



CÁSSIO CLEIDSEN RABELO CRUZ

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DOS ELEMENTOS E
FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA EM CANTEIROS DE
OBRAS NA CIDADE DE BELÉM DO PARÁ**



CÁSSIO CLEIDSEN RABELO CRUZ

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DOS ELEMENTOS E
FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA EM CANTEIROS DE
OBRAS NA CIDADE DE BELÉM DO PARÁ**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA
APROVADA PELO COLEGIADO DO CURSO DE Mestrado
EM ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA
CIVIL NA ÁREA DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

Orientador: Dr. Adalberto da Cruz Lima

Belém
2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UFPA, Belém-PA

Cruz, Cássio Cleidsen Rabelo, 1985-

Análise da implementação dos elementos e ferramentas da produção enxuta em canteiros de obras na cidade de Belém do Pará / Cássio Cleidsen Rabelo Cruz ; orientador, Adalberto da Cruz Lima . _ 2011.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2011.

1. Administração da Produção. 2. Sistema Toyota de Produção. 3. Construção Enxuta. I. Título.

CDD - 22. ed. 624.0685



**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DOS ELEMENTOS E
FERRAMENTAS DA PRODUÇÃO ENXUTA EM CANTEIROS DE
OBRAS NA CIDADE DE BELÉM DO PARÁ.**

AUTOR:

CÁSSIO CLEIDSEN RABELO CRUZ

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA
APROVADA PELO COLEGIADO DO CURSO DE MESTRADO EM
ENGENHARIA CIVIL DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, COMO REQUISITO PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL NA
ÁREA DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADA EM: / /

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. ADALBERTO DA CRUZ LIMA
Orientador

Prof. Dr. RENATO MARTINS DAS NEVES
Membro

Prof. Dr. ANDRE CRISTIANO SILVA MELO
Membro

Visto:

Prof. Dr. CLAUDIO JOSÉ CAVALCANTE BLANCO
Coordenador do PPGEC / IT / UFPA



Dedicatória

Ao meu pai Alberto Cruz (*in memorian*), homem guerreiro que me deixou valores pelos quais pude seguir nessa caminhada, me servindo de inspiração.

A minha mãe Rosália Cruz (*in memorian*) que não mediu esforços para me apoiar nos estudos e batalhou para me manter em outro estado, para que eu aperfeiçoasse ainda mais meu conhecimento e procurou estar ao meu lado me dando incentivo para ir até o fim.

Essa conquista eu dedico a vocês!



Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por todas as conquistas e realizações alcançadas, sobretudo pelo dom da vida.

Ao professor Adalberto da Cruz Lima pela orientação deste trabalho, pela oportunidade concedida, pela confiança, pela amizade e atenção. A ele minha imensa admiração pelo renomado professor e profissional.

Aos meus pais (*in memoriam*), Alberto e Rosália e aos meus irmãos, Carlos (cadido), Cláudio (cau) e Rosângela (danda), pelo amor, carinho, apoio e incentivo nessa caminhada tão difícil.

Aos familiares e amigos muito especiais que estão longe, mas que sempre me incentivaram e apoiaram muito.

A minha namorada pelo amor, atenção, compreensão, companheirismo diário e por todo carinho.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pela bolsa de mestrado concedida.



RESUMO

Cássio Cleidsen Rabelo Cruz. Análise da Implementação dos Elementos e Ferramentas da Produção Enxuta em Canteiros de Obras na Cidade de Belém do Pará. Belém, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2011. 81p. Dissertação (mestrado).

As empresas do setor da construção civil em Belém, estão buscando formas de melhorar seus processos e métodos construtivos através da implementação dos elementos e ferramentas do sistema de produção enxuta. O objetivo deste trabalho consistiu em avaliar os casos de sucesso e fracasso, através de um estudo exploratório da implementação do sistema de produção enxuta nos canteiros de obras na cidade de Belém do Pará, para identificar quais os elementos e ferramentas desse sistema são mais usadas na construção civil da cidade em questão. Desta forma, realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica sobre o assunto, mostrando a evolução histórica desde a criação da administração científica, destacando os precursores da administração da produção, em seguida, relatando o surgimento do sistema de produção enxuta, assim como suas origens e pilares, destacando seus elementos e ferramentas. A metodologia de pesquisa utilizada foi estudo de caso de caráter exploratório, onde o foco foram os gestores que atuam aplicando a produção enxuta em suas obras. Os dados foram coletados através da aplicação de um questionário com classificação de perguntas, fechadas e de múltipla escolha, composto por vinte questões objetivas, afim de, gerar dados para responder a questão de pesquisa. Após a coleta dos dados, foram geradas tabelas e gráficos para análise dos resultados. Os resultados analisados apontaram os elementos e ferramentas *lean* mais utilizados, além de apresentar as maiores dificuldades na implementação do sistema de produção enxuta, e em seguida, foi realizado uma correlação entre as dificuldades encontradas com a literatura pertinente. A partir disso, concluiu-se que as empresas não estão totalmente comprometida com o sistema de implementação de melhorias (SPE), de maneira que isto desmotiva os operários e cria resistência a mudanças.

Palavras-Chave: Administração da Produção; Sistema Toyota de Produção; Construção Enxuta.



ABSTRACT

Cássio Cleidsen Rabelo Cruz. Analysis of the Implementation of Lean Production's Elements and Tools in Construction Site in the City of Belem of Para. Belém, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, 2011. 81p. Dissertação (mestrado).

Companies of construction industry in Belem, they are looking for ways to improve their processes and constructive methods through the implementation of the elements and tools of lean production system. The purpose of this work consisted to assess the cases of successes and failure, through of an exploratory study of the implementation of the Lean Production System in construction sites in the city of Belem of Para, to identify which elements and tools of this system are most commonly used in construction of the city in question. This way, an extensive research literature about the subject, showing historical developments since the creation of scientific administration, emphasizing the precursors of production administration and then reporting the emergence of lean production system, as well as their origins and pillars, highlighting its elements and tools. The research methodology used was case study of exploratory character, where the focus was managers that act applying lean production in their construction works. The data was collected through a questionnaire with the classification of questions, closed and multiple choices, consisting of twenty objective questions, in order to generate data to answer the research question. After collecting data were generated tables and graphics for analysis of results. The results analyzed pointed elements and tools lean more used, in addition to presenting the greatest difficulties in the implementation of lean production system, and then was made a correlation between difficulties encountered with the relevant literature. From this, it was concluded that companies are not fully committed with the implementation of improvements (lean production system), so that this demotivates workers and creates resistance to change.

Keywords: Production administration; Toyota production system; Lean Construction.



Lista de Ilustrações

Figura 1:	A casa do STP	25
Figura 2:	Elementos do sistema de produção enxuto	34
Figura 3:	Etapas do mapa do fluxo de valor	40
Quadro 1:	Tipos de kanban	41
Figura 4:	Representação esquemática de um processo em fluxo contínuo	42
Quadro 2:	Significado do 5S	46
Tabela 1:	Expressa o número de pesquisados e o tempo de experiência com o SPE.....	53
Tabela 2:	Número de empresas que utilizam modelos de qualidade	54
Tabela 3:	Causas para a utilização do SPE	54
Gráfico 1:	Causas que levaram a utilização do SPE.....	55
Gráfico 2:	Elementos do SPE	56
Gráfico 3:	Ferramentas do SPE	57
Gráfico 4:	Capacitação dos funcionários	58
Gráfico 5:	Formação de equipe para o projeto de implementação do SPE	59
Gráfico 6:	Equipe de projeto	59
Gráfico 7:	Dificuldades para implementação do SPE	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. TEMA	13
1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA E JUSTIFICATIVA	13
1.3. LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	15
1.4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.5. OBJETIVOS.....	16
1.5.1. <i>Geral</i>	16
1.5.2. <i>Específicos</i>	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. O DESENVOLVIMENTO ADMINISTRATIVO DA PRODUÇÃO.....	17
2.2. TAYLOR E A ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA	18
2.3. HENRY FORD E A PRODUÇÃO EM MASSA	19
2.4. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP) OU SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA (SPE).....	20
2.5. DESPERDÍCIOS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA.....	22
2.6. ORIGENS DO SISTEMA PRODUÇÃO ENXUTA (SPE)	24
2.7. PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	25
2.7.1. <i>Just in Time (JIT)</i>	26
2.7.2. <i>Autonomação ou Jidoka</i>	27
2.8. PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTO	28
2.9. CONSTRUÇÃO ENXUTA: TEORIA EM EVOLUÇÃO	29
2.10. PRINCÍPIOS PARA A GESTÃO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	30
2.11. ELEMENTOS DO SISTEMA PRODUÇÃO ENXUTA.....	33

2.11.1.	<i>Kanban</i>	34
2.11.2.	<i>Just in Time (JIT)</i>	34
2.11.3.	<i>Nivelamento da Produção (Heijunka)</i>	35
2.11.4.	<i>Fluxo de Produção</i>	35
2.11.5.	<i>Operação Padrão</i>	36
2.11.6.	<i>Multi-processo</i>	36
2.11.7.	<i>Manutenção e Segurança</i>	36
2.11.8.	<i>Garantia de Qualidade</i>	37
2.11.9.	<i>Controle Visual</i>	37
2.12.	FERRAMENTAS DO SISTEMA PRODUÇÃO ENXUTA	38
2.12.1.	<i>Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping – VSM)</i>	39
2.12.2.	<i>Sistema Kanban de Controle da Produção</i>	41
2.12.3.	<i>Fluxo Contínuo</i>	42
2.12.4.	<i>Manutenção Produtiva Total (MPT)</i>	44
2.12.5.	<i>5S</i>	45
2.12.6.	<i>Cinco Elementos da Manufatura Enxuta</i>	46
2.12.7.	<i>Layout Celular</i>	47
2.12.8.	<i>Mapeamento das Atividades de Processo</i>	48
2.12.9.	<i>Práticas de Kaizen</i>	48
3.	METODOLOGIA DE PESQUISA	49
3.1.	DELINEAMENTO DA PESQUISA	49
3.1.1.	<i>Seleção dos Colaboradores com a Pesquisa</i>	50
3.1.2.	<i>Coleta de dados</i>	50
3.1.3.	<i>Envio e recepção do questionário</i>	51



3.1.4. <i>Análise e interpretação dos dados</i>	52
4. RESULTADOS	53
4.1. REPRESENTAÇÃO DOS DADOS: TABELAS E GRÁFICOS.....	53
4.2. CORRELAÇÃO DOS DADOS ENCONTRADOS COM A LITERATURA.....	61
5. CONCLUSÃO	66
5.1. CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	66
5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
5.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	69
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE	77
ANEXO	81

1. INTRODUÇÃO

1.1. TEMA

Uma nova filosofia de gestão de produção chamada produção enxuta, vem sendo desenvolvida após a Segunda Guerra Mundial, iniciada com estudos feitos por Ohno, na *Toyota Motor Company*, para adaptação do sistema de manufatura norte-americano ao contexto da indústria automobilística japonesa da época (OHNO, 1997). As abordagens, conceitos e técnicas resultantes desses estudos integram o chamado Sistema Toyota de Produção (STP) ou Sistema de Produção Enxuta (SPE), posteriormente disseminado no Ocidente, principalmente a partir da publicação de Womack *et al.* (1990), como um modelo de produção que substituiria a produção em massa.

Nos últimos anos, a quantidade de empresas praticantes do sistema da produção enxuta (SPE) vem aumentando significativamente em todos os setores industriais e de serviços. Os princípios deste sistema são, hoje, uma referência mundial de práticas gerenciais a serem seguidas, a fim de se atingir alta produtividade com eliminação dos desperdícios e redução dos custos operacionais (LIMA, 2007a). Entretanto, vale ressaltar que a adoção do SPE representa um processo de mudança de cultura da organização e, portanto, não é algo fácil de ser alcançado. O fato de a empresa aplicar ferramentas *lean* não significa, necessariamente, que foi obtido pleno sucesso na implementação do SPE.

Em decorrência deste fato, surgiu a motivação para realização de uma pesquisa exploratória na indústria da construção civil, onde são aplicados elementos ou ferramentas da produção enxuta, no intuito analisar a utilização, dificuldades e resultados obtidos através da utilização dos mesmos.

1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA E JUSTIFICATIVA

As empresas estão vivendo um período de profundas transformações em seus ambientes econômicos e tecnológicos. Em termos econômicos, estão inseridas em um processo de globalização e unificação de mercados, em um contexto de concorrência acirrada e batalha por preços competitivos, associados à demanda por produtos e serviços com, cada vez maior, valor percebido pelos clientes, tanto quanto ao atendimento de suas necessidades como em termos de qualidade total assegurada. Todos esses fatores levaram as empresas a um

ambiente onde a mudança é permanente, exigindo flexibilidade e adaptação às exigências de mercado (SILVA E RENTES, 2002).

Para se adaptarem a esse ambiente competitivo, as empresas de manufatura, seguindo os passos da indústria automobilística, estão cada vez mais utilizando os conceitos e técnicas da produção enxuta, ou seja, produzindo em resposta a demandas específicas, somente quando necessário, controlando a qualidade do produto e do prazo de entrega, e ao mínimo custo (SILVA E RENTES, 2002).

O SPE encontra-se atualmente em processo de ampla difusão nos mais diversos segmentos industriais, não se restringindo ao setor automotivo ou às grandes empresas (ROSA, 2008).

Atualmente, os responsáveis por obras da construção civil buscam maneiras cada vez mais eficientes que para melhorar ou até mesmo facilitar a gestão das operações dentro do canteiro de obras, devido ao cenário existente na indústria da construção, onde ocorrem altos índices de desperdício e improvisação dentro dos canteiros de obras da construção civil. A falta de integração entre projetos, a tecnologia de informação pouco desenvolvida dentro do setor, a má administração dos materiais, as deficiências de formação e qualificação de mão-de-obra, as práticas construtivas não racionalizadas e as alterações de projetos que ocorrem no transcorrer do sistema construtivo, são as principais causas determinantes desta situação que age de forma contundente na redução do índice de produtividade e aumento considerável dos custos de produção (VIEIRA, 2006).

A partir disso, as empresas da construção civil buscaram na produção enxuta uma forma de tentar reverter esse cenário precário. Através da utilização dos elementos e ferramentas do SPE, começou-se a melhorar as características e produtividades nos canteiros de obras. No entanto, muitas empresas enfrentam problemas com a implementação *lean*, devido em grande parte, a falta de conhecimento dos princípios do SPE e de afinidade com os elementos e ferramentas desse sistema.

1.3. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O trabalho limitou-se a aplicação de questionários, devido às dificuldades impostas pelas empresas, devido talvez ao medo de expor suas estratégias de mercado, ou mesmo, as deficiências em seus processos.

Outra limitação encontrada foi encontrar profissionais da área de construção civil que tivessem experiência com o sistema de produção enxuta. O mercado paraense ainda carece desses profissionais com essa capacitação.

1.4. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O foco de estratégias de operações baseadas em programas de melhorias pode não contribuir para a melhoria da posição competitiva e para a sustentabilidade da função produção em longo prazo. Por outro lado, alguns processos operacionais, como a produção enxuta, podem criar vantagem significativa, quando o seu potencial é explorado ao longo do tempo.

De forma genérica, verifica-se que a indústria da construção civil possui problemas estruturais de qualidade, desta forma, a busca por algumas tentativas ainda singelas podem contribuir para esse processo de melhoria, juntamente com a tecnologia da informação. O uso de ferramentas de planejamento e controle será de elevada importância na melhoria da qualidade na construção civil, trazendo informações aos vários níveis de gerência da empresa, visando o processo de decisão, além de dar referência ao prazo e ao controle de gastos.

Devido à crescente disseminação do SPE, surgiu a necessidade do desenvolvimento de meios para investigar seu nível de maturidade, bem como os benefícios e dificuldades enfrentadas pelas empresas.

Portanto, esta pesquisa busca responder a seguinte questão: quais os elementos e ferramentas do SPE mais utilizados na construção civil e quais as dificuldades na implementação das mesmas?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. *Geral*

Avaliar os casos de sucesso e fracasso da implementação do SPE nos canteiros de obras na cidade de Belém do Pará, para identificar quais os elementos e ferramentas desse sistema são mais usadas na construção civil da cidade em questão.

1.5.2. *Específicos*

- Coletar dados referentes à implementação dos elementos e ferramentas *lean*;
- Apontar quais as dificuldades encontradas na aplicação dos elementos ou ferramentas da produção enxuta nas obras em Belém do Pará;
- Correlacionar os dados obtidos com a literatura pesquisada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O DESENVOLVIMENTO ADMINISTRATIVO DA PRODUÇÃO

Segundo Bernardes (2003), no século XIX, os novos processos para a produção de aço facilitaram a criação da máquina a vapor e do tear mecânico, seguindo-se a construção de estradas de ferro como uma necessidade para transportar o grande volume de produtos e dos insumos necessários para sua fabricação. O autor ainda relata que nessas condições, a necessidade de produzir, cada vez mais, insumos, com mão-de-obra sem qualificações, fez com que os engenheiros de produção ganhassem proeminência por depender deles o lucro dos proprietários que poucos entendiam do assunto. Pagos para obter produtividade, esses especialistas desenvolveram métodos para serem utilizados dentro da tecnologia simples da época e com operários interessados mais que tudo em salários para sobreviverem.

Com isso, os primeiros administradores da produção deram grande importância à variável das tecnologias, criando processos eficientes de manufatura e iniciando o período chamado de Administração Científica. Nela, se destacaram, entre outros, Frederick W. Taylor, Henry L. Gantt e Frank Gilbreth, todos do fim do século XIX e início do XX (BERNARDES, 2003).

Pode-se afirmar que a Administração da Produção existe desde o início da civilização humana. Entretanto, o começo propriamente dito da produção industrial moderna é marcado pela Revolução Industrial dos séculos XVIII e XIX. Apesar disso, a Administração da Produção só passou a ser tratada de forma sistemática, racional e científica no início do século XX, quando é introduzida a noção de “administração científica” por Frederick W. Taylor. Deve-se salientar que, apesar de a Inglaterra ser o berço da Revolução Industrial, durante a maior parte do século XX as técnicas da administração que se tornaram populares surgiram e desenvolveram-se nos Estados Unidos. Ainda em 1913, os Estados Unidos desenvolveram a chamada produção em massa, com a linha de montagem dos automóveis da Ford (CAMPOS, 2006).

Alves (2000) afirma que a busca pela eficiência da produção vem sendo estudada há muitos anos por diferentes estudiosos. Os conceitos, as técnicas e os meios empregados para tal vêm evoluindo ao longo do tempo. No século XVIII, as primeiras idéias sobre uniformidade e intercambialidade de peças começaram a ser desenvolvidas, o que reduziu a

necessidade de trabalhadores especializados. Desta forma, os operários também passaram a ser intercambiáveis, uma vez que trabalhadores sem habilidades especiais começaram a produzir produtos complexos. Isso também passou a exigir uma maior versatilidade por parte dos operários, pois as máquinas eram especializadas, mas o trabalhador deveria se adaptar às mudanças que ocorriam de uma máquina para outra (HOPP E SPEARMAN, 1996).

Atualmente, o sucesso em Administração da Produção depende da consideração a algumas questões básicas necessárias para a empresa manter-se competitiva tanto no mercado global quanto no doméstico. Dessas questões, às quais vários estudiosos aludem, as principais são: redução do tempo na elaboração dos produtos; aumento da qualidade do produto; diminuição de custos; uso de tecnologias mais modernas; qualificação de pessoal; descentralização do poder; atendimento ao cliente; e trabalho em cooperação (CAMPOS, 2006).

Contudo, para entender este sucesso e mudanças na administração da produção que ocorreram com o tempo e as necessidades de cada época, apresenta-se a seguir um breve histórico sobre os precursores da administração, juntamente com os aspectos que contribuíram para a evolução da administração, e ainda, apresentar conceitos relacionados a produção enxuta, como uma evolução à forma tradicional de gerenciamento da produção.

2.2. TAYLOR E A ADMINISTRAÇÃO CIENTÍFICA

Taylor desenvolveu técnicas de racionalização do trabalho, sua característica mais marcante é a busca de uma organização científica do trabalho, enfatizando tempos e métodos e por isso é visto como o precursor da Teoria da Administração Científica.

Com a determinação de Taylor, uma nova base para produção econômica foi formada. Métodos foram criados para reduzir cada arte manual a movimentos elementares que pudessem ser exatamente cronometrados, descritos e ensinados a qualquer pessoa. Melhor ainda, substituiu os processos rotineiros por outros deduzidos de análises prévias (TAYLOR, 1986).

Taylor criou princípios para serem seguidos e regras para serem aplicadas. Nesses princípios, o autor ainda determinou que os operários deveriam executar as tarefas mais elevadas de acordo com suas afinidades, solicitando de cada operário sempre o máximo possível da sua capacidade no serviço executado, e assim, cada funcionário teria uma

remuneração maior que outros trabalhadores da mesma classe. Quanto às regras, Taylor as preparou para o trabalho de usina ou oficina, algumas delas diziam que o trabalho do operário deveria ser analisado regularmente, através de estudos e medições cronometradas dos movimentos elementares, transmitindo sistematicamente as instruções-técnicas devidas para cada operário (TAYLOR, 1986).

A partir disso, começou-se a melhorar o gerenciamento da produção com base em informações, pois as tarefas passaram a ser analisadas antes e depois da implementação de melhorias oriundas do estudo científico (TAYLOR, 1990).

2.3. HENRY FORD E A PRODUÇÃO EM MASSA

Henry Ford descobriu a maneira de superar os problemas inerentes à produção artesanal, que sofria com a carência dos recursos para perseguirem inovações fundamentais para seu crescimento (WOMACK *et al.* 2004). Então, Ford com suas novas técnicas reduziu drasticamente os custos, aumentando ao mesmo tempo a qualidade do produto. Nascia então nas fábricas da *Ford Motor Company*, um sistema inovador que foi chamado por Ford de produção em massa (WOMACK *et al.* 2004).

Se por um lado Taylor preocupou-se com a padronização do trabalho, Henry Ford (1863-1947) voltou sua atenção para a padronização das peças, intercambialidade e facilidade de montagem na produção de automóveis. Também se preocupou com a padronização do trabalho como forma de manter a uniformidade na execução das tarefas dentro de sua empresa (FORD, 1927).

Ohno (1997) acreditava que Ford era um racionalista nato. Ele possuía uma maneira deliberada e científica de pensar sobre a indústria na América. O autor ainda afirma que na percepção de Ford a indústria norte-americana era ortodoxa e universal.

Ao buscar a máxima eficiência dos recursos utilizados na fabricação de automóveis, Ford passou a preocupar-se com a questão dos desperdícios (ALVES, 2000). Segundo Ohno (1997), a maior preocupação com desperdício seria com mão-de-obra e não com a de material.

Ford percebeu então que para agregar valor aos materiais era necessário voltar suas preocupações tanto para o desperdício dos materiais quanto para o trabalho humano (ALVES,

2000). Ou seja, os materiais, ao serem processados com a ajuda do trabalho humano, adquiriam certo valor e, ao serem desperdiçados, além da perda de material, havia uma quantidade de esforço humano também desperdiçado. Portanto, fazia-se necessário analisar os processos de produção para que fossem identificadas as causas das perdas dentro do sistema produtivo (ANTUNES JUNIOR, 1995).

Desta forma, surgiu o conceito de linha de montagem, a qual leva o trabalho ao operário e impõe um ritmo à produção, resultando em uma redução do tempo para a produção do automóvel. Do mesmo modo, aumentou-se a produtividade, através da redução do esforço humano, da intensificação do trabalho e do aumento da eficiência. Ford também se preocupou com a questão da diminuição dos custos do veículo, alcançada através da melhoria da eficiência da produção e da fabricação de automóveis em larga escala (FORD, 1927).

Com isso, o fordismo desenvolveu ainda mais a mecanização do trabalho, incrementou a intensidade do trabalho, radicalizou a separação entre trabalho manual e trabalho mental, submeteu rigorosamente os funcionários à lei da acumulação e tornou progresso científico contra eles como um poder a serviço da expansão uniforme do valor (SZEZEBICKI *et al*, 2004).

Assim, Ford conseguiu liderar uma indústria que logo se tornou a maior do mundo, por ter se tornado o primeiro a dominar os princípios da produção em massa. Somente 50 anos depois, tornaram-se possíveis fábricas organizadas dentro dos princípios do SPE produzirem próximas da perfeição, sem precisarem de exaustivas inspeções ao final da linha, ou grande volume de retrabalho (BORGHI, 2007).

2.4. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP) OU SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA (SPE)

Se o Fordismo teve seu nascimento nas fábricas da *Ford Motor Company*, nos Estados Unidos da América, o Pós-Fordismo (produção enxuta) surgiu nas fábricas da *Toyota Motor Corporation*, no Japão. Ao perceber a inviabilidade de utilização do modelo norte americano no mercado interno do Japão, Eiji Toyoda, seu fundador, se viu forçado a repensar o modelo fordista, adequando-o à demanda reduzida e fragmentada desse mercado (VIEIRA, 2010).

A visão sistêmica dos japoneses, as restrições internas do Japão e as exigências competitivas do mercado internacional resultaram em uma nova forma de gerenciar a produção, denominada Produção Enxuta, a qual dispensava maior atenção aos detalhes e visava eliminar os desperdícios (ALVES, 2000).

De acordo com Ghinato (2000), este sistema é uma filosofia de gerenciamento que procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização.

O Sistema Toyota de Produção tem sido mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. A produção “enxuta” (do original em inglês, “*lean*”) é, na verdade, um termo cunhado no final dos anos 80 pelos pesquisadores do *International Motor Vehicle Program* (IMVP), um programa de pesquisas ligado ao *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa; um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança. Na verdade, sistema de produção enxuta é um termo genérico para definir o Sistema Toyota de Produção (GHINATO, 2000).

Segundo Womack (1997), a produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforços dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Para o autor a produção enxuta requer menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além dos benefícios como: menos defeitos e uma maior variedade e crescente variedade de produtos.

George (2004), afirma que a produção enxuta é ligada à velocidade, eficiência e eliminação dos desperdícios, onde a meta é acelerar a velocidade de qualquer processo através da redução de desperdícios em todas as suas formas. Este princípio requer por parte dos gestores que atuam na implementação *lean*, uma visão estratégica do negócio em que atuam, para que possam agir nas flutuações do mercado com respostas rápidas e produtos com agregação de valor.

Então, o modelo deste sistema de produção tem caráter de um modelo estratégico e integrado de gestão, direcionado a certas situações de mercado, que propõe auxiliar a empresa a alcançar determinados objetivos de desempenho (qualidade e produtividade).

2.5. DESPERDÍCIOS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

De maneira geral, o sistema de produção enxuta, consiste na aplicação de práticas que visam à identificação e eliminação de desperdícios (perdas) no sistema produtivo, bem como a busca incessante por melhor qualidade, custos mais baixos e maior flexibilidade.

O avanço do mercado crescente japonês e a luta para produzir de forma mais eficaz, fizeram com que a *Toyota Corporation* procurasse desenvolver melhorias em seus processos de forma que quebrasse a hegemonia da produção em massa desenvolvida por alguns segmentos da cadeia automobilística que não conseguiam enxergar o quanto desperdiçava durante seu processo produtivo.

Para Womack *et al.* (2004) desperdício significa qualquer atividade que absorve recursos, mas não cria valor. Valor significa a capacidade de oferecer um produto/serviço no momento certo e a um preço adequado, conforme definido pelo cliente. A base da produção enxuta, uma vez eliminado os desperdícios, é reduzir os custos de produção e maximizando a satisfação do cliente, ou seja, do valor agregado.

Shingo (1996) ressalta que a busca da eficiência do sistema de produção deve ser orientada pela maximização da eficiência do trabalho efetivo, minimização do trabalho adicional e eliminação das perdas.

O autor ainda conceitua perda como qualquer atividade que não contribui para as operações.

Segundo Ohno (1997) afirma que para se pensar sobre a eliminação total do desperdício, deve-se primeiro ter em mente os seguintes pontos:

1 – O aumento da eficiência só faz sentido quando está associado à redução de custo. Para se obter isso, deve-se começar a produzir apenas aquilo que necessitar, usando o mínimo de mão-de-obra;

2 – A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo.

3 – A verdadeira melhoria na eficiência surge quando se produz com zero desperdício e leva a porcentagem de trabalho para 100%.

Liker e Meier (2007) destacam os sete tipos principais de tipos de perdas ou desperdícios em processos de manufatura, identificados pela Toyota. Os autores ressaltam que a identificação dessas perdas tanto pode ser aplicada na linha de produção, como pode ser aplicadas no desenvolvimento do produto, tanto no recebimento de pedidos quanto no escritório:

1. Superprodução: produção de itens em quantidades desnecessárias, de forma excessiva, criando assim outras perdas como custos com excesso de pessoal, armazenagem e transporte;
2. Espera: esta ligada a ociosidade de mão-de-obra ou de equipamentos, ou seja, tempo sem trabalho enquanto não chega uma ferramenta, suprimento, ou mesmo, aguardando pela próxima etapa de um processo;
3. Transporte desnecessário: movimentação de materiais ou pessoas por longas distâncias, as quais não trarão valor agregado para o produto;
4. Superprocessamento ou processamento incorreto: consiste na execução de tarefas desnecessárias para a produção do produto, ou mesmo, por erros em análises de projeto e má qualidade das ferramentas, gerando produtos defeituosos;
5. Estoque: armazenamento em excesso de matéria-prima, estoque em processo ou produtos acabados, geram custos com transporte e armazenagem e atrasos, além de defeitos, baixo desempenho do serviço prestado ao cliente e *lead time* mais longo;
6. Movimento desnecessário: qualquer movimento que seja desnecessário ou sem valor agregado para o produto, tais como localizar, procurar ou empilhar peças, ferramentas, entre outros, pois caminhar também é perda;

7. Defeitos: produção de produtos defeituosos ou correção dos mesmos. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção, gera desperdício de tempo, de manuseio e de esforço.

Liker e Mier (2007) afirmam que existe um oitavo tipo de perda que esta relacionada a não utilização da criatividade dos funcionários, por não envolvê-los ou ouvi-los para adquirir mais melhorias, idéias ou habilidades.

Porém, não é fácil o processo de identificação e eliminação de desperdícios dentro de uma empresa, Além disso, é importante salientar que o combate ao desperdício deve estar relacionado ao princípio da redução de custos, o que no sistema Toyota de produção é entendido como o “princípio do não-custo”, onde os objetivos são a eliminação total das perdas; minimização do trabalho adicional e sua possível eliminação a longo prazo; e aumentar o tempo de trabalho que realmente agrega valor ao produto (ALVES, 2000).

2.6. ORIGENS DO SISTEMA PRODUÇÃO ENXUTA (SPE)

Uma forte política nacional de recuperação da economia japonesa após 1945 e um considerável auxílio financeiro dos EUA ao Japão, diante das ameaças do domínio comunista na Ásia, fazem parte do ambiente político-econômico no Japão à época da concepção do SPE (HIROTA, 2001).

A produção enxuta surgiu num determinado país numa época específica, porque as idéias convencionais para o desenvolvimento industrial do país pareciam não funcionar (WOMACK, 1997). Seu início se deu por volta do século XIX, com as origens da indústria automobilística.

O berço da produção enxuta no mundo foi, nos anos 50, na fábrica de automóveis da Toyota, no Japão. Seu principal idealizador foi o engenheiro dessa mesma fábrica, Taiichi Ohno. A Toyota veio a chamar essa forma de abordar a produção de Sistema Toyota de Produção, o que hoje se chama também de Sistema de Produção Enxuta (ELIAS, 2003).

Diante da necessidade de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos, Ohno estudou os sistemas de produção de Taylor e Ford, adaptou seus conceitos para a realidade japonesa da época, que se caracterizava pela escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico), e aplicou novas abordagens para a produção

industrial, o que acabou consolidando, na prática, o chamado Sistema Toyota de Produção ou Produção com Estoque Zero (HIROTA, 2001).

2.7. PILARES DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A filosofia do SPE nasceu a partir da necessidade de tornar a *Toyota Motor Company*, uma empresa capaz de competir com as gigantes americanas do ramo automobilístico, descreveu Ohno (1997). Contudo, deve ser dito que esta foi uma das causas fundamentais para que a *Toyota Motor Co.* emergisse como detentora de um poderoso e eficaz sistema de gerenciamento da produção, perfeitamente sintonizado com as novas regras. A urgência na redução dos custos de produção fez com que todos os esforços fossem concentrados na identificação e eliminação das perdas. Esta passou a ser a base sobre a qual está estruturado todo o sistema de gerenciamento da *Toyota Motor Company* (GHINATO, 2000).

Segundo Ghinato (2000), é inegável que o *JIT* tem a surpreendente capacidade de colocar em prática o princípio da redução dos custos através da completa eliminação das perdas. Talvez, por seu impacto sobre os tradicionais métodos de gerenciamento, tenha se criado uma identidade muito forte com o próprio SPE. No entanto, o SPE não deve ser interpretado como sendo essencialmente o *JIT*, o que por certo limitaria sua verdadeira abrangência e potencialidade. O *JIT* é nada mais do que uma técnica de gestão incorporada à estrutura do SPE que, ao lado do *jidoka*, (autonomação) ocupa a posição de pilares de sustentação do sistema como mostra a Figura 1.

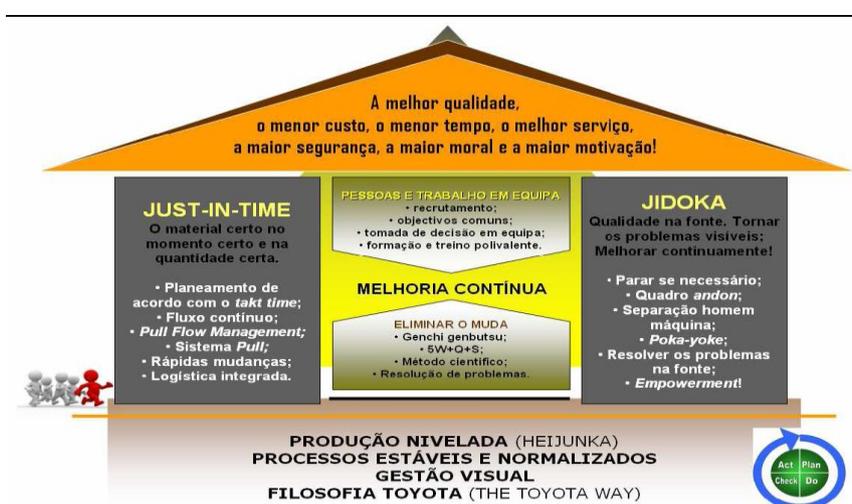


Figura 1. A casa do STP

Fonte: adaptado de Liker *et al*, 2004 *apud* Pinto, 2009

2.7.1. *Just in Time (JIT)*

No ano de 1949, a Toyota estava à beira da falência. Já nos Estados Unidos, graças à invenção de Henry Ford, a produção de carros da Ford era no mínimo oito vezes mais eficiente que os da primeira (SANTOS *et al.*, 2009). Então o presidente da *Toyota Motor Company*, Toyoda Kiichiro (1894-1952), disse: “Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” (OHNO, 1997).

Taiichi Ohno, então vice-presidente da empresa, aceitou seu desafio e, inspirado pelo modo como um supermercado americano trabalha, inventou o método *JIT* (com a ajuda de outros importantes personagens revolucionários, como Shigeo Shingo e Hiroyuki Hirano) (SANTOS *et al.*, 2009).

Segundo Ohno (1997), a originalidade japonesa fluiu para o desenvolvimento criativo do Sistema Toyota:

Toyoda Kiichiro deve ter imaginado claramente o *Just in time* como o primeiro passo na evolução de um sistema japonês de produção. Ele é, na verdade, o ponto de partida do Sistema Toyota de Produção, constituindo a sua estrutura básica (OHNO, 1997).

Ohno (1997) descreveu que o *Just in time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero.

De acordo com o princípio filosófico *Just in time*, nada é fabricado até que seja requisitado, seguindo os requisitos do cliente: “Preciso disso hoje, nem ontem, nem amanhã” (SANTOS *et al.*, 2009).

Dentre as ferramentas para a implantação do *JIT* destaca-se o *kanban*, que reproduz o sistema de aquisição do supermercado: um sistema de cartelas nas quais os clientes internos do processo de produção informam seus fornecedores o que, quanto e quando produzir. Desta forma, Ohno implantou o sistema de controle de produção puxada pela demanda (interna e externa), ou seja, a produção nos postos de trabalhos são autorizados e não programados de acordo com a expectativa de demanda (produção empurrada). Além da utilização do *kanban*, fazem parte do suporte ao *JIT* estratégias como (HOPP E SPEARMAN, 1996):

- Redução dos tempos dos ciclos de produção, através da eliminação de atividades de fluxo que fazem parte do ciclo de produção; diminuição do número de unidades (lotes menores), por meio do planejamento e controle da produção, assim como mudanças nas relações de precedência entre atividades, eliminando interdependências entre as mesmas de forma que possam ser executadas em paralelo.
- Redução do tempo de preparo das máquinas para a produção (*setup*), que permite a produção em pequenos lotes, assim gera resposta rápida às variações na demanda, através da troca imediata de ferramentas. Desta forma minimiza custos e tempo ocioso na produção.

Segundo Santos (2009), atualmente os tamanhos dos lotes reduziram, mas não porque diminuiu a demanda dos clientes, e sim, devido ao aumento das necessidades e expectativas individuais. Isto aponta diretamente ao fato de que a flexibilidade de fabricação precisa crescer.

2.7.2. Automação ou Jidoka

Jidoka é traduzido como automação (SANTOS, 2009). Esse mesmo afirma que esta palavra expressa dois conceitos: por um lado, é a autonomia de controle do equipamento, que por sua vez funcionam com ciclo automático com sensores que detectam problemas e interrompe o ciclo, sempre notificando o operador através de sinais visuais; por outro lado, é a automação dos processos de modo simples.

Ghinato (2000) afirma que ainda que o *jidoka* seja freqüentemente associado à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas. No SPE, *jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente. Neste caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada. *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.

As melhorias do equipamento, por meio da automação, requerem investimento de capital. A menos que procedimentos eficazes de trabalho forem implementados antes que a automação seja levada à pauta. Se isso acontecer, o investimento de capital pode ser maior que o necessário e resultar em automatizar uma atividade dispendiosa (SANTOS, 2009).

2.8. PRINCÍPIOS DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTO

Segundo Womack *et al.* (2004), identificam cinco princípios do pensamento enxuto nas organizações, que tem como objetivo a eliminação do desperdício. A Produção Enxuta é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizá-las sem interrupção sempre que solicitadas e de forma cada vez mais eficaz. É Enxuto, pois consiste em se fazer cada vez mais com cada vez menos (tempo, espaço e recursos) e ao mesmo tempo aproximar-se daquilo que os clientes desejam, do que seja valor para eles.

A seguir serão discutidos acerca dos princípios criados por Womack *et al.* (2004). Estes princípios estão organizados em uma seqüência lógica tal que a sua realização poderá servir como roteiro para a implementação da filosofia *lean* nas organizações.

a) Especifique valor

O ponto de partida essencial para o pensamento enxuto é o valor (WOMACK *et al.*, 2004). O valor deve ser precisamente definido a partir da percepção do cliente final, em termos de um produto específico, com recursos específicos, oferecidos no preço e momento específico.

Para o cliente, a necessidade origina o valor e assim dando à tarefa as empresas de descobrirem qual é essa necessidade.

b) Identifique o fluxo de valor

O fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para conduzir um determinado serviço ou produto através de três atividades gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de soluções de problemas ocorre desde a concepção até o lançamento do produto, passando pelo detalhamento do projeto e planejamento e execução dos serviços; a tarefa de gerenciamento da informação inicia-se com o recebimento do pedido, seguindo um cronograma detalhado, indo até a entrega; e a tarefa de transformação física que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

Portanto, para que se possa eliminar qualquer desperdício na cadeia de valor, Womack *et al.* (2004) afirmam que o pensamento enxuto tem que ir além da empresa, ou seja, parar de analisar apenas uma parte e olhar o todo, desde a concepção de um produto ou

serviço até a sua disponibilidade, considerando as especificações detalhadas de projeto e os prazos estabelecidos, e finalizando com a entrega nas mãos do cliente.

c) Fluxo contínuo

O fluxo de valor é fazer o processo fluir de maneira que todas as etapas de fabricação de um produto ou serviço percorram todo o processo continuamente desde o início ao fim para que não haja nenhum resíduo, espera ou tempo ocioso, dentro ou entre as etapas.

De acordo com Womack *et al.* (2004), as coisas funcionam melhor quando se visualiza o produto e suas necessidades, e não a organização ou o equipamento, de modo que todas as atividades necessárias para se projetar, pedir e fornecer um produto ocorram em um fluxo contínuo.

d) Implementar o sistema puxado

Projetar e fornecer produtos para o cliente no momento que ele desejar (produção puxada), em vez de empurrar os produtos, muitas vezes indesejados, para os mesmos. Entretanto, para que esse sistema funcione é preciso ter flexibilidade e agilidade para que haja a satisfação do cliente (ALVES, 2000).

e) Buscar a perfeição

Ao alcançar o sucesso na integração dos princípios anteriores, busca-se então o incentivo a melhoria contínua a todos os níveis da organização, ouvindo constantemente a voz do cliente e procurando ser rápido permitirá às organizações melhorar continuamente.

2.9. CONSTRUÇÃO ENXUTA: TEORIA EM EVOLUÇÃO

A indústria da construção civil e a indústria de manufatura se diferem pelas características físicas peculiares do produto final, como: produtos únicos e complexos; o espaço para produção temporário, sujeito a constantes alterações de *layout* e ações de intempéries, o que ocasionam muitas vezes improvisações. Diante desse cenário, buscam-se diariamente formas alternativas de melhorias para o método de gerenciar, planejar e controlar a cadeia produtiva de obras da construção civil.

A busca por melhorias na qualidade na indústria construção civil tem gerado grande interesse na aplicação do *Lean Production* (Produção Enxuta), que se baseia no Sistema Toyota de Produção (STP) e que surgiu na indústria automobilística visando eliminar desperdícios, reduzir prazos, custos e perdas (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Ao longo dos anos 90, vem se desenvolvendo um novo referencial teórico para a gestão de processos na construção civil, envolvendo o esforço de um grande número de acadêmicos tanto no país como no exterior, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Este esforço tem sido denominado de *Lean Construction*, por estar fortemente baseado no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta), que se contrapõe ao paradigma da produção em massa (*Mass Production*), cujas raízes estão no Taylorismo e Fordismo (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

2.10. PRINCÍPIOS PARA A GESTÃO DE PROCESSOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Com o sucesso da aplicação dos conceitos da produção enxuta no ramo automobilístico, outros setores passaram a implementar esse sistema. O modelo de gestão obsoleto do setor da construção civil com o seu caráter manufatureiro e de produção em massa, fez com que as empresas sentissem a necessidade de mudança em toda a sua estrutura organizacional, principalmente no processo produtivo (BARBOSA, 2009). Por ser uma indústria extremamente complexa, por seus produtos sempre únicos e fábricas sem locais fixos, Koskela percebeu que esses conceitos precisavam ser adaptados para o setor da construção civil. Então em 1992, Koskela publicou um trabalho sobre a aplicação da nova filosofia *lean* na construção civil. Neste trabalho, foi apresentado um conjunto de princípios para a gestão de processos na construção civil, os quais estão apresentados a seguir, com base nas publicações de Koskela (1992) e de Isatto (2000):

- Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor - um dos princípios fundamentais, que através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e fluxo ou até mesmo pela eliminação de algumas dessas atividades de fluxo, melhoraria a eficiência dos processos e reduziria as perdas.
- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes - este princípio esta ligado a geração de valor e para se aumentar o valor do produto é necessário que sejam identificadas claramente as necessidades dos

clientes internos e externos, para que elas estejam fixadas no projeto do produto e na gestão da produção.

- Reduzir a variabilidade - diminuir a variabilidade dos materiais, pois um produto não uniforme causa insatisfação para o cliente; diminuir a variabilidade na duração da execução de uma determinada atividade, em vários ciclos, para não aumentar a parcela de atividades que não agregam valor; e diminuir as mudanças nos projetos por partes de clientes são fatores essenciais para a satisfação do cliente quanto ao produto final.
- Reduzir o tempo de ciclo - relaciona-se a filosofia *Just in Time*. O tempo de ciclo é a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um produto. Para se reduzir este tempo de ciclo a necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo, trazendo assim diversas vantagens tanto para os clientes internos como para o externo, como a entrega mais rápida ao cliente do seu produto. A gestão dos processos torna-se mais fácil, o efeito aprendizagem tende a aumentar, a estimativa de futuras demandas são mais precisas, o sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda.
- Simplificar através da redução do número de passos ou partes - para se reduzir as atividades que não agregam valor é necessário diminuir o número de componentes ou de passos num processo, ou seja, utilizar elementos pré-fabricados, usar equipes polivalentes e planejar com eficácia o processo de produção simplifica o sistema construtivo.
- Aumentar a flexibilidade de saída - este princípio está vinculado a geração de valor, ou seja, as empresas construtoras estão flexibilizando os projetos, para que os clientes possam escolher as melhores características possíveis para o produto a ser entregue sem acrescentar custos significativos aos mesmos.
- Aumentar a transparência do processo - para colocar em prática este princípio é necessário implantar maneiras para melhorar a qualidade, organização e limpeza no decorrer do processo, podendo ser adquiridas através da remoção de obstáculos visuais, como divisórias e tapumes; utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização luminosa e demarcação de áreas; emprego de indicadores de

desempenho; e programas de melhoria da organização e limpeza para que aumente a disponibilidade de informação necessária à execução das tarefas, facilitando o trabalho.

- Focar o controle no processo global - este princípio está voltado para a melhoria das atividades como um todo e não simplesmente a otimização de uma atividade específica, pois assim possibilita a identificação de possíveis desperdícios em que ocorrem nessa cadeia de atividades, visualizando todas as ações que estão sendo repetidas: como transporte, inspeção, estoques e re-trabalhos.
- Introduzir melhoria contínua no processo - a introdução de procedimentos padronizados de ação preventiva e corretiva possibilita a redução e identificação de problemas e suas possíveis causas.
- Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões - é importante enfatizar que não adianta aumentar a tecnologia nas atividades de conversão e aumentar os fluxos, o ideal é racionalizar os fluxos de uma determinada atividade ao máximo e posteriormente fazer a aplicação de uma nova técnica nesta atividade, ao introduzir esta inovação, conseqüentemente serão necessárias novas melhorias nas atividades de fluxo.
- Fazer *benchmarking* - é importante salientar que as empresas conheçam seus processos para que estes possam ser melhorados a partir do aprendizado das práticas adotadas em outras empresas.

As perdas estão desempenhando um papel fundamental na competitividade das empresas na construção civil, pois o conceito de perdas não está associado somente à quantidade de entulho em obra como todos pensavam antigamente. Agora, o novo conceito de perdas na construção enxuta mostra que as perdas estão relacionadas a todo recurso de qualquer natureza, tais como materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital, acima da quantidade mínima necessária para atender os requisitos dos clientes internos e externos. Existe no processo construtivo um nível aceitável de perdas que são chamadas de perdas inevitáveis, que são identificadas quando os investimentos necessários para corrigi-las são maiores que a economia gerada. Entretanto, existem as perdas evitáveis que são aquelas que os custos de correção são maiores que os custos de prevenção.

Existem várias razões pelas quais uma empresa deve medir as perdas em seu sistema de produção, pode-se citar a viabilidade, o controle, melhoria e a motivação. A viabilidade é uma razão pela qual permite avaliar a eficiência alcançada pelo sistema de produção na utilização de recursos. Com o controle, a empresa pode utilizar indicadores de perdas para definir padrões de desempenho dos seus processos, a partir dos quais os mesmos podem ser controlados. Na melhoria, os indicadores de perdas podem ser utilizados para estabelecer metas de melhorias, a partir de médias setoriais (*benchmarking*). E por fim a motivação, onde as medições têm o potencial de contribuir efetivamente na motivação das pessoas envolvidas.

Contudo, através dos elementos e ferramentas do SPE descritos a seguir, busca-se cada vez mais a perfeição na criação de valor para o cliente. Desta forma, tornando a empresa mais competitiva, através da redução de custos, melhoria da qualidade e aumento da satisfação do cliente.

2.11. ELEMENTOS DO SISTEMA PRODUÇÃO ENXUTA

A produção enxuta é um assunto discutido por vários autores, cada um tem a sua visão sobre esse sistema *lean*, no entanto alguns deles utilizam os elementos do SPE como ferramentas. Então quando se deseja implementar o SPE é necessário que se tenha uma compreensão integrada das ferramentas e elementos com a filosofia, pois a construção civil é um ambiente que se difere muito do ambiente da manufatura, onde se originou o SPE, dificultando ainda mais a aplicação dos conceitos *lean*. Segundo Pyzdek (1999) *apud* Lima (2007), os elementos apresentados na Figura 2 são os principais do SPE e mostra a relação de interdependência deles. Quando implementado de maneira correta, o SPE trás melhorias de produtividade para a empresa.

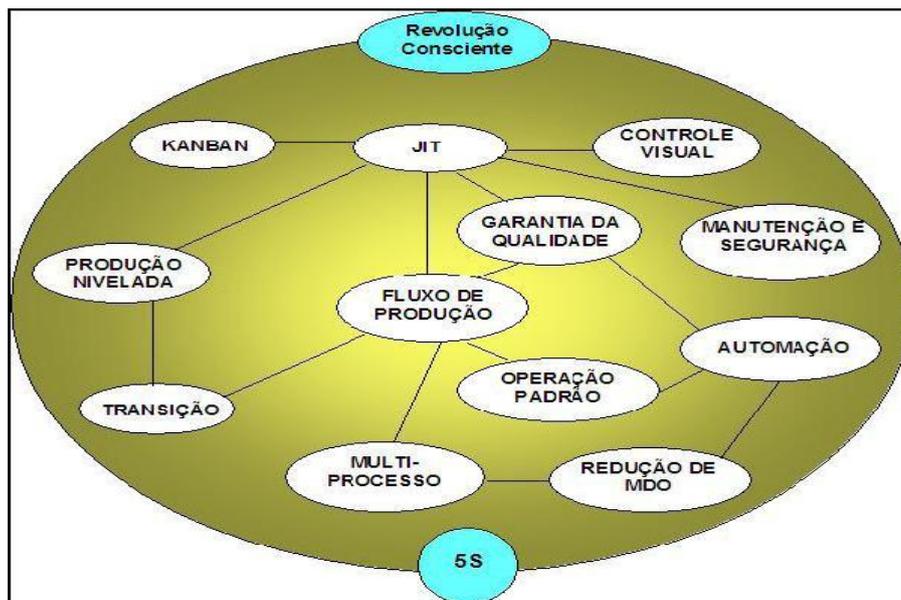


Figura 2: Elementos do Sistema de Produção Enxuta
 Fonte: Pyzdek (1999) *apud* Lima (2007)

2.11.1. Kanban

Os termos *kahn* e *ban* são dois vocábulos do idioma japonês e que significam respectivamente cartão e controle, dos quais deriva a palavra *kanban* (FIGUEIREDO, 2010).

O termo *kanban* no português pode ser chamado de cartão de sinalização, cujo objetivo é informar os trabalhadores envolvidos diretamente com o processo de produção, no que deve ser produzido internamente ou fornecido operacionalizando a produção puxada (LIMA, 2007b).

Portanto, o *kanban* é usado para controlar um sistema puxado, isto é, um produto é fabricado ou um item é retirado somente quando um cartão *kanban* assim o determinar (WERKEMA, 2010).

2.11.2. Just in Time (JIT)

Segundo Barbosa (2009), o *JIT* é um elemento que em todo o seguimento da cadeia produtiva, trabalha sempre baseada na produção puxada, buscando combater perdas, reduzir estoques, envolver pessoas e promover o aprimoramento contínuo. No item 4.8.1, o *JIT* é discorrido de maneira mais completa.

2.11.3. Nivelamento da Produção (*Heijunka*)

O nivelamento de produção ou de volume presume a distribuição de uma carga de trabalho mais constante em relação às quantidades produzidas durante um período de tempo, ou seja, “*heijunka* é o nivelamento das quantidades e tipos de produtos”, nas palavras de Ghinato (2000). Para Araújo (2009), o nivelamento da produção evita as diferenças de tempo consumido nos recursos para a produção.

Nivelar a produção esta ligada à distribuição uniforme dentro da produção dos diversos modelos ou tipos de produtos durante um período de tempo (ROTHER E SHOOK, 2003).

Segundo Santos (2003), nivelando a produção evitam-se as flutuações abruptas e consegue-se produzir lotes pequenos de modelos diferentes.

Já para Barbosa et al. (2008), o nivelamento do processo puxador é proporcional à resposta das diversas solicitações dos clientes, além do lead time curto e pequeno estoque de produtos acabados.

2.11.4. Fluxo de Produção

O fluxo da produção com a ajuda do mapeamento do fluxo de valor pode visualizar e unir os processos produtivos semelhantes em famílias de produtos (BARBOSA, 2009). Segundo Silva (2006), com o conhecimento do fluxo de produção, pode-se visualizar a existência de produtos com processos produtivos semelhantes e a partir disso uni-los em famílias de produtos. O autor ainda ressalta que para implantação de um sistema *kanban* é fundamental conhecer o fluxo de produção. Uma ferramenta da Produção Enxuta que pode ser utilizada para se visualizar o fluxo de produção é o Mapa do Fluxo de Valor ou *Value Stream Mapping*, apresentado no item 4.12.1.

O controle do fluxo de produção ajuda a reduzir custos de mão de obra, o tempo de remessa dos serviços e a administrar os gastos de insumos, através do gerenciamento centralizado do processo de impressão.

Segundo Slack *et al.* (2002), a variedade e volume dos produtos no processo influencia no fluxo de produção e no arranjo físico da empresa.

2.11.5. *Operação Padrão*

A operação padrão ou trabalho padronizado é um elemento que almeja a produtividade máxima de cada funcionário eliminando todos os tipos de desperdícios de suas operações. A determinação de uma rotina-padrão de operações evita que cada operador execute aleatoriamente os passos de um determinado processo (GHINATO, 2000). Desta forma, cria procedimentos únicos e precisos para cada trabalhador em sua função, em um processo de produção (BARBOSA, 2009).

Werkema (2010) ressalta a importância de que boa parte da variabilidade dos processos produtivos poderá ser evitada se as tarefas forem executadas da mesma forma, isto é, se forem padronizadas entre turnos, equipes, operadores, e outros, o que contribuirá para a melhoria de custos, qualidade, cumprimento de prazos e segurança.

Ainda segundo a autora acima, a criação de procedimentos padronizados para as tarefas dos trabalhadores em um processo produtivo, baseia-se nos componentes da operação como: o *takt time*, a rotina-padrão de operações e o estoque padrão de produção.

2.11.6. *Multi-processo*

Neste elemento, os operários têm capacidade de manusear múltiplas máquinas e executar múltiplos processos, pois são treinados para serem multifuncionais.

Farah Jr (1999) afirma que ao se utilizar operadores multifuncionais e polivalentes, torna a produção mais flexível e possibilita que o trabalhador que estiver com suas tarefas concluídas, possa auxiliar os demais operadores a completar as outras atividades ainda não terminadas.

2.11.7. *Manutenção e Segurança*

Todos os equipamentos, máquinas, instalações têm um período de vida útil, ou seja, um espaço de tempo durante o qual se espera que aqueles cumpram a função para a qual foram criados. Porém, o funcionamento dos equipamentos, por vezes, para além da

capacidade recomendada para cada um, provoca desgaste, o que obriga a uma atividade de manutenção dos mesmos a fim de mantê-los funcionais.

De um programa de manutenção de uma empresa, devidamente estruturado, fazem parte um conjunto de operações que se subdividem em verificações programadas, controles periódicos e os trabalhos de reparação. No decurso da manutenção, uma vez que aquelas operações não fazem parte das tarefas quotidianas na utilização dos equipamentos (podendo abranger desde um simples controlo diário de funcionamento até ao restauro do próprio edifício das instalações fabris), as condições de trabalho podem aparecer modificadas, apresentando novos riscos. Além disso, a manutenção de segurança utiliza uma grande variedade de ferramentas, máquinas, equipamentos de movimentação, de elevação, de controlo, etc., o que obriga a uma vasta gama de conhecimentos não só relacionados com os aspectos meramente operativos destes equipamentos, mas ainda de outra ordem, tais como conhecimentos mecânicos, elétricos, eletrônicos, pneumáticos, de lubrificação e até de pintura.

2.11.8. Garantia de Qualidade

Prevenir os defeitos para que os mesmos não passem para os processos a jusante, desta forma garantindo um retorno imediato para a correção de problemas de qualidade.

Para Dias (2003), a garantia de qualidade assegura com que o processo precedente sempre alimente o subsequente com unidades boas e sem defeitos.

Barros (2005) reforça o autor anterior, afirmando que métodos são utilizados para que a qualidade seja gerada nas estações de trabalho, de forma que os problemas sejam solucionados no local, a fim de prevenir que esses passem ao processo seguinte.

2.11.9. Controle Visual

O controle visual ou gestão visual é um elemento que cria uma comunicação através de imagens que tem por finalidade eliminar atividades desnecessárias e reduzir o tempo de resposta a problemas. De acordo com Santos (2009), um dos objetivos da desta ferramenta é administrar anomalias na produção e nos estoques. Isto contribui para reduzir controles e a necessidade de sistemas complexos de informação, aumentando a confiabilidade da empresa e garantindo o atendimento ao cliente de maneira mais eficaz.

A comunicação visual como uma comunicação através de imagens, sem fala, não apenas das condições do chão de fábrica para os trabalhadores, sendo um verdadeiro mapa das condições da empresa para todos aqueles que podem ler sinais físicos.

Este elemento é capaz de transformar o local de trabalho em uma imagem representativa da realidade, uma vez que o local onde existe a Gestão Visual comunica-se por si mesmo.

De acordo com Werkema (2010), a Gestão Visual é a colocação em local fácil de ver de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos. Ainda segundo a autora, é importante destacar que o 5S e a padronização representam as bases para a implementação da Gestão Visual.

As vantagens do uso da Gestão Visual resultam nos seguintes benefícios para a empresa:

- Melhoria da comunicação entre departamentos e turnos de trabalho e do *feedback* entre operadores, supervisores e gerentes.
- Aumento da rapidez de resposta na ocorrência de anomalias.
- Melhoria da compreensão sobre o funcionamento da produção.
- Visualização imediata do alcance – ou não – da meta estabelecida para a *performance* diária dos processos.
- Aumento da conscientização para a eliminação de desperdícios.
- Melhoria da capacidade de estabelecer e apresentar prioridades de trabalho.
- Visualização imediata dos procedimentos operacionais padrão utilizados.

2.12. FERRAMENTAS DO SISTEMA PRODUÇÃO ENXUTA

As ferramentas da produção enxuta são aplicáveis não só na produção, mas também orientada para a indústria de serviços e ambiente de serviço. Cada sistema contém resíduo, ou seja, algo que não gera valor ao seu cliente. As ferramentas PE identificam e reduzem o

desperdício e podem ser aplicadas em qualquer processo produtivo. As mais utilizadas são: Mapeamento do fluxo de valor; Sistema *Kanban* de controle da produção; Fluxo Contínuo; Manutenção produtiva total (MPT); 5S; Cinco elementos da manufatura enxuta; *Layout* celular; Mapeamento das atividades de processo; e, práticas de *Kaizen*.

É importante ressaltar que o sucesso da implantação do *Lean*, depende não somente da aplicação das ferramentas em melhorias de processos, mas também da capacitação das pessoas em solução de problemas, para que assim se estabeleça uma cultura permanente de melhoria contínua.

2.12.1. Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*)

Ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças que permite identificar todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente a um produto ou família de produtos (LIMA, 2007b).

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta simples que utiliza papel e lápis e ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor (SILVA, 2006).

Segundo Rother e Shook (1999), esta ferramenta é essencial, pois ajuda a visualizar o processo como um todo, ou seja, não apenas os processos individuais, mas também, a enxergar o fluxo. Assim, tornando mais visível as fontes do desperdício, além de promover uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura.

Para Castro (2010), a meta que se pretende alcançar pela Análise do Fluxo de Valor é a obtenção de um fluxo contínuo, orientado pelas necessidades dos clientes, desde o pedido do consumidor, passando pelos fornecedores, pela produção até a entrega. No decorrer desse processo, iniciam-se os desenhos de representação visual de cada etapa do processo e os fluxos de matéria e de informação (NOGUEIRA, 2007).

Para Rentes (2003), a Figura 3 ilustra o processo de mapeamento da situação atual e a origem do estado futuro de produção que são divididos no seguinte conjunto de etapas:

- a) Selecionar a família de produtos: antes do início do processo de mapeamento da situação atual da empresa, deve-se primeiramente, selecionar o conjunto ou família de produtos que serão analisados no mapa do fluxo de valor.
- b) Desenhar o estado atual: após a seleção das famílias de produtos, uma série de instruções são fornecidas para a obtenção do mapa da situação atual.
- c) Elaborar o mapa da situação futura: A partir da construção do mapa atual, criam-se diretrizes que serviram de base para análise da situação representada e geração dos mapas das situações futuras.
- d) Plano de melhorias: os planos de melhorias são gerados a partir da construção do mapa da situação futura, o que levará a empresa a atingir o estado futuro.

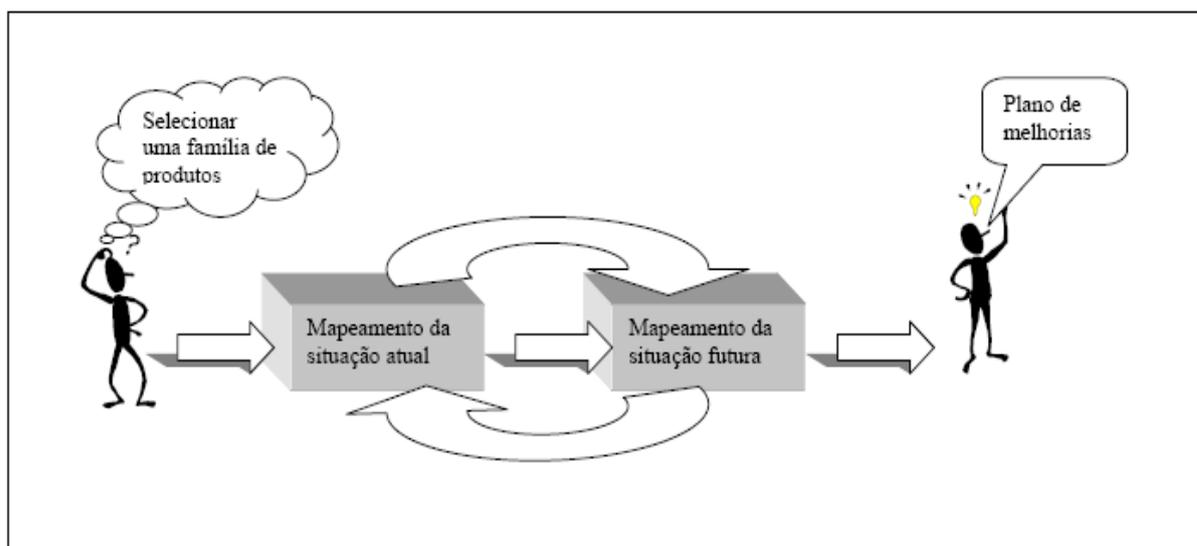


Figura 3: Etapas do Mapa do Fluxo de Valor
Fonte: Roher e Shook (1999)

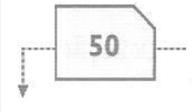
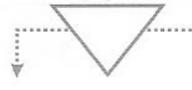
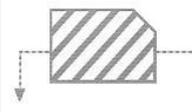
Contudo, para manter uma cadeia de valor sem interrupções, sem paradas, sem desperdícios e produtividade elevada, tem que criar condições adequadas para desenvolvimento do fluxo contínuo do processo. Compete ao gerente do processo, o papel de criar fluxo de atividades que gerem valor agregado aos produtos específicos como um todo, avaliando os resultados encontrados e propondo melhorias contínuas (LIMA, 2007).

2.12.2. Sistema Kanban de Controle da Produção

Kanban é o termo japonês que significa cartão, foi criado pela *Toyota Corporation* e atua no SPE na forma de sistema denominado de Sistema *Kanban* (BARBOSA, 2009). Este cartão funciona como movimentador da produção por parte de centros produtivos presentes no processo, coordenando a necessidade de material dentro dos processos (RENTES, 2003).

Para Slack *et al.* (1999) e Werkema (2010), o sistema *kanban* possui três tipos de *kanban* conforme observa-se no Quadro 1:

Quadro 1: Tipos de *Kanban*
Fonte: Werkema (2010)

TIPO DE KANBAN	DESCRIÇÃO	ÍCONE
<i>Kanban</i> de produção	Informa ao processo anterior o tipo e a quantidade de produto a ser fabricado para repor o que foi consumido pelo processo posterior.	
<i>Kanban</i> de sinalização	Autoriza que o processo anterior fabrique um novo lote quando uma quantidade mínima do produto é atingida. É usado quando é obrigatório que o processo anterior produza em lotes devido a, por exemplo, necessidade de trocas.	
<i>Kanban</i> de retirada	Indica o tipo e a quantidade de produto a ser movimentado e transferido para o processo posterior.	

ARAÚJO (2009) relata que o sistema *kanban* é puxado porque a ordem de expedir um produto ou disparar um processo produtivo somente acontece quando há algum operário fazendo essa solicitação.

O uso do sistema *kanban* gera diversos benefícios para a empresa como afirma Werkema, 2010, tais como:

- Capacidade de evitar o excesso de produção, de reduzir estoques e acabar com as perdas.
- Conhecimento das prioridades de produção por todos na empresa.
- Diretrizes de trabalho baseadas na condição atual de operação do processo.
- Eliminação da necessidade de espera por novas instruções de trabalho.

Apesar das vantagens que esse sistema oferece, Ohno (1997) afirma que se utilizado de maneira incorreta, pode ocasionar uma série de problemas. A disciplina é fundamental na utilização do sistema *kanban* e necessária para o sucesso do *Just in time* (BARROS, 2005). Ainda segundo o mesmo autor, todos os operadores devem compreender o funcionamento do sistema, para isso, devem ser oferecidos treinamentos específicos, e ainda, cobrar dos operários a disciplina necessária para utilização desta ferramenta.

2.12.3. Fluxo Contínuo

Segundo Lima (2007), o fluxo contínuo do processo é produzir sem interrupções, sem paradas, sem desperdícios para elevar a produtividade. Para *LEAN ENTERPRISE INSTITUTE* (2003), o fluxo contínuo é a produção e movimentação de cada item um por vez ao longo de uma série de etapas de processamento, mostrado na Figura 4, de maneira regular e contínua, de forma que em cada etapa se produza apenas o que é exigido pela etapa seguinte.

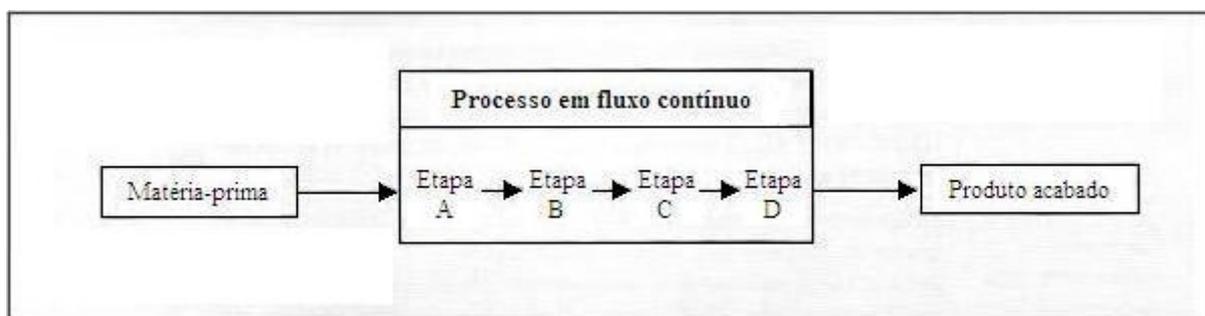


Figura 4: Representação esquemática de um processo em fluxo contínuo
Fonte: Werkema (2010)

Inúmeras vantagens são geradas para a linha de produção a partir da aplicação dos conceitos de fluxo contínuo (BARBOSA, 2008). Dentre elas são:

- Redução do *lead time*;
- Redução do (*work-in-process*) WIP;
- Habilidade para identificar problemas e tratá-los mais cedo;
- Redução de área na unidade de trabalho;
- Flexibilidade na detecção e solução de problemas;
- Menos frustração dos trabalhadores.

Segundo Barbosa (2008), para funcionamento adequado do fluxo contínuo é necessário a aplicação de outras ferramentas, tais como:

- Sistema puxado: basicamente é definido como à produção com baixo índice de estoque e produtos executados a partir da necessidade do cliente (LIMA, 2007).
- Supermercado: é um sistema utilizado para pequenos estoques de produtos semi-acabados para completar uma unidade ou parcialmente completar um *WIP*. Normalmente, o supermercado é utilizado quando circunstâncias produzem dificuldades para sustentar o fluxo contínuo. Ou seja, deve ser usado quando a variações de tempo de ciclo entre os processos.
- Sistema *kanban*: este sistema é criado no processo de fluxo contínuo para gerenciar o fluxo interno nas unidades de trabalho e externamente os supermercados e áreas de trabalho.
- Primeiro que entra, primeiro que sai (PEPS): é o método de controle utilizado para garantir que o material mais antigo, será o primeiro a ser processado.
- Balanceamento da produção: consiste em distribuir a carga das várias operações o mais uniformemente possível pelos vários postos de trabalho.
- Trabalho padrão: padronizar as operações mostra como criar o fluxo contínuo que se deseja enxergar no fluxo de valor.

Contudo, para se criar um sistema de fluxo contínuo baseado na produção puxada, deve haver a colaboração de todos dentro da empresa, desde a alta gerencia até os operários.

2.12.4. *Manutenção Produtiva Total (MPT)*

MPT é uma série de métodos destinados a garantir que cada máquina em um processo de produção seja sempre capaz de realizar as tarefas necessárias para que a produção jamais seja interrompida.

“O MPT possui a palavra **total** em sua denominação pelos seguintes motivos” (WERKEMA, 2010):

- Requer a total participação de todas as pessoas, tanto o pessoal de manutenção, quanto os operários, supervisores, gerentes de linha, *staff* técnico e profissionais da qualidade.
- Objetiva a produtividade total do equipamento, voltando à atenção para as principais perdas sofridas pelas máquinas conhecidas como as seis grandes perdas: pequenas paradas, perdas de velocidade, quebras, refugo, retrabalho e tempo de *setup*.
- Focaliza o ciclo de vida total do equipamento, reavaliando as atividades de manutenção em função do estágio em que o equipamento se encontra nesse ciclo.

Segundo Peinado (1999), “a necessidade de manutenções corretivas constantes, ou longo período de manutenção preventiva, faz com que seja necessário um estoque de segurança maior para se evitar a falta de material às linhas de produção durante estas paradas para manutenção”. Então, para combater as perdas e tornar a produção puxada, a empresa deve implantar um bom sistema de manutenção de suas máquinas e equipamentos. O autor ainda afirma que um dos pontos fortes da manutenção produtiva total é utilizar o conhecimento ou mesmo a “intimidade” do operário com a máquina que o mesmo trabalha.

2.12.5. 5S

O nome 5S corresponde às letras iniciais de cinco palavras japonesas que começam com a letra S e todas estão baseadas em classificar, organizar e limpar, como mostra a quadro 2.

O principal objetivo desta ferramenta é educar e encorajar uma atitude que apóia hábitos de trabalhadores.

A utilização dessa ferramenta ocasiona maior visibilidade do processo produtivo através da liberação de espaços e rápida identificação de desperdícios (LIMA, 2007b).

De acordo com Gonzalez (2002) a implantação da ferramenta 5S começa pelos três primeiros sensos que possibilita uma melhoria de 50%. Normalmente, a implantação desta ferramenta é fácil de começar, no entanto é difícil de manter. Ainda segundo o autor, a manutenção do 5S exige a mudança na cultura pessoal para que se possa atingir a autodisciplina. O Quadro 2, explica o que significa resumidamente o significado de cada um dos 5 sensos.

Werkema (2010) alerta quanto ao uso do 5S, mostrando três pontos que devem ser objetos de atenção da empresa:

- O primeiro S – classificar – deve ser cuidadosamente realizado. Quanto maior o cuidado e disciplina na execução do trabalho nessa etapa, mais simples será a condução das próximas.
- O 5S deve fazer farte do trabalho de todas as pessoas da empresa.
- O sucesso do 5S deve ser comemorado e amplamente divulgado dentro da empresa.

Quadro 2 – Significado do 5S
 Fonte: Adaptado de Werkema (2010)

Palavra Japonesa	Tradução	Significado
<i>Seiri</i>	Senso de utilização (<i>Sort – Classificar</i>)	Os elementos necessários e os que não são, devem ser identificados e diferenciados.
<i>Seiton</i>	Senso de Organização (<i>Set in Order - Ordenar</i>)	Estar apto a organizar os elementos necessários para que qualquer um possa encontrá-los e usá-los
<i>Seiso</i>	Senso de Limpeza (<i>Shine – Limpar</i>)	Focalizar as tarefas necessárias para limpar a área de trabalho
<i>Seiketsu</i>	Senso de Padronização (<i>Standardize – Padronizar</i>)	Criar e seguir um padrão resultante do desempenho nos três primeiros Ss
<i>Shitsuke</i>	Senso de Autodisciplina (<i>Sustain Manter</i>)	Treinar e encorajar os trabalhadores para criar o hábito de utilizar os primeiros quatro sentidos

2.12.6. Cinco Elementos da Manufatura Enxuta

Cada elemento individual é crítico e necessário para o sucesso no desenvolvimento de um programa de manufatura enxuta, mas nenhum elemento pode estar sozinho e ser esperado que este atinja o nível de desempenho dos elementos combinados (SILVA, 2006).

Cada um desses elementos contém um conjunto de princípios enxutos, os quais, operando em conjunto, irão desenvolver o ambiente de manufatura.

Os cinco elementos são: 1. Fluxo na manufatura; 2. Organização; 3. Controle do Processo; 4. Métricas; 5. Logística. Estes elementos representam os vários requisitos necessários para suportar um sólido programa de manufatura enxuta. A seguir, tem-se uma breve descrição dos cinco processos (SILVA, 2006):

- Fluxo na manufatura: O aspecto que objetiva mudanças físicas e nos padrões de *design* da disposição das peças no *layout* celular;

- Organização: Foca na identificação das funções das pessoas, treinamento e novas formas de realizar o trabalho, e comunicação;
- Métricas: O aspecto visível, resultados baseados em medidas de performance, melhoria dos objetivos;
- Controle do processo: O aspecto dirigido ao monitoramento, controle e persegue caminhos para melhorar processo;
- Logística: O aspecto que provê as regras para as operações e mecanismos para o planejamento e controle do fluxo de material.

Cada um desses elementos foca em uma área particular de ênfase e compartimenta as atividades. O poder desses elementos está relacionado à sua integração. Fluxo na manufatura é a base para a mudança.

2.12.7. *Layout Celular*

O *Layout* celular ou célula de manufatura é a localização de etapas de processamento para um produto similar a outro, de forma que o processamento das peças ou documentos sejam em fluxo muito próximo ao contínuo, seja por vez ou em pequenos lotes (*LEAN ENTERPRISE INSTITUTE*, 2003).

Os recursos a serem transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual se encontram todos os recursos de transformação necessários para o processamento desejado (*SLACK et al.*, 2002).

Santos (2009) constatou que “o ambiente fabril mudou significativamente nos últimos anos”, devido a grande necessidade de personalização em massa de produtos, em razão ao aumento demasiado de pedidos específicos por clientes. Em razão deste fato, várias características de produto puderam ser especificamente personalizadas para um cliente particular.

2.12.8. Mapeamento das Atividades de Processo

Usualmente esta ferramenta é utilizada para identificar *lead time* e oportunidades de produtividade para os fluxos de produto e informação, não somente na fábrica, mas em outras áreas da cadeia de suprimentos (SILVA, 2006).

Ainda segundo o mesmo autor, a idéia desta ferramenta é mapear todas as atividades que ocorrem durante o processo de produção. É importante lembrar que existe maior desperdício no fluxo de informação do que no chão de fábrica, então mapear o fluxo de informação é tão importante como o fluxo físico do produto.

2.12.9. Práticas de Kaizen

Prática de *kaizen* é o processo de realizar melhoria contínua, mesmo pequena, e atingir a meta enxuta de eliminar todo o desperdício que adiciona custo sem agregar valor. Para Nogueira (2007), o *kaizen* está fortemente ligado ao princípio da perfeição.

Kaizen é uma palavra japonesa genérica para a melhoria ou "tornar as coisas melhores". Essa ferramenta é uma importante base do SPE o que faz com que o mesmo esteja sempre progredindo e alcançando melhores resultados. Entre algumas de suas vantagens, pode-se destacar o fato de os progressos serem implementados de maneira suave e muito mais freqüente que na maneira tradicional. Isso permite uma maior aderência da necessidade de eliminação das perdas na cultura do trabalhador o qual está sempre pensando em como aperfeiçoar suas atividades.

De acordo com Rother e Shook (1999), existem dois níveis de *kaizen*: (1) *kaizen* de sistema ou de fluxo, para a parte gerencial, que interfere no fluxo total de valor e (2) *kaizen* de processo, para as equipes de trabalho e líderes de equipe, que focaliza processos individuais.

O mesmo autor ainda afirma que “a base da melhoria contínua está na participação de todos os trabalhadores”.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para o pesquisador manter a coesão e coerência em sua pesquisa é necessário o real entendimento do método implementado, com uma visão geral a respeito da metodologia científica como um instrumento norteador da pesquisa (BARBOSA, 2009). É importante ressaltar que a compreensão de qualquer que seja a metodologia, esta será sempre um meio ou um caminho e, como tal deve ser tratada.

Segundo Santos (2003), as metodologias podem e devem ser questionadas, revistas e abandonadas sempre que não se provar qual a mais adequada para serem atingidos os fins para os quais foram propostas.

3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para responder a questão do problema da pesquisa (quais os elementos e ferramentas mais utilizados na construção civil e o que levou essas empresas a implantar do SPE?), com base nos objetivos, a pesquisa foi classificada como um estudo exploratório, no intuito de proporcionar maior familiaridade com o problema. Então, com base nos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa foi classificada em estudo de caso. Este estudo de caso de caráter exploratório foi realizado, com gestores que atuam aplicando a produção enxuta em suas obras, objetivando analisar os casos de sucesso e fracasso da implementação dos elementos e ferramentas do SPE nos canteiros de obras na cidade de Belém do Pará.

Yin (1994) afirma que, para se iniciar um estudo exploratório, deve-se fazer primeiramente uma revisão bibliográfica para que seja desenvolvida uma base teórica a respeito do assunto em estudo. Esta base teórica guiará a coleta e análise dos dados, além de, auxiliar na generalização dos resultados obtidos com a pesquisa.

A pesquisa deste trabalho foi realizada em duas etapas: a primeira consiste em aplicar uma ferramenta da pesquisa exploratória (questionário); e posteriormente, após ter coletado e analisado os dados encontrados na primeira etapa, será feita a correlação dos dados encontrados com a literatura, para que o pesquisador analise as dificuldades a partir de livros ou artigos.

3.1.1. Seleção dos Colaboradores com a Pesquisa

Os pesquisados estudados foram selecionados através de conversas com engenheiros conhecidos pelo pesquisador e que já trabalhavam com o SPE. Então esses engenheiros repassaram número de telefone de contato de outros profissionais com experiência no SPE e desta forma foi se criando a amostra da pesquisa.

Através dessa amostra criada de engenheiros, descobriu-se as empresas as quais os mesmos participaram do processo de implementação do SPE. A partir do conhecimento das empresas, fez-se um estudo do perfil das mesmas com relação ao porte, a atividade, ao tempo de participação no mercado e ao tempo de utilização das ferramentas do SPE.

3.1.2. Coleta de dados

Esta etapa da pesquisa consiste na aplicação do instrumento elaborado (questionário) e das técnicas selecionadas (pesquisa bibliográfica e observação direta extensiva) no intuito de coletar os dados previstos (MARCONI E LAKATOS, 2008).

Os dados foram coletados através da aplicação de um questionário com classificação de perguntas, fechadas e de múltipla escolha, composto por vinte questões objetivas, afim de, responder a questão de pesquisa. Ressalta-se que a coleta de dados ocorreu apenas através de questionário, devido à dificuldade imposta pelas empresas em liberar que o pesquisador entrasse em suas obras para extrair dados internos.

O questionário foi enviado por *email* aos quinze profissionais da área da construção civil que trabalham ou já trabalharam com o SPE em obras na cidade de Belém do Pará e apenas a um profissional foi entregue em mãos. Vale ressaltar que não houve liberação das empresas para análise da pesquisa em suas obras, devido o temor de revelar suas técnicas construtivas, suas falhas ou suas inovações.

O perfil das empresas pesquisadas é apresentado como todas sendo de grande porte (Anexo A), localizadas em Belém, onde atuam no ramo de construção civil, com execução de obras de edificações verticais de multi-pavimentos residenciais, sendo que todas possuem muitos anos de experiência no mercado, variando entre 10 e 20 anos.

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2003), a classificação de uma empresa quanto ao porte pode ser feita a partir da quantidade de funcionários, receita operacional bruta anual ou faturamento bruto anual (ANEXO A).

Os dados referentes a essas empresas foram extraídos a partir da pesquisa feita com engenheiros que nelas trabalham ou já trabalhavam. Por caráter sigiloso, não foram citados os nomes das empresas.

3.1.3. Envio e recepção do questionário

Como a dificuldade que se mostra nesse tipo de pesquisa, onde o pesquisador depende do pesquisado, o envio dos questionários teve três tentativas e o recebimento dos mesmos respondidos foi gradativo.

- Primeira Tentativa

Através de contato telefônico foi adquirido o email de todos os pesquisados e desta forma, se iniciou o envio de 15 questionários. Após uma semana, apenas 5 haviam respondido, significando um retorno de 33%.

- Segunda Tentativa

Sendo insatisfatório o resultado, foram enviados novamente os questionários para os pesquisados que não responderam, e foi efetuado um contato via telefone lembrando o pesquisado sobre o compromisso assumido. Após duas semanas, destes 10 questionários enviados, apenas 4 retornaram com a resposta, significando um retorno de 40% e geral (acumulado) de 60%.

- Terceira Tentativa

Foi realizado novamente um contato telefônico pedindo a colaboração dos participantes da pesquisa, lembrando do compromisso assumido e dos benefícios que esse trabalho trará a todos os pesquisados. Então, foram reenviados 6 questionários. Desta vez, após duas semanas, 4 questionários foram respondidos, ressaltando que um desses questionários foi entregue pessoalmente, devido este pesquisado ter tido dificuldade para responder o questionário online por falta de internet tanto em obra quanto em casa, então o

pesquisador propôs entregar em mãos o questionário e buscá-lo ao término, desta forma ocorreu. Assim obteve-se um retorno de 66,67% e geral (acumulado) de 86,67%. Considerou-se então satisfatório o resultado obtido para a pesquisa, devido ao pequeno número no estado de profissionais com experiências com o SPE.

3.1.4. Análise e interpretação dos dados

O processo de análise dos dados consiste em diversos procedimentos: codificação das respostas, tabulação dos dados e cálculos estatísticos. Gil (2008) relata que posteriormente ou paralelamente a análise, pode ser feita à interpretação dos dados, que consiste em estabelecer a ligação dos resultados da literatura ou de estudos anteriores com os resultados obtidos no estudo atual.

A primeira fase, a codificação, consiste em atribuir códigos aos dados obtidos e mediante a codificação, os dados aproximados são transformados em símbolos (números ou letras) que podem ser tabulados ou contados. Na segunda fase, trata-se de se tabular os dados, ou seja, arrumar os dados obtidos em tabelas, de maneira a permitir a verificação das relações que eles guardam entre si. Na terceira fase, faz-se uma condensação da classificação dos dados, para simplificar a representação e facilitar o trabalho do pesquisador, para que desta forma melhor compreenda o fenômeno (MARCONI E LAKATOS, 2008).

4. RESULTADOS

Os dados obtidos com a pesquisa foram apresentados a seguir em forma de tabelas e gráficos elaborados no programa *microsoft office excel 2007*, no intuito de tornar os resultados mais claros e de fácil compreensão. No decorrer da apresentação das tabelas e gráficos foram feitos comentários sobre a obtenção desses dados.

4.1. REPRESENTAÇÃO DOS DADOS: TABELAS E GRÁFICOS

A Tabela 1 apresenta os dados sobre a quantidade de pesquisados e o tempo de experiência de cada um deles com o Sistema de Produção Enxuta. Verificou-se que 46,16% dos pesquisados tem de 3 a 4 anos de experiência com o SPE. Isto mostra como ainda é recente a utilização desse sistema dentro da indústria da construção civil em Belém. Sendo que o SPE foi desenvolvido pela Toyota na década de 50 e vem sendo utilizado por várias indústrias, surgindo na construção apenas em 1992 com a publicação do trabalho de Koskela (ELIAS, 2003).

Tabela 1: Expressa o número de pesquisados e o seu tempo de experiência com SPE

Tempo de experiência (anos)	Porcentagem	Nº de pesquisados
0,7	7,69%	1
2	15,38%	2
3	23,08%	3
4	23,08%	3
5	7,69%	1
7	15,38%	2
8	7,69%	1

Analisando a Tabela 2, em relação à utilização de sistemas de qualidade, observou-se que 69,23% dos pesquisados utilizam dois ou mais sistema, sendo que a construção enxuta é aplicada por todos. Mas notou-se que 30,77% das empresas pesquisadas antes delas utilizarem o sistema de produção em suas obras, não utilizavam nenhum modelo de qualidade, ou seja, cenários da obras de completa desorganização e desperdícios. Desta forma tornando ainda mais difícil a implementação do SPE na empresa, devido à cultura já enraizada entre os funcionários e a dificuldade de mudança organizacional.

Tabela 2: Números de empresas que utilizam modelos de qualidade

Empresas que apenas utilizam a Const. Enxuta como modelo de qualidade	Porcentagem
4	30,77%
Empresas que utilizam 2 ou mais modelos de qualidades	Porcentagem
9	69,23%

Considerando os resultados apresentados na Tabela 3, as empresas pesquisadas mesmo utilizando um sistema de qualidade, continuam tendo problemas de produtividade, seguido do aquecimento do mercado, junto com a chegada de empresas de outras regiões, e ainda, com o aumento da competitividade, acarretou na busca por outro sistema de qualidade (SPE) para solucionar estes problemas de produtividade e para melhorar a competitividade dessas empresas.

Tabela 3: Causas para a utilização do SPE

O que levou essas empresas a utilizarem o SPE?	Nº de pesquisados	Porcentagem
Problemas de baixa produtividade	9	69,23%
Decisão corporativa para aumentar a competitividade	5	38,46%
Problemas de falta de qualidade	3	23,08%
Perda de mercado	0	0,00%
Entregas fora do prazo	2	15,38%
Estratégia empresarial e melhorias de resultados	2	15,38%

Com relação aos fatores mais importantes que influenciaram as empresas a utilizarem o SPE (ver no Gráfico 1), os problemas de qualidade foram citados por 23% dos pesquisados, o que por sua vez geram custos elevados para as empresas, como retrabalhos, em consequência entregas fora do prazo, também citadas por 15% dos respondentes; maior manutenção pós-venda, falta de conformidade no processo, além da insatisfação do cliente com o produto entregue com baixa qualidade.

No entanto, no Gráfico 1 observa-se que os problemas de produtividade identificados por 69% dos respondentes, é a principal causa da busca para utilização deste sistema de

produção enxuta, que visa eliminar perdas, melhorar a produção, diminuir estoques, assim como aumentar a competitividade que foi explanada por 38% dos pesquisados.

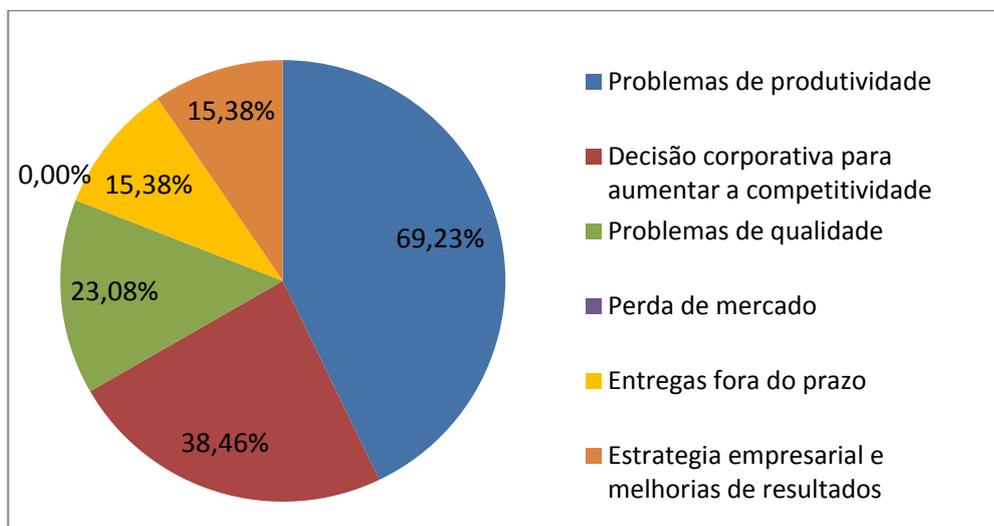


Gráfico 1: Causas que levaram a utilização do SPE.

Entretanto, segundo Có (2006), o problema está na utilização isolada das ferramentas SPE, que mesmo que utilizada de maneira pensada e aplicada com muito bom senso, não representa a apropriação ou o real entendimento das filosofias originais que as geraram, fazendo com que as construtoras não desfrutem todos os seus benefícios, dificultando, assim, a eliminação contínua e global dos desperdícios ao longo de toda a sua cadeia de valor.

Para Nanni *et al.* (2006), muitas construtoras quando decidem utilizar uma estratégia gerencial como SPE, colocam o processo de implementação como o objetivo de uma obra ou mesmo de atividade. Esse erro estratégico faz com que a organização perca o foco nos resultados estratégicos corporativos em detrimento da implementação de uma metodologia consagrada, ou seja, não correlacionam às estratégias corporativas as estratégias gerenciais.

Conforme observa-se no Gráfico 2, pode-se constatar que os elementos do SPE mais utilizados nas obras pesquisadas no estado do Pará são: o *kanban* (84,62%), controle visual (92,31%), o fluxo de produção (84,62%). Esses três elementos são os mais usuais, devido ao tempo de implementação ser mais curto do que as outras. O *just in time* é um elemento que demora mais tempo para ser implementado e exige muita dedicação e comprometimento de todos os envolvidos no processo, então apenas 61,54% dos pesquisados utilizam, mas de acordo com os princípios do SPE, o *kanban* para ser implementado, necessita do *just in time* e controle visual para o processo funcionar de maneira ideal.

No entanto, de acordo com os dados mostrados no Gráfico 2, esses elementos não estão sendo utilizados na mesma proporção, o que pode ser um fator de geração de dificuldade na implementação do sistema.

Ainda segundo o Gráfico 2, notou-se que muitos pesquisados utilizam o fluxo de produção (84,62%), entretanto, observou-se que a manutenção e segurança é pouco citada pelos respondentes (38,46%), mas para que ocorra o melhoramento do fluxo de produção é preciso que se faça a manutenção dos equipamentos e ferramentas para que não haja interrupções na produção, e ainda, pelo fato do fluxo de produção ser uma produção puxada, por necessitar do elemento *just in time*, pelo fato de não ser feita a manutenção adequada e segurança, pode ocorrer interrupções em atividades que acarretarão na parada de todo o processo.

Desta forma, o sistema não funciona de maneira adequada. O trabalho padronizado pelo fato de ter a finalidade da produção máxima do operário (sem desperdícios) é utilizado apenas por 69,23% dos pesquisados e este elemento necessita que o fluxo de produção esteja funcionando de maneira adequada.

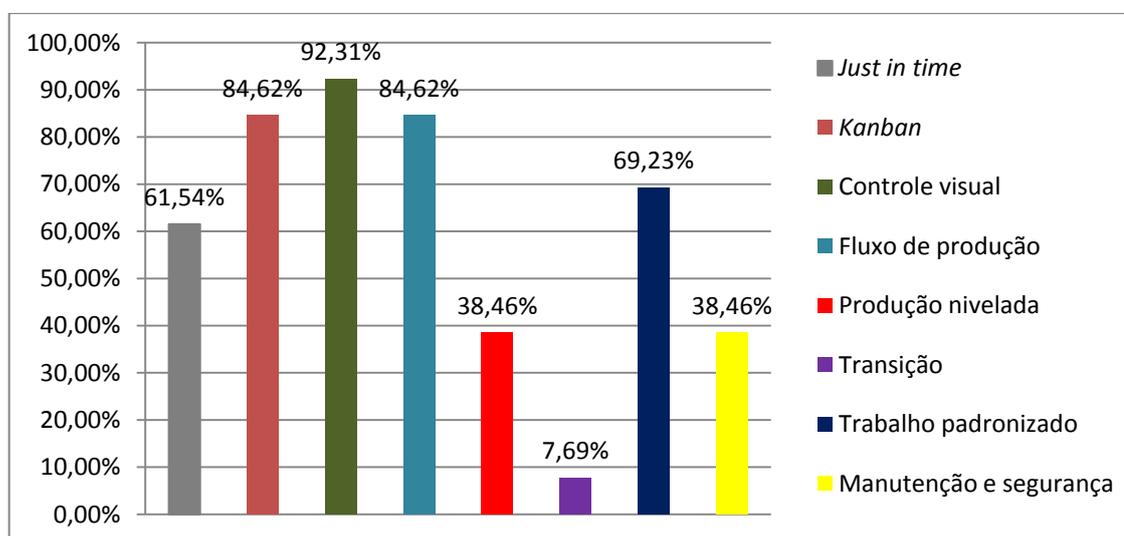


Gráfico 2: Elementos do SPE

Analisando o Gráfico 3, percebe-se que as ferramentas mais utilizadas pelas empresas no Pará são: o sistema *kanban* de controle de produção e o fluxo contínuo, ambos citados por 38,46%. Entretanto, a MPT, não foi citada por nenhum respondente, no entanto, de acordo com os conceitos estudados, pode-se constatar que esta ferramenta é essencial para que não ocorra interrupções nos equipamentos ou quebras de ferramentas durante a utilização das mesmas, e desta maneira, ajuda o processo de fluxo contínuo.

Com isso, nota-se uma deficiência na aplicação dessas ferramentas, pois elas estão sendo implementadas sem auxílio de outras ferramentas necessárias para o sucesso da implementação do SPE, ou seja, a aplicação dessas ferramentas sistema *kanban* de controle de produção e fluxo contínuo não devem estar funcionando de maneira correta. Em seguida vem o 5S com um percentual de apenas 30,77% de utilização pelos pesquisados, devido ser uma ferramenta que exige a mudança da cultura pessoal para que se possa atingir a autodisciplina (GONZALEZ, 2002). As demais ferramentas tiveram uma porcentagem cada de 23,08%.

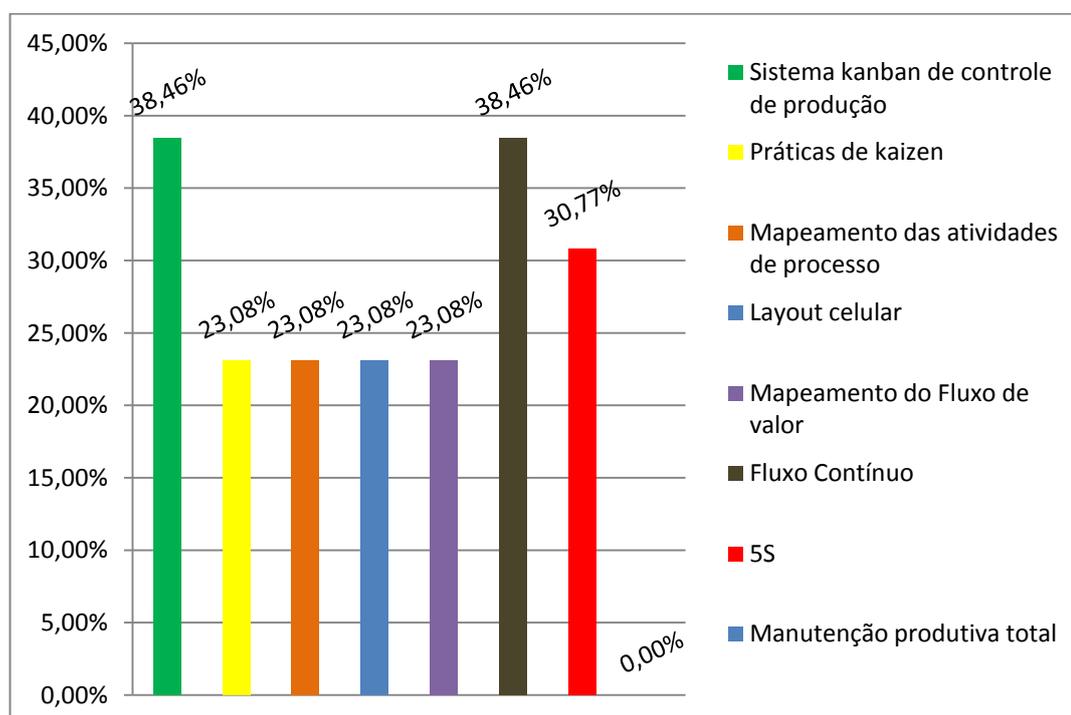


Gráfico 3: Ferramentas do SPE

O Gráfico 4, apresenta que forma ocorreu o processo de capacitação dos funcionários das empresas em que os pesquisados implementaram o SPE, onde a entrega de literatura sobre o SPE para leitura individual, foi a mais citada (38,46%), entretanto, este método não é eficaz pelo fato do operário não ter o hábito da leitura, dificultando o aprendizado na utilização das ferramentas. Outro processo importante que se destacou entre os pesquisados foi à capacitação através de consultor externo (38,46%). Para 30,77% dos pesquisados, o processo de capacitação se fez através de um consultor interno, mas que foi treinado externamente, ou seja, a empresa pagou um curso para o responsável técnico e este depois de qualificado treinou os funcionários da empresa.

Observa-se, ainda no Gráfico 4, que 23,08% responderam que não foi feita formação dos funcionários para implementação do SPE, e 15,38% responderam que o treinamento dos mesmos se deu no próprio canteiro de obras, feito por um consultor interno.

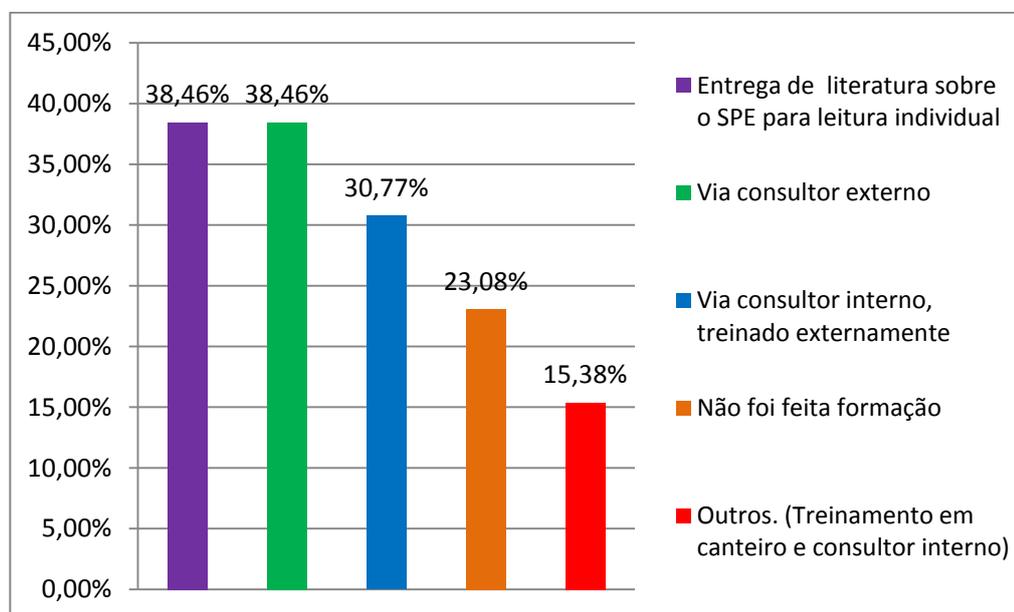


Gráfico 4: Capacitação dos funcionários

Após a capacitação desses funcionários, observa-se no Gráfico 5 que 38,46% dos pesquisados responderam que foram montadas equipes exclusivas nos primeiros seis meses de implementação do sistema e após esse período, essa equipe passou a ter dedicação parcial, apenas com o papel de coordenação. Percebe-se ainda que 30,77% dessas empresas não formaram equipe para o projeto de implementação e determinou apenas uma pessoa para coordenar todo o processo. No entanto, 30,77% dos pesquisados afirmaram que após o treinamento de toda a empresa, formou-se uma equipe para implementação.

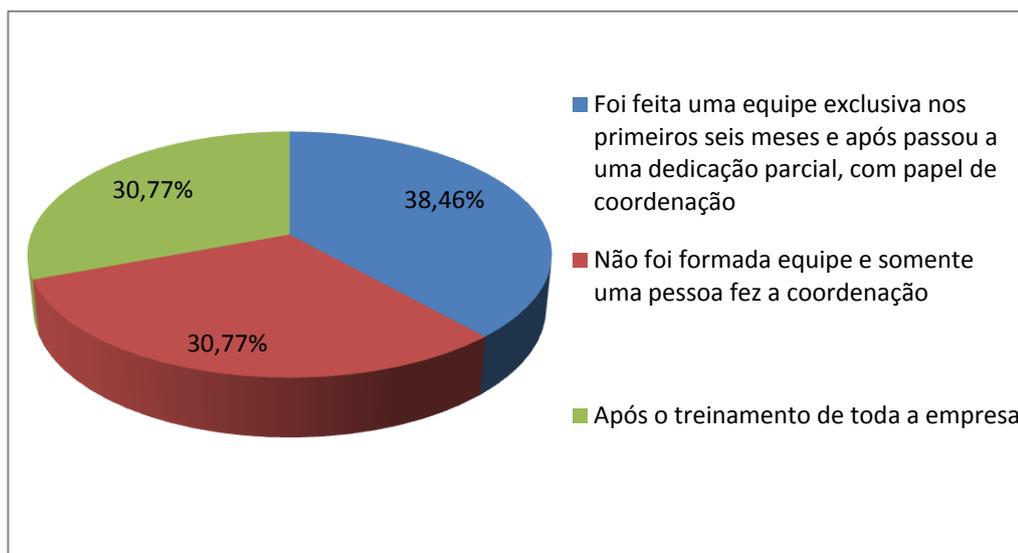


Gráfico 5: Formação de equipe para o projeto de implementação do SPE

Observando o Gráfico 6, verifica-se que 46,15% das empresas disponibilizaram seus funcionários para que o consultor externo formasse a equipe do processo de implementação do SPE. Já 38,46% dos pesquisados responderam que a gerência e os supervisores formaram as suas próprias equipes. Outros pesquisados (15,38%), responderam que nas empresas que eles trabalham os supervisores e os operadores ficaram responsáveis pela formação da equipe de implementação do sistema.

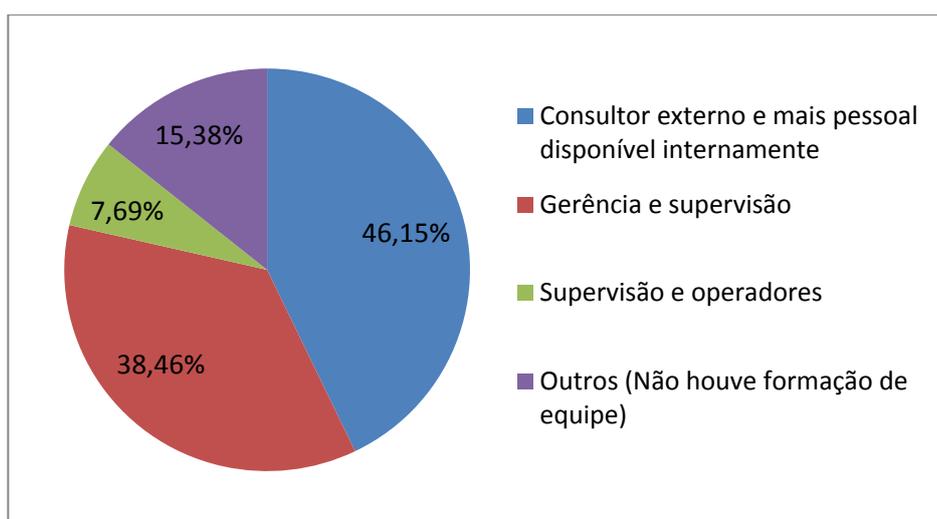


Gráfico 6: Equipe de projeto

Para os pesquisados o processo de implementação do SPE é difícil, pois exige o conhecimento das ferramentas do SPE, o que impede o desenvolvimento adequado desse

sistema, apesar das melhorias tanto na produtividade, quanto no controle do processo de trabalho, afirmadas por 100% dos pesquisados. Possivelmente, a idéia de que os resultados esperados do processo de mudança sejam mais importantes que o próprio sistema de coordenação, provoca a falta de compreensão da filosofia de trabalho por parte do corpo funcional (MILANI E OLIVEIRA, 2010).

As dificuldades destacadas pelos pesquisados de acordo com o Gráfico 7, foram: o SPE não fazer parte da cultura organizacional da empresa; a falta de conhecimento das ferramentas por parte dos engenheiros; e a falta de treinamento no uso das ferramentas do SPE, todas citadas por 53,85% dos pesquisados. Associado, ainda, a falta de comprometimento alta direção e engajamento dos funcionários com a implementação do sistema contribui para a difícil mudança no sistema de gerenciamento. De acordo com 92,30% dos respondentes a mudança no sistema de gerenciamento com base na cultura do SPE é considerada muito importante.

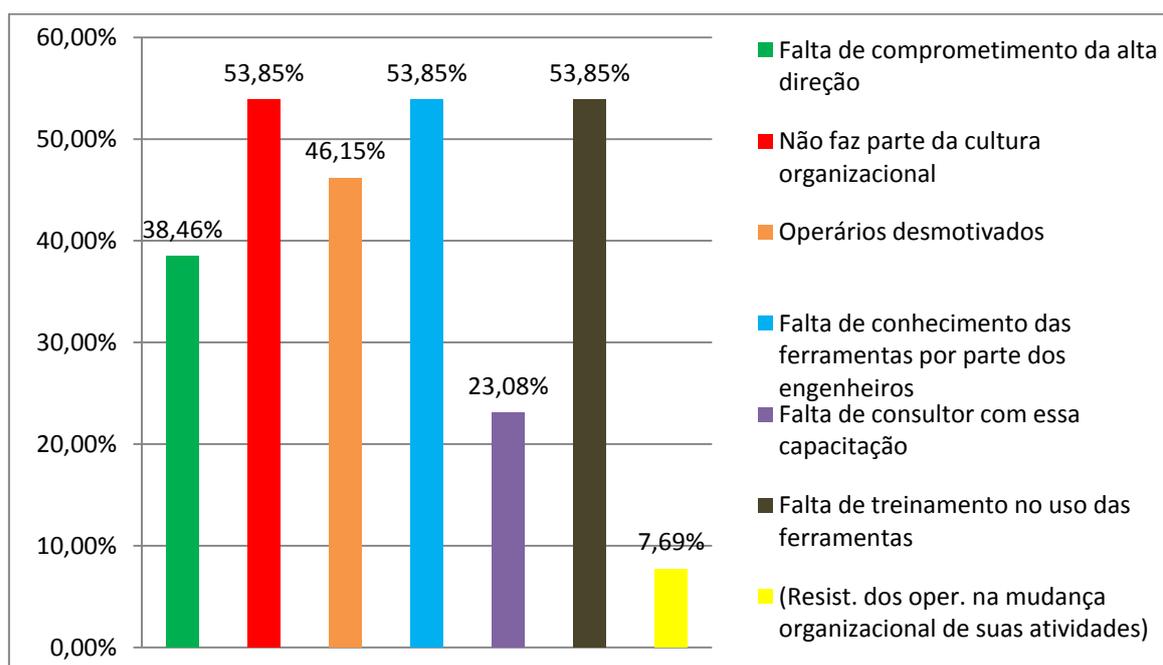


Gráfico 7: Dificuldades para implementação do SPE

A desmotivação dos operários é outra dificuldade encontrada por 46,15% dos pesquisados, o que acarreta descumprimentos de regras estabelecidas pelo sistema que esta sendo implementado. Isto ocorre devido o operário perceber que a alta direção não está comprometida com o processo, provoca desconfiança e desestímulo dos mesmos, gerando assim, resistência na mudança organizacional das suas atividades (citada por 7,69% dos

respondentes), geralmente causada por operários com idade mais avançada ou que exercem a função há mais tempo.

4.2. CORRELAÇÃO DOS DADOS ENCONTRADOS COM A LITERATURA

Neste item da dissertação serão discutidos os dados encontrados com a pesquisa, correlacionando às dificuldades encontradas pelos pesquisados na implementação do SPE e o que a literatura apresenta.

A falta de comprometimento da alta direção

Nanni *et al.* (2006) afirma que o comprometimento da alta direção é fundamental principalmente para quebrar o medo da mudança e a acomodação na “prática atual” dos funcionários envolvidos. O autor ainda assegura que esta dificuldade pode ser considerada como um fator de insucesso na implementação de estratégias gerenciais.

De acordo com Rodrigues (2006), a falta de comprometimento da gerência interferia na motivação dos funcionários envolvidos no processo e no cumprimento dessas regras estabelecidas. A autora ainda afirma que o comprometimento da alta gerência é fundamental para a busca constante de motivação das pessoas, e ainda, ressalta que o objetivo da alta gerência é orientar os demais setores quanto à situação da empresa em relação ao mercado, proporcionar um ambiente de entusiasmo e buscar o comprometimento de todos para a consolidação da metodologia implantada, bem como criar meios para a disponibilização dos recursos necessários.

Para a ABNT (2000), a alta direção deve fornecer evidência do seu comprometimento com o desenvolvimento e com a implementação do sistema de gestão da qualidade.

De acordo com os autores citados acima, a falta de comprometimento é considerada um fator de insucesso na implementação do SPE, e ainda, pode-se dizer que existem duas causas principais para esse fracasso: não acreditar no programa ou simplesmente se omitir sobre a implementação. Quando isso ocorre, a implementação da estratégia gerencial deixa de ser prioridade. Qualquer contratempo que venha a ser encontrado pode significar uma barreira quase intransponível. Os mais comuns são corte ou boicote de verbas relativas ao programa

ou desacreditação por parte da operação. A conclusão final para esses casos acaba sendo que essas estratégias gerenciais não foram realmente adequadas para as empresas que a utilizaram naquele momento, eliminando uma possibilidade de sucesso do programa e da organização.

Desta forma, concluiu-se que essa falta de comprometimento é o que levou a indústria da construção civil em Belém ao insucesso na implementação do sistema de produção enxuta.

Portanto, para se obter sucesso na implementação do SPE, a alta direção deve acreditar e ser um patrocinador do programa de qualidade (NANNI *ET AL.*, 2006). Deve acompanhar os resultados e as etapas de implementação, cobrando o cumprimento dos prazos e metas definidas e acordadas na etapa de planejamento.

Operários desmotivados

No setor da Construção Civil, onde grande parte dos trabalhadores estão submetidos às más condições de trabalho, baixos salários, instabilidade no emprego, atividades de manuseio e movimentação de cargas, estes quando somados, podem provocar uma insatisfação geral, onde o trabalhador acaba sendo responsabilizado devido à baixa qualidade da produção, de perdas e de desperdícios de material no trabalho (AVELLAN, 1995 *apud* BARBOSA, 2007).

Para Amaral *et. al.* (2000), são poucas as empresas da construção civil que investem na melhoria da qualidade profissional dos seus operários, como benefício prestado ao ser humano a fim de torná-lo mais desenvolvido e capacitado, gerando motivação e melhoria de resultados para a organização.

No entanto, Hernandez *et al.* (2002) afirma que o incentivo a motivação é uma forma barata e fácil de garantir uma melhor condição de trabalho, cooperação dos operários e aumento de produtividade dentro de uma empresa.

Holanda *et al.* (2001) complementa afirmando que ao melhorar as condições de trabalho, assumir novas formas de gestão e satisfazer, na medida do possível, os anseios dos trabalhadores, pode ser um caminho para atrair, formar e manter os trabalhadores em constante motivação.

Então a partir dos autores acima, pode-se afirmar que quando as necessidades dos trabalhadores não estão sendo satisfeitas, eles passam por um profundo sentimento de descontentamento. A partir disso, percebe-se que, melhorando a qualificação do trabalhador, ele passa a ter consciência de sua função e assim, trabalha sabendo o que faz, reduzindo perdas e melhorando muitas vezes a qualidade e produtividade, contribuindo no processo com comprometimento e responsabilidade.

Cultura organizacional e resistência dos operários na mudança organizacional das suas atividades

Os autores Ho e Cicmil (1996) *apud* Nanni *et al.* (2006) destacam que as ferramentas de qualidade requerem um alto comprometimento da direção com a mudança da cultura. Então umas das coisas que a indústria da construção civil em Belém deve interiorizar são as ferramentas de qualidade, dentre elas a que altera a mudança da cultura organizacional é o 5S, principalmente para acabar com o receio a mudança e comodismo das atividades executadas atualmente.

Nanni *et al.* (2006) prossegue, então, afirmando que a implementação de uma estratégia gerencial geralmente leva a uma mudança de cultura na organização em todos os níveis. Santos e Martins (2003), consideram como uma implementação de sucesso quando essa mudança cultural leva todos envolvidos (nos diversos níveis) a pensar, se preocupar e agir com foco na qualidade de meio ambiente, segurança e saúde.

Milani e Oliveira (2010) asseguram que todo processo de mudança deve ser cautelosamente planejado e avaliado para que as pessoas o vejam como algo significativo, que traga benefícios mútuos.

Entretanto, Nanni *et al.* (2006) explica que consultorias especializadas muitas vezes recomendam um trabalho prévio de aculturação ou preparação de todos os envolvidos, para que não se crie uma resistência à implementação por parte dos empregados e colaboradores.

No entanto, existe outro fator ligado a mudança de cultura, que é a priorização do método construtivo pelas empresas da construção civil de Belém. Em consequência disso faz com que a implementação das ferramentas da qualidade fique em segundo plano.

O ideal em função desse contraponto entre manter um profissional com habilidade e capacitação para implementação e o engenheiro que tem as suas atribuições ligadas ao método construtivo, que em geral deixa em segundo plano os programas da qualidade, faz-se necessário a contratação do consultor externo, onde ele estará focado exclusivamente no processo de implementação, ou então, a empresa terá que contratar um engenheiro para designá-lo a ser o agente de mudança exclusivo para processo de implementação da qualidade.

Falta de conhecimento das ferramentas por parte dos engenheiros

Buscando informações nos conteúdos programáticos nos cursos de engenharia de todo o Brasil, observa-se que não há uma grade de disciplina que trate ou que aborde o sistema de produção enxuta de maneira mais enfática sobre as ferramentas do SPE. Com isso, dificulta a capacitação do profissional para o mercado.

Por isso o profissional que quer se dedicar a esta área, tem que buscar um curso de capacitação específico, para que o mesmo possa aplicar esse conhecimento no canteiro de obras e com a experiência vivida, terá o domínio na área.

Koskela (2000), fala a respeito da teoria, que nada mais é do que conhecimento condensado de forma a possibilitar a comunicação de idéias, explicação de fenômenos, previsão de novos fenômenos, além de propiciar ferramentas para decisão e controle e permitir comunicação, transferência e aprendizagem do conhecimento. Desta forma, a falta de uma teoria dificulta a compreensão dos problemas e, portanto, a produção e a correta disseminação de novos conhecimentos.

Quando o responsável pelos operários não possui a capacitação adequada, os funcionários são penalizados, pois não vai existir um treinamento sobre as ferramentas do SPE, já que o próprio responsável não está capacitado.

Cantidio (2009) destaca que o profissional sem o exato conhecimento daquilo que se faz e porque se faz, não existe possibilidade de crescimento e desenvolvimento.

Falta de treinamento no uso das ferramentas

Bañolas (2008) acredita que o sucesso da transformação em direção à Produção Enxuta passa pela compreensão dos fatores organizacionais e humanos da empresa, bem como de um apurado conhecimento relacionado às práticas e ferramentas do sistema. O autor ainda lista quatro motivos básicos para a transformação “enxuta” não ocorrer, sendo o primeiro, quando os líderes não estão alinhados, o segundo, quando existe um déficit de conhecimento *lean*, o terceiro, quando a abordagem de mudança é insuficiente, e o quarto, quando é muito tarde para implementar a mudança.

Então, como não existe ninguém capacitado para aplicar um treinamento sobre o SPE, ocorre que o responsável (muitas das vezes o engenheiro) não tem capacitação adequada, vai treinar os funcionários de maneira incorreta, ou mesmo de maneira superficial sobre o assunto em questão.

Hoje, os engenheiros trazem uma deficiência de conhecimento de dentro das universidades, e isso, reflete nos resultados encontrados na pesquisa.

Falta de consultor com essa capacitação

Nanni *et al.* (2006) relata que a implementação de um sistema de gestão requer uma liderança que tenha domínio sobre a metodologia. Esse conhecimento pode ser adquirido ao longo da implementação com o apoio de recurso externo (consultoria). No entanto, outra forma é capacitar externamente à pessoa responsável pela condução do processo com cursos específicos, tornando-o um especialista no assunto.

O mercado paraense é carente de profissionais que tenham o domínio sobre SPE.

Então, em função do mercado local não possuir pessoas com essa capacitação para dar consultorias, ou mesmo, número insuficiente de profissionais capacitados para atender a demanda que existe, hoje, muitas empresas estão buscando esses especialistas fora do estado.

5. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as conclusões sobre o cumprimento dos objetivos desta dissertação, as limitações da pesquisa, considerações sobre os resultados da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

5.1. CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Neste item serão apresentadas conclusões sobre o cumprimento dos objetivos desta dissertação. No item 1.3, foi destacado a problemática da pesquisa:

Quais os elementos e ferramentas do SPE mais utilizados na construção civil e quais as dificuldades na implementação das mesmas?

Através deste questionamento, pode-se concluir que os elementos do SPE mais utilizados na construção civil são: o *kanban*, controle visual e o fluxo de produção. Já no caso das ferramentas do SPE, pode-se constatar que as mais utilizadas pelas empresas em Belém são: o sistema *kanban* de controle de produção, o fluxo contínuo e o 5S. Com relação as dificuldades, através dos questionários respondidos pelos pesquisados, pode-se concluir que as principais são: a falta de conhecimento das ferramentas por parte dos engenheiros, a falta de treinamento no uso das ferramentas e o sistema não fazer parte da cultura organizacional da empresa.

Com isso, ao analisar-se os elementos do SPE, notou-se que esses três elementos na verdade não são suficientes para o sucesso do sistema, ocasionando apenas que as melhorias são superficiais. Esses elementos possuem uma interdependência com outros elementos. No caso do *kanban*, ele possui uma dependência direta com *Just in time*, o qual foi pouco citado pelos pesquisados, onde este elemento transformaria o *kanban* de um simples cartão de identificação para um elemento puxador da produção.

O segundo elemento mais utilizado, o controle visual, o qual sozinho serve apenas para identificação visual de materiais, de locais de armazenamento desses materiais e de pistas de deslocamento de pessoas e máquinas. Este elemento necessita do JIT para assumir não só a função de identificação visual, mas também a função de puxador da produção.

Já o terceiro elemento, o fluxo de produção, muito utilizado pelas empresas em Belém, possui uma deficiência muito grande em sua aplicação, as empresas que usam esse sistema não estão obtendo o sucesso desejado, devido este elemento depender de vários outros elementos na sua implementação, como o trabalho padronizado, a garantia de qualidade, o JIT, a transição e o multi-processo.

Do mesmo jeito ocorre com as ferramentas as quais foram destacadas como mais utilizadas, pois o sistema *kanban* de controle de produção, o fluxo contínuo e o 5S necessitam da manutenção produtiva total, pra que os equipamentos e ferramentas possam estar em boas condições de uso para os trabalhadores. No entanto, a MPT não é utilizada pelas empresas em Belém a partir da amostra da pesquisa. Desta forma fez com que as melhorias não atingissem todos os níveis desejados.

Entretanto, toda essa falta de sintonia na implementação adequada dos elementos e ferramentas está ligado à falta de conhecimento dos elementos e ferramentas por parte dos engenheiros, a falta de treinamento no uso das ferramentas para os participantes da implementação e esse sistema não fazer parte da cultura organizacional da empresa.

Para sanar essas dificuldades, primeiramente as universidades têm que buscar ampliar o conhecimento dos estudantes de engenharia na graduação para que os mesmos saiam com o conhecimento suficiente sobre o assunto em questão e que os mesmos possam repassar e aplicar de forma correta nas empresas aos quais foram contratados.

Outra maneira de se obter sucesso é buscar consultorias com conhecimento específico sobre a implementação do SPE, para que essas possam treinar de maneira adequada os funcionários das empresas para que eles conheçam todas as ferramentas e elementos do SPE e suas interdependências.

Mas antes de se fazer tudo isso, é preciso que se faça um trabalho de conscientização interno nas empresas, seja através de consultoria ou membros internos qualificados, dos benefícios de se adequar as inovações do mercado, das mudanças nas formas de se gerenciar e de trabalhar, no intuito de acabar com a resistência a mudança e tornar os novos sistemas de gerenciamento, como o SPE, cultura dentro das empresas.

5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado deste trabalho foi possível concluir que todos os casos ou todos os pesquisados tiveram melhorias em seus processos e benefícios pontuais, entretanto, não houve casos de sucesso nesta pesquisa, devido nenhum dos respondentes aplicarem o SPE de maneira correta, onde os elementos e ferramentas não podem ser implementados de maneira isolada, sendo que necessitam do comprometimento de todos os envolvidos.

A partir disso, percebeu-se que as empresas não estão totalmente comprometidas com o sistema de melhorias (sistema de produção enxuta), de maneira que isto desmotiva os operários e cria resistência a mudanças.

A aplicação de conceitos enxutos de maneira pontual é um bom início para gerar resultados positivos, porém, momentâneos. Pode-se aferir que muitas empresas estão adotando implementações pontuais, onde as mesmas querem mostrar que estão investindo em melhoria, quando na verdade, estão apenas arrumando o canteiro de obras superficialmente. Ao contrário, a implementação da filosofia de maneira integrada e global, incorpora o modo de pensar e agir das pessoas para obter ganhos superiores e contínuos, pois promove um ambiente pleno de melhoria, de aprendizado e de cooperação. Para isso, o Sistema Toyota de Produção deve ser absorvido em toda a cadeia hierárquica da empresa como cultura e medida estratégica. Sua opção como filosofia operacional e gerencial proporcionará um longo caminho de evolução, qualidade e redução de custos, o que garante a competitividade e satisfação interna e externa.

Analisar criticamente o seu processo de produção e gradativamente implantar todas as etapas da produção enxuta, certamente trará benefícios que serão evidentes e construirão a base sólida e sustentável necessária para o crescimento da empresa.

É importante ressaltar que cada organização que esteja disposta a implementar o Sistema de Produção Enxuta, deve estar ciente de que não existe uma fórmula exata para a implementação deste sistema. Trata-se de uma adequação das várias ferramentas que este sistema disponibiliza com a realidade que cada organização vive hoje (MILANI E OLIVEIRA, 2010).

Tendo em vista que, com a atual economia globalizada, é preciso estar atento às mudanças impostas pelo mercado, e conseqüentemente os sistemas de manufatura não podem mais repassar suas ineficiências para os clientes.

Desta forma, as empresas de construção civil devem procurar mão-de-obra especializada na implementação do SPE, ou mesmo, procurar cursos de capacitação para seus líderes ou gerentes de obras (engenheiros), para que não ocorram falhas no processo, capacite à mão-de-obra, elimine os desperdícios no sistema e que haja sempre a busca pela melhoria contínua.

5.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Os seguintes temas ficam como proposta para trabalhos futuros:

- a) Aplicar a metodologia adotada de forma mais ampla em outras regiões;
- b) Implementar os princípios da construção enxuta em empresas que ainda não adotam esse sistema sob a ótica dos resultados encontrados;
- c) Analisar a cultura organizacional das empresas que pretendem iniciar o processo de melhoria contínua através do SPE;
- d) Com base no resultado dessa pesquisa, aplicar planos de melhorias para transformar o fracasso em sucesso das empresas pesquisadas.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO 9001:2000**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000.

ALVES, Thaís da Costa Lago. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

AMARAL, T. G.; PRADO, R. L.; KURTZ, C. E.; RODRIGUES, M. B. **O treinamento do operário da construção civil como valorização do seu trabalho produtivo**. In: Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia de Produção. Anais. São Paulo, 2000.

ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **A lógica das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica**. Encontro Nacional da ANPAD. p. 357-371. João Pessoa, 1995.

ARAÚJO, Elaine D. **Nivelamento de capacidade de produção utilizando quadros heijunka em sistemas híbridos de coordenação de ordens de produção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

BAÑOLAS, R. 2008. **Uma Abordagem para a Transformação Enxuta**. Artigo disponível no site <http://www.prolean.com.br>. Acessado em 28/02/2011.

BARBOSA, C. L. **Fluxo contínuo: ferramenta do sistema de produção enxuta aplicado ao processo de produção de estacas pré-moldadas de concreto para fundações**. 2009. 126p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

BARBOSA, C. L.; LIMA, A. C. **Desenvolvimento do perfil do trabalhador da construção civil na cidade de Belém**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Foz do Iguaçu, 2007.

BARBOSA, C. L.; LIMA, A. C. **Aplicação do fluxo contínuo no processo de produção de estacas pré-moldadas para fundação**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Rio de Janeiro, 2008.

BARROS, Hugo Santiago. **Utilização de ferramentas da manufatura enxuta na melhoria dos resultados da GM Powertrain de São José dos Campos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BERNARDES, C. **Teoria geral da administração: gerenciando organizações**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

BORGHI, Roberto Alexandre Zanchetta. **A reestruturação produtiva e a dinâmica da indústria automobilística**. Monografia – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Situação econômica da indústria da construção no Brasil** – análise e perspectivas. Belo Horizonte – MG, 2001.

CAMPOS, Maria da Luz Góis; LOPES, Elinete Luisa. **Administração da produção em empresa cooperativa: o caso da Copala**. São Paulo, v.41, n.2, p.208-216, abr./maio/jun. 2006.

CANTIDIO, Sandro. **A dificuldade de implantação de projetos organizacionais (fatores inibidores da inovação)**. 2009. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/a-dificuldade-de-implantacao-de-projetos-organizacionais-fatores-inibidores-da-inovacao/34439>. Acessado em: 10 fev. 2011.

CASTRO, Cristian D. M. *et al.* **Impactos da aplicação dos conceitos e ferramentas da produção enxuta na busca por uma produção mais limpa: um estudo de caso numa indústria de bens de capital**. VI Encontro Mineiro de Engenharia de Produção (EMEPRO). Coronel Fabriciano, 2010.

CÓ, Fábio Almeida. **A produção puxada como estratégia pedagógica para o aperfeiçoamento do “pensamento sustentável” na construção civil**. XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (CONBENGE). Passo Fundo, 2006.

CRUZ, A. L. G. **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da Construção Civil: Uma abordagem logística**. 401p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DIAS, Flávio Teodoro. **Proposta de uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação de princípios relativos à produção enxuta: estudo de caso em uma empresa fabricante de produtos para o setor médico-hospitalar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

ELIAS, Sérgio José Barbosa; MAGALHÃES, Liciane Carneiro. **Contribuição da Produção Enxuta para Obtenção da Produção mais Limpa**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 2003.

ESPOSTO, Kleber Francisco. **Elementos estruturais para gestão de desempenho em ambientes de produção enxuta**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

FARAH JR; Moisés Francisco. **Reestruturação produtiva e estratégias de gestão: o caso de uma média empresa do setor metalúrgico da região metropolitana de Curitiba**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 1999.

FIGUEIREDO, R. M. **Implantação do sistema puxado em uma empresa produtora de bens de capital**. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2010.

FORD, H. **Hoje e amanhã**. Trad. De Monteiro Lobato. São Paulo: Companhia editora Nacional, 1927.

GEORGE, M. **Lean Seis Sigma para serviços**: como utilizar velocidade *lean* e qualidade Seis Sigma para melhorar serviços e transações. Tradução Carlos Henrique Trieschmiann. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

GIESTA, L. C. *et al.* **Sistema de produção enxuta: análise em empresas do setor metal-mecânico do Rio Grande do Sul**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Ouro Preto, 2003.

GHINATO, P. **Publicado como 2º. Capítulo do Livro Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Adiel T. de Almeida e Fernando M. C. Souza, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2000.

GONZALEZ, E. F. **Análise da implantação da programação de obra e do 5S em um empreendimento habitacional**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

HERNANDES, Fernando Santos; GONZALES, Edinaldo Favareto; JUNGLES, Antônio Edésio; OLIVEIRA, Roberto de. **Fatores que desmotivam o trabalhador na construção civil**. p. 2015-2022. IX Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Artigo Técnico. Foz de Iguaçu, PR. 2002.

HIROTA, Ercília Hitomi. **Desenvolvimento de Competências para a Introdução de Inovações Gerenciais na Construção Através da Aprendizagem na Ação**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

HIROTA, E.H.; LANTELEME, E.M.; FORMOSO, C.T. **Learning how to learn Lean Construction concepts and principles**. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7ª. Artigo técnico. Berkeley, CA. 1999.

HIROTA, E. H.; POWELL, J. A.; DAVEY C. L.; POWELL, J. E.; FORMOSO, C. T. **Vencendo barreiras para a aplicação dos princípios da construção enxuta**. Semina: Ci. Exatas/Tecnol. Londrina, v. 21, n. 4, p. 17 – 25, dez. 2000.

HOLANDA, Erika P.T.; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; BARROS, Mércia M. S. B. **Mensuração da força motivacional dos operários da construção**: estudo de campo exploratório. 14p. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2º. Artigo técnico, Fortaleza, CE, 2001.

HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. **Factory physics – foundations of manufacturing management**. EUA: Irwin-McGraw-Hill, 1996.

ISATTO, Eduardo L. *et al.* **Lean Construction**: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, Finland, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland, 2000.

LAZARIN, Daniel França. **Implementação de um sistema de gerenciamento visual em um ambiente de alta diversificação e baixo volume de produtos**. IV Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção. Resende, 2007.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean** – glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LEITE, Madalena Osório *et al.* **Aplicação do sistema kanban no transporte de materiais na construção civil**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Florianópolis, 2004.

LIKER, J. K; MEIER, D. **O modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIMA, A. C. **Práticas do pensamento enxuto em ambientes administrativos**: aplicação na divisão de suprimentos de um hospital público. 2007. 201p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. (a)

LIMA, Adalberto da Cruz; UGULINO, Janilton Maciel. **Implementação do conceito de célula móvel de produção no ambiente da construção civil**. VI Simpósio Brasileiro de Gestão da Economia da Construção (SIBRAGEC). João Pessoa, 2009.

LIMA, Christiano Teixeira; ELIAS, Sérgio José Barbosa. **Análise dos resultados da implantação da produção enxuta nas organizações**: um estudo a partir dos casos relatados no ENEGEP. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Foz do Iguaçu, 2007. (b)

LUZ, A. A. C.; BUIAR, D. R. **Mapeamento do fluxo de valor** – Uma ferramenta do sistema de produção enxuta. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Florianópolis, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAY, M. E. **Toyota: a fórmula da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MILANI, Louisie; OLIVEIRA, Denis R. **Princípios de produção enxuta**: um estudo bibliográfico e empírico sobre as contribuições e limitações de sua implantação nas organizações. VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, 2010.

MOTA, B. P.; ALVES, T. C. L. **Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção**: estudo de caso na construção civil. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Rio de Janeiro, 2008.

NANNI, Roberto *et al.* **Identificação dos fatores de insucesso na implementação de iniciativas estratégicas de manufatura**. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Fortaleza, 2006.

NOGUEIRA, M. G. S. **Proposta de um método para avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta – ADPPE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2007.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção** – Além da Produção em Larga Escala. 1ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Alexandre M. G. **Uma Pesquisa Exploratória sobre a Utilização de Técnicas Financeiras pelas Micro e Pequenas Indústrias do Setor Eletroeletrônico do Vale da Eletrônica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2003.

OLIVEIRA, Danielle; LIMA, Munique; MEIRA, Alexsandra. **Identificação das Ferramentas da Lean nas Construtoras de João Pessoa – PB**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, 2007.

PEINADO, Jurandir. **O papel do sistema de abastecimento kanban na redução dos inventários**. Revista FAE, vol. 2, n 2, Curitiba, 1999.

PENEIROL, Nelson Luís Sampaio. **Lean Construction em Portugal**: Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

PINTO, João Paulo. **Lean Thinking. Introdução ao pensamento magro**. Comunidade Lean Thinking, 2009.

REIS, T.; PICCHI, F. A. **Aplicação da “mentalidade enxuta” ao fluxo de negócios na construção civil**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC). São Carlos, 2003.

RENTES, A. F. *et al.* **Aplicando os conceitos de lean production em uma empresa de calçados**: um estudo de caso. X Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), Bauru, 2003.

RODRIGUES, Iana Araújo. **Implementação de técnicas da produção enxuta numa empresa de manufatura contratada do setor eletroeletrônico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

ROSA, Davi Cabral. **Aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma empresa do setor metal-mecânico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ROTHER, M. SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício** – manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. The Lean Institute Brasil, São Paulo, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.

SANTOS, Carlos A. **Produção enxuta: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. **A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho**. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção, No 1, dez. 2003, p. 1-14, 2003.

SANTOS, Javier; WYSK, Richard A.; TORRES, José Manuel. Tradução Jeanne Rangel. **Otimizando a produção com a metodologia Lean**. São Paulo: Leopardo, 2009.

SILVA, A. L. 2006. **Ferramentas da produção enxuta**. Disponível em: www.numa.org.br/gmo/arquivos/ferrenxuta.doc Acessado em: 23 jul. 2010.

SILVA, Alessandro Lucas da; RENTES, Antonio Freitas. **Tornando o layout enxuto com base no conceito de mini-fábricas num ambiente de multi-produtos: um estudo de caso**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Curitiba, 2002.

SILVA, Almir; SILVA, Sílvio Ceroni da. **Aplicabilidade dos Princípios do Sistema Toyota de Produção a um Restaurante**. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). p. 1-8. Salvador, 2001.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. Tradução de Maira Teresa Corrêa Oliveira, Fabio Alher. 2. Ed., São Paulo: Atlas, 2002.

STRATEGOS, 2007. **Kanban scheduling systems: the challenge of simplicity**. Disponível em www.strategosinc.com. Acessado em: 06 ago. 2010.

SZEZEBICKI, Arquimedes da Silva; PILATTI, Luiz Alberto; KOVALESKI, João Luiz. **Henry Ford: a visão inovadora de um homem no início do século XX**. PUBLICATIO UEPG, Vol 12. Ponta Grossa, 2004.

TARDIN, Gustavo Guimarães; LIMA Paulo Corrêa. **O papel de um quadro de nivelamento de produção na produção puxada: um estudo de caso**. XIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). São Paulo, 2000.

TAYLOR, Frederick W. **Princípios de Administração Científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 1986.

TAYLOR, Frederick W. **Princípios de Administração Científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.

VEIGA, Gabriela Lobo *et al.* **Uma discussão sobre o papel estratégico do Modelo de Produção Enxuta**. Revista Eletrônica Sistemas e Gestão. Programade Pós-Graduação em Sistemas de Gestão. Curitiba, 2008.

VIEIRA, Hélio Flávio. **Logística aplicada à construção civil**: como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo: Pini, 2006.

VIEIRA, Luís Féteira Silva. **Aplicação de lean manufacturing na linha produtiva da Fedima Tyres**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

WEBER, Austin. **Estação de Trabalho Lean**: Organização para a Produtividade. Tradução: Odier Tadashi. Edição: 02/01/2005.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Lean Seis Sigma** – Introdução às Ferramentas do *Lean Manufacturing*. 1ª edição. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2010.

WIGINESCKI, Beatriz Becker. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WOMACK, James. **A máquina que dominou o mundo**. Ed. Campus, 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Soluções enxutas**: como empresas e clientes podem juntos criar valor e riqueza. Rio de Janeiro, Elsevier, 2006.

YIN, R. K. **Case study research**: design and methods, 2 ed. 171 p. Thousand Oaks: Sage, 1994.

APÊNDICE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Questionário para extração de dados para realização da dissertação de mestrado do aluno Cássio Cleidsen Rabelo Cruz

Objetivo da pesquisa: mostrar quais os elementos e ferramentas mais utilizados na construção civil e quais as dificuldades para implementação dos mesmos.

O resultado deste questionário será repassado para os participantes da pesquisa, ao término da dissertação de mestrado.

Nome: _____

Empresa em que executou o SPE: _____

Função: _____

Tempo de experiência profissional: _____

Tempo que trabalha com SPE: _____

Idade: _____

Idade média da mão-de-obra direta: _____ (aproximadamente)

Nº de funcionários: diretos _____ e indiretos _____

1. Você já utilizou algum modelo de qualidade?
 - a) Sim
 - b) Não

2. Caso positivo, Que modelo você já utilizou?
 - a) Controle da Qualidade Total – TQC,
 - b) Implantação do 5S;
 - c) Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação – PBQP-H;
 - d) Sistema de qualidade ISO 9000;
 - e) Construção Enxuta.

3. Você conhece o Sistema de Produção Enxuta - SPE?
 - a) Sim
 - b) Não

4. Você já trabalhou com o SPE?
 - a) Sim
 - b) Não

5. O que o levou a optar pelo SPE?
 - a) Problemas de falta de qualidade
 - b) Problemas de baixa produtividade
 - c) Perda de mercado
 - d) Decisão corporativa para aumentar a competitividade
 - e) Entregas fora do prazo
 - f) Outros. Qual? _____

6. Você utiliza ou já utilizou algum elemento do SPE em suas obras?
- Sim
 - Não
7. Se a resposta for “sim”, especifique quais destes elementos abaixo você utilizou?
- Just in Time* (JIT)
 - Kanban*
 - Controle Visual
 - Fluxo de Produção
 - Produção Nivelada
 - Transição
 - Trabalho Padronizado
 - Manutenção e Segurança
 - Outros. Qual? _____
8. Se a resposta for “não”, então especifique o porquê de não ter utilizado?
- Pouco conhecimento sobre os elementos;
 - Falta de tempo para treinamento;
 - Mão-de-obra desinteressada;
 - Não achou necessária a utilização;
 - Os elementos não são aplicáveis a construção civil;
 - Outros. Qual? _____
9. Você utiliza ou já utilizou alguma ferramenta da produção enxuta em suas obras?
- Sim
 - Não
10. Se a resposta for “sim”, especifique quais destas ferramentas abaixo você utilizou?
- Sistema *Kanban* de Controle de Produção
 - Práticas de *Kaizen*
 - Mapeamento das Atividades de Processo
 - Layout* Celular
 - Mapeamento do Fluxo de Valor
 - Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos
 - Fluxo Contínuo
 - 5S
 - Manutenção Produtiva Total (TPM)
 - Cinco Elementos da Manufatura Enxuta
 - Outras. Qual? _____
11. Como foi feito o processo de capacitação dos funcionários para utilização SPE?
- A direção foi enviada ao Japão
 - Entregue literatura sobre o SPE para leitura individual
 - Via consultor externo
 - Via formador interno, treinado externamente
 - Não foi feita formação
 - Outros. Qual? _____

12. Foi adotada uma equipe para o projeto de implantação do SPE?
- Apenas nos primeiros seis meses
 - Foi feita uma equipe exclusiva nos primeiros seis meses e após passou a uma dedicação parcial, com papel de coordenação
 - Não foi formada equipe e somente uma pessoa fez a coordenação
 - Após o treinamento de toda a empresa
13. Como foi formada a equipe de projeto?
- Consultores externos
 - Consultor externo e mais pessoal disponível internamente
 - Gerência e supervisão
 - Supervisão e operadores
 - Outros. Qual? _____
14. Como você classifica a utilização desses elementos ou ferramentas no canteiro de obra?
- Irrelevante
 - Pouco relevante
 - Indiferente
 - Relevante
 - Muito relevante
15. Como você classifica a dificuldade para implementação da produção enxuta?
- Simple
 - Normal
 - Difícil
16. A utilização dos elementos ou ferramentas da produção enxuta melhorou a produtividade da obra?
- Sim
 - Não
17. A utilização dos elementos ou ferramentas da produção enxuta melhorou o controle do processo de trabalho?
- Sim
 - Não
18. O que você acha das mudanças no sistema de gerenciamento com base na cultura *Lean*?
- Nada Importante
 - Pouco Importante
 - Indiferente
 - Importante
 - Muito Importante

19. Na sua opinião, qual a importância que atribui aos seguintes desperdícios do sistema de produção na construção:

	Nada Importante	Pouco Importante	Indiferente	Importante	Muito Importante
Espera de material					
Trabalho à espera de mão-de-obra					
Correção de erros de execução					
Transporte e movimentos desnecessários					
Estocagem desnecessário de materiais					
Mão-de-obra ociosa					
Outro: _____					

20. Marque abaixo quais as dificuldades encontradas na implantação desses elementos ou ferramentas da PE em suas obras?

- a) Falta de comprometimento da alta direção
- b) Não faz parte da cultura organizacional
- c) Operários desmotivados
- d) Falta de conhecimento das ferramentas por parte dos engenheiros
- e) Falta de consultor com essa capacitação
- f) Falta de treinamento no uso das ferramentas
- g) Outras. Qual?

ANEXO

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO PARA MICRO, PEQUENAS, MÉDIAS E GRANDES EMPRESAS NO BRASIL,
SEGUNDO N.º DE EMPREGADOS, RECEITA OPERACIONAL BRUTA ANUAL E FATURAMENTO BRUTO ANUAL,
POR GRANDE GRUPO DE ATIVIDADE ECONÔMICA

INSTITUIÇÃO	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO DE EMPRESAS											
	INDÚSTRIA			COMÉRCIO			SERVIÇOS					
	MICRO	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE	MICRO	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE	MICRO	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE
SEBRAE ⁽¹⁾	até 19	20 a 99	100 a 499	mais 499	até 9	10 a 49	50 a 99	mais 99	até 9	10 a 49	50 a 99	mais 99
FUNCEX ⁽²⁾	1 a 19	20 a 99	100 a 499	500 -mais	-	-	-	-	-	-	-	-
PORTE DAS EMPRESAS SEGUNDO RECEITA OPERACIONAL BRUTA ANUAL (EM R\$)												
BNDDES ⁽³⁾	até 1.200 mil	1.200 mil a 10.500 mil	10.500 mil a 60 milhões	acima de 60 milhões	até 1.200 mil	1.200 mil a 10.500 mil	10.500 mil a 60 milhões	acima de 60 milhões	até 1.200 mil	1.200 mil a 10.500 mil	10.500 mil a 60 milhões	acima de 60 milhões
BDMG ⁽⁴⁾	até 1.200 mil	1.200 mil a 10.500 mil	10.500 mil a 60 milhões	acima de 60 milhões	até 1.200 mil	1.200 mil a 10.500 mil	10.500 mil a 60 milhões	acima de 60 milhões	até 1.200 mil	1.200 mil a 10.500 mil	10.500 mil a 60 milhões	acima de 60 milhões
PORTE DAS EMPRESAS SEGUNDO FATURAMENTO BRUTO ANUAL (EM R\$)												
BANCO DO BRASIL ⁽⁵⁾	até 5 milhões	até 5 milhões	entre 5 e 100 milhões	entre 5 e 100 milhões	até 5 milhões	até 5 milhões	entre 5 e 100 milhões	entre 5 e 100 milhões	até 5 milhões	até 5 milhões	entre 5 e 100 milhões	entre 5 e 100 milhões
SIMPLES ⁽⁶⁾	120.000	1.200.000	-	-	120.000	1.200.000	-	-	120.000	1.200.000	-	-

FONTE: SEBRAE-MG.

ELABORAÇÃO: BANCO DE DADOS DA CBIC.

NOTAS:

1) SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS.

2) FUNDAÇÃO DE COMÉRCIO EXTERIOR.

3) BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL.

4) BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS.

5) BANCO DO BRASIL, critério de classificação segundo faturamento bruto anual.