



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Annielli Araújo Rangel Cunha

**APLICABILIDADE DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION NA
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PETROLINA-PE**

Juazeiro – BA
2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Annielli Araújo Rangel Cunha

**APLICABILIDADE DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION NA
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PETROLINA-PE**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Tecnológico, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Rodrigues de Lima Júnior

Juazeiro-Ba
2009

C972a

Cunha, Anieli Araújo Rangel Cunha
Aplicabilidade do Sistema Lean Construction na Indústria de
Construção Civil em Petrolina-PE / Anieli Araújo Rangel Cunha.
2009.

123 f. :il. ; 28 cm

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade
Federal do Vale do São Francisco, Campus Tecnológico, 2009.
Orientador: Profº Drº Paulo César Rodrigues de Lima Junior.

Inclui bibliografia

1.Sistema Toyota de Produção. 2. Construção Civil. 3.
Desperdício. 4. Lean Construction. I. Título. II. Lima Junior, Paulo
César Rodrigues de.

CDD: 658.5

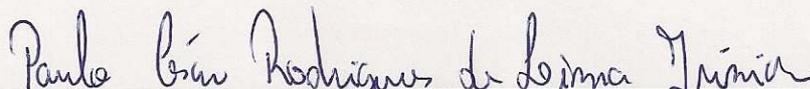
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

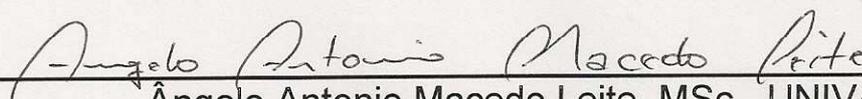
FOLHA DE APROVAÇÃO
Para TFC

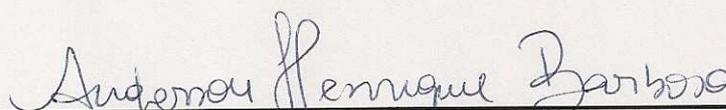
Anielli Araújo Rangel Cunha

**APLICABILIDADE DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION NA
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PETROLINA-PE**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira de Produção, pela Universidade
Federal do Vale do São Francisco.


Paulo Cesar Rodrigues de Lima Junior Dr – UNIVASF


Angelo Antonio Macedo Leite, MSc - UNIVASF


Anderson Henrique Barbosa, MSc - UNIVASF

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 04/12/2009

Dedico esse trabalho ao meu
primeiro professor de matemática,
meu pai.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por, até aqui, ter me ajudado. Por ver suas respostas e o seu cuidado constante em toda a minha vida. Por ter me dado a paciência e equilíbrio necessários e a certeza de que nunca estou só. A minha família, pelo bom exemplo, esforço e dedicação. Ao meu pai, que infelizmente não está presente para compartilhar esse momento, mas que, enquanto eu viver sempre será lembrado com carinho e orgulho pelas lições de vida que me ensinou. À minha mãe, minha grande heroína, por ser meu exemplo, minha referência, por sempre acreditar e me apoiar. Por me ensinar o caminho que devo andar. Agradeço a meu irmão Daniel, avós, tios, primos e agregados da família, por torcerem por mim e estenderem a mão sempre que precisei.

Aos meus queridos professores da graduação, especialmente os do Colegiado de Engenharia de Produção por sempre estarem dispostos a ouvir e ajudar no que fosse necessário. Em especial ao professor Paulo Cesar, por aceitar ser meu orientador e se tornar também um amigo. Pela dedicação e paciência em me ensinar o que sabe. Pelos conselhos oportunos e incentivos, nos momentos em que parecia estar perdida. Por me orientar mais que em um trabalho de conclusão de curso, por me ensinar lições que levarei por toda a vida. Agradeço pela preocupação que demonstrou e por tornar tudo gratificante.

Agradeço as empresas que abriram as portas para mim. Aos profissionais que dedicaram um pouco do seu tempo, permitindo a realização desse trabalho. De maneira especial, agradeço ao engenheiro Mário Spínola por acreditar em mim e contribuir de forma tão generosa em minha formação e ao engenheiro Elvis Carlos pelos bons conselhos e a presteza em ajudar-me sempre que necessário.

Aos meus amigos. Todos eles. Por compreenderem as minhas ausências e estarem sempre de braços e corações abertos quando precisei. Aos meus amigos da graduação, por tornarem meus dias na faculdade melhores.

E de maneira mais que especial, quero agradecer a Ezaú, pelo carinho, compreensão e dedicação. Por ser meu amigo, companheiro e amor durante praticamente todos os anos da graduação. Agradeço por ter toda a paciência.

A todos que contribuíram na minha formação, direta ou indiretamente, muito obrigada!

“Ao deparar-se com
tempestades, uns erguem muros,
outros constroem moinhos”.
Autor desconhecido

Resumo

Este trabalho procura analisar a aplicação dos princípios da *Lean Construction* na indústria de construção civil, subsetor de edificação na cidade de Petrolina – PE. A maneira que uma empresa define sua forma de gerenciar a produção tem efeitos na função produção. Isso implica diretamente na maneira que uma empresa se firma, perante seus clientes, fornecedores e concorrentes, como também em relação aos desperdícios e conseqüentemente o seu lucro. Com consumidores mais conscientes e exigentes e aumento da concorrência, o aumento do valor dos produtos e a redução dos custos, através de um sistema de produção e de administração mais eficiente, com desperdícios mínimos, tornam-se as premissas necessárias para garantir retornos satisfatórios. A indústria da construção civil tem atualizado suas técnicas de gerenciamento, adequando modelos desenvolvidos em outros ambientes industriais para a realidade do setor, com o objetivo de eliminar desperdícios e tornar o processo mais eficiente e as empresas mais competitivas. É nesse contexto que surge o *Lean Construction*, ou construção enxuta, modelo de gerenciamento para a construção civil, desenvolvido por Koskela (1992), como adaptação do Sistema Toyota de Produção, que busca a eliminação total do desperdício e a criação de valor através da aplicação de onze princípios fundamentais. É reconhecendo a importância econômica e social do setor, que esse estudo foi desenvolvido, com o objetivo de analisar de que forma essa filosofia foi difundida na região e o nível de aplicação dos princípios da construção enxuta nas empresas que atuam na cidade. Assim, utilizando como ferramenta de coleta de dados questionário semi-estruturado, foi realizada uma pesquisa exploratória na região, e como resultado, foi possível identificar o percentual de desempenho atual de cada empresa analisada com relação à aplicação dos princípios da *Lean Construction*.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção, Construção Civil, Desperdício e *Lean Construction*.

Abstract

This research analyzes the application of the principles of Lean Construction in the construction industry, in the subsector of Buildings in the city of Petrolina – PE. The mode a company defines its way of managing the production has an effect on the production function. This directly implies the way a company presents itself, to their customers, suppliers and competitors, but also in relation to losses and therefore your profit. With consumers more aware and demanding and increasing competition, to increase the value of products and reducing costs through a system of production and administration more efficient, with minimum waste, become the premises to ensure satisfactory returns. The construction industry is upgrading their management techniques, adapting models developed in other industrial environments to the reality of the sector, aiming to eliminate waste and make the process more efficient and companies more competitive. It is in this context that arise the Lean Construction or building lean management, model for construction developed by Koskela (1992), an adaptation of the Toyota Production System, which seeks total elimination of waste and creating value through the application of eleven principles fundamental. It is recognizing the importance economic and social of sector, that this study was developed, in order to examine how this philosophy was widespread in the region and level of implementation of the principles of lean construction in companies that operate in the city. Thus, using as a tool for data collection, semi-structured questionnaire was conducted exploratory research in the region, and as a result it was possible to identify the current state of the company with respect to the principles of Lean Construction.

Keywords: Toyota Production System, Civil Construction, Waste and Lean Construction.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Distribuição do pessoal ocupado na construção por Região em 2006.....	18
Figura 2 - Crescimento populacional em Petrolina, de 2002 a 2007	20
Figura 3 - Modelo de Processo de Transformação.....	28
Figura 4 - Tipos de Processo em Manufatura e Serviços	32
Figura 5 - Fases da Dimensão Horizontal do Planejamento.....	41
Figura 6 - Imagem Básica da produção <i>Lean</i>	52
Figura 7 - Equação do Lucro	54
Figura 8 - Modelo de processo de produção na filosofia gerencial tradicional.	66
Figura 9 - Modelo de Processo da Construção Enxuta.	67
Figura 10 - Exemplo de Diagrama de Fluxo de Dados representando o sistema de planejamento real de uma empresa.	75
Figura 11 - Roteiro de Pesquisa	81
Figura 12 - Níveis de Percentual de Desempenho para Aplicação dos Princípios. ..	87
Figura 13 - Quantidade de Obras em Execução	91
Figura 14 - Porcentagem estimada em que as respostas se aplicam	91
Figura 15 - Auto-Avaliação do Conhecimento a Respeito da <i>Lean Construction</i>	92
Figura 16 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 01.....	95
Figura 17 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 02.....	99
Figura 18 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 03.....	102
Figura 19 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 04.....	105

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Participação da construção no valor adicionado a preços básicos - 2004 a 2006.....	17
Tabela 2 - Pessoal ocupado e quantidades de empresa em 2006 por região.....	18
Tabela 3 - Pessoal ocupado e quantidades de empresa de construção em 2006 por estado na Região Nordeste.....	19
Tabela 4 - Pessoal ocupado e quantidades de empresa na Construção em 2006 em Petrolina-PE	19
Tabela 5 - Dados gerais de empresas, pessoal ocupado e receita líquida no Brasil entre 2004 a 2006.	59
Tabela 6 - Quadro Resumo da Quantidade de Perguntas por Princípio	83
Tabela 7 - Níveis de Classificação por Percentual de Desempenho para Aplicação dos Princípios.....	88
Tabela 8 - Níveis para a Classificação da Empresa por Percentual de Desempenho Global.....	88
Tabela 9 - Resultados por Princípio para a Empresa 01	94
Tabela 10 - Resultados por Princípio para a Empresa 02	98
Tabela 11 - Resultados por Princípio para a Empresa 03	101
Tabela 12 - Resultados por Princípio para a Empresa 04	104
Tabela 13 - Desempenho Global da Aplicação do sistema <i>Lean Construction</i>	107

Lista de Abreviaturas e Siglas

CIFE	<i>Center for Integrated Facility Engineering</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CONCLA	Comissão Nacional de Classificação
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGLC	<i>Internacional Group for Lean Construction</i>
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
JIT	Just in time
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PIB	Produto Interno Bruto
TFV	Transformação, Fluxo e Valor
TQC	<i>Total Quality Control</i>

Sumário

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	X
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação	14
1.2 Definição do Problema	15
1.3 Justificativa	17
1.4 Objetivos	22
1.4.1 Objetivo Principal	22
1.4.2 Objetivos Específicos	22
1.5 Estrutura do Trabalho.....	22
2 REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 Administração da Produção	24
2.1.1 Conceitos	25
2.1.2 As funções da Administração da Produção.....	26
2.1.3 Modelo de Transformação.....	27
2.1.4 Tipos de Operação de Produção.....	29
2.1.5 Tipos de Processo.....	30

2.1.6	Papel Estratégico e Objetivos da Produção	33
2.2	Estratégia de Produção	34
2.2.1	Prioridade de objetivos de desempenho	36
2.2.2	Áreas de decisão.....	38
2.3	Planejamento e Controle da Produção.....	38
2.3.1	Conceitos relativos ao Planejamento e Controle da Produção	39
2.3.2	Dimensões do Planejamento.....	41
2.4	Sistema Toyota de Produção	44
2.4.1	Origem e desenvolvimento.....	46
2.4.2	Algumas Definições da <i>Lean Production</i>	48
2.4.3	Imagem Básica de Produção <i>Lean</i>	51
2.4.4	Princípio do Não-Custo	53
2.4.5	Perdas.....	55
2.5	Conclusão	57
3	CONSTRUÇÃO CIVIL.....	58
3.1	Importância do Setor da Construção.....	58
3.2	O Subsetor de Edificações	60
3.3	Natureza Singular da Construção.....	61
3.4	Desperdício na Construção	62
3.5	Lean Construction	64
3.5.1	Modelo de Transformação.....	66
3.5.2	Os Princípios da <i>Lean Construction</i>	68
3.5.3	Planejamento e Controle da Produção.....	73
3.5.4	Ferramentas de Aplicação da <i>Lean Construction</i>	76
3.6	Medição de Desempenho.....	78
3.7	Conclusão	79

4	METODOLOGIA	80
4.1	Tipo e Natureza da Pesquisa	80
4.2	Delineamento da Pesquisa.....	81
4.2.1	Pesquisa Bibliográfica	82
4.2.2	Elaboração do Questionário e Aplicação de Questionário Piloto	82
4.2.3	Pesquisa Preliminar	84
4.2.4	Seleção das Empresas	85
4.2.5	Aplicação do Questionário	86
4.2.6	Tratamento e Análise dos Dados	86
5	ANÁLISE DE RESULTADOS	90
5.1	Caracterização das empresas	90
5.2	Conhecimento a respeito da Lean Construction.....	91
5.3	Aplicação dos Onze Princípios de Koskela	93
5.3.1	Empresa 01	93
5.3.2	Empresa 02	98
5.3.3	Empresa 03	101
5.3.4	Empresa 04	104
5.3.5	Desempenho Global das Empresas.....	107
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
6.1	Conclusões.....	108
6.2	Recomendações.....	110
	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE	115

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A indústria da construção civil vem apresentando valores significativos no crescimento do país hodiernamente, como pode ser visto na Tabela 1. O crescimento da renda familiar e do emprego, o aumento do crédito ao consumidor e ofertas de crédito imobiliário, a manutenção ou redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), de diversos insumos da construção, dentre outros fatores, têm impulsionado o crescimento do setor da construção. A expansão desse setor está em linha com a do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), com o desempenho da atividade da construção e com a formação bruta de capital fixo. Além disso, é responsável direta ou indiretamente por milhões de empregos, como indica a Tabela 2, o que movimenta a economia.

Porém, com o aumento da oferta decorrente da expansão do setor, as empresas necessitam revisar a sua organização gerencial. Com consumidores mais conscientes e exigentes e aumento da concorrência, o aumento do valor dos produtos e a redução dos custos, através de um sistema de produção e de administração mais eficiente, com desperdícios mínimos, tornam-se as premissas necessárias para garantir retornos satisfatórios.

A indústria da construção vem buscando adaptar conceitos e técnicas dos ambientes industriais e é nesse contexto que a *Lean Construction*, ou construção enxuta, ganha destaque. Adaptada do modelo de produção originado no Sistema Toyota de Produção, tem, como foco, a eliminação de esforços desnecessários que, por esse motivo, são considerados perdas e o aumento da produtividade, utilizando cada vez menos recursos.

É com base nesse cenário, de expansão de setor e adoção de técnicas gerenciais, que esse trabalho se justifica, como forma de se explorar a divulgação e adoção desse pensamento na cidade de Petrolina.

1.2 Definição do Problema

Os processos na indústria da construção foram, por muito tempo, reconhecidos pelas limitações na sua organização. O atraso nos procedimentos gerenciais e técnicas construtivas, atrasos nos prazos de entrega, mão de obra desqualificada e baixos índices de produtividade, não conformidade e baixa qualidade do produto final, entre outras limitações, foram, por muito tempo, características do setor (BERNARDES, 2003).

Porém, nos últimos anos, a indústria da construção civil tem evoluído em suas técnicas de gestão, substituindo seus procedimentos usuais, por técnicas mais eficientes.

As potencialidades de desempenho da empresa de construção devem ser exploradas e o processo de planejamento e controle da produção tem papel de suma importância para atingir esse objetivo.

Como os consumidores são cada vez mais exigentes e os recursos financeiros cada vez mais reduzidos, a evolução tecnológica e o aumento da concorrência têm levado as empresas a procurar o aumento da produtividade e competitividade. Para isso, é necessário que avaliem os seus métodos e sistemas de produção. Esses, dentre outros fatores, têm estimulado as empresas a acompanharem essa evolução e buscarem melhores níveis de desempenho por meio de investimentos em gestão e tecnologia de produção.

Na tentativa de acompanharem essa evolução, alguns princípios dos ambientes produtivos industriais têm sido adaptados para o setor da construção, com o objetivo de adequar o setor às novas tendências e exigências do mercado. Um desses princípios é a *Lean Construction*, ou construção enxuta.

A *Lean Construction* surgiu com o objetivo de aplicar o conceito *lean* da produção industrial na construção civil. O conceito *lean* (enxuto) baseia-se no Sistema Toyota de Produção, desenvolvido no Japão pós-guerra em um ambiente de manufatura, especificamente no setor automobilístico. O novo paradigma adotado no Japão visava a eliminação de qualquer esforço que absorvesse recurso, mas não criasse valor.

O pensamento enxuto surgiu no ambiente da construção em 1992 quando o finlandês Lauri Koskela publicou o Relatório Técnico nº. 72 – *Application of the New*

Production Philosophy to Construction, pelo *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), ligado à Universidade de Stanford, EUA, onde ele desafia os profissionais da construção a adaptarem os conceitos de fluxo e geração de valor presentes no pensamento enxuto.

Com base nesses documentos, a pesquisa nessa área se desenvolveu e, em 1994, foi formado um grupo internacional de pesquisadores sobre *Lean Construction*, denominado *Internacional Group for Lean Construction* (IGLC). Esse grupo se reúne anualmente para discutir os avanços desse novo paradigma para o sistema de Gestão da Produção no setor da Construção Civil.

No Brasil a *Lean Construction* chegou em 1996, trazida por diversos pesquisadores e consultores da área de planejamento e gestão da produção. Desde então a temática tem sido explorada de forma crescente. A quantidade de livros ainda é pouca, mas as pesquisas têm crescido anualmente. Os anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção e *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* registram que a partir de 1998 trabalhos sobre a *Lean Construction* foram utilizados como fonte de pesquisa. Em 2002, o primeiro artigo aborda benefícios da adoção de conceitos da *Lean Construction*. A partir daí, o termo *Lean Construction* deixa de ser utilizado apenas nas referências e passa a ser parte do estudo.

Com base nessas informações, tendo em vista contribuir com o aumento de pesquisas nessa área, propõe-se uma investigação exploratória na cidade de Petrolina - PE, para que se possa dispor de conhecimentos científicos sobre o nível de conhecimento e aplicação dos princípios da construção enxuta nessa região.

Para isso faz-se os seguintes questionamentos:

Qual o grau de conhecimento do empresariado da cidade de Petrolina-PE a respeito dos princípios da *Lean Construction*? Alguma ferramenta ou princípio dessa filosofia é utilizada?

1.3 Justificativa

A importância do setor da construção pode ser retratada em números. Esse setor tem forte potencial multiplicador, devido ao seu processo produtivo envolver outros setores, possuir uma grande capacidade de realizar investimentos, grande potencial de criação de empregos diretos e indiretos, além de seus efeitos benéficos sobre a balança comercial.

A divisão setorial do PIB é feita em três classes: Agropecuária, Indústria e Serviços. É na classe Industrial que a atividade de construção é classificada.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2007, divulga que o PIB a preços de mercado acumulado no ano de 2006 teve crescimento de 2,9% em relação a 2005. Essa taxa resultou da elevação de 2,7% do valor adicionado a preços básicos e do aumento de 4,4% nos impostos sobre produtos. A elevação do valor adicionado decorreu do desempenho dos três setores que o compõem: agropecuária (3,2%), indústria (3,0%) e serviços (2,4%). Dentre os subsetores da indústria, a maior alta ocorreu na extrativa mineral (5,6%), em seguida, contribuindo para o crescimento do setor industrial, veio a construção civil (4,5%).

O IBGE divulga a participação no valor adicionado a preços básicos segundo as classes e atividades do período de 2004 a 2006.

Tabela 1 - Participação da construção no valor adicionado a preços básicos - 2004 a 2006

	2004		2005		2006	
	Total	Construção	Total	Construção	Total	Construção
Valor adicionado bruto (em 1.000.000R\$)	1.666.258	84.868	1.842.253	90.228	2.034.734	96.287
Participação da Construção no valor adicionado a preços básicos (em %)	5,1%		4,9%		4,7%	

Fonte: IBGE, 2009.

A construção tem uma grande importância social, pois é grande a quantidade de empresas atuantes nessa área. Muitas delas não atuam apenas na sua sede, com isso, a quantidade de empregos gerados, direta e indiretamente segue a

mesma proporção. A Tabela 2 mostra as quantidades de empresas e pessoas ocupadas em 2006:

Tabela 2 - Pessoal ocupado e quantidades de empresa em 2006 por região

Local	Empresas		Pessoal ocupado em 31.12
	Unidades da Federação de origem (sede)	Atuantes nas Unidades da Federação	
Brasil	29.995	32.819	1.300.824
Norte	1.345	1.662	84.018
Nordeste	4.903	5.549	256.421
Sudeste	15.094	16.184	690.459
Sul	6.525	6.936	172.120
Centro-Oeste	2.127	2.488	97.808

Fonte: IBGE, 2009.

Apesar de ser a terceira maior em quantidade de empresas, ficando atrás das regiões sul e sudeste, a região nordeste foi responsável por cerca de 20% do pessoal ocupado nessa atividade em 2006, como pode ser visto na Figura 1.

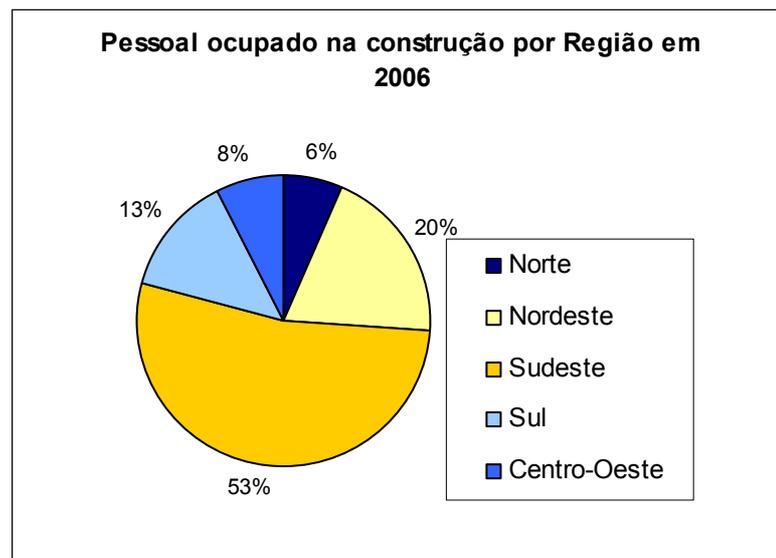


Figura 1 - Distribuição do pessoal ocupado na construção por Região em 2006.

Fonte: Adaptado do IBGE, 2009.

A Tabela 3 mostra a quantidade de empresas e de pessoas ocupadas na atividade de construção em 2006, por estado, do nordeste.

Tabela 3 - Pessoal ocupado e quantidades de empresa de construção em 2006 por estado na Região Nordeste.

Local	Empresas		Pessoal ocupado em 31.12
	Unidades da Federação de origem (sede)	Atuantes nas Unidades da Federação	
Nordeste	4.903	5.549	256.421
Maranhão	334	426	19.902
Piauí	251	287	12.350
Ceará	727	784	32.487
Rio Grande do Norte	471	548	20.342
Paraíba	433	476	13.151
Pernambuco	923	1.010	42.482
Alagoas	249	287	10.710
Sergipe	260	315	19.646
Bahia	1.255	1.417	85.350

Fonte: Adaptado do IBGE, 2009.

Em Petrolina- PE, a quantidade de empresas e empregos gerados em 2006 podem ser observados na Tabela 4:

Tabela 4 - Pessoal ocupado e quantidades de empresa na Construção em 2006 em Petrolina-PE

Local	Unidades Locais	Pessoal ocupado total	Pessoal ocupado assalariado
Petrolina	142	3.337	3.120

Fonte: Adaptado do IBGE, 2009.

Em Petrolina, mais de 15% das empresas de construção do estado de Pernambuco está na cidade, que é responsável por quase 8% do pessoal ocupado nessa atividade, no estado.

Um fator que deve ser levado em conta é o aumento populacional na cidade, o que deve gerar uma demanda crescente por habitações.

A quantidade de habitantes cresce anualmente, como pode ser visto na Figura 2:

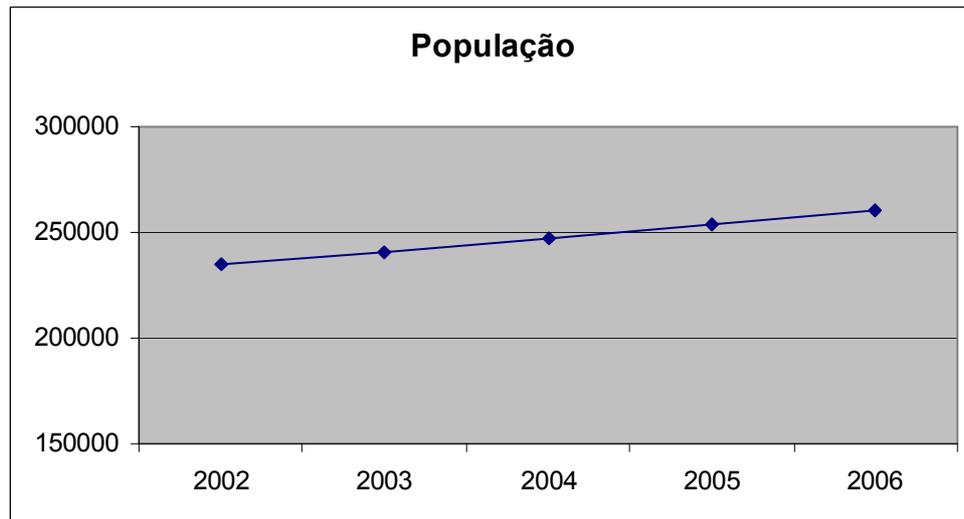


Figura 2 - Crescimento populacional em Petrolina, de 2002 a 2007

Fonte: Adaptado do IBGE, 2009.

O setor da construção é de grande relevância econômica e social, como visto, porém, o gerenciamento das obras ainda tem muito a evoluir. Fatores como o aumento da competição, do nível de exigências dos clientes e reivindicações de melhoria das condições de trabalho por parte da mão-de-obra têm impulsionado a indústria da construção civil, no Brasil, a passar por importantes mudanças. Este quadro configura-se como uma tendência internacional, à medida que as mesmas mudanças são observadas, em maior ou menor grau, em outros países e também em outros setores (ISATTO *et al.*, 2000).

O termo vantagem competitiva nunca pareceu estar tão enraizado na cultura organizacional como nos dias atuais. Uma empresa de construção civil será mais ou menos competitiva a partir da eficiência do seu sistema de produção, em termos de estrutura, infra-estrutura, qualidade, planejamento, controle, entre outros. A arma fundamental da competitividade traduz-se como sendo o planejamento racional das atividades de produção (BARROS, 2005).

Por essas razões, o setor de edificações tem procurado adaptar conceitos, métodos e técnicas desenvolvidos para ambientes de produção industrial que, em

geral são implementados através de procedimentos administrativos, como também de sistemas de planejamento e controle da produção (BERNARDES, 2003).

A falta de um sistema de planejamento e controle eficientes traz ao setor altos níveis de desperdícios. Os problemas gerenciais resultam em falta de eficiência e qualidade; por esse motivo, faz-se necessária a introdução, no setor de edificações, de modernas filosofias gerenciais.

Um projeto de avaliação de perdas na construção, realizado pela Escola politécnica da USP em conjunto com o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), traçou um diagnóstico preciso das principais causas de perdas de materiais em obras e revelou que as perdas, em massa, chegam a índices relevantes de até 28% e, financeiramente, o valor chega a 5% (FARIA, 2004).

Esses valores chamam atenção para o quanto a indústria da construção pode melhorar, pois, através de um processo de planejamento e controle eficientes, será possível identificar as causas de perdas e tentar evitá-las.

Analisando o cenário onde o lucro é definido pela relação entre as perdas e o custo, altos níveis de desperdício não são mais admitidos para as empresas que desejam se manter competitivas.

Assim, a indústria da construção civil tem buscado novas formas de gestão, com o objetivo de se adequar às novas exigências do mercado.

Nesse contexto surge o pensamento enxuto, que apresenta uma base conceitual que tem o potencial de trazer benefícios, em termos de melhoria de eficiência e eficácia de sistemas de produção através da aplicação de seus princípios básicos.

Baseado nessas argumentações, o presente trabalho visa apresentar a noção do empresariado da região a respeito dos princípios da *Lean Construction* e seus benefícios. Além disso, verificar se há adoção de princípios e ferramentas do pensamento enxuto, com a consciência desejável, ou sem ela, ou seja, agindo mais pelo bom senso ou reprodução de práticas que deram certo do que pela aplicação de princípios aprendidos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Principal

Analisar o nível de conhecimento e de aplicação dos princípios da *Lean Construction* em empresas de construção civil na cidade de Petrolina.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar como os responsáveis pelas empresas de construção locais avaliam seu conhecimento a respeito da *Lean Construction*;
- Verificar o interesse em aplicar os princípios da *Lean Construction* e os entraves para isso;
- Identificar a percepção do empresariado local a respeito dos princípios da *Lean Construction* e seus benefícios;
- Examinar que princípios da *Lean Construction* têm sido aplicados na região;
- Conhecer que ferramentas da *Lean Construction* são utilizadas;

1.5 Estrutura do Trabalho

Esse trabalho está estruturado em cinco capítulos além desse capítulo introdutório.

O segundo capítulo traz um resumo teórico dos conceitos que norteiam esse trabalho, abordando os temas de gestão da produção, planejamento e controle e Lean Production.

O terceiro capítulo trata da construção civil, sua classificação, natureza e importância, desperdícios comuns no setor e, a respeito da *Lean Construction*, princípios e ferramentas.

O quarto capítulo foi destinado a expor a metodologia adotada na escolha das empresas e a realização de entrevistas e parâmetros adotados para atingir os objetivos propostos.

O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa de campo, e a análise dos mesmos.

Por fim, o sexto capítulo expõe as conclusões sobre os resultados obtidos, apresentando as limitações deste e as oportunidades para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo abordaremos conceitos importantes a respeito do gerenciamento da produção. Apresentaremos as funções da administração da produção, descreveremos o modelo de transformação usual, tipos de processo e operações, bem como o papel estratégico e os objetivos da produção.

Dando continuidade, analisaremos as prioridades quanto aos objetivos de desempenho citados, assim como as áreas de decisão, referentes à estratégia de produção.

Ainda será possível conhecer conceitos relativos ao Planejamento e Controle da Produção e as dimensões do planejamento.

Finalmente os conceitos referentes a *Lean Production* se tornarão familiares. Conheceremos a evolução dos modelos de gerenciamento até chegar ao Sistema Toyota de Produção e serão descritas as principais características e fundamentos desse sistema.

2.1 Administração da Produção

Desde os primórdios, os homens se associavam a outros para conseguir atingir os seus objetivos. A administração existe desde então, porém de maneira rudimentar. Os relatos históricos apontam que os egípcios utilizavam do planejamento, conselheiros e divisão do trabalho, os hebreus, a descentralização e organogramas que ainda são utilizados nos dias atuais, os romanos, sistemas semi-industriais de armas, têxtil, dentre outros.

Porém, a administração como conhecemos hoje é relativamente recente. Como consequência da Revolução Industrial ocorrida no século XVIII o trabalho se tornou complexo e foi preciso desenvolver novos padrões de gerenciamento. Desde então novos modelos surgiram, como o modelo de produção originado nas linhas de montagem da Ford e o modelo japonês, surgido após a Segunda Guerra Mundial.

2.1.1 Conceitos

Segundo Slack *et al.* (2009, p.25), a “administração da produção trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços”.

A função produção afeta diretamente o nível de satisfação de seus consumidores. Por esse motivo, essa função é tão importante.

Antes de discorrer sobre a função produção é necessário conhecer alguns conceitos relativos ao tema. Slack *et al.* (2009, p.28) define a função produção como a “união de recursos destinados à produção de bens e serviços”.

Função produção pode ser definida também como sendo a transformação e uso de recursos para mudar o estado ou condição de algo a fim de produzir ou transformar alguma coisa, serviço, matéria prima, informação, em outra de maior qualidade ou utilidade (STONER e FREEMAN, 1999)

Assim, a função produção pode ainda ser definida como o processo de utilização de recursos para dar origem a bens e serviços. Por tanto, toda organização, ao produzir um bem ou serviço, possui uma função produção, podendo haver variações para essa denominação.

A produção de bens e serviços é realizada através de um processo de transformação. O termo Função de Produção e Operações também é usado.

Shingo (1996, p.37) diz que “produção é uma rede de processos e operações. Um processo é o fluxo de materiais, é a transformação de matéria-prima em produtos acabados ou semi-acabados”. Os trabalhos realizados para efetivar essas transformações podem ser definidos como operações.

Uma operação pode ser a produção de um produto ou prestação de um serviço.

Os gerentes de produção são os indivíduos que exercem a responsabilidade de administrar algum ou todos os recursos envolvidos pela função produção. Gerir significa planejar, executar e controlar as atividades, garantindo os recursos necessários e a qualidade do resultado final.

Administração da produção é o termo utilizado para as atividades exercidas pelos gerentes de produção, é também o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na Função Produção ou de Operações.

Slack *et al.* (2009, p. 48) diz:

Os gerentes de produção possuem algumas responsabilidades por todas as atividades da organização que contribuem para a produção efetiva de bens e serviços. Provavelmente, essa área de responsabilidade é bem mais ampla do que a própria administração da produção, não importa a amplitude definida pela organização para essa função. É o termo responsabilidade que necessita de informação complementar.

Para isso são definidos dois tipos de responsabilidade para os gerentes de produção:

a) **Responsabilidades Indiretas** por alguma atividade que podem ser resumidas como:

- Informar sobre oportunidades e restrições quanto à capacidade;
- Discutir com as outras funções como os planos da empresa podem ser melhorados;
- Encorajar outras funções a opinarem sobre melhorias na função produção.

b) **Responsabilidades Diretas** por outras atividades incluem:

- Entender os objetivos estratégicos da produção;
- Desenvolver uma estratégia de produção para a organização;
- Desenhar produtos, serviços e processos de produção;
- Planejar e controlar a produção;
- Melhorar o desempenho da produção.

2.1.2 As funções da Administração da Produção

A função produção deve utilizar de maneira eficiente todos os seus recursos e produzir bens e serviços que atendam as necessidades de seus clientes. Para que a organização sobreviva, a longo prazo, com vantagem competitiva sobre seus rivais comerciais, precisa cumprir com a função produção de maneira eficaz, criativa, inovadora e vigorosa para introduzir formas novas e melhoradas de produzir bens e serviços (SLACK *et al.*, 2009).

A premissa básica de toda organização é a busca incessante pelo lucro. A maneira que essa organização irá gerir a sua produção (se será com, ou sem, eficiência e eficácia) será determinante para garantir o retorno esperado.

Ainda de acordo com o mesmo autor, “a função produção é central para organização porque produz os bens e serviços que são a razão de sua existência, mas não é a única nem necessariamente a mais importante”. No entanto, todas as outras funções estão ligadas a função produção, pois compartilham dos mesmos objetivos. A satisfação do cliente da melhor maneira possível só será possível através do trabalho conjunto e eficiente de todas as funções da organização.

O planejamento, a organização, a direção e o controle das operações produtivas, devem estar alinhados com o objetivo da organização. Para tanto Stoner e Freeman (1999) caracterizam cada um desses processos:

- **Planejamento:** todas as atividades gerenciais futuras são estabelecidas nesse processo. São definidas as linhas de ação que devem ser seguidas para que se alcancem os objetivos da empresa e quando essas ações devem acontecer.
- **Organização:** são arranjados os recursos necessários para a realização dos processos estabelecidos no planejamento. A organização é essencial para o melhor aproveitamento dos recursos.
- **Direção:** os empregados devem ser informados das tarefas necessárias para o cumprimento do planejamento e motivados. Seus esforços devem ser coordenados. O planejamento é transformado em atividades concretas.
- **Controle:** são delineados os meios para se certificar que o desempenho planejado será atingido. As demais funções se tornam ineficientes sem o controle. Pois é nessa função que se estabelecem os padrões de desempenho, os métodos de mensurá-los, a avaliação do desempenho e a aplicação de medidas corretivas, se necessário.

2.1.3 Modelo de Transformação

Slack *et al.* (2009, p.31), afirma que:

De maneira geral, qualquer operação produz bens e serviço ou um misto dos dois. E faz isso por um processo de transformação. Por transformação nos referimos ao uso de recursos para mudar o estado ou condições de algo para produzir *outputs*. Em resumo, a produção envolve um conjunto de recursos

de *input* usado para transformar algo ou para ser transformado em *outputs* de bens e serviços.

A Figura 3 a seguir mostra uma representação de um modelo de transformação que é usado para descrever a natureza da produção.

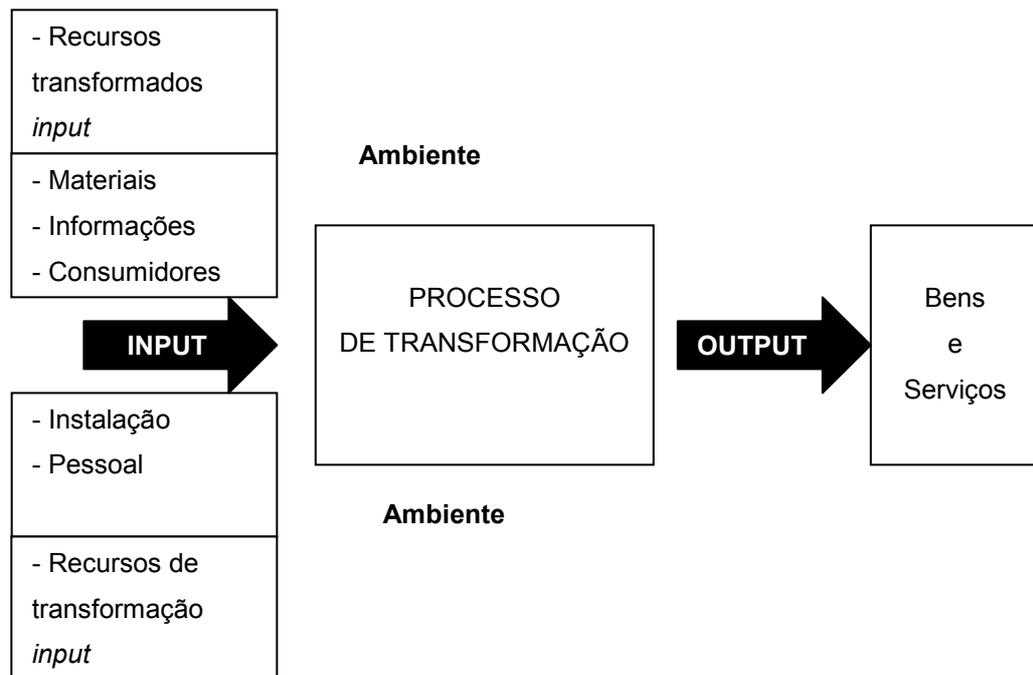


Figura 3 - Modelo de Processo de Transformação

Fonte: SLACK *et al.*, 2009.

Uma atividade de produção pode ser vista como um modelo *input* – transformação – *output*.

O *input* também é conhecido com insumo. Como visto no diagrama da Figura 3, os *inputs* incluem mão-de-obra, capital, tecnologia e informações. Na produção de serviços há uma característica especial onde os próprios clientes são parte do *input*. São eles que serão “transformados”.

Slack *et al.* (2009) classifica os inputs para a produção quanto a sua natureza em:

- **Recursos transformados:** materiais, informações, consumidores; e
- **Recursos de transformação:** instalações, funcionários.

O primeiro se refere aos recursos que são transformados ou se convertem de alguma forma. Frequentemente, a utilização de um desses recursos é predominante

em uma operação. Já o segundo age sobre os recursos transformados e depende diretamente do tipo de operação.

O processo de transformação está relacionado com a natureza de seus recursos de *input*. As operações que processam informações podem transformar a forma, mudar a posse, a localização ou ainda estocar ou acomodar a informação. As operações que processam materiais podem transformar suas propriedades físicas, localização, posse ou ainda estocar ou acomodar esses materiais. As operações que processam consumidores podem mudar suas propriedades físicas, localização ou acomodação. Podem também lidar com transformações fisiológicas e do estado psicológico (SLACK *et al.*, 2009).

Produto também é utilizado com sinônimo para *output*. Bens e serviços são os objetivos do processo de transformação. Geralmente bens e serviços são vistos como diferentes. Alguns critérios são utilizados para isso como: tangibilidade, estocabilidade, transportabilidade, simultaneidade, contato com o consumidor e qualidade. Porém o *output* da maioria das organizações é um misto entre bens e serviços (SLACK *et al.*, 2009).

Os elementos de ação direta e de ação indireta, como, por exemplo, as regulamentações governamentais, inflação, fornecedores, valores sociais e o clima, fazem parte do ambiente externo. Esses elementos sempre estão presentes e influem de alguma forma na função produção.

2.1.4 Tipos de Operação de Produção

O processo de transformação de *input* em *output* é similar nas operações, porém as diferenças serão tratadas aqui.

Slack *et al.* (2009, p.44) define quatro medidas importantes que podem ser usadas para distinguir as operações:

- **Volume de *output*:** o volume do *output* terá implicações diretas no grau de repetição, assim será identificado se fará sentido a especialização, se há a necessidade de sistematização do trabalho, como também a viabilidade de investimento em equipamentos especializados e a relação dos custos unitários.

- **Variedade de *output*:** os custos relativos a uma operação padronizada e regular são relativamente menores comparados aos custos de uma operação com alto grau de flexibilidade.
- **Variação da demanda do *output*:** a variação de demanda implica em decisões sobre a capacidade, estoque e nível de utilização dos recursos.
- **Grau de contato com o consumidor envolvido na produção do *output*:** a decisão de se aceitarem consumidores na operação ou de mantê-los afastados é fundamental e está muito mais relacionada com a natureza do serviço ou produto. Dessa forma pode acontecer de, para uma mesma operação, haver alto ou baixo grau de envolvimento do consumidor. As organizações devem decidir os limites para esse envolvimento.

2.1.5 Tipos de Processo

Cada tipo de processo exige uma diferente forma de organização das operações, pois possuem características diferentes de volume e variedade.

A quantidade de tipos de processo varia entre diferentes autores. Essa variação se dá devido ao grau de detalhamento desses processos e pela caracterização de suas interfaces.

Quanto aos tipos de processo Slack *et al.* (2009, p.104), diz:

A posição de uma operação no *continuum* volume-variedade, pelo fato de influenciar a natureza de seus objetivos de desempenho e suas atividades de projeto, também determina a abordagem geral para gerenciar o processo de transformação. Essas “abordagens gerais” para gerenciar o processo de transformação são chamadas tipos de processos. São usados termos diferentes para identificar tipos de processos nos setores de manufatura e serviços.

Ainda de acordo com o mesmo autor, na manufatura, estes tipos de processo são (em ordem de volume crescente e variedade decrescente):

- **Processos de Projeto:** são os que lidam com produtos discretos, usualmente bastante customizados. Com muita frequência o período de

tempo para fazer o produto ou serviço é relativamente longo como é o intervalo entre a conclusão de cada produto ou serviço. Baixo volume e alta variedade são características do processo de projeto.

- **Processos de *Jobbing*:** também lida com variedade muito alta e baixos volumes. Enquanto em processos de projeto cada produto tem recursos dedicados mais ou menos exclusivamente para ele, em processos de *jobbing* cada produto deve compartilhar os recursos da operação com diversos outros.
- **Processos em Lotes ou Bateladas:** podem parecer com os de *jobbing*, mas não têm o mesmo grau de variedade. Possuem muita variabilidade e o volume é reduzido.
- **Processos de Produção em Massa:** são os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto.
- **Processos Contínuos:** situam-se um passo além dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volume ainda maiores e em geral terem variedade mais baixa. Normalmente operam por períodos de tempo muito mais longos. Às vezes são literalmente contínuos no sentido de que os produtos são inseparáveis, sendo produzidos em um fluxo ininterrupto.

Em operações de serviços os termos do tipo de processo são (em ordem de volume crescente e variedade decrescente):

- **Serviços profissionais:** nesse tipo de serviço, há alto grau de contato com o cliente. Exige altos níveis de customização e devem ser adaptáveis as necessidades do cliente. É baseado em pessoas ao invés de equipamentos e a ênfase é no processo ao invés de no produto.
- **Lojas de serviços:** este serviço é baseado na combinação de atividades da linha de frente e da retaguarda, pessoas e equipamentos, produtos e processos. Está posicionada entre os serviços profissionais e de massa e é caracterizado pelos níveis de contato com o cliente, customização, volume de clientes e liberdade de decisão do pessoal.
- **Serviços de Massa:** está no extremo oposto ao serviço profissional. Envolve muita transação entre clientes, contato limitado, os profissionais

devem seguir procedimentos preestabelecidos e pouca customização. São baseados em equipamentos e orientados para o produto.

A Figura 4 esquematiza cada um dos tipos de processo, pelo conceito de Slack *et al.* (2009), quanto ao volume e variedade. Conhecer o tipo de processo e suas características determinará a forma como os objetivos de desempenho serão definidos.

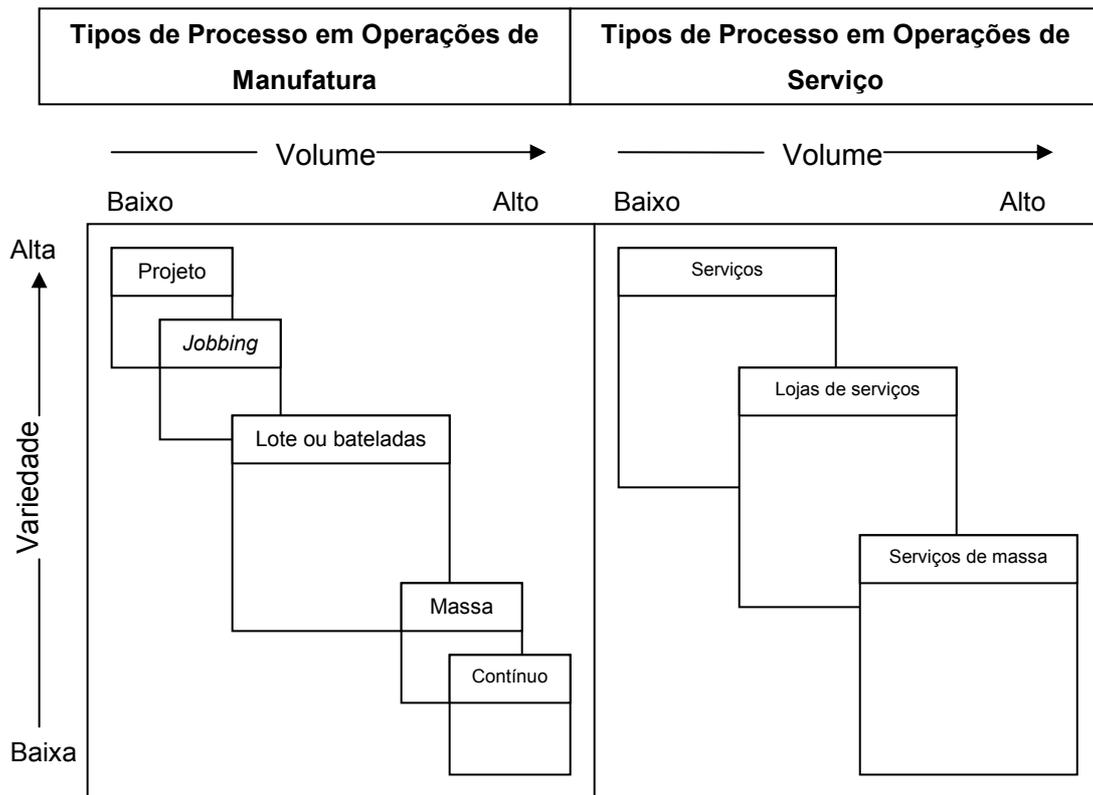


Figura 4 - Tipos de Processo em Manufatura e Serviços

Fonte: Slack, *et al.*, 2009.

A posição da produção com relação ao volume e variedade influencia em muitos aspectos do planejamento quanto a localização, padronização, tecnologia de processo, natureza do arranjo físico e fluxo e habilidades exigidas do pessoal.

Sendo assim, o conhecimento a respeito da posição da produção quanto ao volume e variedade do produto ou serviço oferecido, conferirá a empresa um processo de planejamento mais eficiente.

2.1.6 Papel Estratégico e Objetivos da Produção

De acordo com Slack *et al.* (2009, p. 57 e 59), para qualquer organização que deseja ser bem sucedida a longo prazo, a contribuição de sua função produção é vital. Ela dá à organização uma “vantagem baseada em produção”.

A função produção contribui para se atingir essa idéia de vantagem através de cinco “objetivos de desempenho”:

- **Qualidade:** fazer certo as coisas. Isto é, não cometer erros. O bom desempenho de qualidade leva à satisfação de clientes internos e externos, reduz os custos relacionados a correção de problemas, geração de refugos e não conformidades e ainda aumenta a confiabilidade do consumidor.
- **Rapidez:** significa o tempo que os consumidores precisam esperar para receber seus produtos ou serviços. A rapidez nas operações internas também é importante, pois possibilitará resposta rápida ao cliente. Além disso, nas operações internas, gera vantagem de redução de estoques e maior confiança em seus planejamentos.
- **Confiabilidade:** fazer as coisas em tempo para manter os compromissos de entrega assumidos com seus consumidores, significa ser confiável. A confiabilidade só pode ser julgada após a entrega do produto ou serviço. A confiabilidade nas operações internas gera vantagens de economia de tempo e dinheiro. Além disso, ao se eliminar as perturbações causadas pela falta de confiabilidade é possível que cada parte da operação possa se concentrar em melhorar suas atividades, sem ter sua atenção desviada por problemas causados em outras parte da operação.
- **Flexibilidade:** estar preparado para mudar o que faz. Estar em condições de mudar ou adaptar-se às atividades de produção para enfrentar circunstâncias inesperadas. Estar em condições de mudar rapidamente para atender às exigências dos consumidores. Flexibilidade está ligada diretamente a mudança. Pode-se alterar o tipo de produto ou serviço, a variedade ou composto, a quantidade ou volume, ou ainda o tempo de entrega dos produtos ou serviços.
- **Custo:** proporcionar um bem ou serviço o menos oneroso possível, produzindo a custos que possibilite fixar preços apropriados ao mercado e

ainda permitir o retorno para a organização. O custo é afetado por todos os objetivos anteriores. Uma forma de melhorar o desempenho dos custos é melhorar o desempenho dos outros objetivos operacionais.

2.2 Estratégia de Produção

Todas as organizações precisam definir para onde direcionar seus esforços. É necessário saber onde se deseja chegar, para assim planejar suas ações futuras.

Antes de discorrermos sobre a estratégia de produção é necessário que se conheça o conceito de estratégia. Slack *et al.* (2009, p.74) afirma que “estratégia é o padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente e têm o objetivo de fazê-la atingir seus objetivos de longo prazo.”

O grande objetivo de uma estratégia de produção é a conquista de vantagem competitiva.

Barros (2005) afirma que “o termo vantagem competitiva nunca pareceu estar tão enraizado na cultura organizacional como nos dias atuais. Competitividade refere-se à posição relativa da empresa no mercado consumidor”.

A maneira como uma empresa se diferencia de seus concorrentes definirá a escolha de seus consumidores. Por essa razão procura-se apresentar características distintas de seus concorrentes.

A função produção possui grande responsabilidade na conquista dessa vantagem. A evolução das técnicas de gestão da produção permitiu perceber que outros aspectos além da redução dos custos poderiam ser valorizados como, por exemplo, a qualidade, o tempo de entrega, dentre outros.

Cada departamento, de qualquer empresa, tem suas funções a desempenhar para se atingir os objetivos organizacionais com sucesso. Para Slack *et al.* (2009), dentro da organização, a função produção pode, quanto à estratégia empresarial, assumir três papéis muito importantes:

- **Apoiadora:** a produção dá apoio à estratégia global da organização, desenvolvendo objetivos e políticas para administrar os seus recursos. Faz isso desenvolvendo os recursos de produção adequados a qualquer que

seja a estratégia adotada. Nesse papel, a produção aparece como seguidora da estratégia.

- **Implementadora:** como implementadora da estratégia organizacional, a produção assume o papel de executora da estratégia. A estratégia precisa tomar forma e ser visualizada por seus executores. As decisões estratégicas definidas devem ser transformadas em realidade operacional. A operação deve garantir que a estratégia realmente funcione na prática, seja aplicável e alcançável.
- **Impulsionadora:** como impulsionadora da estratégia da empresa, a produção exerce o papel de líder. A produção deve fornecer os meios para a obtenção de vantagem competitiva. Isso quer dizer que a função produção deve fornecer todos os aspectos de desempenho necessários para que se possa conseguir alcançar os seus objetivos a longo prazo.

A estratégia está no centro do processo de tomada de decisões. É necessário que a empresa conheça bem o mercado que está atuando, seus concorrentes, a indústria que está atuando, o ambiente a qual está inserida, e principalmente, deve possuir um profundo conhecimento a respeito de si própria, para entender como todos esses agentes se relacionam.

Dessa forma, a empresa poderá determinar qual será a estratégia competitiva mais adequada para ser capaz de atingir os seus objetivos, como também as decisões que uma operação produtiva deve tomar para estabelecer o conteúdo de sua estratégia de produção.

Para Slack *et al.* (2009) existem três níveis de estratégia:

- **Corporativo:** as estratégias desse nível posicionarão a empresa em seu ambiente global, econômico, político e social.
- **Do negócio:** cada unidade da corporação definirá sua missão e objetivos individuais, definindo a forma que se pretende competir em um ambiente que os consumidores, mercados e concorrentes e a própria corporação estão inseridos.
- **Funcional:** cada função avaliará o seu papel para o cumprimento dos objetivos estratégicos e competitivos do negócio.

Slack *et al.* (2009, p.73) afirma que:

Uma vez que a função produção entendeu seu papel dentro do negócio como um todo e depois que determinou os objetivos de desempenho que definem sua contribuição para a estratégia, ela precisa formular um conjunto de princípios gerais que guiarão seu processo de tomada de decisão. Isto é a estratégia de produção de empresa.

A escolha da estratégia adequada implicará diretamente no sucesso ou fracasso de uma empresa. Todos os setores da organização devem conhecer a estratégia e traduzi-las em uma linguagem que faça sentido para eles, de maneira que, assim, possam utilizar os seus recursos da maneira mais eficaz ao apoiar os objetivos estratégicos.

2.2.1 Prioridade de objetivos de desempenho

Os cinco objetivos de desempenho já citados, Qualidade, Flexibilidade, Confiabilidade, Tempo e Custos, se aplicam a diferentes tipos de produção. Porém, para determinadas situações, alguns desses objetivos podem receber atenção especial ou destaque. Para Slack *et al.* (2009), três fatores são importantes na escolha do objetivo que merece ênfase: Consumidores, Concorrentes e Ciclo de vida do produto.

A produção procura satisfazer o seu consumidor, através dos seus objetivos de desempenho. As necessidades dos consumidores são o aspecto que possui maior influência, quando se procura determinar qual objetivo de desempenho será mais importante para a organização.

Para isso, é necessário conhecer as preferências dos consumidores. Quais são os fatores ganhadores de pedidos, qualificadores e os menos importantes para eles. O nível com que a empresa atende as preferências de seus consumidores é determinado pela *performance* da função produção no objetivo de desempenho de preferência do cliente. A forma que a empresa traduz a necessidade do consumidor determina a prioridade relativa de cada objeto de desempenho. Apesar da relevância de todos os cinco objetivos de desempenho para a satisfação do consumidor, é necessário, no entanto, que se tenha a consciência que um terá uma importância maior que o outro, ou seja, o consumidor estará disposto a pagar pelo produto ou

serviço, onde a função produção priorize o objetivo de desempenho que ele considera mais importante.

Em alguns momentos, a produção pode ser influenciada, além de pelos consumidores, pelos concorrentes. É necessário que se perceba a maneira como a operação reage a mudanças no comportamento dos concorrentes. Isso não quer dizer que a empresa deve copiar a estratégia dos seus concorrentes, mas que deve avaliar o seu posicionamento, suas prioridades e estratégias para garantir a sua sobrevivência no mercado ou o retorno esperado. Ou ainda, decidir pela diferenciação de seus concorrentes, para obter vantagem competitiva. Assim, mesmo não havendo modificações nas preferências de seus consumidores, uma empresa pode ser obrigada a mudar a sua estratégia, e, por consequência, mudar a prioridade dos objetivos de desempenho que esperam de sua produção.

Por fim, a escolha do objetivo de desempenho que deve ser enfatizado depende do estágio do ciclo de vida no qual se encontra o produto ou serviço. Phillip Kotler *apud* Slack *et al.* (2009, p. 81), afirma que os produtos ou serviços têm vida limitada e que passam por quatro processos distintos, que exigem diferentes desafios tanto para as vendas quanto para a produção. Os quatro estágios de vida do produto são:

- **Introdução:** quando o produto acaba de ser lançado no mercado;
- **Crescimento:** ocorre quando o produto vai ganhando espaço no mercado;
- **Maturação:** quando se atinge o ápice do ciclo de vida. O produto é conhecido e as necessidades dos consumidores são saciadas;
- **Declínio:** as necessidades dos consumidores são largamente satisfeitas. Há redução das vendas.

Os objetivos das operações e a forma que são administrados sofrem mudanças à medida que o produto amadureça.

Com isso, percebe-se que a estratégia de produção lida com a importância relativa que cada objetivo de desempenho tem para a produção e que essa importância pode sofrer influências dos consumidores, concorrentes e pelo estágio do ciclo de vida do produto.

2.2.2 Áreas de decisão

Uma estratégia de operação deve levar em conta, além da prioridade do objetivo de desempenho, a direção geral para cada uma das áreas de decisão da produção.

Slack *et al.* (2009, p.83) afirma que “as estratégias de produção se dividem em decisões estratégicas que determinam a estrutura da produção e decisões estratégicas que determinam sua infra-estrutura.”

As estratégias estruturais estão relacionadas às atividades de projeto, enquanto que as estratégias de infra-estrutura influenciam as atividades de planejamento, controle e melhoria.

Assim, o processo de tomada de decisão na produção é feito estabelecendo estratégias que versam projeto, planejamento, controle e melhoria.

2.3 Planejamento e Controle da Produção

O processo de gerenciamento dá sentido à filosofia e aos princípios que norteiam um negócio. Com isso, os esforços e recursos são organizados de maneira que as metas e os objetivos estabelecidos possam ser atingidos mais facilmente. (GHINATO,1996)

Ghinato (1996, p.37) afirma que:

O processo de gerenciamento é reconhecido por diversos autores como elemento fundamental na condução do negócio. Ishikawa, por exemplo, afirma que quando uma fábrica produz produtos defeituosos, apenas 1/4 ou 1/5 da falha pode ser atribuída ao operário de linha. Grande parte da falha deve ser atribuída ao nível gerencial.

O processo de planejamento e controle é de grande importância em qualquer organização, pois influencia diretamente na função produção.

Uma empresa será mais competitiva a partir da eficiência do seu sistema de produção, em termos de estrutura, infra-estrutura, qualidade, planejamento e

controle. A arma fundamental da competitividade traduz-se como sendo o planejamento racional das atividades de produção (BARROS, 2005).

Os objetivos e metas devem ser claros e bem formulados. É necessário definir os recursos humanos, físicos, financeiros e as ações necessárias para atingir os objetivos estabelecidos. É preciso também acompanhar a execução de tais ações, comparando o seu desempenho com o previsto e corrigindo os eventuais desvios. O Planejamento e Controle da Produção (PCP) tem essa função na gestão da produção.

O PCP tem a função de garantir que as operações do sistema produtivo ocorram de maneira eficaz e produtiva e que os produtos e serviços cheguem ao consumidor como devem. Para isso, é necessário que os recursos produtivos estejam disponíveis na quantidade, no momento e no nível de qualidade adequado (SLACK *et al.*, 2009).

2.3.1 Conceitos relativos ao Planejamento e Controle da Produção

Apesar do planejamento e controle serem teoricamente separáveis, normalmente eles são tratados juntos. Slack *et al.* (2009, p.250) diz que “planejamento é o ato de estabelecer as expectativas de o que deveria acontecer. Controle é o processo de lidar com mudanças quando elas ocorrem.”

Ghinato (1996, p. 38), afirma que “o planejamento envolve a identificação de alternativas potenciais de ação que possam satisfazer um objetivo e a avaliação dos meios para a implementação dessas alternativas”.

Já para Slack *et al.* (2009, p. 232), “um plano é uma formalização do que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro”. Não há garantias que um evento ocorra como planejado, mas o planejamento é uma declaração de intenção.

Os planos são baseados em expectativas. Há muitas diferentes variáveis que podem interferir na execução dos planos conforme as expectativas. Controle é o processo de lidar com essas variáveis. Se os eventos não forem realizados conforme esperado, pode significar que os planos precisem ser redesenhados.

Os processos e operações que estruturam a produção são especificados na fase de planejamento, porém é a função controle que assegura a execução dos processos e operações de acordo com as especificações (GHINATO, 1996).

É importante destacar a diferença entre controle e monitoramento. Segundo Ghinato (1996, p. 41), controle pode ser definido como “a atividade de supervisão exercida pela chefia sobre os trabalhadores e a verificação dos resultados das atividades, considerando os padrões especificados”. Já, segundo o mesmo autor, monitoramento é “a comparação dos resultados do controle e execução com as especificações estabelecidas na fase de planejamento e a determinação das causas fundamentais da ocorrência de falhas”.

O processo de planejamento é composto pelas seguintes etapas, de acordo com Bernardes (2003):

- Um processo de tomada de decisão;
- Um processo de integração de decisões interdependentes;
- Um processo hierárquico envolvendo desde a formulação de diretrizes gerais a objetivos;
- Um processo que inclui uma cadeia de atividades compreendendo a busca de informações e sua análise, o desenvolvimento de alternativas, a análise e a avaliação das mesmas e a escolha da solução;
- Uma análise do emprego sistemático de recursos, em seus vários níveis de desenvolvimento;
- Apresentação documentada, em forma de planos.

O autor ainda destaca a importância de um modelo para a compreensão e melhoria do desempenho de sistemas de PCP, definindo modelo de planejamento como “uma descrição abstrata da forma pela qual os processos de planejamento devem ser realizados, através de sua apresentação nos níveis de planejamento de longo, médio e curto prazo”.

Bernardes (2003, p. 6) cita os seguintes benefícios para a utilização de um modelo de planejamento da produção:

- Estabelecer um referencial teórico para discussão entre pesquisadores ligados à área de planejamento;
- Orientar as empresas para o desenvolvimento de seus sistemas de planejamento e controle da produção;

- Estabelecer uma visão clara de como o planejamento pode ser hierarquizado entre diferentes níveis gerenciais;
- Definir o papel das entidades que devem participar do processo de planejamento e controle da produção;
- Facilitar a identificação de fatores que contribuam para um processo de implementação bem-sucedido.

O processo de planejamento e controle da produção pode ser dividido em duas dimensões: Vertical, onde são definidas as etapas que o processo de planejamento e controle da produção realizará, e Horizontal, onde são vinculados os diferentes níveis gerenciais de uma organização (BERNARDES, 2003).

2.3.2 Dimensões do Planejamento

O processo de planejamento, na dimensão horizontal, envolve cinco etapas, que podem ser vistas na Figura 5.

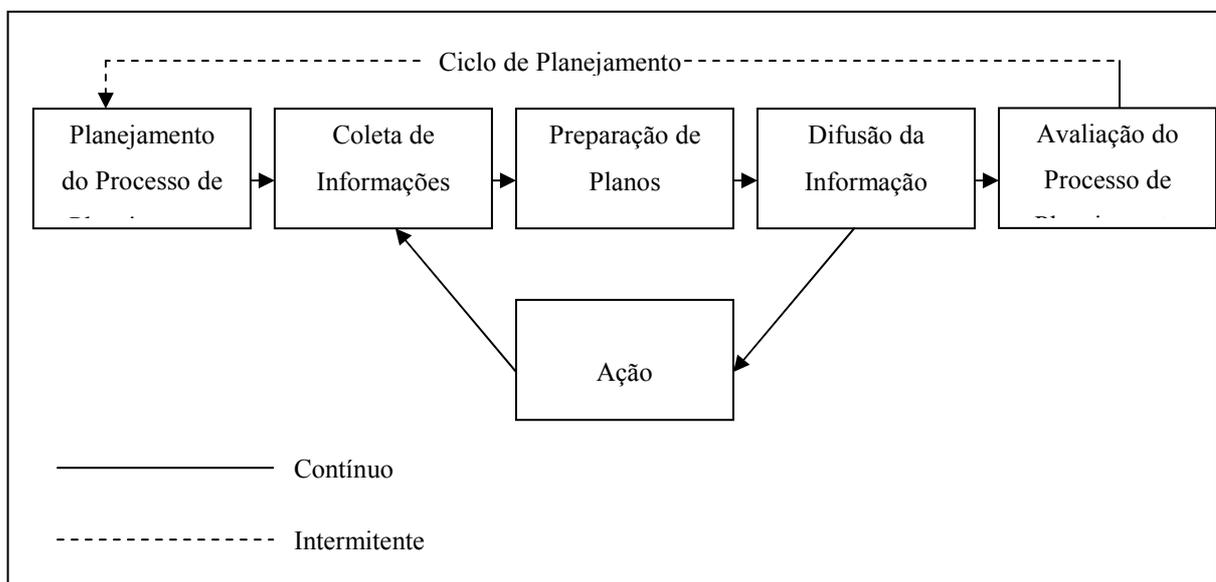


Figura 5 - Fases da Dimensão Horizontal do Planejamento.

Fonte: Bernardes, 2003.

Como pode ser observado na Figura 5, existe um ciclo de replanejamento que se inicia na fase de coleta de informações. Essas informações são processadas na etapa de preparação de planos e difundidas para os setores que necessitam dessas

informações. A partir disso são geradas as ações, que permitem que os planos sejam executados conforme previsto. As informações são coletadas novamente com o objetivo de identificar a ocorrência de desvios, nos planos e nas metas e quais as suas causas. Como o ciclo é contínuo, mais uma vez as informações são processadas, e os planos reformulados e difundidos (BERNARDES, 2003).

Devido à incerteza presente no processo de planejamento, é importante que os planos sejam preparados em cada nível com um grau de detalhe apropriado e mantendo-os sintonizados uns com os outros. O grau de detalhe deve variar com o horizonte de planejamento, crescendo com a proximidade da implementação. Planos com grandes quantidades de detalhes, em ambientes de incerteza, podem ser ineficientes, já que é necessário grande esforço para arranjá-los quando fogem do esperado (LAUFER e TUCKER, 1987 *apud* BERNARDES, 2003).

Bernardes (2003) aponta três níveis para o planejamento vertical:

- Estratégico;
- Tático;
- Operacional.

Esses níveis correspondem a níveis hierárquicos, conforme a dimensão vertical de planejamento, e aos diversos estágios no processo de tomada de decisão e detalhamento de informações. O grande desafio do processo de planejamento é fazer com que haja consistência entre esses planos.

No nível estratégico do planejamento, são definidos o escopo e as metas a serem alcançados em um determinado período. As decisões tomadas nesse nível estão relacionadas às questões de longo prazo, como o estabelecimento de contratos, a escolha dos parceiros e fornecedores, a elaboração de medidas de desempenho esperadas, para que assim, possa haver um padrão de comparação na execução do plano.

É ao nível tático que o planejamento de médio prazo está vinculado. Nele são relacionados os meios e as limitações para que as metas sejam alcançadas, incluindo a estrutura do trabalho e a utilização dos recursos.

É no planejamento de médio prazo que se busca analisar o sequenciamento do fluxo de trabalho. Dessa forma, é possível identificar a parcela de atividades que não agregam valor ao processo produtivo (BERNARDES, 2003).

Esse plano é considerado um elemento essencial para a melhoria de eficácia do plano de curto prazo e conseqüentemente, para a redução de custos e durações (BALLARD, 1997 *apud* BERNARDES, 2003, p.19).

É importante identificar os recursos necessários para a execução das atividades e formas de eliminar as restrições que impedem o fluxo contínuo de trabalho. Assim será possível minimizar os efeitos das incertezas no nível do curto prazo.

O nível operacional está relacionado com as decisões a serem tomadas a curto prazo. Refere-se à seleção do curso de ações através das quais as metas são alcançadas.

Nessa etapa são designadas as tarefas, os responsáveis em executá-la, quando essas tarefas serão executadas e a identificação das causas dos problemas reais ocorridos durante a realização. Também são identificadas tarefas reservas, aquelas que não são prioridade no planejamento de longo prazo, mas que garantem a continuidade das equipes de produção, caso ocorra algum imprevisto que impeça a execução das atividades designadas a essas equipes.

Para que se possa elaborar planos passíveis de serem atingidos, Ballard e Howell, 1997 *apud* Bernardes (2003), listam os requisitos que devem ser cumpridos na elaboração desse tipo de plano:

- **Definição:** os pacotes de trabalho devem estar especificados, para que seja definidos o tipo e quantidade de materiais a serem utilizados, e, ao término do ciclo, aqueles que foram completados;
- **Disponibilidade:** os recursos devem estar disponíveis sempre que necessário;
- **Sequenciamento:** os pacotes de trabalho devem ser selecionados, de acordo com a seqüência necessária pra garantir a continuidade dos serviços desenvolvidos por outras equipes de produção;
- **Tamanho:** é necessário observar a capacidade produtiva de cada equipe de trabalho ao designar os pacotes de trabalho;
- **Aprendizagem:** as causas reais do não cumprimento dos pacotes dos ciclos anteriores devem ser analisadas, para que se possa definir ações corretivas, como também identificar os pacotes passíveis de serem atingidos.

A designação de pacotes de trabalho com qualidade protege a produção de um fluxo de trabalho incerto, contribuindo para a melhoria da produtividade das equipes de produção (BALLARD e HOWELL, 1997 *apud* BERNARDES, 2003, p.21).

2.4 Sistema Toyota de Produção

Antes de abordarmos o Sistema Toyota de Produção, é importante que se faça um apanhado geral a respeito da história do setor onde surgiu a pensamento enxuto, como forma de melhor compreender a realidade e contexto que possibilitaram a evolução da organização da produção.

Foi na indústria automobilística que se desenvolveram diferentes modelos de organização da produção, que hoje são adaptados a diferentes setores. Esses modelos de organização passaram por significativas mudanças no decorrer do tempo. O primeiro modelo de produção que se pode classificar é o artesanal.

A produção artesanal possuía as seguintes características, segundo Womack (2004b):

- Força de trabalho altamente qualificada em projeto, operação de máquinas, ajuste e acabamento;
- Organizações descentralizadas;
- Máquinas eram utilizadas para auxiliar a execução da operação pelo trabalhador. Por exemplo, perfuração e corte;
- O volume de produção era baixíssimo;
- O que valia era a habilidade artesanal;
- Os consumidores recebiam atenção individualizada;
- Nenhuma empresa poderia exercer monopólio sobre recursos;
- Os custos da produção eram elevados e não diminuía com o volume;
- Cada produto era um protótipo. Isso quer dizer que a qualidade do produto não poderia ser garantida, pela carência de testes sistemáticos;
- Dificuldade no desenvolvimento de novas tecnologias.

Analisando o cenário da produção artesanal, são notórias as limitações do setor. É nesse contexto que surge o sistema inovador de produção em massa, desenvolvido por Henry Ford.

Em 1903, Ford começou a produção do original Modelo A. Mas foi em 1908, após 5 anos, que surge o vigésimo projeto da Ford: O Modelo T. Womack (2004a, p. 14) afirma que foi aí que Henry Ford “descobriu a maneira de superar os problemas inerentes à produção artesanal. As novas técnicas de Ford reduziram drasticamente os custos, aumentando, ao mesmo tempo, a qualidade do produto.”

O Modelo T era projetado para a manufatura e qualquer usuário era capaz de dirigir-lo ou consertá-lo. Essas características foram a base para a mudança de todo o setor automobilístico.

A linha de montagem em movimento contínuo é tida por muitos como, a chave para a produção em massa. Porém, ao contrário, é a completa e consistente intercambialidade das peças e na facilidade em ajustá-las entre si, que tornam a linha de montagem possível (WOMACK, 2004a).

Podemos destacar algumas características da produção em massa:

- Padronização de medidas por todo o processo, repercutindo diretamente na redução dos custos de montagem;
- Simplificação da produção ao desenvolver projetos inovadores que reduzem a quantidade de peças necessárias, ao torná-las facilmente ajustáveis umas às outras.
- Melhor aproveitamento da força de trabalho, com a utilização de linhas de montagem móveis. Consequentemente, isso levou a um salto na produtividade.
- Diminuição dos custos, devido o aumento da produção.

Diante de tantas vantagens competitivas, a Ford conquistou a liderança da indústria automobilística mundial, praticamente eliminando as companhias de produção artesanal. Porém a Ford sofria de todos os problemas organizacionais, mas Henry Ford se recusava a reconhecê-los. A produção em massa era realizada com sucesso, porém ele jamais elaborou a organização e o sistema administrativo necessários para efetivamente administrar o sistema total de fábricas, as operações de engenharia e os sistemas de marketing (WOMACK, 2004a).

Em 1920, Alfred Sloan foi convidado a presidir a General Motors. Sloan fez do sistema iniciado por Ford, um sistema completo. Womack (2004a, p.29) afirma que “as idéias gerenciais básicas de Sloan solucionaram os últimos prementes problemas que impediam a proliferação da produção em massa”.

A produção em massa foi difundida em todo o mundo e serviu de modelo para outras montadoras, porém, apenas como réplica do modelo existente. Até que uma nova indústria automobilística surgiu, no Japão, na contramão dessa tendência. Os japoneses estavam desenvolvendo uma maneira inteiramente nova de se produzir.

2.4.1 Origem e desenvolvimento

A história da organização industrial japonesa, que os países do ocidente conhecem, está ligada diretamente à história da Toyota.

A Toyota Motor Company Ltda. foi o berço de uma série de conceitos da engenharia industrial, que são usados ainda hoje. Foi fundada em 1937 por Kiichiro Toyoda, como apenas mais um empreendimento de um grupo empresarial com forte atuação na indústria têxtil. Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyoda na indústria têxtil, era considerado um gênio da engenharia e patenteou inúmeras invenções. As condições sócio-econômicas e políticas do Japão conduziram a família Toyoda na direção da indústria automobilística que nascia no Japão em 1930. O entusiasmo de Sakichi Toyoda pela indústria automobilística começou em 1910, após sua primeira viagem aos Estados Unidos. O “Modelo T” de Ford estava no mercado havia dois anos e ele pôde perceber o sucesso e a crescente popularidade do automóvel na América (GHINATO, 1996).

Naquela época, segundo Ghinato (1996, pág. 35), dizia-se que a produtividade americana seria nove vezes superior à produtividade japonesa. “Ohno percebeu que esta diferença não era resultado de nenhum tipo de esforço físico adicional da mão-de-obra americana, mas sim resultado de uma parte de trabalho inútil que os japoneses deveriam estar realizando”. A única forma de se igualar à produtividade americana seria através da eliminação completa de perdas.

Em 1945, quando o Japão perdeu a guerra, Kiichiro Toyoda, presidente da Toyota Motor Company disse que eles deveriam alcançar os Estados Unidos em três anos, caso contrário, a indústria automobilística japonesa não sobreviveria. Mas Ohno sabia que seria difícil aumentar a produtividade japonesa em oito ou nove vezes nesse período de tempo. Isso significava que o trabalho que era executado por cem trabalhadores, deveria ser realizado por dez. Por certo, os japoneses

estariam desperdiçando alguma coisa. Se eles pudessem eliminar o desperdício, a produtividade deveria decuplicar. Foi essa idéia que marcou o início do atual Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997).

Em 1929, Kiichiro Toyoda esteve na Ford e mais tarde, em 1950, o seu sobrinho Eiji Toyota visitou a fábrica Rouge da Ford em Detroit. Segundo Dennis (2008, p.25), tanto o Japão quanto a Toyota Motor Company, estavam em crise. Eiji Toyota estudou cada canto da Rouge, o maior e mais eficiente complexo manufatureiro do mundo. Em 1956 foi vez de Taiichi Ohno conhecer as instalações da Ford.

Ao retornar ao Japão, Eiji e seu gênio da produção, Taiichi Ohno, chegaram à conclusão que a produção em massa não funcionaria no Japão. Sabe-se que também concluíram que “existiam algumas possibilidades para melhorar o sistema de produção”.

A alternativa escolhida pela Toyota foi o desenvolvimento de um sistema produtivo baseado na fabricação de pequenos lotes capaz de fazer frente aos ganhos proporcionados pela produção em massa.

A crise do petróleo de 1973, seguida de recessão, afetou empresas no mundo inteiro. A retração de demanda que se seguiu exigiu dos competidores uma capacidade de adaptação a condições completamente novas de concorrência. Os consumidores passaram a exigir produtos com a qualidade superior, diferenciados, rapidez na entrega e preços compatíveis. Em 1974, a economia japonesa havia caído para o nível de crescimento zero e muitas empresas estavam com problemas.

Porém a Toyota Motor Company conseguiu manter, em 1975, 1976 e 1977, ganhos maiores que das outras empresas, apesar dos lucros terem diminuído. A diferença cada vez maior entre os ganhos dela e os das outras empresas levou ao questionamento sobre o que acontecia com a Toyota (OHNO, 1997).

Antes da crise de petróleo, quando Ohno conversava com as pessoas a respeito da tecnologia de fabricação e o sistema de produção da Toyota, elas demonstravam pouco interesse. Porém quando o rápido crescimento parou, tornou-se claro que as empresas não conseguiram ser lucrativas seguindo o modelo americano de produção em massa (OHNO, 1997).

Dessa forma surgiu o pensamento enxuto. O objetivo mais importante do Sistema Toyota tem sido aumentar a eficiência da produção pela eliminação

consciente e completa de desperdícios. Essa nova concepção de sistemas de produção é conhecida também como *Lean Production* (produção enxuta).

Os orçamentos e o controle de custos, especialmente, são temas que se destacam na atualidade por, cada vez mais, se enquadrarem na preocupação de novas formas de gestão. A mentalidade enxuta ratifica a afirmação de que quem mais alavanca receitas, é quem controla de forma mais efetiva seus gastos e seus desperdícios desde a escolha e seleção de fornecedores de matéria-prima até a disponibilização do produto ou serviço ao consumidor final (BARROS, 2005).

A base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício.

2.4.2 Algumas Definições da *Lean Production*

Muda é uma palavra japonesa que significa desperdício. Qualquer atividade que absorve recursos e não cria valor é desperdício. Como exemplo de desperdício, Womack (2004b) cita:

- Erros que exigem correção,
- Produção de itens que ninguém deseja,
- Acúmulo de mercadorias nos estoques,
- Etapas de processamento desnecessárias,
- Movimentação de pessoas e mercadorias sem propósito,
- Funcionários esperando por uma atividade anterior que não foi realizada dentro do prazo, e
- Bens e serviços que não atendem a necessidade do cliente.

Womack (2004b, p.3) afirma que o pensamento enxuto tem esse nome porque “é uma forma de fazer cada vez mais com cada vez menos, e ao mesmo tempo aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam”.

Definir o que é valor, com precisão, é o primeiro desafio no pensamento enxuto. Womack (2004b, p.8) diz que “oferecer o bem ou serviço errado da forma certa é desperdício”.

A identificação do fluxo de valor inteiro para cada produto é o próximo passo no pensamento enxuto. Esse passo é, muitas vezes, negligenciado pelas empresas, mas que quase sempre expõe quantidades enormes de desperdício (WOMACK, 2004a).

Womack (2004b) define fluxo de valor como “o conjunto de ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio”. Essas tarefas críticas são:

- **Solução de problema:** inicia na concepção do produto e vai até o lançamento do produto;
- **Gerenciamento de informações:** vai do recebimento do pedido até a entrega;
- **Transformação física:** vai da matéria-prima até o produto acabado nas mãos do cliente.

A análise do fluxo de valor permite perceber que existem três tipos de ação ao longo de sua extensão:

- Etapas que criam valor;
- Etapas que não criam valor, mas são inevitáveis; e
- Etapas que não criam valor e podem ser evitadas.

O fluxo de valor deve ser mapeado e as atividades que não agregam valor devem ser eliminadas.

Alguma confusão tem sido feita com relação aos princípios básicos da Toyota e as técnicas utilizadas na implantação desses princípios. *Just-in-time*, *Kanban*, *Jidoka*, 7 perdas e os “5 Por quês” são alguns dos elementos do sistema que muitas vezes são confundidos individualmente com o próprio Sistema Toyota de Produção.

Slack *et al.* (2009, p.355) sintetiza a definição de *Just-in-time* como “ O *Just-in-time* visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios”. Isso quer dizer que os produtos não devem se produzidos nem antes do tempo, para que não se torne estoque, nem depois para que os clientes não precisem aguardar. Considerando, além disso, a qualidade e a eficiência. O mesmo autor oferece uma definição mais completa:

O *Just-in-time* (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produção global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade

necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação.

Shingo (1996) questiona a tradução do conceito de *Just-in-time*, que em japonês quer dizer no momento certo. Ele afirma que *in time* quer dizer “a tempo”, o que pode ser antes um pouco, com folga. Uma melhor tradução seria *Just-on-time*, “em tempo”, ou seja, exatamente no tempo estabelecido. Produzir com folga não é o objetivo do Sistema *Lean*, já que se produziria estoque. O Sistema Toyota visa a produção com estoque zero, com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário.

Outra definição que deve estar clara é a de *Jidoka*. A tradução de *Jidoka* quer dizer simplesmente automação. Porém, o objetivo é a utilização de máquinas autônomas, que estejam preparadas para detectar qualquer sinal de anormalidade e que paralisem sempre que se cometa um erro, ou ao menor sinal de falha, para que peças defeituosas não sigam adiante, interrompendo o fluxo final da linha. Assim, automação não traduz o sentido de *Jidoka*. Ao traduzir o conceito para o inglês foi introduzida a sílaba “no” na palavra *automation*, dessa forma a tradução de *Jidoka* para o inglês ficou *autonomation* e para o português automação.

Womack (2004b, p.362) conceitua automação como:

Transferência da inteligência humana para equipamentos automatizados de modo a permitir que as máquinas detectem a produção de uma única peça defeituosa e suspenda imediatamente seu funcionamento enquanto se solicita ajuda.

Sakichi Toyoda foi o pioneiro desse conceito, desenvolvido na indústria têxtil, quando foram inventadas máquinas de fiação automáticas que paravam instantaneamente quando um fio se rompia. Dessa forma, se evitava a produção de grande quantidade de produtos defeituosos,

Just-in-time e *Jidoka* são dois dos princípios básicos da produção física, que juntos, representam o pilar no Sistema Toyota de Produção.

O *Kanban* é um dos instrumentos de controle da produção mais conhecido do Sistema Toyota de Produção. Ghinato (1996, p.35) diz:

Mais uma vez a inspiração surgiu das práticas Americanas, só que desta vez não veio da fábrica da Ford, mas dos supermercados americanos. Ohno percebeu que qualquer etapa de uma linha de produção poderia enxergar a etapa anterior como uma espécie de mercado onde seria possível apanhar as peças necessárias, na quantidade certa e no momento exato de utilizá-las.

A abordagem sistemática do “Por quê?” 5 vezes foi desenvolvida por Ohno, através da qual a causa fundamental do problema é perseguida. Shingo (1996, p. 117) diz que:

Perguntar ‘Por quê?’ 5 vezes nos impede de terminar a investigação antes de termos atingido a raiz do problema, que o objetivo fundamental da melhoria. Se não conduzirmos nossa investigação aplicada e sistematicamente e se não continuarmos perguntando ‘Por quê?’, poderemos nos acomodar com uma medida intermediária que não elimina a raiz do problema.

O princípio da completa eliminação das perdas será visto com mais detalhes na seção 2.4.5.

2.4.3 Imagem Básica de Produção *Lean*

Dennis (2008) apresenta a Casa da Produção *Lean*. Uma imagem que representa o Sistema *Lean* de Produção:

2.4.4 Princípio do Não-Custo

Após a crise do petróleo em 1973, a demanda passou a ser marcada pela exigência de produtos cada vez mais diferenciados, de qualidade superior, prazos de entrega cada vez mais reduzidos e preços compatíveis. A sobrevivência dos fabricantes não poderia mais ser sustentada pelo “princípio de custo”, onde o preço era imposto ao mercado como a soma do custo e a margem de lucro pretendida. Com o endurecimento do mercado, o poder de escolha dos consumidores passa a determinar o preço de venda. Sendo assim, a lucratividade passa a ser definida como a diferença entre o preço de venda e o custo de fabricação. A única forma de aumentar ou manter o lucro é através da redução de custos. No Sistema Toyota de Produção a redução dos custos vinculada a esta lógica é conhecido com o “princípio do não-custo” (GHINATO, 1996).

O consumidor possui uma grande variedade de escolha e acesso a informações, com isso, estão exigindo alto nível de qualidade e preço razoável. Com essa configuração, o grande desafio das empresas não é a tecnologia de informação e sim a redução de custos (DENNIS, 2008).

Ghinato (1996, p.53) afirma que

Custo deve ser entendido com resultante da combinação de vários recursos aplicados na geração de um produto/serviço. A minimização do custo é obtida pela racionalização na utilização dos recursos necessários. Se um determinado produto/serviço é fabricado com a utilização de um dado volume de recursos (material, mão-de-obra, máquinas, tempo,...) que podem ser reduzidos gerando um menor custo, então pode-se dizer que esta redução é obtida através da eliminação da parcela de recursos utilizada desnecessariamente. Essa parcela de recursos é essencialmente “Perda”.

A Figura 7 resume as idéias do princípio do não-custo:

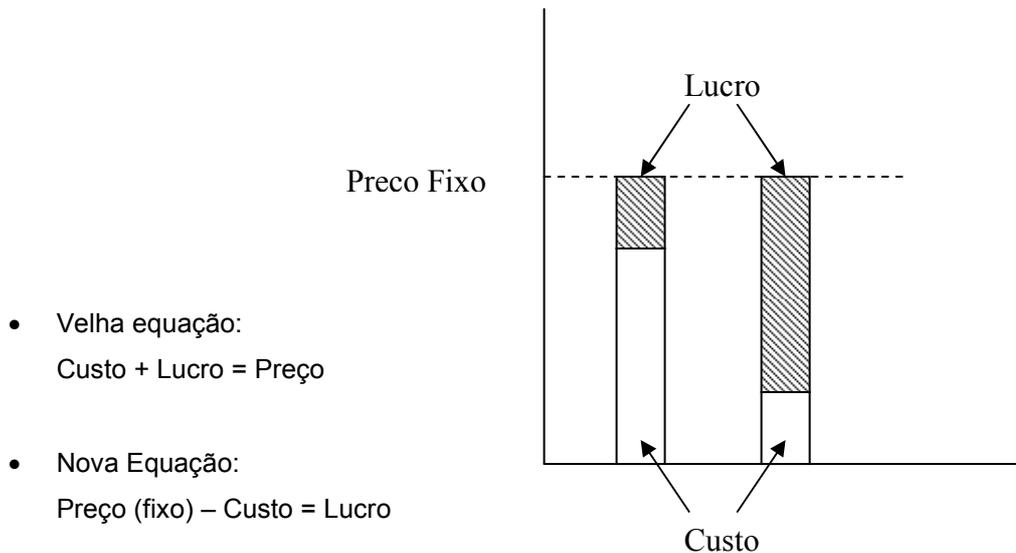


Figura 7 - Equação do Lucro

Fonte: DENNIS, 2008.

Como bem pode ser representado na Figura 7, a redução dos custos é o caminho para o aumento da lucratividade. Dennis (2008, p.32) afirma que “a única forma sustentável de reduzir custos é envolver os membros da sua equipe nas melhorias”. Ele completa dizendo:

O sistema Toyota ataca *muda* de forma implacável, através do envolvimento de membros de equipes em atividades de melhoria padronizadas e compartilhadas. Um ciclo virtuoso se instala: quanto mais os membros de equipe se envolvem, mais sucesso eles têm. Quanto mais sucessos eles têm, maiores são as recompensas intrínsecas e extrínsecas, o que, por sua vez, estimula maior envolvimento. E assim por diante.

O sucesso da utilização dos princípios do sistema *Lean*, está ligado à divulgação e entendimento de seus conceitos e objetivos por todos os agentes envolvidos na produção. Melhorar a qualidade dos produtos oferecidos continuamente, atendendo com rigor as necessidades dos clientes e ainda trabalhando na redução dos custos é o grande desafio das empresas para continuarem competitivas, alcançando as margens de lucro esperada.

Para isso, a empresa precisa ter uma visão clara do seu processo produtivo, identificando as causas de desperdício e buscando formas para a eliminação consciente de tudo aquilo que gera custo e compromete a lucratividade.

2.4.5 Perdas

Ghinato (1996, p.54) define perdas como “operações e movimentos completamente desnecessários que geram custo e não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminados”.

Não entraremos aqui, na discussão filosófica sobre a diferença entre perda e desperdício, mas é interessante observar a semelhança do conceito expresso por Ghinato, com a definição de *muda*, expressa por Womack (2004b) (na seção 2.4.2) e corroborada por Dennis (2008).

Percebe-se que *muda*, desperdício e perda, assumem o mesmo sentido: Atividades que devem ser eliminadas, pois os clientes não estão dispostos a pagar por elas, já que não agregam valor.

Shingo (1996 p.100) afirma que “os movimentos dos trabalhadores podem ser classificados como operação e perda”. Existem dois tipos de operação: as que agregam valor, “transformando realmente a matéria-prima, modificando a forma ou a qualidade, aumentando assim o seu valor” e as que não agregam valor como, por exemplo, caminhar para obter peças, desembalar peças, operar chaves, podendo essas, ser consideradas perdas. Outras atividades que não agregam valor são aquelas causadas por má manutenção de equipamento ou produção, como reparos e retrabalhos.

Já Dennis (2008) classifica o movimento humano em três categorias:

- **Trabalho de fato:** são os movimentos que agregam valor ao produto.
- **Trabalho auxiliar:** movimentos que dão apoio ao trabalho
- ***Muda*:** movimento que não cria valor.

O trabalho de fato, para Dennis, são as operações que agregam valor na definição de Shingo. O trabalho que não agrega valor, para Shingo, pode ser dividido em trabalho auxiliar e *muda*, segundo a definição de Dennis. O trabalho auxiliar não é perda quando contribui para a operação. Porém, se há trabalho auxiliar, e o mesmo pode ser diminuído ou eliminado, então esse excesso é perda.

Ghinato (1996, p. 55) aborda o processo sistemático de identificação e eliminação de perdas proposto por Ohno e Shingo, e propõe sete grandes classes de perdas:

- **Perda por Superprodução:** refere-se às perdas que ocorrem devido à produção em quantidades superiores às necessárias.
- **Perda por Transporte:** as perdas por transporte estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em função de uma má programação das atividades ou de um *layout* ineficiente.
- **Perda no Processamento em Si:** têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos. Decorrem da falta de procedimentos padronizados e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos.
- **Perda na Fabricação de Produtos defeituosos:** ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados. Geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo; da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final
- **Perda por Movimentação:** decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores, durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc.
- **Perda por Espera:** relacionadas com a sincronização e o nivelamento dos fluxos de materiais e as atividades dos trabalhadores. Podem envolver tanto perdas de mão de obra quanto de equipamentos.
- **Perda por Estoque:** estão associadas à existência de estoques excessivos, em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros na preparação de orçamentos, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição dos mesmos. Também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital.

Dennis (2008) também classifica os tipos de *muda*. Além dos sete tipos definidos por Ghinato (1996), ele aponta outro tipo de muda, a saber:

- **Conhecimento sem ligação:** Esse tipo de *muda* é resultante da falta de comunicação ou da utilização de canais de comunicação pouco eficientes. A falta de comunicação dentro de uma empresa pode inibir o fluxo de conhecimento, idéias e criatividade, criando frustração e oportunidades perdidas. Quando a empresa está conectada com os seus clientes, desenvolve produtos que constantemente satisfazem-nos. A sintonia de informações com os fornecedores pode auxiliar, para que em conjunto, possam identificar *muda*, e agir em benefício mútuo.

Shingo (1996, p.114) afirma que “não podemos encontrar e eliminar o desperdício se não estivermos procurando por ele.” Ele completa dizendo que a Toyota mostrou que sempre existe uma “outra maneira”. Quando se encontra alguma prática geradora de desperdício não se afirma que é inevitável, mas que “se isso não agrega valor, teremos que mudar. Essa prática só será tolerada até o momento em que se encontrar uma maneira de se eliminar completamente o desperdício”.

Porém, é importante salientar que o sistema *lean* é muito mais que uma caçada ao desperdício.

O conhecimento desenvolvido no setor automobilístico não se limitou a esse segmento. Depois do surgimento desse sistema diversos segmentos passaram a adotar a filosofia da *Lean Production*.

2.5 Conclusão

Com esse capítulo, foi possível conhecer os conceitos relativos ao gerenciamento dos processos produtivos e dessa forma ressaltar a importância da aplicação desses conhecimentos.

As informações expressas nesse capítulo são genéricas à gestão da produção e, portanto, válidas para qualquer setor. No entanto, como o objeto de estudo desse trabalho é o setor de construção civil, o próximo capítulo utilizará das informações expressas nesse capítulo, direcionando-as para o setor em questão.

3 Construção Civil

A importância do setor da construção civil no Brasil pode ser retratada em números. Este capítulo apresentará essa importância. Além disso, o subsetor de edificações, objeto desse estudo, será descrito, como também as características da construção, que tornam a atividade singular.

Neste capítulo, conheceremos a adaptação da *Lean Produccion* para a construção. Para isso, os conceitos apresentados no capítulo anterior serão retomados. O modelo de transformação sugerido pelo pensamento enxuto, para a construção será exposto. Abordaremos também os princípios que regem o sistema *Lean Construction*, suas ferramentas, bem como a importância do PCP para o setor.

Por fim trataremos de conceitos e da importância da medição de desempenho na construção civil.

3.1 Importância do Setor da Construção

O Macro Setor da construção (Construção de Edifícios, Obras de infraestrutura e Serviços especializados para a construção) é de grande importância para o desenvolvimento da nação. Acrescido dos segmentos fornecedores de matérias-primas, equipamentos para a construção, dos setores de serviço e de distribuição ligados à construção, o setor da construção tem efeitos multiplicadores sobre o processo produtivo.

A importância do setor pode ser observada tanto do ponto de vista econômico quanto do social. A importância no ponto de vista econômico é confirmado pelos efeitos benéficos sobre a balança comercial e sobre o nível de inflação, além da quantidade de atividades que intervêm em seu ciclo de produção, gerando consumos de bens e serviços de outros setores. Do ponto de vista social, pela capacidade de absorção da mão-de-obra e potencial de criação de empregos, diretos e indiretos (CEE/CBIC, 1998).

Essa importância pode ser retratada em números, como pode ser visto na Tabela 5:

Tabela 5 - Dados gerais de empresas, pessoal ocupado e receita líquida no Brasil entre 2004 a 2006.

Grupos de atividades	2004			2005			2006		
	Número de empresas	Pessoal ocupado	Receita líquida (1000 R\$)	Número de empresas	Pessoal ocupado	Receita líquida (1000 R\$)	Número de empresas	Pessoal ocupado	Receita líquida (1000 R\$)
Total	28 242	1 304 525	84 538 175	28 693	1 245 893	84 298 995	29 995	1 300 824	96 107 910
Preparação do terreno	2 361	75 756	4 761 687	2 542	79 864	4 855 691	2 731	95 302	6 559 791
Construção de edifícios e obras de engenharia civil	19 685	899 117	59 854 658	17 917	856 161	62 870 129	20 127	895 479	71 268 508
Obras de infra-estrutura para engenharia elétrica e de telecomunicações	790	121 846	10 467 617	1 300	93 966	6 621 295	828	74 802	6 557 442
Obras de instalações	3 061	153 167	6 871 434	3 190	137 999	6 554 392	3 530	165 917	8 270 993
Obras de acabamento	2 085	44 201	2 048 923	3 285	63 705	2 498 588	2 265	55 452	2 480 185
Aluguel de equipamentos de construção e demolição com operador	259	10 438	533 856	458	14 197	898 900	513	13 873	970 990

Fonte: IBGE, 2009.

Pode-se observar a grande relevância da atividade **Construção de Edifícios e Obras de Engenharia Civil**. Só essa atividade absorve 69% de todo pessoal ocupado na construção em cada ano. Foi responsável por 71% em 2004, 75% em 2005 e 74% em 2006 da receita líquida da construção. Das empresas classificadas no setor da construção, 70% delas pertenciam à atividade da Construção de edifícios e obras de engenharia em 2004, 62% em 2005 e 67% em 2006.

O subsetor de edificação possui notório destaque no grupo de atividade que compõe as atividades de construção. O enfoque desse trabalho será nesse setor.

O tipo de processo da construção é, segundo a definição de STONER e FREEMAN (1999), produção para grandes projetos ou simplesmente processo de projeto, pela definição de SLACK *et al.* (2009).

3.2 O Subsetor de Edificações

A Comissão Nacional de Classificação (CONCLA), define como atividades que compõe a divisão Construção de Edifícios:

- A construção de edifícios de todos os tipos (residenciais, comerciais, industriais, agropecuários e públicos);
- As reformas;
- Manutenções correntes;
- Complementações e alterações de imóveis;
- A montagem de estruturas de casas; e
- Abrigos e edifícios pré-fabricadas *in loco* para fins diversos de natureza permanente ou temporária quando não realizadas pelo próprio fabricante.

Esta divisão compreende também a realização de empreendimentos imobiliários, residenciais ou não, provendo recursos financeiros, técnicos e materiais para a sua execução e posterior venda (incorporação imobiliária).

As obras de edificações e engenharia civil são, via de regra, conjuntos complexos que resultam da atividade de diversas unidades operando em áreas específicas. Nem todas as atividades que produzem bens que compõem uma edificação ou obra de engenharia civil fazem parte deste grupo. A produção de materiais de construção ou elementos mais complexos destinados a obras de

edificações e engenharia civil, tais como estruturas metálicas, casas pré-fabricadas e outros pré-moldados, faz parte da indústria. Em alguns casos, a linha divisória entre atividades da indústria de transformação e da construção exige a adoção de convenções para uniformização de tratamento. A montagem de casas pré-fabricadas, a instalação e reparação de equipamentos incorporados a edificações, quando realizadas por unidades especializadas, são tratadas como atividades de construção; quando realizadas pelas unidades fabricantes, fazem parte das atividades industriais.

As obras de edificações e de engenharia civil são realizadas tanto por unidades responsáveis pelo conjunto da construção, por conta própria ou através da subcontratação de terceiros, como por unidades especializadas na realização de parte dessas obras (escavações para construção, terraplenagem, drenagem, andaimes, concretagem, etc.), normalmente subcontratadas.

As atividades de instalação incluem a instalação de todo o tipo de materiais e equipamentos necessários ao funcionamento do prédio ou de outros tipos de edificações. Normalmente são atividades realizadas no local da obra. Como por exemplo: instalações elétricas, de ventilação e refrigeração, hidráulicas, sanitárias e de gás.

Os serviços de acabamento envolvem todas as atividades que contribuem para o acabamento da construção, tais como: pintura, revestimentos, polimento, colocação de vidros, limpeza de fachadas, etc.

3.3 Natureza Singular da Construção

É consensual o fato de que a construção não possui uma propriedade única que a caracterize. No entanto a sua natureza é única, face a outras indústrias e pode ser estabelecida através de uma combinação de propriedades.

Koskela (1992) chama a atenção para três particularidades da natureza da construção:

- **Natureza específica de cada projeto:** produto singular deriva do fato, na maioria dos casos, da produção ser baseada em um projeto de desenho e

dimensionamento original e criado especificamente para determinado cliente;

- **Produção afeta um local determinado em torno do produto:** significa que a produção ocorre em um lugar fixo em torno do produto, e está sujeita a condições inerentes à própria localização;
- **Multi-organização de diversas especialidades e de caráter temporário:** possui diversos intervenientes que introduzem uma cadeia de fornecimento do produto. É caracterizada pela variedade de especialidades e por ser fragmentada.

Porém, estas não são características exclusivas da construção. Projetos de outras indústrias também as partilham.

A singularidade de produtos encontra-se cada vez mais presente na manufatura, com a tendência de fazer produtos personalizados.

A produção dependente do local também acontece na agricultura e indústria de extração, de onde nasceram as correntes inspiradoras da manufatura. As organizações com vários agentes de diferentes âmbitos por tempo determinado é uma tendência da execução de projetos, independentemente do setor da economia em que ocorrem.

A produção acontece em torno do produto, ou seja, fabricação em posição fixa, não é exclusiva da construção. Acontece também nas indústrias aeronáutica e naval.

Apesar de tais particularidades serem comuns em outras indústrias, é justamente na construção que se verifica a singular junção de todas elas. Além disso, o relacionamento com o cliente também é diferenciado. O tipo de cliente depende do local onde o produto é estabelecido e este tem a possibilidade de ver o produto e interferir em sua produção, em seu decorrer.

3.4 Desperdício na Construção

Formoso *et al* (2000) *apud* Barros (2005) define perdas como sendo sinônimo de entulho, que não apresentam a disponibilidade de serem reaproveitados.

Porém esse conceito vem sendo ampliado através do modelo “*Lean Construction*”, onde esse conceito está fortemente associado à noção de agregar valor e não somente limitado ao consumo excessivo de materiais, ou seja, perda não significa somente o consumo excessivo de materiais, mas uma resposta à capacidade que um processo possui de não gerar valor.

Dessa forma, se faz necessária a identificação das fontes causadoras de perdas, e a eliminação daquilo que consome recursos, mas não cria valor.

O modelo *Lean Construction* tem como foco a eliminação completa das fontes de desperdício durante o processo produtivo, sendo assim, o tratamento dos resíduos gerados não é discutido em sua base conceitual.

No capítulo anterior (seção 2.4.5) foram apresentados os sete tipos de perdas tratados por Ghinato (1996) Vejamos alguns exemplos dessas perdas na construção civil:

- **Perdas por superprodução:** produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, erros na execução de lajes de concreto armado.
- **Perdas por substituição:** utilização de argamassa com traços de maior resistência que a especificada, utilização de tijolos maciços no lugar de blocos cerâmicos furados.
- **Perdas por espera:** paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.
- **Perdas por transporte:** tempo excessivo despendido em transporte devido a grandes distâncias entre estoques e o guincho, quebra de materiais devido ao seu duplo manuseio ou ao uso de equipamento de transporte inadequado.
- **Perdas no processamento em si:** quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações; quebra manual de blocos devido à falta de meios-blocos.
- **Perdas nos estoques:** custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento devido ao armazenamento em contato com o solo e ou em pilhas muito altas.
- **Perdas no movimento:** tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido à falta de programação de uma sequência adequada de

atividades; esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.

- **Perdas pela elaboração de produtos defeituosos:** falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.
- **Outras:** existem ainda tipos de perdas de natureza diferente dos anteriores, tais como roubo, vandalismo, acidentes, etc.

Koskela (2004) analisa ainda outro tipo de perda, denominada por ele *making do*. *Making do* se refere a situações em que uma atividade é iniciada sem que os recursos de *input* estejam todos disponíveis, ou a execução de uma tarefa continue, embora não haja disponibilidade de pelo menos um recurso. Esse problema poderia ser resolvido com o planejamento semanal, antecipando as situações de risco e necessidade de materiais. Dessa forma, se evitaria que as pessoas executassem atividades não necessárias para o momento, apenas para não ficarem paradas.

As perdas mencionadas em geral ocorrem e podem ser identificadas durante a etapa de produção. Contudo, sua origem pode estar tanto no próprio processo de produção quanto nos processos que o antecedem como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projeto, suprimentos e planejamento.

3.5 Lean Construction

Consideráveis esforços por parte das empresas têm sido direcionados no sentido de introduzir no setor modernas filosofias gerenciais, algumas das quais desenvolvidas inicialmente em outras indústrias, como é o caso do “*Lean Construction*” derivado do conceito de “*Lean Production*” (BARROS, 2005).

Depois do surgimento do Sistema Toyota de Produção, muitos setores industriais procuraram adaptar os conceitos do pensamento enxuto, modificando a organização das suas atividades produtivas e estabelecendo um novo modelo de gestão da produção.

Para importar os conceitos e princípios do pensamento enxuto para a construção civil, foi necessário conhecer e entender os conceitos já existentes para, daí então, tentar implementá-los no setor. Foi então que em 1992 o finlandês Lauri Koskela publicou o Relatório Técnico nº. 72 – *Application of the New Production*

Philosophy to Construction, pelo *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), ligado à Universidade de Stanford, Estados Unidos da América (EUA), onde ele propõe uma nova visão sobre o que seria o processo produtivo na construção civil. Depois disso vários pesquisadores têm se empenhado no trabalho de pesquisa a respeito dos benefícios e implicações que surgem com essa nova filosofia de produção.

Assim, surge a *Lean Construction*. Uma filosofia de produção para a construção civil, originária dos esforços do grupo internacional de pesquisadores IGLC para aplicar os conceitos, princípios e práticas do novo paradigma de gestão da produção na construção civil.

Embora as inovações propostas pela *Lean Construction* sejam pouco conhecidas na indústria da construção, algumas empresas desse setor já começaram a aplicar seus princípios, atingindo com isso melhorias significativas em seus índices de desempenho. Esses resultados positivos tornam possível pressupor que o desenvolvimento de trabalhos que contribuam para a consolidação dos conceitos e princípios da *Lean Construction* pode auxiliar na melhoria do setor da construção civil como um todo (BERNARDES, 2003).

Devido à evolução tecnológica e uma concorrência mais acirrada, as empresas notam a necessidade de reavaliar seus métodos e sistemas de produção em busca de produtividade e competitividade (BARROS, 2005).

Além disso, as flutuações econômicas e a conscientização crescente do consumidor para os problemas do custo elevado da não-qualidade têm dirigido a atenção para o planejamento e controle da produção (BERNARDES, 2003).

A maioria dos profissionais de construção civil tem, em sua formação, maior ênfase em assuntos técnicos do que gerenciais, ocasionando uma lacuna na habilidade de administrar projetos. A utilização de ferramentas de gestão de obras possibilitará às construtoras atingirem melhores níveis de eficiência.

Os empresários da construção civil têm dirigido a atenção para as técnicas de planejamento e controle da produção, devido à conscientização crescente do consumidor a respeito dos problemas relativos ao custo elevado e da não-qualidade. É necessário que ocorram mudanças no processo de produção como também nos procedimentos administrativos e gerenciais, com o objetivo de melhorar a qualidade e reduzir os preços dos produtos. É com essa finalidade que as técnicas e conceitos desenvolvidos nos ambientes industriais têm sido adaptados para o setor da

construção. Porém nem sempre esses conceitos são adaptáveis, o que pode gerar desperdício de esforços e recursos, fazendo com que se gerem sistemas inadequados e ineficientes. Essa ineficiência pode ter ocorrido porque os princípios do ambiente industrial não foram bem extraídos e aplicados de acordo com as peculiaridades do setor de construção civil (BERNARDES, 2003).

3.5.1 Modelo de Transformação

Como visto na seção 2.1.3, o modelo de transformação tradicional consiste na transformação de matéria-prima em produtos finais.

Para Isatto *et al.* (2000, p.6), o modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos em produtos intermediários ou finais. Por essa razão, ele é também chamado de modelo de conversão. Esse modelo pode ser visualizado na Figura 8.

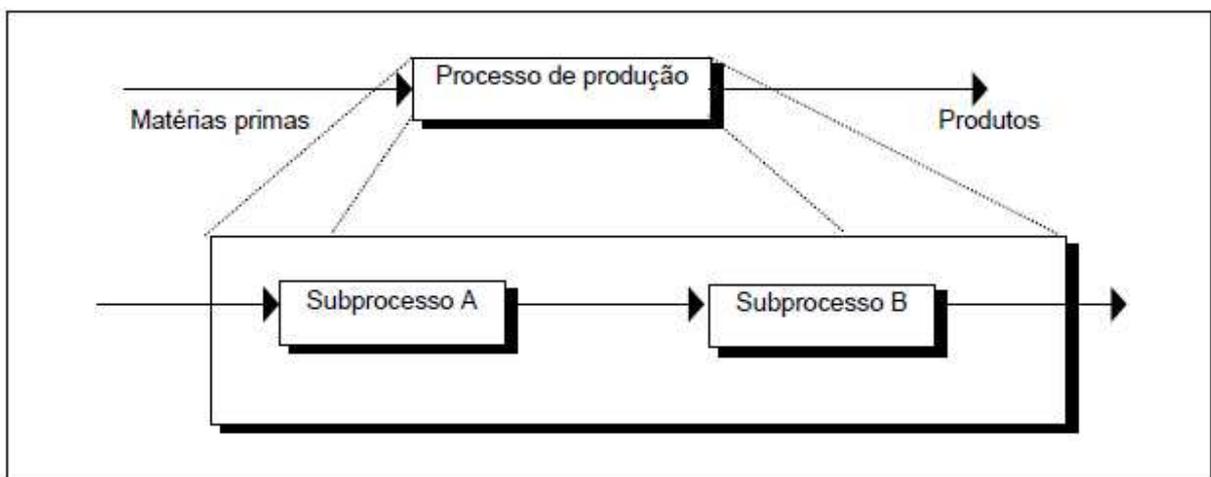


Figura 8 - Modelo de processo de produção na filosofia gerencial tradicional.

Fonte: ISATTO *et al.*, 2000.

Nesse modelo, o processo de transformação possui subprocessos. Os custos do processo global podem ser diminuídos, reduzindo os custos dos subprocessos. Quando são elaborados os orçamentos e os planos da obra, apenas atividades que

agregam valor são explicitadas. Assim, para Koskela (1992), esse modelo possui as seguintes deficiências:

- Os fluxos físicos entre as atividades não são considerados, sendo eles os maiores responsáveis pelos custos.
- O controle da produção é concentrado nos subprocessos, tendo um impacto relativamente pequeno na eficiência global.
- O modelo de conversão considera que o valor de um produto pode ser melhorado apenas com a utilização de insumos de melhor qualidade. Esse pensamento pode resultar na produção de produtos inadequados ao mercado, por não considerar os requisitos dos clientes.

Já o modelo de processo da Construção Enxuta, por sua vez, tem o foco no equilíbrio entre processos e operações.

Um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção, como representado na Figura 9:

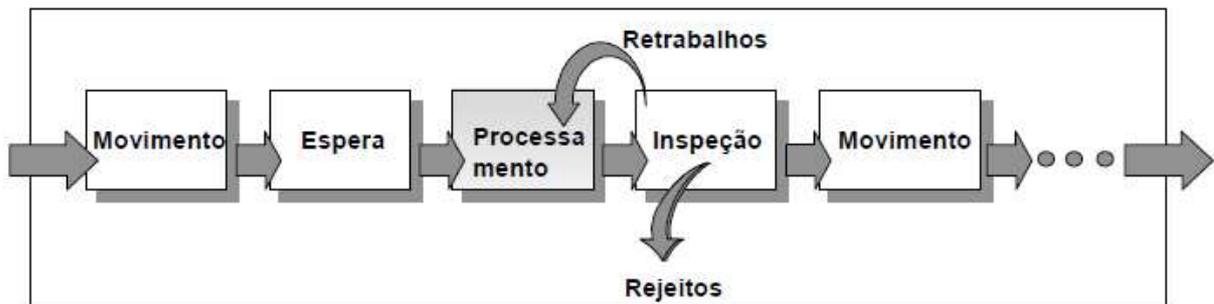


Figura 9 - Modelo de Processo da Construção Enxuta.

Fonte: ISATTO *et al.*, 2000.

As operações se referem aos fluxos que ocorrem no processo produtivo, tanto os fluxos físicos como os de natureza gerencial.

O gerenciamento das atividades de fluxo é importante na busca da melhoria dos índices de desempenho. A consideração dessas atividades é importante para a melhoria do processo de planejamento e controle da produção (BERNARDES, 2003).

3.5.2 Os Princípios da *Lean Construction*

A *Lean Construction* apresenta uma base conceitual que tem o potencial de trazer benefícios, em termos de melhoria de eficiência e eficácia de sistemas de produção, através da aplicação dos seus princípios básicos.

Koskela (1992) propõe 11 princípios:

1. Redução da parcela de atividades que não agregam valor

Isatto *et al.* (2000) afirma que este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, segundo o qual a “eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo”.

Koskela (1992) afirma que existem três formas definidas de redução de atividades que não agregam valor. A primeira refere-se a reduzir e/ou eliminar perdas nas atividades que não agregam valor e que são consideradas as mais críticas. A segunda refere-se à falta de informação sobre a medição de desempenho das atividades realizadas no canteiro de obras, principalmente quando o gestor da obra não detém estas informações, pois não é possível melhorar a produtividade sem informações a respeito do seu desempenho atual. A terceira refere-se àquelas atividades que não agregam valor, porém fazem parte do processo produtivo.

Estas atividades que não agregam valor devem ser gerenciadas para que a empresa consiga reduzi-las ao máximo (Koskela, 1992).

2. Aumento do valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente

Esse princípio relaciona o processo como gerador de valor. Por esse motivo, esse também é um princípio básico da *Lean Construction*.

O valor é gerado como consequência do atendimento dos requisitos do cliente. Existem dois tipos de clientes: internos e externos. O cliente interno é o responsável pela próxima atividade do processo produtivo. O cliente externo é o cliente final.

Por essa razão, o cliente, seja ele interno ou externo, deve ter suas considerações questionadas, analisadas e implantadas sempre que possível, pois somente desta forma pode-se garantir sua satisfação pelo serviço realizado ou pelo produto ofertado (CARVALHO, 2008).

3. Redução da Variabilidade

A variação no processo produtivo pode ser dividida em três tipos: variação na atividade anterior, variação na própria atividade e variação da demanda. A natureza da variabilidade pode estar relacionada à qualidade, duração ou aos recursos consumidos (ISATTO *et al.*, 2000).

Do ponto de vista do cliente, produtos padronizados são mais aceitos, já que conseguem cumprir as especificações estabelecidas.

Produtos e serviços que possuem grandes variabilidades tendem a aumentar parcelas de atividades que não agregam valor, pois o produto pode não ser aceito pelo cliente fora das especificações, gerando retrabalho e refugo. Ainda pode ocorrer interrupção de fluxos de trabalho, quando há atraso na tarefa predecessora, ou ainda serviço fora dos padrões, sendo necessário refazê-lo, atrasando o fluxo, já que os trabalhadores ficam parados ou são alocados em outras frentes de trabalho.

Koskela (1992) considera que a padronização dos procedimentos e atividades internas da obra é o caminho para conseguir iniciar a redução das variabilidades.

4. Redução do tempo de ciclo

O tempo é a unidade básica para medição de fluxos de processos. O tempo de ciclo de um fluxo de produção pode ser representado como soma do tempo de processamento, inspeção, espera e movimentação.

Na produção, o controle do tempo de ciclo é importante, pois identifica um padrão que deve ser melhorado. Se ocorrer qualquer acréscimo nesse tempo pode significar que algo está fora desse padrão

Isatto *et al.* (2000) apresenta algumas vantagens para a redução do tempo de ciclo:

- A gestão dos processos torna-se mais fácil;
- Entrega mais rápida ao cliente;
- 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.

Além disso, a redução do tempo de ciclo melhora a produtividade, pois se elimina desperdícios do processo produtivo. Para isso, deve haver sincronia entre o planejamento e o ritmo das equipes de produção.

5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes

Entende-se por simplificação a redução de passos em um fluxo produtivo. Quanto maior a quantidade de passos ou partes de processo, maior a quantidade de atividades que não agregam valor, já que, para cada parte do processo, existem tarefas auxiliares

A simplificação pode ter duas origens para a construção enxuta. A primeira refere-se à redução da quantidade de componentes presentes em um determinado produto, e a segunda refere-se à quantidade de passos ou partes presentes em um determinado fluxo de trabalho (KOSKELA, 1992).

O planejamento eficaz do processo de produção, equipes polivalentes e a utilização de elementos pré-fabricados são formas de se atingir a simplificação do fluxo produtivo.

6. Aumento da flexibilidade na execução do produto

Este conceito refere-se ao aumento das possibilidades ofertadas ao cliente sem que seja necessário aumentar substancialmente seu preço. Pode parecer contraditório conciliar a possibilidade de alteração dos projetos sugeridos pelos clientes, sem elevar substancialmente os custos. Porém com o aumento da eficiência dos processos, muitas empresas conseguem ser flexíveis mantendo a produtividade. Isso se dá pela adoção de processos mais organizados, que incluem, em seu planejamento, a possibilidade de flexibilidade.

Isatto *et al.* (2000) aponta as seguintes ações, como forma de se atingir esse princípio:

- Redução do tempo de ciclo, ao reduzir o tamanho dos lotes;
- Uso de mão de obra capaz de se adaptar a mudanças de demanda;

- Realizar a customização o mais tarde possível;
- Utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade planejada do produto sem grandes ônus para a produção.

7. Aumento da Transparência

A implantação da transparência no processo tende a exibir os pontos falhos existentes nos fluxos produtivos, além de aumentar e melhorar o acesso a informação de todos os usuários (CARVALHO, 2008).

Quando há clareza nas metas do processo produtivo, é possível identificar eventuais problemas com mais facilidade. Ao mesmo tempo, a transparência facilita o trabalho ao aumentar a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas.

Isatto *et al.* (2000) aponta algumas formas de aumentar a transparência no processo. São elas:

- A remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes;
- Utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização e demarcação de áreas;
- Emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo; e a
- Aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S.

Desta forma o trabalho é facilitado além de possibilitar a redução do desperdício de materiais e de atividades que não agregam valor (Koskela, 1992).

8. Foco no controle de todo o processo

Para Isatto *et al.* (2000), um grande risco dos esforços de melhorar um subprocesso é sub-otimizar essa atividade específica, dentro de um processo, com um impacto reduzido de desempenho global. Assim, é necessário que haja alguém responsável em controlar o processo como um todo.

Quando não há um controle sobre o processo global, pode acontecer que melhorias em um subprocesso, prejudiquem o processo principal.

Dessa forma, o processo global deve ser controlado e mensurado de forma que se consiga buscar a melhoria contínua da organização. além da necessidade

em se verificar se os diferentes interesses que estão distribuídos na empresa estão caminhando no mesmo sentido (KOSKELA, 1992).

9. Estabelecimento de melhoria contínua ao processo

Os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor nos processos produtivos devem ocorrer de maneira contínua na empresa, com a participação de toda equipe responsável. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançado na medida em que os demais princípios se cumprem. Essa é a alternativa mais promissora para o sucesso do uso dos conceitos enxutos. Agindo assim, a organização estabelece vantagens competitivas sobre os concorrentes.

Esse princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que são analisadas as decisões tomadas para a correção de desvios observados da coleta de dados do plano de curto prazo (BERNARDES, 2003).

10. Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões

Para Isatto *et al.* (2000) as melhorias de fluxo são indicadas no início de programas de melhoria, pois requerem menos investimentos e possuem forte impacto em processos complexos. Já as melhorias das conversões são mais vantajosas quando há perdas relacionadas às tecnologias adotadas e seus resultados são imediatos.

Para Koskela (1992), as melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma:

- Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos;
- Fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão;
- Novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo.

Quanto maior a complexidade do processo produtivo, maior será o impacto com as melhorias no fluxo. Quanto maior o desperdício inerente ao processo produtivo, maiores serão os benefícios nas melhorias dos fluxos em comparação com as melhorias nas conversões.

Verifica-se que existem diferentes potencialidades para os fluxos e para as conversões, porém estas diferenças devem ser balanceadas para que ocorram poucas variabilidades no processo produtivo.

11. Benchmarking

O *Benchmarking* consiste em identificar as referências de ponta produzidas por outras organizações e analisá-las de modo que se consiga adaptá-las e, se possível, implantar as boas práticas do mercado na empresa.

Para isso Isatto *et al.* (2000) apresenta os seguintes passos:

- Conhecer os processos próprios da empresa;
- Identificar boas práticas em outras empresas similares;
- Entender os princípios por trás dessas boas práticas e adaptar as boas práticas encontradas à realidade da empresa.

3.5.3 Planejamento e Controle da Produção

Segundo Bernardes (2003), das cinco etapas da dimensão horizontal do planejamento (Planejamento do processo de planejamento; Coleta de informações; Preparação de planos; Difusão da informação; e Avaliação do processo de planejamento), vistas na seção 2.3.2, nas empresas construtoras, dessas etapas, a primeira e a última são praticamente inexistentes, e as restantes são desenvolvidas de forma deficiente. Isso se dá pelos seguintes motivos:

- A execução da obra no canteiro é coordenada através de um planejamento de curto prazo realizado pelo gerente de produção, em períodos diferentes dos planos formais estabelecidos pela alta gerência;
- As entidades responsáveis pelo planejamento encontram dificuldades na atualização dos planos, visto que as mesmas não dispõem de informações do canteiro de obras para retroalimentação do planejamento;
- Os diferentes níveis de decisão do planejamento não estão integrados.

As empresas de construção possuem características distintas quanto à sua área de atuação no mercado, número de funcionários, sistemas computacionais

utilizados, entre outros. Para Bernardes (2003), entretanto, estas costumam desenvolver seus processos de PCP de maneira similar.

Normalmente, o diretor técnico ou o engenheiro responsável elabora plano de longo prazo. De uma maneira geral, a elaboração do plano de longo prazo tem por base o orçamento da obra, que é obtido através da análise dos projetos disponíveis e da utilização de índices de produtividade. De posse dessas informações é possível estimar as datas de início e término do serviço. Essas datas são utilizadas para a elaboração do cronograma geral.

Depois disso, há o processo de compra de materiais e equipamentos, bem como a contratação de mão-de-obra e negociação com firmas prestadoras de serviço.

Quando a obra é iniciada, as metas fixadas são atualizadas através de informações a respeito do andamento dos serviços que estão sendo executados, provenientes diretamente do canteiro.

A elaboração do plano de curto prazo, por sua vez, tem por base, em geral, a troca de informações gerais. Geralmente é baseado na experiência própria do engenheiro e do mestre-de-obras. A seguir temos a esquematização do processo de PCP no setor de Construção Civil.

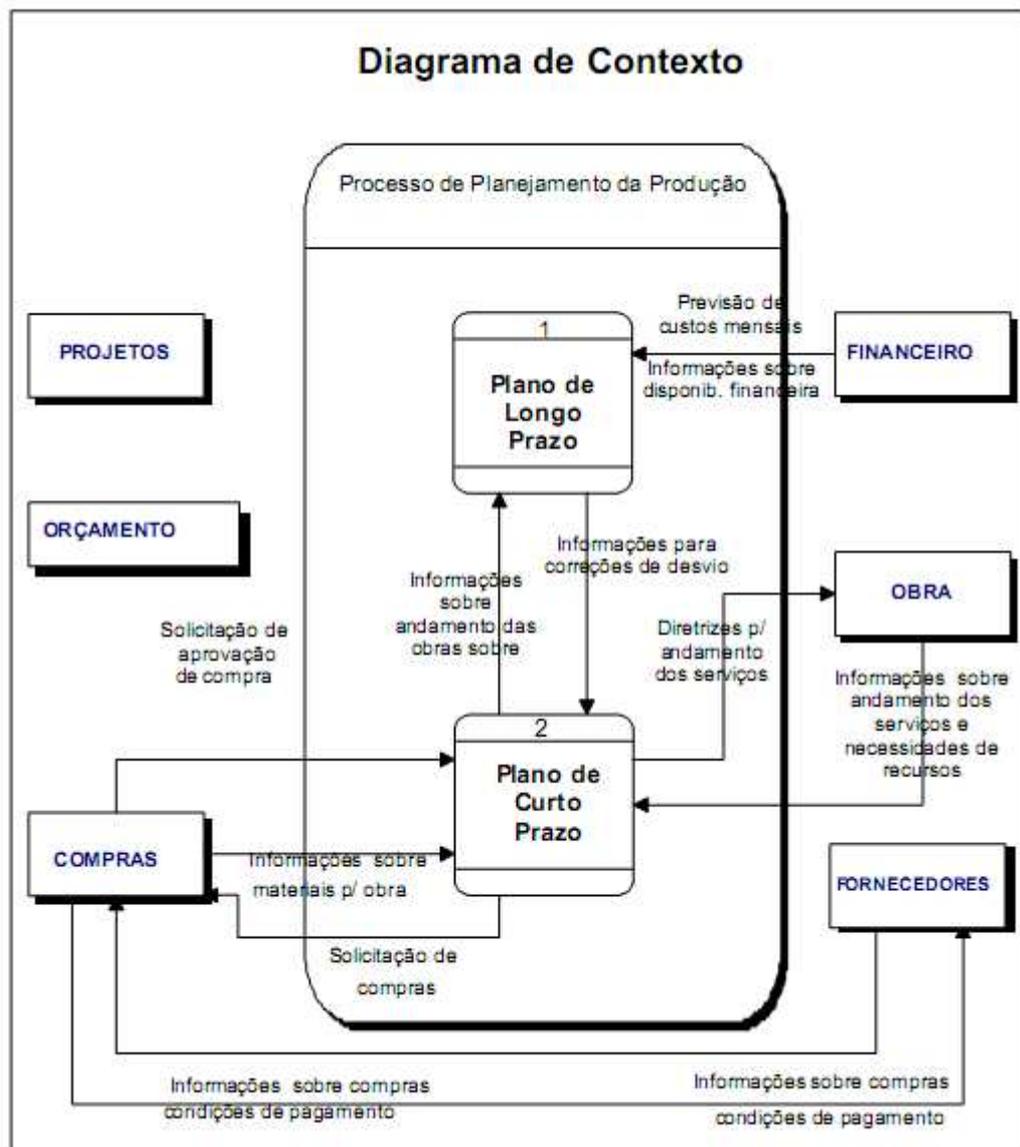


Figura 10 - Exemplo de Diagrama de Fluxo de Dados representando o sistema de planejamento real de uma empresa.

Fonte: Formoso (2001) *apud* Bernardes (2003).

Considerando o modelo de PCP apresentado, Bernardes (2003), destaca as seguintes deficiências no setor de construção:

- Dificuldade para organizar o próprio tempo de trabalho, por parte, principalmente dos envolvidos no processo de planejamento;
- Ausência de integração vertical no planejamento, ou seja, falta a participação de envolvidos na obra, de maneira a hierarquizar as metas dos planos de longo, médio e curto prazo;
- Inexistência de um Plano de Médio Prazo;

- Falta de formalização e sistematização na elaboração do plano de curto prazo;
- Desconsideração da disponibilidade financeira na fixação das metas;
- Estabelecimento de metas impossíveis de serem atingidas;
- Falta de envolvimento do mestre na preparação dos planos de curto prazo;
- Controle informal;
- Programação de recursos realizada fora do período adequado ou em caráter emergencial.

3.5.4 Ferramentas de Aplicação da *Lean Construction*

A aplicação dos princípios sugeridos por Koskela (1992), tem passado por adaptação através da teoria Transformação, Fluxo e Valor (TFV).

Além do processo de conversão convencional, a construção deve ser entendida também em termos de fluxo de trabalho e criação de valor (PENEIROL, 2007).

Com o objetivo de melhorar o desempenho do sistema produtivo, é que essa ferramenta contempla os seguintes aspectos:

- **Transformação:** a melhoria do processo produtivo deve estar focada no processo global, não somente em pequenos passos.
- **Fluxo:** busca-se reduzir o desperdício no processo produtivo, reduzindo as variabilidades e simplificando as atividades.
- **Valor:** nesse aspecto, busca-se a maximização do valor na percepção do cliente.

Esses três aspectos são a base para a teoria TFV e contemplam os onze princípios desenvolvidos por Koskela (1992), que por sua vez possuem ferramentas como *Last Planner System*, *Just-in-time* (JIT) e *Total Quality Control* (TQC).

O *Last Planner System* é uma ferramenta de controle da produção, desenvolvida nos Estados Unidos da América pelo *Lean Construction Institute*.

O Planejamento e Controle da Produção é realizado por pessoas diferentes, em momentos diferentes durante a realização da construção. O planejamento de longo prazo estabelece as restrições e objetivos gerais. Porém é o planejamento

físico diário que mostra de forma discriminada as tarefas que serão executadas no dia seguinte. A pessoa que produz esse planejamento diário é denominada último planejador (*Last Planner*).

O *Last Planner* considera o que “deveria” ser feito e o que “será” feito, analisando as restrições de o que “pode” ser feito.

Os níveis de planejamento vistos, segundo Bernardes (2003), planejamento de longo, médio e curto prazo, são baseados no método *Last Planner*. Com esta divisão em níveis, o planejamento traz uma melhor definição das atividades, proporcionando melhor visão ao gerente e envolvidos.

O método proposto tem como principais finalidades:

- Fazer do PCP um processo gerencial, apresentando transparência no processo;
- Reduzir incertezas no processo de produção;
- Formalizar o planejamento para consultas e introdução de melhorias de produção ou na tomada de decisões;
- Melhorar o gerenciamento;
- Facilitar o controle.

A produção *Just-in-time* (JIT) é uma ferramenta pela qual o tempo de produção é reduzido através da utilização de um sistema que produz somente as partes necessárias, no momento necessário, tendo um único sentido no fluxo de trabalho, com o mínimo de estoque necessário para assegurar a produção (SUGIMORI, *et al.*, 1977 *apud* CARVALHO, 2008).

A técnica JIT tem papel ativo na melhoria do processo produtivo, incluindo a melhoria dos níveis de qualidade dos processos produtivos. A redução planejada dos níveis de estoque pode funcionar como indicador de problemas de qualidade, dando aporte nas decisões sobre alocação de recursos para a melhoria dos processos produtivos (BARROS, 2005).

Além de aumentar a produtividade, reduzir o tempo de ciclo do processo produtivo e as variabilidades da produção, este método revela a utilização de equipamentos, estoques e trabalhadores excedentes no processo produtivo (SUGIMORI, *et al.*, 1977 *apud* CARVALHO, 2008).

Outra ferramenta importante na construção enxuta é o controle de qualidade total, ou *Total Quality Control* (TQC), que visa à garantia da qualidade de seus produtos e processos.

O sistema TQC está diretamente ligado aos princípios da construção enxuta e segundo Koskela (1992) a extensão do termo qualidade total engloba três aspectos principais,

- O controle da qualidade total deve atingir todos os departamentos;
- Deve existir a expansão e iniciativa do controle de qualidade partindo do operário para o gerente; e
- A noção de qualidade deve fazer parte de todos os membros da empresa.

As ferramentas JIT e TQC são complementares e deve haver harmonia entre esses conceitos. O JIT busca a melhoria de seus processos através de pesquisas e desenvolvimento e o sistema TQC busca a melhoria contínua através de tratamentos estatísticos sobre as áreas analisadas (CARVALHO, 2008).

3.6 Medição de Desempenho

Não se pode avaliar o que não se pode medir. Dessa forma, a medição de desempenho nas empresas é importante, pois representam um processo de autocrítica e de acompanhamento das ações e decisões tomadas.

O conceito de desempenho na construção civil está, há muitos anos, associado ao comportamento em uso nas edificações, dentro de determinadas condições. O desafio mundial é que este comportamento atenda às expectativas dos usuários das edificações ao longo de uma determinada vida útil e dentro da realidade técnica e socioeconômica de cada país e empreendimento (BORGES, 2008).

Uma grande dificuldade enfrentada por aquelas empresas que pretendem iniciar na prática da construção enxuta é estabelecer parâmetros iniciais sobre as possíveis vantagens adquiridas com a implantação desta filosofia de gestão (KUREK, *et al.*, 2005 *apud* CARVALHO, 2008).

A literatura discute de maneira superficial tanto o processo de implantação da construção enxuta quanto os aspectos estratégicos das empresas envolvidas no referido processo, concentrando-se no estudo da aplicação de princípios e

ferramentas nas diversas áreas do conhecimento (ALVES e NETO, 2008 *apud* CARVALHO, 2008).

Alguns trabalhos procuram atender essa demanda sobre a necessidade de avaliação do estado atual da empresa em relação aos princípios da construção enxuta, desenvolvendo questionários que buscam proporcionar a evolução da literatura sobre esse tema.

Sendo o grande objetivo do pensamento enxuto a eliminação de tudo aquilo que consome recursos e não agrega valor, o controle do nível de desperdício de recursos e tempo utilizados na execução de uma tarefa, são frequentemente utilizados como referência na medição do desempenho da aplicação das técnicas da construção enxuta.

3.7 Conclusão

Dada a importância do setor da construção civil, é necessário que se dedique mais atenção e pesquisas no sentido de tornar o processo produtivo mais racional, eliminando os desperdícios e aumentando o valor.

É nesse sentido que o sistema *Lean Construction* se apresenta e pode, através da aplicação de seus princípios e ferramentas, conferir melhorias para o processo produtivo.

Assim, esse capítulo cumpriu a função de delinear o setor, mostrando as deficiências do mesmo, incluindo assim os tipos comuns de perdas, e apresentar o modelo de construção enxuta como um antídoto contra o desperdício e como forma de melhorar o desempenho do setor.

4 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos dessa pesquisa, o trabalho foi dividido em duas fases. Na primeira fase, foi realizada a revisão bibliográfica, através de livros, monografias, dissertações, teses, artigos científicos e publicações em revistas especializadas do setor de edificações, bem como foi elaborado um questionário, baseado nos conhecimentos adquiridos nessa fase. Na segunda fase, foi realizada a identificação das empresas e a realização da pesquisa de campo.

4.1 Tipo e Natureza da Pesquisa

Gil (2002) aponta três grandes grupos de pesquisa: exploratórias, descritivas e explicativas. A pesquisa exploratória tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, de forma a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A pesquisa descritiva busca identificar as características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecer relações entre variáveis. Já a pesquisa explicativa busca identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

Diante de tal conceituação, como o estudo em questão busca identificar o nível de aplicação dos princípios da *Lean Construction* na cidade de Petrolina - PE e considerando também que não existem pesquisas referentes ao tema para essa cidade, essa pesquisa pode ser classificada como do tipo exploratória.

A pesquisa, no setor da construção, foi de natureza qualitativa, pois se baseou em declarações e transcrições de entrevistas.

O método de procedimento foi de um estudo multicaso, por se tratar de um estudo qualitativo-exploratório do método de gerenciamento de obras em empresas da mesma atividade.

4.2 Delineamento da Pesquisa

Gil (2002) define o delineamento como o planejamento da pesquisa, considerando o ambiente em que são coletados os dados e as formas de controle das variáveis envolvidas. A Figura 11 representa o esquema utilizado nessa pesquisa.

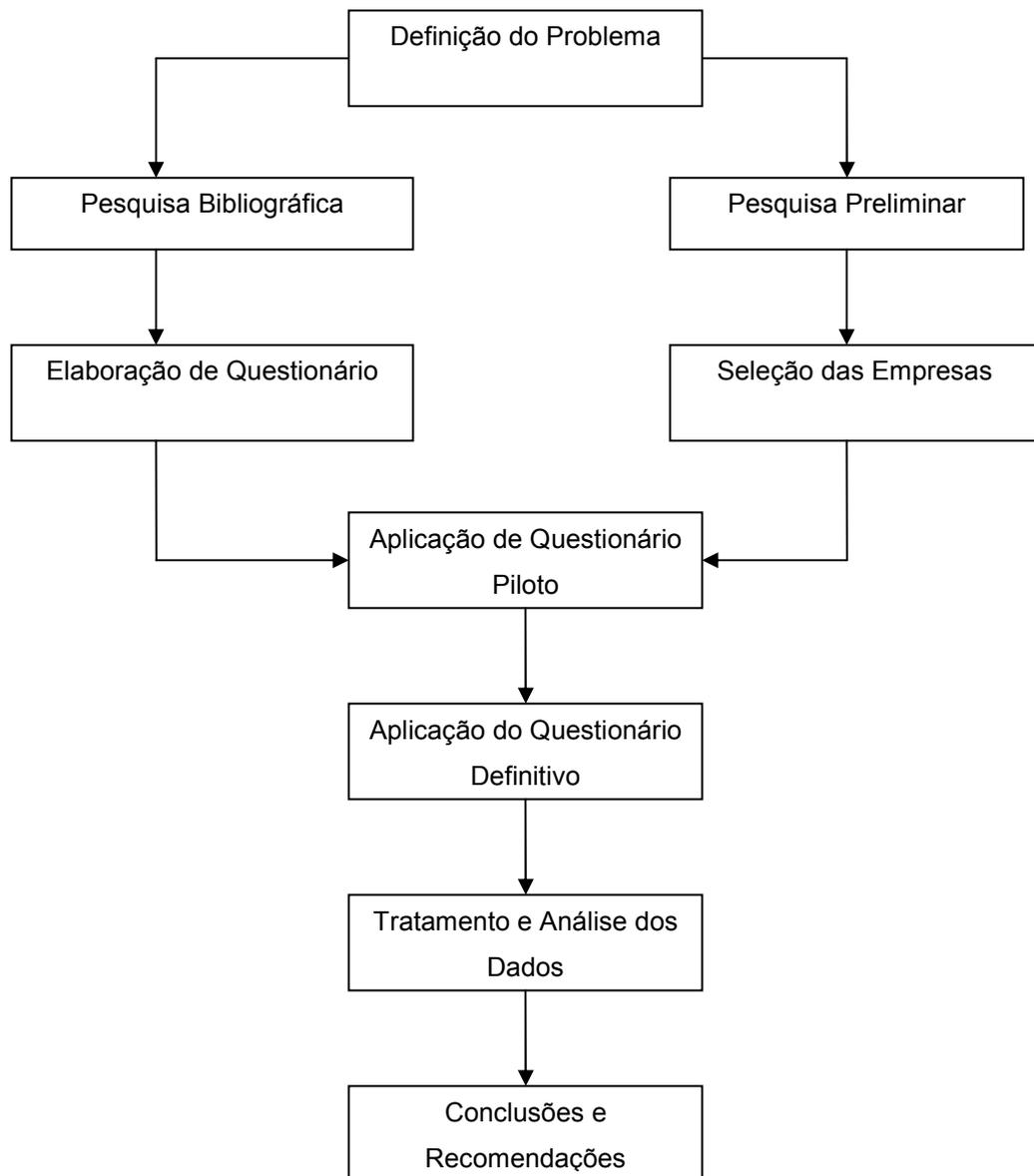


Figura 11 - Roteiro de Pesquisa

A seguir, são apresentadas as partes desse roteiro de pesquisa.

4.2.1 Pesquisa Bibliográfica

Foram utilizados, como marcos iniciais para a pesquisa bibliográfica, o trabalho de Barros (2005), que analisava a aplicação da filosofia enxuta nas empresas de construção na região metropolitana da cidade do Recife-PE, e o trabalho de Carvalho (2008), que apresentava um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta. A partir desses trabalhos foram então coletados artigos, teses e monografias que permitiram o conhecimento e aprofundamento das informações a cerca das áreas ligadas à organização e planejamento da produção.

Além disso, também foi possível vislumbrar a origem e evolução do pensamento enxuto, conhecer as características e estado do setor da construção civil no Brasil e analisar o setor de edificações, do ponto de vista da aplicação de técnicas de gerenciamento e da aplicação do pensamento enxuto para o setor.

4.2.2 Elaboração do Questionário e Aplicação de Questionário Piloto

A elaboração de uma ferramenta para coleta de dados, só pode ser realizada baseando-se nos marcos teóricos que contornaram a pesquisa.

Dessa forma, o questionário utilizado nesse trabalho foi elaborado tomando como referência os trabalhos já citados, porém adequando-os à natureza e aos objetivos da pesquisa.

Definidas as perguntas relevantes e formulado o questionário, foi realizada uma entrevista piloto com o objetivo de verificar a aplicabilidade do questionário.

O questionário foi aplicado em uma entrevista com um especialista na área de construção que atua a um tempo significativo na região e conhece a dinâmica e o porte das empresas locais. Pôde-se perceber que a extensão do questionário tornava a entrevista demasiadamente exaustiva. As perguntas contidas no questionário procuravam identificar mais do que os princípios e ferramentas utilizadas, buscava, além disso, identificar causas e consequências da aplicação. Dessa forma, como o objetivo desse trabalho é menos extensivo, optou-se em acatar a sugestão do especialista e focar as perguntas no objetivo do trabalho.

Assim, a nova formatação e apresentação do questionário reduziram a quantidade de perguntas e a forma de apresentação, de forma que, ao primeiro contato, o entrevistado não desanime pelo volume do questionário. O tempo de entrevista foi reduzido, de uma hora, para quinze minutos. A quantidade de páginas foi de oito para três e pode-se perceber que o questionário poderia ser respondido sem a presença de um entrevistador, pois todas as perguntas eram claras e específicas.

Assim, o questionário foi dividido em três grupos de perguntas, que estão apresentados a seguir:

- **Conhecimento a Respeito da *Lean Construction*:** essa parte contém sete perguntas que visam identificar como os entrevistados avaliam seu conhecimento a respeito da *Lean Construction* e a aplicação consciente de suas ferramentas.
- **Os Onze Princípios de Koskela:** nessa seção do questionário foram realizadas algumas perguntas referentes a cada um dos onze princípios da *Lean Construction* sugeridos por Koskela. Essas perguntas contemplavam procedimentos referentes a cada princípio e foram adaptadas do questionário proposto por Carvalho (2008) para análise da aplicação da construção enxuta. A quantidade de perguntas por princípio pode ser vista na Tabela 6:

Tabela 6 - Quadro Resumo da Quantidade de Perguntas por Princípio

	Princípio	Número de perguntas
1	Redução de atividades que não agregam valor	5
2	Melhorar o valor do produto através das considerações sistemática requeridas pelos clientes	2
3	Reduzir variabilidades	6
4	Reduzir o tempo de ciclo	9
5	Simplificar e minimizar o número de passos e partes	7
6	Melhorar a flexibilidade dos produtos	7
7	Melhorar a transparência do processo	8
8	Focar o controle do processo global	6
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	7
10	Balancear as melhorias de fluxo com as melhorias de conversão	4
11	Referência de ponta	2
	TOTAL	71

Cada pergunta possui quatro possibilidades de resposta, distribuídas entre zero e três, onde zero indica que o princípio não está presente e três indica que o princípio está efetivamente implantado a mais de doze meses e apresenta melhoria na execução. O questionário em questão pode ser visto no Apêndice I.

- **A Respeito da Empresa:** as perguntas dessa parte do questionário contemplam as características da empresa. São feitas três perguntas que investigam o porte por receita bruta, quantidade de obras em que está atuando e a quantidade de obras em que as respostas expressas nas questões anteriores se aplicam.

4.2.3 Pesquisa Preliminar

Concomitantemente à elaboração do questionário, foi realizada uma pesquisa preliminar nos Conselhos Regionais de Engenharia e Arquitetura (CREA), das cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. A informação recebida foi a de que esses órgãos, na região, são apenas de fiscalização e, portanto, não poderiam fornecer os dados solicitados.

No entanto, foi informado que os dados requeridos poderiam ser conseguidos nas sedes dos Conselhos, nas capitais. Foram sugeridos nomes de pessoas que poderiam ser procuradas, caso optasse por um contato direto com a sede e também se puseram a disposição para intermediar o contato com a sede na capital, caso fosse preferido.

Pensou-se, inicialmente, em aplicar o questionário nas empresas de construção nas cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Foi estabelecido contato com o CREA nos dois estados e solicitadas informações referentes às empresas registradas na região. Porém, apenas o CREA-PE forneceu as informações solicitadas. Dessa forma, o campo de atuação da pesquisa foi restringido a apenas a cidade de Petrolina - PE.

As informações passadas pelo CREA-PE continham:

- Número de Registro no CREA;
- Nome da Empresa;

- Endereço;
- Telefone;
- Data de Fundação.

A relação obtida continha cento e vinte empresas com registro no CREA-PE. Dentre estas existiam empresas de produção agrícola, distribuição, serviços elétricos, de manutenção, comércio, dentre outros. Desta relação, empresas construtoras seriam apenas cinquenta e seis.

Durante a aplicação do questionário piloto, o especialista entrevistado indicou as empresas que, pela sua experiência, teriam maior organização e que ele indicava para a realização da pesquisa.

4.2.4 Seleção das Empresas

A escolha das empresas para a aplicação do questionário se deu através de dois critérios básicos: indicação do especialista e empresas presentes na lista do CREA -PE com maior tempo de fundação.

O especialista indicou as empresas no setor de edificações mais atuantes segundo seu porte. Essas informações foram cruzadas com as obtidas na pesquisa preliminar, considerando as empresas com mais tempo de atuação no mercado. Essa decisão justifica-se pela idéia de que empresas que tiveram tempo de se consolidar possuem maior nível de organização e, portanto, pode haver maior consistência na aplicação das ferramentas da construção enxuta. Partindo desse pressuposto foram selecionadas dezesseis empresas.

Das dezesseis empresas selecionadas, só foi possível estabelecer contato com nove, algumas por não haver informações corretas para o contato, outras por não haver alguém disponível para atender.

Das nove empresas que se pôde estabelecer contato, uma deles não estava realizando, no momento, obras de edificações, apenas de infra-estrutura, sendo assim, a empresa respondeu apenas a primeira parte do questionário, sobre o conhecimento a respeito da construção enxuta. Outras quatro não dispuseram de tempo para responder o questionário no período previsto para a verificação dos

resultados. Sendo assim, esse trabalho se concentrou nas respostas de quatro empresas.

4.2.5 Aplicação do Questionário

Foi realizada uma pesquisa do tipo levantamento, que é caracterizada por Gil (2002) pela interrogativa direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. O mesmo autor afirma que o questionário constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informações, além de não exigir treinamento de pessoal e garantir o anonimato do entrevistado.

O questionário foi entregue ao responsável pelo gerenciamento das obras, que pode ser um engenheiro, um técnico com experiência ou o próprio proprietário da empresa. Duas entrevistas foram realizadas pessoalmente, às demais, foi solicitado o envio do questionário por e-mail, para que assim, pudesse ser respondido aos poucos, durante as folgas entre os compromissos.

4.2.6 Tratamento e Análise dos Dados

Considerando a natureza deste trabalho, os dados receberam um tratamento qualitativo, ressaltando que para as questões referentes aos onze princípios propostos por Koskela (1992), foram atribuídos pesos iguais de forma a estabelecer que todos os princípios tenham o mesmo grau de importância na construção enxuta.

Cada pergunta tem como valor mínimo de resposta zero e valor máximo três. Para cada questionário respondido foi realizado o somatório das respostas por princípio e calculado o desempenho da empresa para aquele princípio, dividindo o somatório das respostas dadas pelo entrevistado pelo somatório de pontos máximo possível para aquele princípio. O resultado é expresso em percentual de desempenho. Esse percentual de desempenho pode ser visualizado, por princípio através de um gráfico radar, dividido em quatro classes que variam de zero a vinte e cinco por cento; de vinte e cinco a cinquenta por cento; de cinquenta a setenta e cinco por cento e de setenta e cinco a cem por cento.

Se o percentual de desempenho da aplicação do princípio for inferior a vinte e cinco por cento, interpretamos que aquele princípio não é aplicado.

No intervalo de vinte e cinco a cinquenta por cento, há incidência de aplicação do princípio, porém com bastante inconsistência. Dessa forma, ainda não se pode afirmar que exista aplicação do princípio na empresa, porém há indícios de uma predisposição para desenvolvê-lo.

Quando o percentual de desempenho de aplicação do princípio estiver entre cinquenta e setenta e cinco por cento, consideramos que o princípio está presente, porém necessita ser efetivado.

Já quando o resultado for superior a setenta e cinco por cento, significa que o princípio está presente, implantado e resultando em melhorias para a empresa.

Esses intervalos podem ser visualizados na Figura 12:

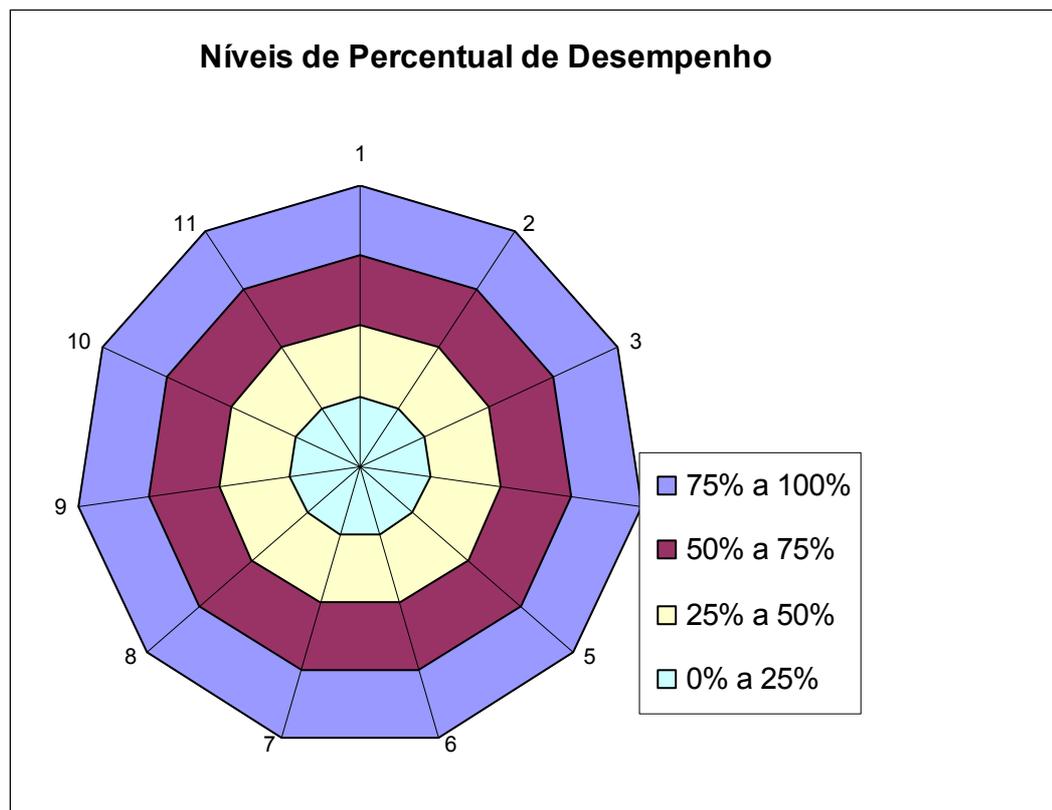


Figura 12 - Níveis de Percentual de Desempenho para Aplicação dos Princípios.

Com a finalidade de tornar melhor a visualização das características da empresa com relação aos princípios, a Tabela 7 apresenta os intervalos de resposta para o percentual de desempenho e o que traduz cada um deles.

Tabela 7 - Níveis de Classificação por Percentual de Desempenho para Aplicação dos Princípios.

Intervalo de Percentual de Desempenho	Característica
0% a 25%	O princípio não está presente.
25% a 50%	Há incidência de aplicação do princípio, porém de maneira inconsistente.
50% a 75%	O princípio está aplicado, porém evidencia oportunidades de desenvolvimento.
75% a 100%	O princípio está totalmente presente, aplicado a mais de doze meses e resulta em melhorias para a empresa.

O percentual de desempenho global da empresa, quanto à aplicação dos princípios da construção enxuta, é calculado através do somatório das respostas de todos os princípios, dividindo o valor obtido pelo somatório do valor máximo de todas as perguntas.

Hafacker (2008) *apud* Carvalho (2009) sugere a seguinte Tabela 8 como referência para classificação da empresa de acordo com o nível de construção enxuta:

Tabela 8 - Níveis para a Classificação da Empresa por Percentual de Desempenho Global.

NÍVEL	SUBNÍVEL	PERCENTUAL	CARACTERÍSTICA
A	AAA	95% a 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta.
	AA	90% a 94%	
	A	85% a 89%	
B	BBB	80% a 84%	Consciência e aprendizado enxuto.
	BB	75% a 79%	
	B	70% a 74%	
C	CCC	65% a 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.
	CC	60% a 64%	
	C	55% a 59%	
D	DDD	50% a 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta.
	DD	45% a 49%	
	D	0% a 44%	

Fonte: Hafacker (2008) *apud* Carvalho (2009)

Depois de tabular esses dados, o resultado para cada empresa foi analisado incluindo a quantidade de obras em que a empresa está atuando, classe de percentual de obras em execução em que as respostas expressas se aplicam e o desempenho da empresa com relação à aplicação dos princípios da *Lean Construction*. Todos os resultados obtidos estão expostos no Capítulo 5.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos através da aplicação do questionário, nas quatro empresas, serão expressos nesse capítulo.

5.1 Caracterização das empresas

O artigo 2º, inciso I, da Lei nº 9.841 de 5 de outubro de 1999 classifica como empresa de pequeno porte, aquela não enquadrada como microempresa e que possui receita anual bruta inferior a R\$1.200.000. A lei nº10.165, de 27 de dezembro de 2000, no artigo 17-D, incisos II e III, descrevem as empresas de porte médio e grande, como as pessoas jurídicas que possuem receita anual bruta superior a R\$1.200.000 e igual ou inferior a R\$12.000.000, e àquelas com receita anual bruta superior a R\$12.000.000, respectivamente.

Com base nessa definição, as respostas do questionário a respeito da receita anual bruta da empresa, tiveram a finalidade de identificar o porte da empresa em questão. Dessa forma, percebeu-se que, das quatro empresas pesquisadas, uma é classificada como de pequeno porte, duas como de porte médio e uma de grande porte.

A empresa de pequeno porte respondeu que estava atuando, quando da aplicação do questionário, em **menos de 2 obras** e afirmam que as respostas do questionário se aplicam ao intervalo entre **51% e 75%** das obras em execução.

Da mesma forma, as empresas de médio porte afirmam que as respostas do questionário também se aplicam ao intervalo entre **51% e 75%** das obras em execução, porém uma empresa possui **de 2 a 5 obras** em execução, enquanto a outra atua em **de 5 a 10 obras**.

Já na empresa de grande porte, as respostas do questionário se aplicam ao intervalo entre **26% e 50%** das obras em execução e atualmente a empresa é responsável por **de 10 a 20 obras**.

Essas informações podem ser visualizadas na Figura 13 - Quantidade de Obras em Execução e na Figura 14.

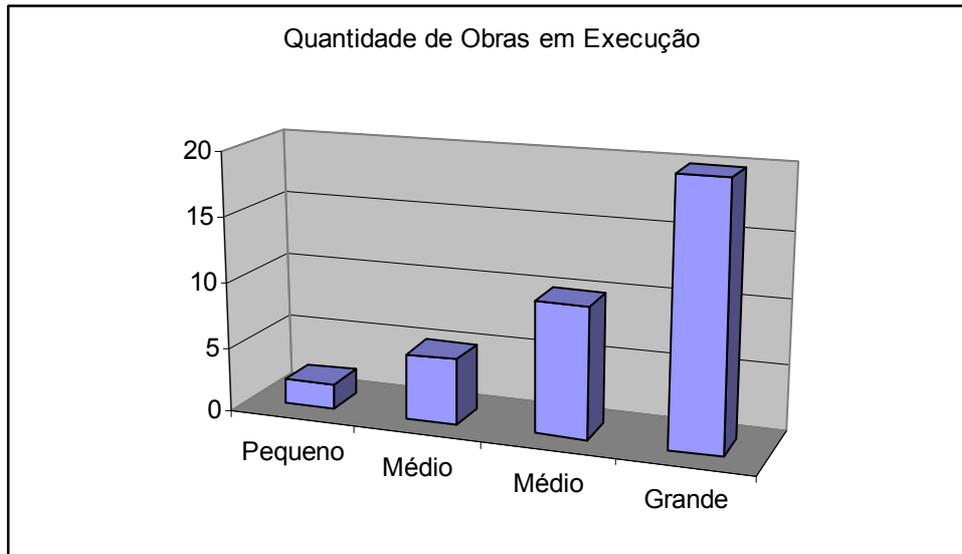


Figura 13 - Quantidade de Obras em Execução

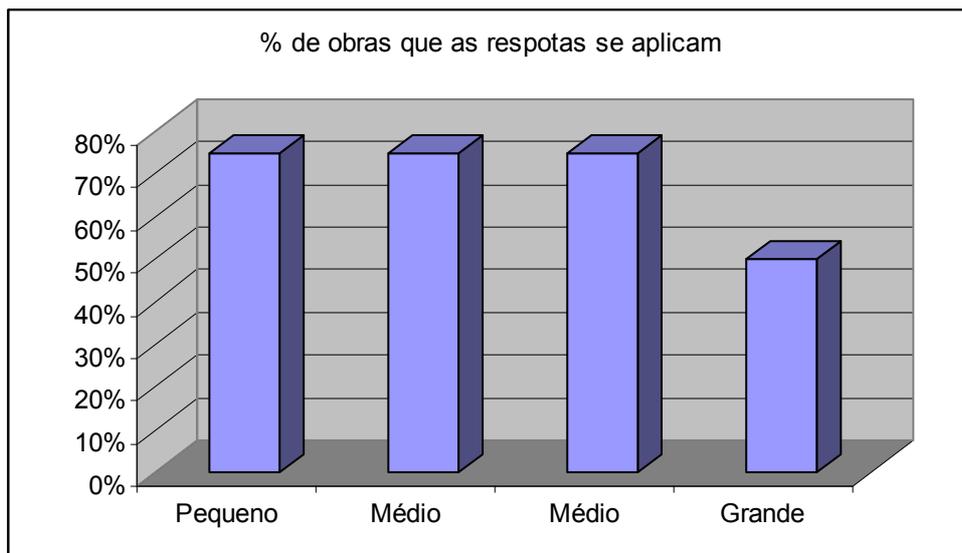


Figura 14 - Porcentagem estimada em que as respostas se aplicam

A Figura 13 e a Figura 14 representam a síntese das respostas dadas com relação à caracterização das empresas.

5.2 Conhecimento a respeito da Lean Construction

Questionados sobre seu conhecimento a respeito da *Lean Construction*, os entrevistados puderam classificar como avaliavam o próprio conhecimento em

quatro níveis, enumerados de zero a três, correspondendo à, nenhum, pouco, médio e muito, respectivamente.

O resultado dessa classificação está apresentado na Figura 15:

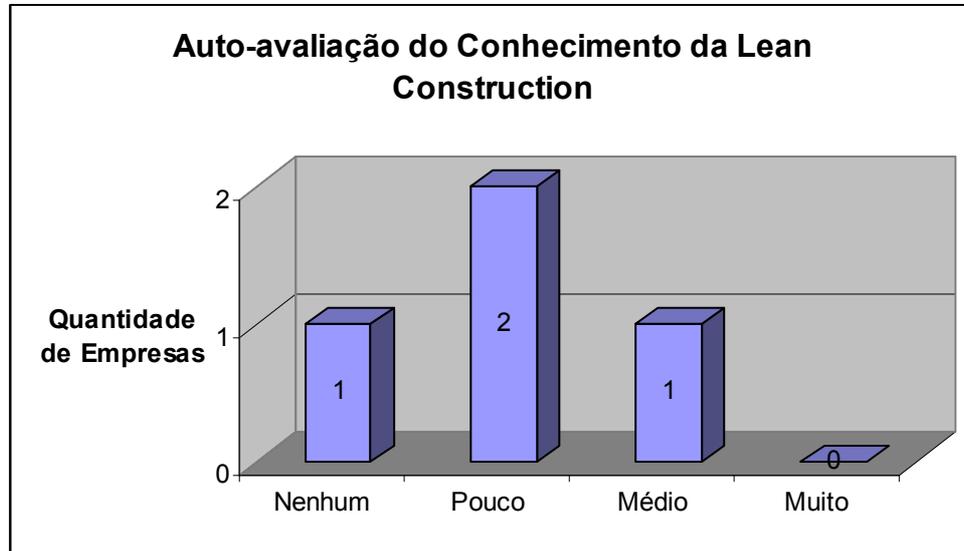


Figura 15 - Auto-Avaliação do Conhecimento a Respeito da *Lean Construction*

Como pode ser observado na Figura 15, nenhum entrevistado considera possuir muito conhecimento a respeito da *Lean Construction*. Apenas o representante da empresa de grande porte considera como médio o próprio conhecimento. Uma empresa de médio porte e a de pequeno porte consideram que possuem pouco conhecimento e uma empresa de médio porte considera não ter conhecimento algum sobre o tema.

Quanto ao interesse de se trabalhar com construção enxuta, apenas a empresa de pequeno porte considera médio o interesse de trabalhar com essa filosofia, todas as outras afirmam possuir muito interesse.

No entanto, é consenso, entre todas as empresas, a confiança na afirmação de que a construção enxuta pode melhorar o desempenho de uma empresa, inclusive daquela empresa que afirma não possuir conhecimento algum sobre a *Lean Construction*.

Como principal entrave à implantação da construção enxuta, apenas a empresa de grande porte considera a falta de disseminação da filosofia no mercado local o principal empecilho. Todas as outras consideram, como principal entrave, os custos com implantação, gastos com treinamentos, tecnologias e equipamentos.

Todos os entrevistados afirmam conhecer alguma ferramenta da construção enxuta, porém apenas duas empresas, a de grande porte e uma de médio porte, afirmam utilizar alguma. Dentre as opções de ferramentas, *Just-in-time*, *Last Planner System* e *Total Quality Control*, essas duas empresas afirmam utilizar *Total Quality Control*. Essas duas empresas são exatamente aquelas que afirmaram possuir um sistema de qualidade efetivamente implantado há mais de doze meses.

5.3 Aplicação dos Onze Princípios de Koskela

Depois de tratar os dados coletados, onde conhecemos o desempenho da empresa, analisaremos as respostas dadas para cada um dos princípios da construção enxuta, com a intenção de identificar o estado atual das empresas com relação a eles. Essas informações podem servir de base para a elaboração de futuros planos de melhoria nessas empresas.

5.3.1 Empresa 01

A Empresa 01 é uma empresa de pequeno porte, que não utiliza nenhuma ferramenta da *Lean Construction*, é responsável atualmente por **até 2 obras** e considera que as respostas dadas no questionário se aplicam entre **51% a 75%** das obras em execução.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos para a Empresa 01, por princípio e o percentual de desempenho global para a empresa, obtido através do somatório de todos os princípios.

Tabela 9 - Resultados por Princípio para a Empresa 01

PRINCÍPIO	SOMATÓRIO DAS RESPOSTAS	SOMATÓRIO MÁXIMO POSSÍVEL	PERCENTUAL DE DESEMPENHO
1) Redução de atividades que não agregam valor	8	15	53%
2) Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente	5	6	83%
3) Reduzir variabilidades	5	18	28%
4) Reduzir o tempo de ciclo	6	27	22%
5) Simplificar e minimizar o número de passos e partes	10	21	48%
6) Melhorar a flexibilidade do produto	8	21	38%
7) Melhorar a transparência do processo	14	24	58%
8) Focar o controle do processo global	7	18	39%
9) Introduzir a melhoria contínua do processo	5	21	24%
10) Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das Conversões	6	12	50%
11) Referências de ponta (<i>Benchmarking</i>)	1	6	17%
TOTAL	75	189	40%

As informações da Tabela 9 podem ser visualizadas através do Gráfico Radar, exposto na Figura 16, que expressa a posição da empresa através dos percentuais de desempenho.

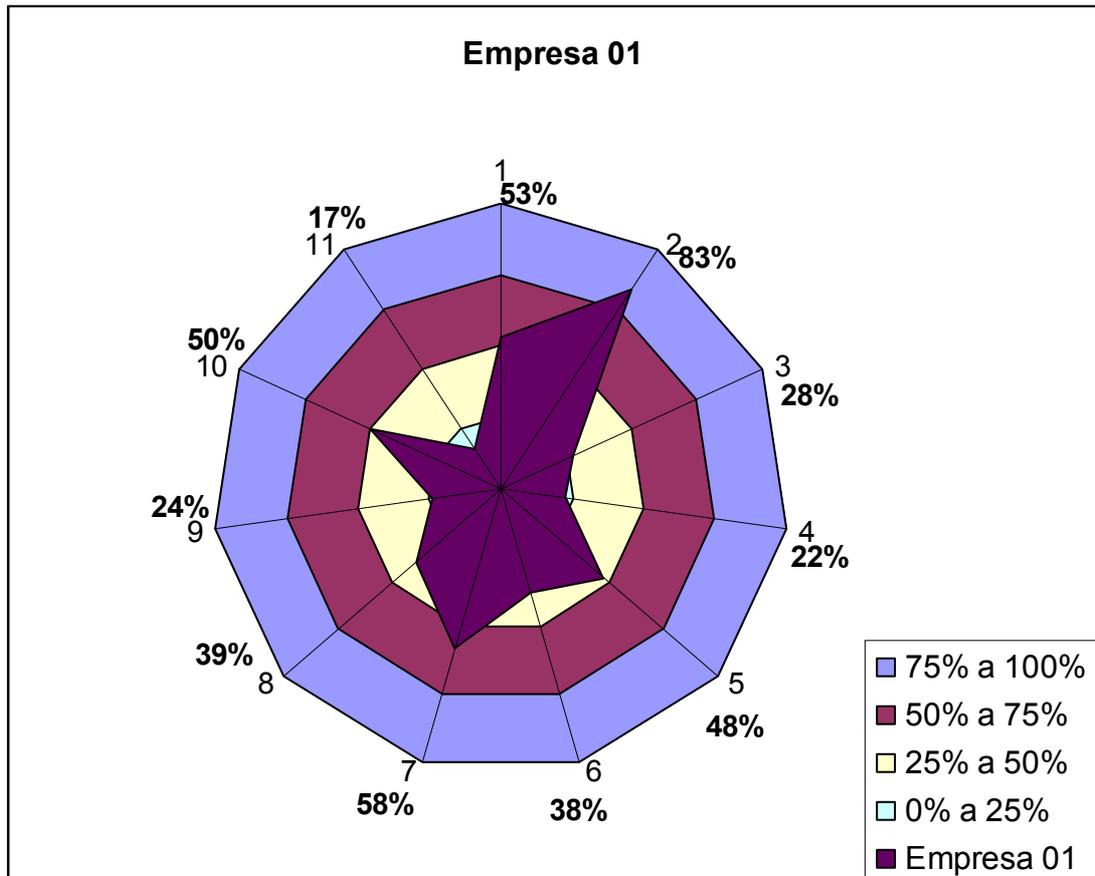


Figura 16 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 01

Na análise das respostas dadas, com relação ao Princípio 1 - Redução de Atividades que Não Agregam Valor - pode-se identificar que a inexistência de procedimentos de medição de desempenho das atividades realizadas no canteiro de obras é a principal causa do baixo percentual de desempenho da aplicação do Princípio 1. Para as demais perguntas, quanto a utilização de equipamentos de transportes verticais e horizontais, análise do *layout* do canteiro e distribuição de materiais próximos aos locais de aplicação, a empresa responde possuir procedimentos presentes e efetivamente implantados.

Quanto ao Princípio 2 - Melhorar o valor do Produto Através das Considerações Sistemáticas Requeridas pelo Cliente - a empresa demonstrou possuir bom desempenho, acima de 75% e evidencia a oportunidade de análise das melhorias efetivas resultantes da utilização de um meio de comunicação eficiente, onde o cliente possa realizar as suas considerações sobre o trabalho efetuado.

A aplicação do Princípio 3 - Reduzir Variabilidades - é inconsistente. A empresa não faz uso de mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e

reduzem a variabilidade do processo. Nessa seção do questionário, a empresa responde que o sistema de qualidade implantado na empresa possui inconsistência. De certa forma, essa declaração corrobora com a idéia de que a adoção de sistemas de certificação da qualidade, que estabeleçam padrões, métodos de ação e fiscalização da adoção dos procedimentos, coloca a empresa em sintonia com a utilização dos princípios da construção enxuta.

O percentual de desempenho do Princípio 4 - Reduzir o Tempo de Ciclo - é ainda menor que do princípio anterior. Isso se deve a inexistência da utilização de três atividades relacionadas ao princípio e a inconsistência das outras restantes. A empresa não possui conhecimento a respeito dos tempos gastos diariamente a espera de materiais na obra, nem o tempo de espera da emissão de projetos. A empresa também não possui índices de desempenho que comprovem a redução do tempo de ciclo nos empreendimentos. Existe controle sobre a produtividade dos operários e os tempos de ciclo do empreendimento e das atividades internas, como também o tempo gasto com manutenção, inspeção e espera de produtos e serviços dos fornecedores, porém há inconsistência nesses procedimentos.

O baixo percentual de desempenho para a utilização do Princípio 5 - Simplificar e Minimizar o Número de Passos e Partes - se deve principalmente pela inexistência de informações claras e disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro a respeito das tarefas que deverão ser realizadas na semana. Processos internos pouco eficientes e deficiência em um fluxo de informações simples e eficiente puxam o percentual de desempenho desse princípio para baixo. Os processos de contratação e de compras são eficientes, porém ainda percebe-se que há em que melhorar. A empresa utiliza equipamentos que possibilitam a redução do número de passos e partes de uma tarefa, como também produtos pré-moldados e kits, porém ainda é necessário estabelecer medidas de avaliação das melhorias no processo.

Quanto ao Princípio 6 - Melhorar a Flexibilidade do Produto - não há nenhum dos quesitos que sejam aplicados a mais de doze meses e que se tenha visto melhorias em sua implantação. A empresa informa que os produtos ofertados não possuem nenhuma flexibilização do *layout* e, conseqüentemente, não há controle sobre o tempo gasto pelo operário para trocar a atividade padrão pela modificada. Há bastante inconsistência na entrega de materiais, em pequenos lotes, de forma programada e há pouco incentivo para que os funcionários se tornem polivalentes.

No Princípio 7 - Melhorar a Transparência do Processo - há presença de todas as atividades e procedimentos questionados. A empresa aponta ter os processos de compra e contratação transparentes para os clientes completamente implantados a mais de doze meses, apresentando melhorias na sua execução. Da mesma forma, há um processo de transparência no canteiro de obras, onde os funcionários podem conversar com a engenharia e diretoria da empresa. Nota-se também que há o que melhorar quanto à transparência das metas, resultados e expectativas entre os funcionários, como também à organização do ambiente de trabalho, à utilização de sistemas de comunicação, vias de acessos limpos, largos e desimpedidos e ambientes limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar.

Os fatores que influenciaram no percentual de desempenho do Princípio 8 - Focar o Controle Global - foram, por um lado a, inexistência de divulgação entre os funcionários sobre o planejamento total da obra e, por outro, o razoável controle sobre o orçamento da obra e o controle periódico do faturamento.

O Princípio 9 - Introduzir a Melhoria Contínua do Processo - possui um baixo percentual de desempenho na aplicação. Isso se deve a inexistência de algum programa de melhoria contínua na empresa e falta de controle sobre as inconformidades nos serviços cotidianos na empresa. Há inconsistência na aplicação das sugestões dos funcionários quanto às tarefas da obra, pois as inconformidades encontradas não são tratadas com muita importância pelos funcionários, os programas de incentivo para que o funcionário apresente novas idéias para melhoria contínua são inconsistentes.

Quanto à aplicação do Princípio 10 - Balancear as Melhorias no Fluxo com as Melhorias das Conversões - a empresa afirma possuir um inconsistente controle sobre o fluxo de informações. Além disso, acredita-se que o número de funcionários pode não ser suficiente para entregar a obra no prazo.

O Princípio 11 - Referência de Ponta - apresenta o menor percentual de desempenho de aplicação do princípio. Isso se deve ao fato da empresa afirmar não utilizar o benchmarking e pouco utiliza outro trabalho da empresa como um modelo a ser espelhado.

5.3.2 Empresa 02

A empresa 02 é uma empresa de médio porte, que afirma aplicar a ferramenta da *Lean Construction Total Quality Control*. Atualmente é responsável por **entre 5 e 10 obras**, e afirma que as respostas se aplicam à faixa entre **51% a 75%** das obras em execução.

A Tabela 10 apresenta o somatório das respostas dados no questionário e o percentual de desempenho, por princípio, como também o desempenho geral da empresa, pelo somatório dos resultados de todos os princípios.

Tabela 10 - Resultados por Princípio para a Empresa 02

PRINCÍPIO	SOMATÓRIO DAS RESPOSTAS	SOMATÓRIO MÁXIMO POSSÍVEL	PERCENTUAL DE DESEMPENHO
1) Redução de atividades que não agregam valor	13	15	87%
2) Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente	6	6	100%
3) Reduzir variabilidades	13	18	72%
4) Reduzir o tempo de ciclo	11	27	41%
5) Simplificar e minimizar o número de passos e partes	14	21	67%
6) Melhorar a flexibilidade do produto	13	21	62%
7) Melhorar a transparência do processo	16	24	67%
8) Focar o controle do processo global	17	18	94%
9) Introduzir a melhoria contínua do processo	18	21	86%
10) Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das Conversões	5	12	42%
11) Referências de ponta (<i>Benchmarking</i>)	4	6	67%
TOTAL	130	189	69%

A posição da empresa, através dos níveis de percentual de desempenho, pode ser vistos no gráfico radar na Figura 17:

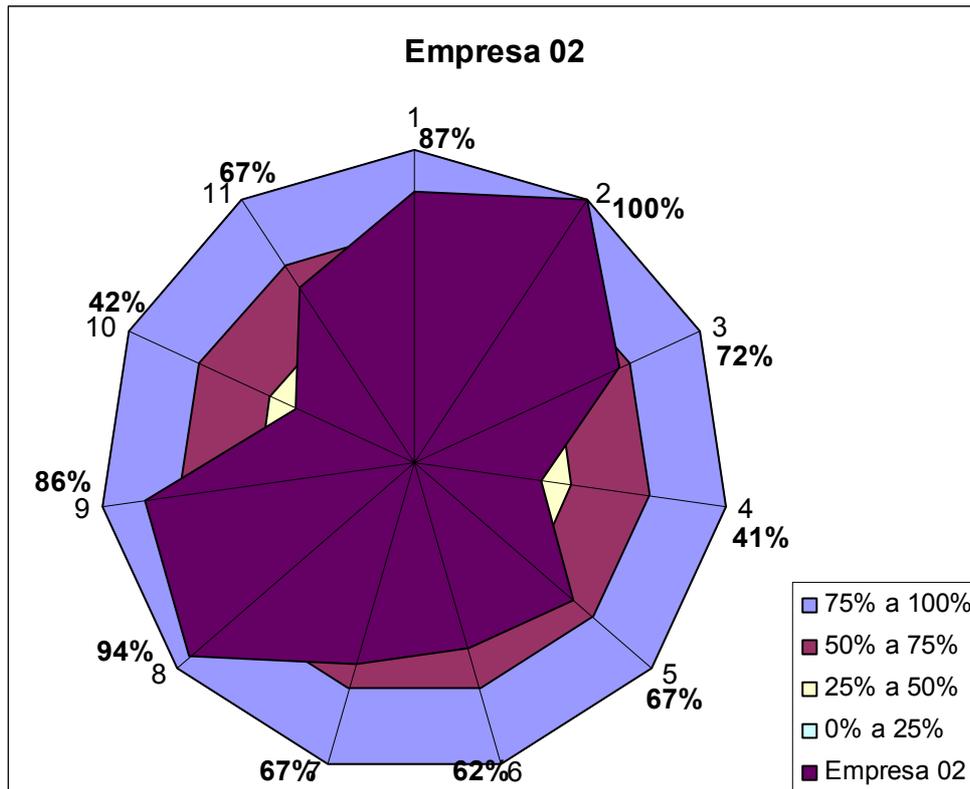


Figura 17 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 02

O Princípio1 - Redução de Atividades que não Agregam Valor - possui um percentual de desempenho de aplicação de 87%. Esse percentual não é maior, devido ao fato de que os equipamentos da obra para auxiliar os transportes verticais e horizontais, como também o processo de medição de desempenho das atividades realizadas no canteiro de obras não tem mais que doze meses de aplicação. Dessa forma não há resultados a respeito das melhorias advindas com a implantação desses processos.

O desempenho quanto à utilização do Princípio 2 - Melhorar o Valor do Produto Através das Considerações Sistemáticas Requeridas pelos Clientes - evidencia a grande preocupação da empresa em satisfazer as necessidades dos clientes.

Na análise das respostas referentes ao Princípio 3 - Reduzir Variabilidades - nota-se que a empresa possui, porém de maneira inconsistente, mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade do processo. Pode-se notar também que a empresa possui procedimentos formalizados para execução das principais atividades no canteiro de obras e que possui um sistema de qualidade implantado a mais de doze meses.

Quanto ao Princípio 4 - Reduzir o Tempo de Ciclo - as respostas expressam que há inconsistência no controle sobre os tempos gastos nos fluxos. Só em relação ao tempo de espera para receber produtos e serviços de seus fornecedores e com relação ao controle sobre a produtividade dos funcionários, é que se pode dizer que o princípio está presente.

Nas respostas dadas referentes ao Princípio 5 - Simplificar e Minimizar o Número de Passos e Partes - nota-se que a empresa possui um processo de compras de materiais e contratação de terceirizadas simples e eficiente a mais de doze meses, exibindo sinais de melhoria na execução. A empresa utiliza produtos pré-moldados ou *kits*, como também equipamentos que possibilitam a redução do número de passos e partes para a execução de uma tarefa, porém há inconsistência na adoção desses processos.

Para o Princípio 6 - Melhorar a Flexibilidade do Produto – é possível perceber que, para essa empresa, os funcionários são capazes de realizar atividades diversas. Isso porque a empresa oferece oportunidade para que os funcionários se tornem polivalentes. Há inconsistência na utilização de *palletes* nas entregas de materiais, na entrega de materiais em pequenos lotes de entrega programadas, como também no controle do tempo gasto com a troca de um procedimento de execução usual para uma tarefa com modificação solicitada pelo cliente.

Quanto às atividades referentes ao Princípio 7 - Melhorar a Transparência do Processo - todas as perguntas receberam a mesma classificação de resposta, o que indica que o princípio está presente e efetivamente implementado.

Quanto ao Princípio 8 - Focar o Controle no Processo Global - o único processo que não está efetivamente implantado e exibe melhorias na execução nos últimos doze meses é o processo de tornar conhecido para os funcionários o planejamento total da obra.

Com relação à adoção do Princípio 9 - Introduzir a Melhoria Contínua do Processo - a empresa possui um bom desempenho. O controle a respeito das inconformidades nos serviços cotidianos da empresa é inconsistente e a frequência na aplicação das idéias dos funcionários ainda pode ser melhorado.

A análise do desempenho do Princípio 10 - Balancear as Melhorias no Fluxo com as Melhorias das Conversões - ficou comprometido, pois o entrevistado não respondeu a metade dos quesitos relativos a esse princípio.

Quanto à utilização do Princípio 11 - Referências de Ponta - a empresa faz uso do *benchmarking* e utiliza outros trabalhos da empresa como modelo a ser seguido, porém essas atividades podem ser mais efetivas.

5.3.3 Empresa 03

A Empresa 03 é uma empresa de médio porte, que é responsável **entre 2 a 5 obras** atualmente. Como a Empresa 01, esta também não utiliza nenhuma ferramenta da *Lean Construction* e também considera que as respostas dadas se aplicam entre **51% a 75%** das obras em execução.

O somatório das respostas dados no questionário e o percentual de desempenho, por princípio, como também o desempenho geral da empresa, pelo somatório dos resultados de todos os princípios são expressos na Tabela 11 - Resultados por Princípio para a Empresa 03.

Tabela 11 - Resultados por Princípio para a Empresa 03

PRINCÍPIO	SOMATÓRIO DAS RESPOSTAS	SOMATÓRIO MÁXIMO POSSÍVEL	PERCENTUAL DE DESEMPENHO
1) Redução de atividades que não agregam valor	15	15	100%
2) Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente	6	6	100%
3) Reduzir variabilidades	12	18	67%
4) Reduzir o tempo de ciclo	18	27	67%
5) Simplificar e minimizar o número de passos e partes	20	21	95%
6) Melhorar a flexibilidade do produto	17	21	81%
7) Melhorar a transparência do processo	22	24	92%
8) Focar o controle do processo global	14	18	78%
9) Introduzir a melhoria contínua do processo	18	21	86%
10) Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das Conversões	12	12	100%
11) Referências de ponta (<i>Benchmarking</i>)	3	6	50%
TOTAL	157	189	83%

Utilizando o Gráfico Radar, é possível visualização do nível de desempenho da Empresa 03, com relação a cada um dos princípios da *Lean Construction*.

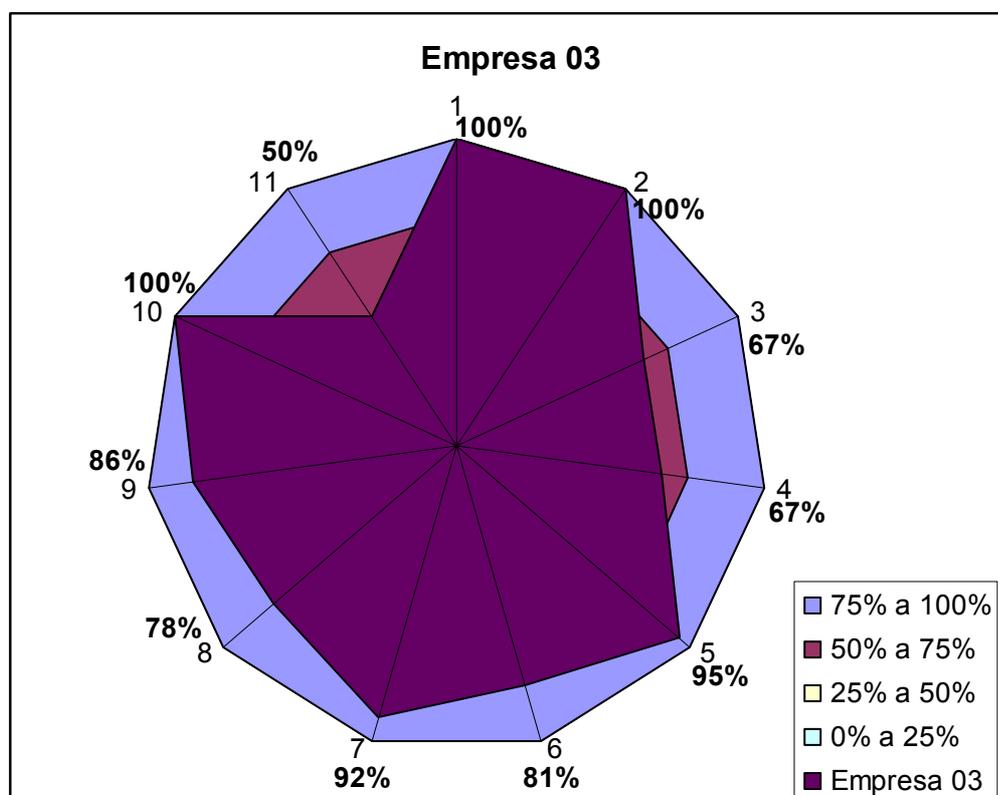


Figura 18 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 03

Como pode ser visto, na Figura 18, com relação ao Princípio 1 - Redução de Atividades que não Agregam Valor - e o Princípio 2 - Melhorar o valor do Produto Através das Considerações Sistemáticas Requeridas pelo Cliente - a empresa possui percentual de desempenho máximo. Isso evidencia a preocupação da empresa quanto a esses dois procedimentos: satisfazer as necessidades dos clientes, como também à preocupação e atenção com as melhorias dos fluxos de trabalho, identificando e reduzindo as atividades que não agregam valor.

As respostas dadas pela empresa para o Princípio 3 - Reduzir Variabilidades - e para o Princípio 4 - Reduzir o Tempo de Ciclo - indicam que o princípio está implementado, porém ainda não foram exibidas as melhorias em sua execução nos últimos doze meses.

Quanto à aplicação do Princípio 5 - Simplificar e Minimizar o Número de Passos e Partes - a empresa ainda tem o que melhorar com relação à descentralização dos processos.

O percentual de desempenho da aplicação do Princípio 6 - Melhorar a flexibilidade do Produto - poderia ser maior caso os procedimentos quanto à utilização de *palletes* nas entregas de materiais e a programação das entregas em pequenos lotes, estivessem implementados e com melhorias perceptíveis a mais de doze meses. A empresa respondeu também que ainda há no que melhorar quanto à flexibilização do *layout* do produto e quanto ao treinamento dos funcionários para realizarem atividades diversas.

No que se refere ao Princípio 7 - Melhorar a Transparência do Processo - o fator que impede melhores resultados para o desempenho da aplicação do princípio, refere-se à inconsistência na existência de indicadores de desempenho na obra.

As respostas para o Princípio 8 - Focar o Controle no Processo Global - apontam para o controle efetivo da empresa sobre o faturamento e o planejamento das obras. Medidas de informação para os funcionários sobre o planejamento da obra e sobre as atividades que deverão ser executadas durante toda a semana devem ser efetivadas.

Quanto ao Princípio 9 - Introduzir a Melhoria Contínua no Processo - a empresa apresenta bons resultados, exceto no que se refere à implantação de programas de melhoria contínua, que a empresa considera inconsistente, e quanto ao controle sobre as inconformidades nos serviços cotidianos, que deve ser melhorado.

Nas perguntas referentes ao Princípio 10 - Balancear as Melhorias no Fluxo com as Melhorias das Conversões - a empresa respondeu aplicar efetivamente todos os procedimentos e notar as melhorias na aplicação desse princípio a mais de doze meses.

Em relação à aplicação do Princípio 11 - Referência de Ponta - a empresa afirma fazer pouco uso do *benchmarking* e que faz uso de modelos bem sucedidos como referência na execução da obra, porém, não com a máxima consistência possível.

5.3.4 Empresa 04

A empresa 04 é uma empresa de grande porte, que afirma utilizar uma das ferramentas da construção enxuta, *Total Quality Control*. É responsável atualmente pela faixa de **10 a 20 obras** e afirma que as respostas expressas no questionário, se aplicam a menos da metade das obras em execução, entre **26% a 50%**.

A Tabela 12, apresenta os resultados do desempenho dessa empresa, para cada um dos princípios, bem como o desempenho global da empresa com relação a da *Lean Construction*.

Tabela 12 - Resultados por Princípio para a Empresa 04

PRINCÍPIO	SOMATÓRIO DAS RESPOSTAS	SOMATÓRIO MÁXIMO POSSÍVEL	PERCENTUAL DE DESEMPENHO
1) Redução de atividades que não agregam valor	14	15	93%
2) Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente	6	6	100%
3) Reduzir variabilidades	15	18	83%
4) Reduzir o tempo de ciclo	13	27	48%
5) Simplificar e minimizar o número de passos e partes	15	21	71%
6) Melhorar a flexibilidade do produto	7	21	33%
7) Melhorar a transparência do processo	19	24	79%
8) Focar o controle do processo global	12	18	67%
9) Introduzir a melhoria contínua do processo	19	21	90%
10) Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das Conversões	10	12	83%
11) Referências de ponta (<i>Benchmarking</i>)	5	6	83%
TOTAL	135	189	71%

De forma a tornar a visualização dos resultados da Empresa 04 mais clara, a Figura 19 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 04, apresenta o

Gráfico Radar, que expõe a porcentagem de desempenho de cada princípio, dentro das faixas percentuais que variam por quartil.

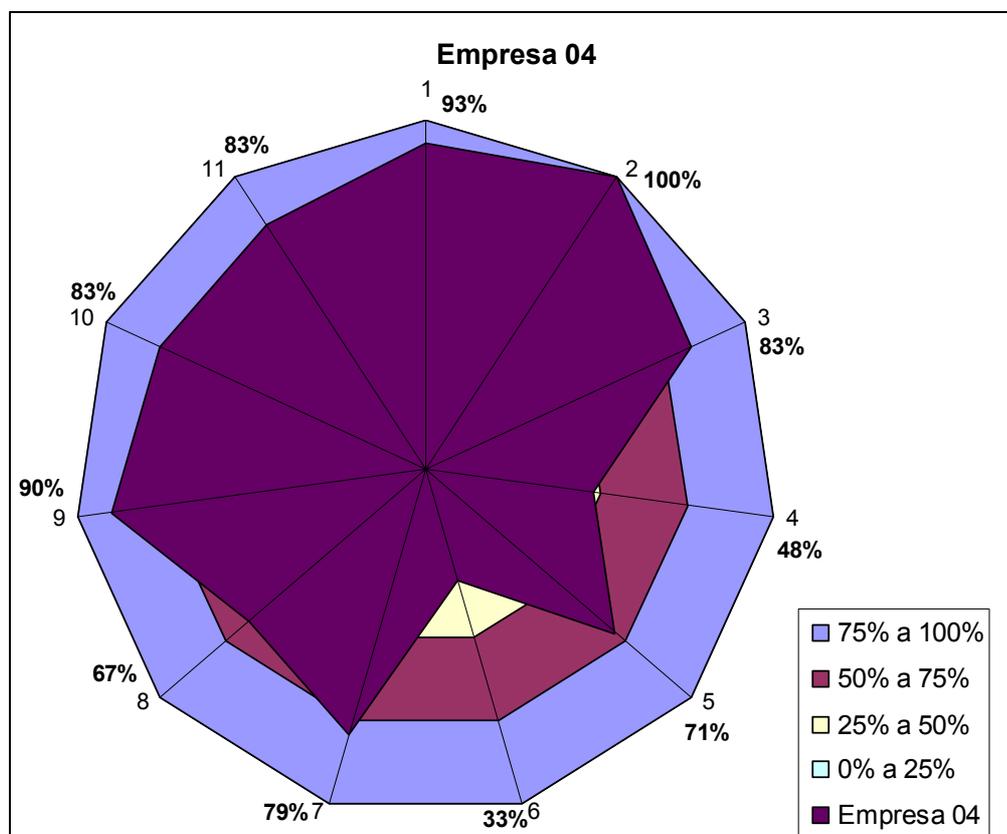


Figura 19 - Gráfico Radar de Desempenho por Princípio na Empresa 04

Com relação ao Princípio 1 - Redução de Atividades que não Agregam Valor - a empresa afirma não possui a preocupação ideal, porém, quando aos outros processos relativos a esse Princípio, a empresa afirma possuir completa implantação.

Como nas outras empresas, esta também apresenta grande preocupação com a satisfação do cliente, possuindo o máximo de desempenho quanto ao Princípio 2 - Melhorar o Valor do Produto Através das Considerações Sistemáticas Requeridas pelos Clientes.

Nas questões referentes ao Princípio 3 - Reduzir Variabilidades - a empresa afirma não possuir efetivamente equipes polivalentes. Quanto à formalização do planejamento da obra a empresa afirma ter o processo efetivamente implantado, porém a melhoria do processo nos últimos doze meses ainda não pode ser exibida.

Quanto ao Princípio 4 - Reduzir o Tempo de Ciclo - a empresa apresentou baixo percentual de aplicação. Isso se dá pela falta de conhecimento a respeito do

tempo gasto com movimentação de materiais, inspeção, espera para receber produtos e serviços dos fornecedores e o tempo de espera para emissão de desenhos.

As respostas dadas para as perguntas relativas ao Princípio 5 - Simplificar e Minimizar o Número de Passos e Partes - mostram que não é efetiva a utilização de produtos pré-moldados e *kits*. Porém a empresa faz uso efetivo de gabaritos e equipamentos dedicados que possibilitam a redução de passos e partes, que exibem melhorias, a mais de doze meses. Com a mesma classificação de desempenho está o processo de compras de materiais, que a empresa considera simples e eficiente.

A aplicação do Princípio 6 - Melhorar a Flexibilidade do Produto - é a que possui menor percentual de desempenho. A causa disso é que a empresa afirma haver pouca flexibilização do *layout* dos produtos, a empresa não tem interesse em que os funcionários se tornem polivalentes, sendo assim, eles não são capazes de realizar atividades diversas na empresa. Outro ponto que influenciou no baixo percentual para esse princípio foi a afirmação que a empresa não recebe seus materiais *palletizados* nem há entregas de materiais programadas em pequenos lotes de entrega.

Quanto ao Princípio 7 - Melhorar a Transparência do Produto - a empresa não apresentou melhores resultados, principalmente porque quando questionada a respeito dos meios de divulgação das metas, resultados e expectativas entre os funcionários da obra, ela responde haver inconsistência nesse procedimento.

A análise das respostas dadas com relação ao Princípio 8 - Focar o Controle no Processo Global - evidencia os procedimentos que a empresa precisa melhorar. Apesar dos funcionários conhecerem as atividades a serem executadas em cada dia da semana, eles não tem nenhum conhecimento com relação ao planejamento total da obra.

O percentual de desempenho sobre a aplicação do Princípio 9 - Introduzir a Melhoria Contínua no processo - não foi excelente devido ao fato das idéias dos funcionários não serem aplicadas efetivamente na prática. Isso acontece, pois a empresa não possui um meio eficiente de incentivo a participação constante dos funcionários em ações que busquem melhorar os processos internos.

As respostas dadas, referentes ao Princípio 10 - Balancear as Melhorias no Fluxo com as Melhorias nas Conversões - evidencia que o fluxo de informações e o

fluxo interno de materiais se melhorados conferirão a empresa maior desempenho na aplicação desse princípio.

Quanto ao Princípio 11 - Referência de Ponta - a empresa afirma fazer uso, porém o procedimento não exibe melhorias na execução, nos últimos doze meses, como ocorre na utilização de exemplos bem sucedidos em outros trabalhos na empresa.

5.3.5 Desempenho Global das Empresas

Calculando o percentual global de aplicação dos princípios da construção enxuta entre as empresas pesquisadas e utilizando a Tabela 8 - Níveis para a Classificação da Empresa por Percentual de Desempenho Global como referência para a caracterização, obtemos os resultados expostos na Tabela 13:

Tabela 13 - Desempenho Global da Aplicação do sistema *Lean Construction*

Empresa	Percentual	Subnível
Empresa 01	40%	D
Empresa 02	69%	CCC
Empresa 03	83%	BBB
Empresa 04	71%	B

Com isso, percebemos que, a Empresa 1 possui um baixo foco na qualidade e possui um conhecimento nulo sobre construção enxuta.

A Empresa 2 possui foco na qualidade, porém possui baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.

Já a Empresa 3 e a Empresa 4, possuem a consciência e aplicam o aprendizado enxuto em sua maneira de gerir as obras.

6 Conclusões e Recomendações

Para responder o questionamento a respeito do conhecimento do empresariado do setor de Construção em Petrolina-PE sobre os princípios e a utilização das ferramentas da *Lean Construction*, foi aplicado um questionário, que possibilitou o alcance do objetivo principal desse trabalho.

A pesquisa realizada, apoiada pela revisão bibliográfica, permitiu conhecer o desempenho de quatro empresas com relação aos princípios da construção enxuta. Este capítulo aborda os resultados dessa pesquisa, apresenta os fatores que a limitaram e sugere recomendações para outros trabalhos.

6.1 Conclusões

O primeiro objetivo específico desse trabalho foi identificar entre as pessoas ligadas ao gerenciamento de obras, como auto-avaliavam seu conhecimento a respeito da *Lean Construction*.

As respostas dadas indicam que essa filosofia não foi difundida na região. Nenhum representante das empresas informou possuir muito conhecimento a respeito do tema. Os que afirmam possuir pouco ou um bom conhecimento a respeito da construção enxuta, não evidenciaram a origem de seus conhecimentos. Isso sugere que, na prática, o que pode ser considerado como um conhecimento razoável para um, pode ser considerado como muito para outro.

Dessa forma, fazem-se necessários questionamentos mais profundos a respeito desse conhecimento para garantir que a resposta, de fato, corresponda à realidade. Não seria coerente classificar da mesma forma o conhecimento de alguém que trabalhou com a filosofia e o conhecimento de alguém que apenas leu algo a respeito, embora ambos afirmem que possuem relativo conhecimento sobre o tema.

O segundo objetivo específico desse trabalho buscou identificar o interesse dos entrevistados em aplicar os princípios da construção enxuta e os entraves para

a sua aplicação e o terceiro objetivo específico visou identificar a percepção a respeito dos benefícios da adoção do pensamento enxuto.

De uma forma geral, pode-se concluir que todos os entrevistados têm interesse em trabalhar com o sistema *Lean Construction*, bem como acreditam que ele possa melhorar o desempenho de suas empresas. Assim, percebe-se a existência de campo para a aplicação do pensamento enxuto na região.

Quando questionados a respeito dos entraves para essa aplicação, as empresas apontam para o alto custo. Porém, ao verificar que a empresa de grande porte é a única que destoa nessa justificativa, concluímos que a incerteza de que haverá retorno do investimento realizado, pode ser a maior barreira para a adoção do sistema *Lean Construction* pelas empresas.

Assim, tornar conhecido os benefícios da adoção do pensamento enxuto, tanta para as empresas, quanto para funcionários, clientes e fornecedores, pode eliminar a principal barreira para a aplicação da *Lean Construction* e proporcionar a cooperação entre todos os agentes, de forma que, os investimentos realizados não sejam perdidos.

O quarto objetivo visou verificar a utilização das ferramentas, *Last Planner System*, *Just-in-time* e *Total Quality Control*, da *Lean Construction* pelas empresas. Pode-se chegar à conclusão que a utilização de uma ferramenta da construção enxuta, *Total Quality Control*, está aliada a existência de um sistema certificador de qualidade presente e atuante na empresa.

A realização dessa pesquisa permitiu perceber que existem empresas na região com características e procedimentos comuns ao sistema *Lean Construction*, apesar de não ser identificada a consciência disso.

Há variação na aplicação dos princípios, mas é comum a todas as empresas a preocupação em atender as considerações dos clientes. Com isso percebe-se a relevância desse princípio no cotidiano das empresas, pois a satisfação dos anseios dos clientes é fator decisivo para a sobrevivência das empresas no mercado.

Assim, podemos afirmar que o objetivo principal desse trabalho foi atingido ao verificarmos o nível de aplicação de cada princípio por empresa e o desempenho global da empresa na adoção do sistema *Lean Construction* e finalmente concluir, considerando a auto-avaliação dos respondentes quando o conhecimento a respeito da filosofia, que há a preocupação das empresas em melhorar seus processos produtivos.

6.2 Recomendações

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se:

- Realização de um processo de coleta de dados utilizando, além do questionário semi-estruturado, mecanismos que atestem a veracidade da execução do procedimento, melhorando os meios de captar as informações a respeito do conhecimento dos respondentes. O entrevistador deve questionar o procedimento utilizado com relação ao princípio e avaliar se aquele procedimento se adéqua ao esperado no perfil da construção enxuta. Dessa forma, evita-se que as conclusões não expressem a realidade e que haja um só padrão de avaliação de eficiência e eficácia de determinado procedimento. Já que quando se deixa a cargo do entrevistado avaliar se aquele procedimento é muito, médio ou pouco utilizado, as respostas podem variar segundo a visão de cada entrevistado, o que torna os resultados relativos;
- Estender essa pesquisa no sentido de explorar como a adoção dos princípios da construção enxuta são sentidos pelos clientes internos e externos, fornecedores, colaboradores e parceiros;
- Ampliar a quantidade de empresas participantes da pesquisa com o objetivo de tornar possível a generalização do setor sob a ótica na *Lean Construction* na região do sub-médio São Francisco, incluindo as empresas que atuam também na cidade de Juazeiro – BA;
- Acompanhar um processo de implantação do sistema *Lean Construction* em uma empresa do setor de construção civil, evidenciando as melhorias e as dificuldades encontradas durante todo o processo.

REFERÊNCIAS

BARROS, Emerson de Barros. **Aplicação da Lean Construction no setor de Edificações: Um estudo multicaso**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.

BERNARDES, Mauricio Moreira e Silva. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

BRASIL. Lei nº 9.841, de 5 de outubro de 1999. Institui o Estatuto da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, dispondo sobre o tratamento jurídico diferenciado, simplificado e favorecido previsto nos arts. 170 e 179 da Constituição Federal. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Brasília, DF, 5 outubro. 1999.

BRASIL. Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000. Altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Brasília, DF, 27 de dezembro. 2000.

CARVALHO, Bruno Soares de. **Proposta de Um Modelo de Análise e Avaliação das Construtoras em Relação ao Uso da Construção Enxuta**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2008.

CEE/CBIC - COMISSÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA DA CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Importância do Setor de Construção Civil na Economia Brasileira**. Belo Horizonte, 1998.

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas. **Comissão Nacional de Classificação**. Disponível em: <<http://www.cnae.ibge.gov.br/estrutura.asp>>. Acessado em 10/06/2009.

DENNIS, Pacal. **Produção Lean Simplificada**: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FARIA, Renato. Materiais: Desperdício Mínimo. **REVISTA TÉCNICA**. São Paulo: Ed. 106, Ano 14, Pág. 32 a 35, ago 2004. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/113/artigo_31830-1.asp>. Acessado em 28/04/2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção**: Mais do que simplesmente Just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Nacionais Trimestrais-Indicadores de Volume**. Fev, 2007 Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=822&id_pagina=1>. Acessado em 09/06/2009.

ISATTO, Eduardo Luis *et al.* **Lean Construction**: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil. 1ª Ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, Lauri. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Relatório Técnico nº. 72 – EUA, 1992.

KOSKELA, Lauri. **Making do – The Eight Category of Waste**. In: Conference of International Group for Lean Construction. Dinamarl, 2004.

PENEIROL, Nelson Luís Sampaio. **Lean Construction em Portugal**: Caso de Estudo de Implementação de Sistema de Controlo da Produção Last Planner. Dissertação (mestrado) Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2007.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2ª Ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel. *et al.* **Administração da Produção**. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2009.

STONER, James. FREEMAN, R. Eduard. **Administração**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

WOMACK, James P., **Mentalidade Enxuta nas Empresas**: Elimine os Desperdícios e Crie Riqueza. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004a.

WOMACK, James P. *et al.* **A Máquina que Mudou o Mundo**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004b.

Apêndice

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
 COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
 Pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso: Aplicabilidade do sistema
 Lean Construction na Indústria de Construção em Petrolina- Pe

CONHECIMENTO A RESPEITO DO LEAN CONSTRUCTION

1. Como você classificaria o seu conhecimento sobre construção enxuta?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

2. Qual o seu interesse em trabalhar com construção enxuta?

3. Você acredita que a construção enxuta pode melhorar quanto o desempenho de uma empresa?

Não Sim

4. Qual o principal fator que impediria sua empresa de implantar a construção enxuta?

- Custo de implantação gastos em consultoria, treinamentos, novas tecnologias, etc...
- Dificuldade de assimilação da filosofia pelos operários de obra e corpo técnico das construtoras.
- Não confiar na expectativa de bons resultados da filosofia da Construção Enxuta
- Por não ser uma filosofia disseminada no mercado local
- Outro. Qual?

5. Conhece alguma ferramenta da Construção Enxuta: Last Planner System, Just-in-time, Total Quality Control?

Não Sim

6. Utiliza alguma das ferramentas da Construção Enxuta?

Não Sim

7. Caso positivo, qual?

Just-in-time Last Planner System

Total Quality Control

I) Redução de atividades que não agregam valor

1. Há a preocupação de reduzir atividades que não agregam valor?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	

2. Há preocupação em analisar o layout do canteiro, com a intenção de experimentar novas disposições que melhorem o fluxo o reduzam atividades que não agregam valor?

3. Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais?

4. Os materiais são distribuídos próximos aos locais de aplicação?

0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

5. É realizado medição de desempenho das atividades realizadas no canteiro de obra?

II) Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente

1. O cliente possui um meio de comunicação eficiente, no qual pode realizar suas considerações sobre o trabalho efetuado?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

2. Busca-se implantar as considerações do cliente, quando solicitados para tal?

III) Reduzir variabilidades

1. Existem procedimentos formalizados para execução das principais atividades no canteiro de obras?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

2. Existe um planejamento formalizado na obra (planos de curto, médio ou longo prazo) ou linha de balanço?

3. Existe um sistema de qualidade implantado na empresa?

4. Faz uso de mecanismos auxiliares que aumentam a produtividade e reduzem a variabilidade do processo?

5. As equipes são polivalentes?

6. Existem formas, gabaritos ou moldes para auxiliar em atividades repetitivas?

IV) Reduzir o tempo de ciclo

1. O tempo de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?
(tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação?)

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	

2. Na sua empresa existem índices de desempenho que comprovem a redução do

tempo de ciclo nos empreendimentos?

0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	

3. O tempo do ciclo das atividades internas da obra é conhecido?

4. Existe o controle sobre a produtividade dos operários?

5. Existe controle do tempo que os funcionários gastam esperando materiais na obra, diariamente?

6. Você conhece o tempo que se gasta com movimentação de materiais na obra, diariamente?

7. Você conhece o tempo que se gasta com inspeção de serviços diariamente?

8. Você conhece o tempo de espera da construtora para receber produtos/serviços de seus fornecedores?

9. Existe controle sobre o tempo de espera da emissão de desenhos?

V) Simplificar e minimizar o número de passos e partes

1. O processo de compra de materiais para a obra é simples e eficiente?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	

2. O processo de contratação de empresas terceirizadas é simples e eficiente?

3. O fluxo de informações internas na empresa é simples e eficiente?

4. Os processos internos são descentralizados?

5. A obra faz uso de produtos pré-moldados ou kits sempre que possível?

6. A obra busca usar gabaritos ou equipamentos dedicados que possibilitam a redução do número de passos e partes para uma tarefa qualquer?

7. As informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana são claras e estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?

Pouco		Muito	
0	1	2	3

VI) Melhorar a flexibilidade do produto

1. Os produtos ofertados possuem flexibilização do layout?
2. As solicitações dos clientes frente a uma flexibilização, seja ela na forma de pagamento, no design do produto ou tipo de material aplicado são atendidas?
3. Existe controle sobre o tempo gasto por um operário ao realizar a troca de execução de uma tarefa tipo, para uma tarefa com modificação solicitada por cliente?
4. Os funcionários da obra são capazes de realizar atividades diversas, tipo: carpintaria, armação, acabamentos, serviços elétricos e de encaiação?
5. A empresa fornece oportunidade para que os funcionários se tornem polivalentes?
6. As entregas de materiais são realizadas em pequenos lotes com entregas programadas constantemente?
7. Os materiais são entregues em palletes ou similares?

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

VII) Melhorar a transparência do processo

1. Os ambientes de trabalho são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?
2. As metas, resultados e expectativas são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?
3. Os canteiros de obra possuem vias de acesso interno limpas, largas e desimpedidas para o transporte de pessoas e materiais?
4. Existem sistemas de comunicação eficiente na obra, como: painéis, placas e rádios?
5. Você possui indicadores de desempenho na obra?

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

Pouco		Muito	
0	1	2	3

6. Os funcionários tem abertura para conversar com a engenharia e diretoria da empresa?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

7. O processo de compra, incluindo contratos, são transparentes para os clientes?

8. Existe um espaço agradável destinado aos clientes da obra?

VIII) Focar o controle do processo global

1. A empresa realiza controle sobre seu faturamento periodicamente?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

2. Como classifica o controle existente sobre o planejamento das obras da empresa?

3. Qual o conhecimento do funcionário a respeito do planejamento total da obra?

4. Os funcionários sabem quais são as atividades a serem executadas em cada dia da semana?

5. Como classifica o controle existente sobre o orçamento das obras da empresa?

6. Como classifica o controle existente sobre a produtividade dos funcionários da obras?

IX) Introduzir a melhoria contínua do processo

1. Existe algum programa de implantação de melhoria continua na empresa?

2. Existe controle sobre as inconformidades nos serviços cotidianos na empresa?

3. As inconformidades encontradas são tratadas com importância pelos funcionários da obra?

4. Existe constante participação dos colaboradores em ações que buscam melhorar os processos internos?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

5. Existe preocupação em constantemente tomar atitudes em relação a dignificação da mão de obra?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

6. A empresa possui algum programa que incentive o funcionário a apresentar novas idéias para a melhoria contínua?

7. Com que frequência as idéias dos funcionários são aplicadas na prática?

X) Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das Conversões

1. Como você classifica o controle sobre o fluxo de informações em sua empresa?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

2. Como você classifica o controle sobre o fluxo de compra e entrega de materiais na sua empresa?

3. Como você classifica o controle sobre o fluxo de materiais internos na obra?

4. Você acredita que o número de funcionários na obra, é suficiente para entregar a obra no prazo?

XI) Referências de ponta (Benchmark)

1. A empresa faz uso de benchmark ? (benchmark pode ser considerado o destaque positivo que pode ser usado como modelo para outros trabalhos)

2. Para executar essa obra, é utilizado algum outro trabalho da empresa como um modelo bem sucedido a ser espelhado?

Pouco		Muito	
0	1	2	3
Pouco		Muito	
0	1	2	3

A RESPEITO DA EMPRESA

1. Qual a receita bruta da empresa no último ano?

- Abaixo de R\$1.200.000,00
 Entre R\$1.200.000,00 a R\$12.000.000,00
 Acima de R\$12.000.000,00

2. Em quantas obras a empresa está trabalhando atualmente?

- Menos de 2 obras de 10 a 20 obras
 de 2 a 5 obras de 20 a 30 obras

de 5 a 10 obras mais de 30 obras

3. As respostas expressas nesse questionário, que tratam da rotina da obra, se aplicam a cerca de quantos por cento das obras em execução?

 1% a 25% 26% a 50% 51% a 75% 76% a 100%