beta_0 + \beta_1 \zeta$ , em que há erro de variável, a equação  $q$ , então a expressão passa a ser  $\eta = \beta_0 + \beta_1 \zeta + q$ , em que  $q$  é uma v.a. independente com média zero e variância  $\sigma_q^2$ . Assim, o modelo com

erro na equação é dado por  $x = \zeta + \delta$  e  $y = \beta_0 + \beta_1 \zeta + e$ , em que  $e = \varepsilon + q$ ,

$$\text{cov} \begin{pmatrix} \delta \\ e \end{pmatrix} = \text{cov} \begin{pmatrix} \delta \\ \varepsilon \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \sigma_q^2 \end{pmatrix} = \Omega + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & \sigma_q^2 \end{pmatrix}, \text{ e } \Omega = \begin{pmatrix} \sigma_\delta^2 & \sigma_{\delta\varepsilon} \\ \sigma_{\delta\varepsilon} & \sigma_\varepsilon^2 \end{pmatrix}.$$

A partir da expressão  $x = \zeta + \delta$ , considerando que  $\zeta$  e  $\delta$  possuem correlação perfeitamente negativa, então o modelo de correlação linear simples de Berkson pode ser expresso por  $y = \beta_0 + \beta_1 \zeta + \varepsilon = \beta_0 + \beta_1 x + (\varepsilon - \beta_1 \delta)$ .

Seja  $X_{ik}$  o  $i$ -ésimo valor estimado pelo  $k$ -ésimo observador, seja  $S_i$  o  $i$ -ésimo valor de uma escala. O modelo pode ser expresso por  $X_{ik} = \alpha_k + \beta_k S_i + e_{ik}$ . Como  $\tau$  é explicitamente uma variável latente ou oculta, então o modelo passa a ser expresso por  $X_{ik} = \alpha_k + \beta_k \tau_i + e_{ik}$ . O modelo das variáveis latentes passa a ser expresso por  $S_i = \alpha_s + \beta_s \tau_i + e_{is}$ .

Nenhum dos modelos matemáticos abordados nesta subseção possui todas as características apresentadas na Seção 4.5, não podendo ser utilizado para substituir o método bivalorado para medições subjetivas, além de não atenderem às especificações apresentadas na Seção 4.6, portanto, não podem ser utilizadas como o coeficiente de fidedignidade do método proposto na tese.

#### 4.7.3 Coeficientes de concordância

Na seqüência, passou-se a avaliar os coeficientes de concordância, publicados em Lin (1989, 1992 e 2000), Lin e Torbeck (1998) e Lin *et. al* (2002): os coeficientes de: correlação de concordância, acurácia, desvio médio quadrático e desvio total. Todos esses coeficientes podem atender às características do método proposto na tese, porque já trabalham com medição bivalorada, necessitando apenas adaptá-las ao referido método.

Entre os coeficientes de concordância, dependendo da finalidade da utilização do coeficiente, um dos coeficientes que pode ser utilizado é o Desvio Quadrado Médio (Mean Squared Deviation - MSD), dado por  $\epsilon^2 = (\mu_y - \mu_x)^2 + \sigma_y^2 + \sigma_x^2 - 2\sigma_{yx}$ , em que Y e X possuem distribuição conjunta e, respectivamente, médias  $\mu_y$  e  $\mu_x$ , variâncias  $\sigma_y^2$  e  $\sigma_x^2$ , além da covariância  $\sigma_{yx}$ . Quanto às especificações delineadas na Seção 4.6, esse coeficiente atende aos itens 1, 2 e 3, porém, não atende aos itens 4 e 5.

Outro coeficiente muito utilizado para diversas finalidades, principalmente avaliações de reprodutibilidade, é o Coeficiente de Correlação de Concordância (Concordance Correlation Coefficient – CCC), dado por  $\rho_c = (2\sigma_{xy}) / ((\mu_x - \mu_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2)$ , com os mesmos parâmetros do coeficiente anterior. Este coeficiente atende a todas as especificações delineadas na Seção 4.6.

Quando necessário, é possível estimar a acurácia de X e Y por meio do coeficiente de acurácia, dado por  $C_a = (2\sigma_x\sigma_y)/((\mu_x - \mu_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2)$ , também utilizando os mesmos parâmetros dos dois coeficientes anteriores. Este coeficiente atende às especificações 1 e 2, porém, não atende aos itens 3, 4 e 5 da Seção 4.6.

O Índice de Desvio Total (Total Deviation Index - TDI) é utilizado para avaliar o grau de desvio entre X e Y, dado por  $TDI = \sqrt{\chi^{2(-1)}[\pi, 1, \mu_d^2 / \sigma_d^2]}$ , em que  $\pi = \chi^2[k^2, 1, \mu_d^2 / \sigma_d^2]$ , assumindo que a v.a. D tenha distribuição normal com média  $\mu_y - \mu_x$  e variância  $\sigma_d^2 = \sigma_y^2 + \sigma_x^2 - 2\sigma_{yx}$ . Esse coeficiente não atende a qualquer uma das especificações delineadas na Seção 4.6.

Portanto, o único coeficiente já existente que atende a todas as especificações da Seção 4.6 é o CCC, que posteriormente foi melhor estudado, cujos resultados são apresentados em uma das seções posteriores.

#### 4.7.4 Coeficientes elaborados

Encerrando os estudos com as expressões matemáticas candidatas ao coeficiente de fidedignidade do método bivalorado para medições subjetivas, tentou-se elaborar expressões matemáticas que atendessem a todas as características do método proposto e todas as especificações apresentadas na Seção 4.6. Os resultados desses estudos foram apresentados uma parte em Bispo e Cazarini (2007b) e outra em Bispo (2007) e estão sendo apresentados resumidamente nesta seção.

O primeiro coeficiente elaborado foi chamado de  $r_c$ ,  $r$  de “reliability”, ou seja, confiabilidade ou fidedignidade, e o  $c$  de “concordance” (concordância), e é dado pela expressão  $r_c = \sqrt{(X - Y)^2}$ . Para que os resultados sejam expressos em valores no intervalo [0, 1], podendo ser facilmente convertidos em porcentagem, a forma mais comum de se expressar o grau de fidedignidade de uma amostra de dados, foi necessário realizar ajustes na expressão, passando a ser dada por  $r_c = 1 - \sqrt{(X - Y)^2} / m.n$ , em que  $n$  é o tamanho da amostra e  $m$  é a amplitude da escala.

Porém, diferentes combinações entre os dados das v.a. X e Y resultam em diferentes valores para  $r_c$ . Por exemplo, as amostras  $x_i$  e  $y_i$  foram obtidas por meio do aplicativo Matlab

7.0, a partir de números pseudo-aleatórios com distribuição uniforme, e apresentaram os seguintes valores:  $x_i = \{9.8; 3.8; 6.7; 9.5; 2.5; 3.0; 0.9; 8.6; 3.2; 1.7; 2.6; 3.8; 8.3; 6.8; 5.3; 7.7; 5.4; 7.3; 9.5; 3.9; 2.8; 7.2; 0.2; 9.7; 7.2; 8.6; 4.0; 0.4; 8.5; 0.6\}$ ,  $y_i = \{10.0; 9.7; 1.1; 4.5; 8.0; 0.6; 9.8; 2.8; 4.6; 4.5; 7.2; 2.1; 0.8; 3.5; 5.6; 0.7; 1.9; 6.8; 6.6; 1.0; 7.8; 7.7; 8.5; 0.7; 0.2; 2.3; 6.6; 4.2; 1.6; 1.7\}$ . Como  $n = 30$ , manteve-se a amostra  $x_i$  fixa e combinou-a com a amostra  $y_i$  de diferentes formas, ou seja, na primeira combinação formaram-se os pares  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ , ...,  $(x_{30}, y_{30})$ , na segunda combinação obtiveram-se os pares  $(x_1, y_2)$ ,  $(x_2, y_3)$ , ...,  $(x_{29}, y_{30})$ ,  $(x_{30}, y_1)$ , a terceira combinação teve os pares  $(x_1, y_3)$ ,  $(x_2, y_4)$ , ...,  $(x_{29}, y_1)$ ,  $(x_{30}, y_2)$ , e a última combinação teve os pares  $(x_1, y_{30})$ ,  $(x_2, y_1)$ , ...,  $(x_{29}, y_{28})$ ,  $(x_{30}, y_{29})$ . Apesar de todas as combinações conterem exatamente os mesmos dados, apenas combinados de formas diferentes (o que pode acontecer durante a tabulação dos dados obtidos, por exemplo, por meio de uma pesquisa de campo), foram obtidos coeficientes distintos para cada combinação:  $r_c = \{0.573; 0.657; 0.645; 0.694; 0.595; 0.643; 0.719; 0.642; 0.663; 0.599; 0.635; 0.571; 0.577; 0.682; 0.602; 0.673; 0.599; 0.612; 0.663; 0.715; 0.617; 0.558; 0.634; 0.672; 0.663; 0.563; 0.631; 0.698; 0.620; 0.621\}$ . Portanto, foi necessário fazer um ajuste no coeficiente para que ele pudesse produzir um indicador único que representasse a fidedignidade da amostragem, qualquer que fosse a combinação dos dados. O coeficiente passou a ter a seguinte expressão:  $r_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 1 - \sqrt{(X - Y)^2 / m.n} \right)$ , em que  $n$  é o tamanho da amostra e  $m$  é a amplitude da escala.

A expressão matemática elaborada acima, ou seja, o coeficiente  $r_c$ , atende às especificações 1 e 4, delineadas na Seção 4.6, porém, não atende aos itens 2, 3 e 5.

Após averiguadas as deficiências da expressão elaborada anteriormente, tentou-se desenvolver outras expressões que melhor atendessem às especificações delineadas na Seção 4.6. A última dessas expressões, a que melhor atendeu àquelas especificações é dada por

$$r_c = 1 - \frac{\sqrt{(\mu_X - \mu_Y)^2 + \sigma_X^2 + \sigma_Y^2 - 2\rho\sigma_X\sigma_Y}}{e}. \text{ Essa expressão atende às especificações 1, 2, 3 e 4,}$$

porém, não atende aos itens da especificação 5.

Portanto, não foi possível, até o momento, elaborar uma nova expressão matemática que atenda à todas as especificações da Seção 4.6. Como uma das expressões matemáticas estudadas atendeu àquelas especificações, esta passou a ser melhor estudada para averiguar se realmente ela pode ser utilizada pelo método proposto na tese.

#### 4.8 O coeficiente de fidedignidade mais apropriado para ser utilizado pelo método bivalorado para medições subjetivas

Depois de serem estudadas as várias expressões matemáticas candidatas ao coeficiente de fidedignidade do método bivalorado para medições subjetivas, incluindo as que foram elaboradas pelo autor da tese, e após de ter sido encontrada a mais apropriada para aquela finalidade por ter atendido à todas as especificações da Seção 4.6, apresentam-se nessa e nas próximas seções os resultados dos estudos mais aprofundados com esta expressão.

Inicia-se com algumas definições estatísticas básicas para facilitar a compreensão dos estudos realizados. Já foi definida anteriormente que a v.a.  $X$  contém os valores dos graus de evidência favorável e que a v.a.  $Z$  contém os valores dos graus de evidência contrária, obtidas conforme as características do método delineadas na Seção 4.5. Foi definido também que a v.a.  $Y$  contém os valores da v.a.  $Z$  convertidos pela expressão (7).

Devido às características do tipo de estudo que foi realizado com a expressão matemática selecionada nos testes, ou seja, a estimação da concordância entre dois vetores de dados, foram realizados os estudos diretamente com as v.a.  $X$  e  $Y$ .

Define-se que as v.a.  $X$  e  $Y$  possuam, respectivamente, as médias  $\mu_X$  e  $\mu_Y$ , as variâncias  $\sigma_X^2$  e  $\sigma_Y^2$ , os desvios padrão  $\sigma_X$  e  $\sigma_Y$  e a matriz de covariâncias

$\begin{pmatrix} \sigma_X^2 & \rho\sigma_X\sigma_Y \\ \rho\sigma_X\sigma_Y & \sigma_Y^2 \end{pmatrix}$ , sendo que  $\rho$  é o coeficiente de correlação de Pearson entre  $X$  e  $Y$ .

A expressão matemática selecionada nos estudos da seção anterior foi o coeficiente de correlação de concordância (Concordance Correlation Coefficient - CCC), publicada em Lin (1989, 1992 e 2000), Lin e Torbeck (1998) e Lin *et. al* (2002). Esta expressão, adaptada à simbologia adotada neste capítulo, é:

$$\rho_c = \frac{2\sigma_{XY}}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2}, \quad (8)$$

em que  $\rho_c$  é o coeficiente de correlação de concordância e  $\sigma_{XY}$  é a covariância entre  $X$  e  $Y$ .

Lin (1989, 1992 e 2000), Lin e Torbeck (1998) e Lin *et. al* (2002) desmembraram a expressão (8) obtendo

$$\rho_c = \rho C_a, \quad (9)$$

em que  $C_a$  é o coeficiente de acurácia dado pela expressão

$$C_a = \frac{2}{v + \frac{1}{v} + u^2}, \quad (10)$$

em que

$$v = \frac{\sigma_X}{\sigma_Y} \text{ é o componente da mudança de escala, e} \quad (11)$$

$$u = \frac{(\mu_X - \mu_Y)}{\sqrt{\sigma_X \sigma_Y}} \text{ é o componente da mudança de localização relativa para a escala.} \quad (12)$$

Substituindo as expressões (11) e (12) em (10) obtém-se

$$\begin{aligned} C_a &= \frac{2}{\frac{\sigma_X}{\sigma_Y} + \frac{1}{\frac{\sigma_X}{\sigma_Y}} + \left( \frac{\mu_X - \mu_Y}{\sqrt{\sigma_X \sigma_Y}} \right)^2} = \frac{2}{\frac{\sigma_X}{\sigma_Y} + \frac{\sigma_Y}{\sigma_X} + \frac{(\mu_X - \mu_Y)^2}{\sigma_X \sigma_Y}} = \\ &= \frac{2}{\frac{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2}{\sigma_X \sigma_Y}} = \frac{2\sigma_X \sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Para Lin (1989, 1992 e 2000), Lin e Torbeck (1998) e Lin *et. al* (2002),  $C_a$  é o componente de acurácia e  $\rho$  é o componente de precisão da expressão (8).

Como  $\sigma_{xy} = \rho\sigma_x\sigma_y$ , então, a expressão (8) passa a ser

$$\rho_c = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2}. \quad (14)$$

Lin (1989) afirma que o coeficiente de correlação de concordância,  $\rho_c$  da expressão (14), possui as seguintes características:

(i)  $-1 \leq -|\rho| \leq \rho_c \leq |\rho| \leq 1$

(ii)  $\rho_c = 0$  quando ocorrer um dos seguintes casos:

(a)  $\rho = 0$

$$\rho_c = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2*0*\sigma_X*\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = 0$$

(b)  $\sigma_x = 0$

$$\rho_c = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2*\rho*0*\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = 0$$

(c)  $\sigma_y = 0$

$$\rho_c = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2*\rho*\sigma_X*0}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = 0$$

(iii)  $\rho_c = \rho$  quando  $\sigma_x = \sigma_y$  e  $\mu_x = \mu_y$ ;

$$\begin{aligned} \rho_c &= \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2*\rho*\sigma_X*\sigma_X}{\sigma_X^2 + \sigma_X^2 + (\mu_X - \mu_X)^2} = \\ &= \frac{2*\rho*\sigma_X^2}{2*\sigma_X^2 + 0^2} = \rho \end{aligned}$$

(iv)  $\rho_c = \pm 1$  quando ocorrer um dos seguintes casos:

(a)  $(\mu_x - \mu_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_y)^2 + 2\sigma_x\sigma_y(1 \pm \rho) = 0$ , ou equivalente,

(a1)  $(\mu_x - \mu_y)^2 + (\sigma_x - \sigma_y)^2 + 2\sigma_x\sigma_y(1 + \rho) = 0$

$$(\mu_x - \mu_y)^2 + \sigma_x^2 - 2\sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 2\sigma_x\sigma_y + 2\rho\sigma_x\sigma_y = 0$$

$$(\mu_x - \mu_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + 2\rho\sigma_x\sigma_y = 0$$

$$(\mu_x - \mu_y)^2 + \sigma_x^2 + \sigma_y^2 = -2\rho\sigma_x\sigma_y$$

$$\rho_c = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{-2\rho\sigma_X\sigma_Y} = -1$$

$$(a2) \quad (\mu_X - \mu_Y)^2 + (\sigma_X - \sigma_Y)^2 + 2\sigma_X\sigma_Y(1 - \rho) = 0$$

$$(\mu_X - \mu_Y)^2 + \sigma_X^2 - 2\sigma_X\sigma_Y + \sigma_Y^2 + 2\sigma_X\sigma_Y - 2\rho\sigma_X\sigma_Y = 0$$

$$(\mu_X - \mu_Y)^2 + \sigma_X^2 + \sigma_Y^2 - 2\rho\sigma_X\sigma_Y = 0$$

$$(\mu_X - \mu_Y)^2 + \sigma_X^2 + \sigma_Y^2 = 2\rho\sigma_X\sigma_Y$$

$$\rho_c = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{2\rho\sigma_X\sigma_Y} = 1$$

(b)  $\rho = \pm 1$ ,  $\sigma_X = \sigma_Y$  e  $\mu_X = \mu_Y$ , ou equivalente, nos seguintes casos:

$$(b1) \quad \rho = +1, \quad \sigma_X = \sigma_Y \quad \text{e} \quad \mu_X = \mu_Y$$

$$\begin{aligned} \rho_c &= \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2 * (+1) * \sigma_X * \sigma_X}{\sigma_X^2 + \sigma_X^2 + (\mu_X - \mu_X)^2} = \\ &= \frac{2 * 1 * \sigma_X^2}{2 * \sigma_X^2 + 0^2} = \frac{2 * \sigma_X^2}{2 * \sigma_X^2} = 1 \quad \text{ou} \end{aligned}$$

$$(b2) \quad \rho = -1, \quad \sigma_X = \sigma_Y \quad \text{e} \quad \mu_X = \mu_Y$$

$$\begin{aligned} \rho_c &= \frac{2\rho\sigma_X\sigma_Y}{\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 + (\mu_X - \mu_Y)^2} = \frac{2 * (-1) * \sigma_X * \sigma_X}{\sigma_X^2 + \sigma_X^2 + (\mu_X - \mu_X)^2} = \\ &= \frac{2 * -1 * \sigma_X^2}{2 * \sigma_X^2 + 0^2} = \frac{-2 * \sigma_X^2}{2 * \sigma_X^2} = -1 \end{aligned}$$

(c) se ocorrer um dos seguintes casos:

(c1) cada par de leituras está em perfeita concordância, por exemplo: (1; 1), (2; 2),

(3; 3), ..., situação que é um caso particular do caso (b1);

(c2) cada par de leituras está em perfeita inversão de concordância, por exemplo,

(10; 0), (9; 1), (8; 2), ..., situação que é um caso particular do caso (b2);

As demonstrações das características foram feitas pelo autor desta tese, não constando na publicação original, ou seja, em Lin (1989).

As características acima apresentadas pela expressão (14) são compatíveis com as características do método bivalorado para medições subjetivas. As especificações 1 a 3 são atendidas pela expressão (14) porque ela contem os três itens exigidos naquelas especificações, da forma exigida por cada especificação. Quanto à especificação 4 (trabalhar com diferentes amplitudes de escala), a referida expressão não tem um componente específico para a amplitude da escala, porém, em sua composição há um componente de mudança de escala, referenciado pela expressão (11), portanto, indiretamente atende àquela especificação. Os itens da especificação 5 são atendidos pelas características n<sup>os</sup>. iv.b.1, ii.a e iv.b.2.

#### **4.9 Os testes com a expressão mais adequada para o coeficiente de fidedignidade do método proposto na tese**

Nesta seção são apresentados os resultados dos estudos mais aprofundados com a expressão matemática escolhida nos estudos da Seção 4.7, que foi a única que atendeu a todas as especificações da Seção 4.6, o coeficiente de correlação de concordância -  $\rho_c$ . Considerando que esse coeficiente já é utilizado para atender a outros problemas e outras necessidades em diversos ramos do conhecimento, e agora também poderá ser utilizado pelo método proposto na tese, foi necessário submetê-lo a alguns testes estatísticos para averiguar se os resultados obtidos pela expressão (14) não produzem tendências ou outro tipo de resultado indesejado. Esses testes foram realizados antes de sua aplicação prática.

Inicia-se os testes com a Transformação da Tangente Hiperbólica Inversa ou Transformação Z de Fisher (MINIUM, 1970). Segundo Lin (1989), Z é mais apropriado para essa categoria de testes porque apresenta resultados mais estáveis que  $\rho_c$ . Adaptando-a à simbologia adotada nesta tese, passa a ser chamada de  $Z_c$  e é dada pela expressão

$$Z_c = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \rho_c}{1 - \rho_c}. \quad (15)$$

Quando  $\rho_c$  for negativo,  $Z_c$  também será; se  $\rho_c = 0$ , então,  $Z_c = 0$ ; quando  $\rho_c$  for positivo, assim ocorrerá com  $Z_c$ . Os intervalos de  $\rho_c$  e  $Z_c$ , respectivamente, são [-1; +1] e [-3; +3].

Para a realização dos testes, foi necessário utilizar o estimador  $\hat{Z}_c$ , apresentado em Lin (1989) e Lin *et. al* (2002) e obtido pela expressão

$$\hat{Z}_c = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \hat{\rho}_c}{1 - \hat{\rho}_c}, \quad (16)$$

$\hat{\rho}_c$  é obtido pela expressão

$$\hat{\rho}_c = \frac{2S_{XY}}{S_X^2 + S_Y^2 + (\bar{X} - \bar{Y})^2}, \quad (17)$$

em que

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad S_X^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2,$$

$$S_Y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2 \quad \text{e} \quad S_{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X}) \times (y_i - \bar{Y}).$$

Baseado em Lin (1989) e Lin *et al.* (2002), para averiguar se a expressão (14) não produz resultados indesejados ou algum tipo de tendência, realizaram-se os testes de duas propriedades assintóticas da expressão (16), a consistência e a normalidade. O teste da consistência foi realizado por meio da verificação da diferença entre  $Z_c$  e  $\hat{Z}_c$  e pela averiguação de se a variância de  $\hat{Z}_c$  diminuía conforme o tamanho da amostra ( $n$ ) aumentava. O teste da normalidade de  $\hat{Z}_c$  foi realizado por meio do teste de Lillie.

Para realizar os testes acima foram gerados vetores de dados aleatórios para X e Y para a realização da Simulação de Monte Carlo (SOBOL, 1994; ROSS, 1997). Devido aos limites inferior e superior da amplitude da escala, nos testes foi utilizado o intervalo [0; 10], a distribuição utilizada foi a normal truncada obtida pelas funções `mtmvnorm()` e `rtmvnorm()` do software estatístico R versão 2.10, cujos scripts são apresentados no Apêndice C, baseados em Lee (1979), Leppard e Tallis (1989), Kotecha e Djuric, (1999), Horrace (2005).

Após obtido o vetor contendo os dados aleatórios necessários à Simulação de Monte Carlo (foi gerado um vetor para cada tamanho de  $n$  em cada cenário, ou seja, cada linha apresentada na Tabela 3), este vetor foi importado pelo software matemático Matlab 7.0 para os cálculos necessários que são apresentados na Tabela 3.

Os testes foram realizados com amostras com tamanhos  $n = 10, 20, 50, 100, 200$  e  $500$ , baseadas em publicações que também realizaram simulações de Monte Carlo para testar um coeficiente de fidedignidade recém criado, como Feldt (1980), Gilmer e Feldt (1983), Woodruff e Feldt (1986) e Lin (1989). Ainda como parâmetros para os testes, o nível de significância  $\alpha = 0,01$  e a quantidade de repetições =  $5000$  para cada cenário elaborado, valores que também foram utilizados nas citadas publicações anteriores.

Seis cenários foram elaborados buscando simular diferentes situações que podem ocorrer na prática. Os valores escolhidos para a elaboração dos cenários e os motivos da escolha são citados abaixo. Os parâmetros apresentados na Tabela 3 são os resultados da aplicação das funções `mtmvnorm()` e `rtmvnorm()` nos valores escolhidos como parâmetro para cada cenário. A utilização dessas funções é necessária devido à utilização da distribuição normal truncada para  $X$  e  $Y$  para que os dados gerados de forma aleatória durante as simulações não ultrapassem os limites inferior ou superior da escala utilizada. Quando a média de  $X$  e/ou de  $Y$  está(ão) próxima(s) ao(s) limite(s), há um maior truncamento nos dados gerados e, em consequência, um maior ajustamento nos parâmetros realizados pelas funções `mtmvnorm()` e `rtmvnorm()`, também proporcionando um pequeno aumento da variância desses dados gerados, como pode ser notado comparando os parâmetros e os dados obtidos nos diversos cenários elaborados.

Devido ao relatado no parágrafo anterior, o primeiro cenário foi elaborado com os parâmetros das médias de  $X$  e  $Y$  estando próximo ao centro da amplitude da escala, minimizando os efeitos relatados no parágrafo anterior. As variâncias escolhidas ficaram próximas da unidade (1,0) e a correlação escolhida foi próxima ao limite máximo (próxima a +1). Assim, esse cenário possui médias bem próximas, variâncias pequenas e alta correlação, proporcionando um valor mais alto para o coeficiente de fidedignidade. Os parâmetros escolhidos foram:  $\mu_X = 5,5$ ;  $\mu_Y = 5,0$ ;  $\sigma_X^2 = 1,2$ ;  $\sigma_Y^2 = 1,1$ ;  $\rho = 0,95$ .

Para o Cenário 2, a média escolhida para  $X$  já se aproximou ao limite superior da escala utilizada e a média escolhida para  $Y$  aumentou a diferença entre elas em relação ao cenário anterior, as variâncias e a correlação foram levemente diminuídas, formando um cenário com médias um pouco mais distantes (diminuindo o valor do coeficiente de fidedignidade), variâncias menores (aumentando a precisão), porém com menor correlação. Os parâmetros escolhidos foram:  $\mu_X = 8,5$ ;  $\mu_Y = 7,0$ ;  $\sigma_X^2 = 1,5$ ;  $\sigma_Y^2 = 1,2$ ;  $\rho = 0,9$ .

Para o Cenário 3, as médias escolhidas para X e Y foram baixas e próximas, testando este tipo de situação. Foram diminuídas as variâncias e a correlação em relação aos dois primeiros cenários. Assim, formou-se um cenário com médias baixas e próximas, variâncias menores (aumentando a precisão), com uma correlação menor que as utilizadas nos cenários anteriores. Os parâmetros escolhidos foram:  $\mu_X = 3,5$ ;  $\mu_Y = 2,5$ ;  $\sigma_X^2 = 0,8$ ;  $\sigma_Y^2 = 0,6$ ;  $\rho = 0,45$ .

No Cenário 4 optou-se por médias com pequena diferença e próximas ao centro da amplitude da escala, porém com variâncias maiores (menor precisão) e correlação ainda mais baixa que as utilizadas nos cenários anteriores, ou seja, um cenário de baixa precisão e baixa correlação, proporcionando um coeficiente de fidedignidade menor que os anteriores. Os parâmetros escolhidos foram:  $\mu_X = 6,5$ ;  $\mu_Y = 5,5$ ;  $\sigma_X^2 = 2,5$ ;  $\sigma_Y^2 = 2,0$ ;  $\rho = 0,25$ .

O Cenário 5 foi elaborado para comparar os seus resultados com os do cenário anterior, mantendo os mesmos parâmetros do Cenário 4, exceto a correlação, utilizando-se o mesmo valor absoluto do cenário anterior, porém, negativo. Esse cenário também serviu para averiguar os resultados quando se tem uma correlação negativa. Os parâmetros escolhidos foram:  $\mu_X = 6,5$ ;  $\mu_Y = 5,5$ ;  $\sigma_X^2 = 2,5$ ;  $\sigma_Y^2 = 2,0$ ;  $\rho = -0,25$ .

O último cenário foi elaborado para testar uma maior diferença entre as médias, alcançando 4,0. As variâncias escolhidas ficaram próximas da unidade (1,0) e a correlação escolhida foi próxima ao limite superior (próxima a +1). Os parâmetros escolhidos foram:  $\mu_X = 7,5$ ;  $\mu_Y = 3,5$ ;  $\sigma_X^2 = 1,2$ ;  $\sigma_Y^2 = 0,8$ ;  $\rho = 0,9$ .

A simbologia adotada na Tabela 3 é:

- $\mu_X$  – parâmetro para a média de X;
- $\mu_Y$  – parâmetro para a média de Y;
- $\sigma_X^2$  – parâmetro para a variância de X;
- $\sigma_Y^2$  – parâmetro para a variância de Y;
- $\rho$  – parâmetro para a correlação entre X e Y;
- $\sigma_{XY}$  – parâmetro para a covariância entre X e Y;
- $\rho_c$  – valor calculado pela expressão (14) baseado nos parâmetros escolhidos;
- $Z_c$  – valor calculado pela expressão (15) baseado nos parâmetros acima;
- $n$  – tamanho da amostra;
- $\bar{Z}_c$  – média do vetor contendo os valores de  $\hat{z}_c$ ;
- $Z_c - \bar{Z}_c$  – diferença entre o valor calculado para  $Z_c$  e a média do vetor de valores de  $\hat{z}_c$ ;

- $S_{Z_c}^2$  – variância do vetor contendo os valores de  $\hat{Z}_c$ ;
- Teste de Lillie – teste de normalidade para o vetor de valores de  $\hat{Z}_c$ ;

<b>Cenário 1:</b> $\mu_X = 5,499$ ; $\mu_Y = 4,999$ ; $\sigma_X^2 = 1,199$ ; $\sigma_Y^2 = 1,099$ ; $\rho = 0,949$ ; $\sigma_{XY} = 1,091$ ; $\rho_c = 0,856$ ; $Z_c = 1,278$				
<b>n</b>	$\hat{Z}_c$	$Z_c - \hat{Z}_c$	$S_{Z_c}^2$	<b>Teste de Lillie</b>
<b>10</b>	1,233311	3,63%	0,079960	não rejeitado
<b>20</b>	1,262529	1,24%	0,036061	não rejeitado
<b>50</b>	1,270375	0,61%	0,014282	não rejeitado
<b>100</b>	1,274358	0,29%	0,007057	não rejeitado
<b>200</b>	1,275301	0,21%	0,003362	não rejeitado
<b>500</b>	1,277477	0,04%	0,001363	não rejeitado
<b>Cenário 2:</b> $\mu_X = 8,240$ ; $\mu_Y = 6,791$ ; $\sigma_X^2 = 1,043$ ; $\sigma_Y^2 = 0,904$ ; $\rho = 0,845$ ; $\sigma_{XY} = 0,839$ ; $\rho_c = 0,415$ ; $Z_c = 0,441$				
<b>n</b>	$\hat{Z}_c$	$Z_c - \hat{Z}_c$	$S_{Z_c}^2$	<b>Teste de Lillie</b>
<b>10</b>	0,387891	13,84%	0,021351	rejeitado
<b>20</b>	0,388787	13,57%	0,010620	rejeitado
<b>50</b>	0,392974	12,36%	0,004035	não rejeitado
<b>100</b>	0,395977	11,77%	0,002043	não rejeitado
<b>200</b>	0,396237	11,44%	0,001052	não rejeitado
<b>500</b>	0,395180	11,04%	0,000419	não rejeitado
<b>Cenário 3:</b> $\mu_X = 3,501$ ; $\mu_Y = 2,502$ ; $\sigma_X^2 = 0,798$ ; $\sigma_Y^2 = 0,595$ ; $\rho = 0,428$ ; $\sigma_{XY} = 0,309$ ; $\rho_c = 0,258$ ; $Z_c = 0,264$				
<b>n</b>	$\hat{Z}_c$	$Z_c - \hat{Z}_c$	$S_{Z_c}^2$	<b>Teste de Lillie</b>
<b>10</b>	0,254038	4,16%	0,040059	rejeitado
<b>20</b>	0,260327	1,64%	0,019166	rejeitado
<b>50</b>	0,263351	0,48%	0,007351	não rejeitado
<b>100</b>	0,263583	0,39%	0,003634	não rejeitado
<b>200</b>	0,263777	0,31%	0,001821	não rejeitado
<b>500</b>	0,263450	0,44%	0,000705	não rejeitado

Tabela 3 – Resultados dos testes das propriedades assintóticas da expressão (16)

(a tabela continua na próxima página)

<b>Cenário 4:</b> $\mu_X = 6,444$ ; $\mu_Y = 5,485$ ; $\sigma_X^2 = 2,302$ ; $\sigma_Y^2 = 1,973$ ; $\rho = 0,239$ ; $\sigma_{XY} = 0,511$ ; $\rho_c = 0,196$ ; $Z_c = 0,199$				
$n$	$\hat{Z}_c$	$Z_c - \hat{Z}_c$	$S_{Z_c}^2$	<b>Teste de Lillie</b>
10	0,182241	9,33%	0,078181	rejeitado
20	0,188798	5,53%	0,036177	rejeitado
50	0,191505	5,36%	0,014110	não rejeitado
100	0,191979	3,78%	0,013998	não rejeitado
200	0,192677	3,41%	0,006846	não rejeitado
500	0,194125	2,64%	0,003455	não rejeitado
<b>Cenário 5:</b> $\mu_X = 6,446$ ; $\mu_Y = 5,514$ ; $\sigma_X^2 = 2,301$ ; $\sigma_Y^2 = 1,963$ ; $\rho = -0,311$ ; $\sigma_{XY} = -0,714$ ; $\rho_c = -0,278$ ; $Z_c = -0,285$				
$n$	$\hat{Z}_c$	$Z_c - \hat{Z}_c$	$S_{Z_c}^2$	<b>Teste de Lillie</b>
10	-0,26404	8,27%	0,079878	rejeitado
20	-0,27098	5,49%	0,038296	rejeitado
50	-0,27379	4,41%	0,015427	não rejeitado
100	-0,02776	2,92%	0,007669	não rejeitado
200	-0,27861	2,60%	0,003725	não rejeitado
500	-0,27928	2,36%	0,001516	não rejeitado
<b>Cenário 6:</b> $\mu_X = 7,482$ ; $\mu_Y = 3,486$ ; $\sigma_X^2 = 0,955$ ; $\sigma_Y^2 = 0,771$ ; $\rho = 0,893$ ; $\sigma_{XY} = 0,769$ ; $\rho_c = 0,087$ ; $Z_c = 0,087$				
$n$	$\hat{Z}_c$	$Z_c - \hat{Z}_c$	$S_{Z_c}^2$	<b>Teste de Lillie</b>
10	0,087120	6,08%	0,001476	rejeitado
20	0,087668	5,42%	0,000712	rejeitado
50	0,087676	5,51%	0,000283	não rejeitado
100	0,088089	4,91%	0,000141	não rejeitado
200	0,084206	3,41%	0,000065	não rejeitado
500	0,084245	3,36%	0,000026	não rejeitado

Tabela 3 – Resultados dos testes das propriedades assintóticas da expressão (16)

Os resultados apresentados no Cenário 1 mostram um coeficiente de fidedignidade alto ( $\rho_c = 0,856$ ), em conformidade com os parâmetros escolhidos. Anastasi (1977) considera que os valores acima de 0,7 para os coeficientes de fidedignidade são considerados altos para a maioria das finalidades a que estes coeficientes se destinam, essa consideração acabou se tornando uma referência para este tipo de avaliação. Os valores apresentados nas terceira e quarta colunas mostram respectivamente as altas acurácia e precisão do estimador  $\hat{Z}_c$  alcançadas neste cenário. O teste de normalidade não foi rejeitado para todos os valores de  $n$ .

O Cenário 2 apresentou resultados que mostram um coeficiente de fidedignidade um pouco mais baixo que o do cenário anterior ( $\rho_c = 0,415$ ), em conformidade com os parâmetros escolhidos. Os dados mostram uma acurácia do estimador  $\hat{Z}_c$  um pouco menor proporcionada pela média de  $X$  estar mais próxima do limite superior da escala, devido aos ajustes necessários feitos pelas funções da geração dos valores da distribuição normal truncada. Apesar da queda na acurácia, os valores apresentados na quarta coluna mostram a alta precisão do estimador  $\hat{Z}_c$  também alcançada neste cenário. O teste de normalidade não foi rejeitado para  $n \geq 50$ .

No Cenário 3, com uma correlação menor que os cenários anteriores, apresentou o menor coeficiente de fidedignidade entre os três primeiros cenários ( $\rho_c = 0,258$ ), porém, dentro do esperado pelos parâmetros escolhidos, onde foram testadas médias com valores baixos e próximos, variâncias e a correlação menor que as utilizadas nos cenários anteriores. Neste cenário também foram obtidas altas acurácia e precisão do estimador  $\hat{Z}_c$ . O teste de normalidade não foi rejeitado para  $n \geq 50$ .

O Cenário 4 que testou uma situação de variâncias mais altas (menor precisão para  $X$  e  $Y$ ) e baixa correlação. Em consequência, o coeficiente de fidedignidade apresentou um baixo valor ( $\rho_c = 0,196$ ). A precisão e a acurácia do estimador  $\hat{Z}_c$  também foi levemente diminuída. O teste de normalidade não foi rejeitado para  $n \geq 50$ .

O Cenário 5, que possui os mesmos parâmetros do cenário anterior, exceto a correlação, que é negativa. Esse cenário apresentou um coeficiente de fidedignidade também negativo ( $\rho_c = -0,278$ ), em conformidade com os parâmetros selecionados. A precisão e a acurácia do estimador  $\hat{Z}_c$  foram semelhantes aos apresentados no cenário anterior. O teste de normalidade não foi rejeitado para  $n \geq 50$ .

No último cenário, que foi elaborado para testar uma maior diferença entre as médias, apresentou um coeficiente de fidedignidade próximo a zero ( $\rho_c = 0,087$ ), em conformidade com os parâmetros escolhidos. A acurácia do estimador  $\hat{Z}_c$  foi semelhante aos apresentados nos dois cenários anteriores, porém, sua precisão foi uma das mais altas dos seis cenários. O teste de normalidade não foi rejeitado para  $n \geq 50$ .

De acordo com os dados apresentados pelos seis cenários elaborados e apresentados na Tabela 3, a diminuição da diferença entre  $Z_c$  e  $\hat{Z}_c$  e a diminuição da variância de  $\hat{Z}_c$

conforme  $n$  aumentou, permite concluir que a expressão (16) é um estimador consistente de  $Z_c$ . Os dados apresentados naquela tabela, auxiliados pelos histogramas e gráficos de normalidade apresentados no Apêndice D, permitiram verificar que  $\hat{Z}_c$  apresentou distribuição normal em todos os cenários para  $n \geq 50$ , portanto recomenda-se utilizar a expressão (17) com  $n \geq 50$ .

Com os resultados obtidos nos testes com a expressão (16) é possível afirmar que a expressão (14) não produz resultados indesejáveis ou qualquer tipo de tendência para  $n \geq 50$ .

#### **4.10 Aplicação prática do método bivalorado para medições subjetivas e seu coeficiente de fidedignidade**

Aproveitando os dados obtidos na pesquisa de campo publicada em Bispo e Cazarini (2007a), aplicou-se na prática o método bivalorado para medições subjetivas e seu coeficiente de fidedignidade.

A pesquisa de campo foi realizada com uma amostra constituída por professores do Curso de Administração de uma Instituição de Ensino Superior localizada no interior do estado de São Paulo. O objetivo daquela pesquisa era demonstrar as diferenças entre a medição subjetiva univalorada e a bivalorada. Os objetos da pesquisa foram o sistema de TV aberta (Pesquisa 1) e o sistema de jornais impressos (Pesquisa 2), ambos no Brasil. Ambos objetos da pesquisa foram estudados de forma genérica, sem especificar qualquer emissora de televisão aberta ou qualquer jornal impresso. São sistemas com finalidades semelhantes, proporcionando informações e entretenimento aos seus usuários, as questões das duas pesquisas são semelhantes, o que permitiu fazer as comparações necessárias para alcançar o objetivo da pesquisa de campo.

Devido à facilidade do autor em obter uma amostra de dados com os professores da instituição de ensino escolhida, combinado com limitações de tempo, locomoção, recursos financeiros, acesso aos pesquisados e outros fatores de dificuldade, caso a pesquisa fosse realizada em outra(s) instituição(ões) de ensino superior, o tamanho da amostra limitou-se à quantidade de professores da referida instituição que participaram voluntariamente da pesquisa. Todos os 86 professores da instituição foram convidados a participar da pesquisa e receberam os questionários, os quais foram entregues pessoalmente e foi solicitada a participação voluntária, sem identificação e com a devolução do questionário em uma urna

localizada em lugar neutro. Retornaram 72 (83,72%) questionários. Para aquele tamanho de amostra, trabalhou-se com 90% de nível de confiança e cerca de 10% de erro de estimação.

A Tabela 4 apresenta as 72 medições bivaloradas para cada uma das seis questões formuladas na Pesquisa 1, onde os participantes realizaram tanto as medições dos graus de evidência favorável como os graus de evidência contrária. A Tabela 5 apresenta as 36 medições bivaloradas para cada uma das seis questões formuladas na Pesquisa 2, sendo que metade dos 72 participantes mediu somente os graus de evidência favorável e a outra metade mediu somente os graus de evidência contrária.

Para demonstrar as diferenças entre as medições subjetivas univaloradas e as bivaloradas, foi necessário dividir a pesquisa em dois tipos de formulários, cada um deles contendo três partes. As duas primeiras partes dos dois tipos de formulários eram iguais, constituindo a Pesquisa 1, onde cada participante da pesquisa avaliava tanto os graus de evidência favorável (primeira parte) como os graus de evidência contrária (segunda parte) do sistema de tv aberta no Brasil. O objetivo era demonstrar que a medição daqueles graus de evidência realizados pelas mesmas pessoas não proporcionava uma medição independente, proporcionando uma tendência aos resultados obtidos pela expressão (5).

A terceira parte dos formulários constituía a Pesquisa 2, onde a medição bivalorada foi realizada por pessoas distintas. Enquanto a Pesquisa 1 (as duas primeiras partes dos formulários) foi preenchidas por todos os 72 participantes obtendo 72 medições bivaloradas, a Pesquisa 2 (a terceira parte dos formulários) dividiu as medições dos graus de evidência favoráveis e contrárias entre os dois tipos de formulários, ou seja, metade deles (os do Tipo A) continha somente o levantamento dos graus de evidências favoráveis e a outra metade (os do Tipo B) continha somente o levantamento dos graus de evidências contrárias. Portanto, 36 participantes preencheram cada um dos dois tipos de formulário. Essa terceira parte avaliou o sistema de jornais impressos no Brasil. Ambos formulários possuem cópia no Apêndice B.

Os participantes da pesquisa foram orientados para realizarem a medição da segunda parte da forma mais independente possível da primeira parte, não proporcionando resultados automáticos para a segunda parte.

Foi solicitado aos participantes que, na primeira parte do formulário, fossem medidos subjetivamente, atribuindo uma nota de zero (péssimo) a dez (excepcional), com uma casa decimal, os aspectos positivos de seis itens relacionados ao sistema de televisão aberta no

Brasil, genericamente e sem especificar qualquer emissora, obtendo-se assim suas evidências favoráveis. Foram avaliados seis itens, conforme cópia dos formulários no Apêndice B.

Na segunda parte do formulário, foi solicitado que fossem medidas subjetivamente exatamente as mesmas questões da primeira parte, porém atribuindo uma nota de zero (não há qualquer aspecto negativo, desfavorável ou contrário) a dez (há um aspecto muitíssimo negativo, desfavorável ou contrário), com uma casa decimal.

Na terceira parte dos formulários (Pesquisa 2), os participantes foram orientados para procederem da mesma forma que na Pesquisa 1. Aqueles que receberam o formulário A deveriam seguir os mesmos procedimentos da primeira parte (medir os graus de evidência favorável) e os que receberam o formulário B deveriam seguir os mesmos procedimentos da segunda parte (medir os graus de evidência contrária), porém, quanto ao sistema de jornais impressos no Brasil.

Os dados obtidos nas Pesquisas 1 e 2, respectivamente, são apresentados nas Tabelas 4 e 5. Em ambas tabelas, os termos Q1 a Q6 referem-se, respectivamente, às questões 1 a 6. Na Tabela 4, são apresentadas as notas dos 72 participantes da Pesquisa 1, referentes aos seis itens (Q1 a Q6) das evidências favoráveis (primeira parte dos formulários) e das evidências contrárias (segunda parte dos formulários). A Tabela 5 apresenta as notas dos 72 participantes da Pesquisa 2, sendo que metade deles participou do levantamento das evidências favoráveis (terceira parte do formulário A), e a outra metade participou do levantamento das evidências contrárias (terceira parte do formulário B).

Os pares de dados (grau de evidência favorável e grau de evidência contrária) foram formados a partir da seqüência exata do retorno de cada tipo de formulário.

Participantes	Evidências favoráveis						Evidências contrárias					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
1	2	2	0	2	1	1	10	9	9	10	9	10
2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9
3	3	2	2	1	1	8	8	9	9	9	9	2
4	3	6	6	2	0	1	9	4	6	7	10	7
5	5	6	3	3	3	5	5	4	7	7	7	5
6	4	3	4	3	2	4	8	8	7	8	7	8
7	5	4	6	4	4	4	5	6	4	4	6	6
8	3	4	5	5	4	4	7	6	5	5	6	6
9	6	6	8	7	2	8	3	3	3	4	8	5
10	3	3	6	5	3	2	10	10	6	6	10	10
11	5	3	6	3	6	2	10	8	8	7	7	8
12	6	6	8	8	7	5	6	6	4	4	5	5
13	6	5	6	5	6	5	4	5	4	5	4	5
14	6	7,5	7	6	7,5	6	4	3	4	4	3	3
15	6,5	4,5	4,5	5	3	4	3,5	5,5	5,5	5	7	6
16	3	2	5	3	3	2	7	7	3	5	5	8
17	6	6	7	6	6	6	8	8	5	8	8	8
18	5	4	7	5	5	4	5	4	7	5	5	4
19	5	3	3	2	2	4	4,5	7	7	8	8	5,5
20	4	6	8	7	6	5	7	5	2	3	3	5
21	5	4	6	5	3	4	4	6	5	5	5	5
22	3	3	2	1	1	2	9	9	9	8	8	8
23	4	5	6	4	6	5	7	6	5	7	5	6
24	5	7	4	5	4	5	5	3	6	5	6	5
25	7	6	9	8	5	5	3	3	2	4	4	5
26	1	4	4	3	4	3	9	6	7	8	7	8
27	6	6	4	5	4	7	5	3	7	5	6	3
28	6	5	5	6	5	6	4	4	5	4	5	4
29	3	3	2	4	5	3	8	8	7	8	6	8
30	4	6	4	4	7	4	6	4	5	6	4	6
31	4,5	4	3,5	3	2	3	7	6,5	7	6,5	8	7,5
32	3	4	5	4	4	4	7	6	5	6	7	6
33	5	6	4	4	4	3	5	6	5	6	6	6
34	5	5	7	6	5	4	6	5	4	5	5	5
35	7	5	6	6	7	5	3	5	4	4	3	5
36	4	4	4	3	4	3	7	8	8	8	7	8
37	4	4	3	3	3	3	8	7	8	8	8	8
38	5	7	5	5	3	7	7	4	5	5	7	5
39	5	5,5	6	4	5	4	5	4,5	4	6	5	5
40	5	7	7	7	6	5	5	3	3	3	4	5
41	6	5	7	5	4	4	4	5	3	5	6	6
42	6	4	6	6	6	6	9	8	8	8	8	8
43	5	4	8	7	6	5	8	7	4	4	4	7
44	5	4	3	3	2	5	8	8	9	9	9	9
45	4	3	5	4	5	5	6	7	5	6	5	5
46	6	5	4	4	5	3	4	4	5	4	6	6
47	5	5	2	2	2	4	8	8	8	8	8	7
48	5	3	5	5	3	3	5	7	5	5	7	7
49	4	2	2	3	3	3	3	2	3	5	2	3
50	5	5	6	4	3	4	6	5	4	5	3	4
51	2	1	5	5	3	5	9	8	4	5	8	9
52	5	9	2	2	3	5	5	8	7	7	7	6
53	5	6	7	6	7	6	5	4	4	3	4	4
54	0	3	2	0	0	2	10	10	8	10	10	8
55	3	5	3	4	4	2	7	5	6	6	6	8
56	4	6	4	5	6	6	6	7	6	5	6	5
57	8	7	5	6	4	4	2	4	6	7	6	8
58	5	5	7	4	5	5	8	9	6	6	7	6
59	6	7	5	8	4	6	4	3	5	2	6	4
60	4	7	6	9	5	5	6	3	4	1	5	5
61	5	5	5	4	4	4	6	5	6	6	5	6
62	1,5	3	4	3,5	5	4	2	4	6	5	6	5
63	2	8	5	6	8	8	8	2	8	8	6	5
64	2,5	7	3,5	3,5	2	3	7,5	3	6,5	6,5	8	7
65	5	3	4	4	3	3	7	7	6	6	6	7
66	4	3	4	3	3	3	6	7	7	7	7	8
67	5	5	3	3	3	1	8	8	8	7	7	9
68	6	4	4	7	6	4	8	6	6	3	4	6
69	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	6	6
70	4	7	3	3	2	6	6	3	7	8	8	4
71	5	4	7	7	8	3	6	7	3	3	2	7
72	2	3	5	1	0	3	7	8	6	10	7	8

Tabela 4 – Pesquisa 1 – dados obtidos na avaliação do sistema de televisão aberta do Brasil

Participantes	Evidências favoráveis						Evidências contrárias					
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
1	4	3	3	3	4	8	2	4	3	5	5	2
2	7	7	6	5	4	8	4	3	3	4	3	2
3	8	8	5	5	4	8	5	7	8	10	9	3
4	7	5	4	4	4	4	4	7	4	5	6	5
5	6	6	7	6	7	7	2	1	3	2	8	1
6	8	8	8	9	7	7	7	5	5	5	5	6
7	8	8	7	6	6	8	6	6,5	5	4	4	7
8	8	9	8,5	8	9	9,5	4	6	4	6	3	3
9	7	7	6	6	6	6	9	8	7	5	7	9
10	4	4	3	2	4	4	7	8	8	5	8	7
11	8	6	6	5	7	8	4	6	5	8	3	4
12	7	7	7	5	8	6	5	5	6	6	6	5
13	8	8	8	9	8	8	5	5	6	6	6	7
14	7	7	7	5	6	7	4	3	3	4	6	5
15	8	6	6	6	7	6	7,5	8	7,5	9	8	8,5
16	5	4	4	5	2	6	8	7	7	4	6	9
17	8	6	6	6	8	8	3	4	5	8	6	7
18	7	7	6	5	6	6	4	4	4	5	2	1
19	7	6	7	5	5	8	5	3	4	7	6	6
20	7	7	5	6	5	8	4	4	5	8	2	8
21	8	7	5	5	7	7	6	5	5	4	4	4
22	8	7	7	6	8	6	2	4	5	5	6	2
23	4	6	5	1	3	5	4	4	3	3	3	3
24	4	2	5	4	5	6	4	7	3,5	6	8	2,5
25	7,5	7	6,5	7,5	8	8	4	5	6	7	5	4
26	8	7	6	4	7	6	3	3	4	8	5	9
27	7,5	7	6,5	5	5	8	4	5	6	4	4	3
28	5	3	2	3	4	7	8	9	8	6	7	8
29	9	7	9	4	8	9	5	5	8	7	6	8
30	5	2	8	5	9	8	3	4	5	6	4	3
31	6	5	4	2	5	5	3	8	8	9	7	4
32	9	9	8	8	8	7	4	3	4	5	3	3
33	8	8	7	5	7	8	7	6	6	8	5	6
34	7	6	6	4	7	8	6	4	7	5	6	3
35	5	4	4	3	4	5	6	6	6	6	6	6
36	7	6	7	5	7	7	2	2	3	3	0	1

Tabela 5 – Pesquisa 2 – dados obtidos na avaliação do sistema de jornais impressos do Brasil

Os dados apresentados nas duas tabelas estão em seu formado bruto, ou seja, os graus de evidência favorável constituem a amostra X para cada uma das seis questões, assim como os graus de evidência contrária constituem a amostra Z para cada uma das seis questões, de ambas as pesquisas. Para efetuar os devidos cálculos foi necessário antes converter os dados da amostra Z para a amostra Y por meio da expressão (7), considerando que o intervalo utilizado nas pesquisas foi [0; 10], formando para cada questão da Pesquisa 1 os 72 pares de dados bivalorados XY e para a Pesquisa 2 os 36 pares de dados bivalorados XY.

Aplicando a expressão (17) aos 72 pares de dados bivalorados de cada questão da Pesquisa 1 e nos 36 pares de dados bivalorados de cada questão da Pesquisa 2 para calcular seus respectivos coeficientes de fidedignidade, assim como, calculando as demais variáveis componentes daquela expressão, obtiveram-se os resultados apresentados nas Tabelas 6 e 7.

	$\hat{\rho}_c$	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$S_X^2$	$S_Y^2$	$S_{XY}$
Questão 1	0,510	4,444	3,715	2,278	4,083	0,584
Questão 2	0,571	4,701	4,159	2,765	4,323	0,619
Questão 3	0,683	4,812	4,305	3,383	3,236	0,720
Questão 4	0,772	4,375	4,083	3,816	3,816	0,793
Questão 5	0,683	4,007	3,792	3,623	3,463	0,698
Questão 6	0,625	4,180	3,792	2,544	3,089	0,654

Tabela 6 – Resultados da Pesquisa 1

	$\hat{\rho}_c$	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$S_X^2$	$S_Y^2$	$S_{XY}$
Questão 1	0,006	6,861	5,263	2,109	3,364	0,009
Questão 2	0,201	6,166	4,875	3,228	3,620	0,257
Questão 3	0,170	5,986	4,722	2,707	2,821	0,226
Questão 4	-0,015	5,069	4,222	3,259	3,492	-0,017
Questão 5	0,140	6,083	4,777	3,221	4,006	0,180
Questão 6	0,060	6,958	5,138	1,776	6,280	0,104

Tabela 7 – Resultados da Pesquisa 2

Os dados apresentados na Tabela 6 confirmam as conclusões da pesquisa realizada e publicada em Bispo e Cazarini (2007a), mostrando que quando as mesmas pessoas realizam as medições dos graus de evidência favorável e dos graus de evidência contrária, tendem naturalmente a apresentar resultados semelhantes aos obtidos pela expressão (6). As covariâncias variaram entre 0,584 e 0,793, contribuindo para que os coeficientes de fidedignidade variassem entre 0,510 e 0,772. Para essa pesquisa, as médias de X e Y estiveram sempre abaixo do centro do intervalo da escala, ou seja, sempre abaixo de 5,0. As variâncias de X estiveram entre 2,278 e 3,816, as variâncias de Y foram maiores variando entre 3,089 e 4,323, mostrando maior discordância nos graus de evidência contrária.

Os dados apresentados na Tabela 7 também confirmam as conclusões da Pesquisa 2 de Bispo e Cazarini (2007a), mostrando que quando as pessoas distintas realizam as medições dos graus de evidência favorável e dos graus de evidência contrária, produzem resultados bem diferentes de quando esses graus são medidos pelas mesmas pessoas, como na Pesquisa 1. Na Pesquisa 2, as covariâncias foram menores que na Pesquisa 1 e estiveram entre -0,017 e 0,257, contribuindo para que os coeficientes de fidedignidade variem entre -0,015 e 0,201,

mostrando maior discordância entre as medições dos avaliadores dos graus de evidência favorável e o dos graus de evidência contrária. As médias de X oscilaram entre 5,069 e 6,958, enquanto as de Y variaram entre 4,222 e 5,263. As variâncias de X estiveram entre 1,776 e 3,257, as variâncias de Y foram maiores variando entre 2,821 e 6,280, também mostrando maior discordância nos graus de evidência contrária.

Os resultados obtidos e apresentados nas Tabelas 6 e 7, apesar de que as Pesquisas 1 e 2 tinham objetos de pesquisa distintos, porém, com atividades semelhantes, associados com as questões semelhantes nas duas pesquisas, permitiram comparar os resultados de ambas, mostrando que quando as pessoas distintas realizam as medições dos graus de evidência favorável e dos graus de evidência contrária, produzem um coeficiente de fidedignidade mais coerente com o grau de retração da realidade do atributo do mensurando. Na Pesquisa 1, os coeficientes de fidedignidade obtidos mostraram que o grau de realismo da amostra está entre 51% e 77%, enquanto na Pesquisa 2, os coeficientes mostraram que o grau de realismo da amostra variava entre -1,5% e 20%. Apesar de ser apenas uma pesquisa de campo, mas já foi possível mostrar resultados significantes do método proposto na tese. Para um processo decisório diferenças como a da pesquisa de campo realizada são muito significantes.

#### **4.11 Considerações finais**

Após a apresentação dos resultados dos diversos estudos realizados para a elaboração desse capítulo, é possível finalizar a tese com o capítulo da conclusão.

## 5 Conclusões

Durante a revisão bibliográfica para a elaboração da fundamentação teórica foi observado que existem poucas publicações sobre alguns dos fundamentos da medição subjetiva. Complementando a fundamentação encontrada na literatura, foi necessário partir para os estudos que permitiram a elaboração dos principais postulados sobre medições subjetivas. Baseado naqueles postulados e nos instrumentos de medição subjetiva delineados na Seção 2.2.1, realizou-se um estudo sobre os principais tipos e as principais fontes de erros em medições subjetivas, outro item com poucas publicações disponíveis.

Encerrada a elaboração do embasamento teórico, deu-se início aos estudos para averiguar a existência de algum método ou expressão matemática que solucionasse o problema proposto na Seção 1.2. Durante os estudos iniciais foi considerado como o melhor método a ser estudado e desenvolvido para ser aplicado àquele problema, o que se baseava em um dos princípios da Lógica Paraconsistente Anotada de Dois Valores, a medição bivalorada. Assim, foi elaborado o método preliminar, a avaliação qualitativa paraconsistente, que empregava a medição subjetiva bivalorada realizando duas medições subjetivas independentes no mesmo atributo do mensurando, realizando-as de forma semelhante a um julgamento judicial, conforme descrito na Seção 4.2. Uma das medições realiza o levantamento dos graus de evidência favorável e a outra o levantamento dos graus de evidência contrária. O método mostrava-se eficaz e vários artigos foram publicados apresentando os resultados até então obtidos. Os avanços nos estudos permitiram a evolução daquele método preliminar para o método definitivo, o método bivalorado para medições subjetivas.

Para completar o método proposto, foram realizados diversos estudos para encontrar uma expressão matemática que quantificasse o quão fidedigna é uma amostra de dados obtida por meio de medição subjetiva em relação à realidade do atributo do mensurando, ou seja, um coeficiente de fidedignidade.

Elaboraram-se as especificações que as expressões matemáticas candidatas àquele coeficiente de fidedignidade tinham que apresentar. Foram estudados diversos métodos e modelos e suas respectivas expressões matemáticas. Também foram elaboradas e testadas algumas novas expressões. Nos estudos realizados, a única expressão que atendeu a todas as especificações da Seção 4.6 foi o coeficiente de correlação de concordância (LIN, 1989).

A expressão matemática selecionada devido ao resultado obtido foi submetida a testes estatísticos para averiguar suas propriedades assintóticas, a consistência e a normalidade, para assegurar que a expressão não poderia produzir resultados distorcidos ou tendências indesejáveis. Para auxiliar os testes foi utilizada a Simulação de Monte Carlo. Os resultados obtidos permitiram concluir que aquela expressão possui a propriedade da consistência e que a propriedade da normalidade foi averiguada para  $n \geq 50$ .

Após os testes realizados, utilizando os dados de uma pesquisa de campo realizada anteriormente, foi possível averiguar na prática a aplicabilidade do método proposto na tese.

Concluindo, os estudos realizados permitiram não refutar a Hipótese 2, assim como cumprir o Objetivo 2, ambos apresentados no Capítulo 1.

### **5.1 Sugestão para futuros trabalhos**

Esta tese não teve a intenção de esgotar os estudos realizados, pelo contrário, pretende-se que novos estudos dêem continuidade aos já realizados, ficando como sugestão:

- revisão e aperfeiçoamento dos postulados sobre medições subjetivas;
- revisão e aperfeiçoamento das fontes de erros em medições subjetivas;
- revisão e aperfeiçoamento do próprio método bivalorado para medições subjetivas, talvez empregando os fundamentos de outra ciência, como a Lógica Nebulosa, a Análise Multicritério ou alguma técnica de Inteligência Artificial;
- revisão, aperfeiçoamento e novos testes com seu coeficiente de fidedignidade;
- pesquisa e testes com outras expressões matemáticas que apresentem melhores resultados;
- realização de novas pesquisas de campo empregando o método bivalorado para medições subjetivas e seu coeficiente de fidedignidade avaliando sua aplicabilidade prática.

## **APÊNDICE A – Uma revisão bibliográfica dos estudos que empregaram a combinação de medições objetivas e subjetivas**

Este apêndice apresenta a continuação da breve revisão bibliográfica das publicações de interesse da área de gestão organizacional, com ênfase na Engenharia de Produção, que realizaram estudos empregando a combinação de medições objetivas e subjetivas. É uma continuação dos exemplos citados na Seção 2.1.5. Os estudos apresentados foram selecionados, dentro de um universo bem mais amplo, filtrando apenas aqueles que são ou possam ser de interesse para as áreas citadas. Foram selecionados estudos que enfocassem três grandes temas: desempenho organizacional, gestão da qualidade e gestão organizacional em geral. Devido à extensão da revisão bibliográfica original, cerca de 200 páginas, as publicações estão sendo apresentadas no formato de listas, contendo apenas sua principal linha de pesquisa que empregou a combinação dos dois tipos de medição.

Entre os diversos estudos que empregaram a combinação de medições objetivas e subjetivas para avaliar as variáveis que compõem o desempenho organizacional estão:

- Childs e Wolfe (1972) avaliaram os julgamentos de valor de gerentes de departamento de projetos;
- Miller (1980) analisaram variáveis como comunicação, padrões de tomada de decisão, interdependências e atribuição de tarefas;
- Alexander III e Wilkins (1982) estudaram fatores como: características pessoais de avaliados e avaliadores, contextos organizacionais e outras características que possam afetar as avaliações de desempenho;
- Dess e Robinson Jr. (1984) examinaram o rendimento de ativos, crescimento de vendas e desempenho global juntos aos executivos e altos gerentes;
- Church (1986) analisou a relação entre orçamento e a volatilidade do ambiente organizacional em 104 empresas ou indústrias, por meio de questionários que visam captar a percepção dos executivos sobre mercado, componentes financeiros, ambiente organizacional, tecnológicos e sócio-políticos, assim como indicadores objetivos sobre mercado, volatilidade financeira, tecnologias e finanças;
- Mear e Firth (1988) avaliaram os riscos financeiros por meio de teste de relevância de informações contábeis e do mercado;

- Hubert (1988) estudou três visões gerenciais para TI (Tecnologia da Informação): 1. automação de tarefas manuais e processos, 2. informatização (distribuição e expansão de conhecimento) e, 3. transformação das competências e da forma de trabalho organizacional;
- DiPietro (1989) avaliou os efeitos dos julgamentos [avaliações, análises, conclusões, decisões, etc.] realizados sob o efeito de riscos e incertezas nos dados e informações obtidos, além da utilização de raciocínio heurístico, experiência, tarefas e inter-relacionamentos entre essas variáveis;
- Mawhinney (1989) estudou os fatores que contribuem para a satisfação com o trabalho;
- Jennings e Young (1990) avaliaram o empreendedorismo corporativo;
- Khan e Morrow (1991) examinaram o grau de satisfação dos empregados não acadêmicos de universidades com relação à subutilização de suas respectivas habilidades de trabalho;
- Hoskisson *et al.* (1993) analisaram a estratégia de diversificação por meio de: 1. medidas subjetivas de diversificação; 2. tamanho, finanças e intensidade da P&D; e 3. contabilidade e desempenho baseado no mercado;
- Newman (1993) examinou como os resultados de decisões e o próprio processo decisório podem ser melhorados com o uso de um sistema que dá suporte à decisão integrada (processamento de componentes para auxiliar o usuário a identificar mais facilmente os problemas estruturais, reconhecimento de oportunidades e chegar a conclusões mais satisfatórias), por meio de uma experiência conduzida com professores de MBA usados como tomadores de decisões empregando jogos de decisões;
- Baker *et al.* (1994) avaliaram o desempenho organizacional a partir de incentivos implícitos e explícitos;
- Itoh (1994) investigou a delegação de tarefas como um instrumento de incentivo profissional;
- Reed (1998) estudou o desafio organizacional frente às tendências das novas gerações de trabalhadores, assim como a relação inversa entre a idade dos trabalhadores e a aquisição de habilidade em tecnologia computacional;
- Rowe e Morrow Jr. (1999) empregaram medidas objetivas para avaliar a contabilidade e o mercado e medidas subjetivas para avaliar o desempenho financeiro empresarial;
- Ke *et al.* (1999) sugerem que sejam empregadas mais medidas subjetivas para complementar as informações da performance financeira da empresa obtidas com as medidas objetivas;

- Wang e Gianakis (1999) mostraram que os funcionários públicos, exceto diretores financeiros, preferem as medidas subjetivas para avaliar o desempenho, quando estas medidas são usadas para buscar progressos organizacionais que os atinjam;
- McMullan *et al.* (2001) avaliaram uma amostra de empreendedores e de donos de pequenas empresas que receberam assistência dos programas de treinamento de empreendedores quanto a: 1. medidas subjetivas de satisfação do cliente, 2. percepções de melhorias de desempenho atribuível aos programas, e 3. medidas objetivas de desempenho empresarial após a assistência;
- Nelson e Ghods (2002) mediram as contribuições para produtividade de sistemas de informação que utilizam o Desenvolvimento do Software Estruturado e Metodologia de Manutenção (SDMM);
- Gilboa e Schmeidler (2002) estudaram o relacionamento entre previsões e eventualidades;
- Ivkovic *et al.* (2002) analisaram as regras de interesse empregadas em sistemas computacionais de Knowledge Discovery in Databases - KDD;
- Moses (2002) estudaram como melhorar a consistência da estimativa do esforço necessário para o desenvolvimento de software;
- Shore *et al.* (2003) analisaram a correlação e a importância da idade dos gerentes e dos empregados em relação às suas atitudes, desempenhos e oportunidades na carreira;
- Sturman *et al.* (2005) avaliaram a estabilidade do desempenho no trabalho com o passar do tempo;
- Gonzalez-Benito e Gonzalez-Benito (2005) pesquisaram as abordagens culturais e operacionais para medir a orientação de mercado, desempenho organizacional e fonte de informação nas organizações quanto às perspectivas de produção e operações;
- Stede *et al.* (2006) examinaram a estratégia industrial baseada na qualidade e no uso de diferentes tipos de medidas de desempenho;
- Courtney *et al.* (2007) analisaram cinco modelos usados para gerar conhecimento dos trabalhadores para se alcançar o alto desempenho organizacional.

Alguns estudos que empregaram a combinação de medições objetivas e subjetivas para avaliar as variáveis que compõem a qualidade:

- Awal (1981) analisou os relacionamentos entre quatro tipos de medidas de clima organizacional: (a) medidas externas de características organizacionais, (b) descrições das características organizacionais, (c) medidas subjetivas de características organizacionais percebidas, e (d) medidas interpretativas de características organizacionais; os dados foram

- coletados a partir de relatórios, descrições, percepções e interpretações das características organizacionais, obtidos de 283 gerentes de uma grande multinacional;
- Oskarsson (1984) avaliou o clima organizacional em 99 empresas americanas, por meio da rotatividade de funcionários, comunicação interna, problemas trabalhistas, descentralização gerencial e medidas de performance organizacional (produtividade, crescimento e rentabilidade);
  - Muttar (1985) realizou a validação do instrumento utilizado em uma pesquisa de clima organizacional, analisando a relação entre as percepções (subjetivas) e as medidas objetivas do clima organizacional de uma empresa;
  - Heaney (1988) estudou o nível de influência do *stress* nos indicadores de saúde ocupacional e de satisfação com o trabalho;
  - Woodcock (1989) criou um novo modelo (Akaike Information Criterion - AIC) para avaliar a confiabilidade de software por meio de indicadores objetivos complementados com dados oriundos de instrumentos de medição subjetiva;
  - Iselin (1993) investigou os efeitos de algumas variáveis na qualidade da decisão;
  - Showers e Showers (1993) analisaram a relação entre medidas objetivas (desempenho da manutenção automobilística) e medidas subjetivas (satisfação do proprietário) da qualidade do produto;
  - Li (1995) empregou medidas subjetivas e a teoria dos conjuntos nebulosos (fuzzy) para examinar o julgamento humano no processo de tomada de decisão;
  - Sillince *et al.* (1996) examinou alguns aspectos de sucesso do desenvolvimento dos círculos de qualidade a partir de uma pesquisa em mais de 5.000 círculos de qualidade;
  - Diamantides (2000) usou medidas objetivas para investigar a qualidade da água e medidas subjetivas para averiguar a qualidade esperada da água em estações de tratamento de água;
  - Askin e Dawson (2000) desenvolveram um modelo matemático para a casa da qualidade baseado em funções de valor empregando medidas subjetivas de preferências do cliente ou, então, incorporando modelos empíricos baseado em medidas objetivas;
  - Davidson *et al.* (2000) avaliaram a efetividade de um programa de Qualidade Total (Total Quality Management – TQM) em organizações industriais;
  - Zhang (2001) analisou as relações entre as dimensões, perspectivas e práticas da qualidade;
  - Boyd (2001) criou de um sistema de informação juntando dados sobre as percepções dos desenvolvedores e dos usuários finais daquele sistema;

- Lee *et al.* (2002) avaliaram a satisfação do consumidor com a aquisição, posse, consumo, manutenção e disposição de bens de consumo e serviços.

A combinação de medições objetivas e subjetivas foi utilizada também em outros estudos de interesse direto ou indireto para a Engenharia de Produção e áreas afins:

- Brown e Coulter (1983) pesquisaram a satisfação com a proteção policial dos cidadãos em locais cuidadosamente escolhidos para essa pesquisa;
- Parks (1984) examinou agências de serviço urbano;
- Mayer (1986) analisou a satisfação com a renda e o bem-estar econômico;
- Van Praag e Van der Sar (1988) estudaram a economia doméstica em oito países europeus e nos EUA;
- Riedel *et al.* (1988) avaliaram a influência de incentivos monetários no desempenho de metas em escolas de ensino médio e superior;
- Jalajas (1989) analisou a satisfação dos estudantes com seus respectivos primeiro emprego;
- Vianna (1989) discutiu o uso da subjetividade no processo de previsão;
- Parsley (1992) avaliou a capacidade de sobrevivência no futuro de uma cooperativa elétrica rural por meio de pesquisas internas e externas;
- Glaister e Buckley (1998) analisou as influências da organização matriz na cultura organizacional nacional em uma amostra de alianças internacionais no Reino Unido;
- Glaister e Buckley (1999) examinaram um conjunto de variáveis que podem agir como preditores de sucesso na hora de formação de alianças organizacionais, além de um conjunto de variáveis que surgem durante a fase de operação da aliança;
- Holmes *et al.* (1999) pesquisaram projetos importantes e prioridades entre os profissionais de saúde para suas empresas;
- Donkers e Soest (1999) estudaram a aversão ao risco, as preferências e o interesse em assuntos financeiros por meio de uma pesquisa em residências holandesas;
- Battu *et al.* (2000) estudaram o problema de longo prazo sobre a formação de graduados no Reino Unido ser superior à capacidade de absorção do mercado de trabalho local, além de avaliar a diferença entre a formação e as necessidades daquele mercado de trabalho;
- Huizingh (2000) captou e analisou características e percepções de sites comerciais da Web;
- Eckersley (2000) investigou a qualidade de vida e para discutir se os seus indicadores estão melhorando ou piorando, baseado em estudos e indicadores internacionais;
- Jordan (2001) estudou a eficácia de equipes militares por meio das variáveis de entrada (consciência, extroversão, estabilidade emocional, abertura para experimentar,

- agradabilidade, aprendizagem e orientação de meta de desempenho) e de processo (coesão social e potência de grupo);
- Roy *et al.* (2003) avaliaram a efetividade de 236 unidades de pesquisa (RUs) funcionando dentro dos laboratórios sob a responsabilidade do Conselho de Pesquisa Científica e Industrial da Índia;
  - Kelly (2005) analisou a relação entre o desempenho e a qualidade de serviços administrativos públicos prestados e a satisfação de cidadão com esses serviços;
  - Carlsen e Johansen (2005) avaliou o mercado de trabalho norueguês quanto às oportunidades de emprego, variação regional de salários e pressão salarial;
  - McCusker *et al.* (2005) estudaram o ambiente de trabalho dos auxiliares de profissionais de saúde em um hospital com 300 leitos afiliado a uma universidade canadense quanto à satisfação com o ambiente de trabalho, qualidade percebida do cuidado com os pacientes, frequência percebida de reclamações paciente/família, danos relacionados ao trabalho e abusos verbais dos auxiliares da saúde;
  - Eusebio *et al.* (2006) analisaram a efetividade do marketing em dois grupos de empresas espanholas;
  - Dilts e Pence (2006) examinaram os fatores usados na gestão de projetos pelos gestores do serviço público e pelos gestores contratados para executá-los;
  - Ben-Bassat *et al.* (2006) avaliaram a usabilidade de um sistema quanto ao método de avaliação, aos incentivos monetários e à experiência com a utilização do sistema;
  - Bassanini (2006) pesquisaram os efeitos do treinamento dos empregados na média dos salários e a segurança no emprego de diferentes grupos de trabalhadores em países da União Européia;
  - Carletto e Zezza (2006) avaliaram o bem-estar dos albaneses;
  - Rowold e Schilling (2006) estudaram o efeito combinado do trabalho e as variáveis relacionadas à carreira em atividades de aprendizagem contínua em um call-center;
  - Meddahi e Afifi (2006) avaliaram a qualidade de serviço na comunicação de voz/áudio pela Internet (VoIP) medido de forma inteligível e clara da fala percebido pelo ouvinte;
  - Seghieri *et al.* (2006) estudaram o bem-estar em alguns países europeus selecionados quanto à satisfação com a renda atual e outros efeitos sócio-demográficos;
  - Brown *et al.* (2007) pesquisaram os registros de qualidade no trabalho durante o mandato anterior do governo da Inglaterra por meio da interpretação de uma perspectiva de política econômica oriunda de várias fontes de dados;

- Forth e McNabb (2008) realizaram estudos para compreender os fatores determinantes do desempenho do ambiente de trabalho no Reino Unido: baixo crescimento de produtividade e rentabilidade, assim como a eficácia de diferentes práticas organizacionais, políticas e sistemas de pagamento.

## APÊNDICE B – Formulários utilizados na pesquisa de campo

### Pesquisa A do Prof. Carlos A. F. Bispo para seu Doutorado

Prezado colega, a presente pesquisa, devidamente autorizada pelo Sr. Chefe da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, Cel. Frison, faz parte das minhas pesquisas para o doutorado em Engenharia de Produção com ênfase em Sistemas de Informação. Minha linha de pesquisa é na área de Confiabilidade de Dados, onde pretendo desenvolver uma nova técnica para avaliar esse item.

Na verdade, está sendo solicitada a sua participação em duas pesquisas simultâneas, que juntas não devem ocupar mais do que 10 minutos de seu precioso tempo. Os objetos das duas pesquisas foram escolhidos por serem bem conhecidos de todos, porém, em qualquer momento, a preocupação principal da pesquisa será levantar o nível de satisfação ou insatisfação com aqueles objetos, poderiam ser escolhidos outros objetos, o que importará é a amostra de dados levantados para análise. Após obtidos os resultados das duas pesquisas, será testada a nova técnica que calculará o grau de confiabilidade dos dados obtidos. Todos os formulários de pesquisa (como este), serão devidamente lacrados, após a tabulação dos dados, e só serão deslacrados se houver a necessidade de se fazer outro tipo de tabulação nos dados. Em qualquer momento, qualquer outra pessoa terá acesso aos formulários já preenchidos.

A primeira pesquisa solicita sua avaliação qualitativa, qual seja a atribuição de uma nota de 0 a 10 sobre seis itens a respeito da TV aberta no Brasil, ou seja, os canais gratuitos de televisão. Não foi especificada qualquer emissora de tv, a avaliação é genérica. É solicitada a avaliação daqueles itens quanto aos seus aspectos positivos e negativos.

A segunda pesquisa solicita o mesmo tipo de avaliação sobre os jornais impressos do Brasil, considere genericamente os principais jornais do país que você conhece. Porém, nessa pesquisa está sendo solicitada a avaliação de seus itens apenas quanto a um dos aspectos, para um grupo serão solicitados os aspectos positivos e para outro os aspectos negativos.

Vale ressaltar que o objetivo da pesquisa não é saber como andam as tvs e os jornais do país, mas sim obter uma amostra real e significativa de dados e aplicar a técnica citada de análise de confiabilidade dos dados.

Não há a necessidade de sua identificação no formulário e este professor conta com a sua colaboração e sua paciência. Este professor está à sua disposição para dirimir qualquer dúvida ou fazer qualquer explicação complementar.

#### **Pesquisa 1 – Sobre a TV aberta no Brasil** Aspectos positivos

Atribua uma nota de 0 (péssimo) a 10 (excepcional), valor inteiro ou com uma casa decimal, para cada um dos 6 itens abaixo.

- 1) Quanto à qualidade da programação. Nota: \_\_\_\_\_
- 2) Quanto ao atendimento da programação às diversas faixas etárias. Nota: \_\_\_\_\_
- 3) Quanto à prestação de serviços à Sociedade (participação ou cobertura de campanhas sociais, de Saúde Pública, etc.). Nota: \_\_\_\_\_
- 4) Quanto ao auxílio à educação, à cultura e aos esportes prestados para toda a Sociedade Brasileira. Nota: \_\_\_\_\_
- 5) Quanto à divulgação das mais variadas culturas regionais brasileiras. Nota: \_\_\_\_\_

6) Quanto à variação da programação para atender aos mais variados tipos de telespectadores.  
Nota: \_\_\_\_\_

Aspectos negativos

Atribua uma nota de 0 (não há qualquer aspecto negativo) a 10 (aspecto muitíssimo negativo), valor inteiro ou com uma casa decimal, para cada um dos 6 itens abaixo. Avalie de forma independente da avaliação dos aspectos positivos.

- 1) Quanto à má qualidade da programação. Nota: \_\_\_\_\_
- 2) Quanto ao mau atendimento da programação às diversas faixas etárias. Nota: \_\_\_\_\_
- 3) Quanto à má prestação de serviços à Sociedade (participação ou cobertura de campanhas sociais, de Saúde Pública, etc.). Nota: \_\_\_\_\_
- 4) Quanto ao mau auxílio à educação, à cultura e aos esportes prestados para toda a Sociedade Brasileira. Nota: \_\_\_\_\_
- 5) Quanto à má divulgação das mais variadas culturas regionais brasileiras. Nota: \_\_\_\_\_
- 6) Quanto à má variação da programação para atender aos mais variados tipos de telespectadores. Nota: \_\_\_\_\_

**Pesquisa 2 – Sobre os jornais impressos no Brasil**

Aspectos positivos

Atribua uma nota de 0 (péssimo) a 10 (excepcional), valor inteiro ou com uma casa decimal, para cada um dos 6 itens abaixo.

- 1) Quanto à qualidade de suas informações. Nota: \_\_\_\_\_
- 2) Quanto à confiabilidade de suas informações. Nota: \_\_\_\_\_
- 3) Quanto ao nível de aprofundamento das reportagens. Nota: \_\_\_\_\_
- 4) Quanto à imparcialidade das notícias. Nota: \_\_\_\_\_
- 5) Quanto à prestação de serviços à Sociedade. Nota: \_\_\_\_\_
- 6) Quanto à variabilidade dos temas publicados, atendendo aos diversos tipos de leitores.  
Nota: \_\_\_\_\_

Muito obrigado pela sua participação. Os resultados serão divulgados a todos os interessados após a elaboração do relatório final da pesquisas com as conclusões obtidas.

Prof. Carlos A. F. Bispo

Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea

**Pesquisa B do Prof. Carlos A. F. Bispo para seu Doutorado**

Prezado colega, a presente pesquisa, devidamente autorizada pelo Sr. Chefe da Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea, Cel. Frison, faz parte das minhas pesquisas para o doutorado em Engenharia de Produção com ênfase em Sistemas de Informação. Minha linha de pesquisa é na área de Confiabilidade de Dados, onde pretendo desenvolver uma nova técnica para avaliar esse item.

Na verdade, está sendo solicitada a sua participação em duas pesquisas simultâneas, que juntas não devem ocupar mais do que 10 minutos de seu precioso tempo. Os objetos das duas pesquisas foram escolhidos por serem bem conhecidos de todos, porém, em qualquer momento, a preocupação principal da pesquisa será levantar o nível de satisfação ou insatisfação com aqueles objetos, poderiam ser escolhidos outros objetos, o que importará é a amostra de dados levantados para análise. Após obtidos os resultados das duas pesquisas, será testada a nova técnica que calculará o grau de confiabilidade dos dados obtidos. Todos os formulários de pesquisa (como este), serão devidamente lacrados, após a tabulação dos dados, e só serão deslacrados se houver a necessidade de se fazer outro tipo de tabulação nos dados. Em qualquer momento, qualquer outra pessoa terá acesso aos formulários já preenchidos.

A primeira pesquisa solicita sua avaliação qualitativa, qual seja a atribuição de uma nota de 0 a 10 sobre seis itens a respeito da TV aberta no Brasil, ou seja, os canais gratuitos de televisão. Não foi especificada qualquer emissora de tv, a avaliação é genérica. É solicitada a avaliação daqueles itens quanto aos seus aspectos positivos e negativos.

A segunda pesquisa solicita o mesmo tipo de avaliação sobre os jornais impressos do Brasil, considere genericamente os principais jornais do país que você conhece. Porém, nessa pesquisa está sendo solicitada a avaliação de seus itens apenas quanto a um dos aspectos, para um grupo serão solicitados os aspectos positivos e para outro os aspectos negativos.

Vale ressaltar que o objetivo da pesquisa não é saber como andam as tvs e os jornais do país, mas sim obter uma amostra real e significante de dados e aplicar a técnica citada de análise de confiabilidade dos dados.

Não há a necessidade de sua identificação no formulário e este professor conta com a sua colaboração e sua paciência. Este professor está à sua disposição para dirimir qualquer dúvida ou fazer qualquer explicação complementar.

**Pesquisa 1 – Sobre a TV aberta no Brasil**  
**Aspectos positivos**

Atribua uma nota de 0 (péssimo) a 10 (excepcional), valor inteiro ou com uma casa decimal, para cada um dos 6 itens abaixo.

- 1) Quanto à qualidade da programação. Nota: \_\_\_\_\_
- 2) Quanto ao atendimento da programação às diversas faixas etárias. Nota: \_\_\_\_\_
- 3) Quanto à prestação de serviços à Sociedade (participação ou cobertura de campanhas sociais, de Saúde Pública, etc.). Nota: \_\_\_\_\_
- 4) Quanto ao auxílio à educação, à cultura e aos esportes prestados para toda a Sociedade Brasileira. Nota: \_\_\_\_\_
- 5) Quanto à divulgação das mais variadas culturas regionais brasileiras. Nota: \_\_\_\_\_

Figura 10 – Primeira página do Formulário B

6) Quanto à variação da programação para atender aos mais variados tipos de telespectadores.  
Nota: \_\_\_\_\_

Aspectos negativos

Atribua uma nota de 0 (não há qualquer aspecto negativo) a 10 (aspecto muitíssimo negativo), valor inteiro ou com uma casa decimal, para cada um dos 6 itens abaixo. Avalie de forma independente da avaliação dos aspectos positivos.

1) Quanto à má qualidade da programação. Nota: \_\_\_\_\_

2) Quanto ao mau atendimento da programação às diversas faixas etárias. Nota: \_\_\_\_\_

3) Quanto à má prestação de serviços à Sociedade (participação ou cobertura de campanhas sociais, de Saúde Pública, etc.). Nota: \_\_\_\_\_

4) Quanto ao mau auxílio à educação, à cultura e aos esportes prestados para toda a Sociedade Brasileira. Nota: \_\_\_\_\_

5) Quanto à má divulgação das mais variadas culturas regionais brasileiras. Nota: \_\_\_\_\_

6) Quanto à má variação da programação para atender aos mais variados tipos de telespectadores. Nota: \_\_\_\_\_

**Pesquisa 2 – Sobre os jornais impressos no Brasil**

Aspectos negativos

Atribua uma nota de 0 (não há qualquer aspecto negativo) a 10 (aspecto muitíssimo negativo), valor inteiro ou com uma casa decimal, para cada um dos 6 itens abaixo.

1) Quanto à qualidade de suas informações. Nota: \_\_\_\_\_

2) Quanto à confiabilidade de suas informações. Nota: \_\_\_\_\_

3) Quanto ao nível de aprofundamento das reportagens. Nota: \_\_\_\_\_

4) Quanto à imparcialidade das notícias. Nota: \_\_\_\_\_

5) Quanto à prestação de serviços à Sociedade. Nota: \_\_\_\_\_

6) Quanto à variabilidade dos temas publicados, atendendo aos diversos tipos de leitores.  
Nota: \_\_\_\_\_

Muito obrigado pela sua participação. Os resultados serão divulgados a todos os interessados após a elaboração do relatório final da pesquisas com as conclusões obtidas.

Prof. Carlos A. F. Bispo

Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea

## APÊNDICE C – scripts utilizados na Seção 4.9

Script utilizando a função `mtmvnorm()`:

```
ro = valor_ro                % valor definido para ro
varx= valor_varx            % valor definido para  $\sigma_x^2$ 
dpx= sqrt(varx)            % valor calculado para  $\sigma_x$ 
vary= valor_vary           % valor definido para  $\sigma_y^2$ 
dpy= sqrt(vary)            % valor calculado para  $\sigma_y$ 
cov = ro*dpx*dpy           % valor calculado para covariância
mux = valor_mux            % valor definido para a média de  $x_i$ 
muy = valor_muy           % valor definido para a média de  $y_i$ 
mu <- c(mux, muy)          % matriz das médias de  $x_i$  e  $y_i$ 
SIGMA <- c(varx, cov, cov, vary) % matriz de covariância
a <- c(0, 0)                % matriz dos limites inferiores de  $x_i$  e  $y_i$ 
b <- c(10, 10)              % matriz dos limites superiores de  $x_i$  e  $y_i$ 
mtmvnorm(mean= mu, sigma= SIGMA, lower = a, upper = b)
                             % função mtmvnorm()
```

Script utilizando a função `rtmvnorm()`:

```
varx = valor_varx          % valor obtido no script anterior
vary = valor_vary         % valor obtido no script anterior
cov = valor_cov           % valor obtido no script anterior
mux = valor_mux           % valor obtido no script anterior
muy = valor_muy           % valor obtido no script anterior
mu <- c(mux, muy)         % matriz de médias obtidas no script anterior
t = valor_t               % tamanho do vetor bivalorado
SIGMA <- matix(c(varx, cov, cov, vary), 2, 2)
                          % matriz de covariância
a <- c(0, 0)              % matriz dos limites inferiores de  $x_i$  e  $y_i$ 
b <- c(10, 10)            % matriz dos limites superiores de  $x_i$  e  $y_i$ 
```

```
X <- rtmvnorm(n= t, mean= mu, sigma= SIGMA, lower = a, upper = b)
```

```
    % função rtmvnorm()
```

```
save(X, file= "filename.Rdata", ascii= TRUE)
```

```
    % salvar o vetor em arquivo exportável
```

Script utilizado no Matlab:

```
echo off;
```

```
    % comando para não exibir os resultados
```

```
    % parciais das variáveis
```

```
clear all;
```

```
    % para limpar os valores de todas as variáveis
```

```
m_x = valor_m_x;
```

```
    % média calculada pela função mtmvnorm()
```

```
v_x = valor_v_x;
```

```
    % variância calculada pela função mtmvnorm()
```

```
dp_x = sqrt(v_x);
```

```
    % desvio padrão calculado
```

```
m_y = valor_m_y;
```

```
    % média calculada pela função mtmvnorm()
```

```
v_y = valor_v_x;
```

```
    % variância calculada pela função mtmvnorm()
```

```
dp_y = sqrt(v_y);
```

```
    % desvio padrão calculado
```

```
cov_xy = valor_cov_xy;
```

```
    % covariância calculada pela função mtmvnorm()
```

```
ro = cov_xy/(dp_x*dp_y);
```

```
    % valor calculado para a correlação de Pearson
```

```
teste = teste;
```

```
    % número de repetições do teste
```

```
n = n;
```

```
    % tamanho definido para as amostras  $x_i$  e  $y_i$ 
```

```
alfa = 0.05;
```

```
    % nível de significância
```

```
load('filename.mat');
```

```
    % carregando o vetor criado pela função rtmvnorm()
```

```
k= teste*n;
```

```
    % calculo do tamanho do vetor carregado
```

```
ro_c = (2*cov_xy)/( v_x + v_y + (m_x - m_y)^2);
```

```
    % cálculo de  $\hat{\rho}_c$ 
```

```
z_ro_c = 0.5*log((1 + ro_c)/(1 - ro_c));
```

```
    % cálculo de  $Z_c$ 
```

```
u = ((m_x - m_y)/(sqrt(dp_x*dp_y)));
```

```
    % cálculo parcial de var_CCC e var_z
```

```
var_CCC=(1/(n-2))*((((1-ro^2)*ro_c^2)*(1-ro_c^2))/ro^2)+((4*ro_c^3*(1-ro_c)*u^2)/ro)-  
((2*ro_c^4*u^4)/ro^2));
```

```
    % cálculo do estimador  $\hat{\sigma}_{\rho_c}^2$ 
```

```
var_z=(1/(n-2))*((((1-ro^2)*ro_c^2)/((1-ro_c^2)*ro^2))+((4*ro_c^3*(1-ro_c)*u^2)/(ro*(1-  
ro_c^2)^2))-((2*ro_c^4*u^4)/(ro^2*(1-ro_c^2)^2)));
```

```

                                % cálculo do estimador  $\hat{\sigma}_{z_c}^2$ 
for i=1: k;                       % início de rotina
a(i,1)= var_filename(i, 1);      % convertendo variável de arquivo em variável
                                % de memória
b(i,1)= var_filename(i+k, 1);    % convertendo variável de arquivo em variável
                                % de memória
end;                               % fim de rotina
m = 1;                             % inicialização de variável de controle
for j = 1: teste;                 % início da rotina dos testes
    for i=1: n;                   % início de subrotina
        x(i, 1)= a(m, 1);        % criando o vetor  $x_i$ 
        y(i, 1)= b(m, 1);        % criando o vetor  $y_i$ 
        m= m + 1;                % incremento de variável
    end;                           % fim de subrotina
    cov_xy1 = corr(x,y)*std(x)*std(y);
                                % cálculo da covariância das amostras  $x_i$  e  $y_i$ 
    CCC(j,1) = ((2*cov_xy1)/((mean(x)-mean(y))^2+var(x)+var(y)));
                                % cálculo do estimador  $\hat{\rho}_c$ 
    fprintf ('Teste %d \n', j)    % exibe o número do teste
    fprintf ('\n');              % deixa uma linha em branco
    Z(j,1) = 0.5*log((1+CCC(j,1))/(1-CCC(j,1)));
                                % cálculo do estimador  $\hat{z}_c$ 
end;                               % fim da rotina dos testes
[H2,P2,L2,C2] = lillietest(Z,alpha); % Teste de normalidade de Lillie para  $\hat{z}_c$ 
[H3,P3,J3,C3] = jbtest(Z,alpha);   % Teste de normalidade de JB para  $\hat{z}_c$ 
dif_Z = (abs(z_ro_c) - abs(mean(Z)))/(abs(mean(Z)))*100;
                                % cálculo da diferença entre  $z_c$  e  $\bar{Z}_c$ 
dif_var_Z = (abs(var_z) - abs(var(Z)))/(abs(var(Z)))*100;
                                % cálculo da diferença entre  $\sigma_{z_c}^2$  e  $S_{z_c}^2$ 
fprintf ('\n');                  % deixa uma linha em branco
fprintf ('\n');                  % exibe uma linha em branco
fprintf ('Valor calculado p/ Z = %f \n', z_ro_c);

```

```

                                % exibe o valor de  $Z_c$ 
fprintf ('Média do vetor de  $Z = %f \backslash n'$ , mean(Z));
                                % exibe o valor de  $\bar{z}_c$ 
fprintf ('(Vl calc) - (Média Z) = %f \backslash n', dif_Z);
                                % exibe o valor de  $z_c - \bar{z}_c$ 
fprintf ('Var estimada vetor  $Z = %f \backslash n'$ , var_Z);
                                % exibe o valor de  $\hat{\sigma}_{z_c}^2$ 
fprintf ('Var calc do vetor  $Z = %f \backslash n'$ , var(Z));
                                % exibe o valor de  $s_{z_c}^2$ 
fprintf ('(Var est) - (Var calc) = %f \backslash n', dif_var_Z);
                                % exibe o valor de  $\sigma_{z_c}^2 - s_{z_c}^2$ 
fprintf ('teste Lillie vetor  $Z = %d \backslash n'$ , H2);
                                % exibe o resultado do teste de Hipótese de
                                normalidade de Lillie para  $\hat{z}_c$ 
fprintf ('jarque-bera vetor  $Z = %d \backslash n'$ , H3);
                                % exibe o resultado do teste de Hipótese de
                                normalidade de Jarque-Bera para  $\hat{z}_c$ 

```

## APÊNDICE D – gráficos dos cenários apresentados na Tabela 3

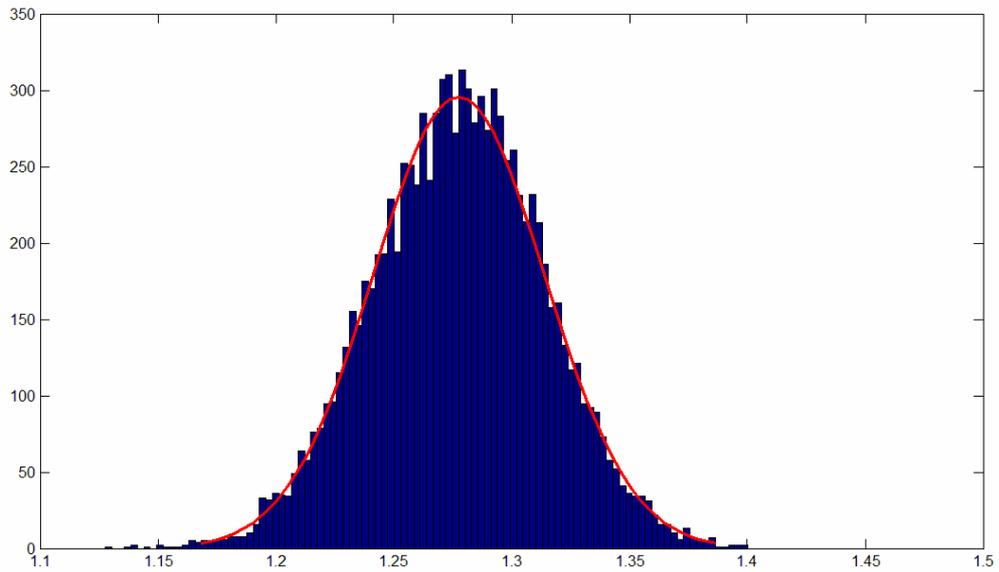


Figura 12 – histograma de  $\hat{Z}_c$  do cenário 1 para  $n = 50$

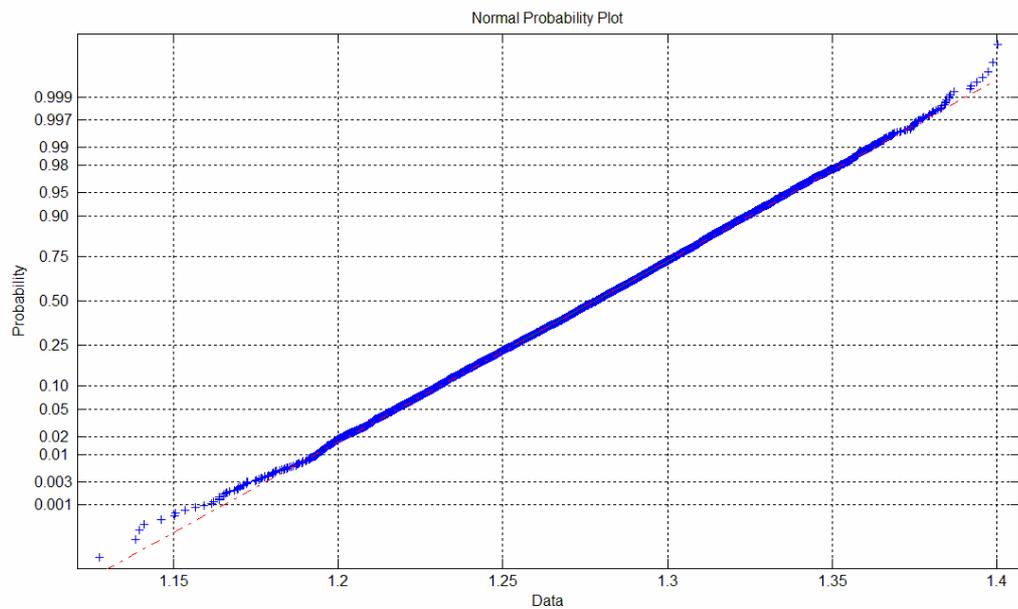
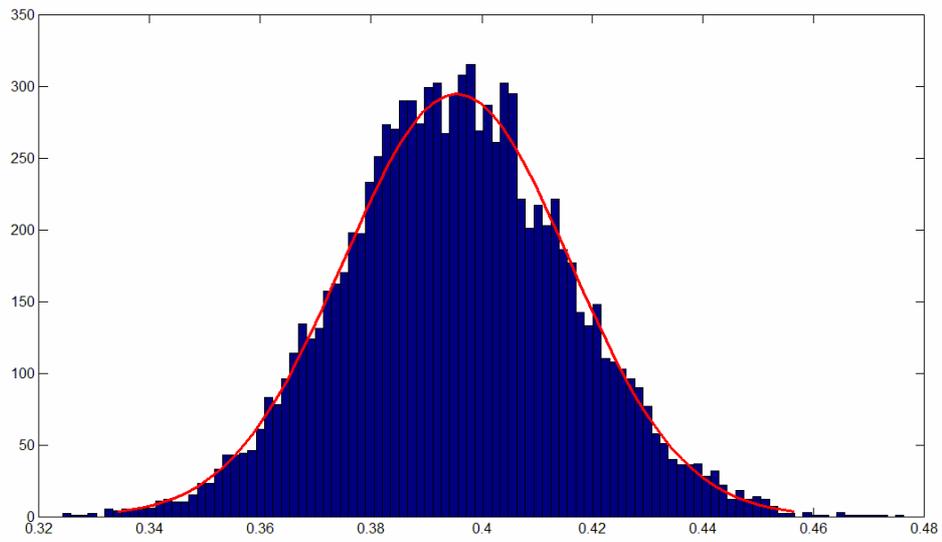
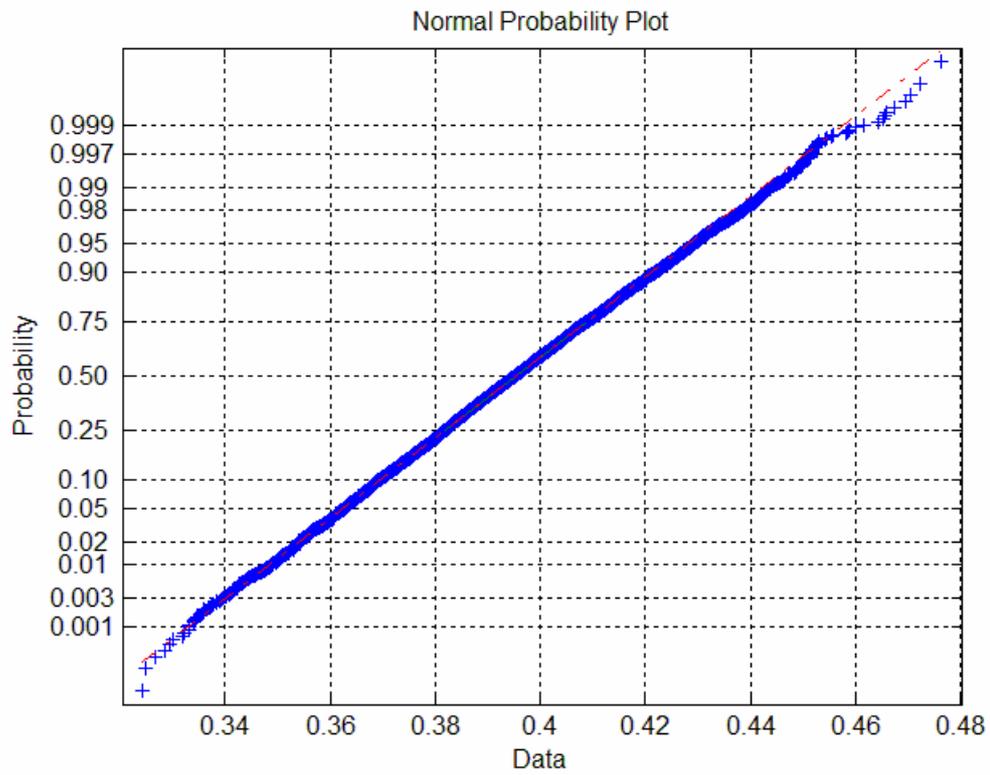


Figura 13 – gráfico de normalidade de  $\hat{Z}_c$  do cenário 1 para  $n = 50$

Figura 14 – histograma de  $\hat{Z}_c$  do cenário 2 para  $n = 50$ Figura 15 – gráfico de normalidade de  $\hat{Z}_c$  do cenário 2 para  $n = 50$

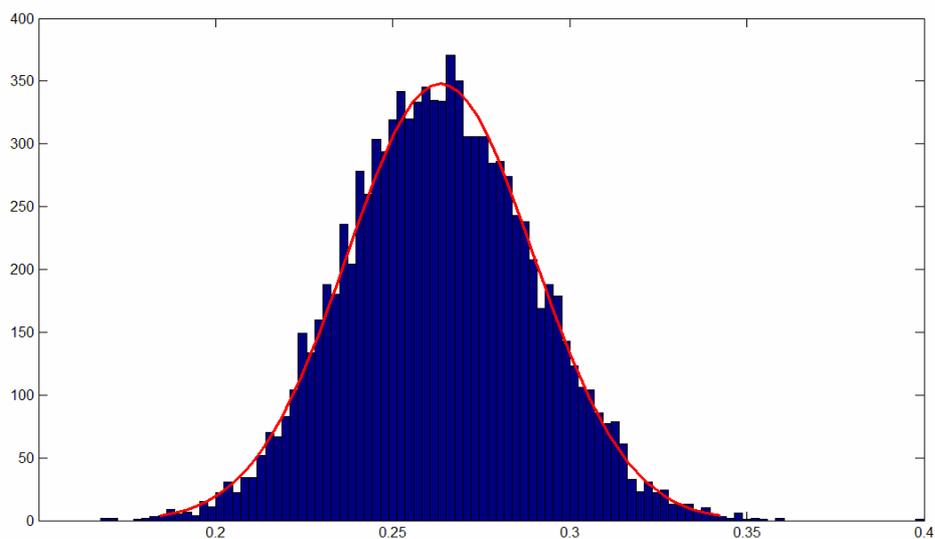


Figura 16 – histograma de  $\hat{Z}_c$  do cenário 3 para  $n = 50$

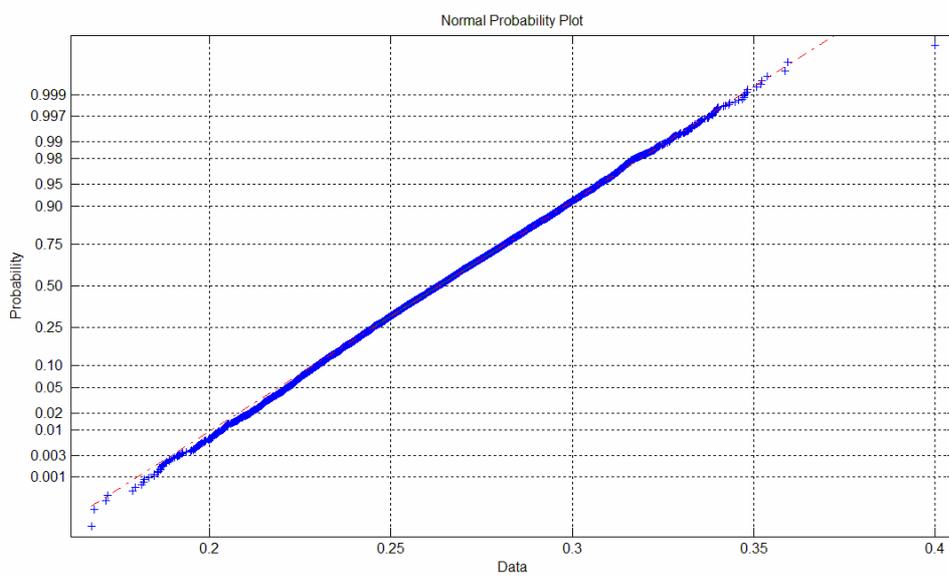


Figura 17 – gráfico de normalidade de  $\hat{Z}_c$  do cenário 3 para  $n = 50$

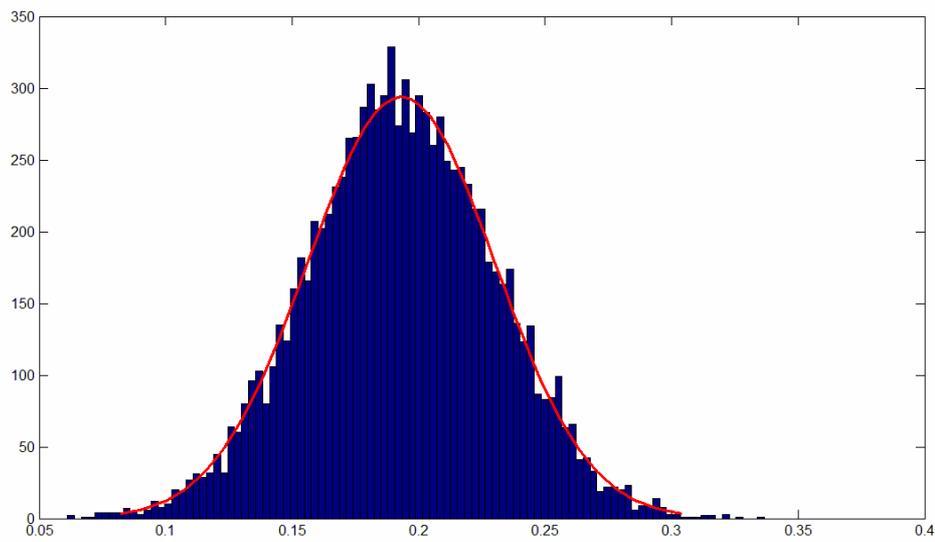


Figura 18 – histograma de  $\hat{Z}_c$  do cenário 4 para  $n = 50$

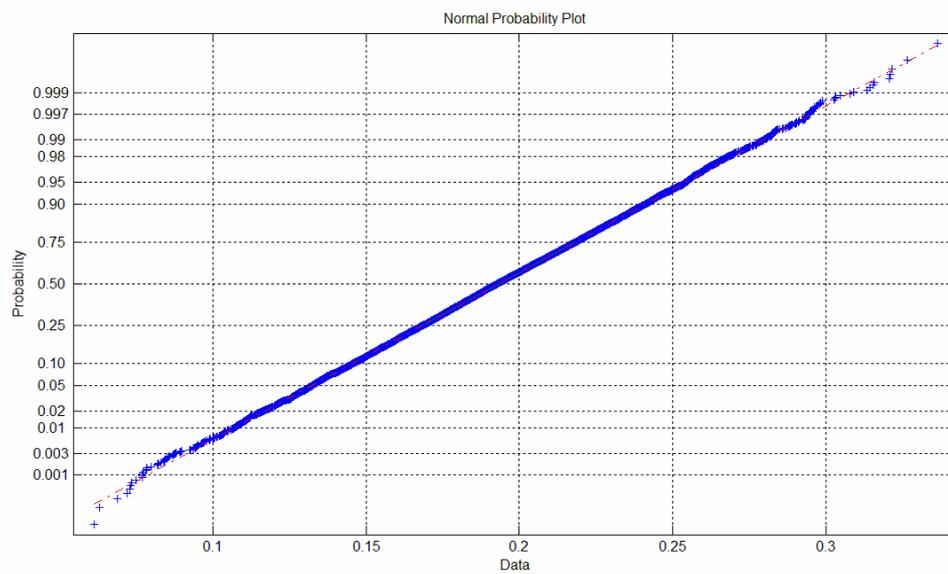


Figura 19 – gráfico de normalidade de  $\hat{Z}_c$  do cenário 4 para  $n = 50$

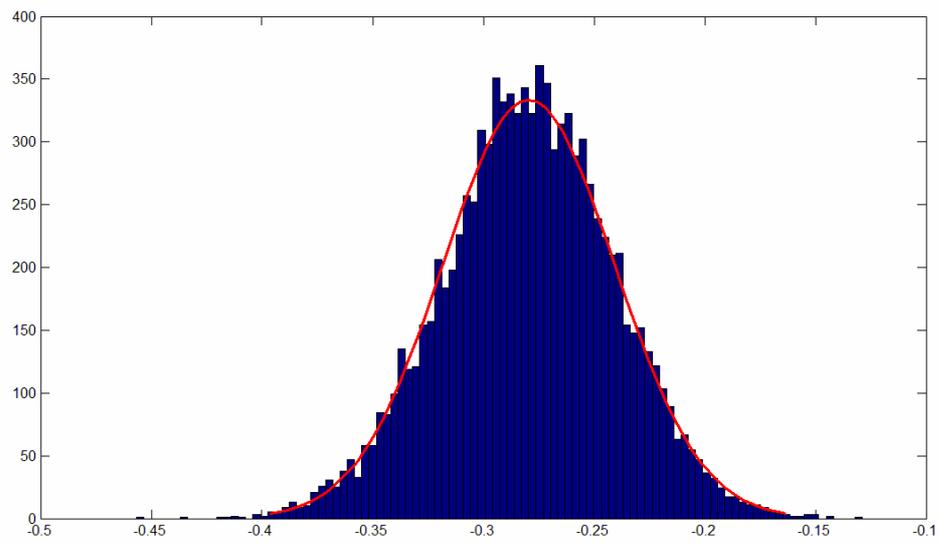


Figura 20 – histograma de  $\hat{Z}_c$  do cenário 5 para  $n = 50$

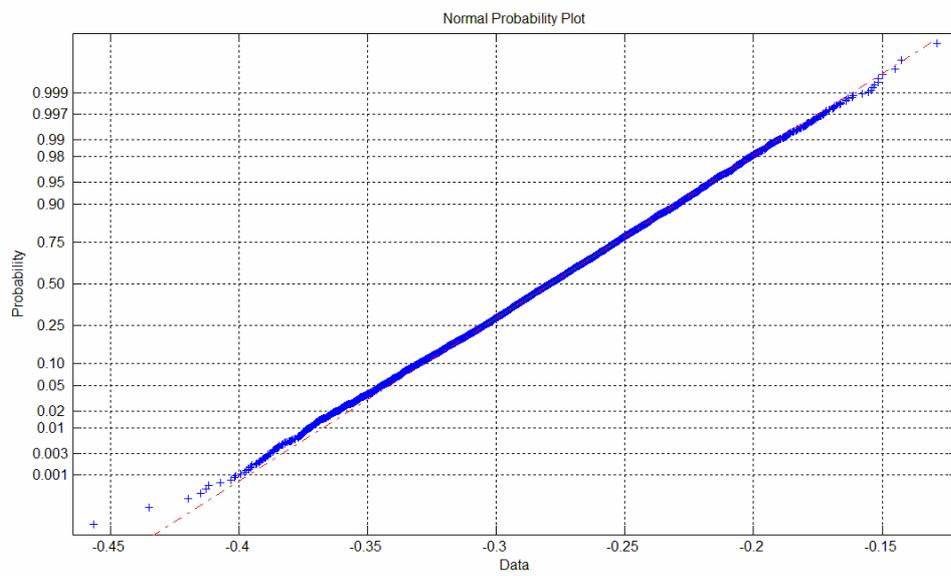


Figura 21 – gráfico de normalidade de  $\hat{Z}_c$  do cenário 5 para  $n = 50$

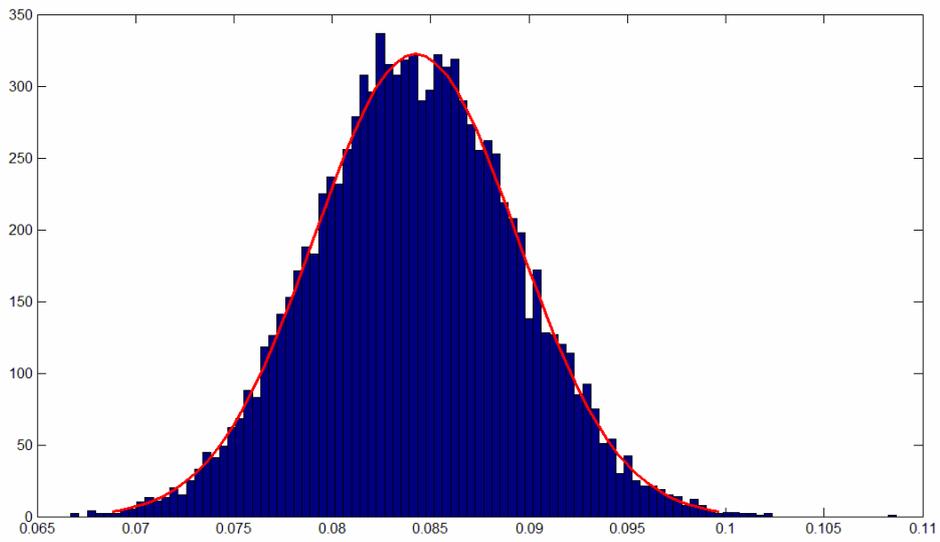


Figura 22 – histograma de  $\hat{Z}_c$  do cenário 6 para  $n = 50$

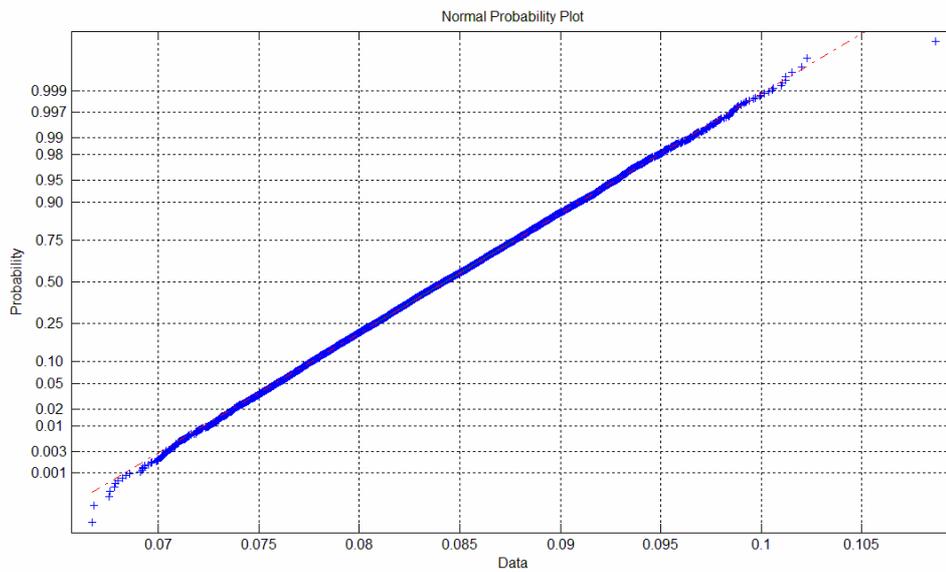


Figura 23 – gráfico de normalidade de  $\hat{Z}_c$  do cenário 6 para  $n = 50$

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, J. M. **Fundamentos da lógica anotada**. 1992. 139 f. Tese (Doutorado em Filosofia). São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, 1992.

ABRAHAMSON, E. **Mudança organizacional: uma abordagem criativa, moderna e inovadora**. Harvard Business School Press. São Paulo: M. Books, 2006. 198 p. ISBN: 858938487x.

ALEXANDER III, E. R.; WILKINS, R. D. Performance rating validity: the relationship of objective and subjective measures of performance. **Group & Organization Studies**, v. 7, n. 4; p. 485-497, 1982.

ANASTASI, A. **Testes psicológicos**. 2. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1977. Tradução: Dante Moreira Lima. 743 p. ISBN: 85- 12650-30-3

ASKIN, R. G.; DAWSON, D. W. Maximizing customer satisfaction by optimal specification of engineering characteristics. **IIIE Transactions**, Norcross, v. 32, n. 1, p. 9-20, 2000.

AWAL, D. **Organizational climate: a study in construct validation**. 1981. 140 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). New York University, Graduate School of Business Administration, New York, 1981.

BAKER, G.; GIBBONS, R.; MURPHY, K. J. Subjective performance measures in optimal incentive contract. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v. 109, n. 4, p. 1125-1156, Nov. 1994.

BASSANINI, A. Training, wages and employment security: an empirical analysis on European data. **Applied Economics Letters**, London, v. 13, n. 8, p. 523, 2006.

BATTU, H.; BELFIELD, C.; SLOANE, P. The extent and effects of over-education. **Quality Focus**, Bradford, v. 4, n. 1, p. 39-45, 2000.

BAZERMAN, M. H. **Judgment in managerial decision making**. 6<sup>th</sup> ed. New York: Wiley, 2006. 241 p. ISBN: 0471684309.

BAZERMAN, M. H. **Processo decisório para cursos de Administração, Economia e MBAs**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 232 p. ISBN: 8535213325.

BEN-BASSAT, T.; MEYER, J.; TRACTINSKY, N. Economic and subjective measures of the perceived value of aesthetics and usability. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, New York, v. 13, n. 2, p. 210-234, 2006.

BIPM; IEC; IFCC; ISO; IUPAC; IUPAP & OIML. **Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement**. Geneva: International Organization for Standardization, 1995.

BIPM; IEC; IFCC; ISO; IUPAC; IUPAP & OIML. **International vocabulary of basic and general terms in metrology**. 3<sup>rd</sup> ed. Geneva: International Organization for Standardization, 2004.

BISPO, C. A. F., CAZARINI, E. W. A evolução, a situação atual e a tendência de alguns itens que influenciam a qualidade dos processos e dos produtos e também o nível de exigência dos consumidores. In: IV Encontro para a Qualidade nas Tecnologias de Informação e Comunicações – QUATIC, 2001, Lisboa - Portugal. **Actas**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2001, p. 133-138.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. A paraconsistent evaluation of software quality according to the McCall factors. In: X International Conference on Industrial Engineering and Operation Management, 2004, Florianópolis. **Proceedings**. Florianópolis: Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, 2004, p. 227-234.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. Paraconsistent qualitative evaluation of occupational health and safety assessment system. In: XI International Conference on Industrial Engineering and Operation Management, 2005, Porto Alegre. **Proceedings**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, 2005, p. 163-170.

BISPO, C. A. F.; GIBERTONI, D. Uma avaliação paraconsistente da qualidade de um sítio de comércio eletrônico. In: Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2005, 2005, Lisboa - Portugal. **Actas**. Lisboa: International Association for Development of the Information Society - IADIS, 2005, p. 442-445.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. Avaliação qualitativa paraconsistente do processo de implantação de um Sistema de Gestão Ambiental. **Revista Gestão & Produção**, Universidade Federal de São Carlos, vol. 13, n. 1, p. 117-127, jan.-abr, 2006.

BISPO, C. A. F. Um novo modelo de pesquisa de clima organizacional. **Revista Produção**, Associação Brasileira de Engenharia de Produção, vol. 16, n. 2, p. 258-273, Maio-Ago, 2006.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. Paraconsistent Qualitative Evaluation: a Practical test. In: XIII ICIEOM - International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 2007a, Foz do Iguaçu. **Proceedings** in CD. Rio de Janeiro: Associação

Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, 2007a. CD, ENEGEP2007\_TI620465\_9244.pdf.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. Testes do coeficiente de fidedignidade escolhido para ser utilizado na avaliação qualitativa paraconsistente. In: XXVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007b, Foz do Iguaçu. **Anais** em CD. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, 2007b. CD, ENEGEP2007\_TR620465\_9312.pdf.

BISPO, C. A. F. **Desenvolvimento de um coeficiente de concordância para dados obtidos em mensurações qualitativas empregando variáveis contínuas.** In: Consórcio Doutoral 2007, 2007, Foz do Iguaçu. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2007. Trabalho aprovado, não houve anais do evento.

BISPO, C. A. F.; GIBERTONI, D. Coeficientes de fidedignidade para mensurações qualitativas. In: XXVII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007, Foz do Iguaçu. **Anais** em CD. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, 2007. CD, ENEGEP2007\_TR620465\_9246.pdf.

BISPO, C. A. F.; CAZARINI, E. W. Uma proposta de gestão de erros em medições subjetivas utilizadas na gestão organizacional. In: XV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção, 2008, Bauru. **Anais** on-line. Bauru: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Bauru, 2008. Disponível em [http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir\\_arquivo.php?tipo=artigo&evento=2&art=485&CAD=70&opcao=com\\_id](http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo.php?tipo=artigo&evento=2&art=485&CAD=70&opcao=com_id).

BONTIS, N. Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. **Management Decision**, London, v. 36, n. 2, p. 63-76, 1998.

BOYD, M. W. **A new construct of IS performance measurement: consonance approach.** 2001. 89 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Business Administration). Louisiana Tech University, 2001.

BROWN, A.; CHARLWOOD, A.; FORDE, C.; SPENCER, D. Job quality and the economics of New Labour: a critical appraisal using subjective survey data. **Cambridge Journal of Economics**, Oxford, v. 31, n. 6, p. 941-977, 2007.

BROWN, K.; COULTER, P. B. Subjective and Objective Measures of Police Service Delivery. **Public Administration Review**, v. 43, n. 1, p. 50-59, Jan/Feb 1983.

BRUNI, A. L. **Estatística aplicada à gestão empresarial.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 396 p. ISBN: 8522452378.

BULLOCK, R. J. Participation and Pay. **Group & Organization Studies**, v. 8, n. 1, p. 127-136, Mar 1983.

BUNCHAFT, G.; CAVAS, C. S. T. **Sob Medida: um guia sobre a elaboração de medidas do comportamento e suas aplicações**. São Paulo: Vetor, 2002. 161 p. ISBN: 85-87516-79-5

BUNGE, M. **Tratado de filosofia básica**. São Paulo: Edusp, 1976. V. 2: Semântica II – Interpretação e verdade, p. 93- 141.

BUSSAB, W. O; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 526 p. ISBN: 85-02-03497-9.

CÁNEPA, P.; BRODBECK, A.; HOPPEN, N.; RIGONI, E. H. Elementos organizacionais na estruturação de sistemas de medidas de desempenho. IN: Congresso do Instituto Franco-Brasileiro de Administração de Empresas – IFBAE, 4, 2007, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://www.ifbae.com.br/congresso4/pdf/B114.pdf>. Acessado em 20/08/2009.

CARLETTO, G.; ZEZZA, A. Being poor, feeling poorer: combining objective and subjective measures of welfare in Albania. **The Journal of Development Studies**, London, v. 42, n. 5, p. 739-760, 2006.

CARLSEN, F.; JOHANSEN, K. Regional wages and subjective measures of employment opportunities. **Journal of Socio - Economics**, Greenwich, v. 34, n. 3, p. 377-400, 2005.

CARVALHO, F. R.; BRUNSTEIN, I.; ABE, J. M. Um estudo de tomada de decisão baseado em lógica paraconsistente anotada: avaliação do projeto de uma fábrica. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção**, n. 1, p. 47-62, 2003.

CAVALLI, A. **Per una ricomposizione tra qualità e quantità**. In: CIPOLLA, C. & De LILLO, A. (orgs.). *Il Sociologo e le Sirene: la Sfida dei Metodi Qualitativi*. Angeli: Milão, 1996.

CHAO, C.-N.; SCHEUING, E. E; RUCH, W. A. Purchasing performance evaluation: an investigation of different perspectives. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 29, n. 3, p. 33-39, Summer 1993.

CHENG, C. L.; van NESS, J. W. **Statistical Regression with measurement error**. London: Arnold; New York: Oxford University Press, 1999. 262 p. ISBN: 03-40614-61-7.

CHILDS, M.; WOLFE, H. A decision and value approach to research personnel allocation. **Management Science**, v. 18, n. 6, p. B269 (10 p.), 1972. In: ABI/INFORM Global. Acessado em 12/03/2008. Disponível em: <http://www.proquest.com> Document ID: 618073871.

CHURCH, P. H. **Environmental volatility and capital budgeting practices (uncertainty, environment)**. 1986. 154 p. Ph.D. dissertation (degree of Doctor of Philosophy). University of Houston, Texas, 1986.

COSTA, N. C. A.; SUBRAHMANIAM, V. S. Paraconsistent logics as a formalism for reasoning about inconsistent knowledge bases. **Journal of Artificial Intelligence in Medicine**, v. 1, p. 167-174, 1989.

COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; SUBRAHMANIAM, V. S., Remarks on annotated logic. **Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik**, Berlin, v. 37, p. 561-570, 1991.

COSTA, N. C. A.; SUBRAHMANIAM, V. S.; VAGO, C. The paraconsistent logic  $\text{P}\tau$ . **Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik**, Berlin, v. 37, p. 139-148, 1991.

COSTA, N. C. A.; ABE, J. M.; SILVA F<sup>o</sup>, J. I.; MUROLO, A. C.; LEITE, C. F. S. **Lógica paraconsistente aplicada. São Paulo**. Atlas: 1999. 214 p. ISBN 85-22422-18-4.

COSTA, N. C. A.; ABE, J. M. Paraconsistência em informática e inteligência artificial. **Estudos Avançados**, v. 14, n. 39, p. 161-174, 2000. ISSN 0103-4014.

COURTNEY, H. S.; NAVARRO, E.; O'HARE, C. A. The dynamic organic transformational (D.O.T.) team model for high-performance knowledge-worker teams. **Team Performance Management**, Bradford, v. 13, n. 1/2, p. 34-46, 2007.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.

CRONBACH, L. J. **Fundamentos da testagem psicológica**. 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. Tradução: Carlos Alberto Silva Neto e Maria Adriana Veríssimo Veronese. 559 p. ISBN: 85-7307-180-X

CSÁNYI, V. **The biological bases of cognitive maps**. In: Laszlo et al. (Eds.). *The evolution of cognitive maps: new paradigms for the twenty-first century*. Amsterdam: Gordon and Breach, 1995, Chapter 1, p. 23-28. 292 p. ISBN: 2881245595

DAVIDSSON, P. Continued entrepreneurship: ability, need, and opportunity as determinants of small firm growth. **Journal of Business Venturing**, v. 6, n. 6, p. 405-429, Nov. 1991.

DAVIDSON, A. R.; CHELSOM, J. V.; STERN, L. W.; JANES, F. R. An innovative approach to measuring the success of total quality programmes in manufacturing industries. **Total Quality Management**, Abingdon, v. 11, n. 4-6, p. S704-S713, 2000.

DESS, G.; ROBINSON Jr., R. B. Measuring organizational performance in the absence of objective measures: the case of the privately-held firm and conglomerate business unit. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 3, p. 265-263, Jul/Sep 1984.

DIAMANTIDES, J. **Relating objective and subjective measures of water quality in the travel cost method: An application to the Peconic Estuary System**. 2000. 183 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). University of Rhode Island, Rhode Island - USA, 2000.

DILTS, D. M.; PENCE, K. R. Impact of role in the decision to fail: an exploratory study of terminated projects. **Journal of Operations Management**, Columbia, v. 24, n. 4, p. 378-396, 2006.

DiPIETRO, J. D. **An empirical investigation of the impact of audit experience and task on the utilization of decision heuristics**. 1989. 260 p. D.B.A. Dissertation. Boston University, Massachusetts, 1989.

DOANE, D. P.; SEWARD, L. E. **Estatística aplicada à Administração e à Economia**. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2008. 864 p. ISBN: 8586804959.

DONKERS, B; SOEST, A. V. Subjective measures of household preferences and financial decisions. **Journal of Economic Psychology**, Amsterdam, v. 20, n. 6, p. 613-642, 1999.

DROGUETT, E. L.; MENEZES, R. C. S. Análise da confiabilidade humana via redes bayesianas: uma aplicação à manutenção de linhas de transmissão. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 162-185, 2007.

DUNN, G. **Statistical evaluation of measurement errors: design and analysis of reliability studies**. 2<sup>nd</sup> ed. 216 p. London; Oxford University Press, 2004. ISBN: 0340760702.

ECKERSLEY, R. The state and fate of nations: implications of subjective measures of personal and social quality of life. **Social Indicators Research**, Dordrecht, v. 52, n. 1, p. 3-27, 2000.

ELLIOTT, M. P. **Career strategies and their relation to personal attributes, work reward preferences, and career success of executives and managers.** 1981. 190 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). The Claremont Graduate University, California, 1981.

ENSSLIN, L.; MONTBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas.** Florianópolis: Insular, 2001. 296 p. ISBN: 85-7474-093-4.

ERTHAL, T. C. **Manual de Psicometria.** 7. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2003. 144 p. ISBN: 85-7110-341-0

EUSEBIO, R.; ANDREU, J. L.; BELBEZE, M. P. L. Measures of marketing performance: a comparative study from Spain. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, Bradford, v. 18, n. 2, p. 145-155, 2006.

FELDT, L. S. A test of the hypothesis that Cronbach's alpha reliability coefficient is the same for two tests administered to the same sample. **Psychometrika**, v. 45, n. 1, p. 99-105, 1980.

FORTH, J.; McNABB, R. Workplace performance: a comparison of subjective and objective measures in the 2004 workplace employment relations survey. **Industrial Relations Journal**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 104-123, 2008.

FRANCIS, P. H. Putting quality into the R&D process. **Research Technology Management**, v. 35, n. 4, p. 16-23, Jul/Aug 1992.

GILBOA, I.; SCHMEIDLER, D. Cognitive foundations of probability. **Mathematics of Operations Research**, Linthicum, v. 27, n. 1, p. 65-81, 2002.

GILMER, J. S.; FELDT, L. S. Reliability estimation for a test with parts of unknown lengths. **Psychometrika**, v. 48, n. 1, p. 99-111, 1983.

GILOVICH, T.; GRIFFIN, D.; KANEMAN, D. **Heuristics and biases: the psychology of intuitive judgment.** Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 874 p. ISBN: 0521792606.

GLAISTER, K. W.; BUCKLEY, P. J. *Measures of performance in UK international alliances.* **Organization Studies**, Berlin, v. 19, n. 1, p. 89-118, 1998.

GLAISTER, K. W.; BUCKLEY, P. J. Performance relationships in UK international alliances. **Management International Review**, Wiesbaden, v. 39, n. 2, p. 123-147, 1999.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995a.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995b.

GONZALEZ-BENITO, O.; GONZALEZ-BENITO, J. Cultural vs. operational market orientation and objective vs. subjective performance: perspective of production and operations. **Industrial Marketing Management**, New York, v. 34, n. 8, p. 797-829, 2005.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. *Competing paradigms in qualitative research*. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.) *The Sage Handbook of Qualitative Research*. 3<sup>rd</sup> ed. Thousand Oaks - California, Sage, 2005, p. 105-117. 1210 p. ISBN: 0-7619-2757-3.

GUILFORD, J. P.; FRUCHTER, B. **Fundamental statistics in Psychology and Education**. 6<sup>th</sup> ed. Singapore, McGraw-Hill, 1978. 545 p. ISBN: 0-07-025150-9.

GUTTMAN, L. A basis for analyzing test-retest reliability. **Psychometrika**, v. 10, n. 4, December, p. 255-282, 1945.

GUTTMAN, L. Reliability formulas that do not assume experimental independence. **Psychometrika**, v. 18, n. 3, September, p. 225-239, 1953.

HAMMOND, J. S.; KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisões inteligentes: como avaliar alternativas e tomar a melhor decisão**. Rio de Janeiro: Campus, 2004. 206 p. ISBN: 85-352-0491-1

HARRIS, L. C. Market orientation and performance: objective and subjective empirical evidence from UK companies. **The Journal of Management Studies**, Oxford, v. 38, n. 1, p. 17-43, 2001.

HEANEY, C. A. **The stress process in a manufacturing setting: the effect of occupational role, perceived stress, and primary work relationships on feelings about the job and health**. 1988. 243 p. Ph.D. dissertation. University of Michigan, Michigan, 1988.

HENSLER, V. F. **The relationship of personal incentives, job opportunity incentives, and performance for real estate associates**. 1987. 247 p. Ph.D. dissertation (degree of Doctor of Philosophy). University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois, 1987.

HOLMES, R. L.; SCHROEDER, R. E.; HARRINGTON, L. F. Using microcomputers to improve capital decision making. **Journal of Health Care Finance**, New York, v. 25, n. 3, p. 52-59, April 1999.

HORRACE, W. Some results on the Multivariate Truncated Normal Distribution. **Journal of Multivariate Analysis**, n. 94, p. 209-221, 2005.

HOSKISSON, R. E; HITT, M. A; JOHNSON, R. A; MOESEL, D. D. Construct validity of an objective (entropy) categorical measure of diversification strategy. **Strategic Management Journal**, Chichester, v. 14, n. 3, p. 215-235, Mar 1993.

HUBERT, A. Assessing the performance of information technology. **Computers in Healthcare**, v. 9, n. 11, p. 56-58, Nov 1988.

HUIZINGH, E. K. R. E. The content and design of web sites: An empirical study. **Information & Management**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 123-134, 2000.

IBAÑEZ, H. A. M.; FERREIRA, J. J. A. **Metagestão organizacional**. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 214 p. ISBN: 8521203233.

INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 2007.

ISELIN, E. R. The effects of the information and data properties of financial ratios and statements on managerial decision quality. **Journal of Business Finance & Accounting**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 249-267, Jan 1993.

ITOH, H. Job design, delegation and cooperation: a principal-agent analysis. **European Economic Review**, Amsterdam, v. 38, n. 3 and 4, p. 691-700, Apr 1994.

IVKOVIC, S.; YEARWOOD, J.; STRANIERI, A. Discovering interesting association rules from legal databases. **Information & Communications Technology Law**, Abingdon, v. 11, n. 1, p. 35-47, 2002.

JALAJAS, D. S. **A self-concept theory of occupational stress: empirical results from two longitudinal field studies**. 1989. 124 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Education). Stanford University, 1989.

JENNINGS, D. F.; YOUNG, D. M. An empirical comparison between objective and subjective measures of the product innovation domain of corporate entrepreneurship. **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 15, n. 1, p. 53-66, Fall 1990.

JORDAN, M. H. **The relationship of individual difference and group process variables with self-managed team performance: a field investigation.** 2001. 154 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). Auburn University, Alabama, 2001.

KAHNEMAN, D. A perspective on judgment and choice: mapping bounded rationality. **American Psychologist**, v. 58, n. 9, p. 697–720, 2003.

KE, B.; PETRONI, K.; SAFIEDDINE, A. Ownership concentration and sensitivity of executive pay to accounting performance measures: evidence from publicly and privately-held insurance companies. **Journal of Accounting & Economics**, Amsterdam, v. 28, n. 2, p. 185-209, 1999.

KELLY, J. M. The Dilemma of the unsatisfied customer in a market model of public administration. **Public Administration Review**, Washington, v. 65, n. 1, p. 76-84, 2005.

KHAN, L. J.; MORROW, P. C. Objective and subjective underemployment relationships to job satisfaction. **Journal of Business Research**, v. 22, n. 3, p. 211-218, May 1991.

KIRCA, A. H.; JAYACHANDRAN, S.; BEARDEN, W. O. Market orientation: a meta-analytic review and assessment of its antecedents and impact on performance. **Journal of Marketing**, Chicago, v. 69, n. 2, p. 24-41, 2005.

KOTECHA, J. H.; DJURIC, P. M. Gibbs sampling approach for generation of Truncated Multivariate Gaussian Random Variables. **IEEE Computer Society**, p. 1757-1760, 1999.

KUDER, G. F.; RICHARDSON, M. W. The theory of the estimation of test reliability. **Psychometrika**, v. 2, n. 3, September, p. 151-160, 1937.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas.** Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006. 260 p. ISBN: 85-273-0111-3.

LACEY, H. **Valores e atividade científica.** São Paulo: Discurso Editorial, 1998. 222 p. ISBN: 85-86590-04-5

LARSON, R; FARBER, B. **Estatística aplicada.** 2. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2004. 496 p. ISBN: 8587918591.

LASZLO, E.; MASULLI, I.; ARTIGIANI, R.; CSÁNYI, V. **The evolution of cognitive maps: new paradigms for the twenty-first century.** Amsterdam: Gordon and Breach, 1995.

LEBLANC, R. P. **Organizational purchase decision making: information-processing strategies and evoked sets of qualified suppliers.** 1981. 150 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). The University of Arizona, 1981.

LEE, L. F. On the first and second moments of the truncated multinormal distribution and a simple estimator. **Economics Letters**, n. 3, p. 165-169, 1979.

LEE, D.-J.; SIRGY, M. J.; LARSEN, V.; WRIGHT, N. D. Developing a subjective measure of consumer well-being. **Journal of Macromarketing**, Boulder, v. 22, n. 2, p. 158-169, 2002.

LEPPARD, P.; TALLIS, G. M. Evaluation of the Mean and Covariance of the Truncated Multinormal. **Applied Statistics**, n. 38, p. 543-553, 1989.

LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. **Estatística: teoria e prática.** Rio de Janeiro: LTC, 2000. 811 p. ISBN: 85-216-1211-7.

LI, J. **Fuzziness, utility, and decision-making: a special application to the newsboy problem.** 1995. 151 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). Oklahoma State University, 1995.

LIKERT, R. A Technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, n. 140, p. 1-5, 1932.

LIN, L. I. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, n. 45, p. 255-268, 1989.

LIN, L. I. Assay validation using the concordance correlation coefficient. **Biometrics**, n. 48, p. 599-644, 1992.

LIN, L. I. Total deviation index for measuring individual agreement: with application in Lab Performance and Bioequivalence. **Statistics in Medicine**, n. 19, p. 255-270, 2000.

LIN, L. I.; TORBECK, L. D. Coefficient of accuracy and concordance correlation coefficient: new statistics for method comparison. **Journal of Pharmaceutical Science and Technology**, n. 55, p. 55-59, 1998.

LIN, L. I.; HEDAYAT, A. S.; SINHA, B.; YANG, M. Statistical methods in assessing agreement: models, issues, and tools. **Journal of American Statistical Association**, v. 97, n. 457, p. 257-270, March 2002, Theory and Methods.

MACHADO, A. C. M. **Economia de Comunhão: elementos para uma teoria organizacional**. 2006. 266 p. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MAK, S. K. M.; AKHTAR, S. Human resource management practices, strategic orientations, and company performance: a correlation study of publicly listed companies. **Journal of American Academy of Business**, Cambridge, v. 2, n. 2, p. 510-515, 2003.

MAWHINNEY, T. C. Job Satisfaction as a Management Tool and Responsibility. **Journal of Organizational Behavior Management**, v. 10, n. 1, p. 187-192, 1989.

MAYER, S. E. **Who is poor: an assessment of income and other determinants of material well-being (poverty)**. 1986. 170 p. Ph.D. dissertation (degree of Doctor of Philosophy). Northwestern University, Illinois, 1986.

McCUSKER, J.; DENDUKURI, N.; CARDINAL, L.; KATOFSKY, L.; RICCARDI, M. Assessment of the work environment of multidisciplinary hospital staff. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, Bradford, v. 18, n. 6/7, p. 543-551, 2005.

McINTYRE, N. Involvement in risk recreation: a comparison of objective and subjective measures of engagement. **Journal of Leisure Research**, v. 24, n. 1, p. 64, First Quarter 1992.

McMULLAN, E.; CHRISMAN, J. J.; VESPER, K. Some problems in using subjective measures of effectiveness to evaluate entrepreneurial assistance programs. **Entrepreneurship Theory and Practice**, Waco, v. 26, n. 1, p. 37-54, 2001.

MEAR, R.; FIRTH, M. Risk perceptions of financial analysts and the use of market and accounting data. **Accounting and Business Research**, v. 18, n. 72; p. 335-340, Autumn 1988.

MEDDAHI, A.; AFIFI, H. Packet-e-model: e-model for VoIP quality evaluation. **Computer Networks**, Amsterdam, v. 50, n. 15, p. 2659, 2006.

MILLER, J. P. **Information processing in organizations: the development and test of a contingency model of ambiguity, differentiation, interdependence, communication, decision making, conflict, and effectiveness**. 1980. 509 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). Northwestern University, Evanston - Illinois, 1980.

MINAYO, M. C.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Caderno de Saúde Pública**, v. 9, n. 3, p. 239-262, 1993.

MINAYO, M. C. S. **Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social.** In: MINAYO, M. C. S. (organizadora). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade.* Petrópolis: RJ, Vozes, 1994. 80 p. ISBN: 85-326-1145-1. Cap. 1, p. 9-30.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004. 225 p. ISBN 85-271-0181-5.

MINIUM, E. W. **Statistical reasoning in Psychology and Education.** New York: John Wiley & Sons, 1970. ISBN: 0-471-60825-4.

MOORE, D. A. Not so above average after all: when people believe they are worse than average and its implications for theories of bias in social comparison. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, New York, v. 102, n. 1, p. 42, 2007.

MORSE, J. M.; FIELD, P. A. **Qualitative research methods for health professionals.** 2<sup>nd</sup> ed. Thousand OAK: Sage, 1995.

MOSES, J. Measuring effort estimation uncertainty to improve client confidence. **Software Quality Journal**, London, v. 10, n. 2, p. 135-148, 2002.

MUTTAR, K. A.-R. **An investigation of the validity of objective and subjective measures of organizational climate.** 1985. 146 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). West Virginia University, Virginia, 1985.

NELSON, K. M.; GHODS, M. Evaluating the contributions of a structured software development and maintenance methodology. **Information Technology and Management**, Bussum, v. 3, n. 1-2, p. 11-23, 2002.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Cadernos de pesquisas em administração**, v. 1, n. 3, 2. sem., p. 103-113, 1996.

NEWMAN, J. H. **The role of idea processing in decision support systems.** 1993, 164 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). University of Maryland Baltimore County, 1993.

NUTT, P.C. How Decision Makers Evaluate Alternatives and the Influence of Complexity. **Management Science**, v. 44, n. 8, p. 1148-1166, 1998.

OSKARSSON, T. S. **Selected objective measures of organizational climate in the prediction of organization effectiveness.** New York: Hofstra University, 1984. 135 p.

PARKS, R. B. Linking Objective and Subjective Measures of Performance. **Public Administration Review**, v. 44, n. 2, p. 118-127, Mar/Apr 1984.

PARSLEY, S. How to evaluate the performance of a cooperative. **Management Quarterly**, v. 33, n. 1, p. 31-35, Spring 1992.

PASQUALI, L. **Psicometria: teoria dos testes na Psicologia e na Educação**. 2. ed. Petrópolis; Vozes, 2003. 397 p. ISBN: 85-326-2889-3.

PATTON, M. Q. **Qualitative Evaluation and Research Methods**. 3<sup>rd</sup>. ed. California/EUA: Sage Publication, 2002. 598 p. ISBN: 0-7619-1971-6.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais**. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2004. 157 p. ISBN 85-314-0523-8.

PIDD, M. **Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão**. Tradução de Gustavo Severo de Borba *et al.* Porto Alegre; Bookman, 1998. 316 p. ISBN: 85-730-7352-7.

PINENO, C. J. The balanced scorecard: an incremental approach model to health care management. **Journal of Health Care Finance**, New York, v. 28, n. 4, p. 69-80, July 2002.

POPE, C.; MAYS, N. Reaching the parts other methods cannot reach: an introduction to qualitative methods in health and health service research. **British Medical Journal**, n. 311, p. 42-45, 1995.

REED, K. L. **New age technology and new "aged" workers: the impact of age on computer technology skill acquisition and the influence of computer self-efficacy, age-related beliefs, and change attitudes**. 1998. 149 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). The University of Nebraska, Lincoln - Nebraska, 1998.

REICHARDT, C. S.; COOK, T. D. **Beyond qualitative versus quantitative methods**. In: REICHARDT, C. S.; COOK, T. D. (orgs.). *Qualitative and Quantitative Methods in Evaluation Research*. Sage: London, 1979, p. 7-30.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 334 p. ISBN: 85-224-2111-0.

RIEDEL, J. A.; NEBEKER, D. M.; COOPER, B. L. The influence of monetary incentives on goal choice, goal commitment, and task performance. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 42, n. 2; p. 155-170, Oct 1988.

ROSS, S. M. **Simulation**. 2<sup>nd</sup>. ed. San Diego - California: Academic Press, 1997. 282 p. ISBN: 0-12-598410-3.

ROWE, W. G.; MORROW JR., J. L. A note on the dimensionality of the firm financial performance construct using accounting, market, and subjective measures. **Revue Canadienne des Sciences de l'Administration**, Montreal, v. 16, n. 1, p. 58-70, 1999.

ROWOLD, J.; SCHILLING, J. Career-related continuous learning: longitudinal predictive power of employees' job and career attitudes. **Career Development International**, Bradford, v. 11, n. 6, p. 489-503, 2006.

ROY, S.; NAGPAUL, P. S.; MOHAPATRA, P. K. J. Developing a model to measure the effectiveness of research units. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 23, n. 11/12, p. 1514-1531, 2003.

RUSSO, C. M. **Análise de um modelo de regressão com erros nas variáveis multivariado com intercepto nulo**. São Carlos, Instituto de Ciências Matemáticas e Computacionais – ICMC, Universidade de São Paulo, 2006. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional).

SALMON, P. **Psychology of Medicine and Surgery: A Guide for Psychologists, Counsellors, Nurses and Doctors**. Wiley Series in Clinical Psychology. Chichester – England: John Wiley & Sons, 2001. 328 p. ISBN: 0471852147.

SCHMITZ, E. B.; ALENCAR, A. J. & VILLAR, C. B. **Modelos qualitativos de análise de risco para projetos de tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

SEIFFERT, P. Q. **Modelo de reestruturação organizacional por processos**. 1998. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SEGHERI, C.; DESANTIS, G.; TANTURRI, M. L. The Richer, the Happier? An Empirical Investigation in Selected European Countries. **Social Indicators Research, Dordrecht**, v. 79, n. 3, p. 455-476, 2006.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, n. 1, p. 187-192, 2000.

SHORE, L. M.; CLEVELAND, J. N.; GOLDBERT, C. B. Work Attitudes and Decisions as a Function of Manager Age and Employee Age. **Journal of Applied Psychology**, Washington, v. 88, n. 3, p. 529-537, 2003.

SHOWERS, V. E; SHOWERS, L. S. The effects of alternative measures of country of origin on objective product quality. **International Marketing Review**, London, v. 10, n. 4; p. 53-67, 1993.

SILVA, J. Ap.; RIBEIRO FILHO, N. P. **Avaliação e mensuração da dor: pesquisa, teoria e prática**. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2006. 467 p. ISBN: 85-87528-96-3

SILVA, L. M. A. **Instrumentalização do planejamento estratégico: aplicação no setor aeroviário comercial brasileiro**. 2000. 181 p. Tese (Doutorado em Administração). Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SILVA, L. M. A. Equipes de alta performance. **Air and Space Power Journal - em Português**, 3. Trimestre, p. 24-31, 2007.

SILLINCE, J. A. A.; SYKES, G. M. H.; SINGH, D. P. Implementation, problems, success and longevity of quality circle programmes: a study of 95 UK organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 16, n. 4, p. 88-111, 1996.

SMELTZER, J. S. **A behavior systems analysis approach to designing a high-impact knowledge management system**. 2003. 319 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). Western Michigan University, Kalamazoo – Michigan, 2003.

SOBOL, I. M. **A primer for the Monte Carlo Method**. Boca Raton – Florida: CRC Press, 1994. 107 p. ISBN: 0-8493-8673-X.

STEDE, W. A. V.; CHOW, C. W.; LIN, T. W. Strategy, choice of performance measures, and performance. **Behavioral Research in Accounting**, Sarasota, v. 18, p. 185-205, 2006.

STURMAN, M. C.; CHERAMIE, R. A.; CASHEN, L. H. The impact of job complexity and performance measurement on the temporal consistency, stability, and test-retest reliability of employee job performance ratings. **Journal of Applied Psychology**, Washington, v. 90, n. 2, p. 269-283, 2005.

SWAN, J. Using cognitive mapping in management research: decisions about technical innovation. **British Journal of Management**, v. 8, n. 2, p. 183-198, 1997.

SWAIN, A. D; GUTTMAN, H. E. **Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications.** Washington: US Nuclear Regulatory Commission, 1983.

SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A.; ANDERSON, D. R. **Estatística aplicada à Administração e à Economia.** 2. ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2007. 616 p. ISBN: 8522105219.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1994. 175 p. ISBN: 85-224-0273-6.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN, D. Judgment under uncertainty: heuristics and biases. **Science**, v. 185, n. 4157, p. 1124–1131, 1974.

VAN PRAAG, B. M. S., VAN DER SAR, N. L. Empirical uses of subjective measures of well-being. **The Journal of Human Resources**, v. 23, n. 2, p. 193-210, Spring 1988.

VIANNA, N. W. H. **A subjetividade no processo de previsão.** 1989. *Tese* (Doutorado). Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

VUOLO, J. H. **Fundamentos da Teoria de Erros.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

WANG, X.; GIANAKIS, G. A. Public officials' attitudes toward subjective performance measures. **Public Productivity & Management Review**, San Francisco, v. 22, n. 4, p. 537-553, Jun 1999.

WILLIAMSON, N. C. **A model for predicting salesperson motivation and performance.** 1980. 233 p. Doctoral Dissertation (degree of Doctor of Philosophy). The University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill - North Carolina, 1980.

WOHLIN, C.; Von MAYRHAUSER, A.; HOST, M.; REGNELL, B. Subjective evaluation as a tool for learning from software project success. **Information and Software Technology**, Amsterdam, v. 42, n. 14, p. 983-992, 2000.

WOODCOCK, T. G. **Choosing software reliability models.** 1989. 105 p. Master of Science Thesis. Florida Atlantic University, Boca Raton - Florida, 1989.

WOODRUFF, D. J.; FELDT, L. S. Tests for equality of several alpha coefficient when their sample estimates are independent. **Psychometrika**, v. 51, n. 3, p. 393-413, 1986.

ZHANG, Q. Quality dimensions, perspectives and practices: a mapping analysis. **The International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v. 18, n. 6/7, p. 708-721, 2001.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)