

**ANÁLISE DOS CURSOS COM FORMAÇÃO SIX SIGMA:
um estudo em instituições do Vale do Paraíba**

*ANALYSIS OF SIX SIGMA TRAINING COURSES:
a study in institutions of the Paraíba Valley*

*ANÁLISIS DE LOS CURSOS CON FORMACIÓN SIX SIGMA:
un estudio en instituciones de Vale do Paraíba.*

Marília Macorin de Azevedo¹ (marilia.azevedo@fatec.sp.gov.br)
Sergio Tenório dos Santos Neto¹ (sergio.santos@fatecguaratingueta.edu.br)

¹Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Unidade de Pós-graduação

Resumo

Observa-se que uma das atividades profissionais do formando em Engenharia de Produção está intimamente relacionada com Gestão da Qualidade e, para desenvolver essas atividades, esse profissional necessita conhecer e utilizar ferramentas de qualidade que permitam uma gestão dos processos com eficiência e eficácia. A metodologia *Six Sigma* foi desenvolvida com essa finalidade. Este artigo apresenta um estudo sobre a formação *Six Sigma* em empresas de treinamento e instituições de ensino do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, a partir de um mapeamento dos cursos das instituições da região, identificando suas características e conteúdos curriculares. O objetivo é identificar como estão estruturados os cursos para formação de *Green Belts* em empresas de treinamento e instituições de ensino da região do Vale do Paraíba, comparando com as recomendações propostas por uma reconhecida entidade certificadora internacional. Para atingir este objetivo, foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa com método de análise documental e uma pesquisa de campo com as instituições selecionadas. Observou-se que as instituições pesquisadas apresentam diferenças entre cargas horárias, exigência de avaliação e exigência de projetos para certificação, demonstrando que não existe um modelo único de curso no mercado estudado. Quanto às dimensões dos conteúdos programáticos, constatou-se que a maioria das instituições apresenta conteúdos muito próximos ao padrão de certificação internacional selecionado, porém com oportunidades de melhoria.

Palavras-chave: *Six Sigma*, Sistemas Produtivos, Engenharia de Produção, Formação Profissional.

Abstract

It is observed that one of the professional activities of the trainee in Production Engineering is closely related to Quality Management and to develop these activities, this professional needs to know and use quality tools that allow a process management with efficiency and effectiveness. The Six Sigma methodology was developed for this purpose. This article presents a study about the Six Sigma training in training companies and educational institutions of Paraíba Valley, state of São Paulo, based on a mapping of the institutions' courses in the region, identifying their characteristics and curricular contents. The objective is to identify how the Green Belts training courses are structured in training companies and educational institutions in the Paraíba Valley region, comparing with the recommendations proposed by a recognized international certification body. To achieve this objective, a qualitative research was carried out with documental analysis method and a field research with selected institutions. It was observed that the institutions studied present differences between hours, requirement of evaluation and requirement of projects for certification,

demonstrating that there is no single course model in the market studied. Regarding the dimensions of the programmatic content, it was verified that most institutions present content very close to the selected international certification standard, but with opportunities for improvement.

Keywords: Six Sigma, Production Systems, Production Engineering, Professional Formation.

Resumen

Se observa que una de las actividades profesionales del formando en Ingeniería de Producción está íntimamente relacionada con Gestión de la Calidad y, para desarrollar esas actividades, ese profesional necesita conocer y utilizar herramientas de calidad que permitan una gestión de los procesos con eficiencia y eficacia. La metodología Six Sigma fue desarrollada con este fin. Este artículo presenta un estudio sobre la formación Six Sigma en empresas de formación e instituciones de enseñanza del Valle del Paraíba, estado de São Paulo, a partir de un mapeamiento de los cursos de las instituciones de la región, identificando sus características y contenidos curriculares. El objetivo es identificar cómo están estructurados los cursos para la formación de Green Belts en empresas de entrenamiento e instituciones de enseñanza de la región del Valle del Paraíba, comparando con las recomendaciones propuestas por una reconocida entidad certificadora internacional. Para alcanzar este objetivo, se realizó una investigación de abordaje cualitativo con método de análisis documental y una investigación de campo con las instituciones seleccionadas. Se observó que las instituciones encuestadas presentan diferencias entre cargas horarias, exigencia de evaluación y exigencia de proyectos para certificación, demostrando que no existe un modelo único de curso en el mercado estudiado. En cuanto a las dimensiones de los contenidos programáticos, se constató que la mayoría de las instituciones presentan contenidos muy próximos al estándar de certificación internacional seleccionado, pero con oportunidades de mejora.

Palabras clave: Six Sigma, Sistemas Productivos, Ingeniería de Producción, Formación profesional.

Introdução

A Motorola iniciou um trabalho para melhorar seus resultados de qualidade em meados de 1980, utilizando ferramentas consagradas de qualidade e novos conceitos de gestão, desenvolvendo uma metodologia que foi denominada *Six Sigma*. Com a metodologia, a Motorola tornou-se referência em qualidade, de acordo com Pyzdek e Keller (2010).

Para os autores, durante o processo de implantação do *Six Sigma*, a Motorola identificou a necessidade de capacitar de forma diferenciada os profissionais responsáveis por liderar a metodologia, necessitando estes de um elevado nível de proficiência na aplicação de técnicas e ferramentas de qualidade. Para atendimento das demandas a partir da implementação do *Six Sigma*, a Motorola desenvolveu um programa de capacitação específico para formação desses profissionais, passando a identificá-los como *Belts*. Dentro da classificação criada, observam-se os *Black Belts*, os *Green Belts*, os *Yellow Belts* e os *White Belts*. O Quadro 1 detalha o papel de cada um desses *Belts*.

Quadro 1 – Detalhamento do Papel dos *Belts*

<i>Belts</i>	Atribuições
<i>Black</i>	Lidera projetos corporativos de longo e médio prazo, capacita e assessora os demais <i>Belts</i>
<i>Green</i>	Lidera projetos departamentais de longo e médio prazo, participa de projetos corporativos liderados por <i>Black Belts</i>
<i>Yellow</i>	Lidera projetos funcionais locais específicos de médio prazo, e participa de projetos liderados por <i>Green Belts</i>
<i>White</i>	Utiliza a metodologia na condução de projetos locais específicos de curto prazo e participa de projetos liderados pelos <i>Green Belts</i> e <i>Yellow Belts</i>

Fonte: Adaptado de WERKEMA (2006)

Marx (2008) apresenta sua pesquisa realizada com mais de 1.160 profissionais da área de qualidade e melhoria contínua, na qual se observa que a grande maioria dos profissionais pesquisados possuía certificação, sendo essas certificações obtidas nas empresas onde atuavam.

Relata o autor que a Motorola e a Microsoft possuem processos próprios de treinamento e certificação, exigindo a participação de seus futuros *Belts* em um exame de certificação. Outro exemplo é a empresa Dupont, que, segundo o autor, também possui seus processos de treinamento e certificação, todavia, não exigindo o exame de certificação. São observadas ainda diferenças entre as empresas também em relação às metas financeiras esperadas e aos números de dias requeridos nos treinamentos de capacitação. Hoerl (2001) cita que na General Electric, por exemplo, os *Belts* são certificados após a conclusão de um certo número de projetos financeiramente bem-sucedidos.

Miller e Lawrence (2015) afirmam que uma busca na internet irá exibir centenas de entidades que oferecem programas de certificação *Six Sigma* para pessoas físicas e empresas que querem certificar seus colaboradores.

Atualmente, existem diversas opções de treinamento no mercado. Desde cursos de capacitação de curta duração, até cursos de extensão e pós-graduação. Também é comum encontrar cursos de graduação que oferecem disciplinas específicas abordando o tema *Six Sigma*. Em meados de 2010, as entidades de ensino superior começaram a adequar seus currículos para capacitar seus alunos na metodologia *Six Sigma*, como afirma Laux e Franze (2010). Essa variedade de programas e formas de capacitação *Six Sigma* pode apontar para estudos que abordem o processo de capacitação dos profissionais envolvidos com a metodologia *Six Sigma* nos cursos de engenharia no mercado brasileiro.

O objetivo deste artigo é identificar como estão estruturados os cursos para formação de *Green Belts* em empresas de treinamento e instituições de ensino da região do Vale do Paraíba, comparando com as recomendações propostas por uma reconhecida entidade certificadora internacional.

Para atingir este objetivo, foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa com método de análise documental e uma pesquisa de campo com as instituições selecionadas.

1 SIX SIGMA – Evolução

A metodologia *Six Sigma*, desenvolvida pela Motorola na década de 1980, requer processos que tenham a capacidade de produzir 99,99966% de seus produtos ou unidades livres de quaisquer defeitos, o que significa que só poderá haver 3,4 unidades defeituosas por milhão, segundo Aboelmaged (2010).

Pepper e Spedding (2010) argumentam que a metodologia *Six Sigma* conseguiu resgatar nas organizações a experiência e o conhecimento necessários, por meio de um rigoroso processo de credenciamento de *Belts*, que, embora sendo dispendioso por sua forma de aplicação, permite canalizar o conhecimento do corpo de colaboradores.

Em sua implementação e manutenção, a metodologia *Six Sigma* utiliza o método conhecido como DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar), no qual cada letra da sigla representa uma fase do processo de melhoria (PYZDEK; KELLER, 2010). O DMAIC, criado por Mikel Harry, um dos membros da equipe de Bob Gavin na Motorola, é o método utilizado para execução de projetos de melhoria dentro da metodologia *Six Sigma*.

Segundo Laureani e Antony (2012), o *Six Sigma* não apresenta um padrão único de certificação que seja reconhecido mundialmente. Para os autores, o grande número de instituições que fornecem treinamento e certificação fez com que o mercado tivesse uma grande variedade de critérios, gerando ceticismo por parte de gestores, recrutadores e líderes de empresas. Segundo os mesmos autores, essa grande variação no mercado de certificações *Six Sigma* exigiu que as corporações definissem seus próprios processos de certificação, aumentando ainda mais a diversidade e a disparidade entre os processos.

Destacam-se, nesse cenário, os processos de certificação das normas ISO (*International Organization for Standardization*). Segundo Santos e Azevedo (2017), o fato de existir um processo consistente de certificação e acreditação para as normas ISO denota que existe potencial para um processo semelhante dentro do mercado *Six Sigma*.

Observa-se, ao longo dos últimos anos, que a maioria das grandes corporações contratou consultores para estabelecer programas internos de treinamento e certificação *Six Sigma* em suas organizações, enquanto as organizações de pequeno e médio porte contratam profissionais já certificados, ou incentivam seus profissionais a buscarem certificação em entidades externas, que oferecem serviços de treinamento e certificação (MILLER; LAWRENCE, 2015).

Para Laureani e Antony (2012), a grande variedade nas práticas de certificação trazem consequências e dificuldades para o mercado. Os autores mencionam que a dificuldade em comparar o nível de preparação dos profissionais *Six Sigma* e as dificuldades para avaliação dos

profissionais a serem contratados, são alguns exemplos encontrados na prática pelas organizações que desejam implementar programas *Six Sigma*. Segundo os autores, diante desse cenário, a *American Society for Quality*, a *Quality International Federation* e a *British Quality Foundation* propuseram padrões baseados em um conjunto de conhecimentos, chamados de *Body of Knowledge* (Corpo de Conhecimento). Os autores descrevem ainda os esforços da *International Academy for Quality* na divulgação desses padrões e na recomendação da utilização destes como padrões de certificação.

A *International Association for Six Sigma Certification* (IASSC) é outra entidade que oferece um padrão de certificação. Segundo o endereço eletrônico da IASSC, os exames de certificação desta organização estão presentes em mais de 165 países, com mais de 8.000 centros de exames (IASSC, 2017).

1.1 Resultados relatados com a metodologia *SIX SIGMA*

Segundo Rebeletto et al. (1998), a Engenharia de Produção foi criada para atender as operações de chão de fábrica, expandindo-se ao longo dos anos para outros setores. Para os autores, conhecimentos aplicados a todas as áreas da empresa devem ser desenvolvidos no processo de formação do profissional da área. Os cursos de graduação em Engenharia de Produção capacitam os alunos para atuarem em diversas áreas e setores da economia. Segundo Naveiro e Castro (2006), a Engenharia de Produção tem como foco o projeto e a gerência de sistemas que envolvem pessoas, materiais, equipamentos e o ambiente.

Em relação à metodologia *Six Sigma*, o foco dos cursos de graduação não é certificar os alunos na formação *Six Sigma*. Todavia, constatou-se que muitas universidades já abordam o tema em pelo menos uma das disciplinas que compõem a grade curricular dos cursos de Engenharia de Produção, conforme apresentado nos resultados deste artigo, demonstrando a importância que o tema tem no mercado e na academia. Segundo Santos Neto e Azevedo (2017), no período de 2010 a 2015 foram produzidos 2.612 artigos sobre o tema *Six Sigma*, sinalizando o grande interesse pela metodologia, não apenas por parte da indústria, mas também por parte da academia.

Os resultados apresentados por empresas como a Motorola, a General Eletric e o Grupo Brasileiro Brasmotor (Multibrás e Embraco), grupo pioneiro na implantação do *Six Sigma*, segundo Werkema (2006), contribuíram com a difusão da metodologia e o aumento do interesse por parte das empresas e academia. Em 1999, segundo a autora, o grupo obteve mais de 20 milhões de reais de retorno, a partir dos primeiros projetos *Six Sigma* concluídos.

Fernandes (2009) relata que a Aços Villares alcançou retorno financeiro 30 vezes maior que o valor investido na implantação do seu programa *Six Sigma*. Relata ainda a autora que a AGCO obteve retorno de 7 milhões de reais entre 2004 e 2005, a Tupy fundições alcançou um ganho anual de 12,7 milhões de reais com projetos de 51 *Belts*, a Villares Metals obteve uma

expressiva relação de R\$ 70,00 de ganho para cada R\$ 1,00 investido em seu programa *Six Sigma*, a Votorantim cimentos conquistou um ganho real anual de R\$ 31,2 milhões com os primeiros 143 projetos concluídos, a Votorantim Metais R\$98 milhões de reais com execução de 134 projetos certificados, e a Novelis, empresa do ramo de laminados em alumínio, que começou a implantar esse programa em 2004, obteve um lucro de 200 mil dólares no mesmo ano, chegando em 2005 com resultados de 6,5 milhões de dólares e, em 2006, com resultados de 11 milhões de dólares.

Para melhor preparar os envolvidos com o processo, programas de certificação foram desenvolvidos incorporando as principais áreas de conhecimento abordadas na metodologia *Six Sigma*.

O processo de certificação foi criado para testificar a eficácia dos treinamentos, sendo um projeto aplicado aos participantes para validação dos conhecimentos obtidos, conforme afirmam Laux e Franze (2010). Observa-se que os processos de certificação também apresentam variações decorrentes das culturas organizacionais ou dos níveis de comprometimento dos gestores.

Miller e Lawrence (2015) afirmam que, na maioria dos programas de certificação ofertados, observa-se a utilização de um corpo padronizado de conhecimentos, não havendo no mercado um consenso quanto a este padrão. Eles mencionam ainda que alguns provedores exigem a conclusão de um projeto, e um bom desempenho no exame de certificação, enquanto outros exigem apenas um bom desempenho no exame de qualificação.

Segundo a pesquisa *Isixsigma* (MARX, 2008), as grandes empresas são muito mais propensas a ter seu processo de certificação interno, em comparação com as pequenas empresas. Hoerl (2001) apresenta o caso da empresa GE como um exemplo de programa de certificação estudado e explorado na literatura. O autor afirma que os *Belts* na GE são certificados após a conclusão de certo número de projetos financeiramente bem-sucedidos. Para Ingle e Roe (2001), a GE tem uma abordagem mais estruturada para a formação dos *Belts*, quando comparada com outras organizações, possuindo um escopo de treinamento mais intensivo, enquanto na Motorola o programa é mais flexível, porém com uma maior amplitude de conhecimento.

Para Miller e Lawrence (2015), em função dos benefícios comprovados na implantação de programas de qualidade *Six Sigma*, a procura por indivíduos certificados é grande, sendo estes profissionais mais bem remunerados, ficando evidente a importância do processo de certificação.

2 Método

Para o desenvolvimento deste artigo, foi realizada uma pesquisa qualitativa por meio de um estudo documental e de campo realizado em instituições da região do Vale do Paraíba. As coletas de dados desta pesquisa foram realizadas por meio de um levantamento preliminar nos endereços eletrônicos das empresas de treinamento e instituições de ensino da região, com posterior aplicação de questionários nessas organizações, além de contatos telefônicos e entrevistas para complemento das informações coletadas, quando necessário, sendo todos os dados coletados, computados e tabulados para análise.

As empresas e instituições de ensino foram identificadas e selecionadas por meio da ferramenta de pesquisa da Google, sendo selecionadas as empresas que ofertam cursos de atualização *Lean Six Sigma Green Belt*.

O questionário aplicado teve por objetivo identificar as características dos cursos e seus componentes curriculares, tendo como base os conteúdos propostos por entidade certificadora reconhecida internacionalmente. Os dados coletados foram tabulados e apresentados em forma de tabelas, visando suportar as análises e conclusões oriundas deste trabalho.

Os componentes curriculares pesquisados nas instituições de ensino e empresas de treinamento foram comparados com os componentes curriculares originalmente definidos por uma entidade internacional que certifique os profissionais *Green Belt*.

Para determinação dos componentes curriculares para a formação do profissional em análise, buscou-se identificar a existência de padrões de certificação propostos por instituições citadas como referências internacionais não apenas na aplicação do *Lean Six Sigma*, mas também no mercado de certificações. Dentre os padrões encontrados, selecionou-se aquele que apresentou o maior número de recomendações, tendo como base os artigos utilizados na revisão bibliográfica, sendo também identificados e mapeados os seus componentes curriculares.

Identificado o padrão de certificação internacional, iniciou-se a construção de um questionário a partir dos componentes curriculares mapeados segundo padrão selecionado. Na construção do questionário foram criados dois grupos de questões, sendo estas agrupadas em dimensões com o objetivo de criar um sistema de avaliação que viabilizasse a comparação por grupo de questões, de acordo com a especificidade de cada dimensão.

O primeiro grupo de perguntas tem como objetivo mapear a estrutura dos cursos e suas principais características no tocante ao seu funcionamento e modo de operação. Para este grupo foi criada apenas uma dimensão de perguntas, conforme apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Grupo de Perguntas 1 – Dimensão I

<p>Dimensão I. Características do Curso</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tipo de Instituição (E)mpresa de Treinamento, (I)nstituição de Ensino 2. Carga Horária Presencial (Horas) 3. Exigência de Prova para Certificação (Sim/Não) 4. Exigência de Projeto para Certificação (Sim/Não) 5. Exigência de Re-Certificação Periódica (Sim/Não) 6. Entidade Acreditada por Alguma Instituição 7. Utiliza Software Estatístico

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

O segundo grupo de questões, denominado “Padrão”, tem como objetivo delinear a aderência dos cursos em relação ao padrão selecionado. O padrão selecionado apresenta os componentes curriculares divididos em seis grupos: a) Visão Geral do *Six Sigma*; b) Fase Definir; c) Fase Medir, d) Fase Analisar; e) Fase Implementar; f) Fase Controlar. Visando buscar aderência entre o questionário e o padrão proposto, foram criadas seis dimensões com os mesmos nomes, tendo cada dimensão a lista de componentes curriculares propostos no padrão. Para responder o segundo grupo de questões do questionário, o entrevistado deve apenas assinalar um “X” em cada um dos componentes curriculares que sua empresa ou instituição de ensino ministra no curso.

A primeira dimensão do segundo grupo de questões, denominada “Dimensão II Visão Geral: *Six Sigma*”, tem como objetivo identificar se as empresas de treinamento e instituições de ensino abordam em seus programas os conteúdos propostos pelo padrão. Estes conteúdos dizem respeito a conceitos sobre o *Lean* e o *Six Sigma*, questões relativas à implantação, gestão de indicadores, a ferramentas *Value Stream Map*, utilizada no mapeamento de processos, e a ferramenta *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), utilizada na identificação dos modos de falha de equipamentos, processos ou serviços. A Figura 2 apresenta os tópicos propostos na primeira dimensão do segundo grupo de questões.

Figura 2 – Grupo de Perguntas 2 – Dimensão II

<p>Dimensão II. Visão Geral: Six Sigma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Value of Six Sigma 2. Organization Goals and Six Sigma Projects 3. Organization Drivers and Metrics 4. Lean Concepts 5. Value Streaming Mapping 6. Road Maps for DFSS 7. Basic failure mode and effects analysis (FMEA) 8. Design Fmea and Process Fmea

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

A segunda dimensão do segundo grupo de questões, denominada “Dimensão III Fase Definir”, apresenta 22 tópicos relativos aos componentes curriculares propostos pelo padrão para compreensão, domínio e fluência na aplicação da fase Definir do DMAIC. São apresentados, na Figura 3, os conteúdos abordados nesta dimensão.

Figura 3 – Grupo de Perguntas 2 – Dimensão III

<p>Dimensão III. Define Phase</p> <ol style="list-style-type: none">1. Project Selection2. Process Elements3. Benchmarking4. Process Input and Outputs5. Owners and Stakeholders6. Customer Identification (VOC)7. Customer Data (VOC)8. Customer Requirements (VOC)9. Project Charter10. Project Scope11. Project Metrics12. Project Planning Tools13. Project Documentation14. Project Risk Analysis15. Project Closure16. Management and Planning Tools17. Process Performance18. Communication19. Team Stages and Dynamics20. Team roles and Responsibilities21. Team Tools22. Team Communication

Fonte: Elaborados pelos Autores (2016)

Na terceira dimensão, denominada “Dimensão IV Fase Medir”, são apresentados os tópicos relativos aos componentes curriculares propostos para a fase Medir. A Figura 4 apresenta os conteúdos abordados nesta dimensão.

Figura 4 – Grupo de Perguntas 2 – Dimensão IV

- Dimensão IV: Fase Medir**
1. Process Analysis and Documentation
 2. Basic Probability Concepts
 3. Central Limit Theorem
 4. Statistical Distributions
 5. Types of data and Measurement Scales
 6. Sampling and Data Collection Methods
 7. Descriptive Statistics
 8. Graphical Methods
 9. Measurement System Analysis (M.S.A)
 10. Process and Performance Capability
 11. Process Performance vs. Process Specification
 12. Process Capability Studies
 13. Process Capability (C_p, C_{pk}) and Process Performance (P_p, P_{pk}) Indices
 14. Short Term vs. Long Term Capability and Sigma Shift

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Observa-se na quarta dimensão, denominada “Dimensão V Fase Analisar”, a apresentação dos tópicos relativos aos componentes curriculares propostos para a fase Analisar. Na Figura 5, são apresentados os conteúdos abordados nesta dimensão.

Figura 5 – Grupo de Perguntas 2 – Dimensão V

- Dimensão V: Fase Analisar**
1. Multi Vari Studies
 2. Correlation and Linear Regression
 3. Basics Hypothesis Testing
 4. Tests for Means, Variances, and Proportions (Anova)

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Para a quinta dimensão, denominada “Dimensão VI Fase Implementar”, são apresentados os tópicos relativos aos componentes curriculares propostos para a fase Implementar. A Figura 6 apresenta os conteúdos abordados nesta dimensão.

Figura 6 – Grupo de Perguntas 2 – Dimensão VI

<p>Dimensão VI: Fase Implementar</p> <ol style="list-style-type: none">1. DOE Basic Terms2. DOE Graphs and Plots3. Root Cause Analysis4. Lean Tools5. Waste Elimination6. Cycle Time Reduction7. Kaizen and Kaizen Blitz

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Na sexta e última dimensão denominada, “Dimensão VII Fase Controlar”, são apresentados os tópicos relativos aos componentes propostos para a fase Implementar. São apresentados na Figura 7, os conteúdos abordados nesta dimensão.

Figura 7 – Grupo de Perguntas 2 – Dimensão VII

<p>Dimensão VII: Fase Controlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Statistical Process Control Basics2. Rational Subgrouping3. Control Charts4. Control Plan5. Lean Tools For Process Control6. Total Productive Maintenance (TPM)7. Visual Factory
--

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Finalizada a construção do questionário, iniciou-se o levantamento das empresas de treinamento e instituições de ensino da região do Vale do Paraíba que ministram cursos de formação de curta duração *Lean Six Sigma Green Belt*, sendo considerados os cursos com carga horária entre 40 e 120 horas.

Durante a pesquisa realizada via ferramenta de busca Google, de novembro de 2016 a janeiro de 2017, foram encontradas onze empresas ofertantes desse tipo de curso, sendo 2 instituições de ensino e nove empresas de treinamento. Identificadas essas organizações, criou-se um banco de dados com as informações básicas destas, incluindo-se e-mail, telefone e nome do responsável pelo curso, o que foi obtido por meio de contato telefônico.

Com esses dados coletados, foi enviado para cada uma das organizações um e-mail com o questionário previamente preenchido por meio das informações coletadas no endereço eletrônico das empresas e das instituições de ensino.

O processo de preenchimento prévio do questionário teve por objetivo facilitar o trabalho das empresas e instituições de ensino participantes, sendo muito positivo o feedback recebido por parte destas. A partir da devolução dos questionários, iniciou-se a fase de consolidação e

tabulação das informações, sendo criadas tabelas e gráficos para demonstração dos resultados e direcionamento do processo de análise para definição dos resultados e considerações finais.

A criação das diversas dimensões permitiu à pesquisa apontar não apenas a aderência geral das empresas de treinamento e instituições de ensino ao padrão selecionado, mas forneceu uma visão detalhada sobre quais conteúdos são menos ou mais abordados nos cursos de capacitação *Lean Six Sigma* ofertados na região do Vale do Paraíba.

3 Resultados e Discussão

O levantamento bibliográfico realizado identificou a existência de 4 padrões de certificação sendo ofertados atualmente no mercado internacional, estando estes reportados no Quadro 2.

Quadro 2 – Organizações Certificadoras

Certificadoras/Padrão	Sobre	Serviços	Fonte
American Society for Quality (AQS)	Comunidade global de pessoas dedicadas à qualidade que compartilham ideias e ferramentas de Qualidade	Treinamentos Certificação	http://asq.org/index.aspx
International Association for Six Sigma Certification (IASSC)	Associação profissional dedicada a ampliar e aprimorar os padrões <i>Lean Six Sigma</i>	Certificação Acreditação	http://www.iassc.org/
The Council for Six Sigma Certification	Organismo de acreditação profissional que capacita profissionais para formação e Acreditação	Treinamento Certificação Acreditação	http://www.sixsigmacouncil.org/
Association of Technology, Management, and Applied Engineering (ATMAE)	Associação profissional com mais de 1.000 membros inovadores que compartilham tecnologia, gestão e ideias de engenharia aplicada, pesquisa e aplicações que impactam positivamente o futuro	Certificação	http://www.atmae.org/

Fonte: Endereços eletrônicos das organizações (2016)

Observa-se, no Quadro 2, que algumas instituições identificadas ofertam também serviços de Treinamento e Acreditação, além dos processos de Certificação. Dentre estas instituições,

identificou-se na pesquisa bibliográfica algumas recomendações para o padrão de certificação utilizado pela ASQ, conforme sugerido por Mast e Lokkerbol (2012). Os autores apresentam a instituição como uma das maiores bases de certificação do mundo, sendo referenciada por várias outras organizações certificadoras.

Seguindo a recomendação dos autores Mast e Lokkerbol (2012), e do Portal *Lean Six Sigma* Brasil, que engloba a comunidade brasileira de interessados na metodologia, adotou-se a ASQ como padrão de certificação internacional a ser utilizado para comparação com os conteúdos programáticos das empresas de treinamento e instituições de ensino da região do Vale do Paraíba.

Além das recomendações, uma segunda vantagem observada em relação ao padrão ASQ é o fato de ele ser compartilhado gratuitamente com o mercado por meio de um documento disponível no endereço eletrônico da organização. A ASQ denomina o documento de *Body of Knowledge Green Belt*, ou *BOK Green Belt* (Corpo de Conhecimento Green Belt). Este “Corpo de Conhecimento” apresenta uma proposta de conteúdo programático que, na visão da ASQ, deve fazer parte da formação dos *Green Belts*. Após a liberação da primeira versão do *BOK* em 2007, muitas organizações o têm adotado como padrão para certificação de seus *Green Belts*.

Destas instituições identificadas na região do Vale do Paraíba, duas são instituições de ensino, representando 18% do total pesquisado, e nove empresas de treinamento, representando 82% do total pesquisado.

Na Tabela 1, são apresentados os dados consolidados do número de empresas de treinamento e instituições de ensino por cidade. Em relação às empresas de treinamento, identificou-se que elas também ofertam serviços de consultoria em seu portfólio.

Tabela 1 – Localização das Empresas de Treinamento e Instituições de Ensino

Cidades	Empresas de Treinamento	Instituições de Ensino
Guaratinguetá	1	2
Taubaté	3	-
São José dos Campos	5	-
Totais	9	2

Fonte: Resultado da pesquisa (2016)

Todos os cursos *Lean Six Sigma Green Belt* pesquisados nas empresas de treinamento e instituições de ensino selecionadas são classificados, pelas instituições, como cursos de curta duração ou cursos de atualização.

Em virtude de as características dos cursos serem semelhantes, tanto para empresas de treinamento como para as instituições de ensino, não se adotou diferenciação entre os cursos durante o processo de análise, sendo todas tratadas como “empresas” ou “organizações” no decorrer desta pesquisa, recebendo uma classificação de “A” a “L”.

Após o preenchimento prévio das informações, em janeiro de 2017 os questionários foram enviados para validação das respectivas organizações via e-mail e dez questionários foram respondidos e devolvidos.

3.1 Dimensão I

Em relação ao primeiro grupo de questões, na Dimensão I, foi constatada uma variação na carga horária oferecida pelas empresas de treinamento e instituições de ensino. Encontrou-se uma variação entre 40 e 90 horas de treinamento entre as organizações selecionadas, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Detalhamento das respostas obtidas no Grupo 1 de Questões

Grupo 1: Estrutura do Curso	Empresa A		Empresa B		Empresa C		Empresa D		Empresa E		Empresa F		Empresa G		Empresa H		Empresa I		Empresa J		Empresa L	
	E	I	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dimensão I. Características do Curso																						
1. Tipo de Instituição (E)mpresa de Treinamento, (I)nstituição de Ensino	E	I	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	I
2. Carga Horária Presencial (Horas)	80	40	60	60	90	80	60	72	64	40	80											
3. Exigência de Prova para Certificação (Sim/Não)	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim										
4. Exigência de Projeto para Certificação (Sim/Não)	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Sim											
5. Exigência de Re-Certificação Periódica (Sim/Não)	Não	Não	Não																			
6. Entidade Acreditada por Alguma Instituição	Não	Não	Não																			
7. Utiliza Software Estatístico	Sim	Sim	Não	Sim																		

Fonte: Resultado da pesquisa (2017)

Observa-se na consolidação dos dados, conforme demonstrado na Tabela 2, uma diferença em relação à exigência de prova e projetos para certificação dos *Green Belts*, sendo constatado que 82% das organizações exige prova, e 45% solicita a realização de projeto. Quanto às re-certificações, constatou-se que 100% das organizações não adota este tipo de prática.

No geral, 100% das organizações não possuem processos de acreditação, conforme apresentado na Tabela 2. Em relação à utilização de software estatístico, 91% das organizações confirmaram que fazem o uso desta ferramenta durante o curso.

Tabela 2 – Dados das Respostas Obtidas na Dimensão I

Dimensão I. Características do Curso	% Sim	% Não	% Total
1. Tipo de Instituição (E)mpresa de Treinamento, (I)nstituição de Ensino	-	-	-
2. Carga Horária Presencial (Horas)	-	-	-
3. Exigência de Prova para Certificação (Sim/Não)	82%	18%	100%
4. Exigência de Projeto para Certificação (Sim/Não)	45%	55%	100%
5. Exigência de Re-Certificação Periódica (Sim/Não)	0%	100%	100%
6. Entidade Acreditada por Alguma Instituição	0%	100%	100%
7. Utiliza Software Estatístico	91%	9%	100%

Fonte: Resultado da pesquisa (2017)

3.2 Dimensões de II a VII

Para o segundo grupo de questões, procedeu-se com a consolidação dos dados, por meio da contagem de tópicos aderentes ao padrão selecionado para cada uma das organizações participantes da pesquisa. A contagem foi realizada por meio da soma de itens assinalados com “X” para cada um dos tópicos apresentados no questionário. Após a consolidação, observou-se uma diferença na pontuação obtida para cada uma das organizações. Apenas as organizações F e I atingiram a pontuação máxima, cobrindo 100% dos tópicos propostos pelo padrão, conforme demonstrado na Tabela 3. As demais organizações tiveram aderência variando entre 61% e 95%.

Tabela 3 – Dados Consolidados das respostas obtidas no Grupo 2 de Questões

Grupo 2: Padrão ASQ	Empresas											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	
Dimensão II. Visão Geral: Six Sigma	7	7	7	6	7	8	4	6	8	5	7	
Dimensão III. Define Phase	22	16	21	22	22	22	15	21	22	21	11	
Dimensão IV: Fase Medir	14	9	14	14	14	14	13	14	14	10	14	
Dimensão V: Fase Analisar	4	3	4	2	3	4	1	3	4	2	4	
Dimensão VI: Fase Implementar	6	6	6	6	7	7	1	7	7	3	7	
Dimensão VII: Fase Controlar	6	4	6	6	6	7	4	6	7	6	4	
Totalização das Dimensões	59	45	58	56	59	62	38	57	62	47	47	
% de Aderência	95%	73%	94%	90%	95%	100%	61%	92%	100%	76%	76%	

Fonte: Resultado da pesquisa (2017)

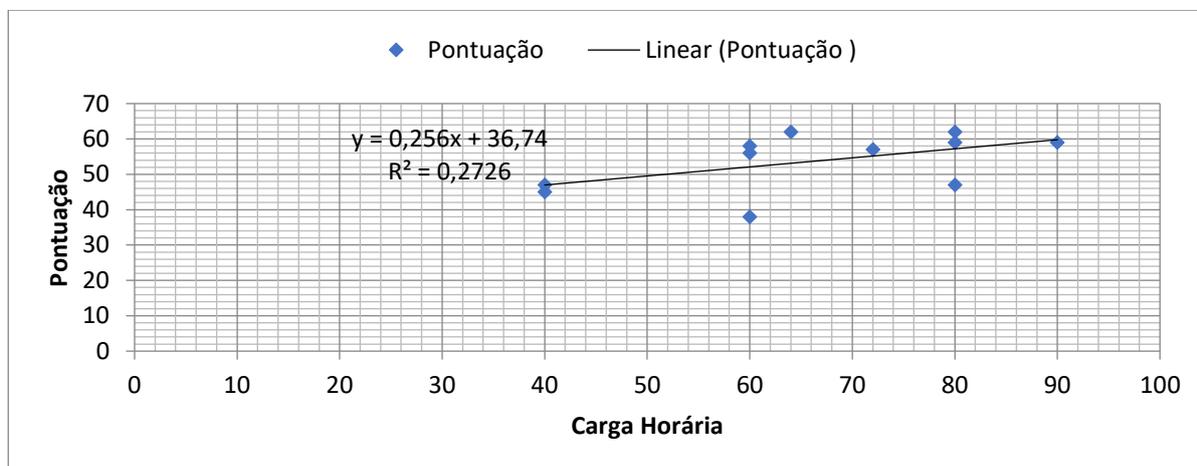
A média encontrada foi de 87% de aderência entre os cursos, demonstrando que para a maioria dos cursos existe alguma oportunidade de melhoria para uma total aderência ao padrão selecionado.

3.3 Análise das Cargas Horárias dos Cursos

No Gráfico 1, é apresentado um diagrama de dispersão visando determinar se existe alguma relação entre o número de horas ofertadas e a pontuação obtida pelos cursos. Em um

gráfico de dispersão pode ser observada a relação existente entre as variáveis dos eixos vertical e horizontal, demonstrando se uma variável afeta ou tem relação com a outra.

Gráfico 1 – Relação entre Carga Horária e Pontuação



Fonte: Resultado da pesquisa (2017)

No Gráfico 1, observa-se o valor da equação da reta $y = (0,256x + 36,74)$, e o valor de R^2 (0,2726), sinalizando que 27,26% da variação da pontuação obtida em cada um dos cursos pode ser explicado pela carga horária destes. Esta constatação sinaliza que 66,14% da variação na pontuação não pode ser justificado com a variação da carga horária, havendo, neste caso, outros fatores motivadores para esta variação.

A Tabela 4 detalha as cargas horárias e as pontuações totais obtidas em cada uma das organizações, demonstrando, por exemplo, que para cursos de mesma carga horária, como as empresas C, D e G, existem pontuações com diferenças superior a dez pontos. Também pode ser destacado o exemplo das empresas C e H, que apresentam pontuações muito próximas, mas com cargas horárias demonstrando diferença superior a 10 horas.

Tabela 4 – Detalhamento das Pontuações e Cargas Horárias

Relação Carga Horária x Pontuação	Empresas										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
Carga Horária	80	40	60	60	90	80	60	72	64	40	80
Pontuação	59	45	58	56	59	62	38	57	62	47	47

Fonte: Resultado da pesquisa (2017)

Observa-se também, na Tabela 4, que a organização E, ofertante da maior carga horária (90 horas), obteve uma pontuação elevada, mas não a mais significativa. As empresas F e I, que ofertam respectivamente 80 e 64 horas de curso, obtiveram a maior pontuação (62), apresentando total aderência ao padrão ASQ.

Observa-se, a partir das informações coletadas, uma série de lacunas entre os cursos selecionados, destacando-se a não abordagem de conteúdos como *Road Map For DFSS, Design Fmea e Process Fmea, Project Selection, Project Risk Analysis, Short Term and Long Term Capability, Correlation and Linear Regression, Kaizen e Total Productive Maintenance*.

A pesquisa é concluída com o término das análises dos dados coletados nas empresas de treinamento e instituições de ensino, sendo possível constatar que a maior parte das organizações está muito próxima do padrão internacional proposto, mas que existe uma disparidade entre as cargas horárias ofertadas, e uma relação pequena, 27,26%, entre a carga horária ofertada e o conteúdo programático oferecido pelas empresas de treinamento e instituições de ensino pesquisadas.

Considerações Finais

Constatou-se na pesquisa que não existe uma norma que regule o setor de certificações *Lean Six Sigma*. Miller e Lawrence (2015) afirmam que não há no mercado um consenso quanto ao padrão para certificação.

Dentre as iniciativas de padronização de certificação pesquisadas, observaram-se algumas recomendações para o processo de certificação da ASQ, conforme reportado nos resultados deste trabalho. Observa-se, na pesquisa, que existem dois grupos de organizações ofertando cursos *Lean Six Sigma* na região: a) empresas de treinamento e consultoria b) instituições de ensino.

Esses dois grupos, no geral, ofertam cursos *Lean Six Sigma Green Belt* com características técnicas semelhantes, não havendo a princípio um diferencial entre um grupo e outro, sendo pertinente um estudo mais aprofundado, em outro trabalho de pesquisa, para determinar as características dos cursos quanto aos materiais didáticos, materiais de apoio, qualidade das dinâmicas, estruturas físicas oferecidas, qualificação dos instrutores, apoio dos instrutores fora dos horários de aula, entre outros elementos que poderiam ser pesquisados, estudados e utilizados para determinar o diferencial entre os dois grupos.

Destaca-se neste trabalho o método criado para avaliar a aderência dos cursos pesquisados em relação ao padrão internacional. Entende-se que este método, criado a partir da construção de um questionário baseado nos conteúdos propostos pela *American Society for Quality*, poderia ser a base para a definição de um padrão para medição da aderência de cursos *Lean Six Sigma*. Observa-se que um padrão para este fim, utilizando o método desenvolvido neste trabalho de pesquisa, poderia passar por ajustes como, por exemplo, a definição de pesos diferenciados para cada um dos conteúdos propostos pelo padrão internacional. Constata-se que seria pertinente pesquisar qual o peso de cada um dos componentes curriculares, avaliando-se se um tópico como *Total Productive Maintenance* é mais ou menos relevante que um tópico como

Kaizen, levando-se ainda em consideração a área e o foco de atuação do *Green Belt* que participa de um curso de capacitação *Lean Six Sigma*.

Entende-se, finalmente, que a pesquisa cumpriu seu propósito de identificar como as estruturas dos cursos de atualização *Lean Six Sigma* para formação de *Green Belts*, nas empresas de treinamento e instituições de ensino da região do Vale do Paraíba, estão em relação aos componentes curriculares propostos por uma reconhecida entidade certificadora internacional.

Referências

ABOELMAGED, M.G. Six Sigma quality: a structured review and implications for future research. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Vol. 27 Iss: 3, pp.268 – 317, 2010.

FERNANDES, M. R. Capacidade x Controle do processo. **Revista Banas Qualidade**, São Paulo, v. 18, n. 203, p. 34-36. Abril, 2009.

HOERL, R. Six Sigma Black Belts: what do they need to know. **Journal of Quality Management**, Vol. 33 No. 4, pp. 391-406, 2001.

IASSC. **Green Belt BOK**. Disponível em: <<http://www.iassc.org/six-sigma-certification/Green-belt-certification/Green-belt-body-of-knowledge/>>. Acesso: 20 jun. 2017.

INGLE, S.; ROE, W. Six Sigma Black Belt implementation. **The TQM Magazine**, Vol. 13 No. 4, pp. 273-80, 2001.

LAUREANI, A.; ANTONY, J. Standards for Lean Six Sigma certification. **International Journal of Productivity and Performance Management**, Vol. 61 Iss: 1, pp.110 – 120, 2012.

LAUX, C., FRANZE, D. Six Sigma Higher Education Certification for Work Employability. 4th INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE, Valencia, Spain, pp. 242-249, 2010.

MAST, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the SIX SIGMA DMAIC method from the perspective of problem solving. **International Journal of Production Economics** 139(2) 604–614, 2012.

MARX, M. SixSigma Certification Survey. **iSixSigma Magazine**. Maio, 2008.

MILLER, M.R.; LAWRENCE, H. The ATMAE Lean Six Sigma Certification Exam: Why it Matters to You? **The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering**. v.31, n.3., 2015.

NAVEIRO, R.; CASTRO, J.E.E. **Boletim Informativo Abrepro**. Ano 1, n.1, pp. 15-17. Maio, 2006.

PEPPER, M.; SPEDDING, T. The Evolution of Lean Six Sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.27, n.2, pp.138-155, 2010.

PYZDEK, T.; KELLER, P. **Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels**. 3 Ed. New York: McGraw-Hill, 2010.

REBELETTO, D.A.N.; FREITAS, J.N; ELIAS, L.S. Campo de Atuação Profissional do Engenheiro de Prod.: Uma perspectiva Globalizada. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Rio de Janeiro, 1998.

SANTOS, A. B. **Modelo de Referência para estruturar o programa de qualidade Six Sigma: proposta e avaliação.** São Carlos, v.1. Tese - (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos, 2006.

SANTOS NETO, S.T.D.; AZEVEDO, M.M. **A Capacitação dos Green Belts na Metodologia Lean Six Sigma: Um Mapeamento dos Cursos de Capacitação na Região do Vale do Paraíba.** São Paulo. V.1. Dissertação - (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2017.

WERKEMA, C. Six Sigma, **Introdução as Ferramentas do Lean Manufacturing.** Vol., 4, ed. Werkema, 2006.

Recebido em 17/04/2019

Aceito em 21/05/2019