

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**UMA PROPOSTA PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE
GESTÃO**

TESE SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE DOUTOR
POR

CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA CAMPOS
Orientadora Profa. Denise Dumke de Medeiros, Docteur

RECIFE, DEZEMBRO / 2006

C198p

Campos, Carlos Alberto de Oliveira.

Uma proposta para a integração de sistemas de gestão. –
Recife: O Autor, 2006.

xiv, 139 folhas. : il. ; fig., tabs.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Engenharia de Produção, 2006.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia de produção. 2. Sistemas de gestão. 3. Sistemas
de gestão - Integração. I. Título.

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE
BCTG/2007-031



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DE

CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA CAMPOS

“UMA PROPOSTA PARA A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO”

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA CAMPOS **APROVADO.**

Recife, 18 de dezembro de 2006.

Profa. DENISE DUMKE DE MEDEIROS, Docteur (UFPE)

Prof. FERNANDO MENEZES CAMPELLO DE SOUZA, PhD (UFPE)

Profa. CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA, Doutor (UFPE)

Prof. EDSON PACHECO PALADINI, Doutor (UFSC)

Prof. MANOEL AFONSO DE CARVALHO JÚNIOR, PhD (UFPE)

ℒ ℒ

Este trabalho é dedicado à minha esposa, companheira e amiga de todas as horas, Patrícia Carly Campos; aos meus primeiros e eternos mestres Milton de Oliveira Campos (in memoriam) e Tereza de Jesus Campos, que para minha felicidade também são meus pais; aos meus queridos irmãos Bernardo, Cristina, Paulo, Alice e Lucília; aos meus filhos Catarine e Carlos; à minha inesquecível Tia Nina; à todos os membros do Grupp (Grupo de Pesquisa do Pensamento Universal) e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dra. Denise Dumke de Medeiros, pela confiança, por todos os anos de dedicação e orientação.

Ao Dr. Fernando Menezes Campello de Souza, pela disciplina de Programação Matemática, pela participação no Comitê de Acompanhamento, pela participação no Estudo Dirigido 1 e 2, na pré-banca e na banca, pelas observações e pelo grande estímulo dado.

Ao Dr. Edson Pacheco Paladini da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelos valiosos conselhos, pela participação na pré-banca e na banca.

Aos membros da banca, Dr. Manoel Afonso de Carvalho Júnior e Dra. Caroline Maria de Miranda Mota, pelas críticas e sugestões.

Ao Dr. Francisco Ramos, como membro do Comitê de Acompanhamento.

Aos professores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Dr. Adiel Teixeira de Almeida, Dra. Vilma Villarouco Santos e ao Dr. Paulo Ghinato, pelos ensinamentos.

Ao pessoal da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPE, em especial Juliane Marques Santiago, pela paciência e apoio.

Ao Prof. Dr. Francisco Luiz dos Santos da Universidade Católica de Pernambuco e à Secretária do Departamento de Física, Maria José F. de Farias Tavares, pelo incentivo.

Ao Dr. Marcos Crispino e ao engenheiro Solon de Medeiros Filho, pelas cartas de apresentação.

Ao amigo Dr. Robert Richards, pelo apoio.

Aos engenheiros Danilo Maranhão de Farias Santana e Patrícia Carly Campos, M.Sc., pela ajuda computacional de Programação Linear.

Ao administrador Jayme da Silva Júnior e aos engenheiros Alexandre Paschoal e Waldênio Oliveira, pelo apoio.

Ao cônsul e médico Lamartine Hollanda Júnior, pela luz da Cibernética e da Modelística.

RESUMO

A integração de sistemas de gestão é abordada na literatura pesquisada mais como um alinhamento de normas de sistemas de gestão, no entanto, uma integração de sistemas de gestão não deve limitar-se a apenas alinhamento. Não há na literatura um consenso do que seja uma integração de sistemas de gestão, pois alguns autores entendem uma integração como sendo alinhamento normas de sistemas de gestão, outros, sem discordar da importância do alinhamento, incorporam outros elementos como o fator humano. Não foi identificada dentro da pesquisa bibliográfica realizada nenhuma abordagem que fizesse uso de matemática, então propõe-se, neste trabalho, apresentar uma definição de integração de sistemas de gestão com base na Teoria Geral dos Sistemas e da Teoria dos Conjuntos que comporte e amplie as já pesquisadas. O número de sistemas de gestão normalizados tem aumentado continuamente, tendo sido o da Qualidade o primeiro, vindo logo em seguida o Ambiental. Há também uma tendência de se ampliar o número de sistemas de gestão dentro das organizações e tem-se verificado que redundâncias de atividades entre os sistemas isolados geram custos que poderiam ser evitados quando da integração desses sistemas de gestão. Observa-se, ainda, que há uma lacuna na literatura da área entre o momento da decisão de se adotar um Sistema Integrado de Gestão e sua implementação. Este trabalho, de cunho epistemológico, propõe uma abordagem sistêmica para uma etapa anterior à da implementação da integração, ou seja, a fase de estudo sobre a viabilidade e elaboração de projeto. Uma vez ampliado o conceito de integração de sistemas de gestão, de forma a contemplar o alinhamento de normas, o compartilhamento dos recursos humanos e de se entender um Sistema Integrado de Gestão à luz da Teoria Geral dos Sistemas, procurou-se fazer uso de Programação Matemática na integração dos recursos humanos. As atividades dos sistemas com suas entradas, saídas, processadores e acoplamentos, foram aplicadas de forma análoga a um diagrama de circuito elétrico, facilitando a visualização e estudos de integração de sistemas. O modelo proposto de integração de sistemas de gestão foi aplicado em uma organização do setor de energia elétrica, tendo mostrado sua viabilidade na otimização de recursos.

Palavras-chave: sistemas de gestão, sistemas integrados de gestão, programação matemática.

ABSTRACT

The integration of management system is treated in the literature rather as question of a standard alignment. The integration of management systems, however, should not be limited to alignment only. There is no consensus in the literature concerning what management system integration actually is, as some authors understand integration as being the standard alignment of Management System; while others, without disagreeing on the importance of alignment, incorporate others elements such as the human factor. No reference to the use of a mathematical approach was found in the literature. This work presents a definition of management system integration based on General Theory System and Set Theory to complement and amplify what has already been researched. The number of standard management systems is continuously increasing, with Quality in top place, followed by Environmental. There is a tendency to increase the management systems within organizations, creating redundancies among activities of isolated systems and generating costs that could be avoided when these management systems are integrated. A gap in the literature can still be observed between the decision-making moment to adopt an Integrated Management System and its implementation. The present work, of epistemological character, proposes a systemic approach to stage prior to the implementation, that is, the phase of viability study and project elaboration. Once the concept of management system integration has been developed, in light of standards alignment, human resources and complying with an Integrated System of Management within General System Theory, a Mathematics Program is applied for integration of human resources. The activities of the systems with their inputs, outputs, processors and couplings, were applied analogously to an electrical circuit diagram, facilitating the visualization and study of systems integration. The proposed model to integrate management system was applied to an organization in the electrical energy sector showing its viability in the optimization resources.

Keywords: management systems, integrated management system, mathematics program.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O Problema.....	2
1.2 O Objeto da Análise.....	3
1.3 Justificativa.....	4
1.4 Metodologia.....	5
1.5 Estrutura do Texto.....	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 Sistemas.....	11
2.2 Teoria Geral dos Sistemas.....	15
2.3 Sistemas de Gestão.....	19
2.4 Sistemas de Gestão Ambiental.....	21
2.5 Sistemas de Gestão da Qualidade.....	23
2.6 Sistemas de Gestão da Responsabilidade Social.....	25
2.7 Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho.....	28
2.8 Modelos e Modelagem Matemática.....	29
2.9 Programação Matemática.....	36
2.10 Conclusão do Capítulo.....	41
3 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO: estado da arte	43
3.1 O Modelo de Karapetrovik-Willborn.....	48
3.2 O Modelo de Karapetrovik.....	50
3.3 O Modelo de Integração de Cansanção.....	52
3.4 O Modelo de Integração de Correia.....	53
3.5 O Modelo de Integração de Melo.....	55
3.6 O Modelo de Integração de Mackau.....	57
3.7 O Modelo de Corrêa.....	59
3.8 O Modelo de Integração da QSP.....	63
3.9 O Modelo de Integração de Maciel.....	65
3.10 Comentários Sobre a Bibliografia.....	66
3.11 Conclusão do Capítulo.....	69
4 MODELO PROPOSTO	72
4.1 Definição de Sistemas Integrados de Gestão.....	72
4.2 Áreas dos Elementos para Integração dos Sistemas de Gestão.....	73
4.3 Fases para Integração dos Sistemas de Gestão.....	78
4.3.1 Fase 1.....	80
4.3.2 Fase 2.....	83
4.3.3 Fase 3.....	92
4.4 Conclusão do Capítulo.....	96
5 APLICAÇÃO DO MODELO DE INTEGRAÇÃO	98
5.1 Objetivo e Escopo.....	99
5.2 Identificação dos Elementos do Conjunto Atividade do CQM.....	101
5.3 Medidas dos Tempos de Atividades (Processamentos).....	105
5.4 Identificação dos Elementos do Conjunto Relações do CQM.....	107
5.5 Identificação dos Elementos do Conjunto Atividades do SGA.....	114
5.6 Integração dos Sistemas de Gestão.....	116
5.7 Conclusão do Capítulo.....	123
6 CONCLUSÕES	124
6.1 Conclusões da Fundamentação Teórica.....	124
6.2 Conclusões do Estado da Arte.....	125

6.3 Limitações do Modelo Proposto de Integração de Sistemas de Gestão.....	126
6.4 Sugestões para Futuros Trabalhos.....	127
6.5 Conclusões Finais.....	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Abordagem de processo de níveis hierárquicos do conhecimento.....	7
Figura 2.1 - Abordagem de processo para sistema.....	13
Figura 2.2 - Sistema de controle.....	13
Figura 2.3 - O elemento ativo de um sistema como abordagem de processo.....	17
Figura 2.4 - Acoplamento série de elementos ativos.....	18
Figura 2.5 - Acoplamento paralelo de elementos ativos.....	19
Figura 2.6 - Diagrama de Venn para modelo.....	32
Figura 2.7 - A realidade e os modelos em diagrama de Venn.....	33
Figura 2.8 - A informação em abordagem de processo.....	35
Figura 2.9 - Máximo de uma função em E^1	38
Figura 2.10 Máximo de uma função em E^2	39
Figura 4.1 - Diagrama de Venn de sistema de gestão.....	74
Figura 4.2 - Diagrama de Venn de área independente.....	74
Figura 4.3 - Diagrama de Venn e as áreas dos elementos.....	78
Figura 4.4 - Processo da situação atual para a situação desejada.....	81
Figura 4.5 - Projeto de SIG em abordagem de processo.....	84
Figura 4.6 - Acoplamento série de dois processadores (subsistemas).....	88
Figura 4.7 - Acoplamento paralelo de dois processadores.....	88
Figura 4.8 - Interação com o nível gerencial.....	93
Figura 4.9 - Dependência da atividade A com a atividade B.....	95
Figura 4.10- Atividades A e B acopladas com realimentação.....	95
Figura 5.1 - Abordagem de processo para a atividade A_1	101
Figura 5.2 - Abordagem de processo para a atividade A_2	102

Figura 5.3 - Abordagem de processo para a atividade A ₃	102
Figura 5.4 - Abordagem de processo para a atividade A ₄	103
Figura 5.5 - Abordagem de processo para a atividade A ₅	103
Figura 5.6 - Abordagem de processo para a atividade A ₆	104
Figura 5.7 - Abordagem de processo para a atividade A ₇	105
Figura 5.8 - Sistema CQM em abordagem de processo, com seus acoplamentos.....	113
Figura 5.9 - Abordagem de processo para a atividade A ₈	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Resumo do conteúdo da norma ISO 9001:2000.....	24
Tabela 2.2 - Itens e requisitos da norma ISO 9001:2000.....	25
Tabela 2.3 - Resumo do conteúdo da norma NBR 16001:2004.....	27
Tabela 2.4 - Itens e requisitos da norma NBR 16001:2004.....	27
Tabela 3.1 - Casos para o estudo de integração de sistema de gestão.....	54
Tabela 3.2 - Resumo de lista de verificação de Corrêa.....	62
Tabela 4.1 - Tabela da verdade para dois sistemas de gestão.....	75
Tabela 4.2 - Tabela da verdade para três sistemas de gestão.....	75
Tabela 5.1 - Dados sobre os processadores para abordagem de processo do SGQ.....	106
Tabela 5.2 - Dados das atividades administrativas para abordagem de processo do SGQ.....	107
Tabela 5.3 - Dados sobre as atividades do CQM para abordagem de processo do SGQ.....	107
Tabela 5.4 - Classificação das interações dos elementos do CQM.....	111
Tabela 5.5 - Dados dos processadores para abordagem de processo do SGA.....	116
Tabela 5.6 - Dados das atividades administrativas para abordagem de processo do SGA.....	116
Tabela 5.7 - Atividades e seus tempos de execução.....	118
Tabela 5.8 - Valor homem-hora dos empregados.....	120
Tabela 5.9 - Solução da função objetivo do estudo de caso.....	122

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 - Sistema em notação de conjunto.....	14
Equação 2.2 - Conjunto de entradas e saídas de um elemento ativo.....	17
Equação 2.3 - Diversificação de um elemento ativo.....	17
Equação 2.4 - Vetor instrumento.....	38
Equação 2.5 - Função objetivo para duas variáveis.....	39
Equação 2.6 - Programação clássica: função objetivo.....	39
Equação 2.7 - Programação clássica: restrições.....	40
Equação 2.8 - Programação não-linear: função objetivo.....	40
Equação 2.9 - Programação não-linear: restrições.....	40
Equação 2.10 - Programação linear: função objetivo.....	40
Equação 2.11 - Programação linear: restrições.....	41
Equação 4.1 - Sistema Integrado de Gestão.....	72
Equação 4.2 - Sistema de Gestão.....	73
Equação 4.3 - Número de condições possíveis para três sistemas de gestão.....	76
Equação 4.4 - Número de condições possíveis para n sistemas de gestão.....	76
Equação 4.5 - Confiabilidade com taxa de falhas constante.....	86
Equação 4.6 - Confiabilidade com taxa de falhas em função do tempo.....	86
Equação 4.7 – Confiabilidade de um acoplamento série.....	87
Equação 4.8 - Confiabilidade de um acoplamento paralelo.....	87
Equação 4.9 - Eficácia de um SIG.....	89
Equação 4.10- Eficiência de um SIG.....	89
Equação 4.11- Função objetivo do exemplo dado.....	91
Equação 4.12- Balanceamento da quantidade de tarefas.....	91
Equação 4.13- Função objetivo generalizada.....	92

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BS	<i>British Standard</i>
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DEO	Departamento de Operações da MTR Corporation
DNV	<i>Det Norske Veritas</i>
EEC	Empresa Estudo de Caso
EFQM	<i>European Foundation for Quality Management</i>
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
GAR	Grau de Aderência à Realidade
IMS	Integrated Management System
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LINDO	<i>Linear, Interactive aND Discrete Optimizer</i>
MBNQAM	<i>Malcolm Baldrige National Quality Award Model</i>
NBR	Norma Brasileira
NG	Norma de Gestão
NGGS	Núcleos Genéricos de Gerenciamento do Sistema
NGSA	Normas Genéricas de Sistemas de Auditoria
OHSAS	<i>Occupational Health And Safety Assessment Series</i>
PDCA	Plan Do Check Action

PGQ	Prêmio Gaúcho da Qualidade
PM	Programação Matemática
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
SIG	Sistema Integrado de Gestão
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SGRS	Sistema de Gestão da Responsabilidade Social
SGSST	Sistema de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TN	Tempo Normal
TP	Tempo Padrão
TR	Tempo Real

1. INTRODUÇÃO

As organizações para atenderem às exigências de clientes, à legislação, entre outras razões, vêm buscando a implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), de Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho (SGSST), e de outros sistemas mais. O Sistema de Gestão da Qualidade e o Sistema de Gestão Ambiental, normalmente abordados na literatura, são aqueles baseados nos requisitos das normas ISO 9001 e ISO 14001, respectivamente e o Sistema de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho, baseados nos requisitos da norma OHSAS 18001. A manutenção desses sistemas separados tem gerado custos, principalmente por redundância de trabalho, e na busca da redução desses custos é que as organizações têm procurado implementar um Sistema Integrado de Gestão (SIG). A bibliografia referente ao assunto Sistema Integrado de Gestão ainda não é vasta, no entanto, é mais abundante quando se trata de integração de Sistemas de Informação Computacionais, em inglês *Enterprise Resource Planning* (ERP), que não é objeto deste trabalho de pesquisa.

Modelos de integração de sistemas têm sido publicados com a finalidade de se obter a redução de custos, pois torna-se dispendioso mantê-los separadamente, conforme afirma Cansanção *et al* (2003), que propõem um modelo de integração do SGQ e do SGA. Correia (2002) apresenta um modelo de integração dos Sistemas de Gestão da Qualidade, Sistemas de Gestão Ambiental e Sistemas de Saúde e Segurança no Trabalho, utilizando o *Quality Function Deployment* (QFD), um método que leva em conta os requisitos do cliente em cada estágio do produto ou do desenvolvimento do processo. Esse último autor considera que as empresas que decidirem pela integração poderão ter como consequência uma estrutura gerencial consistente e única. Realmente, única sim, mas não necessariamente consistente, muito embora isso seja desejável.

O escopo deste trabalho é abordar os sistemas de gestão individualmente e os Sistemas Integrados de Gestão (SIG) não só como sistemas específicos de normas, mas visualizando-os como sistemas dentro da abordagem da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) e aplicar a Programação Linear na integração de atividades. A TGS considera um sistema, qualquer que seja, a união dos conjuntos Elementos, com o conjunto de Atividades e com o conjunto das Relações entre os elementos e compreende a Lógica Matemática e a Teoria dos Conjuntos.

Neste texto, os sistemas de gestão a serem considerados em uma integração podem ser em número n igual ou maior do que dois implementados totalmente ou parcialmente, ou não

implementados, com base nos requisitos de normas de gestão. A abordagem sistêmica permite que a integração seja tratada de forma genérica e não só como integração de normas de gestão. O SIG é abordado como um sistema de sistemas (KARAPETROVIC; WILLBORN, 1998), ou seja, um sistema composto de sistemas isolados. Tanto os sistemas isolados, como o SGQ com base nos requisitos da norma ISO 9.001 e o SGA, com base nos requisitos da norma ISO 14.001, quanto um SIG (sistema composto) são abordados como sistemas dinâmicos que exigem monitoramento, manutenção e flexibilidade suficiente para comportar mudanças. A Programação Matemática é sugerida como uma das ferramentas para a análise e planejamento de integração de sistemas de gestão e, neste trabalho, aplicou-se o Modelo de Transporte da Programação Linear na otimização de custos homem-hora.

Compreende-se que um sistema de gestão bem estruturado e implementado deve contemplar práticas gerenciais, instruções e manuais. As atividades, requisitos de norma, instruções e procedimentos são aqui denominados de itens, partes ou elementos de um sistema e não o sistema em si. Cada sistema de gestão é considerado um conjunto de itens contendo também as suas práticas e inter-relações. O Diagrama de Venn é utilizado para ilustrar possíveis interseções entre os n sistemas a serem integrados. Com o uso da análise combinatória, quantificam-se as interseções possíveis entre os n sistemas a serem integrados, e com o uso da Teoria dos Conjuntos apresenta-se uma definição mais generalizada de Sistemas Integrados de Gestão. Quando exequível, o elemento recurso humano é compartilhado e modelado matematicamente utilizando-se o Modelo de Transporte para a otimização dos recursos. Finalmente, o modelo de processo é adotado para o estudo de integração de sistemas de gestão de uma forma análoga à dos circuitos elétricos.

1.1 O Problema

Até onde foi levantada a pesquisa bibliográfica para este trabalho, a literatura tem abordado o problema de integração de sistemas de gestão mais como um alinhamento de normas de gestão e quando fala em uma abordagem sistêmica é de forma superficial, sem aprofundar o tema. O problema da integração de sistemas de gestão vai muito mais além do alinhamento de suas normas. Cada sistema de gestão isolado requer planejamento, alocação de recursos, treinamento de pessoal, monitoramento, manutenção, avaliação de desempenho, análise crítica e melhoria contínua, já sendo isso conhecido das organizações e com ampla abordagem na literatura, e isso não é diferente com sistemas integrados. Mas quando se trata de Sistemas Integrados de Gestão (SIG), como já comentado, a integração é tratada na

literatura mais como alinhamento de normas. Não foi identificada na literatura pesquisada uma definição de Sistema Integrado de Gestão que se harmonize com as diversas existentes. Também não se evidenciou uma integração dos recursos humanos com abordagem matemática para a sua otimização dentro dos artigos pesquisados sobre SIG. Há na literatura uma lacuna entre o momento do sistema já implementado, o momento da decisão de se adotar um Sistema Integrado de Gestão e a sua implementação, ou seja, a fase de projeto de integração de sistemas de gestão.

1.2 O Objeto de Análise

O objeto de análise é o estudo da integração de n sistemas de gestão, já implementados ou não, sob uma abordagem sistêmica e com aplicação de matemática, considerando-se a fase de projeto de integração dos sistemas de gestão, fazendo-se uso da Teoria dos Conjuntos nas composições das definições apresentadas, da Análise Combinatória para quantificar o número de possíveis interseções entre os sistemas de gestão a serem integrados, da Programação Matemática para otimização dos recursos humanos e da Teoria Geral dos Sistemas como base do modelo proposto.

O Objetivo Geral do trabalho é apresentar um modelo, com abordagem sistêmica e com aplicação matemática, que sirva de ferramenta para a tomada de decisão sobre a integração de sistemas de gestão na sua fase de projeto.

Os Objetivos Específicos deste trabalho são:

- Compor uma definição geral de integração de sistemas de gestão;
- Compor uma definição do que seja um Sistema Integrado de Gestão;
- Mostrar a viabilidade de aplicação de métodos numéricos ao tema integração de sistemas de gestão;
- Mostrar a viabilidade da abordagem de processo com acoplamentos nos projetos de integração de sistemas.

Espera-se que as definições desenvolvidas possam harmonizar e ampliar as existentes e, juntamente com o modelo proposto, se utilizar métodos numéricos e sistêmicos com compartilhamento dos recursos humanos em projetos de integrações de sistemas, na busca de melhor eficiência dos sistemas ou de redução de custo operacionais.

1.3 Justificativa

A manutenção dos SGQ, SGA e do SGSST, entre outros sistemas de gestão implementados e mantidos isolados, tem gerado custos com, por exemplo, auditorias isoladas e com atividades comuns aos sistemas. Ainda, um compartilhamento dos recursos humanos dos diversos sistemas, ou seja, uma integração dos recursos humanos, se bem realizada, poderia resultar em um sistema integrado mais enxuto. Na busca da redução desses custos é que as empresas têm procurado implementar um Sistema Integrado de Gestão (SIG).

É provável que a falta de uma compreensão mais abrangente do que venha a ser uma integração de sistemas de gestão tenha levado os estudos de Sistemas Integrados de Gestão a uma focalização em alinhamento de normas. Dentro do que foi levantando na pesquisa bibliográfica realizada para este trabalho, não se identificaram métodos numéricos e sistêmicos que possam ser utilizados no planejamento de integração de sistemas.

Os recursos disponíveis (humano, material, financeiro, de tempo, de informação, entre outros) das empresas são sempre limitados, pois entende-se que não há recursos ilimitados em qualquer que seja a organização e isso leva à competição entre os diversos sistemas de gestão da organização por esses recursos. É possível que haja redundância de atividades entre os diversos sistemas de gestão dentro de uma organização. É de se esperar que o enxugamento dessas atividades traga economia de recursos e é isso o que também se pode obter de uma integração de sistemas de gestão. Uma visão sistêmica faz-se interessante quando se deseja que o resultado de uma integração de sistemas de gestão gere um Sistema Integrado de Gestão (SIG) mais eficiente do que aqueles que estão atuando isoladamente.

Historicamente, um primeiro momento dentro dos sistemas de gestão se deu quando da implantação isolada dos SGQ, SGA e do SGSST nas organizações. Após a implementação de dois ou mais sistemas de gestão em uma organização, é de se esperar que se indague se não haveria redundância de atividades entre os dois ou mais sistemas isolados e se os custos operacionais seriam menores com um Sistema Integrado de Gestão do que com sistemas isolados de gestão. A partir desses questionamentos tem-se pensado a questão de integração de sistemas de gestão de tal forma que alguns autores consultados na pesquisa bibliográfica sugerem iniciar logo com integração no caso de organizações sem sistemas de gestão formalmente implementados.

Há mais sistemas de gestão além dos já citados, como por exemplo, o Sistema de Gestão da Responsabilidade Social (SGRS) com base nos requisitos da ABNT NBR 16001:2004. Há outros sistemas de gestão em funcionamento dentro das organizações, que

são elaborados pelas próprias organizações e que não estão contemplados por organismos de normalização nacionais ou internacionais como, por exemplo, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e *International Organization for Standardization* (ISO), respectivamente. O Sistema de Gestão de Manutenção serve bem para ilustrar isso. Não há razão para não se acreditar que outros sistemas de gestão surgirão e, conseqüentemente, a integração de sistemas de gestão vai se tornando cada vez mais e mais complexa, um supersistema, exigindo assim, um modelo realmente sistêmico com base na Teoria Geral dos Sistemas, que faça uso de modelos matemáticos e que possa comportar esse crescimento.

A pesquisa bibliográfica realizada evidencia que o *status quo* da integração de sistemas de gestão é o estudo das vantagens e de métodos de integração. Os sistemas abordados na literatura são bem específicos e não genéricos e, normalmente, são os SGQ, SGA e o SGSST. Os métodos de integração de sistemas são qualitativos, sendo lugar comum a comparação entre os requisitos de normas de sistemas de gestão. Não foi observado o emprego de matemática para servir de apoio à tomada de decisão no que concerne estudos de integração de sistemas de gestão. Assim, não foram identificados:

- Estudos visando à viabilidade ou não de uma integração de sistemas e que considere os recursos e o momento da organização;
- Estudos sobre a pós-integração dos sistemas de gestão;
- Estudos sobre o desempenho do Sistema Integrado de Gestão (SIG);
- Uma abordagem mais ampla em conformidade com a Teoria Geral dos Sistemas;
- Utilização de matemática no tratamento de integração de sistemas de gestão.

1.4 Metodologia

Para Rampazzo (2002, p. 17) o conhecimento humano “[...] é a relação que se estabelece entre o sujeito e o objeto conhecido”. A palavra ciência vem do latim *sciencia*, que significa conhecimento, assim, ciência seria o conhecimento de uma relação entre o que se estabelece entre o sujeito e o objeto conhecido, porém, ela tem seus métodos de aquisição desse conhecimento. Segundo Campello de Souza *et al* (2002), a Epistemologia classifica em quatro as formas de aquisição de conhecimento:

- Senso Comum: o conhecimento é adquirido por meio da experiência do indivíduo, de forma livre e espontânea. É chamado de vivência ou experiência pessoal;

- Religião: o conhecimento é adquirido através de revelação de espíritos, profetas ou iluminados;
- Filosofia: o conhecimento é adquirido através da contemplação e da especulação;
- Ciência: o conhecimento é adquirido através da aliança das dimensões lógica e empírica.

Para Popper (1972, p.55) as regras metodológicas são como regras de jogo, ou seja, são meramente convencionais: “As regras metodológicas são aqui vistas como convenções. Poderiam ser apresentadas como regras do jogo da ciência empírica”. Esse autor ainda aponta duas coisas que são a prova dos enunciados e a permanência. Segundo esse mesmo autor, toda teoria tem que passar pela prova e uma vez comprovada, não se pode permitir seu afastamento sem uma boa razão, sendo essa boa razão, por exemplo, a substituição por outra hipótese que resista melhor às provas, ou falseamento de uma consequência da primeira hipótese.

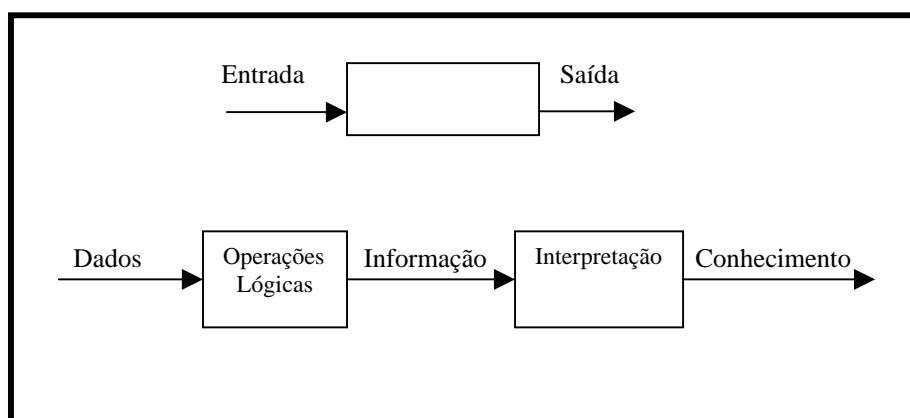
Para Barros e Lehteld (2000, p. 2) a metodologia corresponde a um conjunto de procedimentos a serem utilizados na obtenção do conhecimento, assim, “A metodologia é, pois, o estudo da melhor maneira de abordar determinados problemas no estado atual de nossos conhecimentos”.

Na Figura 1.1 baseada em Campello de Souza *et al* (2002), procura-se ilustrar o processo de construção do conhecimento científico, observando-se:

- Dados: evidências mais básicas de uma investigação. O que o investigador pôde captar e registrar;
- Operações lógicas: dão sentido aos dados a partir do uso de construtos lógico-matemático;
- Informações: são os significados extraídos de um conjunto de dados a partir da aplicação de operações lógicas;
- Interpretação: inferências e deduções realizadas a partir de um conjunto de dados e informações;
- Conhecimento: conceitos e argumentos lógicos abstratos que interligam e dão significados a fatos concretos, envolvendo hipóteses, teorias, modelos e leis, formando um conjunto de argumentos e explicações que interpretam um conjunto de informações.

Ainda, segundo os mesmos autores, as operações lógicas subdividem-se em:

- Estruturação: rotulação, ordenamento, hierarquização e classificação dos dados;
- Transformação: alteração nos dados por meio de operações matemáticas;
- Análise: identificação das relações lógicas entre subconjuntos de dados.



*Figura 1.1 Abordagem de processo dos níveis hierárquicos do conhecimento.
Fonte: o autor (2006)*

Resumindo-se, os dados são a matéria prima bruta de onde partem as operações lógicas, e estas dão sentido àqueles. Extraem-se informações a partir das operações lógicas que ao serem interpretadas chega-se ao conhecimento.

Gil (1996, p.19) define pesquisa “[...] como procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” e a classifica em três grandes grupos:

- Pesquisa Exploratória: tem como objetivo principal o aprimoramento de idéias (proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo mais explícito) ou a construção de hipóteses. Exemplos, pesquisa bibliográfica e estudo de caso;
- Pesquisa Descritiva: tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis;
- Pesquisa Explicativa: tem por principal preocupação identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

Quanto aos métodos científicos, Lakatos e Marconi (1991) apresentam os seguintes:

- Método Indutivo: parte das premissas para a generalização. A conclusão não estava implícita nas premissas e, em sendo as premissas verdadeiras, a conclusão poderá ser verdadeira ou não;
- Método Dedutivo: parte de um todo para o particular. A conclusão já estava implícita ou explícita e, em sendo o todo verdadeiro, o particular o será;
- Método Hipotético-Dedutivo: proposto por Popper (1972), é o método dedutivo posto à prova, seguindo o esquema $P_1 \quad TT \quad EE \quad P_2$, ou seja, P_1 é um problema e TT uma Teoria-Tentativa que será criticada com vistas à eliminação de erro EE, sendo o processo renovado dando surgimento a novos problemas P_2 , e assim sucessivamente. O que está por trás desse método é a convicção do autor de que nenhuma teoria conterá toda a verdade, precisando ser reformulada ou abandonada;
- Método Dialético: é considerado mais uma postura filosófica do que uma metodologia científica;
- Métodos Específicos das Ciências Sociais: caracteriza-se por uma abordagem mais ampla, em nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade.

A metodologia aplicada a este trabalho é a científica, compreendendo:

- Método Indutivo para a modelagem matemática e inferência de ordem decisória;
- Pesquisa Exploratória, especificamente no que toca à pesquisa bibliográfica para o levantamento do estado da arte e de um estudo de caso;
- Pesquisa Descritiva no estabelecimento das variáveis de estudo;
- Pesquisa Explicativa no que concerne à abordagem sistêmica.

A Teoria Geral dos Sistemas serve de fundamentação para o presente trabalho. Para a definição de Sistema Integrado de Gestão foi utilizada a Teoria dos Conjuntos. A Análise Combinatória foi aplicada na quantificação de possíveis casos de interseções entre os sistemas a serem integrados e a Programação Matemática, mais especificamente o Modelo Transportes, na integração dos recursos humanos.

O Diagrama de Venn é utilizado para ilustrar possíveis interseções entre os n sistemas a serem integrados. Com o uso da Análise Combinatória, quantifica-se o número de interseções possíveis entre os n sistemas de gestão a serem integrados. A Programação Matemática é

aplicada no intuito de se descobrir a solução ótima de um dado problema de integração de sistemas de gestão, mas especificamente a de otimização de custos relacionados a recursos humanos a serem integrados.

É utilizada a abordagem de processo para permitir uma melhor visualização das inter-relações das diversas atividades dos sistemas de gestão a serem integrados. Ou seja, é dada aos sistemas de gestão uma abordagem de processo. Muito embora essa abordagem possa limitar a dimensão do que seja um sistema, há ganho compensatório no que se refere à integração dos mesmos, como será apresentado no estudo de caso.

O trabalho iniciou-se pela pesquisa bibliográfica, principalmente de periódicos, no sentido de se levantar o estado da arte do assunto Sistemas Integrados de Gestão (SIG).

1.5 Estrutura do Texto

O presente texto está estruturado em seis capítulos. No Capítulo 2 são introduzidos os assuntos da fundamentação, que são os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), os Sistemas de Gestão da Responsabilidade Social (SGRS), os Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho (SGSST), Programação Matemática e Teoria Geral dos Sistemas.

No Capítulo 3 é apresentado o estado da arte do assunto Sistemas Integrados de Gestão (SIG), juntamente com a análise da contribuição dos principais autores.

No Capítulo 4 é apresentado o modelo de integração proposto neste trabalho, fundamentado na Teoria Geral dos Sistemas e com aplicação matemática, motivo principal da tese.

No capítulo 5 encontra-se uma aplicação prática do modelo proposto, em uma empresa do setor elétrico.

No Capítulo 6 é apresentada a conclusão do trabalho com comentários sobre as limitações do modelo proposto com sugestões para futuros estudos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As primeiras exigências em relação à garantia da qualidade, de acordo com De Medeiros (2000), foram feitas durante a Segunda Guerra Mundial, aos industriais que forneciam material, equipamentos ao exército norte-americano. Essa mesma autora explica que nos anos 70, na Europa, os compradores começaram a exigir dos seus fornecedores o respeito à garantia da qualidade, e nos anos 80, as organizações exigiam que seus fornecedores aplicassem métodos para a gestão da garantia da qualidade semelhantes aos seus.

Conforme De Medeiros (2000), a série internacional de normas ISO 9000, publicada pela primeira vez em 1987, foi criada para melhorar a relação entre clientes e fornecedores, mas que na última década foram usadas para a certificação dos sistemas da qualidade por uma terceira parte. Desde a sua primeira publicação até hoje a série ISO 9000 sofreu duas revisões, a primeira se deu em 1994 e a segunda e mais recente em 2000.

Com relação ao meio ambiente, a sociedade vem exigindo cada vez mais dos produtores de bens/serviços um compromisso maior com a preservação ambiental. Em 1996 foi publicada a série ISO 14000 que é composta por 15 normas, entre elas a ISO 14001, que trata das especificações e diretrizes para uso de Sistemas de Gestão Ambiental. Esta se aplica a qualquer organização que queira demonstrar, implementar, manter e aprimorar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Por outro lado, os acidentes e doenças relacionadas com o trabalho, além do custo humano (envolvendo dor, sofrimento para as vítimas, para as famílias, colegas e amigos), o afastamento do trabalhador do seu posto de trabalho podendo acarretar perdas na qualidade/produtividade bem como o alto custo de reparação dos danos à saúde física do trabalhador, também têm se constituído em preocupação para a sociedade. A norma OHSAS 18001 surgiu como resposta para as organizações que desejarem implementar um Sistema de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho (SGSST). O estabelecimento desse sistema busca proporcionar um local de trabalho adequado que garanta a integridade física do trabalhador minimizando os riscos para o ele e para os outros, aprimorar o desempenho da empresa e ajudar as organizações a estabelecerem uma imagem responsável no mercado onde atuam, conforme a norma britânica BS 8800:1996. Não há até o momento da redação deste trabalho, nenhuma norma ISO para a certificação de SGSST sendo, talvez por isso, a mais adotada a norma OHSAS, que tem por base a BS 8800.

Nesses últimos anos, a sociedade tem se mostrado cada vez mais preocupada e mobilizada com os temas já relacionados acima, também em relação a ética e à inclusão social. Nesse sentido, organizações têm procurado demonstrar sua responsabilidade social através de ações e programas sociais. No entanto, para que sejam eficazes essas ações, convém sejam conduzidas dentro de um Sistema de Gestão de Responsabilidade Social (SGRS) estruturado e integrado dentro da organização. A norma NBR 16001:2004 estabelece os requisitos mínimos para uma organização formular, implantar, manter e aprimorar um SGRS.

Para este trabalho sobre Sistemas Integrados de Gestão (SIG) com uma abordagem sistêmica e matemática, considerou-se apresentar, neste capítulo, algumas definições de sistemas de gestão, depois uma apresentação dos sistemas de gestão mais utilizados pelas organizações atualmente, que são SGA, SGQ, SGRS e SGSST. Também são apresentados tópicos de programação matemática, de modelos, de modelagem matemática, de informação e da Teoria Geral dos Sistemas.

2.1 Sistemas

Há vários tipos de sistemas, como sistemas de gestão, sistemas de informação, sistema cardiovascular, sistemas eletrônicos de controle, sistemas de equações, sistema circulatório de um animal, entre outros mais, mas o foco deste trabalho é a integração de sistemas de gestão, para formar um supersistema, o Sistema Integrado de Gestão (SIG). Há várias definições sobre o que venha a ser sistema, umas mais gerais, outras mais particulares e até mesmo complementares, mas não foi identificada na literatura inconsistência entre essas definições, sendo algumas delas apresentadas a seguir.

Stair (1996) define sistema como sendo um conjunto de partes interagindo para atingir objetivos ou, ainda, como um conjunto de componentes interdependentes que formam um todo com um objetivo específico. A inter-relação entre os elementos (partes) de um sistema, também está presente na conceituação de sistemas de Bertalanffy (2003). Para esse autor, um sistema pode ser definido como um complexo de elementos em interação. De fato, um conjunto de elementos isolados não forma um sistema, pois há que, de alguma forma, existir uma relação entre os elementos para formar um todo para algum objetivo.

Segundo Rechtin e Maier (1997) um sistema é um conjunto de diferentes elementos conectados ou relacionados para desempenhar uma única função não realizável pelos elementos isoladamente. Harrington (1999) acrescenta que isso requer interconexão e inter-

relação entre os elementos envolvidos na integração. Cabe questionar se um sistema necessariamente tem que desempenhar uma única função.

Ellis e Ludwig (1962) definem sistema da seguinte forma: “Sistema é um ente, processo, esquema ou ‘modelo’ que se comporta com alguma descrição, sua função sendo operar sobre informação e/ou energia e/ou matéria em uma referência temporal de modo a produzir informação e/ou energia e/ou matéria”. Sabe-se que energia não é produzida, mas sim transformada e que, nesse caso, os autores teriam utilizado uma expressão usual, como produzir ao invés de transformar.

A norma ISO 9000:2000 em sua página 8, define sistema como um “conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos”. No entanto, elementos que interagem como uma ameba e um anticorpo, por exemplo, não formam um sistema, apesar de os elementos de um sistema terem que necessariamente interagir. Isso quer dizer que em um sistema os elementos devem interagir, mas que uma interação entre elementos não garante a formação de um sistema.

Para um engenheiro de sistemas, segundo Campello de Souza (2005, p. 121), “Um sistema é um dispositivo, um procedimento ou um esquema, susceptível de comportar-se de uma forma prevista, e cuja função é operar uma informação e/ou energia e/ou matéria, em tempos bem determinados, para se obter informação e/ou energia e/ou matéria”. Essa definição de sistemas para aplicações de engenharia acrescenta às definições já apresentadas anteriormente, a previsibilidade do comportamento do sistema e o termo “operar” (informação e energia e matéria) ao invés da palavra “produzir” de Ellis e Ludwig (1962).

Goldbarg e Luna (2000, p. 5) definem sistema “[...] como qualquer unidade conceitual ou física, composta de partes inter-relacionadas, interatuantes e interdependentes”. Novamente, sente-se falta da interação para um objetivo.

Aguirre (2000, p. 528) define sistema como “Conjunto de componentes (físicos, biológicos, mecânicos, etc.) que interagem de forma definida”. Apesar de acrescida a expressão de forma definida ao verbo interagir isso ser bem interessante, como já observado, nem todo conjunto de elementos que interagem forma um sistema.

Karapetrovic (2002) dá uma definição de sistema como uma abordagem de sistema de gestão: “sistema é uma composição de processos vinculados entre si que funcionam harmonicamente, compartilham os mesmos recursos, e são todos direcionados para atingir um conjunto de metas ou objetivos”.

Pode-se observar nas definições apresentadas que todos os autores são unânimes em considerar os elementos (partes, conjunto de componentes, entes, processos, esquemas,

modelos, dispositivos, etc.) em interação. Embora não haja, como já comentado anteriormente, nenhuma inconsistência entre essas definições, existem nelas enfoques mais específicos de áreas. Dessa forma, enfocando sistema pela abordagem de processo, pode-se dizer que: um sistema é um processador formado por elementos que interagem, cuja entrada é informação e/ou energia e/ou matéria e cuja saída é informação e/ou energia, para atingir objetivos.

Na Figura 2.1 é apresentada uma abordagem de processo para ilustrar um sistema, que pode ter uma ou mais entradas e seus respectivos canais, uma ou mais saídas e seus respectivos canais, a realimentação (ou *feedback*) e o ambiente (considerado tudo o que não for o sistema). Um elemento ou parte dele, pode estar acoplado ao outro de forma que se afetem mutuamente, havendo uma circularidade, portando uma realimentação, segundo Ashby (1970). Uma importante aplicação da realimentação está no controle dos sistemas. Na Figura 2.2 encontra-se representado um sistema sendo regulado através realimentação. A medição pode ser realizada, por exemplo, através de indicadores de desempenho, de resultado de auditorias, etc., e a regulação através do resultado da análise crítica com as respectivas medidas de correção.

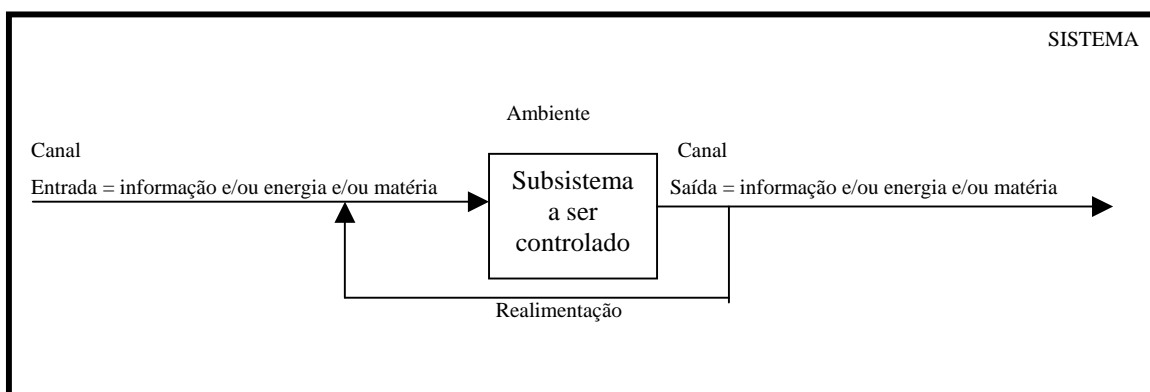


Figura 2.1 – Abordagem de processo para sistema

Fonte: o autor (2006)

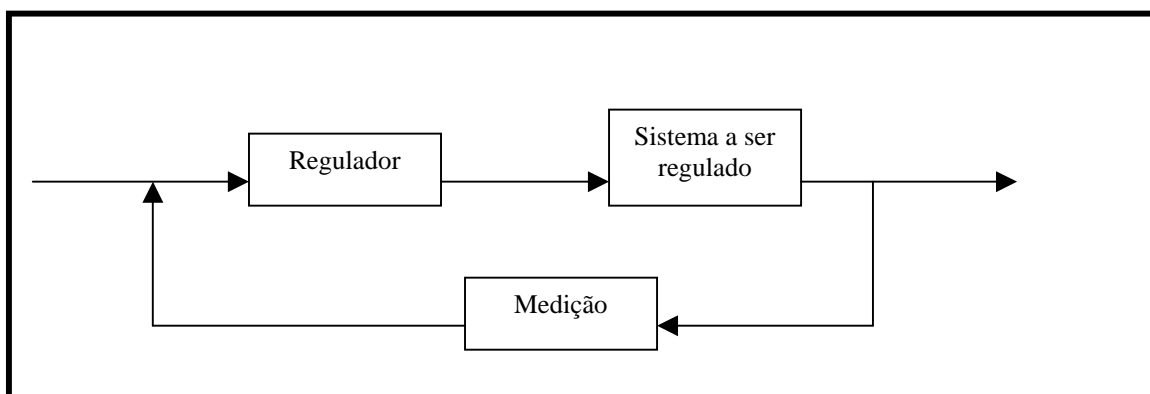


Figura 2.2 – Sistema de controle

Fonte: adaptado de Dorf (1977)

Na Figura 2.1 mostra-se uma relação entre sistemas e processos. O sistema processa matéria, informação e energia. Karapetrovic e Willborn (1998) vêem sistemas e processos distintamente, porém, consideram um processo e um sistema idênticos quando para uma saída desejada se faz necessário apenas um processo. Neste trabalho, para uma ou mais saídas faz-se necessário um ou mais processos. Aqueles autores afirmam que um sistema é um conjunto de processos e recursos planejados para executar determinado produto ou serviço. Afirmam ainda esses mesmos autores (p.205) que “Definindo o objetivo do sistema praticamente se define o sistema e suas fronteiras” e que “Um objetivo da qualidade ou desempenho pobremente definido, comunicado e compreendido resultará em um sistema inadequado e perdas de recursos humanos, materiais, informação e financeiras”. Um sistema para ser bem definido deve ser iniciado com os objetivos, mas há que se definir também suas entradas, saídas, ambiente e o processador. Um processo desenvolvido sem um objetivo bem definido e compreendido por todos certamente terá seu desempenho comprometido desde a sua concepção, pois tudo parte dos objetivos.

Conhecendo-se só as partes (elementos) de um sistema, ele não seria bem compreendido. Para melhor entendê-lo há que se conhecer as atividades de cada parte do sistema bem como essas partes estabelecem relações (relações internas) e com o ambiente (relações externas), no caso de sistema aberto. Maciel (1974), fazendo uso da Teoria dos Conjuntos, define um sistema S (todo), composto de partes, formado por três conjuntos disjuntos:

- Conjunto dos Elementos S_E ;
- Conjunto das Relações S_R que ligam, entre si, os elementos (partes) do sistema S_R ;
- Conjunto das Atividades S_A dos elementos (partes).

O autor apresenta um sistema qualquer S em notação de conjunto, como mostra a Equação 2.1.

$$S = S_E \cup S_A \cup S_R \quad (2.1)$$

O conjunto dos Elementos compreende os recursos (humanos, materiais, financeiros, os requisitos das normas de gestão), onde $S_E = \{ e_i \} = \{ e_1, e_2, \dots, e_N \}$ denota o conjunto dos N elementos ou partes e_i ($i = 1, 2, \dots, N$) que compõem o sistema.

O conjunto das Relações, como o próprio nome indica, compreende as diversas formas com que os elementos ou partes se relacionam, onde $S_R = \{ r_{ik} \}$ denota as P relações dos elementos (partes) e_i entre si e entre o ambiente no caso de sistema aberto. As relações podem ser binárias, ternárias, ... , n -árias. À título de exemplo, considere-se um sistema com

três elementos, e_1 , e_2 e e_3 , em que o elemento e_1 possua duas atividades a_{11} e a_{12} , o elemento e_2 com três atividades a_{21} , a_{22} e a_{23} e o elemento e_3 com uma atividade a_{31} . No mesmo sistema existe uma relação interna entre os elementos da forma $S_R = \{r_{12}, r_{23}\}$, onde r_{12} constitui-se uma relação do elemento e_1 com o elemento e_2 , e r_{23} uma relação do elemento e_2 com o elemento e_3 . Para haver relação, é preciso que haja acoplamento das partes e essas relações das partes são realizadas através das suas entradas e saídas.

O conjunto Atividades descreve todas as atividades de que são capazes os elementos ou partes do sistema, onde $S_A = \{a_{ik}\}$ denota o conjunto das M atividades a_{ik} ($k = 1, 2, \dots, M$) de cada elemento e_i . Essa é a concepção de sistema utilizada neste trabalho.

É interessante ressaltar que uma coleção de elementos ou partes não constitui um sistema. É necessário conhecer não só as partes, mas as atividades de cada uma delas e como elas interagem na busca de um mesmo objetivo para que um sistema seja melhor compreendido.

Como já comentado, os recursos humanos e materiais e as normas de gestão são os Elementos de um sistema de gestão, quer seja integrado ou não. Os procedimentos operacionais constituem-se elementos do conjunto Atividades. Do ponto de vista de uma abordagem sistêmica, embora o alinhamento de normas de gestão seja importante e necessário, não é suficiente para definir um Sistema Integrado de Gestão.

Com relação ao ambiente, os sistemas podem ser fechados ou abertos, sendo esses últimos aqueles que interagem com o ambiente. Na Física clássica, os sistemas são tratados como fechados, mas a Teoria Geral dos Sistemas, de uma forma mais abrangente, considera tanto sistemas fechados quanto sistemas abertos, sendo estes os de maior interesse no estudo de Sistemas Integrados de Gestão. Bertalanffy (2003, p. 141) quando define sistema aberto, parece dar uma abordagem de inspiração mais biológica: “O sistema aberto define-se como um sistema em troca de matéria com seu ambiente, apresentando importação, exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem”. Essa definição pode ser expandida acrescentando-se à palavra “matéria”, as palavras “energia” e “informação”.

2.2 Teoria Geral dos Sistemas

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), segundo Bertalanffy (1975), foi pela primeira vez introduzida por ele próprio, anteriormente à cibernética, à engenharia dos sistemas e ao surgimento de campos afins. Esse autor, considerado por muitos como o “pai” da Teoria Geral dos Sistemas, afirma que por volta de 1928, quando ele começava a vida de cientista, a

biologia estava envolvida com a controvérsia do modelo mecanicista e do vitalismo. O modelo mecanicista via o organismo vivo como um agregado de moléculas orgânicas, o comportamento como uma soma de reflexos condicionados ou incondicionados, etc. Já o modelo conhecido como vitalismo explicava através de fatores anímicos o que, para aquele autor, correspondia à declaração da bancarrota da ciência. Ele e outros estudiosos foram levados a pensar os organismos vivos como coisas organizadas, então, precisavam descobrir em que consistiam. Esse modelo era chamado de organísmico. Segundo o que esse autor diz, ele procurou aplicar o modelo organísmico em vários estudos sobre metabolismo, o crescimento e a biofísica do organismo, seguiu na direção dos modelos dos sistemas abertos e dos estados estáveis até a generalização mais ampla que denominou de Teoria Geral dos Sistemas. Essa idéia foi apresentada pela primeira vez no seminário de filosofia de Charles Morris na Universidade de Chicago em 1937

Ainda para Bertalanffy (2003), a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) é uma ciência geral da totalidade, uma disciplina lógico-matemático aplicável às ciências empíricas. O fato da TGS ser uma disciplina lógico-matemática está em consonância com a abordagem sistêmica e matemática deste trabalho.

É interessante observar a evolução da abrangência da TGS cerca de 37 anos depois do seminário de filosofia da Universidade de Chicago, na versão de Maciel (1975, p. 15): “*Teoria Geral dos Sistemas*, ou *Ciência dos Sistemas*, é a ciência multidisciplinar que tem por objetivo o estudo da relação dos sistemas e seus elementos, das combinações daqueles e destes, respectivamente em super e subsistemas, bem como de seus modos de ação (ou comportamento)”. Esse mesmo autor considera a TGS de interesse de matemáticos, físicos, filósofos, analistas de sistemas, cientistas da administração, economistas, biólogos, ecólogos, médicos, psicólogos, sociólogos e cientistas políticos.

O conjunto S_R de relações entre os elementos e_i de um sistema compreende as relações internas e externas a ele. É através das relações que os elementos ativos dos sistemas interagem uns com os outros e com o ambiente (externo). Na figura 2.3 há uma representação da abordagem de processo para um elemento ativo de um sistema.

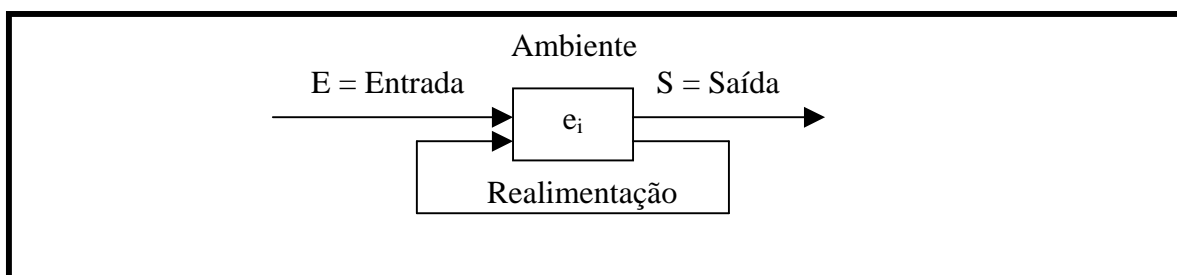


Figura 2.3 – O elemento ativo de um sistema como abordagem de processo

Fonte: o autor(2006)

A Cibernética, a Teoria da Informação, a Teoria dos Jogos, a Teoria da Decisão, a Topologia e a Análise Fatorial, satisfazem às exigências da Teoria Geral dos Sistemas, de acordo com Bertalanffy (2003).

Para Ashby (1970) o conceito mais fundamental da Cibernética é o de diferença ou que alguma coisa mudou com o tempo. Aquele autor (p. 4) define Cibernética como “[...] o estudo de sistemas abertos à energia mas fechados à informação e ao controle”. Este trabalho explora as inter-relações entre os elementos ativos dos sistemas e, nesse sentido, faz-se importante apresentar dois postulados da Cibernética que dizem respeito aos elementos ativos dos sistemas:

- Postulado Cibernético Fundamental 1: afirma que um elemento ativo possui pelo menos uma entrada e uma saída;
- Postulado Cibernético Fundamental 2: afirma que, dado um elemento ativo e_i de um sistema A, uma relação R está sempre definida entre seus estados de entrada E_i e seus estados de saída S_i , sendo que o estado S_i fica univocamente determinado pelo estado X_i na entrada.

Em termos de notação de conjunto, E_i representa o conjunto das entradas de um elemento ativo, e_i e S_i o conjunto de suas saídas, como mostrado na Equação 2.2.

$$E_i = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \} \text{ e } S_i = \{ y_1, y_2, \dots, y_n \} \quad (2.2)$$

A *diversificação* δ de um elemento ativo e_i , com m entradas e n saídas, é dada pela Equação 2.3.

$$\delta = n - m \quad (2.3)$$

O acoplamento de sistemas, de fundamental importância para a Teoria Geral dos Sistemas e utilizado neste trabalho de pesquisa, pode ser entendido como a operação de relacionar a saída de um elemento ativo ou de um sistema à entrada de outro elemento ativo ou a outro sistema. De acordo com Maciel (1974), só há relação através das entradas e saídas e através de acoplamento e considera-se elemento ativo a unidade mínima de transformação. Dependendo do contexto, um elemento ativo pode constituir-se um sistema, e um sistema pode ser formado por um ou mais elementos ativos. Sistemas, por sua vez, podem constituir um supersistema, sendo esses sistemas que constituem um supersistema denominados de subsistemas do supersistema. Nas Figuras 2.4 e 2.5, os elementos e_1 e e_2 podem ser considerados como elementos ou como subsistemas do sistema A e no caso de um acoplamento do sistema A com outro sistema B, ter-se-á um supersistema C de ordem superior à do sistema A e à do sistema B.

Dois sistemas S_1 e S_2 são ditos acoplados em série quando a saída de um alimenta a entrada de outro, como mostrado na Figura 2.4, e ditos em paralelo quando as entradas dos sistemas estão diretamente relacionadas a uma única entrada, e suas saídas diretamente relacionadas a uma única saída, como mostrado na Figura 2.5.

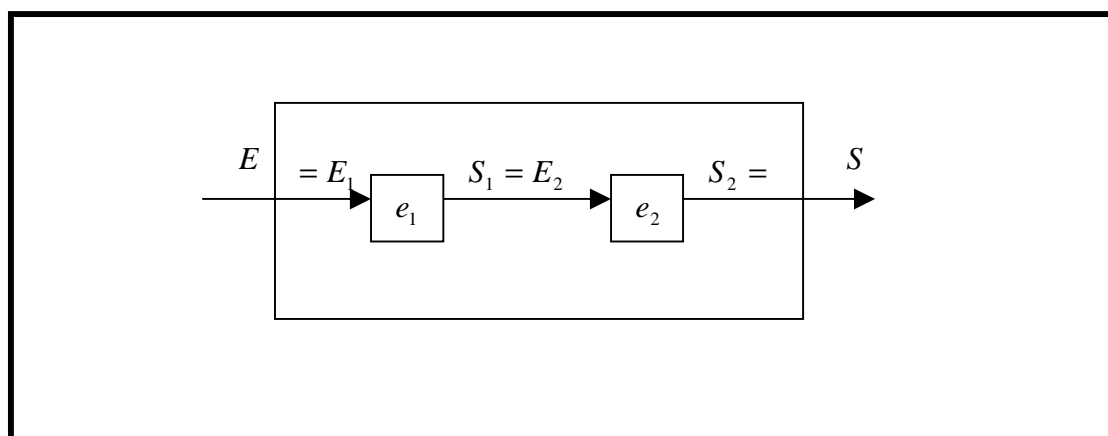


Figura 2.4 – Acoplamento série de elementos ativos

Fonte: o autor (2006)

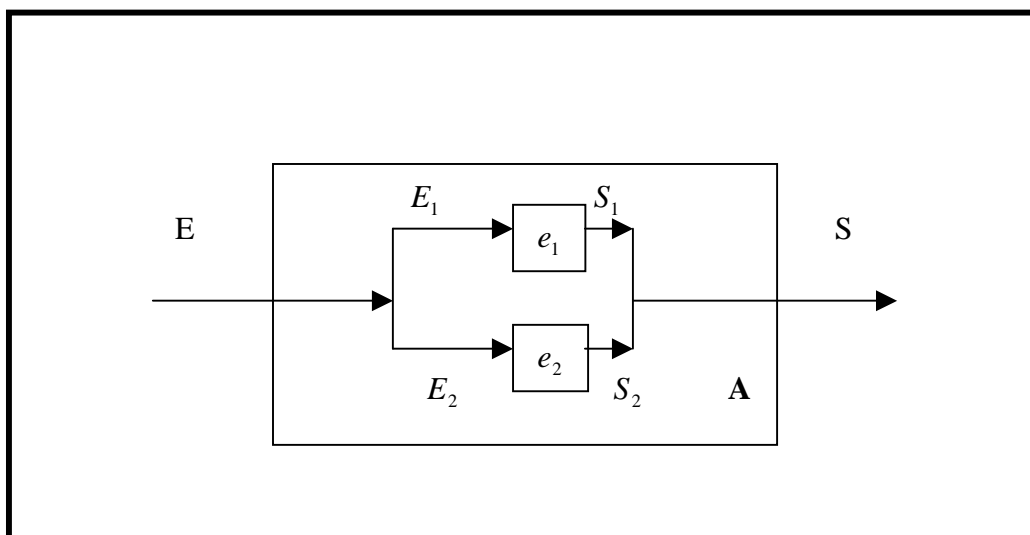


Figura 2.5 – Acoplamento paralelo de elementos ativos.

Fonte: o autor (2006)

Observe-se que a ausência de acoplamento não significa, necessariamente, uma ausência de relação, pois pode significar uma relação em potencial, ou seja, uma capacidade de interagir em caso de um comportamento adverso do sistema, como explica Maciel (1974). Um elemento ativo e_1 interage com outro elemento ativo e_2 se pelo menos uma entrada de um é igual à saída de outro.

2.3 Sistemas de Gestão

Há várias definições sobre sistemas de gestão. A norma ISO 14001:2000 em sua página 2 define: “Um sistema da gestão é um conjunto de elementos inter-relacionados utilizados para estabelecer a política e os objetivos e para atingir esses objetivos”. Ainda segundo essa mesma norma, um sistema da gestão inclui:

- Estrutura organizacional;
- Atividades de planejamento;
- Responsabilidades;
- Práticas;
- Procedimentos;
- Processos;
- Recursos.

Monteiro (1982, p.47) define: “Sistema de Gestão é um conjunto coerente de coisas adrede estruturado para operar um sistema físico orientando-o para propósitos que o condicionam”. Esse autor entende que um simples raciocínio de lógica, partindo de sua definição, leva a três principais condições *sine qua non* dos sistemas:

- Coerência: sendo coerentes, as coisas têm que obrigatoriamente se relacionar;
- Inter-relação: inter-relacionando-se, as coisas agem entre si;
- Integração: coisas que inter-relacionam e interagem, ou estão integradas.

Cornachione Júnior (2001) define sistema de gestão como “[...] aquele que contém a forma com que as coisas aconteçam sob intenções do Modelo de Gestão, ou seja: valendo-se do processo de gestão”. Por Modelo de Gestão, aquele autor entende como “[...] algo como um conjunto de regras e princípios básicos que os proprietários transmitem para os gestores da organização, isso com o intuito de garantir o bom andamento do negócio”.

Com base no que já foi apresentado, pode-se dizer que um Sistema Integrado de Gestão (SIG) é um supersistema composto de dois ou mais sistemas de gestão. Karapetrovic e Willborn (1998) denominam os SIG de “sistemas de sistemas” onde os sistemas mantêm sua individualidade. Esses sistemas componentes da integração e o próprio SIG são neste trabalho tratados como sistemas do ponto de vista da Teoria Geral dos Sistemas.

Uma vez já considerado o que vem a ser sistema, sistemas de gestão e Sistemas Integrados de Gestão, e sendo o motivo deste trabalho a integração de sistemas de gestão, convém apresentar os quatro tipos mais em evidência no momento, quanto à sua integração, dentro das organizações:

- Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) com base nos requisitos da norma ISO 14001:2004;
- Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) com base nos requisitos da norma ISO 9001:2000;
- Sistemas de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho (SGSST) com base na norma OHSAS 18001:1999;
- Sistemas da Gestão da Responsabilidade Social (SGRS) com base na norma 16001:2004.

Considerando que um dos propósitos deste trabalho é uma abordagem sistêmica dos SIG, convém apresentar a definição de abordagem sistêmica para a gestão da norma NBR ISO

9000:2000 em sua página 2: “Identificar, entender e gerenciar processos inter-relacionados como um sistema contribui para a eficácia e eficiência da organização no sentido desta atingir os seus objetivos”. Essa definição pode ser desdobrada em: a abordagem sistêmica para a gestão constitui-se em identificar e entender como os elementos de um ou mais sistemas de gestão possam se inter-relacionar de forma a contribuir para a eficácia e eficiência da organização, permitindo um gerenciamento desse sistema voltado para os objetivos de uma organização.

2.4 Sistemas de Gestão Ambiental

Segundo a norma ISO 14001:2004 as organizações, qualquer que seja o tipo, estão cada vez mais preocupadas não só em atingir, mas também demonstrar um desempenho correto, controlando o impacto de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente, levando em consideração sua política e seus objetivos ambientais. Esse interesse se insere dentro de um mercado cada vez mais preocupado com a proteção ao meio ambiente e da necessidade de atender à legislação cada vez mais exigente a esse respeito.

A definição de Sistemas da Gestão Ambiental (SGA) apresentada pela norma internacional ISO 14001:2004 item 3.8, é: “[...] a parte de um sistema da gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar sua política ambiental e para gerenciar seus aspectos ambientais”. Dessa forma, o SGA é um sistema de gestão, da forma já apresentada, que pode ser abordado dentro da Teoria Geral dos Sistemas. A finalidade desse sistema é, ainda de acordo com o anexo A daquela norma, ser uma ferramenta que permita à organização atingir, e sistematicamente controlar, o nível de desempenho ambiental estabelecido pela organização. É a própria organização quem deve estabelecer o seu objetivo ambiental, em decorrência de sua política ambiental, de suas necessidades socioeconômicas, atendendo às expectativas do mercado consumidor, à legislação e à regulamentação. Portanto, a organização tem a liberdade de definir seus próprios limites, mas qualquer que seja o SGA adotado e sua respectiva operação, não há garantia de que haverá, necessariamente, redução imediata de impacto ambiental. A adoção da norma pode ser estendida para toda a organização ou para unidades operacionais, ou atividades específicas. Não há exigência de norma quanto à complexidade do SGA e nem quanto aos recursos a serem alocados, pois isso fica a cargo da própria organização o ato de estabelecê-los de acordo com suas políticas ambientais e disponibilidade de recursos.

A finalidade da ISO 14001:2004, segundo ela própria, é a de equilibrar a proteção ambiental com as necessidades socioeconômicas de uma organização, provendo as organizações de elementos de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) eficaz que possam ser integrados a outros requisitos da gestão e auxiliá-las a alcançar seus objetivos ambientais e econômicos. Essa norma contém requisitos que podem ser utilizados por uma organização para:

- Auditorias com fins de certificação/registro de seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA) por uma organização externa;
- Realizar uma auto-avaliação e emitir autodeclaração de conformidade com a norma;
- Implementar, manter e aprimorar um Sistema de Gestão Ambiental;
- Assegurar-se de sua conformidade com a política ambiental definida.

Um resumo do conteúdo da norma ISO 14001:2004 é apresentado na Tabela 2.1. Pode-se observar nessa tabela que apenas no Capítulo 4 é que são apresentados os requisitos para um SGA. Os requisitos da norma para um SGA são para:

- A Política Ambiental da organização;
- Os Procedimentos;
- Os Objetivos e as Metas Ambientais;
- Os Programas;
- As Responsabilidades;
- Os Registros;
- A Documentação.

A política ambiental é a base para um projeto, implementação e aprimoramento de um SGA. Tanto os objetivos quanto as metas de uma organização devem ser embasados na política ambiental. Os procedimentos não precisam ser documentados quando não houver exigência de norma para isso, no entanto, convém documentá-los para um melhor controle e disseminação na organização.

Para uma organização que não possua um SGA em operação, convém que, inicialmente, avalie sua posição atual em relação ao meio ambiente e a situe com respeito às exigências do mercado consumidor e da legislação e regulamentação. A avaliação deve considerar a operação em condições normais, de parada e partida, e de potencial impacto associado às situações razoavelmente previsíveis e de emergência. Pode-se denominar isso de levantamento do estado atual, utilizado no modelo proposto.

O presente trabalho valoriza a modelagem matemática nos estudos dos sistemas e de suas integrações e isso leva à necessidade de se quantificar variáveis. A quantificação está presente na norma ISO 14000:2004. No seu item 3, Definições, encontra-se:

- O objetivo ambiental deve ser quantificado sempre que exequível;
- O desempenho ambiental deve ser avaliado através de resultados mensuráveis;
- A meta ambiental deve ser quantificada sempre que exequível.

No item 4.5.1 da norma ISO 14001:2004, Monitoramento e medição, encontra-se que a organização deve monitorar e medir regularmente as características principais de suas operações que possam ter impacto ambiental significativo. Isso por si só já é suficiente para justificar a necessidade de quantificação, quando exequível, mesmo quando isso não esteja explícito na norma.

Pode-se observar, comparando-se a edição atual ISO 14001:2004 com a anterior (1996), que a questão da quantificação ganhou maior amplitude uma vez que a edição anterior omite a questão de quantificação nas metas ambientais.

2.5 Sistemas de Gestão da Qualidade

A norma ISO 9001:2000 traz um modelo para Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) focado na eficácia do SGQ em atender aos requisitos dos clientes. Essa norma especifica os requisitos de um SGQ que uma organização necessita para demonstrar sua capacidade em fornecer, de forma coerente, produtos ou serviços que atendam às exigências do cliente, atendam aos regulamentos aplicáveis e quando a organização pretende aumentar a satisfação do cliente por meio da aplicação do sistema e do processo, a melhoria contínua do sistema e da garantia da conformidade com os requisitos do cliente. Tanto na norma como neste texto, a palavra produto é estendida a serviços.

Este trabalho quando trata de SGQ, toma por base os requisitos da norma ISO 9001:2000 que tem na Tabela 2.1 o seu conteúdo apresentado de forma resumida.

Os principais requisitos da ISO 9001:2000 são:

- Política da Qualidade;
- Procedimentos;
- Objetivos da Qualidade;
- Programas;

- Responsabilidades e Autoridades
- Registros e Documentação.

Uma organização que deseja estabelecer seu SGQ em conformidade com a ISO 9001:2000, que adota um sistema de processo, deve:

- Identificar os processos necessários ao SGQ;
- Determinar a seqüência e a interação desses processos;
- Determinar critérios e métodos que assegurem uma operação e controle eficazes desses processos;
- Monitorar, medir e analisar esses processos;
- Dispor de recursos e informações necessárias para apoiar a operação e monitoração desses processos;
- Implementar ações necessárias para atingir os resultados planejados;
- Implementar ações necessárias para a melhoria contínua desses processos.

Na Tabela 2.1 encontram-se alguns dos principais requisitos e seus respectivos itens.

Tabela 2.1 – Resumo do conteúdo da norma ISO 9001:2000

Item da Norma	Conteúdo resumido do item
0	Trata basicamente da promoção da adoção da abordagem de processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um SGQ e da compatibilidade da norma com outros sistemas de gestão.
1	Apresenta o objetivo e campo de aplicação da norma.
2	Indica a norma ISO 9000 na sua mais recente edição como referência normativa.
3	Define os termos como, por exemplo, organização e fornecedor.
4	Apresenta os requisitos gerais e de documentação de um SGQ.
5	Trata dos requisitos de responsabilidade da direção.
6	Aborda a questão da gestão de recursos.
7	Trata da realização do produto.
8	Trata de processos para monitoramento, medição, análise e melhoria do SGQ.
Anexo A	Correspondência entre as normas ISO 9001: 2000 e a norma ISO 14001:1996.
Anexo B	Correspondência entre as normas ISO 14001:1996 e a ISO 9001:2000.
Bibliografia	Contém normas e <i>websites</i> .

Fonte: o autor (2006)

Tabela 2.2 – Itens com requisitos da norma ISO 9001:2000.

Política da qualidade	Procedimento	Objetivo da qualidade	Programas	Responsabilidades e autoridades	Registro	Documentação
4.2.1	4.2.1	4.2.1		5	4.2.1	4.1
5.3	4.2.2	5.4.1		8.2.2	4.2.3	4.2
5.6.1	4.2.4	5.6.1		8.2.4	4.2.4	8.2.2
8.5.1	8.2.2	8.5.1		8.3	6.2.2	
	8.5.3				7.1	
					7.2.2	
					7.3.2	
					7.3.4	
					7.3.5	
					7.3.6	
					7.3.7	
					7.4.1	
					7.6	
					8.2.2	
					8.2.4	
					8.3	

Fonte: o autor (2006)

Conforme a ISO 9001:2000, uma organização deve aplicar métodos adequados para o monitoramento e, quando aplicável, para medição da capacidade dos processos do SGQ em alcançar os resultados planejados. A organização também deve determinar, coletar e analisar dados para demonstrar a adequação e eficácia do seu SGQ. A norma não cita quais devem ser os indicadores de desempenho de um SGQ, mas indica que uma das medidas de desempenho de um SGQ deve ser a monitoração de informações relativas à percepção do cliente sobre se a organização atendeu aos requisitos exigidos por ele. O método para a obtenção da informação fica a cargo da organização. A questão de se medir e quantificar está presente na norma, quando afirma que os objetivos da qualidade devem ser mensuráveis e coerentes com a política da qualidade.

2.6 Sistemas de Gestão da Responsabilidade Social

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) editou em 2004 a norma ABNT NBR 16001 *Responsabilidade Social-Sistema da Gestão - Requisitos*, que fornece para qualquer tipo de organização os elementos de um Sistema de Gestão da Responsabilidade Social (SGRS) eficaz, de forma a auxiliá-las no alcance de seus objetivos relacionados com a

responsabilidade social. Trata-se, portanto, de mais um sistema de gestão normalizado que pode ser integrado aos outros sistemas mais em uso, como o Sistema de Gestão da Qualidade e o Sistema de Gestão Ambiental.

Este trabalho, no que tange a Sistemas de Gestão da Responsabilidade Social, está baseado na norma ABNT NBR 16001:2004 que estabelece requisitos relativos a um Sistema de Gestão de Responsabilidade Social para organizações que, preocupadas com a promoção social, com a promoção do desenvolvimento sustentável e com a transparência das suas atividades, desejam:

- Implantar e manter um SGRS;
- Assegurar-se de sua conformidade com a legislação aplicável e com a política da responsabilidade social;
- Apoiar o engajamento das partes interessadas;
- Certificar seu SGRS com base na ABNT NBR 16001:2004;
- Auto-avaliar-se e autodeclarar-se com base na ABNT NBR 16001:2004;
- Confirmar sua conformidade com a norma ABNT NBR 16001:2004.

A definição de Sistema de Gestão da Responsabilidade Social (SGRS) dada pela norma ABNT NBR 16001:2004 (p. 3), é: “Conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos, voltados para estabelecer políticas e objetivos da responsabilidade social, bem como para atingi-los”. Essa definição está em consonância com o conceito de sistemas da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), utilizado no modelo proposto neste trabalho. Uma outra definição (p.3) de responsabilidade social dada pela mesma norma que ajuda a esclarecer o tema, mas fora da TGS, é : “Relação ética transparente da organização com todas as suas partes interessadas, visando o desenvolvimento sustentável”.

Segundo a norma em epígrafe, muitas das atividades associadas à responsabilidade social refletem as três dimensões da sustentabilidade, a saber: econômica, ambiental e social. A dimensão econômica da sustentabilidade diz respeito aos impactos da organização sobre as circunstâncias econômicas das partes interessadas e sobre os sistemas econômicos em todos os níveis (local, regional, nacional e global). A dimensão ambiental da sustentabilidade diz respeito aos impactos da organização sobre os sistemas naturais vivos ou não e aos ecossistemas terra, água e ar. A dimensão social diz respeito aos impactos da organização sobre os sistemas sociais nos quais opera. Incluem-se questões como, por exemplo, políticas, culturais, institucionais, espaciais e espirituais.

Os assuntos abordados pela norma de gestão ABNT NBR 16001:2004 estão resumidos na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Resumo do conteúdo da norma NBR 16001:2004

Item da Norma	Conteúdo resumido do item
Introdução	Apresenta e justifica a norma que está fundamentada na metodologia PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act.</i>).
1	Apresenta o objetivo e campo de aplicação da norma.
2	Define termos como, por exemplo, ação social, impacto, metas da responsabilidade social.
3	Apresenta os requisitos do Sistema de Gestão da Responsabilidade Social (SGRS).

Fonte: o autor (2006)

Tabela 2.4 –Itens e requisitos da norma NBR 16001:2004

Política da resp. social	Procedimentos	Objetivos da resp. social	Programas	Responsabilidades e autoridades	Registro	Documentação
1.2	3.3.1	2.9	3.3.3.	3.3.4	3.4.1	3.3.1
2.12	3.3.2	3.3.3			3.5.1	3.3.3
3.2	3.4.1	3.5.1			3.5.4	3.3.4
3.5.1	3.4.2	3.5.2			3.6.1	3.4.1
	3.4.3	3.6.1			3.6.2	3.4.2
	3.5.1	3.6.6			3.6.4	3.4.3
	3.5.2				3.6.6	3.5
	3.5.3					3.6.1
	3.5.4					3.6.3
	3.6.1					
	3.6.2					
	3.6.3					
	3.6.4					

Fonte: o autor (2006)

Na tabela 2.4 encontram-se alguns dos principais requisitos da norma NBR 16001:2004 e seus respectivos itens.

Os principais requisitos da norma ABNT NBR 16001:2004 são a Política da Responsabilidade Social, Procedimentos, Objetivos da Responsabilidade Social, Programas, Responsabilidades e Autoridades, Registros e Documentação.

Com relação à quantificação na norma Sistema de Gestão da Responsabilidade Sócia, a ABNT NBR 16001:2004, pode-se encontrar, no seu item 2 *Definições*:

- As metas da responsabilidade social devem ser quantificadas sempre que exequível;
- Os objetivos da responsabilidade social devem se quantificados sempre que exequível.

2.7 Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho

A definição de Sistema de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho (SGSST) dada pela norma Sistema de Gestão de Saúde Ocupacional e Segurança OHSAS 18001:1999 (p. 8), é que ele é: “[...] parte do sistema de gestão global que facilita a gestão dos riscos de saúde e segurança com relação ao negócio da empresa”. Segundo essa mesma norma, isso inclui a estrutura organizacional, as atividades de planejamento, as responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, alcançar, rever e manter a política de saúde e segurança da organização.

A norma OHSAS 18001:1999 aplica-se a qualquer organização que deseje:

- Implementar, estabelecer, manter e melhorar continuamente um SGSST com fins de eliminar ou reduzir os riscos, aos quais seus empregados e outras partes interessadas possam estar expostos em suas atividades;
- Certificar-se de que está em conformidade com a política de saúde ocupacional e segurança no trabalho;
- Demonstrar a terceiros a sua conformidade com essa norma;
- Buscar a certificação de seu SGSST com essa norma.

Os principais requisitos da norma OHSAS 18001:1999 são: Política de Saúde e Segurança, Procedimentos, Objetivos de Saúde e Segurança, Responsabilidades e Autoridades, Registros e Documentação.

Pode-se observar que as normas de gestão apresentadas possuem, apesar de diferentes, uma estrutura de requisitos semelhantes e que esses sistemas de gestão podem ser enquadrados naturalmente na Teoria Geral dos Sistemas, que a busca por quantificação é requisito dessas normas e isso tudo desemboca na natural necessidade de uma modelagem matemática no tratamento de integração de sistemas de gestão. O item seguinte, objetiva mostrar que todo modelo, por mais útil que seja, tem suas limitações.

2.8 Modelos e Modelagem Matemática

Há vários conceitos sobre o que venha a ser realidade e modelos. O modelo, de certa forma, deve estar relacionado à realidade, mas ele de modo algum representa a total realidade, posto que não seria mais modelo e sim a realidade em si. Poincaré (1995, p. 20) faz a seguinte indagação: “Buscamos a realidade, mas o que é a realidade?” Bohm (1980, p. 91) sugere que “o termo realidade indica uma totalidade de fluxo desconhecido e indefinível [...] pois se a realidade é assim desconhecida e incognoscível, como poderemos estar certos de que afinal de contas, ela está lá? A resposta, naturalmente, é que não podemos ter certeza”. Esse autor considera a realidade não como algo estático, mas mutável e dinâmico. Clímaco *et al* (2003) também consideram que um modelo apenas representa, parcialmente, a realidade e que (p. 5) “[...] um modelo é uma representação idealizada da realidade, descrevendo algum fenômeno de que se pretenda realçar o comportamento”. Goldbarg e Luna (2000) consideram o modelo um veículo para uma visão bem estruturada da realidade. Esses mesmos autores afirmam que, com certos cuidados, os modelos podem ser vistos como substitutos da realidade e que (p.2) “[...] os modelos são representações simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada”. Campello de Souza (2005) considera modelos as estruturas e esquemas que facilitam as discussões e as construções lógicas, que permitem que experimentos sejam realizados para se determinar mais precisamente a natureza dos fenômenos. É desejável que os modelos sejam bem estruturados, mas isso não implica que todos os modelos sejam bem estruturados.

Aparentemente tudo é modelo e a realidade parece instigável. Nesse caso, as teorias científicas também seriam modelos da realidade. Para o físico Hawking (1997, p. 28) “[...] a teoria é apenas um modelo do universo, ou uma parte restrita do todo”. Bertalanffy (2003, p. 94) considera que “Todas as construções científicas são modelos que representam certos aspectos ou perspectivas da realidade”.

Com relação aos sistemas, Faleiros e Yoneyama (2002) definem modelo de um sistema físico como “[...] alguma entidade que permite caracterizar, de modo parcimonioso, as propriedades relevantes de um Sistema Físico, para permitir seu estudo”, mas pode-se abstrair a palavra “Físico” em benefício de uma maior generalização e assim estender o conceito para um modelo mais geral. Deve haver uma relação entre a realidade e os modelos. Aguirre (2000) considera que “[...] modelo é uma aproximação de apenas algumas características do sistema real”. Para esse autor, um modelo desenvolvido para um determinado sistema é apenas uma representação aproximada e não há um modelo único de um sistema, mas uma

família com características de um modelo que o torna mais desejável. Campello de Souza (2005) esclarece que o modelo de processos ou sistemas deve representar os aspectos essenciais que sejam susceptíveis de fornecer informações de uma forma utilizável a respeito do sistema, podendo ser simbólico, matemático ou físico. O que este trabalho propõe é um modelo de integração de sistemas, simbólico, matemático e capaz de fornecer informações de uma forma utilizável.

Hawking (1997) considera que uma boa teoria, ou seja, um bom modelo, deve satisfazer a dois requisitos:

- Descrever com precisão uma grande categoria de observações, com base num modelo que contenha apenas poucos elementos arbitrários;
- Fazer previsões quanto aos resultados das futuras observações.

Descrever observações com precisão é, de fato, o esperado de um modelo, no entanto, quanto a fazer previsões, limita a aplicação às ciências como a Física que permite tal comportamento.

Dentro do que foi levantado na pesquisa bibliográfica, as abordagens de integração de sistemas de gestão têm sido todas qualitativas, mas aplicar matemática aos modelos qualitativos é possível e desejável. Segundo Omnés (1996, p. 53) Galileu Galilei teria afirmado que o livro da natureza estaria escrito em língua matemática. Para Campello de Souza *et al* (2004) tudo é matematizável, incluindo a percepção humana, o comportamento humano nas organizações, motivação, liderança, sistemas de gerência, interação homem-máquina, tendências de mercado, etc. O sentido de matematizável é de que tudo possui uma relação lógica, portanto, pode-se proceder a uma construção lógica.

Para Climato *et al* (2003), o modelo representa apenas parcialmente a realidade. Goldbard e Luna (2000, p.2), sem discordar dos autores anteriores, vão um pouco mais além: “[...] os modelos são representações simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada”. Esses dois autores consideram o modelo um veículo para uma visão bem estruturada da realidade e afirmam que, com certos cuidados, o modelo, pode ser visto como um substituto da realidade. A realidade total parece ser incognoscível, conseqüentemente, utilizam-se modelos.

Campello de Souza (2005) considera que as estruturas e esquemas que facilitam as discussões e as construções lógicas, ou que permitem que experimentos sejam realizados para determinar mais precisamente a natureza dos fenômenos, são chamados de modelo. Continuando, esse autor esclarece que o modelo de processos ou sistema deve representar os

seus aspectos essenciais que sejam susceptíveis de fornecer informações de uma forma utilizável a respeito do sistema, podendo ser simbólico, matemático ou físico.

Clímaco *et al* (2003, p.5) consideram que “[...] um modelo é uma representação idealizada da realidade, descrevendo algum fenômeno de que se pretende realçar o comportamento”.

Em seu livro, Aris (1994) aplicou o conceito de modelagem matemática a qualquer conjunto matemático completo e consistente de equações que corresponda a alguma entidade.

Aguirre (2000) considera um modelo matemático de um sistema real como sendo um análogo matemático que representa algumas das características observadas do sistema. Esse autor afirma que modelos matemáticos têm sido usados para entender e explicar fenômenos observados tanto na natureza quanto em sistemas sociais, biomédicos, equipamentos e, sem querer esgotar as possibilidades dos modelos matemáticos, para simulação e treinamento.

Para Goldbarg e Luna (2000) é o poder de representatividade e a capacidade de simplificar que pode lhe conferir a exequibilidade operacional, é o que torna um modelo desejável sendo o processo de verificação dessa representatividade chamado de validação do modelo. Sem citar quais são, esses autores acrescentam que há vários critérios de medida da adequação ou aderência do modelo à realidade representada.

Segundo Bertalanffy (2003), a avaliação de modelos deve seguir regras gerais da verificação e da falsificação tendo, primeiramente, que considerar-se as bases empíricas e responder se o modelo tem valor explicativo capaz de permitir previsões, ou seja, de lançar luz sobre fatos conhecidos e prever corretamente fatos do passado ou do futuro não conhecidos anteriormente.

Poincaré (1995) afirma que, para os cientistas, toda lei (no caso leia-se todo modelo) poderá ser substituída por uma outra, mais próxima e mais provável, e que essa lei, também ela será apenas provisória e assim sucessivamente a ciência progride com leis cada vez mais prováveis. Esse autor conclui que toda lei (leia-se todo modelo) é apenas um enunciado imperfeito e provisório, mas que deve ser substituída um dia por outra lei superior “[...] da qual é apenas imagem grosseira” (p. 159). Heisenberg (1996, p. 87) também parece concordar com o estado provisório dos modelos quando afirma que “[...] em geral, o progresso na ciência não exige mais do que absorção de idéias e a elaboração de novas idéias – e esse é um chamado que a maioria dos cientistas se compraz em atender”.

O exemplo a seguir serve para ilustrar o ponto de vista de Poincaré. Sejam GAR1 o grau de aderência à realidade representada de um Modelo 1 e GAR2 idem para o Modelo 2. Considere-se a seguinte constatação: surgimento de manchas nas mãos, chamadas de

manchas senis, manchas essas que aparecem com o passar da idade em pessoas de pele clara. Dois modelos são propostos:

Modelo1: as manchas senis são decorrência de fatores genéticos mais pronunciados em pessoas de pele claras que se evidenciam com o tempo.

Modelo 2: as manchas senis são resultantes da exposição da pele à luz solar em decorrência de fatores genéticos mais pronunciados em pessoas de pele clara, que se evidenciam como o tempo de exposição à radiação.

O Modelo 1 não permite uma medida de prevenção das manchas, pois entende que trata-se de um fenômeno genético que se pronuncia com a idade da pessoa. Já o Modelo 2 coloca que a mancha é decorrente da quantidade de exposição da pele à radiação solar sendo o fator genético um fator acelerador ou atenuador. Dessa forma pode-se representar, através do Diagrama de Venn, os dois modelos, como mostra a Figura 2.6, o conjunto Universo, o conjunto Realidade R, e dentro dessa realidade, o Modelo 1 (M1) e Modelo2 (M2) contendo esse último, Modelo1 ou seja, $M1 \supset M2$ e que $GAR1 > GAR2$, ou seja, o Modelo 2 tem maior grau de aderência à realidade do Modelo 1.

Desta forma, já que a realidade não é conhecida, ou seja, já que não se tem uma referência absoluta sobre ela o que se pode fazer é comparar os modelos entre si e dentro dessa relatividade escolher aqueles de maior GAR.

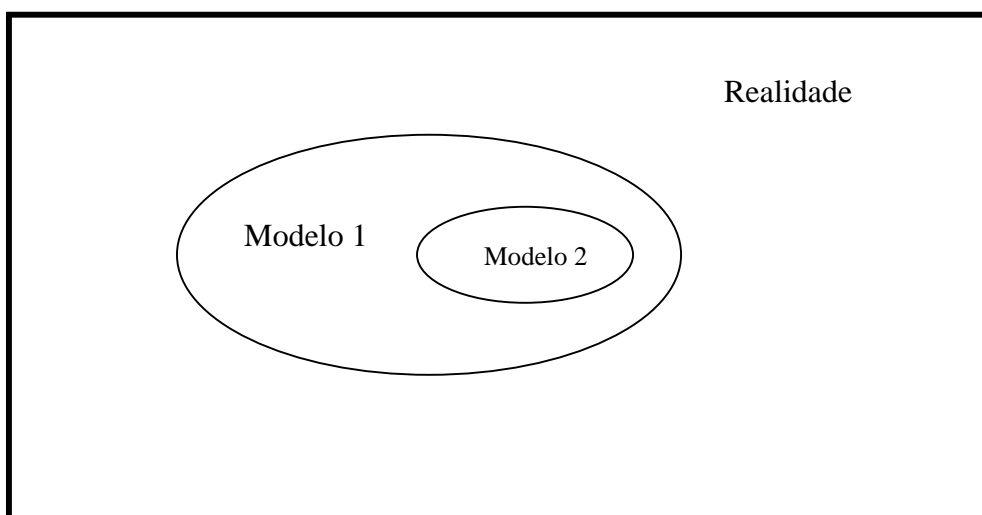
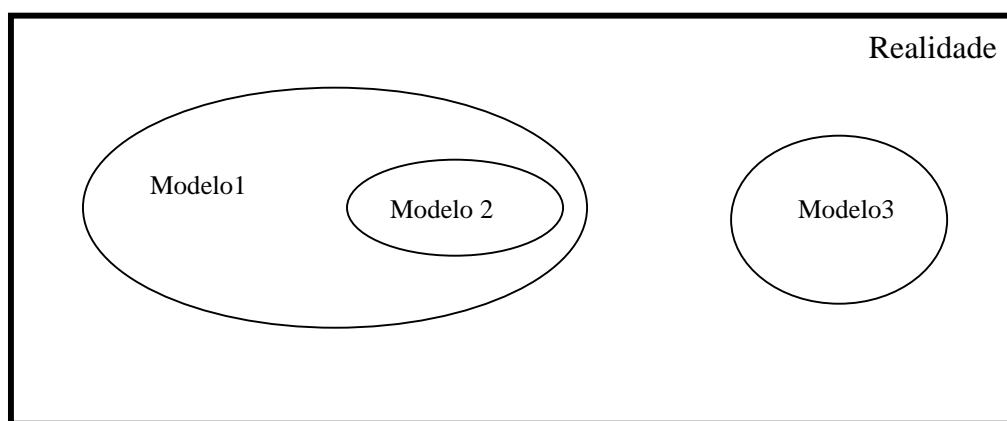


Figura 2.6 –Diagrama de Vem para modelo
Fonte: o autor (2006)

Pretende-se com esse exemplo ilustrar que há uma realidade, que modelos são propostos para se entender essa realidade e que modelos, mesmo validados, possuem maior ou menor grau de aderência à realidade representada, em relação uns com os outros. Por conveniência,

pode-se adotar um modelo de menor GAR que tenha respostas satisfatórias e maior simplicidade. Por exemplo, o modelo mecânico de Einstein tem maior GAR do que o modelo newtoniano, no entanto, este último continua sendo utilizado na engenharia. Hawking (1997, p.30) afirma que “Entretanto, ainda utilizamos a teoria de Newton para todos os objetivos práticos, porque a diferença entre suas previsões e aquelas da teoria geral da realidade é muito pequena nas situações com que lidamos”. Uma outra razão apresentada por Hawking (1997) para a utilização do modelo de Newton é que esse é mais simples de se aplicar do que o modelo de Einstein.

Há também abordagens diferentes da mesma realidade levando a modelos diferentes. Em linguagem de conjunto, pode ser escrito $M1 \cap M3 = \Phi$, ou seja, a interseção entre os Modelo 1 e 3 é o conjunto vazio. A Figura 2.7 acrescenta um terceiro modelo representativo da mesma realidade do exemplo anterior. Para quem consegue enxergar apenas o Modelo 2 dificilmente encontrará uma lógica para entender o Modelo 3. Considerando que o modelo mecânico de Newton esteja contido no modelo mecânico de Einstein então para os físicos newtonianos não havia lógica no modelo de Einstein, mas para quem entendeu esse último modelo, tudo era lógico. Sem querer estender o assunto de lógica, esta parece ser relativa ao modelo que se esteja utilizando.



*Figura 2.7 - A realidade e os modelos em diagrama de Venn
Fonte: O autor (2006)*

Idéia, pensamentos, teoria etc., quando buscam a compreensão da realidade, são aqui entendidas genericamente como modelos. Considerando-se que nenhum modelo é permanente, pode-se modelar (portanto não é a total realidade) que $M1 < M2 < M3...$ e isso leva a pensar que a realidade não pode ser totalmente alcançada.

Campello de Souza (2005) afirma que um modelo é concebido a partir de um conjunto de hipóteses que darão uma descrição clara das propriedades já conhecidas do objetivo em estudo, e também uma predição de novas propriedades. Esse autor esclarece que, no estabelecimento de um modelo, está-se à frente de um compromisso entre precisão e complexidade por um lado, e aproximação e simplicidade por outro. Modelar é também uma arte em que modelador (artista) tem sempre um desafio de buscar no seu modelo a harmonia entre o desejável e o possível, mas Campello de Souza (2005, p.124) diz: “É preciso desenvolver e cultivar uma arte de construir modelos”.

Portanto, pelo que já foi exposto dos diversos autores, são características desejáveis de um modelo:

- Previsibilidade;
- Precisão;
- Simplicidade.

Hawking (1997) comenta que cada vez que novos experimentos comprovam as previsões que o modelo permite, esse modelo permanece e aumenta o nosso nível de confiança nele, mas no caso de contradição, o ele deve ser modificado ou abandonado.

Segundo Popper (1972), o trabalho do cientista consiste em elaborar teorias (modelos) e pô-lo à prova. Para esse autor, há diferentes linhas ao longo das quais se pode submeter à prova uma teoria:

- A comparação lógica das conclusões umas às outras, ou seja, a coerência interna do modelo;
- A investigação da forma lógica da teoria, com o objetivo de determinar se ela apresenta o caráter de uma teoria empírica ou científica, ou se é, por exemplo, tautológica;
- A comparação com outras teorias, com objetivo sobretudo de determinar se a teoria representa um avanço de ordem científica, no caso de passar satisfatoriamente pelas várias provas;
- Comprovação da teoria por meio de aplicações empíricas das conclusões que dela se possam deduzir, ou seja, até que ponto as novas consequências da teoria respondem às exigências das práticas, suscitadas por experimentos científicos ou por tecnologias práticas.

É de se esperar que um modelo não seja a própria realidade, pois deixaria de ser modelo. Um modelo, portanto, não pode incluir completamente todos os detalhes do objetivo de estudo como cita Campello de Souza (2005), não obstante os métodos da análise matemática e as modernas técnicas de computação. Esse autor complementa que, no caso de modelagem de sistema, apenas alguns atributos e relações podem ser estabelecidos, os que são mais facilmente mensuráveis e são significantes do ponto de vista do seu efeito no sistema, desenvolvendo-se modelos de sistema que sejam fáceis de manipular, que possam acomodar um grande número de variáveis e inter-relações, que tenham alguma segurança na representação do sistema real com razoável grau de aproximação ou seja, razoável GAR.

Para Bertalanffy (2003) a avaliação dos modelos deveria ser pragmática, levando em conta seus méritos na explicação e na predição.

Deduz-se do que foi apresentado que todo modelo, apesar de ter limitações, se validado, pode ter suas aplicações. É o que se espera deste trabalho, que seja útil, conquanto limitado, na compreensão de Sistemas Integrados de Gestão (SIG).

Há várias definições na literatura sobre o que seja informação. Muitos desses conceitos são apresentados em contraposição ao de dados, os quais se referem aos fatos brutos. Para a finalidade deste trabalho, convém considerar informação correspondente ao lado que tenha sido processado de uma forma que tenha significado para o receptor (usuário) e tenha valor, real ou percebido, em uma decisão atual ou futura (DAVIS; OLSON, 1985). A Figura 2.8 ilustra a informação dentro do modelo de processo, onde se tem dados na entrada E_1 e, na saída S_1 , informação. Convém observar que, o que pode ser informação para um usuário U_1 , poderá ser dados na estrada S_2 para outro usuário U_2 .

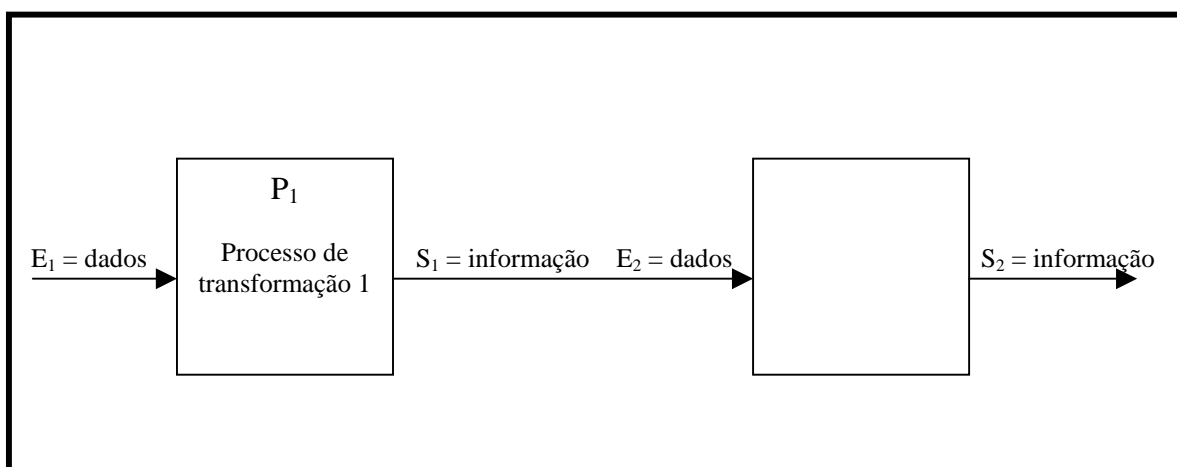


Figura 2.8 – Informação em abordagem de processo
Fonte: o autor (2006)

2.9 Programação Matemática

Para Campello de Souza *et al* (2002, p.9) “[...] não é possível falar em Ciências sem uso da Matemática”. A idéia é a utilização universal da Matemática, ou seja, da sua aplicação não só nos fenômenos físicos como também para fenômenos biológicos, sociais e humanos. Como dizem os autores, há quem argumente que esses fenômenos não se prestam ao emprego da Matemática, ou seja, prestando-se tão somente ao uso de métodos qualitativos e que a Matemática é incapaz de lidar com o incerto, aleatório, inexato, impreciso, coisas em contínuo movimento, que estão em eterna transformação ou que nunca se repetem, fenômenos subjetivos, vagos e intuitivos. Os autores são enfáticos quando contra-argumentam que a incerteza, o aleatório, o inexato, o impreciso podem ser tratados com a Matemática Aplicada (entre elas a Probabilidade e Estatísticas) que é voltada explicitamente para assuntos que envolvem medições e o tratamento racional da incerteza. Outro contra-argumento dos autores é que o Cálculo Diferencial e Integral e a Análise Matemática são aplicados em fenômenos em contínuo movimento, em eterna transformação ou que nunca se repetem. Ainda, que fenômenos vagos, subjetivos ou intuitivos nada mais são do que temas mal definidos ou com múltiplas definições. Para se lidar com eles, bastaria escolher uma única definição operacional precisa, a qual pode variar para cada estudo que se queira realizar conforme a necessidade.

Talvez a existência de conceitos vagos, intuitivos ou imprecisos no tratamento de Sistema Integrado de Gestão, tenha dificultado o surgimento de definições matemáticas na abordagem de SIG, daí a necessidade emergente de se proceder a uma modelagem matemática sobre o assunto.

Aguirre (2000, p.37) considera: “Modelagem matemática é a área do conhecimento que estuda maneiras de desenvolver e implementar modelos matemáticos de sistemas reais”. O sistema real, assunto deste trabalho, é o supersistema formado pela integração de n sistemas de gestão.

Conforme Campello de Souza (2005) a Programação Matemática é um procedimento logístico para auxílio à otimização de sistemas. Vale observar que a expressão Programação Matemática empregada aqui, não é aquela de computadores e sim no sentido de planejamento, ou seja, planejamento matemático.

Campello de Souza *et al* (2002) consideram a divisão das diversas grandezas que compõem o Universo em duas categorias:

- Constantes: são grandezas que, para fins práticos, podem ser consideradas invariáveis.

Normalmente, são consideradas elementos de contexto;

- Variáveis: são grandezas que podem variar ao longo do tempo ou de caso para caso. São as de maior interesse para previsão e controle.

Campello de Souza *et al* (2002) consideram três tipos de variáveis:

- Variáveis Estranhas ou Espúrias: são aquelas que não são diferentes objetos de estudo, mas que interferem na relação entre as variáveis independentes e as dependentes;
- Variáveis Preditivas ou independentes (VI): são aquelas que se observam ou manipulam para verificar a relação e o comportamento com as variáveis dependentes, ou seja, são as que influenciam, determinam ou afetam as variáveis dependentes. São os fatores normalmente manipulados pelo investigador no sentido de se ver que influências exercem sobre as variáveis dependentes;
- Variáveis Respostas ou Dependentes (VD): são aquelas cujo comportamento se deseja prever e/ou controlar e que se verificam em função das variáveis independentes, ou sejam, são aquelas a serem descobertas em virtude de serem influenciadas, determinadas ou afetadas pelas variáveis independentes. São os resultados, efeitos conseqüências, respostas às variáveis independentes.

Convém observar que as predições são feitas a partir das variáveis independentes para as variáveis dependentes. Para se explicar um fato ou fenômeno, parte-se das variáveis dependentes para as variáveis independentes. Portanto, na modelagem matemática de um SIG, convém identificar pelo menos estas duas variáveis dependentes e independentes.

Campello de Souza (2005) considera que, para um sistema e um problema, deve-se buscar construir um conjunto de relações matemáticas juntamente com as condições de contorno que são isomórficas às relações entre as variáveis do sistema.

Para o estudo da minimização dos custos com uma integração, a variável dependente seria a função objetivo F. Uma decisão empresarial poderia ser a de que a soma dos recursos disponibilizados para os sistemas isolados não ultrapasse a do SIG e isso serve como uma restrição.

Segundo Puccini (1984, p. 38) “Os problemas de programação linear referem-se à distribuição eficiente de recursos limitados entre atividades competitivas...” Segundo esse autor, geralmente existem inúmeras formas de distribuir os escassos recursos entre as diversas atividades, “[...] entretanto, deseja-se achar aquela distribuição que satisfaça às restrições do

problema, e que alcance o objetivo desejado, isto é, que maximize o lucro ou minimize o custo”.

Entende-se por Programação como Planejamento, onde se procura modelar uma situação em uma equação chamada função objeto $F(\vec{x})$ e que se procura maximizar ou minimizar esta situação que, via de regra, está sujeita a restrições.

A variável \vec{x} da função objetivo é chamado de vetor instrumento, onde:

$$\vec{x} = x_1 \hat{x}_1 + x_2 \hat{x}_2 + \dots + x_n \hat{x}_n \quad \text{ou} \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} \quad (\text{vetor coluna}) \quad (2.4)$$

sendo \vec{x} um vetor com versor \hat{x} e módulo x , então $\vec{x} = x \hat{x}$

O problema é escolher um \vec{x} que satisfaça todas as restrições do problema e que simultaneamente maximize o valor da função objetivo F .

Estudar a maximização de lucros e aplicação de recursos através de uma função, não traz nenhuma dificuldade em se estender depois este estudo para a minimização de recursos. É lugar comum falar-se apenas da maximização. A Figura 2.9 ilustra o máximo de uma função de uma dimensão $F_c = F(x)$, sendo o valor máximo $F(x^*)$.

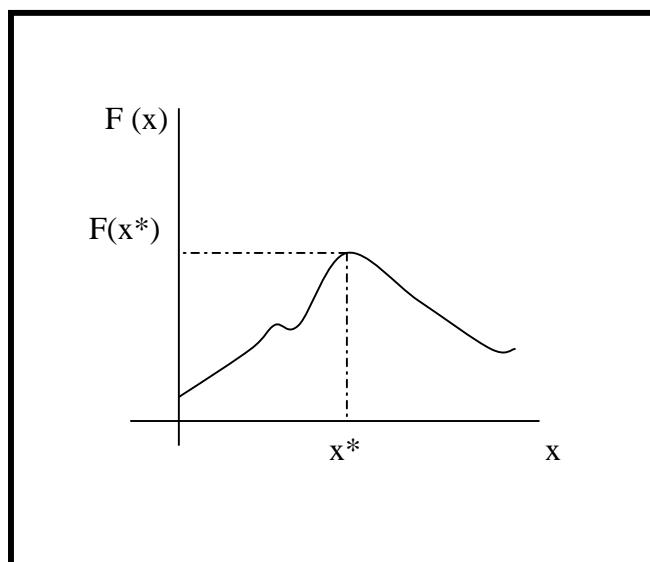


Figura 2.9 – Máximo de uma função em E^1

Fonte: o autor (2006)

A Figura 2.10 ilustra o máximo de uma função do espaço euclidiano E^2 , então:

$$F(\vec{x}) = F(x_1; x_2) \quad \text{onde} \quad \vec{x} = x_1 \hat{x}_1 + x_2 \hat{x}_2 \quad \text{ou} \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} \quad (\text{vetor coluna}) \quad (2.5)$$

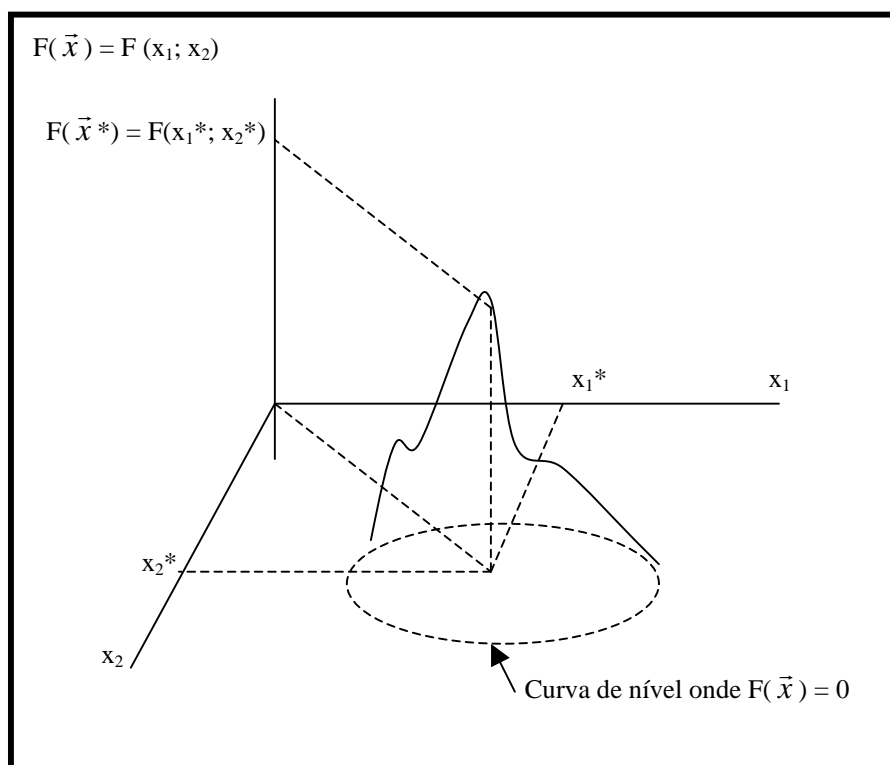


Figura 2.10 – Máximo de uma função em E^2
Fonte: o autor (2006)

$F(\vec{x})$ é uma função escalar considerada contínua e diferenciável.

A Programação Matemática pode ser enunciada como:

maximizar em \vec{x} a função $F(\vec{x})$ sujeita a restrições.

Casos especiais da Programação Matemática são:

- A programação clássica;
- A programação não-linear;
- A programação linear.

Programação Clássica

Um problema de programação matemática clássica é aquele de maximizar uma dada função objetivo $F(\vec{x})$ sujeito às restrições $\vec{g}(\vec{x}) = \vec{b}$

$$\text{ou seja} \quad \text{Max } F(\vec{x}) \text{ sujeito a } \vec{g}(\vec{x}) = \vec{b} \quad (2.6)$$

As restrições são do tipo igualdade, consistindo de m funções restrições $g(\vec{x})$

$$\text{continuamente diferenciável : } \begin{cases} g_1(\vec{x}) = b_1 \\ g_2(\vec{x}) = b_2 \\ \vdots \\ g_m(\vec{x}) = b_m \end{cases} \quad (2.7)$$

Os parâmetros b_1, b_2, \dots, b_m são números reais e são chamados de constantes de restrições.

As restrições podem ser escritas vetorialmente como $\vec{g}(\vec{x}) = \vec{b}$

Programação Não-Linear

Um problema de programação matemática não-linear é o de maximizar uma dada função objetivo $F(\vec{x})$ sujeita às restrições $\vec{g}(\vec{x}) \leq \vec{b}$, $\vec{x} \geq \vec{O}$

$$\text{Ou seja} \quad \text{Max } F(\vec{x}) \text{ sujeito à } \vec{g}(\vec{x}) \leq \vec{b}, \vec{x} \geq \vec{O} \quad (2.8)$$

em que \vec{O} é o vetor nulo, ou seja, $\vec{O} = 0\vec{x}_1 + 0\vec{x}_2 + \dots + 0\vec{x}_n$ ou um vetor coluna de zeros.

As restrições são, portanto, de dois tipos:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0 \quad (\text{variáveis positivas})$$

$$\text{e} \quad \begin{cases} g_1(\vec{x}) = g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_1 \\ g_2(\vec{x}) = g_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_2 \\ \vdots \\ g_m(\vec{x}) = g_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_n \end{cases} \quad (2.9)$$

Programação Linear

Um problema de programação linear é aquele de maximizar uma dada função objetivo $F(\vec{x})$ que é linear, o que está sujeito às restrições é $[A] \vec{x}$, $\vec{x} \geq \vec{O}$

$$\text{ou seja, Max } F(\vec{x}) = \vec{c} \cdot \vec{x} \text{ sujeito à, } [A] \vec{x}, \vec{x} \geq \vec{O} \quad (2.10)$$

$$[A] \text{ é uma dada matriz } m \times n \quad [A] = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

$\vec{c} \cdot \vec{x}$ é o produto escalar (interno) do vetor \vec{c} pelo vetor \vec{x} , ou seja,

$$\vec{c} \cdot \vec{x} = c_1x_1 + \dots + c_nx_n$$

$$\text{e } [A] \vec{x} = \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{cases} \quad (2.11)$$

A programação matemática pode ser utilizada como ferramenta de apoio à decisão, por exemplo, no caso de recursos, de se achar a solução ótima de minimizar desses recursos dentro de certas restrições acatadas.

Em muitos casos, pode ser possível que mais de uma função objetivo seja necessária para melhor modular um dado problema. Reduzir custos pode entrar em conflitos com, por exemplo, investir em qualidade, assim, tem-se um objetivo de se minimizar custos conflitando com outro objetivo que é aumentar investimentos.

2.10 Conclusão do Capítulo

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) juntamente com a Programação Matemática (PM), constituem os dois pilares deste trabalho de pesquisa, daí a importância dada a esses assuntos neste capítulo. O objetivo é destacar os elementos da TGS e da PM que dizem respeito mais diretamente ao modelo proposto de integração de sistemas de gestão.

Uma vez que o assunto deste trabalho envolve sistemas de gestão, procurou-se mostrar os objetivos e, resumidamente, os conteúdos das três normas de sistemas de gestão mais utilizadas nas organizações, SGQ, SGA e SGSST com base nos requisitos das normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, juntamente com SGRS, com base nos requisitos da NBR 16001, que começa a ganhar cada vez mais espaço nas organizações. No modelo proposto, esses sistemas de gestão são abordados à luz da TGS, com suas entradas, saídas com acoplamentos de atividades, permitindo uma visualização do sistema de forma análoga aos circuitos elétricos, o que, espera-se, deve facilitar um estudo de integração de sistemas de gestão com vistas a uma possível melhoria da eficiência, antes da sua implementação. A

Programação Matemática é utilizada no modelo para o estudo de viabilidade de redução de custos na integração dos recursos humanos.

Não menos importante é a Modelística (HOLLANDA JUNIOR, 2005) e seus enfoques de que tudo é modelo e que os modelos são representações da realidade, tendo cada modelo o seu Grau de Aderência à Realidade (GAR) e que, vendo-se dessa forma, compreende-se melhor que todos os modelos têm suas restrições, limites de validade e estão sujeitos à transitoriedade. Não seria diferente com o modelo de integração deste trabalho.

3 SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO: estado da arte

O crescente interesse, segundo Wilkinson e Dale (1998), nos Sistemas de Gestão Ambiental com base nos requisitos da norma ISO 14.001, e nos sistemas de Gestão de Saúde e Segurança no Trabalho com base nos requisitos da norma OHSAS, por parte das organizações que já possuem seus Sistemas de Gestão da Qualidade aprovados com base na norma ISO 9.001 levou essas organizações a buscarem na estrutura, nos princípios e nas características das três normas, elementos comuns com vistas a uma integração. De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada, a possibilidade de redução de custos com Sistemas Integrados de Gestão, em comparação com a operação dos sistemas de gestão separados, parece ser a principal fonte motivadora para o atual interesse nos SIG.

Na literatura ainda são poucos os autores que tratam de Sistemas Integrados de Gestão (SIG), em inglês *Integrated Management Systems* (IMS) e, quando encontrados, concentram-se normalmente na integração dos Sistemas de Gestão da Qualidade, dos Sistemas de Gestão Ambiental e dos Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho, considerados por Wilkinson e Dale (1999) os elementos do núcleo de um SIG. A maior parte dos trabalhos publicados parece concentrar-se na integração desses três sistemas de gestão: qualidade, ambiental, saúde e segurança do trabalho. Observa Karapetrovic (2002) que outros sistemas de gestão como o de responsabilidade social, de manutenção, de ergonomia, são raramente discutidos devido à ausência de pressão sobre a organização, ao desconhecimento de normas relativas ao assunto e em alguns casos até à inexistência dessas normas que devem ser aceitas internacionalmente.

Grande parte das organizações implementa seus sistemas de gestão ambiental, de saúde e segurança no trabalho face à necessidade de atender à legislação e à pressão de interesses de grupos, sendo motivada para a integração dos sistemas de gestão principalmente, como já mencionado, pela possibilidade de redução de custos. Mas há outros sistemas de gestão além dos três citados como, por exemplo, os de manutenção, da informação e da responsabilidade social. Wilkinson e Dale (1999) consideram que um verdadeiro Sistema Integrado de Gestão (SIG) deve ser mais amplo do que SGQ, SGA e SGSST, e que deve incluir qualquer outro sistema que possa emergir no futuro. Um pensamento sistêmico pode considerar uma integração bem mais ampla do que esses três sistemas. De fato, há que se considerar um, dois, três, n sistemas de gestão.

O assunto Sistemas Integrados de Gestão, conforme Wilkinson e Dale (1998), teria começado a aparecer na literatura em 1996 com os artigos de Powley (1996) e Hoyle (1996) que abordavam o que havia em comum e as diferenças entre as normas ISO 9001 e ISO 14001, mas Wilkinson e Dale (1998) também comentam, que antes mesmo de surgir na literatura, já havia, em anos anteriores, estudos sobre integração de SGQ e SGA, como o de Hillary (1993). É provável que os artigos de Powley (1996) e Hoyle (1996) tenham de certa forma levado muitos autores a considerarem o assunto SIG como alinhamento de normas, o que, do ponto de vista da Teoria Geral dos Sistemas, constitui-se em um dos elementos da integração e não a integração em si.

O Prêmio Americano da Qualidade Malcolm Baldrige (*Malcolm Baldrige National Quality Award*), segundo Karapetrovic e Willborn (1998), ao tomar como foco em 1997 o assunto integração de sistemas de gestão, trouxe à luz uma nova tendência no desempenho gerencial. De acordo com Sellito e Ribeiro (2004) o prêmio *Malcolm Baldrige* foi criado em 1987 com o objetivo de promover a busca pela excelência em organizações públicas e privadas, de negócios, saúde e educação.

Wilkinson e Dale (1998) mostram, como resultado de suas pesquisas, que mais do que 75% do mercado certificado ISO 14001, no Reino Unido, não estava desenvolvendo integração, mas já havia sinais de que duas organizações estariam para oferecer treinamento nesse item.

Para Wilkinson e Dale (1999) a literatura, com respeito ao tema Sistemas Integrados de Gestão, aborda, em geral, os Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiental e da Saúde e Segurança no Trabalho, e que esses dois últimos são adicionados ao primeiro. Segundo esses autores, a literatura apresenta diferentes interpretações sobre o que venha a ser uma integração de sistemas de gestão bem como as formas de realizá-la. Esses consideram a bibliografia, a maioria em inglês, pouco extensa devido ao tema ser relativamente recente, estando a ênfase na compatibilidade de normas com vistas ao alinhamento. Karapetrovic (2002, p. 62) parece exprimir o mesmo sentimento quando diz "Apesar da literatura em SIG em jornais acadêmicos não ser de modo algum abundante..."

Conforme Wilkinson e Dale (1999) boa parte da literatura sobre SIG, os estudos de caso, tem tratado algumas vezes a integração mais como uma discussão secundária do que o principal foco de atenção. Eles consideram que há um crescente interesse na integração de sistema de gestão. Por outro lado, o setor químico tem demonstrado particular interesse na integração de sistemas de gestão (SISSELL, 1996).

Desde o artigo de Wilkinson e Dale (1999) até a presente data, têm surgido na literatura,

artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, abordando o assunto Sistemas Integrados de Gestão. Alguns desses podem ser vistos nas referências bibliográficas, como o artigo de Shen (2001) aplicado à construção civil, a dissertação de mestrado de Corrêa (2004) aplicada à indústria automotiva, e a dissertação de mestrado de MeIo (2001) aplicada à indústria metalúrgica.

A própria norma de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000 contempla a possibilidade de Integração de Sistemas de Gestão: "[...] esta norma possibilita a uma organização o alinhamento ou integração de seu sistema de gestão da qualidade com outros requisitos de sistemas de gestão relacionados". A norma refere-se aos sistemas de gestão ambiental, gestão de segurança e saúde ocupacional, gestão financeira ou de risco.

Sobre o que vem a ser Sistema Integrado de Gestão (SIG), não há ainda consenso na definição. Willborn e Dale (1999) afirmam que há diferenças na interpretação do que integração signifique, de como ela deva ser efetuada e de que isso leva a uma necessidade urgente de definições. Esses mesmos autores apresentam uma proposta, talvez não completa, mas bastante esclarecedora sobre integração de sistemas: "[...] interconectando dois sistemas de forma que isso resulte na perda de independência de um ou dos dois, significa que esses sistemas estão integrados, sem que os sistemas individualmente percam suas identidades". Essa perda implica necessariamente redução de flexibilidade? Crowe (1992) aponta que em sistemas de produção, a integração tem frequentemente levado à redução de flexibilidade. Até que ponto compensa o ganho da integração em detrimento, se for o caso, de redução de flexibilidade? A resposta deve ser procurada caso a caso num estudo de balanceamento de perdas e ganhos.

Wilkson e Dale (1999, p. 98) esclarecem que "[...] colocar sistemas separados em um único manual de políticas e procedimentos não é integrá-los". Continuando, eles afirmam que, "Para a integração, todas as práticas gerenciais devem estar em um só sistema tendo as instruções, mas não como componentes separados". Enfim, para a integração, as normas, suas similaridades e diferenças devem ser identificadas, e as práticas gerenciais devem estar em um só sistema tendo as instruções e manuais dos sistemas individuais completamente fundidos. No quarto capítulo é apresentada uma nova proposta ampliando o conceito de SIG.

Correia (2002) apresenta três casos reais de integração de sistemas de gestão da qualidade:

O Caso da 3 M - Itapetininga

A organização já certificada ISO 9002 integrou primeiro os Sistemas de Gestão Ambiental e Saúde e Segurança no Trabalho. Numa segunda fase, aconteci a integração com

o terceiro Sistema, o da Gestão da Qualidade. As principais dificuldades foram a complexidade da documentação da empresa, a mudança de comportamento com relação ao ambiente, o envolvimento de todos os funcionários e terceiros, o levantamento das legislações e dos impactos, riscos e perigos, o entendimento do pessoal da primeira fase com o do SGQ e a realização de auditorias internas integradas. Não foram apresentadas desvantagens da integração, tendo sido destacadas como vantagens a redução do número de acidentes, a melhoria contínua do desempenho, o atendimento às exigências legais e a melhoria da imagem em relação à comunidade e à própria 3 M. A redução do número de acidentes pode não ter sido resultado da integração, mas sim da implementação do SGSST que não existia. O atendimento às exigências legais pode ter sido facilitado pelo SIG, mas isso independe de integração de sistemas de gestão, de outra forma, as organizações que ainda não têm SIG não estariam obedecendo à legislação. Seria interessante conhecer as medidas de desempenho da situação antes e após a integração e também o que motivou a organização na direção de um SIG.

O Caso da Petrobrás-Cubatão

A organização formou um grupo de sete pessoas com experiências em SGQ, SGA e SGSST para a implantação do seu SIG. Alguns aspectos facilitadores foram o envolvimento da alta administração, a disponibilização de informação para todos por meio eletrônico, o acesso a bancos de dados da legislação ambiental e de saúde e segurança no trabalho. Como dificuldade pode-se destacar a avaliação e definição dos impactos, riscos, perigos e situações de emergência. As vantagens apresentadas foram a da manutenção da boa relação com as partes interessadas, seguro mais barato, fortalecimento da imagem e participação no mercado, facilidade de obtenção de licenças e autorizações, aprimoramento do controle de custos e eficácia dos investimentos. A questão é, será que com os sistemas implantados isoladamente não se conseguiriam esses mesmos resultados? A exceção poderia ser o aprimoramento do controle de custos e eficácia dos investimentos, uma vez que o sistema integrado apresenta novos desafios e espera-se redução de custos com a eliminação de atividades redundantes e com a auditoria integrada. Também não foi explicitado o motivo que levou a organização a proceder uma integração de sistemas de gestão.

O Caso Petroflex -Cabo

O que teria inicialmente motivado essa organização para uma integração seria a redução do número de auditorias, que sem a integração poderia tornar-se antioperacional. A principal

difficuldade foi resolvida com a qualificação multidisciplinar dos auditores o que trouxe os benefícios da redução dos custos com auditorias (tanto internas como externas), da racionalização da documentação e da redução dos custos associados. Neste caso, a motivação para a integração foi a redução dos custos operacionais através da integração dos sistemas de auditorias. Entende-se que para uma auditoria integrada ser mais eficiente pré-supõe-se a existência de SIG implementado e essa fase não foi apresentada. Também o caso apresentado não explicitou a metodologia empregada na integração dos sistemas de auditorias.

Com relação à aplicação da integração de sistemas de gestão na construção civil, há um estudo de caso apresentado por Shen e Walker (2001). O artigo não trata de um método, mas sim de como foi realizada a integração de um Sistema de Planejamento de Construção com os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), de Gestão Ambiental (SGA) e com o Sistema de Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho (SGSST) numa obra no Canadá. O diferencial no artigo daqueles autores é a adição de um sistema de gestão não normalizado com aqueles da ISO. Segundo Griffiths (2000) algumas das vantagens desse tipo de integração são:

- Anulação de duplicação de múltiplos sistemas individuais;
- Eliminação de sobreposição de esforços;
- Melhor definição de fronteiras dos sistemas individuais;
- Organização da documentação e comunicação no trabalho.

Chan *et al* (1998) relatam um caso de integração de sistemas internos de gestão com sistemas normalizados de gestão por parte da organização *MTR Corporation* em Hong Kong. O Departamento de Engenharia de Operações (DEO) da MTR, com mais de 3.500 empregados, é o responsável pelas operações do metrô de Hong Kong com missões corporativas de prestar um serviço público seguro e eficiente. Esse departamento implementou um Sistema de Gestão da Qualidade com base nos requisitos da ISO 9001 que resultou em diversas melhorias, entre elas a redução de 300 minutos de atraso no ano de 1991 para 112 minutos no ano de 1996. Segundo Chan *et al* (1998), para alcançar as metas corporativas até 2011 o DEO deve aperfeiçoar seus Sistemas de Gestão da Qualidade e de Segurança e, para isso, tem conduzido um processo de auto-avaliação para identificar as ações de melhoria para se resolver a diferença entre o desempenho atual do DEO e aquele de um modelo ideal, e também desenvolver um Sistema Integrado de Gestão (SIG) com base nos critérios do modelo do Prêmio Americano da Qualidade Malcolm Baldrige (*Malcolm Baldrige National Quality Award Model, MBNQAM*). O DEO busca por um SIG flexível o suficiente para permitir uma integração dos requisitos dos vários Sistemas de Gestão, incluindo o da Qualidade, Segurança e posteriormente o Ambiental.

De acordo com Mackau (2003) um número de cientistas e trabalhadores práticos têm trabalhado em questões de Sistemas Integrados de Gestão, sendo mais comumente os seguimentos da qualidade, proteção ambiental e saúde e segurança no trabalho, os de maior interesse. O reconhecimento nacional e internacional de normas, como a da qualidade ISO 9001, não se constitui condição *sine qua non* para a integração. Uma empresa que tenha seu próprio sistema de gestão, bem estruturado e documentado (norma de gestão interna), por exemplo, de gestão de manutenção, poderá fazer uso do mesmo para a integração com outros sistemas. Boa parte dos autores da literatura pesquisada analisa a integração de sistemas dos sistemas de gestão com base em normas internacionais. O fato de não haver um documento formal de uma estrutura de gestão não significa que não exista um ou mais sistemas coexistindo dentro de uma organização. Evidentemente que havendo uma norma, interna ou externa, bem disseminada dentro de uma organização, já é um bom começo, mas não é suficiente, pois outras dificuldades podem surgir. Cansanção (2001) observa que em todos os modelos de SIG apresentados, uma das principais dificuldades de implantação de SIG é a mudança cultural. Convém acrescentar outros pontos que podem dificultar a integração, como recursos humanos, financeiros e materiais, como fatores importantes a serem considerados.

A seguir são apresentados modelos para a integração de Sistemas de Gestão encontrados na literatura.

3.1 O Modelo de Karapetrovik-Willborn

Esses autores exemplificam seu modelo trabalhando a integração dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) e o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) com base nos requisitos da norma ISO 9001 e na ISO 14001.

Karapetrovic e Willborn (1998) tratam a integração de sistemas de gestão separadamente de sistemas de auditorias, provavelmente por considerarem as normas de auditorias de Sistema de Gestão da Qualidade e Ambiental razoavelmente bem avançada no que concerne ao aspecto integração, como citam. De fato, classificando-se a integração em total e parcial, em nada contraria tratar os sistemas de auditoria separadamente dos sistemas de gestão. Esse tratamento pode ser entendido como uma integração parcial.

Esses apresentam três estratégias para a implantação de um sistema integrado:

- Implementar primeiro o SGQ e depois o SGA;
- Implementar primeiro o SGA e depois o SGQ;
- Implementar o SGQ e o SGA simultaneamente.

Em se tratando de apenas dois sistemas de gestão que ainda não foram implantados, de fato só há matematicamente essas três possibilidades. A primeira estratégia beneficia àquelas organizações que já possuem seu SGQ implantado. Por exemplo, os registros ambientais, segundo os autores, podem ser identificados, documentados e controlados utilizando-se os procedimentos já existentes do controle de registros da qualidade fundindo-se em um só. As auditorias do SGA podem ser estabelecidas com base nas auditorias internas da qualidade. A vantagem da segunda estratégia é análoga à da primeira.

A terceira estratégia, para Karapetrovic e Willborn (1998), é vantajosa para as organizações que não possuem ainda seus SGQ e SGA implantados, mas que estejam sob intensa pressão pública para um estabelecimento urgente de um SGA.

Karapetrovic e Willborn (1998) advogam a terceira estratégia e adicionam as seguintes vantagens:

- Estabelecimento de um Sistema de gerenciamento integrado e de desempenho otimizado desde o início;
- Participação mais detalhada de todas as partes interessadas;
- Uso reduzido de recursos múltiplos;
- Uso de efeito de sinergia no desenvolvimento de ambos os sistemas;
- Harmonização na resolução de problemas comuns no início do projeto;
- Otimização de custos;
- Flexibilidade e possibilidades aumentadas para incluir outros sistemas.

A proposta dos dois autores é que a gerência deve pensar e agir globalmente para começar a implantação dos sistemas, começando com as características e exigências comuns do SGQ e do SGA. Os requisitos comuns da ISO 9001 e ISO 14001 são também apresentados por Karapetrovic e Willborn (1998). O modelo de Karapetrovic e Willborn (1998) para o desenvolvimento de um SIG, objetiva a melhoria de desempenho. Para a integração, os itens das normas dos sistemas de gestão a serem integrados são agrupados em seis grupos:

- Saída desejada;
- Projeto do sistema;
- Alocação de recursos;
- Organização e preparação;
- Implementação dos sistemas;
- Saída atual.

3.2 O Modelo de Karapetrovik

Karapetrovik (2002) considera separadamente os sistemas de gestão de normas (como as da ABNT e da ISO) dos sistemas de gestão interna de uma organização, sendo assim a integração:

- De normas de gestão;
- De sistemas de gestão internos;
- Ambos.

Com relação à integração de normas de gestão, propõe como elementos núcleos, os itens das normas que tratam:

- Objetivos: política e objetivos;
- Processos: projeto, planejamento, controle, melhoria e implementação;
- Recursos: alocação e organização.

Para harmonizar as normas atuais e futuras com vistas à integração, Karapetrovik (2002) propõe três estratégias:

- Normas Núcleos Genéricas de Gerenciamento de Sistemas (NGGS) / Normas Genéricas de Sistema de Auditoria (NGSA): esta estratégia envolve a identificação de somente elementos núcleos comuns nas normas, seus re-desenvolvimentos e provisão, dentro de um manual. As funções específicas seriam usadas na forma corrente;
- NGGS / NGSA integrados: adicionalmente a uma lista de elementos núcleos de um sistema integrado, este manual incorporaria qualidade, ambiental, segurança e outros módulos apropriados;
- NGGS / NGSA mapa rodoviário: prover um procedimento para a integração de sistemas de gestão e/ou auditorias, explicando como estes diferentes sistemas são alinhados e harmonizados, quais os *links* existentes entre os subsistemas, como estão interligados e conduzidos.

Dentro do seu modelo, Karapetrovik (2002) sugere às organizações que desejem integrar sistemas de gestão e sistemas de auditorias que o façam gradualmente, levando em consideração a extensão da integração à sequência de alinhamento das diferentes normas de gestão (NG). Utilizando uma abordagem de processo, ele apresenta três níveis hierárquicos na integração:

- Integração de documentação: criação de um manual comum e específico de qualidade, ambiental e outros sistemas de gestão. A extensão da integração de procedimentos pode variar desde a documentação completamente separada de funções específicas até a total amalgamação. Uma integração completa deve ser consumada ao nível de instruções de trabalho e registros;
- Alinhamento de processos núcleos, objetivos e recursos: organizar as aplicações de processos núcleos integrando planejamento, projeto, implementação, os sistemas de gestão, verticalmente de lado a lado. Interligar os objetivos específicos, os recursos humanos, financeiros e materiais. É a etapa mais difícil, porém, com maior chance de trazer enxugamentos e promover efeitos cinérgicos. Karapetrovic (2002) aproveita para observar que problemas de incompatibilidade de sistemas podem ser razoavelmente solucionados, mas pode-se sofrer oposição ao alinhamento por parte dos profissionais das áreas de qualidade, segurança, entre outros, sendo importante resolver esses medos bem no início do processo de integração;
- Criação de um sistema "todos em um": incluir na integração, além das dos sistemas da qualidade, ambiental, saúde e segurança no trabalho, outros aspectos do desempenho organizacional como recursos humanos e financeiros, mas o autor não possui, no momento, a metodologia para tal.

Quanto à seqüência da execução, esse modelo absorve as mesmas três estratégias para a implantação de um sistema integrado do modelo de Karapetrovic e Willborn (1998), já visto anteriormente, acrescentado de uma quarta, quais sejam:

- Implementar primeiro o SGQ e depois o SGA;
- Implementar primeiro o SGA e depois o SGQ;
- Implementar o SGQ e o SGA simultaneamente;
- Implementar o Núcleo Comum e depois os outros módulos: esta quarta estratégia é similar à penúltima, porém, mais apropriada às organizações com experiência em sistemas de gestão.

3.3 O Modelo de Integração de Cansanção

O objetivo da integração, segundo Cansanção (2003), é minimizar e otimizar o sistema de gerenciamento.

Cansanção (2003) apresenta uma proposta de modelo de integração dos sistemas de gestão ISO 9001 e ISO 14001 dividido em três etapas, a saber:

- Modelo sistêmico do SIG, composto pelos elementos fornecedores, organização e clientes, que se interagem constantemente;
- Descrição do modelo utilizando as normas ISO 9001 e ISO 14001, cujos requisitos de normas são integrados e distribuídos entre os níveis estratégico, tático e operacional, com o objetivo de minimizar e otimizar o sistema de gerenciamento;
- Metodologias de implantação do modelo, que é baseada nas seguintes etapas de implementação: diagnóstico inicial do sistema de gerenciamento da organização; identificação dos sistemas de gerenciamento da organização; classificação dos sistemas de gerenciamento da qualidade da organização; classificação dos sistemas de gerenciamento ambiental da organização; classificação de outros sistemas de gerenciamento da organização; avaliação do nível de maturidade dos sistemas.

Ainda, dentro da metodologia de implantação de SIG de Cansanção (2003), as três estratégias de Karapetrovic e Willborn (1998) são utilizadas:

- Utilizar a estrutura dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) existentes como suporte para implementação e integração do Sistema de Gestão Ambiental (SGA);
- Utilizar a estrutura do SGA existente como suporte para a implementação e integração do SGQ;
- Quando não houver nenhum dos sistemas SGQ e SGA ainda implementado, implementá-los e ao mesmo tempo integrá-los.

Cansanção (2003) considera que o nível de maturidade do sistema de gerenciamento junto com as três estratégias baliza o grau de dificuldade de implantação de um sistema integrado de gestão (SIG).

As vantagens vistas por esse autor da aplicação do seu modelo (embora, como ele cita, ainda não posto em prática) para a integração do SGQ e do SGA, são:

- Descrição em nível sistêmico, baseado nas normas ISO 9001 e ISO 14001 e detalhamento das estratégias de integração;
- Modelo flexível, podendo se ajustar à realidade das organizações;
- Baseado em normas de reconhecimento internacional;
- Sistema enxuto de documentação e melhora no desempenho operacional;

- Redução e programação de múltiplas auditorias;
- Possibilita melhoria da competitividade e redução de custos da organização;
- Possui foco na satisfação e manutenção do cliente;
- Maior contato com clientes e fornecedores e imagem positiva na sociedade.

As desvantagens do modelo apresentadas por Cansanção (2003) são:

- Necessidade de mudança na cultura da organização;
- Aumento dos custos na fase de implantação do SIG;
- O modelo é teórico e ainda não foi aplicado.

3.4 O Modelo de Integração de Correia

Apesar de Correia (2002) trabalhar a integração dos Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiental e de Saúde e Segurança no Trabalho, com base nos requisitos das normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, seu modelo pode ser utilizado para o alinhamento de quaisquer outras normas. A proposta desse autor é utilizar a ferramenta Desdobramento da Função Qualidade QFD para definir o grau de correlação entre as normas de gestão, tomadas duas a duas. Essa ferramenta, ainda segundo o autor, foi publicada em 1978 por Yoji Akao e Shigeru Mizuno e introduzida na América e Europa em 1983. O QFD visava a estabelecer o desenvolvimento de um novo produto/serviço em duas partes, sendo a primeira o desdobramento da qualidade. As expectativas dos clientes são desdobradas até se chegar ao estabelecimento de parâmetros de controle dos processos. A segunda parte é o desdobramento do trabalho visando ao padrão gerencial de desenvolvimento do produto/serviço e ao plano de atividades do desenvolvimento do produto/serviço.

A proposta de Correia (2002) é baseada em dois casos, o primeiro caso parte de uma situação em que a organização não tenha nenhum sistema de gestão implantado e deseja implantar os três sistemas de gestão já de forma integrada. O segundo caso trata da situação em que uma organização já tenha o seu Sistema de Gestão da Qualidade com base nos requisitos da norma ISO 9001, já implantado e que deseja implantar os outros dois sistemas de forma integrada.

Correia (2002) inicia o que chama de integração aplicando o método da casa da qualidade do QFD à norma de gestão ISO 14001 e à norma OHSAS 18001 para identificar correlações entre as mesmas. Depois, o resultado é aplicado junto com a norma de gestão ISO 9001, utilizando novamente o método da casa da qualidade do QFD para identificar

correlações entre as normas com vistas ao alinhamento delas. Uma vez identificadas as correlações entre as três normas, Correia (2002) sugere a verificação da prioridade e dificuldade para a implantação do SIG, sendo a prioridade analisada sob o foco no cliente (modelo da qualidade *on line*), foco no processo interno (modelo da qualidade *in line*) ou com foco nas relações entre os setores da organização que influenciam no produto (modelo da qualidade *off line*). A Tabela 3.1 resume os casos de estudo de Correia (2002).

Tabela 3.1 Casos para estudo de integração de sistemas de gestão

Caso para Estudo	Situação Atual	Situação Futura	Modelo de Qualidade
Caso – I	Com nenhum sistema De gestão implantado	SIG (SGQ+SGA+SGSST)	In-line
			Off-line
			On-line
Caso – II	ISO 9001 implantado	SIG (SGQ+SGA+SGSST)	In-line
			Off-line
			Off-line

Fonte: adaptado de Correia (2002)

Conforme Chan *et al* (1998) o *MBNQAM* é uma lista de verificação abrangente, mas sem um processo sistemático de implementação. O seu modelo é então a utilização do *MBNQAM* com as seguintes diretrizes:

- Organização Gerencial:
 - Estabelecer direções e produzir uma orientação ao cliente, clara, com valores visíveis e metas de alto nível.
 - Reforçar valores e metas.
 - Planejar estratégias, sistemas e métodos para se alcançar a excelência e desenvolver competências;
 - Monitorar toda a execução;
 - Estrutura de Documentos Integrados; o objetivo da estrutura dos documentos integrados é a de estabelecer uma estrutura simples que possa ser entendida e usada em todos os níveis;
 - Sistema de Documentos Operacionais; trata-se de documentos operacionais dos vários processos de trabalho Chan *et al* (1998) dão ênfase à documentação.

3.5 O Modelo de Integração de Melo

Trata-se de um estudo, para ser aplicado dentro de uma organização, de integração dos Sistemas de Gestão da Qualidade, com base nos requisitos da norma ISO 9001, Ambiental com base nos requisitos da norma ISO 14001 e Saúde e Segurança no Trabalho, com base em uma norma que não OHSAS, ou seja, com base no modelo de controle de perdas, DNV (*Det Norske Veritas*), que estava, então, sendo implantando dentro da organização.

O modelo de controle de perdas DNV é composto de vinte elementos que são resultantes de estudos que identificaram as causas estruturais de acidentes e quase acidentes, sendo considerados os de maior impacto pela DNV:

- Elemento 1 - Liderança e administração: trata do papel das gerências em seus diversos níveis no sistema de controle de perdas. Trata ainda da estrutura de documentação dos sistemas e, do controle e utilização de referências, regulamentações e códigos;
- Elemento 3 - Inspeções planejadas e manutenção. Trata de inspeções e manutenção das instalações e dos equipamentos;
- Elemento 5 - Investigação de acidentes/incidentes. Apresenta os requisitos relativos à investigação dos acidentes e incidentes;
- Elemento 8 - Regras e permissões de trabalho. Requisitos relativos às autorizações para a realização de tarefas com riscos associados;
- Elemento 11 - Equipamentos de proteção individual (EPI). Trata da identificação de necessidades, provisionamento e controle dos EPI;
- Elemento 19 - Administração de materiais e serviços. Trata das práticas do sistema de perda relativas à aquisição de materiais e serviços.

Melo (2001) aplicou a metodologia proposta por Checkland. Nesse método, procura-se comparar o sistema atual com um modelo conceitual para se definir as modificações necessárias a fim de se atingir o objetivo desejado. O método é composto de sete etapas;

- Análise. Nesta etapa identifica-se a situação atual do problema, sua estrutura;
- Processos e a relação entre a estrutura e o processo;
- Definição do propósito do sistema. É conclusão da etapa anterior;
- Conceitualização: elabora-se o modelo conceitual para ser comparado com a situação atual;
- Comparação e definições de possíveis mudanças: compara-se o modelo conceitual

obtido na etapa anterior com o modelo atual e definem-se as possíveis mudanças (estruturais, procedimentos, atitudes, etc);

- Seleção de mudanças: seleciona-se as possíveis mudanças, obtidas na etapa anterior, para o novo sistema;
- Projeto e implementação: projeta-se e implementa-se o novo sistema;
- Avaliação. Trata-se da avaliação do desempenho do novo sistema.

Na etapa Análise, Melo (2001) utiliza a abordagem de processo e faz as identificações com relação ao sistema SGQ, SGQ e SGS a serem integrados:

- Objetivos. São os objetivos específicos de cada um dos três sistemas;
- Entradas. São requisitos de normas, como requisitos dos clientes, requisitos legais, etc;
- Saídas. Tanto as desejáveis como produtos conformes, procedimentos e práticas, quanto as indesejáveis, como produtos não-conformes, acidentes de trabalho, etc;
- Componentes. A situação das documentações, registros, etc;
- Interações. São as interações estruturadas que esse autor não identificou na organização em estudo;
- Realimentação. Identificação dos subsistemas (como auditoria interna e melhoria contínua, por exemplo) utilizados na organização para se verificar o alcance dos objetivos;
- Fronteiras. Identificação das abrangências de cada sistema de gestão.
- Ambientes. Inclui o ambiente organizacional e do mercado, por exemplo, restrições impostas pelo ambiente.

Na etapa Definição, Melo (2001) apresenta os objetivos da organização com respeito aos sistemas a serem integrados sendo um deles, que o SIG tenha um resultado superior aos dos sistemas, operando separadamente.

Na etapa Conceitualização, Melo (2001) apresenta uma correlação entre as normas que utiliza como apoio para a definição do modelo. Também faz uso do método PDCA, do Inglês *Plan, Do, Check e Action* (Planejamento, Execução, Verificação e Ação) proposto na ISO 9001:2000. Ainda nessa etapa, foi mostrado, numa figura, com que outros sistemas da organização o SIG está relacionado. Não foi apresentado um modelo concreto do SIG, um que pudesse ser utilizado diretamente na sua implementação, ou seja, o *modus operandi* do SIG (número de pessoas, como e o que irão trabalhar, custos, necessidades de treinamento,

procedimentos, etc). No entanto, os objetivos do SIG foram apresentados e convém colocá-los aqui, uma vez que alguns modelos na literatura são apresentados sem os objetivos específicos para o SIG dentro de uma organização:

- Garantir o alcance dos objetivos específicos dos sistemas SGA, SGQ e SGS;
- Maximizar o uso dos recursos (materiais, financeiros e humanos);
- Servir como referência para a utilização em outras unidades do grupo, dentro e fora do país.

O primeiro dos objetivos listados acima pode ser alcançado através dos sistemas isoladamente, mas nem mesmo a integração pode garantir o alcance dos objetivos, como cita Melo (2001, p. 37) "[...] a integração por si só, não garante que apenas as saídas desejáveis sejam obtidas, [...]". Portanto, não é a integração de sistemas de gestão uma condição que garanta o sucesso dos objetivos, pois este depende da qualidade do projeto do SIG, da implantação, do desempenho, da manutenção, do monitoramento e da realimentação com vistas à melhoria contínua do SIG.

Ainda na etapa Conceitualização, Melo (2001) identificou as entradas, saídas, os subsistemas do SIG, as interações entre o SGQ, o SGA e o modelo de controle de perdas DNV, a realimentação do SIG, as fronteiras, o ambiente e as restrições. Para a interação, o autor utilizou o método PDCA em duas abordagens, a tática e a operacional.

3.6 O Modelo de Integração de Mackau

Segundo Mackau (2003), é freqüentemente ignorado o fato de que o desenvolvimento e a implementação de um Sistema Integrado de Gestão (SIG) sempre causam uma decisiva mudança na organização, e que evidências indicam que nem todos os sistemas de gestão atendem às expectativas tanto dos empregados quanto dos empregadores. É interessante ressaltar que o fato de um SIG não atender expectativas pode ter como causa a falta de objetivos empresariais, a não elaboração ou má elaboração de um projeto de integração, entre outras causas. Para aquele autor, a participação dos empregados no processo de integração, tanto na fase de desenvolvimento quanto na implementação, viria resolver grande parte das expectativas deles e dos empregadores. Como o próprio autor afirma, seu modelo de integração é aplicável às empresas de pequeno e médio porte, pois em empresas de grande porte a participação de todos, se bem que não seja impossível, pode tomar-se demorada e complexa devido ao grande número de participantes da organização.

A estrutura do modelo de SIG de Mackau (2003) é formada de um manual contendo cinco capítulos cujos títulos são:

- Cap. 1, Projeto da Organização e Gerenciamento;
- Cap. 2, Produtos e Serviços;
- Cap. 3, Projeto de Processo;
- Cap. 4, Foco no Cliente e Fornecedor;
- Cap. 5, *Benchmarking* e Melhoria Contínua .

O conteúdo das normas de gestão e respectivas regulamentações devem ser distribuídos correspondentemente nos cinco capítulos, mas subcapítulos podem ser utilizados. Os propósitos e requisitos das normas devem ser comentados em uma forma simples, nesses subcapítulos.

No capítulo 1 devem ser descritos a estrutura da organização e seus sistemas gerenciais.

Deve incluir as regras e as competências, os documentos e seus respectivos controles e a explanação da estrutura da organização. Ainda nesse capítulo, deve ser dado destaque ao assunto recursos humanos.

O capítulo 2 diz respeito aos produtos e serviços da organização. Estes devem ser nomeados, especificados ou descritos os processos de manufaturas de forma a atender à lei, aos requisitos dos clientes e da organização.

O capítulo 3 deve apresentar um processo visual de todos os processos da organização.

O capítulo 4 concentra-se nos clientes, fornecedores e subcontratados, com ênfase nos dois últimos. Mackau (2003) considera que não é fácil para pequenas e médias empresas ditar termos e promover melhorias junto aos seus fornecedores. Isso se deve ao pouco poder de barganha que pequenas e médias empresas têm quando as suas compras não possuem representatividade junto aos grandes fornecedores.

No capítulo 5 se considera a melhoria contínua e a avaliação das medidas de eficiência e do *benchmarking*.

Pode-se afirmar que o diferencial do modelo de Mackau (2003) está na integração efetiva de todos os empregados em todas as fases do processo do SIG, coisa que é mais viável dentro das pequenas e médias empresas.

Mackau (2003) apresenta um estudo de caso de SIG de uma pequena construtora, na Alemanha. A organização teve como motivação para implementar seu SIG a necessidade de aumentar a sua competitividade no mercado da indústria de construção. O autor não

esclareceu o que levou a construtora a concluir que, em se implementando um SIG, aumentaria necessariamente a sua competitividade no mercado, pois o mesmo autor também afirma que nem todos os sistemas de gestão preencheram as expectativas. A construtora é formada por dois executivos e mais 17 empregados entre engenheiros civis, arquitetos e pessoal administrativo. O SIG adotado por ela teve como base os requisitos da norma de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001, da norma de Sistemas de Gestão Ambiental ISO 14001 e dos requisitos da SCC (saúde ocupacional), que o autor não explicitou.

Todos os empregados participaram do estágio inicial da integração dos sistemas de gestão formando uma visão única para toda a construtora. Os Círculos de Integração (CI) foram constituídos para que todos pudessem levar sugestões e discutir tópicos relacionados à integração, à fase de implementação e à melhoria contínua. O primeiro workshop do CI teve o propósito de apresentar aos empregados a razão dos CI e suas regras. Alguns empregados foram treinados para, em mediação, assumirem a liderança dos círculos. Três e seis meses após a implementação, os empregados consideraram alta e mediana, respectivamente, a sua própria identificação com a visão da construtora. Outros resultados obtidos com os CI, tais como transparência da estrutura do SIG e funcionalidade do manual no dia a dia do trabalho, foram considerados pelos empregados como razoável ou acima da média da completa expectativa. A conclusão de Mackau (2003) é que como resultado do manual e da participação dos empregados no desenvolvimento do SIG, obteve-se alta motivação em todas as fases e que o método mostrou-se aplicável na implementação de SIG em pequenas e médias empresas.

3.7 O Modelo de Corrêa

Corrêa (2004) propõe um método de avaliação de Sistemas Integrados de Gestão (SIG) que consiste de *check-list* (lista de verificação) de auditoria integrada com ênfase nos requisitos normativos das áreas da qualidade (SGQ), ambiental (SGA), saúde e segurança do trabalho (SGSST) e responsabilidade social (SGRS) e nos critérios e exigências do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), do Prêmio Gaúcho de Qualidade (PGQ) e da *European Foundation for Quality Management* (EFQM-Fundação Européia para Gestão da Qualidade) e os requisitos específicos aplicados na indústria automotiva. O método foi aplicado numa organização da indústria automotiva (GKN do Brasil Ltda.).

Embora o modelo de Corrêa (2004) seja voltado para uma avaliação de SIG, esse autor apresenta alguns fatores-chave para se alcançar sucesso em um SIG:

- Promover o comprometimento e a liderança para o processo de integração dos sistemas de gestão;

Remonta Mackau (2003), que utilizou os Círculos de Integração em um estudo de caso de SIG para desenvolver lideranças e geram comprometimento de todos. Esta tese considera as pessoas envolvidas com o SIG como elementos constituintes do mesmo e sendo dessa forma, trabalhar o entusiasmo, liderança e comprometimento com o sistema integrado não garante o sucesso, mas reduz o risco de insucesso. Corrêa (2004) foi além dos elementos dos funcionários da organização para o SIG quando considera as demandas internas e externas. A parte externa, embora não sendo elemento constituinte do SIG compõe o seu ambiente e dessa forma, considerando-se o SIG um sistema aberto, pode influenciá-lo;

- Fornecer a demonstração e a retribuição para o processo de integração dos sistemas de gestão de interesse;

Isto é, fornecer às partes interessadas, os resultados alcançados de melhoria de desempenho como também avaliar, reconhecer e premiar os responsáveis por essa melhoria. Convém observar que, embora o reconhecimento e a premiação sejam formas de se estimular o pessoal, os incentivos devem ser compatíveis com as necessidades específicas dos funcionários, conforme Hersey e Blanchard (1986);

- Proporcionar e apropriar os recursos necessários para o processo de integração de sistemas de gestão;

Significa identificar e alocar recursos financeiros, materiais e humanos. Dentro dos recursos humanos, prover a competência necessária e manter alta a motivação dos funcionários. Identificar e prover as necessidades tecnológicas;

- Sistematizar os controles necessários para o processo de integração dos sistemas de gestão de interesse;

Corrêa (2004) não explicitou neste item quais os controles que devem ser sistematizados no processo de integração de sistemas de gestão, no entanto, chamou a atenção para a necessidade da manutenção de canais abertos de informação e da necessidade de mecanismos para influenciar e controlar fornecedores e contratados. Mas um processo de integração de sistemas de gestão depende do controle sobre os fornecedores e contratados? Continuando a explicação do item, esse autor coloca a necessidade de se manter um esquema de avaliação e auditorias internas regulares, mas por mais importantes que sejam as auditorias, essas são utilizadas na avaliação de desempenho;

- Buscar, obter e divulgar certificações do processo de integração dos sistemas de gestão de interesse.

Corrêa (2004) considera fator-chave de sucesso de um SIG a certificação do processo de integração e a divulgação dos resultados das auditorias de terceira parte. A certificação é importante como marketing, no atendimento, se for o caso, por exigência de cliente, no entanto, o sucesso de um SIG deve estar no atendimento de seus objetivos. É preciso observar que um dos objetivos da GKN do Brasil Ltda, organização do estudo de caso desse autor, está na certificação e premiação. Isso justifica a importância dada por ele às premiações e certificações.

O autor apresenta, ainda, uma lista de verificação composta de 42 perguntas segmentadas por assuntos correspondentes às normas dos Sistemas de Gestão da Qualidade, Ambiental, Saúde e Segurança do Trabalho e Responsabilidade Social. As possíveis respostas são: Não atendido (N), Atendido (A), Parcialmente atendido (P A), Viável (V), Parcialmente viável (PV), Inviável (I), Não aplicável (NA). Parte da lista é apresentada na Tabela 3.2 onde D significa decisão e S status atual.

Tabela.3.2 Resumo da Lista de Verificação de Corrêa (2004)

Atividades e/ou Requisitos	ISO 9001 e ISO/TS 16949			ISO 14001			OHSAS 18001			SA 8000		
	Seção	S	D	Seção	S	D	Seção	S	D	Seção	S	D
1) Existe documento que apresentam a estrutura organizada da empresa ?	4.1			4.1			4.1			IV		
2) Existe documento descrevendo os sistemas de gestão que compõem o SIG?	4.2.1			4.4.4			4.4.4			-		
3) Existe declaração documentada das políticas de gestão aplicada ao SIG ?	4.2.1			4.4.4			4.4.4			-		
• • •												
4.2) Os salários atendem às necessidades do pessoal e provêm algum ganho extra?	-	NA	NA	-	N A	NA	-	NA	NA	8		

Fonte: o autor (2006)

A lista de verificação apresentada na Tabela foi aplicada na GKN do Brasil Ltda e ações foram propostas e realizadas para cada um dos fatores-chave de Corrêa (2004) antes da auditoria de certificação. A auditoria de certificação ocorreu em três partes totalizando duas semanas e meia de auditoria tendo como resultado a certificação com base nas normas ISO/TS 16949:2002, OHSAS 18001:1999 e SA 8000:2002 juntamente com a re-certificação ISO 14001: 1996. Alguns dos principais benefícios alcançados com a certificação integrada do SIG foram, conforme aquele autor:

- Aumento da visão holística da organização, aumentando a interação entre os

departamentos, maximização da eficiência e eficácia dos sistemas de gestão;

- Integração de idéias e conhecimento de áreas distintas;
- Redução da burocracia do SIG;
- Redução significativa de custos de implementação, auditoria e mão-de-obra.

O SIG foi considerado um projeto caro e demorado em função da complexidade dos processos e operações da empresa, do seu porte e do escopo de implementação. As principais dificuldades apresentadas foram:

- Estrutura diferente das normas;
- Dificuldade na interpretação e correlação dos requisitos das normas;
- Conceitos diferentes envolvidos no SIG;
- Prazo curto;
- Dificuldade de quebrar o paradigma de que um sistema seja mais importante do que o outro;
- Mudança de procedimentos e cultura dos funcionários;
- Disponibilidade de tempo para participar da equipe de implementação;
- Falta de comprometimento e a resistência das pessoas às mudanças impostas pela implementação.

Convém ressaltar, que em virtude das dificuldades, algumas atividades não foram integradas. A conclusão de Corrêa (2004) é que o SIG não é solução universal para todas as empresas, que apresentam suas particularidades nem sempre atendidas por ele.

3.8 O Modelo de Integração da QSP

Conforme Cicco (2005) o modelo apresentado pela QSP, Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade para o Brasil e América Latina, partindo da premissa de que a organização já tem um Sistema de Gestão da Qualidade adequadamente estruturado, apresenta as seguintes etapas:

- Indicação, por parte do principal executivo da organização, de um coordenador para acompanhar e supervisionar todos os trabalhos relativos à implantação do SIG;
- Realização de uma análise crítica inicial da Gestão Ambiental e da Saúde e Segurança no Trabalho, com base nas normas ISO 14001 e OHSAS 18001;

- Elaboração do Plano de Implantação do SIG, a partir da análise crítica inicial já realizada, com cronograma de desenvolvimento das ações a seguir discriminadas;
- Oficialização do plano de Implantação do SIG. Formalizar a estrutura de funcionamento, divulgar o plano para as pessoas diretamente envolvidas e fazer divulgação do plano para todos os funcionários;
- Realização de Treinamento. O treinamento é constituído de palestra sobre o SIG para a alta direção da organização, curso de 24 horas para o Comitê Executivo de Implantação do SIG, discutindo cada elemento da ISO 14001 e da OHSAS 18001, integrado à ISO 9001, curso 40 horas de formação de auditores internos do SIG e palestras de motivação e disseminação para toda a organização, com duração de 2 a 4 horas cada palestra;
- Análise de Perigos, Riscos e Impactos Ambientais. Compreende a identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais significativos, identificação e avaliação dos perigos e riscos à saúde e segurança dos trabalhadores, análise e comparação com a legislação pertinente e com outros requisitos e adoção de providências para o gerenciamento integrado;
- Política e Manual. Significam revisar e reciclar a Política Unificada de Gestão da Qualidade, Ambiental e da Saúde e Segurança no Trabalho, adequar a estrutura organizacional de responsabilidades ao SIG, e definir os objetivos, metas e indicadores do SIG;
- Elaboração da Documentação do SIG. Compreende a definição dos documentos que irão compor o SIG, a designação dos grupos de trabalho para elaboração ou adequação de cada documento, a montagem de cronograma por documento e a realização de análises críticas e homologações dos documentos;
- Implementação dos Documentos. Deve-se montar um cronograma de implantação para cada área e documento aplicáveis;
- Auditorias do SIG. A proposta da QSP é de, no mínimo, duas auditorias internas.
- Ajuste do SIG. Realizar a análise crítica pela administração, adotar as ações corretivas necessárias e definir a estrutura necessária para a manutenção do SIG;
- Certificação. Caso seja do interesse da organização, a certificação conjunta do SIG com base nas normas de gestão ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 deverão ser solicitadas a um organismo certificador.

A QSP apresenta um modelo de integração de SGQ, SGA e SGSST, considerando o Sistema de Gestão da Qualidade já bem estruturado, mas podem-se considerar mais tópicos necessários a uma integração do que propriamente um modelo, pois aborda alguns pontos interessantes, como a Realização de Treinamento e Elaboração do Plano de Implantação do SIG. No entanto um plano não é um projeto de integração.

3.9 O Modelo de Integração de Maciel

O modelo de integração de Maciel (2001) busca integrar o Sistema de Gestão da Qualidade com base na norma ISO 9001, já implantado na organização, e com o Sistema de Gestão da Segurança e da Saúde Ocupacional com base na norma BS 8800. Ele tem por base o estudo de caso de duas organizações industriais e é constituído das dez seguintes fases:

- 1ª Fase: Comprometimento da alta administração da empresa com Sistema de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), juntamente com todos os seus colaboradores, definindo sua política e os respectivos objetivos. O foco é definir a política e os objetivos de segurança e saúde no trabalho, intensificando o compromisso de todos com a política e os objetivos. Também há a responsabilidade da alta administração de fornecer os recursos necessários para o sucesso do empreendimento;
- 2ª Fase: Definição da equipe de coordenação que será responsável pelo acompanhamento e supervisão dos trabalhos referentes à implantação da BS 8800. A nomeação da equipe de coordenação responsável pelo acompanhamento e supervisão dos trabalhos para a implantação da BS 8800 deve partir do principal executivo da organização;
- 3ª Fase: Realização da análise crítica inicial do SST existente na empresa, com a participação efetiva do pessoal de nível operacional. Inicialmente deve-se proceder uma auditoria em todos os postos de operação para levantamento da situação deles em relação à segurança e se estabelecer as defasagens e as reais necessidades. A análise crítica será de acordo com os resultados da auditoria;
- 4ª Fase: Elaboração de um cronograma de trabalho. O cronograma de atividades referentes à segurança e saúde no trabalho deve ter participação da alta administração;
- 5ª Fase: Disseminação da política de SST e seus objetivos em toda a organização. A organização deve promover, de forma participativa, a difusão e sensibilização da política de SST e seus objetivos, ressaltando os seus benefícios para toda a

organização, tornando todos conscientes de suas responsabilidades. Deverá ser utilizada uma linguagem compatível para cada nível hierárquico a fim de se evitarem distorções nas informações;

- 6ª Fase: Estrutura de equipes de trabalho. Grupos de trabalho tipo "Comitê Diretor de Implantação da BS 8800", "Equipe de Motivação e Comunicação" devem ser criados de forma a prover participação e possibilitar companheirismo, motivação e qualificação das pessoas envolvidas;
- 7ª Fase: Realização de formação profissional (capacitação / motivação). Esta fase deve permanecer por todo o processo, porém, no primeiro momento, quando da implantação do Sistema de Gestão da SST, palestra de 4 horas sobre a BS 8800 para a alta administração, curso de 20 horas sobre a BS 8800 para a alta administração, curso de 30 horas sobre a BS 8800 para a média gerência, curso de 16 horas sobre documentação do Sistema de Gestão da SST, curso de 25 horas de formação de auditores da SST e palestras de 4 horas cada de motivação e disseminação da BS 8800;
- 8ª Fase: Promover, concomitantemente com a SST, a limpeza e organização do ambiente de trabalho na organização. É a aplicação do Programa conhecido por 5 S (do japonês *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, respectivamente senso de utilização, de ordenação, de limpeza, de saúde e de autodisciplina);
- 9ª Fase: Formatação e implementação de procedimentos e instruções de trabalho. Os procedimentos devem estar em consonância com os objetivos da Política da Segurança e Saúde no Trabalho da organização;
- 10ª Fase: Planejamento e implementação das auditorias internas. As auditorias são consideradas como controle do funcionamento e manutenção do Sistema SST.

Esse modelo, voltado para SGQ, SGA e SGSST, aborda aspectos importantes de gestão de pessoas que devem ser considerados em uma realização de integração de sistemas de gestão. Na 3ª Fase deveria se considerar uma análise crítica inicial não só do SGSST como também dos outros sistemas a serem integrados.

3.10 Comentários Sobre a Bibliografia

Karapetrovic e Willborn (1998) aplicam em seu modelo as normas ISO 9001 e ISO

14001, agrupando os assuntos nos seis grupos já citados, grupos esses advindos de uma abordagem de processos. Isso permite melhor identificação dos itens em comum das normas. O modelo é de simples compreensão e aplicação, mas com ênfase em duas normas de gestão e, embora útil, não é amplo e suficiente para um estudo de integração. Dentre as vantagens da integração enunciada por aqueles autores, pode-se destacar a otimização de recursos e o uso reduzido de recursos múltiplos, uma vez que o objetivo do modelo de integração de sistemas de gestão daqueles autores é melhoria do desempenho. Outro ponto do modelo é dos autores considerarem o Sistema Integrado de Gestão separado do Sistema Integrado de Auditoria de Sistemas de Gestão. Essa separação é vista no modelo proposto neste trabalho como integração parcial do SIG.

Pode-se entender o modelo de Karapetrovik (2002) como uma continuação do modelo Karapetrovic e Willborn (1998), não havendo, portanto nenhum conflito entre esses dois modelos. A grande diferença está no que o primeiro chama de elementos núcleos de norma, que devem ser focados com prioridade. Esse modelo é de interesse conceitual, mas não permite uma visão mais ampla e aprofundada do assunto SIG.

O modelo de Cansanção (2003) compreende três partes:

- O modelo sistêmico, que é uma relação limitada do SIG com fornecedores, clientes e própria organização sem considerar entre outros, a sociedade, os acionistas, os empregados e o meio ambiental. Não há um aprofundamento da abordagem sistêmica, talvez por razões de espaço editorial;
- A descrição do modelo utilizando as normas ISO 9001:2000 e ISO 14001: 1996, que é mais uma conceituação do que uma metodologia de integração em si. Sem explicar as razões, consideram o nível estratégico como sendo o grau máximo de integração, o nível tático sendo grau mediano e o nível operacional, grau mínimo no seu modelo;
- A metodologia de implantação do modelo é aquela que Karapetrovic e Willborn (1998) dividem em três estratégias que são exclusivas dos Sistemas de Gestão da Qualidade e do Sistema de Gestão Ambiental.

Enfim, o modelo de Cansanção (2003) é específico para o SGQ e o SGA.

O modelo de integração de Correia (2002) compreende a aplicação do método da casa da qualidade QFD na identificação de correlações entre normas. Esse método é aplicado entre duas normas de cada vez e é necessário aplicá-lo entre todas as normas, duas a duas. Por exemplo, a norma A com a norma B, a norma B com a norma C, a norma A com a norma C, a interseções das normas A com B, com as interseções das normas B com C, e assim por diante.

Também, Correia (2002) utiliza duas das três estratégias de Karapetrovic e Willborn (1998) no seu estudo de integração de sistemas de gestão. Esse modelo aborda uma parte de uma integração, que é o alinhamento de normas.

O modelo de integração de Chan (1998) em que pese estar voltado para uma organização em particular, não impede sua aplicação universal, no entanto, constitui-se mais em uma linha de diretrizes gerais com o uso do MBNQAM, com ênfase em documentação.

O modelo de integração de sistemas de gestão de Mackau (2003) exalta a simplicidade na elaboração do seu manual de cinco capítulos, com vistas ao melhor entendimento por parte dos empregados da organização. O seu modelo, pode-se resumir, constitui-se na integração dos empregados ao próprio SIG junto com a utilização do manual. Esse método, aplicável em pequenas e médias empresas, não garante o sucesso da integração, mas diminui sensivelmente as resistências às mudanças e pelo fato de todos os empregados participarem, ou seja, todas as áreas da organização participam, isso reduz problemas de fronteiras de atividades, facilita as interações das áreas, entre outras vantagens.

Melo (2001) já apresenta uma visão bem mais sistêmica do que os autores anteriores, mas faz uma abordagem específica das normas ISO 9001 e ISO 14001 com o modelo de controle de perdas da DNV, o que não impede de ser aplicado a outros sistemas. Seu modelo é mais amplo que os anteriores, mas como todos os modelos já apresentados, não há menção de utilização de uma modelagem matemática no estudo do SIG. Esse autor não esclarece o método como ele obteve a correlação entre os requisitos das normas ISO 9001:2000, ISO 14001:1996 e o modelo da DNV. Para a correlação entre a ISO 9001:2000, ISO 14001:1996, como cita, fez uso do anexo da ISO 9001:2000, e trata, como neste trabalho, a integração dos sistemas de auditorias como parte do SIG.

O modelo de Mackau (2003) aborda alguns dos aspectos importantes para uma integração de sistemas de gestão, no caso, a participação de todos no processo de integração. Essa participação é efetivada nos Círculos de Integração (CI) onde se esclarecem os objetivos, os métodos, se analisa criticamente as não-conformidades e podem-se apresentar soluções. A participação permite melhor entendimento dos objetivos e comprometimento com o sucesso. Esse modelo é mais viável para pequenas e médias empresas, em função do número de funcionários.

Corrêa (2004), de fato, não apresenta um modelo de integração, mas uma proposta para uma avaliação do SIG através de uma lista de verificação e de seus fatores-chave de sucesso que são voltados exclusivamente para as metas da GKN do Brasil Ltda. A lista, por sua vez, é aplicável somente aos sistemas de gestão com base nas normas ISO/TS 16949:2002, OHSAS

18001:1999, SA 8000:2002 e ISO 14001:1996. Não foi apresentado por aquele autor o método que utilizou para a elaboração da lista de verificação, o que deixa a dúvida se a mesma é completa ou não.

O modelo da QSP apresentado por Cicco (2005) constitui-se de linhas gerais para uma integração de sistemas de gestão e parte da premissa de que a organização já tenha estruturado adequadamente um Sistema de Gestão da Qualidade. Mas isso não impede que as etapas do modelo apresentado possam ser aproveitadas em outras situações iniciais da organização para a integração. Embora o modelo da QSP seja específico de sistemas de gestão com base nas normas ISO/TS 16949:2002, OHSAS 18001:1999, SA 8000:2002 e ISO 14001: 1996, as idéias gerais podem ser aplicadas para sistemas de gestão com base em outras normas.

O modelo de Maciel (2001) também constitui-se de linhas gerais para integração do Sistema de Segurança e da Saúde Ocupacional com base na norma BS 8800 para uma organização que já tenha um Sistema de Gestão da Qualidade implementado, o que não impede de se adequar para outras situações.

3.11 Conclusão do Capítulo

Não há consenso sobre a ordem de interação dos sistemas, por exemplo, Karapetrovic e Willborn (1998) dão preferência à integração simultânea do SGQ, do SGA e do SGSST, alegando, como uma das várias vantagens, a redução do uso de recursos múltiplos. Já Correia (2002) considera a dificuldade de integração menor se já houver um sistema implantado com base na norma ISO 9001. Outros autores elaboraram seus modelos de integração a partir da pré-existência de um SGQ já estruturado ou implementado. Isso se deve por ser o SGQ, via de regra, o primeiro dos sistemas de gestão a ser implementado numa organização.

Dentro da pesquisa bibliográfica levantada sobre Sistemas Integrados de Gestão (SIG), os sistemas de gestão abordados compreendem, principalmente, os Sistemas de Gestão, Ambiental, Saúde e Segurança no Trabalho, sendo as normas de base mais utilizadas, respectivamente, ISO 9001, ISO 4001 e OHSAS 18001. Outros sistemas para serem integrados com esses como, por exemplo, os Sistemas de Gestão de Suprimento e os Sistemas de Gestão de Manutenção não foram identificados. Via de regra, os modelos de integração identificados na pesquisa bibliográfica limitam-se aos SGQ, SGA e SGSST, os elementos do núcleo de um SIG de Wilkinson e Dale (1999). Também não foi observado um modelo para monitoramento dos sistemas integrados e uma vez que o SIG seja dinâmico, há que se pensar em um sistema de manutenção do próprio SIG. Observa-se, dentro da literatura pesquisada,

que não foi dada uma ênfase à fase anterior ao trabalho de integração, ou seja, à um estudo de viabilidade de uma integração de sistemas de gestão para um dado momento da organização. Uma Programação Matemática pode servir de apoio à tomada de decisão de *o que e quando* integrar, além disso, serve de ferramenta para o monitoramento do desempenho do SIG. O resultado deste monitoramento permitirá a tomada de decisão sobre o SIG, se o mesmo deve ser mantido, desfeito totalmente ou parcialmente, como também se é conveniente acrescentar outros sistemas.

Na literatura pesquisada, os autores, apesar de concordarem com a possibilidade de falhas no SIG, não evidenciam um estudo de falhas de um Sistema Integrado de Gestão (SIG).

Eles partem de suas vantagens e desvantagens para uma integração, porém, sem haver uma abordagem matemática sobre o assunto integração de sistemas de gestão. Todos os trabalhos levantados na pesquisa bibliográfica são estritamente qualitativos e, em sua grande maioria, focam a correlação entre normas. Este trabalho propõe uma visão sistêmica mais profunda de integração não só de SGQ, SGA, SGSST e SGRS, mas de todos e quaisquer sistemas de gestão, o que permite uma aplicação universal do modelo que não se limita a alguns determinados.

O que se pode observar dos casos e modelos apresentados neste capítulo é que, além da redução de custos operacionais, não há, ou não foram evidenciados, outros objetivos tais como melhoria da eficiência dos sistemas de gestão, quando integrados, além da ausência de estudos e projeto de SIG e aplicações de Programação Matemática para a otimização dos recursos humanos. Observa-se uma ausência de qualquer menção ao alinhamento dos objetivos estratégicos das organizações com o SIG, bem como a falta de uma etapa anterior à implementação, e de um projeto de integração com base na Teoria Geral dos Sistemas. É como uma nova mania gerencial, que segundo Sousa Jr. e Campello de Souza (2004) seria um conceito ou técnica inovadora que se difunde muito rapidamente entre os que primeiro o adotam, ansiosos em ganhar vantagens competitivas.

Este trabalho propõe um modelo de integração de sistemas de gestão que possa preencher as lacunas identificadas na literatura partindo da apresentação de uma definição de sistema integrado de gestão através da Teoria dos Conjuntos de forma que, sem contrariar e harmonizando-se com as já existentes, permita avançar e preencher as lacunas. O modelo proposto, fazendo uso da Teoria Geral dos Sistemas, permite uma visualização dos elementos dos sistemas e seus acoplamentos de forma a facilitar o estudo de sua integração e, conseqüentemente, servir de ferramenta para a elaboração de projeto de integração de sistemas de gestão que esteja alinhado com os objetivos organizacionais. Os recursos

humanos fazem parte da definição proposta de Sistema Integrado de Gestão, preenchendo uma das lacunas observadas e permitindo, desta forma, estender a integração dos sistemas de gestão aos elementos humanos. Para otimizar essa integração dos recursos humanos, o modelo proposto inclui aplicação de Programação Matemática.

4 MODELO PROPOSTO PARA INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO

Da pesquisa bibliográfica realizada, observou-se que as definições encontradas de integração de sistemas de gestão, em que pese sua importância, não são abrangentes, o que limita, de certa forma, a sua aplicação. Emerge, então, uma necessidade de se ter uma definição mais abrangente do que seja integração de sistemas de gestão, de forma que permita uma aplicação universal e que se permita vislumbrar novos horizontes, sem criar conflitos com as definições já existentes. Procurou-se definir matematicamente o SIG através da Teoria dos Conjuntos e utilizar-se deste instrumento matemático para analisar as possíveis interseções entre os sistemas a serem integrados, ou seja, os integrandos, e se identificar as áreas de maior ou menor dificuldade para a integração.

A Teoria Geral dos Sistemas é utilizada para modelar o fenômeno integração de sistemas de gestão e aplicações, conjuntamente com aplicações de Programação Matemática, mais especificamente do Modelo de Transportes adaptado para uma otimização de distribuição de tarefas.

4.1 Definição de Sistemas Integrados de Gestão

Utilizar a Teoria dos Conjuntos para entender melhor o assunto SIG parece ser bem apropriado considerando que a Teoria Geral dos Sistemas, segundo Maciel (1974), envolve a Teoria dos Conjuntos. Uma integração de sistemas de gestão pode ser vista como a união dos sistemas, produzindo um sistema mais complexo Z, que pode ser visualizado na Equação 4.1 a seguir.

$$Z = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_n \quad (4.1)$$

Z é o próprio Sistema Integrado de Gestão e S_1, S_2, \dots, S_n são os sistemas de gestão a serem integrados. Dessa forma compreende-se, pelo menos teoricamente, que não há limite para o número n de sistemas de gestão a serem integrados e que a definição Z de um SIG passa a ser mais abrangente e consistente com as encontradas na literatura. O caráter subjetivo das definições pesquisadas de integração de sistemas de gestão é evitado através de uma definição objetiva e mais geral. Essa definição além de permitir a integração de qualquer número de sistemas de gestão já contém o enxugamento das redundâncias entre os elementos dos sistemas integrados, pela própria definição de união de conjuntos. Se bem que um dos

objetivos da integração de sistemas de gestão seja reduzir custos através da eliminação das redundâncias, há outros motivos tais como a sinergia, onde “O Todo é maior do que a soma das partes”, como afirmou Aristóteles. A melhoria do desempenho também constitui-se um motivo para integração. Um outro motivo pode ser de se utilizar o SIG como uma estratégia de *marketing*, como fez uma empresa do setor elétrico.

Qualquer que seja o sistema de gestão, ele pode ser visto como sendo formado por elementos, pois do ponto de vista da TGS, todo sistema é composto de elementos ou partes que interagem através de suas entradas e saídas (abordagem de processo) com vistas a um objetivo comum. Conforme Maciel (1974), um sistema se define através de três conjuntos disjuntos que são o conjunto dos Elementos (E), o conjunto das Atividades (A) e o conjunto das Relações (R). Dessa forma, cada sistema de gestão S_i é da forma apresentada na Equação 4.2 a seguir.

$$S_i = \{E_i, A_i, R_i\} \quad (4.2)$$

Cabe esclarecer que tanto o conjunto dos Elementos E_i , quanto o conjunto das Atividades A_i e o conjunto das Relações R_i , são elementos ou partes do conjunto S_i . A abordagem e o contexto é que diferenciam o conjunto dos Elementos E_i dos elementos do conjunto S_i . Também deve ficar claro que o conjunto Z que representa um Sistema Integrado de Gestão (SIG) também é do tipo $Z = \{E, A, R\}$ uma vez que um supersistema também é um sistema.

4.2 Áreas dos Elementos para Integração dos Sistemas de Gestão

Os sistemas de gestão podem ser representados através do Diagrama de Venn conjuntamente com a Teoria dos Conjuntos para melhor compreensão do fenômeno integração de sistemas de gestão. Considere-se n sistemas de gestão S_1, S_2, \dots, S_n , cada um deles formado pelos seus elementos conforme Equação 4.2. A Figura 4.1 ilustra, através do Diagrama de Venn, um exemplo de três sistemas de gestão, de um conjunto universo U de todos os sistemas de gestão, onde o conjunto das interseções desses três sistemas é dado por $S_1 \cap S_2 \cap S_3$. Esse conjunto, formado da interseção entre todos os sistemas, é aqui nomeado de área convergente ou área neutra.

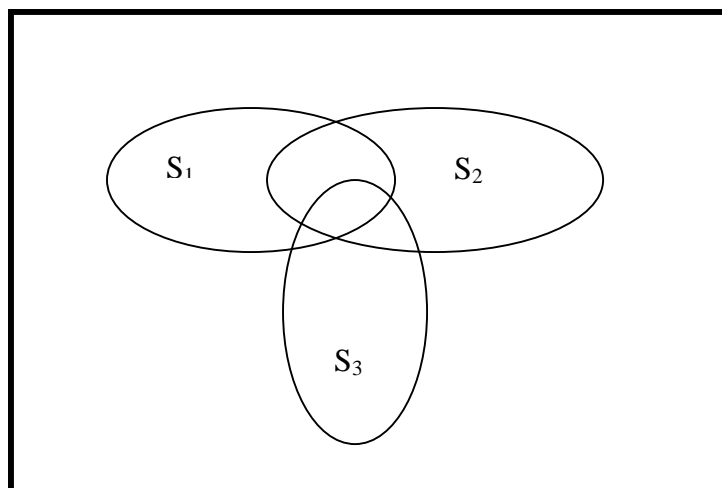


Figura 4.1 – Diagrama de Venn de sistemas de gestão
Fonte: o autor (2006)

Os conjuntos formados pela interseção $S_1 \cap S_2$, pela interseção $S_2 \cap S_3$ e formado pela interseção $S_1 \cap S_3$ são aqui nomeados de áreas intermediárias ou neutras parciais. O caso limite, mostrado na Figura 4.2, onde não há nenhuma interseção entre os sistemas de gestão é aqui nomeada de área independente, onde espera-se maior disputa por recursos.

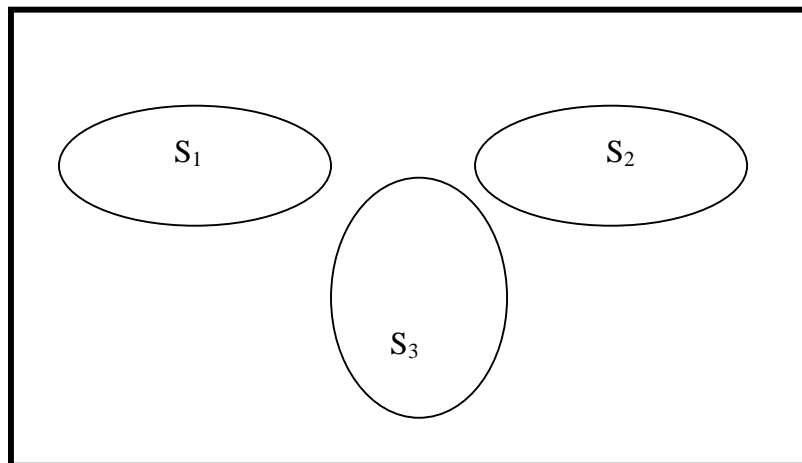


Figura 4.2 – Diagrama de Venn de áreas independentes
Fonte: o autor (2006)

Identificar as interseções dos sistemas de gestão a serem integrados possibilita a redução de redundâncias, redução de custos operacionais, bem como facilita a preparação da integração. Dessa forma, considerando-se inicialmente a integração de dois sistemas de gestão a serem integrados, duas condições podem ocorrer:

- Não há nenhuma interseção entre os sistemas S_1 e S_2 , ou seja, $S_1 \cap S_2 = \Phi$

- Há interseção entre S_1 e S_2 , ou seja, $S_1 \cap S_2 \neq \Phi$

Na Tabela 4.1 tem-se a tabela da verdade para dois sistemas de gestão S_1 e S_2 a serem integrados ($n = 2$) com as áreas dos elementos. Só há duas condições, ou há interseção ou não há, ou seja, $N = 1 + C_2^2 = 2$ onde C_2^2 é a combinação de dois sistemas tomados dois a dois, que representa o número de interseções possíveis. O dígito zero na Tabela 4.1 é utilizado para indicar ausência de interseção e o dígito 1 para indicar interseção.

Tabela 4.1 – Tabela da Verdade para dois sistemas de gestão

S_1	S_2	
0	0	não há interseção entre os sistemas S_1 e S_2 (área independente)
1	1	há interseção entre os sistemas S_1 e S_2 (área convergente)

Fonte: o autor (2006)

Para o caso de três sistemas de gestão ($n = 3$) a serem integrados, tem-se as seguintes possíveis condições:

- Não há nenhuma interseção entre os sistemas S_1 , S_2 e S_3 , ou seja, $S_1 \cap S_2 \cap S_3 = \Phi$
- Pode haver interseção entre S_1 e S_2 , ou seja, $S_1 \cap S_2 \neq \Phi$;
- Pode haver interseção entre S_1 e S_3 , ou seja, $S_1 \cap S_3 \neq \Phi$;
- Pode haver interseção entre S_2 e S_3 , ou seja, $S_2 \cap S_3 \neq \Phi$;
- Pode haver interseção entre S_1 e S_2 e S_3 , ou seja, $S_1 \cap S_2 \cap S_3 \neq \Phi$.

A tabela da verdade para as condições acima é apresentada na Tabela 4.2

Tabela 4.2 – Tabela da Verdade para três sistemas de gestão

S_1	S_2	S_3	
0	0	0	não há interseção entre os três sistemas S_1 , S_2 e S_3 (área independente)
0	1	1	há interseção apenas entre os sistemas S_2 e S_3 (área intermediária)
1	0	1	há interseção apenas entre os sistemas S_1 e S_3 (área intermediária)
1	1	0	há interseção apenas entre os sistemas S_1 e S_2 (área intermediária)
1	1	1	há interseção entre os três sistemas S_1 , S_2 e S_3 (área convergente)

Fonte: o autor (2006)

Pode-se observar na Tabela 4.2 que, dentre as cinco condições possíveis, só há um caso de não haver nenhuma interseção entre os três sistemas (segunda linha da tabela, área independente), e que há três casos possíveis de interseção entre três sistemas dois a dois (áreas intermediárias), ou seja, $C_3^2 = 3$. Finalmente, só é possível um único caso de interseção simultânea entre os três sistemas, isso é, $C_3^3 = 1$. Então o número N de condições possíveis é,

$$N = 1 + C_3^2 + C_3^3 = 5 \quad (4.3)$$

Generalizando para n sistemas de gestão a serem integrados, o número N , de condições possíveis, interseções e nenhuma interseção, pode ser dado pela Equação 4.4

$$N = 1 + C_n^2 + C_n^3 + C_n^4 + \dots + C_n^n \quad n \text{ inteiro e } n \geq 2 \quad (4.4)$$

onde C_n^2 , C_n^3 , C_n^4 e C_n^n são as combinações de n sistemas de gestão tomados dois a dois, de n sistemas de gestão tomados três a três, de n sistemas de gestão tomados quatro a quatro e de n sistemas de gestão tomados n a n , respectivamente..

O valor de N serve para nortear as pesquisas de integração de sistema de gestão, na fase de projeto. Por exemplo, Correia (2002), ao exemplificar o seu método de integração de sistemas de gestão, aplicando a casa da qualidade do QFD a três sistemas de gestão, deixou de fazer uma investigação de interseção. Isso não lhe teria passado despercebido se levasse em consideração que para $n = 3$ tem-se $N = 5$ e isso leva a quatro condições de interseção e a uma de total ausência de interseção. A tabela da verdade serve para discriminar os casos. Para integrar dois sistemas de gestão ($n = 2$) não há necessidade de se calcular N , no entanto, o número de sistemas de gestão em normas nacionais e internacionais está aumentando e com isso a necessidade e complexidade de se fazer a integração. Nesses casos, conhecer N seria vantajoso.

Como já comentado, compreende-se, a partir da Equação 4.1, que parte da redução de custos com uma integração de n sistemas de gestão consistirá da existência de interseções dos n sistemas e da identificação dos elementos dessas interseções. Outro aspecto é que o conjunto Z da Equação 4.1 representa a integração de sistemas de gestão independentemente de haver ou não interseção. Isso quer dizer que, no limite, mesmo não se encontrando nenhuma correspondência entre as normas dos sistemas de gestão a serem integrados, mesmo não havendo atividades e relações redundantes, ou seja, no caso limite $N = 1$, área

independente, pode-se ter interesse na integração dos sistemas de gestão, no sentido, como já observado, que o todo (SIG) é maior que a soma de suas partes, ou seja, ganho de sinergia. Isso vai de encontro às colocações de que integração de sistemas de gestão seja alinhamento de normas e um enxugamento de atividades redundantes. Mesmo não havendo interseções, uma integração poderá ser viável se o SIG for mais eficiente que os sistemas isolados ou trazer vantagens competitivas e estratégicas. A busca das interseções é importante, muito embora que uma integração de sistemas de gestão não se limita a isso, como podem pensar alguns autores.

Na literatura, o foco está na área convergente e nas áreas intermediárias. Diversos são os trabalhos e modelos apresentados abordando essas áreas, em geral buscando-se identificá-las no intuito de possível enxugamento. No caso limite da inexistência de interseção entre sistemas de gestão, área independente, não há redundância de trabalho e nesse sentido não é possível o enxugamento, mas trabalhar as áreas independentes de forma sistêmica na integração de sistemas de gestão, de forma a poder levar a ganho de sinergia ou a ganhos estratégicos e isso não deve ser negligenciado e sim olhado com mais atenção. Uma outra razão para um menor foco das áreas independentes na literatura pode ser que trabalhar na integração de sistemas de gestão nas áreas intermediárias, e principalmente na área convergente devido à existência de elementos comuns aos sistemas, parece ser mais fácil do que trabalhar a integração de áreas independentes, e o ganho é mais explícito. É lugar comum nas normas de sistemas de gestão da ISO encontrar referências aos elementos das áreas intermediárias, mas nada com relação à área convergente.

Integrar sistemas de gestão, numa primeira instância, pode levar a conflitos por recursos entre os sistemas isolados, caso as pessoas não entendam a integração como um único supersistema e esses conflitos serão mais intensos nas áreas independentes que, por não possuir nenhuma interseção, pode levar as pessoas a pensarem isoladamente, justamente por não encontrarem nada em comum. Mas isso pode ser contornado quando ficar evidente para os participantes a importância da integração no alcance dos objetivos organizacionais, quando compreenderem o funcionamento de um supersistema e do aumento que se pode obter da sinergia. Apesar de não haver interseção nos sistemas de gestão nas áreas independentes, com a integração pode-se, e deve-se, na medida do possível, compartilhar recursos humanos, principalmente em atividades administrativas, embora isso venha a requerer treinamento. O fato de se compartilhar os recursos humanos entre os diversos sistemas, certamente levará à diminuição dos conflitos nas áreas independentes. Já nas áreas convergentes, o conflito

esperado por recursos deve ser mínimo pelo fato de já haver a condição máxima de elementos de sistemas de gestão em comum, permitindo o máximo aproveitamento dos recursos.

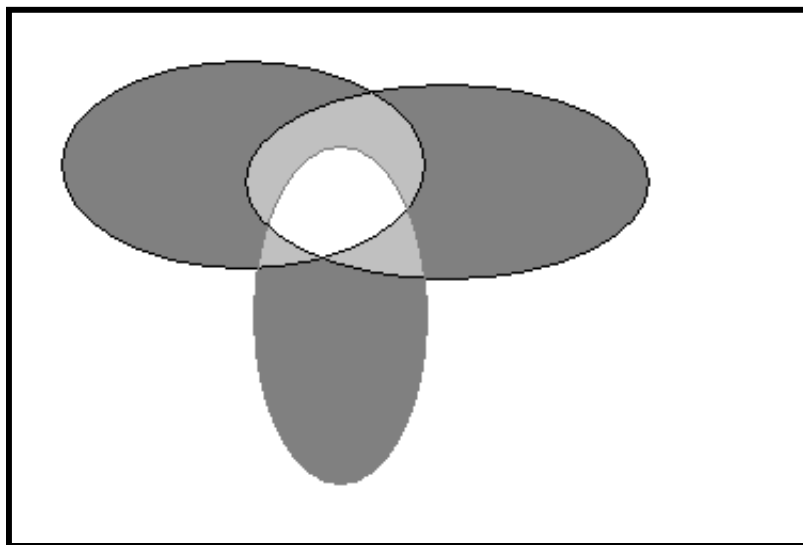


Figura 4.3 – Diagrama de Venn e as áreas de elementos
Fonte: o autor (2006)

Na Figura 4.3 estão representadas, através do Diagrama de Venn, as áreas independentes (cor cinza escuro) as áreas intermediárias (cor cinza claro) e a área convergente.(cor branca).

A casa da qualidade do QFD utilizada por Correia (2002) no seu modelo de integração de sistemas de gestão, serve perfeitamente para identificar as áreas de elementos entre dois sistemas de gestão.

4.3 Fases para Integração dos Sistemas de Gestão

Integrar sistemas de gestão não é uma tarefa fácil, considerando-se que não se implementa um único sistema de gestão de uma hora para outra e muito menos um sistema de sistemas (supersistema). Um SIG é um supersistema de gestão formado por $n \geq 2$ sistemas de gestão, bem mais complexo que os sistemas isolados. Se implementar um sistema isolado de gestão leva tempo e consome recursos, implementar um SIG não pode ser diferente. Não há como justificar se iniciar uma integração de sistemas de gestão sem um alinhamento com os objetivos organizacionais. O modismo gerencial pode levar alguma organização a tomar como objetivo a realização de um SIG. Segundo Ponzi e Koenig (2002) uma mania gerencial é

adotada por aqueles ansiosos em ganhar vantagem competitiva, e uma vez que os líderes organizacionais se apercebiam que os resultados estão aquém do esperado, a abandonam. Se a justificativa é a redução de custos, e normalmente é, talvez possa ser mais fácil atingir o objetivo através de outros meios sem ser a integração. Cada caso é um caso. É preciso, antes de tudo, verificar os objetivos organizacionais e julgar se uma integração de sistemas é um caminho na direção dos objetivos e se for, que sistemas integrar e se a integração deve ser total ou parcial. Considera-se integração parcial quando um ou mais elementos dos sistemas de gestão a serem integrados (os integrandos), ficar de fora da integração. A integração é dita total quando todos os elementos dos integrandos tomarem parte da integração.

Mesmo um objetivo organizacional, como reduzir custos, do ponto de vista sistêmico não faz muito sentido se não for acompanhado da pergunta sobre como reduzir custos sem prejudicar a produtividade, a qualidade, o desempenho e assim por diante. Em um sistema, os elementos estão em interação e mexer em um dos elementos pode afetar os outros, para melhor ou para pior. Reduzir custo ou desperdício pode significar ou não melhoria da eficiência do sistema. Identificar onde está o desperdício no sistema é o primeiro passo e o segundo é como executar essa ação de forma a melhorar o desempenho do sistema sem comprometer seu desempenho. Uma opção totalmente fora da visão sistêmica é uma organização tomar como meta a redução de custos, por exemplo, de 10%, para cada de seus sistemas como forma de redução de custos de toda a organização, pois um sistema pode estar operando com folga de recursos enquanto que outro pode estar trabalhando no seu limite. Como retirar recursos excedentes sem afetar o desempenho produtivo e como assegurar recursos ao outro sistema de forma que se possa garantir uma melhoria na sua eficiência são questões nem sempre fáceis de se responder. Há que se proceder a uma análise sistêmica para se buscar a resposta.

Uma integração de sistemas de gestão deve passar por várias etapas, sendo a primeira de todas atender aos objetivos organizacionais. As etapas foram agrupadas em três fases.

FASE 1

- Objetivos para a integração dos sistemas de gestão;
- Levantamento e Análise do estado atual dos sistemas a serem integrados;
- Síntese do estado atual. Utilizar a abordagem de processo;
- Custo de cada sistema isolado.

FASE 2

- Projeto de Integração

- Alocação de Recursos

FASE 3

- Treinamento e Motivação
- Implementação
- Monitoramento
- Manutenção
- Melhoria contínua

As três fases para a integração dos sistemas de gestão são detalhadas a seguir.

4.3.1 FASE 1

Os objetivos para a integração de sistemas de gestão devem estar alinhados com os objetivos organizacionais, ou seja, o SIG deve ser um ou um dos caminhos de se atingir os objetivos da organização. Isso quer dizer que dessa forma se obterá o apoio imprescindível da alta administração da organização.

Não se deve iniciar uma integração, no caso de sistemas implementados isoladamente, com algum deles já apresentando deficiências, pois corre-se o risco de se formar um supersistema (SIG) já com deficiências. Durante a etapa de levantamento e análise deve-se identificar e depois eliminar falhas para que não sejam levadas à integração.

Antes de se iniciar qualquer ação no sentido da integração é preciso conhecer a Situação Atual da organização, identificando-se, entre outros:

- Os objetivos dos sistemas de gestão a serem integrados: quais são os atuais objetivos de cada sistema isolado;
- As partes do Conjunto Elementos: as partes desse conjunto são, os recursos humanos, materiais, financeiros, informáticos, etc.;
- As partes do Conjunto Atividades: as normas de sistemas de gestão, instruções de trabalho, procedimentos, fazem as partes deste conjunto;
- As partes do Conjunto Relações: suas entradas, saídas, tempo de produção, processadores, seus ambientes e ruídos. Entende-se que, sem a anuência da alta gerência, a dificuldade de se implementar qualquer sistema de gestão, ou mantê-lo, fica bastante ampliada. Levando-se isso em consideração, as relações neste trabalho, são classificadas como:

Nula: quando não há qualquer tipo de interação mesmo quando deveria haver.

Fraca: ocorre informalmente, espontaneamente ou voluntariamente. Em outras palavras, ela não é institucional e poderá ser interrompida por quaisquer dos lados com ou sem conhecimento da organização.

Forte: quando é institucionalizada, embora necessária ou não. O seu rompimento só deve ocorrer com a anuência da organização.

- O Fluxo de informação: informação é o sangue que circula e alimenta os sistemas de gestão.
- Os Indicadores de desempenho e os valores históricos. Se viável, deve-se manter os mesmos indicadores no sentido de se comparar o desempenho dos sistemas isolados com o do SIG, posteriormente.

A situação atual deve alimentar o processador P que, por sua vez, deverá produzir os objetivos desejados.

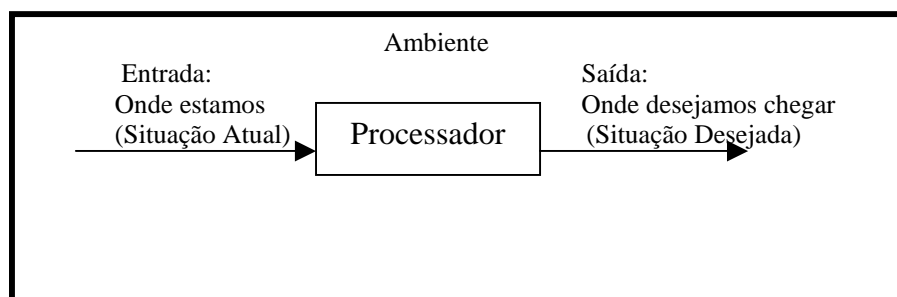


Figura 4.4 Processo da situação atual para a situação desejada
Fonte: o autor (2006)

Na Figura 4.4 está representado o modelo de processo da Situação Atual sendo processada para produzir a Situação Desejada. O processo, composto de entrada, saída, processador e ambiente, deve promover a mudança da Situação Atual para a Situação Desejada, sendo a Situação Atual, por exemplo, o modelo de sistemas isolados e a Situação Desejada, o SIG. O SIG, uma vez implementado, deverá funcionar, por sua vez, como um processador cuja saída deve produzir resultados alinhados com os objetivos da organização. Portanto, há todo um complexo processo para se chegar ao SIG, que foi sintetizado nas três fases propostas. Cada etapa das fases deve ser cuidadosamente trabalhada para não comprometer o SIG, para que, por sua vez, não venha a comprometer os objetivos

organizacionais. É dessa forma que se deve pensar o SIG e valorizar o seu processo de elaboração.

A Situação Atual pode ser levantada através de diversos mecanismos como, por exemplo, entrevistas com os gestores e colaboradores, questionários, mas sempre procurando evidências objetivas das informações dos dados obtidos. Isso porque é de se esperar que pessoas possam distorcer a realidade atual por interpretarem que estão sendo analisadas as suas competências. Pode-se, também, esperar que pessoas relatem suas próprias idéias de mudança ao invés da Situação Atual. Faz-se, portanto, importante esclarecer os objetivos junto aos entrevistados antes de se iniciar a pesquisa, de forma a evitar possíveis tais interpretações.

Cada sistema isolado pode ser sintetizado através de uma abordagem de processo, com seus processadores, entradas, saídas e respectivos fluxos de informação. Isso, analogamente aos circuitos elétricos, permite ter uma visão do Todo, do sistema, facilitando a sua análise e avaliação.

Os custos com cada sistema isolado devem ser levantados para se poder comparar com os custos previstos no projeto e no funcionamento do SIG. Normalmente se espera que o custo com o SIG seja menor do que a soma dos custos dos sistemas isolados, no entanto o custo pode ser igual se houver melhoria no desempenho ou maior se houver interesse estratégico ou quando a relação custo/benefício justificar. É preciso pensar que aumento de custo pode ser justificado com aumento de ganhos. Então, se o objetivo da organização for aumento de ganho, isso pode necessitar de investimentos, o que causa o aumento de custos operacionais, mas que satisfaçam a relação custo/benefício. Por exemplo, se o negócio de uma organização for transporte aéreo, se a demanda justificar um melhor atendimento ao cliente e uma maior oferta de número de vôos e de assentos, poderá ser que um SIG seja um caminho para um melhor atendimento ao cliente. Investimentos em compra de aeronaves e conseqüente aumento de pessoal e de custos operacionais podem ser justificados para se garantir o mercado e aumentar a margem de lucro.

Muito importante é o levantamento do potencial de pessoal, o quantitativo, o valor do homem-hora, as medidas de tempo de execução, a produtividade, o conhecimento, a experiência, o estado de motivação para enfrentar as mudanças que se farão necessárias.

Normalmente o tempo de execução de uma determinada tarefa deve ser conhecido para uma modelagem matemática. Entre outros, podem-se distinguir três tipos de tempo:

- Tempo Real (TR) de execução de determinada tarefa: é aquele obtido através de cronometragem de um trabalhador em seu posto de trabalho, executando a tarefa em condições normais. Esse tempo varia de trabalhador para trabalhador e para um mesmo trabalhador, varia de ocasião para ocasião. Pode-se trabalhar com um tempo médio obtido em diversas ocasiões distintas.
- Tempo Normal (TN): aquele obtido de um trabalhador executando a tarefa em seu posto de trabalho com velocidade normal. Entende-se por velocidade normal, aquela obtida sem fadiga indevida, em um dia típico do trabalhador. Diz-se de um trabalhador de eficiência média (100%) aquele que executa a tarefa em velocidade normal. Moreira (2000) considera que, apesar do julgamento de um analista sobre a eficiência de um trabalhador ser subjetivo, os julgamentos de analistas, devidamente treinados, serão coerentes.
- Tempo Padrão (TP): é o tempo normal acrescido de uma tolerância com interrupções do trabalhador, por exemplo, para ir ao banheiro, atender uma ligação, fadiga, etc.

Os dados obtidos desta Fase servirão de base para a Fase 2, seguinte.

4.3.2 FASE 2

Assim como um projeto de construção de um edifício faz-se necessário, o de um SIG também. Há muita semelhança entre os dois. Como pensar em construir algo como um prédio de 40 andares sem um projeto completo? Quem iria financiar essa construção sem um projeto? O projeto deve convencer a alta administração que, uma vez convencida de sua viabilidade, deve garantir todos os recursos necessários.

Há várias definições do que venha a ser projeto. A definição dada por Slack *et al* (1997, p. 119) é satisfatória para este trabalho porque aborda projeto como um processo que também se aplica aos sistemas: “[...] projeto é o processo conceitual através do qual algumas exigências funcionais de pessoas, individualmente ou em massa, são satisfeitas através de um produto ou sistemas que deriva da tradução física do conceito”, ou seja, “[...] o projeto começa com um conceito e termina na tradução desse conceito em uma especificação de algo que pode ser produzido”. Segundo esses mesmos autores, a atividade de projeto é em si um processo de transformação.

O projeto de um SIG deve conter todas as prescrições de como se ir do Estado Atual (desintegrado ou parcialmente integrado) para o Estado Desejado (sistema parcialmente integrado ou totalmente integrado) como forma de se atingir objetivos organizacionais. A elaboração de um projeto de SIG, como qualquer projeto, consome recursos, portanto, se faz necessário ter conhecimento dos custos do projeto em si. Ao custo total do SIG, devem-se incorporar os custos de seu projeto. Na Figura 4.5 encontra-se representado esse processo.

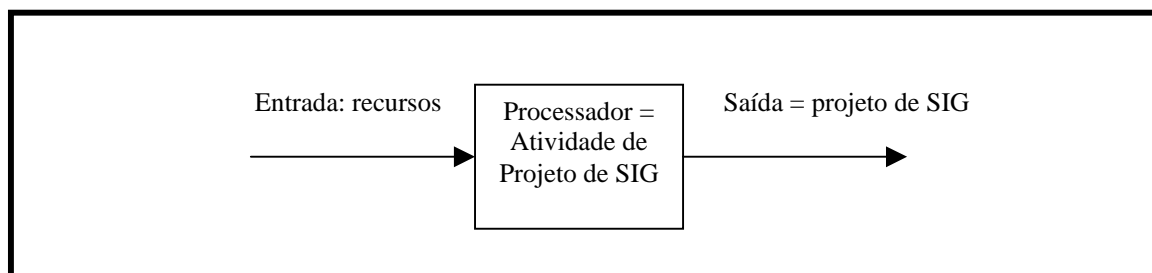


Figura 4.5 Projeto de SIG em abordagem de processo
Fonte: Adaptado de Slack et al (1997)

O projeto deve ser submetido à análise crítica para se avaliar a capacidade dele em atender aos requisitos dos sistemas componentes bem como dos objetivos organizacionais, para se identificar qualquer problema e se propor as ações necessárias. Entre os participantes da análise crítica devem estar aqueles, ou seus representantes, envolvidos com os estágios do projeto e desenvolvimento.

Há vários temas a serem abordados em um projeto de integração de sistemas de gestão, todos extremamente importantes, mas pode-se resumi-los nas seguintes abordagens:

- Humana: inclui apresentar o quantitativo de pessoal, identificar o conhecimento e a experiência necessária para cada atividade ou posto de serviço, estabelecer o tipo de treinamento necessário para a operação do sistema integrado, a forma de integração das pessoas, integração de serviço, distribuição de serviço, adaptação ao trabalho, *layout*, ergonomia, entre outros;
- Material: especificar os equipamentos, máquinas, material de escritório, etc.
- Financeira: compreende todos os custos envolvidos no processo de integração, inclusive do projeto;
- Normativa: inclui as normas dos sistemas de gestão a serem integrados, o seu alinhamento, os procedimentos de trabalho;
- De Sistema Informacional: inclui as formas de se transmitir, gerar e guardar as informações;

- Da Disponibilidade e Confiabilidade do SIG;
- De Manutenção: há que se prever eventuais falhas do SIG, e nesses casos, levantar suas causas, fazer sua análise crítica e providenciar as ações corretivas. Deve-se fazer manutenções preventivas a fim de se prevenir tais falhas;
- De Monitoramento: deve estar previsto no projeto o monitoramento do SIG no sentido de se poder avaliar o seu desempenho;
- De Melhoria Contínua: deve-se prever no projeto as formas de se promover a melhoria contínua do SIG;
- Sistêmica: compreende a integração de todas as abordagens.

Como todas as abordagens acima são amplamente exploradas, embora não especificamente para SIG, apenas alguns tópicos são aqui apresentados a título de melhor entendimento quando aplicados aos SIG.

Dado à complexidade de um projeto de SIG, profissionais das várias áreas do conhecimento devem ser envolvidos de forma a se obter um projeto com o mais alto grau de aderência à realidade (GAR) possível. É comum que ajustes ocorram durante e depois de implementado o SIG, pois há uma diferença entre o modelo (projeto) e a realidade. É nessa fase que se pode avaliar o Grau de Aderência à Realidade (GAR) do projeto. Isso pode levar a um aumento no custo do projeto, mas é certo que haja ganho compensatório no desempenho do sistema integrado. Quanto menos ajustes se fizerem necessários, maior o GAR do projeto original. Os ajustes que forem sendo realizados durante a fase de implementação devem ir sendo registrados no projeto original até a total implementação. Esse projeto reajustado à realidade durante a fase de implementação do SIG recebe a denominação de *as built*, como usual na construção civil.

Quando possível, é desejável a realização de simulações do SIG, antes de sua efetiva implementação. A simulação permite corrigir eventuais falhas de projeto

Considerando-se a probabilidade de falha no SIG, define-se a disponibilidade $A(t)$ de um SIG como a probabilidade de que o SIG esteja disponível em um dado instante t . O não funcionamento satisfatório de um elemento do sistema integrado, ou de um subsistema, ou do SIG como um todo, é chamado de *falha*. Essa falha, quanto a sua origem, pode ser de:

- Projeto: falha na modelagem do projeto de integração dos sistemas de gestão;
- Configuração: falha na implementação do projeto;

- Operação (ou de Processamento): falha dos processadores (elementos ou subsistemas) do SIG), também chamada falha interna;
- Alimentação: falha na entrada dos insumos, ou no fluxo de dados/informação;
- Relações externas: falha na interação com o ambiente, também chamada falha externa.

A confiabilidade R de um SIG é definida em função das condições de operação e de um determinado tempo t , mas considerando-se constante as condições operacionais, a confiabilidade ficará sendo função apenas do tempo, $R(t) = f(t)$. Considerando-se a taxa de falhas constante com o tempo espera-se que confiabilidade venha a diminuir com o tempo, ou seja, maior o tempo aplicação do SIG menor, portanto a sua confiabilidade R . Testes de campo podem ser realizados, mas dado à complexidade e aos custos envolvidos com o supersistema (SIG), pode-se, para uma primeira avaliação, considerar um modelo teórico em que a confiabilidade obedeça a uma exponencial negativa, dada pela Equação 4.5, onde λ representa a taxa de falhas. A taxa de falhas é o número destas por unidade de tempo.

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad t \geq 0 \quad (4.5)$$

A Equação 4.5 mostra um caso particular onde a taxa de falhas é considerada constante, no entanto λ é função do tempo, ou seja, $\lambda = \lambda(t)$ e nesse caso, a confiabilidade é dada pela Equação 4.6.

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (4.6)$$

As Equações 4.5 e 4.6 originaram-se de estudos de confiabilidade aplicados à indústria e foi aqui sugerida sua aplicação em sistemas de gestão, mesmo sem ter havido ainda nenhuma verificação prática. O grande problema na sua aplicação está no fato de não se ter uma produção em série de SIG, como se pode ter em diversos produtos industrializados, mas o SIG pode ser pensado como uma fábrica cujo produto seja informação/dados e falha na informação/dados pode ser considerada falha do produto e por consequência, falha do SIG. Esse modelo permite se avaliar a taxa de falhas do SIG. Não se trata de um modelo determinístico e sim probabilístico, no qual haverá sempre incertezas associadas. Uma forma de se estimar a taxa de falhas do SIG é de se tornar rotina a medição periódica do número de falhas ocorridas para um dado intervalo de tempo. Quando houver mudanças de projeto do

SIG, e espera-se que isso ocorra por questões de correção ou melhorias, pode-se tomar como parâmetros iniciais do novo projeto os valores obtidos de λ .

Vale observar que a falha de não se atingir os objetivos pode estar fora da operação do SIG, pode estar na própria concepção do SIG, ou seja, falha no projeto ou implementação. O que aqui está sendo abordado das Equações 4.5 e 4.6 é o estudo de falhas especificamente operacionais.

A confiabilidade do SIG vai depender da confiabilidade de seus elementos, ou em um nível mais elevado, da confiabilidade de seus subsistemas e da forma como estão acoplados. Esses acoplamentos podem ser série, paralelo ou a sua combinação. A confiabilidade resultante R do acoplamento série de n subsistemas com confiabilidades R_1, R_2, \dots, R_n é dado pela Equação 4.7 e do acoplamento paralelo, pela Equação 4.8

$$R(t) = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n \quad (4.7)$$

Da Equação 4.5 tem-se que, antes do sistema entrar em funcionamento, isto é $t = 0$, $R = 1$ é máximo. Para $t > 0$, ou seja, quando o SIG entra em funcionamento R diminui à medida que t aumenta e no limite quando $t \rightarrow \infty$, $R \rightarrow 0$. Observe-se que os valores de t são sempre menores do que um, exceto para $t = 0$, então o acoplamento série de subsistemas leva à diminuição da confiabilidade do SIG à medida em que se aumenta do número de subsistemas em série.

A confiabilidade R resultante do acoplamento paralelo de dois subsistemas com confiabilidade R_1 e R_2 , respectivamente é dada por:

$$R = R_1 + R_2 - R_1 \times R_2$$

A confiabilidade R resultante do acoplamento paralelo de três subsistemas com confiabilidade R_1, R_2 e R_3 respectivamente é dada por:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 - R_1 \times R_2 - R_1 \times R_3 - R_2 \times R_3 - R_1 \times R_2 \times R_3$$

A confiabilidade R , resultante do acoplamento paralelo de n subsistemas com confiabilidade R_1, R_2, \dots, R_n , respectivamente é dada pela Equação 4.8

$$R(t) = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_n) \quad (4.8)$$

O acoplamento paralelo, como pode ser observado da Equação 4.8, ao contrário do acoplamento série, aumenta a confiabilidade do SIG, em relação à confiabilidade de qualquer um dos subsistemas componentes.

Na Figura 4.6 encontra-se modelado em abordagem de processo, o acoplamento série de dois subsistemas P_1 e P_2 .

Por manutenção do SIG entende-se o gerenciamento, como também, o planejamento, da operação do SIG com vistas a sua confiabilidade.

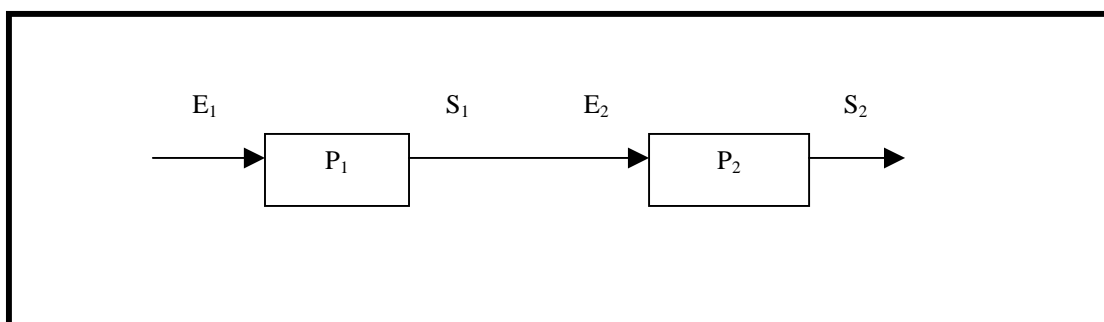


Figura 4.6 Acoplamento série de dois processadores (subsistemas)

Fonte: o autor (2006)

Na Figura 4.7 encontra-se em abordagem de processo o acoplamento paralelo de dois subsistemas P_1 e P_2 .

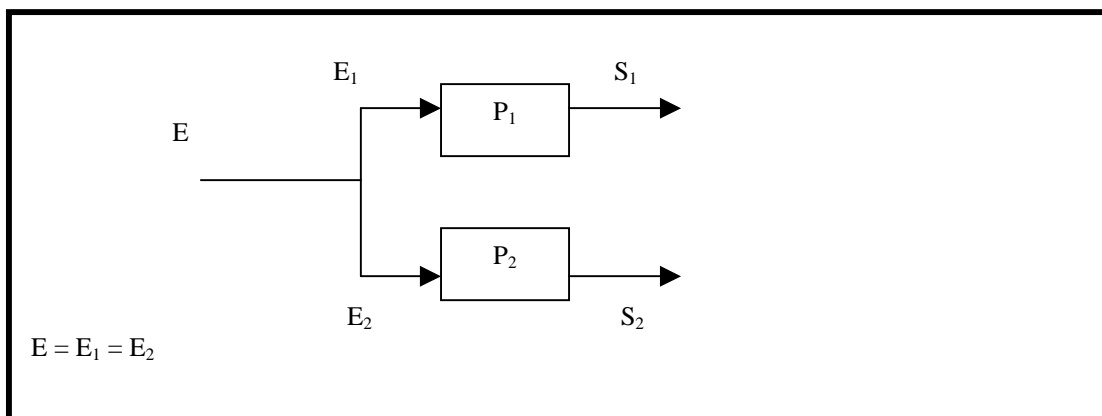


Figura 4.7 Acoplamento paralelo de dois processadores (subsistemas)

Fonte: o autor (2006)

O estado de qualquer supersistema varia ao longo do tempo. A razão do monitoramento do supersistema está em se conhecer em determinado momento qual o estado do sistema, com a antecedência necessária para se avaliar e tomar as ações que se fizerem necessárias para a melhoria, manutenção preventiva ou corretiva, no sentido de se adequar o SIG às flutuações

dos subsistemas e do ambiente externo. Em outras palavras, o monitoramento de um SIG deve ser para se conhecer seu desempenho em determinado momento e isso não é uma tarefa simples. A dificuldade está em se utilizar indicadores de desempenho que traduzam de fato a realidade do estado do SIG. Outra forma utilizada é auditar os sistemas. As auditorias podem trazer à tona elementos do supersistema que porventura estejam em desacordo com o previsto, ou seja, as não-conformidades. A questão está em que as auditorias são realizadas normalmente duas vezes por ano, o que não deixa de ser um considerável intervalo de tempo, considerando-se a dinâmica do SIG.

Uma das medidas de desempenho de um SIG pode ser a eficácia γ que pode ser definida pela razão das medidas dos objetivos alcançados pelas medidas dos objetivos pré-estabelecidos, Equação 4.9.

$$\gamma = \frac{\text{objetivos alcançados}}{\text{objetivos pré-estabelecidos}} \quad (4.9)$$

Outra medida de desempenho, que pode ser utilizada é a eficiência ρ , dada pela Equação 4.10, onde E representa os recursos consumidos na entrada e S o que foi produzido na saída do processador SIG.

$$\rho = \frac{S}{E} \quad (4.10)$$

As áreas dos elementos servem para mapear as áreas de maior ou menor conflito por recursos que servirão, por sua vez, para nortear as decisões políticas e organizacionais de alocações de recursos. O projeto deve contemplar de forma detalhada, o orçamento para a integração dos sistemas de gestão e custos como, contratação de consultoria, se for o caso, com contratação ou demissão de pessoal, se for o caso, com auditorias, com treinamentos, com a implementação do SIG, com a sua operação, manutenção, monitoramento e com previsões de melhoria, entre outros que devem ser considerados.

Não os recursos humanos, mas a integração dos recursos humanos tem sido pouco considerada na literatura, mas ele é, se não o mais importante, pelo menos um dos elementos mais importantes para o sucesso do SIG. O recurso humano está presente nas três fases do estudo de integração de sistemas de gestão. Na Fase 1, quando do levantamento do estado atual dos sistemas a serem integrados; na Fase 2, quando do projeto que define *quem, quanto, e o que fazer*, e na Fase 3, quando do treinamento e execução das atividades. Para a Fase 2, na distribuição de tarefas dos recursos humanos, o *que fazer, quem deve fazer e quanto deve ser*

feito, no sentido de se atingir o ótimo com o menor custo possível, foi desenvolvida a Equação 4, a partir do Modelo de Transportes, da Programação Matemática. O dimensionamento do quantitativo de pessoas e sua locação, de forma que minimize os custos do SIG ou maximize a produtividade, também deve fazer parte desta FASE.

Uma das mais complexas tarefas de um SIG é a de integração dos recursos humanos. Não se faz integração de sistemas de gestão sem a integração de pessoas, pois não é uma situação comum um indivíduo trabalhar para uma organização sem haver nenhuma interação com outro. Lins (2004) apresenta um modelo matemático de interação em grupo que pode auxiliar no estudo de integração de pessoas. Dentro da integração, pode-se levantar mais facilmente quais atividades podem ser compartilhadas. Muitas atividades, com pequeno treinamento, podem ser compartilhadas entre um grupo de pessoas, ou seja, permitir que um grupo tenha condições de executar a mesma tarefa. Um treinamento bem aplicado para execução da tarefa diminuiria o número de falhas das pessoas e, conseqüentemente, aumentaria a confiabilidade R delas, podendo a Equação 4.8 ser aplicada às pessoas. Do ponto de vista cibernético, isso pode ser visto como um acoplamento paralelo de pessoas e, sendo dessa forma, isso aumentaria a confiabilidade do SIG. Um outro problema seria o de otimização: como distribuir as tarefas? Isso significa, quais tarefas e as respectivas quantidades, considerando que todas as pessoas do grupo têm condições de realizar as tarefas, mas com produtividade e custos (homem-hora) diferenciados.

Para melhor compreensão do modelo matemático proposto, é apresentado um exemplo literal de compartilhamento de atividades de dois sistemas de gestão a serem integrados e, em seguida, apresentada a generalização do modelo.

Uma organização deseja integrar dois sistemas de gestão S_1 e S_2 já em operação. Sejam a_1 e a_2 as quantidades máximas de tarefas produzidas nos sistemas S_1 e S_2 , respectivamente, quando integrados. Pretende-se trabalhar com três empregados, E_1 , E_2 e E_3 no sistema integrado. Os empregados são considerados aptos para desenvolverem o conjunto de tarefas a_1 e a_2 dos sistemas S_1 e S_2 , mas possuem salários diferenciados e produtividades diferentes. Seja c_{ij} o custo unitário do empregado E_j para realizar uma tarefa a_i do sistema S_i e, b_j a capacidade média do empregado de realização dessa tarefa. Pretende-se distribuir as tarefas a_i entre os empregados E_j de forma a minimizar o custo total na realização das tarefas do sistema integrado.

Seja x_{ij} a quantidade de tarefa a_i que o empregado E_j deve realizar de forma a minimizar os custos com o sistema integrado. Essa quantidade de tarefa pode ser dada em horas, uma

vez que se tenha uma relação linear entre a quantidade de tarefa e o tempo necessário para a sua realização.

A modelagem matemática para o problema é dada pela Equação 4.11 a seguir, onde o valor de F representa o custo total com a integração dos recursos humanos que se deseja minimizar.

$$\text{Minimizar } F = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} \quad (4.11)$$

O custo unitário c_{ij} pode ser obtido, por exemplo, com os valores homem-hora dos empregados e do tempo padrão (TP). É desejável que a capacidade de realização de tarefas dos empregados, dada por $\sum_{j=1}^3 b_j$, absorva a quantidade de tarefas do sistema integrado dada por $\sum_{i=1}^2 a_i$. A Equação 4.12 mostra essa relação.

$$\sum_{i=1}^2 a_i = \sum_{j=1}^3 b_j \quad (4.12)$$

A quantidade de tarefa a_1 é distribuída nas quantidades x_{11} para o empregado E_1 , x_{12} para o empregado E_2 e x_{13} para o empregado E_3 de forma que:

$$a_1 = x_{11} + x_{12} + x_{13} \therefore a_1 = \sum_{j=1}^3 x_{1j}$$

Por extensão,

$$a_2 = x_{21} + x_{22} + x_{23} = \sum_{j=1}^3 x_{2j}$$

A quantidade total de tarefas do sistema integrado é dada por: $a_1 + a_2 = \sum_{i=1}^2 a_i$

A Equação 4.11 está sujeita às seguintes restrições:

- Quanto à quantidade de tarefas dos sistemas de gestão:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = a_1$$

ou seja, a quantidade de tarefas a_1 é distribuída para os empregados E_1 , E_2 e E_3 nas quantidades x_{11} , x_{12} e x_{13} respectivamente.

Continuando nesta linha de raciocínio,

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = a_2$$

- Quanto à absorção de tarefas por parte dos empregados:

$$x_{11} + x_{21} = b_1$$

ou seja, o empregado E_1 pode absorver as tarefas x_{11} e x_{21}

Por extensão:

$$x_{12} + x_{22} = b_2$$

$$x_{13} + x_{23} = b_3$$

- Condição de positividade das variáveis:

$$x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}, x_{23} \geq 0$$

A modelagem matemática de distribuição de tarefas em um sistema integrado com m sistemas de gestão e n empregados pode ser generalizada como mostra a Equação 4.13.

$$\text{Minimizar } F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (4.13)$$

sujeito à:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \text{ quantidade de tarefas}$$

positividade das variáveis x_{ij}

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \text{ absorção de tarefas por parte do Empregado } E_i$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{e} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

4.3.3 FASE 3

Conforme De Medeiros e Paladini (2.000) o treinamento é um instrumento utilizado para favorecer o desenvolvimento e a formação das pessoas. Sem a devida preparação das pessoas para as mudanças que o SIG exigirá, certamente as organizações irão se deparar com sérios problemas, entre eles, o medo de mudança, resistências às mudanças, despreparo, falta de estímulo e falta de visão sistêmica.

Não há como se pensar um SIG sem que as pessoas tenham um pensamento sistêmico da organização. Não vai adiantar um projeto bem concebido, um SIG bem implementado sem pessoas pensando e agindo de forma sistêmica.

A ausência de uma visão sistêmica por parte das pessoas pode produzir falhas no SIG ou até mesmo seu insucesso. Vale, portanto, salientar a importância de se promover no treinamento, uma visão sistêmica que possa desdobrar-se em ações sistêmicas. O caso aqui relatado como exemplo ocorreu em uma empresa de energia elétrica que resolveu mudar de

um tipo A de relé fotoelétrico de comando de iluminação pública para um outro B, pois isso resultaria em uma economia de energia. Os relés foram comprados imediatamente, mas o resultado não foi o esperado e houve um grande prejuízo. O princípio de funcionamento dos relés A e B são diferentes e o fabricante não produziu nenhuma diferença nas embalagens de forma que visualmente não havia nenhuma diferença entre eles. A mudança do relé A para B não foi comunicada aos diversos setores da empresa, como, por exemplo, o controle da qualidade, o almoxarifado e a equipe de instalação. O resultado foi armazenamento de relé tipo A misturado com B, instalações erradas, reclamações dos clientes, entre outros. A idéia de economia era válida, mas não houve um pensamento sistêmico e, conseqüentemente, uma ação sistêmica. O pensamento sistêmico certamente levaria a pensar que todos os elementos (os departamentos envolvidos da empresa) de um sistema (a empresa) estão de alguma forma interagindo e uma mudança aparentemente local (em um departamento) teria repercussão nos outros departamentos e esse pensamento sistêmico teria levado a uma ação de comunicar a mudança para os envolvidos e conjuntamente se estudar a melhor forma de mudança no sistema (troca do relé A pelo B).

A integração dos recursos humanos não estaria completa sem que fossem inseridas a gerência e a alta administração. Ou seja, todos devem ser inseridos, mas o que normalmente encontra-se implícita na literatura é o treinamento apenas no nível operacional. Segundo Cavalcanti (2000) não há, pelo menos nacionalmente, uma integração das áreas de gestão empresarial, dos modelos matemáticos e da informática. Na Figura 4.8 apresenta-se uma interação da gestão empresarial com o modelo proposto de integração de sistemas de gestão e o sistema de informática adotado na organização.

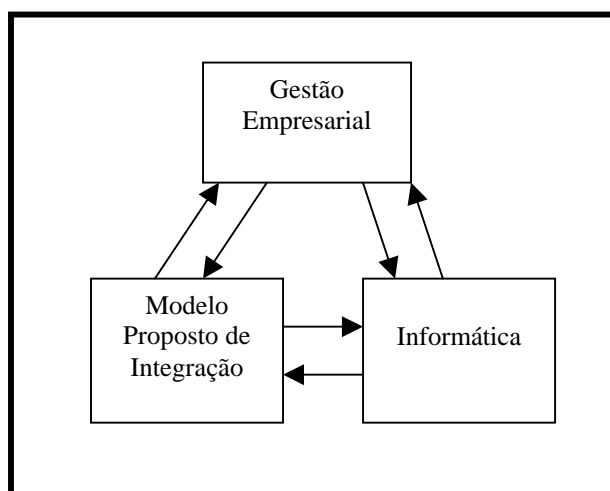


Figura 4.8 - Interação com o nível gerencial

Fonte: adaptado de Cavalcanti (2000)

Da mesma forma que um projeto deve ser avaliado e analisado criticamente, o treinamento para um SIG deve sê-lo criticamente para se saber se de fato ele atingiu os objetivos do treinamento. A importância disso está em que, avaliando-se o treinamento haja tempo para as correções que se fizerem necessárias e agindo dessa forma, aumentar a confiabilidade do SIG, evitando-se ou reduzindo-se possíveis falhas humanas no supersistema. Um treinamento pode ser abordado como um sistema e isso leva a pensar em seu monitoramento e sua avaliação. De Medeiros e Paladini (2000) propõem um modelo de avaliação de treinamento com a utilização da Teoria dos Conjuntos Difusos para tratamento de dados coletados do treinamento. Esse modelo permite agregar dois ou mais conjuntos difusos, sendo a união e interseção, formas dessa agregação. A utilização da Teoria dos Conjuntos na avaliação do treinamento somada à visão sistêmica de um treinamento está em consonância com a Teoria Geral dos Sistemas, base deste trabalho.

É importante que no treinamento se dê a idéia do Todo (SIG) e como suas partes interagem para se atingir objetivos. Assim, cada pessoa perceberá a repercussão de sua atividade nos outros elementos do supersistema no atingimento dos objetivos.

Quando aplicável, é desejável uma simulação do SIG antes de sua implementação. Há sistemas integrados de informação que permitem alguns tipos de simulações.

Observando-se a Equação 4.5, é de se esperar que justamente na etapa implementação, o SIG tenha a sua mais alta confiabilidade, portanto, no entanto, na medida em que o tempo passa essa confiabilidade diminui aumenta a probabilidade de falhas. Dessa forma, a implementação deve ser vista com certa reserva, apesar da mais alta confiabilidade, pois a tendência, como já observado, é cair essa confiabilidade, daí a necessidade de monitoramento, assistência e ajustes possíveis. Uma vez implementado o SIG, o monitoramento deve prosseguir agora mais focado nos objetivos organizacionais. Há vários trabalhos sobre manutenção de sistemas e no projeto deve estar definido qual o adotado. Convém observar que o ideal é ter o Sistema de Manutenção já integrado ao SIG.

A visão sistêmica deve permear as três fases. Nenhuma etapa deve ser realizada sem uma visão sistêmica sob o risco de se realizarem ações não sistêmicas, ou seja, de se permitir elementos desconexos.

O desempenho de um SIG depende de uma série de variáveis, sendo bastante importante o elemento humano. Acompanhar o desempenho desses elementos nem sempre é uma tarefa fácil ou conveniente e a organização, portanto, é quem deve, dentro de uma visão sistêmica, eleger os elementos mais representativos do supersistema, levando sempre em consideração a relação custo - benefício.

Os indicadores de desempenho também devem ser pensados de forma sistêmica. Melhor explicando, considere-se uma atividade de um gestor A que seja alimentada pela atividade de um gestor B, como mostra a Figura 4.9 (atividade do gestor B alimentando a atividade do gestor A). Foram omitidas outras entradas e saídas. O resultado da atividade do gestor A, portanto, depende da atividade do gestor B e isso, quando não se tem uma visão sistêmica da empresa, não é normalmente levado em consideração na elaboração dos indicadores de gestão. Este é um caso em que indicadores de desempenho deveriam ser compartilhados. Várias alternativas podem ser consideradas, por exemplo, motivar o gestor B a se realimentar da atividade do gestor A como mostrado na Figura 4.10. Pode-se, então, inserir no indicador de desempenho de B o resultado do desempenho de A. Isso pode ser realizado ponderando ou acrescentando os resultados nos indicadores de B. Há várias outras formas, uma delas poderia ser um melhor resultado de A elevando o resultado de B, mas sem que um resultado não satisfatório de A comprometesse o resultado de B. Essa poderia ser uma forma de estimular B sem punição. Outras abordagens podem ser adotadas permitindo diferentes modelagens matemáticas dos indicadores.

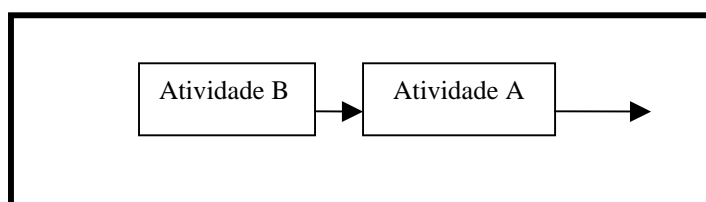


Figura 4.9 – Dependência da Atividade A com a Atividade B

Fonte: o autor (2006)

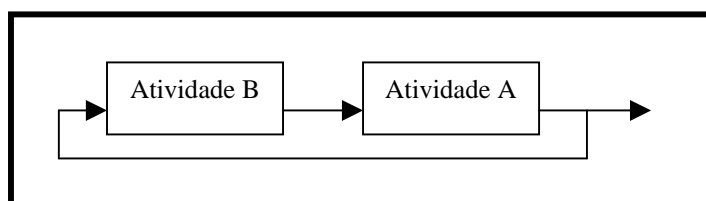


Figura 4.10 – Atividades A e B acopladas com realimentação

Fonte: o autor (2006)

O que foi colocado acima sobre indicador de desempenho para gestores se estende a qualquer cargo ou atividade que seja alimentada por outra. Os indicadores de desempenho, os resultados de auditoria, os resultados da manutenção e outras formas de avaliação e

monitoramento do SIG devem ser analisados criticamente pelas competências de forma a promover melhorias contínuas ao supersistema.

Considerando-se que a integração de sistemas de gestão não é, até o momento, lugar comum nas empresas do setor elétrico e ainda a evidenciada, pela pesquisa bibliográfica, ausência de visão sistêmica das organizações, é de se esperar que essa mesma falta de visão sistêmica comentada no item 4.3.3, se reflita nos indicadores de desempenho, como acontece na EEC.

As empresas brasileiras do setor de energia elétrica não diferem muito umas das outras no tocante as suas estruturas e formas de avaliação de desempenho por ser um setor regulado, no caso, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que, entre outras atividades, monitora das empresas a continuidade do fornecimento de energia elétrica através de indicadores como a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC). A ANEEL, as associações de classe, os organismos premiadores com suas sistemáticas de avaliação, os seminários e a especificidade do setor são argumentos que justificam essa pouca diferença de estrutura e de formas de avaliação.

Pelo exposto acima, a empresa Estudo de Caso (EEC) apresentada no Capítulo 5 não difere muito das outras do setor de energia elétrica. Essa empresa utiliza-se, como as demais do setor, de indicadores para avaliar o desempenho de seus gestores com relação às metas traçadas para se alcançar os objetivos estratégicos organizacionais.

4.4 Conclusão do Capítulo

O indicador compartilhado de desempenho de gestão do item 4.4.1 é uma consequência de uma visão sistêmica e isso independe dos sistemas de gestão serem ou não integrados. A Teoria Geral dos Sistemas permitiu que fosse dado um enfoque realmente sistêmico à integração de sistemas de gestão. Qualquer sistema de gestão pode ser enquadrado então, de acordo com a Equação 4.2 que compreende os conjuntos dos Elementos, das Atividades e das Relações. O conjunto dos Elementos é formado das partes recursos e normas de gestão, entre outras. Com essa abordagem, percebe-se que alinhamento de normas de gestão é um elemento da integração de sistemas de gestão e não a integração em si. Considerando-se os crescentes e diversos sistemas de gestão, normalizados ou não, o modelo proposto de integração de sistemas de gestão foi pensado para comportar qualquer número n de sistemas de gestão.

O modelo proposto de integração de sistemas de gestão pode ser trabalhado em conjunto com os modelos apresentados no capítulo três deste trabalho. No caso específico do modelo de se aplicar o método da casa da qualidade QFD, proposto por Correia (2002), na identificação dos elementos comuns entre os sistemas de gestão, a Equação 4.4 pode ser útil na identificação do número de possíveis interseções entre os sistemas.

As três Fases propostas para Integração de Sistemas de Gestão constituem-se condições necessárias, mas não suficientes para o sucesso de uma integração. Em que pese serem todas essas Fases importantes, vale destacar o projeto de integração de sistemas de gestão da Fase 2. Sem um projeto bem estruturado, uma implementação de um SIG seria como um vôo cego de uma aeronave sem instrumentação.

O paradigma de que integração de sistemas de gestão esteja limitada a alinhamento de normas de gestão foi quebrado com a definição apresentada neste trabalho do que seja um sistema integrado de gestão. Essa definição abrange coerentemente todas as definições da pesquisa bibliográfica realizada. Essa nova abordagem proposta permite a realização de um Sistema Integrado mais consistente, uma vez que considera, além do alinhamento de normas, os recursos materiais a serem integrados, os recursos humanos em todos os níveis, as atividades desenvolvidas e suas relações.

No próximo capítulo será apresentada a aplicação do Modelo para Integração de Sistemas de Gestão, em uma empresa do setor de energia elétrica.

5 APLICAÇÃO DO MODELO DE INTEGRAÇÃO

Procurando-se mostrar uma aplicação prática real do modelo apresentado, foi eleita uma organização do setor de energia elétrica, doravante denominada Empresa Estudo de Caso (EEC), pelo motivo dessa organização preferir manter a confidência dos seus dados. Essa organização atende 2.605.286 clientes ativos e emprega diretamente 1.731 pessoas (dados de dezembro de 2005). Convém ressaltar que ela iniciou seu processo de integração dos SGQ, SGA, SGSST e SGRS em dezembro de 2005, quando da institucionalização do comitê de integração de sistemas de gestão.

Como o foco do trabalho não é o estudo de caso em si, este se restringe a alguns aspectos que se desejou esclarecer da Fase 1 do Modelo de Integração de Sistemas de Gestão proposto. Este exemplo, longe de querer ser completo, objetiva evidenciar aspectos ainda não abordados na literatura sobre integração de sistemas de gestão, bem como esclarecer a aplicação do modelo proposto. Assim, escolheu-se o estudo de integração do Sistema de Gestão da Qualidade, representado pelo Controle da Qualidade de Material (CQM), com o Sistema de Gestão Ambiental (SGA), ambos em funcionamento na organização, limitando-se a aplicação da Equação 4.13 às atividades administrativas. Considera-se que a realização do SIG esteja em consonância com os objetivos organizacionais.

As atividades foram levantadas através de entrevistas com os gestores das áreas e com as pessoas diretamente responsáveis pela sua execução, ou seja, as partes ativas do conjunto Elementos. Procurou-se dar uma abordagem de processo às atividades buscando identificar as entradas, processadores e respectivas saídas, sendo consideradas *as atividades*, os processadores (os elementos ou partes ativas da atividade, os próprios executores das atividades juntamente com seus recursos de apoio). As atividades identificadas foram agrupadas de A_1 a A_7 para o CQM e de A_8 a A_{12} , para o SGA. Dentro de cada atividade há as partes técnicas e suas respectivas partes administrativas inerentes ao processo. Muito embora essas partes administrativas já estejam integradas às atividades de A_1 a A_{12} , buscou-se evidenciá-las como a_1, a_2, \dots, a_7 , com a intenção de se verificar, antes da integração dos sistemas de gestão, se não se teria um custo menor compartilhando-as entre os sistemas, uma vez que, na EEC o valor homem-hora administrativo é normalmente menor que o técnico.

5.1 Objetivo e Escopo

Parte-se do princípio de que a integração dos sistemas de gestão da EEC foi encontrada como uma solução para se atingir os objetivos organizacionais. Inicia-se a FASE 1 do modelo proposto de integração de sistemas de gestão com a definição de objetivo para a integração dos sistemas de gestão

Objetivos para a integração dos sistemas de gestão

Atender ao objetivo organizacional de integração dos sistemas de gestão.

Escopo da integração

Integração parcial do SGQ com base nos requisitos da norma ISO 9001:2000 e do SGA, com base nos requisitos da norma ISO 14001: 2004.

Justificativa do escopo

A integração é parcial uma vez que ambos os sistemas não estão totalmente implementados.

Resumo das abrangências dos sistemas integrandos:

SGQ parcialmente implementado e parcialmente integrado e SGA parcialmente implementado e limitado a setores da organização.

Política da Qualidade

Conforme a Resolução nº 624/2005 da EEC, a Política da Qualidade foi originada da necessidade da organização em cumprir os requisitos da ISO 9001 para a certificação e da necessidade da Política da Qualidade fornecer as bases para estabelecer e analisar criticamente os objetivos da qualidade, assegurando o comprometimento com o atendimento aos requisitos e com melhoria contínua do SGQ. É a seguinte a Política da Qualidade da EEC:

- Cumprir a Legislação, as Normas e os Regulamentos pertinentes;
- Considerar em seu planejamento empresarial os componentes do Sistema de Gestão da Qualidade, buscando a melhoria contínua do seu desempenho;
- Incentivar a comunicação com as partes interessadas, internas e externas;

- Buscar a satisfação dos clientes;
- Garantir a segurança no trabalho e saúde ocupacional

Política Ambiental

A EEC pauta sua conduta pela preservação do meio ambiente e respeito à legislação, alicerçado nos seguintes compromissos:

- Cumprir a Legislação, as Normas e os Regulamentos ambientais;
- Incluir no seu planejamento empresarial os componentes ambientais;
- Melhorar continuamente o desempenho da gestão ambiental;
- Utilizar métodos de trabalho e materiais que previnam, reduzam ou controlem a poluição;
- Assegurar que os fornecedores de serviços e produtos adotem procedimentos ambientais compatíveis com os praticados pela organização;
- Incentivar projetos de pesquisa e inovações tecnológicas que resultem no uso eficiente dos recursos naturais;
- Incentivar a comunicação com as partes interessadas internas e externas, sobre as questões ambientais.

Objetivo do Controle da Qualidade de Materiais (CQM)

O CQM está inserido no Departamento de Suprimento da EEC e esse departamento tem como objetivo “Assegurar a disponibilidade dos bens e serviços necessários à EEC, ao menor custo possível nos prazos e quantidades requeridos pelos clientes e na qualidade estabelecida pela Empresa e sociedade, respeitando o meio ambiente”.

O CQM é o responsável pelo item qualidade, do objetivo do Departamento de Suprimento.

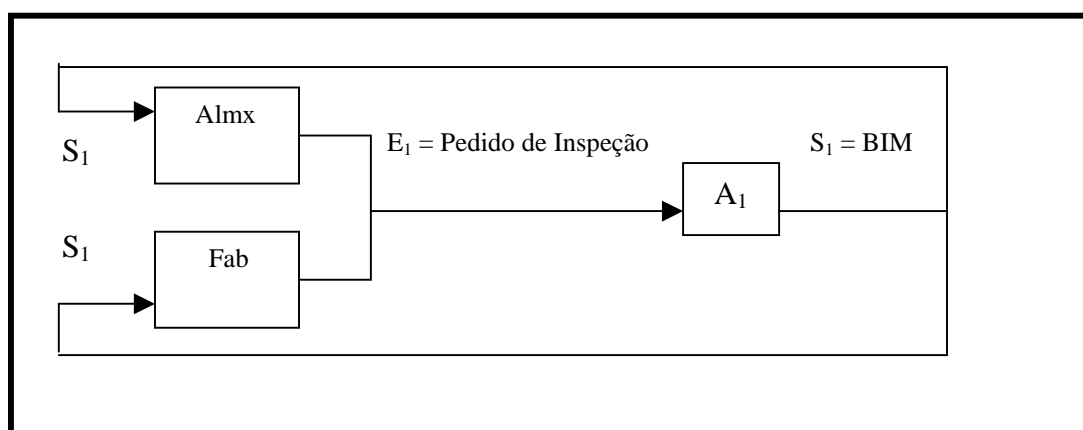
Objetivo do SGA

Atendendo à política de Meio Ambiente da EEC, viabilizar e identificar oportunidades de melhoria contínua, minimizando os impactos ambientais causados pelos seus serviços no meio ambiente.

5.2 Identificação dos Elementos do Conjunto Atividade do CQM

Com base na pesquisa realizada na EEC, o CQM abrange as seguintes Atividades com suas respectivas entradas e saídas:

- A_1 = Inspeção de Materiais. Trata-se do recebimento dos materiais adquiridos ou vindos do fabricante pelo Exercício da Garantia. A entrada é o pedido de inspeção (do fabricante ou almoxarifado) e a saída é o resultado da inspeção contida no documento Boletim de Inspeção de Material (BIM) para o Fabricante e para o Almoxarifado. Na Figura 5.1, é apresentada uma abordagem de processo para esta atividade, mas foram omitidas entradas e saídas do Almoxarifado e de Compras que não dizem respeito à Atividade A_1 .



*Figura 5.1 - Abordagem de processo para a Atividade A_1
Fonte: o autor (2006)*

- A_2 = Ensaios. Ensaios elétricos e mecânicos são realizados no laboratório do CQM. A entrada é o Pedido de Ensaios dos Diversos (Div) interessados e a saída é o resultado dos ensaios contido no documento Certificado de Ensaio para os solicitantes (Div). Na Figura 5.2, mostra-se uma abordagem de processo para esta atividade, mas foram omitidas entradas e saídas dos Diversos (Div) solicitantes que não dizem respeito à atividade A_2 .

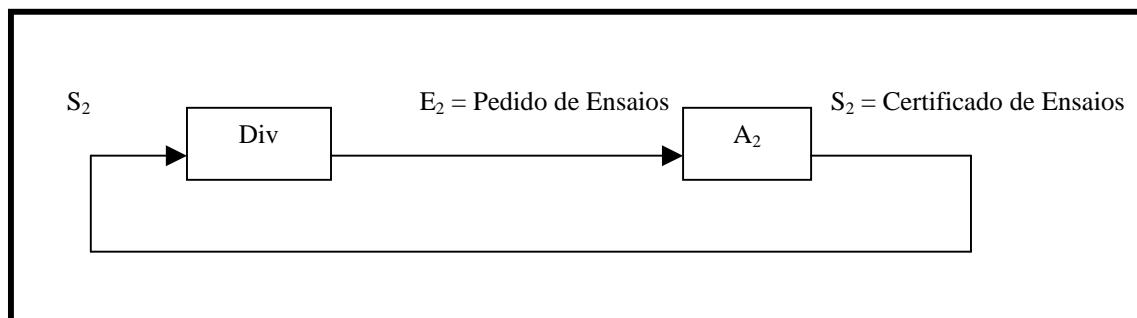


Figura 5.2 – Abordagem de processo para a Atividade A₂

Fonte: o autor (2006)

- A₃ = Avaliação Industrial. A finalidade da avaliação é a seleção de fabricantes para compor o cadastro da unidade de Compras da EEC. A entrada é o pedido de avaliação industrial por parte da unidade de Compras e a saída é o resultado da avaliação contido no Relatório de Avaliação Industrial para Compras. Foram omitidas entradas e saídas da unidade de Compras, que não dizem respeito à atividade A₃. Na figura 5.3 mostra-se uma abordagem de processo para esta atividade, mas foram omitidas entradas e saídas da unidade de Compras que não dizem respeito à Atividade A₃.

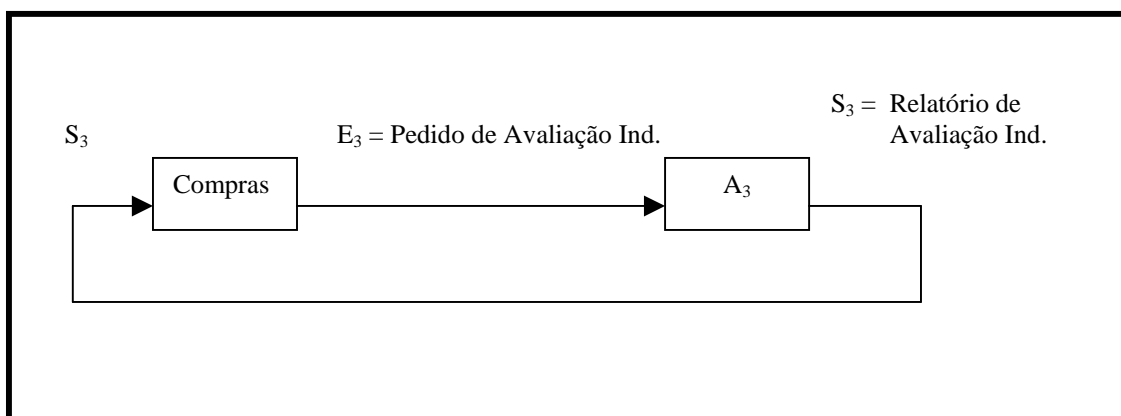


Figura 5.3 – Abordagem de processo para a Atividade A₃

Fonte: o autor (2006)

- A₄ = Análise de Protótipo. Em caso de material não homologado pela EEC ou de mudanças no projeto do material, são requeridos dos fabricantes ensaios de tipo conforme norma técnica pertinente, além de outros ensaios adicionais que a EEC possa solicitar. Além desses ensaios, o material é aplicado no sistema elétrico,

normalmente num intervalo de quatro estações do ano, para se avaliar o desempenho no campo. A entrada é a solicitação de análise de protótipo por parte das Diversas unidades (Div.) da EEC e a saída é o resultado da análise contido no documento Resultado de Análise de Protótipo. A saída alimenta as especificações de compra de material, de responsabilidade da Engenharia Básica e o cadastro de fornecedores da Unidade de Compras. Na Figura 5.4 mostra-se uma abordagem de processo para esta atividade, mas foram omitidas entradas e saídas de Compras e de Engenharia Básica, que não dizem respeito à Atividade A₄.

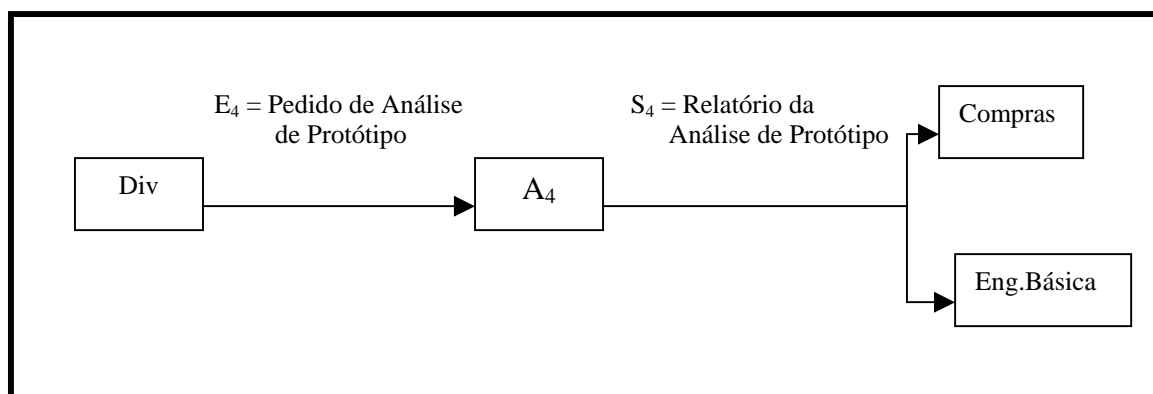


Figura 5.4 – Abordagem de processo para a Atividade A₄
Fonte: o autor (2006)

- A₅ = Análise Técnica de Licitação. Durante o processo de licitação de materiais, as propostas de fornecimento dos fabricantes, que contêm parte comercial e parte técnica, têm esta última analisada pelo CQM. A entrada é a solicitação de análise técnica de licitação pela unidade de Compras, e a saída é o Resultado da Análise contido no documento Processo de Licitação. Na Figura 5.5 mostra-se uma abordagem de processo para esta Atividade. Foram omitidas entradas e saídas de Compras, que não dizem respeito à Atividade A₅.

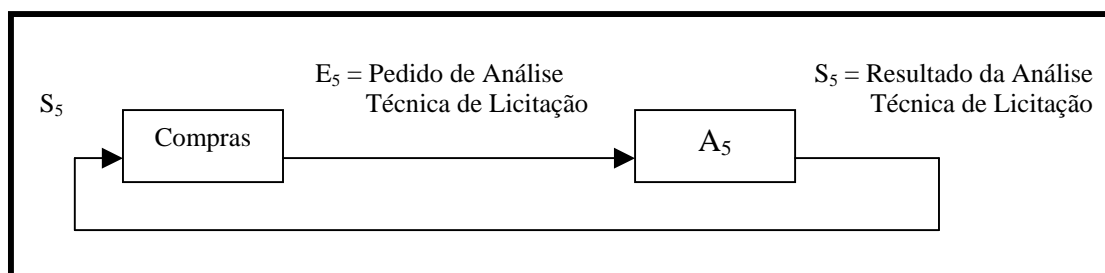


Figura 5.5 – Abordagem de processo para a Atividade A₅
Fonte: o autor (2006)

- A_6 = Avaliação de Desempenho de Material. Na ocorrência de alguma falha no funcionamento do material, é solicitada do CQM uma avaliação para identificação de causa. A entrada é o pedido de Avaliação de Material por parte das Diversas unidades (Div.) ou por parte do Almoxarifado (Almx) e a saída é o resultado da avaliação contido no documento Avaliação de Material (AM) que alimenta as especificações de compra de material de responsabilidade da unidade de Engenharia Básica (Eng. Básica), alimenta a Atividade Exercício da Garantia (A_7) e alimenta o cadastro de fornecedores da unidade de Compras. Na Figura 5.6 mostra-se uma abordagem de processo para esta Atividade, mas foram omitidas entradas e saídas de Compras, de Engenharia Básica (Eng. Básica), das Diversas unidades (Div.), do Almoxarifado e da Atividade A_7 , que não dizem respeito à Atividade A_6 .

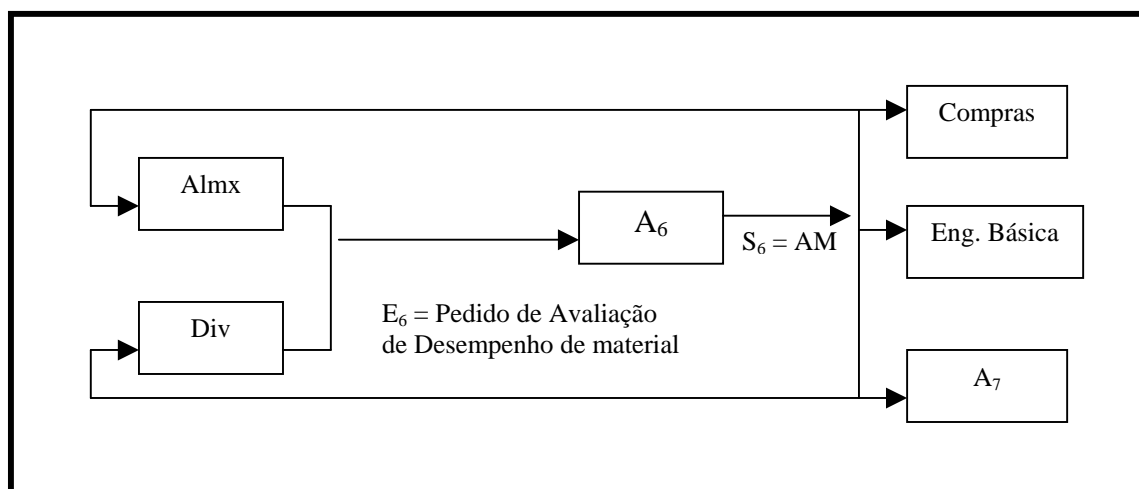


Figura 5.6 – Abordagem de processo para a Atividade A_6
 Fonte: o autor (2006)

- A_7 = Exercício da Garantia. Quando o material apresenta falha dentro do seu prazo de garantia, inicia-se um processo de devolução dele junto ao fabricante e o Almoxarifado. A entrada é o resultado da Atividade Análise de Desempenho de Material (A_6) dentro do prazo de garantia e a saída é a Comunicação ao Fabricante e ao Almoxarifado da falha no material, dentro do prazo de garantia. Na Figura 5.7 mostra-se uma abordagem de processo para esta Atividade, mas foram omitidas

entradas e saídas da Atividade A_6 , do Almoxarifado (Almx) e do Fabricante (Fab) que não dizem respeito à atividade A_7 .

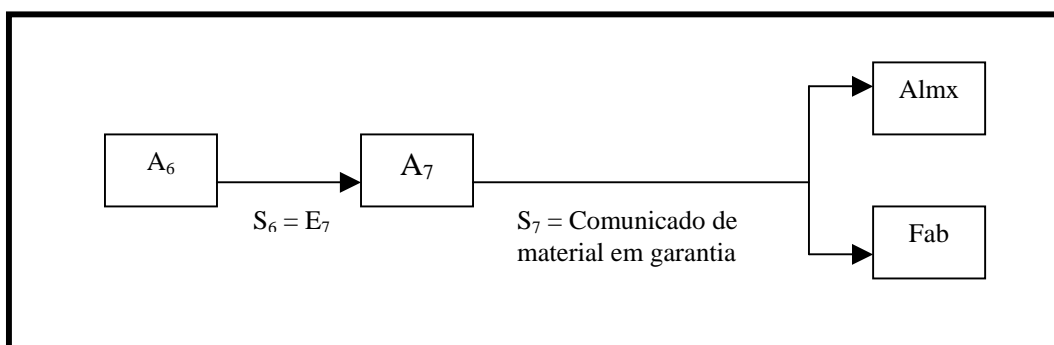


Figura 5.7 – Abordagem de processo para a Atividade A_7
 Fonte: o autor (2006)

As Atividades seguintes são desmembramentos de algumas das Atividades anteriores, portanto, já foram apresentadas as suas abordagens de processo.

- a_1 = Controle de Boletins de Inspeção de Material (BIM). Atividade administrativa de A_1 que compreende o controle, emissão de números de BIM, preenchimento dos dados preliminares, recebimento, baixa e catalogação;
- a_2 = Liberação de Embarque de Material. Atividade administrativa da atividade A_1 que consta da liberação de embarque de materiais que não serão inspecionados em fábricas, e sim no laboratório da EEC ou no seu almoxarifado;
- a_3 = Elaboração de Relatórios de Atividades: Atividade administrativa com os dados de produção de cada mês das atividades do CQM.

Existem outras atividades administrativas como atendimento telefônico, atendimento aos representantes, aos clientes, entre outras que não foram apresentadas, pois julgou-se desnecessário para os objetivos do trabalho.

Convém esclarecer que a palavra material está sendo utilizada no seu sentido mais amplo, significando também equipamento, instrumento e fardamento.

5.3 Medida dos Tempos de Atividades (Processamentos)

Uma etapa importante na integração de sistemas de gestão é o levantamento dos tempos de execução das atividades. A metodologia adotada foi a de se medir o tempo de execução de m tarefas idênticas e depois dividir esse tempo por m , considerando-se assim como uma média o tempo de execução da atividade. O tempo foi obtido dentro da rotina normal de trabalho,

começando no momento em que o executor recebe a incumbência da tarefa até a sua conclusão, incluindo-se interrupções tais como atendimento de ligação telefônica, pausa para um cafezinho, etc. Enfim, não se procurou medir o tempo de execução estrita da tarefa, mas o tempo real de processamento.

Nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3 encontram-se os resultados do levantamento da situação Atividades sob abordagem de processo: os processadores (Atividades), as entradas e suas respectivas fontes, os tempos médios de processamento, as saídas e seus respectivos destinatários.

Tabela 5.1 - Dados sobre os processadores para abordagem de sistêmica do SGQ

<i>Processadores (Atividades)</i>	<i>Entrada (E)</i>	<i>Tempo médio de Processa- mento</i>	<i>Saída (S)</i>
A ₁ = Inspeção de Material	E ₁ = solicitação de inspeção do fabricante ou do almoxarifado	8 h / lote	S ₁ = BIM para Compras e Almoxarifado
A ₂ = Ensaios	E ₂ = solicitação de ensaios de diversas partes (Div)	4 h/ ensaio	S ₂ = Certificado de Ensaios para as diversas partes (Div)
A ₃ = Avaliação Industrial	E ₃ = solicitação de avaliação de Compras	24 h/fábrica	S ₃ = Relatório de Avaliação para Compras
A ₄ = Análise de Protótipo	E ₄ = solicitação de análise de protótipo de diversas unidades (Div)	Não determinado	S ₄ = Documento com resultado da análise de protótipo para as diversas unidades (Div)
A ₅ = Análise Técnica de Licitação	E ₅ = solicitação de análise técnica de licitação de Compras	24 h/análise	S ₅ = Documento com resultado da Análise Técnica de Licitação para Compras
A ₆ = Avaliação de Desempenho de Material	E ₆ = solicitação de avaliação de desempenho de diversas unidades (Div)	Não determinado	S ₆ = Documento com resultado da Avaliação para Compras e Engenharia Básica
A ₇ = Exercício da Garantia	E ₇ = solicitação do exercício da garantia de diversas unidades (Div) e do almoxarifado (Almx)	Não determinado	S ₇ = BIM para Compras e para o Almoxarifado

Fonte: o autor (2006)

Tabela 5.2 - Dados das atividades administrativas para abordagem sistêmica do SGQ

<i>Parte administrativa dos processos</i>	<i>Entrada (E)</i>	<i>Saída (S)</i>	<i>Produção anual</i>
a_1 = Controle de BIM	E_{10} = Solicitação de inspeção do fabricante ou do almoxarifado	S_{10} = BIM emitido para o inspetor e BIM arquivado	2.841
a_2 = Liberação de Embarque de Material	E_{15} = Solicitação de inspeção do fabricante	S_{15} = Documento de liberação de embarque para fabricante	410
a_3 = Elaboração de Relatórios de Atividades	E_{14} = Solicitação da unidade de Compras	S_{14} = Relatório para a unidade de Compras	12

Fonte: o autor (2006)

Tabela 5.3 - Dados sobre as Atividades do CQM para abordagem sistêmica do SGQ

<i>Processadores (Atividades)</i>	<i>Saída (S)</i>	<i>Produção anual</i>
A_1 = Inspeção de Material	S_1 = BIM para Compras e Almoxarifado	2.841
A_2 = Ensaios	S_2 = Certificado de Ensaios, para as diversas partes	86
A_3 = Avaliação Industrial	S_3 = Relatório de Avaliação para Compras	6
A_4 = Análise de Protótipo	S_4 = Documento com resultado da análise de protótipo para as diversas unidades	6
A_5 = Análise Técnica de Licitação	S_5 = Documento com resultado da Análise Técnica de Licitação para Compras	30
A_6 = Avaliação de Desempenho de Material	S_6 = Documento com resultado da Avaliação para Compras e Engenharia Básica	Sem registro
A_7 = Exercício da Garantia	S_7 = Material recuperado ou repostado para Compras e para o Almoxarifado	Sem registro

Fonte: autor (2006)

Fica então determinado o conjunto A das Atividades do CQM, como sendo:

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_7\}$$

5.4 Identificação dos Elementos do Conjunto Relações do CQM

Outro conjunto constituinte de um sistema é o das relações que, após levantamento na área do CQM, foi identificado como a seguir.

- R_1 = Relação com Compras

Compras é unidade da EEC responsável pela a Atividade de compra de material da EEC;

- R_2 = Relação com Engenharia Básica;

Engenharia Básica é a unidade da EEC responsável pela Atividade de especificação de compra de material;

- R_3 = Relação com o Fabricante

Fabricante é o responsável pela fabricação de material;

- R_4 = Relação com Manutenção

Manutenção é a unidade da EEC responsável pela Atividade de manutenção de materiais da EEC;

- R_5 = Relação com as ER

ER são as unidades da EEC responsáveis pela Atividade de instalação e monitoramento dos materiais;

- R_6 = Relação com a Logística

Logística é a unidade da EEC responsável pela Atividade de movimentação de material, como transporte, armazenamento, distribuição;

- R_7 = Relação com Segurança no Trabalho

Segurança do Trabalho é a unidade da EEC que é responsável pela a Atividade de segurança de pessoal no seu trabalho;

- R_8 = Relação com Empresas

Empresas são todas as organizações que solicitam ensaios ao laboratório do CQM.

- R_9 = Relação com a Qualidade do Produto

Relação com Compras (R_1)

A relação é forte sendo as atividades do CQM organizacionalmente subordinadas a Compras. Esta recebe o pedido de material dos diversos usuários da EEC e o CQM é responsável pela avaliação do Sistema da Qualidade (SQ) do fabricante e pela avaliação do material.

É desejável que o pessoal da inspeção trabalhe livre de pressões para evitar que essas venham a afetar a qualidade de suas atividades. No caso de uma indústria, sabe-se que o setor de vendas pressiona o setor produtivo e este, por sua vez, pressiona a inspeção, que é o último filtro da qualidade. Rejeições ou retrabalhos da parte dos inspetores podem causar repercussão numa cadeia que vai da produção, compras, até os clientes, podendo causar impactos

negativos nas metas e nos resultados financeiros da organização. No caso da EEC, os clientes internos são os usuários e o setor de compras corresponde internamente ao setor de vendas no sentido de que é o responsável pela concretização dos pedidos dos usuários. De fato, na EEC, os usuários exercem bastante pressão sobre a unidade de Compras inclusive responsabilizando-a, muitas vezes, pelos atrasos no seu cronograma, com ou sem razão. Por sua vez, Compras conjuntamente com Logística buscam reduzir seu tempo de entrega pressionando a inspeção. A pressão é no sentido de que o material seja liberado o mais rapidamente possível muitas vezes até sem inspeção. Estando o CQM hierarquicamente subordinado a Compras, é comum esta, no intuito de reduzir seu cronograma de entrega, exercer seu poder saltando etapas do processo de aquisição de material. Tais saltos ocorrem pulando-se uma ou mais etapas como a avaliação de fornecedores, a análise de protótipos, a análise técnica de inspeção ou mesmo sobre a inspeção em si, decidindo sobre a liberação de material sem inspeção. No entanto, toda a responsabilidade sobre a qualidade dos materiais é imputada ao CQM. Não há nenhum sistema de monitoramento, nem de manutenção e nem índice de desempenho institucionalmente estabelecido para o CQM. A avaliação do desempenho dos fabricantes fica a desejar, pois não há um *feed-back* estabelecido do CQM para Compras.

Essa relação é forte, vem funcionando satisfatoriamente, portanto, deve mantida, se for contemplada na etapa de Projeto da Fase 2.

Relação com Engenharia Básica (R₂)

A relação do CQM com a Engenharia Básica é fraca, pois ela existe sem nenhuma obrigação institucional. A Engenharia Básica convida, se assim lhe apraz, o CQM para participar da análise de um material ainda não utilizado na EEC ou para comentar sobre uma dada especificação de material em elaboração ou revisão. Por sua vez, o CQM, quando da aplicação das Atividades de Inspeção de Materiais (A₁), de Avaliação Industrial (A₃), de Análise de Protótipo (A₄), de Análise de Desempenho (A₆) poderá dar retorno à Engenharia Básica, mas sem nenhuma obrigação institucional, e por isso a relação é fraca. A realimentação da parte do CQM para a Engenharia Básica é de fundamental importância para especificações de compra de materiais elaboradas por ela pois têm repercussão imediata na qualidade dos materiais comprados pela unidade de Compra, que por sua vez, repercute no desempenho do sistema elétrico e este no Sistema de Gestão da Qualidade da EEC como um todo. Portanto essa relação deve ser forte, se contemplada na etapa de projeto da Fase 2.

Relação com o Fabricante (R₃)

A relação com o Fabricante é dita forte porque ela é institucionalizada. Ela se dá no processo de Avaliação Industrial, na Análise de Protótipo, na Análise Técnica de Licitação, na Inspeção e no Exercício da Garantia. Ela é forte, vem funcionando satisfatoriamente, portanto, deve mantida, se contemplada na etapa de projeto da Fase 2.

Relação com a Manutenção (R₄)

A relação com a Manutenção é fraca e corre informalmente quando acontece avaria de materiais, dentro ou fora do prazo de garantia, no momento avaliação conjunta com a Engenharia Básica de novos materiais, e quando são feitas consultas técnicas diversas por parte da Manutenção. Considerando que a relação com Manutenção poderá trazer importantes subsídios às Atividades de Inspeção, essa relação deve ser forte, se contemplada na etapa de projeto da Fase 2.

Relação com os ER (R₅)

A relação com os Escritórios Regionais (ER) é fraca. Ocorre quando há não-conformidades em algum material, dentro ou fora do prazo de garantia, quando da instalação de um novo protótipo no sistema elétrico ou quando da avaliação de algum material doado ou retirado do estoque.

Se contemplada na etapa de projeto da Fase 2, essa Relação deve ser forte uma vez que pode trazer subsídios às Atividades de Inspeção e de Análise de Protótipo.

Relação com a Logística (R₆)

A relação com a Logística é fraca. Ela ocorre quando se pressiona a inspeção para liberar o mais rapidamente possível o material comprado, ou inversamente, para atrasar a entrada de material no estoque. Considerando que a Atividade de Inspeção não deve sofrer pressões no sentido de aceitação de material sem passar por todo o processo de inspeção e que ela não agrega nenhum valor, essa Relação deve ser anulada.

Relação com Segurança no Trabalho (R₇)

A relação é fraca e corre na análise de protótipo de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC). Sendo a aquisição e

aprovação de EPI e EPC de responsabilidade exclusiva da Segurança no Trabalho e, sendo o CQM especialista em materiais, sua relação forte é recomenda.

Relação com Clientes para Ensaios (R₈)

A relação com os Clientes para a venda de ensaios do laboratório do CQM é fraca, sendo mais uma iniciativa pessoal da coordenação da CQM e a inércia do *status quo* de Clientes que tradicionalmente vêm solicitando ensaios ao laboratório do CQM. Se houver interesse estratégico da EEC, como diferencial para cliente, *marketing*, um novo negócio ou outros, sua relação deve ser forte, ou nula em caso contrário, pois não agrega nenhum valor à Atividade em si do CQM.

Relação com Qualidade do Produto (R₉)

A relação com a qualidade do produto é nula, e isso é um elo fraco na corrente da qualidade. Há uma total interrupção no fluxo de informação entre o CQM e o produto final, que é a qualidade da energia, o que é inconcebível para qualquer SGQ. Sua relação deve ser forte.

Na Tabela 5.4 apresentam-se as relações *I* com suas respectivas classificações institucionais, suas vantagens e as classificações desejáveis.

Tabela 5.4 - Classificação das Relações dos elementos do CQM

Relações	Classificação atual	Classificação desejável	Justificativa
R ₁	Forte	Forte	A relação vem funcionando satisfatoriamente
R ₂	Fraca	Forte	Agrega valor na elaboração das especificações e realimenta-as
R ₃	Forte	Forte	A relação vem funcionando satisfatoriamente
R ₄	Fraca	Forte	A Inspeção tem bastante penetração junto ao fabricante, o que facilita o exercício da garantia.
R ₅	Fraca	Forte	Obtém-se respostas do desempenho dos materiais.
R ₆	Fraca	Nula	A Logística pode monitorar melhor seu cronograma de entregas conhecendo a real situação das inspeções.
R ₇	Fraca	Forte	Obtém-se respostas do desempenho dos materiais.
R ₈	Fraca	Nula ou Forte	Nula porque sai do foco das atividades da Inspeção. Poderá ser forte se houver interesse econômico nos ensaios ou interesse de se criar um diferencial no atendimento aos grandes clientes da EEC, que é o caso de algumas Empresas.
R ₉	Nula	Forte	Sem a retroalimentação da qualidade do produto, o CQM fica sem poder fazer os necessários ajustes.

Fonte: o autor (2006)

O conjunto R das relações ficou determinado como sendo:

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_9\}$$

A parte do Sistema de Gestão da Qualidade, Controle da Qualidade de Materiais é então dada por:

$CQM = \{E, A, R\}$ (o conjunto E, formado pelas pessoas, equipamentos, etc. foi omitido por não ser relevante ao que se propõe com o exemplo).

Não há nenhum sistema de avaliação de desempenho implementado. Também não há metas nem indicadores. O CQM nunca recebeu uma auditoria para se verificar a sua conformidade com os requisitos de norma.

O custo anual com o CQM não foi informado.

A Figura 5.8, obtida com o auxílio das Figuras 5.1 a 5.7, mostra a síntese do Sistema de Gestão da Qualidade da EEC, representado pelo seu CQM, em abordagem de processo. Esta síntese constitui-se uma das mais fortes ferramentas para um estudo de integração de sistemas de gestão, pois permite visualizar as relações dos elementos do sistema e o fluxo de informação. Nela podem-se observar os acoplamentos série e paralelo dos subsistemas Atividades. De posse da taxa de falha de cada uma das Atividades, podem-se obter as respectivas confiabilidades através da Equação 4.5, se a taxa de falhas for constante ou, caso contrário, utiliza-se a Equação 4.6. De posse dos valores das confiabilidades, através das Equações 4.7 e 4.8 pode-se chegar à confiabilidade do SGQ atual e isso serve de parâmetro para o projeto do SIG.

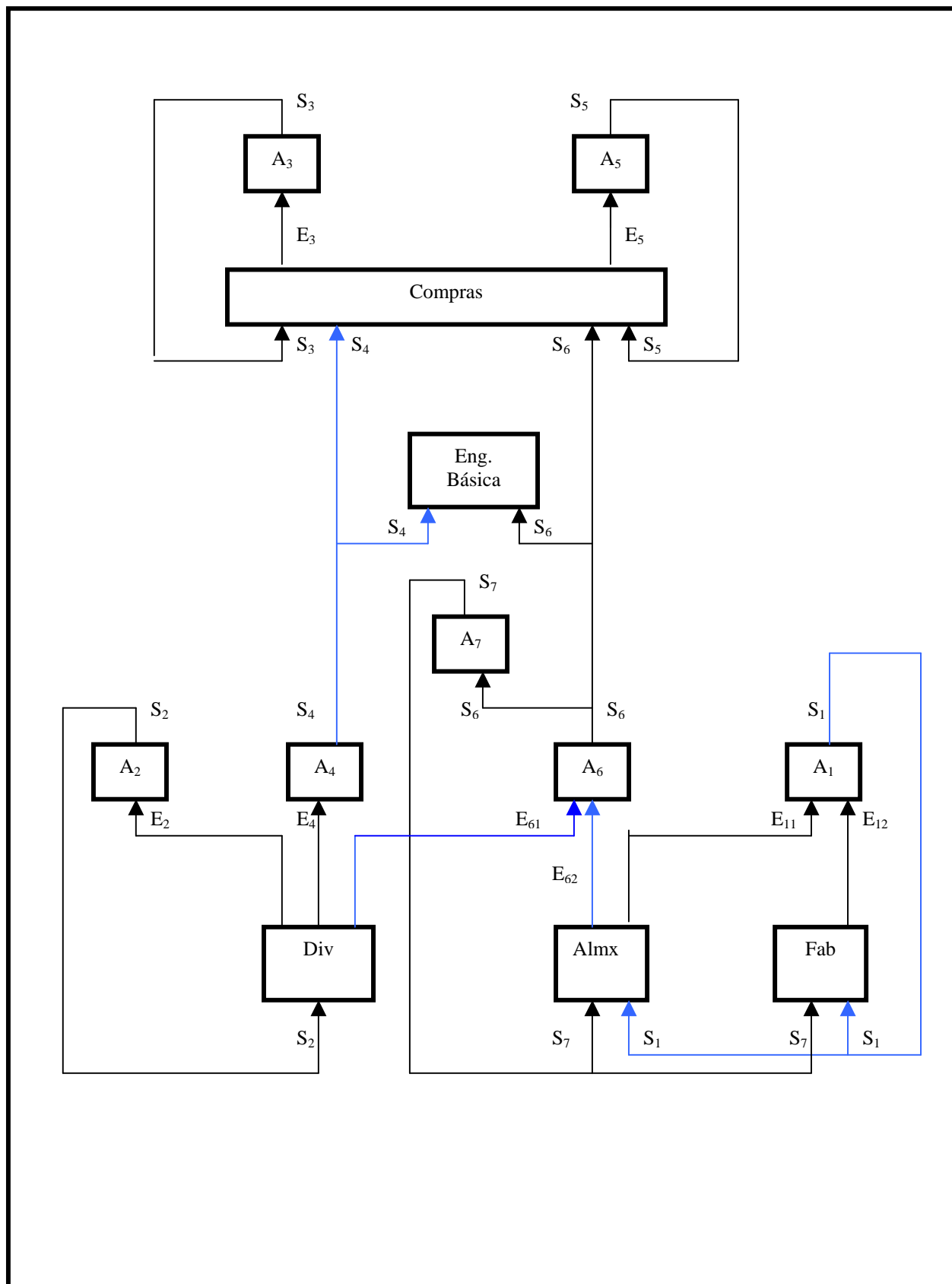


Figura 5.8 – Sistema CQM em abordagem de processo, com seus acoplamentos

Fonte: o autor (2006)

5.5 Identificação dos elementos do Conjunto Atividade do SGA

O Sistema de Gestão Ambiental adotado na EEC é aplicado com base nos requisitos da norma de gestão ISO 14001 e encontra-se implantado e certificado em poucas áreas da organização. O estudo do processo de implantação para todas as unidades restantes ainda está em processo de estudos junto à comissão de integração.

Da mesma forma que no CQM, as atividades foram levantadas através de entrevista com os gestores das áreas e com as pessoas diretamente responsáveis pela execução das atividades, ou seja, os elementos ativos do conjunto Elementos. Também procurou-se dar uma abordagem de processo às atividades buscando-se identificar as entradas e respectivas saídas, sendo consideradas as *atividades* os processadores (os elementos ativos da atividade os próprios executores das atividades juntamente com seus recursos de apoio). Continuando a sequência numérica do CQM, as atividades identificadas foram agrupadas de A₈ a A₁₂. Dentro de cada atividade há as partes técnicas e suas respectivas partes administrativas inerentes ao processo. Muito embora essas partes administrativas já estejam integradas às atividades de A₈ a A₁₂, buscou-se evidenciá-las como a₄, a₅, ... , a₇, respectivamente, com a intenção de se verificar, antes da integração dos sistemas de gestão, se não se teria um custo menor compartilhando-se as atividades administrativas entre os sistemas, uma vez que na EEC o valor homem-hora administrativo é normalmente menor que o técnico. O Controle da Qualidade de Material (CQM) da EEC abrange as seguintes atividades com suas respectivas entradas e saídas. As atividades do SGA são:

- A₈ = Licenciamento dos Empreendimentos. Diversas atividades da EEC devem ser licenciadas junto à Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) uma vez por ano. A entrada é deflagrada pelo prazo de vencimento das licenças que, por razões de otimização do tempo de trabalho, foram programadas para a mesma data. A saída é a entrega das solicitações ao CPRH. Outras entradas e saídas do CPRH que não dizem respeito à atividade A₈, foram omitidas na Figura 5.9.

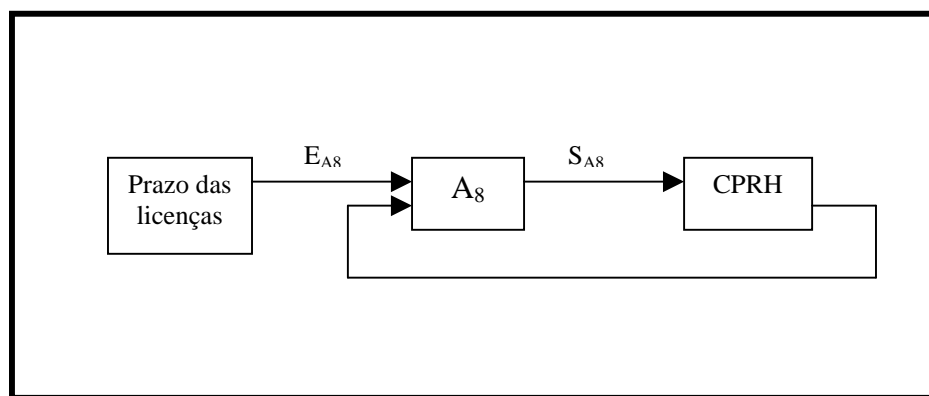


Figura 5.9 – Abordagem de processo para a Atividade A_8

Fonte: o autor (2006)

- A_9 = Suporte técnico. Diversas unidades (Div) da EEC solicitam um suporte técnico. A entrada é a solicitação de suporte técnico por parte das Diversas unidades e a saída é a Consultoria Atendida (CA). Outras entradas e saídas das Diversas unidades (DIV) que não dizem respeito à atividade A_9 foram omitidas.

Uma vez entendido o procedimento de se ter para cada Atividade uma Abordagem de Processo para no final ser aplicado na Síntese, omitem-se neste trabalho as figuras referentes a essas abordagens;

- A_{10} = Elaboração de documentos Normativos. A entrada é a solicitação, por parte das Diversas unidades, de documentos normativos que incorporem as variáveis ambientais, e a saída é o documento normativo solicitado. Outras entradas e saídas das Diversas unidades (Div) que não dizem respeito à atividade A_{10} , foram omitidas;
- A_{11} = Treinamentos Diversos. A entrada é a solicitação de treinamento e a saída é o treinamento realizado;
- A_{12} = Auditoria interna. As Diversas unidades (Div) da EEC que têm seu SGA implementado sofrem auditoria de seus Sistemas de Gestão Ambiental com base nos requisitos da ISO 14001. A entrada é Prazo da Auditoria e a saída é Auditoria realizada.

Os dados estão apresentados resumidamente nas Tabelas 5.5 e 5.8.

Tabela 5.5 - Dados dos processadores para abordagem sistêmica do SGA

Processadores (Atividades)	Saída (S)	Tempo de produção	Produção anual
A ₈ = Licenciamento dos empreendimentos	S ₁ = Licença regularizada	160 h/empreend.	90
A ₉ = Suporte técnico	S ₂ = Solicitações atendidas	112 h/consulta	180
A ₁₀ = Elaboração de documentos normativos	S ₃ = Documentos elaborados	16 h/documento	15
A ₁₁ = Treinamentos diversos	S ₄ = Treinamento realizado	2 h/treinamento	70
A ₁₂ = Auditoria interna	S ₅ = Auditoria realizada	48 h/auditoria	4

Fonte: o autor (2006)

Tabela 5.6 - Dados das Atividades Administrativas para abordagem sistêmica do SGA

Processadores (Atividades)	Saída (S)	Tempo de produção	<u>Produção anual</u>
a ₄ = parte administrativa do Licenciamento dos empreendimentos	S ₁ = licença regularizada	8 h/Licenciamento	90 licenciamentos
a ₅ = parte administrativa do Suporte técnico	S ₂ = solicitações atendidas	8 h/consulta	180 suportes técnicos
a ₆ = parte administrativa da Elaboração de documentos normativos	S ₃ = documentos elaborados	8 h/documento	15 normativos
a ₇ = parte administrativa dos Treinamentos diversos	S ₄ = treinamento realizado	32 h/treinamento	70 treinamentos

Fonte: o autor (2006)

5.6 Integração dos Sistemas de Gestão

De posse das sínteses do SGQ e do SGA em abordagem de processo, pode-se mais facilmente fazer estudos e analisar a integração dos dois sistemas analogamente, como se faria para dois circuitos elétricos. Assim, no estudo da integração dos dois sistemas de gestão, devem-se levar em conta as impedâncias de acoplamento. As áreas dos elementos independentes devem apresentar maior impedância de acoplamento de atividades, as áreas intermediárias com menos impedância de acoplamento do que as áreas anteriores e as áreas de menor impedância de acoplamento devem as áreas convergentes. Maior impedância de acoplamento deve indicar maior dificuldade de otimização do acoplamento.

A Equação 4.4 , para o caso dos dois sistemas, fica sendo $N = C_2^2 = 2$, ou seja, só há duas condições a serem examinadas, ou não existe interseção ou há interseção a ser examinada entre os dois sistemas. Vale observar que isso acontece para o caso de existirem apenas dois sistemas de gestão, isso é óbvio, mas quando o número de sistemas a serem integrados aumenta, a Equação 4 é bastante útil. A interseção deve ser verificada entre todos os elementos da Equação 4.2. No caso específico dos requisitos de normas, pode-se utilizar a casa da qualidade QFD.

O SGQ é administrado por quatro empregados E_1, E_2, E_3 e E_4 e o SGA por E_5, E_6 e E_7 , que com no máximo 14 horas de treinamento estariam aptos a atender todas as a_i atividades administrativas de ambos os sistemas.

Os custos unitários das tarefas a_i serem realizadas pelo empregado E_j , dados por c_{ij} , não foram fornecidos, assim como as capacidades b_j máximas de cada empregado realizar as tarefas a_i . A quantidade de atividade i que deve ser designada ao empregado j , de forma a minimizar os custos com a integração das atividades administrativas é dado por x_{ij} .

A equação da integração dos recursos humanos para as atividades administrativas do SIG, a partir da Equação 4.13, é dada por:

$$\text{Min } F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^7 c_{ij} x_{ij}$$

Ou seja (os valores de c_{ij} estão na Tabela 5.8)

$$\begin{aligned} \text{Min. } F = & 11.268,85 x_{11} + 7.133,86 x_{12} + 5.581,43 x_{13} + 6.791,57 x_{14} + 7.133,86 x_{15} + \\ & 7.133,86 x_{16} + 7.133,86 x_{17} + \\ & + 11.268,85 x_{21} + 7.133,86 x_{22} + 5.581,43 x_{23} + 6.791,57 x_{24} + 7.133,86 x_{25} + \\ & 7.133,86 x_{26} + 5.581,43 x_{27} + \\ & + 11.268,85 x_{31} + 7.133,86 x_{32} + 5.581,43 x_{33} + 6.791,57 x_{34} + 7.133,86 x_{35} + \\ & 7.133,86 x_{36} + 5.581,43 x_{37} + \\ & + 11.268,85 x_{41} + 7.133,86 x_{42} + 5.581,43 x_{43} + 6.791,57 x_{44} + 7.133,86 x_{45} + \\ & 7.133,86 x_{46} + 5.581,43 x_{47} + \\ & + 11.268,85 x_{51} + 7.133,86 x_{52} + 5.581,43 x_{53} + 6.791,57 x_{54} + 7.133,86 x_{55} + \\ & 7.133,86 x_{56} + 5.581,43 x_{57} + \\ & + 11.268,85 x_{61} + 7.133,86 x_{62} + 5.581,43 x_{63} + 6.791,57 x_{64} + 7.133,86 x_{65} + \\ & 7.144,86 x_{66} + 5.581,43 x_{67} + \\ & + 11.266,85 x_{71} + 7.133,86 x_{72} + 5.581,43 x_{73} + 6.791,57 x_{74} + 7.133,86 x_{75} + \\ & 7.144,86 x_{76} + 5.581,43 x_{77} \end{aligned}$$

- Quantidade de tarefas:

Os tempos para execução de tarefas foram levantados em campo e/ou fornecidos pelas unidades da EEC. Uma vez determinada a relação quantidade de tarefa a_i e o tempo necessário para a sua realização, Tabela 5.7, tanto faz conhecer a quantidade de horas ou a quantidade de tarefas, já que são consideradas linearmente proporcionais. Neste caso, a quantidade de tarefas a_i pode ser medida de uma forma indireta, ou seja, em horas por ano, e a variável x_{ij} como sendo o número de horas que um empregado E_j deve empreender ao ano na tarefa i . Dessa forma:

x_{11} = quantidade de horas durante um ano que o empregado E_1 deve empreender na tarefa a_1 no sentido de se minimizarem os custos.

x_{12} = quantidade de horas durante um ano que o empregado E_2 deve empreender na tarefa a_1 no sentido de se minimizarem os custos, e assim sucessivamente.

Tabela 5.7 – Atividades e seus tempos de execução

Tarefa (Atividade)	Hora / Tarefa realizada	Produção Anual	Horas por ano na realização da tarefa
a_1	0,5	2.840 BIM	1.420
a_2	0,4	410 Liberações de embarque	164
a_3	4	12 Relatórios	48
a_4	8	90 Licenciamentos	720
a_5	8	180 Suportes Técnicos	1440
a_6	8	15 Normativos	120
a_7	32	70 Treinamentos	2.240

Fonte: o autor (2006)

$$\sum_{i=1}^7 a_i = 6.152 \text{ horas necessárias de trabalho ao ano para a realização de todas as tarefas } a_i$$

$$\text{Tarefas } a_1: x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} = 1420$$

$$\text{Tarefas } a_2: x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} = 164$$

$$\text{Tarefas } a_3: x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} = 48$$

$$\text{Tarefas } a_4: x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} = 720$$

$$\text{Tarefas } a_5: x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} = 1440$$

$$\text{Tarefas } a_6: x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} = 120$$

$$\text{Tarefas } a_7: x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} + x_{77} = 2240$$

- Disponibilidade de horas dos empregados para execução de tarefas:

No caso da EEC, a disponibilidade de horas dos empregados para executar tarefas é a mesma para cada empregado, considerando que o treinamento tenha permitido tal nivelamento e que o contrato de trabalho seja de 8 horas diárias, com um mês de 22 dias úteis e 12 meses ao ano. Isso dará $b_j = 8 \times 22 \times 12 = 2.112$ horas de trabalho por ano, para $j = 1, 2, \dots, 7$.

Logo $b_1 = b_2 = \dots = b_7 = 2.112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_1 : $b_1 = x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} = 2112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_2 : $b_2 = x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} = 2112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_3 : $b_3 = x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + x_{63} + x_{73} = 2112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_4 : $b_4 = x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} + x_{64} + x_{74} = 2112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_5 : $b_5 = x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} + x_{65} + x_{75} = 2112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_6 : $b_6 = x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{66} + x_{76} = 2112$

Disponibilidade horas de trabalho de E_7 : $b_7 = x_{17} + x_{27} + x_{37} + x_{47} + x_{57} + x_{67} + x_{77} = 2.112$

$$\sum_{j=1}^7 b_j = 14.784 \text{ horas disponível de trabalho ao ano de todos os empregados}$$

Convém observar que uma variação de b_j pode ocorrer se o gestor disponibilizar para o empregado E_j uma quantidade de horas menor do que 2112 h para que ele realize outras tarefas além das já citadas. Também uma outra organização pode ter diferentes contratos de horas de trabalhos entre seus empregados.

- Custo Unitário

Para a obtenção do valor homem-hora, Tabela 5.8, consultou-se o valor dos salários da EEC referentes ao ano de 2005, mas, por motivo de confidência, esses valores foram alterados e excessivamente aumentados de uma forma que se mantivesse a proporcionalidade entre todos os valores e, com exceção da função objetivo, não interferissem nos resultados. A

alteração do valor da função objetivo em nada prejudica o estudo de caso, uma vez que o que interessa é a relatividade dos valores.

Tabela 5.8 – Valor homem-hora dos empregados

Empregado	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
Homem-hora	11.268,85	7.133,86	5.581,43	6.791,57	7.133,86	7.133,86	5.581,43

Fonte: o autor (2006)

Há casos em que o valor homem-hora de uma pessoa varia de acordo com o tipo de atividade, por exemplo, o de um médico para consultoria é bem menor que o do mesmo médico para cirurgia. Neste estudo de caso trabalha-se o valor homem-hora da EEC que não depende da tarefa a_i , mas apenas do valor contratado com o empregado. Neste caso:

$$c_{11} = c_{21} = c_{31} = \dots = c_{71}$$

$$c_{12} = c_{22} = c_{32} = \dots = c_{72}$$

$$\vdots$$

$$c_{17} = c_{27} = c_{37} = \dots = c_{77}$$

Onde:

c_{11} é o valor homem-hora do empregado E_1 na realização da tarefa a_1 ,

c_{12} é o valor homem-hora do empregado E_2 na realização da tarefa a_1 , e assim sucessivamente.

Ficando então:

$$c_{11} = 11.268,85$$

$$c_{12} = 7.133,86$$

$$c_{13} = 5.581,43$$

$$c_{14} = 6.791,57$$

$$c_{15} = 7.133,86$$

$$c_{16} = 7.133,86$$

$$c_{17} = 5.581,43$$

- Condição de positividade das variáveis

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad \text{e} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Vale observar que caso houvessem sido levantadas todas as atividades e não somente algumas, que tiveram como objetivo mostrar a aplicação da Equação 4.13, então:

$\sum_{i=1}^7 a_i = \sum_{j=1}^7 b_j$ Significa que a quantidade de tarefa está compatível com a quantidade de empregados, ou seja, não há folga.

$\sum_{i=1}^7 a_i > \sum_{j=1}^7 b_j$ Significa que há mais tarefa do que mão-de-obra disponível. Pode ser o caso de contratar mais empregados ou fazer hora extra, melhorar a eficiência dos trabalhadores ou aprimorar métodos de execução de tarefas de modo a reduzir o número de horas por tarefa.

$\sum_{i=1}^7 a_i < \sum_{j=1}^7 b_j$ Significa que há menos tarefas do que mão-de-obra, portanto, há folga e, nesse caso, podem-se atribuir novas tarefas ao empregado E_j .

Neste estudo de caso $\sum_{i=1}^7 a_i < \sum_{j=1}^7 b_j$ significa que as horas excedentes dos empregados estão sendo aplicadas em outras atividades que não foram consideradas aqui

O sistema de equações foi solucionado com a utilização do *software* LINDO (*Linear, Interactive and Discrete Optimizer*), que é um programa computacional de programação linear. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.9 que forma uma matriz quadrada (7,7) (m,n), onde as colunas j indicam o número de horas x_{ij} que o empregado E_j deve empreender nas tarefas a_i . Por motivo de originalidade e restrição de tempo, foi mantida a marcação de um ponto ao invés de vírgula para indicar as casas decimais. Pode-se observar que apenas os empregados E_3 , E_4 e E_7 devem trabalhar nas tarefas e quantidades de horas destacadas em negrito no sentido de minimização de custos. Os outros empregados devem ser focados para tarefas que justifiquem os salários mais altos. É interessante observar que na EEC a filosofia é que empregados especializados, gestores e analistas executam tarefas administrativas simples o que, certamente, eleva-se os custos operacionais. Essas horas devem ser direcionadas a atividades que agreguem maior valor à EEC, por exemplo, na melhoria da qualidade e desenvolvimento de sistemas.

A função objetivo minimizada fica com o valor de:

$$F = 36.670.110,00$$

Apenas como referência, caso o Empregado E_1 , o de maior valor homem-hora fosse realizar todas as tarefas que deveriam ser feitas em um ano, levaria quase três anos, mais precisamente $6.152 / 2.112 = 2,91$ anos. Isso quer dizer que além de não atender aos prazos da EEC, o custo seria de 69.326.180,52, quase o dobro do valor da função objetivo otimizada. No outro extremo, caso todas as tarefas fossem realizadas somente pelo empregado E_3 (ou E_7), de menor valor salarial, também levaria o mesmo tempo de E_1 , mas a um custo de 34.336.957,36, quase o valor da função otimizada. Uma pergunta que poderia surgir é porque utilizar outros empregados para realizar as tarefas e não deixar somente para E_3 e a resposta é que E_3 não dá vencimento das tarefas sozinho, pois levaria quase o triplo do tempo necessário?

Tabela 5.9 – Solução da função objetivo do estudo de caso

	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7
a_1	X11 0.000000	X12 0.000000	X13 672.000000	X14 748.000000	X15 0.000000	X16 0.000000	X17 0.000000
a_2	X21 0.000000	X22 0.000000	X23 0.000000	X24 164.000000	X25 0.000000	X26 0.000000	X27 0.000000
a_3	X31 0.000000	X32 0.000000	X33 0.000000	X34 48.000000	X35 0.000000	X36 0.000000	X37 0.000000
a_4	X41 0.000000	X42 0.000000	X43 0.000000	X44 720.000000	X45 0.000000	X46 0.000000	X47 0.000000
a_5	X51 0.000000	X52 0.000000	X53 1440.000000	X54 0.000000	X55 0.000000	X56 0.000000	X57 0.000000
a_6	X61 0.000000	X62 0.000000	X63 0.000000	X64 120.000000	X65 0.000000	X66 0.000000	X67 0.000000
a_7	X71 0.000000	X72 0.000000	X73 0.000000	X74 128.000000	X75 0.000000	X76 0.000000	X77 2112.000000

Fonte: o autor (2006)

Uma vez implementado o SIG, conhecido o seu consumo de recursos e sua produção, a sua eficiência poderá ser medida através da Equação 4.10.

5.7 Conclusão do Capítulo

O sistema de informação, sendo o sangue que permeia e alimenta o SIG, deve ser considerado em todo estudo de integração de sistemas. Ainda nessa Fase, deve-se modelar os elementos do conjunto Atividades em abordagem de processo com suas respectivas entradas e saídas e realizar seus acoplamentos, como mostra a Figura 5.8, um diagrama, como um circuito que permite visualizar os sistemas e seus acoplamentos antes da sua implementação, analogamente aos circuitos elétricos. Isso traz uma vantagem que é se ter um modelo para se visualizar um SIG, sem deixar de reconhecer que, como todo modelo, ele é restritivo, mas útil. Esse diagrama permite simulações operacionais e essas operações, quando modeladas matematicamente, constituirá um meio de pesquisa pela otimização dos sistemas de gestão e de sua integração. A integração de sistemas de gestão pode ser vista então, como um acoplamento de sistemas, com suas impedâncias, ou seus inversos, admitâncias, na análise dos circuitos de sistemas de gestão.

Compartilhar recursos é parte de um SIG, e não seria diferente com os recursos humanos. A Equação 4.13 permite a otimização de atividades que podem ser compartilhadas, mas esse modelo depende da veracidade dos dados obtidos em campo, por exemplo, das medidas de tempo de execução de tarefas, dos valores homem-hora. Sem valores precisos, os resultados obtidos com a Equação 4.13 estarão comprometidos.

Nas áreas pesquisadas da EEC observou-se que tarefas mais simples, que poderiam ser realizadas por pessoas de nível médio a um custo menor, são realizadas por pessoas de nível superior, inclusive com pós-graduação, ou seja, a um custo maior. Isso se deve pela filosofia implícita da empresa de que todos devem fazer todas as tarefas, o que vai de encontro aos resultados apresentados na Tabela 5.9.

Buscou-se mostrar, com um estudo de caso, uma aplicação para o modelo proposto de integração de sistemas de gestão, no entanto, face à limitação de tempo para a conclusão deste trabalho de pesquisa, julgou-se oportuno limitar-se apenas aos pontos do modelo que poderiam ser menos evidentes.

6 CONCLUSÕES

Foi evidenciado neste trabalho que os objetivos organizacionais estão acima do SIG e que este, por sua vez, pode ser ou não um caminho para alcançá-lo, de forma que a implementação de um SIG deve estar alinhada com os objetivos organizacionais, portanto, o SIG deve ser um meio e não um fim. Não foi identificado na literatura nenhum estudo sobre a viabilidade de se realizar ou não uma integração de sistemas de gestão sobre sua monitoração, sobre a manutenção e sobre o uso da matemática como ferramenta para estudos e análises de integração de sistemas de gestão, servindo como suporte na tomada de decisão, com o objetivo de otimizar recursos com vistas à minimização de custos, onde alocar recursos, que sistemas integrar e quando alocá-los, através da programação matemática.

O trabalho apresenta uma sugestão de definição de SIG que comporta e amplia as definições da literatura. Essa definição mostra-se útil no entendimento do fenômeno Integração de Sistemas de Gestão, pois permite uma abordagem matemática, o que antes não havia sido considerado na literatura. Ele também permite entender que a integração pode ser realizada parcialmente e totalmente, entre dois ou mais sistemas de gestão e que o alinhamento de normas de gestão em si constitui uma integração parcial, pois há ainda que se considerar a integração de pessoas e a integração dos sistemas informacionais, entre outros.

A abordagem sistêmica, com base na Teoria Geral dos Sistemas, permitiu visualizar um SIG como um sistema que pode falhar e que, por isso, mesmo deve ser monitorado e ser abordado como um sistema aberto, dinâmico e flexível. O entendimento à luz da Teoria Geral dos Sistemas levou a se propor e considerar a integração de sistemas de gestão em um modelo composto de três fases. A modelagem em abordagem de processo dos elementos Atividades, na Fase 2, juntamente com os acoplamentos de processadores Atividades, mostrou-se útil em aplicações de projeto de integração de sistemas de gestão, pois permite uma visão mais geral dos sistemas, com suas entradas e saídas. O modelo proposto pode ser aplicado a qualquer número e a qualquer tipo de sistema de gestão, tornando-se, nesse sentido, um modelo de aplicação universal.

6.1 Conclusões da Fundamentação Teórica

Várias definições de sistema foram apresentadas no Capítulo 2 deste texto, para serem comparadas posteriormente às definições de sistemas de gestão apresentadas no capítulo seguinte a fim de que dessem fundamentos às definições, propostas neste trabalho de

pesquisa, de sistemas de gestão e sistemas integrados de gestão. Essas definições estão baseadas tanto na Teoria Geral dos Sistemas quanto na Teoria dos Conjuntos. Considerando-se a importância para este trabalho da conceituação do que seja sistema e da Teoria Geral dos Sistemas, buscou-se apresentar algumas de suas definições e propriedades de forma a permitir uma maior compreensão do texto. A Teoria Geral dos Sistemas mostrou-se aplicável e útil na elaboração do modelo proposto de integração de sistemas de gestão.

A Programação Matemática recebeu um destaque para permitir maior clareza quando de suas aplicações às questões como otimização de recursos contemplada no modelo proposto de integração de sistemas de gestão. Em se tratando este trabalho, também de modelagem matemática, procurou-se introduzir os conceitos de modelagem matemática e de modelos de forma generalizada. O neologismo, empregado neste texto com a palavra Modelística, tem sua origem no trabalho de Hollanda Junior (2005). A Modelística foi aqui considerada uma neociência para estudos dos modelos, seus conceitos, propriedades, relações com a realidade, entre outros.

Tratando-se de integração de sistemas, mais especificamente de sistemas de gestão, muito embora o modelo proposto possa ser aplicável a quaisquer modelos, apresentaram-se resumidamente quatro tipos de sistemas de gestão (SGQ, SGA, SGSST e SGRS), de forma que se possam entender melhor os modelos de integração de sistemas de gestão da pesquisa bibliográfica, apresentados no Capítulo 3.

6.2 Conclusões do Estado da Arte

Outros modelos de integração de sistemas de gestão, além dos apresentados no Capítulo 3, foram pesquisados, mas em linha geral, todos possuem abordagens semelhantes. Há relativamente pouca bibliografia sobre Sistemas Integrados de Gestão (SIG) e não há consenso sobre o que venha a ser integração de sistemas de gestão e sobre como realizar a integração e, via de regra, a literatura tem apresentado mais sobre integração de Sistemas de Gestão da Qualidade, Gestão Ambiental e Gestão da Saúde e Segurança no trabalho, mesmo existindo outros sistemas de Gestão, como por exemplo, o de Responsabilidade Social com base nos requisitos da norma NBR16001, o da Segurança de Alimentos com base nos requisitos da norma NBR ISO 22000 e o de Segurança da Informação com base nos requisitos da norma NBR ISO 27001.

Não foi identificada nenhuma abordagem ou emprego de modelos matemáticos dentro da pesquisa bibliográfica. Mesmo quando citado, ou dito, com abordagem sistêmica e dentro

da Teoria Geral dos Sistemas, os modelos pesquisados não fizeram uso maior das definições encontradas naquela teoria.

A ausência de uma abordagem com base na Teoria Geral dos Sistemas, de modelagem matemática com o emprego de Programação Matemática, de uma definição matemática de sistemas integrados de gestão, estimulou a pesquisa nessa área.

6.3 Limitações do Modelo Proposto de Integração de Sistemas de Gestão

Em que pese a importância da Teoria Geral dos Sistemas e da Programação Matemática, do ponto de vista da Modelística, esses são modelos, e como todos eles têm seu Grau de Aderência à Realidade, não seria diferente com o aqui proposto de integração de sistemas de gestão. Uma vez que o modelo proposto se apóia em outros modelos, como os matemáticos e o modelo Teoria Geral dos Sistemas, não seria, portanto, o seu Grau de Aderência à Realidade maior do que os de suas bases.

Todo Sistema Integrado de Gestão em última análise é aberto e dinâmico, mas dentro de um certo intervalo de tempo, a depender do momento de cada organização, pode ser modelado como um sistema fechado e estático sem grandes inconveniências. O monitoramento do sistema, no entanto, continua sendo imprescindível, mesmo numa abordagem estática.

Uma dificuldade de ordem prática na aplicação do modelo proposto é a medição dos tempos de execução de tarefa, quando as pessoas, cientes de que estão sendo medidas as suas atividades, tendem a mudar o comportamento. Os resultados obtidos da Equação 4.13 dependem da habilidade de se medir esses tempos. O sucesso dos resultados das tomadas de decisão depende diretamente de quão verossímil sejam as medidas realizadas. Da mesma forma, quando das entrevistas com os gestores da Empresa Estudo de Caso (EEC), para levantamento da situação atual, das entradas, saídas, processadores, entre outros, observou-se que há uma tendência a se encobrir falhas, a se elevarem pontos positivos além do real a se criarem atividades, a se exagerarem resultados. Essa tendência pode ser explicada pelo instinto de autopreservação do gestor, ou seja, de se proteger de possíveis falhas gerenciais de sua unidade. Uma forma de se evitarem dados irreais é considerar dados somente com evidências objetivas.

6.4 Sugestões para Futuros Trabalhos

A partir da mudança de paradigma de que integração de sistemas de gestão seja alinhamento de normas de gestão para uma abordagem com base na Teoria Geral dos Sistemas e Modelagem Matemática, um novo campo mais amplo desponta permitindo inúmeras frentes de pesquisa, sendo algumas delas:

- Desenvolver métodos estatísticos que levem em consideração aspectos comportamentais durante a coleta de dados, para a etapa Levantamento e Análise do estado atual dos sistemas de gestão a serem integrados, na Fase 1 do modelo proposto de integração de sistemas de gestão;
- Desenvolver modelos que utilizem Programação Linear Multicritério para a Fase 2 do modelo proposto de integração de sistemas de gestão;
- Incorporar a Teoria da Decisão na Fase 2 do modelo proposto de integração de sistemas de gestão;
- Desenvolver um modelo matemático que trate dinamicamente a integração de sistemas de gestão;
- Elaborar um modelo para a impedância de acoplamento de sistemas de gestão;
- Desenvolver *software* para a simulação de entradas nos “circuitos” de acoplamento de atividades, como o da Figura 4.15.

6.5 Considerações Finais

A partir da abordagem de integração de sistemas de gestão com base na Teoria Geral dos Sistemas, uma integração passa a ser vista como um acoplamento de atividades dos diversos integrandos (sistemas de gestão a serem integrados). Essa abordagem permite a elaboração de um diagrama (na forma da Figura 4.15) com os processadores de atividades acoplados com suas “impedâncias de acoplamento”, sendo dados e informação o fluxo (a “corrente”) entre suas entradas e saídas. Essa abordagem com o uso de modelos matemáticos não só permite uma nova e mais abrangente visão do assunto integração de sistemas de gestão, como permite vislumbrar-se a possibilidade de um *software* que possa simular o comportamento do SIG através de mudanças nas entradas de um ou mais processadores de atividades.

O modelo proposto de integração de sistemas de gestão introduz um novo paradigma nos estudos de integração de sistemas de gestão, pois antes, a integração basicamente era entendida como um alinhamento de normas e agora pode-se entender um SIG como um supersistema, muito mais complexo que envolve os recursos (humanos, materiais e financeiros), os sistemas de informação, os sistemas de gestão e suas normas, atividades e interações. A abordagem de processo das atividades, da forma da Figura 5.8 para cada sistema, permite melhor entendimento do fluxo de informação através do SIG, facilitando seu entendimento e possíveis alterações.

Como todo modelo, o proposto de integração de sistemas de gestão, embora possua suas limitações, mostrou-se viável quando de sua aplicação na Empresa Estudo de Caso (EEC). Uma organização, ao seguir o modelo proposto de integração de sistemas de gestão, estará realizando um projeto de integração de sistemas de gestão focado e alinhado com os seus objetivos estratégicos. Ela terá no seu conseqüente Sistema Integrado de Gestão um supersistema mais eficiente, uma vez que considera não apenas um alinhamento de normas, mas uma integração de todos os seus outros elementos e que utiliza matemática para a otimização dos seus recursos. Encontrar-se-á, então, mais enxuta e competitiva no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, L. *Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não-lineares aplicados a sistemas reais*. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

ANDRADE, E. de. *Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos para análise de decisões*. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

ASHBY, W. *Introdução à cibernética*. São Paulo: Perspectiva, 1970.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9000: sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário*. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9001: sistemas de gestão da qualidade – requisitos*. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 9004: sistemas de gestão da qualidade: diretrizes para melhorias de desempenho*. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14001: sistemas de gestão ambiental – especificações e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16001: responsabilidade social – sistema da gestão - requisitos*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 22000: sistemas de gestão da segurança de alimentos – requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos*. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 27001: tecnologia da informação – técnicas de segurança – sistemas de gestão de segurança da informação - requisitos*. Rio de Janeiro, 2006.

BERTALANFFY, B. von. *General system theory: foundations, development, applications*. New York,: George Braziller, 2003.

BERTALANFFY, B. *Teoria geral dos sistemas*. Petrópolis: Vozes, 1975.

BOHM, D. *A totalidade e a ordem implicada: uma nova percepção da realidade*. São Paulo: Cultrix, 1980.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *OHSAS 18001: occupational health and safety assessment series*. London, 1999.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Occupational health and safety management systems: guide*. London, 2004.

CAMPELLO DE SOUZA, F. *Decisões racionais em situações de incerteza*. 2. ed. Recife, 2005.

CAMPELLO DE SOUZA, F. (Org). *Tópicos em engenharia de sistemas*. v.1. Recife: Universitária da UFPE, 2004.

CAMPELLO DE SOUZA, F; CAMPELLO DE SOUZA, B.; SILVA, A. da. *Elementos da pesquisa científica em medicina: estatística e metodologia científica para profissionais de saúde*. Recife: UFPE, 2002.

CANSANÇÃO, W; SILVESTRE, M.; DE MEDEIROS, D. *The ways to implement an integrated management system*. In: IV SIMPOI/POMS 2001, p. 189-195.

CANSANÇÃO, W. et al. *Proposta de um modelo integrado de gestão dos sistemas ISO 9000 e ISO 14000*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23, 2003, Ouro Preto.

CAVALCANTI, R. *Viabilizando a implementação de métodos quantitativos em organizações*. 2000. 187 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

CICCO, F. de. *Sistemas integrados de gestão: agregando valor aos sistemas ISO 9000*. QSP – Centro da Qualidade, Segurança e Produtividade para o Brasil e América Latina. Disponível em <<http://www.qsp.org.br>>. Acesso em 17 jul. 2006.

CLÍMACO, J.; ANTUNES, C.; ALVES, M. *Programação linear multiobjetivo: do modelo de programação linear clássico à consideração explícita de várias funções objectivo*. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2004.

CORRÊA, A. *Avaliação de um sistema integrado de gestão: um estudo na indústria automotiva*. 2004. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CORREIA, W. *Modelo para integração dos sistemas de gestão da qualidade (ISO 9001), meio ambiente (ISO 14001), saúde e segurança (OHSAS 1800), utilizando o QFD como ferramenta*. 2002. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

CORNACHIONE JÚNIOR, E. *Sistemas integrados de gestão: uma abordagem da tecnologia da informática aplicada à gestão econômica (Gecon), arquitetura, método, implantação*. São Paulo: Atlas, 2001.

CROWE, T. *Integration is not synonymous with flexibility*. International Journal of Operations and Production Management, v. 12, n. 1, p. 26-33, 1992.

DAVID, C.; OLSON, M. *Management information system: conceptual foundations, structure and Development*. Mc Graw-Hill, 1985

DE MEDEIROS, D. Capítulo: Certificação ISO 9000: implementação e aspectos operacionais. *Produção competitividade: aplicações e inovações*. Recife: UFPE, 2000.

DE MEDEIROS, D. (Org.). Capítulo: Avaliação de treinamento para a qualidade com a utilização de teoria difusa. *Gestão industrial*. Recife: UFPE, 2000.

DORF, R. *Sistemas automáticos de controle: teoria y práctica*. México: Fondo Educativo Interamericano, 1977.

DYSON, F. *Infinito em todas as direções*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

ELLIS, D; LUDWIG, F. *System philosophy*. New Jersey: Prentice, 1962.

FALEIROS, A; YONEYAMA, T. *Teoria matemática de sistemas*. São Paulo: ITA e A&C, 2002.

GIL, A. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1996.

GOLDBARG, M.; LUNA, H. *Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

HARRINGTON, H.; CARR, J.; REID, R. *What's this "system stuff, anyhow"?*. The TQM Magazine, v. 11, n.1, p. 54, 1999.

HAWKING, S. *Uma breve história do tempo: do big bang aos buracos negros*. Rio de Janeiro: Rocco, 1997.

HEISENBERG, W. *A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

HERSEY, P; BLANCHARD, H. *Psicologia para administradores: a teoria e as técnicas da liderança situacional*. São Paulo: EPU, 1986.

HOLLANDA JUNIOR, L. *Questões fundamentais em psiquiatria*. Olinda: LivroRápido, 2005.

KARAPETROVIC, S. *Strategies for the integration of management systems and standards*. The TQM Magazine, v. 14, n.1, p. 61-67, 2002.

KARAPETROVIC, S.; WILLBORN, W. *Integration of quality and environmental management systems*. The TQM Magazine, v. 10, n. 3, p. 204-213, 1998.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. *Fundamentos de metodologia científica*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LINS, L. *Modelagem dinâmica de processos reguladores do comportamento humano nas organizações*. 2004. 114 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

MACIEL, J. *Elementos de teoria geral dos sistemas*. Petrópolis: Vozes, 1974.

MACIEL, J. *Proposta de um modelo de integração da gestão da segurança e da saúde ocupacional à gestão da qualidade total*. 2001. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MACKAU, D. *SME integrated management system: a proposed experiences model*. The TQM Magazine, vol. 15, n. 1, p. 43-53, 2003.

MELO, D. De. *Integração dos sistemas de gestão da qualidade, ambiental e da segurança em uma organização industrial*. 2001. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

MOREIRA, D. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira, 2000.

OMNÉS, R. *Filosofia da ciência contemporânea*. São Paulo: Unesp, 1996.

POINCARÉ, H. *O valor da ciência*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

PONZZI, L.; KOENIG, M. *Knowledge management: another management fad ?* Information Research, 2002, 8(1), paper no. 145. Disponível em <<http://InformationR.net/ir/8-1/paper145.html>>.

POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1972.

PUCCINI, A. *Introdução à programação linear*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.

RAMPAZZO, L. *Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação*. São Paulo: Loyola, 2002.

SLACK, N. et al. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUSA JR., J.; CAMPELLO DE SOUZA, F. (Org.). Capítulo: Manias e modas gerenciais. *Tópicos em Engenharia de Sistemas*. Vol. 1 Recife: UFPE, 2004.

STAIR, R. *Princípios de sistemas de informação: uma abordagem gerencial*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

REZA, F. *An introduction to information theory*. New York: Dover, 1994.

SISSEL, K. *One size fits all: unifying ISO management*. Chemical Week, v. 158,n. 13, p. 27-36, 1996.

VANDERLEI FILHO, D. *Sistemas de apoio à decisão no diagnóstico médico da hipertensão arterial e das arritmias cardíacas*. 2005. 174 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

WILKINSOL, G.; DALE, B. *Integrated management systems: an examination of the concept and theory*. The TQM Magazine, v. 11, n. 2, p. 95-104, 1999.

WILKINSON, G.; DALE, B. *The views and activities of certification bodies*. The TQM Magazine, v. 10. n. 4, p. 228

APÊNDICE

APÊNDICE

Resultados do estudo de caso do Capítulo 5 obtidos do programa LINDO.

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.3667011E+08

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X11	0.000000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	672.000000	0.000000
X14	748.000000	0.000000
X15	0.000000	0.000000
X16	0.000000	0.000000
X17	0.000000	0.000000
X21	0.000000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	0.000000	0.000000
X24	164.000000	0.000000
X25	0.000000	0.000000
X26	0.000000	0.000000
X27	0.000000	0.000000
X31	0.000000	0.000000
X32	0.000000	0.000000
X33	0.000000	0.000000
X34	48.000000	0.000000
X35	0.000000	0.000000
X36	0.000000	0.000000
X37	0.000000	0.000000
X41	0.000000	0.000000
X42	0.000000	0.000000
X43	0.000000	0.000000
X44	720.000000	0.000000
X45	0.000000	0.000000
X46	0.000000	0.000000
X47	0.000000	0.000000
X51	0.000000	0.000000
X52	0.000000	0.000000
X53	1440.000000	0.000000
X54	0.000000	0.000000
X55	0.000000	0.000000
X56	0.000000	0.000000
X57	0.000000	0.000000

X61	0.000000	0.000000
X62	0.000000	0.000000
X63	0.000000	0.000000
X64	120.000000	0.000000
X65	0.000000	0.000000
X66	0.000000	0.000000
X67	0.000000	0.000000
X71	0.000000	0.000000
X72	0.000000	0.000000
X73	0.000000	0.000000
X74	128.000000	0.000000
X75	0.000000	0.000000
X76	0.000000	0.000000
X77	2112.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	0.000000	1.000000
4)	0.000000	1.000000
5)	0.000000	1.000000
6)	0.000000	1.000000
7)	0.000000	1.000000
8)	0.000000	1.000000
9)	2112.000000	-1.000000
10)	2112.000000	-1.000000
11)	0.000000	-1.000000
12)	184.000000	-1.000000
13)	2112.000000	-1.000000
14)	2112.000000	-1.000000
15)	0.000000	-1.000000

NO. ITERATIONS= 9

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES			
VARIABLE	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	COEF	INCREASE	DECREASE
X11	11268.849609	INFINITY	4477.279785
X12	7133.859863	INFINITY	342.290039
X13	5581.430176	0.000366	0.000000
X14	6791.569824	0.000000	0.000366
X15	7133.859863	INFINITY	342.290039
X16	7133.859863	INFINITY	342.290039
X17	7133.859863	INFINITY	1552.430054
X21	11268.849609	INFINITY	4477.279785
X22	7133.859863	INFINITY	342.290039
X23	5581.430176	INFINITY	0.000366

X24	6791.569824	0.000366	INFINITY
X25	7133.859863	INFINITY	342.290039
X26	7133.859863	INFINITY	342.290039
X27	5581.430176	INFINITY	0.000366
X31	11268.849609	INFINITY	4477.279785
X32	7133.859863	INFINITY	342.290039
X33	5581.430176	INFINITY	0.000366
X34	6791.569824	0.000366	INFINITY
X35	7133.859863	INFINITY	342.290039
X36	7133.859863	INFINITY	342.290039
X37	5581.430176	INFINITY	0.000366
X41	11268.849609	INFINITY	4477.279785
X42	7133.859863	INFINITY	342.290039
X43	5581.430176	INFINITY	0.000366
X44	6791.569824	0.000366	INFINITY
X45	7133.859863	INFINITY	342.290039
X46	7133.859863	INFINITY	342.290039
X47	5581.430176	INFINITY	0.000366
X51	11268.849609	INFINITY	4477.279785
X52	7133.859863	INFINITY	342.290039
X53	5581.430176	0.000000	INFINITY
X54	6791.569824	INFINITY	0.000000
X55	7133.859863	INFINITY	342.290039
X56	7133.859863	INFINITY	342.290039
X57	5581.430176	INFINITY	0.000366
X61	11268.849609	INFINITY	4477.279785
X62	7133.859863	INFINITY	342.290039
X63	5581.430176	INFINITY	0.000366
X64	6791.569824	0.000366	INFINITY
X65	7133.859863	INFINITY	342.290039
X66	7144.859863	INFINITY	353.290039
X67	5581.430176	INFINITY	0.000366
X71	11266.849609	INFINITY	4475.279785
X72	7133.859863	INFINITY	342.290039
X73	5581.430176	INFINITY	0.000366
X74	6791.569824	0.000366	0.000366
X75	7133.859863	INFINITY	342.290039
X76	7144.859863	INFINITY	353.290039
X77	5581.430176	0.000366	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES			
ROW	CURRENT	ALLOWABLE	ALLOWABLE
	RHS	INCREASE	DECREASE
2	1420.000000	0.000000	0.000000
3	164.000000	0.000000	0.000000
4	48.000000	0.000000	0.000000
5	720.000000	0.000000	0.000000
6	1440.000000	0.000000	0.000000
7	120.000000	0.000000	0.000000
8	2240.000000	0.000000	0.000000

9	2112.000000	0.000000	0.000000
10	2112.000000	0.000000	0.000000
11	2112.000000	0.000000	0.000000
12	2112.000000	0.000000	0.000000
13	2112.000000	0.000000	0.000000
14	2112.000000	0.000000	0.000000
15	2112.000000	0.000000	0.000000