

UM ESTUDO DO CONHECIMENTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO POR PARTE DOS ESTUDANTES DE ENGENHEIRA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Rodrygo Spolidoro Lopez Ramos - UFRGS - Engenharia de Produção

ro_drygo87@hotmail.com

Giovana Savitri Pasa - UFRGS - Engenharia de Produção

giovanapasa@producao.ufrgs.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar possíveis lacunas entre o ensino do Sistema Toyota de Produção (STP) aos alunos da Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para isto, primeiramente, foi feito um embasamento teórico dos temas: Sistema Toyota de Produção e o Ensino Superior no Brasil. Logo após, o cenário em que o trabalho se insere foi apresentado. Foi feita, então, uma síntese dos principais elementos do STP, segundo a literatura. Finalmente, aplicou-se um questionário fechado e aberto para obter o nível de conhecimento dos alunos. Nos resultados, observaram-se diferenças no grau de conhecimento entre os alunos dos cursos analisados. Observou-se que os alunos da Engenharia Mecânica não alcançam no que tange ao STP, uma formação suficiente à realidade do mercado de trabalho. A partir do que foi ilustrado com o ensino do STP, sugere-se que ambas Engenharias promovam a integração de seus alunos no processo de aprendizagem, de modo a favorecer sua futura atuação conjunta no mercado.

Palavras-Chave: Sistema Toyota de Produção; Sistema de ensino; Engenharia

ABSTRACT

The aim of this study was to identify possible gaps between the teaching of the Toyota Production System to the students of Mechanical Engineering and Industrial Engineering at the Federal University of Rio Grande do Sul. For this, first, was made a theoretical foundation of the topics: Toyota Production System and Higher Education in Brazil. Then, a synthesis of the main elements of TPS was taken, according literature. Finally, was applied a closed questionnaire for obtain the level of knowledge of the students. In the results, were noted differences in the knowledge level between courses in the study. Was observed that Mechanical Engineering students do not attain, in the STP scope, the level of knowledge required from the labor market. From the illustrative results related to STP, is proposed to both Engineering improvements in promoting the integration between their students during the formative activities, in order to obtain the most suitable conditions in the future professional activities.

Key Words: Toyota Production System; Education System; Engineering

1. INTRODUÇÃO

O andamento vertiginoso das transformações observado na sociedade contemporânea, devido aos avanços tecnológicos, faz repensar o processo de ensino clássico na formação de engenheiros empregado em grande parte das instituições de ensino superior. Isso desafia a capacidade de adaptação desses em darem uma resposta de forma ágil e correta aos problemas criados. Para Turkle (1984), todas as grandes inovações tecnológicas, além dos resultados práticos imediatos, trazem conseqüências profundas e transcendentais que provocam mudanças, não apenas nas atividades realizadas, mas também no modo de pensar.

O Sistema Toyota de Produção (STP), comumente chamado de Produção Enxuta (PE) é um tema recorrente no meio empresarial e no meio acadêmico. Porém, nem todos os graduandos da engenharia dominam o assunto, o que pode vir a prejudicá-los na sua carreira profissional. WOMACK *et al* (2004) já mostravam preocupação com o estudo da Produção Enxuta no ensino superior; mencionavam que o estudo não era tão aprofundado, o que prejudicava futuros profissionais nas empresas. A importância de uma boa relação entre o meio empresarial e o meio acadêmico é notória. Brites e Barbosa (2012) concluem em seu trabalho a importância do uso de novas técnicas e recursos que aliem o conteúdo teórico à prática industrial.

No âmbito da graduação, cabe notar que diferentes cursos contribuem formando profissionais que atuarão nas empresas. Quando se trata de empresas cujo objeto é a fabricação de bens, os cursos de engenharia se destacam. As escolas formam engenheiros de automação, mecânicos, de produção, químicos, dentre outros, que poderão trabalhar juntos nas empresas compartilhando os mesmos objetivos e metas.

As empresas que atuam no setor automotivo, em especial, têm demonstrado interesse pela aplicação do Sistema Toyota de Produção (STP). A partir de críticas ao modelo tradicional de gestão da produção, e com o intuito de melhorar seu desempenho e competitividade, as empresas deste setor têm discutido e aplicado vários modelos e técnicas, tais como: Seis Sigma, Gestão do conhecimento e Produção Enxuta. (MUNIZ, 2007).

O Anuário da Indústria Automobilística Brasileira elaborado pela Anfavea (2010), afirma que o Brasil era o 12º colocado no ranking mundial de produção de autoveículos com 1,6 milhões de unidades, atrás do México, Reino Unido e Itália. Em 2010, foi para a 6ª posição com uma produção total de 3,6 milhões de unidades, mostrando um crescimento percentual em relação ao ano de 2000 de 115,7%

Com a necessidade da flexibilidade no trabalho imposta pelo mercado de trabalho aos colaboradores, a importância do conhecimento geral, em relação à engenharia, é um diferencial. Em entrevista para a Federação Nacional dos Engenheiros (FNE), Cardoso (2013) explica que a ideia é que o aluno tenha uma visão geral da engenharia, mas sempre com a inserção de novas tendências na estrutura curricular. O engenheiro a ser formado deve estar preparado para enfrentar múltiplos problemas, que se alteram ao longo do tempo, onde exercerá diferentes funções e deverá estar preparado para assumir diversos cargos. Nesse contexto, se insere um olhar especial ao estudo do Sistema Toyota de Produção.

O Sistema Toyota de Produção (STP), através da eliminação de desperdícios, visa reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega, além de promover a identificação dos elementos que agregam valor sob a perspectiva do cliente. O STP também busca interligar as etapas necessárias à produção de bens no fluxo do valor, para que não haja interrupções, desvios, retornos, esperas ou refugos, de tal forma que a operação deste fluxo seja puxada pela demanda (SILVA et al., 2011)

Mesmo com o crescimento, todos os setores buscam cada vez mais lucros em seus processos. Segundo Ohno (1997), eficiência na indústria moderna é reduzir custo. Diante deste cenário, há necessidade de atuação simultânea do engenheiro de produção e do engenheiro mecânico; para que isso ocorra, seus conhecimentos devem ser compartilhados. Segundo a Universidade Federal do Rio Grande do Sul os engenheiros mecânicos possuem um dos mais vastos campos de atuação entre todas as engenharias, com atividades em indústrias, universidades, centros de pesquisa e empresas prestadoras de serviços. Em todos estes locais, os engenheiros de produção também podem atuar, em projetos, implantação, operação, melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, materiais, tecnologia, informação e energia (ABEPRO, 2006). Sendo assim, é imprescindível que os conhecimentos de ambos os cursos tenham uma ligação próxima, visando a formação de profissionais que possam atuar e desenvolver atividades de forma integrada.

O objetivo deste trabalho é estudar e identificar a compreensão em relação ao STP por parte dos estudantes da Engenharia Mecânica e da Engenharia de Produção. Foram propostos como objetivos intermediários: (i) Estabelecimento de uma estrutura teórica que sintetize os aspectos fundamentais do STP sob o ponto de vista das engenharias mecânica e de produção, através de uma revisão teórica; (ii) Escolha das principais funções e ferramentas do STP para serem o objeto de pesquisa junto aos

alunos; (iii) Aplicação de um questionário piloto e entrevista; (iv) Aplicação do questionário final e análise dos resultados.

O artigo é composto por cinco seções. A primeira seção trata da introdução, com a contextualização do tema e apresentação do problema, justificativas e objetivos do artigo. A seção dois aborda o referencial teórico. Na terceira seção é apresentado o desenvolvimento do trabalho, contendo a elaboração dos questionários e sua aplicação. A seção quatro sintetiza os principais resultados obtidos e, por fim, na seção cinco são trazidas as conclusões obtidas deste estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A EDUCAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR

Segundo Franco (2008), dados recentes sobre a educação superior no Brasil indicam que se vive um momento histórico em que é preciso lidar com a dualidade: de um lado o grande investimento financeiro nesta fase da educação [básica], fato que não pode ser considerado um problema, e de outro, a expansão ainda que pouco expressiva e democratizada do ensino superior. Martins (2000) afirma que desde o final da década passada, o crescimento da educação superior no Brasil, cerca de 7% ao ano, produziu uma diversificação da forma de atendimento aos ingressantes, principalmente na graduação.

Ainda segundo Franco (2008), este processo de expansão foi acompanhado pela ampliação de vagas, mudanças no perfil da população atendida e, conseqüentemente, de construção de alternativas metodológicas e organizativas desta etapa educacional no país. Os dados apresentados pelo Censo do MEC em 2005, mostrados na Figura 1, demonstram a expansão das matrículas de acordo com a natureza institucional no país.

Figura 1 – A expansão das matrículas nas instituições de ensino superior

Ano	Setor Público (Vagas)	Setor Público (%)	Setor Privado (Vagas)	Setor Privado (%)	Total
1933	18.986	56,3	14.737	43,7	33.723
1945	21.307	51,6	19.969	48,4	41.276
1965	182.696	56,2	142.386	43,8	325.082
1985	556.680	40,7	810.929	59,3	1.367.609
2004	1.178.328	28,3	2.985.405	71,1	4.163.733

Fonte: MEC – Censo INEP 2005

Segundo dados do MEC, as universidades públicas oferecem hoje, em 2014, 77% mais vagas do que há dez anos. Quando analisada a rede privada, os números chamam mais atenção ainda: aumento de 240%. Segundo Castro (2003) apesar do crescimento no atendimento por parte das universidades, muitas não se preocupam em intensificar o seu trabalho e dar uma maior qualidade ao seu ensino.

2.2 AS NECESSIDADES DA SOCIEDADE EM RELAÇÃO ÀS ENGENHARIAS

Bazzo (1998) mostra que praticar a engenharia, participar da sua comunidade de profissionais e, acima de tudo, lidar com seu ensino configuram-se tarefas de grande responsabilidade num mundo que é movido pelos feitos da ciência e tecnologia. Neste sentido, retrata que é preciso repensar o ensino de engenharia que pode também influenciar na organização da sociedade.

As necessidades da sociedade pela engenharia são crescentes, tendo em vista os grandes avanços tecnológicos. No Brasil, as obras para o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a infraestrutura para a Copa do Mundo e para as Olimpíadas e também para a exploração da camada do pré-sal, são alguns exemplos de atividades que necessitam do trabalho do engenheiro.

Silva (2002) ressalta a crescente evolução da ciência e da tecnologia, em suas diversas especialidades, e isso exige cada vez mais a atualização dos profissionais da engenharia. No que se refere à falta de engenheiros, constata-se que a solução para este problema não se resume em aumentar o número de cursos de Engenharia. Nos cursos de Engenharia há elevados índices de evasão, atualmente em torno de 47% (OBSERVATÓRIO, 2012), o que é explicado por não haver um conhecimento suficiente por parte dos candidatos sobre o que realmente é a engenharia e os aspectos que envolvem a Engenharia escolhida.

Lobo e Filho (2012) afirmam que "o Brasil vem se projetando internacionalmente e seu desenvolvimento permitiu que fosse incluído na sigla criada em 2002 em referência aos quatro maiores mercados emergentes (Brasil, Rússia, Índia e China) que caracterizou o grupo conhecido como BRIC". Ainda segundo Lobo e Filho (2012), no entanto, há vários indicadores que colocam o Brasil abaixo da média dos demais países do BRIC, entre eles, o número de novos engenheiros formados por ano. Essa é uma má notícia diante do inegável fato de que a força da Engenharia em um país está estreitamente ligada à sua capacidade de inovação tecnológica e competitividade industrial.

Dos países do BRIC, o Brasil é o que menos forma engenheiros por ano. Apesar do crescimento recente ainda eram formados (pelo último Censo do MEC/INEP - 2009) somente 38 mil Engenheiros (com indicador de 20 engenheiros por 100.000 habitantes), enquanto a Índia formava 220 mil (sete vezes mais e com indicador de 18 engenheiros por 100.000 habitantes), a Rússia 190 mil (seis vezes mais e com indicador de 136 engenheiros por 100.000 habitantes) e a China 650 mil. (LOBO; FILHO, 2012)

Diante do cenário mundial totalmente aquecido pelas mudanças proporcionadas pela globalização e pela tecnologia, é evidente que a busca por profissionais se torna cada vez mais notória. Os cursos de engenharia são celeiros para formação de profissionais que poderão proporcionar tais mudanças. A oferta de vagas nas universidades cresceu consideravelmente.

Com relação à Engenharia de Produção e à Engenharia Mecânica, um indicador da importância das mesmas é a grande presença de profissionais dessas áreas nas mais diversas indústrias no país. Vale a pena ressaltar também, a maciça presença deles no ramo automotivo no Rio Grande do Sul, que é o foco do trabalho.

2.3 A CONTRIBUIÇÃO DA ENGENHARIA AO SETOR AUTOMOTIVO

A evolução tecnológica na indústria automobilística brasileira vem crescendo com o passar dos anos e, conseqüentemente, é imprescindível a presença do engenheiro realizando diversas tarefas, tais como: Desenvolver projetos, dar qualidade ao produto e segurança ao cliente, realizar auditorias, usar ferramentas matemáticas, controlar processos e outros mais.

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) "A Engenharia de Produção trata do planejamento de sistemas integrados de pessoas, materiais, equipamentos e energia da função Produção, com vistas a conquistar, manter ou ampliar vantagem competitiva. A Engenharia Mecânica cuida do desenvolvimento, do projeto, da construção e da manutenção de máquinas e equipamentos. A Associação Brasileira de Educação de Engenharia (ABENGE) cita que o engenheiro mecânico desenvolve, projeta e supervisiona a produção de máquinas, equipamentos, veículos, sistemas de aquecimento e de refrigeração e ferramentas específicas da indústria mecânica.

O crescimento na produção de veículos pela indústria automobilística brasileira nos últimos anos pode ser vista na figura 2.

Figura 2 – Produção de Veículos Comerciais leves nos Países Emergentes (Em milhões)

Produção	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
China	4,4	5,2	5,7	7,2	8,9	9,3	13,8	18,3
Leste Europeu	1,5	1,5	2,2	2,6	3,4	3,9	3,3	3,5
Brasil	1,8	2,3	2,5	2,6	3,0	3,2	3,2	3,4
Índia	1,2	1,5	1,6	2,0	2,3	2,3	2,6	3,6
Rússia	1,3	1,4	1,4	1,5	1,7	1,8	0,7	1,4
Argentina	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,7
Total	13,2	15,5	17,4	20,6	24,2	25,8	27,5	35,9
Total Mundial	60,7	64,5	66,5	69,2	73,3	70,5	61,8	77,6
Emergentes Produção Mundial	21,8%	24%	26,2%	29,7%	33,1%	36,6%	44,6%	46,3%

Fonte: OICA (2012)

De acordo com dados da OICA a indústria automobilística movimenta cerca de US\$ 2,5 trilhões por ano no mundo. Esse segmento é caracterizado por possuir um grande ramo de indústrias e empresas que fornecem diversos insumos e serviços gerando empregos e movimentando a economia do país. Por causa disso, estima-se que essa atividade é responsável por 10% do PIB dos países desenvolvidos (OICA, 2012).

Casotti e Goldenstein (2008) apontam que além deste oligopólio global ter grande importância na economia, as empresas do setor tem sido precursoras no desenvolvimento de novas tecnologias, bem como no desenvolvimento de novos modelos de gestão fabril, e para que essas inovações sejam realizadas, a presença do engenheiro é cada vez mais influente e necessária nas indústrias automobilísticas.

2.4 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

No contexto histórico do surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP), o Japão passava pelo período pós Segunda Guerra Mundial, marcado pela baixa produtividade e a falta de recursos. Seu objetivo era suprir as carências do modelo de Produção em Massa utilizado pelos americanos, visto que esse não se aplicava no cenário econômico japonês (WOMACK,1992). O sucesso do STP se embasa na forte eliminação de perdas. Segundo Ohno (1997), um dos idealizadores do sistema, essas perdas devem ser eliminadas rapidamente.

Benko e McFarlan (2003) destacam alguns pontos importantes que devem ser contemplados no STP, tais como: Maior preocupação com aspectos e questões relativas a impactos ambientais; possibilidade de maior interação do cliente final na customização do produto; criação de mecanismos para estimular a fidelidade à marca; montagem modular de componentes e rápidas alterações de configuração do chão-de-

fábrica das empresas. A partir de sua difusão, o STP também passou a ser conhecido como Produção Enxuta (PE) ou *Lean Manufacturing*.

2.4.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA ATUALIDADE E SUAS FERRAMENTAS

O STP busca interligar as etapas necessárias à produção de bens no fluxo do valor, para que não haja interrupções, desvios, retornos, esperas ou refugos, de tal forma que o fluxo seja puxado pela demanda (SILVA et al., 2011). A utilização do STP por parte das empresas, indústrias, mercados, comércio, entre outros, se deve basicamente ao fato de todos estarem vivenciando um mundo dinâmico, onde as demandas mudam diariamente, o pedido do cliente deve ser atendido imediatamente e, principalmente, os produtos entregues devem estar em conformidade com as especificações.

Devido aos fatores de instabilidade e à turbulência do mercado atual, o STP passou a ser integrado com as características da empresa, tornado cada idealização gerencial uma evolução e não uma substituição (CHIAVENATO, 2005; SHINGO, 1996; WOMACK et al, 2004).

Para Ohno (1997) a respeito do Sistema Toyota de Produção, a literatura apresenta uma série de elementos: método para solução de problemas, instrução de trabalho, 5S, troca-rápida, *poka-yoke*, *kanban*, *heijunka*, entre outras tantas. Existem mais de 100 ferramentas do STP disponíveis e cada ferramenta pode possuir sua função, assim como, ser um complemento de outra (PAVNASCAR *apud* HERRON; BRAIDEN, 2006)

Liker (2005) diz que o STP não é um *kit* de ferramentas; é um sistema sofisticado de produção em que todas as partes contribuem para o todo. O todo, em sua base, concentra-se em apoiar e estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos em que trabalham.

2.4.2 A IMPORTANCIA DO ENSINO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO À ENGENHARIA

Conforme Womack (1992), a adoção da produção enxuta, na medida em que inevitavelmente se expanda além da indústria automobilística, resultará em mudanças globais em quase todas as indústrias. Deste comentário se faz necessário analisar o quanto importante é possuir conhecimentos sobre STP, por parte das engenharias. Com um mercado cada dia mais competitivo, a obtenção de conhecimentos que permeiam a inovação e a melhoria de processos e produtos deixou de ser um diferencial competitivo ao profissional e passou a ser uma exigência básica.

Grande parte dos engenheiros trabalhará ou participará, ainda que de forma secundária, de algum processo produtivo. Neste contexto, Harrington (1993) fala da importância do aperfeiçoamento dos processos, a fim de corrigi-los e torná-los mais eficazes, eficientes e adaptáveis, desta forma, reduzindo as perdas por qualidade. Ohno (1997) ressalta que o STP não é apenas um sistema de produção; ele revela sua força como um sistema gerencial adaptado à era de mercados globais e de sistemas computadorizados de informações de alto nível.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção é descrito o cenário da empresa, a caracterização do método de pesquisa e a caracterização do método de trabalho.

3.1 DESCRIÇÃO DO CENÁRIO

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul localiza-se em Porto Alegre, tendo *campi* localizados em outras cidades do Estado do Rio Grande do Sul. Esse estado possui um dos parques automotivos mais desenvolvidos da América Latina, inclusive com a região de Caxias do Sul se destacando como um dos mais importantes pólos de autopeças do Brasil. A Figura 3 mostra a grande participação no PIB brasileiro por parte do setor automotivo e metal-mecânico do estado do Rio Grande do Sul.

Figura 3 – *Geomarketing* Automotivo: Rio Grande do Sul

Estado em Referência – Rio Grande do Sul	
População	11.419,04
PIB Estimado 2013	US\$ 135,4 Bi
Número de Veículos	3.340.184
Automóveis	1.807.109
Habitantes por Veículos	3,4
Índice Potencial Demanda Regional em Relação ao Brasil (%)	
Grande Porto Alegre	3,17
Passo fundo	1,09
Serra Gaúcha	0,92
Ijuí	0,55
Pelotas	0,44

Fonte: ANP, IBGE, Renavam, Sincoppeças e Audamec Marketing (2005)

Diante desses dois mercados aquecidos no estado, um fator importante que serve como base desse sucesso, é a mão de obra qualificada e capacitada para desenvolver novos produtos e solucionar possíveis problemas. Visto isso, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) vem há 115 anos formando engenheiros; algumas engenharias são mais novas, como a Engenharia de Produção, e outras, mais antigas, como a Engenharia Civil. No entanto, independentemente da engenharia, a UFRGS vem sendo um grande celeiro na formação de engenheiros altamente capacitados para a indústria automotiva e metal mecânica.

Apesar da Engenharia de Produção e da Engenharia Mecânica possuírem perfis e ênfases diferentes, os profissionais dessas áreas terão que estar aptos a trabalharem de forma compartilhada, ou seja, auxiliando um ao outro. Explicado de forma detalhada no início do artigo, o STP se tornou de suma importância a todos os profissionais da engenharia. Esse “respeito” ao sistema se adquiriu ao longo do tempo com resultados positivos. Devido a este fato, a obtenção do conhecimento sobre STP por parte dos alunos da Engenharia de Produção e Mecânica é de suma importância para a formação acadêmica e profissional dos mesmos.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

A natureza desse trabalho é uma pesquisa exploratória. Baseando-se em Marconi e Lakatos (2007) este estudo é caracterizado como qualitativo, se encaixando no tipo descritivo-diagnóstico, pois utilizou a coleta de dados através das ferramentas de coletas de dados. A pesquisa é considerada básica, servindo para aumentar o conhecimento e a importância sobre o ensino da PE.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO DE TRABALHO

O trabalho foi composto por cinco etapas: Estudo dos materiais sobre Produção enxuta e a educação nas instituições de ensino superior no Brasil; Desenvolvimento do questionário para coleta de dados; Aplicação do questionário e entrevista; Interpretação dos dados obtidos e análise dos resultados.

Primeiramente buscaram-se materiais baseados em artigos, periódicos, teses e livros. A importância do estudo do STP como diferencial à Engenharia Mecânica, em materiais e referências nacionais, é difícil de ser encontrada, portanto, se tornou necessária a pesquisa em artigos e teses internacionais. Por outro lado, referências, trabalhos, teses e periódicos sobre STP é encontrado de forma ampla. A partir da busca do conhecimento desses dois assuntos foi possível verificar que é válida a ligação entre

STP e a Engenharia Mecânica. O estudo de ambos os temas ajudou a esboçar um questionário inicial que foi aplicado aos alunos da Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica.

A aplicação dos questionários foi feita durante o primeiro semestre de 2014. Levando em conta os resultados obtidos, representados em gráficos e histogramas comparativos, foram realizadas análises comparativas. As perguntas a [seguir](#) foram inseridas no questionário para a pesquisa.

1 - Você já ouviu falar em PE (Produção Enxuta) ou Sistema Toyota de Produção?

2 - Para você, o que é Sistema Toyota de Produção?

3 - Qual seu nível de conhecimento sobre esse assunto?

4 - Você domina alguma ferramenta do STP(Sistema Toyota de Produção)? Qual?

5 - Os conceitos e ferramentas do STP (Sistema Toyota de Produção) são utilizados em seu estágio ou trabalho?

6 - Você gostaria de aprofundar seu estudo sobre esse sistema de produção?

7 - Você, futuramente, pretende trabalhar em Chão de fábrica, Escritório, Meio Acadêmico ou outros?

8 - É importante a inclusão do estudo do Sistema Toyota de Produção ao currículo?(Aos alunos de engenharia mecânica). E qual nível (ruim/moderado/bom) você considera o ensino sobre STP no curso? (Aos alunos da Engenharia de Produção)

4. RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos em cada etapa do método de trabalho.

4.1 PRINCIPAIS ELEMENTOS DO STP

Esta seção apresenta elementos do STP considerados fundamentais, juntamente com os autores que fazem menção aos mesmos. A Figura 4 traz os principais elementos citados pelos autores.

Figura 4 – Elementos da Produção Enxuta

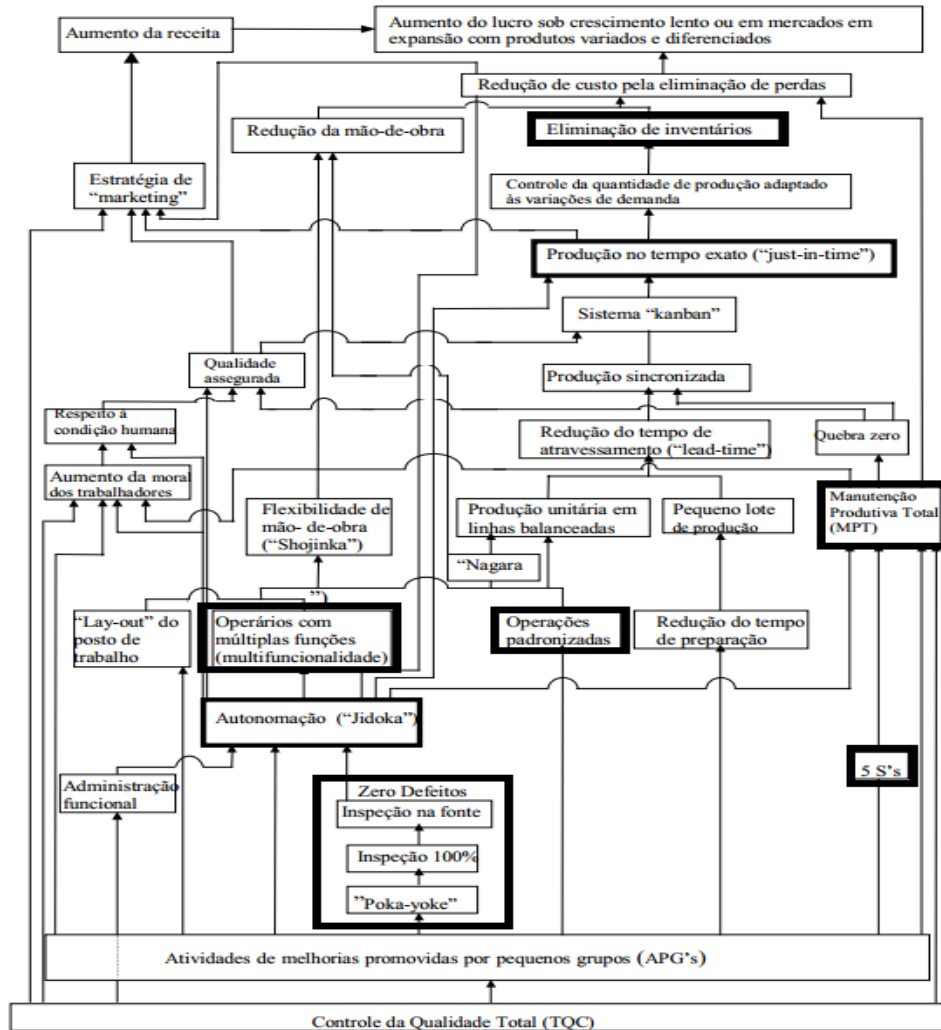
Abordagem/Autor	Shingo, 1985	Ohno, 1997	Pasa, 2004	Ferreira; Saurin, 2008	Silva et al., 2011	Greef; Freitas, 2012
Padronização	X		X		X	X
Eliminação de inventários	X		X		X	X
Eliminar falhas e melhoria contínua.	X	X				
5 S's e Manutenção Produtiva Total (MPT)	X		X	X		
Redução de <i>Lead Time</i>	X				X	
Operação puxada pela demanda.					X	
Verificar veracidade das informações.	X					X
<i>Just-in-time</i> .	X	X	X	X		
Busca pelo estoque zero.		X				
Autonomação	X	X	X	X		
Trabalhador Multifuncional		X	X	X		X
Necessidade de conhecimento prático	X					
Inspeções e <i>Poke-Yoke</i>	X		X	X		

Fonte: Autoria própria

Feita a pesquisa detalhada, os elementos citados por três ou mais autores foram considerados importantes ao estudo e, sendo assim, levados ao questionário que foi aplicado aos alunos. A Figura 5 traz a estrutura STP feita por Ghinato (1994) com os elementos escolhidos, que são: Padronização (4 citações); Eliminação de inventários (4 citações); *Just-in-Time* (4 citações); Autonomação (4 citações); Trabalhador Multifuncional (4 citações); 5 S's e Manutenção Produtiva Total (3 citações); e Inspeções e *Poke Yoke* (3 citações).

Um questionário fechado, com base nesses elementos, foi aplicado a 120 alunos, sendo 60 da Engenharia de Produção e 60 da Engenharia Mecânica. Os alunos participantes da pesquisa estão entre o 2º e 10º semestre e estão na faixa etária entre 18 e 32 anos.

Figura 5 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção por Ghinato

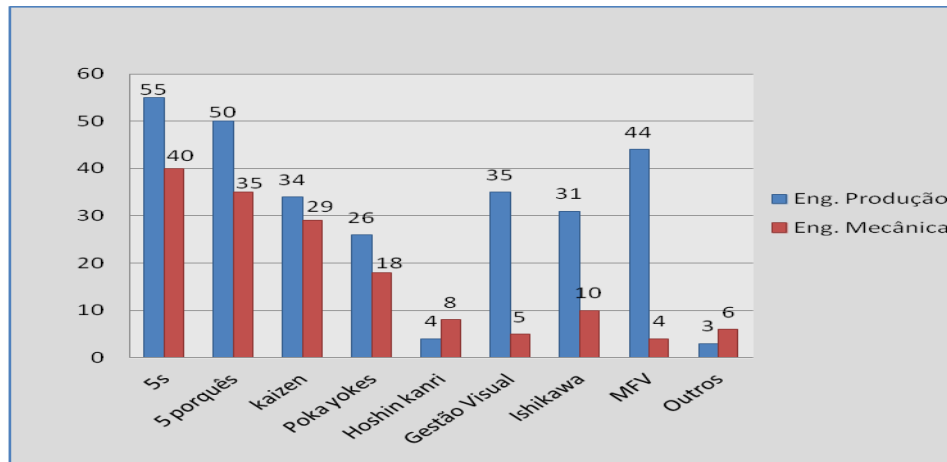


Fonte: Adaptado de Ghinato (1994, p.148, figura 24)

4.2 RESULTADO DA PESQUISA

As [sínteses das](#) respostas foram apresentadas na forma de gráficos para uma melhor visualização. No que diz respeito aos elementos mais conhecidos do STP, ficou evidente que os alunos da Engenharia de Produção tem um conhecimento maior, se comparados aos alunos da Engenharia Mecânica. Por outro lado, há uma superioridade no conhecimento de um elemento (*Hoshin Kanri*) pelos aluno da Engenharia Mecânica.

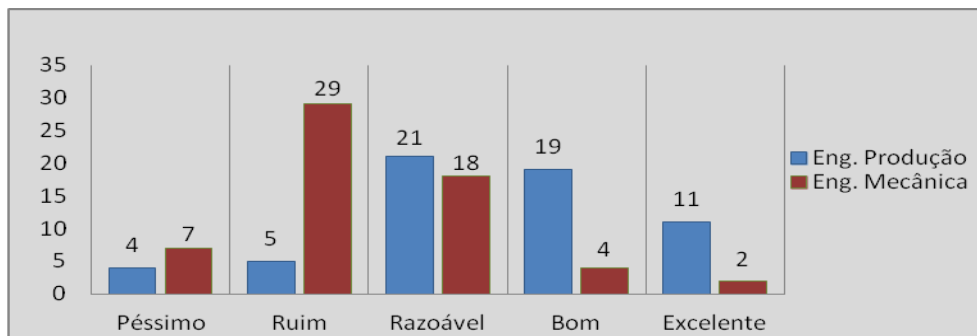
Figura 6 - Elementos mais conhecidos pelos cursos [\(em números absolutos de alunos\)](#)



Fonte: Autoria própria

A Figura 7 busca representar o nível de conhecimento sobre o Sistema Toyota de Produção pelos alunos.

Figura 7 - Nível de Conhecimento [\(em números absolutos de alunos\)](#)

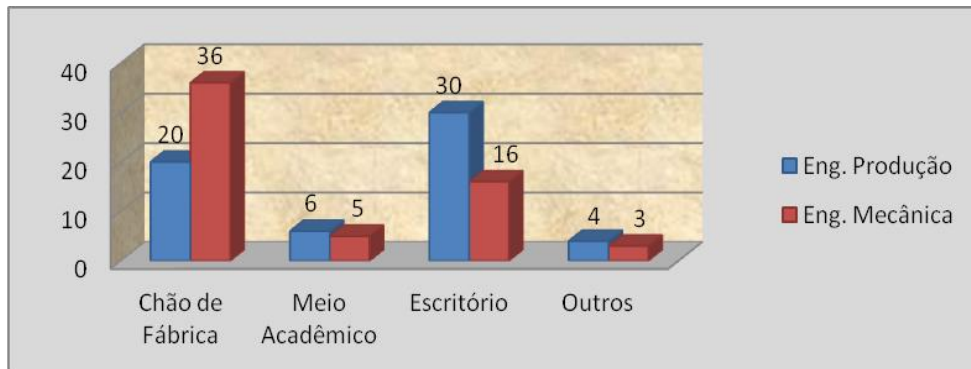


Fonte: Autoria própria

Há uma divergência no [nível de](#) conhecimento em relação a ambos os cursos. Dos 60 alunos entrevistados, 29 alunos da Engenharia Mecânica afirmam ter um conhecimento ruim sobre o assunto. Com relação aos alunos da Engenharia de Produção, também existe uma preocupação. Dos 60 alunos entrevistados da Produção, 21 alunos dizem ter somente um conhecimento razoável.

[Os](#) resultados da figura 8 [dizem respeito ao questionamento sobre](#) onde [os alunos](#) pretendem exercer seu trabalho. Há uma divergência nessa escolha entre os cursos; os alunos da Engenharia Mecânica preferem o chão de fábrica e os alunos da Engenharia de Produção o escritório como local de trabalho.

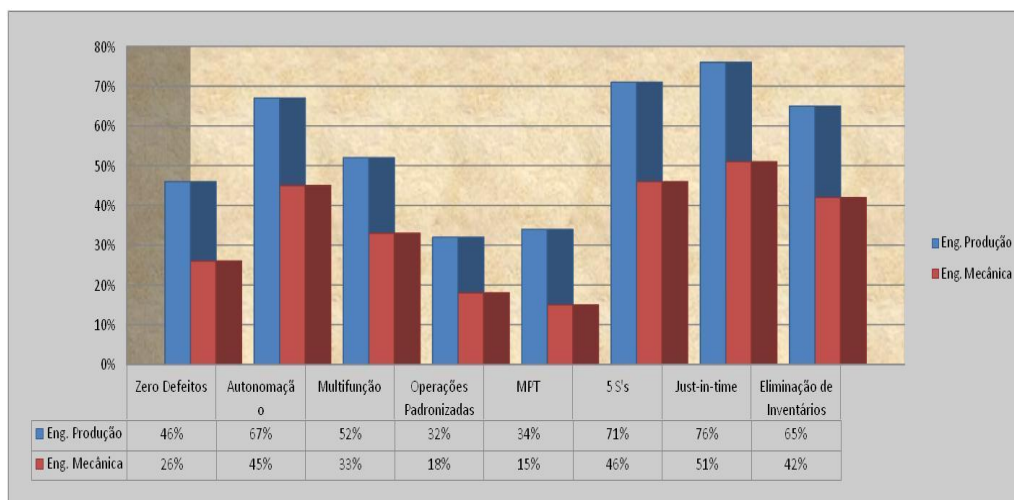
Figura 8 - Pretensão de tipo de trabalho (em números absolutos de alunos)



Fonte: Autoria própria

A partir dos principais elementos do STP, escolhidos com base [na revisão bibliográfica](#) (destacados na Figura 5), foi perguntado aos alunos, de ambos os cursos, se há um domínio sobre esses elementos. O resultado, [sintetizado na Figura 9](#), mostra um domínio insuficiente em algumas ferramentas, principalmente por parte dos alunos da Engenharia Mecânica. [Em relação aos alunos da](#) Engenharia de Produção chama atenção [a porcentagem baixa](#) de alunos que dominam [três](#) elementos importantes. São eles: Operações Padronizadas, MPT e Zero Defeitos.

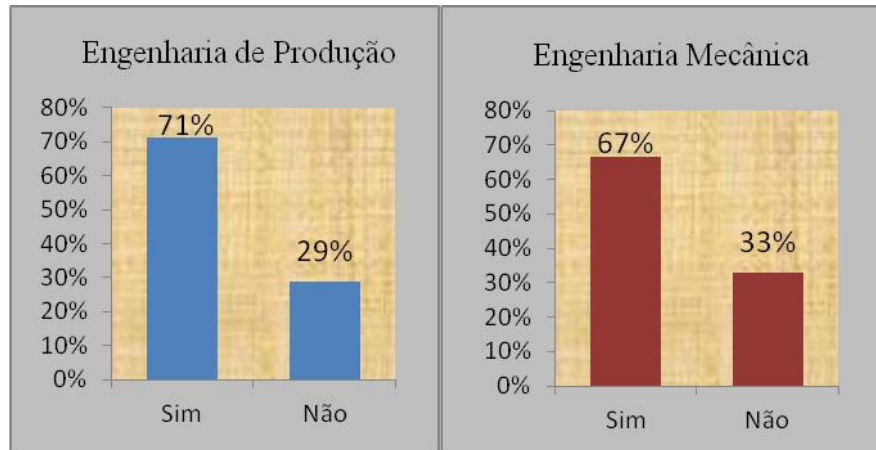
Figura 9 - Elementos do STP



Fonte: Autoria própria

Dos 120 participantes do estudo (60 de cada curso), 14 alunos da Engenharia de Produção e 27 alunos da Engenharia Mecânica trabalham diretamente no setor automotivo. A [Figura 10](#) traz a porcentagem relacionada à quantidade de [alunos](#) que utilizam algum dos elementos do STP.

Figura 10 - Alunos que utilizam os elementos do STP no trabalho



Fonte: Autoria própria

Por fim, foi entrevistado um Engenheiro Mecânico formado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul [e que atua profissionalmente na área de Engenharia de Produção](#). As perguntas por ele respondidas foram criadas no intuito de verificar as respostas obtidas pelo questionário aplicado aos alunos.

1- Com sua experiência no mercado de trabalho, você pode afirmar que as ferramentas e os elementos do STP são importantes e diferenciais a um processo produtivo?

R: Sim

2- Na sua empresa atual, usam os elementos ou ferramentas do STP? Quais?

R: Sim, mas direcionadas sempre a clientes, as soluções da [empresa](#) convivem com diferentes ferramentas, como gestão visual, mapeamentos de fluxo, *kanbans*, *kaizen*, etc.

3- O que você sugeriria ao departamento da Mecânica como melhoria para o ensino do STP?

R: Ter uma cadeira dada por professores da [Engenharia](#) de Produção, com experiência de mercado, sobre conhecimento e aplicação do STP. Na prática, somente alunos que fazem estágio (em momento tardio do curso, muitas vezes, por falta de estímulo do departamento), tem contato com empresas que possam vir a utilizar ferramentas ou pensamento *Lean*.

4- No seu ponto de vista, no geral, quais são os elementos mais usados do STP? E pelos Engenheiros Mecânicos?

R: Não necessariamente os únicos ou mais importantes; o que vejo nas empresas é muito uso de kanbans e políticas de redução de desperdícios, com mapeamento de fluxo. Engenheiros mecânicos muitas vezes participam mais em ações de identificação de causa raiz de problemas mecânicos e ações corretivas.

5- O seu nível de conhecimento sobre o STP obtido na UFRGS foi bom para o mercado de trabalho? Ou você teve que desenvolver isso posteriormente?

R: Pouco se falou durante o curso de Engenharia Mecânica sobre ferramentas da qualidade de forma objetiva e aplicada. Recordo de ouvir sobre Plan - Do - Check - Act (PDCA), Análise de modos e efeitos de falha (FMEA) e algumas outras ferramentas. A esmagadora maioria do conhecimento foi desenvolvido em estágios e em vivência de projetos. Estando em contato com diferentes empresas (de diferentes setores) expandem-se os horizontes da aplicação dos conceitos do STP. Não é a única forma de análise que existe ou sequer a mais aderente ao modelo cultural de todos os países mas, certamente, consegue ser muito impactante se empregada de forma adequada. Sendo assim, é um diferencial a alunos que possam vir a trabalhar com gestão ou operação no chão de fábrica.

4.2.1 SÍNTESE DA ENTREVISTA

Resumindo as respostas, o STP é utilizado de forma ampla nas indústrias e seu aprendizado é fundamental. Como ex-aluno da UFRGS, ele afirma que há um ensino básico sobre o tema e que o curso deveria dar aos alunos um aprofundamento no assunto, propondo cadeiras sobre o assunto com professores da Engenharia de Produção. A maior parte do seu conhecimento sobre STP foi obtido através de estágios e experiências fora da Universidade. Durante o curso, segundo ele, falou-se pouco sobre ferramentas da qualidade de forma objetiva e aplicada.

4.3 AÇÕES PROPOSTAS

Após a análise das respostas da pesquisa, são apresentadas as propostas corretivas. Para tanto, realizaram-se análises apresentadas nas Figuras 11 e 12. Na primeira coluna das figuras são alocadas as ferramentas em que foi detectado um nível baixo de conhecimento pelos alunos. Na segunda coluna, são apresentadas as descrições dos elementos e na terceira coluna é descrita a importância do conhecimento

da ferramenta [pelos](#) [alunos](#) da Engenharia Mecânica (Figura 11) e da Engenharia de Produção (Figura 12)

Figura 11 - [Análise](#) e ações corretivas à Engenharia Mecânica

Ferramentas	Descrição	Importância para Engenharia Mecânica	Ações no curso
Zero defeitos	<p>O "Controle da Qualidade Zero Defeitos" (CQZD), é um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas. São quatro os pontos fundamentais para a sustentação do CQZD:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Utilização da inspeção na fonte 2.Utilização de inspeção 100% ao invés de inspeção por amostragem. 3.Redução do tempo decorrido entre a detecção do erro e a aplicação da ação corretiva. 4.Aplicação de dispositivos à prova-de-falhas (<i>Poka-Yoke</i>) cumprindo a função controle junto à execução. 	<p>Engenharia mecânica cuida do desenvolvimento do projeto, da construção e da manutenção de máquinas e equipamentos. Para que um projeto seja bem sucedido do início ao fim e que o produto final tenha qualidade, é importante a utilização de instrumentos que previnam o erro,ou seja, <i>poke yokes</i>. Para melhor controle da produção, evitando a formação de um produto defeituoso ou com baixa qualidade.</p>	<p>A inserção da disciplina de Sistemas Produtivos I na grade curricular do curso. Essa cadeira versa sobre classificação de perdas; troca rápida de ferramentas; produção puxada e produção empurrada; controle da qualidade zero defeitos; autonomia e outras ferramentas que visam a produção com zero defeitos.</p>
Operações Padronizadas	<p>Um processo padronizado é um método efetivo e organizado de produzir sem perdas. A padronização almeja o desempenho máximo dos colaboradores em suas atividades ou operações através da repetição dos movimentos e das operações. A inconstância das operações ou falta de padronização escondem as falhas e leva ao desperdício.</p>	<p>Os conhecimentos de um Engenheiro Mecânico sobre Operações Padronizadas é fundamental para manter uma produção correta e de qualidade. Como por exemplo, a indústria automotiva, onde a padronização das etapas para fabricação de automóvel deve ser seguida de forma rígida, afim de obter um produto final com a melhor qualidade possível</p>	<p>Inserção na Engenharia Mecânica da cadeira de Engenharia da Qualidade que versa sobre a utilização das ferramentas estatísticas de monitoramento e otimização de processos, a fim de obter um processo padronizado e controlar possíveis erros ou produtos não compatíveis com os demais.</p>

Manutenção Produtiva Total (MPT)	O TPM apresenta como objetivos a eficácia da própria estrutura orgânica da empresa, por meio das melhorias a serem introduzidas e incorporadas, tanto nas pessoas como nos equipamentos. Participação e integração de todos os departamentos envolvidos, como o da programação, produção e manutenção.	A Engenharia Mecânica está diretamente ligada a manutenção dos equipamentos ou do processo. Portanto, é imprevisível que seus profissionais tenham conhecimento sobre MPT e <u>seus</u> elementos, tais como: Aplicação das ferramentas da qualidade na resolução de problemas de manutenção; Diagrama de Pareto; Histograma; Estratificação; Diagrama de dispersão; Gráfico de controle.	Uma boa medida seria tornar a cadeira de "Métodos Gerenciais em Produção" em obrigatória, pois <u>ela</u> trata exatamente sobre MPT e abrange elementos importantes para a manutenção.
Just-in-time	Dentre os inúmeros objetivos, estão: Reduzir estoques; Reduzir custos; Reduzir os tempos de espera; Inventário tendendo a zero.	O Engenheiro Mecânico, dentre suas funções, deve localizar o aprimoramento do processo produtivo visando ganhos de qualidade e produtividade.	Inserir à grade curricular as cadeiras de Engenharia da Qualidade e Sistemas Produtivos <u>I</u> .

Fonte: Autoria própria

Na Figura 11, ao lado da análise dos tópicos com nível de conhecimento considerado crítico, são propostas ações corretivas à Engenharia Mecânica como forma de direcionamento.

Com relação aos alunos da Engenharia de Produção da UFRGS, três elementos apresentaram um nível de conhecimento considerado crítico. Foram eles: Zero Defeito, Operações Padronizadas e Manutenção Produtiva Total.

Figura 12 - Análise e ações corretivas à Engenharia de Produção

Ferramentas	Descrição	Importância para Engenharia de Produção	Ações no curso
Operações Padronizadas	Um processo padronizado é um método efetivo e organizado de produzir. A padronização almeja o desempenho máximo dos colaboradores em suas atividades ou operações através da repetição dos movimentos e das operações. A inconstância das operações ou falta de padronização escondem as falhas e leva ao desperdício.	O Engenheiro de Produção tem como uma das suas principais funções manter um processo de forma padronizada;. Para isso é necessário o conhecimento de ferramentas que estão diretamente ligadas à qualidade do produto.	Uma indicação seria aumentar o número de visitas em indústrias que utilizam a padronização no seu processo. Isso poderia ocorrer durante todo o curso e não apenas no início da graduação, como ocorre em "Introdução à Engenharia de Produção.
Manutenção Produtiva Total (MPT)	A MPT apresenta como objetivos a eficácia da própria estrutura orgânica da empresa, por meio das melhorias a serem introduzidas e incorporadas, tanto nas pessoas como nos equipamentos. Participação e integração de todos os departamentos envolvidos, como o da programação, produção e manutenção.	A MPT está diretamente ligada ao Engenheiro de Produção, que é incumbido de diversas análises de manutenção do produto ou processo no seu local de trabalho. O conhecimento das ferramentas da MPT é essencial para uma análise correta e precisa da produção, para que haja um produto final com uma boa qualidade, evitando assim perdas por produto defeituoso.	Inserir conteúdos de suporte como ferramentas da qualidade, aprendidas no início do curso, que poderiam ser retomados em aplicações voltadas à MPT ao final do curso.

Fonte: Autoria própria

5 . CONCLUSÃO

[A indústria automotiva, que contribui significativamente no PIB do Rio Grande do Sul, vem aplicando a abordagem do STP nas últimas décadas. A Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por sua vez, provê a formação de profissionais para atuarem na mesma.](#)

[Considerada a relevância do Sistema Toyota de Produção,](#) o presente trabalho teve como objetivo identificar a percepção dos alunos [dos cursos de](#) Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção sobre [seu domínio com relação ao mesmo.](#) O estudo contemplou cinco etapas. Inicialmente, a partir da revisão teórica, identificaram-

se os principais elementos do STP. Após, foi aplicado um questionário relativo a esses elementos, que teve como respondentes 60 alunos do curso de Engenharia Mecânica e 60 alunos do curso de Engenharia de Produção da UFRGS. Finalmente, foi realizada uma entrevista com um Engenheiro Mecânico da UFRGS que atua na área de Engenharia de Produção. Como resultado, foi detectado um desnível de conhecimento entre os alunos dos dois cursos. Para os elementos cujo conhecimento se mostrou mais frágil, foram propostas medidas que visam a melhoria. Cabe notar a viabilidade das mesmas, uma vez que foram buscadas através de disciplinas já ministradas pelo departamento de Engenharia de Produção da UFRGS.

Sugere-se, para estudos futuros, aumentar o campo de pesquisa, aplicando questionários em outras universidades, entrevistar um número maior de alunos e visar outros ramos empresariais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____**ABENGE - Associação Brasileira de Educação de Engenharia. Definição das atribuições do Engenheiro Mecânico.** Disponível em: <www.abenge.org.br>. Acesso em 21/02/2014.

_____**ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção.** Definição das atribuições do Engenheiro de Produção, Disponível em: <www.abepro.org.br>. Acesso em 26/05/2014.

_____**ANFAVEA (2010) Anuário da Indústria Automobilística Brasileira.** Edição 2010. São Paulo. BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação tecnológica**, Editora de Florianópolis: UFSC, 1998, pp. 81.

_____**BENKO, C.; MC FARLAN, W.** Methamorphosis in the auto industry. **Strategy & Leadership**, v.31, n.4, p. 4-8, 2003.

CASOTTI, B. P. GOLDENSTEIN, Marcelo. Panorama do setor automotivo: As mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.28, p.147-188, set. 2008.

_____**CASTRO, C. DE M. Educação brasileira:** consertos e remendos. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

CHIAVENATO, I. Gerenciando pessoas: como transformar gerentes em gestores de pessoas. 4. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

FRANCO, Alexandre. Higher Education in Brazil: Scenario, advancements and contradictions. Disponível em: <www.jpe.ufpr.br/n4_6.pdf>. Acesso em 15/01/2014

HARRINGTON, James. **Aperfeiçoamento processos empresariais**. São Paulo: Makron books, 1993.

HERRON, C.; BRAIDEN, P. M. A Methodology for Developing Sustainable Quantifiable Productivity Improvement in Manufacturing Companies. **International Journal of Production Economics**. v. 104, p. 143-153, nov. 2006.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota**: Quatorze princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto alegre: Bookman, 2005.

LOBO e FILHO, **Para que devem ser formados os novos engenheiros?** Disponível em: <<http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,artigo-para-que-devem-ser-formados-os-novos-engenheiros,838027>>. Acesso em 28/02/2014

MARCONI E LAKATOS, **Metodologia do trabalho científico**, São Paulo: Atlas, 2007. MARTINS, C. B. O ensino superior brasileiro nos anos 90. In: **Revista São Paulo em Perspectiva**. Editora Campus, v. 205, p.87-98, São Paulo: 2000, mimeo.

MUNIZ, J. **Modelo Conceitual de Gestão de Produção baseado na Gestão do Conhecimento: um estudo no ambiente operário da indústria automotiva**, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2007.

OICA. **Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles**. Disponível em: <<http://www.oica.net>>. Acesso em: 16/09/2013.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto alegre: Bookman, 1997.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Iris B.; MIYAKE, Dario I.; BATOCCHIO, Antonio; AGOSTINHO, Oswaldo L. Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. **Gestão & Produção**, São Carlos, 2011.

SILVA, J.C.T. [Da](#). Tecnologia: Conceitos e dimensões. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 22, 2002, Curitiba. Anais. Curitiba: ABEPRO, 2002.

TURKLE, S. (1984). **The second self: computers and the human spirit**. New York: Simon and Schuster.

[WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D](#) **A Máquina que mudou o mundo**, [Rio de Janeiro](#); Campus; 1992.