
USO DE TÉCNICAS DO *LEAN* NO ENSINO DA DISCIPLINA DE GESTÃO DA QUALIDADE EM UM CURSO DE ENGENHARIA

BRENA BEZERRA SILVA, ALINE PATRICIA MANO, RICARDO COSER MERGULHÃO E JORGE LUÍS FARIA MEIRELLES

RESUMO

A escassez de engenheiros qualificados formados para o mercado de trabalho brasileiro constitui um obstáculo para o desenvolvimento do país. O fato de muitos cursos de graduação em engenharia não tratarem as aulas de forma mais aplicada pode contribuir para essa carência. O Lean Manufacturing surgiu na prática das organizações como uma abordagem de melhoria de processos e tem diversas técnicas que podem contribuir para o ensino em engenharia, possibilitando que o mesmo se aproxime mais da necessidade das organizações. Com base nesse cenário, o estudo teve como objetivo investigar aplicações de técnicas do Lean na melhoria da qualidade do ensino de um

curso de engenharia de produção de uma universidade pública. O estudo desenvolveu-se em uma sala de aula de um curso de engenharia de produção, na disciplina de Gestão da Qualidade. Os resultados apontam que as técnicas do Lean investigadas: SIPOC, uso de indicadores de desempenho, círculo de controle da qualidade (CCQ), análise de feedback de mercado (MFA, market feedback analysis), controle estatístico de processos (CEP) e 5S puderam ser aplicadas no ensino de engenharia. Conclui-se que as técnicas do Lean podem contribuir para a sala de aula dos cursos de engenharia, melhorando a proporção entre teoria e prática.



A escassez de profissionais qualificados de nível médio ou superior, disponíveis no mercado de trabalho brasileiro, em praticamente todos os setores de atividade, constitui um entrave decisivo à realização das atuais necessidades e perspectivas de desenvolvimento do país (Figueiredo, 2013). Especificamente em relação à carência de engenheiros, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, em 2011 o Brasil estava em último lugar entre 36 países, em termos de

proporção de graduados diplomados nas engenharias (IPEA, 2013).

Além disso, 40% dos formandos em engenharia são de cursos de conceitos baixos de 1 e 2 no ENADE (2013), não mais que 30% dos formandos vêm de universidades com conceitos 4 ou 5 (máximo). Segundo Lobo e Filho (2012), a formação de engenheiros qualificados e especializados é essencial para a moderna economia, tornando-se necessária a pesquisa para melhores práticas de ensino que garantam qualidade na formação de engenheiros.

Uma forma de melhorar o aprendizado é proporcionar aulas balanceadas entre a teoria e a prática. No entanto, essa tarefa não é simples, pois existe grande dificuldade, por parte dos educadores, em tratar as disciplinas do curso de Engenharia num contexto prático, cercado por problemáticas que precisam ir além do conhecimento teórico, envolvendo competências como a de gestão de projetos, gestão econômica, liderança, trabalho em equipe e prazos. Alunos de cursos de gestão de operações no exterior,

PALAVRAS CHAVE / Engenharia / Ensino / Lean Manufacturing / Melhoria de Processos /

Recebido: 25/03/2014. Modificado: 02/03/2015. Aceito: 11/03/2015.

Brena Bezerra Silva. Graduada em Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Brasil. Mestranda em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) Brasil. Endereço: Rodovia João Leme dos Santos, Km 110 - SP-264, Bairro do Itinga, Sorocaba. São Paulo, Brasil. CEP 18052-780, Brasil. e-mail: bezerra.brena@gmail.com

Aline Patricia Mano. Mestre em Engenharia de Produção, UFSCar, Brasil. Professora, UESC, Brasil. e-mail: alinepatricia07@hotmail.com

Ricardo Coser Mergulhão. Engenheiro Mecânico, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção, UFSCar, Brasil. Professor, UFSCar, Brasil. e-mail: mergulhao@ufscar.br

Jorge Luís Faria Meirelles. Economista, Mestre e Doutor em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, Brasil. Professor, UFSCar, Brasil. e-mail: jorgeluis@ufscar.br

que é próximo do de engenharia de produção no Brasil, alegam que aprendem conceitos e teorias que não pertencem à prática e isso culmina em uma lacuna entre a teoria e a prática, que pode ser reduzida mediante a aplicação de novas técnicas de ensino (Bamford *et al.*, 2012).

Nesse contexto, essa pesquisa se baseia na prática de técnicas do *Lean* aplicadas ao serviço de ensino em um curso de engenharia. As técnicas escolhidas já faziam parte da ementa da disciplina de Gestão da Qualidade da turma. O interesse das organizações de serviços na adoção das práticas do *Lean* tem sido crescente, enquanto que as pesquisas sobre o *Lean* em serviços ainda são incipientes (Malmbrandt e Åhlström, 2013). Como o ensino é um serviço, essa afirmação se aplica para esse segmento.

O *Lean Manufacturing* é uma abordagem de melhoria de processos que objetiva atender às necessidades dos clientes e reduzir os desperdícios de recursos ao focar o fluxo de valor para o cliente. Esses objetivos são alcançados por meio da aplicação sistemática de técnicas que permitem analisar, simplificar e melhorar o processo (Womack *et al.*, 1990).

A vista disso será que as técnicas do *Lean* podem ser aplicadas com sucesso para melhorar o ensino? Para responder isso, este estudo tem como objetivo investigar aplicações de técnicas do *Lean* na melhoria da qualidade do ensino de um curso de engenharia de produção de uma universidade pública. O método de pesquisa utilizado para atingir esse objetivo foi o estudo de caso com enfoque na observação participante, como técnica de coleta de dados.

Revisão da Literatura

Lean manufacturing

Segundo Womack *et al.* (1990), o *Lean Manufacturing* é enxuto por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com o sistema de produção em massa: esforço dos operários, espaço para fabricação, investimento em técnicas de melhoria, horas de planejamento para desenvolver novos produtos.

Dentre os objetivos do *Lean* estão redução dos desperdícios, o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade, a redução dos tempos de *set up*, a redução dos custos, entre outros (Karlsson e Ahlström, 1996). E de acordo com Ohno (1997), a produção *Lean* almeja a eliminação dos desperdícios, que podem ser definidos como qualquer atividade que não cria valor para o cliente final.

Atividades que não criam valor para o cliente são consideradas

desperdícios, para tanto o *Lean* utiliza um conjunto de técnicas com o propósito de eliminar os desperdícios. Algumas delas são: mapeamento do fluxo de valor (VSM, do inglês *value stream map*) para a identificação dos resíduos, de *layout* de plantas (Rother e Shook, 2003), 5S para colocar em ordem e limpeza locais de trabalho (Becker, 2001), manufatura celular para máquinas de agrupamento, como círculos de controle da qualidade, e locais de trabalho (Ohno, 1997), troca rápida de técnicas (SMED, do inglês *single minute exchange of die*), para reduzir tempos de *setup* (Shingo, 1996) e manutenção produtiva total (TPM, do inglês *total productive maintenance*) para reduzir as falhas das máquinas e equipamentos (Monden, 1998).

De acordo com Godinho e Fernandes (2004), além dessas técnicas são utilizadas também o *kanban*, *just in time*, *poka yoke*, *empowerment*, *balanced scorecard*, gráficos de controle visuais e técnicas de controle da qualidade. Dentre elas estão o MFA (análise de *feedback* de mercado), SIPOC, controle estatístico da qualidade (CEP), indicadores de desempenho.

Princípios do 'lean'

Segundo Womack e Jones (2004), *muda* é uma palavra japonesa que significa desperdício, especificamente qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor. No intuito de eliminar os desperdícios existentes, os princípios do *Lean* conduzem a maneira de fazer mais e mais com menos, em outras palavras significa fazer cada vez mais com cada vez menos -menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço. Ainda segundo o mesmo autor, os cinco princípios são:

1) *Especifique o valor*. Consiste em identificar as características que criam valor, isto é, identificar o valor definido pelo cliente final. Deve-se começar definir precisamente valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos através de diálogo com clientes específicos.

2) *Identifique a cadeia de valor*. Consiste na identificação da sequência de atividades que agregam valor. A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas: tarefa de solução de problemas, tarefa de gerenciamento da informação e tarefa de transformação física.

3) *Fluxo*. Garantir que as etapas fluam, uma vez que o fluxo de valor é mapeado,

o próximo passo é fazer as atividades fluírem, isto é, garantir o movimento contínuo até o final do processo.

4) *Produção puxada*. Projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente (interno ou externo) solicitar, isto é, fazer o que os clientes lhe dizem que precisam. Dessa forma, o cliente estará puxando o produto, quando necessário.

5) *Perfeição*. Aperfeiçoamento contínuo de todas as atividades da empresa na busca da excelência.

Womack e Jones (2004) apontam: “À medida que as organizações começarem a especificar *valor* com precisão, identificarem a *cadeia de valor* como um todo, à medida que fizerem com que os passos para a criação de valor referente *fluam* continuamente, e deixem que os clientes *puxem* o valor da empresa, ocorre aos envolvidos que o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é infinito e, ao mesmo tempo, oferece um produto que se aproxima ainda mais do que o cliente quer, chegando à *perfeição*.”

Desperdícios da produção

Dois mecanismos simples são comumente usados para aprimoramento enxuto. Um é a identificação dos sete desperdícios da produção, que busca identificar e eliminar os desperdícios; e o outro são os ‘5S’s’, que representa um conjunto bem simples de regras para reduzir o desperdício (Slack *et al.*, 2009).

Shingo (1996) identifica os sete desperdícios da produção. São eles: 1) Superprodução: produzir mais do que é necessário. 2) Espera: está relacionado ao tempo de espera de máquinas, mão de obra e de materiais. 3) Transporte excessivo: a movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo, não agrega valor. 4) Processos inadequados: alguns processos podem ser melhorados, algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo, portanto, ser eliminadas. 5) Estoque desnecessário: todo estoque deve tornar-se alvo para eliminação. 6) Movimentação desnecessária: a simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução do desperdício de movimentação. 7) Produtos defeituosos: o desperdício de qualidade é significativo em operações.

Um oitavo desperdício foi definido por Womack e Jones (2003) e pode ser chamado como desperdício de subutilização, descrito como bens de produção ou serviços que não atendem a demanda do cliente ou especificações.

Nessa filosofia são estimuladas mudanças pequenas e sustentáveis de forma que ao longo do tempo todo o esforço para a melhoria não é perdido. As técnicas *Lean* irão auxiliar nessa sustentação das melhorias obtidas. Existe uma coleção de várias técnicas que tanto programam como apoiam o andamento dessa filosofia (Tabela I).

A terminologia 5S tem origem no Japão e se refere a cinco palavras japonesas que se traduzem em etapas para organização de áreas de trabalho, essas palavras significam (Slack *et al.*, 2009).

'Lean' no setor de serviços

É possível aplicar os conceitos do *Lean* nos serviços. Para isso, é preciso enxergar quem são os fornecedores, quais são os produtos e os processos. É um desafio maior, pois nesse setor os clientes também participam da formação do produto (o oferecimento do serviço) e dessa forma, contribuem diretamente para a qualidade final.

Segundo Ricci (2003), cada tipo de serviço poderá ter determinantes que são considerados críticos para o setor que se encontra. Os determinantes identificados na literatura, segundo Miguel e Salomi (2004), cinco dimensões para serviço são: a) confiabilidade: capacidade de realizar um serviço prometido de forma confiável e precisa; b) presteza: ajudar o cliente e prover pronto atendimento; c) segurança: habilidade em transmitir confiança e segurança, com cortesia e conhecimento; d) empatia: cuidados e atenção individualizados aos clientes; e e) aspectos tangíveis: instalações, equipamentos, pessoal envolvido e material de comunicação.

Exemplos de estudos com o *Lean* aplicado em serviços são nos setores de saúde (Souza, 2009; Mazzocato *et al.* 2010), construção (Aларcon, 1997;

Salem *et al.*, 2006), bancos (George, 2004) e transporte (Fernandes e Marins, 2012), entre outros.

Para a redução dos desperdícios da filosofia *Lean* no setor de serviços, é adaptado à classificação para os tipos de desperdícios. Segundo Francischini *et al.* (2006), os desperdícios para os serviços são: serviço defeituoso, processo desnecessário, estoque intermediário, estoque de produtos acabados, movimentação desnecessária, transporte desnecessário, tempo de espera e excesso de capacidade.

Para a identificação e eliminação desses desperdícios existe um conjunto de técnicas comumente utilizadas que serão expostas nos próximos subtópicos, entre elas: indicadores de desempenho, 5S e círculo de controle da qualidade. E também será abordado sobre técnicas que não são do *Lean*, mas também são usadas em processos com o *Lean*, são elas o SIPOC, CEP e MFA.

SIPOC

O SIPOC é utilizado para identificação de funções dentro de um processo. Segundo McGilvray (2008), o SIPOC é considerado uma técnica de análise de processo, conseguida através de cinco parâmetros: 1) fornecedor (*supplier*): partes envolvidas que providenciam as entradas no processo; 2) entradas (*input*): recursos necessários para que o processo gere as saídas pretendidas; 3) processo (*process*): as atividades que transformam as entradas em saídas; saídas (*output*): o resultado do processo; e clientes (*customer*): as partes envolvidas que recebem as saídas do processo.

5S

O 5S foi desenvolvido por Takashi Osada nas organizações do

Japão no início da década de 80 (Suárez-Barraza e Ramis-Pujol, 2012). Segundo Slack *et al.* (2009), a terminologia do 5S significa: 1) separe (*seiri*): elimine o que não é necessário e mantenha o que é necessário; 2) organize (*seiton*): posicione as coisas de tal forma que sejam facilmente alcançadas sempre que necessário; 3) limpe (*seiso*): mantenha tudo limpo e arrumado, exclua lixos e limpe sujeiras na área de trabalho; 4) padronize (*seiketsu*): mantenha a ordem e limpeza, arrumação contínua; e 5) sustente (*shitsuke*): desenvolva o compromisso e o orgulho em manter os padrões.

Indicadores de desempenho

A medição de desempenho é um tópico amplamente discutido, mas dificilmente é definido, por ser tratado de forma ampla e pela literatura sobre o assunto ser muito diversa. Uma das definições mais completas é (Neely, *et al.* 1995): "um sistema de medição de desempenho permite que as decisões e ações sejam tomadas com base em informações porque ele quantifica a eficiência e a eficácia das ações passadas por meio da coleta, exame, classificação, análise, interpretação e disseminação dos dados adequados".

De acordo com Dias, Fernandes e Godinho (2008) dois problemas principais ocorrem com relação à utilização de indicadores de desempenho: i) a utilização de indicadores inadequados, que conduzem ao dispêndio de tempo pelos gerentes tentando melhorar alguma coisa que tem pouco impacto no resultado da empresa; e ii) a não utilização de indicadores chave, fazendo com que algum fator importante para a empresa seja desprezado.

Para isso, são criados grupos de acompanhamento da execução da filosofia chamados de célula. O processo de melhoria consiste na criação de um determinado número de células que irão ser responsáveis pelo monitoramento do desempenho do trabalho no espaço de produção. Uma célula é composta por profissionais de diferentes áreas e hierarquias que compartilham o mesmo resultado. Cada membro da célula deve participar de alguma das técnicas de melhoria contínua, expondo para toda a equipe, colegas de toda a organização, os resultados ou constatações do período em que essa técnica foi implementada e usada (Silva *et al.*, 2012).

Os indicadores de desempenho podem ser armazenados em uma planilha onde se concentra todos os indicadores adotados e que deve ser atualizada periodicamente, conforme a produção, possibilitando acompanhar a evolução do processo de melhoria contínua.

TABELA I
RELAÇÃO ENTRE TÉCNICAS E ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Técnicas Desperdícios	Técnicas										
	5S	VSM	Rearranjo físico	Pokayoke	Fluxo contínuo	Kanban	Círculos de controle da qualidade	TRF	MFA	CEP	Indicadores de desempenho
Super produção		X			X	X	X				X
Espera	X	X				X	X	X			X
Transporte		X	X				X				X
Movimentação			X				X				X
Defeitos	X	X		X			X		X	X	X
Super processamento		X					X				X
Estoque	X	X			X		X				X

Através dela, é possível que os membros da organização possam ver, por meio quantitativo, a real situação de eficiência e parada da produção.

Círculo de controle da qualidade (CCQ)

A filosofia enxuta visa incluir todos os funcionários e todos os processos na organização. Ela incentiva a resolução de problemas, encorajando o alto grau de responsabilidade pessoal, engajamento e senso de propriedade. Os círculos de controle da qualidade (CCQ) surgiram no Japão no início dos anos 60 e é destinado à mobilização dos recursos humanos das empresas para a melhoria da qualidade e produtividade. (Grande, 1995).

Segundo Juse (1980), o CCQ é um grupo de pessoas de uma mesma área, formado voluntariamente para desempenhar atividades de controle da qualidade. Este grupo funciona como parte das atividades do controle da qualidade e procura continuamente desenvolver habilidades de seus membros em controlar e promover melhorias no local de trabalho, através do uso de técnicas de controle da qualidade.

Na análise de solução de problemas os circunistas utilizam certas técnicas que facilitam o levantamento e a resolução de problemas, entre as quais as mais empregadas são: *brainstorming*, *check list*, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, diagrama 4M e gráficos de controle. (Grande, 1995).

Os círculos da qualidade são compostos pelos próprios colaboradores, os quais trabalham no processo em análise e por isso conhecem com maior profundidade os aspectos relacionados ao problema (Bhuiyan e Baghel, 2005).

Controle estatístico do processo (CEP)

Segundo Garvin (1992), o controle estatístico do processo (CEP) corresponde ao desenvolvimento das técnicas de amostragem e controle estatístico de processos aplicados ao controle dos processos de produção, permitindo o monitoramento e controle da qualidade do produto mais que sua simples inspeção.

No setor de serviços, o CEP é aplicado na identificação dos defeitos e variabilidades que dificultam alcançar a qualidade definida pelas necessidades do cliente. Além disso, ele oferece na sua aplicação a percepção e o entendimento das causas e prioridades para a melhoria contínua, permitindo combater a ocorrência e reincidência da insatisfação dos clientes. A premissa do CEP é controlar o comportamento de variáveis ao longo do tempo, reduzindo

a variabilidade do processo, monitorando-o e estimando seus parâmetros Montgomery e Runger (2003).

MFA (market feedback analysis)

A análise de *feedback* de mercado, o MFA (*market feedback analysis*), é um instrumento poderoso que permite compreender as expectativas do cliente em relação aos seus produtos e serviços. O objetivo principal e básico de uma empresa é administrar o negócio tendo como o centro da atenção os clientes (internos e externos), empregados, os acionistas, os fornecedores e a sociedade, ou seja, os *stakeholders* (Ishikawa, 1993).

Um dos meios de satisfazer esses *stakeholders* é descobrir, através deles mesmos, qual a sua necessidade. Para isso, são feitas coletas, através de MFA, e análises de dados buscando identificar as principais exigências de seus clientes, para assim melhorar a qualidade do serviço.

Um MFA bem construído deve ser objetivo e sem viés, facilitando para quem está respondendo e, posteriormente, para quem irá interpretá-lo.

Método de Pesquisa

Para se alcançar o objetivo, o método de pesquisa escolhido foi o estudo de caso com enfoque em observação participante, como técnica de coleta de dados. Segundo Yin (2001), um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. O fenômeno estudado foi o uso do *Lean* no ensino, sob a perspectiva dos indivíduos, que são os estudantes. No contexto estudado a observação participante permite que o pesquisador perceba a realidade do ponto de vista de alguém de 'dentro' do estudo de caso, e não de um ponto de vista externo (Yin, 2001).

O ambiente onde a pesquisa ocorreu foi à disciplina de Gestão da Qualidade de um curso de Engenharia de Produção em uma universidade pública no estado da Bahia, Brasil.

Os assuntos relacionados ao *Lean Manufacturing* já faziam parte da ementa dessa disciplina, o que facilitou o entendimento dos alunos e também possibilitou aos mesmos verificarem na prática como tais técnicas funcionavam, porque elas foram ministradas em sala de aula e depois praticadas pelos alunos que compunham diferentes grupos responsáveis pela implantação das mesmas na turma, contribuindo para a quebra do paradigma de que as técnicas estudadas na disciplina só poderiam ser aplicadas em um ambiente

industrial. Assim, os pesquisadores juntamente com os alunos aplicaram o *Lean* nos processos produzidos em uma sala de aula.

Escolhida a abordagem de pesquisa e delimitado o ambiente de aplicação traçou-se uma estratégia de pesquisa que consistiu na execução dos passos a seguir.

a) *Pré-passo*: pesquisa bibliográfica abordando os assuntos de melhoria contínua, SIPOC, 5S, MFA, indicadores de desempenho, círculos da qualidade (que nesse estudo foi chamada de círculo da qualidade), gestão de plano de ações, TPM (manutenção preventiva total), CEP (controle estatístico de processo).

b) *Coleta de dados*: essa etapa consistiu na coleta de dados relacionados ao *Lean* aplicado a serviços, mais especificamente para a sala de aula. Foi definida a turma que participaria da implementação do *Lean*, que foi a turma de qualidade de um curso de Engenharia de Produção.

c) *Análise de dados e planejamento das ações*: escolha das técnicas a serem aplicadas na sala de aula. Essa etapa consistiu em uma análise das técnicas estudadas e sua aplicabilidade em serviços, pois se entende que os processos existentes em uma sala de aula aproximam-se mais aos processos de serviços do que os de manufatura. Entre as técnicas escolhidas para aplicar nos processos existentes elegeu-se o SIPOC, MFA, indicadores de desempenho, círculo da qualidade, plano de ação e CEP, pois além dessas técnicas fazerem parte da ementa da disciplina também foram as mais apropriadas para o ambiente.

d) *Implementação da ação*: consistiu em duas etapas: 1) Nivelamento de conhecimento: para o bom funcionamento de todas as técnicas. Como todas as técnicas fazem parte da ementa de disciplina de Gestão da Qualidade essa etapa se deu gradativamente, a cada semana uma técnica foi apresentada para todos os alunos da disciplina. Somente após o conhecimento teórico ser difundido então se iniciava aplicação prática da mesma na disciplina de Gestão da Qualidade. As técnicas foram ensinadas na seguinte ordem: SIPOC, indicadores de desempenho (torre de controle), MFA, círculo da qualidade e gestão de plano de ações e CEP. 2) Aplicação de técnicas, a primeira aplicada foi o SIPOC, em seguida foi elaborada a torre de controle contendo os indicadores de desempenho de cada processo do SIPOC, MFA, círculo da qualidade e CEP.

e) *Avaliação da ação*: O último passo foi à avaliação das ações implementadas.

Síntese dos Resultados Alcançados com a Proposta de Ensino

A seguir apresentam-se as etapas de desenvolvimento da proposta de ensino da disciplina mediante o uso das técnicas do *Lean* no ensino de engenharia.

Planejamento do ambiente de trabalho

O ambiente de desenvolvimento da pesquisa foi na sala de aula da disciplina de Gestão da Qualidade Total (GQT) do curso de Engenharia de Produção de uma universidade pública da Bahia.

A sala de aula funcionou como uma célula de qualidade em que foram definidos grupos de alunos que ficaram responsáveis por aplicar os diferentes tipos de técnicas do *Lean*. O professor e os pesquisadores de iniciação científica atuaram como facilitadores do processo de aprendizagem. Participaram do processo de melhoria duas turmas de GQT, em dois semestres consecutivos.

Esse ambiente permitiu a aplicação de técnicas do *Lean*, conforme descrito nas etapas seguintes.

Etapas de ensino da disciplina

Inicialmente, apresentou-se o conceito de melhoria e os princípios do *Lean* à turma da disciplina de GQT, em seguida, iniciaram-se os treinamentos semanais das técnicas do *Lean*. Foram criados grupos de três alunos para monitorar o uso de cada técnica ensinada. A distribuição desses alunos no grupo ocorreu de forma voluntária, sem qualquer tipo de imposição. As técnicas utilizadas para o *Lean* foram SIPOC, MFA, indicador de desempenho, CCQ, CEP e 5S; esta última só foi utilizada no semestre 2012.1.

A primeira técnica a ser apresentada foi o SIPOC, onde se identificaram quais foram os processos existentes na sala, suas entradas e saídas. No SIPOC foram identificados três processos: ensinar Gestão da Qualidade; aprender Gestão da Qualidade; e avaliar o conhecimento adquirido. Para cada processo foram identificados os fornecedores, clientes, entradas e saídas, como mostra a Tabela II.

Para o processo de 'ensinar Gestão da Qualidade' foram identificados os fornecedores: professor e universidade. Os insumos fornecidos pelo professor é o conhecimento, pela a universidade é a infraestrutura, sala e material didático e a saída do processo é a aula dada, que por sua vez irá atender aos clientes, que são os alunos.

O processo 'aprender Gestão da Qualidade' tem como

fornecedores aluno e universidade, como insumos: tempo disponível, infraestrutura e material didático; como saída: conhecimento; e como cliente: mercado de trabalho e professor.

E foram identificados os fornecedores professor e universidade para o processo de 'avaliar o conhecimento adquirido'. Para este processo, tem-se como insumos conteúdo, avaliação, critério de avaliação, papel, impressora e sistema de cadastro. Como saídas o processo resulta em avaliação, que irá atender ao cliente universidade.

Feito isso, a segunda técnica foi o MFA, que consistiu em duas etapas: a primeira identificar as necessidades dos alunos em relação ao processo 'ensinar Gestão da Qualidade', e a segunda em avaliar se estas necessidades foram atendidas ao longo da disciplina. Essa avaliação foi realizada através de questionários que foram aplicados mensalmente ao longo do semestre. A partir do resultado do MFA, foi possível identificar pontos que necessitavam ser melhorados.

A técnica 'indicador de desempenho' foi utilizada através da torre de controle, onde foram registrados os indicadores medidos durante o período. Esses indicadores foram divididos em cinco categorias (cliente, qualidade, EH&S, ergonomia e entrega), sendo que cada uma foi mensurada por ao menos um indicador, assim ao final de cada mês foram registrados os indicadores apresentados na Tabela III.

Assim, o objetivo de melhorar o ensino mediante o uso das técnicas do *Lean* foi traduzido nessas categorias identificadas na Tabela III.

Os alunos responsáveis por essa técnica foram responsáveis por monitorar, atualizar e divulgar os índices de produtividade da classe.

Outra técnica aplicada foi a círculo de controle da qualidade, CCQ. As pesquisas de MFA e o resultado atualizado na Tabela III foram utilizados como entrada para propor soluções para os indicadores abaixo da meta e atender as necessidades dos clientes, descobertas no MFA. Para isso, foram utilizadas outras técnicas da qualidade como *brainstorming*, 5W2H, diagrama de Ishikawa e cinco porquês para descobrir a causa dos problemas e combatê-las. Os indicadores de desempenho foram atualizados mensalmente ao longo de três meses.

Já durante a execução da pesquisa na segunda turma, foram apresentados os conceitos da filosofia e executado todos os treinamentos das técnicas logo na primeira semana de aula, permitindo a execução de todas as técnicas desde o começo do curso. A mudança da forma de execução ocorreu, pois se percebeu que muitas técnicas começaram a entrar em ação tardiamente, não oferecendo o resultado esperado. O SIPOC utilizado foi o mesmo feito pela primeira turma, por entender-se que os processos não mudaram.

No começo do primeiro semestre de 2012, os alunos responsáveis pelo MFA iniciaram a pesquisa e os alunos dos índices de produtividade começaram a registrar os parâmetros determinados.

Dessa forma, os grupos da qualidade puderam discutir sobre os índices abaixo da meta, buscando solução

TABELA II
IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS PELO SIPOC

Fornecedores	Insumos	Processos	Saídas	Clientes
Professor	Conhecimento			
Universidade	Sala Material didático Infraestrutura	Ensinar Gestão da Qualidade	Aula	Alunos
Aluno	Tempo disponível			Professor
Universidade	Infra estrutura Material didático	Aprender Gestão da Qualidade	Conhecimento	Mercado de trabalho
Professor	Conteúdo Avaliação			
Universidade	Critério de avaliação Papel Impressora Sistema de cadastro (NOTA)	Avaliar o conhecimento adquirido	Avaliação	Universidade

TABELA III
DESCRIÇÃO DOS INDICADORES

Categoria	Parâmetro	Indicador	Método de cálculo	Frequência
Cliente	Satisfação do cliente	Nota do MFA	Média das notas respondidas no questionário aplicado aos clientes, notas 1 a 7.	Quinzenal
Qualidade	Notas de avaliações e atividades	Notas de atividades e avaliações iguais/acima da média, (média=7)	Soma das notas dividida pela quantidade de alunos.	Bimestral
EH&S/Ergonomia	Alunos atrasados	Ocorrências de alunos e professores atrasados	Soma dos atrasos ocorridos durante a semana	Semanal
Entrega	Professor atrasado			
	Pontualidade na entrega de atividades	Acompanhamento da ocorrência de atrasos	Soma dos atrasos ocorridos	Semanal
	Cumprimento da ementa			
Pessoas	Assiduidade	Acompanhamento da assiduidade	Soma dos absenteísmos ocorridos	Semanal

para o problema desde o começo das aulas. Ao passo que, buscavam também satisfazer as necessidades dos clientes descobertas através do MFA.

O grupo 5S, que somente foi utilizado pela a turma 2012.1, ficou encarregado de organizar o ambiente de trabalho, sala de aula, através da filosofia 5S. Os responsáveis por essa técnica deveriam chegar à sala de aula mais cedo que os outros alunos para assim organizar as carteiras da classe, garantir a limpeza da sala e garantir os materiais necessários para a execução da aula. E o grupo de CEP, responsável por fazer cartas de controle com as notas da turma.

Quando ao CEP, foi iniciado o uso *offline* dos gráficos de controle, onde após um conjunto de dados coletados elaborou-se gráficos de controle para monitorar o processo de avaliar o conhecimento adquirido, sendo elaborado um gráfico de Xbarra e R (Figuras 1 e 2), onde a variável controlada foi a média das médias das atividades, isto é, o indicador medido foi a nota das atividades. Na turma foram realizadas atividades semanais que foram avaliadas pelo professor de 0 a 10, dessa forma, foi tirada a média de todos os alunos por atividade e depois calculada a média das médias de todas as atividades, isto é, o indicador medido foi a nota das atividades. Na turma foram realizadas atividades semanais que foram avaliadas pelo professor de 0 a 10, dessa forma, foi tirada a média de todos os alunos por atividade e depois calculada a média das médias de todas as atividades, isto é, o indicador medido foi a nota das atividades.

Fazendo uma comparação com a aplicação do CEP na segunda turma (2012.1), é possível perceber que os índices de produtividade foram melhores. As amplitudes do processo exibido nos gráficos da primeira turma se mostraram maiores que na segunda turma, a amplitude da primeira turma foi de 3,41 enquanto que a amplitude da segunda turma foi de 2,98. Além disso, pode se observar (Figura 1) causas especiais atuando no primeiro semestre, essas causas especiais podem ser atribuídas principalmente ao fato do semestre ter sido interrompido por

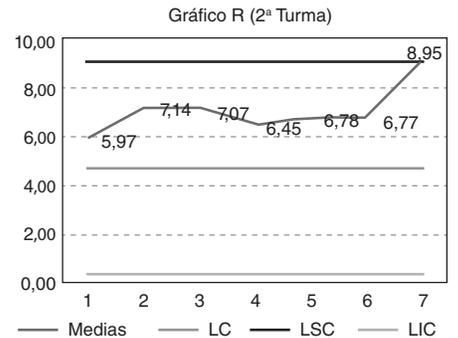
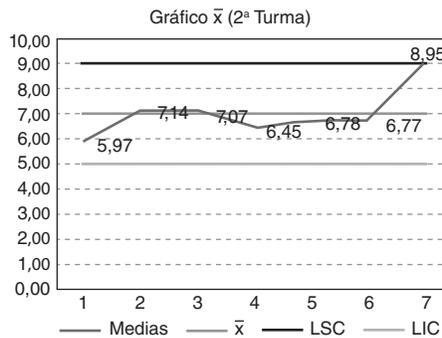
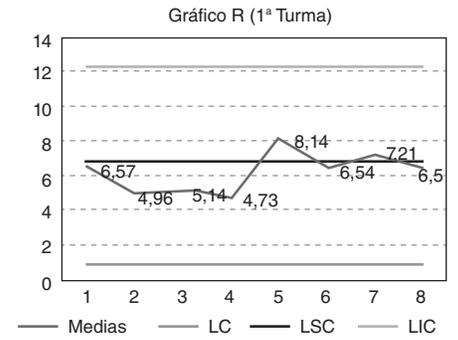
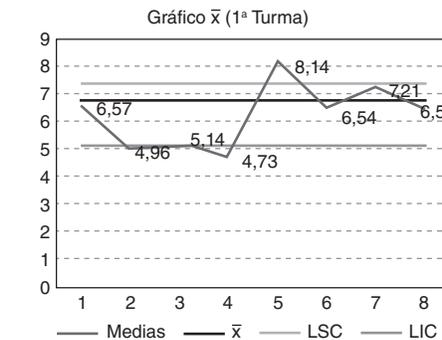


Figura 1. Gráficos X_{barra} .

Figura 2. Gráficos R.

uma greve e depois de três meses retomado, já o CEP da segunda turma, mostrou-se livre da ação de causas especiais.

O gráfico R (Figura 2) da primeira turma (2011.2) está mais concentrado na linha central do que o gráfico R da segunda turma (2012.1), o que leva a interpretar que os alunos da segunda turma tinham um desempenho mais homogêneo. Apesar do pouco número de amostras (apenas oito) o objetivo principal da utilização dessa técnica foi demonstrar aos alunos o processo de construção dos gráficos de controle, e esse objetivo foi alcançado.

Essas foram as técnicas do *Lean* aplicadas para a melhoria do ensino no curso de engenharia de produção.

O objetivo foi o de melhorar por meio dessas técnicas os indicadores apresentados na torre de controle, são eles: professor atrasado, alunos atrasados, MFA, notas das atividades, retrabalho de atividades, pontualidade de entrega, cumprimento da ementa e assiduidade. O passo a passo para melhorar esses indicadores será apresentado na sessão seguinte.

Resultados alcançados

Após aplicação das técnicas do *Lean Manufacturing* na primeira turma de sala de aula, foi obtido o resultado dos indicadores de desempenho (Tabela V). Nele, é possível verificar que algumas características apresentaram

TABELA IV
QUADRO VISUAL DO CÍRCULO DE CONTROLE DA QUALIDADE

Parâmetro	Causa	Plano de ação	Prazo	Status
Alunos atrasados	Condução	Divulgar os horários dos ônibus (Ilhéus e Itabuna)	20/12/2011	Andamento
	Conversa	Informar a tolerância de 15 min e realizar a chamada	Contínuo	Ativo
	Atividade em véspera	Conscientizar e recolher atividades propostas no início de cada aula	Contínuo	Andamento
Notas	Falta de motivação	Conscientizar a importância de se cumprir a meta do projeto de melhoria contínua	16/12/2011	Atrasado
	Falta de planejamento de estudo	Criar e divulgar um modelo de planejamento de estudo	04/01/2011	Andamento
	Falta de comprometimento nos trabalhos em grupo	Conscientizar a importância e as vantagens do trabalho participativo em equipe	04/01/2011	Andamento
	Falta de motivação	Conscientizar a importância e as vantagens do trabalho participativo em equipe	04/01/2011	Andamento

melhorias, atingindo a meta, enquanto que outras não atingiram a meta.

As categorias professor atrasado, pontualidade na entrega de atividades e assiduidade exibiram índices positivos. O bom resultado dessas categorias foi graças a medidas eficazes adotadas pelos alunos dos CCQs, que conseguiram descobrir e combater as causas dos problemas (Tabela IV). Apesar de as categorias 'pontualidade da entrega de atividades' não

ter atingido a meta inicial, sua melhoria foi notável em relação ao início do curso.

Entretanto, as categorias alunos atrasados, notas de atividades e cumprimento da ementa, apresentaram tendência negativa no decorrer do período de observação. O resultado negativo desses parâmetros aconteceu porque o plano de ação do CCQ não foi eficaz, já que a melhoria deles não dependia de medidas do grupo e sim do esforço individual

dentro e fora do ambiente da sala de aula, como por exemplo, estudar para melhorar as notas. Para cada categoria foram feitas discussões a respeito da causa desses problemas, de forma que se tentou descobrir suas principais causas, que foram consideradas subjetivas (por exemplo, falta de conscientização de alunos) e os planos de ação não obtiveram sucesso.

E por fim, verificou-se que o indicador de retrabalho por falta de comunicação não foi relevante, pois tal evento não ocorreu no período e então deveria ser retirado.

O resultado dos índices de produtividade obtido na aplicação da técnica na segunda turma pode ser visto na Tabela VI.

Os índices professor atrasado, MFA, pontualidade na entrega de atividades e cumprimento da ementa apresentaram melhoria. As ações de melhoria adotadas na primeira turma foram reforçadas, fazendo esses índices melhorarem.

Apesar de 'alunos atrasados' não ter atingido a meta ao final do processo de melhoria, ele atingiu a meta por dois meses ao longo do processo, Abril e Junho, e houve melhorias em relação à Janeiro, exceto pelo índice de Julho que apresentou um índice ruim por se tratar de um mês em que as atividades avaliativas já haviam terminado, ocorrendo o absenteísmo dos alunos.

De acordo com as pesquisas do MFA os índices com menores notas foram: balanceamento entre prática e teoria, pontualidade na entrega de notas pelo professor, e bom funcionamento dos equipamentos necessários a aula.

Para atender as principais necessidades dos alunos foram realizados diversos exercícios para que ocorresse um melhor balanceamento entre teoria e prática, pois havia carência de aplicação da teoria. Em relação às notas das atividades, foi estipulado um prazo de uma semana, contada a partir da data de realização da atividade. E, finalmente, no caso do bom funcionamento dos equipamentos, muitas não foram tomadas ações, pois envolvia recursos financeiros que estavam fora do alcance dos alunos.

TABELA V
INDICADOR DE DESEMPENHO DA 1ª TURMA

Unidade de medida	EH&S		Cliente	Qualidade		Entregas		Pessoas
	Alunos Atrasados	Professor atrasado	MFA-Análise de feedback do mercado	Notas de atividades	Retrabalho de atividades por falha de comunicação	Pontualidade da entrega de atividades	Cumprimento da ementa	Assiduidade
	%	%	1 à 5	% de notas 7 à 10	%	%	%	%
Novembro 2011	47,6	0,0	5,0	64,3	0,0	84,3	100,0	87,0
Dezembro 2011	57,1	0,0	5,9	48,8	0,0	90,0	80,0	93,0
Janeiro 2012	31,0	0,0	N	85,7	0,0	90,5	100,0	95,0
Metas	10,0	0,0	>5	90,0	0,0	95,0	75,0	95,0

TABELA VI
INDICADOR DE DESEMPENHO DA 2ª TURMA

Unidade de medida	EH&S		Cliente	Qualidade		Entregas		Pessoas
	Alunos Atrasados	Professor atrasado	MFA-Análise de feedback do mercado	Notas de atividades	Pontualidade da correção de atividades	Pontualidade da entrega de atividades	Cumprimento da ementa	Assiduidade
	%	%	1 à 5	% de notas 7 à 10	%	%	%	%
Abril 2012	9,7	0,0	5,6	60,0	75,0	84,2	100,0	92,0
Mai 2012	28,2	0,0	5,8	60,4	75,0	81,3	100,0	81,0
Junho 2012	8,0	0,0	6,3	79,0	100,0	82,0	100,0	76,0
Julho 2012	53,0	0,0	7,0	-	100,0	83,0	100,0	69,0
Metas	10,0	0,0	>5	90,0	100,0	95,0	75,0	95,0

Essas foram as categorias que foram identificadas e aplicadas as técnicas do *Lean*. O SIPOC foi utilizado para identificar os processos. O MFA foi utilizado para identificar as necessidades dos clientes. Os indicadores de desempenho foram utilizados para acompanhar as melhorias das categorias, identificando necessidade de mudança mediante o uso de outras técnicas como CCQs e CEP, e o 5S como modo de manter organizar o ambiente de ensino.

Considerações Finais

O objetivo desse trabalho foi investigar aplicações de técnicas do *Lean* na melhoria da qualidade do ensino de um curso de engenharia de produção de uma universidade pública. As técnicas do *Lean* identificadas e aplicadas foram SIPOC, MFA, indicador de desempenho, CCQs, CEP e 5S.

O SIPOC foi utilizado com sucesso na identificação dos processos existentes. Os processos identificados foram os processos de ensinar e aprender Gestão da Qualidade e avaliar o conhecimento adquirido. Para esses processos também foram identificados os fornecedores, insumos, saídas e clientes, detalhados na Tabela II. Dessa forma, foi possível caracterizar os indicadores a serem medidos, os métodos de cálculo e a frequência de medição.

O desempenho dos indicadores medidos foi acompanhado pelos alunos, que utilizaram do resultado do SIPOC para separar o que seria medido em categorias. O MFA identificou as necessidades dos clientes, ajudando estabelecer as metas a serem alcançadas. O CEP e a tabela de indicador de desempenho permitiram acompanhar o desempenho. Ao passo que algum indicador apresentasse índices abaixo das metas, reuniões de CCQs foram realizadas para combater as causas dos problemas. O 5S foi utilizado para organizar a sala de aula.

Como as técnicas são inter-relacionadas, o atraso na aplicação de uma delas acabou criando um resultado negativo durante a aplicação de outras. Como foi o caso das reuniões de CCQs que não conseguiu descobrir a causa real para alunos atrasados, notas de atividades e cumprimento da ementa, dificultando a elaboração de um plano de ação eficaz para a solução desses problemas. Também o uso do CEP de modo *offline* causou prejuízos ao controle do processo, necessitando de adequação para aplicação dessa técnica nesse caso específica.

A falta de frequência durante as discussões do CCQ foi determinante para o resultado negativo dos

índices finais. Isso porque, os CCQs foram cruciais para a melhoria, sendo eles responsáveis por descobrir a causa dos problemas e combatê-los, de modo a alcançar a meta estabelecida. Em decorrência disso, algumas soluções encontradas não foram colocadas em prática pelos alunos.

Algumas das soluções sugeridas não foram praticadas por alguns alunos, pois eles não se envolveram de forma esperada na implantação da melhoria contínua, havendo resistência por parte deles em mudar alguns comportamentos, como assiduidade, pontualidade e envolvimento na execução de atividades que não influenciaram a pontuação.

Os resultados das pesquisas MFA aplicadas foram indispensáveis para descobrir as reais necessidades dos clientes e dessa forma atendê-los. Necessidades que não envolviam recursos financeiros foram levadas para as discussões do círculo da qualidade para serem resolvidas da melhor maneira.

A conduta do CEP também foi deficiente. Os dados do CEP deveriam favorecer a gestão visual e auxiliar na resolução de problemas, além de informar se o processo é capaz ou não. No entanto, o número de amostras da variável controlada foi pequena, o que não possibilitou a etapa de utilização *online* desses gráficos, entretanto possibilitou aos alunos participarem do processo de construção dos gráficos de controle.

A compreensão das verdadeiras necessidades dos alunos na disciplina de Gestão Qualidade Total e a interação dessas necessidades permitiu uma melhoria do envolvimento da classe na busca pela qualidade de ensino, apesar de todos os problemas na condução das técnicas. A experiência comprovou que é possível sim, de forma mais organizada e padronizada, aplicar as técnicas do *Lean*, melhorando a proporção entre teoria e prática na formação de engenheiros, proporcionando melhoria do aprendizado.

Como limitações desse trabalho, tem-se a utilização dessas técnicas em duas turmas de qualidade do curso e não se pode generalizar para o curso de engenharia como um todo. Entretanto, como sugestões para posteriores pesquisas, pode-se verificar a aplicação dessas técnicas em outras turmas, verificando o funcionamento delas no curso como todo.

REFERÊNCIAS

Alarcon L (1997) *Lean Construction*. Balkema. Rotterdam, Holanda. 497 pp.

Bamford D, Karjalainen K, Jenavs E (2012) An evaluation of problem-based assessment in teaching operations management. *Int. J. Operat. Product. Manag.* 32: 1493-1514.

Becker JE (2001) Implementing 5S to promote safety and housekeeping. *Profess. Safety* 46(8): 29-31.

Bhuiyan N, Baghel A (2005) An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Manag. Decis.* 43: 761-771.

Dias FT, Fernandes FCF, Godinho MF (2008) Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da manufatura enxuta: proposta e estudo de caso. *Gestão Indust.* 4: 104-122.

ENADE (2012) *Exame Nacional de Desempenho de Estudantes*. <http://portal.inep.gov.br/enade> (Cons. 23/02/2014).

Fernandes ST, Marins FAS (2012) Aplicação do *Lean six sigma* na logística de transporte. *Produç. Online* 12: 297-327.

Figueiredo AM (2013) Formação de pessoal qualificado no Brasil: limitações estruturais do sistema de ensino. *Com Ciência*. www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=88&id=1084

Francischini PG, Miyake DI, Giannini R (2006) Adaptação de conceitos de melhorias operacionais provenientes do *Lean Production* em operações de serviço. *XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Fortaleza, Brasil. www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450312_7896.pdf (Cons. 13/03/2014).

Garvin, DA (1992) *Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva*. Qualitymark. Rio de Janeiro, Brasil. 457 pp.

George ML (2004) *Lean Seis Sigma para Serviços: Como Utilizar Velocidade Lean e Qualidade Seis Sigma para Melhorar Serviços e Transações*. Qualitymark. Rio de Janeiro, Brasil. 436 pp.

Godinho MF, Fernandes FCF (2004) Manufatura enxuta: Uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras. *Gest. Prod.* 11: 1-19.

Grande MM (1995) *Como os Círculos de Controle da Qualidade Sobreviveram ao Modismo*. Tese. UFSCar. 125 pp.

IPEA (2013) *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*. www.ipea.gov.br/ (Cons. 23/02/2014).

Ishikawa K (1993) *Controle de Qualidade Total a Maneira Japonesa*. 2ª ed. Campus. Rio de Janeiro, Brasil. 221 pp.

Juse (1980) *QC Circle Koryo: General Principles of QC Circles*. 2ª ed. Juse. Tóquio, Japão. 86 pp.

Karlsson C, Ahlström P (1996) Assessing changes towards *Lean production*. *Int. J. Operat. Product. Manag.* 16(2): 21-41.

Lobo RL, Filho S (2012) Para que devem ser formados os novos engenheiros? *Jornal o Estadão*. www.estadao.com.br/noticias/vidae-artigo-para-que-devem-ser-formados-os-novos-engenheiros,838027,0.htm (Cons. 14/03/2014).

Malmbrandt M, Åhlström P (2013) An instrument for assessing *Lean service adoption*. *Int. J. Operat. Product. Manag.* 33: 1131-1165

Mazzocato P, Savage C, Brommels M, Aronsson H, Thor J (2010) *Lean thinking in health-care: a realist review of the literature*. *Qual. Safety Health Care* 19: 376-382.

McGilvray D (2008) Other techniques and tools. Em *Executing Data Quality Projects*. Ch. 5. Elsevier. pp. 256-277.

Miguel PAC, Salomi GE (2004) Uma revisão dos modelos para medição da qualidade em serviços. *Produção* 14:12-30.

- Monden Y (1998) *Toyota Production System: Na Integrated Approach to Just in Time*. 3ª ed. Institute of Industrial Engineers. Norcross, GA, EEUU. 69 pp.
- Montgomery DC, Runger GC (2003). *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*. 2ª ed. LTC. Rio de Janeiro, Brasil. 381 pp.
- Neely A, Gregory M, Platts K (1995) Performance measurement system design - a literature review and research Agenda. *Int. J. Operat. Product. Manag.* 15(4): 80-116.
- Ohno T (1997) *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala*. Bookman. Porto Alegre, Brasil. 151 pp.
- Ricci MG (2003) *Estudo de Caso sobre Gestão da Qualidade em uma Empresa de Serviços de Telefonia Fixa*. Tese. UFSCar. Brasil. 128 pp.
- Rother M, Shook J (2003) *Aprendendo a Enxergar*. Lean Institute. São Paulo, Brasil. 113 pp.
- Salem O, Solomon J, Genaidy A, Minkarah I (2006) Lean Construction: from theory to implementation. *J. Manag. Eng.* 22: 168-175.
- Silva BB, Duarte E, Mano AP (2012) Utilização de ferramentas de melhoria contínua para realizar a gestão de uma disciplina de um curso de engenharia de produção. *VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. ISSN 1984-9354. Rio de Janeiro, Brasil. www.exce-lenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg8/anais/T12_0455_2976.pdf (Cons. 14/03/2012).
- Slack N, Chambers S, Johnston R (2009) *Administração da Produção*. 3ª ed. Atlas. São Paulo, Brasil. 706 pp.
- Shingo S (1996) *Sistema Toyota de Produção: Do Ponto-de-Vista de Engenharia de Produção*. Bookmann. Porto Alegre, Brasil. 281 pp.
- Souza LB (2009) Trends and approaches in Lean healthcare. *Leadersh. Health Serv.* 22: 121-139.
- Suárez-Barraza M, Ramis-Pujol J (2012) An exploratory study of 5S: a multiple case study of multinational organizations in Mexico. *Asian J. Qual.* 13: 77-99.
- Womack JP, Jones DT (1998) *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*. Campus. Rio de Janeiro, Brasil. 408 pp.
- Womack JP, Jones DT, Roos D (1990) *The Machine That Changed the World*. Rawson Associates. Nova York, EEUU. 347 pp.
- Womack JP, Jones DT (2003) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press. Nova York, EEUU. 408 pp.
- Yin RK (2001) *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Bookman. Porto Alegre, Brasil. 207 pp.

USING LEAN TECHNIQUES IN THE TEACHING OF QUALITY MANAGEMENT COURSES IN AN ENGINEERING CLASS

Brena Bezerra Silva, Aline Patricia Mano, Ricardo Coser Mergulhão and Jorge Luís Faria Meirelles

SUMMARY

The shortage of qualified professionals at mid-level or higher, available in the Brazilian labor market, constitutes an obstacle to the development of the country, especially in the training of engineers. The fact that many engineering undergraduate courses do not address the lessons in a more applied way can contribute to this shortage. Lean manufacturing appeared as an approach for process improvement and includes several techniques that can contribute to engineering teaching, enabling the latter to come closer to the needs of organizations. For

this purpose, tools from Lean were used in order to improve the quality of teaching in a production engineering course at a public university. The use of these tools took place in a Quality Management course. The tools used were SIPOC (supplier input process output control), performance indicators, quality circle control, market feedback analysis, statistics process control and 5S. It was concluded that the Lean techniques can contribute to engineering courses, improving the ratio between theory and practice.

USO DE TÉCNICAS LEAN EN LA ENSEÑANZA DE LA MATERIA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN UN CURSO DE INGENIERÍA

Brena Bezerra Silva, Aline Patricia Mano, Ricardo Coser Mergulhão y Jorge Luís Faria Meirelles

RESUMEN

La escasez de ingenieros capacitados para el mercado laboral brasileño es un obstáculo para el desarrollo del país. El hecho que muchos de los cursos de pregrado de ingeniería no abordan las el tema con mayor énfasis contribuir a esta carencia. La Lean Manufacturing surgió en la práctica de las organizaciones como un enfoque para la mejora de procesos y cuenta con varias técnicas que pueden contribuir a la enseñanza de la ingeniería, lo que le permite acercarse a la necesidad de las organizaciones. Sobre la base de este escenario, el objetivo del estudio fue investigar las aplicaciones técnicas de Lean en la mejora de la calidad de la enseñanza de un curso

de ingeniería de producción en una universidad pública. El estudio se desarrolló en un salón de clases de la materia gestión de calidad en un curso de ingeniería de producción. Los resultados muestran que las técnicas Lean investigadas: SIPOC, indicadores de rendimiento de uso, círculo de control de la calidad (CCC), análisis del feedback del mercado (MFA, market feedback analysis), control estadístico de procesos (SPC) y 5S podrían ser aplicadas en la enseñanza de la ingeniería. Se concluye que las técnicas Lean pueden contribuir a la sala de clase de los cursos de ingeniería, mejorando la proporción entre teoría y práctica.