



Programa Seis Sigma Auto-organizado: modelo da situação atual e necessidades de mudanças

Self-organizing Six Sigma Program: as-is model and need for changes

Lucas Portilho Camargos Gomes¹
Dani Marcelo Nonato Marques¹
Fábio Muller Guerrini¹

Resumo: 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 deste artigo é verificar as mudanças necessárias em um programa Seis Sigma que viabilize o desenvolvimento de uma rede auto-organizada. Como objeto de análise, apresenta-se um estudo de caso junto a uma empresa de grande porte, fabricante de bens de capital agrícolas, na qual se realizou a modelagem do programa Seis Sigma. A partir dos modelos gerados, como resultado, identificou-se um conjunto de mudanças necessárias para que o programa Seis Sigma viabilize uma rede auto-organizada.

Palavras-chave: Rede auto-organizada; Seis Sigma; EKD; Modelagem organizacional.

Abstract: *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-organizing network - has 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 their main objective the reduction in process variability, thus resulting in lower costs and quality improvement. The literature on self-organizing networks has little on the formation of these types of networks and the literature on Six Sigma is focused on statistical methods. Therefor, the aim of this article is to verify the needs for change in a Six Sigma program that enables the development of a self-organizing network. The case studied was carried out with a large organization, manufacturer of capital goods, where the Six Sigma program modeling was performed. From the generated models, as a result, it was have identified a set of changes needed so that the Six Sigma program can create a self-organizing network.*

Keywords: *Self-organizing network; Six Sigma; EKD; Enterprise modeling.*

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 capacidade de

promover o aprendizado de todos os envolvidos na rede por meio da sistematização e disponibilização do conhecimento gerado (Kash & Rycroft, 2000; Rycroft & Kash, 2004; Dutta et al., 2005; Wagner & Leydesdorff, 2005; Schuh et al., 2008).

Gutiérrez et al. (2012) afirmam que o programa Seis Sigma de uma Organização pode ser considerado uma rede de aprendizado, prevendo uma estrutura organizacional, composta por uma rede de profissionais que trabalham em conjunto orientada para projetos.

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos – EESC, Universidade de São Paulo – USP, Av. Trabalhador São-Carlense, 400, CEP 13566-590, São Carlos, SP, Brasil, e-mail: lucaspcgomes@gmail.com; danimarcelo@jacto.com.br; guerrini@sc.usp.br

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. A metodologia Seis Sigma promove a melhoria de processos, produtos e qualidade e principalmente a redução de custos. Na Motorola, estão documentados cerca de US\$ 16 bilhões em reduções de custos e custos evitados. Devido a seus benefícios, a metodologia Seis Sigma chama cada vez mais a atenção dos gestores de empresas, apesar de as pesquisas acadêmicas estarem ainda em desenvolvimento (Schroeder et al., 2008).

Desta forma, é objetivo do artigo analisar, por meio de um estudo de caso, o programa Seis Sigma de uma organização e apresentar um modelo do estado atual desta estrutura. Com base na revisão teórica serão identificadas as mudanças necessárias para que o programa Seis Sigma viabilize o desenvolvimento de uma rede auto-organizada, incorporando as características já identificadas na literatura.

2 Revisão da literatura

Este tópico apresenta uma breve revisão sobre redes colaborativas, redes auto-organizadas, metodologia Seis Sigma e EKD (*Enterprise knowledge development*).

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 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 & 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 et al., 2006).

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 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 menos recursos (Eschenbacher et al., 2011). Essa integração implica o compartilhamento

de conhecimentos e informações, sendo necessária a construção de confiança mútua entre os membros da rede. As redes auto-organizadas são uma delimitação do conceito de redes colaborativas e caracterizam-se pela orientação para o projeto, intencionalidade dos atores na definição dos projetos e simetria nas relações entre os membros (Rycroft & Kash, 2004).

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 & Kash, 2004), ocorrendo por meio de interações não lineares que estão fora do controle de um único ator (Jarratt & Ceric, 2015). 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). A diversidade na utilização do termo torna ainda mais necessária a explicação deste conceito, que permeia todo o artigo.

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 (Vany, 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 & Rycroft, 2000; Jarratt & Ceric, 2015). Outros importantes mecanismos da auto-organização de uma rede são os *feedbacks* e a coevolução da rede (Espinosa & Porter, 2011). Isso significa que os envolvidos em uma rede auto-organizada possuem a capacidade de fornecer e receber respostas uns dos 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 é uma característica de sistema complexo (Anderson, 1999), composto por um grande número de partes interdependentes com forte interação, sendo difícil prever seu comportamento (Anderson, 1999). As organizações complexas são capazes de criar, adquirir e integrar uma grande diversidade de conhecimentos e habilidades necessárias para inovar em tecnologias também complexas (Kash & Rycroft, 2000). Isso pressupõe que uma rede auto-organizada surge a partir de organizações que possuam ambientes complexos.

Scherrer-Rathje et al. (2009) realizaram uma comparação entre as redes auto-organizadas e o que eles denominaram “redes guiadas”, sendo estas últimas 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.

Uma rede auto-organizada caracteriza-se pela inexistência de uma liderança centralizadora explícita (Wagner & Leydesdorff, 2005), a capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft & Kash, 2004), a intensa inter-relação e comunicação entre os participantes da rede (Anderson, 1999), a coevolução dos participantes e da rede (Kash & Rycroft, 2000), capacidade de aprendizado e utilização deste aprendizado (Vany, 1996), conhecimento das competências de todos os participantes e acesso a estas competências (Kash & Rycroft, 2002), existência de confiança e ajuda mútua (Kash & Rycroft, 2002), capacidade de se reunir rapidamente em forma de equipe para solucionar um problema e se dissolver logo em seguida (Quinn et al., 1996) e a utilização de sistemas de informação para sistematizar o conhecimento desenvolvido e acumulado pela rede (Crowston et al., 2007).

As redes auto-organizadas podem ser observadas em diversos contextos, porém são mais evidentes nas relações de colaborações interorganizacionais do que naquelas relações apresentadas em uma empresa particular, universidade ou agência governamental (Rycroft & Kash, 2004). Dentre os diversos trabalhos já realizados, encontram-se exemplos relacionados a redes de pesquisa acadêmica e científica (Bennett & Kidwell, 2001; Wagner & Leydesdorff, 2005), redes de desenvolvimento de *softwares* livres (Crowston et al., 2007), redes de pesquisa e desenvolvimento na indústria automotiva (Rycroft & Kash, 2004), redes de empresas para a melhoria da sustentabilidade (Espinosa & Porter, 2011), redes de administrações públicas locais para desenvolvimento de políticas econômicas (Lee et al., 2012), redes de produtores rurais (Dutta et al., 2005), redes de indústrias da moda (Schuh et al., 2008; Scherrer-Rathje et al., 2009), gerenciamento de equipes (Parker et al., 2015), dentre outros. Em toda a literatura revisada, as redes auto-organizadas não foram abordadas no âmbito de programas Seis Sigma, apesar de existirem características comuns.

2.3 Metodologia Seis Sigma

A metodologia Seis Sigma visa a melhoria de processos estratégicos e desenvolvimento de novos produtos e serviços. Baseia-se em métodos estatísticos e científicos para reduções drásticas nas taxas de defeito definidas pelo cliente (Linderman et al., 2003; Dora & Gellynck, 2015). A metodologia Seis Sigma foi criada pela Motorola na década de 80 para enfrentar a ameaça japonesa na indústria eletrônica

(Banuelas et al., 2005). A metodologia Seis Sigma significa 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO), sendo que o termo “sigma” representa a variação do processo em relação à média. Nem todos os processos conseguem atingir o nível de 3,4 DPMO, mas esta é a meta dos programas Seis Sigma.

Direcionada à realização de projetos em equipes (Easton & Rosenzweig, 2015), a metodologia Seis Sigma se divide entre o *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC), que é aplicado em processos existentes quando as causas dos problemas não são conhecidas ou não estão claras (Banuelas et al., 2005), e o *Design for Six Sigma* (DFSS), aplicado para o desenvolvimento de novos conceitos para produtos existentes (Koziolek & Derlukiewicz, 2012), sendo o DMAIC mais popular, mais aplicado e mais estudado do que o DFSS. A literatura impõe certo rigor na utilização destes passos, defendendo a rigidez do método e de sua aplicação (Hahn et al., 1999; Banuelas et al., 2005; Patterson et al., 2005; Kwak & Anbari, 2006; Siakas et al., 2006). Porém, Chakravorty (2009) argumenta que a rigidez na aplicação do método em casos em que 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.

A estrutura matricial da metodologia Seis Sigma (estrutura do programa e estrutura organizacional da empresa) apresenta duas variações na literatura. A primeira variação é composta por *Champions*, *Master Black Belts* (MBB), *Black Belts* (BB) e *Green Belts* (GB) (Hahn, 2005; Buch & Tolentino, 2006; Gutiérrez et al., 2012). A segunda possui a seguinte formação: *Champions*, *Black Belts* (BB) e *Green Belts* (GB) (Schroeder et al., 2008; Calia et al., 2009; Laux et al., 2014), tendo como diferença a não utilização de MBBs. Cada membro possui uma função diferente, com responsabilidade e níveis de atuação próprios, interagindo entre si para o desenvolvimento de projetos.

Considerando que um programa Seis Sigma possui características de uma rede colaborativa, este artigo apresenta as mudanças necessárias em um programa Seis Sigma para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada.

2.4 Metodologia Enterprise Knowledge Development (EKD)

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

A metodologia *Enterprise Knowledge Development* (EKD) oferece uma forma sistemática e controlada de analisar, entender, desenvolver e documentar uma organização, utilizando a modelagem organizacional (Rolland et al., 2000; Bubenko et al., 2001), a partir da elaboração de seis submodelos que são interdependentes, conforme apresentado na Figura 1. O modelo de objetivos é utilizado para descrever os objetivos da empresa, bem como as questões relacionadas ao alcance deste objetivo. O modelo de regras do negócio é utilizado para definir e explicitar as regras em torno dos objetivos, podendo estas ser limitadoras ou não. O modelo de atores e recursos descreve como os atores e recursos envolvidos na organização estão relacionados entre si e entre os demais modelos. O modelo de processos de negócio é utilizado para projetar e analisar os processos da empresa, bem como fluxos de informações e materiais.

O modelo de componentes e requisitos técnicos é utilizado para capturar os requisitos dos sistemas de informação. O modelo de conceitos é utilizado para definir e explicitar termos e fenômenos apresentados nos demais modelos (Bubenko et al., 2001).

Nurcan & 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. A “análise reversa” apresenta um modelo com a realidade atual da empresa, denominado “Modelo Como É”. A “definição da mudança” apresenta um modelo que busca identificar as mudanças necessárias na empresa, denominado “Modelo de Necessidade de Mudança”. A “implementação da mudança” apresenta um modelo que busca representar a situação futura da empresa, depois que as mudanças forem implementadas,

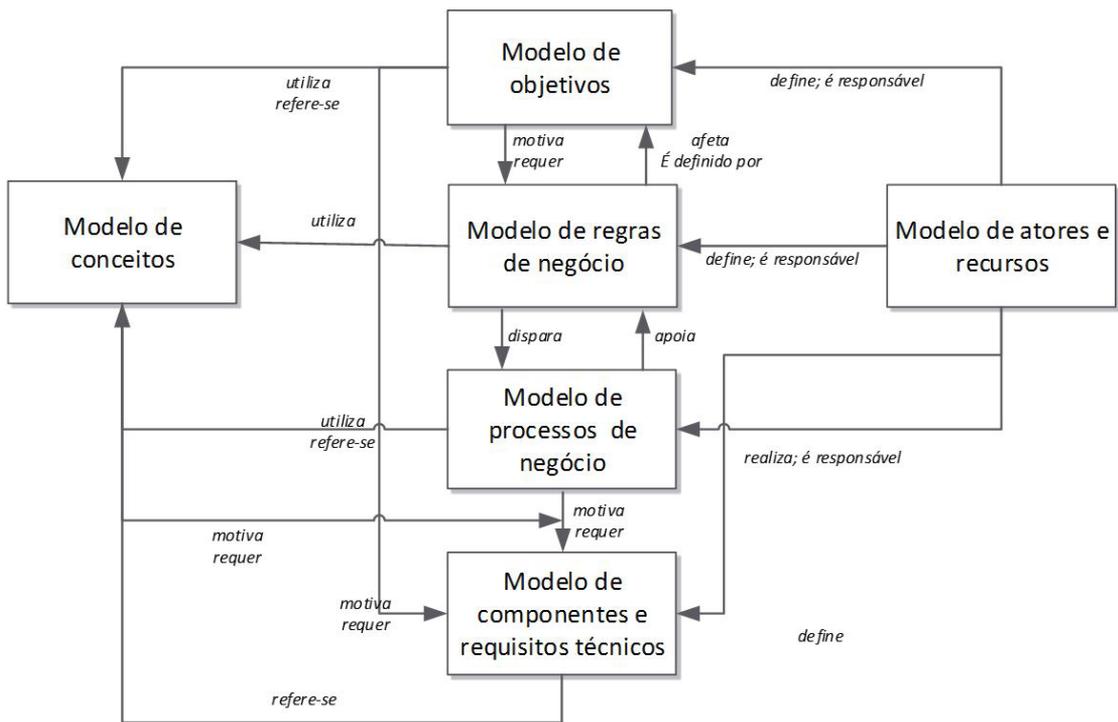


Figura 1. Submodelos do EKD. Fonte: Adaptado de Bubenko et al. (2001).

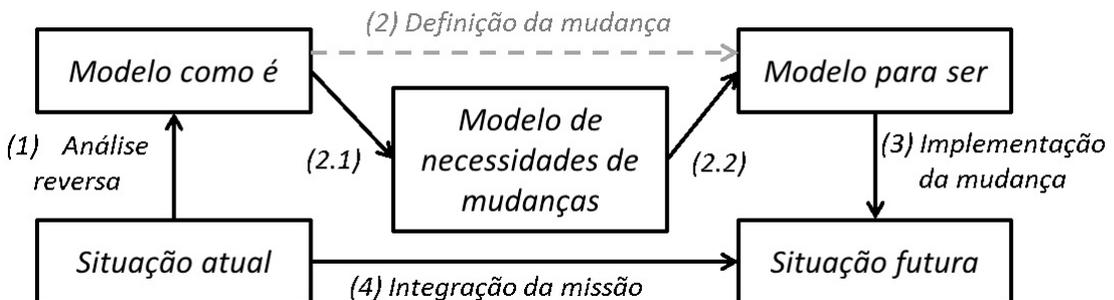


Figura 2. Modelo EKD-CMM. Fonte: Adaptado de Nurcan & Rolland (2003).

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

2.5 Considerações sobre a revisão da literatura

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

Sabe-se que a utilização da metodologia Seis Sigma proporciona resultados positivos para a empresa que a utiliza. Como não foram verificados 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 necessidades de mudanças.

3 Método de pesquisa

A pesquisa baseia-se em uma abordagem qualitativa do programa Seis Sigma de uma única organização por meio de estudo de caso. A pesquisa é de caráter exploratório, nela se buscam maiores informações sobre o assunto da pesquisa e, contudo, é possível obter uma nova percepção do fenômeno (Marconi & Lakatos, 2000). 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. Alinhando-se aos objetivos da pesquisa. A coleta de dados baseou-se em uma entrevista semiestruturada, cujo roteiro contempla perguntas que permitiram a modelagem do programa Seis Sigma na empresa e a identificação da existência ou não de características de uma rede auto-organizada no programa Seis Sigma da empresa.

O estudo de caso foi realizado em uma empresa multinacional brasileira, com mais de 60 anos em atividade, diversas unidades de negócio, mas cuja unidade principal é a produção 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, que relatou ganhos anuais superiores a R\$ 1 milhão com os projetos Seis Sigma desenvolvidos.

As informações verificadas por meio da entrevista semiestruturada e da documentação foram inicialmente sistematizadas com a metodologia EKD. As primeiras versões dos modelos foram submetidas ao entrevistado para verificar possíveis divergências e validadas pelo entrevistado como sendo representativas do programa Seis Sigma. Depois da análise e adequação dos modelos, estes foram novamente analisados pelo pesquisador, à luz do referencial teórico sobre redes de inovação auto-organizadas para identificar características comuns entre o programa Seis Sigma e as redes de inovação auto-organizadas, resultando em um conjunto de necessidades de mudanças no gerenciamento do programa Seis Sigma.

4 Resultados

A pesquisa apresentou como resultado a sistematização do programa Seis Sigma da empresa, permitindo a avaliação tanto por parte do pesquisador quanto por parte do BB entrevistado. A modelagem permitiu comunicar o funcionamento e a análise de mudanças necessárias.

4.1 Modelo de objetivos

A Figura 4 apresenta o modelo de objetivos do programa Seis Sigma na organização estudada. Aumentar a competitividade da organização (Objetivo 1) pode ser atingido a partir da redução de custos (Objetivo 1.1), redução da variabilidade dos processos (Objetivo 1.2) ou da melhoria da qualidade dos produtos (Objetivo 1.3). As pessoas envolvidas no programa Seis Sigma possuem dedicação parcial, o que é considerado um problema (Problema 1) que pode ser solucionado pelo estabelecimento de uma estrutura mínima dedicada integralmente à metodologia Seis Sigma. Garantir o uso de metodologia para desenvolvimento de projetos (Objetivo 2) apoia o Objetivo 1, uma vez que o aumento da competitividade se alcança por meio da correta aplicação da metodologia. Para garantir a aplicação correta da metodologia há reuniões periódicas. Há a oportunidade de criar



Figura 3. Relação entre os conceitos da pesquisa.

um banco com melhores práticas em Seis Sigma (Oportunidade 1), útil como referência de projetos anteriores bem-sucedidos e malsucedidos, 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.

4.2 Modelo de regras de negócio

A Figura 5 apresenta o modelo de regras de negócio responsáveis por viabilizar os objetivos, em que 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 uma planilha eletrônica na qual os projetos são avaliados pelo *Black Belt* ou *Master Black Belt* antes de serem desenvolvidos. Ao realizar 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 (Objetivo 1). Os desvios identificados nestas reuniões são tratados e reanalisados na próxima reunião de acompanhamento (Objetivo 1). 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

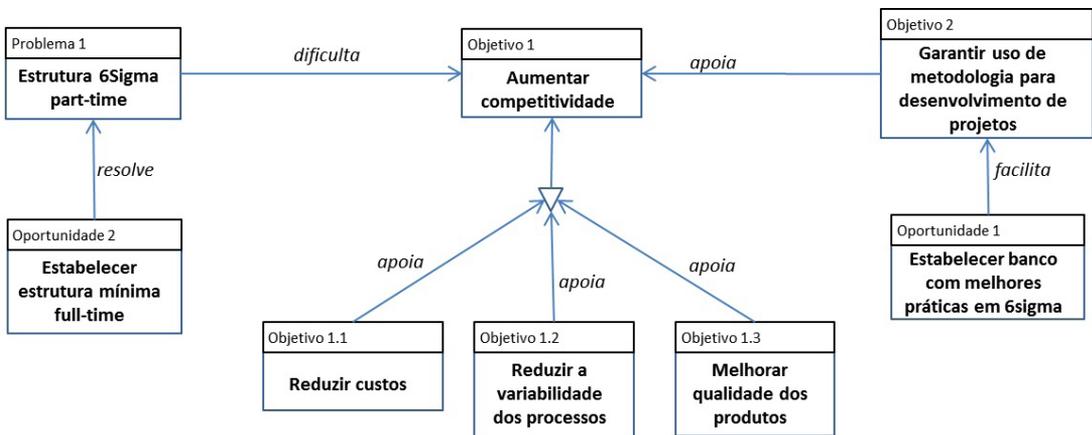


Figura 4. Modelo de objetivos do programa Seis Sigma.

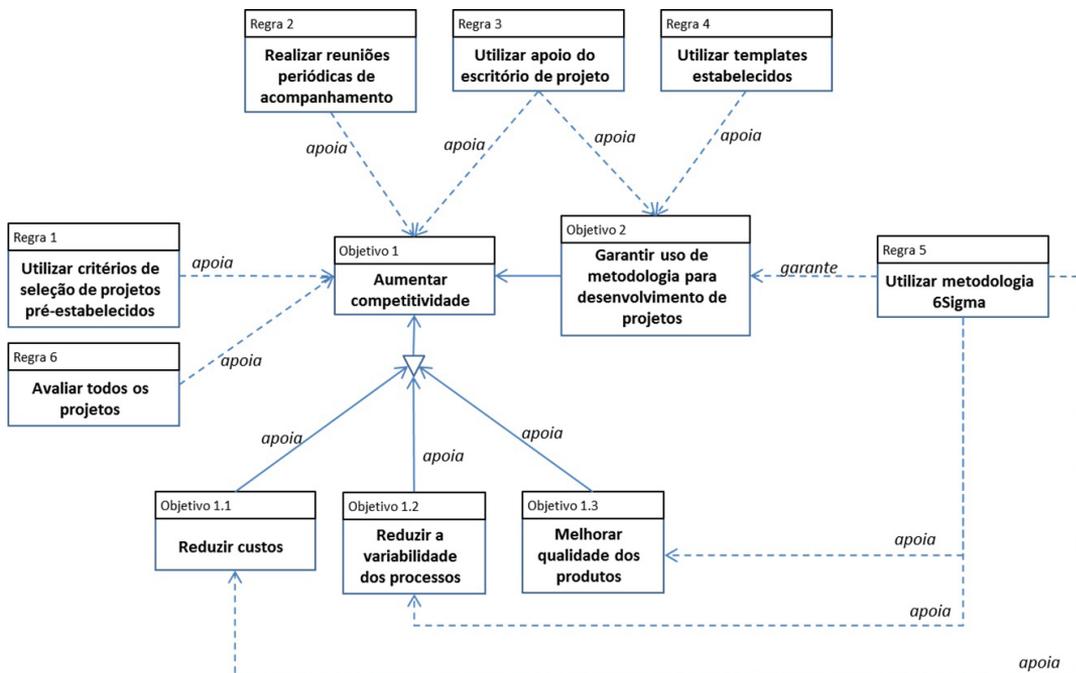


Figura 5. Modelo de regras de negócio do programa Seis Sigma.

forma a aumentar a competitividade (Objetivo 1). O escritório de projetos apoia o desenvolvimento dos projetos quanto à aplicação da metodologia, cumprimento de prazos e orçamento, comunicação entre os diversos níveis de gerência envolvidos. A utilização de *templates* (Regra 4), garante o uso da metodologia no desenvolvimento dos projetos (Objetivo 2) e (Regra 5). A utilização dos *templates* minimiza a ocorrência de desvios. A metodologia Seis Sigma (Regra 5) permite atingir a redução de custos (Objetivo 1.1), de variabilidade dos processos (Objetivo 1.2) e a melhoria da qualidade dos produtos (Objetivo 1.3). Os projetos devem ser avaliados (Regra 6), para aumentar a competitividade (Objetivo 1). O ganho financeiro, cumprimento de cronograma e orçamento e a correta utilização da metodologia são importantes. Cabe ao *Master Black Belt* ponderar sobre quando um projeto é considerado bem-sucedido.

4.3 Modelo de atores e recursos

A Figura 6 apresenta o modelo de atores e recursos. A diretoria de operações (Unid. Organizacional 1), 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). Um *Black Belt* (Unid. Individual 2) pode ser parte tanto do escritório de projetos quanto de

alguma gerência de um processo específico. Exerce o controle de projetos (Papel 5), é líder de projetos Seis Sigma (Papel 2) e participa de equipes de projetos (Papel 6). Ao exercer o papel de controle de projetos é responsável pelo ERP (Recurso 6), no qual são lançados os dados referentes aos custos do desenvolvimento dos projetos. O *Black Belt* também verifica as planilhas de acompanhamento e controle (Recurso 1), 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 de 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 ele treinar os ingressantes na estrutura 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), no qual 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

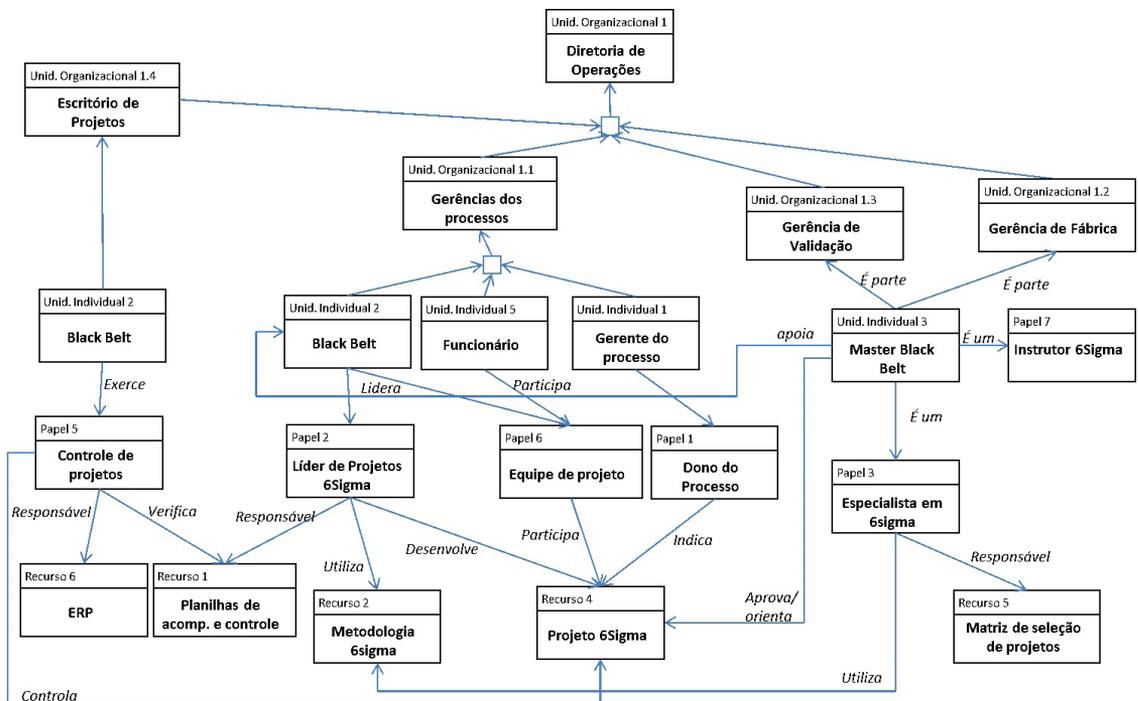


Figura 6. Modelo de atores e recursos do programa Seis Sigma.

(Unid. Individual 5) participam das equipes de projetos (Papel 6), nas quais recebem breve treinamento ministrado pelo *Master Black Belt* para conhecer a metodologia.

4.4 Modelo de processos de negócio

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) por meio de um formulário de indicação de projeto (InfoSet 1). Este formulário de indicação segue para avaliação (Processo 2), na qual, dentre os critérios utilizados para a avaliação, destacam-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 (InfoSet 2), sendo o gerente comunicado de que aquele projeto não se adequa, ou selecionado (InfoSet 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 (InfoSet 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*. Depois de finalizado o projeto, os resultados 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 (InfoSet 5).

Existe ainda um processo de treinamento dos colaboradores na metodologia Seis Sigma (Processo 6), que é realizado por um Instrutor de Seis Sigma (Papel7). O colaborador treinado (InfoSet6) 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.

4.5 Modelo de componentes e requisitos técnicos

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 o atendesse, uma vez que a

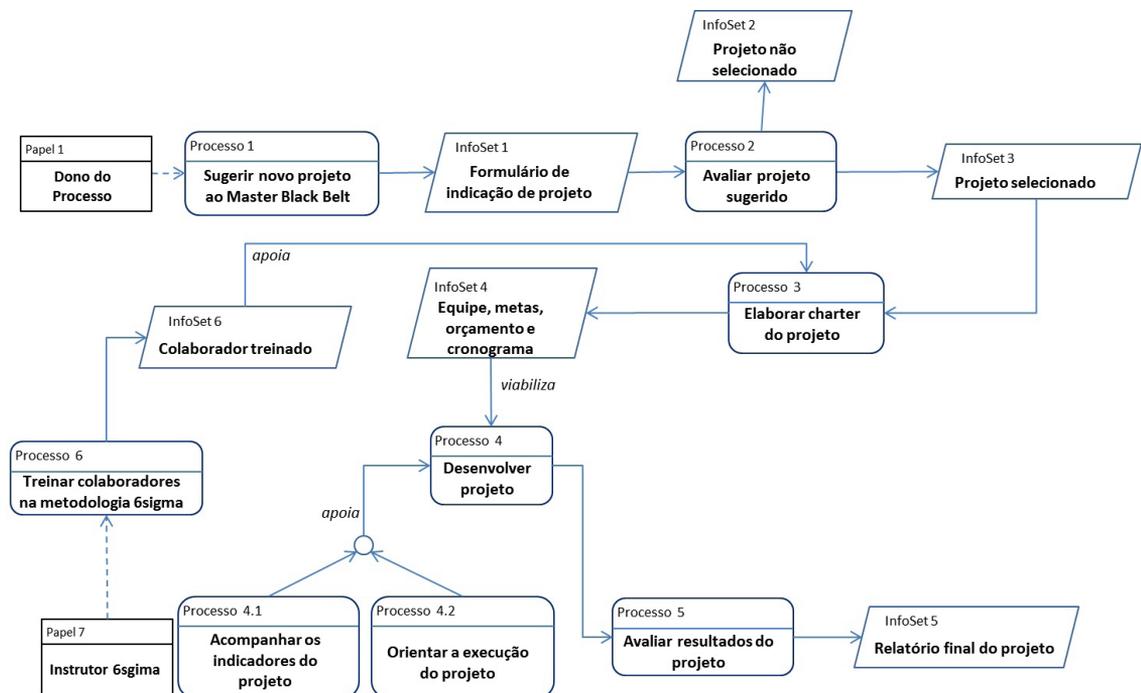


Figura 7. Modelo de processos de negócio do programa Seis Sigma.

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 desenvolvimento 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 por meio 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).

4.6 Modelo de conceitos

A Figura 9 apresenta o modelo de conceitos do programa Seis Sigma da organização estudada. O conceito central que permeia todos os modelos é a gestão do programa Seis Sigma (Conceito 1). Fazem parte da gestão do programa Seis Sigma a seleção de projeto Seis Sigma (Conceito 1.1), o desenvolvimento de projetos (Conceito 1.2), o acompanhamento de projetos (Conceito 1.3) e a avaliação de projetos (1.4). Para realização da seleção de projetos, são utilizados critérios de seleção (Conceito 1.1.1) dos quais fazem parte: a solução do problema deve ser desconhecida (Conceito 1.1.1.1), o projeto deve ter curto prazo de realização (Conceito 1.1.1.3) e o projeto deve ter retorno financeiro mensurável (Conceito 1.1.1.2).

O desenvolvimento de projetos (Conceito 1.2) requer uma equipe de projeto Seis Sigma (Conceito

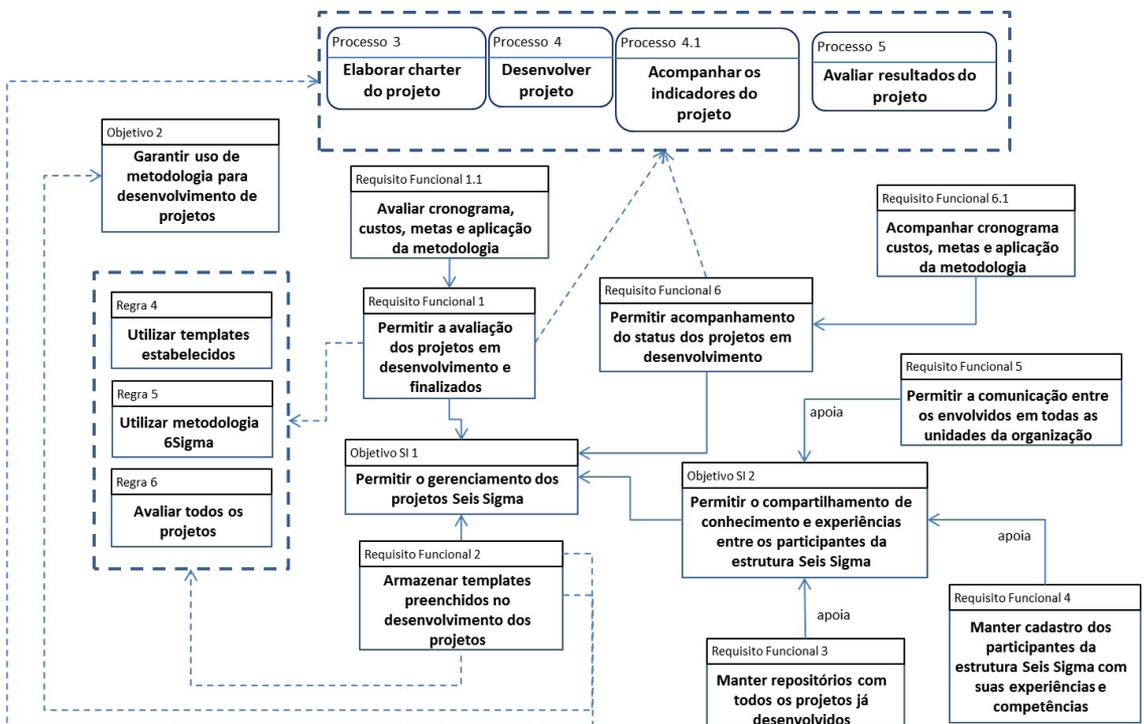


Figura 8. Modelo de componentes e requisitos técnicos do programa Seis Sigma.

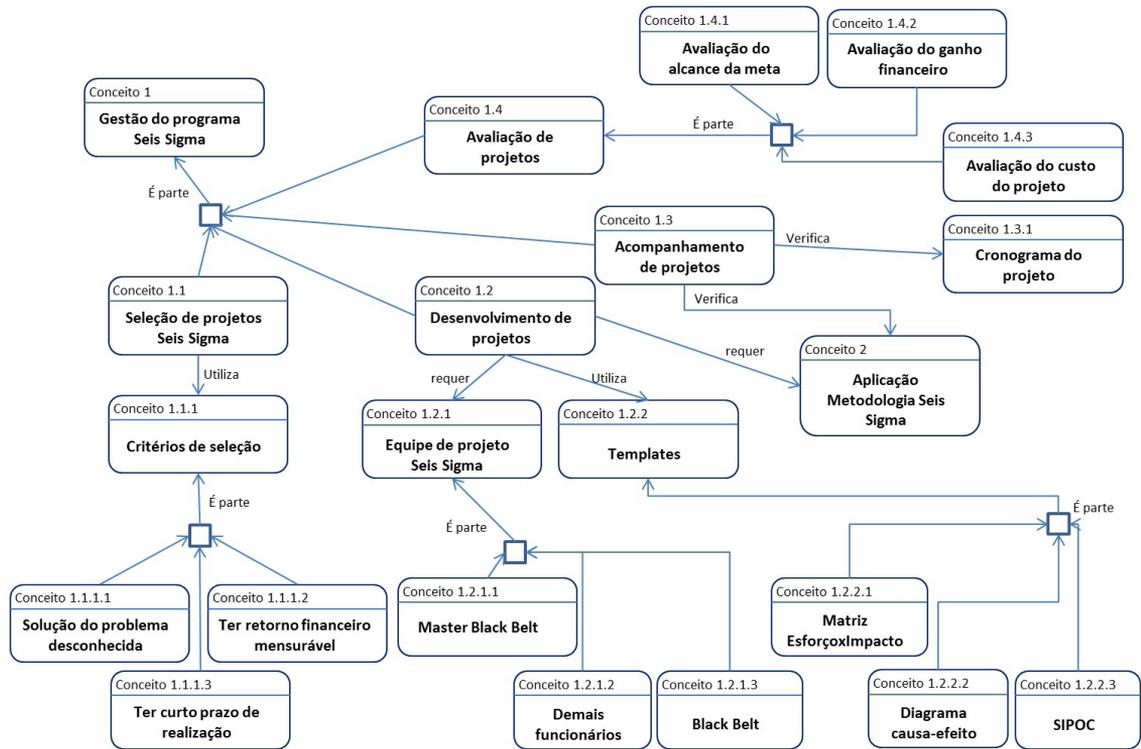


Figura 9. Modelo de conceitos do programa Seis Sigma.

1.2.1), utiliza alguns *templates* (Conceito 1.2.2) e requer a aplicação da metodologia Seis Sigma (Conceito 2). O *Master Black Belt* (Conceito 1.2.1.1), o *Black Belt* (Conceito 1.2.1.2) e os demais funcionários (Conceito 1.2.1.3) são parte da equipe de projeto. Os *templates* utilizados para o desenvolvimento dos projetos são a matriz de esforço X impacto (Conceito 1.2.2.1), o diagrama causa-efeito (Conceito 1.2.2.2) e o SIPOC (Conceito 1.2.2.3). O acompanhamento de projetos (Conceito 1.3) verifica a aplicação da metodologia Seis Sigma (Conceito 2) e o cronograma de projeto (Conceito 1.3.1). A avaliação de projeto (Conceito 1.4) é composta pela avaliação do alcance da meta (Conceito 1.4.1), avaliação do ganho financeiro (Conceito 1.4.2) e avaliação do custo do projeto (Conceito 1.4.3).

4.7 Discussão dos resultados

Os modelos apresentam a dinâmica atual do programa Seis Sigma. Depois de analisar os modelos a partir da literatura, compararam-se as características de uma rede auto-organizada com as características no programa Seis Sigma, resultando em conjunto de mudanças para viabilizar uma rede auto-organizada em um programa Seis Sigma. O Quadro 1 apresenta as características, as evidências do estudo de caso e as necessidades de mudanças para viabilizar a formação de uma rede auto-organizada a 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.

A estrutura 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 apresentado na literatura, os GBs lideram projetos de menor complexidade, em que não se faz necessário um conhecimento avançado em métodos estatísticos, o que disponibiliza os BBs a realizarem projetos de maior complexidade e que exigem conhecimentos mais profundos.

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.

Quadro 1. Necessidades de mudança para viabilização de uma rede auto-organizada.

Característica (Literatura)	Evidência	Necessidade de Mudança
Aprendizado e desenvolvimento conjunto da rede (Vany, 1996).	O aprendizado só é possível por meio de conversas com o MBB.	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais.
Formar equipes rapidamente para solucionar problemas (Quinn et al., 1996).	As equipes são formadas rapidamente, porém de forma centralizada e conduzida pelo MBB.	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, exceto as reuniões de acompanhamento.	Incentivar o encontro dos envolvidos e desenvolver SI para interação.
Coevolução dos participantes da rede e da própria rede (Kash & Rycroft, 2000).	Participantes não se desenvolvem conjuntamente, apenas por meio de treinamento externo.	Promover o aprendizado pela interação e consulta ao SI e encontros presenciais.
Ampla competência das competências dos participantes e acesso a estas competências (Kash & Rycroft, 2002).	Somente o MBB conhece as competências dos demais envolvidos.	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos por meio de SI e torná-las acessíveis.
Existência de confiança e ajuda mútua (Kash & Rycroft, 2002).	Existe a confiança, porém a ajuda só existe por parte do MBB.	Disponibilizar as competências de todos os envolvidos por meio de SI e torná-las acessíveis.
Capacidade de se desenvolver sem interferências externas diretas significativas (Rycroft & Kash, 2004).	Os projetos são desenvolvidos prioritariamente a partir de indicações dos donos dos processos.	Método para geração e seleção de ideias dentro da própria estrutura Seis Sigma.
Não existência de uma liderança explícita centralizadora (Wagner & 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 et al., 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.

O desenvolvimento de um método para geração de ideias e seleção de projetos dentro da própria estrutura 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, a estrutura deve ser capaz de formar equipes rapidamente e com as competências adequadas para o desenvolvimento do projeto.

5 Conclusão

As características e funções identificadas em um programa Seis Sigma, possuem diversas variações entre diferentes organizações. Na empresa analisada foram identificados pontos de melhoria e necessidades de mudanças. As mudanças sugeridas buscam viabilizar uma rede auto-organizada a partir do programa Seis Sigma, trazendo benefícios para a empresa na forma de melhoria do aprendizado organizacional, sistematização do conhecimento e maior autonomia dos BBs.

A gestão do programa Seis Sigma como uma rede auto-organizada proporciona ainda o benefício de permitir que a estrutura se autogerencie, sem

dependendo de uma única pessoa, proporcionando maior autonomia e autoridade aos envolvidos, sugerindo e selecionando projetos de forma coletiva e mantendo seu funcionamento sem interferências significativas externas à rede. Destaca-se que uma nova análise deve ser realizada após a aplicação das mudanças sugeridas com o objetivo de validar se estas conduzirão à formação de uma rede auto-organizada.

O artigo contribui com a literatura já existente de duas formas: primeiro analisando as possibilidades do programa Seis Sigma tornar-se uma rede auto-organizada com a implementação das mudanças sugeridas; e segundo, ampliando o conhecimento disponível sobre a gestão de programas Seis Sigma. As mudanças devem ser acompanhadas do desenvolvimento de uma cultura colaborativa, que possibilitará a real aplicação e manutenção das mudanças sugeridas.

Ressalta-se ainda que a utilização da metodologia EKD possibilitou a conversão do conhecimento implícito quanto à gestão do programa Seis Sigma em conhecimento explícito, permitindo assim a análise e verificação das características de redes auto-organizadas. Os modelos desenvolvidos serão

utilizados pela própria organização na compreensão e melhoria do programa Seis Sigma.

Esta pesquisa apresenta com limitação, e oportunidade para pesquisas futuras, a modelagem e análise de um único caso. Tal limitação se deve ao fato de que o programa Seis Sigma pode apresentar diferentes estruturas em várias organizações. Desta forma, devem ser realizados estudos de casos nos programas Seis Sigma de outras organizações, permitindo a comparação entre eles e melhorando a consistência das mudanças sugeridas. Outra oportunidade para estudo é a aplicação das mudanças necessárias e a realização de uma nova modelagem, confirmando assim que as mudanças sugeridas viabilizam a formação de redes auto-organizadas a partir do programa Seis Sigma.

Referências

- Anderson, P. (1999). Complexity theory and organization science. *Organization Science*, 10(3), 216-232. <http://dx.doi.org/10.1287/orsc.10.3.216>.
- Andersson, M., Lindgren, R., & Henfridsson, O. (2008). Architectural knowledge in inter-organizational IT innovation. *The Journal of Strategic Information Systems*, 17(1), 19-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2008.01.002>.
- Banuelas, R., Antony, J., & Brace, M. (2005). An application of Six Sigma to reduce waste. *Quality and Reliability Engineering International*, 21(6), 553-570. <http://dx.doi.org/10.1002/qre.669>.
- Bell, J., Den Ouden, B., & Ziggers, G. W. (2006). Dynamics of cooperation: at the brink of irrelevance. *Journal of Management Studies*, 43(7), 1607-1619. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6486.2006.00653.x>.
- Bennett, N., & Kidwell, R. E. (2001). The provision of effort in self-designing work groups: the case of collaborative research. *Small Group Research*, 32(6), 727-744. <http://dx.doi.org/10.1177/104649640103200603>.
- Bubenko, J., Persson, A., Stirna, J. (2001). *EKD user guide Elektra*. Stockholm: Royal Institute of Technology, Stockholm University. Research report.
- Buch, K., & Tolentino, A. (2006). Employee perceptions of the rewards associated with six sigma. *Journal of Organizational Change Management*, 19(3), 356-364. <http://dx.doi.org/10.1108/09534810610668355>.
- Calia, R. C., Guerrini, F. M., & Castro, M. (2009). The impact of Six Sigma in the performance of a Pollution Prevention program. *Journal of Cleaner Production*, 17(15), 1303-1310. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.05.001>.
- Camarinha-Matos, L. M., & Abreu, A. (2007). Performance indicators for collaborative networks based on collaboration benefits. *Production Planning and Control*, 18(7), 592-609. <http://dx.doi.org/10.1080/09537280701546880>.
- Chakravorty, S. S. (2009). Six Sigma programs: an implementation model. *International Journal of Production Economics*, 119(1), 1-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.01.003>.
- Corning, P. A. (1995). Synergy and self-organization in the evolution of complex-systems. *Systems Research*, 12(2), 89-121. <http://dx.doi.org/10.1002/sres.3850120204>.
- Crowston, K., Li, Q., Wei, K., Eseryel, U. Y., & Howison, J. (2007). Self-organization of teams for free/libre open source software development. *Information and Software Technology*, 49(6), 564-575. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2007.02.004>.
- Dora, M., & Gellynck, X. (2015). Lean Six Sigma Implementation in a Food Processing SME: a case study. *Quality and Reliability Engineering International*, 31(7), 1151-1159. <http://dx.doi.org/10.1002/qre.1852>.
- Dutta, B., Ghosal, S., & Ray, D. (2005). Farsighted network formation. *Journal of Economic Theory*, 122(2), 143-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jet.2004.05.001>.
- Easton, G. S., & Rosenzweig, E. D. (2015). Team leader experience in improvement teams: a social network perspective. *Journal of Operations Management*, 37(1), 13-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2015.05.001>.
- Eschenbächer, J., Seifert, M., & Thoben, K.-D. (2011). Improving distributed innovation processes in virtual organisations through the evaluation of collaboration intensities. *Production Planning and Control*, 22(5-6), 473-487. <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2010.536620>.
- Espinosa, A., & Porter, T. (2011). Sustainability, complexity and learning: Insights from complex systems approaches. *The Learning Organization*, 18(1), 54-72. <http://dx.doi.org/10.1108/09696471111096000>.
- Gutiérrez, L. J. G., Bustinza, O. F., & Molina, V. B. (2012). Six sigma, absorptive capacity and organisational learning orientation. *International Journal of Production Research*, 50(3), 661-675. <http://dx.doi.org/10.1080/0207543.2010.543175>.
- Hahn, G. J. (2005). Six sigma: 20 key lessons learned. *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 225-233. <http://dx.doi.org/10.1002/qre.636>.
- Hahn, G. J., Hill, W. J., Hoerl, R. W., & Zinkgraf, S. A. (1999). The impact of six sigma improvement: a glimpse into the future of statistics. *The American Statistician*, 53(3), 208-215.
- Jarratt, D., & Ceric, A. (2015). The complexity of trust in business collaborations. *Australasian Marketing Journal*, 23(1), 2-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ausmj.2014.10.002>.
- Kash, D. E., & Rycroft, R. (2000). W. Patterns of innovating complex technologies: a framework for adaptive network strategies. *Research Policy*, 29(7-8), 819-831. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00107-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00107-4).

- Kash, D. E., & Rycroft, R. (2002). Emerging patterns of complex technological innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(6), 581-606. [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(01\)00171-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(01)00171-8).
- Koziolek, S., & Derlukiewicz, D. (2012). Method of assessing the quality of the design process of construction equipment with the use of DFSS (design for Six Sigma). *Automation in Construction*, 22, 223-232. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.07.006>.
- Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26(5-6), 708-715. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>.
- Laux, C., Johnson, M., & Cada, P. (2014). Project Barriers to Green Belts through critical success factors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(2), 138-160. <http://dx.doi.org/10.1108/IJLSS-02-2014-0006>.
- Lee, Y., Lee, I. W., & Feiock, R. C. (2012). Interorganizational collaboration networks in economic development policy: an exponential random graph model analysis. *Policy Studies Journal: the Journal of the Policy Studies Organization*, 40(3), 547-573. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-0072.2012.00464.x>.
- Linderman, K., Schroeder, R., Zaheer, S., & Choo, A. (2003). Six Sigma: a goal-theoretic perspective. *Journal of Operations Management*, 21(2), 193-203. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00087-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00087-6).
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2000). *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas.
- Mertins, K., & Jochem, R. (2005). Architectures, methods and tools for enterprise engineering. *International Journal of Production Economics*, 98(2), 179-188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.05.024>.
- Nurcan, S., & Rolland, C. (2003). A multi-method for defining the organizational change. *Information and Software Technology*, 45(2), 61-82. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-5849\(02\)00162-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-5849(02)00162-3).
- Parker, D. W., Holesgrove, M., & Pathak, R. (2015). Improving productivity with self-organised teams and agile leadership. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(1), 112-128. <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-10-2013-0178>.
- Patterson, A., Bonissone, P., & Pavese, M. (2005). Six sigma applied throughout the lifecycle of an automated decision system. *Quality and Reliability Engineering International*, 21(3), 275-292. <http://dx.doi.org/10.1002/qre.629>.
- Provan, K. G., Fish, A., & Sydow, J. (2007). Interorganizational networks at the network level: a review of the empirical literature on whole networks. *Journal of Management*, 33(3), 479-516. <http://dx.doi.org/10.1177/0149206307302554>.
- Quinn, J. B., Anderson, P., & Finkelstein, S. (1996). Managing professional intellect: making the most of the best. *Harvard Business Review*, 74(2), 71-80. PMID:10156468.
- Rolland, C., Nurcan, S., & Grosz, G. (2000). A decision-making pattern for guiding the enterprise knowledge development process. *Information and Software Technology*, 42(5), 313-331. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-5849\(99\)00089-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-5849(99)00089-0).
- Rycroft, R. W., & Kash, D. E. (2004). Self-organizing innovation networks: implications for globalization. *Technovation*, 24(3), 187-197. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00092-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00092-0).
- Scherrer-Rathje, M., Arnoscht, J., Egri, P., Braun, E., Csaji, B. C., & Schuh, G. (2009). A generic model to handle complexity in collaborative networks. In *Proceedings of Picmet 09 - Technology Management in the Age of Fundamental Change*. Portland: IEEE.
- Schroeder, R. G., Linderman, K., Liedtke, C., & Choo, A. S. (2008). Six Sigma: definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*, 26(4), 536-554. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.06.007>.
- Schuh, G., Monostori, L., Csaji, B. C., & Doring, S. (2008). Complexity-based modeling of reconfigurable collaborations in production industry. *Cirp Annals-Manufacturing Technology*, 57(1), 445-450. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2008.03.013>.
- Siakas, K. V., Nisioti, K. S., Voutsas, E. A., & Gellen, M. (2006). Integrating Six Sigma with CMMI for High Quality Software. In *Proceeding of the 14th Software Quality Management Conference*. Cheltenham: British Computer Society.
- Vany, A. D. (1996). Information, chance, and evolution: alchian and the economics of self-organization. *Economic Inquiry*, 34(3), 427-443. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1465-7295.1996.tb01387.x>.
- Wagner, C. S., & Leydesdorff, L. (2005). Network structure, self-organization, and the growth of international collaboration in science. *Research Policy*, 34(10), 1608-1618. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2005.08.002>.
- Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.