

Monografia

“AVALIAÇÃO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN* EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE”

Autora: Mariana Del Carlo Pereira

Orientadora: Prof^a. Danielle Meireles de Oliveira

Janeiro/2012

MARIANA DEL CARLO PEREIRA

**“AVALIAÇÃO E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN*
EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO
METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE”**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientadora: Prof^a. Danielle Meireles de Oliveira

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2012

P455a Pereira, Mariana Del Carlo.
Avaliação e análise da aplicação da filosofia LEAN em empresas de
construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte [manuscrito]
/ Mariana Del Carlo Pereira. – 2012.
85 f., enc.: il.

Orientadora: Danielle Meireles de Oliveira.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.

Bibliografia: f.70-85.

1. Construção civil. I. Oliveira, Danielle Meireles de. II. Universidade
Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 691

AGRADECIMENTOS

À professora Danielle Meireles de Oliveira, pela paciência, atenção e disponibilidade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Considerações Iniciais.....	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Estrutura do Trabalho.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Sistemas de produção: breve histórico e evolução	4
2.1.1 Produção artesanal	4
2.1.2 Taylorismo.....	5
2.1.3 Fordismo (produção em massa)	5
2.1.4 Sistema Toyota de Produção (STP)	6
2.1.5 Generalização do STP.....	8
2.2 Caracterização do Sistema Toyota de Produção	10
2.2.1 Estrutura do STP	13
2.2.1.1 Fundações.....	14
2.2.1.2 Pilares	16
2.2.1.3 Telhado.....	21
2.3 <i>Lean Thinking</i> – Pensamento Enxuto	22
2.3.1 Conceito	22
2.3.2 Princípios	23
2.4 Construção Civil	27
2.4.1 Características e Cenário Atual	27
2.5 <i>Lean Construction</i> – Construção Enxuta	31
2.5.1 Conceito e Características.....	31

2.5.2 Princípios.....	35
3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	43
4. ANÁLISE DE DADOS: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Análise geral.....	45
4.2 Análise da aplicação dos onze princípios da construção enxuta	48
5. CONCLUSÃO	65
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
7. BIBLIOGRAFIA	70
8. ANEXO I	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: A planta da GM em Framingham versus a planta da Toyota em Takaoka, 1986	9
Figura 2.2: “Casa do STP”	14
Figura 2.3: Nivelamento de volume de produção	16
Figura 2.4: Produção tradicional x Produção <i>Just in Time</i>	18
Figura 2.5: Nível estratégico e operacional do <i>Lean Thinking</i>	23
Figura 2.6: Geração de valor segundo a necessidade do cliente.....	24
Figura 2.7: Mapa do Fluxo de Valor de um determinado processo.....	25
Figura 2.8: Modelo tradicional de conversão	32
Figura 2.9: Modelo de processo <i>Lean Construction</i>	34
Figura 4.1: Período de atuação da empresa.....	45
Figura 4.2: Interesse em trabalhar com a construção enxuta	46
Figura 4.3: Quanto a construção enxuta pode melhorar o desempenho de uma empresa.....	46
Figura 4.4: Avaliação de conhecimento sobre a construção enxuta	47
Figura 4.5: Fatores impeditivos para a implantação da construção enxuta em uma empresa.....	48
Figura 4.6: Níveis de classificação, adaptado de Carvalho (2008)	49
Figura 4.7: Práticas adotadas para reduzir a variabilidade	52
Figura 4.8: Tempo de ciclo das obras.....	54
Figura 4.9: Política de estoques das obras.....	54
Figura 4.10: Alternativas para a redução de passos e partes	55
Figura 4.11: Opções de flexibilização de layout e materiais	57

Figura 4.12: Custos da flexibilização de layout e materiais.....	57
Figura 4.13: Divulgação de metas, resultados e expectativas	58
Figura 4.14: Indicadores de desempenho	59
Figura 4.15: Sistemas de comunicação.....	59
Figura 4.16: Controle sobre o orçamento	60
Figura 4.17: Controle sobre o planejamento.....	61
Figura 4.18: Controle sobre o fluxo de informações	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Princípio 1 – Nível de Classificação	50
Tabela 4.2: Princípio 2 – Nível de Classificação	51
Tabela 4.3: Princípio 3 – Nível de Classificação	52
Tabela 4.4: Princípio 4 – Nível de Classificação	53
Tabela 4.5: Princípio 5 – Nível de Classificação	55
Tabela 4.6: Princípio 6 – Nível de Classificação	56
Tabela 4.7: Princípio 7 – Nível de Classificação	58
Tabela 4.8: Princípio 8 – Nível de Classificação	60
Tabela 4.9: Princípio 9 – Nível de Classificação	61
Tabela 4.10 : Princípio 10 – Nível de Classificação	62
Tabela 4.11: Princípio 11 – Nível de Classificação	63
Tabela 5.1: Nível de Classificação geral.....	65

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

JIT = *Just in Time*

MIT = *Massachusetts Institute of Technology*

STP = Sistema Toyota de Produção

TPS = *Toyota Production System*

RESUMO

A indústria da Construção Civil tem uma participação sócio-econômica expressiva, sendo responsável pela geração de muitos empregos. Apesar de sua grande relevância para o país, esse setor apresenta muitos problemas. Suas indústrias, se comparadas com indústrias de outros setores, como manufatura, apresentam, principalmente, baixa eficiência produtiva e alto índice de geração de desperdícios. Em contrapartida, diversos outros setores, tem tido uma trajetória de sucesso, devido à avanços tecnológicos e à evolução nas formas de gestão, conseguindo reduzir custos, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade de processos e produtos. Então, percebe-se que o setor da construção precisa melhorar suas práticas atuais, aperfeiçoando seus processos e evoluindo, assim como aconteceu com a indústria manufatureira. Somente assim, conseguirá se adaptar às novas tendências de mercado, agregando valor ao produto, melhorando sua qualidade e atendendo às necessidades dos clientes. Nesse sentido, para trazer melhorias para um setor com tantos problemas, surge a Construção Enxuta (*Lean Construction*). Baseada nos conceitos oriundos de indústrias manufatureiras, a construção enxuta traz uma nova forma de gestão para as construtoras e, para sua aplicação, é necessária uma mudança na tradicional maneira de se fazer a construção. Sabendo da importância da implementação dos conceitos da Construção Enxuta, o presente trabalho visa realizar um estudo sobre o grau de aplicação desses conceitos e princípios em empresas construtoras. Assim, poderá ter-se uma visão da evolução do processo produtivo e das melhorias realizadas nesse setor.

1. INTRODUÇÃO

Nesta seção será apresentada a introdução deste trabalho, sendo constituída pelos itens: Considerações Iniciais, Objetivo e Estrutura do Trabalho.

1.1 Considerações Iniciais

Nas décadas passadas a Construção Civil passou por um período desfavorável e, mesmo assim, as construtoras obtiveram lucros elevados, pois conseguiam facilmente repassar os altos custos para os preços dos seus produtos finais.

Esse contexto dificultou a introdução de novas tecnologias, conceitos, processos construtivos e formas de gestão de maior eficiência. Além disso, a preocupação com indicadores não financeiros era pouca, índices como os de produtividade e satisfação do cliente não eram tratados com a devida importância.

Mas, a situação mudou e a indústria da Construção Civil brasileira experimenta um cenário favorável. Nos últimos anos, o desenvolvimento de tal setor foi expressivo, fazendo com que o mercado imobiliário se mantivesse aquecido. Esse desenvolvimento foi impulsionado por acontecimentos como: Programa Minha Casa, Minha Vida e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), ambos do Governo Federal; privatizações no setor público; abertura de capital de várias empresas, proporcionando maiores recursos para obras em todo o país; e, investimentos para grandes eventos esportivos como Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016.

Além do crescimento da indústria em questão, pode-se observar também uma diferença de postura do mercado consumidor, que tornou-se mais informado e exigente, buscando qualidade a preços menores. Assim, atualmente, a obtenção do lucro está condicionada à capacidade de redução dos custos de produção e melhoria contínua da qualidade do produto a ser entregue.

A indústria de manufatura conseguiu, através da aplicação dos conceitos da *Lean Production* (Produção Enxuta), reduzir as perdas e desperdícios, diminuindo os custos e, conseqüentemente aumentando os lucros. Dessa forma, é possível eliminar tudo o que aumenta o custo de produção, e produz-se somente o que é valor para os clientes.

Diante desse contexto e, sabendo que a construção civil não possui teorias próprias, surge a *Lean Construction* (Construção Enxuta), que apresenta novos conceitos e alguns métodos e técnicas dos ambientes produtivos industriais que estão sendo aplicados na Construção Civil.

A adoção dos princípios da *Lean Production* na Construção Civil, faz com que as empresas explorem novas estratégias empresariais, visando alternativas competitivas que proporcionem um melhor aproveitamento de seus recursos internos e as deixem em vantagem em relação às suas concorrentes.

1.2 Objetivo

Desenvolver um estudo sobre o grau de aplicação dos princípios da construção enxuta em empresas construtoras.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho será dividido em cinco capítulos, sendo o primeiro deles a introdução, que aborda as considerações iniciais, os objetivos, a justificativa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo é a revisão bibliográfica, que em primeiro momento, apresenta um breve histórico e evolução dos sistemas de produção, desde a produção artesanal, passando pelo Taylorismo, Fordismo, Sistema Toyota de Produção (STP) e chegando às Generalizações do STP. Então, é realizada a caracterização do Sistema Toyota de Produção e um estudo sobre o Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*), apresentando seu conceito e seus princípios. Também, é feita a contextualização do setor da Construção Civil; e, para finalizar é apresentada a teoria *Lean Construction*, seus conceitos, características, e princípios.

O terceiro capítulo trata do desenvolvimento da pesquisa realizada em Belo Horizonte/MG, sobre o grau de aplicação dos princípios da construção enxuta em empresas construtoras.

O quarto e quinto capítulos apresentam, respectivamente, os resultados obtidos através da pesquisa realizada e as conclusões deste trabalho.

O sexto capítulo apresenta as Referências Bibliográficas desta pesquisa e, o sétimo a Bibliografia consultada.

Por fim, o oitavo e último capítulo contém o anexo, que é o questionário utilizado no trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apresenta-se, neste capítulo, uma revisão bibliográfica sobre os temas que serão diretamente abordados neste trabalho. Tal seção divide-se em: Sistemas de produção: breve histórico e evolução, Caracterização do Sistema Toyota de Produção, *Lean Thinking* – Pensamento Enxuto, Construção Civil, e *Lean Construction* – Construção Enxuta.

2.1 Sistemas de produção: breve histórico e evolução

“(…) O século XX foi palco de uma evolução ocorrida na função produção, uma vez que assistiu a passagem da produção artesanal para a produção em massa e, em seguida, para a produção enxuta” (Azevedo, 2008 *apud* Rôla, 2010: p.16).

2.1.1 Produção artesanal

A produção artesanal pode ser considerada como a primeira forma de produção organizada. Isso porque os artesãos estabeleciam os prazos de entrega, definindo prioridades, fixavam os preços das encomendas e atendiam especificações preestabelecidas, resultando em produtos individualizados. Além disso, a mão de obra era altamente qualificada e as ferramentas utilizadas eram simples. Os custos do produto não sofriam alterações em virtude das variações de volume e não existia um padrão de qualidade (Junqueira, 2006).

Com a evolução da produção artesanal e a grande demanda de serviços, os artesãos começaram a contratar ajudantes que inicialmente eram responsáveis somente pelos trabalhos mais grosseiros e de menor responsabilidade. Ao longo do tempo, esses ajudantes adquiriam aprendizado e experiência tornando-se novos artesãos.

Em virtude da Revolução Industrial e da descoberta da máquina a vapor, iniciou-se a decadência da produção artesanal. Assim, começa o processo de substituição da força humana pela força da máquina. O homem, até então artesão, passa a ser um operário auxiliar da mesma.

2.1.2 Taylorismo

Nesse contexto de transformações devido à Revolução Industrial, surge o Taylorismo. A produção torna-se padronizada e existe uma rigorosa divisão do trabalho entre aqueles que pensam e os que executam. Além disso, observa-se a especialização do operário, através da organização e divisão de tarefas, objetivando o máximo de rendimento e eficiência com o mínimo de tempo e atividade. Em outras palavras, é caracterizado pela procura incessante por melhores métodos de trabalho e processos de produção, a fim de se obter melhoria da produtividade através do menor custo.

2.1.3 Fordismo (produção em massa)

Entre a Primeira e Segunda Guerra Mundial, Alfred Sloan (General Motors) e Henry Ford tornaram-se os precursores na transformação dos processos de fabricação, “conduzindo

a produção industrial automobilística artesanal para a produção em massa” (Junqueira, 2006: p. 6). A produção em massa é viabilizada pela criação da linha de montagem e caracterizada por grandes volumes de produtos extremamente padronizados, com baixíssima variação nos tipos de produtos finais. O aumento de produtividade e qualidade obtidos com a produção em massa foram excelentes, devido à padronização e à aplicação de técnicas de controle da qualidade.

2.1.4 Sistema Toyota de Produção (STP)

Posteriormente à Segunda Guerra Mundial, a indústria automobilística japonesa passava por dificuldades e, “(...) após seus treze anos de funcionamento, a Toyota teria produzido um total de 2.685 automóveis em todo o período; em contrapartida, as empresas americanas de automóveis estavam produzindo 7.000 unidades em um único dia” (Wiginescki, 2009: p. 26).

Naquele momento, os japoneses viram a necessidade de uma mudança de cenário, visto que precisava-se aumentar a eficiência da produção da indústria do país.

De maneira a iniciar esta mudança, os engenheiros da Toyota, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno fizeram visitas ao ocidente que, até então, utilizava o consagrado sistema de produção em massa, criado por Henry Ford. Após a visita, concluíram que não poderiam simplesmente utilizar o sistema de Ford, pois os objetivos da indústria de seu país eram diferentes das indústrias ocidentais. Isso devido às características singulares da indústria japonesa, apresentadas por Womack *et al.* (2004) *apud* Gallardo (2007):

- Necessidade de produção de uma alta variedade de produtos, devido às limitações do mercado japonês;
- Pouca disponibilidade de mão-de-obra especializada de baixo custo. Ainda, haviam normas trabalhistas, participação dos empregados nos lucros das empresas, direitos e compensações;
- Após a Segunda Guerra Mundial a economia do Japão estava devastada e, era praticamente impossível importar tecnologias ocidentais;
- O mercado automobilístico japonês representava fonte de interesse de produtores de veículos no mundo inteiro, que estavam dispostos a defender os mercados já conquistados.

Sendo assim, seria necessário desenvolver um novo sistema de produção que se adequasse à realidade Japonesa na época. Surge o Sistema Toyota de produção (STP) ou *Toyota Production System* (TPS).

A proposta básica do Sistema Toyota de Produção é “aumentar os lucros, reduzindo o custo de produção, por meio da eliminação dos desperdícios como os excessos de estoques e da força de trabalho (atividades desnecessárias)” (Monden, 1998 *apud* Junqueira, 2006: p. 7).

Foram necessários mais de vinte anos para que Toyoda e Ohno implantassem o conjunto completo de idéias dentro do STP. O resultado final foi a obtenção de melhorias significativas na produtividade, qualidade do produto e na capacidade de resposta a mudanças do mercado (Womack *et al*, 1990 *apud* Wigginscki, 2009).

2.1.5 Generalização do STP

O MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), após anos de aperfeiçoamento do STP e conquista de grandes fatias no mercado mundial, realizou uma pesquisa visando a identificação das novas e melhores técnicas de produção, em contraste com as técnicas de produção em massa praticadas no mercado ocidental. A conclusão foi que as melhores técnicas de produção eram lideradas pela Toyota (Womack *et al.*, 2004 *apud* Gallardo, 2007).

O termo *lean* surge pela primeira vez no livro "*The Machine that Changed the World (A Máquina que mudou o mundo)*" de Womack, Jones e Roos publicado nos Estados Unidos em 1990. Conforme citado por Gallardo (2007), o termo foi introduzido por esses autores para que fosse feita a generalização do sistema Toyota e para que tal sistema pudesse ser aplicado em outros contextos. Então, originárias do STP surgiram as denominações *Lean Production* e *Lean Thinking*.

Lean Production (Produção Enxuta) é a denominação para um sistema de produção que visa eliminar desperdícios, reduzir prazos, custos e perdas, atingindo maior variedade de produtos com menos defeitos e com menores custos.

A produção enxuta "combina as vantagens das produções artesanais e em massa, evitando os altos custos dessa primeira e a rigidez desta última, com essa finalidade, emprega equipes de trabalhadores multiqualificados em todos os níveis da organização, além de máquinas flexíveis e cada vez mais automatizadas, para produzir imensos volumes de produtos de ampla variedade" (Womack *et al.*, 1990 *apud* Lorenzon; Martins, 2006: p. 2).

Devido à otimização dos processos produtivos, o modelo de produção enxuta vem substituindo o modelo de produção em massa, sendo o primeiro cada vez mais aplicado às grandes corporações mundiais, inclusive nas organizações do ocidente.

É interessante ressaltar que a produção enxuta traz consideráveis progressos para a qualidade, indicadores de produtividade e inventário de estoques. Esses três aspectos são fundamentais para a garantia de melhorias de processos produtivos de uma organização.

A Figura 2.1 demonstra a diferença entre os indicadores de uma empresa que, até então, adotava o sistema de produção tradicional e a Toyota.

Indicadores	GM Framingham	Toyota Takaoka
Horas Brutas de Montagem por Carro	40,7	18,0
Horas Ajustadas de Montagem por Carro	31,0	16,0
Defeitos de Montagem por 100 Carros	130	45
Espaço de Montagem por Carro (m ²)	0,75	0,45
Estoques de Peças (média)	2 semanas	2 horas

Figura 2.1: A Planta da GM em Framingham versus a Planta da Toyota em Takaoka, 1986.

A filosofia gerencial *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto) “(...) detalha as atividades básicas envolvidas no negócio identificando o que é desperdício e o que é valor, a partir da ótica dos clientes e usuários” (Junqueira, 2006: p. 7). Assim, pode-se dizer que a filosofia em questão, é uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. Portanto, o objetivo de sistemas

baseados no *Lean Thinking* é reduzir as atividades que não agregam valor e absorvem recursos, eliminando o desperdício.

Ainda que poucas empresas tenham conseguido replicar totalmente o sucesso e a eficiência operacional alcançados pela Toyota, desde sua criação até os dias atuais, a sua filosofia vem evoluindo e adquirindo reputação em todo o mundo. A adoção desses conceitos tem trazido resultados extraordinários para as empresas que a praticam.

Apesar de, originalmente concebidas como práticas de manufatura, a filosofia em questão tem sido gradualmente disseminada em todas as áreas da empresa e também para empresas dos mais diferentes tipos e setores, como no setor público, sendo já possível encontrar aplicações *lean* na gestão de organizações não-governamentais. Assim, torna-se efetivamente uma filosofia e uma cultura empresarial.

2.2 Caracterização do Sistema Toyota de Produção

Conforme citado no item 2.1.4 Sistema Toyota de Produção (STP), a produção em massa não atendia aos objetivos da Toyota que necessitava da “(...) produção de muitos modelos de automóveis em pequenas quantidades e somente quando solicitados, pois assim seriam evitados gastos antecipados e, também, a produção de produtos que os consumidores talvez nem quisessem” (Sarcinelli, 2008: p. 18).

Para que seus objetivos fossem alcançados, foi desenvolvida nova forma de gerenciamento da produção, caracterizada da seguinte maneira: “sistema produtivo integrado, com enfoque no fluxo de produção, produção em pequenos lotes baseando-se

na 'just in time' e estoques reduzidos; propicia ações preventivas de defeitos em vez da corretiva; atua com produção puxada em vez da produção empurrada baseada em previsões de demanda; é flexível, sendo organizada por meio de equipes de trabalho formados por mão-de-obra polivalente; pratica um envolvimento efetivo na solução das causas de problemas objetivando a maximização do valor agregado ao produto final; relacionamento de parceria intensivo desde o primeiro fornecedor até o cliente final ” (Womack *et al.*, 1990 *apud* Lorenzon; Martins, 2006, p. 2).

A redução de perdas em todo processo produtivo é uma das principais características do Sistema Toyota de Produção. As perdas “(...) são vistas como qualquer ineficiência que leva ao uso de equipamentos, materiais e mão-de-obra em quantidades maiores do que as necessárias para a produção de um produto. (...) Podem ser tanto desperdício de materiais quanto execução de tarefas desnecessárias, que levam a custos adicionais e não agregam valor” (Pontes, 2004 *apud* Sarcinelli, 2008: p. 27).

Nesse contexto, Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdício, conforme apresentado por Sarcinelli (2008):

- Superprodução: perdas ocorridas por produção superior à que era esperada.
- Tempo de espera: relacionado à sincronização entre atividades dos trabalhadores e nivelamento dos fluxos de materiais.
- Transportes desnecessários: o transporte deve ser o máximo possível eliminado, devendo a sua minimização ser encarada como prioridade na redução de custos, pois é uma atividade que não agrega valor.
- Procedimentos desnecessários na cadeia de valor: ocorrem devido à falta de procedimentos padronizados, falta de treinamento dos funcionários, ineficiências

nos métodos de trabalho ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos.

- Estoques: ocorrem devido à excessivos estoques, que mobiliza capital, mão-de-obra, espaço físico, entre outros.
- Movimentos: ocorrem devido à realização, pelos trabalhadores, de movimentos dispensáveis ao longo da execução das suas atividades. Assim, são realizados um número superior de movimentos ao que é necessário para se executar a tarefa.
- Produtos com defeitos: o processo não pode gerar produto defeituoso, pois instantaneamente acarretará em perda de material e tempo de mão-de-obra. Para produtos defeituosos, não existe cliente.

Para se adequar à necessidade de mercado e conseguir atingir os objetivos da filosofia, foram utilizadas as seguintes soluções: “(1) Produção em fluxo: ou seja, a produção de uma peça de cada vez, com cada item sendo passado de um processo para o processo seguinte sem interrupção entre eles; (2) Tecnologias altamente flexíveis: utilizar máquinas e processos produtivos que permitam produzir maior variedade de produtos com reduzido tempo de *setup*; (3) Processos à prova de erros: ao identificarem-se problemas recorrentes nos processos, melhorias são adotadas ou desenhadas com a idéia de que o mesmo erro não se repita; (4) Organização por família de produtos para garantir variedade na produção, ou seja, produzir os diferentes produtos (família de produtos) em um ritmo específico e variado para atender a demanda de cada família” (Womack *et al.*, 2004 *apud* Gallardo, 2007: p. 11).

O STP tem o cliente como foco principal. Dessa forma, busca-se otimizar a produção de forma que as expectativas dos mesmos sejam atendidas. Para tal, é necessária a integração de todas as partes da organização.

Diante desse contexto, para a introdução do STP nas organizações deve-se procurar conhecer os requisitos valorizados pelo cliente interno e/ou externo. A partir disso, a organização precisa focar no atendimento desses requisitos. Isso deve ser feito através de investimentos, melhoria contínua de processos, para que seja ofertado valor ao cliente através da busca pela perfeição e de um fluxo de valor otimizado. Tudo isso sendo feito de maneira simples, objetiva e sem desperdícios.

De acordo com Ohno (1997) *apud* Rôla (2010, p. 16), “a filosofia desse sistema depende de determinação e decisão de cúpula. (...) Tendo como base do sistema enxuto a estabilidade e como os pilares de sustentação o *just in time* e a *autonomação*”.

2.2.1 Estrutura do STP

Ohno e Toyoda, para disseminar o STP aos funcionários e fornecedores, fizeram a representação do sistema através da “Casa do STP”. Esse formato foi escolhido, pois além de ser familiar, apresenta um sistema baseado em uma estrutura. “(...) Uma casa é um sistema estrutural. A casa só é forte se o telhado, as colunas e as fundações são fortes” (Liker, 2004 *apud* Gallardo, 2007: p. 16).

Nesse contexto, pode-se dizer que a “Casa do STP” é dividida em três partes:

- Fundações, são a base e sustentam o sistema.
- Pilares (colunas externas), possuem função de sustentar os objetivos.
- Telhado, representa os objetivos.

Várias são as formas de se representar a estrutura do Sistema Toyota de Produção, entretanto, as variações são pequenas e os elementos principais são basicamente os mesmos. Uma das formas de representar o STP é apresentada na Figura 2.2.

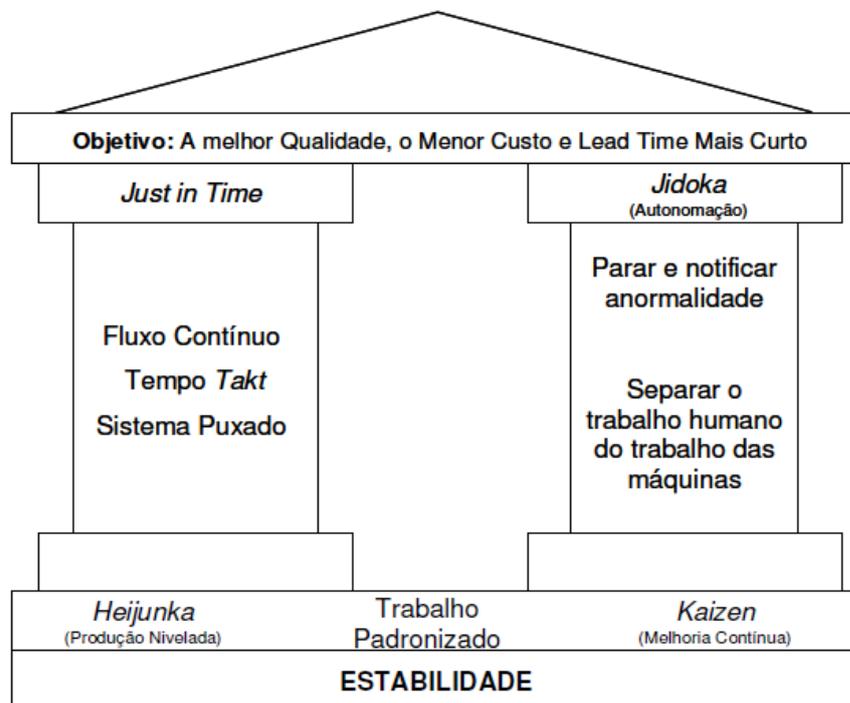


Figura 2.2 : “Casa do STP”.

2.2.1.1 Fundações

Fazem parte das fundações da “Casa do STP”: a estabilidade, o trabalho padronizado, o *kaizen* e o *heijunka*.

“(…) Estabilidade básica está relacionada à previsibilidade e à disponibilidade de recursos, tais como mão-de obra, máquinas, materiais e métodos, chamados por alguns autores de 4 M’s” (Smalley, 2005; Lean Summit, 2006 *apud* Gallardo, 2007: p. 17).

Adquirida a estabilidade básica dos processos, a etapa subsequente é a padronização do trabalho. “Ao estabelecer de maneira bastante detalhada os procedimentos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, obtém-se o trabalho padronizado. O trabalho padronizado está baseado nos seguintes três elementos (Lean Enterprise Institute, 2003): tempo *takt*, detalhe da seqüência exata de trabalho das tarefas executadas no tempo *takt* e o estoque padrão, necessário para manter o processo funcionando sem muitas variações” (Gallardo, 2007: p. 17-18).

Ainda, em conjunto com a implantação do trabalho padronizado há também o *kaizen* (melhoria contínua) e o *heijunka* (nivelamento da produção).

O *kaizen* visa a melhoria contínua, que se reflete na produtividade e qualidade sem gasto ou com o mínimo de investimento. A melhoria contínua envolve todas as pessoas da organização, administradores e trabalhadores. Os três objetivos do *kaizen* são: “(...) melhorar a segurança, melhorar a qualidade e, a mais importante, o processo de eliminar continuamente os desperdícios” (Gallardo, 2007: p. 19).

O *heijunka* é também conhecido como nivelamento da produção. O “nivelamento significa alimentar a produção, enquanto atende a demanda dos clientes por vários produtos” (Cummings, 2007 *apud* Araújo, 2009: p. 54). O nivelamento é obtido pelo seqüenciamento dos pedidos, pela distribuição igualada das quantidades e tipos de produtos ao longo do tempo.

Assim, há a conversão da demanda puxada do consumidor para um processo de produção previsível (Rother; Harris, 2002 *apud* Araújo, 2009).

Pode-se afirmar que o nivelamento da produção é a chave para se alcançar a estabilidade (Fleming 2004; Liker, 2005; Jones, 2006 *apud* Araújo, 2009).

A Figura 2.3 exemplifica o nivelamento de volume de produção.

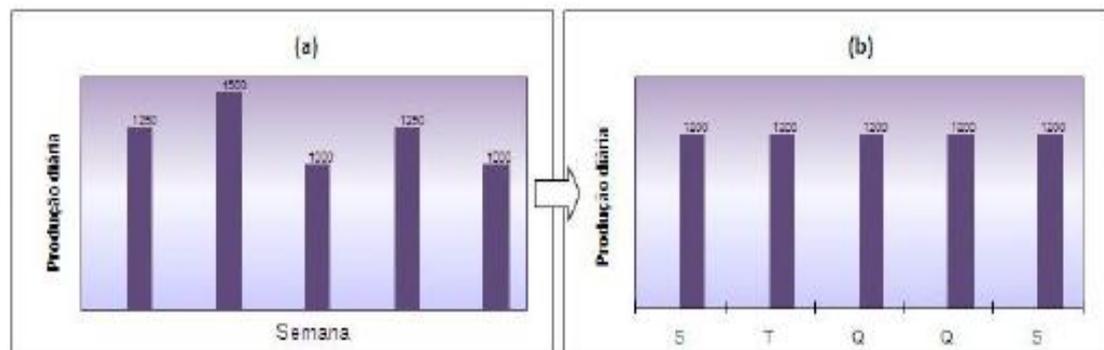


Figura 2.3: Nivelamento de volume de produção.

Os pilares do STP estão apoiados nas bases da melhoria contínua, trabalho padronizado e nivelamento de produção, os quais exigem um grau de estabilidade para se equilibrarem.

2.2.1.2 Pilares

O STP possui dois pilares, o *just in time* (JIT) e a automação.

Just in Time (JIT)

Liker (2005) *apud* Carvalho (2008, p. 24) afirma que o sistema *just in time* “é compreendido como a ação de fornecer ao cliente (que pode ser interno ou externo) o que ele quer, quando ele quer e na quantidade que deseja. Sendo que a forma mais pura do sistema puxado é através do fluxo unitário de peças ou produtos.” Tem como objetivo final, pouco desperdício e alto valor agregado (Slack *et al.*, 1996 *apud* Gallardo, 2007).

A produção JIT tem como objetivo atingir a melhoria contínua num sistema de produção. Para tal, utiliza meios que buscam a produção com estoque zero ou sem estoque. Então, os processos precisam ser abastecidos com as partes (recursos) necessárias, no momento necessário, em quantidade necessária, ou seja, *just in time* (Correa; Giansesi, 1993; Shingo, 1996, *apud* Gallardo, 2007). Por esse motivo, a utilização do JIT reduz drasticamente o tempo de produção (Sugimori *et al.*, 1977 *apud* Carvalho, 2008).

Conforme representado na Figura 2.2, o JIT possui três elementos principais: o sistema puxado, o tempo *takt* e o fluxo contínuo.

“Com o JIT, a ordem do processo produtivo foi invertida e os clientes passaram a ‘puxar’ a produção, fazendo com que cada processo só produzisse o que fosse demandado pelo processo subsequente, possibilitando uma produção em fluxo contínuo, ou seja, sem paradas (sem estoques ou com estoques mínimos e controlados - chamados de supermercados)” (Ohno, 1997 *apud* Sarcinelli, 2008: p. 26).

“Por outro lado, nos sistemas tradicionais, as operações são acionadas pela disponibilidade de material a processar, sendo empurrados os lotes à operação seguinte”

(Corrêa; Gianesi, 1993 *apud* Gallardo, 2007: p. 20). Esse fato ocasiona acúmulo de estoques, desperdício de materiais e fluxos desnivelados.

A comparação entre as abordagens tradicional de produção e JIT é apresentada na Figura 2.4.

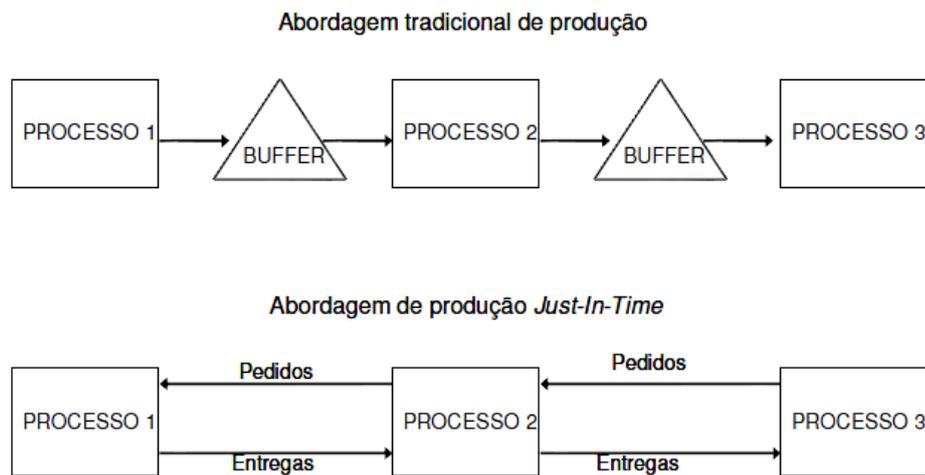


Figura 2.4: Produção tradicional x Produção Just in Time.

Conforme afirmado anteriormente, no sistema tradicional, a produção ideal era aquela sem interrupções, sendo necessário, para tal, a utilização de estoque amortecedor (*buffers*). O papel desse estoque é proteger a produção de possíveis problemas que ocorram durante a mesma e manter a eficiência do sistema. Eles garantem que o sistema não fique desabastecido caso ocorra algum problema no processo (Ghinato, 1996; Slack *et al.* 1996 *apud* Gallardo, 2007).

Opostamente ao que era proposto pela abordagem tradicional, o JIT não trabalha com buffers, pois, “os estoques dentro da abordagem JIT são considerados nocivos, não só pelo fato de ocuparem espaço e representarem investimentos de capital, mas por

esconderem as ineficiências do processo produtivo” (Corrêa; Gianesi, 1993 *apud* Gallardo, 2007: p. 20).

O que rege o fluxo contínuo é a capacidade de implementação de um fluxo unitário (peças ou produtos) de produção, com estoque zero. Assim, garante-se a eliminação das perdas por estoque e por espera, obtendo a redução do *lead time* de produção (Sarcinelli, 2008: p. 26). “A implementação de um fluxo contínuo de produção torna necessário um perfeito balanceamento das operações ao longo da célula de fabricação/montagem” (Sarcinelli, 2008: p. 26).

Diante desse contexto, a implantação do *just in time* ajuda “a reduzir a superprodução, o tempo de espera, o transporte, as durações dos processos, os estoques, a movimentação excessiva de recursos e os produtos defeituosos e também traz benefícios obtidos pela preparação do sistema de produção para sua implantação” (Slack *et al.*, 1996 *apud* Gallardo, 2007: p. 19).

O balanceamento das operações, na Toyota, está ligado ao conceito do *takt time* ou tempo *takt*.

O *takt time* é considerado o tempo necessário para que um componente ou produto completo seja produzido, tendo como base a demanda do cliente. Ou seja, tempo *takt* associa e condiciona o ritmo de produção ao ritmo das vendas. Levando em consideração a produção puxada pelo cliente, determinado produto será produzido pelo fornecedor somente quando houver demanda de seu cliente. Ao se produzir no ritmo da demanda, o tempo de ciclo de cada operador deve ser idealmente igual ao *takt time* (Sarcinelli, 2008).

Autonomação

O conceito de *jidoka* ou autonomação surgiu da invenção de um tear automático desenvolvido pela companhia têxtil da Família Toyoda. O tear inventado por Sakichi Toyoda era caracterizado por conseguir parar automaticamente quando a produção programada fosse atingida ou quando ocorresse alguma anormalidade ou problema na mesma.

Assim, devido a esse mecanismo de parada, o equipamento possuía certa autonomia e a atenção constante do operador no processo era dispensada, possibilitando a supervisão simultânea de diversos teares. Ou seja, o operador conseguia trabalhar em diversos equipamentos, ao longo do processo, aumentando a eficiência da linha de fabricação.

No STP, a autonomação é aplicada também em linhas de produção cuja operação é manual. Nestes casos, “os operadores podem parar a produção ao detectar alguma anormalidade, estando esta autonomação ligada à autonomia e, simultaneamente, à automação, mas com toque humano” (Ghinato, 1996; Shingo, 1996 *apud* Gallardo, 2007: p. 21).

Assim, a idéia central da autonomação é “(...) impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção” (Ghinato, 1996 *apud* Gallardo, 2007: p. 21).

Ohno (1997) *apud* Sarcinelli (2008) relata que, parar a produção devido à problemas no processo produtivo é de grande importância para a efetiva solução do problema, evitando

reincidências. Ao se conhecer o problema e resolve-lo pela “raiz”, pode-se estabelecer padrões para que não volte a ocorrer.

O início das experiências com o *jidoka*, foi marcado pela constante interrupção da produção. Entretanto, à medida em que ocorria a identificação dos problemas, a quantidade de erros era minimizada.

2.2.1.3 Telhado

Considerados o telhado da “Casa do STP ”, os objetivos são:

- Melhor qualidade: atender sempre às especificações dos clientes, produzindo o melhor produto.
- Menor custo: melhoria contínua da eficiência dos processos, eliminação de desperdícios através de eliminação de atividades, reduzindo custos.
- *Lead time* mais reduzidos: possibilidade de atender mais clientes, através do atendimento mais rápido aos mesmos.

É importante ressaltar que o JIT e a autonomia são considerados os pilares do STP, mas são sustentados pela base, conforme descrito no item 2.2.1.1 Fundações. A ação conjunta entre base e pilares permitiu o desenvolvimento do STP e o sucesso da empresa Toyota.

2.3 Lean Thinking – Pensamento Enxuto

2.3.1 Conceito

O conceito *Lean Thinking* é baseado no Sistema Toyota de Produção. O termo *lean* foi adotado visando caracterizar um novo paradigma de produção conhecido por “utilizar menores quantidades de tudo em comparação à produção em massa: (1) metade do esforço dos operários da fábrica; (2) metade do espaço para fabricação; (3) metade do investimento em ferramentas; (4) metade de horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo; (5) menos da metade dos estoques no local de fabricação” (Womack, Jones e Ross, 1992 *apud* Souza, 2010: p. 14).

Womack e Jones (1998) *apud* Junqueira (2006, p. 7) afirmam que o *Lean Thinking* “(...) é uma forma de especificar valor, alinhar a criação de valor na melhor seqüência das ações, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em suma, o pensamento é enxuto 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.”

“Uma das características do *Lean Thinking* é a capacidade de produzir uma extensa variedade de produtos em grandes quantidades e em menor tempo, ou seja, uma flexibilidade na produção que não interfira com a produtividade desejada” (Womack *et al.*, 2004 *apud* Gallardo, 2007: p. 2).

O Pensamento Enxuto é uma abordagem inovadora às práticas de gestão que, de forma autosustentada, promove a participação de todos nos processos de melhoria contínua e

na maximização do valor criado para todas as partes através da sistemática eliminação do desperdício.

A Figura 2.5 apresenta o nível estratégico e operacional do *lean thinking*.

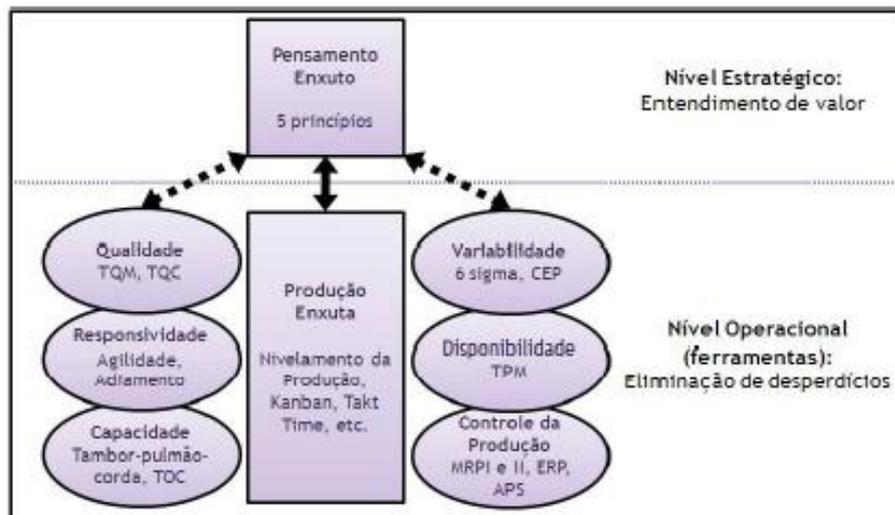


Figura 2.5: Nível estratégico e operacional do *lean thinking*.

2.3.2 Princípios

Para melhor entendimento, detalhou-se brevemente os cinco princípios, apresentados por Womack e Jones (1998):

1. Especificação de valor para o cliente

De acordo com a filosofia *lean*, o valor deve ser criado pelo produtor e definido pelo cliente. O valor refere-se às características e propriedades dos produtos e/ou serviços que satisfazem as necessidades e expectativas dos clientes; isto é, deve-se identificar as

necessidades/requisitos desse, transformando-as em um produto específico. Assim, produz-se algo com valor, sendo esse o foco principal do pensamento enxuto.

A Figura 2.6 apresenta a geração de valor segundo a necessidade do cliente.

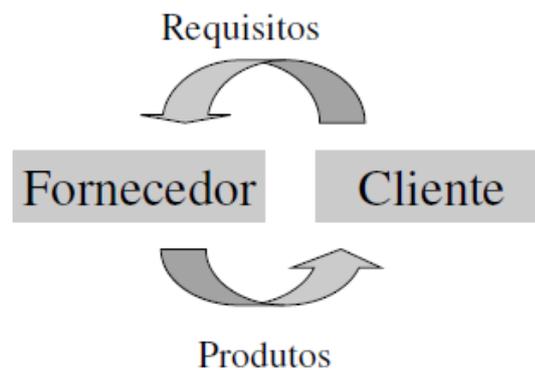


Figura 2.6: Geração de valor segundo a necessidade do cliente.

O valor representa um benefício para o cliente, a um tempo e preço específicos (Womack; Jones, 1998; Shingo, 1996 *apud* Gallardo, 2007).

2. Identificar o fluxo de valor de cada família de produto

O fluxo de valor consiste no processo percorrido pelo produto, desde sua concepção, passando pelo fluxo de produção da matéria-prima ao produto acabado, seguindo todas as especificações detalhadas de projeto e os prazos estabelecidos, sendo finalizado com a entrega do produto ao cliente final.

Também, pode ser considerado como as ações específicas para levar o produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: tarefas de solução de problemas, tarefas de gerenciamento de informação e tarefas de transformação física.

Ao longo do fluxo de valor, pode-se identificar três tipos básicos de ações: ações que agregam valor; ações que não agregam valor, mas são necessárias para a produção e ações que não agregam valor e não são necessárias, ou seja, desperdícios elimináveis (Koskela, 1997).

O *Lean Thinking* utiliza o Mapa de Fluxo de Valor, que é uma ferramenta que representa visualmente todas as etapas do fluxo. O mapa em questão é essencial para o entendimento do fluxo.

A título de exemplificação, a Figura 2.7 representa um Mapa de Fluxo de Valor de um determinado processo.

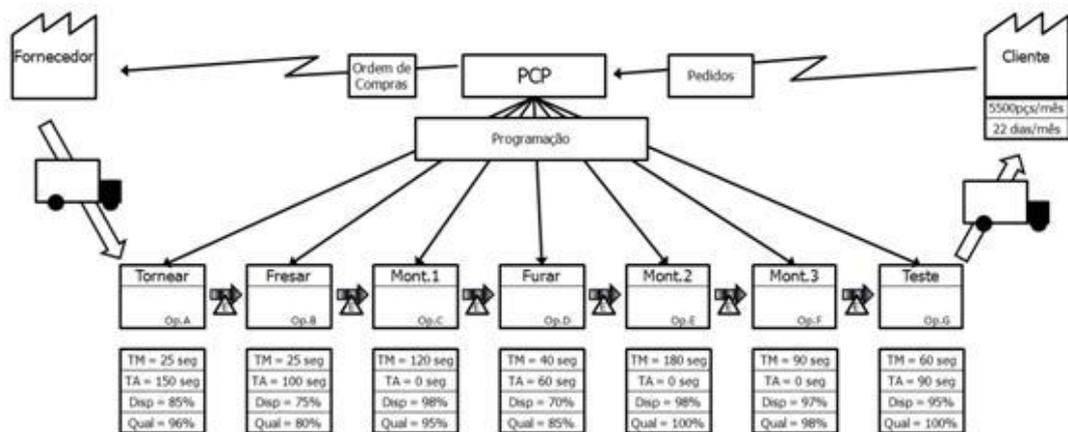


Figura 2.7: Mapa de Fluxo de Valor de um determinado processo.

3. Criar fluxo contínuo

Após identificado o valor e o fluxo de valor dos produtos da empresa, isto é, após realizado o mapeamento dos processos, sendo possível a identificação e eliminação de

atividades que não agregam valor, é necessário fazer com que as atividades que geram valor fluam, criando um fluxo nos processos.

“Entende-se como fluxo contínuo a produção de uma peça de cada vez, com cada item sendo passado de um processo para o processo seguinte sem interrupção entre eles” (Womack; Jones, 1998 *apud* Gallardo, 2007: p. 14).

O fluxo contínuo não é garantido quando se trabalha com grandes lotes, sendo que um lote somente é encaminhado para a próxima etapa depois de ser acumulado em grandes estoques. Esse tipo de produção causa desperdícios, pois quando se trabalha continuamente no processo produtivo, as tarefas podem ser realizadas de forma muito mais eficiente e precisa.

4. Produção puxada pelo cliente

Um sistema de produção trabalhando sob a lógica da produção puxada produz somente o que for vendido, evitando a superprodução.

Para o *Lean Thinking*, uma das formas de desperdício mais combatidas é a criação de estoques, obtidos através da produção mais do que necessária. De acordo com a filosofia *lean*, deve-se produzir na quantidade certa, na hora certa, somente para atender à demanda.

Assim, a produção puxada consiste em identificar o momento em que o cliente necessita do produto e proceder sua entrega neste momento. Significa o oposto da produção tradicional que é empurrada.

5. Buscar a perfeição

A aplicação dos quatro conceitos acima: especificação de valor para o cliente, identificação do fluxo de valor de cada família de produto, criação de fluxo contínuo e produção puxada pelo cliente, não é o fim do processo de eliminação de desperdícios.

O princípio “perfeição” deve ser considerado como alcançável. E, a interação entre os princípios é fundamental, pois os desperdícios aparecem ao fazer o valor fluir mais rapidamente e, buscando a melhoria contínua, continua-se eliminando esses desperdícios (Liker, 2004 apud Gallardo, 2007).

Pode-se dizer que a busca pela perfeição é um processo contínuo; quanto mais se analisa o fluxo de produção, mais melhorias são possíveis realizar.

Os princípios do *Lean Thinking* são considerados os mais amplos e com bastante aplicação em diversos setores industriais.

2.4 CONSTRUÇÃO CIVIL

2.4.1 Características e Cenário Atual

Conforme citação de Sarcinelli (2008, p. 8), “(...) a construção civil é um setor caracterizado por produzir através de processos obsoletos, improdutivos e geradores de desperdício (...)”.

Em geral, a indústria da construção civil é rotulada por dois fatores; os altos custos oriundos principalmente de desperdícios, e a baixa produtividade. A baixa produtividade é causada principalmente pelos seguintes fatores: falta de qualificação de mão-de-obra a ser contratada, falhas de planejamento, alta rotatividade, inadequado controle de qualidade, problemas com abastecimento, problemas de estoque, dificuldades de acesso à obra, layout de canteiro não adequado, e, complexidade de fontes e origens de materiais envolvidos no processo produtivo.

O planejamento da obra é de suma importância para que se sejam estabelecidas as estratégias de execução da mesma. Uma vez que este processo não é realizado de maneira adequada, as estratégias definidas não serão eficazes.

Geralmente, em empresas de construção civil, o planejamento e gestão são atribuídos a um segundo plano. Nas obras isso ocorre porque os Engenheiros ou Gestores que deveriam estar efetivamente realizando suas atribuições, estão praticamente a todo o tempo resolvendo “imprevistos” e passam a atuar como “tocadores de obra”.

Os erros mais comuns ocorridos no que deveria ser o preâmbulo de cada empreendimento são: (1) Falta de previsão de mão-de-obra própria e contratada; (2) Falta de previsão de material; (3) Serviços sobredimensionados; (4) Mão-de-obra superestimada ou falta de conhecimento para dimensionamento de acordo com tempo, localidade e complexidade; (5) Erros de planejamento no tempo das atividades; (6) Falta de previsão de Equipamentos; entre outros.

Conforme mencionado, uma vez que existe falta ou erro no planejado, isso acarretará sempre em falta ou excesso de materiais e mão-de-obra e ausência de correto dimensionamento do espaço para estoque mínimo.

Com isso, é pratica comum que este seja sobredimensionado e lotado em local inadequado. Em um segundo momento pode-se observar que o controle ficará mais difícil e demorado, havendo maior possibilidade de desvio e, ainda, a perda de material perecível e não perecível.

Com o processo de terceirização de mão-de-obra, houve um crescimento considerável na rotatividade dos profissionais que executam as atividades. Diante disso, muitas vezes perde-se muito tempo com o treinamento mínimo da mão-de-obra não qualificada e aproveita-se pouco de sua capacidade total.

Sendo assim, por vezes o serviço é realizado de maneira divergente do que deveria ou com problemas que ocasionarão vícios e patologias, que por vezes, possuem alto grau de complexidade para serem resolvidos.

Com o advento da globalização, o mercado atual possui infinitos tipos e marcas de materiais utilizados na construção civil. Em um empreendimento, são utilizados uma enormidade de produtos diferentes e a falta de conhecimento dos produtos cominada com a qualidade dos mesmos ocasionam grandes desperdícios de materiais.

Todos os fatos expostos, são os grandes geradores do desperdício da Construção Civil brasileira que, em relação a dos países desenvolvidos, possui quantidade significativa de maior desperdício e menor produtividade.

Mas, esse cenário está mudando, pois o contexto favorável para essa indústria gera disputas intensas pelo mercado consumidor e, qualidade e produtividade são tratadas com maior importância, sendo fundamentais para a garantia e crescimento das empresas no mercado.

Verifica-se que as mesmas tendem a buscar melhores níveis de desempenho através de investimentos na gestão e tecnologia de seus processos produtivos, explorando alternativas e melhorias para o método de gerenciar, planejar e controlar a cadeia produtiva de obras da construção civil.

Uma alternativa encontrada por algumas construtoras é a aplicação dos princípios do *Lean Thinking* para a gestão de processos na construção civil, através da adaptação de alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor da construção.

A introdução de novos métodos de gestão tem como objetivo “enxugar” o processo produtivo das empresas, para tentar produzir somente o que o cliente valoriza, sendo fundamental a eliminação de desperdícios.

Neste sentido, acredita-se que a adoção dos princípios da Produção Enxuta na construção civil, pode ser fator diferenciador para uma empresa do ramo, permitindo que esta garanta sua sobrevivência e expansão.

2.5 Lean Construction – Construção Enxuta

2.5.1 Conceito e características

A teoria *Lean Construction* (Construção Enxuta) advém da aplicação da filosofia *Lean* à *Construção Civil*. Foi introduzida no início dos anos 1990, através da publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* - Koskela (1992); e “(...) apresenta um conjunto de diretrizes e ferramentas para o planejamento e acompanhamento da obra, visando a eficiência na utilização de recursos como materiais, mão de obra, equipamentos e capital” (Bazanelli, 2003, p. 2).

Os principais objetivos da *Lean Construction* são: “(...) redução das atividades que não agregam valor ao produto final, manutenção de um fluxo de produção sem interrupções e estratégias de suprimento baseadas na real demanda de cada etapa da produção, são feitas análises prévias aos níveis de processos de produção, ou seja, são discutidos os possíveis planos de ataque de cada etapa da obra, o que torna mais transparentes as abordagens para a execução de cada atividade. O estudo destas abordagens vem resultar na otimização da alocação das equipes de trabalho, proporcionando uma redução do custo global da mão de obra” (Bazanelli, 2003: p. 2).

O modelo tradicional da construção civil é chamado de modelo de conversão, representado na Figura 2.8.

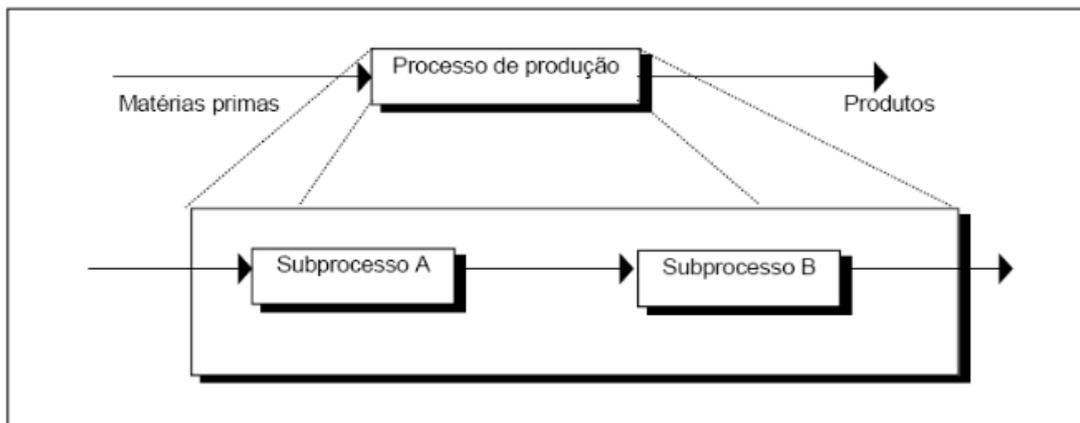


Figura 2.8: Modelo tradicional de conversão.

Nesse modelo, a produção é definida como um conjunto de atividades de conversão que transforma os insumos em produtos intermediários e, quando todas as conversões são posteriormente unidas se transformam em um produto final, a edificação (Koskela, 1992 *apud* Carvalho, 2008). Pode-se dizer que o custo total do processo pode ser minimizado através da minimização do custo de cada subprocesso.

No modelo de conversão, algumas características não são contempladas, diferenciando-se da construção enxuta, conforme citado por Bernardes (2001) *apud* Carvalho (2008, p. 23), nos seguintes itens: “a) Os fluxos físicos destas atividades não são contemplados sendo que a maioria dos custos produtivos no canteiro de obra é oriunda deste contexto; b) O controle da produção tende a ser focado no controle de sub-processos individuais em detrimento do processo global, e isto faz com que se obtenham resultados não efetivos no contexto global; c) A não consideração dos requisitos do cliente faz com que se desenvolvam produtos inadequados e que não atinjam as características determinadas como valor pelo cliente. Visto que pelo modelo de conversão melhorias no produto final podem ser obtidas apenas melhorando a qualidade do tipo de insumo aplicado ao produto.”

Portanto, na visão tradicional, somente as atividades que agregam valor são consideradas.

A *Lean Construction* difere do modelo tradicional, pois atribui importância às atividades de fluxo e conversão. As atividades de conversão são consideradas atividades que agregam valor ao produto, enquanto as atividades de fluxo nem sempre agregam.

Nesse contexto, os três pontos principais da *Lean Construction* são: “(1) abandono do conceito de processo como transformação de *inputs* e *outputs*, passando a designar um fluxo de materiais e informações; (2) análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais (processo) e outro, o fluxo de operários (operação); (3) consideração do valor agregado sob o ponto de vista do cliente interno e externo, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passa a incluir também as atividades que não agregam valor ao produto como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho” (Koskela, 1992; Shingo, 1996; Souza, 1997 *apud* Hirota; Formoso, 2000: p. 6).

Assim, conforme demonstrado na Figura 2.9, a única atividade de conversão, que agrega valor ao produto é o “Processamento”. E para realizá-lo, diversas atividades são essenciais, mas não agregam valor ao produto.

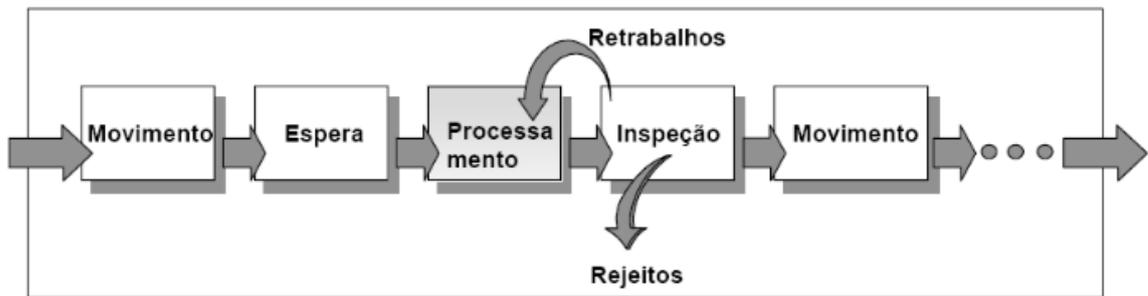


Figura 2.9: Modelo de processo *Lean Construction*.

Conforme pode ser observado nas Figuras 2.8 e 2.9, o fluxo presente no modelo de construção enxuta não é considerado no modelo tradicional.

No fluxo de transformação da matéria-prima em produtos, considerado no modelo *lean*, são identificados quatro elementos distintos (Wigineski, 2009):

- Processamento: o material passa por transformação física ou de qualidade;
- Inspeção: apuração de seguimento dos padrões estabelecidos;
- Movimento: deslocamento de produtos ou materiais;
- Espera: período em que nenhuma das atividades descritas é realizada. Pode ser dividida em: espera do processo, o lote inteiro espera o processamento do lote precedente e espera do lote, o lote espera o processamento de uma peça.

Portanto, os fluxos são extremamente importantes para que a construção enxuta tenha resultados e funcione conforme as necessidades produtivas da obra.

A implantação dessa filosofia não é simples, pois, muitas vezes, o assunto não é dominado por todos os envolvidos, assim é necessário tempo de adaptação (treinamento) e alto investimento inicial, como ocorreu na indústria automobilística.

A Construção Enxuta compreende diversas áreas da construção civil, como: projeto, planejamento, processo construtivo, sistemas de informação, entre outras.

2.5.2 Princípios

Em seu trabalho, Koskela (1992) apresenta um conjunto de onze princípios da Construção Enxuta. Segundo o mesmo autor, para a obtenção dos resultados esperados, esses princípios devem ser aplicados de forma integrada na gestão dos processos.

Também, como afirma Wigneski, (2009, p. 37), “vários destes princípios estão intimamente ligados, mas não no mesmo nível. Alguns são teoricamente mais fundamentados e outros estão voltados à aplicação prática.”

Esses onze princípios são:

1. Reduzir atividades que não agregam valor

Conforme relatado no item 2.3.2 Princípios, o valor do produto é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. Uma vez definido o valor, sabe-se, na cadeia produtiva, quais os processos que atuam diretamente na geração do valor, e quais os processos que não agregam valor.

De acordo com Koskela (1992) *apud* Junqueira (2006, p. 17), as atividades podem ser definidas como: “a) atividades que agregam valor ou atividades de transformação/conversão de material ou informação, na direção do que é requerido pelo consumidor; b) atividades que não agregam valor (desperdício); atividades que consomem tempo, recursos e espaço, sem agregar valor”.

Existem três causas para as atividades que não agregam valor: “(1) o desenho de organizações hierárquicas do processo gera um maior grau de especialização nos processos, aumentando as atividades que não agregam valor; (2) a falta de conhecimento ao criar um processo de produção sem levar em conta a ordem das atividades; e (3) a natureza da produção que faz com que haja atividades que não agregam valor” (Wiginescki, 2009: p. 37).

Koskela (1992) *apud* Carvalho (2008) afirma que existem três formas de redução dessas atividades:

- As atividades consideradas as mais críticas, que não agregam nenhum valor, são as de inspeção, movimentação e espera. Assim, deve-se, principalmente, eliminar e/ou reduzir as perdas nessas atividades.
- O desempenho atual das atividades executadas no canteiro deve ser conhecido. A falta dessa informação influi na melhoria da produtividade. Assim, é necessário medir o desempenho das atividades realizadas no canteiro de obras.
- Diversas atividades não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas fazem parte do processo produtivo (ex. defeitos, transportes, etc.). É importante considerar que algumas atividades são essenciais à eficiência global dos processos, gerando valor para os clientes internos (ex. planejamento, instalação

de dispositivos de segurança, etc), enquanto outras não geram valor para nenhuma das partes envolvidas (ex. desperdício de material e acidentes de trabalho etc).

Em resumo, deve-se identificar, gerenciar, reduzir e se possível eliminar as atividades que não agregam valor. Uma vez que não são solicitadas pelos clientes, e, sabendo que são dominantes na maioria dos processos, as atividades que não agregam valor podem ser consideradas como desperdício.

2. Melhorar valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Existem dois tipos de clientes: o cliente interno, aquele que executa a atividade posterior na cadeia produtiva e suas considerações são sobre o serviço; e o consumidor final ou externo, cujas considerações são sobre o produto final.

Independente do tipo de cliente, sempre que possível, deve-se procurar atender às suas considerações. Para tal, é importante um estudo do fluxo, identificando o cliente em cada etapa do processo e atuando no atendimento de suas necessidades.

3. Reduzir a variabilidade

“Existem consideráveis variações na construção civil, entre elas, as diferentes dimensões entre materiais do mesmo tipo, sugestões diferentes entre os clientes e a variação de tempo para a realização de uma mesma atividade em uma obra” (Sarcinelli, 2008: p. 40).

Ou seja, a variabilidade pode estar relacionada aos fornecedores do processo, gerando variabilidades nos processos anteriores; à execução de um processo, gerando variabilidades no próprio processo; e relacionada aos desejos e necessidades dos clientes de um processo, gerando variabilidades de demanda.

Quanto mais variabilidades existir, maior a quantidade de atividades que não agregam valor, aumentando o número de produtos não uniformes.

A melhor forma para conseguir iniciar a redução de variabilidades, segundo Koskela (1992), é através da padronização dos procedimentos e atividades internas da obra. Assim, busca-se a redução das variabilidades tanto nas atividades de conversão, como nas de fluxo.

4. Reduzir o tempo de ciclo

O tempo de ciclo pode ser representado como a soma de todos os tempos inerentes ao processo produtivo. Assim, é composto pela soma dos seguintes tempos: de processamento, de inspeção, de espera e de movimentação. Em resumo, o tempo de ciclo é o tempo necessário para que uma peça percorra o fluxo.

A redução do tempo de ciclo elimina o desperdício, aumentando a produtividade, auxilia no gerenciamento, pois qualquer variação nesse tempo é um sinal de alerta e leva a uma entrega mais rápida do produto ao cliente.

5. Simplificar através da redução do número de passos e partes

A simplificação pode ocorrer através da redução do número de componentes existentes em um determinado produto ou da redução do número de passos ou partes presentes em um determinado fluxo de trabalho.

Quanto maior o número de passos ou partes em um processo, maior é a tendência de possuir atividades que não agregam valor (Isatto *et al.*, 2000 *apud* Junqueira, 2006).

Pode-se citar como formas de atingir a simplificação, o uso de equipes polivalentes, a utilização de elementos pré-fabricados, o eficaz planejamento do processo produtivo, buscando eliminar interdependências e agregar pequenas tarefas em atividades maiores (Isatto *et al.*, 2000 *apud* Junqueira, 2006).

Os processos simplificados além de contribuírem para a redução de desperdícios e gerar menos custos que os sistemas complexos, são também mais confiáveis.

6. Aumentar a flexibilidade do produto

Refere-se ao aumento das possibilidades ofertadas ao cliente sem que seja necessário aumentar substancialmente seu preço. Pode ser alcançada através da redução do tamanho dos lotes, da realização da customização do produto o mais tarde possível, do aumento da quantidade de mão de obra polivalente e da utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade do produto sem grande ônus para a produção, isto é, flexibilidade planejada e permitida (Isatto *et al.*, 2000 *apud* Junqueira, 2006).

7. Aumentar a transparência do processo

O aumento da transparência de processos aumenta a visibilidade, a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho e eliminando desperdícios de materiais e atividades que não agregam valor. Além disso, tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados, pois pode exibir os pontos falhos existentes nos fluxos produtivos e aumentar o envolvimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias.

Para melhorar a transparência do processo algumas técnicas são utilizadas, como: utilização de controles visuais (cartazes, sinalização, etc.); remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes, deixando o *layout* transparente; utilização de indicadores de desempenho; limpeza do canteiro de obra; utilização de sistemas de comunicação, entre outros.

8. Focar o controle no processo global

Controlar o processo global permite a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra (Bernardes, 2003 *apud* Junqueira, 2006).

Dessa forma, todo o processo precisa ser mensurado e deve haver um responsável pelo seu controle. Assim, pode-se controlar os sub-processos de forma que esses não prejudiquem o processo principal.

A implantação desse princípio é facilitada pela integração entre diferentes níveis de planejamento (Bernardes, 2003 *apud* Junqueira, 2006).

9. Introduzir melhoria contínua ao processo

A melhoria contínua pode ser alcançada conforme os demais princípios vão sendo cumpridos e considera que o controle da produção e do processo de planejamento devem ser continuamente melhorados, buscando a redução dos desperdícios e o aumento do valor do produto. Realizar a melhoria em etapas e de forma contínua é a alternativa mais promissora para o sucesso do uso dos conceitos enxutos (Koskela, 2000).

O trabalho em equipe e a gestão participativa são requisitos importantes para a introdução da melhoria contínua no processo (Isatto *et al.*, 2000 *apud* Junqueira, 2006).

Através da melhoria contínua, a empresa estabelece vantagens competitivas em relação à concorrência.

10. Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões

As melhorias nos fluxos estão ligadas às melhorias na conversões (Junqueira, 2006):

- a) fluxos melhorados requerem menor capacidade na conversão;
- b) fluxos mais controlados fazem com que seja mais fácil a implementação de novas tecnologias na conversão;
- c) novas tecnologias de conversão podem minimizar a variabilidade, trazendo benefícios para os fluxos.

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.

É necessário atuar em ambas as frentes e, é indicado tratar das melhorias de fluxos e posteriormente das melhorias de conversão.

11. Benchmark

O Benchmark é um processo contínuo de pesquisa que compara processos, produtos, serviços e práticas empresariais entre os mais fortes concorrentes ou empresas reconhecidas como líderes. Assim, é possível identificar, adaptar e aplicar as referências de ponta, que, se combinadas às forças existentes na empresa, podem levar a mesma a atingir a superioridade de mercado.

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente capítulo descreve a pesquisa, realizada através de uma análise exploratória qualitativa. Serão apresentados os métodos, técnicas e ferramentas utilizadas para elaboração do questionário que resultou em um estudo do grau de aplicação dos princípios da construção enxuta em empresas construtoras.

O primeiro passo da pesquisa foi a realização de um estudo sobre os conceitos do *Lean Thinking*, posteriormente foi analisado o contexto atual da construção civil brasileira, suas principais características e tendências. Então, foi feito um estudo da aplicação da filosofia *lean* à indústria em questão, resultando na análise sobre a *Lean Construction*. A partir do conceito e princípios dessa última filosofia e, baseado no trabalho realizado por Carvalho (2008), foi elaborado um questionário (ANEXO I).

Esse questionário foi a ferramenta utilizada para a extração das informações necessárias para a pesquisa e, é constituído de 40 perguntas. Essas perguntas foram divididas em 12 partes; sendo a primeira uma introdução sobre o interesse e conhecimento geral sobre o tema, e as demais 11 partes baseadas nos princípios da construção enxuta.

Com isso, pretende-se analisar, em primeiro momento, o contexto geral da filosofia *lean* na construção civil, para, então, verificar a situação específica sobre a aplicação de seus 11 princípios em empresas construtoras.

O questionário foi divulgado via internet, através da ferramenta "Google Docs", para profissionais da construção civil de várias empresas que atuam em Belo Horizonte/MG.

Foram coletadas respostas de 20 profissionais pertencentes a 07 organizações que operam nas áreas de edificações comerciais, públicas e, principalmente, residenciais.

Esses profissionais são, em sua totalidade, graduados em engenharia (civil, produção ou produção civil) e trabalham diretamente em obras residenciais, públicas ou comerciais na região metropolitana de Belo Horizonte.

As empresas representadas por esses engenheiros são expressivas no cenário da construção civil regional e também brasileira. Uma dessas é considerada entre as maiores do país em seu segmento.

4. ANÁLISE DE DADOS: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo apresenta a análise dos dados obtidos através da aplicação do questionário mencionado na seção anterior. Divide-se em duas partes: análise geral sobre o tema construção enxuta, e análise da aplicação dos onze princípios da *Lean Construction*.

4.1 Análise geral

O período de atuação das empresas analisadas varia de 05 a 35 anos. Através da análise da Figura 4.1, percebe-se que 50 % das empresas atuam no mercado mineiro há, no máximo, 05 anos. Ainda, 40 % delas existem nesse mercado há pelo menos 30 anos. Isso demonstra que, em Belo Horizonte, nos últimos 05 anos, houve um aumento considerável de novas empresas no ramo da construção civil.

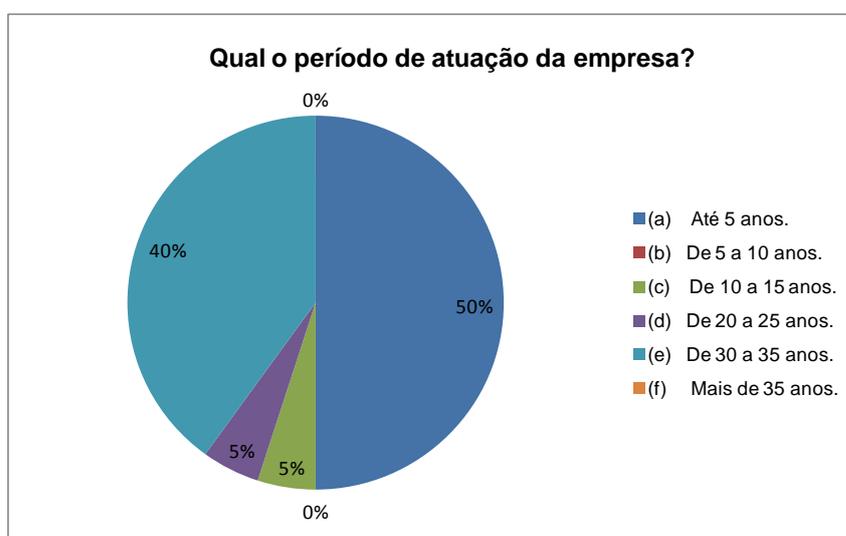


Figura 4.1 : Período de atuação da empresa.

Ainda, pode-se observar que 100 % dos entrevistados possuem interesse em trabalhar com construção enxuta (Figura 4.2); e 95 % considera que a *Lean Construction* pode melhorar muito o desempenho de uma empresa (Figura 4.3).



Figura 4.2: Interesse em trabalhar com construção enxuta.

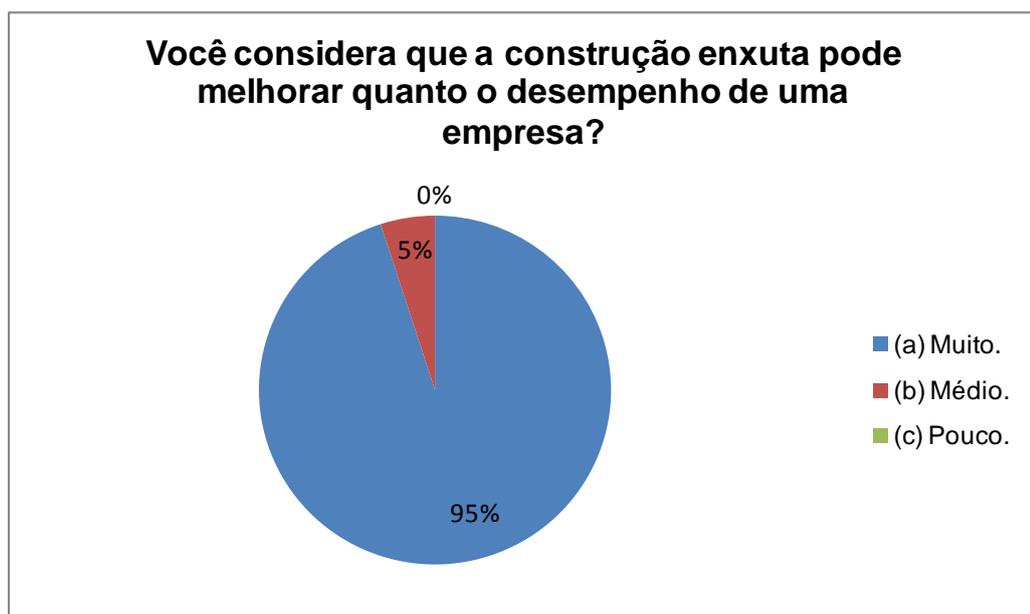


Figura 4.3: Quanto a construção enxuta pode melhorar o desempenho de uma empresa.

Entretanto, apenas 5 % dos profissionais entrevistados possuem um bom conhecimento sobre o assunto (Figura 4.4).

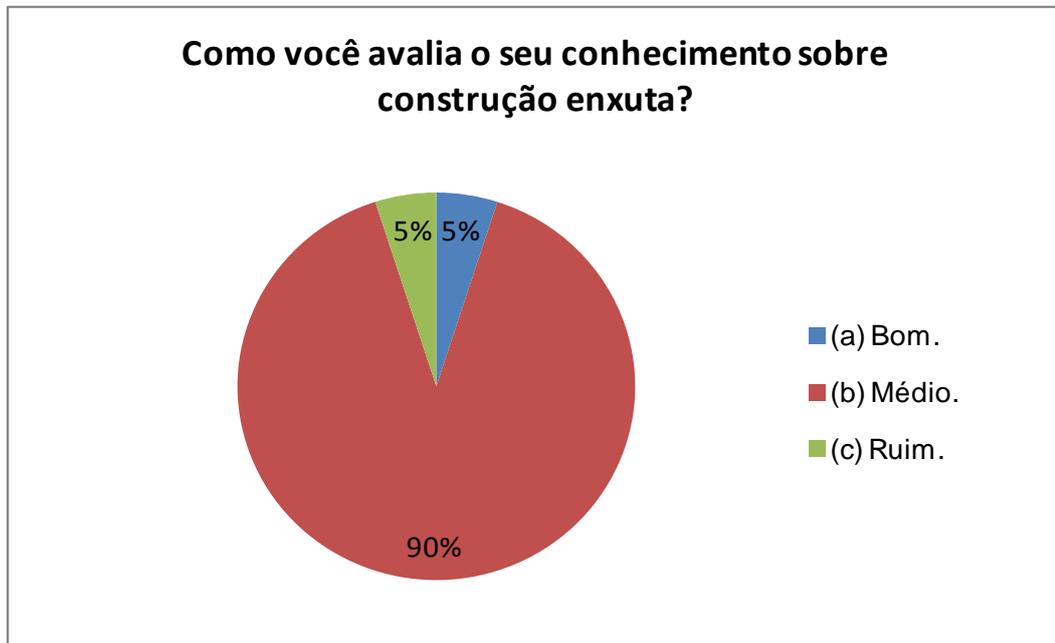


Figura 4.4: Avaliação de conhecimento sobre a construção enxuta.

Os resultados obtidos são parecidos com os apresentados na pesquisa realizada por Carvalho (2008). O mesmo autor afirma que 80% de seus entrevistados possuem muito interesse em trabalhar com construção enxuta, enquanto 20% classificam seu interesse como médio. Ainda, 93% considera que a construção enxuta pode melhorar muito o desempenho de uma empresa.

Quando se trata do conhecimento sobre o tema *Lean Construction*, os resultados obtidos são um pouco divergentes do apresentado por Carvalho (2008), pois 46% dos entrevistados por ele afirmam que possuem pouco conhecimento, enquanto 47% afirmam possuir um médio conhecimento.

Outro aspecto abordado na pesquisa foi a opinião dos entrevistados sobre quais fatores ele considera como impeditivo para a implantação da *Lean Construction* em uma empresa. Os resultados estão demonstrados na Figura 4.5.

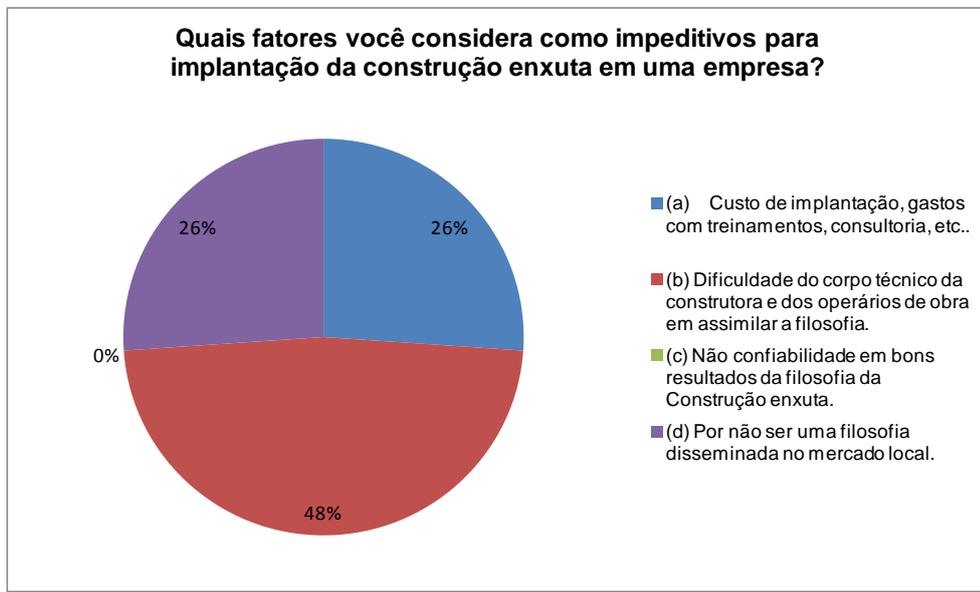


Figura 4.5: Fatores impeditivos para a implantação da construção enxuta em uma empresa.

Comparando-se com a pesquisa realizada por Carvalho (2008), os dados obtidos são um pouco diferentes. Os percentuais obtidos para as considerações dos entrevistados sobre as dificuldades para implementação da filosofia são: 44% custo de implantação; 28% dificuldade de assimilação da filosofia pelo corpo técnico; 22% por não ser uma filosofia disseminada no mercado local e 6% por não confiar nos bons resultados.

4.2 Análise da aplicação dos onze princípios da construção enxuta

A análise dos resultados do questionário foi realizada da seguinte maneira. Inicialmente foi atribuído um determinado peso a cada resposta; esse peso varia de 1 a 3,

dependendo do nível de classificação, representado na Figura 4.6, que a resposta se enquadra.

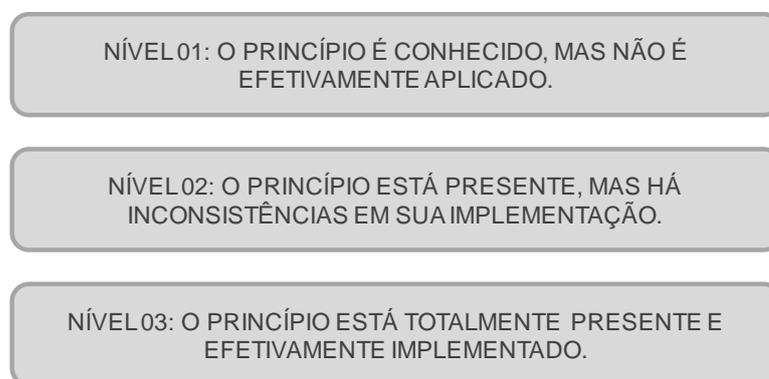


Figura 4.6: Níveis de classificação, adaptada de Carvalho (2008).

Então, as perguntas, agrupadas por princípios, foram analisadas separadamente. Para cada resposta foi calculado o número de pessoas que a selecionou e multiplicado pelo peso que foi determinado. Obtido esse número, foi feita uma média aritmética dos resultados das respostas da pergunta. Esse valor encontrado representa o nível de classificação da mesma.

Após essa análise individual das perguntas, foi feita uma outra média aritmética, sendo esta dos níveis de cada pergunta, chegando à média do nível de aplicação do princípio.

Princípio 1 - Reduzir atividades que não agregam valor

Através da análise do Princípio 1 observa-se que seu nível de classificação é 2,22 (Tabela 4.1). Ou seja, verifica-se que o conceito e idéia do princípio estão presentes nas empresas, entretanto, a sua implementação ainda não é consistente.

Tabela 4.1: Princípio 1 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 1	
PERGUNTA	NÍVEL
6. Como é realizado o planejamento do canteiro (layout) de obra?	2,35
7. Ainda sobre o canteiro de obras, pode-se dizer que:	2,35
8. O nível de defeitos, gerando retrabalho é:	2,10
9. Sobre o transporte de materiais, afirma-se que:	2,15
10. Sobre a distribuição de materiais, afirma-se que:	2,15
MÉDIA	2,22

Ainda, percebe-se que as empresas tem dado mais atenção para manter o canteiro de obra limpo e organizado, além de planejar um layout adequado, para melhor atender aos fluxos da obra. Enquanto as questões sobre transporte e distribuição de materiais são menos valorizadas, apresentando um nível de aplicação menor.

Princípio 2 - Melhorar valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

A Tabela 4.2 apresenta o nível de classificação obtido para o Princípio 02.

Tabela 4.2: Princípio 2 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 2	
PERGUNTA	NÍVEL
11. Existe conscientização na obra sobre as diferenças entre clientes internos e clientes finais?	1,80
12. Busca-se implantar as considerações dos clientes (internos e externos) quando solicitados para tal?	2,45
MÉDIA	2,13

O nível de classificação obtido para esse princípio foi 2,13. Percebe-se que, na maioria das empresas analisadas, não há efetivamente a conscientização na obra sobre as diferenças entre clientes internos e clientes finais. Na maioria dos casos analisados, busca-se sempre atender às considerações dos clientes externos, enquanto as necessidades dos cliente internos às vezes são atendidas.

Princípio 3 – Reduzir a variabilidade

A análise desse princípio demonstra que as empresas estão percebendo a importância do planejamento de obras, estão formalizando o mesmo e colocando-o em prática.

Assim, devido às médias apresentadas pelo planejamento, o nível de classificação obtido para o Princípio 3 é mais alto que o dos princípios anteriores, conforme Tabela 4.3.

Tabela 4.3: Princípio 3 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 3	
PERGUNTA	NÍVEL
13. Existe algum sistema da qualidade implantado na empresa? Ele é eficiente?	2,40
15. Sobre o planejamento (formalizado e de longo, médio e curto prazo):	2,65
15.1 Para o caso em que existe planejamento, marque uma das alternativas abaixo:	2,60
MÉDIA	2,55

As práticas adotadas para reduzir variabilidades são analisadas através da Figura 4.7.

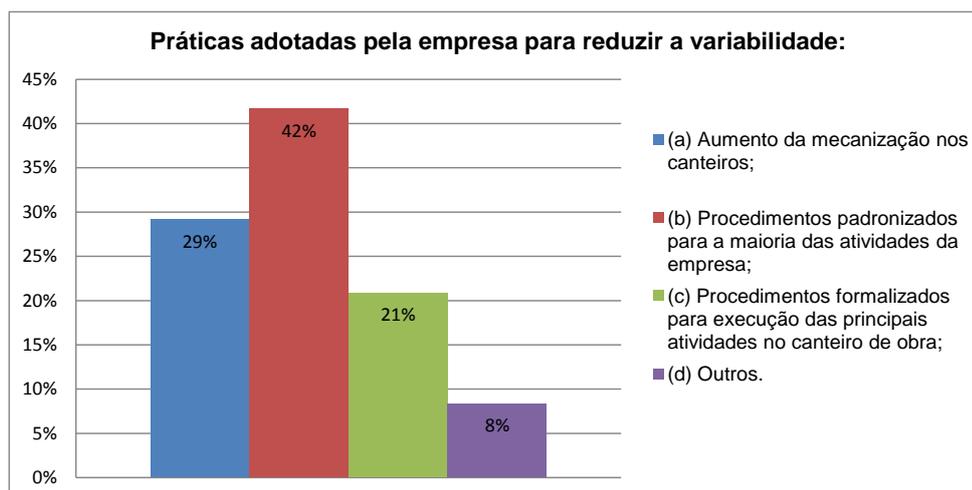


Figura 4.7: Práticas adotadas para reduzir a variabilidade.

Percebe-se que 42 % dos entrevistados adotaram procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa e, 29% adotaram a mecanização nos canteiros de obra.

Na maioria das empresas analisadas, existe um Sistema da Qualidade implantado, mas que ainda está sofrendo alterações em busca de aperfeiçoamento.

Princípio 4 – Reduzir o tempo de ciclo

Conforme apresentado na Tabela 4.4, o nível de classificação do princípio 04 foi 1,45.

Tabela 4.4: Princípio 4 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 4	
PERGUNTA	NÍVEL
16. O tempo de ciclo das atividades da obra são conhecidos?	1,40
17. Como é a política de estoque das obras?	1,95
18. Existe o controle sobre a produtividade dos operários?	1,00
MÉDIA	1,45

Percebe-se, na maioria das empresas analisadas, que os tempos de ciclo das atividades da obra não são conhecidos (Figura 4.8). Além disso, a maioria das empresas trabalha com estoques pequenos e com alta rotatividade (Figura 4.9).



Figura 4.8: Tempo de ciclo das obras.

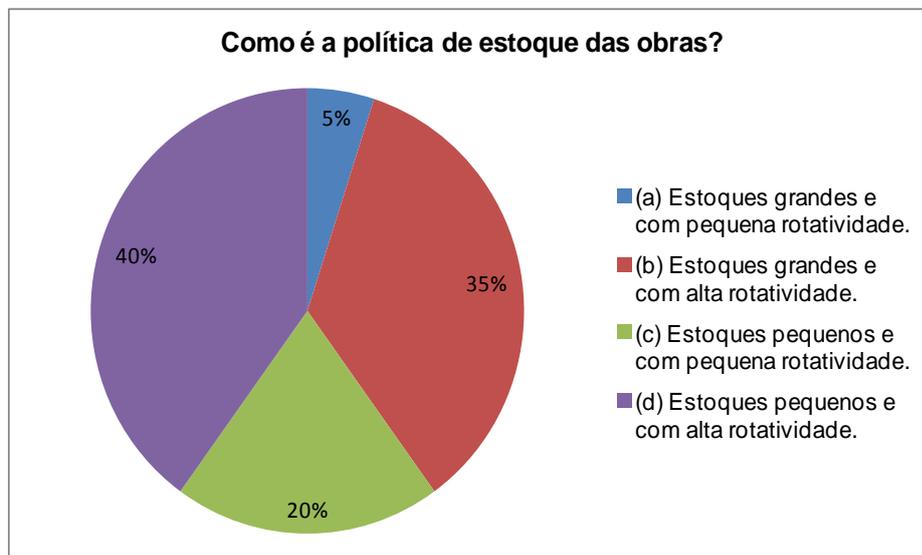


Figura 4.9: Política de estoques das obras.

Princípio 5 – Simplificar através da redução do número de passos e partes

A análise desse princípio resultou no valor de 1,90 para o nível de classificação, conforme apresentado na Tabela 4.5.

Tabela 4.5: Princípio 5 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 5	
PERGUNTA	NÍVEL
20. Os trabalhadores de canteiro tem acesso, de forma clara e disponível, sobre quais tarefas devem executar na semana?	1,90
MÉDIA	1,90

Foram identificadas as principais medidas para reduzir o número de passos e partes (Figura 4.10), sendo a utilização de gabaritos ou outros equipamentos a com maior percentual. Apenas 4 % dos entrevistados responderam que não é utilizada nenhuma medida e, a utilização de kits (hidráulicos, elétricos, etc.) e de produtos pré-moldados são alternativas para 23 % e 27 %, respectivamente, dos participantes da entrevista.

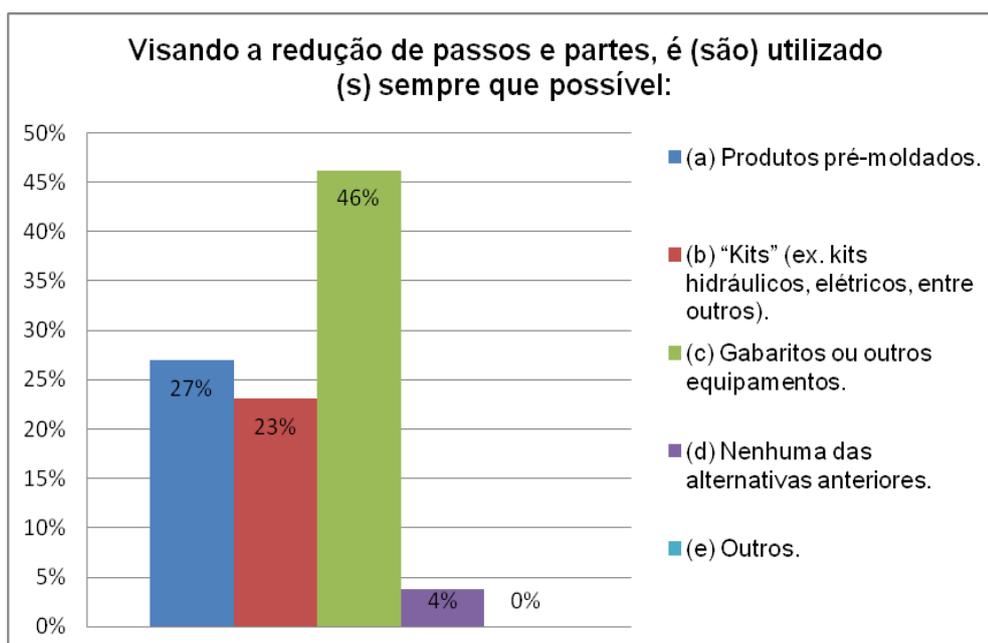


Figura 4.10: Alternativas para redução de passos e partes.

Princípio 6 – Aumentar a flexibilidade do produto

A Tabela 4.6 apresenta o nível de classificação do Princípio 06, sendo o valor encontrado para o mesmo igual a 1,70.

Tabela 4.6: Princípio 6 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 6	
PERGUNTA	NÍVEL
21. Os produtos ofertados possuem flexibilização de layout?	1,70
22. Os produtos ofertados possuem flexibilização no tipo de material aplicado?	1,70
MÉDIA	1,70

Ao analisar esse princípio, os resultados obtidos foram:

- Relacionado à flexibilização de layout, enquanto em algumas empresas nenhum produto possui flexibilização de layout, em outras todos os produtos possuem. Ainda, pode-se observar que as respostas foram bem distribuídas entre as opções.
- Relacionado à flexibilização de materiais, a maioria das respostas se dividiram entre duas alternativas: poucos produtos possuem flexibilização e a maioria possui flexibilização.

Ao analisar as características da flexibilização de layout e de materiais, foram obtidos os resultados apresentados nas Figuras 4.11 e 4.12.

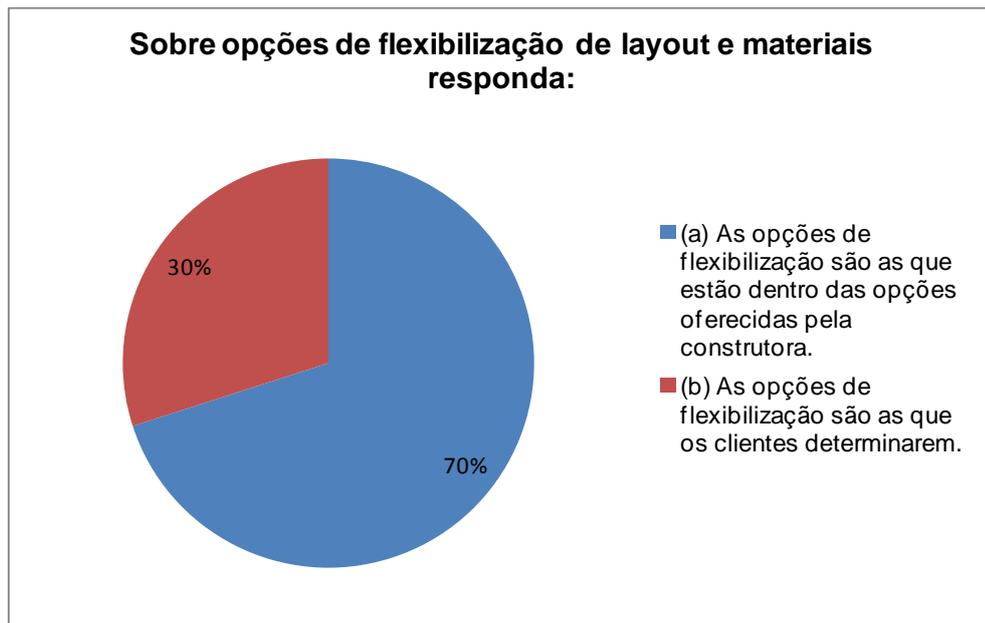


Figura 4.11: Opções de flexibilização de layout e materiais.

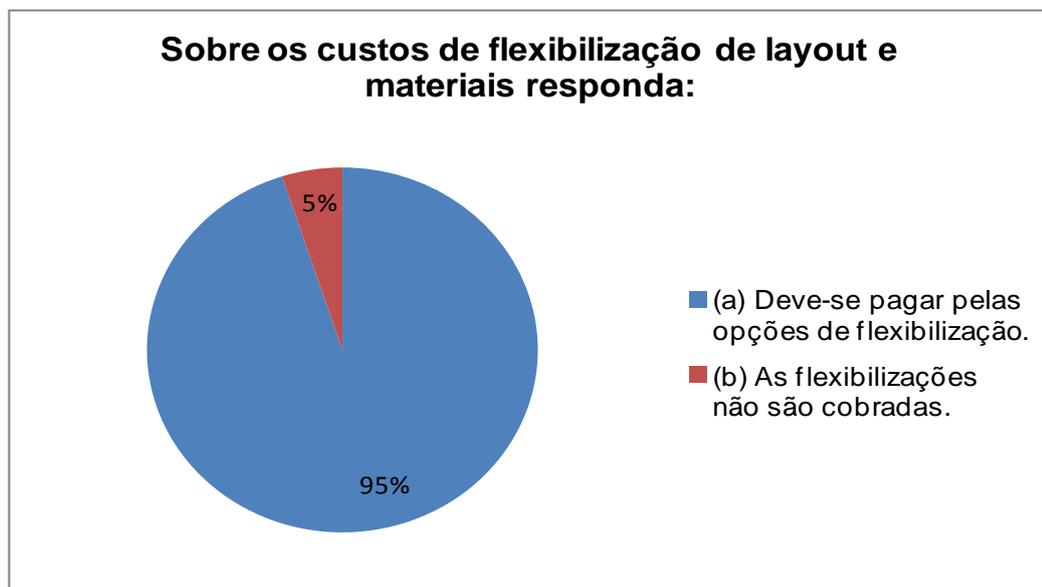


Figura 4.12: Custos da flexibilização de layout e materiais.

Percebe-se que a maioria das flexibilizações de layout e materiais estão dentro das opções oferecidas pela construtora, que cobra pelas mesmas.

Princípio 7 – Aumentar a transparência do processo

O resultado dessa análise gerou o nível de classificação obtido para esse princípio, cujo valor é 2,28, conforme apresentado na Tabela 4.7.

Tabela 4.7: Princípio 7 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 7	
PERGUNTA	NÍVEL
25. As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?	2,10
26. Na obra, a empresa possui indicadores de desempenho?	2,45
MÉDIA	2,28

Para 45 % dos entrevistados, as metas, resultados e expectativas da empresa não são informações abertas e divulgadas entre os funcionários, em contrapartida, 55 % afirmam que sim (Figura 4.13).



Figura 4.13: Divulgação de metas, resultados e expectativas.

Também, 55 % dos participantes da pesquisa afirmam que a empresa em que trabalham possui muitos indicadores de desempenho, enquanto 35 % afirmam que possui poucos. Para 10 %, a empresa não possui nenhum indicador (Figura 4.14).



Figura 4.14: Indicadores de desempenho.

Nesse princípio foi observado que 32 % dos entrevistados utilizam placas, como forma de comunicação em sua obra, 24 % utilizam quadros, 22 % utilizam painéis, 19 % utilizam rádios e 3 % não utilizam nenhum sistema de comunicação (Figura 4.15).

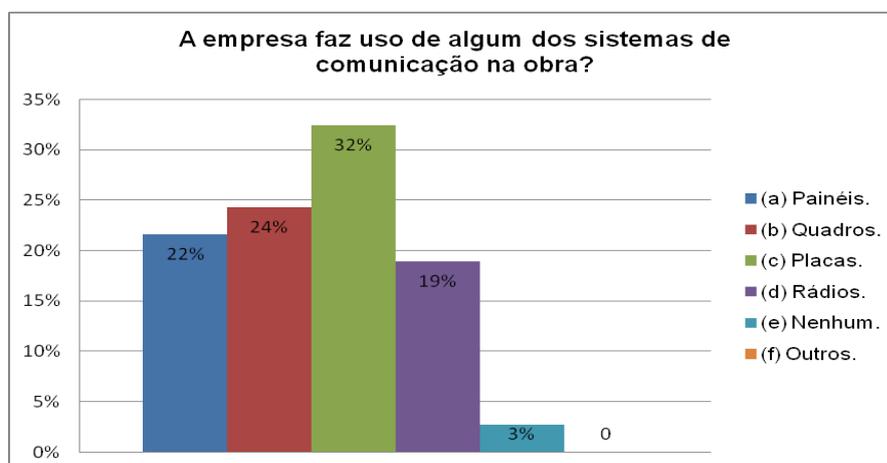


Figura 4.15: Sistemas de comunicação.

Princípio 8 – Focar o controle no processo global

Para esse princípio, o nível de classificação obtido foi 1,97 conforme Tabela 4.8.

Tabela 4.8: Princípio 8 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 8	
PERGUNTA	NÍVEL
28. Existe controle sobre o planejamento?	2,40
29. Existe controle sobre o orçamento?	2,50
30. Existe controle sobre a produtividade dos operários de sua obra?	1,00
MÉDIA	1,97

O controle sobre o planejamento e orçamento fica dividido entre “muito” e “médio”, e precisa melhorar, para ser considerado como efetivamente aplicado (Figuras 4.16 e 4.17).

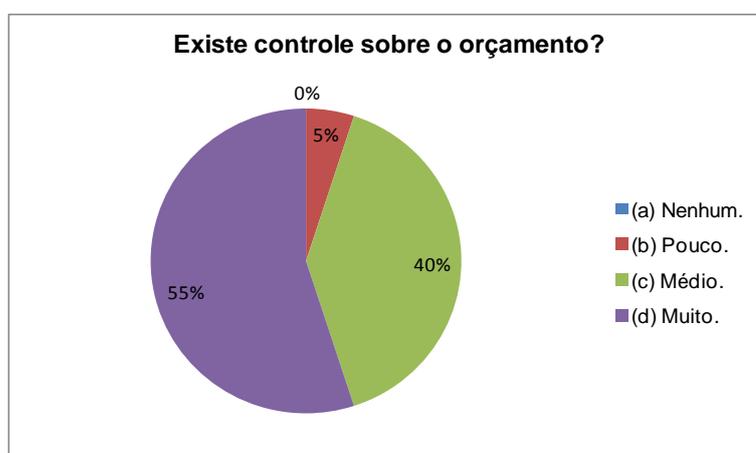


Figura 4.16: Controle sobre o orçamento.

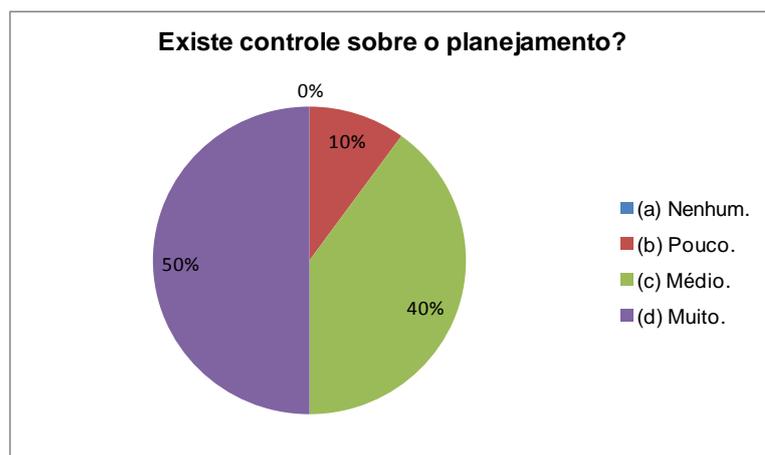


Figura 4.17: Controle sobre o planejamento.

Princípio 9 – Introduzir melhoria contínua ao processo

Para esse princípio o nível de classificação obtido foi 2,02 (Tabela 4.9).

Tabela 4.9: Princípio 9 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 9	
PERGUNTA	NÍVEL
31. O conceito de melhoria contínua do processo é aplicado na obra?	2,20
32. Na obra, há alguma forma de incentivar ou promover, para operários, algum tipo de treinamento ou capacitação?	1,60
33. Na empresa, há alguma forma de incentivar ou promover, para colaboradores (ex.: engenheiros, técnicos, etc...), algum tipo de treinamento ou capacitação?	1,90
34. Os operários participam na busca pela melhoria dos processos internos da obra?	1,90
35. E os colaboradores? Participam em ações que buscam melhorar os processos internos da empresa?	2,50
MÉDIA	2,02

Cabe ressaltar que os níveis obtidos para treinamento e capacitação (perguntas 32 e 33) foram muito baixos, revelando que ainda não é dado devido valor à esse aspecto. Assim como para a participação dos operários na busca pela melhoria contínua.

Princípio 10 - Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões

Para o princípio 10, o valor de classificação obtido foi 2,05, conforme observado na Tabela 4.10.

Tabela 4.10: Princípio 10 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 10	
PERGUNTA	NÍVEL
36. Existe o controle sobre o fluxo de informações na sua obra?	1,55
37. Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra?	2,20
38. Os fluxos de pessoas no interior da obra são constantemente repensados para obter melhor desempenho no trabalho?	2,40
MÉDIA	2,05

A análise revela que o controle sobre o fluxo de informações varia entre “médio” e pouco, gerando um nível de classificação baixo (Figura 4.18). Ainda, os fluxos de pessoas são mais valorizados que o controle sobre os materiais.

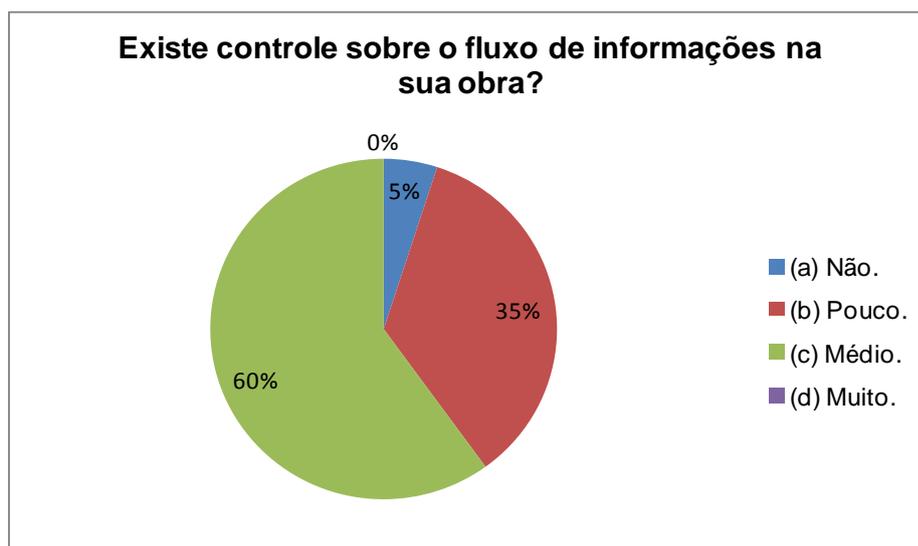


Figura 4.18: Controle sobre o fluxo de informações.

Princípio 11 - Benchmark

O nível de classificação para esse princípio foi 2,40, conforme apresentado na Tabela 4.11.

Tabela 4.11: Princípio 11 – Nível de Classificação.

PRINCÍPIO 11	
PERGUNTA	NÍVEL
39. A obra faz uso de benchmark (Referências de ponta) ?	2,40
MÉDIA	2,40

Percebe-se que as empresas conhecem e sabem da importância das referências de ponta, mas esse conceito ainda não foi efetivamente aplicado nas construtoras analisadas.

5. CONCLUSÃO

Nesta seção serão apresentadas as conclusões deste trabalho.

Após obtidos os níveis de classificação para cada princípio, foi feita a média do nível de classificação dos 11 princípios da *Lean Construction*. Assim, foi possível realizar uma análise global, apresentada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Nível de Classificação geral.

RESUMO	
PRINCÍPIO	NÍVEL
1	2,22
2	2,13
3	2,55
4	1,45
5	1,90
6	1,70
7	2,28
8	1,97
9	2,02
10	2,05
11	2,40
MÉDIA	2,06

Conforme pode ser observado, a média do nível de classificação de todos os princípios foi 2,06. Isso significa que, para a maioria das empresas analisadas, os 11 princípios da *Lean Construction* estão presentes, mas há inconsistências em sua implementação. Assim, eles não foram efetivamente aplicados no dia a dia dessas.

Ainda, percebe-se que quatro princípios ficaram abaixo do nível 2, sendo eles os de número 4, 5, 6 e 8. Revelando, assim, a dificuldade das empresas em: conseguirem conhecer o tempo de ciclo de suas atividades e em controlar a produtividade dos operários, simplificar o processo produtivo, aumentar a flexibilidade do produto e em controlar o processo de forma global.

Por outro lado, o maior nível de classificação foi o do princípio 3, confirmando que as empresas, cada vez mais, estão valorizando as atividades de planejamento e aplicando, em seu processo atividades que reduzem a variabilidade.

Percebe-se, acima de tudo, o interesse dos profissionais sobre o tema e a abertura dos mesmos para um novo sistema de produção. Todos sabem da importância da aplicação dos conceitos *Lean* à indústria da construção civil, resta saber se, de fato, conseguirão aplicá-los em seu dia a dia.

Nesse sentido, para trabalhos futuros, fica a sugestão de proposição de um modelo de implantação da *Lean Construction* em empresas, para facilitar a introdução desse conceito na prática dos profissionais que atuam no setor da construção civil.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. E. D. de. Nivelamento de capacidade de produção utilizando quadros *Heijunka* em sistemas híbridos de coordenação de ordens de produção. 2009. 135 p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação e Área de Concentração em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

BAZANELLI, Ana Cristina Danelon Rigo et al. Otimização da planilha orçamentária de edificações através da aplicação dos princípios da *Lean Construction*. In: III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (III SIBRAGEC). UFSCar, São Carlos, SP, 2003.

CARVALHO, B. S. de. Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta. 2008. 128p. Dissertação (Mestrado Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

GALLARDO, C. A. S. Princípios e ferramentas do *lean thinking* na estabilização básica: diretrizes para implantação no processo de fabricação de telhas de concreto pré-fabricadas. 2007. 118p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Construção – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico. Salvador, BA. 2000. v.1 p.572-579 il.

JUNQUEIRA, L. E. L. Aplicação da *Lean Construction* para redução dos custos de produção da Casa 1.0®. 2006. 146p. Dissertação (Especialização), Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford, 1992. Technical Report n.72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.

KOSKELA, L. *Lean production in construction*. In: Alarcón, L. (Ed) Annual conference of the international group for lean construction, 2., 1993, Espoo, Finlândia. *Lean Construction*. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997. p.1-9.

KOSKELA, L. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. PhD Dissertation, VTT Building Technology, Finland. 296 p., VTT Publications, 2000.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. Discussão sobre a medição de desempenho na *lean construction*. **XIII SIMPEP**. Bauru/SP, p. 1-10, Novembro/2006.

RÔLA, E. S. **Princípios da *lean construction* e critérios competitivos da produção: existe alguma relação entre eles?** 2010. 53p. Monografia (Graduação), Centro de

Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SARCINELLI, W. T. Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos. 2008. 80 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SOUZA, M. R de. Considerações sobre a implementação de princípios de construção enxuta em construtoras de médio porte. 2010. 106 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo:** um estudo de caso. 2009. 155 p. Dissertação (Mestrado), Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WOMACK, J.P.; JONES, D.R. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas:** elimine o desperdício e crie riquezas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

7. BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, M. J. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da *Lean Construction***: um estudo de caso em duas empresas de construção civil de Fortaleza. 2008. Monografia (Especialização em Estratégia e Gestão empresarial). CETREDE/UFC, 2008.

BERNARDES, Maurício. Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. - Porto Alegre : UF, 2001.

BERNARDES, M. M. S. Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. ***Just in time, MRP II e OPT***: um enfoque estratégico. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993. 186 p.

GUINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente um *just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996. 177 p.

ISATTO, E. et al. ***Lean Construction***: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

JONES, D. T. (2006). Heijunka: leveling production. *Manufacturing Engineering*, v.137, n.2.

LIKER, J. K. O modelo Toyota. 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. 1 ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2004. 316 p.

MODEN, Y. ***Toyota production system: an integrated approach to just-in-time***. 3rd ed. Norcross G.A: Engineering & Management Press.1998.

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

OLIVEIRA, Danielle *et al.* Identificação das ferramentas *Lean* nas construtoras de João Pessoa – PB. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa - PB – 2007.

PONTES, L. A. C. P. **Análise do impacto do planejamento de curto prazo nos princípios da construção enxuta**: um estudo de caso. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

REBECHI, R. Sistema Operacional *Kaizen*: Um Estudo de Caso sobre a Implantação do Sistema Operacional Oriental em uma Empresa Ocidental. Disponível em: http://www.aedb.br/seget/artigos06/868_Sistema%20Operacional%20Kaizen.pdf Acesso em: 20 dez. 2011.

ROTHER, M; HARRIS, R. (2002). Criando Fluxo Contínuo – um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil.

SHINGO, S. O sistema Toyota de produção. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996a. 291p.

SHINGO, S. Sistemas de produção com estoque zero. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996b. 291p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1996. 726 p.

SMALLEY, A. *The starting point for lean manufacturing: achieving basic stability* *Management Services*, v. 49, n. 4, p. 8-12, Winter 2005.

SOUZA, F.A.P. Organização da construção de edificações enfocando as filosofias e princípios da organização da produção: um estudo de caso. Porto Alegre. PPEP/UFRGS. 1997. Diss.mestr. cap.2.

SUGIMORI, Y. *et al. Toyota production system and Kanban system. Materialization of just-in-time and respect-for-human system* [Artigo] // *International Journal of Production Research*. - London : [s.n.], 1977.

WOMACK, J. P.; JONES K. T.; ROSS, D. A máquina que Mudou o Mundo. 3 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Campus, 2004. 332 p.

8. ANEXO I

Questionário: Estudo do grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras

INTRODUÇÃO

1. Qual o período de atuação da empresa?
 - (a) Até 5 anos.
 - (b) De 5 a 10 anos.
 - (c) De 10 a 15 anos.
 - (d) De 20 a 25 anos.
 - (e) De 30 a 35 anos.
 - (f) Mais de 35 anos.

2. Como você avalia o seu conhecimento sobre construção enxuta?
 - (a) Bom.
 - (b) Médio.
 - (c) Ruim.

3. Qual o seu grau de interesse em trabalhar com construção enxuta?
 - (a) Bom.
 - (b) Médio.

(c) Ruim.

4. Você considera que a construção enxuta pode melhorar quanto o desempenho de uma empresa?

(a) Muito.

(b) Médio.

(c) Pouco.

5. Quais fatores você considera como impeditivos para implantação da Construção enxuta em uma empresa?

(Marcar quantas alternativas forem necessárias)

(a) Custo de implantação, gastos com treinamentos, consultoria, etc..

(b) Dificuldade do corpo técnico da construtora e dos operários de obra em assimilar a filosofia.

(c) Não confiabilidade em bons resultados da filosofia da Construção enxuta.

(d) Por não ser uma filosofia disseminada no mercado local.

PARTE I : REDUZIR ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR

6. Como é realizado o planejamento do canteiro (layout) de obra?

(a) Para atender aos melhores fluxos, é feito um mapeamento do estado atual e uma projeção do futuro fluxo de trabalho da obra e, então é elaborado o layout do

canteiro. São feitas avaliações do layout atual e mudanças são realizadas ao longo da construção, sempre buscando a melhoria.

(b) O canteiro é locado “naturalmente” e mantido no mesmo formato até o término da construção, gerando menos custos para a construtora.

(c) O canteiro inicialmente não é planejado, mas ao longo da construção vai sendo constantemente adaptado de forma a atender aos melhores fluxos.

7. Ainda sobre o canteiro de obras, pode-se dizer que:

(a) O canteiro é mantido limpo e organizado, com vias de acesso limpas e desimpedidas, melhorando os fluxos e conseqüentemente reduzindo os custos em transportes de materiais e pessoas.

(b) Na medida do possível o canteiro é mantido limpo e organizado, as vias de acesso nem sempre estão totalmente desimpedidas e não são largas o suficiente, dificultando o transporte de materiais e pessoas.

(c) São raras as vezes em que o canteiro é mantido limpo e organizado, pois esse fator é inibido pela cobrança por produtividade.

8. O nível de defeitos, gerando retrabalho é:

(a) Baixo.

(b) Médio.

(c) Alto.

9. Sobre o transporte de materiais, afirma-se que:

- (a) Existem equipamentos na obra para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais, mas não são suficientes.
- (b) Todos os equipamentos necessários para auxiliar nos transportes verticais e horizontais dos materiais estão na obra.
- (c) Não existe nenhum equipamento.

10. Sobre a distribuição de materiais, afirma-se que:

- (a) Os materiais são distribuídos sempre próximos ao ponto de aplicação. Dessa forma, as atividades de transporte são minimizadas.
- (b) Alguns materiais são distribuídos próximos ao ponto de aplicação, enquanto outros não.
- (c) Os materiais não são distribuídos próximos ao ponto de aplicação.

PARTE II : MELHORAR O VALOR DO PRODUTO ATRAVÉS DA CONSIDERAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES

11. Existe conscientização na obra sobre as diferenças entre clientes internos e clientes finais?

- (a) Sim.
- (b) Não.

12. Busca-se implantar as considerações dos clientes (internos e externos) quando solicitados para tal?

(Marcar uma alternativa para clientes externos e uma alternativa para clientes internos.)

- (a) Clientes externos: Sim. Sempre as considerações dos clientes são atendidas.
- (b) Clientes externos: Às vezes as considerações dos clientes são atendidas.
- (c) Clientes externos: As considerações dos clientes não são atendidas.
- (d) Clientes internos: Sim. Sempre as considerações dos clientes são atendidas.
- (e) Clientes internos: Às vezes as considerações dos clientes são atendidas.
- (f) Clientes internos: As considerações dos clientes não são atendidas.

PARTE III : REDUZIR A VARIABILIDADE

13. Existe algum sistema da qualidade implantado na empresa? Ele é eficiente?

- (a) Sim, mas não é eficiente.
- (b) Sim, ainda está sofrendo alterações, buscando aperfeiçoamento.
- (c) Sim, mas só existe na teoria. Na prática ainda não está bem implantado.
- (d) Não existe nenhum sistema da qualidade.

14. São práticas adotadas pela empresa para reduzir a variabilidade:

(Marcar quantas alternativas forem necessárias)

- (a) Aumento da mecanização nos canteiros;
- (b) Procedimentos padronizados para a maioria das atividades da empresa;
- (c) Procedimentos formalizados para execução das principais atividades no canteiro de obra;
- (d) Outros. Quais?

15. Sobre o planejamento:

- (a) Existe um planejamento formalizado da obra (planos de longo, médio e curto prazo).
- (b) Existe um planejamento formalizado, mas apenas de longo prazo.
- (c) Não existe planejamento formalizado.

15.1 Para o caso em que existe planejamento, marque uma das alternativas abaixo:

- (a) Existe um planejamento formalizado, mas não é utilizado na prática.
- (b) Existe um planejamento formalizado, e é utilizado na prática.

PARTE IV : REDUZIR O TEMPO DE CICLO

16. Os tempos de ciclo das atividades da obra são conhecidos? (Conceito: tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação)

- (a) Sim.
- (b) Não.

17. Como é a política de estoque das obras?

- (a) Estoques grandes e com pequena rotatividade.
- (b) Estoques grandes e com alta rotatividade.

- (c) Estoques pequenos e com pequena rotatividade.
- (d) Estoques pequenos e com alta rotatividade.

18. Existe o controle sobre a produtividade dos operários?

- (a) Nenhum.
- (b) Pouco.
- (c) Muito.

PARTE V : SIMPLIFICAR E MINIMIZAR O NUMERO DE PASSOS E PARTES

19. Visando a redução de passos e partes, é (são) utilizado (s) sempre que possível:

(Marcar até quatro alternativas)

- (a) Produtos pré-moldados.
- (b) “Kits” (ex. kits hidráulicos, elétricos, entre outros).
- (c) Gabaritos ou outros equipamentos.
- (d) Nenhuma das alternativas anteriores.
- (e) Outros.

20. Os trabalhadores de canteiro tem acesso, de forma clara e disponível, sobre quais tarefas devem executar na semana?

- (a) Sim, essas informações estão sempre disponíveis, de forma clara e acessível a todos.

(b) As informações são passadas ao mestre de obra e encarregados. Cabe a eles repassar essas informações aos trabalhadores, não sendo verificado se as informações foram transmitidas.

(c) Nem sempre essas informações estão claras para a equipe administrativa da obra. Quando estão definidas, são repassadas para os trabalhadores.

(d) Nem sempre essas informações estão claras para a equipe administrativa da obra. Mas, mesmo quando estão definidas, não são repassadas para os trabalhadores.

PARTE VI : MELHORAR A FLEXIBILIDADE DO PRODUTO

21. Os produtos ofertados possuem flexibilização de layout?

(a) Todos os produtos possuem flexibilização de layout.

(b) A maioria dos produtos possui flexibilização de layout.

(c) Poucos produtos possuem flexibilização de layout.

(d) Nenhum produto possui flexibilização de layout.

22. Os produtos ofertados possuem flexibilização no tipo de material aplicado?

(a) Todos os produtos possuem flexibilização no tipo de material.

(b) A maioria dos produtos possui flexibilização no tipo de material.

(c) Poucos produtos possuem flexibilização no tipo de material.

(d) Nenhum dos produtos possui flexibilização no tipo de material.

23. Sobre opções de flexibilização de layout e materiais responda:

(a) As opções de flexibilização são as que estão dentro das opções oferecidas pela construtora.

(b) As opções de flexibilização são as que os clientes determinarem.

24. Sobre os custos de flexibilização de layout e materiais responda:

(a) Deve-se pagar pelas opções de flexibilização.

(b) As flexibilizações não são cobradas.

PARTE VII : MELHORAR A TRANSPARÊNCIA DO PROCESSO

25. As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?

(a) Não.

(b) Sim.

26. Na obra, a empresa possui indicadores de desempenho?

(a) Nenhum.

(b) Poucos.

(c) Muitos.

27. A empresa faz uso de algum dos sistemas de comunicação na obra?

(Marcar quantas alternativas forem necessárias)

- (a) Painéis.
- (b) Quadros.
- (c) Placas.
- (d) Rádios.
- (e) Nenhum.
- (f) Outros.

PARTE VIII: FOCAR O CONTROLE DO PROCESSO GLOBAL

28. Existe controle sobre o planejamento?

- (a) Nenhum.
- (b) Pouco.
- (c) Médio.
- (d) Muito.

29. Existe controle sobre o orçamento?

- (a) Nenhum.
- (b) Pouco.
- (c) Médio.
- (d) Muito.

30. Existe controle sobre a produtividade dos operários de sua obra?

- (a) Nenhum.

- (b) Pouco.
- (c) Médio.
- (d) Muito.

PARTE IX: INTRODUZIR MELHORIA CONTINUA AO PROCESSO

31. O conceito de melhoria contínua do processo é aplicado na obra?

- (a) Não.
- (b) Sim.

32. Na obra, há alguma forma de incentivar ou promover, para operários, algum tipo de treinamento ou capacitação?

(Se necessário, marcar duas opções)

- (a) Sim, treinamentos internos.
- (b) Sim, bolsas de estudos ou algum incentivo para cursos.
- (c) Não.

33. Na empresa, há alguma forma de incentivar ou promover, para colaboradores (ex.: engenheiros, técnicos, etc...), algum tipo de treinamento ou capacitação?

(Se necessário, marcar duas opções)

- (a) Sim, treinamentos internos.
- (b) Sim, bolsas de estudos ou algum incentivo para cursos.
- (c) Não.

34. Os operários participam na busca pela melhoria dos processos internos da obra?

(a) Não.

(b) Sim.

35. E os colaboradores? Participam em ações que buscam melhorar os processos internos da empresa?

(a) Não.

(b) Sim.

*PARTE X: BALANCEAR AS MELHORIAS NO FLUXO COM AS MELHORIAS DAS
CONVERSÕES*

36. Existe o controle sobre o fluxo de informações na sua obra?

(a) Não.

(b) Pouco.

(c) Médio.

(d) Muito.

37. Existe o controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra?

(a) Não.

(b) Pouco.

(c) Médio.

(d) Muito.

38. Os fluxos de pessoas no interior da obra são constantemente repensados para obter melhor desempenho no trabalho?

(a) Não.

(b) Sim.

PARTE XI: BENCHMARK

39. A obra faz uso de benchmark (Referências de ponta) ?

(a) Sim.

(b) Não.

EMPRESA

40. Em qual empresa vc trabalha?