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

LUCAS PORTILHO CAMARGOS GOMES

**Programa Seis Sigma para formação de redes de inovação auto-
organizadas**

São Carlos

2014

LUCAS PORTILHO CAMARGOS GOMES

**Programa Seis Sigma para formação de redes de inovação auto-
organizadas**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento

Orientador: Prof. Dr. Fábio Müller Guerrini

São Carlos

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

G631p Gomes, Lucas Portilho Camargos
Programa Seis Sigma para formação de redes de
inovação auto-organizadas / Lucas Portilho Camargos
Gomes; orientador Fabio Muller Guerrini. São Carlos,
2014.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção e Área de Concentração em
Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2014.

1. redes auto-organizadas. 2. ekd. 3. seis sigma.
4. modelgem organizacional. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **LUCAS PORTILHO CAMARGOS GOMES**.

Título da dissertação: "Programa Seis Sigma pra formação de redes de inovação auto-organizadas".

Data da defesa: 21/03/2014

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Associado **Fábio Müller Guerrini (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Profa. Dra. **Silvia Inês Dallavalle de Pádua**
(Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto/
FEARP-USP)

Aprovado

Prof. Dr. **Dario Henrique Alliprandini**
(Centro Universitário da FEI)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção:
Prof. Titular **Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

Protocolo nº 11.111.111
Serviço de Pós-Graduação
EESC/USP

À minha noiva, que me incentivou, inspirou e apoiou na realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Fábio Müller Guerrini, por facilitar a realização desta pesquisa com seus conselhos e direcionamentos.

Ao Departamento de Engenharia de Produção pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa de mestrado. À secretaria do departamento, pelo apoio oferecido durante todo o curso. Aos docentes pelo conhecimento compartilhado e atenção na solução de dúvidas durante as disciplinas.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Arquitetura para Redes Dinâmicas pelas conversas e trocas de experiências.

Aos representantes das empresas estudadas que disponibilizaram seu tempo para apoiar o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca avaliadora, que se propuseram a ler e avaliar minha dissertação

À minha família, que sente a minha ausência mas compreende e apoia o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

À minha noiva, Cintia Blaskovsky, que esteve a meu lado todos os dias e noites nestes dois anos de pesquisa.

“Experiência não é aquilo que acontece com um homem, mas sim o que um homem faz com o que lhe acontece.”

Aldous Huxley

RESUMO

GOMES, L. P. C. **Programa Seis Sigma para formação de redes de inovação auto-organizadas**. 2014. 137f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

A formação de redes colaborativas é uma importante forma das organizações estimularem a inovação, reduzirem custos e transferir conhecimentos. Uma forma particular de rede colaborativa, as redes auto-organizadas, demonstram grande capacidade de promover o aprendizado dos envolvidos, sistematizar o conhecimento e promover a inovação. Já os programas Seis Sigma, adotados por diversas organizações, possuem como objetivo principal a redução da variabilidade de um processo, resultando na redução de custos e melhoria da qualidade. A literatura sobre redes auto-organizadas pouco apresenta sobre a formação destas redes e a literatura sobre Seis Sigma é voltada a métodos estatísticos. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é identificar os elementos para um modelo de referência baseado no programa Seis Sigma para a formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas. Foram realizados cinco estudos de caso em diferentes organizações. Os programas Seis Sigma destas organizações foram modelos com o uso da metodologia *Enterprise Knowledge Development* (EKD). Com base na literatura estudada foram identificadas as necessidades de mudanças que viabilizariam a formação de redes de inovação auto-organizadas. Como resultado tem-se os elementos para o modelo de referência para formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas baseado no programa Seis Sigma.

Palavras-chave: redes auto-organizadas, ekd, seis sigma, modelagem organizacional.

ABSTRACT

GOMES, L. P. C. **Six Sigma programs for setting up of innovation self-organized networks.** 2014. 137f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

The formation of collaborative networks is an important way for organizations to stimulate innovation, reduce costs and transfer knowledge. A particular form of collaborative network, the self-organized networks have shown great capability to promote the learning of those involved, systematize knowledge and lead to innovation. The Six Sigma programs, adopted by several organizations, have as main objective the process variability reduction, resulting in lower costs and quality improvement. The literature on self-organized networks presents little about the formation of these kind of networks and literature on Six Sigma is focused on statistical methods. Thus, the objective of this research is to identify the elements for a reference model based on the Six Sigma program for setting up and management of innovation self-organized networks. Five case studies were conducted in different organizations. The Six Sigma programs of these organizations were modeled using the Enterprise Knowledge Development (EKD) methodology. Based on the studied literature the needs for changes that enables the formation of innovation self-organized networks were identified. As a result there are the elements of the reference model for the formation and management of innovation self-organized networks based on the Six Sigma program.

Keywords: self-organized networks, ekd, Six Sigma, enterprise modelling.

LISTA DE SIGLAS

BB	<i>Black Belt</i>
DFSS	<i>Design For Six Sigma</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve Control</i>
DPMO	Defeito Por Milhão de Oportunidades
EKD	<i>Enterprise Knowledge Development</i>
EKD-CMM	<i>Enterprise Knowledge Deveopment-Change Management Methodology</i>
GB	<i>Green Belt</i>
MBB	<i>Master Black Belt</i>
PMBok	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
SI	Sistema de Informação
YB	<i>Yellow Belt</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sub-modelos do EKD.....	42
Figura 2 - Modelo EKD-CMM	42
Figura 3 - Relação entre os conceitos da pesquisa.....	44
Figura 4 - Modelo de objetivos do programa Seis Sigma na empresa A.....	51
Figura 5 - Modelo de regras de negócio do programa Seis Sigma na empresa A	53
Figura 6 - Modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma na empresa A.....	55
Figura 7 - Modelo de processos de negócio do programa Seis Sigma na empresa A	57
Figura 8 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma na empresa A.....	59
Figura 9 - Modelo de objetivos do programa Seis Sigma na Empresa B	63
Figura 10 - Modelo de regras de negócios do programa Seis Sigma na Empresa B	65
Figura 11 - Modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma na Empresa B	67
Figura 12 - Modelo de processos de negócios do programa Seis Sigma na Empresa B	69
Figura 13 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma na Empresa B	71
Figura 14 - Modelo de objetivos do Programa Seis Sigma da empresa C.....	75
Figura 15 - Modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa C	77
Figura 16 - Modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma da Empresa C	79
Figura 17 - Modelo de processos do negócio do Program Seis Sigma da Empresa C	81
Figura 18 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do Programa Seis Sigma da Empresa C	83
Figura 19 - Modelo de objetivos organizacionais do Programa Seis Sigma na Empresa D....	88
Figura 20 - Modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa D	90
Figura 21 - Modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma da Empresa D.....	92
Figura 22 - Modelo de processos do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa D	94
Figura 23 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do Programa Seis Sigma da Empresa D.....	96
Figura 24 - Modelo de objetivos organizacionais do Programa Seis Sigma da Empresa E ..	100
Figura 25 - Modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa E.....	102
Figura 26 - Modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma da Empresa E	104
Figura 27 - Modelo de processos do negócio do Programa Seis Sigma Empresa E.....	106

Figura 28 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do Programa Seis Sigma da Empresa E.....	107
Figura 29 - Modelo de referência de objetivos organizacionais do programa Seis Sigma	114
Figura 30 - Modelo de referência de regras do negócio do programa Seis Sigma.....	116
Figura 31 - Modelo de referência de atores e recursos do programa Seis Sigma.....	118
Figura 32 - Modelo de referência de processos de negócios do programa Seis Sigma.....	120
Figura 33 - Modelo de referência de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais características de uma rede auto-organizada	33
Quadro 2 - Estudos de caso e entrevistados	46
Quadro 3 - Protocolo de pesquisa de estudo de caso	47
Quadro 4 - Necessidades de mudança na empresa A.....	61
Quadro 5 - Necessidades de mudança na empresa B.....	73
Quadro 6 - Necessidades de mudanças na empresa C	85
Quadro 7 - Necessidades de mudanças na Empresa D	98
Quadro 8 - Necessidades de mudança na Empresa E	108
Quadro 9 - Análise dos estudos de casos	110

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
1.1. Tema da pesquisa	26
1.2. Formulação do problema de pesquisa, objetivo e relevância.....	26
1.3. Procedimentos de pesquisa	27
1.4. Estrutura da dissertação.....	28
2. REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1. Redes colaborativas.....	29
2.2. Redes auto-organizadas.....	30
2.3. Metodologia Seis Sigma	34
2.3.1. Seleção de projetos Seis Sigma.....	35
2.3.2. Metodologia DMAIC	36
2.3.3. A estrutura Seis Sigma	38
2.4. Modelagem organizacional	40
2.4.1. Metodologia Enterprise Knowledge Development (EKD)	41
2.4.2. Modelos de referência	43
1.1. Considerações sobre o referencial teórico.....	44
3. MÉTODO DE PESQUISA	45
2.1. Caracterização da pesquisa	45
2.2. Fases da pesquisa	45
2.3. Protocolo de pesquisa.....	46
2.4. Técnicas de coleta de dados	47
2.5. Técnicas de análise dos dados.....	48
4. ESTUDOS DE CASO	49
3.1. Estudo de Caso Empresa A – Empresa de Máquinas Agrícolas	49
3.1.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa A.....	50
3.1.2. Modelo de regras de negócio da empresa A	52
3.1.3. Modelo de atores e recursos da empresa A	54
3.1.4. Modelo de processos de negócio da empresa A.....	56

3.1.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa A	58
3.1.6. Análise do estudo de caso na empresa A	60
3.2. Estudo de Caso Empresa B – Indústria Química.....	61
3.2.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa B	62
3.2.2. Modelo de regras do negócio da empresa B	64
3.2.3. Modelo de atores e recursos da empresa B.....	66
3.2.4. Modelo de processos de negócios da empresa B.....	68
3.2.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa B.....	70
3.2.6. Análise do estudo de caso na empresa B	72
3.3. Estudo de Caso Empresa C – Indústria de autopeças.....	73
3.3.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa C	74
3.3.2. Modelo de regras do negócio da empresa C.....	76
3.3.3. Modelo de atores de recursos da empresa C.....	78
3.3.4. Modelo de Processos de Negócios da empresa C.....	80
3.3.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa C.....	82
3.3.6. Análise do estudo de caso na empresa C	84
3.4. Estudo de Caso Empresa D – Indústria de bens de capital.....	86
3.4.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa D	86
3.4.2. Modelo de regras do negócio da empresa D.....	89
3.4.3. Modelo de atores e recursos da empresa D	91
3.4.4. Modelo de processo do negócio da empresa D	93
3.4.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa D	95
3.4.6. Análise do estudo de caso na empresa D.....	97
3.5. Estudo de Caso Empresa E – Indústria da linha branca	98
3.5.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa E.....	99
3.5.2. Modelo de regras do negócio da empresa E.....	101
3.5.3. Modelo de atores e recursos da empresa E.....	103
3.5.4. Modelo de processos do negócio da empresa E	105
3.5.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa E.....	107
3.5.6. Análise do estudo de caso na empresa E	107
3.6. Análise dos Estudos de Casos (Needs-for-Change)	109
5. ELEMENTOS PARA MODELO DE REFERÊNCIA	113
4.1. Modelo de referência de objetivos organizacionais	113

4.2. Modelo de referência de regras do negócio	115
4.3. Modelo de referência de atores e recursos	117
4.4. Modelo de referência de processos de negócios	119
4.5. Modelo de referência de componentes e requisitos técnicos	121
4.6. Análise do modelo de referência.....	124
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS	131
APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	137

1. INTRODUÇÃO

As redes entre diferentes Organizações e as redes formadas dentro das Organizações são reconhecidamente formas organizacionais capazes de promover a colaboração, reduzir custos e ampliar os conhecimentos de seus participantes. Dentre os diversos tipos de redes colaborativas, as redes auto-organizadas se destacam por sua gestão não centralizada, pela intensa participação dos envolvidos, pela sua capacidade de manter sua evolução sem interferências externas significativas e sua capacidade de promover o aprendizado de todos os envolvidos na rede por meio da sistematização e disponibilização do conhecimento gerado (Kash e Rycroft, 2000; Rycroft e Kash, 2004; Dutta, Ghosal *et al.*, 2005; Wagner e Leydesdorff, 2005; Schuh, Sauer *et al.*, 2008).

A metodologia Seis Sigma vem sendo amplamente utilizada ao redor do mundo, graças a seus resultados na melhoria de processos, melhoria de produtos, melhoria da qualidade e principalmente na redução de custos. Na Motorola, uma das Organizações pioneiras, estão documentados cerca de US\$ 16 bilhões em reduções de custos e custos evitados (ISixSigma, 2012). Devido a seus benefícios, a metodologia Seis Sigma chama cada vez mais a atenção dos gestores de empresas.(Schroeder, Linderman *et al.*, 2008).

As pesquisas se desenvolvem em duas abordagens: estatística e estratégica (Santos, 2008). A abordagem estratégica só começou a ganhar alguma atenção a partir da virada do século e a abordagem estatística continua sendo priorizada. Considerando a abordagem estratégica, a metodologia Seis Sigma difere das demais já desenvolvidas por sua implementação organizacional, que permeia a estrutura da empresa, tornando-a mais flexível, orgânica e facilitadora de mudanças (Godfrey e Kenett, 2007; Schroeder, Linderman *et al.*, 2008).

Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.* (2012) afirmam que a estrutura Seis Sigma de uma Organização pode ser considerada uma rede de aprendizado. Porém, a análise do programa Seis Sigma enquanto uma rede não deveria se limitar ao aprendizado, abrangendo assim os demais benefícios proporcionados pela formação de uma rede colaborativa, em especial uma rede auto-organizada.

Uma rede auto-organizada se caracteriza principalmente por sua capacidade de aprendizado e de evolução à partir deste aprendizado (Devany, 1996; Kash e Rycroft, 2000; Espinosa e Porter, 2011). A análise de redes auto-organizadas até então abrange poucos casos,

sendo os casos mais destacados aqueles relacionados à indústria automotiva (Rycroft e Kash, 2004) e ao desenvolvimento de softwares livres (Crowston, Li *et al.*, 2007).

A colaboração, ou a falta dela, influencia o desempenho de Organizações que possuam mais de uma Unidade (Hansen, 2002), porém não foram identificadas na literatura pesquisas que busquem articular o programa Seis Sigma utilizando os conceitos de redes, sendo a metodologia Seis Sigma reconhecida por seus resultados (Buyukozkan e Ozturkcan, 2010).

Considerando as limitações da literatura quanto à análise do programa Seis Sigma sob o recorte analítico de redes e à modelagem desta estrutura, esta pesquisa abordará a utilização do programa Seis Sigma das Organizações para viabilizar a formação de redes auto-organizadas.

1.1. Tema da pesquisa

Os estudos sobre redes colaborativas estão se consolidando como uma nova disciplina (CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 2005; CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 2008). Porém, as pesquisas relativas a redes auto-organizadas ainda são pouco apresentadas na literatura. A literatura disponível demonstra um consenso quanto ao fato de que a formação de redes é um dos principais recursos da nova economia (BELUSSI e ARCANGELI, 1998), proporcionando aprendizado e flexibilidade aos participantes (RYCROFT e KASH, 2004).

Considerando que a metodologia Seis Sigma torna a estrutura organizacional mais flexível e propensa a mudança (GODFREY e KENETT, 2007; SCHROEDER, LINDERMAN *et al.*, 2008), características também verificadas em redes de inovação auto-organizadas, esta pesquisa terá como tema principal “a formação de redes de inovação auto-organizadas”, sendo aplicada nesta pesquisa à estrutura Seis Sigma em Organizações com mais de uma Unidade.

1.2. Formulação do problema de pesquisa, objetivo e relevância

A partir do contexto apresentado e da delimitação do tema de pesquisa, entende-se como um problema de pesquisa a inexistência de um modelo de referência que apresente a constituição de uma rede auto-organizada viabilizada a partir da estrutura Seis Sigma. Conhecendo este problema, as seguintes questões se apresentam:

- Questão 1: Como utilizar o programa Seis Sigma para compatibilizar a formação de redes auto-organizadas?

- Questão 2: Como representar e articular os elementos que compõem uma rede auto-organizada?

O objetivo da pesquisa é identificar os *elementos para um modelo de referência baseado no programa Seis Sigma para a formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas* e o alcance do objetivo desta pesquisa se dará a partir do esclarecimento das questões da pesquisa propostas.

A realização desta pesquisa possibilitou a sistematização do programa Seis Sigma em Organizações que possuam mais de uma Unidade produtiva por meio de modelos desenvolvidos durante a realização dos estudos de caso. Tais modelos permitirão a consulta e comparação das estruturas, seja por gestores ou pesquisadores, podendo estes modelos serem utilizados como referências para o desenvolvimento de novas pesquisas que abordem o tema.

Já o modelo de referência, resultado dos estudos de caso e das considerações da literatura, contribui para o desenvolvimento de novos estudos na área ao apresentar a formação de uma rede auto-organizada a partir de um contexto não identificado na literatura até então, o do programa Seis Sigma.

O modelo proposto permitirá ainda às Organizações que adequem suas estruturas Seis Sigma, para a formação uma rede de inovação auto-organizada. A formação e gerência desta rede, que estará explicitada nos elementos para modelo de referência, permitirá o compartilhamento de conhecimentos entre os participantes, o acesso a novas competências até então não identificadas e o aumento na flexibilidade da rede.

1.3. Procedimentos de pesquisa

A partir do referencial teórico foi elaborado um roteiro para a realização de entrevistas onde é possível capturar informações sobre o programa Seis Sigma, para a modelagem e verificação da formação de redes de inovação auto-organizadas. Posteriormente foram realizados os estudos de casos.

As informações coletadas durante a realização do estudo de caso foram convertidas em um modelo, desenvolvidos utilizando a metodologia EKD (*Enterprise Knowledge Development*), com a situação atual do programa Seis Sigma nas Organizações estudadas. Todos os modelos

desenvolvidos serão analisados, resultando em indicações de necessidades de mudanças para viabilizar a formação de redes de inovação auto-organizadas.

Finalmente, com os dados dos estudos de caso, as mudanças sugeridas, e a literatura estudada foi proposto um conjunto de elementos para um modelo de referência para utilização do programa Seis Sigma na formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas.

1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos: Introdução, Referencial Teórico, Método de Pesquisa, Elementos para Modelo de Referência e Considerações Finais. A Introdução, como já visto, apresentou o tema e objetivo de pesquisa, assim como a formulação do problema de pesquisa e sua relevância.

O Referencial Teórico apresenta a literatura utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, sendo esta composta por Redes colaborativas, Redes auto-organizadas, Metodologia Seis Sigma e Modelagem Organizacional. Já o Método de Pesquisa apresenta a caracterização da pesquisa, as fases e o protocolo de pesquisa. São apresentadas ainda as técnicas para coleta e análise dos dados.

No capítulo Estudos de caso, são apresentados os cinco estudos de caso realizados no desenvolvimento desta pesquisa. Cada estudo de caso é composto por uma caracterização da empresa estudada, os modelos desenvolvidos e uma síntese do estudo. Ao fim do capítulo é realizada uma análise dos estudos de casos.

No capítulo Elementos para Modelo de Referência são apresentados os modelos propostos, bem como uma análise da proposição. Por fim serão apresentadas as Considerações Finais, que encerram este trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos que serão utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. A revisão bibliográfica foi realizada à partir da busca de artigos nas bases de dados Web of Science e Scopus, com os termos: *Six Sigma*, *Six Sigma network*, *collaborative networks*, *self-organized networks*, *self-organized innovation networks* e *self-designed networks*. Os resultados das buscas foram filtrados através de seus resumos, desconsiderando itens de pouco interesse para o desenvolvimento desta pesquisa. Tais termos de busca foram escolhidos a partir das palavras-chave dos artigos base desta pesquisa.

2.1. Redes colaborativas

Apesar da ampla utilização do termo redes de cooperação, não existe um consenso sobre a definição deste, sendo que o próprio termo redes de cooperação não é sempre utilizado entre os pesquisadores, existindo variações como parcerias, coalisões, arranjos cooperativos, acordos colaborativos, dentre outros (Provan, Fish *et al.*, 2007). As variantes terminológicas acompanham as diversas perspectivas assumidas pelos pesquisadores, havendo assim estudos com foco em uma ampla gama de temas adjacentes e com o uso de diversas teorias para análise (Camarinha-Matos e Abreu, 2007). Tais diferenças terminológicas, juntamente com a utilização de diversas teorias na análise de redes (uma vez que não existe uma teoria geral), resultam na fragmentação do campo, com estudos dispersos, pouco conectados, difíceis de comparar e sem acúmulo do conhecimento produzido (Bell, Den Ouden *et al.*, 2006).

Em uma rede colaborativa, a colaboração é uma propriedade intencional derivada da crença de que juntos os membros da rede alcançarão metas que não seriam possíveis ou teriam um custo mais alto individualmente (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2005). A colaboração é determinada por cinco fatores (Baum e Schutze, 2012): a presença de pelo menos um objetivo para a colaboração, a presença de pelo menos uma atividade colaborativa, a necessidade de selecionar os membros, uma estrutura e sistema de regras para colaboração, a existência de regulamentos.

Em uma rede colaborativa, cada elemento deve contribuir com um conjunto específico de capacidades, que dependem das capacidades dos demais elementos para gerar significado para a rede (Andersson, Lindgren *et al.*, 2008). A integração desses conjuntos específicos de capacidades oferecidos por cada elemento da rede faz com que o desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços sejam realizados em menor tempo e utilizando-se menos

recursos (Eschenbaecher, Seifert *et al.*, 2011). Essa integração implica no compartilhamento de conhecimentos e informações, sendo necessária a construção de confiança mútua entre os membros da rede.

Vários autores tentaram classificar os diferentes tipos de redes colaborativas (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2005; Todeva e Knoke, 2005; Parung e Bititci, 2008; Eschenbaecher, Seifert *et al.*, 2011), podendo estas ser classificadas, conforme estes autores em: cadeias de suprimentos, empresas estendidas, alianças estratégicas, Organizações virtuais, comunidades virtuais de profissionais, arranjos produtivos locais, consórcios, redes de inovação, redes autoorganizadas, redes internas, dentre outras. Uma alternativa a estas classificações é a tipologia proposta por Baum e Schutze (2012), onde o tipo de uma é definido a partir de um conjunto de 5 parâmetros sendo: objetivo da colaboração (com ou sem fins lucrativos), função da colaboração (operação ou coordenação), grau de Organização (organizada ou improvisada), formação legal (corporação, parceria, sem entidade legal ou contratual) e tipo de mercado (horizontal, vertical ou conglomerado).

2.2. Redes auto-organizadas

A auto-organização se refere a sistemas que desenvolvem estruturas e processos que respondem prioritariamente à sua lógica interna, não respondendo meramente a entradas externas (Rycroft e Kash, 2004). A utilização do termo não se limita aos estudos de administração, mas envolvem áreas do conhecimento como biologia (estudos de ecologia), ciências sociais (estudos sobre concentrações urbanas) e economia (a mão invisível) (Corning, 1995). Tamanha diversidade na utilização do termo torna necessário esclarecer a definição utilizada neste trabalho. Desta forma, redes de inovação auto-organizadas são aquelas capazes de combinar novas capacidades científicas e tecnológicas e recombina as capacidades antigas sem a intervenção de um controlador central (Rycroft e Kash, 2004).

A base para a formação de redes de inovação auto-organizadas é a capacidade de aprendizado e de utilizar, de forma produtiva, os ruídos de informação que acompanham este aprendizado (Devany, 1996). Uma vez que o aprendizado exige a troca de informações e conhecimentos, é fundamental a existência de confiança e reciprocidade, que levam a rede a padrões de comportamento colaborativo, aumentando a produtividade do conhecimento (Kash e Rycroft, 2000). Outros importantes mecanismos da auto-organização de um rede são os *retornos* e a coevolução da rede (Espinosa e Porter, 2011). Isso significa que os envolvidos em

uma rede auto-organizada possuem a capacidade de fornecer e receber respostas uns aos outros e com isso evoluir de forma conjunta enquanto indivíduo e enquanto rede. Isso novamente reforça a importância da confiança e da reciprocidade.

A auto-organização pode ser considerada uma característica de sistemas complexos (Anderson, 1999). Um sistema complexo é composto por um grande número de partes interdependentes que possuem uma forte interação entre as partes, sendo difícil prever seu comportamento, devido a estas diversas interações e os diversos subsistemas presentes em uma Organização complexa (Anderson, 1999). Organizações complexas são capazes de criar, adquirir e integrar uma grande diversidade de conhecimentos e habilidades necessárias para inovar em tecnologias também complexas (Kash e Rycroft, 2000). Isso pressupõe que uma rede auto-organizada surge a partir de Organizações que possuam ambientes complexos.

Cinco fatores interligados são evidentes no processo de auto-organização de uma rede, sendo estes (Kash e Rycroft, 2002):

- *Competências essenciais*: podem ser vistas como as competências da rede que possibilitam adquirir, criar e combinar conhecimentos tecnológicos e organizacionais de forma a tornar a rede mais competitiva;
- *Recursos complementares*: são relativos àquelas competências que não são essenciais, mas apoiam estas no desenvolvimento de algum projeto;
- *Aprendizagem organizacional*: se refere à capacidade da rede de desenvolver, acumular e transferir conhecimentos e habilidades, bem como a capacidade de modificar sua estrutura para atender a novas oportunidades;
- *Dependência do histórico*: relativo ao fato de que a rede auto-organizada se direciona à partir de experiências passadas de seus membros, que podem interferir de forma positiva ou negativa no desenvolvimento da rede;
- *Ambiente de seleção*: se refere ao fato de que as decisões quanto à adoção ou não de determinado método ou tecnologia irá considerar as preferências dos clientes, as políticas públicas e organizacionais, além de fatores como a macroeconomia e a posição de Organizações líderes;

De acordo com Kash e Rycroft (2000), as redes auto-organizadas possuem três padrões de evolução: normal, de transição e de transformação. O padrão normal é aquele em que a rede está estabilizada e as mudanças são apenas incrementais, resultando em uma evolução constante, porém lenta. O padrão de transição, é observado quando a rede muda sua direção, buscando novas tecnologias, novos mercados e promovendo maiores mudanças em suas competências e formação. Já o padrão de transformação indica um comportamento pouco previsível da rede, motivado por uma mudança radical (nova competência, tecnologias pouco estabelecidas) que levará a um melhor desempenho da rede.

Scherrer-Rathje, Arnoscht *et al.* (2009) realizaram uma comparação entre as redes auto-organizadas e o que eles denominaram “redes guiadas”, sendo está última todas as redes que não sejam auto-organizadas. As principais diferenças citadas foram: a gestão em uma rede auto-organizada é implícita, as interações em uma rede auto-organizada não são configuradas e planejadas de forma avançada para o desenvolvimento das atividades.

A literatura permite a observação de um conjunto de características de uma rede auto-organizada: a inexistência de uma liderança centralizadora explícita (Wagner e Leydesdorff, 2005), a capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft e Kash, 2004), a intensa inter-relação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999), a co-evolução dos participantes e da rede (Kash e Rycroft, 2000), capacidade de aprendizado e utilização deste aprendizado (Devany, 1996), conhecimento das competências de todos os participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002), existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002), capacidade de se reunir rapidamente em forma de equipe para solucionar um problema e se dissolver logo em seguida (Quinn, Anderson *et al.*, 1996) e a utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido e acumulado pela rede (Crowston, Li *et al.*, 2007). Essas características formam a base para a verificação se uma rede é auto-organizada, e foram sistematizadas no Quadro 1.

Característica	Referência
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede	(Devany, 1996)
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas	(Quinn, Anderson et al., 1996)
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede	(Anderson, 1999)

Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede	(Kash e Rycroft, 2000)
Amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências	(Kash e Rycroft, 2002)
Existência de confiança e ajuda mútua	(Kash e Rycroft, 2002)
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas	(Rycroft e Kash, 2004)
Não existência de uma liderança explícita centralizadora	(Wagner e Leydesdorff, 2005)
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido	(Crowston, Li <i>et al.</i> , 2007)

Quadro 1 - Principais características de uma rede auto-organizada

As características apresentadas são frequentemente encontradas em redes auto-organizadas, porém o não atendimento a todas estas características não significa que determinada rede não seja auto-organizada. A própria literatura apresenta condições conflitantes. Um exemplo está na afirmação de Wagner e Leydesdorff (2005) de que “nenhuma autoridade centralizada ou única possui plenos poderes de decisão e direcionamento da rede conforme sua vontade”, que, dependendo da interpretação, pode conflitar com a afirmação de Rycroft e Kash (2004) de que muitas vezes as redes auto-organizadas possuem um membro, geralmente uma grande empresa, que é o detentor dos principais recursos estratégicos da rede, que constantemente altera a sua forma e composição para incorporar novas capacidades dos parceiros. A existência de tais conflitos reforçam a necessidade de maiores estudos sobre o tema, que resulte no desenvolvimento de novos conhecimentos, de uma terminologia comum e de consenso quanto as características de uma rede auto-organizada.

Redes auto-organizadas são orientadas ao desenvolvimento de projetos de inovação, onde a seleção de projetos e parceiros é feita pelos próprios participantes da rede, ao invés de surgirem através de decisões institucionais ou nacionais (Wagner e Leydesdorff, 2005), onde cada projeto exige competências diferentes e complementares, maximizando assim o potencial do projeto. Mesmo sendo capaz de se desenvolver e gerenciar sem interferências externas significativas, os participantes de uma rede auto-organizada precisam manter contato com pessoas fora da rede, proporcionando assim a captura de novos conhecimentos e competências que posteriormente serão compartilhados para os demais envolvidos na rede (Anderson, 1999).

As redes auto-organizadas podem ser observadas em diversos contextos, porém são mais evidentes nas relações de colaborações inter-organizacionais do que naquelas relações apresentadas em uma empresa particular, universidade ou agência governamental (Rycroft e Kash, 2004). Elas podem ser pequenas, confinadas a uma única Organização, ou podem ser amplas, envolvendo diversas Organizações como empresas universidades e entidades públicas (Kash e Rycroft, 2000). Dentre os diversos trabalhos já realizados, encontram-se exemplos relacionados a redes de pesquisa acadêmica e científica (Bennett e Kidwell, 2001; Wagner e Leydesdorff, 2005), redes de desenvolvimento de softwares livres (Crowston, Li *et al.*, 2007), redes de pesquisa e desenvolvimento na indústria automotiva (Rycroft e Kash, 2004), redes de empresas para a melhoria da sustentabilidade (Espinosa e Porter, 2011), redes de administrações públicas locais para desenvolvimento de políticas econômicas (Lee, Lee *et al.*, 2012), redes de produtores rurais (Dutta, Ghosal *et al.*, 2005) e redes de indústrias da moda (Schuh, Moncistori *et al.*, 2008; Scherrer-Rathje, Arnoscht *et al.*, 2009).

Quando se trata de redes intra-organizacionais, uma rede auto-organizada consegue reunir rapidamente profissionais para resolver determinado problema ou desenvolver determinado projeto e, resolvido o problema ou desenvolvido o projeto, estes profissionais voltam a suas rotinas normais, porém com novos conhecimentos desenvolvidos durante a solução conjunta do problema (Quinn, Anderson *et al.*, 1996). Este tipo de auto-organização pode ser encontrada em grandes corporações onde a alta direção forma grupos de trabalho com objetivo de se ajudarem mutuamente na condução de suas atividades (Bennett e Kidwell, 2001). Por esta ótica, as redes auto-organizadas intra-organizacionais possuem a característica de uma teia onde todos conversam e se ajudam (Quinn, Anderson *et al.*, 1996). Considerando as definições e características apresentadas, o programa Seis Sigma se assemelha a uma rede auto-organizada intra-organizacional, conforme poderá ser verificado nos próximos tópicos.

2.3. Metodologia Seis Sigma

Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.* (2012) afirmam que a estrutura Seis Sigma de uma Organização pode ser considerada uma rede de aprendizado. A metodologia Seis Sigma é um processo organizado e sistemático para a melhoria de processos estratégicos e desenvolvimento de novos produtos e serviços que se baseia em métodos estatísticos e método científico para fazer reduções drásticas nas taxas de defeito definidas pelo cliente (Linderman, Schroeder *et al.*, 2003), sejam estes clientes internos ou externos. A metodologia Seis Sigma foi criada pela Motorola em meados da década de 1980 com o objetivo de responder à ameaça japonesa na

indústria eletrônica (Banuelas, Antony *et al.*, 2005), onde Seis Sigma significa 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), sendo o termo sigma utilizado para representar a variação do processo em relação à média. Nem todos os processos conseguem atingir o nível de 3,4 DPMO, mas o termo é utilizado devido a esta ser a meta dos programas Seis Sigma.

Logo após a adoção da metodologia Seis Sigma pela Motorola, vieram a Allied Signal e a GE, esta última liderada por Jack Welch. Com o sucesso destas empresas iniciaram-se as publicações sobre Seis Sigma, em sua maioria livros escritos por gestores e consultores, direcionados aos gerentes e diretores que desejavam implementar o Seis Sigma nas Organizações pelas quais eram responsáveis. Existem várias publicações sobre o tema, porém apenas uma pequena quantidade de publicações é acadêmica, continuando a maioria sendo focada em gestores (Linderman, Schroeder *et al.*, 2003).

2.3.1. Seleção de projetos Seis Sigma

É consenso na literatura sobre Seis Sigma que a seleção de projetos é um fator crítico para o sucesso da metodologia (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Banuelas, Antony *et al.*, 2005; Hahn, 2005; Schroeder, Linderman *et al.*, 2008; Chakravorty, 2009; Buyukozkan e Ozturkcan, 2010; Tkac e Lyocsa, 2010). A aplicação da metodologia se inicia com a seleção de quais projetos serão desenvolvidos. Para Tkac e Lyocsa (2010) os métodos para seleção de projetos Seis Sigma podem ser divididos em duas abordagens: simples e complexa. Na abordagem simples os projetos são selecionados com o auxílio de planilhas simples e subjetivas, com pouca diferenciação entre elas, como por exemplo: matrizes de seleção de projetos, matrizes de priorização de projetos e matrizes de avaliação de projetos. A partir destas planilhas, os responsáveis pela seleção avaliam cada projeto conforme critérios particulares de cada avaliador. Esta abordagem se caracteriza principalmente pela subjetividade das avaliações, sendo diretamente influenciada pela subjetividade daquele que realiza a seleção (Tkac e Lyocsa, 2010). Seguindo esta abordagem, os projetos podem ser selecionados também à partir do mapeamento do fluxo de valor da Organização (Chakravorty, 2009), onde os processos com maior deficiência são identificados e os projetos são selecionados conforme a relevância do processo.

Já na abordagem complexa são utilizados métodos científicos para a seleção dos projetos, diminuindo assim a subjetividade durante o processo de seleção dos projetos. Dentre os métodos aplicados estão teorias de probabilidade, processos estocásticos, análise hierárquica de

processos (AHP) e otimização. Devido a sua complexidade, tais métodos não são utilizados com frequência pelas Organizações, porém os avanços nas tecnologias da informação e desenvolvimento de softwares tornam sua utilização mais acessível (Tkac e Lyocsa, 2010).

Independente do método utilizado ou abordagem seguida, os projetos devem ser selecionados através dos critérios de benefícios, oportunidades, riscos e custos (Buyukozkan e Ozturkcan, 2010), com a participação direta do *Champion* e do MBB/BB no processo de seleção e priorização dos projetos a serem desenvolvidos (Schroeder, Linderman *et al.*, 2008). Já os benefícios proporcionados pelo desenvolvimento do projeto devem ser descritos na forma de resultados financeiros mensuráveis (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Goh, 2002).

2.3.2. Metodologia DMAIC

O Seis Sigma é uma metodologia direcionada ao desenvolvimento de projetos, dividida entre o *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC), que é aplicado em processos já existentes quando as causas dos problemas não são conhecidas ou não estão claras (Banuelas, Antony *et al.*, 2005), e o *Design for Six Sigma* (DFSS), aplicado para o desenvolvimento de novos conceitos para produtos existentes (Santos, 2008; Koziolk e Derlukiewicz, 2012), sendo o DMAIC mais popular, mais aplicado e mais estudado do que o DFSS.

O DMAIC é um processo com etapas pré-definidas que elimina passos improdutivos (Kwak e Anbari, 2006), aplicando um determinado conjunto de ferramentas para alcançar a melhoria dos processos. Suas etapas são: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyze*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*).

Depois de selecionado o projeto, inicia-se a primeira fase do DMAIC, “Definir”. Nesta fase do projeto são definidos o objetivo, a justificativa, as variáveis chave, o escopo, a equipe, a duração, os benefícios esperados, os recursos necessários, as premissas consideradas e as métricas do projeto, sempre em termos dos requisitos dos clientes ou dos processos que entregam estes requisitos (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Murugappan e Keeni, 2000; Banuelas, Antony *et al.*, 2005; Patterson, Bonissone *et al.*, 2005). Estas definições, feitas de forma clara e objetiva, ajudarão na avaliação do sucesso do projeto.

A partir das definições do projeto, inicia-se a segunda fase, chamada “Medir”. O objetivo desta fase é mapear o processo atual e estabelecer as métricas que o descreve a fim de reduzir o problema a suas causas principais ou causas raiz, onde as entradas do processo são chamadas

de “Y” e as saídas são chamadas de “X” (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Banuelas, Antony *et al.*, 2005). Nesta fase são utilizadas ferramentas como mapeamento de processo, SIPOC (*Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customer*) e diagramas de causa e efeito. É nesta fase ainda que se inicia a intensa utilização de métodos e ferramentas estatísticas como estudos de capacidade, gráficos de Pareto e diagramas de caixa (Murugappan e Keeni, 2000; Banuelas, Antony *et al.*, 2005). O final da fase Medir se mistura com o início da fase Analisar, onde os dados medidos serão analisados.

Na fase “Analisar” busca-se identificar quais as variáveis chave que mais influenciam na variação do processo (Banuelas, Antony *et al.*, 2005; Siakas, Nisioti *et al.*, 2006), ou seja, encontrar quais “Xs” mais influenciam o “Y”. Durante a análise, o uso de métodos e ferramentas estatísticas continuam sendo utilizados, como os gráficos de correlação, simulações, ANOVA e DOE. São utilizados também métodos não estatísticos como FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*), matrizes de esforço de impacto e diagramas de causa e efeito (Murugappan e Keeni, 2000). A partir desta análise são relacionadas as causas da variabilidade do processo estudado.

Com o projeto definido, os processos e variáveis medidos e analisados, parte-se então para a fase “Melhorar” do método DMAIC. Nesta fase são determinadas as intervenções a serem realizadas no processo para reduzir de forma significativa os defeitos ou a variabilidade dos processos (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Banuelas, Antony *et al.*, 2005). É importante ainda que a nova capacidade do processo seja determinada anteriormente à implantação das ações, possibilitando assim determinar se as ações atingiram ou não os resultados esperados.

A última etapa da metodologia é “Controlar”. Esta fase tem como principal objetivo garantir que as mudanças realizadas durante a melhoria sejam sustentáveis ao longo do tempo e que as variáveis se manterão dentro dos limites aceitáveis (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Banuelas, Antony *et al.*, 2005; Siakas, Nisioti *et al.*, 2006). A estabilidade das variáveis chave do estudo será verificada com a utilização de planos de controle, cartas de processo, análises de capacidade do processo e padronização do processo. É comum também que nesta fase seja realizada a avaliação das lições aprendidas durante o desenvolvimento do projeto, possibilitando a replicação das soluções e o aprendizado contínuo (Murugappan e Keeni, 2000). Estabelecidos os controles a serem realizados, as variáveis passam então a serem acompanhadas pela equipe durante um determinado período de tempo, sendo oficialmente finalizado somente após a garantia de que as variáveis estão estáveis.

A literatura apresentada impõe certo rigor na utilização destes passos, defendendo a rigidez do método e de sua aplicação (Hahn, Hill *et al.*, 1999; Banuelas, Antony *et al.*, 2005; Patterson, Bonissone *et al.*, 2005; Kwak e Anbari, 2006; Siakas, Nisioti *et al.*, 2006). Porém, Chakravorty (2009) argumenta que a rigidez na aplicação do método em casos onde o problema a ser resolvido não está claro deve ser menor, podendo a fase “Definir” ser finalizada juntamente com a fase “Medir” ou até mesmo com a fase “Analisar”, sendo estas três fases finalizadas simultaneamente.

O DFSS possui mais variações quanto às etapas de desenvolvimento, mas de forma geral apresenta os seguintes passos (Patterson, Bonissone *et al.*, 2005): identificar e quantificar as características críticas para o cliente (CTQs), avaliar e selecionar as tecnologias para atender as CTQs, construir e otimizar um protótipo de desenvolvimento e entregar um sistema de produção robusto com qualidade Seis Sigma (3,4 DPMO).

2.3.3. A estrutura Seis Sigma

Outra importante característica da metodologia Seis Sigma está na sua estrutura matricial, que funciona em paralelo à estrutura organizacional da empresa. O objetivo desta estrutura é melhorar a Organização e garantir autonomia suficiente para desenvolver projetos e tomar ações, atuando de forma dedicada para este fim (Schroeder, Linderman *et al.*, 2008). Esta dinâmica é considerada um fator de sucesso na aplicação da metodologia (Banuelas, Antony *et al.*, 2005; Buch e Tolentino, 2006; Amar, Davis *et al.*, 2008). Esta estrutura contém profissionais especializados, com competências diversas e com a responsabilidade de fornecer capacidade técnica ao desenvolvimento dos projetos (Chakravorty, 2009).

A literatura apresenta variações na composição desta estrutura. Duas destas variações se apresentam com maior frequência na literatura e apesar de similares, é importante conhecer as diferenças que podem ser encontradas nas Organizações.

A primeira variação é composta por *Champions*, *Master Black Belts* (MBB), *Black Belts* (BB) e *Green Belts* (GB) (Hahn, 2005; Buch e Tolentino, 2006; Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012). A segunda possui a seguinte formação: *Champions*, *Black Belts* (BB) e *Green Belts* (GB) (Schroeder, Linderman *et al.*, 2008; Calia, Guerrini *et al.*, 2009), tendo como diferença a não utilização de MBBs. Uma importante observação quanto às estruturas apresentadas é o fato de que cada Organização adota uma estrutura diferente, com níveis de

autonomia diferentes, posições diferentes e responsabilidades diferentes, nem sempre se adequando a uma das variações apresentadas.

Cada membro desta estrutura, que é destinada ao desenvolvimento de projetos com a metodologia Seis Sigma, possui atribuições específicas. Os *Champions* normalmente são diretores executivos ou vice-presidentes de operações (Schroeder, Linderman *et al.*, 2008). Um *Champion* possui a responsabilidade de facilitar a obtenção de recursos e eliminar qualquer barreira que impeça o desenvolvimento dos projetos, sejam estas barreiras de ordem técnica, cultural ou pessoal (Schroeder, Linderman *et al.*, 2008; Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012). Na maioria dos casos, o *Champion* é o grande incentivador e promotor da implementação da metodologia Seis Sigma nas Organizações (Chakravorty, 2009).

Os MBBs possuem grande responsabilidade dentro da estrutura Seis Sigma, sendo estes os responsáveis por fazerem a comunicação entre a alta direção e os líderes de projetos (BBs e GBs) (Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012). Os MBBs são escolhidos pelo *Champion* e possuem profundo conhecimento sobre a metodologia Seis Sigma, se tornando assim especialistas (Chen e Chen, 2006). Este profundo conhecimento lhes permite também que treinem os colaboradores da Organização para serem os novos GB e BB da estrutura. São responsáveis pela escolha dos projetos a serem desenvolvidos e devem acompanhar o desenvolvimento de todos os projetos, estando preparados para responder questões mais profundas sobre a metodologia e ferramentas estatísticas utilizadas para a melhoria da Organização (Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012).

Os BBs são colaboradores que atuam em período integral se dedicando ao desenvolvimento de projetos de Seis Sigma. Possuem grande conhecimento e suas atribuições estão divididas entre liderar projetos de grande complexidade e oferecer apoio aos GB que normalmente desenvolvem projetos de menor complexidade (Chen e Chen, 2006; Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012). É dos BBs a responsabilidade de colocar os projetos em ação, garantir seu desenvolvimento e garantir que os resultados esperados sejam alcançados, avaliando assim o desempenho dos GBs.

Os GBs são colaboradores que participam de equipes de grandes projetos liderados por BBs ou lideram pequenos projetos (Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012). Executam principalmente duas atividades: aplicar ferramentas estatísticas e não estatísticas da metodologia Seis Sigma e liderar pequenos projetos de melhoria (Chen e Chen, 2006; Gutierrez

Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012). Devido ao fato de possuir menos conhecimento sobre a metodologia, os GBs são frequentemente auxiliados pelos BBs durante o desenvolvimento dos projetos. Outra característica do GB é que este não se dedica integralmente a projetos Seis Sigma, possuindo uma rotina de trabalho em sua função original e outra como GB na estrutura Seis Sigma (Goh, 2002; Schroeder, Linderman *et al.*, 2008; Gutierrez Gutierrez, Bustinza *et al.*, 2012).

Considerando a quantidade de elementos apresentados na metodologia Seis Sigma, bem como as diferentes formas que um programa Seis Sigma pode apresentar, faz-se necessário sistematizar este programa de forma a representar o seu funcionamento. Tal sistematização pode ser realizada por meio da modelagem organizacional do programa Seis Sigma. A seguir será apresentada uma revisão sobre modelagem organizacional e o método de modelagem EKD, que será utilizado nesta pesquisa.

2.4. Modelagem organizacional

A modelagem organizacional trata da representação da estrutura, Organização e comportamento de uma Organização, ou seja, uma parte de uma empresa (ou setor, ou uma unidade de negócio) ou de um grupo de empresas (empresa estendida, Organização virtual, rede de empresas), para avaliar suas performances ou reestruturar seus fluxos de material, informações ou controle, com o objetivo de torná-la mais eficiente (Berio e Vernadat, 2001). O termo modelagem organizacional compreende uma série de atividades, métodos e ferramentas relacionadas ao desenvolvimento de modelos para vários aspectos de uma Organização ou rede de Organizações (Berio e Vernadat, 2001).

A modelagem organizacional é uma atividade central para a engenharia organizacional e para promover a integração da empresa (Vernadat, 1996). A engenharia organizacional tem como objetivo definir, projetar, estruturar e implementar as operações das empresas como redes de processos de negócios, que representam todos os seus conhecimentos relacionados, informações operacionais, os recursos e os relacionamentos da Organização (Kosanke, Vernadat *et al.*, 1999), seja de forma intra-organizacional (nos relacionamentos entre áreas ou unidades de negócio) ou inter-organizacional (no relacionamento com outras empresas).

A modelagem pode ser realizada com a utilização de diversas metodologias e ferramentas ou abordagens, cada qual com suas vantagens e desvantagens. Dentre estas estão fluxogramas, IDEFX, ARIS, CIMOSA e o EKD. Berio e Vernadat (2001) afirmam que é reconhecido que

qualquer abordagem para modelagem organizacional deve lidar com, no mínimo, os fluxos de materiais, informações e decisões. Eles acrescentam ainda que a abordagem deve representar quatro visões distintas, sendo estas: a visão funcional (abordando o funcionamento e comportamento da Organização), visão da informação, visão dos recursos, visão dos processos e visão organizacional (entidades da Organização e suas relações).

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada a metodologia EKD, uma vez que esta oferece uma forma sistemática e controlada para se realizar a modelagem organizacional (Rolland, Nurcan *et al.*, 2000). O EKD abrange todos os aspectos apresentados por Berio e Vernadat (2001), uma vez que utiliza seis modelos contendo os processos do negócio, atores e recursos, objetivos organizacionais, regras do negócio, conceitos e componentes e requisitos técnicos, considerando os diversos fluxos dos modelos e as relações entre os modelos.

2.4.1. Metodologia Enterprise Knowledge Development (EKD)

O *Enterprise Knowledge Development* (EKD) é uma metodologia que oferece uma forma sistemática e controlada de analisar, entender, desenvolver e documentar uma Organização, utilizando a modelagem organizacional (Rolland, Nurcan *et al.*, 2000; Bubenko *et al.*, 2001).

A utilização do EKD pressupõe a elaboração de seis sub-modelos que são interligados entre si, conforme apresentado na Figura 1, sendo estes (Bubenko, 2001): modelo de objetivos: é utilizado para descrever quais são os objetivos da empresa, bem como as questões relacionadas ao alcance deste objetivo; modelo de regras do negócio, é utilizado para definir e explicitar quais as regras em torno dos objetivos, podendo estas serem limitadoras ou não; modelo de atores e recursos, descreve como os atores e recursos envolvidos na Organização estão relacionados entre si e entre os demais modelos; modelo de processos de negócio, utilizado para projetar e analisar os processos da empresa, bem como fluxos de informações e materiais; modelo de componentes e requisitos técnicos, caso seja desejável o desenvolvimento de um sistema de informação para apoiar os processos da empresa, então se utiliza este modelo para capturar os requisitos dos sistemas de informação de uma forma menos formal; modelo de conceitos, utilizado para definir e explicitar termos e fenômenos apresentados nos demais modelos.

Figura 1 - Sub-modelos do EKD

O EKD é utilizado como metodologia para gestão da mudança, Nurcan e Rolland (2003) desenvolveram uma adaptação do EKD chamada *Enterprise Knowledge development-Change management Method* (EKD-CMM). Este método se baseia em quatro fases principais, representadas esquematicamente na Figura 2.

Figura 2 - Modelo EKD-CMM

Fonte: Adaptado de Nurcan e Rolland (2003)

A análise reversa apresenta um modelo com a realidade atual da empresa, denominado “Modelo Como É” (As-Is Model). A definição da mudança apresenta um modelo que busca identificar as mudanças necessárias na empresa, denominado “Modelo de Necessidade de Mudança” (Need-for-Change Model). A implementação da mudança apresenta um modelo que buscar representar a situação futura da empresa, depois que as mudanças forem implementadas,

denominado “Modelo para Ser” (To-Be Modelo). A integração do histórico considera o contexto existente durante a implementação da mudança.

A escolha do EKD para a realização da modelagem organizacional do programa Seis Sigma se deu por sua fácil utilização, a não necessidade de software específico e principalmente por sua capacidade de apresentar a organização modelada por diversos pontos de vista, abrangendo seus processos, objetivos, regras, atores envolvidos e sistema de informação.

2.4.2. Modelos de referência

Um modelo é uma representação abstrata de um ambiente, sistema ou entidade no mundo físico, social ou lógico (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2008), ou segundo Bernus (2001), qualquer representação que compatibilize das principais características mais importantes de um sistema real. Já um modelo de referência é uma representação genérica para compreensão das entidades de determinada área e suas relações significativas, sendo utilizado para a derivação de modelos específicos para casos particulares da área (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2008). Nesta mesma linha, um modelo de referência pode ser considerado um modelo de informações utilizado para a construção de outros modelos mais específicos (Ahlemann, 2009). Por serem genéricos, modelos de referência não podem ser diretamente utilizados em casos específicos, mas oferecem a base para o desenvolvimento de um modelo adequado à realidade em que será utilizado.

A utilização de modelos de referência auxilia em diversos aspectos, reduzindo tempos, reduzindo custos, melhorando qualidade e reduzindo riscos (Ahlemann, 2009). Camarinha-Matos e Afsarmanesh (2008) afirmam que um modelo pode assumir diferentes níveis de abstração de acordo com a intenção do modelo, podendo este estar no nível de conceitos gerais, modelos específicos e modelo para implementação. No caso deste trabalho, o modelo desenvolvido estará no nível intermediário, uma vez que não se refere a uma única Organização específica, mas aborda características particulares da estrutura modelada.

A modelagem organizacional é utilizada tanto como técnica para representar e entender a estrutura e comportamento das Organizações quanto como técnica para analisar processos de negócio e, em muitos casos, como suporte técnico para reengenharia de processos de negócios (Mertins e Jochem, 2005).

1.1. Considerações sobre o referencial teórico

O referencial teórico abordou os conceitos que serão utilizados durante o desenvolvimento desta pesquisa. A Figura 3 apresenta a relação entre os conceitos e como estes compõem o resultado da pesquisa.

Figura 3 - Relação entre os conceitos da pesquisa

Sabe-se que a utilização da metodologia Seis Sigma proporciona resultados positivos para a empresa que a utiliza. Como não foi verificada na literatura estudos que analisem o programa Seis Sigma como uma rede de inovação auto-organizada, espera-se integrar os conceitos apresentados em um conjunto de elementos para modelo de referência.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Nesta seção será apresentado o método utilizado para o desenvolvimento desta pesquisa, conteúdo a caracterização da pesquisa, o protocolo do estudo de caso e as técnicas para coleta e análise de dados.

2.1. Caracterização da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa voltada para a análise do programa Seis Sigma no contexto de Organizações com mais de uma unidade, pois estas possuem maiores possibilidades de colaboração, sendo as análises e classificações realizadas de forma subjetiva. Miguel (2012) define como características de uma pesquisa qualitativa: ênfase na interpretação subjetiva dos indivíduos, delineamento do contexto do ambiente da pesquisa, abordagem não muito estruturada, múltiplas fontes de evidências, importância da concepção da realidade organizacional e proximidade com o fenômeno estudado. Considerando estas características, este trabalho possui abordagem qualitativa.

A pesquisa é de caráter exploratório, onde se busca maiores informações sobre o assunto da pesquisa e, contudo, é possível obter uma nova percepção do fenômeno (MARCONI; LAKATOS, 2000), assume caráter também descritivo, onde se busca descrever as características de determinado fenômeno (GIL, 2007) e será desenvolvida através da realização de estudos de caso.

2.2. Fases da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em três etapas: revisão bibliográfica, estudos de caso e identificação dos elementos para modelo de referência. A revisão bibliográfica foi realizada à partir da busca de artigos nas bases de dados Web of Science e Scopus, além de outros artigos relevantes não indexados nestas bases de dados.

Os estudos de caso foram desenvolvidos em cinco empresas conforme o Quadro 2. As empresas foram selecionadas conforme o tipo de atividade, abrangendo diversos segmentos de manufatura. Outro critério utilizado foi a escolha de empresas com mais de uma unidade produtiva.

Empresa	Atividade	Nacionalidade	Nº funcionários no Brasil	Entrevistado
A	Máquinas agrícolas	Multinacional brasileira	4000	BB responsável pelo acompanhamento dos projetos
B	Química	Multinacional Estrangeira	4500	BB responsável pelo programa em uma Unidade
C	Automotiva	Multinacional Estrangeira	4200	GB com atuação em média gerência
D	Bens de capital	Multinacional brasileira	3500	MBB responsável pelo programa em toda a empresa
E	Linha Branca	Multinacional Estrangeira	12.000	MBB responsável pelo programa em uma Unidade

Quadro 2 - Estudos de caso e entrevistados

Por fim, foi proposto um conjunto de elementos para modelo de referência para viabilizar a constituição de redes auto-organizadas à partir do programa Seis Sigma encontrado nas Organizações estudadas. Os elementos para modelo de referência consideraram as literaturas sobre redes auto-organizadas e Seis Sigma, além das observações verificadas durante os estudos de caso.

2.3. Protocolo de pesquisa

Como já mencionado, esta pesquisa irá utilizar estudos de caso, onde segundo Yin (2010) um estudo de caso busca responder a questões do tipo “como” e/ou “por que”, inseridas no mundo real e sem controle por parte do pesquisador. O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que foca na compreensão da dinâmica presente em condições individuais (Eisenhardt, 1989). Assim, considerando os objetivos da pesquisa, o estudo de caso é o método mais adequado. Serão realizados estudos de casos múltiplos, pois as evidências destes são consideradas mais vigorosas e o estudo, em geral, é visto como mais robusto (Yin, 2010).

Pretende-se analisar a gestão do programa Seis Sigma em cinco empresas de grande porte que possuam mais de uma unidade em operação, sendo que cada empresa constitui um caso, compondo assim o estudo de casos múltiplos. O protocolo de pesquisa define a questão de pesquisa, as fontes de informação e as questões a serem respondidas pela pesquisa (Yin, 2010). O Quadro 3 apresenta o protocolo elaborado para esta pesquisa.

Protocolo de Estudo de caso	
Tipo de pesquisa	Exploratória e Descritiva
Questões de estudo	<p>Questão 1: Como compatibilizar o programa Seis Sigma para viabilizar a formação de redes auto-organizadas?</p> <p>Questão 2: Como representar e articular os elementos que compõem uma rede auto-organizada?</p>
Unidade de análise	Programa Seis Sigma
Número de casos	Estudo de casos múltiplos com cinco casos
Local e limite de tempo	Empresas de grande porte com mais de uma unidade em operação entre 2012 e 2013.
Validade dos construtos	Utilização de múltiplas fontes de coleta de dados (relatórios de projetos e entrevista com líderes do programa)
Validade externa	Apenas para empresas de grande porte com mais de uma unidade em operação.
Confiabilidade	Utilização de protocolo de estudo de caso

Quadro 3 - Protocolo de pesquisa de estudo de caso

2.4. Técnicas de coleta de dados

Para a realização da coleta de dados foram realizadas entrevistas semiestruturadas através de um roteiro, apresentado no APÊNDICE I. O roteiro contempla perguntas que permitiram a modelagem da gestão do programa Seis Sigma na empresa e a identificação da existência ou não de características de uma rede de inovação auto-organizada no programa Seis Sigma da empresa. As perguntas descritas no APÊNDICE I são consideradas as questões do pesquisador, sendo estas as questões que ajudarão nas respostas das questões da pesquisa.

As entrevistas foram realizadas com membros da estrutura Seis Sigma que representem posições semelhantes em todas as Organizações estudadas, buscando dessa forma que os conhecimentos dos entrevistados sejam nivelados, evitando possíveis distorções que poderiam ser causadas por diferenças nas posições dos entrevistados.

A coleta dos dados se dará também através do acesso a documentos de projetos Seis Sigma realizados pela empresa.

2.5. Técnicas de análise dos dados

As informações verificadas através da entrevista semiestruturada e da documentação foram inicialmente sistematizadas através da modelagem organizacional, utilizando-se a metodologia EKD. As primeiras versões de cada modelo foram submetidas aos entrevistados para verificar possíveis divergências, até o momento em que os modelos sejam validados pelos entrevistados como sendo representativos do programa Seis Sigma da empresa estudada.

Após análise e adequação dos modelos junto aos entrevistados, os modelos foram novamente analisados, desta vez pelo pesquisador, na busca de características que identifique o programa Seis Sigma como uma rede de inovação auto-organizada ou não. A análise foi feita considerando as características de redes de inovação auto-organizadas identificadas no referencial teórico, resultando assim em um quadro contendo a análise e as mudanças sugeridas.

4. ESTUDOS DE CASO

Este capítulo apresenta os estudos de caso desenvolvidos nesta pesquisa. Foram realizados cinco estudos de caso em empresas diferentes. Em cada estudo de caso foi realizada a modelagem do programa Seis Sigma e posteriormente foi feita uma análise destes modelos comparando-os com a literatura sobre redes auto-organizadas, conforme descrito nos métodos de pesquisa. O último tópico de capítulo apresenta uma análise agregada de todos os estudos de casos, que será utilizada como base para o desenvolvimento dos elementos para modelo de referência.

Os estudos de caso apresentam como resultado imediato, a sistematização do programa Seis Sigma na empresa estudada através da modelagem organizacional realizada com a metodologia EKD, permitindo assim uma pronta avaliação tanto por parte do pesquisador quanto por parte do entrevistado, se tornando um instrumento para comunicar seu funcionamento e permitir a análise de mudanças necessárias. Os modelos resultantes de cada estudo de caso representam o “as-is” do método EKD-CMM.

3.1. Estudo de Caso Empresa A – Empresa de Máquinas Agrícolas

Este estudo de caso foi realizado junto a uma empresa multinacional brasileira, com mais de 60 anos em atividade, diversas unidades de negócio, mas cuja unidade principal é produtora de máquinas agrícolas. A empresa possui cerca de 4000 funcionários, dos quais 1700 trabalham na unidade estudada. O faturamento anual está em torno R\$ 1 bilhão, sendo que 75% deste valor corresponde à unidade estudada. A entrevista foi realizada junto ao *Black Belt* responsável pelo acompanhamento dos projetos Seis Sigma, o qual relatou ganhos anuais superiores a R\$ 1 milhão com os projetos Seis Sigma desenvolvidos.

A empresa estudada demonstrou que a gestão de seu programa Seis Sigma ainda está em desenvolvimento, centralizando as decisões e responsabilidades no MBB, onde os participantes pouco se comunicam, onde os projetos são geridos à partir dos donos dos processos e com pouco reconhecimento dos projetos desenvolvidos e seus benefícios. Estas constatações podem ser percebidas através dos modelos elaborados, que são apresentados nos tópicos 4.1.1 a 4.1.5. O tópico 4.1.6 é destinado aos resultados.

3.1.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa A

A Figura 4 apresenta o modelo de objetivos do programa Seis Sigma na organização estudada. O principal objetivo é aumentar a competitividade da organização (Objetivo 1), que pode ser atingido através dos sub-objetivos de redução de custos (Objetivo 1.1), da redução da variabilidade dos processos (Objetivo 1.2) ou da melhoria da qualidade dos produtos (Objetivo 1.3). Os participantes do programa Seis Sigma possuem dedicação parcial, o que foi considerado um problema (Problema 1) que pode ser solucionado pelo estabelecimento de uma equipe mínima dedicada integralmente à metodologia Seis Sigma. Todos os participantes desenvolvem outras atividades dentro da empresa, sendo as atividades relacionadas à estrutura Seis Sigma consideradas secundários.

Outro objetivo identificado foi o de garantir o uso de metodologia para desenvolvimento de projetos (Objetivo 2). Este objetivo apoia o Objetivo 1, uma vez que o aumento da competitividade se alcança através da correta aplicação da metodologia. Para garantir a correta aplicação da metodologia são realizadas reuniões periódicas que avaliam este aspecto. Aqui se verifica a oportunidade de criar um banco com melhores práticas em Seis Sigma (Oportunidade 1), sendo este banco útil como referência de projetos anteriores bem sucedidos e mal sucedidos, evitando a repetição de falhas e possibilitando a repetição dos acertos. Ao utilizar o banco com as melhores práticas, os participantes podem verificar se seus projetos estão adequados à metodologia, evitando assim desvios que somente seriam detectados nas reuniões de acompanhamento.

Figura 4 - Modelo de objetivos do programa Seis Sigma na empresa A

3.1.2. Modelo de regras de negócio da empresa A

A Figura 5 apresenta o modelo de regras de negócio para o programa Seis Sigma da organização estudada, sendo que as regras de negócio são responsáveis por viabilizar o atingimento dos objetivos, onde todo objetivo deve possuir no mínimo uma regra associada. Ao utilizar critérios de seleção de projetos pré-estabelecidos (Regra 1), tenta-se garantir que apenas projetos com potencial de aumentar a competitividade (Objetivo 1) da organização deverão ser desenvolvidos. Tais critérios estão disponíveis em planilha eletrônica onde todos os projetos são avaliados pelo *Black Belt* ou *Master Black Belt* antes de serem desenvolvidos. Realizando reuniões periódicas de acompanhamento (Regra 2) os responsáveis buscam manter os projetos em desenvolvimento conforme o planejado para o aumento da competitividade (Objetivo 1). Os desvios identificados nestas reuniões são tratados e reanalisados na próxima reunião de acompanhamento. Ao utilizar o apoio do escritório de projetos (Regra 3), se garante o uso da metodologia para desenvolvimento dos projetos (Objetivo 2) e se mantém dentro do planejado para o projeto, de forma a aumentar a competitividade (Objetivo 1). O escritório de projetos apoia o desenvolvimento dos projetos quanto a aplicação da metodologia, cumprimento de prazos e orçamento, comunicação entre os diversos níveis de gerência envolvidos. Com a utilização de *templates* estabelecidos (Regra 4), se garante o uso da metodologia no desenvolvimento dos projetos (Objetivo 2), que também é garantido pela utilização da metodologia Seis Sigma (Regra 5). Uma vez que os *templates* contêm todas as técnicas, ferramentas e roteiro para o desenvolvimento dos projetos, a utilização deste minimiza a ocorrência de desvios. A utilização da metodologia Seis Sigma (Regra 5) permite ainda que os objetivos de redução de custos (Objetivo 1.1), redução da variabilidade dos processos (Objetivo 1.2) e melhoria da qualidade dos produtos (Objetivo 1.3) sejam alcançados. Todos os projetos desenvolvidos devem ser avaliados (Regra 6), o que apoia o aumento da competitividade (Objetivo 1). Aspectos como o ganho financeiro, cumprimento de cronograma e orçamento e correta utilização da metodologia são importantes nesta avaliação. Porém, as metas não precisam ser plenamente alcançadas para que o projeto seja considerado bem sucedido, cabendo ao *Master Black Belt* ponderar sobre quando um projeto é considerado bem sucedido.

Figura 5 - Modelo de regras de negócio do programa Seis Sigma na empresa A

3.1.3. Modelo de atores e recursos da empresa A

A Figura 6 apresenta o modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma na empresa A. O modelo se desenvolve a partir da Diretoria de Operações (Unid. Organizacional 1), sendo esta composta pelo Escritório de Projetos (Unid. Organizacional 1.4), Gerência de Validação (Unid. Organizacional 1.3), Gerência de Fábrica (Unid. Organizacional 1.2) e as diversas Gerências dos demais processos da empresa (Unid. Organizacional 1.1).

Nesta estrutura, um *Black Belt* (Unid. Individual 2) pode ser parte tanto do Escritório de Projetos quanto de alguma Gerência de um processo específico. O *Black Belt* exerce o Controle de projetos (Papel 5), é Líder de projetos Seis Sigma (Papel 2) e participa de equipes de projetos (Papel 6). O *Black Belt* enquanto exercendo o papel de Controle de projetos é responsável pelo ERP (Recurso 6), onde são lançados os dados referentes aos custos do desenvolvimento dos projetos, e verifica as planilhas de acompanhamento e controle (Recurso 1). As planilhas são utilizadas para viabilizar o alcance das metas e a correta utilização da metodologia Seis Sigma.

O líder de projetos Seis Sigma é responsável pelas planilhas de acompanhamento e controle quanto ao seu correto preenchimento, além de utilizar metodologia Seis Sigma (Recurso 2) e desenvolver o Projeto Seis Sigma (Recurso 4). O *Master Black Belt* (Unid. Individual 3) é um Especialista em Seis Sigma (Papel 3) e um Instrutor de Seis Sigma (Papel 7), além aprovar e orientar os Projetos Seis Sigma e apoiar o *Black Belt* na aplicação da metodologia. Sendo o *Master Black Belt* um especialista na metodologia, cabe a este treinar os ingressantes no programa Seis Sigma, auxiliar na aplicação da metodologia, auxiliar na utilização das ferramentas estatísticas e sanar quaisquer dúvidas dos líderes de projetos que possam surgir no decorrer do desenvolvimento do projeto.

O gerente de determinado processo (Unid. Individual 1) é o Dono do processo (Papel 1) onde o projeto será desenvolvido e indica possíveis projetos Seis Sigma. Os projetos podem ser desenvolvidos em qualquer processo da organização, mas sempre por indicação dos gerentes. Os demais funcionários (Unid. Individual 5) participam das equipes de projetos (Papel 6), onde recebem breve treinamento ministrado pelo *Master Black Belt* para conhecer a metodologia.

Figura 6 - Modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma na empresa A

3.1.4. Modelo de processos de negócio da empresa A

A Figura 7 apresenta o modelo de processos de negócio do programa Seis Sigma da empresa A. Os processos de negócio são iniciados pelo dono de um processo (Papel 1) da organização, ou seja, o gerente de qualquer processo. Este faz a sugestão ao *Master Black Belt* de um novo projeto de interesse em sua área (Processo 1) através de um formulário de indicação de projeto (Infofet 1). Este formulário de indicação segue para avaliação (Processo 2) onde dentre os critérios utilizados para a avaliação, destaca-se o prazo para o desenvolvimento do projeto, o retorno financeiro mensurável, o desconhecimento das causas dos problemas e os custos de desenvolvimento do projeto. O projeto pode ser não selecionado (Infofet 2), onde o gerente é comunicado que aquele projeto não se adequa, ou selecionado (Infofet 3) para desenvolvimento. Caso o projeto seja selecionado, é elaborado o *charter* do projeto (Processo 3), contendo informações como a equipe de desenvolvimento, as metas, o orçamento, o cronograma e o escopo (Infofet 4). O *charter* é elaborado de forma conjunta pelo dono do processo, líder do projeto e *Master Black Belt*. Com estas informações é iniciado o desenvolvimento do projeto (Processo 4).

Durante o desenvolvimento são aplicadas ferramentas e técnicas estatísticas e não estatísticas para a solução do problema. Este processo conta ainda com o acompanhamento pelo *Black Belt* dos indicadores do projeto (Processo 4.1), como orçamento, cronograma e ganho financeiro, e com a orientação durante a execução do projeto (Processo 4.2), que é realizada pelo *Master Black Belt*. Após finalizado o projeto, os resultados do mesmo são avaliados (Processo 5) conjuntamente pelo líder do projeto, dono do processo, *Master Black Belt* e *Black Belt*, resultando assim em um relatório final do projeto (Infofet 5).

Existe ainda um processo de treinamento dos colaboradores na metodologia Seis Sigma (Processo 6), que é realizado por um Instrutor de Seis Sigma (Papel 7). O colaborador treinado (Infofet6) inicia sua participação a partir da elaboração do *charter* do projeto (Processo 3) e é responsável pelo desenvolvimento dos projetos (Processo 4). O primeiro projeto liderado pelo colaborador é desenvolvido em proximidade com *Master Black Belt*, pois o primeiro projeto é a “prova final” do treinamento na metodologia Seis Sigma.

Figura 7 - Modelo de processos de negócio do programa Seis Sigma na empresa A

3.1.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa A

A Figura 8 apresenta o modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma da empresa A. Este modelo foi desenvolvido a partir da expectativa do entrevistado quanto a um sistema de informação que lhe atendesse, uma vez que a organização estudada não possuía qualquer sistema de informação que apoiasse a gestão do programa Seis Sigma no período em que o estudo de caso foi desenvolvido. Neste modelo são definidos os requisitos que o sistema de informação (SI) deve cumprir para atingir o seu objetivo de permitir o gerenciamento dos projetos Seis Sigma (Objetivo SI 1). Para atingir este objetivo o SI deve armazenar os *templates* preenchidos no desenvolvimento dos projetos (Requisito Funcional SI 2). O SI deve permitir ainda o acompanhamento do status dos projetos em desenvolvimento (Requisito Funcional 6) com o acompanhamento do cronograma, custos, metas e aplicação da metodologia Seis Sigma (Requisito Funcional 6.1) que é feito pelo *Black Belt* e a avaliação dos projetos em desenvolvimentos e desenvolvidos (Requisito Funcional 1) com a avaliação do cronograma, custos, metas e aplicação da metodologia Seis Sigma (Requisito Funcional 1.1) que é feita pelo *Master Black Belt*. Tais requisitos apoiam alguns processos (Processos 3, 4, 4.1 e 5), implementam algumas regras (Regras 4, 5 e 6) e permitem o alcance do objetivo de garantir uso de metodologia para desenvolvimento de processos (Objetivo 1).

Para viabilizar o estabelecimento de um banco com melhores práticas em Seis Sigma (Oportunidade 1), o SI possui também o objetivo de permitir o compartilhamento de conhecimento e experiências entre os participantes do programa Seis Sigma (Objetivo SI 2). Este objetivo do SI é alcançado através do atendimento dos requisitos de manter repositórios com todos os projetos já desenvolvidos (Requisito Funcional 3), de forma que os novos projetos possam utilizar os conhecimentos produzidos em projetos anteriores, manter cadastro dos participantes do programa Seis Sigma com suas experiências e competências (Requisito Funcional 4) e permitir a comunicação entre os envolvidos no programa Seis Sigma em todas as unidades da organização (Requisito Funcional 5).

Figura 8 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma na empresa A

3.1.6. Análise do estudo de caso na empresa A

Os modelos desenvolvidos apresentam o funcionamento atual do programa Seis Sigma na empresa estudada. Após analisar os modelos e com base na literatura apresentada, foi possível comparar as características de uma rede auto-organizada com as características encontradas no programa Seis Sigma da empresa, resultando assim em conjunto de mudanças necessárias para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada a partir do programa Seis Sigma.

O Quadro 4 apresenta as características encontradas na literatura, as evidências do estudo de caso e as necessidades de mudanças para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada à partir do programa Seis Sigma. Vale ressaltar ainda que as mudanças sugeridas exigem o desenvolvimento de uma cultura de colaboração, pois sem esta cultura as mudanças pouco afetam a dinâmica do programa Seis Sigma, não viabilizando a formação de uma rede de inovação auto-organizada.

O programa encontrada na empresa A não possui GBs, dificultando a difusão da metodologia Seis Sigma. Por atuarem com dedicação parcial em projetos Seis Sigma, os GBs são difusores da metodologia, inserindo-a em seu cotidiano e aumentando o interesse dos demais colaboradores. Como apresentando na literatura, os GBs lideram projetos de menor complexidade, onde não se faz necessário um conhecimento avançado em estatística, o que disponibiliza os BBs a realizarem projetos de maior complexidade e que exigem conhecimentos mais profundos.

Característica (Literatura)	Evidência	Necessidade de Mudança
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Devany, 1996)	O aprendizado só é possível através de conversas com o MBB	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn, Anderson et al., 1996)	As equipes são formadas rapidamente, porém de forma centralizada e conduzida pelo MBB	Dispor mecanismo para reunião das competências necessárias rapidamente e formar a equipe
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999)	Não existe qualquer relação entre os participantes, exceto as reuniões de acompanhamento	Incentivar o encontro dos envolvidos e desenvolver SI para interação.
Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash e Rycroft, 2000)	Participantes não se desenvolvem conjuntamente, apenas através de treinamento externo	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais

Ampla conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002)	Somente o MBB conhece as competências dos demais envolvidos	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002)	Existe a confiança, porém a ajuda só existe por parte do MBB	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft e Kash, 2004)	Os projetos são desenvolvidos prioritariamente a partir de indicações dos donos dos processos	Método para geração e seleção de ideias dentro da próprio programa Seis Sigma
Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner e Leydesdorff, 2005)	Liderança explícita e centralizada nos MBB que selecionam os projetos e detêm o conhecimento	Modificar a atuação dos MBBs para que estes sejam apoiadores do programa Seis Sigma.
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido (Crowston, Li <i>et al.</i> , 2007)	Sistema de informação é utilizado apenas para alocação de custos	Utilizar SI para permitir a interação entre os participantes, a troca de experiências, depositar arquivos e recuperar projetos anteriores.

Quadro 4 - Necessidades de mudança na empresa A

Dentre as mudanças sugeridas, destaca-se a implementação de um SI que permita a manutenção de um repositório com todos os projetos já desenvolvidos, sendo este repositório acessível a todos os participantes envolvidos. O SI é parte de várias das mudanças propostas, como: promover o aprendizado e interação dos participantes, tornar as competências dos participantes disponíveis para todos e formar equipes rapidamente. Outra mudança necessária é o compartilhamento de responsabilidades do MBB, deixando este de centralizar as decisões e seleção de projetos, dividindo responsabilidade com os BBs. O desenvolvimento de um método para geração de ideias e seleção de projetos dentro da próprio programa Seis Sigma também contribui para a constituição da rede auto-organizada, uma vez que torna o programa menos suscetível a interferências externas. Além de sugerir e selecionar projetos, o programa deve ser capaz de formar equipes rapidamente e com as competências adequadas para o desenvolvimento do projeto.

3.2. Estudo de Caso Empresa B – Indústria Química

Este estudo de caso foi realizado junto a uma empresa multinacional do setor químico, reconhecidamente inovadora, presente em mais de setenta países e com sete unidades industriais no Brasil, onde emprega cerca de 4.500 funcionários. Suas unidades no Brasil faturaram em 2011 cerca R\$ 2 bilhões e obtiveram um ganho financeiro a partir do

desenvolvimento de projetos Seis Sigma de cerca US\$ 20 milhões. A entrevista foi realizada junto ao *Black Belt* responsável pelo programa Seis Sigma em uma das unidades brasileiras

A empresa demonstrou possuir uma gestão madura do programa Seis Sigma, uma vez que a metodologia é utilizada desde 2002 nas unidades brasileiras. Possui responsabilidades bem definidas, uma sistemática para sugestão e seleção de projetos, sistema de informação específico para apoio à estrutura Seis Sigma, eventos de reconhecimento dos projetos bem sucedidos e boa comunicação e colaboração entre os participantes. Tais constatações podem ser observadas nos modelos desenvolvidos. Todos os modelos foram validados pelo entrevistado, que afirma que “abordam muito bem os processos, os envolvidos e as dificuldades encontradas na empresa”. Os tópicos 4.2.1 a 4.2.5 apresentam os modelos desenvolvidos, enquanto o tópico 4.2.6 é destinado aos resultados.

3.2.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa B

A Figura 9 apresenta o modelo de objetivos organizacionais do programa Seis Sigma da empresa B. O programa Seis Sigma desta empresa possui dois objetivos principais: melhorar resultados da organização a partir de projetos Seis Sigma (Objetivo 1) e desenvolver profissionais (Objetivo 2), pois a empresa acredita que as competências desenvolvidas durante os projetos capacitam o profissional para assumir cargos de gerência. Para se atingir o objetivo de melhorar resultados da organização a partir de projetos Seis Sigma, deve ser atendido pelo menos um dos três sub-objetivos: reduzir custos (Objetivo 1.1) ou aumentar a disponibilidade de caixa (Objetivo 1.2) ou promover o crescimento em vendas (Objetivo 1.3). Apoiando estes objetivos existe a possibilidade de replicar projetos de sucesso (Oportunidade 1). Dificultando o alcance destes objetivos, os colaboradores desconhecem metodologias de gestão de projetos como o PMBoK (Problema 1). Já o objetivo de desenvolver profissionais se apoia em dois sub-objetivos que devem ser atingidos simultaneamente, sendo: treinar colaboradores na metodologia Seis Sigma (Objetivo 2.1) e formar liderança qualificada (Objetivo 2.2).

Foi identificado ainda a existência de um SI com todos os projetos já desenvolvidos e em desenvolvimento (Ponto Forte 1), porém, os GBs não acessam estes dados de projetos sistematicamente (Problema 2) devido ao SI com os dados não possuir interface amigável (Causa 1). Este SI de apoio ao Seis Sigma já está sendo atualizado (Ação 1), para facilitar e incentivar a utilização do mesmo.

Figura 9 - Modelo de objetivos do programa Seis Sigma na Empresa B

3.2.2. Modelo de regras do negócio da empresa B

A Figura 10 apresenta o modelo de regras do negócio do programa Seis Sigma da empresa B. A primeira regra existente consiste em validar junto ao departamento financeiro todos os projetos com retorno superior a US\$ 50.000,00 (Regra 1), que apoia a melhoria nos resultados da organização a partir de projetos Seis Sigma (Objetivo 1). O valor de US\$ 50.000,00 foi estipulado pela presidência e visa evitar erros na apuração dos resultados, uma vez que o programa Seis Sigma é parte importante do resultado da empresa e precisa indicar valores confiáveis. O Objetivo 1 é apoiado ainda por três regras: projetos devem reduzir custos (Regra 2), projetos devem aumentar a disponibilidade de caixa (Regra 3) e projetos devem promover o crescimento da empresa (Regra 4), onde no mínimo uma destas três regras deve ser atendida. Estas regras funcionam também como uma classificação dos projetos, onde estes são agrupados por projetos de redução de custo, projetos para aumento da disponibilidade de caixa e projetos de crescimento (ou alavancagem) da empresa.

Dada a importância dos projetos Seis Sigma para empresa, esta define que todos os projetos Seis Sigma devem ser avaliados (Regra 8), quanto a custos, cronogramas, resultados e aplicação da metodologia, de forma a apoiar a melhora nos resultados da organização e apoiar o desenvolvimento de profissionais (Objetivo 2). Além disso, deve-se realizar reuniões periódicas de acompanhamento dos projetos (Regra 7), onde podem ser tomadas ações de correção em projetos, discutir alternativas ou mesmo encerrar o projeto, também apoiando o alcance dos dois objetivos.

Para desenvolver os profissionais, todos os líderes de projetos devem ser treinados na metodologia Seis Sigma (Regra 6). O treinamento é realizado internamente, ministrado pelos Estatísticos e *Master Black Belts*. O primeiro projeto desenvolvido por cada colaborador é parte do treinamento, que só é finalizado após avaliação dos resultados. O colaboradores treinados participam de eventos onde são certificados por seus projetos.

Por fim, todos os projetos devem ser arquivados no SI de Seis Sigma (Regra 5), apoiando assim o desenvolvimento dos profissionais e a melhoria dos resultados da organização, uma vez que estes projetos são utilizados para consultas em novos projetos e para replicação de projetos bem sucedidos.

Figura 10 - Modelo de regras de negócios do programa Seis Sigma na Empresa B

3.2.3. Modelo de atores e recursos da empresa B

A Figura 11 apresenta o modelo de atores e recursos do programa Sei Sigma na empresa B. O modelo parte da Presidência da empresa (Unid. Organizacional 1), da qual fazem parte a Estrutura Seis Sigma (Unid. Organizacional 1.1) e as demais Diretorias (Unid. Organizacional 1.2). Nesta empresa, o programa Seis Sigma desenvolve os projetos para as Diretorias. Toda a Estrutura Seis Sigma utiliza a Metodologia Seis Sigma (Recurso 1) e softwares de estatística, de escritório e o SI Seis Sigma (Recurso 2). Todo participante treinado recebe acesso aos softwares de estatística e ao SI específico para o Seis Sigma.

Fazem parte da Estrutura Seis Sigma: os *Master Black Belts* (Unid. Individual 1), os *Black Belts* (Unid. Individual 2), os Estatísticos (Unid. Individual 3) e os *Green Belts* (Papel 1). Os Estatísticos e os *Green Belts* possuem dedicação parcial dentro do programa, desenvolvendo também atividades que não estão ligadas a projetos Seis Sigma. Já os *Master Black Belt* e os *Black Belts* se dedicam integralmente a projetos Seis Sigma. Os *Master Black Belts* selecionam, apoiam e avaliam os Projetos Seis Sigma (Recurso 3), além de apoiar os *Black Belts* quando necessário. Os *Black Belts* por sua vez lideram as Equipes de Projeto Seis Sigma (Unid. Organizacional 2) em projetos de grande complexidade ou apenas apoiam estas equipes em caso de projetos de menor complexidade. Já os Estatísticos são responsáveis pelo treinamento dos *Black Belts*, *Green Belts* e dos Trainees (Unid. Individual), além de apoiar as equipes de projeto Seis Sigma quanto às técnicas estatísticas disponíveis e avaliar os resultados dos Projetos Seis Sigma desenvolvidos.

Dentro das diversas diretorias que a organização possui, estão os Gerentes (Unid. Individual 7), que selecionam projetos Seis Sigma juntamente com os *Master Black Belts*, e indicam Colaboradores (Unid. Individual 8) para receberem os treinamentos na metodologia e desempenhar os papéis de *Green Belt* (Papel 1), podendo posteriormente se tornarem *Black Belts* ou até *Master Black Belts*. Somente *Green Belts* podem se tornar *Black Belts*, sendo necessário um treinamento complementar para melhor domínio da metodologia. Os colaboradores desempenham ainda suas Funções de rotina (Papel 2) dentro de seus setores, uma vez que os *Green Belts* se dedicam apenas parcialmente à Estrutura Seis Sigma, possuindo outras atribuições.

Figura 11 - Modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma na Empresa B

3.2.4. Modelo de processos de negócios da empresa B

A Figura 12 apresenta o modelo de processos de negócios do programa Seis Sigma na empresa B. O processo se inicia com a revisão do mapa de fluxo de valor (Processo 1), que é realizada anualmente pelos Gerentes (Unid. Individual 7) juntamente com os Master Black Belts (Unid. Individual 2). Como resultado, tem-se o mapa de fluxo de valor (Infofet 1) devidamente atualizado que é utilizado para a geração de ideias de projetos (Processo 2), resultando em uma lista de projetos a serem desenvolvidos (Infofet 2) que posteriormente será priorizada (Processo 3) por estes mesmos profissionais. Com a lista de projetos priorizada (Infofet 3), o próximo processo será direcionar os projetos para os *Black Belts* e *Green Belts* aptos a desenvolvê-los (Processo 4).

A partir deste direcionamento são elaborados os contratos de projeto (Processo 5), que contém informações como: cronograma, equipe, escopo, meta e orçamento (Infofet 4). Os líderes de projetos iniciam sua participação neste momento. Passa-se então para o desenvolvimento do projeto (Processo 6). Durante o desenvolvimento do projeto, três sub-processos são realizados: acompanhar o desenvolvimento do projeto (Processo 6.1), orientar o desenvolvimento do projeto (Processo 6.2) e participar de workshops com os demais *Black Belts* e *Green Belts* (Processo 6.3). Ao final do desenvolvimento do projeto, é gerado um relatório do projeto (Infofet 5), que é utilizado para avaliar o projeto (Processo 7). Se o projeto estiver com pendências (Infofet 6), ele retorna para a fase de desenvolvimento. Caso o projeto seja declarado como bem sucedido (Infofet 7), são desencadeados três processos: participar de evento de reconhecimento (Processo 9), participar em evento de replicação (Processo 10) quando aplicável e arquivar projeto no sistema de informação (Processo 8) que será acessado por outros colaboradores de todas as unidades da empresa no mundo. Com os documentos e relatório do projeto arquivados (Infofet 8), é feito novo direcionamento de projetos para os *Black Belts* e *Green Belts* (Processo 4).

O treinamento dos colaboradores na metodologia Seis Sigma (Processo 11) é realizado internamente pelo estatístico (Unid. Individual 3). O colaborador treinado (Infofet 9) pode então participar do direcionamento de projetos (Processo 4) e desenvolver seus projetos. Mas como já informado, o primeiro projeto desenvolvido por quem recebe o treinamento faz parte da capacitação e o colaborador só é considerado treinado após finalizar com sucesso o primeiro projeto Seis Sigma.

Figura 12 - Modelo de processos de negócios do programa Seis Sigma na Empresa B

3.2.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa B

A Figura 13 apresenta o modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma da empresa B. O modelo representa um SI já implementado e em operação pela empresa. O principal objetivo do SI é disponibilizar banco de dados para melhorar o desenvolvimento e gerenciamento de projetos Seis Sigma em toda a empresa (Objetivo SI 1). Este objetivo é apoiado por quatro requisitos funcionais, sendo: registrar os projetos Seis Sigma desenvolvidos e em desenvolvimento (Requisito Funcional 1.1), permitir buscas e consultas de projetos por fase, título, tipo, equipe, líder e planta (Requisito Funcional 1.2), emitir relatórios para controle por parte dos líderes de projetos, *Master Black Belts* e gerentes (Requisito Funcional 1.4) e anexar documentos auxiliares dos projetos (Requisito Funcional 1.3), como planilhas, testes estatísticos, memórias de cálculos, formulários de aplicação das ferramentas, contrato de projeto e apresentação de resultados. Estes requisitos auxiliam no alcance do objetivo SI 1 uma que pode-se utilizar projetos anteriores com referência e pode-se exercer o controle dos projetos em tempo real, sem a necessidade de esperar as reuniões de acompanhamento.

Apesar de não ser obrigatório, o SI deve preferencialmente ser via web (Requisito Não-funcional 1.1). Este sistema web é importante para possibilitar o acesso aos projetos a partir de computador internet, independentemente de instalação do sistema nos computadores.

Cumprindo estes requisitos, o SI apoia na melhoria dos resultados da organização a partir de projetos Seis Sigma (Objetivo 1), a desenvolver profissionais (Objetivo 2), a acompanhar o desenvolvimento do projeto (Processo 6.1) e a arquivar os projetos no sistema de informação (Processo 8). Ressalta-se ainda que, apesar de o SI cumprir estes requisitos, nem todos os colaboradores acessam o sistema. O motivo deste não acesso ao sistema é a interface pouco amigável, não incentivando o seu uso.

Figura 13 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma na Empresa B

3.2.6. Análise do estudo de caso na empresa B

Os modelos desenvolvidos apresentam a situação atual do programa Seis Sigma na empresa B. Considerando a análise dos modelos desenvolvidos e a literatura já apresentada, realizou-se uma comparação entre as características de uma rede auto-organizada com as características encontradas no programa Seis Sigma da empresa. Esta comparação resultou em conjunto de mudanças necessárias para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada a partir do programa Seis Sigma na empresa B.

O Quadro 5 apresenta as evidências encontradas nos modelos desenvolvidos relativas a cada característica de rede auto-organizada identificada na literatura e as mudanças sugeridas no programa Seis Sigma para viabilizar a auto-organização da rede.

Característica (Literatura)	Evidência	Necessidade de Mudança
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Devany, 1996)	SI permite verificar projetos anteriores, possibilitando o aprendizado. Porém é pouco utilizado, não conduzindo ao desenvolvimento conjunto da rede	Promover workshops para integração e incentivar a utilização do SI
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn, Anderson et al., 1996)	As equipes são formadas rapidamente, com base no conhecimento do líder de projeto sobre as competências dos demais colaboradores	Dispor de mecanismo para reunião das competências necessárias rapidamente, auxiliando o líder na formação da equipe
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999)	A interação dos participantes é restrita aos eventos de reconhecimento e replicação. Os únicos que interagem com todos são os estatísticos e <i>Black Belts</i>	Incentivar o encontro dos envolvidos e modificar SI para permitir interação via sistema
Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash e Rycroft, 2000)	Participantes não se desenvolvem conjuntamente, apenas através de treinamento com o estatístico	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais
Amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002)	Somente o MBB e BBs conhece as competências dos demais envolvidos	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002)	Existe a confiança e espírito de ajuda mútua, porém os GBs se envolvem muito pouco	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis; estimular GBs a se envolverem
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas	MBBs e BBs participam da geração de ideias para projetos,	Método para geração e seleção de ideias dentro da próprio programa

significativas (Rycroft e Kash, 2004)	porém GBs não participam diretamente	Seis Sigma antes de gerar ideias junto aos gerentes
Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner e Leydesdorff, 2005)	Liderança explícita e centralizada nos MBB e BBs, apesar de todos participarem e serem ouvidos	Modificar a atuação dos MBBs e BBs para que estes sejam apoiadores do programa Seis Sigma.
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido (Crowston, Li <i>et al.</i> , 2007)	Existe SI para sistematizar informações projetos realizados, porém não abrange as competências do envolvidos e não permite discussões	Modificar o SI para permitir a interação entre os participantes, a troca de experiências e a identificação de competências

Quadro 5 - Necessidades de mudança na empresa B

O programa analisado já dispõe de parte das características e recursos necessários para se tornar auto-organizada, como a existência de um SI, interação entre os participantes e seleção de projetos descentralizada. Apesar da existência destas características e recursos, estes são subutilizados quando se trata de promover a auto-organização na rede. Isto significa dizer que apesar do programa Seis Sigma dispor de um SI para auxiliar no gerenciamento dos projetos e manutenção de históricos, este SI pouco contribui para o aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede, uma vez que não são acessados frequentemente pelos usuários (em especial os GB, que como já mencionado possuem também o papel de difundir a metodologia) e não permite a interação e discussão entre os usuários. O SI deveria então permitir discussões, disponibilizar as competências dos membros e possuir interface amigável para incentivar a sua utilização, aproveitando assim de seus benefícios. Apesar de existir interação entre os participantes, com ajuda mútua entre as partes, esta interação se restringe aos *workshops* e contatos pessoais, o que novamente limita o aprendizado e difusão do conhecimento gerado, uma vez que os eventos não são frequentes.

Outra mudança sugerida diz respeito à centralização da rede. Apesar da liderança ser desenvolvida de forma participativa, onde todos os integrantes são ouvidos, os MBB ainda centralizam as decisões e gestão do programa. O recomendado, para a viabilização de uma rede de inovação auto-organizada, é modificar o papel dos MBB para que estes atuem como apoiadores ou especialistas, dividindo a responsabilidade quanto ao sucesso da rede com os demais participantes.

3.3. Estudo de Caso Empresa C – Indústria de autopeças

Este estudo foi realizado junto a uma empresa multinacional americana de autopeças, presente em mais de 25 países, totalizando mais de 50 mil empregados. O faturamento anual da

empresa supera 10 bilhões de dólares em todo o mundo. No Brasil a empresa possui seis unidades fabris em funcionamento, totalizando aproximadamente 4.200 funcionários. O faturamento da unidade estudada foi superior a 32 bilhões de dólares em 2012. Quanto ao programa Seis Sigma, a unidade estudada estima ganhos reais em torno de 18 milhões de dólares com os projetos Seis Sigma desenvolvidos durante o ano de 2012.

O programa Seis Sigma da empresa possui mais de dez anos, porém não apresenta a maturidade notada em outras empresas. O programa possui grande rigidez quanto às metas e projetos selecionáveis, com foco restrito a ganhos financeiros mensuráveis, impedindo assim a realização de projetos relacionados a recursos humanos, clima organizacional ou aspectos ambientais sem retornos financeiros mensuráveis. A entrevista foi realizada junto a um *Green Belt* que ocupa cargo gerencial na empresa. Os tópicos a seguir apresentam os modelos referentes a este estudo de caso, suas descrições e a discussão dos resultados.

3.3.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa C

A Figura 14 apresenta o modelo de objetivos organizacionais do Programa Seis Sigma na empresa estudada. O principal objetivo do programa nesta organização é reduzir continuamente os custos (Objetivo 1). Este objetivo é apoiado por outros dois, sendo: Aplicar metodologia Seis Sigma em projetos (Objetivo 1.1) e desenvolver cultura de redução de custos (Objetivo 1.2). O desenvolvimento desta cultura de redução de custos possui um ponto forte que é o acompanhamento dos projetos realizado em reuniões coletivas (Ponto Forte 2), apoiando assim a criação dessa cultura. A que se destacar que os projetos mais relevantes são disponibilizados em um fórum mundial da empresa (Ponto Forte 1), permitindo a consulta por funcionários de qualquer unidade da empresa em todo o mundo.

Um outro objetivo identificado para o Programa Seis Sigma é contribuir para a perpetuação do negócio a partir do desenvolvimento de projetos Seis Sigma (Objetivo 2), que é apoiado pelo primeiro objetivo “reduzir custos continuamente”. Neste momento, verificou-se que a metodologia Seis Sigma não é aplicada em projetos que não resultem em redução de custos mensuráveis (Problema 1), uma vez que as rígidas metas anuais estabelecidas para redução de custos (Causa 1) desencorajam os *Green Belts* e *Black Belts* a desenvolverem projetos relacionados a recursos humanos, bem estar e ergonomia por estes serem de difícil mensuração.

Figura 14 - Modelo de objetivos do Programa Seis Sigma da empresa C

3.3.2. Modelo de regras do negócio da empresa C

A Figura 15 apresenta o modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma na empresa estudada. As duas primeiras regras estão diretamente relacionadas ao objetivo de reduzir custos continuamente (Objetivo 1), onde todos os projetos desenvolvidos devem ser avaliados (Regra 1) e todos projetos desenvolvidos devem ser validados pela controladoria da empresa (Regra 2). Uma premissa básica do Programa Seis Sigma está representada na Regra 3 que diz que todos os líderes de projetos devem ser treinados na metodologia Seis Sigma, o que apoia o cumprimento do objetivo de aplicar a metodologia Seis Sigma (Objetivo 1.1). O Objetivo 1.1 é apoiado pela utilização de *templates* estabelecidos para o desenvolvimento de projetos (Regra 4) e pela realização de reuniões periódicas de acompanhamento do projetos (Regra 5). Nestas reuniões são avaliados o rigor na aplicação da metodologia e o progresso do desenvolvimento do projeto, além de discussões e exemplos de diversos outros projetos, o que apoia também o objetivo de criar uma cultura de redução de custos.

Outro objetivo do Programa Seis Sigma nesta empresa é contribuir para a perpetuação do negócio a partir do desenvolvimento de projetos Seis Sigma, objetivo esse que é alcançado com o apoio da Regra 6, onde todos os projetos desenvolvidos devem ser disponibilizados no sistema de informação para análise gerencial.

Figura 15 - Modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa C

3.3.3. Modelo de atores de recursos da empresa C

A Figura 16 apresenta o modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma na empresa estudada. O modelo se inicia na Diretoria de Qualidade (Unidade Organizacional 1), da qual a Gerência de Melhoria Contínua (Unidade Organizacional 1.1) faz parte. Como parte da Gerência de Melhoria Contínua, está a Estrutura Seis Sigma (Unidade Organizacional 1.1.1), que é composta por *Green Belts* (Unidade Individual 1), *Black Belts* (Unidade Individual 3) e *Master Black Belts* (Unidade Individual 2). Todos as três unidades podem desempenhar o Papel 1 (Líder de Projeto), que utiliza a metodologia Seis Sigma (Recurso 2), software de estatística (Recurso 3) e os *templates* estabelecidos (Recurso 4), além de consultar o Fórum Mundial de Seis Sigma (Recurso 1) onde estão disponibilizados os melhores projetos já desenvolvidos na empresa em todo o mundo.

O Projeto Seis Sigma (Recurso 6) é desenvolvido pelo Líder de Projeto e pela Equipe de apoio ao Projeto Seis Sigma (Unidade Organizacional 4), na qual participa os demais colaboradores (Unidade Individual 4). Os colaboradores, além de participar das equipes de projetos, podem exercer suas funções de rotina (Papel 3) ou serem os donos do processo (Papel 2) onde o projeto será desenvolvido. O dono do processo é responsável por validar o Projeto Seis Sigma quando este é finalizado, bem como o supervisor de melhoria contínua (Unidade Individual 1), verificando as metas e a correta aplicação da metodologia Seis Sigma. Esta validação deve ser feita também pela controladoria (Unidade Organizacional 3), que certifica que o projeto cumpriu suas metas e realmente conseguiu o retorno financeiro declarado. O supervisor de melhoria contínua é responsável também por inserir os dados no sistema de informação (Recurso 5), que é acessado e modificado apenas por ele.

Figura 16 - Modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma da Empresa C

3.3.4. Modelo de Processos de Negócios da empresa C

A Figura 17 apresenta o modelo de processos do negócio do programa Seis Sigma na organização estudada. O processo se inicia externamente com a definição de metas de redução de custo (Processo Externo 1), que é realizada pelo presidente mundial da empresa. São definidas metas financeiras para todos os *Green Belts*, *Black Belts*. Conhecendo suas metas, o líder de projeto (Papel 1) define qual projeto irá desenvolver para alcançar esta meta (Processo 2). A partir daí é elaborado o charter do projeto (Processo 3), contendo: título, área, cronograma, pontos de verificação, equipe e redução de custo esperada (InfoSet 3). Os dados deste projeto são inseridos no SI (Processo 4) para posterior verificação. O projeto é então desenvolvido (Processo 5), onde durante seu desenvolvimento ocorrem o acompanhamento do projeto pelo *Master Black Belt* (Processo 5.1), orientação do desenvolvimento do projeto pelo *Master Black Belt* (Processo 5.2) e participação em workshops com demais *Belts* (Processo 5.3).

Com os documentos e relatórios do projeto (InfoSet 4), este deve ser então validado (Processo 6) pelo dono do processo, área de melhoria contínua e área de controladoria (InfoSet 5). Os resultados do projeto são então inseridos no SI da empresa (Processo 9) e posteriormente os melhores projetos são disponibilizados para consulta no Fórum Mundial de Seis Sigma da empresa (Processo 10). Paralelo a isto, o líder do projeto avalia se o resultado daquele projeto supera a sua meta anual de redução de custos (Processo 7). Caso a meta seja superada, ele não precisará desenvolver novos projetos ao longo do ano. Caso a meta não seja alcançada, ele então definirá um novo projeto (Processo 8) para alcançar a meta anual de redução de custos estipulada para ele.

Figura 17 - Modelo de processos do negócio do Program Seis Sigma da Empresa C

3.3.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa C

A Figura 18 apresenta o modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma para a empresa estudada. O SI tem o objetivo de disponibilizar dados gerenciais sobre os projetos desenvolvidos (Objetivo SI 1). Este objetivo é alcançado por meio de três requisitos funcionais, sendo: emitir relatórios para controle (investimentos, cronogramas, ganhos) (Requisito Funcional 1.1), permitir validação dos dados do projeto (Requisito Funcional 1.2) e registrar projetos desenvolvidos e em desenvolvimento (Líder, cronograma, report, ganho planejado e ganho real) (Requisito Funcional 1.3). O SI possui foco estritamente gerencial, apoiando apenas regras e processos de avaliação e controle de dados, não oferecendo qualquer suporte para o desenvolvimento de projetos.

Figura 18 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do Programa Seis Sigma da Empresa C

3.3.6. Análise do estudo de caso na empresa C

Os modelos desenvolvidos apresentam a situação atual do programa Seis Sigma na empresa C. Analisando os modelos desenvolvidos e a literatura já apresentada, realizou-se uma comparação entre as características de uma rede auto-organizada com as características encontradas no programa Seis Sigma da empresa C. Esta comparação resultou em um conjunto de mudanças necessárias para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada a partir do programa Seis Sigma na empresa C.

O Quadro 6 apresenta as evidências encontradas nos modelos desenvolvidos relativas a cada característica de rede auto-organizada identificada na literatura e as mudanças sugeridas no programa Seis Sigma para viabilizar a auto-organização da rede.

Característica (Literatura)	Evidência	Necessidade de Mudança
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Devany, 1996)	O aprendizado só é possível através de conversas com o MBB	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn, Anderson et al., 1996)	As equipes são formadas rapidamente, porém de forma centralizada e conduzida pelo MBB e BB	Disponibilizar mecanismo para reunião das competências necessárias rapidamente e formar a equipe
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999)	Não existe qualquer relação entre os participantes, sendo cada um responsável por suas metas e resultados	Incentivar o encontro dos envolvidos e desenvolver SI para interação.
Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash e Rycroft, 2000)	Participantes não se desenvolvem conjuntamente, apenas através de treinamento externo	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais
Amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002)	Somente o MBB conhece as competências dos demais envolvidos	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002)	Existe a confiança, porém a ajuda só existe por parte do MBB	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft e Kash, 2004)	Os projetos são desenvolvidos a partir das metas estabelecidas, mas o MBB e o dono do processo decide se o projeto será ou não desenvolvido	Método para geração e seleção de ideias dentro do próprio programa Seis Sigma

Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner e Leydesdorff, 2005)	Liderança explícita e centralizada no MBB que decidem projetos detêm o conhecimento	Modificar a atuação dos MBBs para que estes sejam apoiadores do programa Seis Sigma.
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido (Crowston, Li <i>et al.</i> , 2007)	Sistema de informação utilizado apenas para arquivar projetos	Utilizar SI para permitir a interação entre os participantes e a troca de experiências, além de apoiar a gestão do programa.

Quadro 6 - Necessidades de mudanças na empresa C

O programa Seis Sigma da empresa estudada apresentou poucas características de uma rede auto-organizada, dentre as quais a utilização de sistema de informação para sistematizar parte do conhecimento gerado, a existência de confiança mútua e a rápida formação de equipes para o desenvolvimento de projetos. Mesmo estas características encontradas precisam ser melhor desenvolvidas para viabilizar a formação e gerência de uma auto-organizada.

A primeira mudança necessária está relacionada ao aprendizado da rede, que na situação atual está limitado a conversas com o MBB. Neste caso é necessário incentivar a interação via SI e a realização de encontros presenciais onde os participantes possam compartilhar suas experiências. Esta mudança é necessária também para possibilitar a co-evolução da rede, que atualmente acontece somente em treinamentos externos. A mesma mudança pode possibilitar que os participantes tenham uma forte comunicação e interação, que na situação atual não foi encontrada.

Quanto ao amplo conhecimento e acesso às competências dos envolvidos, tais competências devem ser levantadas e disponibilizadas no SI, tornando-as acessíveis a todos colaboradores. A cultura de colaboração também é importante neste casos, pois os participantes precisam se dispor a compartilhar suas competências e ajudar uns aos outros. Isso possibilita ainda a ajuda mútua, também citada no quadro anterior.

A capacidade de se desenvolver sem interferências externas significativas também não foi encontrada no programa Seis Sigma da empresa estudada. Todas as decisões de metas, projetos a serem desenvolvidos e seleção de novos participantes são realizadas externamente à rede. Para modificar esta condição, sugere-se o desenvolvimento de método para geração e seleção de projetos e novos entrantes que permitam aos integrantes da rede participar de forma efetiva destas decisões. Esta mudança afetaria também atual liderança explícita e centralizadora do MBB, mudando seu papel para um consultor que apoie os demais participantes da rede, dividindo assim a responsabilidade quanto ao sucesso do programa Seis Sigma.

3.4. Estudo de Caso Empresa D – Indústria de bens de capital

Este estudo foi realizado junto a uma indústria multinacional brasileira de bens de capital com unidades fabris no Brasil, Alemanha, Estados Unidos e Itália, contando com cerca de 3500 funcionários. A empresa obteve um faturamento superior a 600 milhões de dólares no ano de 2012. O programa Seis Sigma da empresa já obteve ganhos financeiros de 267 milhões de dólares com a realização de projetos desde que foi implantado, no ano de 2008. Ao todo foram realizados mais 500 projetos.

A entrevista foi realizada com o *Master Black Belt* da empresa, sendo este responsável por todo o programa Seis Sigma, além de responder diretamente para o presidente. O programa Seis Sigma se demonstrou bastante desenvolvido, com excelentes mecanismos de controle e incentivos aos projetos. Os projetos são desenvolvidos de forma bastante fluida, sem grandes interferências por parte do *Master Black Belt*. Os modelos completos e suas descrições são apresentados nos tópicos seguintes, bem como as conclusões do estudo de caso.

3.4.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa D

A Figura 19 apresenta o modelo de objetivos organizacionais do programa Seis Sigma da empresa estudada. A empresa apresenta quatro objetivos principais do programa Seis Sigma, sendo: ampliar a cultura de melhoria contínua (Objetivo 1), melhorar continuamente os processos da empresa (Objetivo 2), desdobrar o planejamento estratégico da empresa (Objetivo 3) e aplicar a metodologia Seis Sigma (Objetivo 4).

Para apoiar a ampliação da cultura de melhoria contínua na empresa, o programa Seis Sigma busca disseminar as ferramentas de melhoria contínua (Objetivo 1.1) e capacitar os seus funcionários (Objetivo 1.2).

Já para melhorar os processos continuamente, o programa Seis Sigma possui como objetivos a melhoria da qualidade em produto e processos (Objetivos 2.1), a redução de custos (Objetivo 2.2) e o aumento da produtividade (Objetivo 2.3).

O programa Seis Sigma na empresa estudada apresenta alguns pontos fortes como: todos os projetos são arquivados em uma banco de dados de projetos (Ponto Forte 1) que pode ser acessado por qualquer funcionário, o desenvolvimento de novos projetos não depende do

Master Black Bel nem do Champion (Ponto Forte) e projetos sem impactos financeiros claros também são apoiados e reconhecidos (Ponto forte 3).

Figura 19 - Modelo de objetivos organizacionais do Programa Seis Sigma na Empresa D

3.4.2. Modelo de regras do negócio da empresa D

A Figura 20 apresenta o modelo de regras do negócio do programa Seis Sigma na empresa estudada. Nesta empresa, todos os projetos Seis Sigma devem ser inseridos no SI (Regra 1), o que possibilita o amplo acesso aos dados de projetos, apoiando assim a criação da cultura de melhoria contínua (Objetivo 1) e a aplicação da metodologia Seis Sigma (Objetivo 4). Todos os projetos devem ser avaliados pelo *Master Black Belt* (Regra 2), pelo departamento financeiro (Regra 3) e validados pelo gestor responsável pela área onde o projeto foi realizado (Regra 4). Estas regras apoiam o alcance do Objetivo 2, que é melhorar continuamente dos processos da empresa.

A utilização de *templates* estabelecidos (Regra 5), como planilhas, mapas e modelos, apoia o objetivo de aplicar a metodologia Seis Sigma e de melhorar os processos continuamente (Objetivo 2). Mesmo com a existência destes *templates*, todos os líderes de projetos devem ser treinados na metodologia Seis Sigma (Regra 6), ampliando assim a cultura de melhoria contínua e a própria aplicação da metodologia.

Outra regra é a realização de reuniões periódicas para acompanhamento dos projetos (Regra 7) e a realização de eventos periódicos de divulgação e premiação de projetos (Regra 8). Os eventos de divulgação e premiação contam com a participação de diretores, conselheiros e até do presidente, dando visibilidade aos líderes de projetos e estimulando assim a cultura de melhoria contínua da empresa.

Por fim, a Regra 9 diz que o *Master Black Belt* deve realizar projetos estratégicos, apoiando o desdobramento das estratégias da organização. Estes projetos são de médio e longo prazo e são acessados somente por diretores e gerentes.

Figura 20 - Modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa D

3.4.3. Modelo de atores e recursos da empresa D

A Figura 21 apresenta o modelo de atores e recurso do Programa Seis Sigma da empresa estudada. O modelo se inicia com a presidência da empresa (Unidade Organizacional 1) da qual fazem parte todas as diretorias (Unidade Organizacional 2) e a gerência de melhoria contínua (Unidade organizacional 1.1). Nesta empresa, a área de melhoria contínua tem contato direto com a presidência por meio do *Master Black Belt* (Papel 1). Abaixo do *Master Black Belt* estão os *Black Belts* (Papel 2), os *Green Belts* (Papel 4) e os *Yellow Belts* (Papel 3). Todos estes papéis são desempenhados por um colaborador treinado (Unidade Individual 2) na metodologia Seis Sigma, que lidera ou participa da equipe de projeto Seis Sigma (Unidade Organizacional 3), enquanto os colaboradores (Unidade Individual 1) não treinados podem participar da equipe de projeto ou desempenhar sua função de rotina (Papel 5).

A equipe de projeto Seis Sigma utiliza recursos como: Sistema de Informação Seis Sigma (Recurso 5), *templates* (Recurso 4), software de estatística ((Recurso 3) e a metodologia Seis Sigma (Recurso 2). Esta equipe é responsável por desenvolver o projeto Seis Sigma (Recurso 1), que é validado pelo gestor da área (Unidade Individual 4) onde o projeto foi desenvolvido, pelo Gerente de auditoria interna (Unidade Individual 3) que verifica o retorno financeiro do projeto e pelo *Master Black Belt* que verifica a aplicação da metodologia e os prazos.

Figura 21 - Modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma da Empresa D

3.4.4. Modelo de processo do negócio da empresa D

A Figura 22 apresenta o modelo e processos do negócio do programa Seis Sigma da empresa estudada. O processo se inicia com o colaborador treinado (Unidade Individual 2) definindo um projeto (Processo 1), o que resulta em uma proposta de projeto (Infoset 1). À partir desta proposta é elaborado o contrato do projeto (Processo 2) que apresenta o cronograma, equipe, escopo, meta e orçamento (Infoset 2) relacionados ao projeto a ser desenvolvido. Com estas informações passa-se ao desenvolvimento do projeto (Processo 3), que contém também os processos de orientação do desenvolvimento do projeto (Processo 3.2), onde são solucionadas dúvidas quanto à metodologia e técnicas utilizadas e acompanhamento do desenvolvimento do projeto (Processo 3.1), onde são verificados os prazos, escopo e métodos do projeto. Finalizado o desenvolvimento do projeto, tem-se um relatório e documentos do projeto (Infoset 3) onde estão detalhados o desenvolvimento e resultado dos projetos.

O projeto é então avaliado (Processo 4) pelo Master Black quanto à metodologia e prazos, pelo gestor da área quanto à sua relevância e alcance da meta e pelo departamento financeiro quanto aos seus custos e retorno financeiro, resultando assim em um conjunto de avaliações do projeto (Infoset 4). Finalizadas as avaliações o projeto é arquivado no SI (Processo 5) e o melhores projetos participam do Rally Interno (Processo 6) que é um evento de reconhecimento onde os melhores projetos são premiados, inclusive financeiramente, e do qual participam o presidente, conselheiros e diretores da empresa.

Figura 22 - Modelo de processos do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa D

3.4.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa D

A Figura 23 apresenta o modelo de componentes e requisitos técnicos do SI do programa Seis Sigma da empresa estudada. O objetivo do sistema de informação é disponibilizar um banco de dados para melhor o desenvolvimento e gestão do programa Seis Sigma (Objetivo SI 1). Este objetivo é apoiado por um conjunto de requisitos funcionais e não funcionais. O sistema deve ser via web (Requisito não funcional 1.1), para facilitar o acesso dos funcionários a partir de qualquer lugar com internet.

O SI deve permitir o registro de todos os projetos desenvolvidos e em desenvolvimento (Requisito Funcional 1.1) onde constam o título, tipo, equipe, líder, descrição, planta e fase do projeto. Deve ainda permitir buscas de projetos por título, tipo, equipe, líder, descrição, planta e fase do projeto (Requisito Funcional 1.2). Uma vez que os dados estão cadastrados, o sistema deve permitir o acompanhamento do desenvolvimento do projeto (Requisito Funcional 1.5) de forma gerencial mostrando investimentos, cronogramas e ganhos financeiros. Este acompanhamento facilita o cumprimento do Requisito Funcional 1.4 de permitir a validação das fases do projeto.

Como alguns projetos da empresa estão relacionados com o planejamento estratégico, tais projetos devem ter acesso restrito (Requisito Funcional 1.3) aos diretores e demais envolvidos. Por fim, faz-se necessário permitir que documentos auxiliares no desenvolvimento do projeto sejam anexados no sistema de informação (Requisito Funcional 1.6).

Figura 23 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do Programa Seis Sigma da Empresa D

3.4.6. Análise do estudo de caso na empresa D

Os modelos desenvolvidos apresentam a situação atual do programa Seis Sigma na empresa D. Assim como nos demais estudos de caso, analisando os modelos desenvolvidos e a literatura já apresentada, realizou-se uma comparação entre as características de uma rede auto-organizada com as características encontradas no programa Seis Sigma da empresa D. Esta comparação resultou em um conjunto de mudanças necessárias para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada a partir do programa Seis Sigma na empresa D.

O Quadro 7 apresenta as evidências encontradas nos modelos desenvolvidos relativas a cada característica de rede auto-organizada identificada na literatura e as mudanças sugeridas no programa Seis Sigma para viabilizar a auto-organização da rede.

Característica (Literatura)	Evidência	Necessidade de Mudança
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Devany, 1996)	O aprendizado é constante nas reuniões e eventos diversos	O potencial de aprendizado pode ser melhor explorado com interações via SI, não se limitando a encontros físicos
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn, Anderson et al., 1996)	As equipes são formadas rapidamente e a maior parte dos colaboradores são treinados na metodologia	Não necessita grandes mudanças, mas critérios técnicos poderiam ser utilizados na formação das equipes
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999)	MBB e BB possuem forte interação e comunicação, mas GB e YB se comunicam pouco entre si	Incentivar o encontro dos envolvidos e melhorar o SI para interação.
Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash e Rycroft, 2000)	Participantes e rede se desenvolvem durante os eventos e encontros	Promover o aprendizado também pela interação e consulta ao SI
Amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002)	Somente o MBB e BB conhece as competências dos demais envolvidos	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002)	Existe a confiança, porém a ajuda só existe por parte do MBB e BB	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft e Kash, 2004)	Os projetos são desenvolvidos por iniciativa de qualquer membro da rede sem necessidade de aprovações externas	Não necessita mudanças

Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner e Leydesdorff, 2005)	Liderança centralizada no MBB, que responde pelos prazos e resultados dos projetos, gerenciando os participantes	Modificar a atuação do MBB para que este seja um apoiador do programa Seis Sigma.
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido (Crowston, Li <i>et al.</i> , 2007)	Sistema de informação é utilizado em todos os momentos e é acessível a qualquer membro	Utilizar SI também para permitir a interação entre os participantes, a troca de experiências

Quadro 7 - Necessidades de mudanças na Empresa D

O programa Seis Sigma da empresa D foi aquele que apresentou as características que mais se aproximam às de uma rede auto-organizada. Somente duas características não foram encontradas nesta empresa: o amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências e a não existência de uma liderança explícita e centralizadora. Para modificar esta situação, sugere-se a modificação do SI para disponibilizar as competências dos participantes e torna-las acessíveis a todos os membro da rede. Sugere-se ainda que o MBB atue como um especialista que apoie os demais participantes durante o desenvolvimentos de seus projetos.

As demais características foram encontradas no programa Seis Sigma da empresa D, mesmo que de forma incipiente ou parcial. Por isso, mudanças são necessárias também para estas características. O potencial de aprendizado dos participantes pode ser melhor aproveitado utilizando o SI também para gerar discussões sobre a metodologia e o desenvolvimento de projetos. O GB e YB se encontram apenas ocasionalmente, devendo-se assim facilitar que estes encontros sejam realizados com determinada frequência e por meio do SI. O sistema de informação deve ser modificado para permitir a interação dos participantes e a discussão entre os mesmos.

3.5. Estudo de Caso Empresa E – Indústria da linha branca

Este estudo de caso foi realizado em uma multinacional americana com mais de 70 unidades fabris em todo o mundo, com quase 70.000 empregados e abrangendo cinco continentes. Seu faturamento anual em todo o mundo se aproxima a 20 bilhões de dólares. No Brasil a empresa possui 3 unidades fabris e 2 centros de distribuição, alcançando um faturamento anual na ordem de 3 bilhões de dólares. O programa Seis Sigma é desenvolvido nas unidades brasileiras desde o início dos anos 1990, tendo um programa reconhecido e consolidado.

A entrevista foi realizada junto a um *Master Black Belt* da empresa responsável pelo desenvolvimento de produtos da empresa. A empresa implantou o programa Seis Sigma em 1992, possuindo então uma grande base de conhecimento sobre a metodologia. A empresa considera o programa Seis Sigma como uma importante ferramenta para o desenvolvimento e retenção de profissionais, além de todos os ganhos financeiros possibilitados pelo desenvolvimento de projetos. Estas constatações podem ser verificadas nos modelos que são apresentados nos tópicos a seguir, bem como as descrições destes modelos.

3.5.1. Modelo de objetivos organizacionais da empresa E

A Figura 24 apresenta o modelo de objetivos organizacionais do programa Seis Sigma da empresa estudada. O principal objetivo do programa é maximizar a eficiência operacional da empresa (Objetivo 1). Este objetivo é apoiado por outros cinco sub-objetivos, sendo estes: aumentar as vendas (Objetivo 1.1), melhorar qualidade em produto e processo (Objetivo 1.2), promover a inovações (Objetivo 1.3), reduzir os custos (Objetivo 1.4) e também aumentar a produtividade (Objetivo 1.5). Outro objetivo do programa é aplicar a metodologia Seis Sigma no desenvolvimento de projetos (Objetivo 4).

Além destes, um objetivo de destaque é o de melhorar a formação do profissional envolvido (Objetivo 2), oferecendo treinamentos e visibilidade para o colaborador e apoiando ao objetivo de promover a retenção de profissionais chave (Objetivo 3). Esses objetivos criam um ambiente motivador e com colaboradores engajados (Ponto Forte 2), gerando ótimos resultados com os projetos desenvolvidos. Um ponto forte é que todos os projetos são arquivados em um banco de dados mundial de projetos (Ponto Forte 1).

Figura 24 - Modelo de objetivos organizacionais do Programa Seis Sigma da Empresa E

3.5.2. Modelo de regras do negócio da empresa E

A Figura 25 apresenta o modelo de regras do negócio do programa Seis Sigma da empresa estudada. Segundo este modelo, todos os projetos Seis Sigma devem ser arquivados na base de dados mundial (Regra 1), facilitando assim aplicação da metodologia Seis Sigma (Objetivo 4) e maximizando a eficiência operacional (Objetivo 1). Ainda quanto à aplicação da metodologia, outras regras apoiam este objetivo, como o treinamento de todo corpo técnico na metodologia (Regra 10), a utilização de *templates* estabelecidos para o desenvolvimento dos projetos (Regra 9), a realização de reuniões periódicas de acompanhamento dos projetos (Regra 8) o treinamento de todos os líderes de projeto na metodologia Seis Sigma (Regra 7). O fato de os líderes de projeto serem treinados apoia ainda a maximização da eficiência operacional.

Todos os projetos Seis Sigma devem ser avaliados (Regra 2), o que maximiza a eficiência operacional, a aplicação da metodologia e melhora a formação do profissional, resultando em aprendizado com os projetos desenvolvidos. Além da avaliação, todos os projetos devem ser validados pela área relacionada à meta (Regra 5) e devem estar relacionados a alguma meta organizacional (Regra 6), apoiando novamente a maximização da eficiência operacional. Os *Black Belts* devem também relacionar um mínimo de 15% de suas metas individuais ao Seis Sigma (Regra 4).

Apoiando o objetivo de reter profissionais chave, somente funcionários com boas avaliações individuais podem se tornar *Black Belts* e *Master Black Belts* (Regra 11) e estes profissionais recebem um bônus salarial ao concluírem o treinamento (Regra 3) que tem duração de dezoito meses.

Figura 25 - Modelo de regras do negócio do Programa Seis Sigma da Empresa E

3.5.3. Modelo de atores e recursos da empresa E

A Figura 26 apresenta o modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma da empresa estudada. O modelo se inicia com a Presidência da empresa (Unidade Organizacional 1), da qual fazem parte a Diretoria de Recursos Humanos e Suprimentos (Unidade Organizacional 1.1) e as demais Diretorias (Unidade Organizacional 2). As demais diretorias possuem suas diversas gerências (Unidade Organizacional 2.1) e o Gestor de Área (Unidade Individual 2) pode responder tanto para as gerências quanto para as diretorias. O gestor é responsável por selecionar e validar os projetos Seis Sigma (Recurso 1) relativos à sua área.

Como parte da Diretoria de RH e Suprimentos está o gerente do programa Seis Sigma (Unidade Individual 1), que é responsável por apoiar os colaboradores treinados (Unidade Individual 3). Estes colaboradores treinados por sua vez podem desempenhar os seguintes papéis: *Yellow Belt* (Papel 4), *Green Belt* (Papel 3), *Black Belt* (Papel 2) ou *Master Black Belt* (Papel 1), variando de acordo com o treinamento recebido. Todos estes participam ou lideram equipes de projetos Seis Sigma (Unidade Organizacional 3), à exceção do *Yellow Belt*, que não pode liderar as equipes de projetos.

Esta equipe é responsável por desenvolver os projetos Seis Sigma e utiliza diversos recursos como: Banco de documentos (Recurso 5), *templates* (Recurso 4), software de estatística (Recurso 3) e a metodologia Seis Sigma (Recurso 2).

Figura 26 - Modelo de atores e recursos do Programa Seis Sigma da Empresa E

3.5.4. Modelo de processos do negócio da empresa E

A Figura 27 apresenta o modelo de processos de negócio do programa Seis Sigma da empresa estudada. O processo inicia com o colaborador treinado (Unidade Individual 3) e o gestor da área (Unidade Individual 2) definindo juntos o projeto Seis Sigma (Processo 1) a ser desenvolvido. Com a proposta do projeto (Infoset 1) é elaborado o contrato do projeto (Processo 2) que apresenta o cronograma, equipe, escopo, meta e orçamento (Infoset 2) relacionados ao projeto a ser desenvolvido. Com estas informações passa-se ao desenvolvimento do projeto (Processo 3), que contém também os processos de orientação do desenvolvimento do projeto (Processo 3.2), onde são solucionadas dúvidas quanto à metodologia e técnicas utilizadas e acompanhamento do desenvolvimento do projeto (Processo 3.1), onde são verificados os prazos, escopo e métodos do projeto. Finalizado o desenvolvimento do projeto, tem-se um relatório e documentos do projeto (Infoset 3) onde estão detalhados o desenvolvimento e resultado dos projetos. O projeto é então avaliado (Processo 4) pelo gestor da área quanto à sua relevância e alcance da meta.

O processo de treinamento na empresa se difere as demais. Se inicia com o gestor da área indicando um candidato a *Belt* (Processo 6). Com a lista de candidatos (Infoset 6), o *Master Black Belt* seleciona os colaboradores (Processo 7) que irão receber o treinamento. Só então o colaborador recebe o treinamento (Processo 8), que dura até 18 meses e o candidato precisa submeter seus projetos para serem aprovados por uma banca.

Figura 27 - Modelo de processos do negócio do Programa Seis Sigma Empresa E

3.5.5. Modelo de componentes e requisitos técnicos da empresa E

A Figura 28 apresenta o modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma da empresa estudada. O único objeto do sistema de informação do programa é disponibilizar relatórios dos projetos Seis Sigma desenvolvidos (Objetivo SI 1). Este objetivo é alcançado por meio dos requisitos de permitir upload dos arquivos dos projetos (Requisito funcional 1.2) e permitir busca e acesso aos projetos já desenvolvidos.

Figura 28 - Modelo de componentes e requisitos técnicos do Programa Seis Sigma da Empresa E

3.5.6. Análise do estudo de caso na empresa E

Os modelos desenvolvidos apresentam a situação atual do programa Seis Sigma na empresa E. À partir da análise dos modelos desenvolvidos e da literatura já apresentada, realizou-se uma comparação entre as características de uma rede auto-organizada com as características encontradas no programa Seis Sigma da empresa E. Esta comparação resultou em um conjunto de mudanças necessárias para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada a partir do programa Seis Sigma na empresa E.

O Quadro 8 apresenta as evidências encontradas nos modelos desenvolvidos relativas a cada característica de rede auto-organizada identificada na literatura e as mudanças sugeridas no programa Seis Sigma para viabilizar a auto-organização da rede.

Característica (Literatura)	Evidência	Necessidade de Mudança
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Devany, 1996)	Aprendizado acontece principalmente em treinamentos e reuniões de acompanhamento	O potencial de aprendizado pode ser melhor explorado com interações via SI, não se limitando a encontros físicos
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn, Anderson et al., 1996)	As equipes são formadas rapidamente e a maior parte dos colaboradores são treinados na metodologia	Não necessita grandes mudanças, mas critérios técnicos poderiam ser utilizados na formação das equipes
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999)	MBB e BB possuem forte interação e comunicação, mas GB e YB se comunicam pouco entre si	Incentivar o encontro dos envolvidos, realizar eventos para interação e desenvolver um SI que permita interação.
Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash e Rycroft, 2000)	Participantes e rede se desenvolvem durante as reuniões, mas pouca evolução conjunta	Realizar eventos e promover o aprendizado também pela interação e consulta ao SI
Ampla conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002)	Somente o MBB e BB conhece as competências dos demais envolvidos	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002)	Existe a confiança, porém a ajuda só existe por parte do MBB e BB	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos através de SI e torna-las acessíveis
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft e Kash, 2004)	Os gestores das áreas exercem grande influência sobre os projetos, decidindo ativamente sobre sua execução	Oferecer maior liberdade para o desenvolvimento de projetos
Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner e Leydesdorff, 2005)	Apesar da posição de liderança do MBB, este atua como conselheiro e não centraliza qualquer decisão da rede	Não necessita mudanças
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido (Crowston, Li et al., 2007)	SI é somente um repositório de projetos	Utilizar SI também para permitir a interação entre os participantes, a troca de experiências e fazer a gestão do programa Seis Sigma

Quadro 8 - Necessidades de mudança na Empresa E

O programa Seis Sigma da empresa E apresentou algumas características de rede auto-organizada e foi o único a não apresentar uma liderança explícita e centralizadora. Neste caso, verificou-se que o MBB se difere dos demais participantes principalmente por sua experiência e qualificação na metodologia, treinando novos colaboradores e ajudando os demais no desenvolvimento de seus projetos. O MBB não é o único responsável pelo sucesso ou fracasso do programa, sendo cada participante responsável por seus projetos.

Dentre as mudanças necessárias estão a utilização de SI de informação para promover a interação, comunicação e discussão entre os participantes da rede e a realização de eventos presenciais os participantes podem conversar e se conhecer pessoalmente. Outra importante mudança necessária é a disponibilização das competências dos membros da rede no SI para todos possam conhecer e acessar essas competências. Como já dito anteriormente, todas as mudanças devem ser acompanhadas da criação de uma cultura de colaboração, onde todos se ajudem. Faz-se necessário também que os membros do programa Seis Sigma tenham maior liberdade para o desenvolvimento de seus projetos ou participem da seleção dos projetos a serem desenvolvidos, reduzindo assim a interferência externa à rede.

Por fim, o SI encontrado na empresa é apenas um repositório de relatórios de projetos de qualquer tipo, incluindo Seis Sigma. Não é necessário criar um SI exclusivo para o Seis Sigma, mas deve alterar o SI para permitir o acompanhamento de todas as fases dos projetos, a discussão entre os colaboradores e a disponibilização das competências dos envolvidos.

3.6. Análise dos Estudos de Casos (Needs-for-Change)

A realização dos estudos de casos demonstrou que os programas Seis Sigma nas empresas pesquisadas possuem diferenças significativas tanto na gestão e maturidade do programa quanto nas características de uma rede auto-organizada encontradas em cada empresa. O Quadro 9 apresenta os resultados dos cinco estudos de casos realizados de forma sistematizada, possibilitando a comparação entre as características apresentadas em cada empresa. Este quadro representa as necessidades de mudança da metodologia EKD-CMM. As células preenchidas no quadro representam que a característica foi encontrada na empresa, mesmo que não completamente desenvolvida. As células não preenchidas representam que a característica não foi encontrada no programa Seis Sigma da empresa estudada. Logo após o quadro, cada característica é analisada individualmente.

Característica (Literatura)	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Devany, 1996)					
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn, Anderson et al., 1996)					
Forte interação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999)					
Co-evolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash e Rycroft, 2000)					
Amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash e Rycroft, 2002)					
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash e Rycroft, 2002)					
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft e Kash, 2004)					
Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner e Leydesdorff, 2005)					
Utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido (Crowston, Li <i>et al.</i> , 2007)					

Quadro 9 - Análise dos estudos de casos

Conforme verificado no quadro anterior, a característica de aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede foi encontrada somente nas empresas B e D. Isso ocorre pois estas empresas realizam constantes eventos sobre a metodologia, onde são apresentados e discutidos vários projetos desenvolvidos e em desenvolvimento, disseminando os conhecimentos gerados durante os projetos.

Já a característica de formar equipes rapidamente foi encontrada no programa Seis Sigma de todas as empresas estudadas. Apesar de terem sido encontrada, esta característica ainda

precisa ser melhor desenvolvida, pois a equipe é reunida à partir de afinidades e conhecimentos do líder do projeto. Com isso competências que podem ser importantes e úteis para o desenvolvimento do projeto podem não estar presentes nas equipes.

A forte interação e comunicação entre os participantes da rede foi encontrada apenas na empresa D. Esta empresa realiza constantes eventos sobre a metodologia e possui BB e MBB com dedicação exclusiva ao Seis Sigma, possibilitando a constante comunicação entre mesmos. Ainda assim, GB e YB não interagem tanto quanto os MBB e BB, podem ficar isolados em alguns casos. A empresa D foi também a única a apresentar a característica de co-evolução dos participantes e da rede, pelo mesmo motivo já apresentado.

O amplo conhecimento das competências dos participantes e o acesso a estas competências não foi encontrado no programa Seis Sigma de nenhuma empresa. Apesar de em alguns casos os MBB conhecerem as competências de alguns participantes, estas competências não são conhecidas pela rede e não estão acessíveis. Por outro lado, todas as empresas apresentaram a existência de confiança e ajuda mútua. Os participantes confiam uns nos outros, mas a ajuda mútua não é evidente, sendo oferecida de forma clara apenas pelo MBB.

Já a capacidade de se desenvolver sem interferências externas foi encontrada em duas empresas, na empresa B e na empresa D. A empresa B possui uma sistemática de sugestão de projetos que conta com a participação efetiva dos MBB e BB, reduzindo a interferência externa nas decisões de desenvolvimento ou não de projetos. Já a empresa D não limita o desenvolvimento de projetos, permitindo aos participantes do programa Seis Sigma desenvolver os projetos conforme suas necessidades.

A não existência de liderança explícita centralizadora foi encontrada somente no programa Seis Sigma da empresa E. Nenhum colaborador da empresa E trabalha exclusivamente em projetos Seis Sigma, realizando sempre atividades paralelas. Isso minimiza as posições hierárquicas e conduz o MBB para uma função mais próxima a consultor, que apoia o desenvolvimento dos projetos, e mais distante de chefe.

A utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento não foi encontrada somente na empresa A. Todas as demais empresas utilizam sistemas de informação para diferentes fins. Enquanto algumas utilizam apenas como repositório de relatórios de projeto, outras utilizam para gerir o desenvolvimento do projeto em todas as suas fases. Apesar delas

utilizarem algum sistema de informação, nenhuma o utiliza como forma de comunicação, discussão ou colaboração entre os participantes do programa Seis Sigma.

Analisando os estudos de casos, pode-se concluir que as características de uma rede auto-organizada são encontradas no programa Seis Sigma de todas as empresas, embora nenhuma empresa presente tenha reunido todas essas características. Vale ressaltar que nenhuma das empresas estudadas apresentou a característica de amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a essas competências.

As práticas e características identificadas nos estudos de caso, juntamente com a teoria apresentada sobre redes auto-organizadas serão utilizadas para a elaboração dos elementos modelo de referência baseado no programa Seis Sigma para formação e gerência de redes auto-organizadas, que é apresentado no próximo capítulo.

5. ELEMENTOS PARA MODELO DE REFERÊNCIA

Este capítulo apresenta os elementos para um modelo de referência para formação e gestão de redes auto-organizadas à partir do programa Seis Sigma. Como já mencionado, o modelo foi desenvolvido considerando os resultados encontrados nos cinco estudos de caso realizados e as características de redes auto-organizadas abordada no referencial teórico e analisadas nos estudos de caso. Primeiramente são apresentados os modelos desenvolvidos, bem como a descrição detalhada e comentada de cada modelo. Posteriormente é apresentada uma análise dos modelos quanto às características de uma rede-auto-organizada, buscando explicitar como estas características estão presentes nos modelos desenvolvidos.

4.1. Modelo de referência de objetivos organizacionais

A Figura 29 apresenta os elementos para o modelo de referência de objetos organizacionais do programa Seis Sigma. Os objetivos principais são três: melhorar a competitividade da organização (Objetivo 1), desenvolver os profissionais da rede (Objetivo 2) e sistematizar o desenvolvimento de projetos (Objetivo 3). A melhoria da competitividade da organização está apoiada em outros dois objetivos, sendo: desenvolver inovações (Objetivo 1.1) e maximizar a eficiência operacional (Objetivo 1.2). Outros quatro objetivos apoiam a maximização da eficiência operacional, onde a organização busca aumentar as vendas (Objetivo 1.2.1), melhorar a qualidade em produtos e processos (Objetivo 1.2.2), reduzir custos (Objetivo 1.2.3) e aumentar a produtividade (1.2.4).

Já o desenvolvimento dos profissionais envolvidos na rede (Objetivo 2), é apoiado pela formação de liderança qualificada (Objetivo 2.1) e pela disseminação da metodologia Seis Sigma na organização (Objetivo 2.2). O desenvolvimento dos profissionais da rede também apoia melhoria na competitividade da organização, uma vez que profissionais capacitados desenvolvem melhores projetos.

Todos os objetivos derivados do Objetivo 1 estão relacionados diretamente com a metodologia Seis Sigma, enquanto aqueles derivados do Objetivo 2 possuem maior relação com a dinâmica do programa Seis Sigma.

Figura 29 - Modelo de referência de objetivos organizacionais do programa Seis Sigma

4.2. Modelo de referência de regras do negócio

A Figura 30 apresenta os elementos para o modelo de referência de regras do negócio do programa Seis Sigma. As regras do negócio buscam garantir que objetivos organizacionais sejam atingidos. Desta forma, para sistematizar o desenvolvimento de projetos (Objetivo 3) é necessário que todos os projetos sejam inseridos no SI (Regra 1), que se utilize a metodologia Seis Sigma (Regra 12) com todas as suas etapas e métodos estatísticos ou não e que se utilize *templates* já estabelecidos (Regra 5) como mapas de fluxos de valor, diagramas de causa e efeito entre outros. A utilização dos *templates* estabelecidos e da metodologia Seis Sigma apoiam também a melhoria da competitividade da organização (Objetivo 1).

Ainda sobre a melhoria da competitividade da organização, esta é apoiada por um conjunto de regras, descritas neste parágrafo. A Regra 9 exige a formação de equipes conforme competências necessárias ao projeto. Todas as fases do projeto devem ser acompanhadas (Regra 2) pelo *Master Black Belt* ou pelo *Black Belt*, garantindo o alcance das metas estabelecidas para o projeto. A seleção de projetos deve ser feita utilizando um conjunto de critérios estabelecidos (Regra 8), reduzindo assim as interferências externas à rede. Os membros da rede devem participar de eventos externos periodicamente (Regra 11), trazendo atualizações para a rede. Todos os líderes de projeto devem ser treinados (Regra 4), garantindo a aplicação da metodologia. As competências de todos devem estar disponíveis para toda a rede (Regra 10), facilitando assim o acesso a estas competências, desenvolvendo projetos com maior assertividade. Por último, deve-se utilizar algum sistema de recompensa (Regra 3), motivando assim os colaboradores.

No modelo estão presente ainda as regras de realizar workshops periodicamente (Regra 6) e realizar eventos com todos os *Belts* periodicamente (Regra 7). Estas duas regras promovem uma maior interação entre os membros da rede, mostrando a todos os projetos desenvolvidos e as melhores práticas utilizadas. Com isso, espera-se disseminar a metodologia na organização (Objetivo 2.2) e formar líderes de projetos qualificados (Objetivo 2.1).

Figura 30 - Modelo de referência de regras do negócio do programa Seis Sigma

4.3. Modelo de referência de atores e recursos

A Figura 31 apresenta os elementos para o modelo de referência de atores e recursos do programa Seis Sigma. O modelo se inicia com a presidência da organização (Unidade Organizacional 1), da qual fazem parte as Diretorias (Unidade Organizacional 1.2) e a área de melhoria contínua (Unidade Organizacional 1.1). Desta forma, o MBB possui contato direto com a presidência da organização, facilitando o desenvolvimento da rede e removendo qualquer obstáculo ao desenvolvimento de projetos. O *Master Black Belt* (Papel 1) é parte da área de melhoria contínua, além de treinar e orientar o *Black Belt* (Papel 2). O *Black Belt* por sua vez treina e orienta os *Green Belts* (Papel 3) e *Yellow Belts* (Papel 4). Todos os papéis de *Belts* são desempenhados por colaboradores treinados (Unidade Individual 2), que são também colaboradores (Unidade Individual 1) que podem desempenhar suas funções de rotina (Papel 5).

Estes colaboradores treinados participam ou lideram equipes de projeto Seis Sigma (Unidade Organizacional 2), da qual podem participar também os colaboradores não treinados. Esta equipe é responsável por desenvolver o projeto Seis Sigma (Recurso 1). Para tal, a equipe utiliza recursos como a metodologia Seis Sigma (Recurso 2), software de estatística (Recurso 3), *templates* diversos (Recurso 4) e o sistema de informação Seis Sigma (Recurso 5). O projeto Seis Sigma é validado pelo gestor da área (Unidade Individual 4), pelo gestor financeiro (Unidade Individual 3) e pelo *Master Black Belt*.

Figura 31 - Modelo de referência de atores e recursos do programa Seis Sigma

4.4. Modelo de referência de processos de negócios

A Figura 32 apresenta os elementos para o modelo de referência de processos de negócios do programa Seis Sigma. O processo se inicia com o colaborador treinado (Unidade Individual 2) definindo um projeto a ser desenvolvido (Processo 1), o que resulta em uma proposta de projeto (Infoset 1). A partir desta proposta é elaborado o contrato do projeto, considerando as competências que devem estar presentes na equipe (Processo 2) que apresenta o cronograma, equipe, escopo, meta e orçamento (Infoset 2) relacionados ao projeto a ser desenvolvido. Estas informações são então inseridas no sistema de informação (Processo 3) onde ficam disponíveis para todos. Com estas informações passa-se ao desenvolvimento do projeto (Processo 4), que contém também os processos de orientação do desenvolvimento do projeto (Processo 4.2), onde são solucionadas dúvidas quanto à metodologia e técnicas utilizadas, acompanhamento do desenvolvimento do projeto (Processo 4.1), onde são verificados os prazos, escopo e métodos do projeto, participação em workshops com demais projetos em desenvolvimento (Processo 4.3), onde pode-se conhecer os demais projetos e aprender com eles, discutir projetos com outros colaboradores (Processo 4.4) afim de melhorar o desenvolvimento do projeto e consultar histórico de projetos (Processo 4.5), onde é possível encontrar similaridades entre os projetos, melhorando o seu desenvolvimento. Finalizado o desenvolvimento do projeto, tem-se um relatório e documentos do projeto (Infoset 4) onde estão detalhados o desenvolvimento e resultado dos projetos.

O projeto é então avaliado (Processo 5) pelo Master Black quanto à metodologia e prazos, pelo gestor da área quanto à sua relevância e alcance da meta e pelo departamento financeiro quanto aos seus custos e retorno financeiro, resultando assim em um conjunto de avaliações do projeto (Infoset 5). Finalizadas as avaliações, o projeto é arquivado no SI (Processo 6) e são geradas sugestões de projetos a serem desenvolvidos futuramente (Processo 7), que formam um banco de ideias de projetos. O projeto pode então ser apresentado em evento interno (Processo 7) de reconhecimento onde os melhores projetos são premiados, inclusive financeiramente, e do qual participam todos os *Belts*, o presidente, conselheiros e diretores da empresa.

Figura 32 - Modelo de referência de processos de negócios do programa Seis Sigma

4.5. Modelo de referência de componentes e requisitos técnicos

A Figura 33 apresenta os elementos para o modelo de referência de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma. O sistema de informação para o programa Seis Sigma possui dois objetivos: permitir o gerenciamento do programa Seis Sigma (Objetivo SI 1) e maximizar o compartilhamento de conhecimento e experiências entre os participantes do programa Seis Sigma (Objetivo SI 2).

O sistema deve permitir a avaliação dos projetos em todas as suas fases de desenvolvimento (Requisito Funcional 1), avaliando cronograma, custos, metas e aplicação da metodologia Seis Sigma (Requisito Funcional 1.1). O sistema deve permitir ainda o acompanhamento do status dos projetos (Requisito Funcional 3), acompanhando cronograma, custos, metas e aplicação da metodologia Seis Sigma (Requisito Funcional 3.1). O sistema deve permitir também o armazenamento de todos os *templates* preenchidos durante o desenvolvimento dos projetos (Requisito Funcional 2). O sistema deve ainda manter um banco com sugestões de projetos a serem desenvolvidos futuramente (Requisito Funcional 11), que pode ser acessado por qualquer participante e facilitar o processo de geração de projetos. Todos os requisitos funcionais citados neste parágrafo apoiam o alcance do objetivo do sistema de informação de permitir o gerenciamento do programa Seis Sigma.

O sistema de informação deve permitir buscas por múltiplas entradas (Requisito Funcional 4) como líder do projeto, equipe de projeto, nome do projeto, fase do projeto, área onde projeto está sendo desenvolvido ou unidade onde o projeto está sendo desenvolvido. Este requisito apoia os dois objetivos do sistema de informação.

Apoiando o objetivo de maximizar o compartilhamento do conhecimento e experiências entre os participantes do programa Seis Sigma estão outros seis requisitos funcionais. O sistema deve permitir acesso a todos os projetos já desenvolvidos (Requisito Funcional 5) e manter um repositório com estes projetos (Requisito Funcional 6), que poderão ser consultados por todos posteriormente. O sistema deve permitir a comunicação entre os participantes do programa Seis Sigma em todas as unidades da organização (Requisito Funcional 9) e a criação de fóruns de discussão (Requisito Funcional 10), facilitando a interação entre os participantes. O sistema deve também manter um cadastro dos participantes do programa Seis Sigma com suas competências, experiências e históricos dos projetos em que participou (Requisito Funcional 7), como a formação profissional, área de atuação, técnicas conhecidas, dentre outros. O sistema

deve manter ainda uma calendário de workshops e eventos de interesse para os participantes (Requisito Funcional 8).

Por fim, alguns requisitos não funcionais são importantes para o sistema de informação, sendo: sistema deve permitir acesso via web (Requisito não funcional 1), garantir a segurança dos dados inseridos (Requisito não funcional 2) e ser intuitivo e de fácil utilização (Requisito não funcional 3).

Figura 33 - Modelo de referência de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma

4.6. Análise do modelo de referência

Os elementos para modelo de referência para a formação e gerência de redes auto-organizadas a partir do programa Seis Sigma apresenta todas as características de uma rede auto-organizada, conforme pode ser verificado neste tópico.

O aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede é possível por meio da realização de eventos e workshops periódicos, que contam com a participação de todos os envolvidos no programa Seis Sigma. O aprendizado é possível também pela consulta ao repositório de projetos e pela discussão nos fóruns do sistema de informação.

A formação de equipes rapidamente já havia sido encontrada em todos os programas Seis Sigma estudados, porém de forma rudimentar. No modelo proposto, as competências dos colaboradores estão disponíveis no sistema de informação, o que facilita a formação das equipes mais rapidamente e menos intuitivamente.

A forte interação e comunicação entre os participantes da rede pode ser verificada pela realização de eventos e workshops periódicos, que aproximam os envolvidos. A interação e comunicação são facilitadas também pelo sistema de informação que dispõe de fóruns de discussão e comunicação. Isto permite também a co-evolução da rede, nivelando o conhecimento dos participantes. A co-evolução da rede é possível também pelo sistema de treinamento, onde o MBB treina o BB que por sua vez treina os GB e YB.

O amplo conhecimento das competências dos participantes e o acesso a estas competências não foi encontrado no programa Seis Sigma de nenhuma empresa, mas no modelo desenvolvido as competências estão disponíveis e acessíveis via sistema de informação, onde qualquer participante pode solicitar ajuda a outras que possuam as competências necessárias para o projeto.

Ainda que todas as empresas tenham apresentado a existência de confiança e ajuda mútua, o sistema de informação pode facilitar esta ajuda disponibilizando os meios de comunicação e interação, além das competências de cada participante. É importante ressaltar que esta é uma característica cultural da organização.

A capacidade de se desenvolver sem interferências externas se apresenta na não intervenção do gestor da área na seleção de projetos. Desta forma, os participantes têm liberdade para desenvolver os projetos.

A não existência de liderança explícita centralizadora é apresentada pelo fato de o MBB possuir relação direta com a presidência. Ainda sobre a liderança, o MBB possui um papel de orientação dos projetos desenvolvidos, não devendo ser responsabilizado pelo sucesso e fracasso dos projetos. Durante os estudos de casos, uma empresa apresentou uma estrutura Seis Sigma onde nenhum participante possui dedicação integral ao programa. Isto é importante para que o MBB não se sinta dono do programa e centralize decisões.

A utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento se apresenta por completo no próprio modelo de componentes e requisitos técnicos. Neste modelo estão descritos os requisitos do sistema de informação, que incluem a sistematização do conhecimento.

O próximo capítulo apresenta as considerações finais, que incluem a conclusão, limitações da pesquisa e oportunidades de pesquisas futuras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os programas Seis Sigma das empresas estudadas apresentaram muitas diferenças entre si quanto à sua organização, estrutura e a própria dinâmica do programa. Estas diferenças já eram esperadas uma vez que a literatura estudada também relata inúmeras diferenças entre os programas Seis Sigma, não havendo consenso quanto à sua estrutura. Esta afirmação está retratada na análise dos programas Seis Sigma quanto às características de rede de inovação auto-organizada, onde cada programa apresentou características próprias quanto à sua estrutura, gestão e dinâmica.

As organizações estudadas apresentaram algumas características de redes de inovação auto-organizadas, à exceção do amplo conhecimento das competências dos participantes e acesso a estas competências. Isto demonstra que o programa Seis Sigma pode ser utilizado como base para a formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas, fazendo com que a organização usufrua de seus benefícios como a melhoria no aprendizado organizacional, sistematização do conhecimento e maior autonomia dos envolvidos. Para tal, o modelo apresentado demonstra como o programa Seis Sigma deve funcionar para se tornar uma rede auto-organizada.

Neste cenário, o sistema de informação é, além de uma característica de redes de inovação auto-organizada, uma importante ferramenta para viabilizar o atendimento às demais características. O sistema de informação possibilita então que haja o compartilhamento do conhecimento, a manutenção de um histórico de projetos, a reunião e acesso, das competências disponíveis e a comunicação e interação entre os participantes da rede.

Acrescenta-se ainda que a pesquisa contribui para a literatura de redes de inovação auto-organizadas com a sistematização de suas características, sua representação por meio da modelagem organizacional e sua análise em programas Seis Sigma. Quanto aos programas Seis Sigma, a pesquisa encontrou a função de *Yellow Belt*, não verificada na literatura. O *Yellow Belt* possui menos conhecimento na metodologia Seis Sigma e desenvolve projetos simples ou participa em projetos mais complexos. Esta pesquisa contribui ainda com a disponibilização da modelagem organizacional de cinco programas Seis Sigma diferentes, que podem ser utilizadas em pesquisas futuras.

É importante ressaltar que todas as sugestões apresentadas nesta pesquisa devem ser acompanhadas pelo desenvolvimento de uma cultura organizacional colaborativa, pois nenhum dos recursos, processos e sistemas desenvolvidos funcionarão corretamente se os participantes da rede não estiverem preparados e dispostos a seguir o modelo desenvolvido nesta pesquisa, tornando a rede auto-organizada. A necessidade desta cultura de colaboração pode ser percebida especialmente nas características de confiança e ajuda mútua e compartilhamento de conhecimento.

A pesquisa apresentou também algumas limitações em seu desenvolvimento. Ainda que tenham sido utilizadas múltiplas fontes de coletas de dados nos estudos de casos, como documentos e relatórios de projetos, as entrevistas foram realizadas com apenas um participante do programa Seis Sigma em cada empresa, podendo assim existirem características do programa Seis Sigma ou de rede de inovação auto-organizada que não tenham sido percebidas pelo pesquisador durante os estudos de caso.

Outra limitação da pesquisa é também uma oportunidade de trabalho futuro. Devido à duração da pesquisa, o modelo desenvolvido não pode ser validado por profissionais das áreas e também não pode ser testado. Assim sendo, foram identificados os elementos para o desenvolvimento de um modelo de referência para formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas.

Desta forma, em trabalhos futuros deve-se realizar a validação dos elementos identificados para o modelo de referência junto a profissionais e acadêmicos das áreas de Seis Sigma e de redes de inovação auto-organizadas. Durante a validação poderão ser identificadas novas necessidades de mudanças para o modelo, que após realizadas e validadas, formarão efetivamente um modelo de referência para formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas.

É importante também aplicar o modelo de referência desenvolvido no programa Seis Sigma de alguma organização a fim de verificar sua utilização e realizar as modificações necessárias para um ambiente real, sendo esta outra oportunidade de pesquisas futuras.

Desta forma, conclui-se que as questões de pesquisa levantadas no protocolo de pesquisa foram devidamente respondidas. Os programas Seis Sigma estudados apresentaram um conjunto de características que posteriormente foram modificadas, compatibilizando assim o

programa Seis Sigma para viabilizar a formação de redes auto-organizadas, o que responde à primeira questão de pesquisa. Os elementos que compõem uma rede de inovação auto-organizada foram representados e analisados por meio da modelagem organizacional, especificamente pela metodologia EKD, respondendo assim à segunda questão de pesquisa.

O EKD se demonstrou eficaz na modelagem dos estudos de caso, possibilitando uma melhor análise da pesquisa e comunicação de seus resultados. Os entrevistados apresentaram facilidade na compreensão dos modelos desenvolvidos, absorvendo a utilização da metodologia.

O objetivo da pesquisa também foi alcançado. Foi realizada a identificação dos elementos para o desenvolvimento de um modelo de referência baseado no programa Seis Sigma para a formação e gerência de redes de inovação auto-organizadas foi alcançado. Estes elementos para o modelo de referência estão apresentados no capítulo anterior e foram analisados, demonstrando assim o atendimento às características de uma rede de inovação auto-organizada já apresentadas.

REFERÊNCIAS

- AHLEMANN, F. Towards a conceptual reference model for project management information systems. *International Journal of Project Management*, v. 27, n. 1, 2009.
- AMAR, K.; DAVIS, D.; IA, E. N. G. A review of Six Sigma implementation frameworks and related literature. *Imecs 2008: International Multiconference of Engineers and Computer Scientists, Vols I and II*, 2008.
- ANDERSON, P. Complexity theory and organization science. *Organization Science*, v. 10, n. 3, May-Jun 1999.
- ANDERSSON, M.; LINDGREN, R.; HENFRIDSSON, O. Architectural knowledge in inter-organizational IT innovation. *Journal of Strategic Information Systems*, v. 17, n. 1, Mar 2008.
- BANUELAS, R.; ANTONY, J.; BRACE, M. An application of Six Sigma to reduce waste. *Quality and Reliability Engineering International*, v. 21, n. 6, p. 553-570, Oct 2005.
- BAUM, H.; SCHUTZE, J. A Model of Collaborative Enterprise Networks. *Conference on Manufacturing Systems*, 2012, Elsevier.
- BELL, J.; DEN OUDEN, B.; ZIGGERS, G. W. Dynamics of cooperation: At the brink of irrelevance. *Journal of Management Studies*, v. 43, n. 7, p. 1607-1619, Nov 2006.
- BELUSSI, F., ARCANGELI, F. A typology of networks: flexible and evolutionary firms. *Research Policy*, v. 24, n. 4, p. 415-428, Ago 1998.
- BENNETT, N.; KIDWELL, R. E. The provision of effort in self-designing work groups - The case of collaborative research. *Small Group Research*, v. 32, n. 6, Dec 2001.
- BERIO, G.; VERNADAT, F. Enterprise modelling with CIMOSA: functional and organizational aspects. *Production Planning & Control*, v. 12, n. 2, Mar 2001.
- BERNUS, P. Some thoughts on enterprise modelling. *Production Planning & Control*, v. 12, n. 2, Mar 2001.
- BUBENKO, J.; PERSSON, A.; STIRNA, J. EKD User Guide ELEKTRA, *Research Report*, 2001.
- BUCH, K.; TOLENTINO, A. Employee perceptions of the rewards associated with six sigma. *Journal of Organizational Change Management*, v. 19, n. 3, p. 356-364, 2006.

BUYUKOZKAN, G.; OZTURKCAN, D. An integrated analytic approach for Six Sigma project selection. *Expert Systems with Applications*, v. 37, n. 8, p. 5835-5847, Aug 2010.

CALIA, R. C.; GUERRINI, F. M.; DE CASTRO, M. The impact of Six Sigma in the performance of a Pollution Prevention program. *Journal of Cleaner Production*, v. 17, n. 15, Oct 2009.

CAMARINHA-MATOS, L.; AFSARMANESH, H. Collaborative networks: a new scientific discipline. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v. 16, n. 4-5, Oct 2005.

CAMARINHA-MATOS, L. M.; ABREU, A. Performance indicators for collaborative networks based on collaboration benefits. *Production Planning & Control*, v. 18, n. 7, p. 592-609, 2007.

CAMARINHA-MATOS, L. M.; AFSARMANESH, H. On reference models for collaborative networked organizations. *International Journal of Production Research*, v. 46, n. 9, p. 2453-2469, 2008.

CHAKRAVORTY, S. S. Six Sigma programs: An implementation model. *International Journal of Production Economics*, v. 119, n. 1, p. 1-16, May 2009.

CHEN, Y.; CHEN, C. A study on the networked training of main promoter of Six Sigma. *Proceedings of the Eighth West Lake International Conference on Smb*, p. 1186-1192, 2006.

CORNING, P. A. SYNERGY AND SELF-ORGANIZATION IN THE EVOLUTION OF COMPLEX-SYSTEMS. *Systems Research*, v. 12, n. 2, Jun 1995.

CROWSTON, K. et al. Self-organization of teams for free/libre open source software development. *Information and Software Technology*, v. 49, n. 6, Jun 2007.

DEVANY, A. Information, chance, and evolution: Alchian and the economics of self-organization. *Economic Inquiry*, v. 34, n. 3, Jul 1996.

DUTTA, B.; GHOSAL, S.; RAY, D. Farsighted network formation. *Journal of Economic Theory*, v. 122, n. 2, Jun 2005.

EISENHARDT, K. M. Building theories form case study research. *The acamy of Management Review*, v. 14, n. 4, pp. 532-550, 1989

ESCHENBAECHER, J.; SEIFERT, M.; THOBEN, K.-D. Improving distributed innovation processes in virtual organisations through the evaluation of collaboration intensities. *Production Planning & Control*, v. 22, n. 5-6, p. 473-487, 2011.

ESPINOSA, A.; PORTER, T. Sustainability, complexity and learning: Insights from complex systems approaches. *Learning Organization*, v. 18, n. 1, p. 54-72, 2011.

GIL, A. C. (2007). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2007.

GOH, T. N. A strategic assessment of Six Sigma. *Quality and Reliability Engineering International*, v. 18, n. 5, p. 403-410, Sep-Oct 2002.

GUTIERREZ GUTIERREZ, L. J.; BUSTINZA, O. F.; BARRALES MOLINA, V. Six sigma, absorptive capacity and organisational learning orientation. *International Journal of Production Research*, v. 50, n. 3, 2012.

HAHN, G. J. Six sigma: 20 key lessons learned. *Quality and Reliability Engineering International*, v. 21, n. 3, p. 225-233, Apr 2005.

HAHN, G. J. et al. The impact of six sigma improvement - A glimpse into the future of statistics. *American Statistician*, v. 53, n. 3, p. 208-215, Aug 1999.

ISIX SIGMA – *The history of Six Sigma* (2012). Disponível em: <<http://www.isixsigma.com>> Acesso em: Novembro de 2012.

KASH, D. E.; RYCOFT, R. W. Patterns of innovating complex technologies: a framework for adaptive network strategies. *Research Policy*, v. 29, n. 7-8, Aug 2000.

KASH, D. E.; RYCROFT, R. Emerging patterns of complex technological innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 69, n. 6, Jul 2002.

KOSANKE, K.; VERNADAT, F.; ZELM, M. CIMOSA: enterprise engineering and integration. *Computers in Industry*, v. 40, n. 2-3, Nov 1999.

KOZIOLEK, S.; DERLUKIEWICZ, D. Method of assessing the quality of the design process of construction equipment with the use of DFSS (design for Six Sigma). *Automation in Construction*, v. 22, Mar 2012.

KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, v. 26, n. 5-6, p. 708-715, May-Jun 2006.

LEE, Y.; LEE, I. W.; FEIOCK, R. C. Interorganizational Collaboration Networks in Economic Development Policy: An Exponential Random Graph Model Analysis. *Policy Studies Journal*, v. 40, n. 3, p. 547-573, 2012.

LINDERMAN, K. et al. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, v. 21, n. 2, p. 193-203, Mar 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2000.

MERTINS, K.; JOCHEM, R. Architectures, methods and tools for enterprise engineering. *International Journal of Production Economics*, v. 98, n. 2, Nov 18 2005.

MIGUEL, P. A. C. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Operações. 2ed. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012

MURUGAPPAN, M.; KEENI, G. Quality improvement - The Six Sigma way. *First Asia-Pacific Conference on Quality Software, Proceedings*, 2000.

NURCAN, S.; ROLLAND, C. A multi-method for defining organizational change, *Information and Software Technology*, v.41, p.61-82, 2003.

PARUNG, J.; BITITCI, U. S. A metric for collaborative networks. *Business Process Management Journal*, v. 14, n. 5, p. 654-674, 2008.

PATTERSON, A.; BONISSONE, P.; PAVESE, M. Six sigma applied throughout the lifecycle of an automated decision system. *Quality and Reliability Engineering International*, v. 21, n. 3, p. 275-292, Apr 2005.

PROVAN, K. G.; FISH, A.; SYDOW, J. Interorganizational networks at the network level: A review of the empirical literature on whole networks. *Journal of Management*, v. 33, n. 3, p. 479-516, Jun 2007.

QUINN, J. B.; ANDERSON, P.; FINKELSTEIN, S. Managing professional intellect: Making the most of the best. *Harvard Business Review*, v. 74, n. 2, Mar-Apr 1996.

ROLLAND, C.; NURCAN, S.; GROSZ, G. A decision-making pattern for guiding the enterprise knowledge development process. *Information and Software Technology*, v. 42, n. 5, 2000.

RYCROFT, R. W.; KASH, D. E. Self-organizing innovation networks: implications for globalization. *Technovation*, v. 24, n. 3, Mar 2004.

SANTOS, A. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. *Gestão e Produção*, v. 15, n. 1, p. 43-56, 2008.

SCHERRER-RATHJE, M. et al. A Generic Model to Handle Complexity in Collaborative Networks. *Proceedings of Picmet 09 - Technology Management in the Age of Fundamental Change*, Vols 1-5, 2009.

SCHROEDER, R. G. et al. Six Sigma: definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*, v. 26, n. 4, p. 536-554, Jul 2008.

SCHUH, G. et al. Complexity-based modeling of reconfigurable collaborations in production industry. *Cirp Annals-Manufacturing Technology*, v. 57, n. 1, 2008.

SIAKAS, K. V. et al. Integrating Six Sigma with CMMI for High Quality Software *14th Software Quality Management Conference*, 2006, Southampton, UK.

TKAC, M.; LYOCSEA, S. On the Evaluation of Six Sigma Projects. *Quality and Reliability Engineering International*, v. 26, n. 1, p. 115-124, Feb 2010.

TODEVA, E.; KNOKE, D. Strategic alliances and models of collaboration. *Management Decision*, v. 43, n. 1, p. 123-148, 2005.

VERNADAT, F. B. Enterprise integration: On business process and enterprise activity modelling. *Concurrent Engineering-Research and Applications*, v. 4, n. 3, Sep 1996.

YIN, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WAGNER, C. S.; LEYDESDORFF, L. Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*, v. 34, n. 10, p. 1608-1618, 2005.

APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTA

Roteiro de entrevista

Processos de Negócio

1. Quais são os principais processos na gestão do programa Seis Sigma?
2. Como esses processos são relacionados?
3. Qual o fluxo de informação deste processo?
4. O que o fluxo de informação produz?
5. Quais regras disparam esses processos?
6. Quais atores são responsáveis por realizar e apoiar esses processos?
7. **Existe algum processo interativo entre os participantes do programa Seis Sigma?**
8. **O aprendizado gerado no desenvolvimento dos projetos é sistematizado de alguma maneira?**

Atores e recursos

9. Quais são os principais atores presentes no programa Seis Sigma?
10. Como os atores estão relacionados?
11. **Existe uma gestão centralizadora explícita?**
12. Por quais processos o ator é responsável?
13. Quais processos esse ator realiza?
14. Quais regras do negócio são definidas por esse ator?
15. Por quais regras de negócio esse ator é responsável?
16. Quais recursos esse ator possui?
17. Por quais recursos esse ator é responsável?
18. **Os membros do programa Seis Sigma conhecem as competências dos demais membros?**
19. **É possível a um membro acessar informações de projetos anteriores ou solicitar ajuda de membros que possuam as habilidades necessárias?**

Objetivos Organizacionais

20. Quais são as estratégias do programa Seis Sigma?
21. Existem políticas declaradas que podem influenciar a gestão?
22. Quais convenções, regras, regulamentos e leis são relevantes?
23. O que o programa Seis Sigma gostaria de alcançar?
24. Existe algum problema particular impedindo o alcance deste objetivo?
25. Esse problema está relacionado com algum objetivo particular?
26. Existem algumas oportunidades particulares que poderiam ser usadas?
27. Quais ações poderiam ser tomadas para melhorar a situação?
28. Como esse objetivo pode ser alcançado?
29. Esse objetivo pode ser definido em termos operacionais, dando um número de sub-objetivos de apoio?

Regras do Negócio

30. Existem regras declaradas e políticas da companhia que podem influenciar o programa Seis Sigma?
31. Por quais regras os objetivos do programa Seis Sigma podem ser alcançados?
32. A regra está relacionada a um objetivo particular?
33. Como essa regra pode ser decomposta?
34. Como validar se a regra é cumprida?
35. Quais processos disparam essa regra?
36. Essa regra pode ser definida em uma forma operacional?
37. **Como são sugeridos e selecionados os novos projetos?**

Componentes e Requisitos Técnicos

38. Que sistemas de informação são ou poderiam ser utilizados para a gestão do programa Seis Sigma?
39. Quais os objetivos do sistema?
40. Quais as funcionalidades presentes neste sistema?
41. Quais requisitos este sistema precisa cumprir?
42. Quem acessa esse sistema?
43. **Existe alguma sistematização dos projetos desenvolvidos?**