



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ ARI PÓVOAS SOUTO FILHO

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES:
AVALIAÇÃO E SUGESTÕES

Recife, PE
2017



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ ARI PÓVOAS SOUTO FILHO

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES:
AVALIAÇÃO E SUGESTÕES

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof.º Livre Docente Alberto Casado
Lordsleem Jr.

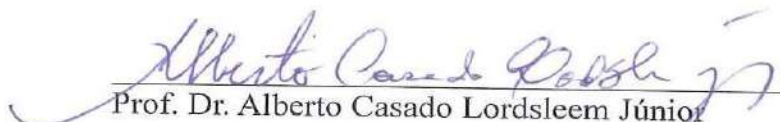
Recife, PE
2017

JOSÉ ARI PÓVOAS SOUTO FILHO

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES: AVALIAÇÃO E
SUGESTÕES**

BANCA EXAMINADORA:

Orientador:


Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior
Universidade de Pernambuco

Examinadoras:


Prof. Dra. Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani
Universidade de Pernambuco


Prof. Dra. Luciana Hazin Alencar
Universidade Federal de Pernambuco

"No fim tudo dá certo, e se não deu certo é porque ainda não chegou ao fim".

Fernando Sabino

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou muito para chegar até aqui na conclusão de mais uma etapa. Por me dar o maior dos presentes, que é a vida, e pelas pessoas especiais que colocou em meu caminho.

Aos meus pais, Ari e Edenilde, pelo exemplo que são para mim, pelo amor, paciência, carinho, confiança e por sempre me ensinarem a não desistir dos meus sonhos e ter humildade para alcançá-los.

Aos meus irmãos, Paulo e Thaís, pela companhia, brincadeiras, amizade e orientação. À toda minha família por tudo que representa para mim.

À minha namorada, Amanda, sempre incentivadora e que com muita paciência, sem reclamar do tempo que deixei de passar ao seu lado, para me dedicar ao trabalho. Pela confiança, que me deu força para completar esta jornada.

Ao meu orientador, Prof. Alberto Casado, pela confiança, amizade, apoio, dedicação e conhecimentos fornecidos durante a elaboração e conclusão da dissertação.

À Profa. Emília Rabbani e à Profa. Luciana Hazin, pela prontidão em aceitar meu convite para serem examinadoras deste trabalho, e pelas pertinentes e enriquecedoras observações apontadas.

Aos meus amigos e colegas que tive a felicidade de conhecer, em especial Fábiana e Ayanna, pelo apoio mútuo compartilhado.

Aos meus amigos de profissão, Paulo, Felipe, Leonardo, Luana e Herculano, pela atenção e *networking* que viabilizou este trabalho.

Aos dirigentes das construtoras participantes da dissertação, que abriram as portas das suas empresas para realização do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo seletto corpo docente que sempre esteve disponível para ajudar, e pelas aulas ministradas as quais tanto agregaram.

RESUMO

Em um mercado dinâmico, as empresas almejam um diferencial competitivo, e na indústria da construção civil não é diferente. Esta situação tem despertado grande interesse por conceitos e modelos de gestão da construção. Neste cenário, aparece a construção enxuta como uma filosofia de gestão com a intenção de reduzir custos e obter ganhos de produtividade, ao mesmo tempo que satisfaz as necessidades dos clientes. Objetivou-se avaliar a aplicação dos princípios e das práticas da construção enxuta em empresas construtoras da Região Metropolitana do Recife, identificando as melhores práticas com a finalidade de sugerir-las na implantação de obras futuras. A metodologia adotada contemplou a realização de estudo de caso múltiplo, sobre três obras de empresas distintas, denominadas: Empresa 01, Empresa 02 e Empresa 03. Estas tiveram seu modelo de gestão avaliado através de entrevistas, observação direta, análise de documentação, e de um questionário desenvolvido pelo autor, baseado nos 11 princípios da construção enxuta. Os resultados obtidos indicaram o desempenho na aplicação dos princípios e práticas desta filosofia na Empresa 01 de 87% (Nível A), na Empresa 02 de 57% (Nível C), e na Empresa 03 de 79% (Nível B). A análise destes resultados permitiu elucidar a que passo está o avanço desta filosofia nas grandes construtoras da região, onde a Empresa 01 apresentou um sistema de gestão enxuto bastante consolidado e pronto para colher ainda mais benefícios, a Empresa 02 com dificuldades em manter a filosofia, limitando-se ao uso de práticas isoladas, e a Empresa 03 apresentando conhecimento enxuto porém ainda não estável. Também foi possível definir as melhores práticas enxutas, entre estas o mapeamento do fluxo de valor (MFV), formalização e integração dos planejamentos de longo, médio e curto prazo, gestão visual e células de produção.

Palavras-chave: Construção Enxuta. Mentalidade Enxuta. Sistema Toyota de Produção. Gestão na Construção.

ABSTRACT

In a dynamic market, companies aim for a competitive edge, and the construction industry is not different. This situation has aroused great interest in concepts and models of construction management. In this scenario, lean construction appears as a management philosophy with the intention of reducing costs and achieving productivity gains, while meeting the needs of customers. The objective was to evaluate the application of the principles and practices of lean construction in construction companies in the Metropolitan Region of Recife, identifying the best practices with the purpose of suggesting them in the implementation of future works. The methodology adopted included a multiple case study on three works by different companies, named: Empresa 01, Empresa 02 and Empresa 03. These had their management model evaluated through interviews, direct observation, analysis of documentation, and a questionnaire developed by the author, based on the 11 principles of lean construction. The results obtained indicated the performance in applying the principles and practices of this philosophy in Empresa 01 of 87% (Level A), in Empresa 02 of 57% (Level C), and in Empresa 03 of 79% (Level B). The analysis of these results allowed to elucidate to what step is the progress of this philosophy in the great constructors of the region, where Empresa 01 presented a system of lean management very consolidated and ready to reap even more benefits, Empresa 02 with difficulties in maintaining the philosophy, Limited to the use of isolated practices, and Empresa 03 presenting lean but not yet stable knowledge. It was also possible to define the best lean practices, among them the value flow mapping (MFV), formalization and integration of long, medium and short term planning, visual management and production cells.

Keywords: Lean Construction. Lean Thinking. Toyota Production System. Construction Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção	33
Figura 2 – Sistema <i>pull</i>	42
Figura 3 – Mentalidade enxuta	46
Figura 4 – Modelo de processo da construção enxuta	60
Figura 5 - Diferentes níveis da construção enxuta	61
Figura 6 – Perguntas com intuito de identificar a cultura enxuta.....	89
Figura 7 – Referência ao local de aplicação das práticas	89
Figura 8 – Escala utilizada no questionário	90
Figura 9 – <i>Heijunka Box</i> e cartões <i>kankan</i>	103
Figura 10 – A: Projeto do canteiro de obra; B: Número de revisões do projeto	107
Figura 11 – Procedimento operacional para novos negócios	108
Figura 12: Pesquisa de satisfação – Entrega	109
Figura 13 - Pesquisa de satisfação – 06 meses.....	111
Figura 15 - Modelo de FVS	114
Figura 16 – Caixa de sugestões	115
Figura 17 - Modelo de CM.....	116
Figura 18 - Modelo de FVM.....	117
Figura 19 – Exemplo de método executivo existente no PES	117
Figura 20 - Quadro de gestão à vista da matriz de treinamentos.....	118
Figura 21 – Dados do pacote de trabalho	120
Figura 22 – Planejamento operacional	120
Figura 23 - Quadro de avaliação de limpeza e segurança dos apartamentos.....	122
Figura 24 - Almoxarifado muito organizado e limpo.....	122
Figura 25 - Produtos identificados por etiquetas.....	123
Figura 26 - Layout do canteiro e seu mapa de riscos na entrada de visitantes	124
Figura 27 - Ferramenta <i>Heijunka box</i> (à esquerda) e exemplo de cartão <i>kanban</i> (à direita)	125
Figura 28 – Espaço <i>online</i> para personalização do produto	127
Figura 29 – Poucas opções de escolha	127
Figura 30 - Quadro de gerenciamento visual com as FVS e documentos importantes para o acompanhamento das atividades	128
Figura 31 – Sala da Engenharia repleta de quadros para gestão visual.....	129
Figura 32 - Ferramenta <i>Andon</i> do sistema da construtora	130
Figura 33 - Os três níveis do planejamento da obra	131
Figura 34 – Procedimento para avaliação e qualificação de fornecedores	133
Figura 35 – Plano de Ação sobre não conformidade	134
Figura 36 – Relatório de desenvolvimento mensal.....	136
Figura 37 - Racionalização do processo de alvenaria.....	138
Figura 38 – Projeto do canteiro obsoleto presente na obra	148
Figura 39 – Procedimento para pesquisa de satisfação pós-entrega	149
Figura 40 – Procedimento qualificação dos fornecedores.....	150
Figura 41 – Carimbo de inspeção de materiais.	152
Figura 42 – Procedimentos de execução de serviço	152
Figura 43 – Elevado estoque de materiais	154

Figura 44 – Elementos pré-fabricados utilizados na obra.....	156
Figura 45 – Ficha de planejamento a longo prazo.	158
Figura 46 – Acompanhamento físico por etapa da obra.....	159
Figura 47 – Quadro de rastreabilidade das equipes desatualizado.	160
Figura 48 – Acompanhamento físico por etapa da obra.....	162
Figura 49 – Plano de melhoria operacional	164
Figura 50 – Elevadores cremalheira	165
Figura 51 – Projeto de canteiro da obra	174
Figura 52 – Caixas posicionadas para recebimento da argamassa estabilizada	175
Figura 53 – Perfil da Empresa 03 no Reclameaqui.com.....	176
Figura 54 – Ficha de verificação de serviço	178
Figura 55 – Caixa de sugestões	178
Figura 56 – Ficha de verificação de materiais	179
Figura 57 – Procedimento de execução de serviço (PES).....	181
Figura 58 – Gabarito para instalação de caixas elétricas	181
Figura 59 – Kit's de trabalho.	181
Figura 60 – Pacotes de trabalho.....	184
Figura 61 – Elevado estoque de materiais.	185
Figura 62 – Produção de pré-moldados.	186
Figura 63 - Ferramenta Heijunka box (à esquerda) e exemplo de cartão <i>kanban</i> (à direita).....	187
Figura 64 – Plataforma <i>online</i> para o cliente.	189
Figura 65 – Planejamento trimestral de serviços.....	190
Figura 66 – Quadro de responsabilidades.....	190
Figura 67 – Ferramenta <i>Andon</i>	192
Figura 68 – Quadro para controle de estoque	193
Figura 69 – Lista de treinamento para tercei	195
Figura 70 – Alvenaria racionalizada.....	197

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Participação da construção no PIB	15
Tabela 2 - Produção convencional X Produção enxuta	19
Tabela 3 - Relação entre os 4 P's e os quatorze princípios do Modelo Toyota.....	30
Tabela 4- Relação entre os cinco princípios da mentalidade enxuta, seus objetivos, elementos fundamentais e exemplos de aplicação	52
Tabela 5 – 11 princípios da Construção Enxuta	64
Tabela 6 - Princípios da Mentalidade enxuta x Construção enxuta	72
Tabela 7 – Práticas adotadas visando atender os princípios da construção enxuta.....	73
Tabela 8 – Práticas da Construção enxuta	76
Tabela 9 - Classificação da empresa de acordo com o nível de construção enxuta	95
Tabela 10 - Classificação do porte da empresa segundo o BNDES	96
Tabela 11 – Empresa 01: resultado da avaliação	104
Tabela 12 – Empresa 02: resultado da avaliação	146
Tabela 13 – Empresa 03: resultado da avaliação	173
Tabela 14 – Princípios x Práticas	199
Tabela 15 – Nível de desempenho das empresas pesquisadas	200
Tabela 16 – Desempenho das empresas pesquisadas	202
Tabela 17 – Melhores práticas identificadas.....	203

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Arranjo da Cadeia Produtiva da Construção.....	14
Gráfico 2 – Influência do PIB da Construção Civil sobre o PIB brasileiro.	16
Gráfico 3 – Modelo para avaliação do uso da construção enxuta nas construtoras	93
Gráfico 4 – Fortalecimento dos princípios através das práticas pela Empresa 01.....	102
Gráfico 5 – Aplicação dos princípios da construção enxuta na Empresa 01.....	104
Gráfico 6 – Fortalecimento dos princípios através das práticas pela Empresa 02.....	144
Gráfico 7 – Aplicação dos princípios da construção enxuta na Empresa 02	145
Gráfico 8 – Fortalecimento dos princípios através das práticas pela Empresa 03.....	170
Gráfico 9 – Aplicação dos princípios da construção enxuta na Empresa 03	171

SUMÁRIO

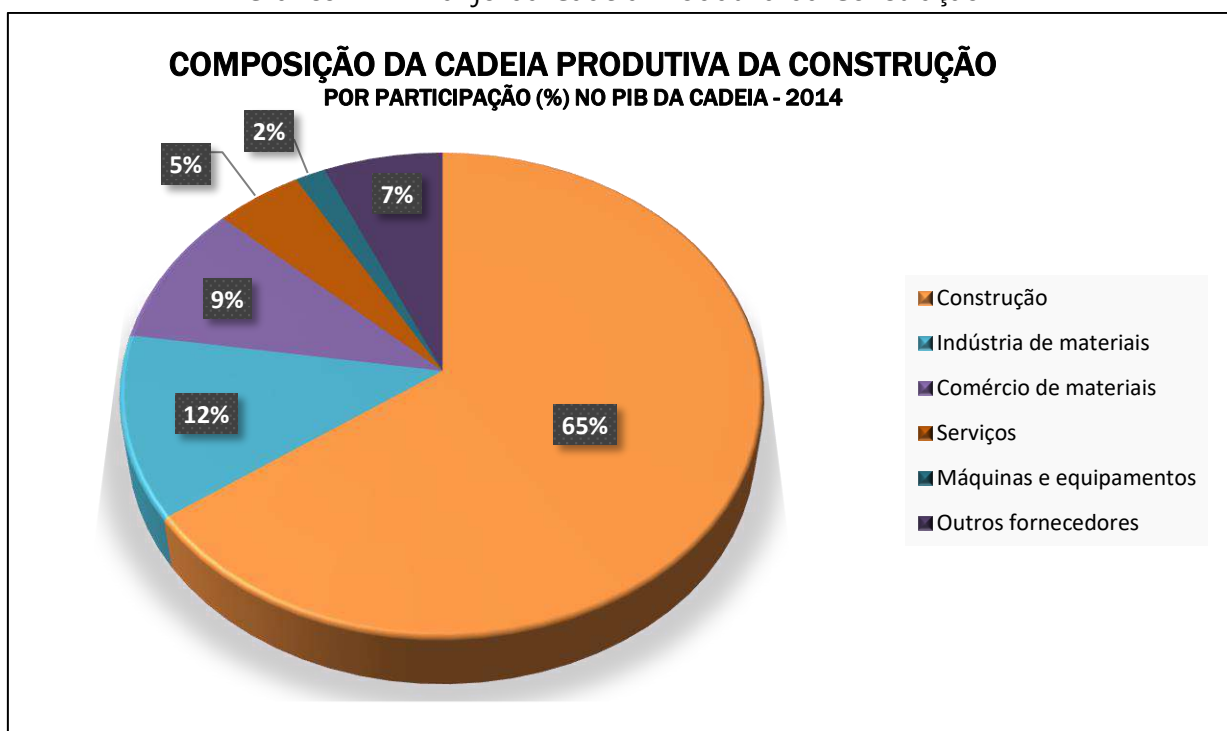
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	18
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Objetivo geral	22
1.2.2 Objetivos específicos	22
1.3 Estrutura do trabalho.....	23
2. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)	25
2.1 Princípios do modelo Toyota	30
2.2 Casa da Toyota	32
2.3 Práticas do STP	36
2.3.1 Just in time (JIT)	36
2.3.2 Automação (jidoka)	37
2.3.3 Nivelamento da produção (heijunka).....	38
2.3.4 Melhoria contínua (kaizen)	40
2.3.5 Processos padronizados	40
2.3.6 Produção puxada (pull)	41
2.3.7 Redução do desperdício (muda)	43
3. MENTALIDADE ENXUTA (ME)	44
3.1 Princípios da mentalidade enxuta	47
3.2 Desperdício na produção	54
4. CONSTRUÇÃO ENXUTA (CE)	59
4.1 Princípios da construção enxuta	63
4.2 Práticas da construção enxuta	73
5. METODOLOGIA.....	82
5.1 Delineamento da pesquisa	82
5.2 Técnica para coleta e análise de dados	85
6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	96
6.1 Empresa 01	97
6.1.1 Perfil da empresa	97
6.1.2 Dados da obra em estudo	98
6.1.3 Mapeamento do estado atual em relação a CE	99
6.1.4 Aplicação de práticas da construção enxuta	101

6.1.5	Aplicação dos princípios da construção enxuta	103
6.2	Empresa 02	139
6.2.1	Perfil da empresa	139
6.2.2	Dados da obra em estudo	140
6.2.3	Mapeamento do estado atual em relação a CE	141
6.2.4	Aplicação de práticas da construção enxuta	143
6.2.5	Aplicação dos princípios da construção enxuta	145
6.3	Empresa 03	166
6.3.1	Perfil da empresa	166
6.3.2	Dados da obra em estudo	167
6.3.3	Mapeamento do estado atual em relação a CE	168
6.3.4	Aplicação de práticas da construção enxuta	170
6.3.5	Aplicação dos princípios da construção enxuta	171
6.4	Síntese dos resultados	199
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	207
	REFERÊNCIAS.....	210
	APÊNDICE A – Questionário para Avaliação da Construção Enxuta	223

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil possui posição de destaque no desenvolvimento econômico nacional e global. Isto se deve principalmente ao fato de sua extensa linha de produção que agrega vários setores, consumindo os mais diversos bens e serviços, ilustrado no Gráfico 1. Outra particularidade é o fato de ao produzir infraestrutura econômica através de instalações de portos, aeroportos, ferrovias, rodovias, energia e comunicação, o setor surge como facilitador a execução de outras atividades econômicas (PRESCOTT, 2014).

Gráfico 1 – Arranjo da Cadeia Produtiva da Construção



Fonte: Adaptado de banco de dados – CBIC (2015).

Segundo Horta e Camanho (2014), a indústria da construção representa 9% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial. Este é o setor industrial que mais emprega na maioria dos países, contabilizando 7% do emprego total em todo o mundo.

No Brasil, a importância da construção civil também pode ser representada pela sua participação no PIB. Conforme a Tabela 1, o setor industrial, participa no PIB, no período de 2000 à 2011, com aproximadamente 28% do total, concorrendo 5,5% à construção civil.

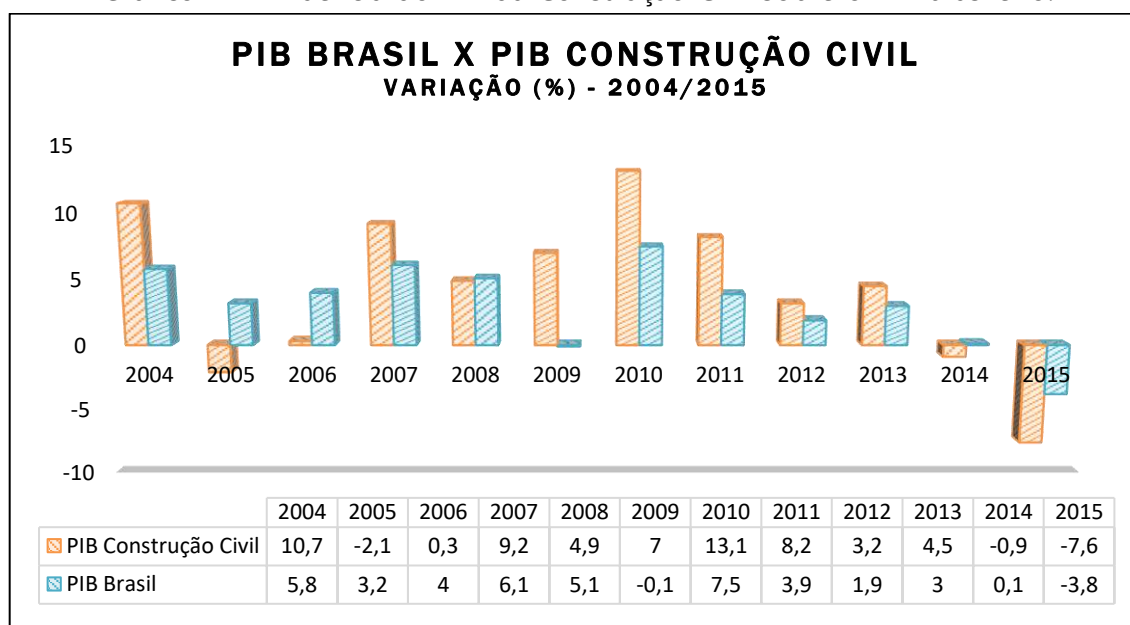
Tabela 1– Participação da construção no PIB

Discriminação	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Agropecuária	5,6	6	6,6	7,4	6,9	5,7	5,5	5,6	5,9	5,6	5,3	5,5
Indústria	27,7	26,9	27,1	27,9	30,1	29,3	28,8	27,8	27,9	26,8	28,1	27,5
Extrativa Mineral	1,6	1,5	1,6	1,7	1,9	2,5	2,9	2,4	3,2	1,8	3	4,1
Transformação	17,2	17,1	16,9	18	19,2	18,1	17,4	17	16,6	16,7	16,2	14,6
Construção Civil	5,5	5,3	5,3	4,7	5,1	4,9	4,7	4,9	4,9	5,3	5,7	5,8
Eletr. E Gás, Água, Esg. e Limp. Urbana	3,4	3	3,3	3,4	3,9	3,8	3,8	3,6	3,1	3,1	3,2	3,1
Serviços	66,7	67,1	66,3	64,8	63	65	65,8	66,6	66,2	67,5	66,6	67
Comércio	10,6	10,7	10,2	10,6	11	11,2	11,5	12,1	12,5	12,5	12,5	12,7
Transporte. Armazenagem e Correio	4,9	5,1	4,8	4,7	4,7	5	4,9	4,8	5	4,8	5	5,1
Serviços de Informação	3,6	3,5	3,6	3,6	3,9	4	3,8	3,8	3,8	3,6	3,2	3,1
Seguros, Prev. Compl. e Serv. Relativos	6	6,8	7,5	7,1	5,8	7,1	7,2	7,7	6,8	7,2	7,5	7,4
Atividades Imobiliárias e Aluguel	11,3	10,7	10,2	9,6	9,1	9	8,7	8,5	8,2	8,4	7,8	7,9
Adm., Saúde e Educação Pública	14,9	15,5	15,5	15,1	14,7	15,1	15,3	15,5	15,8	16,3	16,2	16,3
Outros Serviços	15,4	14,9	14,6	14	13,8	13,8	14,5	14,2	14,1	14,7	14,3	14,5

Fonte: Anuário Estatístico de 2012 MDIC (2012).

Além disso, observa-se no Gráfico 2 que a variação do PIB brasileiro está diretamente relacionada à variação do PIB da construção civil.

Gráfico 2 – Influência do PIB da Construção Civil sobre o PIB brasileiro.



Fonte: Adaptado de Banco de dados – CBIC (2015).

Em suas diversas atividades, a cadeia produtiva da construção tem empregado 13% da força de trabalho do país em mais de 200 mil empresas atuantes no mercado. Em suma, é responsável por importantes investimentos na área de infraestrutura, pela geração de empregos e pela movimentação da economia brasileira (FADUL, 2015).

Apesar da importância da construção civil na economia, sua evolução e modernização não acontecem na mesma intensidade que em outros segmentos industriais (PRESCOTT, 2014). Esse setor é frequentemente criticado por suas deficiências em relação à eficácia de suas estratégias e ineficiência da sua gestão (RAZAK BIN IBRAHIM et al., 2010).

Contudo, o aumento da concorrência força as empresas que pretendem permanecer no mercado a se tornarem mais eficientes, mais ágeis, voltar seu foco no cliente com a intenção de entender o que este necessita ou ainda de criar neste o interesse pelo produto/serviço oferecido, tendo um controle efetivo progressivo sobre os custos e ainda atacando todos os tipos de desperdícios (OLIVEIRA, 2013).

Tal conjuntura tem levado as empresas brasileiras do setor da construção a buscar maior desempenho em suas estruturas organizacionais, seja por meio de inovações (BEUREN; FLORIANI; HEIN, 2014) ou pela implementação de sistemas integrados de gestão (KRAINER et al., 2013).

A busca por eficientes modelos de gestão da produção visa a melhoria da organização, o aumento da produtividade e do nível de produção, a ampliação do conhecimento e a introdução de inovações tecnológicas como solução à complexidade dos novos projetos, atendimento às exigências relativas ao desempenho e à sustentabilidade das edificações (LORDSLEEM JR, 2010).

Neste cenário, a mentalidade enxuta aparece como uma filosofia de gestão com a intenção de reduzir custos e obter ganhos de produtividade. Este conceito foi concebido para um ambiente da indústria de manufatura, no entanto a partir de 1992, muito desta filosofia se pôde interpretar e aplicar na construção civil, surgindo a então construção enxuta.

1.1 Justificativa

Historicamente, a indústria da construção tem um modelo de gestão da produção baseado nas atividades de conversão, que são atividades de processamento ou modificação da forma de um material. Se comparado a outros setores produtivos, a indústria da construção civil está em um relativo atraso tecnológico, seja pela impossibilidade de automação dos processos, ou mesmo pela extensiva utilização de mão-de-obra pouco qualificada (KOSKELA, 1992).

Aziz e Hafez (2013) reforçam que a construção civil é caracterizada por altos índices de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação das ideias advindas da filosofia *lean*.

Segundo Pereira (2012), o pensamento *lean* adequa-se a todos os setores, uma vez que não se aplica só a produção mas também ao desenvolvimento do produto, relação com fornecedores, estratégia de venda e gestão de pessoas. Sendo assim, a construção civil pode ser melhorada através de um conjunto de modificações estruturais, tecnológicas, organizacionais, motivações psicológicas e das condições de trabalho.

Koskela (2000) apresenta uma comparação entre a produção convencional e a produção enxuta, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Produção convencional X Produção enxuta

	Produção convencional	Produção enxuta
Conceito de produção	Consiste em conversão. Todas as atividades agregam valor.	Consiste em conversão e fluxos. Existem atividades que agregam e não agregam valor.
Controle	Custo das atividades.	Custo, tempo e valor dos fluxos.
Melhorias	Incremento de eficiências pela implantação de novas tecnologias.	Eliminação ou redução de atividades que não agregam valor. Incremento de eficiência em atividades que agregam valor, através de melhoria contínua e novas tecnologias.

Fonte: Koskela (2000).

Para Koskela (2000), seguindo uma tendência da manufatura, a nova tarefa é reconceituar construção como fluxo. A sugestão do autor é que o fluxo de informação e o fluxo de material, bem como o fluxo de trabalho do projeto e construção, sejam identificados e medidos em termos de suas perdas internas (atividades que não agregam valor), duração e valor de saída.

Esta filosofia apresenta-se como uma solução de melhoria para alguns problemas do setor, pois demanda baixa utilização de tecnologias de hardware e software, em termos de máquinas, sistemas de automação, os quais são substituídos por soluções tecnológicas mais simples, baseadas no envolvimento da mão de obra (HEINECK; MACHADO, 2001).

Além disso, Conte e Gransberg (2002) afirmam baseados em suas experiências particulares que reduções médias na ordem de 20% a 30% do prazo inicialmente previsto são realidade de obras que aplicaram a construção enxuta, como também reduções de custos de produção com percentuais de 5% a 12% do valor total. Bernardes (2010) corrobora afirmando que melhorias significativas foram atingidas por empresas do setor da construção civil que aplicaram os princípios da construção enxuta.

O desafio que se apresenta para pesquisadores e profissionais da construção é o de adaptar os conceitos e princípios da mentalidade enxuta, para aplicação na

indústria da construção, buscando, desta forma, um melhor desempenho em seu processo de produção (AMARAL et al., 2012).

Santana (2010) afirma que embora a aplicação de algumas práticas *lean* em canteiro de obras se apresente de maneira isolada e fragmentada, ainda assim são iniciativas importantes na disseminação do uso da produção enxuta. Na contramão, Pfaffenzeller (2015) ressalta que os resultados são muito limitados quando comparados aqueles que poderiam ser obtidos com aplicações que partam de uma visão sistêmica, como relatados em diversos setores, cujo objetivo é melhorar o fluxo como um todo e não apenas as melhorias pontuais.

O estudo sobre estas realidades fora realizado por alguns pesquisadores que serviram de base na metodologia aplicada no presente trabalho, contudo, vale salientar que os objetivos e/ou amplitude deste trabalho foram distintos dos demais. Visto que, esta pesquisa visou caracterizar a aplicação dos princípios e práticas em múltiplos casos, a fim de propor sugestões para implantação da construção enxuta em futuras obras, enquanto que: Carvalho (2008) e Etges (2012) tinham como objetivo apenas validar uma metodologia de avaliação da CE; Kurek (2005) avaliar a filosofia enxuta aplicada em uma empresa e propor melhorias; e Barros (2005) caracterizar a filosofia da construção enxuta entre construtoras, sem ao menos indicar as práticas que se relacionam a cada princípio.

Diante do exposto, julga-se a filosofia da construção enxuta uma excelente oportunidade para as empresas atingirem seus objetivos de prazo, custo e qualidade, e sobre as problemáticas que permeiam esta área de conhecimento foi estabelecido o objetivo desta pesquisa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo precípua desta pesquisa consiste em realizar a avaliação da aplicação dos princípios e das práticas da construção enxuta em tradicionais construtoras na Região Metropolitana do Recife, tendo-a como base para identificar as melhores práticas como referência com intuito de propor sugestões de implantação em obras futuras.

1.2.2 Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo principal, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Identificar e detalhar os princípios e as práticas que norteiam a construção enxuta;

- Determinar os parâmetros a serem verificados por meio de um questionário na avaliação junto a três empresas de construção com expertise *lean*;
- Realizar um estudo de caso com pesquisa de campo nestas empresas de construção, buscando avaliar a existência dos princípios e a aplicação das práticas da construção enxuta, seus benefícios e dificuldades;
- Analisar e comparar os resultados obtidos, buscando estabelecer sugestões para a obtenção de êxito no processo de novas implantações.

1.3 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está definida em sete capítulos, conforme a sequência abaixo:

Capítulo 1- **Introdução**: Apresenta o panorama do mercado da construção civil atual no Brasil relativo ao aumento da concorrência, e ainda é apresentada a filosofia de produção *lean* voltada para construção; por fim, apresenta os objetivos da pesquisa e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2, 3 e 4: Nestes capítulos são realizadas a fundamentação teórica, iniciando pelo 2. **Sistema Toyota de Produção** esclarecendo seus princípios e práticas,

partindo para sua generalização a partir do 3. **Mentalidade enxuta** e finalizando com histórico, conceitos, aplicações, princípios e práticas do 4. **Construção enxuta**.

Capítulo 5- **Metodologia**: Delineia o tipo de pesquisa e a estratégia adotada, relata como se desenvolveu a técnica para coleta de dados e, ainda, como foi realizada a análise dos resultados.

Capítulo 6- **Apresentação e análise de resultados**: São relatados os resultados observados nos estudos de caso, como as dificuldades e boas práticas encontradas em cada um destes, e uma análise de desempenho quanto a aplicação dos princípios e práticas da construção enxuta.

Capítulo 7- **Considerações finais**: Este capítulo apresenta as conclusões resultantes da elaboração do trabalho, bem como as etapas a serem alcançadas na continuidade da pesquisa.

Ainda são apresentadas as **Referências** utilizadas para elaboração da Fundamentação Teórica, e o **Apêndice A** que é o questionário desenvolvido para avaliação da construção enxuta.

2. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

No Japão pós-guerra algumas características lhe eram peculiares, como mercado doméstico limitado que demandava vasta gama de veículos, força de trabalho japonesa atenta a seus direitos obtidas pelas novas leis trabalhistas introduzidas pela ocupação norte-americana, economia do país devastada pela guerra impedia a compra maciça de tecnologia de ponta ocidental, e os mercados estrangeiros já consagrados dispostos a defender-se contra as exportações japonesas (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Em meio a tal conjuntura, Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, decidiu que não era viável implantação ou adaptação do sistema de produção em massa no Japão, pois era necessário um novo sistema que não incorresse em dispêndio vultoso de capital, e que este tivesse sua dinamicidade garantida. Esse novo modelo, desenvolvido por Ohno, era considerado melhor, por utilizar menores áreas para produção, menos recursos e menores estoques de matérias primas e produtos em processo (CONTE; GRANSBERG, 2002).

Já em 1973 na crise do petróleo, a qual foi seguida de recessão, o mundo inteiro foi acometido em sua esfera econômica, porém a *Toyota Motor Company*, mesmo tendo uma redução em seus lucros, ainda assim mantinha seus ganhos bem superiores aos de outras empresas nos anos seguintes. A diferença cada vez maior entre ela e outras empresas aguçou a curiosidade destas sobre o que estaria

acontecendo na Toyota. Esta já buscava cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros (OHNO, 1997; MONDEN, 2015).

O propósito de Taiichi Ohno era fazer com que as equipes trabalhassem de maneira contínua, para a partir daí destinar parte do tempo para que elas sugerissem maneiras de gerar uma melhoria coletiva do processo (CONTE; GRANSBERG, 2002).

Ohno deu autonomia suficiente para que cada trabalhador da linha de montagem, ao contrário do sistema de produção em massa, pudesse parar a linha de produção caso algum defeito fosse detectado. De maneira sistemática, os trabalhadores aprenderam a identificar a raiz do problema, e posteriormente a sugerir a correção para que este mesmo problema nunca voltasse a ocorrer. À medida que os trabalhadores obtiveram experiência em identificar e rastrear os problemas até a raiz, o número de erros foi reduzido bruscamente. Outras consequências foram a redução da necessidade de retrabalho e o aumento da qualidade dos carros fabricados (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

Estas práticas eram desenvolvidas e utilizadas na fábrica da Toyota. Dessa forma, essa nova abordagem de "Produção Enxuta" (PE) passou a ser conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP) (GODINHO FILHO; FERNANDES, 2005).

Outro objetivo do STP é a redução de estoques finais e intermediários. De acordo com Moura (2007), o controle de produção deve ser tratado de maneira adequada e *a priori*, para que seja possível um eficiente controle de estoque. Ou seja, a ideia é planejar a movimentação das peças através do controle de produção, pois quando esse é levado a perfeição, o controle de estoque é alcançado de forma trivial (VIANA, 2015).

Uma das principais características do Sistema Toyota de Produção é a redução de perdas em todo o processo de produção, com o foco em atender da melhor forma as necessidades dos clientes (GHINATO, 2000; MONDEN, 2015).

Segundo Formoso et al. (1996), 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. Essas perdas podem ser tanto desperdício de materiais quanto execução de tarefas desnecessárias, que levam a custos adicionais e não agregam valor.

Taiichi Ohno levou algum tempo para obter um resultado esperado na implementação de suas ideias. Muitos esforços, tentativas e erros foram cometidos. No final, obteve-se o sucesso, trazendo melhorias relevantes na produtividade, qualidade dos produtos e capacidade de respostas às mudanças no mercado (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

A partir da consolidação desta filosofia de produção, muitos estudiosos se debruçaram sobre seus conceitos a fim de sistematizá-los e facilitar sua disseminação. Contudo, diversas são as formas para indicar as ideias derivadas do STP, ocorrendo pouca rigidez por diversos autores ao se referir a estas.

Nesta pesquisa, são adotados os termos princípios e práticas, para fazer referência aos elementos do STP, da mentalidade enxuta e da construção enxuta com diferentes graus de abstração. Os princípios determinam os alicerces do sistema, são as regras que o sistema produtivo como um todo deve seguir. Já as práticas viabilizam a implementação dos princípios (SAURIN; FERREIRA, 2008).

O STP possui princípios norteadores e práticas características. Segundo Godinho Filho e Fernandes (2005), os princípios são os fundamentos, ensinamentos ou "o que" deve ser feito para se atingir os objetivos de desempenho da produção. Enquanto as práticas são ferramentas, técnicas e metodologias que devem ser implementadas, representam o "como" seguir os princípios, alcançando-se desta forma excelentes resultados com relação aos objetivos de desempenho da produção.

Aulete (2008) e Ferreira (2010) definem prática como capacidade adquirida por treinamento ou experiência para fazer algo com exatidão, com perfeição. É esta

definição abrangente do termo que este estudo utiliza, a fim de estabelecer que ferramentas, técnicas e métodos sejam espécies deste gênero.

Para os demais conceitos serão consideradas as seguintes definições (AULETE, 2008):

- Ferramenta - Meio utilizado para atingir um determinado objetivo;
- Técnica - Conjunto de processos e procedimentos de uma arte, ciência ou ofício;
- Metodologia - Conjunto de meios ou procedimentos racionais para atingir um objetivo.

Percebe-se que apesar de utilizar nomenclaturas diferentes, é possível identificar convergências entre os autores no sentido de suas definições. Portanto, este estudo utiliza a nomenclatura “princípios e práticas”.

Devido ao fato da PE ter origem empírica a partir da experiência da indústria, ainda não existe consenso na literatura a respeito de quais são seus princípios e quais são práticas fundamentais (SAURIN; FERREIRA, 2008). Segundo os autores, isso pode também ser explicado pela constante evolução desse sistema, bem como pela disseminação da PE em diversos ramos da indústria e serviços, o que por vezes têm gerado dificuldades de adaptação de conceitos.

Para esta pesquisa foi adotado os princípios apresentados por Liker (2005), que, de uma forma mais abrangente, considera que o modelo Toyota é constituído de 14 princípios que estão organizados em quatro categorias amplas: filosofia, processo, pessoal/parceiros e resolução de problemas, conforme pode ser observado na seção a seguir.

2.1 Princípios do modelo Toyota

Liker (2005) após 20 anos estudando o modelo Toyota identificou 14 princípios de gestão que impulsionam as práticas do Sistema Toyota de Produção e da administração da Toyota em geral (FURINI; SAURIN, 2008).

Estes princípios foram desenvolvidos através de uma extensa pesquisa, entrevistando mais de 40 gerentes da Toyota das áreas de produção, vendas, desenvolvimento de produto e logística; e visitando várias plantas da empresa, escritórios de vendas, centros de distribuição e fornecedores.

Eles foram agrupados em quatro seções denominadas "4 Ps", conforme Tabela 3 (OLIVEIRA, 2013):

4Ps	Princípio do Modelo Toyota
-----	----------------------------

<i>Philosophy</i> (Filosofia de longo prazo)	Princípio 1. Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo.
<i>Process</i> (O processo certo conduzirá aos resultados certos)	Princípio 2. Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona. Princípio 3. Usar sistemas puxados para evitar a superprodução. Princípio 4. Nivelar a carga de trabalho (<i>heijunka</i>). Princípio 5. Construir uma cultura de parar e resolver problemas para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa. Princípio 6. Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários. Princípio 7. Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto. Princípio 8. Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos.
<i>People/Partners</i> (Valorização da organização pelo desenvolvimento de seus funcionários e parceiros)	Princípio 9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e a ensinem aos outros. Princípio 10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.
<i>Problem Solving</i> (A solução contínua da raiz dos problemas conduz à aprendizagem organizacional)	Princípio 11. Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar. Princípio 12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação (<i>genchi genbutsu</i>). Princípio 13. Tomar decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções e implementá-las com rapidez. Princípio 14. Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável (<i>hanse</i>) e pela melhoria contínua (<i>kaizen</i>).

Fonte: Oliveira (2013).

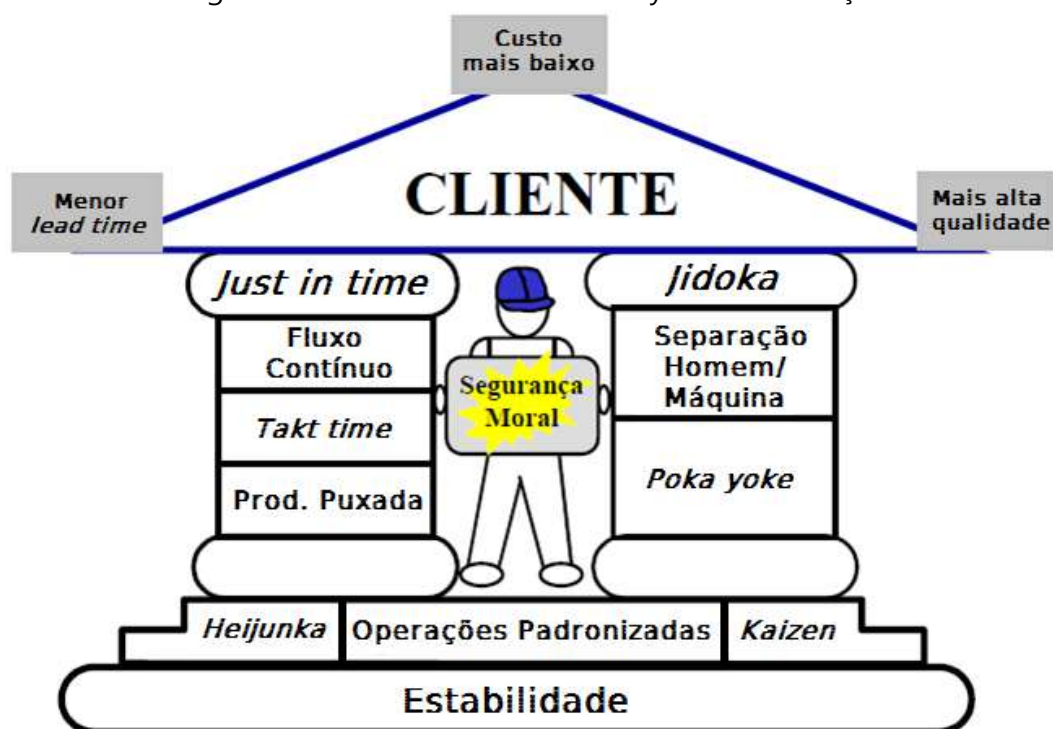
- Filosofia (do inglês, *Philosophy*): pensamento de longo prazo. É enfatizado o pensamento de longo prazo, fundamentando a construção de uma empresa com caráter de aprendizagem capaz de se adaptar às mudanças no ambiente interno e externo, propiciando sua sobrevivência;
- Processo (do inglês, *Process*): condições favoráveis produzem resultados favoráveis;
- Pessoal e parceiros (do inglês, *People/ Partners*): desenvolve-se um conjunto de atitudes como respeitar, desafiar e desenvolver, com o objetivo de apoiar a melhoria e o desenvolvimento contínuo das pessoas;
- Problemas (do inglês, *Problem Solving*): aprendizagem e melhoria contínua. O resultado de uma análise competente, proposta e implementação da solução, reflexão e comunicação das lições aprendidas é muito importante para a aprendizagem.

Essa formulação teve como objetivo facilitar a divulgação e a aumentar a aprendizagem. De acordo com Lorenzon (2008), com a evolução das melhores práticas, necessitou-se de uma nova forma de difusão entre os funcionários das demais plantas da Toyota e os fornecedores, para favorecer a disseminação do sistema, e assim concebeu-se a "Casa da Toyota".

2.2 Casa da Toyota

Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, desenvolveu uma representação mais didática do modelo Toyota, conhecida por "Casa da Toyota" ou "Casa STP", representada na Figura 1 (LIKER, 2005).

Figura 1 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (1995)

Segundo Liker (2005), o diagrama tornou-se um dos símbolos mais facilmente reconhecíveis na indústria moderna. O fato de ser representado por uma casa não

se deu por acaso, mas sim por ser um sistema estrutural, onde sua rigidez está em função da força do telhado, dos pilares, e das fundações.

Eaton (2013) afirma que o telhado representa o objetivo geral do STP, isto é, garantir o melhor serviço de valor aos seus clientes em três áreas distintas: aumento de qualidade, redução de custo produtivo e diminuição dos prazos de entrega. Os pilares que a sustentam são os conceitos enxutos *Just in time* (JIT) e *Jidoka*, como alicerce a estabilidade diante dos ambientes internos e externos; e no centro se encontram os recursos mais valiosos da empresa, as pessoas.

A mensagem que a Casa STP deve transmitir é de que para implantar a filosofia de produção enxuta, é imprescindível possuir base e pilares fortes para sua sustentação, e entender que estes elementos reforçam uns aos outros (LIKER, 2005).

A base do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício, e seu alicerce está na estabilidade, com o objetivo da continuidade do processo. Além disso, a exigência de se trabalhar com estoques reduzidos torna essencial o senso de urgência e comprometimento dos trabalhadores. Vale ressaltar a importância dada as pessoas, as quais são tratadas como partes fundamentais do modelo Toyota (SOUZA, 2010).

Este senso de urgência, ainda segundo Souza (2010), não foi desenvolvido no sistema de produção em massa, ao passo que identificando-se uma falha o departamento de manutenção é acionado e o processo continua utilizando os estoques intermediários. Já no modelo Toyota não há este excesso, ou seja, o fluxo do processo é unitário e ao parar uma etapa para qualquer manutenção, essa se torna crítica pois irá interromper as operações seguintes, fazendo com que sempre haja urgência entre todos da produção para que os problemas sejam resolvidos conjuntamente.

Esta manutenção também é responsável à centralização das pessoas no modelo Toyota, pois é necessária a melhoria continua do processo para se atingir a estabilidade. Para tanto é imprescindível o treinamento das pessoas, a fim de se tornarem os principais responsáveis por encontrar e eliminar os problemas raízes.

Segundo Ghinato (2000), o objetivo do Sistema Toyota de Produção é atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade, ao menor custo, ao mesmo tempo em que aumenta a segurança e o moral de seus colaboradores, envolvendo e integrando não só manufatura, mas todas as partes da organização.

Com intuito de alcançar este objetivo, muitos conceitos são utilizados, porém o sucesso da Toyota advém da construção de algo que reúne todos os seus princípios

e práticas, e da aplicação concatenada deste conjunto (HOLWEG, 2007). A seguir será tratado sobre as principais práticas da “Casa do Sistema Toyota de Produção”.

2.3 Práticas do STP

Diversas são as práticas desenvolvidas dentro do modelo Toyota. Exemplos destas retratados na literatura são os apresentados pelos autores Bruun e Mefford (2004), Godinho Filho e Fernandes (2005) e Oliveira (2013).

Igualmente ao que acontece com as definições, percebe-se que existem diversas práticas da produção enxuta, cabe as empresas compreenderem as necessidades e utilizar aquelas que são mais pertinentes e assim contribuir para o sucesso da aplicação da produção enxuta (REUL, 2015).

Em seguida serão abordadas as práticas apresentadas por Oliveira (2013), que levou em consideração aquelas disseminadas pela “Casa da Toyota” e de grande impacto neste sistema de produção.

2.3.1 *Just in time (JIT)*

Segundo Ohno (2011), o método *just in time* (um dos pilares do STP) tornou-se popular na busca pela eficaz gestão de produção, sendo considerado como uma

revolução no campo da administração e tem sido implementado com sucesso em muitas fábricas do mundo, seja em termos de flexibilidade e de competitividade, de qualidade e produtividade ou, ainda, de lucratividade.

O JIT é uma das principais características da produção enxuta, destinada a eliminar perdas, elevar a qualidade e reduzir o retrabalho ao longo de toda a cadeia de valor interna e entre empresas (FURLAN; DAL PONT; VINELLI, 2011).

De acordo com Koranda et al. (2012), a partir do JIT o cliente passou a puxar a produção sendo responsável por seu "controle", apenas era transformado o que fosse solicitado por ele, a fim de reduzir os estoques. Para tanto, foi necessário o nivelamento da produção (*heijunka*), que será apresentado mais adiante, através do sequenciamento dos pedidos em um padrão repetitivo, com o propósito de manter uma produção com fluxo contínuo, ou seja, sem interrupções.

Segundo Staats, Brunner e Upton (2011), *Just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, os recursos necessários alcançam à linha de montagem no momento certo e na quantidade necessária. Sendo assim, uma empresa que atinja esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero. Do ponto de vista da gestão da produção, esse é um estado ideal.

2.3.2 Automação (*jidoka*)

O objetivo fundamental da automação é a busca da "qualidade na fonte", baseada no emprego de dispositivos "inteligentes" (*poka yoke*), que permitem identificar falhas e de forma pré-estabelecida parar o processo, com o intuito de que não se produza mais peças defeituosas e haja a manutenção sobre a causa raiz, evitando reclamações do cliente (REZENDE; DOMINGUES; MANO, 2012).

Coriat (1994) afirma em seu livro que a automação é conduzida pela reagregação em alguns conceitos. A primeira reagregação se dá na aplicação da polivalência e pluriespecialização da mão de obra; a segunda está ligada a autonomia dos trabalhadores em executar funções de diagnóstico, reparo e manutenção, buscando a máxima eficácia; a terceira reagregação relaciona as atividades de controle de qualidade nos postos de trabalho; e por último, a quarta reagregação das tarefas de programação às tarefas de fabricação, que é condição de existência do sistema *kanban*.

2.3.3 Nivelamento da produção (heijunka)

Atualmente, dada a existência de uma grande variação da demanda ou do trabalho produzido, a produtividade global individual e dos processos poderá ser reduzida. Neste contexto, o *heijunka* serve para nivelar a carga de trabalho, tanto através do controle do volume como da sua variação. Esta ferramenta permite um

balanceamento entre a resposta aos pedidos dos clientes na sequência em que chegam e a necessidade de se obter eficiência entre pessoas e processos (EATON, 2013).

Na Toyota as oscilações são tratadas através de mão-de-obra flexível ou terceirizadas, contudo busca-se incansavelmente o nivelamento de suas operações. O volume de produção total é mantido o mais constante possível, utilizando-se de um agressivo sistema de vendas e controle de custos, podendo assim baixar preços e manter os níveis de produção (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

O *heijunka* é largamente conhecido na forma de um quadro para gestão visual, denominada *Heijunka Box*. Essa é uma ferramenta usada para fornecer uma representação da atividade. A caixa é constituída por um número de compartimentos com linhas representando cada tipo de atividade e cada coluna representa tempos de produção idênticos (EATON 2013).

Segundo Freddy e Michael Ballé (2010), a importância de uma *Heijunka Box* numa organização *lean* reside no fato de, ao produzir cada produto durante um instante de tempo relevante, ser possível reduzir o *lead time* e aproximar o negócio da demanda real. Para a implementação desta ferramenta *lean* é necessário um estudo prévio das famílias de produtos.

2.3.4 Melhoria contínua (*kaizen*)

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua, foi desenvolvido por Imai (2014) e em conjunto com a aprendizagem coletiva, formam uma das bases do *Just in time* (NUNES; MENEZES, 2015).

Conforme Shimokawa e Fujimoto (2011), o trabalho padronizado é a estrutura inicial para as melhorias via *kaizen*. Pois ao adotar um padrão é possível, com sua utilização e constante análise de desempenho, melhorar as operações de cada processo.

Imai (2014) assinala a importância dos altos quadros administrativos se deslocarem ao *gemba* (chão de fábrica) de forma a compreenderem os processos e os problemas e depois tomarem medidas e encontrarem a raiz dos problemas. O autor afirma ainda que, as necessidades do chão de fábrica são melhor conhecidas pelos seus colaboradores, isto é, pelos trabalhadores do chão de fábrica do que a própria administração e, por essa razão, devem ser resolvidas por estes.

2.3.5 Processos padronizados

Processo padronizado ou trabalho padronizado consiste de uma especificação detalhada para as ações dos operários em um processo, de forma a produzir com um mínimo de perdas, em prazo adequado à demanda dos clientes e com baixo nível de estoque (FAZINGA; SAFFARO, 2012)

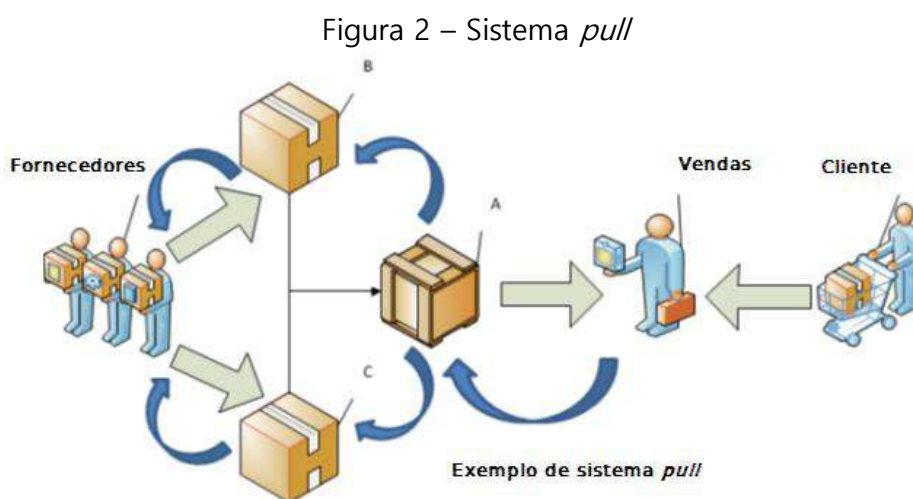
Conforme Castro (2016), trabalho padronizado define a interação entre o homem e a máquina na produção de um componente.

A ideia do trabalho padronizado é tornar os métodos de produção e processos de serviços consistentes. Os sistemas de gestão de qualidade, como as normas ISO 9001, fornecem os fundamentos base para a implementação *lean* através da incorporação de normas de trabalho como parte de documentação controlada (MUNRO; RAMU; ZRYMIAK, 2008).

2.3.6 Produção puxada (pull)

O sistema tradicional de produção, ou tradicional empurrado (*push*) trata-se de uma lógica de produção com alicerce sobre a previsão de demanda para possibilitar que a produção seja "empurrada" com o mínimo de estoque, porém inevitável. (CASTRO, 2016).

Já a produção puxada é um sistema de produção onde os bens são produzidos apenas de acordo com encomendas de clientes, conforme Figura 2. Somente os pedidos reais de clientes são produzidos nas linhas de produção. Este sistema tem como base o método *just-in-time* permitindo que apenas seja produzida a quantidade necessária de um determinado produto quando este é demandado (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2011).



Fonte: Castro (2016)

Conforme Liker e Meier (2007), neste tipo produção baseado no JIT, os processos retiram material do processo anterior apenas em substituição ao material já utilizado de fato, e todo processo gera uma produção para substituir o material que o processo seguinte utilizou. É assim que o sistema produz apenas o necessário, quando preciso e na quantidade requerida.

Neste tipo de sistemas de produção utilizam-se técnicas de programação de produção e gestão do fluxo de material onde a última estação de trabalho estimula

toda a linha, com cada estação apenas produzindo a quantidade necessária para a próxima estação de trabalho, evitando o excesso de estoques. Ao reduzir os níveis de estoque de processamento em toda a empresa, os sistemas *pull* reduzem os tempos de entrega e aumentam a satisfação do cliente (MIROTO, 2016).

2.3.7 Redução do desperdício (muda)

O termo "*muda*" significa, (em japonês) desperdício e consiste numa filosofia de organização. Este modelo é aplicado com vista à obtenção de melhorias no desperdício ou à sua redução nas várias etapas do processo. Podemos definir desperdício como qualquer atividade que consome recursos e que não adiciona valor ao produto/serviço. Como tal, não é relevante para o cliente (MIROTO, 2016).

Estas práticas evidenciam a importância dada pelo Sistema Toyota de Produção a busca pela eliminação total de perdas, por um fluxo estável e contínuo, e a excelência na qualidade do produto. Outros conceitos importantes serão ainda apresentados na seção 4.2 Práticas da construção enxuta, contudo é o somatório de todos estes conceitos bem aplicados que irão aproximar a construção civil de um sistema enxuto tal como o modelo Toyota.

3. MENTALIDADE ENXUTA (ME)

A *lean thinking* (mentalidade enxuta) originou-se do Sistema Toyota de Produção, e foi adotada visando caracterizar o novo paradigma entre a produção em massa e esta nova forma de produção, onde buscava-se reduzir esforços e aumentar a produção a partir de uma maior produtividade, em contraste da produção desenfreada na busca pela economia em escala (PICCHI, 2003; JACOSKI, 2016).

A mentalidade enxuta procurou aliar as vantagens tanto da produção em massa quanto da produção manual, sustentada em equipes multidisciplinares em todos os setores, ao mesmo tempo que recorre a máquinas flexíveis altamente automatizadas, para produzir grandes volumes de produtos e de grande variedade (PENEIROL, 2007).

As práticas disseminadas pelo STP foram originalmente concebidas para o ambiente fabril, porém, as abordagens têm sido disseminadas para todas as áreas da empresa, como administrativa, financeira, desenvolvimento de software, contábil e ramos de atividades diversos como empresas prestadoras de serviços (AHLSTROM, 2004).

A aplicação da filosofia da mentalidade enxuta é de grande abrangência, contudo foi com Womack e Jones (1998), que seu foco voltou-se também na gestão

empresarial e no conceito de liderança, sendo desde então aplicado como filosofia de gestão baseada na criação de valor através de eliminação do desperdício.

Segundo Womack e Jones (1998), a mentalidade enxuta proporciona uma metodologia de combate ao desperdício, buscando especificar valor, alinhar a criação de valor na melhor sequência das ações, conduzir essas atividades sem interrupção a menos que seja necessário e realizá-las de forma cada vez mais eficaz.

A mentalidade enxuta não se restringe a um sistema de produção, sendo na verdade um sistema de negócios, abrangendo a empresa toda. Em suma, a mentalidade enxuta é *lean* por proporcionar 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 (VIDOLIN, 2015).

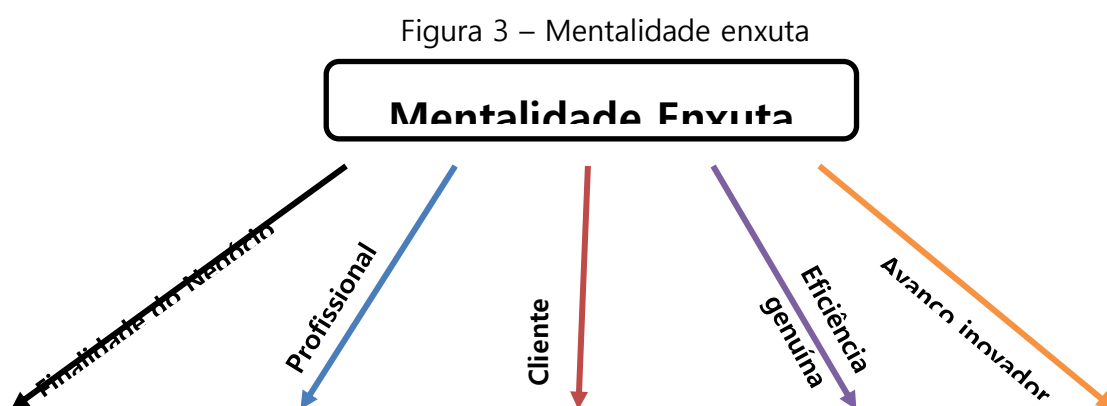
O *lean* pode ser definido como uma abordagem sistêmica, com a finalidade de identificar e acabar com os desperdícios, por meio da implantação da melhoria contínua focando a produção em produtos atrativos ao cliente e em busca da perfeição (PLENERT, 2012).

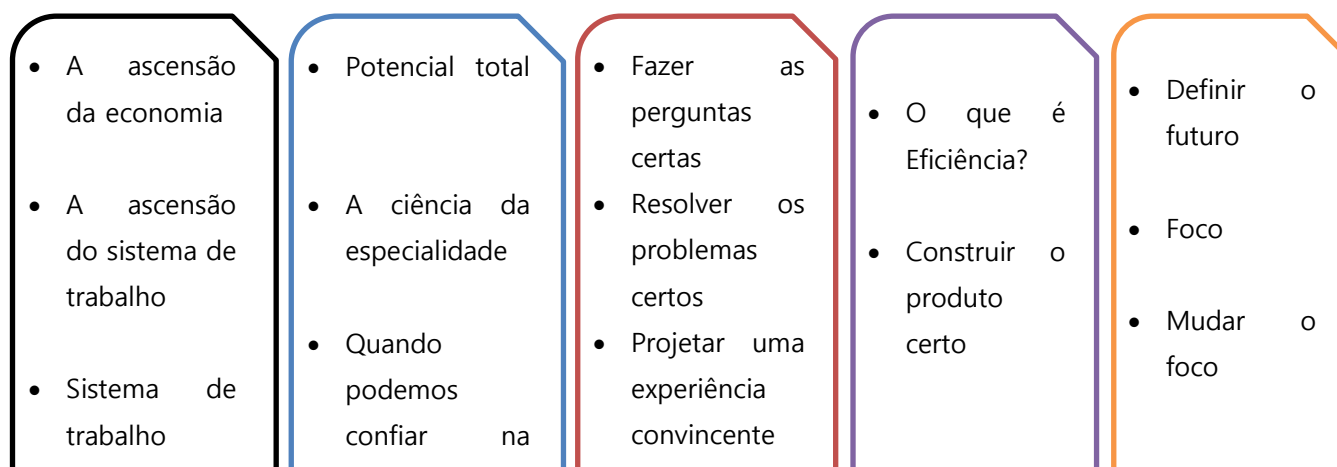
A mentalidade enxuta foca a atenção para o processo de criação de produtos e serviços destinados a atender as necessidades dos clientes de forma eficiente. Com o desenvolvimento focado no cliente, agregando valor ao produto final, associando

conhecimento, inovação, design e logística para que o atendimento seja realizado da melhor forma possível (SILVEIRA, 2015).

Segundo Greef, Freitas e Barreto (2012), a mentalidade enxuta define padrões para os processos, atividade e fluxos. Com base nesses parâmetros visa eliminar desvios e nomeia exceções que são passíveis de erradicação porque não agregam valor.

Misaghi e Bosnic (2014) propõem 5 passos para o entendimento de como a mentalidade enxuta funciona e como deve ser implantada, conforme ilustra a Figura 3.





Fonte: Adaptado de Misaghi e Bosnic (2014).

Estes passos permitem passar pelos diversos ângulos de um negócio: a finalidade de negócio, o profissional motivado, o cliente satisfeito, a eficiência genuína e o avanço inovador. Para o sucesso da implantação da mentalidade enxuta é necessário a cooperação entre os diversos setores de uma empresa, e a organização deve ser vista como uma única unidade (MISAGHI; BOSNIC, 2014).

Há ainda outra forma mais difundida para compreensão da mentalidade enxuta, e que serve como roteiro para sua implantação. São os princípios da mentalidade enxuta que serão tratados em seguida.

3.1 Princípios da mentalidade enxuta

A aplicação da filosofia *lean* é de grande abrangência, podendo ser utilizada em empresas industriais, comerciais ou prestadoras de serviços, com ou sem fins lucrativos. Um dos responsáveis por esta possibilidade genérica de aplicação são Womack, Jones e Roos (2004), os quais estabeleceram cinco princípios que servem como guia para a mentalidade enxuta, os quais foram elucidados por Pinto (2012).

1. Especificar valor para cada produto:

A definição do conceito de valor é o ponto de partida da mentalidade enxuta. O valor é definido pelo cliente do produto, porém é criado pelo produtor (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Para o cliente, é a necessidade que gera o valor, e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade e procurar satisfazê-la. As necessidades dos clientes não são fáceis de identificar e prever (LEE et al., 2010), contudo satisfazer as necessidades dos clientes não é apenas uma conveniência, mas também uma obrigação para a empresa (ZHAO; NIU; WANG, 2011).

É necessário que os anseios dos clientes sejam identificados e transmitidos para o processo produtivo. Vale observar que este "cliente" pode ser tanto o consumidor final, como também a etapa subsequente do processo, que aguarda o produto em transformação com características definidas (STAATS; BRUNNER; UPTON, 2011).

Borges (2015) relata que dados referentes aos requisitos dos clientes podem ser adquiridos a partir de pesquisas de mercado com os possíveis compradores, o autor também cita as avaliações pós-ocupação de edificações.

2. Identificar cadeia de valor para cada produto:

Deve-se procurar eliminar todos os desperdícios da cadeia de valor, e para tanto é necessário a gestão de fluxos físicos de pessoas, materiais e equipamentos, que deve fazer parte do processo de planejamento e controle da produção (PINTO, 2012).

Picchi (2003) sugere a utilização do mapeamento do fluxo de valor (MFV), detalhado na seção 4.2 Práticas da construção enxuta. Com a sua aplicação, é possível ter uma visualização mais integrada entre os processos, proporcionando a implementação de melhorias sistemáticas e permanentes que têm como objetivo a eliminação dos desperdícios e a identificação de suas principais fontes (ROTHER; SHOOK, 2003).

3. Fazer o fluxo de valor acontecer sem interrupções:

Depois de especificado o valor e identificada a cadeia de valor de modo a reduzir ou eliminar as atividades que não acrescentam valor, é necessário fazer o produto fluir. A mentalidade enxuta procura o fluxo contínuo, eliminando ao máximo as

interrupções desnecessárias, exemplo são tempos de espera entre atividades que realmente agregam valor, como quando uma equipe de alvenaria tem que ser deslocada para a execução de chapisco em outra frente de trabalho, porque há um atraso na execução da estrutura (ARANTES, 2008).

Picchi (2003) assinala a produção em fluxo e o trabalho padronizado como práticas fundamentais para se atingir o fluxo contínuo, e ainda relaciona ferramentas como: manufatura celular, *poka yoke* e gerenciamento visual.

4. Deixar o cliente puxar o valor do produto:

Este princípio está na essência do *just in time*, onde apenas se produz aquilo que se é pedido ("puxado"), seja pelo cliente ou pelo processo subsequente. Reduzindo ao máximo os estoques e criando uma maior harmonia entre o ritmo de produção e o ritmo de vendas. Uma ferramenta que auxilia bastante este processo é o *kanban*, tratado na seção 4.2 (ARANTES 2008).

Para alcançar este princípio, além do *just in time*, deve-se considerar trabalhar com recursos flexíveis, como operadores e equipamentos multifuncionais para o caso dos consumidores, eventualmente, mudarem seus desejos e requerimentos, tornando possível as mudanças nas operações, visando a satisfazer as suas exigências (PERETTI, 2013).

5. Perseguir a perfeição (produto à medida, tempo de entrega zero, nada em estoque):

Neste último princípio é levado em consideração a melhoria contínua (*kaizen*), indicando que qualquer processo que seja pode ser melhorado, até mesmo porque o mercado tem elevada dinâmica, e os processos devem acompanhá-lo da melhor forma.

Koskela (1992) sugere a prática de estabelecer recompensas às equipes que evidenciem o hábito de monitoramento constante para ações e controle da produção, na tomada de correções de dados do plano de curto prazo.

É importante que os membros que compõem a cadeia (fabricantes, revendedores, distribuidores) tenham conhecimento do processo como um todo, a fim de se criar melhores formas de criar valor. Essa é a base da mentalidade enxuta, sistematizar os processos de modo a padronizar as atividades, fazendo com que todas as etapas que não agregam valor para o cliente sejam revistas. Tendo como foco a busca pela perfeição, através de um fluxo de produção puxado pelo cliente (HEUSNER et al., 2015).

Picchi (2003) apresenta uma proposta de visão esquemática de integração, desde os objetivos gerais da mentalidade enxuta até as práticas, passando pelos cinco princípios de Womack e Jones (1998) e pelo nível intermediário de elementos fundamentais. Os exemplos de aplicações foram listados ao lado do elemento fundamental com o qual está mais relacionada, ressaltando-se que muitos têm relação com mais de um elemento fundamental e mais de um princípio, conforme ilustra a Tabela 4.

Tabela 4- Relação entre os cinco princípios da mentalidade enxuta, seus objetivos, elementos fundamentais e exemplos de aplicação

Objetivos	Princípios	Elementos fundamentais	Exemplos de aplicação
Melhorar continuamente a competitividade da empresa, através de: • Eliminação dos desperdícios; • Atender aos requisitos dos clientes em variedade, qualidade, quantidade, tempo, preço	Valor	Pacote produto/serviço de valor ampliado	Variedade de produtos planejada
		Redução de lead times	Engenharia simultânea
	Fluxo de valor	Alta agregação de valor na empresa estendida	Mapeamento do fluxo de valor
			Parcerias com fornecedores
	Fluxo	Produção em fluxo	Células de trabalho
			Pequenos lotes
			TPM (manutenção produtiva total)
			Qualidade na fonte
			<i>Poka yoke</i>
		Trabalho padronizado	Gráfico de balanceamento de operação
			Gerenciamento visual
	Puxar	Produção e entrega <i>just-in-time</i>	<i>Takt-time</i>
			<i>Kanban</i>

		Recursos flexíveis	Nivelamento da produção
			<i>Set up</i> rápido
			Equipamentos flexíveis
			Multifuncionalidade de operadores
	Perfeição	Aprendizado rápido e sistematizado	Equipes autogerenciáveis
			Cinco por quês
			Programa de sugestões
			5S
		Foco comum	Compromissos da Direção da empresa com os funcionários
			Treinamento de todos na empresa e fornecedores nos princípios e ferramentas <i>lean</i>
			Simplicidade na comunicação

Fonte: Adaptado de Picchi (2003).

No entanto, conforme afirmam Womack e Jones (1998), essas práticas foram confundidas com o próprio sistema de produção, ou, então, empresas optaram por adotar a implementação de algumas delas isoladamente e acabaram não obtendo resultados satisfatórios ou apenas parciais. Para a obtenção de todos os benefícios, é necessária uma mudança cultural, mais que a simples aplicação de técnicas e ferramentas para controle da produção.

Essas aplicações serão elucidadas na seção 4.2 Práticas da construção enxuta, ao passo que possuem considerável importância na elaboração e avaliação junto ao estudo de caso deste trabalho.

O objetivo do sistema baseado na mentalidade enxuta, através destas práticas, é de eliminar todo o desperdício (ou *muda*, em japonês), ou seja, toda a atividade que absorve recursos, mas não cria valor na ótica do cliente, que pode ser excesso de produção, movimento, transporte, estoque, espera, atividades desnecessárias e defeitos, os quais serão tratados em seguida (JUNQUEIRA, 2006).

3.2 Desperdício na produção

Na busca de se eliminarem os desperdícios, considerado como um dos pontos basilares dentro da conceptualização do *lean*, Taiichi Ohno, líder do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, identificou sete tipos de desperdícios durante o processo de produção: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimento e defeitos.

Ohno (1997) sugere que estes desperdícios são responsáveis por até 95% do total de custos de ambientes não enxutos, e ainda subdivide-os em dois grupos: atividades que não agregam valor porém necessárias, e atividades que não

agregam valor e podem ser eliminadas imediatamente (OHNO, 1997; KUREK 2005; REZENDE; DOMINGUES; MANO, 2012):

- a. Superprodução – Significa produzir mais que aquilo que o cliente pede, ou mais rápido do que o necessário. Este princípio advém da definição de produção puxada, onde deve-se produzir somente quando o cliente encomenda. Tudo o que for produzido para além disso empata valor de mão-de-obra e de recursos materiais que de outra forma poderiam estar a responder a outros pedidos de clientes. Também causa o prolongamento das precedências criando a necessidade de ter estoques.
- b. Espera – Inclui espera por material, por informação, por equipamento, por ferramentas, etc. *Lean* exige que todos os recursos sejam fornecidos numa base *just in time* – não muito cedo, e não muito tarde.
- c. Transporte e movimento excessivo – O material deve ser entregue no ponto de utilização. Em vez de as matérias-primas serem enviadas pelo fornecedor para um local armazenamento provisório, posteriormente processados, levados para o armazém, e finalmente transportadas para a linha de montagem. A filosofia *lean* defende que o material deve ser enviado diretamente para o local onde será utilizado. Movimentações desnecessárias são fruto de um fluxo de trabalho

pobre, de uma má organização da zona de trabalho ou de métodos inconsistentes de trabalho.

- d. Processamento que não acrescenta valor – Como exemplo mais comum tem-se o trabalho a ser refeito (o produto ou o serviço não foi executado corretamente à primeira vez). Outros exemplos são a necessidade de reparar ou retocar elementos do produto (os elementos do produto devem ser produzidos sem imperfeições, com o “design” adequado e com ferramentas de manutenção) e a inspeção (as peças devem ser produzidas através de técnicas de controle estatístico para minimizar ou mesmo eliminar a necessidade de fiscalização).
- e. Excesso de estoque – Está relacionado com a superprodução, e significa, ter inventário para além do necessário, para satisfazer as exigências dos clientes, tendo um impacto negativo no fluxo de caixa e utilizando espaço valioso.
- f. Defeitos – Defeitos na produção ou em serviços, provoca desperdício material segundo quatro formas: os materiais são consumidos, a mão-de-obra utilizada não é recuperável, é novamente requisitada para repetir/corrigir o trabalho, e é necessário utilizar recursos sobretudo humanos, para responder a qualquer queixa futura por parte do cliente;

Liker (2005) considera que a perda mais relevante diz respeito à superprodução, já que esta causa à maioria dos outros tipos de perdas. Produzir mais cedo ou em quantidade maior que o desejado pelo cliente em qualquer operação no processo de fabricação, necessariamente leva à formação de estoque em algum ponto posterior no processo. O material fica esperando para ser processado na operação seguinte. Além disso, possíveis irregularidades somente serão identificadas na próxima etapa, quando houver um elevado número de produto.

Granban (2013) identifica ainda outra perda, o potencial humano não utilizado, que inclui subutilização mental, criativa e física de faculdades e habilidades. Em um ambiente não enxuto apenas se reconhece a subutilização de atributos físicos. Algumas das causas mais comuns para este tipo de desperdício são: fraco fluxo de trabalho, cultura organizacional, práticas de contratação inadequadas, formação fraca ou inexistente, e fraca rentabilização dos colaboradores.

Koskela (2000) sugere um novo desperdício para além destes, tradicionais da mentalidade enxuta. Este desperdício está relacionado com as situações em que uma tarefa é iniciada sem todos os *inputs* necessários ou mesmo se a sua execução prossegue na ausência de uma dessas contribuições chave, tais como o material, ferramentas, mão-de-obra, condições externas, e instruções. A este desperdício o investigador chamou-lhe de *making-do*, e considera que este é provavelmente um

dos mais usuais da indústria da construção pois a visão tradicional nitidamente negligencia-o (COUTINHO, 2011).

Com o objetivo de eliminar estas atividades que não agregam valor, práticas são utilizadas e algumas já consagradas pela mentalidade enxuta. Dentre estas pode-se citar o *kanban*, sistema de cartões usados na produção; o *just in time*, baseado na produção na quantidade certa, no momento oportuno e sem utilizar estoques; 5S, utilizado para a organização e limpeza do ambiente de trabalho; *poka yoke*, uso de dispositivos que impedem erros (KOSKELA, 1992).

Neste sentido, quando o conceito da mentalidade enxuta é introduzido em um setor tão complexo e diversificado como o da construção civil, aparecem inúmeras oportunidades inexploradas de melhoria, surgindo assim um novo conceito denominado construção enxuta (PFAFFENZELLER, 2015).

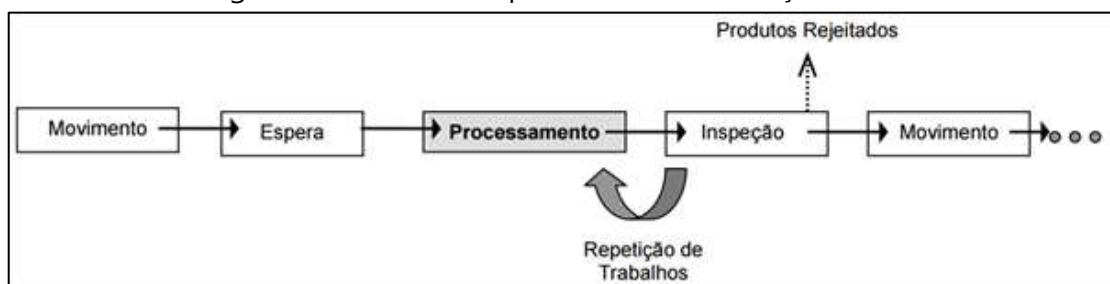
4. CONSTRUÇÃO ENXUTA (CE)

A construção enxuta (*lean construction*) surge nos anos 90 com Lauri Koskela, o qual descreveu-a em seu trabalho: *Application of the new production philosophy in the construction industry* (1992). O pesquisador buscou adaptar a filosofia da produção enxuta de essência manufatureira para o setor da construção. Neste relatório, Koskela (1992), identifica as principais deficiências deste sistema. Observa que, a principal falha do sistema é a desconsideração das ações que formam o fluxo físico entre as atividades de conversão (VIVAN; PALIARI; NOVAES. 2010).

Koskela (1997) refere-se à construção enxuta como uma nova filosofia de produção originada no Sistema Toyota de Produção, mas também influenciada por autores consagrados como Deming, Juran e Feigenbaum. A concepção dessa filosofia de produção evoluiu através de três etapas: ela foi vista inicialmente como uma ferramenta (como o *kanban*), em seguida como um método de fabricação (como o JIT), e por último como uma filosofia de gestão geral (como a produção enxuta).

O modelo de processo da construção enxuta, proposto por Koskela (1992), ilustrado na Figura 4, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais e informação, desde a matéria-prima até ao produto final, que é constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não acrescentam valor ao produto final, sendo por isso denominadas atividades de fluxo.

Figura 4 – Modelo de processo da construção enxuta



Fonte: Koskela (1992)

No modelo de conversão convencional considera-se apenas as atividades de processamento. Devido a isso, processos de fluxo não são controlados ou melhorados de forma ordenada, tornando-os incertos e confusos, aumentando o número de atividades que não agregam valor, e reduzindo o valor de saída (KOSKELA, 1997).

O planejamento da construção, baseado no processo de fluxos, leva à percepção das causas que originam os problemas e, por isso, permite objetivar planos de melhoria (ARANTES, 2008).

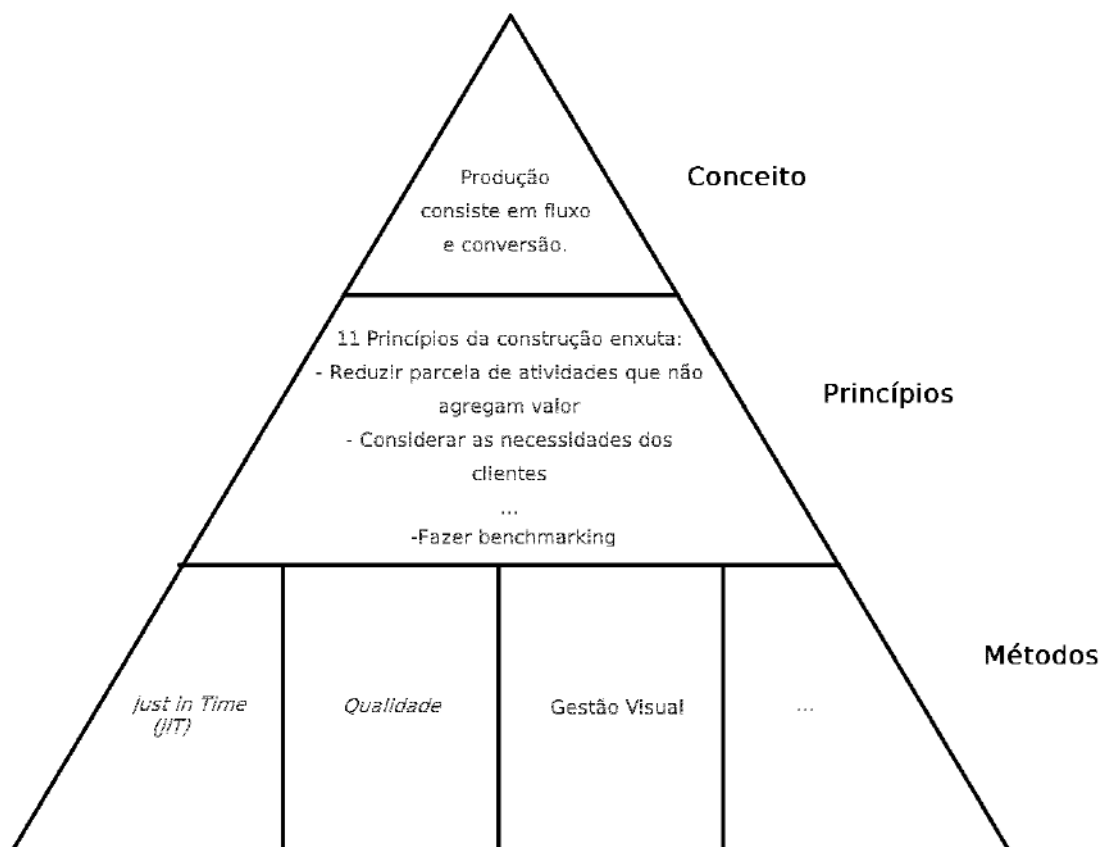
A aplicação dessa filosofia na construção deve ser objeto de experiências e pesquisas, visando adequá-la às particularidades existentes que, em geral, são fatores que dificultam a implantação de novas ferramentas técnicas e gerenciais (JUNQUEIRA, 2006).

Segundo Conte e Gransberg (2002), a implantação dos conceitos da construção enxuta é possível independentemente da tecnologia empregada pela empresa. O planejamento da produção deve-se manter equilibrado, evitando-se os picos de produtividade que ocasionam melhora em determinada atividade, mas não em todo projeto.

Rosenblum et al. (2008) corroboram afirmando que a abordagem *lean* na construção civil visa balancear as atividades de forma tal que estas possuam o mesmo ritmo, a fim de eliminar atividades que estejam fora de sequência, levando em consideração o projeto como um todo.

Koskela (1997) caracteriza ainda a construção enxuta por meio de: conceitos, princípios e métodos, como podem ser visualizados na Figura 5 e comentados a seguir.

Figura 5 - Diferentes níveis da construção enxuta



Fonte: Adaptado de Koskela (1997)

O cerne desta filosofia está na observação de que há dois aspectos comuns em todos os sistemas de produção: conversões e fluxos. Enquanto todas as atividades demandam custo e consomem tempo, apenas atividades de conversão adicionam valor ao material ou a parte da informação que está sendo transformada em produto. Melhorias sobre atividades de fluxo não agregam valor, assim, deve-se focar em reduzi-las ou eliminá-las, ao passo que as atividades de conversão devem se tornar mais eficientes (KOSKELA, 1997).

Koskela (1997) reconhece ainda uma série de princípios heurísticos que tem desenvolvido aspectos de projeto, controle e melhoria do fluxo do processo. Há

ampla evidência de que através destes princípios, tratados a seguir, a eficiência dos processos de fluxo nas atividades de produção pode ser considerável e rapidamente melhorada.

Ainda segundo Koskela (1997), entre as metodologias para atingir produção enxuta são as seguintes mais importantes: *just in time*, gestão total da qualidade (TQM), engenharia simultânea, reengenharia, gestão baseada no valor, gestão visual, manutenção produtiva total, e envolvimento dos trabalhadores.

A maioria destas metodologias origina-se em torno de um princípio central, mesmo que elas geralmente reconheçam outros princípios em sua abordagem. No âmbito de todas estas metodologias, têm sido desenvolvidas técnicas e ferramentas, as quais serão abordadas como práticas da construção enxuta na seção 4.2.

4.1 Princípios da construção enxuta

Como forma de contextualização dessa forma "enxuta" de enxergar o processo da construção civil, Koskela (1992) propôs 11 princípios básicos desta filosofia de produção ilustrados na Tabela 5 (ARANTES, 2008).

Tabela 5 – 11 princípios da Construção Enxuta

Princípios	Finalidade	Peculiaridades	Exemplo prático
Redução da parcela de atividades que não agregam valor (1)	Eliminar atividades de fluxo, ou seja, aquelas que não agregam valor ao produto	Considerado como princípio fundamental da construção enxuta. No entanto, não pode ser levado ao extremo, ao passo que existem diversas atividades que não acrescentam valor ao cliente final de forma direta, contudo são indispensáveis para a eficiência global dos processos, como por exemplo o treinamento de mão-de-obra e a instalação de dispositivos de higiene e segurança.	O estudo e a elaboração de um layout para o canteiro de obra, que minimize as distâncias entre os locais de descarga de materiais e o seu respectivo local de aplicação, podem reduzir a parcela das atividades de movimentação; Na concretagem, utilizar um vibrador portátil em substituição de um convencional, permite que apenas um trabalhador execute a tarefa em vez dos dois que seriam necessários no processo tradicional.
Considerar as necessidades dos clientes (2)	Identificar os requisitos dos clientes internos e externos, e transmiti-los à concepção do produto e a gestão do processo, a fim de adicionar valor ao produto.	O valor não é um fator inerente ao processo de conversão, porém é gerado como consequência da satisfação dos requisitos dos clientes.	Ao longo do processo de projeto, deve-se ter disponível de forma sistematizada, dados relativos aos requisitos e preferências dos clientes finais, obtidos por exemplo através de pesquisas de mercado com potenciais compradores ou

avaliações pós-ocupação de edificações já entregues.

Tabela 5 – 11 princípios da Construção Enxuta (Continuação)

Princípios	Finalidade	Peculiaridades	Exemplo prático
Reduzir a variabilidade (3)	Aproximar as complexas atividades da construção àquelas atividades de manufatura, onde com uma maior padronização tem-se maior facilidade na implementação de melhorias.	A padronização dos procedimentos é, normalmente, a melhor forma de reduzir a variabilidade, tanto na conversão como no fluxo do processo de produção. Existem diversos tipos de variabilidade que podem ser ligados aos processos de produção, como as variações dimensionais de materiais; variedade na própria execução de determinada tarefa	A equipe que executa alvenaria, tem seu serviço facilitado caso os blocos tenham poucas variações dimensionais.

e variabilidade dos requisitos dos clientes.

		Obtém-se como vantagens: a entrega mais rápida ao cliente, a gestão dos processos torna-se mais fácil; o efeito aprendizagem tende a aumentar; as estimativas de futuras obras são mais precisas; o sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de pedidos.	As equipes devem focar em um pequeno conjunto de unidades, caracterizando lotes de produção menores.
Reduzir o tempo de ciclo (4)	Sincronizar tarefas e ditar um ritmo para que haja a redução de espera por tarefas precedentes.		
Reduzir o número de passos ou partes (5)	Enxugar processos por meio de novas tecnologias ou procedimentos, facilitando e reduzindo o tempo de execução.	Quanto maior o número de componentes ou de passos em um processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor.	O uso de elementos pré-fabricados como vigas, vergas, ou mesmo formas que vem já montadas para o local da obra, reduzem o tempo que seria necessário a processar essas atividades no local e muitas vezes proporcionam até melhores

condições de segurança aos trabalhadores.

Tabela 5 – 11 princípios da Construção Enxuta (Continuação)

Princípios	Finalidade	Peculiaridades	Exemplo prático
Aumentar flexibilidade de saída (6)	Gerar valor junto ao cliente, possibilitando mudanças rápidas no produto para satisfazer as exigências do consumidor, sem no entanto comprometer a eficiência e os custos previstos.	Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias têm alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade.	Em um apartamento, utilizando um sistema construtivo com lajes planas é possível a mudança de layout do apartamento sem a preocupação da localização das vigas, tornando o produto flexível a mudanças; Algumas empresas que atuam no mercado imobiliário adiam a definição do projeto e, em alguns casos, também da execução das divisórias internas de gesso cartonado de algumas unidades. Esta estratégia permite aumentar a flexibilidade do produto, dentro de determinados limites, sem comprometer substancialmente a eficiência do sistema de produção.

**Aumentar a
transparência do
processo
(7)**

Tornar as informações mais acessíveis, facilitando os trabalhos. Os erros passam a ser mais facilmente identificados.

Remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes e emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis características do processo, tais como nível de produtividade e número de peças rejeitadas.

Tabela 5 – 11 princípios da Construção Enxuta (Continuação)

Princípios	Finalidade	Peculiaridades	Exemplo prático
Foco do controle no processo global(8)	Possibilitar uma visão mais ampla do percurso do produto até chegar ao consumidor final. Esta visão macro permite a identificação de desvios acentuados sobre a cadeia de valor que venham a interferir de forma acentuada no prazo de entrega da obra. Além disso avalia se melhorias	Um dos grandes riscos das tentativas de melhorias é otimizar uma atividade específica dentro de um processo, com um impacto reduzido (ou até negativo) no desempenho global do mesmo. Para aplicação deste princípio é essencial uma mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, que devem procurar entender o	O custo da alvenaria pode ser significativamente reduzido se houver um esforço de desenvolvimento integrado com o fornecedor de blocos, no sentido de introduzir a paletização. Se a melhoria envolver o processo como um todo, pode-se obter diversos benefícios, tais como a redução do custo do carregamento e descarregamento,

pontuais serão benéficas ao processo como um todo.	processo como um todo por oposição a um foco restrito de operações.	entregas com hora marcada, redução dos estoques na obra, etc. Esta melhoria é muito mais significativa se comparada com uma iniciativa individual de paletização, restrita apenas ao canteiro.
--	---	--

**Introduzir
melhoria contínua
no processo
(9)**

Redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos.

Há algumas formas de alcançar a melhoria contínua, como utilizar indicadores de desempenho, valorizar produção, financeiro), que façam um mão de obra por meio de premiações, monitoramento do processo através da padronizar os procedimentos, elaboração de listas de verificação (check lists), recolhendo dados referentes aos problemas mais frequentes, e discutir as causas destes de modo a propor soluções.

Tabela 5 – 11 princípios da Construção Enxuta (Continuação)

Princípios	Finalidade	Peculiaridades	Exemplo prático
Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões (10)	Encontrar a melhor forma de agregar valor, seja pelas melhorias de fluxo ou conversão	As melhorias nos fluxos e nas conversões possuem diferenças de potencial a depender do processo produtivo, caso este seja mais complexo, há uma maior tendência em implantar melhorias de conversão, caso o processo possua elevado desperdício, grande é a chance de obter melhorias sobre as atividades de fluxo.	Para melhorar o desempenho na execução de sistemas de paredes é necessário um esforço de eliminação de perdas nas atividades de transporte, inspeção e armazenamento (fluxo). A partir do momento em que este processo atinge elevados níveis de racionalização, passa-se a avaliar a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica nas atividades de conversão, como por exemplo através da utilização de divisórias leves ou painéis pré-fabricados.
Benchmarking (11)	Processo contínuo e sistemático que permite a comparação das performances das organizações e respectivas funções ou processos face ao que é considerado "o melhor nível".	Visa não apenas a equiparação dos níveis de performance, mas também a sua ultrapassagem".	Troca de experiências entre setores; Caixa de sugestões.

Fonte: Adaptado de Arantes (2008).

Entendido os 11 princípios da construção enxuta propostos por Koskela (1992), é interessante compará-los aos princípios propostos inicialmente por Womack, Jones e Roos em 1990, conforme ilustra a Tabela 6.

Tabela 6 - Princípios da Mentalidade enxuta x Construção enxuta

Princípios <i>Lean Thinking</i> (WOMACK, JONES, ROOS, 1990)		Princípios <i>Lean Construction</i> (KOSKELA, 1992)	
Valor		Considerar as necessidades dos clientes;	
Cadeia de Valor		Foco do controle no processo global; Reduzir atividades que não agregam valor; Reduzir o número de passos ou partes; Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	
Fluxo		Reduzir a variabilidade; Aumentar a transparência dos processos. Reduzir o tempo de ciclo.	
Puxar		Aumentar flexibilidade de saída.	
Perfeição		Introduzir melhoria contínua no processo; Benchmarking.	

Fonte: O Autor (2017)

Assim, consegue-se observar que a base da construção enxuta está integralmente conectada com os princípios da mentalidade enxuta, diferenciando-se apenas em função das peculiaridades do processo construtivo.

Estas semelhanças e peculiaridades refletem na utilização de práticas na construção já consagradas no ambiente de manufatura, exemplos *kanban*, 5S e *poka yoke*; como também outras práticas mais específicas que se adaptam melhor a construção, exemplo as linhas de balanço.

4.2 Práticas da construção enxuta

Atingir o nível de produção enxuta é um processo que exige incrementos de melhoria contínua para otimizar a produção. Para isso, as empresas podem empregar diferentes práticas enxutas para reduzir as perdas em suas atividades (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

Oliveira (2013) identifica 41 destas práticas, conforme ilustra a Tabela 7, as quais foram utilizadas no estudo de caso para o mapeamento do estado atual das empresas em relação ao uso da construção enxuta.

Tabela 7 – Práticas adotadas visando atender os princípios da construção enxuta.

Nº	PRÁTICAS ENXUTAS	PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA ATENDIDO											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
1	Planejamento estratégico (longo prazo)	●		●	●	●			●	●	●		7
2	Plano do projeto								●				1

3	Elaboração de procedimentos operacionais e executivos			•		•	•	•	•				5
4	Coordenação e compatibilização de projetos	•	•	•	•			•					5
5	Planejamento tático (médio prazo)	•		•	•	•			•	•	•		7
6	Elaboração de orçamento						•	•					2
7	Padronização			•							•		2
8	Definição das células de produção	•			•	•		•	•				5
9	Planejamento operacional (curto prazo)	•		•	•	•			•	•	•		7
10	Macromapeamento do fluxo de valor	•				•			•				3
11	Elaboração de estudo de viabilidade							•	•				2
12	Equipes polivalentes					•							1
13	Pesquisa de mercado		•										1
14	Pesquisa pós-ocupação		•										1
15	Enquetes de opinião sobre produto		•										1
16	Comunicação interna		•					•	•				3
17	Mural da qualidade							•					1
18	Transparência							•					1
19	Caixa de sugestões		•							•			2
20	Dispositivos visuais							•					1
21	Regras para customização						•						1

Tabela 7 – Práticas adotadas visando atender os princípios da construção enxuta
(continuação)

Nº	PRÁTICAS ENXUTAS	PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA ATENDIDO											TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
22	Pesquisa de clima		•										1
23	Gerenciamento visual							•					1
24	Andon		•		•			•					3
25	5S							•					1
26	TIM (Tabela de Inspeção de Materiais)							•					1
27	Kanban		•		•		•	•					4
28	TAM (Tabela de Armazenamento e Manuseio de Materiais)							•					1
29	Poka-yoke							•	•				2
30	TEM (Tabela de Especificação de Materiais)		•	•				•					3
31	POMI (Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores)							•		•			2
32	Acompanhamento do cronograma físico financeiro via sistema integrado							•	•				2

33	Metas setoriais									•			1
34	Controle de produção	•		•			•			•			4
35	Planilha com gestão de datas								•				1
36	Elaboração de procedimento/fluxos para análise crítica		•					•	•				3
37	Plano de ação (5w2h)			•						•			2
38	Incentivar colaboradores a estar sempre se reciclando											•	1
39	Participar de congressos e cursos da área											•	1
40	Pesquisar o que os concorrentes estão fazendo e buscar inovações tecnológicas											•	1
41	PDCA (Plan, Do, Check, Action)									•			1
TOTAL		7	11	9	7	7	5	20	13	9	4	3	95

Fonte: Oliveira (2013).

As práticas estão listadas juntas aos princípios que fazem referência, a fim de indicar a influência daquelas sobre estes. No entanto, para Bhasin e Burcher (2006), aplicá-las isoladamente, de forma fragmentada, não gera sucesso na implantação da produção enxuta em uma empresa. A Tabela 8 detalha algumas destas práticas ressaltadas por Oliveira (2013).

Tabela 8 – Práticas da Construção enxuta

Práticas	Descrição	Peculiaridades	Referências
<i>Kanban</i>	Ferramenta que viabiliza a produção <i>just in time</i> , permitindo a comunicação entre cliente e fornecedor. É uma maneira de “puxar” a produção a partir da procura, minimizando as flutuações do estoque de fabricação com o objetivo de melhorar a gestão	Pode ser utilizado tanto dentro de um canteiro de obra, como entre os fornecedores de materiais e a obra. Contudo, funciona melhor quando a produção é nivelada através do <i>heijunka</i> .	ARANTES (2008)
<i>Andon</i>	Sinal que o operador utiliza para apontar aos colegas e supervisores uma situação anormal na fabricação ou na linha de montagem.	Importante ferramenta de gestão visual e de melhoria contínua, que tem como principais vantagens: identificar e solucionar rapidamente problemas ocorridos; melhorar a efetividade da mão-de-obra; disponibilizar informação a todas as categorias da empresa; identificar gargalos; e estabilizar o processo.	POMPEU E RABAIOLI (2015); VARGAS (2015)

Manufatura celular	Layout composto por um arranjo de mão de obra, máquinas, materiais e métodos (4Ms), ou seja, células de produção para processamento de peças similares.	Possibilita um aumento de eficiência na produção, visto que, explora as semelhanças dos produtos produzidos. Além disso, permite a maior aproximação possível entre o posto de escoamento e o posto montante para que um mesmo operador possa efetuar várias operações diferentes, com um deslocamento mínimo das peças em produção	ROTHER; HARRIS, (2002); SOBREIRO, TCHIBANA E NAGANO (2010); POMPEU E RABAIOLI (2015).
---------------------------	---	---	--

Tabela 8 – Práticas da Construção enxuta (Continuação)

Práticas	Descrição	Peculiaridades	Referências
Mapeamento do fluxo de valor (MFV)	Ferramenta para representar visualmente o fluxo de materiais e de informações, e retirar das pessoas a visão de processos individuais	Facilita o desenho do estado atual e futuro dos processos produtivos e o do estado ideal, possibilitando enxergar a trajetória de fabricação de um produto do início até o fim, representando visualmente todos os processos de fluxos de material e informações envolvidos.	ROTHER E SHOOK (2003); OLIVEIRA (2013).

5S	Consiste em uma série de atividades utilizadas para eliminação das perdas que contribuem para a ocorrência de erros e defeitos.	Ajudar a melhorar a eficiência e a gestão das operações, ao passo que, os processos são influenciados pelo ambiente, assim como a capacidade do pessoal para responder às mudanças dos processos.	LIKER (2005); MIROTO (2016).
Poka yoke	Mecanismo de detecção de anormalidades que, associado a uma operação impede a execução irregular de uma atividade.	Para a Toyota o erro é uma falha do sistema e/ou dos métodos utilizados para o desempenho da tarefa, ou seja, os erros acontecem porque o sistema permite.	LIKER E MEIER (2007) NUNES E MENEZES (2015).
Plano de ação (5W2H)	Ferramenta de melhoria contínua utilizada no controle de processos e resolução de problemas.	Quanto mais vezes o ciclo PDCA for percorrido, mais eficaz será o processo de melhoria.	PINTO (2009).
Troca rápida de ferramentas (SMED)	Processo voltado a simplificação do setup, por meio da redução ou eliminação das perdas relacionadas à operação de setup.	Busca-se eliminação de atrasos, de maneira a reduzir o tempo de processo e a aprimorar o fluxo de produção.	GHINATO (1995).

Fonte: O Autor (2017).

Por meio da revisão de literatura realizada para esta pesquisa, foi possível constatar que, boa parte das empresas analisadas em trabalhos, como o de Peretti (2013), Tonin e Schaefer (2013), e Pereira e Oliveira (2014), abrangiam, apenas, a implementação de poucas práticas do *lean* aplicadas na construção civil.

A fim de identificar esta realidade, foi elaborado um questionário tendo como base artigos com expertise *lean* como os supracitados e os seguintes trabalhos:

- Barros (2005), em sua dissertação intitulada "Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso", concluiu que, nas empresas pesquisadas os princípios da construção enxuta são atendidos parcialmente, devido a dois fatores principais, sendo um deles as organizações que são ainda ordenadas com hierarquia do tipo pirâmide, ou seja, de uma líder no topo e os demais apenas seguem essas orientações, e o outro fator é a dificuldade de uma metodologia a seguir.
- Kurek (2005), em sua dissertação intitulada "Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo-RS", propõe uma série de parâmetros de desempenho que servem de auxílio àquelas empresas que desejam iniciar a implementação da filosofia da construção enxuta. A aplicação do método se dá por um

questionário que evidencia superficialmente a presença das práticas *lean* nas construtoras, e este resultado superficial não permite a comparação entre diferentes construtoras.

- Carvalho (2008), em sua dissertação intitulada "Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta", desenvolveu uma metodologia de avaliação do estado atual das empresas em relação aos conceitos da construção enxuta que é dada por meio de um gráfico de simples interpretação de pontos fortes e pontos fracos, compilado a partir da realização de entrevistas com questionários diferenciados para seis categorias distintas: diretoria, engenharia, operários, fornecedores, projetistas e clientes. A aplicação dos questionários é feita por um consultor externo à empresa.
- Etges (2012), em sua dissertação intitulada "Protocolo de auditoria do uso de práticas da construção enxuta", desenvolveu um protocolo de auditoria do uso de práticas da CE ao longo de etapas: (a) uma revisão da literatura para identificar categorias de práticas da CE; (b) definição de fontes de evidência para avaliar o uso de cada categoria de prática; e (c) aplicação do protocolo a um empreendimento da construção civil, a fim de validá-lo.

Esta situação de carência de construtoras praticantes da construção enxuta, propriamente dita, foi relatada por Pfaffenzeller (2015), a qual assinala que, na maioria das experiências de implementação da construção enxuta, são utilizadas

práticas isoladas em cada obra e, geralmente, fragmentadas, sem conexão entre elas.

Diante deste cenário, e consolidado o conhecimento sobre os 11 princípios da construção enxuta e parte das suas principais práticas, torna-se viável e oportuna a avaliação desta filosofia junto a empresas construtoras da Região Metropolitana do Recife a partir da metodologia adotada, a qual será descrita a seguir.

5. METODOLOGIA

5.1 Delineamento da pesquisa

Uma pesquisa pode ser classificada segundo seus objetivos, como exploratória, descritiva e explicativa. Com o intuito de aprimorar as ideias sobre o tema e possibilitar maior familiaridade com o mesmo, esta pesquisa classifica-se como descritiva (GIL, 2008).

A pergunta desta pesquisa é: "Em que estágio encontra-se a aplicação de princípios e práticas da construção enxuta em construtoras da Região Metropolitana de Recife? "

Segundo Robson (1998), o princípio norteador de uma estratégia de pesquisa, e dos métodos e técnicas aplicadas, deve ser apropriado para a pergunta que se quer responder. Este estudo propôs-se a verificar o tema através da interpretação das pessoas envolvidas e das evidências constatadas *in loco*, conclui-se que o método de procedimento mais adequado para esta pesquisa é o estudo de caso.

O estudo de caso é aplicável a estudos científicos, tanto organizacionais quanto gerenciais e tem como objetivo principal o desenvolvimento do produto, aplicação de um modelo, ou ferramenta (HIROTA; FORMOSO, 2000; YIN, 2005).

Para o desenvolvimento da pesquisa, o conceito de estudo de caso se adapta às proposições estabelecidas. Ele é definido como uma estratégia de pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo fundamental, dentro de um contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (ROBSON, 1998).

Yin (2005) afirma que o estudo de caso pode assumir dois tipos: único e múltiplos. O caso único é indicado em situações que o caso é extraordinário ou mesmo único e completo. No tipo de múltiplos casos, é possível maior abrangência do estudo, comparação entre os casos e a replicação. No entanto, possui as seguintes desvantagens: necessidade de mais recursos e tempo do pesquisador.

Diante de uma realidade onde a maioria das experiências de implementação da construção enxuta, são utilizadas práticas isoladas em cada obra, descarta-se a utilização de caso único, optando-se nesta pesquisa, o método de estudo de casos múltiplos.

Sendo assim, esta pesquisa foi realizada através de uma análise descritiva, e como estratégia a utilização de estudos de caso múltiplos, buscando caracterizar as empresas em análise, pela avaliação dos conceitos *lean* apresentados, princípios e práticas, a fim de que possa identificar benefícios reais tanto ao processo quanto ao produto.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, as etapas descritas adiante foram estabelecidas:

- Etapa 01 - levantamento bibliográfico: identificando a literatura sobre Sistema Toyota de Produção, mentalidade enxuta (*lean thinking*), e construção enxuta (*lean construction*), através de consulta em artigos de periódicos, congressos, institutos de pesquisa e associações de construção, dissertações e teses;
- Etapa 02 – definição dos elementos de caracterização dos princípios e das práticas que norteiam a construção enxuta e da metodologia de coleta de dados: estruturação do elemento operacional – questionário para a realização das entrevistas e definição da metodologia de coleta (planilhas de registro dos resultados, responsável pelas informações e forma de coleta);
- Etapa 03 – pesquisa de campo: caracterização da construção enxuta em 3 (três) empresas de construção para a análise, a comparação, e a identificação das melhores práticas.
- Etapa 04 - caracterização das melhores práticas: descrição das melhores práticas observadas nas empresas e no levantamento bibliográfico realizado;

- Etapa 05 – sugestões para implantação do *lean* em obras futuras.

5.2 Técnica para coleta e análise de dados

A definição do instrumento de coleta de dados depende dos objetivos que se pretendem alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado. Os instrumentos utilizados foram: questionário (APÊNDICE A), observação direta, análise de documentos (fornecidos pelas empresas estudadas) e entrevistas.

Yin (2005) recomenda a utilização de várias fontes de evidência, permitindo com isto que os dados possam ser comparados, verificando-se se está ocorrendo uma convergência entre os fatos - triangulação. Yin (2005) argumenta ainda que nenhuma fonte única possui vantagem indiscutível sobre as demais, mas que a vantagem na utilização de várias fontes reside no fato destas tornarem-se complementares. Desta forma, os demais instrumentos de coletas de dados foram utilizados como fontes de evidência para a validação do questionário.

O respondente do questionário em cada empresa foram pessoas que participaram do processo de implantação e/ou que utilizaram a construção enxuta como forma de organização e administração da produção. Na estrutura hierárquica das empresas, são gerentes, supervisores, engenheiros de obra ou da qualidade.

Buscou-se identificar um profissional que sirva de referência da construção enxuta em “nível de escritório” e em “nível de canteiro de obra”.

Para realização dos estudos de caso, foram selecionadas 3 (três) empresas, cujos critérios foram: estar inseridas na cadeia produtiva da construção civil como construtora, e com tipo de obra de edificações habitacionais na Região Metropolitana de Recife; constar como empresa que utilizam as práticas da construção enxuta em publicação como artigo, dissertação, tese, reportagem em revista especializada, com participação em workshop ou seminário relacionado com o tema, ou que possuam profissionais de referência na área.

No caso das três empresas analisadas, uma foi escolhida por manter profissional de referência na área, e as outras duas identificadas em apresentações em seminários relacionados com o tema.

Selecionadas as empresas, o próximo passo consistiu em realizar uma correta avaliação do estado atual de aplicação da construção enxuta nas empresas analisadas. Diante disso, buscou-se identificar de forma transversal a cultura lean dentro de cada empresa, ou seja, considerando não só a utilização de práticas enxutas aplicadas, como também o desenvolvimento dos princípios no interior da empresa.

Para tanto, foi elaborado um questionário, como principal instrumento de coleta, o qual é uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito pelo informante.

Nesta pesquisa, foi adotado um questionário misto, isto é, com perguntas abertas e fechadas. A fim de obter as vantagens referente a ambas, ao passo que nas questões abertas consegue-se (GIL, 2008):

- Pensamento livre e originalidade;
- Respostas mais representativas e fiéis da opinião do inquirido;
- Levar o inquirido a concentrar-se mais sobre a questão.

Já nas questões fechadas obtém-se:

- Rapidez e facilidade de resposta;
- Maior uniformidade, celeridade e simplificação na análise das respostas;
- Facilita a categorização das respostas para posterior análise.

No questionário elaborado pelo autor buscou-se, inicialmente, caracterizar a empresa como um todo, por meio de informações gerais tais como o número de

funcionários, tipos de empreendimento e certificações de qualidade que possui. Em seguida foi traçado o perfil técnico do respondente, importante para identificar a figura que está à frente desta filosofia de gestão no projeto.

Posteriormente, o empreendimento foi descrito de forma geral para definir em que etapa a obra se encontra, e o número de funcionários próprios e terceirizados. Por último, foi realizado o mapeamento do estado atual da empresa em relação ao uso da construção enxuta.

Para a realização desse mapeamento, buscou-se através da revisão bibliográfica identificar as principais práticas utilizadas em obra para fortalecer a aplicação da construção enxuta. Tomou-se por base as 41 práticas listadas por Oliveira (2013), conforme já ilustrado na Tabela 7 da seção 4.2, e levadas ao questionário a fim de verificar o seu uso.

As práticas adotadas pontuam a cada princípio que atendem, aumentando seu grau de importância na implantação da construção enxuta. Cada princípio obtém uma nota em percentual resultante da pontuação acumulada. O desempenho final das práticas é obtido pela média aritmética das notas dos 11 princípios enxutos.

Contudo, a fim de identificar se a utilização dessas práticas ocorrera de forma isolada, ou seja, sem alimentar a cultura *lean*, foram estabelecidas questões, como

ilustra a Figura 6, que sugerem o real empenho da construtora baseada em cada um dos 11 princípios da construção enxuta estabelecidos por Koskela (1992).

Figura 6 – Perguntas com intuito de identificar a cultura enxuta

1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	Fontes de Evidências
4	O layout da obra é projetado para minimizar distância entre materiais e ponto de aplicação?	* Verificar se existe documento com a definição de layout para as diferentes etapas da obra; * Observar se existe preocupação evidente sobre o transporte de materiais

Fonte: O Autor (2017).

Esta questão procura estabelecer se o objetivo da elaboração e uso do projeto de layout é alcançado, e não apenas sua existência. Ou seja, se este projeto procura de fato minimizar a distância entre materiais e o ponto de aplicação, a fim de eliminar atividades que não agregam valor.

Esta etapa do questionário também procurou estratificar as práticas relativas à construção enxuta de acordo com o seu local de aplicação, como ilustrado na Figura 7, separando em dois grupos: “nível de escritório” e “nível de canteiro de obra”.

Figura 7 – Referência ao local de aplicação das práticas

7	Aumentar a transparência no processo	Fontes de Evidências
3	São usados dispositivos visuais no escritório para promover facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas, orçamentos.	* Observar se os documentos no escritório estão identificados; * Observar se arquivos e pastas possuem padronização.
4	Os ambientes de trabalhos são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?	* Observação in loco
6	Ocorre comunicação direta entre engenheiros da obra e o projetista?	* Entrevistar engenheiro sobre como ocorre a comunicação com os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto;

		* Verificar se existe formalização desta comunicação;
7	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais, como divisórias?	* Observação in loco
9	Existem sistemas de comunicação eficientes na obra como Andon e rádios?	* Observação in loco
12	São utilizadas comunicações visuais para controlar a produção e o transporte (kanban)?	* Observação in loco

Local de aplicação:

	Escritório
	Canteiro de Obra

Fonte: O Autor (2017).

A “nível de escritório” estão todas as práticas implementadas no ambiente técnico e administrativo, estando localizado dentro ou fora do canteiro. Enquanto que a “nível de canteiro” foram consideradas as práticas desenvolvidas no ambiente de produção, onde são executadas as atividades fim.

Desta maneira, mais resultados podem ser interpretados através dos resultados obtidos. Para tanto, é necessário basear o desempenho das empresas analisadas através do questionário em uma escala de classificação que oriente como elas estão posicionadas em relação à pontuação máxima que pode ser obtida após a avaliação do estado atual, conforme Figura 8.

Figura 8 – Escala utilizada no questionário

							
6	Aumentar a flexibilidade de saída	0	1	2	3	Fontes de Evidências	Referências
2	Os produtos ofertados possuem flexibilização de layout?					* Verificar modelos de plantas ofertadas, e o grau de customização.	Kurek (2005)

5	Há possibilidade de customização nos últimos momentos?				* Entrevistar Engenheiro responsável * Ex.: Mudança de layout, material aplicado...	Kurek (2005)
---	--	--	--	--	--	--------------

Fonte: O autor.

A escala varia entre 0 (zero) e 3 (três), onde: 0 - Insatisfatório; 1 - Regular; 2 - Satisfatório; 3 - Excelente. E foi estabelecida considerando as médias aritméticas dos resultados por cada questão em cada um dos princípios analisados. Conforme a [Equação 1]:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{3 \cdot n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{3 \cdot n} \quad [\text{Equação 1}]$$

Onde: $x_1, x_2 \dots x_n$: Grau de valoração do ponto de vista do entrevistado.

n : Número de perguntas realizadas.

Os resultados desta média aritmética foram expostos em percentuais de desempenho. Portanto ao término da avaliação da empresa chega-se à conclusão sobre um valor percentual de desempenho para cada princípio, e em relação à construção enxuta como um todo, sendo quanto maior este valor melhor será seu resultado.

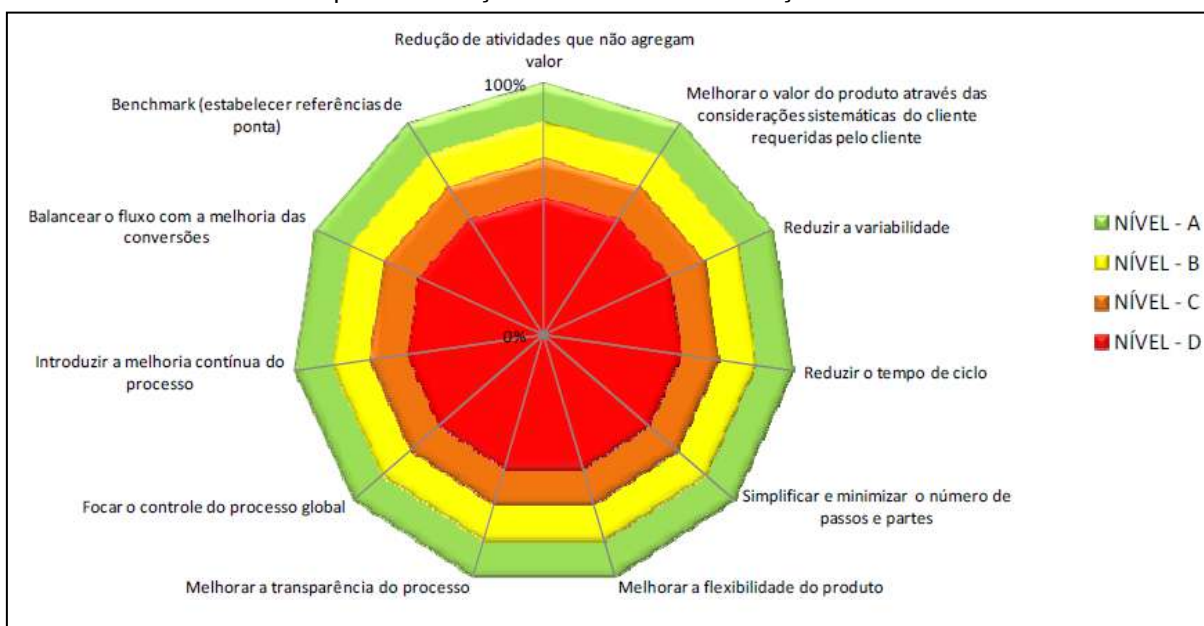
A classificação da empresa sobre cada princípio pode ser exposta na forma do gráfico radar preenchido que está disponível em diversos *softwares* de planilhas

eletrônicas. O gráfico radar preenchido está dividido em 04 (quatro) níveis sendo dispostos da seguinte forma:

- Nível – A (85% à 100%)
- Nível – B (70% à 84%)
- Nível – C (55% à 69%)
- Nível – D (0 à 54%)

A partir deste Gráfico 3 é possível analisar individualmente o desempenho de cada um dos princípios e atuar pontualmente na melhoria de desempenho dos pontos críticos identificados.

Gráfico 3 – Modelo para avaliação do uso da construção enxuta nas construtoras



Fonte: Carvalho (2008).

Este gráfico está dividido em 4 cores que retratam os 4 diferentes níveis sendo a cor verde referente ao nível "A", a cor amarela referente ao nível "B", a cor laranja referente ao nível "C" e a cor vermelha referente ao nível "D".

Desta forma a disposição de cores auxilia o usuário a analisar os resultados obtidos, sendo a cor vermelha vinculada ao pior nível de classificação mostrando claramente as áreas deficientes da empresa.

A classificação final segue os seguintes critérios de desempenho apresentados na Tabela 9, e indica que cada nível deve estar subdividido em outros 03 (três) subníveis, a fim de facilitar o *ranking* entre as empresas, e apontar uma possível transição de nível destas. Sendo assim, os subníveis servem para dar densidade a

comparação de desempenho entre empresas que se encontram no mesmo nível, contudo com um amadurecimento diferente do sistema.

Tabela 9 - Classificação da empresa de acordo com o nível de construção enxuta

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

Fonte: Carvalho (2008).

A utilização de cores e percentuais serviram para facilitar a comparação dos resultados entre as empresas, tornando intuitiva a identificação dos princípios com melhores e piores desempenhos.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Para a realização dos estudos de caso foram selecionadas três empresas sendo uma de médio porte e duas de grande porte. Para cada empresa envolvida foi atribuída uma identificação, as empresas serão denominadas por Empresa 01, Empresa 02 e Empresa 03, respectivamente.

Para realizar a diferenciação do porte das empresas, adotou-se a classificação desenvolvida pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), conforme Tabela 10, que é aplicável à indústrias, comércios e serviços. Ela utiliza o faturamento anual da empresa ou do grupo econômico ao qual esteja inserida para diferenciá-las.

Tabela 10 - Classificação do porte da empresa segundo o BNDES

Classificação	Receita operacional bruta anual
Microempresa	Menor ou igual a R\$ 2,4 milhões
Pequena empresa	Maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões
Média empresa	Maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões
Média-grande empresa	Maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões
Grande empresa	Maior que R\$ 300 milhões

Fonte: BNDES (2016).

A fim de uma maior consistência nos resultados buscou-se ter como critério para selecionar as empresas a existência de semelhantes perfis de atuação no mercado brasileiro, e sediadas na mesma região, todas em Recife. Além disso, as três empresas afirmaram possuir a construção enxuta como uma filosofia de gestão de seu negócio.

6.1 Empresa 01

6.1.1 Perfil da empresa

Há 24 anos no mercado e constituída de capital nacional, a Empresa 01 é uma construtora pernambucana que atua em todo o estado, incluindo o interior, e também no Maranhão. Com foco na construção imobiliária, principalmente em edifícios residenciais, a empresa possui mais de 20 (vinte) obras entregues no Recife. No momento, possui 5 (cinco) obras em execução.

No ano de 2013, através de uma visita técnica a uma construtora no Rio Grande do Norte, a Empresa 01 elencou como uma de suas prioridades o investimento na capacitação e implantação da mentalidade enxuta e do Sistema Toyota de

Produção, o que proporcionou um arranjo ainda mais consolidado de seus projetos, canteiros de obras e certificações.

Com pouco mais de 450 colaboradores, a construtora é certificada ISO 9001 (Sistema de Gestão da Qualidade) e junto ao programa de qualidade PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat) do governo federal. No ano de 2015, a empresa renovou sua certificação do Sistema de Gestão da Qualidade.

6.1.2 Dados da obra em estudo

A obra em análise é um empreendimento imobiliário situado no bairro do Pina, na cidade do Recife. O residencial multifamiliar conta com área privativa de 84m², três quartos (uma suíte), sala para dois ambientes, varanda, cozinha, WC social, área de serviço, dependência reversível com WC e duas vagas de garagem. O edifício é constituído de 28 pavimentos, sendo três unidades por andar, totalizando 84 unidades autônomas. E apresenta uma área total de construção de 11.911m².

O processo construtivo da obra analisada é caracterizado pela produção da estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação racionalizada. A construtora apresenta outras obras com sistemas construtivos diferenciados que também possuem o sistema da construção enxuta implantado.

O início da obra é datado em Janeiro/15, com o término estimado para Fevereiro/17. Em Julho/17, encontrava-se em fase de acabamento, contando com cerca de 100 funcionários, dos quais 90 são próprios e os demais terceirizados.

O engenheiro civil responsável pela obra foi escolhido para responder o questionário, o qual será denominado de Respondente 01. Este ainda acumula a função de supervisor de planejamento da empresa, possuindo 5 a 7 anos de experiência na função.

6.1.3 Mapeamento do estado atual em relação a CE

A Empresa 01 afirma adotar a construção enxuta como principal filosofia de produção a três anos e meio em todas as suas obras. Marco determinante foi a contratação de um gestor com vasta expertise *lean* que consolidou o desenvolvimento da filosofia na empresa.

O Respondente 01 declara implementar todos os onze princípios da construção enxuta na obra em estudo, e que após a implantação da filosofia foi alterado todo o sistema de gestão da obra e controle de produção, como exemplo as ferramentas de gerenciamento visual, de controle de estoque e de comunicação. Além disso, houve redução significativa na mão de obra empregada.

No momento da implantação da construção enxuta despontou como principais dificuldades: a resistência cultural dos funcionários de todos os níveis hierárquicos em recepcionar uma nova filosofia de gestão, que aplica conceitos de desperdícios, até então, esquecidos pela construção civil; dificuldade na formação de parcerias com fornecedores, a fim de reduzir atividades que não agregam valor, e com concorrentes, na tentativa de fortalecer o benchmarking externo; e a disciplina para manter e desenvolver o sistema.

Foram considerados facilitadores para implantação da construção enxuta: a história da empresa marcada pelo investimento na gestão do conhecimento e no capital humano, com traço marcante na meritocracia; e as certificações já citadas, que propiciam a consecução da qualidade.

Observou-se como principais benefícios na implantação da construção enxuta: maior grau de satisfação dos clientes e colaboradores; redução do custo de forma sensível; prazos menores factíveis; e aumento de qualidade nas atividades de produção, que interferem determinantemente no produto final.

A empresa reconhece como principais perdas na obra: desperdício de materiais e retrabalho sobre atividades mal executadas; estoques intermediários; superdimensionamento de equipes; alto consumo de energia e água; e incidentes

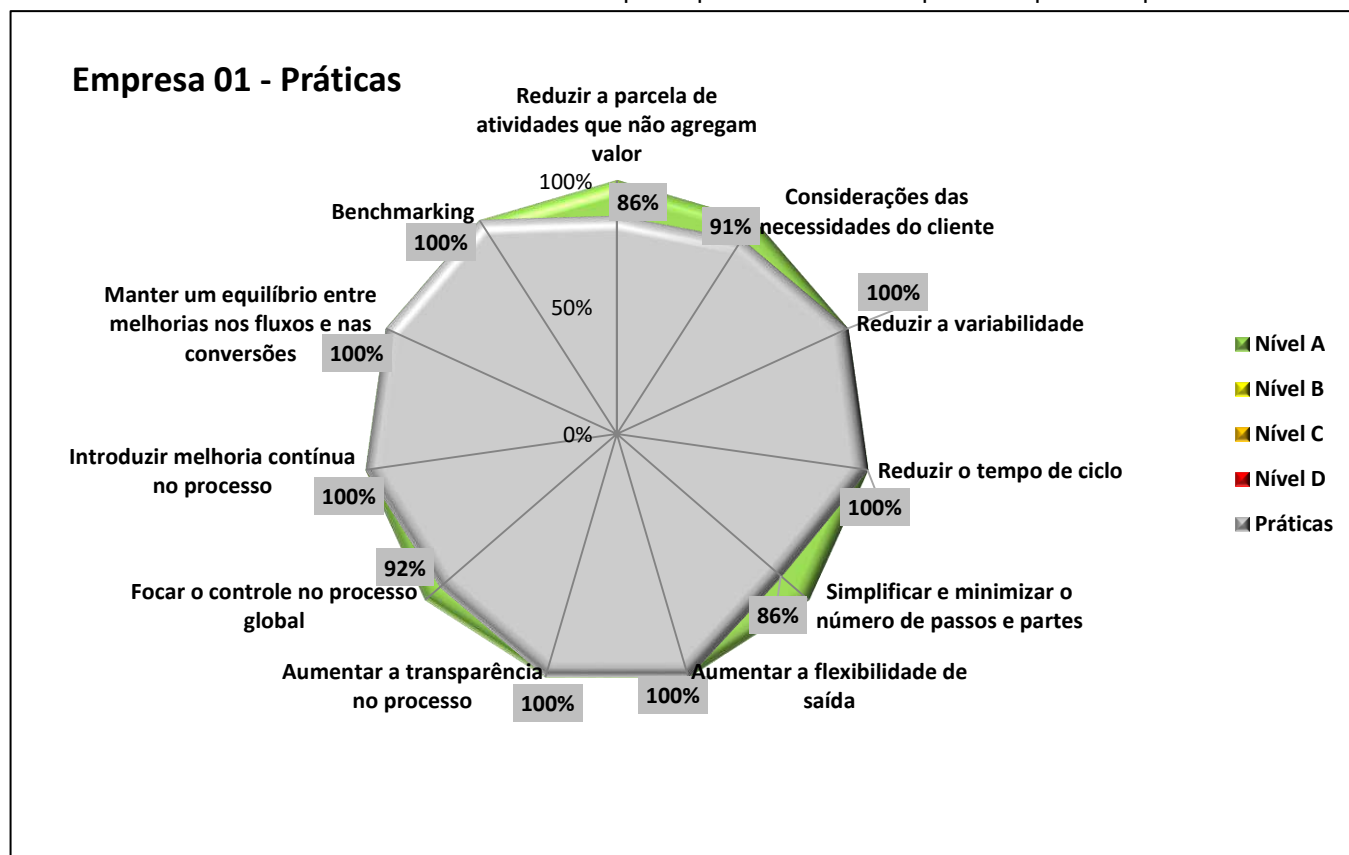
e acidentes de trabalho. Para combater estas perdas são estabelecidos indicadores de produtividade de mão de obra e materiais, amparado por um avançado sistema ERP, e diversos treinamentos.

A empresa pretende não só manter, como também incentivar a utilização da construção enxuta como principal filosofia de produção. E já enxerga pontos a serem melhorados, como a utilização de ferramentas de maior tecnologia, como *tablets* conectados a nuvem, que facilitam o controle em tempo real e maior transparência deste.

6.1.4 Aplicação de práticas da construção enxuta

Devido as práticas descritas no levantamento bibliográfico fortalecerem diferentes princípios da construção enxuta, e ainda objetivando facilitar a visualização destas práticas, foi utilizada a Tabela 7, apresentada na seção 4.3, que correlaciona a prática a ser tomada com o respectivo princípio da construção enxuta que ela se refere. O Gráfico 4 ilustra o resultado obtido:

Gráfico 4 – Fortalecimento dos princípios através das práticas pela Empresa 01



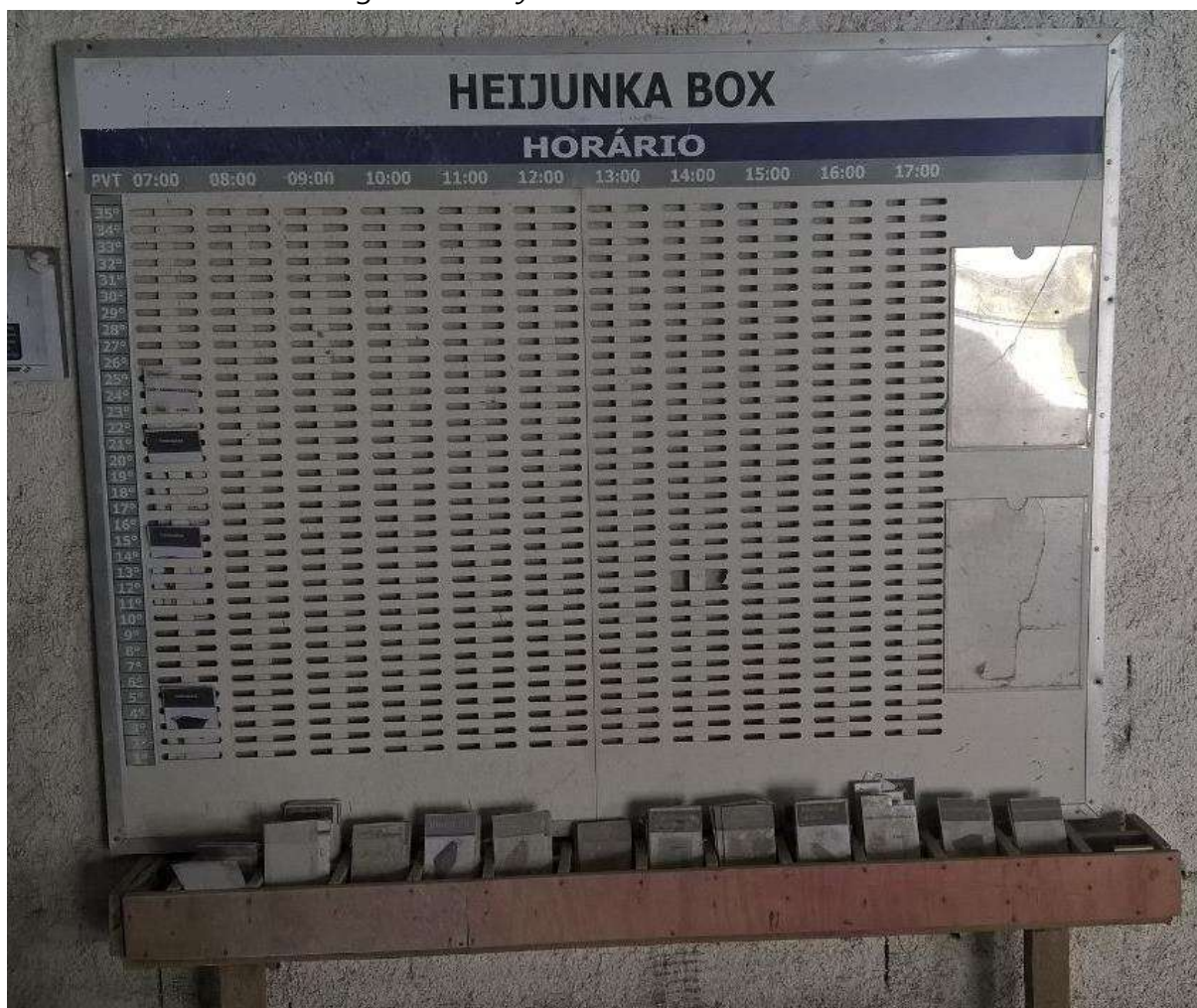
Fonte: O Autor (2017)

A Empresa 01 afirmou executar 39 práticas enxutas das 41 listadas, o que configura um desempenho excelente de 96% (Nível A) na aplicação das mesmas e possível fortalecimento dos princípios enxutos. Este cenário foi rigorosamente verificado pelo autor, através das demais fontes de evidências, como análise de documentos e observação *in loco*.

Vale a observação de que o *Heijunka Box* e os cartões *kanban* não estavam em plena execução durante a visita, como mostra a Figura 9, tendo em vista que as principais atividades pertinentes as práticas achavam-se terminadas, como o

levantamento de alvenaria. Contudo, o Respondente 01 indicou que retomará o uso mais adiante ao iniciar a entrega das tintas para pintura.

Figura 9 – *Heijunka Box* e cartões *kankan*



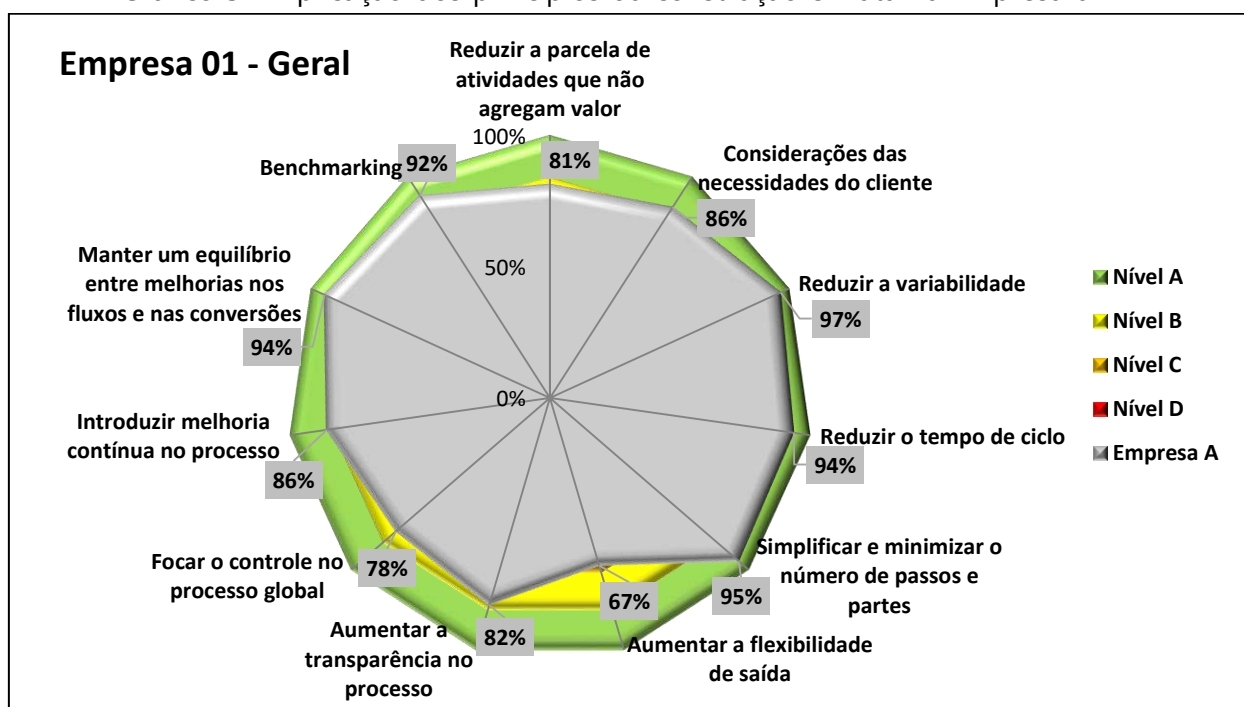
Fonte: Arquivo da Empresa 01.

6.1.5 Aplicação dos princípios da construção enxuta

A partir das informações coletadas na última etapa do questionário e realizada a análise dos dados, foi possível apresentar os resultados encontrados em cada

princípio *Lean*, conforme Gráfico 5, e suas médias finais de desempenho: “Geral”, “Nível de escritório” e “Nível de canteiro de obra”, conforme Tabela 11.

Gráfico 5 – Aplicação dos princípios da construção enxuta na Empresa 01



Fonte: O Autor (2017)

Tabela 11 – Empresa 01: resultado da avaliação

EMPRESA 01	Desempenho	Nível
Geral	87%	A
Escritório	89%	A
Canteiro de Obra	82%	B

Fonte: O Autor (2017)

Os Gráficos 4 e 5 facilitam a visualização e comparação entre os desempenhos obtidos em cada princípio levando-se em consideração apenas as práticas enxutas utilizadas ou o real fortalecimento do princípio dentro da empresa, respectivamente.

1. Redução das parcelas de atividades que não agregam valor [Nota: 81%]

Foi constatado que a empresa apresenta a cultura de planejar os seus canteiros de obras a fim de minimizar distâncias, Figura 10A, e analisa, mensalmente, através de auditorias internas a eficiência das versões dos layouts existentes. A Figura 10B atesta que o projeto de layout encontra-se em sua sexta versão, confirmando que esta preocupação acompanha as diferentes fases da obra.

Apesar da prática da elaboração e planejamento de seus canteiros, destaca-se como ponto negativo o fato da empresa não possuir um procedimento padrão para elaboração de projeto de arranjo físico, o que pode prejudicar a formalização e difusão das melhorias realizadas em outras obras.

Notou-se também a ausência do mapeamento do fluxo de valor (MFV), ferramenta poderosa que, como foi visto, representa visualmente o fluxo de materiais e de informações, ajudando a identificar os desperdícios e suas origens. Consiste na ideia de que é necessário visualizar o fluxo de informação e de material de uma organização para que se compreenda a cadeia de valor e todos os desperdícios a ela associados.

2. Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente [Nota: 86%]

A empresa obteve excelente resultado no que diz respeito à busca por identificar as necessidades dos clientes externos desde a etapa de análise e concepção de seus projetos, onde são realizadas reuniões, análise de entornos e pesquisas de mercado antes da definição do perfil do novo empreendimento, com procedimentos formalizados, como ilustra a Figura 11.

Figura 11 – Procedimento operacional para novos negócios

Sistema de Gestão			
PO – Procedimento Operacional			
PROCESSO	IDENTIFICAÇÃO	VERSÃO	FOLHA Nº
NOVOS NEGÓCIOS	PO 03	09	1 DE 5
APLICABILIDADE: ISO 9.001 (X) ISO 14.001 () OHSAS 18.001 ()			

1 – OBJETIVO

Coletar dados e documentos que possam comprovar todas as informações necessárias para o estudo de viabilidade de um projeto.

2 – DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projetos;
- Especificações Preliminares;
- Contratos.

Fonte: Arquivo da Empresa 01

Como também, foi salutar seu resultado quanto após as entregas, onde são realizadas pesquisas qualitativas com os síndicos e moradores para identificar pontos positivos e negativos do edifício. Nas Figuras 12 e 13 verificam-se as pesquisas no ato da entrega e após os primeiros 06 meses, respectivamente.

Figura 12: Pesquisa de satisfação – Entrega

Pesquisa de Satisfação do Cliente - Entrega

- 1) Como você classifica a área de Relacionamento com Cliente quanto à presteza no atendimento?
☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo
- 2) Como você classifica o processo de entrega do edifício e início da implantação do condomínio?
☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo
- 3) Nas visitas à obra, como você foi atendido pela equipe de engenharia durante a construção?
☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo
- 4) Qual o seu nível de satisfação quanto ao acabamento do empreendimento?
☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo
- 5) De um modo geral o empreendimento é:
☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo
- 6) Cite os principais pontos positivos do empreendimento:

- 7) Cite os principais pontos negativos do empreendimento:

- 8) Acrescente aqui suas sugestões. Como a Duarte pode aprimorar seus produtos? Como podemos atendê-lo melhor?

- 9) Você compraria outra unidade da empresa?
☐ sim ☐ não ☐ talvez
- 10) Você indicaria um amigo para conhecer os empreendimentos?
☐ sim ☐ não ☐ talvez

Assinatura do Proprietário

Data: ____/____/____ Unidade: ____

FORM 018 V01 - PESQUISA DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE - ENTREGA

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Figura 13 - Pesquisa de satisfação – 06 meses

Pesquisa de Satisfação do Cliente - Pós-06 meses de Entrega

1) Qual a sua avaliação sobre o funcionamento das áreas comuns?

Elevador	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Guarita	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Garagens	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Hall Social	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Jardins	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo

2) Qual a sua avaliação sobre o funcionamento da área de lazer?

Piscina	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Playground	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Sauna	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Sala de Ginástica	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Terraço da Cobertura	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo

3) Qual a sua avaliação a respeito da qualidade dos itens abaixo?

Portas	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Esquadrias de Alumínio	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Bancadas de Granito	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Acabamentos Elétricos (Tomadas e Interruptores)	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Louças Sanitárias (Bacia, Tanque e Pia)	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Metals Sanitários	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Revestimento (Cerâmica)	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Instalação Hidráulica	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo
Instalação Elétrica	☐ ótimo	☐ bom	☐ regular	☐ ruim	☐ péssimo

4) Como você classifica os serviços prestados pela administradora do condomínio?

☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo

5) Caso o(a) Sr(a), tenha utilizado algum serviço de assistência técnica, qual o seu nível de satisfação?

☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo

6) Cite os principais pontos positivos do empreendimento:

7) Cite os principais pontos negativos do empreendimento:

8) De um modo geral, o empreendimento é:

☐ ótimo ☐ bom ☐ regular ☐ ruim ☐ péssimo

9) Você compraria outra unidade da empresa?

☐ sim ☐ não ☐ talvez

10) Você indicaria um amigo para conhecer os empreendimentos?

☐ sim ☐ não ☐ talvez

Nome: _____

Telefone: _____

Assinatura do Proprietário _____

Data: ____/____/____ Unidade: _____

FORM 077 V05 - PESQUISA DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE (6 MESES)

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

A excelência nesse princípio só não foi obtida pelo reduzido *feedback* destas informações aos fornecedores e projetistas, peças fundamentais na identificação da cadeia de valor do produto final.

No que diz respeito aos clientes internos, seus requisitos, como materiais e equipamentos, são evidenciados através dos PES (Procedimentos de execução de serviços), ilustrado na Figura 14, implementado pela empresa em conjunto com o sistema da qualidade.

Figura 14 - Modelo de PES

Sistema de Gestão			
PES – Procedimento de Execução de Serviço			
PROCEDIMENTO	IDENTIFICAÇÃO	VERSÃO	FOLHA Nº
ALVENARIA DE VEDAÇÃO	PES 13	13	1 de 3

1 – OBJETIVO

Padronizar os procedimentos de execução de alvenaria de vedação do edifício em blocos cerâmicos ou de concreto, não estrutural.

2 – DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projetos de arquitetura;
- Projeto de instalações elétricas;
- Projeto de instalações hidráulicas;
- Projeto de instalações telefônicas;
- Projeto de split (quando necessário);
- Projeto de esquadrias (quando necessário);
- Projeto de alvenarias (quando necessário).

3 – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS/FERRAMENTAS

Os equipamentos mencionados são utilizados para verificação dos serviços executados:

3.1 – Materiais

- Blocos (racionalizados ou tradicionais);
- Argamassa industrializada para alvenaria e/ou Argamassa produzida em obra;
- Pré-moldados de alvenaria;
- Eletrodutos corrugados;
- Água;
- Adesivo epóxi;
- Caixas para split;
- Tubos de PVC;
- Cartucho;
- Pino de aço;
- Telas galvanizadas;
- Espuma expansiva.

3.2 – Equipamentos / Ferramentas

- Gêrica e/ou carrinho de mão;
- Colher de pedreiro;
- Mangueira de Nível, Nível Alemão e/ou Nível a laser;
- Prumo de face, linha de nylon;
- Régua de alumínio;
- Escantilhão;
- Andaimas;
- Trena metálica;
- EPI;
- Esquadro;
- Paleta;
- Pistola ou marreta;
- Serra mármore;
- Masseiras.

4 – AUTORIDADE E RESPONSABILIDADE

- Execução: Pedreiro e ajudante.
- Coordenação do serviço: Engenheiro, Mestre de obra, Encarregado, Técnico de edificações e Auxiliar e/ou Estagiário.
- Verificação, aprovação, reprovação e abertura de PA: Engenheiro, Mestre de obra, Encarregado, Técnico de edificações e Auxiliar e/ou Estagiário.

5 – MÉTODO EXECUTIVO

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Além disso, os clientes internos são acionados somente depois de uma inspeção, registrada em uma ficha de verificação de serviços (FVS), ilustrada na Figura 15,

Outra forma de identificar e valorizar as necessidades dos clientes internos, é através da caixa de sugestões, ilustrada na Figura 16, a qual é aberta e discutida semanalmente em reuniões com os colaboradores.

Figura 16 – Caixa de sugestões



Fonte: O Autor (2017).

3. Redução da variabilidade [Nota: 97%]

O terceiro princípio trata da redução de diversos tipos de variabilidade que podem ser ligados aos processos de produção, como as variações dimensionais de

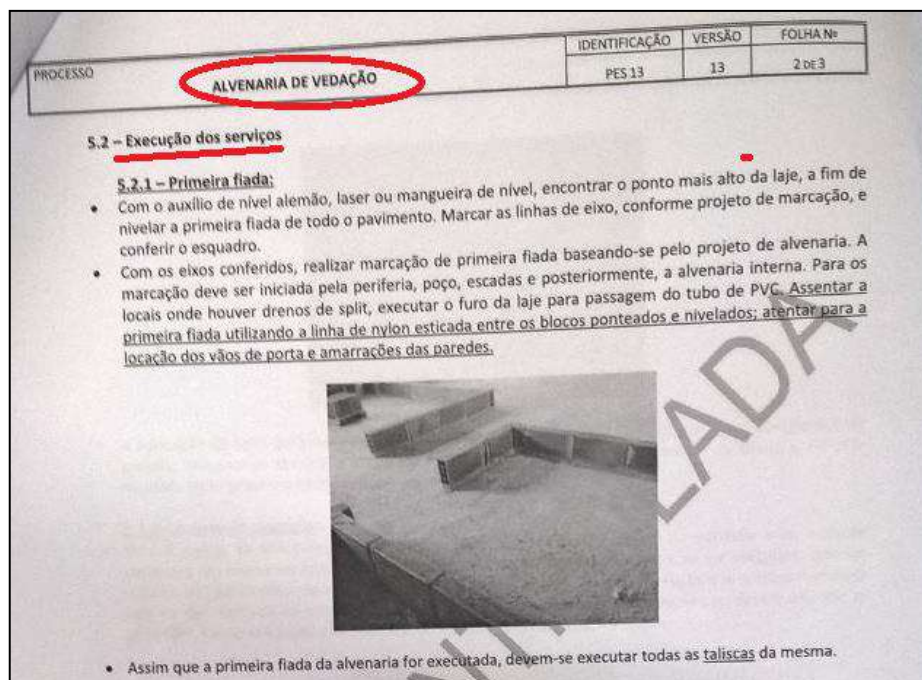
Figura 18 - Modelo de FVM

FVM - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MATERIAIS							OBRA: _____
ENDEREÇO	VERIFICAÇÃO: PREÇO, QUANTIDADE	QUANTIDADE	ESPECIFICAÇÃO MATERIAL	UNIDADE	ANÁLISE DE PREÇOS	ORÇAMENTO	MATERIAL: AREIA E BRITA
Areia Express Data de Recebimento: 25.08.16 Ref. nº: 15537-1011136 Ref. nº: 2289 Contador nº: 11	Preço Total: R\$ 1.390,00 Quantidade: 1.390,00 Preço Unit. (R\$): 1,00 Valor Unit. (R\$): 1,39 Volume (Litros): 1.390,00	1.390,00	AREIA	m³	PREÇO	1.390,00	1.390,00
Areia Express Data de Recebimento: 25.08.16 Ref. nº: 13602-977426 Ref. nº: 2205 Contador nº: 11	Preço Total: R\$ 1.390,00 Quantidade: 1.390,00 Preço Unit. (R\$): 1,00 Valor Unit. (R\$): 1,39 Volume (Litros): 1.390,00	1.390,00	AREIA	m³	PREÇO	1.390,00	1.390,00
Areia Express Data de Recebimento: 25.08.16 Ref. nº: 13708-787650 Ref. nº: 2205 Contador nº: 11	Preço Total: R\$ 1.390,00 Quantidade: 1.390,00 Preço Unit. (R\$): 1,00 Valor Unit. (R\$): 1,39 Volume (Litros): 1.390,00	1.390,00	AREIA	m³	PREÇO	1.390,00	1.390,00

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

A padronização dos procedimentos são, normalmente, a melhor forma de reduzir a variabilidade de execução, tanto na conversão como no fluxo do processo de produção. Para tanto, a Empresa 01 busca padronizar suas atividades através de PES (Procedimento de execução de serviço), conforme Figura 19, como também seus planejamentos de longo, médio e curto prazo, que são formalizados através de formulários padrões e devem ser arquivados em meio físico ou digital até o término da obra.

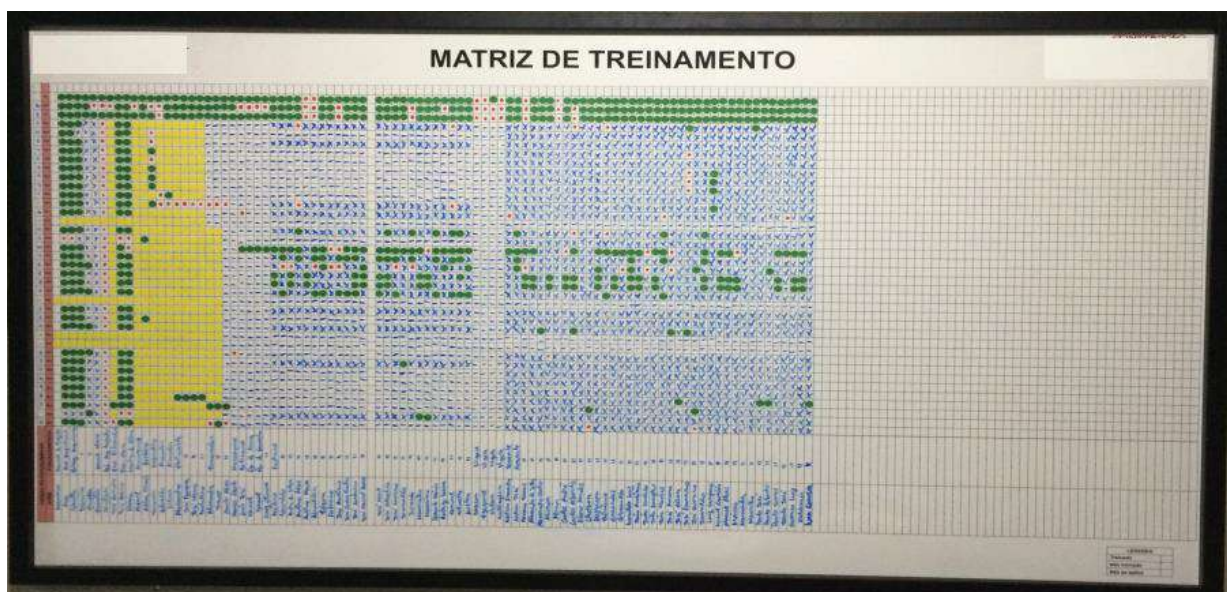
Figura 19 – Exemplo de método executivo existente no PES



Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Com o surgimento de novas atividades, faz-se necessário o treinamento das equipes de produção, tal prática é permanente na construtora e realizada previamente ao início dos serviços, ou quando é necessária uma reciclagem para um ou mais colaboradores. Os treinamentos são registrados em um formulário padrão denominado LPT (Lista de presença em treinamentos), e são acompanhados através de uma planilha digital e pela gestão à vista do quadro padrão do sistema, conforme Figura 20.

Figura 20 - Quadro de gestão à vista da matriz de treinamentos



Fonte: O Autor (2017)

Uma outra forma de reduzir a variabilidade do processo é por meio da mecanização. A Empresa afirma se preocupar com o aumento da mecanização da obra, contudo a partir da observação *in loco* verifica-se que esta é utilizada de forma incipiente. A obra possui poucos equipamentos para movimentação vertical, e tecnologias construtivas como formas pré-fabricadas e revestimento projetado não foram aproveitadas na obra, porém o Respondente 01 afirma que tais tecnologias são utilizadas em outras obras da própria empresa.

4. Redução do tempo do ciclo de produção [Nota: 94%]

Para reduzir o tempo de ciclo procura-se sincronizar tarefas e ditar um ritmo para que haja a redução de espera por tarefas precedentes. Com este intuito, a Empresa 01 faz a divisão dos ciclos de produção por meio de pacotes de trabalhos, ver

Figura 21, e estabelece um planejamento operacional, de prazo semanal, com pacotes de trabalho sem restrições, fazendo com que o fluxo ocorra de forma contínua, como ilustrado na Figura 22.

Figura 21 – Dados do pacote de trabalho

CONSTRUTORA SUPER ENXUTA			
DADOS DO PACOTE			
OBRA:		RESPONSÁVEL:	
REVESTIMENTO EXTERNO COM PEÇAS CERÂMICAS			
EQUIPE		DADOS	
NOME	FUNÇÃO	REFERÊNCIA DO PACOTE: Pacotes de Fachada v02	
Ivânia	Pedreiro		
Samuel	Servente	LOCAL: BALANÇA 08	M²: 496,15
		DATA DE INÍCIO: 09/05/2016	
		DATA DE TÉRMINO: 15/06/2016	
		PRAZO: 20 dias úteis	VALOR: Segue abaixo
DESCRIÇÃO DO PACOTE		OBSERVAÇÕES	
1. Marcação da cerâmica em três pontos do prédio para descida dos fios de prumos. 2. Preparo da argamassa colante, limpeza da base, aplicação da argamassa com desempeno e da cerâmica. 3. Limpeza geral do local		APLICAÇÃO DE CERÂMICA EXTERNA: R\$ 149,37 * Acreditamos para R\$ 150,00 * Levaram 27 dias úteis para concluir o serviço.	

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Figura 22 – Planejamento operacional

		PLANEJAMENTO SEMANAL						
		PLANEJAMENTO OPERACIONAL			RESPONSÁVEL:			
Obra:		Período: 25 07 16 - 29 07 16			LOCAL:			
SERVIÇO	PACOTE DE TRABALHO/LOCAL	M	S	T	Q	Q	S	Comentários
Fachada	BL 09 - Cerâmica Externa	T						
Fachada	BL 13 - Cerâmica Externa	T						
Fachada	BL 14 - Cerâmica Externa	T						
Império do Gesso	Forno de Gesso - pavto 14	T						
Império do Gesso	Forno de Gesso - pavto 15	T						
Império do Gesso	Forno de Gesso - pavto 16	T						
Império do Gesso	Forno de Gesso - pavto 17	T						
Atlas	Montagem do Elevador - Serviço	T						
Atlas	Montagem do Elevador - Social 02	T						
Área Comum	Tampas de Concreto - Térreo	T						
Cerâmica Interna	Cerâmica - pavto 28	T						
Instalações Elétricas	Prumada de Cabo de Iluminação da Cabine de Elevadores (Social 01, Social 02 e Serviço)	T						
Granito	Bancada de Granito - pavto 14	T						
Granito	Bancada de Granito - pavto 15	T						
Fachada	BL 11 - Aplicação de Mastique e lavagem final	T						
		T						

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Outra prática para manter o *just in time*, e sendo assim, alcançar a redução do ciclo é por meio de parceria com fornecedores para que os insumos estejam na obra na quantidade necessária e no momento correto, sem acúmulo de estoques. A Empresa 01 procura este tipo de contrato, porém, por vezes, esbarra com a dificuldade de logística dos fornecedores ou com vantagens comerciais que estão na contramão da construção enxuta.

Outro ponto negativo percebido foi a falta de clareza em obra, junto ao Engenheiro responsável, dos prazos necessários para que a equipe de suprimentos possa negociar, comprar e entregar o material.

No que diz respeito as condições de trabalho, a Empresa 01 oferece um canteiro de obra organizado, limpo e bem sinalizado. Isto pode ser observado através das diversas sinalizações verticais e horizontais, conforme Figuras 23, 24, 25 e 26,

Figura 23 - Quadro de avaliação de limpeza e segurança dos apartamentos

AVALIAÇÃO DOS APARTAMENTOS		DATA
LOCAL	LIMPEZA	SEGURANÇA
30º ANDAR		
29º ANDAR		
28º ANDAR		
27º ANDAR		
26º ANDAR		
25º ANDAR		
24º ANDAR		
23º ANDAR		
22º ANDAR		
21º ANDAR		
20º ANDAR		
19º ANDAR		
18º ANDAR		
17º ANDAR		
16º ANDAR		
15º ANDAR		
14º ANDAR		
13º ANDAR		
12º ANDAR		
11º ANDAR		
10º ANDAR		
9º ANDAR		
8º ANDAR		
7º ANDAR		
6º ANDAR		
5º ANDAR		
4º ANDAR		
3º ANDAR		
2º ANDAR		
1º ANDAR		
VAZADO 1/2		
TÉRREO		

☐ BOM
 ☐ REGULAR
 ☐ RUIM

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Figura 24 - Almoxarifado muito organizado e limpo



Fonte: O Autor (2017).

Figura 25 - Produtos identificados por etiquetas



Fonte: O Autor (2017).

Figura 26 - Layout do canteiro e seu mapa de riscos na entrada de visitantes



Fonte: O Autor (2017).

5. Simplificação através da redução do número de passos ou partes [Nota: 95%]

Com o objetivo de atender à simplificação, há o emprego de pré-fabricados de vergas, contravergas, pré-moldados de gás e ar condicionado, que reduzem o número de etapas para a execução. Neste caso, o pedreiro posiciona a verga no local e continua a execução da alvenaria. No caso da verga moldada no local, é

preciso interromper o processo de execução, resultando em atividades que não agregam valor.

Outro exemplo, é a prática da compra de aço cortado e dobrado no fornecedor, fazendo com que na obra o processo seja apenas de montagem das peças estruturais. A alvenaria racionalizada também oferece a simplificação de partes do processo, devido ao embutimento prévio das instalações, eliminando a necessidade de rasgos nos tijolos pós assentados, contudo esta metodologia será apresentada mais adiante como prática do décimo princípio.

A construtora busca disponibilizar para o funcionário o kit de material, através do *Heijunka Box* e de cartões chamados *kanbans*, representado na Figura 27, permite-se que as próprias equipes de produção sejam responsáveis por solicitar os materiais necessários, ou seja, o modelo de produção empurrada torna-se ultrapassado por conta da produção que se torna puxada pelos funcionários. Porém, no momento da pesquisa esta prática não se encontrava em uso

Figura 27 - Ferramenta Heijunka box (à esquerda) e exemplo de cartão *kanban* (à direita)



Fonte: O Autor (2017).

6. Aumento da flexibilidade de saída [Nota: 67%]

Esse conceito está vinculado ao processo de gerar valor ao produto, possibilitando mudanças rápidas no mesmo, para satisfazer as exigências do consumidor.

Neste sentido, a empresa permite adaptações a suas plantas e acabamentos de acordo com o interesse dos seus clientes em um sistema *online* de fácil utilização, ilustrado na Figura 28. Contudo, esta flexibilização ainda é bem limitada possibilitando mudanças apenas sobre poucas opções de plantas, revestimentos do piso e parede, bancadas e pintura das portas, sendo todos estes itens com opções pré-estabelecidas pela própria construtora, conforme Figura 29.

Figura 28 – Espaço *online* para personalização do produto

» Resumo da Personalização

✓ Opções de Planta
-

✓ Revestimento do Piso (todo apartamento)
-

✓ Revestimento de Parede (Cozinha, Banheiros e Área de Serviço)
-

✓ Bancadas (Cozinha e WCs)
-

✓ Pintura das Portas
-

total: **R\$ 0,00**

» Forma de Parcelamento

☒ à vista
 ☐ 6x
 ☐ 12x
 ☐ 18x

(*)Valores corrigidos regularmente conforme o INCC-DI/FGV e sujeitos a alteração sem aviso prévio.

Fonte: Site da Empresa 01.

Figura 29 – Poucas opções de escolha

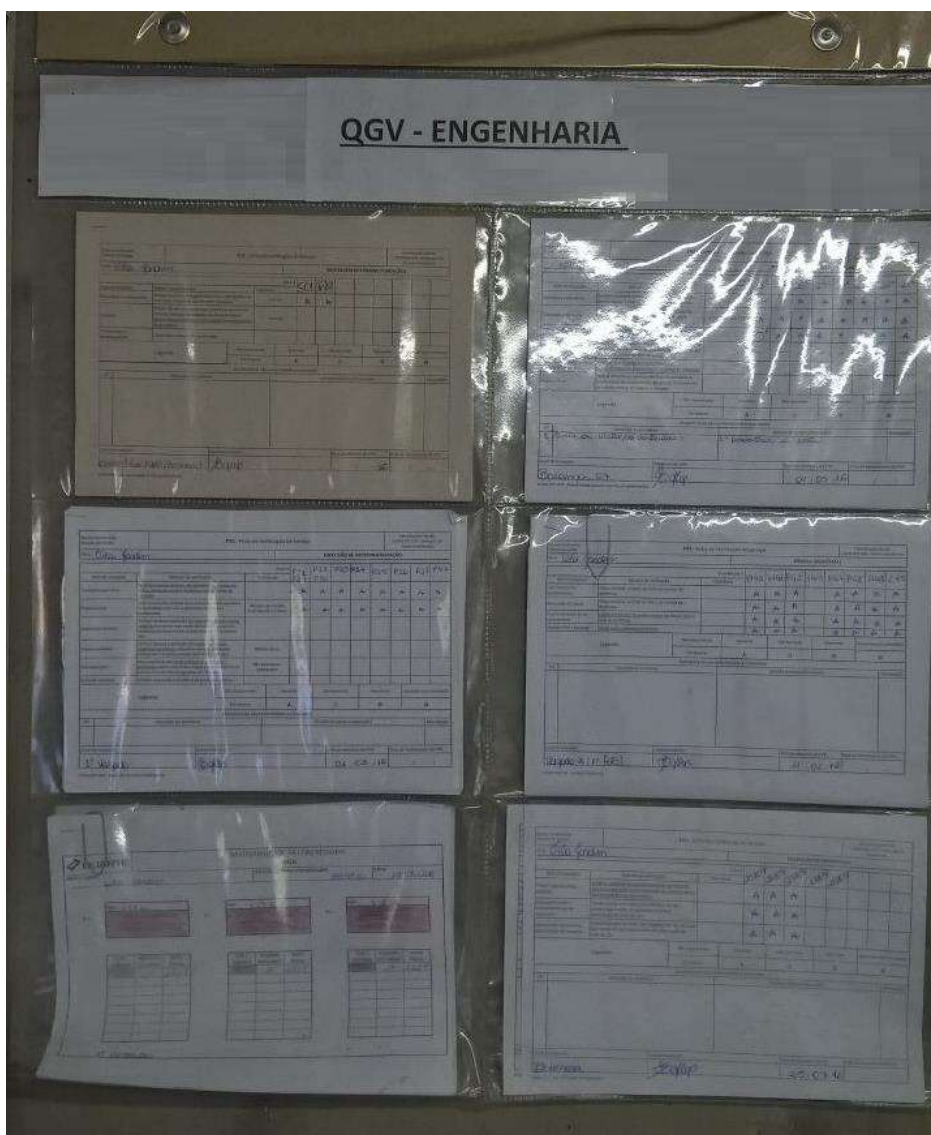
Bancadas (Cozinha e WCs)		Pintura das Portas	
			
Granito Cinza Andorinha R\$ 0,00	Granito Preto São Marcos R\$ 1.624,30	Madeira envernizada na cor natural R\$ 0,00	Madeira pintada na cor branco fosco R\$ 2.104,19
☐	☐	☐	☐

Fonte: Site da Empresa 01.

7. Aumento da transparência do processo [Nota: 82%]

Visando atender este princípio, são tomadas medidas como a implantação de dispositivos de visualização e comunicação no canteiro, como um mural, para divulgação de prazos, metas e procedimentos de execução podem ser vistos nas Figuras 30 e 31.

Figura 30 - Quadro de gerenciamento visual com as FVS e documentos importantes para o acompanhamento das atividades



Fonte: O Autor (2017).

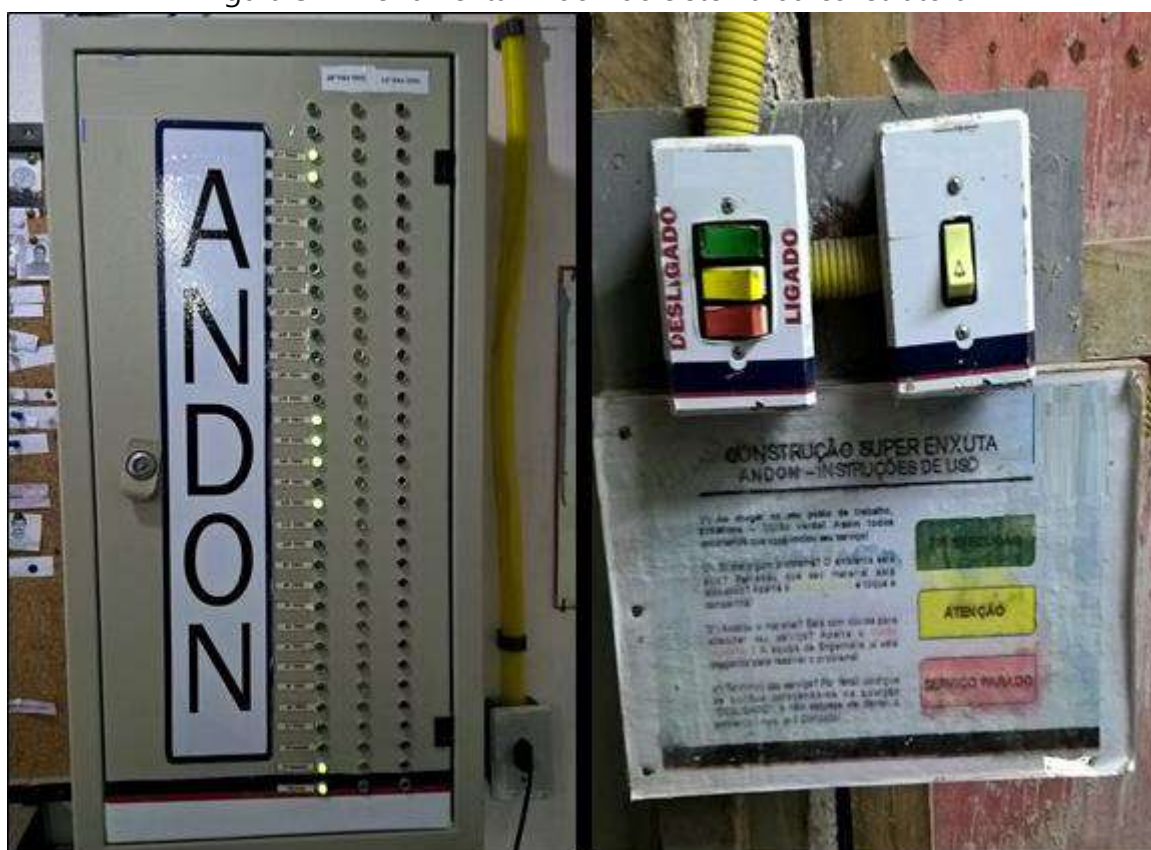
Figura 31 – Sala da Engenharia repleta de quadros para gestão visual



Fonte: O Autor (2017).

Ainda neste sentido, destaca-se a adoção da ferramenta *Andon*, ilustrada na Figura 32, a mesma trata-se de uma comunicação direta entre a produção e a Engenharia, através de sinais luminosos é possível permitir a não interrupção das atividades que estão sendo realizadas e identificação das ações corretivas, preventivas e o local para tais.

Figura 32 - Ferramenta *Andon* do sistema da construtora



Fonte: O Autor (2017).

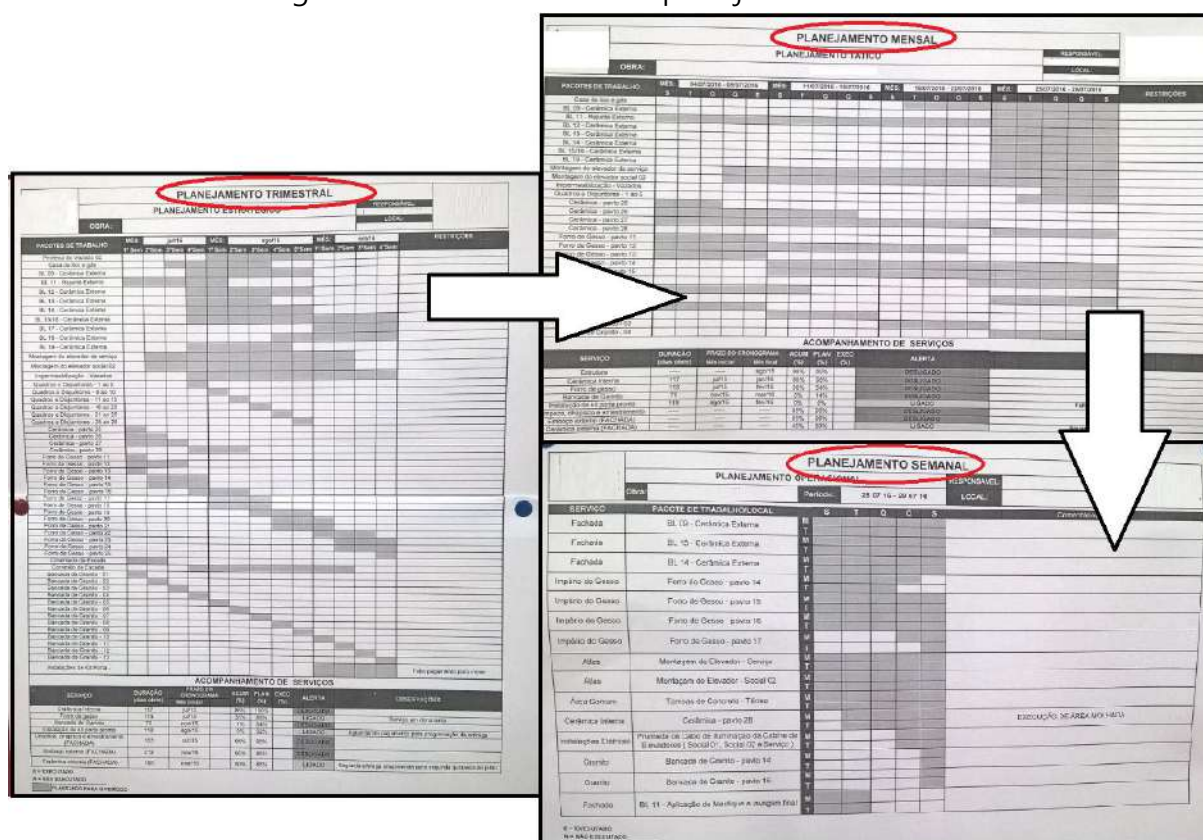
Esta transparência por meio de controles visuais contribui para aumentar a eficiência da produção, já que esses controles identificam fácil e rapidamente a

ocorrência de desperdícios, problemas no processo e ações para a melhoria contínua.

8. Foco no controle no processo global [Nota: 78%]

A integração entre os diversos horizontes de planejamento (longo, médio e curto prazo), é uma maneira utilizada pela empresa para atender a esse princípio, conforme Figura 33. Com o objetivo de que seja produzido apenas o necessário e na medida certa, sem a criação de superprodução e também sem comprometer a entrega da obra, com o atraso de tarefas.

Figura 33 - Os três níveis do planejamento da obra



Fonte: O Autor (2017).

Dessa maneira, as informações contidas no plano de longo prazo são transferidas ao plano de médio prazo. Nesse horizonte, as tarefas apresentam-se com maior grau de detalhamento e identificação das restrições para execução das tarefas. Depois de eliminadas as restrições da atividade, esta atividade passa para o plano de curto prazo, que é o plano operacional. Analisando as informações de problemas coletados no curto prazo, pode-se retroalimentar o planejamento e propiciar melhoras no sistema de execução da obra.

Esse princípio também pode ser atendido com a utilização de parcerias com os fornecedores e avaliação dos mesmos. A empresa, como foi colocado no quarto princípio, procura parcerias com os fornecedores e manter uma relação duradoura, porém muitas vezes encontra dificuldades logísticas por parte deles. Já a qualificação e avaliação dos fornecedores são processos formalizados dentro da empresa, conforme Figura 34.

Figura 34 – Procedimento para avaliação e qualificação de fornecedores

Sistema de Gestão			
PO – Procedimento Operacional			
PROCESSO	IDENTIFICAÇÃO	VERSÃO	FOLHA Nº
SUPRIMENTOS	PO 01	26	1 de 4
APLICABILIDADE: ISO 9.001 (X) ISO 14.001 (X) OHSAS 18.001 (X)			

1 – OBJETIVO

Desenvolver as atividades de compra de materiais de acordo com as especificações técnicas e contratação de empresas para prestação de serviços, projetos e consultorias para os projetos da empresa. Tem ainda como objetivo descrever o processo de qualificação e avaliação de fornecedores, tanto de materiais como de serviços, e ainda controlar e acompanhar o estoque.

2 – DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

4.2 – Avaliação de fornecedores:

4.2.1 – Fornecedores de materiais: As ocorrências de problemas relacionadas ao fornecimento de materiais devem ser registradas pelo Almoxarife na FVM – Fichas de Verificação de Materiais, no ato do acontecimento. Quando houver qualquer ocorrência de não conformidade relativa a prazo, atendimento e qualidade, o Almoxarife deverá comunicar a Supervisão de Suprimentos, enviando uma cópia do registro da não conformidade (registro da FVM).

4.2.2 – Fornecedores de Serviços (incluindo consultorias, projetistas, etc.): O Engenheiro, Residente (quando houver), ou o Auxiliar/Estagiário deve acompanhar as FVS – Fichas de Verificação de Serviço, para verificar qualquer ocorrência de não conformidade relativa à qualidade, atendimento e prazo dos serviços prestados. Estas ocorrências devem ser comunicadas a Supervisão de Suprimentos, através dos RDM – relatórios de desenvolvimento mensal.

4.3 – Reavaliação de fornecedores:

4.3.1 – A reavaliação dos fornecedores (de Materiais Controlados) deverá ser realizada uma vez por ano ou quando surgir qualquer ocorrência.

4.3.2 – A reavaliação deverá ser feita pela Supervisão de Suprimentos e utilizando o FORM 107 – Reavaliação Anual de Fornecedores.

5 – FORMULÁRIOS E MODELOS CORRELATOS

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

9. Introdução de melhoria continua no processo [Nota: 86%]

A introdução dos procedimentos de ação corretiva e preventiva possibilita a identificação de problemas, no processo, e suas prováveis causas. Esse procedimento foi aplicado, em consequência da certificação no PBQP-H, e é um

instrumento muito pertinente à aplicação desse princípio. O modelo de plano de ação de não conformidade, utilizado pela empresa, é apresentado na Figura 35. Nesse relatório são identificadas as origens da não conformidade, suas descrições e quais suas ações corretivas.

Figura 35 – Plano de Ação sobre não conformidade

	SISTEMA DE GESTÃO	AÇÃO CORRETIVA	22 / 09 / 2015
	P.A. – PLANO DE AÇÃO	AÇÃO PREVENTIVA	Nº.: 25 / 15
	PROCESSO / OBRA:	AÇÃO DE MELHORIA	Folha: 01/02

DESCRIÇÃO DA NÃO-CONFORMIDADE A SER MELHORADA / DESCRIÇÃO DA MELHORIA: - Análise dos indicadores de sustentabilidade não descrita de forma clara; - Apresentação de alguns documentos atrasados do fornecedor de remoções de entulhos; - Não identificado local para armazenamento de resíduos considerados perigosos.		
RESPONSÁVEL PELO P.A.:		
ESTUDOS DAS CAUSAS / AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS (MELHORIA): - A equipe de obra apresentava dificuldades no entendimento do procedimento de gerenciamento de resíduos e em alguns pontos havia falhas. - Documentação em atraso já apontada, porém devido à dificuldades financeiras com outros fornecedores não foi autorizada a troca do mesmo.		
DETALHAMENTO DAS AÇÕES	RESPONSÁVEL	PRAZO
01) Realizar um novo treinamento com os funcionários responsáveis pelas atividades do procedimento operacional de gerenciamento de resíduos. Neste treinamento será dado um foco maior nos pontos indicados como causas da abertura do plano de ação.	Engenheiro	02/10/2015
02) Realizar uma alteração nas baias do nosso canteiro, afim de criar um local para armazenamento de resíduos considerados perigosos e uma ampliação de algumas baias para atender as atuais demandas do canteiro.	Engenheiro	27/10/2015
03) Monitorar a destinação dos resíduos e acompanhamento dos envios ao receptor dos mesmos.	R.D.	13/11/2015
ACOMPANHAMENTO DAS AÇÕES	RESP. PELA VERIFICAÇÃO	DATA DA VERIFICAÇÃO
1) Foi realizado o treinamento com os funcionários no dia 30 de setembro. Este treinamento está evidenciado na LPT em pasta na obra do Edf.	Engenheiro	01/10/2015
Os indicadores de sustentabilidade foram preenchidos corretamente e foi apontado uma diferença entre a estimativa geral de obra e os resultados aferidos, porém esta diferença não irá prejudicar a obra. Quanto a documentação dos fornecedores, foram todas atualizadas.	Engenheiro	20/10/2015
2) As mudanças das baias não foram executadas devido as dificuldades no canteiro, a previsão para o término desta alteração é de 27/11/2015.	Engenheiro	03/11/2015

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Também, por ocasião de adequações para atendimento ao PBQP-H, a empresa introduziu indicadores para medir seus processos principais, os quais estão apresentados na Figura 36, devendo apresentar as formas de medição, resultados e comentários ou justificativas.

Figura 36 – Relatório de desenvolvimento mensal.

<i>Relatório de Desenvolvimento Mensal</i>				
<i>Obra</i>	<i>Período (mm/aaaa)</i>	<i>Término da Obra (Meses)</i>		
	mai/16	7		
1. Indicadores da Gestão				
Observações				
1	Os serviços/indicadores que não atingirem sua meta deverão ser justificados			
2	Caso exista algum serviço que seja monitorado mas que ainda não possua meta, preencher as linhas em branco para futura análise e criação do indicador			
3	Favor preencher os "resultado" de acordo com a quantidade real da obra em fórmula. Exemplo: Item 1 - Montagem de Fôrma - RESULTADO: Freencher "x=176*9/3000 (H.h/m2)"			
Item	Indicador	Resultado	Comentário / Justificativa	
1	Montagem de Fôrma	m2		
2	Armação	kg		
3	Marcação de Alvenaria externa	m		
4	Elevação de Alvenaria Externa	m2		
5	Elevação de Alvenaria de Poço e Escada			
6	Marcação de Alvenaria interna	m		
7	Elevação de Alvenaria interna	m2		
8	Contrapiso	m2		
9	Contramarco	m		
10	Chapisco interno	m2		
11	Revestimento de Gesso (vão fechado)	m2		
12	Impermeabilização c/ Arg. Polimérica	m2		

Fonte: Arquivo da Empresa 01.

Outra medida são os treinamentos, onde semestralmente são realizados cursos de capacitação por instrutores internos ou convidados, com todos os engenheiros, estagiários, técnicos em edificações, técnicos em segurança do trabalho, mestre de obras.

Através dos treinamentos dos procedimentos de execução dos serviços, as equipes tendem a adquirir um padrão maior de suas atividades, sendo definido previamente o quantitativo de funcionários, os prazos para execução e o valor acertado para a conclusão do mesmo.

Destaca-se como ponto negativo que a prática de premiações não é algo comum em seus empreendimentos, e falta de um *feedback* sobre desempenho aos colaboradores de maneira formalizada.