

UFPA

PPGEC

Universidade Federal do Pará



Willy Castelo Branco Romano Teixeira

MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO BASEADO NA CONSTRUÇÃO ENXUTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo Professor André Montenegro

Belém – Pará – Brasil

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

*MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO BASEADO
NA CONSTRUÇÃO ENXUTA*

Willy Castelo Branco Romano Teixeira

Belém
2018

Willy Castelo Branco Romano Teixeira

***MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO BASEADO
NA CONSTRUÇÃO ENXUTA***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestrado em Engenharia Civil.

Prof. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte
Doutor pela Universidade Federal do Pará, Belém.
Orientador

Prof. Renato Martins das Neves
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
Orientador

Belém
2018

Dedico este trabalho ao meu avô Sebastião Castelo Branco (*in memorian*) pelo exemplo de foco no trabalho e dedicação a família, a minha mãe Tânia Castelo Branco, maior responsável por toda e qualquer conquista que um dia eu possa vir a alcançar, a minha futura esposa Orlana Dias, a minha avó Conceição, ao meu pai João Romano, aos meus irmãos João Paulo e Erika, a minha sobrinha Marina e aos meus sobrinhos João Victor e Bernardo, futuros engenheiros civis.

AGRADECIMENTOS

À Deus, e conhecereis a verdade, e a verdade vos libertará. (João 8:32).

Mãe, sempre me dedicarei ao máximo, para honrar todo o sacrifício pelo qual você passou para educar seus filhos.

Aos professores e amigos Dr. Renato das Neves e Dr. André Montenegro, orientadores deste trabalho, pelo voto de confiança e apoio, sem vocês a conclusão deste trabalho não seria possível.

A todos da UFPA com quem tive o prazer de conviver, em especial aos professores: Dr. Adalberto Cruz, Dr. André Cruz, e Dr. Paulo Sergio Lima.

Aos professores Dr. Alcebíades Macêdo, Dr. Luiz Maurício Maués e Dra. Andréa Kern, que aceitaram participar da banca de avaliação da presente dissertação, contribuindo para o melhoramento deste trabalho com suas críticas construtivas.

As pessoas com quem trabalhei ao longo dos últimos 20 anos na construção civil e pude desenvolver os conhecimentos que embasaram este trabalho, em especial ao diretor técnico Kilson Nascimento, por todos os ensinamentos, aos empresários Rui Castelo Branco, Daniel Ferraz, José Macedo Ferraz, Tony Couceiro, Leopoldo Couceiro, Antônio Couceiro, Márcio Bellesi, Jeferson Jacob, Bruno Mattos, Davi Starepravo, Armando Uchoa, Jorge Helder, Leonardo Gomes, Gisandro Massoud, Gilberto Massoud, Ulisses Sereni, Ícaro Sereni, Silvio Simões, Marina Simões, Edevaldo Nascimento e Fredson Brito, a professora Elisa Couceiro, aos engenheiros Giovanni Carvalho, Walter Farias, Augusto Freitas, Gustavo Muraro, Jonatas Moraes, Eiji Sakomoto, Francisco Souza, Amélia Souza, Rudimar do Carmo, Renato Mariz, Edilson Pimentel, Rodrigo Sanches, Gabriel Banha, Valbenilton Souza, Marcelo Cordeiro, Fábio Pinheiro, Fernando Pinheiro, Júlio Alencar, Kimico Athayde, Lucas Athayde, Raimundo Júnior, Lourival, Ruy Klautau, Gustavo Arevalo, Silvana Vale, Janilton Ugulino, Danillo Linhares, Wilder Caju, Fábio Rocha, Luciney, Felipe Braga, Tércio Rocha, Warlison Costa, Julian Guimarães, Josué Augusto, Cláudio Silva, Fernanda Câmara, Thaís Borba e Yuri Aquino, aos arquitetos: José Hissa, Francisco Hissa, Herlon Oliveira, Rui Carneiro e Severino Marcos, aos mestres de obras Antônio Viana, Balieiro, Silvanei Almeida, Jonias Sena, Marcos Lobato, Walter Nascimento, Damião, Raimundo Nonato e Paulo Sérgio.

RESUMO

TEIXEIRA, Willy Castelo Branco Romano. *Método para implantação de um sistema de gestão baseado na construção enxuta*. 2018. *Qualificação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFPA, Belém-PA.*

A estagnação econômica em que se encontra o país tem levado cada vez mais as empresas buscarem alternativas para melhoria dos seus resultados. A dificuldade para conseguir crédito imobiliário tem influenciado diretamente para o aumento dos distratos de unidades já adquiridas por clientes, criando-se uma maior oferta de produtos e, conseqüentemente, aumentando a concorrência entre as construtoras, que acabam sendo forçadas a dar descontos em suas unidades ofertadas. Diminuindo os resultados esperados de seus empreendimentos. Nesse cenário de desafios, as empresas do setor da construção civil tem buscado otimizar as suas gestões internas, melhorando seus processos. Uma alternativa para que isso ocorra é o desenvolvimento de um sistema de gestão próprio, englobando todas as etapas do empreendimento, desde a sua concepção até o pós-obra. A estratégia de pesquisa utilizada é a pesquisa-ação, pois tem como objetivo traçar um diagnóstico do problema, planejar ações de melhoria, implementá-las, avaliar os resultados e refletir sobre possíveis novas ações. Na pesquisa-ação, o pesquisador atua em um contexto de aplicação tentando provocar uma mudança no sistema, monitorando os resultados e, ao mesmo tempo, aumentando o conhecimento sobre o tema de estudo. Para o delineamento da pesquisa foram realizadas 3 etapas: 1) Compreensão, na qual foram desenvolvidos estudos iniciais sobre produtividade, qualidade na construção e filosofia *Lean*, sendo posteriormente desenvolvidas e aprovadas as planilhas de acompanhamento dos resultados, e selecionadas as ferramentas a serem aplicadas nos canteiros, 2) Desenvolvimento do Sistema de Gestão, o qual foi estruturado e aprovado, 3) Aplicação do Sistema de Gestão, que após a sua aplicação, os resultados foram analisados, propondo-se as melhorias necessárias e definindo-se a versão final do Sistema. Os principais resultados obtidos foram: (a) a definição das habilidades necessárias para a pessoa que irá fazer o papel de Agente de Mudanças, sendo o principal responsável pela implantação do sistema, (b) a versão final do Sistema de Gestão proposto, (c) a definição do momento de aplicação de cada uma das etapas do sistema, (d) demonstração por meio de resultados financeiros, da viabilidade de aplicação do método proposto. Verifica-se com os resultados obtidos a necessidade de desenvolver metodologias próprias de gestão por parte das incorporadoras e/ou construtoras, para o gerenciamento de seus empreendimentos, visando à otimização dos resultados e aumento da qualidade do produto final.

Palavras-chave: Sistema de Gestão, Agente de Mudanças, Construção Enxuta, Produtividade, Gestão da Construção.

ABSTRACT

TEIXEIRA, Willy Castelo Branco Romano. Método para implantação de um sistema de gestão baseado na lean construction. 2018. Qualification (Masters Degree in Civil Engineering) – Graduate Program in Civil Engineering, UFPA, Belém-PA.

The stagnation of the economy in the country make each time more business to look for alternatives to improve their results. The difficulty in obtaining mortgage loans strongly influences the rise of the distractions of the houses and apartments purchased, creating more offers and consequently increasing the competition between builders, which forces them to give discounts, making the expected profit is less for their enterprises. On this scene of challenges, the construction companies have been searching for improve their managment and processes. A alternative to make it happen is the development of their own management system, encompassing all steps of the process, starting in the concept until the after construction. The searching strategy is the searching-action, it consists in diagnoses the problem, plans the solution actions, implement these actions, evaluate the results and find possibilities of new actions. On this type of searching, the searcher's focus is on provoke changes in the system, monitoring the results and at the same time increasing the kwoledge about the theme. To define the searching, were made three steps:

- 1) Understood, where were full-blown the starting studies of productivity, construction quality and Lean filsofy, later being developed and approved tools to be applied in construction processes,
- 2) Development of the management system, where it was made and approved,
- 3) Enforcement of the management system, where the results were evaluated, propose the necessary improvement and define the final system version.

The main results founded were: (a) the definition of necessary abilities for a person who will be the change agent, responding for the system implementation, (b) the final management system version porpose, (c) the definition of the each step's right application moment, (d) the viability demonstration of applying the proposed method thru the financial results.

The results prove the necessity of developing a own management methodology for the construction companies, looking for a better results and rising the quality of the final product.

Keywords: Management system, change agent, lean construction, productivity, construction management.

Sumário

ÍNDICE DE TABELAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
1. INTRODUÇÃO	14
1.1. CONTEXTO E JUSTIFICATIVA	14
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2.1. Construção Enxuta.....	18
1.3. QUESTÕES DE PESQUISA	19
1.4. OBJETIVOS DO ESTUDO.....	19
1.5. DELIMITAÇÕES	19
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2. CONCEITOS E PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	21
2.1. O MODELO TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	21
2.2. FERRAMENTAS E CONCEITOS <i>LEANS</i> APLICADOS À CONSTRUÇÃO ENXUTA	23
2.3. SISTEMA OU MÉTODO DE GESTÃO	35
3. MÉTODO DE PESQUISA	61
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	63
3.2. ESTRATÉGIA DE PESQUISA – PESQUISA-AÇÃO	61
3.2.1. AS CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA-AÇÃO.....	62
3.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA	64
3.3.1. COMPREENSÃO	65
3.3.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO	67
3.3.3. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO	70
4. RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO	76
4.1. O AGENTE DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA.	76
4.2. O SISTEMA DE GESTÃO PROPOSTO.	77

4.3. O SISTEMA DE GESTÃO NA LINHA DO TEMPO.	120
4.4. MÃO DE OBRA PLANEJADA VERSUS REALIZADA NA EMPRESA.	128
4.5. ANÁLISES DO DESEMPENHO FÍSICO FINANCEIRO DA EMPRESA	131
4.6. CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO	136
4.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	140
5. CONCLUSÕES	142
5.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES	142
5.1.1 Benefícios e barreiras para implementação do sistema proposto	143
5.1.2 Sistema Proposto	143
5.2 Restrições e recomendações de trabalhos futuros	145
REFERÊNCIAS	147

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Célula de produção 02 - alvenaria periférica (2003)	24
Tabela 2: Análise dos fatores potenciais dos problemas	25
Tabela 3: Comparação dos passos de instrução (Charles Allen x TWI x Kaizen).....	52
Tabela 4: Características Obra A do estudo de caso	64
Tabela 5: Características Obra B do estudo de caso.....	64
Tabela 6: Características da pesquisa-ação	63
Tabela 7: Planilha de controle das certidões do terreno em negociação – Empresa (2015)	81
Tabela 8: Comparação entre métodos de índice de produtividade.....	83
Tabela 9: Exemplo de célula de produção – Alvenarias (CP-02) – Empresa (2015).....	86
Tabela 10: Prazos e programas utilizados nos três níveis de planejamento – Empresa (2013)	87
Tabela 11: Comparativo equipe planejada x equipe utilizada – Empresa (Obra B) (2016)	131
Tabela 12: Tempo/custos da equipe de PCP dedicados a Obra B.....	136
Tabela 13: Custos de implantação x economia obtida – Empresa (Obra B) (2016)	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo “4Ps”	22
Figura 2: Modelo de Andon utilizado na construção civil (2006).....	24
Figura 3: Mural do 5S em um canteiro de obras (2004).....	26
Figura 4: Limpeza e organização no canteiro de obras (2006).....	27
Figura 5: Estoque Padrão de blocos cerâmicos e de ferro em um canteiro de obras (2006)	27
Figura 6: Gestão Visual no canteiro de obras - Planta de inventário de blocos (2004) .	28
Figura 7: Heijunka Box utilizado em um canteiro de obra (2004).....	29
Figura 8: Operário utilizando rádio de comunicação em uma obra (2007).....	30
Figura 9: Kanbans em um canteiro de obras (2006).....	31
Figura 10: Mapa do Fluxo de Valor da alvenaria periférica (2016).....	32
Figura 11: Exemplo de Plano Para Cada Pessoa aplicado na construção civil (2014)...	33
Figura 12: Casa representativa do Sistema Toyota de Produção (TPS).....	34
Figura 13: Linha do tempo entre o pedido e o recebimento do dinheiro.....	35
Figura 14: As cinco etapas do ciclo de planejamento	40
Figura 15: Tendência de integração da logística na construção civil.....	44
Figura 16: Modelo de processo tradicional	47
Figura 17: Modelo de processo de Construção Enxuta	48
Figura 18: Três eras ou estágios do movimento da administração da qualidade	54
Figura 19: Ciclo PDCA ou ciclo de Deming.....	55
Figura 20: Processo cíclico da pesquisa-ação	62
Figura 21: Delineamento da pesquisa.....	65
Figura 22: Sistema de gestão baseado em 10 etapas	67
Figura 23: Comparativo mensal: planejado x executado – Empresa (2014).....	72
Figura 24: Comparativo acumulado: planejado x executado – Empresa (2014).....	73
Figura 25: Comparativo mensal: físico x financeiro – Empresa (2014)	74
Figura 26: Quadro de distribuição do efetivo da obra – Empresa (2014)	75
Figura 27: Planilha de viabilidade estática para obra hipotética – Empresa (2015).....	80
Figura 28: Pré-planejamento em linha de balanço – Empresa (2016).....	82

Figura 29: Reunião de aprovação dos índices de produtividade (participantes: equipe técnica da obra e equipe de PCP) – Empresa (2015).....	84
Figura 30: Índices de produtividade adotados – Empresa (2015)	84
Figura 31: Modelo de Linha de Balanço de uma obra da Empresa (2014).....	88
Figura 32: Definição da equipe de apoio e células de produção de uma obra da Empresa (2014)	89
Figura 33: Planejamento de médio prazo (três meses) – Gráfico de Gantt – Empresa (2015)	90
Figura 34: detalhamento do planejamento de curto prazo da célula de estrutura, com os prazos e a equipe que deverá executar o serviço – Empresa (2015)	92
Figura 35: Planejamento de Curto Prazo – controle das células de produção – Empresa (2015)	93
Figura 36: Quadro Emocional no canteiro de obras – Empresa (2016)	96
Figura 37: Mural do 5S no canteiro de obras – Empresa (2016).....	96
Figura 38: Fluxo dos materiais no canteiro de obras.....	97
Figura 39: Ruas de fluxo no canteiro de obras – Empresa (2013)	98
Figura 40: Kanbans de controle dos materiais – Empresa (2017).....	99
Figura 41: Layout do canteiro contemplando: Áreas de vivência, vias de fluxo e locais de recebimento e estocagem de materiais – Empresa (2015).....	101
Figura 42: Estoque padrão de blocos cerâmicos	103
Figura 43: Estoque padrão de gesso	104
Figura 44: Mapa do Fluxo de Valor da alvenaria periférica - Empresa (2016).....	104
Figura 45: Mestre de obras checando (C.Q.E.) no canteiro de obras – Empresa (2015)	105
Figura 46: Pedreiro solicitando sem intermediários a argamassa diretamente ao betoneiro	106
Figura 47: Heijunka box utilizado pelo betoneiro – Empresa (2016)	106
Figura 48: Matriz de Treinamento da mão de obra– Empresa (2014).....	109
Figura 49: Avaliação dos Operários da Célula de Produção-02 –Empresa (2015).....	110
Figura 50: TTFM de treinamento para os ferreiros – Empresa (2015)	111
Figura 51: TTFM de treinamento para os carpinteiros – Empresa (2015)	112
Figura 52: Encarregada da qualidade orientando os ferreiros – Empresa (2015)	114
Figura 53: FIS (ficha de inspeção dos serviços) – Empresa (2014)	115

Figura 54: PES (procedimentos de execução dos serviços) – Empresa (2014).....	116
Figura 55: Exemplo de planilha de validação de protótipo	118
Figura 56: Checklist de entrega das unidades – Empresa (2017).....	118
Figura 57: Linha do tempo para a construção de um edifício	121
Figura 58: Etapa de viabilidade na linha do tempo da construção de um edifício	121
Figura 59: Etapa de pesquisas externas e internas.....	122
Figura 60: Definição das células de produção na linha do tempo	122
Figura 61: Planejamentos de médio e longo prazo na linha do tempo	123
Figura 62: Definições dos planos logísticos na linha do tempo	124
Figura 63: Proteção da produção na linha do tempo	116
Figura 64: Etapa de avaliação, seleção e definições da mão de obra na linha do tempo	117
Figura 65: Treinamento das equipes na linha do tempo.....	126
Figura 66: Controle da qualidade na linha do tempo.....	127
Figura 67: Criação de um ambiente de autorrealização na linha do tempo.....	127
Figura 68: Todas as etapas da linha do tempo.....	128
Figura 69: Gráfico comparativo de mão de obra - mês a mês – Empresa (Obra B) (2016)	129
Figura 70: Comparativo acumulado mão de obra planejada x executada – Empresa (Obra B) (2016)	130
Figura 71: Comparativo físico mensal planejado x executado – Empresa (Obra B) (2014)	132
Figura 72: Comparativo acumulado mensal físico/financeiro – Empresa (Obra B) (2016)	133
Figura 73: Quadro de distribuição do efetivo da obra – Empresa (Obra B) (2014).....	135
Figura 74: Economia menos custo de implementação (acumulado) – Empresa (Obra B) (2017)	138
Figura 75: Comparativo mês a mês, economia menos custo de implementação – Empresa (Obra B) (2016)	139

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo de introdução serão apresentados o contexto e a justificativa para o desenvolvimento do estudo, os problemas e questões da pesquisa, os objetivos gerais e específico, as delimitações e a estrutura geral do trabalho.

1.1. CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

O mercado da construção civil brasileira passa atualmente por uma crise, devido, principalmente, à estagnação econômica em que se encontra o país. Contribuindo para isso, o excesso de lançamentos ocorridos nos anos de maior disponibilidade de crédito bancário para o mercado imobiliário, gerando um desequilíbrio entre oferta e demanda. A crise da economia no país tem influência na construção civil, segundo Hippert e Andrade (2016), o setor da construção civil brasileira emprega diretamente mais de três milhões de pessoas e é responsável por mais de 6% do PIB nacional.

Ao longo dos anos, a construção civil tem sido vista como uma indústria de grandes desperdícios em comparação com a indústria seriada, alguns fatores específicos fazem com que a gestão na construção seja mais complexa quando comparada as demais indústrias. Meseguer (1991) destaca as seguintes características do setor da construção civil:

- A construção é uma indústria de caráter nômade, com produtos únicos e não seriados. A produção é centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo) ao invés da produção em cadeia (produtos passando por operários fixos), como em outras indústrias;
- É uma indústria muito tradicional com grande inércia às alterações;
- Utiliza mão de obra intensiva e pouco qualificada, tendo o emprego dessas pessoas em caráter eventual e suas possibilidades de promoção são escassas, o que gera baixa motivação;
- A construção, de maneira geral, realiza seu trabalho a céu aberto;
- O produto é único, ou quase único, na vida do cliente final;

- São empregadas especificações complexas e muitas vezes confusas;
- As responsabilidades são dispersas e pouco definidas dentro da empresa;
- O grau de precisão com que se trabalha na construção é, em geral, menor do que em outras indústrias, como, por exemplo, parâmetros relativos a orçamento, prazo e conformidade.

Devido à essas características, diferentes das indústrias seriadas, a construção civil necessita de um sistema de gestão adaptado à sua realidade, visando a redução dos desperdícios e aumento da produtividade.

1.1.1. Desperdício na construção

O conceito de perdas e a forma de medi-las causam divergências no setor da construção civil, o que ocasiona intermináveis debates quanto à validade e ao significado dos indicadores de perdas levantados em diferentes estudos (ISATTO et al., 2000).

Para o referido autor, com frequência, as perdas na construção civil são consideradas como sinônimo de entulho, tais como, restos de materiais que não apresentam a possibilidade de serem reaproveitados. No entanto, tal conceito nem sempre é adequado, principalmente quando se considera os crescentes níveis de competição do setor.

Projetos inadequados, compras mal efetuadas, erros nas especificações e nos detalhamentos dos projetos e a falta de coordenação ocasionam perdas de materiais fora dos canteiros de obras e nas etapas que antecedem a produção (FORMOSO, 1999).

Já segundo Souza (2008), perda de material é toda quantidade consumida além da quantidade teoricamente necessária, que é aquela indicada no projeto e seus memoriais, ou demais prescrições do executor, podendo ocorrer sob três diferentes naturezas:

- Furto ou extravio;
- Entulho;
- Incorporação.

Portanto, considerando que perda é toda quantidade de material consumida além da quantidade indicada no projeto, observa-se que em muitas atividades de moldagem in loco ocorrem perdas por incorporações de materiais, mesmo sendo a mais visível, uma vez que o entulho nem sempre tem a maior representativa quando se fala em materiais.

Para o caso de vários serviços, muitas vezes a mais relevante, quantitativamente falando, é a perda incorporada, embora muitas vezes menos perceptível visualmente que a por entulho, podendo representar, para alguns materiais, a natureza mais presente de perdas na construção (SOUZA, 2008).

Após analisar vários trabalhos sobre perdas na construção civil, e estudar os números de aproximadamente 200 obras, Souza (2008) chegou aos indicadores descritos abaixo:

- Indicador de **perda física** de materiais para o mercado formal de construção de edifícios = **25%** (percentual em massa de materiais);
- Indicador de **perda financeira** decorrente da perda física de materiais para o mercado formal de construção = **10%** (custo dos materiais perdidos em relação aos teoricamente necessários).

Segundo Taylor (2010), é papel das empresas dar aos trabalhadores uma oportunidade justa para ganhar o máximo possível, inicialmente o autor se preocupou em estudar apenas os processos, mas após a consolidação dos seus métodos, ele iniciou a definição de seus princípios. Dentre esses, estão:

- Atribuir a cada operário a tarefa mais elevada que lhe permitisse as aptidões;
- Solicitar a cada operário o máximo de produção que se pudesse esperar de um trabalhador hábil de sua categoria;
- Que cada operário, produzindo a maior soma de trabalho, tivesse uma remuneração adequada, ou seja, 30% a 50% superior à média dos trabalhadores de sua classe.

Para Taylor (2010), o trabalhador deveria ser pago de acordo com sua produtividade, para combater o pensamento errôneo de alguns operários que achavam que mantendo a produtividade baixa, estariam assim garantindo a permanência dos seus empregos. Ele destacou ainda que essa ideia estava generalizada nas indústrias e, principalmente, nas empresas de construção.

O principal objetivo da administração deve ser o de assegurar o máximo de prosperidade ao empregador e ao mesmo tempo, o máximo de prosperidade ao empregado, ideia conhecida hoje como: “ganha x ganha” (TAYLOR, 2010).

Segundo Isatto (2000), as perdas podem ser classificadas da seguinte forma:

- **Perdas inevitáveis:** correspondem a um nível aceitável de perdas, que é identificado quando o investimento necessário para sua redução é maior que a economia gerada.
- **Perdas evitáveis:** Quando os custos de ocorrência são substancialmente maiores que os custos de prevenção.

Segundo citações encontradas por Souza (2006), um trabalhador gasta em média para produzir 1 m² de obra de edifício residencial no processo convencional no Brasil, de 20 homens x hora/m² a 80 homens x hora/m², essa variação que pode chegar a 400% é encontrada em vários serviços como fôrma, alvenaria e revestimento cerâmico, o que dificulta muito a determinação da produtividade ideal ou da aceitável.

Segundo Formoso (1999), na construção civil, a literatura internacional indica que as atividades que agregam valor correspondem em média a um terço do tempo total gasto pela mão de obra.

1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

As atividades ligadas ao setor da construção civil demandam grande quantidade de mão de obra sujeita a alta rotatividade com problemas de qualidade, produtividade, de riscos à saúde e segurança dos trabalhadores (GUERRA, 2010).

Para Guerra (2010), Sistema de Gestão é a maneira pela qual a empresa gerencia seus processos e suas atividades, devendo ser da alta direção da empresa a decisão de implementar um Sistema de Gestão Integrado (SGI) no momento da concepção do modelo de Gestão Estratégica do Negócio (GEN).

Sistema de gestão é o conjunto de elementos inter-relacionados utilizados para estabelecer a política e os objetivos da empresa e a forma de atingir esses objetivos, incluindo: estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, rotinas, procedimentos, processos e recursos (NBR ISO 14001, 2004).

Na busca por ideias sobre o ponto de partida no aprimoramento de sistemas de gestão é fundamental entender profundamente a dinâmica e a filosofia de todo o sistema de produção que a originou. O entendimento parcial de uma determinada prática de produção pode resultar na falha em replicá-la futuramente. Isso é extremamente

relevante, pois muitas das melhores práticas de engenharia de produção são originadas de sistemas nas quais cada uma é apoiada por outras complementares (SANTOS, 1999).

Segundo Souza (2008), é fato que a implementação de um sistema de gestão é uma das premissas para que as empresas construtoras sejam competitivas em um mercado com crescentes exigências e obtenham resultados positivos no negócio.

Para Guerra (2010), os principais elementos do Sistema de Gestão (SG) são:

- Foco na redução de perdas, no aumento do valor do produto, na redução de tempo de ciclo, na eliminação das atividades que não agregam valor e na melhoria contínua na eficiência dos processos;
- Controle e monitoramento das atividades críticas para o prazo da obra e das atividades com alto desperdício;
- Treinamento e competência das equipes;
- Investimento em novos sistemas construtivos, em melhores ferramentas e em tecnologia de informação.

Para implantação eficiente de um Sistema de Gestão na construção civil, deve-se buscar apoio em filosofias de gestão da construção, tais como a Construção Enxuta, baseando-se o Sistema de Gestão proposto em seus conceitos e princípios, dentre eles: aumento da produtividade, redução dos desperdícios e respeito aos funcionários.

1.2.1. Construção Enxuta

A Construção Enxuta apresenta-se como uma filosofia de gestão da construção, baseada no Sistema Toyota de Produção, sendo seus principais objetivos: redução de perdas, aumento da produtividade, melhoria contínua, automação, aumento de valor percebido pelo cliente (ISATTO et al., 2000).

Koskela (1992), sugere um conjunto de 11 princípios para a implementação da construção enxuta, visando reduzir a parcela de atividades que não agregam valor, aumentar o valor do produto por meio da consideração das necessidades dos clientes, reduzir a variabilidade e o tempo de ciclo, simplificar atendendo a redução do número de passos ou partes, aumentar a flexibilidade de saída e a transparência do processo, focar

o controle no processo global, introduzir melhoria contínua no processo, manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões e fazer *Benchmarking*.

Portanto, em virtude das dificuldades inerentes à indústria da construção civil, para a correta implementação dos princípios propostos por Koskela (1992), faz-se necessário o apoio de um Sistema de Gestão desenvolvido de acordo com a realidade do mercado em que ele está inserido, determinando: por que, o que, quem, quando, como e onde aplicá-lo e quanto custará a aplicação, determinando assim sua viabilidade.

1.3. QUESTÕES DE PESQUISA

Baseado na discussão apresentada no problema de pesquisa, foi formulada a seguinte questão de pesquisa: **como desenvolver um método para implementação de um sistema de gestão de custos, baseado na construção enxuta?**

A partir do desdobramento da questão de pesquisa principal, pretende-se responder também às seguintes questões secundárias:

- Quais os benefícios que o sistema de gestão proposto pode trazer para construção civil?
- Quais as barreiras para implantação do sistema de gestão?

1.4. OBJETIVOS DO ESTUDO

Este trabalho tem como objetivo principal:

- **Propor um método para implementação de um sistema de gestão baseado na construção enxuta.**

A partir do objetivo principal deste trabalho, foi determinado o seguinte objetivo específico:

- Avaliar a aplicação de um sistema de gestão desenvolvido para construtoras.

1.5. DELIMITAÇÕES

Referentes ao contexto do estudo, este trabalho apresenta as seguintes delimitações:

1. O estudo de caso foi desenvolvido no segmento da construção civil em uma obra residencial de edifício vertical.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho é composta por 5 capítulos, conforme descrito a seguir:

No capítulo de introdução foi apresentado a justificativa para o desenvolvimento do estudo, os problemas e questões da pesquisa, os objetivos gerais e específico, as delimitações e a estrutura geral do trabalho.

No capítulo 2 será apresentada a revisão bibliográfica acerca da administração científica com suas origens e conceitos do sistema Toyota de produção, da filosofia *Lean* e seus conceitos e ferramentas, da construção enxuta e suas ferramentas e sobre sistema de gestão.

O capítulo 3 descreve as características da empresa e da respectiva obra estudada e o método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho, apresentando a estratégia utilizada na condução do estudo, o delineamento da pesquisa, a compreensão e o desenvolvimento do método.

No capítulo 4 serão apresentados os resultados obtidos no estudo de caso, com suas análises de dados, o método proposto para a gestão da construção, o contexto de aplicação, o qual é definido o perfil do agente de implementação do sistema, o momento de implementação de cada etapa do sistema de gestão proposto. E também será exposto neste capítulo um comparativo da mão de obra planejada versus realizada, bem como uma análise de desempenho físico financeiro da obra estudada, e dos custos para implementação do sistema de gestão com a discussão dos resultados obtidos.

O último capítulo apresenta as conclusões e recomendações para trabalhos futuros, neste capítulo são sintetizadas as principais contribuições desta pesquisa.

2. CONCEITOS E PRINCÍPIOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

2.1. O MODELO TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

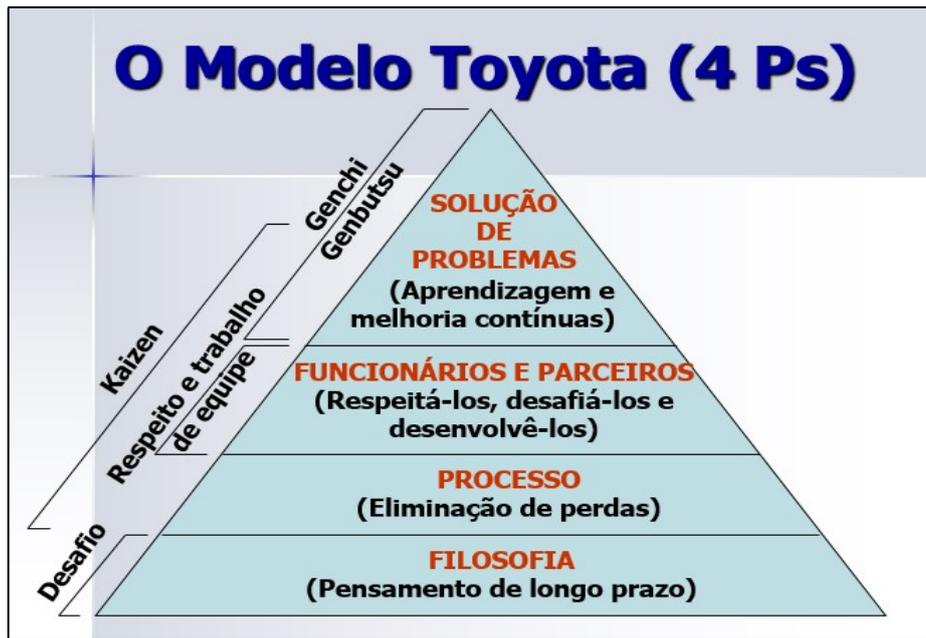
No atual contexto competitivo do mercado imobiliário brasileiro, as empresas têm buscado oferecer aos clientes novas soluções para os antigos problemas do setor, oferecendo um serviço diferenciado em relação à concorrência, por intermédio da implementação de inovações. Por isso, as organizações buscam melhorias e com atualizações constantes para permanecerem competitivas, oferecendo produtos com melhor qualidade, preços compatíveis aos atributos diferenciadores para os clientes e retornos compensadores (BEUREN; FLORIANI; HEIN, 2014).

Estudos realizados em diferentes países confirmaram que as perdas representam grande percentual dos custos de produção. Para as empresas da indústria da construção civil que resolvem adotar a Construção Enxuta, a eliminação de perdas torna-se a palavra-chave (VIANA; FORMOSO; KALSAAS, 2012).

Segundo Liker (2005), o Modelo Toyota é representado por dois pilares, a melhoria contínua e o respeito pelas pessoas. A melhoria contínua, também chamada de *kaizen*, define a abordagem básica da Toyota nos negócios. O principal valor da melhoria contínua está em criar um ambiente de aprendizagem contínua adotando as mudanças necessárias. Esse ambiente só pode ser criado onde existe respeito pelas pessoas – o segundo pilar do Modelo Toyota. Tal respeito é demonstrado pela Toyota, a qual promove a segurança no emprego e busca o envolvimento dos membros de sua equipe por meio da participação ativa no aperfeiçoamento de seu trabalho.

Liker (2005) descreve o Modelo Toyota de Produção em formato de pirâmide, destacando os 4 Ps que o compõe: Pensamento de longo prazo, Processos, Parceiros e Problemas, conforme a **figura 01**.

Figura 1: Modelo "4Ps"



Fonte: Liker (2005)

Conforme observa-se na **figura 01**:

- A Filosofia (Pensamento de longo prazo): As decisões administrativas devem ser baseadas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.
- O Processo (Eliminação de perdas): Utilizar somente tecnologia confiável totalmente testada; utilizar o controle visual para detectar os problemas; padronizar tarefas por meio da melhoria contínua, utilizar o princípio de autonomia, quando houver problema de qualidade, parar imediatamente a produção; utilizar o princípio de produção nivelada, mantendo a carga de trabalho sempre nivelada; evitar a superprodução, utilizando os sistemas de puxar; criar um “fluxo” de processo para visualizar os problemas.
- Os Funcionários e parceiros (Respeitá-los, desafiá-los e desenvolvê-los): Respeitar, desafiar e auxiliar os fornecedores; respeitar, desenvolver e desafiar o pessoal e as equipes; desenvolver líderes que vivenciem a filosofia.
- A Solução de problemas (Aprendizagem e melhorias contínuas): Tomar decisões lentamente, mediante o consenso, considerando completamente todas as opções; implementá-las com rapidez (*Nemawashi*); fazer observações pessoalmente para

compreender a situação (*Genchi Genbutsu*); aprendizagem organizacional contínua na aplicação do *Kaizen*.

No ambiente de trabalho, as equipes devem ser orientadas a aliar as motivações pessoais às necessidades da empresa. Para obter o máximo dos funcionários, as empresas têm trocado a tática do “comando e controle” pela teoria da “informação e consenso”, esse conceito baseia-se na descoberta de que o reconhecimento pelo bom trabalho funciona mais do que a punição por tarefas malsucedidas (HELLER, 2005).

2.2. FERRAMENTAS E CONCEITOS *LEANS* APLICADOS À CONSTRUÇÃO ENXUTA

Segundo Kurek et al. (2006), o conceito de mentalidade enxuta foi formulado na década de 1990, inspirado no TPS, firmando-se como um novo paradigma de produtividade na manufatura.

A compreensão sistêmica dos conceitos e experiências desenvolvidos até o momento é um grande desafio para todos os setores que buscam a aplicação da mentalidade enxuta, a qual consiste numa combinação de filosofia, sistema, técnicas e ferramentas (PICCHI, 2001; KUREK et al., 2006).

Dentre os conceitos e ferramentas da filosofia *Lean* aplicáveis na construção civil, destacam-se: *Andon*, Células de Produção, Cinco Por Quês, Cinco S, Estoque Padrão, Gerenciamento Visual, *Heijunka e Heijunka Box*, *Jidoka*, *Kaizen*, *Kanban*, *Lead Time*, Mapeamento do Fluxo de Valor, Plano Para Cada Pessoa, *Poka-Yoke ou Baka-Yoke*, Produção *Just-in-Time* e Sistema Toyota de Produção.

- ***Andon***

Segundo Maschwinski e Shook (2011), o *Andon* é uma ferramenta de gerenciamento visual utilizada para mostrar o estado atual das operações em uma determinada área de trabalho, avisando as ocorrências de anormalidades.

Para Kemmer et al. (2007), a implantação do *Andon* no canteiro de obras favoreceu a comunicação, a participação e o comprometimento dos operários no processo de melhoria, ajudando no estabelecimento e cumprimento das metas pela gerência da obra. Tornando as deficiências do processo produtivo transparentes, deixando visível falhas que antes não eram enxergadas.

Na **Figura 02**, observa-se um modelo de *Andon* utilizado na construção de um edifício multifamiliar na região nordeste do Brasil.

Figura 2: Modelo de Andon utilizado na construção civil (2006)



Fonte: Próprio autor

- **Células de Produção**

Segundo Maschwinski e Shook (2011), célula de produção é a localização de etapas de processamento para um produto similar a outro, fazendo com que os documentos, peças, tarefas, etc., possam ser trabalhadas no fluxo mais contínuo possível, sendo uma por vez ou em pequenos lotes.

Observa-se na **Tabela 01** um exemplo de agrupamentos de serviços em Célula de Produção, aplicada na construção civil.

Tabela 1: Célula de produção 02 - alvenaria periférica (2003)

PROCESSOS DA CÉLULA 02 – CP02				
ITEM	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	QTDE	UNID.	TEMPO DE PROCESSO
1.1	MARCAÇÃO DA ALVENARIA	41,29	m ²	0,74
1.2	1ª ELEVÇÃO DE ALVENARIA	229,55	m ²	3,38
1.4	2ª ELEVÇÃO DE ALVENARIA	184,05	m ²	2,71
0	ASSENT. CX ELETRICAS EM AREAS SECAS	100	pt	1,56
1.3	ALVENARIA DA ESCADA	62,96	m ²	0,93
1.4	ALVENARIA DO POÇO DO ELEVADOR	19	m ²	0,56
1.7	SAIOTE DE WC'S	17,50	m ²	1,12
2.1	AMESTRAMENTO DE PISO	435,28	m ²	0,49
1.8	AMESTRAMENTO DE PAREDE	508,35	m ²	1,27
4.2	CONTRA MARCOS	48	Und.	1,50
4.1	CONTRA MARCOS PORTAS CORTA FOGO	2	Und.	0,10
2.7	CIMENTO POLIDO ABRIGO AIR SPLIT COL. 3 E 4	5,18	m ²	0,03
2.4	REGULARI. ABRIGO AIR SPLIT COL. 1, 2 E 5	6,80	m ²	0,02
2.5	REGULARIZAÇÃO DE PISO DE WC'S	37,35	m ²	0,12
2.6	REGULARIZAÇÃO DE PISO DE VARANDA	10,05	m ²	0,03
	TOTAL			14,56

Fonte: Próprio autor

- **Cinco Por Quês**

Para Ohno (2004), quando existir um problema, perguntar por quê cinco vezes pode ajudar a corrigi-lo, o TPS tem sido construído nessa prática e na evolução dessa abordagem científica. Dessa maneira, chega-se a causa do problema, que geralmente está escondida.

Segundo Maschwinski e Shook (2011), é a prática de perguntar “por quê”, várias vezes, sempre que se encontrar um problema, a fim de ir além dos sintomas óbvios, que fará descobrir a causa-raiz do problema.

Segundo Ballé (2012), para praticar corretamente os “cinco por quês”, você deve primeiro:

1. Ter uma imagem mental clara de como os processos técnicos deveriam funcionar;
2. Ser capaz de identificar corretamente o ponto de causa no qual o processo técnico se comporta mal;
3. Listar os fatores potenciais da variação e testá-los um a um até que você possa confirmar a principal relação entre causa e efeito;
4. E depois perguntar por quê.

Ainda segundo Ballé (2012), antes de começar a utilizar a prática dos “cinco por quês”, deve-se identificar os fatores potenciais causadores do problema e testá-los um a um, conforme **Tabela 02**:

Tabela 2: Análise dos fatores potenciais dos problemas

Fatores	Impactos	Método de confirmação	Confirmado (Sim/Não)

Fonte: Ballé (2012)

- **Cinco S (5S)**

Segundo Maschwinski e Shook (2011), o 5S são cinco termos em japonês que descrevem práticas para o ambiente de trabalho, sendo sua aplicação útil para o gerenciamento visual e para a produção *lean*.

1. Seiri: separar o que é necessário do desnecessário, descartando os últimos;
2. Seiton: organizar os itens que sobraram da separação, colocando cada coisa em seu lugar;
3. Seiso: Limpeza;
4. Seiketsu: padronização, resultado da boa prática dos três primeiros S;
5. Shitsuke: Disciplina para manter os quatro primeiros S em andamento.

Observa-se na **Figura 03** um mural com ensinamentos do 5S, utilizado por uma construtora em um de seus canteiros de obras, visando difundir entre os seus funcionários os conceitos da filosofia e na **Figura 04**, a aplicação prática do 5S para organização e limpeza de um canteiro de obras.

Figura 3: Mural do 5S em um canteiro de obras (2004)



Fonte: Próprio autor

Figura 4: Limpeza e organização no canteiro de obras (2006)



Fonte: Próprio autor

- **Estoque Padrão**

Segundo Maschwinski e Shook (2011), Estoque Padrão é a quantidade mínima de estoque necessário antes de cada etapa de processamento para que esse flua continuamente, sendo o seu tamanho dependente da variação da demanda.

Na **Figura 05** observa-se o Estoque Padrão de blocos cerâmicos e de ferro em uma obra de construção civil.

Figura 5: Estoque Padrão de blocos cerâmicos e de ferro em um canteiro de obras (2006)



Fonte: Próprio autor

- **Gerenciamento Visual**

Segundo Narusawa e Shook (2011), Gestão Visual significa o entendimento por todos da situação de um sistema de produção, pondo-se a mostra todas as ferramentas, peças, atividades e indicadores de desempenho.

Na **Figura 06** é exemplificado um modelo de Gestão Visual, no qual todos os blocos cerâmicos que serão utilizados nos pavimentos de um edifício em construção são representados na planta a ser utilizada para sua estocagem prévia.

Figura 6: Gestão Visual no canteiro de obras - Planta de inventário de blocos (2004)



Fonte: Próprio autor

- **Heijunka e Heijunka box**

Segundo Narusawa e Shook (2011), a palavra *Heijunka* é utilizada como termo técnico do TPS no lugar da palavra nivelamento, com o intuito de demonstrar a importância de

nivelar a produção. Entende-se por nivelamento: equiparar por tipo de item a quantidade de produção em um determinado período de tempo.

Para Maschwinski e Shook (2011), *Heijunka box* é a ferramenta utilizada para nivelar o volume de produção, por meio da distribuição de *kanbans*, em um local de trabalho em intervalos fixos, nivelando a demanda em incrementos pequenos de tempo, trabalhando com lotes pequenos.

A **Figura 07** apresenta um modelo de *Heijunka* utilizado por uma construtora em seus canteiros de obras para nivelamento da argamassa enviada aos pavimentos pelo betoneiro, no qual será observado: a hora correta do envio, o local para onde será enviado e qual equipe receberá a argamassa.

Figura 7: Heijunka Box utilizado em um canteiro de obra (2004)



Fonte: Próprio autor

- ***Jidoka (Autonomação)***

Segundo Kosaka (2006), *Jidoka* é um dos dois pilares do TPS e significa dotar as máquinas e operários da capacidade de parar a produção quando ocorrer um erro, com o intuito de reduzir os desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos.

Observa-se na **Figura 08** um operário utilizando um rádio para comunicação de uma dúvida acerca de um determinado serviço, visando evitar uma possível falha na produção.

Figura 8: Operário utilizando rádio de comunicação em uma obra (2007)



Fonte: Próprio autor

- ***Kaizen***

Segundo Maschwinski e Shook (2011), *Kaizen* significa melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, tem o intuito de se agregar mais valor e diminuir os desperdícios.

Para Rother e Shook (2003), existem dois níveis de *Kaizen*:

1. Kaizen de sistema ou de fluxo: com foco no fluxo total de valor (dirigido aos gerentes);
2. Kaizen de processo: com foco em processos individuais (dirigido as equipes de trabalho e aos líderes de equipes).

- ***Kanban***

Segundo Ohno (2004), o *Kanban* é o método de operação do TPS e sua forma mais frequente de uso é por cartões, cujas informações se dividem em três categorias:

1. Informação de coleta;
2. Informação de transferência;

3. Informação de produção.

O *Kanban* é um dispositivo de sinalização que libera e instrui a produção, servindo também para retirada de itens em um sistema puxado (MASCHWINSKI; SHOOK, 2011).

A **Figura 09** apresenta o uso de *Kanbans* em uma obra de construção civil para controlar o estoque de blocos cerâmicos e o momento de troca do contêiner de resíduos classe A.

Figura 9: Kanbans em um canteiro de obras (2006)



Fonte: Próprio autor

- **Lead Time (tempo de ciclo)**

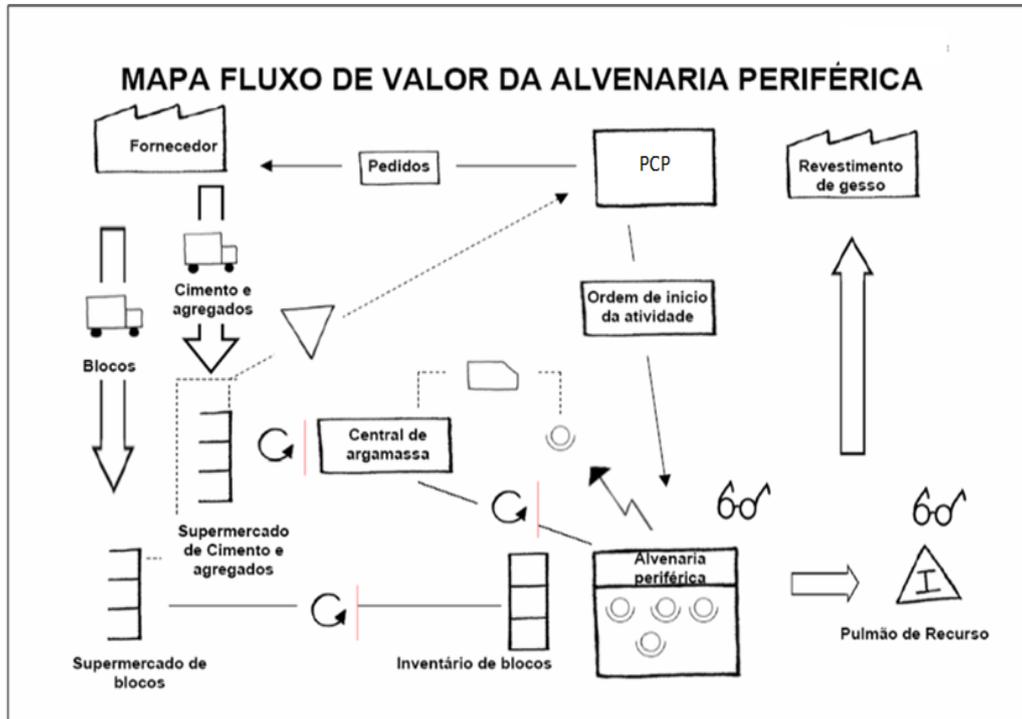
Lean Time é a frequência com que uma peça ou produto é completado por um processo, dentro de um determinado tempo, conforme marcação de cronômetro. Sendo incluso nesse tempo: o tempo de operação, de preparo, de carregamento e descarregamento dos materiais (MASCHWINSKI; SHOOK, 2011).

- **Mapeamento do fluxo de valor**

Segundo Rother e Shook (2003), o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que auxilia a entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor. O produto deve ser observado desde o consumidor até o fornecedor, sendo desenhado em uma folha de A3 uma representação visual de cada processo no fluxo.

A **Figura 10** representa o Mapeamento do Fluxo de Valor da Célula de Produção da alvenaria periférica em uma obra de construção civil, representada em A3, com todo seu fluxo de produção.

Figura 10: Mapa do Fluxo de Valor da alvenaria periférica (2016)



Fonte: Próprio autor

- **Plano Para Cada Pessoa**

Segundo Maschwinski e Shook (2011), Plano Para Cada Pessoa é um programa utilizado para o treinamento e desenvolvimento dos funcionários, mostrando as habilidades necessárias e as já desenvolvidas, sendo essa ferramenta útil para a avaliação e treinamento de colaboradores em habilidades múltiplas.

Observa-se na **Figura 11** a aplicação na construção civil de uma Matriz de Treinamento, ferramenta utilizada pela Toyota para o aperfeiçoamento de seus funcionários.

Figura 11: Exemplo de Plano Para Cada Pessoa aplicado na construção civil (2014)

Matriz de Treinamento		<input type="checkbox"/> Incapacidade de fazer a operação (PERDE) <input checked="" type="checkbox"/> Geralmente pode fazer a operação (EMPATA) <input type="checkbox"/> Pode fazer bem a operação (GANHA)		Planta:		Responsável: Villy C. Branco									
		Por:		Data:											
Nº	Nome do Operador	Processos											Data de Hoje	Data Alvo	
		Marcação	1ª Elevação	2ª Elevação	Assentamento das caixas	Aliv. Da Escada	Aliv. Salote	Arneestramento de Piso	Arneestramento de Parede	Contra Marcos	Contra marco porta corta fogo	Cintamento			Regularização de Piso
01	Operário 01														
02	Operário 02														
03	Operário 03														
04	Operário 04														
05	Operário 05														
06	Operário 06														
07	Operário 07														
08	Operário 08														
09	Operário 09														
10	Operário 10														

Fonte: Próprio autor

- **Poka-Yoke ou Baka-Yoke**

Segundo Maschwinski e Shook (2011), *Poka-Yoke* são métodos que auxiliam os operários a evitar erros na execução dos serviços, sendo o *andon*, o *Kanban* e o *heijunka box*, exemplos de dispositivos à prova de erros (*Poka-Yoke*).

- **Produção Just-in-Time**

Segundo Maschwinski e Shook (2011), o *Just-in-time* é o sistema que produz e entrega apenas o necessário, quando e na quantidade necessária, tendo como objetivo a eliminação total dos desperdícios, buscando a qualidade máxima, com o menor custo possível e o menor *Lean Time* de entrega.

- **Sistema Toyota de Produção (TPS)**

Segundo Narusawa e Shook (2011), o Sistema Toyota de Produção nasceu em 1947, quando Taiichi Ohno observou desperdícios de espera na seção de usinagem da Toyota. Os dois pilares do TPS são *Jidoka* e *just-in-time*, sendo esses pilares demonstrados na imagem de uma casa, conforme apresentado na **Figura 12**.

Figura 12: Casa representativa do Sistema Toyota de Produção (TPS)



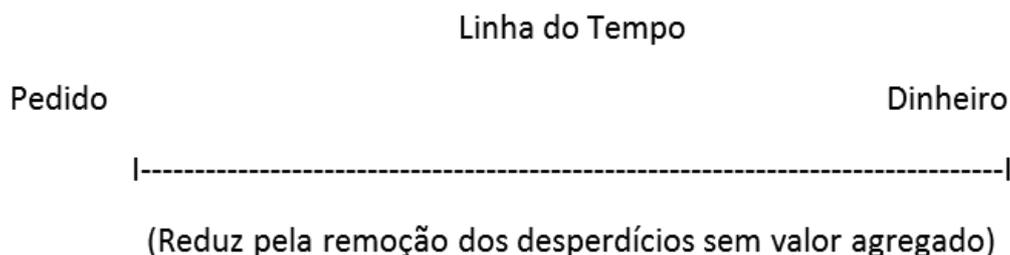
Fonte: Adaptado de Ohno (2004)

Segundo Maschwinski e Shook (2011), o TPS foi desenvolvido pela Toyota com o intuito de fornecer produtos com mais qualidade, com custos menores e com o *Lead Time* mais curto, por meio da eliminação dos desperdícios. Sendo esse sistema mantido e melhorado por intermédio das interações de trabalho padronizado *kaizen*, seguidos do PDCA ou método científico.

- **Conceito de Linha do Tempo da Toyota**

Segundo Ohno (2004), neste conceito, a empresa deve olhar a linha do tempo do momento do pedido do cliente até o momento do pagamento, buscando reduzi-la e removendo os desperdícios que não agregam valor, conforme apresentado na **Figura 13**.

Figura 13: Linha do tempo entre o pedido e o recebimento do dinheiro



Fonte: Ohno (2004)

Esses são alguns dos conceitos e ferramentas da filosofia *Lean* que melhor se adaptam as necessidades e realidade do setor da construção civil, sendo essas ferramentas e conceitos necessários para o embasamento teórico na aplicação de um sistema ou método de gestão voltado para esse setor.

2.3. SISTEMA OU MÉTODO DE GESTÃO

Segundo Takahashi et al. (2012), a precarização, a fragilidade dos vínculos empregatícios, a alta rotatividade, baixos níveis de escolaridade e salários da mão de obra e a terceirização são características do setor da construção civil.

Para Sznelwar e Hubault (2015), estão sendo discutidos processos de mudanças sobre a importância da responsabilidade do funcionário na função exercida. Devendo existir uma condução do funcionário pela empresa, visando promover a flexibilidade para o seu desenvolvimento. Com essa abordagem, o trabalhador terá um maior entendimento de suas funções, maior aceitação do processo hierárquico e comprometimento com os objetivos da empresa.

Sendo assim, as melhorias dos métodos de trabalho e especialização da mão de obra, dos aspectos físicos do local de trabalho, sempre tiveram como objetivo o aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos (LEITE JÚNIOR et al., 2012).

Tendo em vista as características peculiares da indústria da construção civil, que a diferem das indústrias seriadas, faz-se necessário o desenvolvimento de um sistema de gestão próprio para o setor, adaptado para sua realidade, que englobe todas as etapas do projeto, tais como: definição e viabilidade do produto, definição dos índices de

produtividade que serão utilizados no orçamento e planejamento do empreendimento, controles de qualidade e produtividade dos serviços executados, gestão logística do canteiro e seleção, avaliação, treinamento e gestão da mão de obra.

A seguir, são apresentados cada um desses tópicos, buscando um embasamento teórico para melhor validar a sua importância dentro do sistema proposto à realidade da construção civil.

2.3.1. Definição, viabilidade e incorporação do produto

Os estudos de viabilidade na construção civil são necessários para a correta tomada de decisão por parte dos empreendedores, visando com isso os retornos financeiros compatíveis com as expectativas. Eles surgiram com o intuito de avaliar com um maior grau de precisão os possíveis resultados de determinado projeto, e são realizados para possíveis novos empreendimentos e auxiliam na tomada de decisão. Sua complexidade se deve ao envolvimento de inúmeras variáveis associadas ao mercado da construção e financeiro, questões comerciais e jurídicas, além de influências na sociedade (GOLDMAN, 2015).

Os estudos de viabilidade podem ser de natureza técnica, econômica e financeira. A Viabilidade Técnica é o estudo da viabilidade em relação aos quesitos legais. Esse estudo definirá o tipo de construção a ser feito no terreno em avaliação (RAHME, 2014).

Já a Viabilidade Financeira é a análise do fluxo de caixa, assim como na viabilidade econômica, porém levando em conta o fator tempo (HIPPERT; ANDRADE, 2016).

Segundo Gonçalves e Corrêa (2015), para saber se um empreendimento é ou não viável financeiramente, deve-se comparar seus resultados à aplicações financeiras atuais e analisar o retorno do investimento.

Segundo Hippert e Andrade (2016), para a definição do produto ideal no terreno avaliado, faz-se necessário uma pesquisa de mercado com moradores da região, construtores, incorporadores e corretores de imóveis, levando em consideração:

- O bairro (local);
- A legislação edilícia do local;
- Os estudos e os projetos aprovados;
- A vocação do bairro;
- O estudo de produto versus a demanda do mercado;
- A infraestrutura urbana;
- A vizinhança e os serviços instalados.

Segundo Gonçalves e Corrêa (2015), para realização da pesquisa de mercado deve-se levar em consideração: natureza do empreendimento, tipologia e padrão de acabamento.

Para tanto, é necessário identificar corretamente seu público-alvo, pois para obter um projeto de sucesso é preciso estar contínua e conscientemente voltado para as necessidades do cliente (NEWTON, 2011).

Segundo Womack e Jones (2004), o ponto de partida é definir o que é valor. Diferente do que muitos pensam, não é a empresa e sim o cliente que define o que é valor.

Para Kim e Mauborgne (2005), a inovação de valor ocorre apenas quando as empresas alinham inovação com utilidade, com preço e com ganhos de custo.

Já para Goldratt (2004), a percepção de valor do mercado está de acordo com os benefícios de ter o produto. Um produto que resolve os problemas dos clientes potenciais traz benefícios; quanto mais numerosos e maiores forem os problemas resolvidos, maiores serão os benefícios.

Segundo Kaplan e Norton (2004), os gerentes devem visualizar o desempenho da empresa sob quatro perspectivas:

1. Como os clientes nos veem? (Perspectiva do cliente)
2. Em que devemos ser excelentes? (Perspectiva interna)
3. Seremos capazes de continuar melhorando? (Perspectiva de inovação e aprendizado)
4. Como parecemos para os acionistas? (Perspectiva financeira)

Os estudos prévios de viabilidade servem como parâmetro para definição da realização do lançamento do empreendimento imobiliário, caso nessa etapa do Sistema de Gestão

seja detectada a inviabilidade do projeto, ele deverá ser adaptado para se tornar viável ou até mesmo abortado, o que tornaria as demais etapas do Sistema desnecessárias de ocorrer.

2.3.2. Definição dos índices internos e externos de produtividade

Segundo Bueno (2013), para um planejamento correto, deve existir controle efetivo por meio de um mecanismo de medição, sendo a implementação de indicadores de desempenho consolidada por técnicas de planejamento e controle.

A produtividade da indústria é um dos fatores utilizados para mensuração do crescimento econômico de um país, pois uma produtividade elevada se reflete em bons salários, bons lucros, altas receitas fiscais, produtos mais baratos e com maior qualidade e, de forma geral, benefícios para a sociedade como um todo (VOGL; ABDEL-WAHAB, 2015).

O indicador de produtividade é um fator-chave para que as empresas alcancem sua permanência no mercado. A produtividade é um processo gerador de vantagem competitiva (HWANG; SOH, 2013). Entretanto, na construção civil, a quantificação do trabalho para a obtenção desses indicadores é uma das mais difíceis e controversas áreas (ZHAO; DUNGAN, 2014).

Segundo Isatto et al. (2000), *benchmarking* é um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas consideradas líderes num determinado seguimento ou aspecto específico da produção. Dessa forma, segundo esse princípio, deve-se procurar analisar e buscar desenvolver os processos, levando em conta as melhores práticas existentes no mercado. Sua aplicação contrapõe-se à melhoria contínua do processo (KOSKELA, 1992).

Embora o processo de planejamento possa ser beneficiado por tal princípio, verifica-se que ele pode ser implementado à medida que se buscam novos padrões ou formas alternativas de se executar determinados serviços durante a etapa de preparação do processo (BERNARDES, 2012).

2.3.3. Montagem e controle das células de produção

O conceito da melhoria contínua é um dos principais fundamentos do gerenciamento de obras, esse fundamento consiste no controle permanente do processo produtivo por meio da medição do desempenho, promovendo a otimização dos procedimentos (MATTOS, 2010).

A compreensão da produtividade deve ser utilizada como instrumento para avaliação de custos e decisão quanto à organização do trabalho, a escolha das tecnologias e materiais para a execução do serviço de acordo com o que a empresa espera de resultado, não se limitando ao conceito de eficiência na execução dos serviços (DAMIÃO; NASCIMENTO; SOUZA; KATO, 2016).

A produtividade da mão de obra representa um item extremamente importante na composição dos custos das obras de construção, sendo fundamental para o sucesso das empresas da indústria da construção civil (BELO; KIMURA; CANOVA, 2013).

Segundo Mariz e Picchi (2013), cerca de 56,2% do tempo dos pedreiros são empregados em atividades fora do ciclo repetitivo do serviço de assentamento de porcelanato em pisos por subempreiteiras, entre as quais estão: movimentação e transporte; esperas; corte e esquadrejamento; retrabalhos e limpeza.

Portanto, a medição de desempenho é uma importante ferramenta para direcionar as ações estratégicas, podendo os dados de produtividade serem usados como informação para o processo de tomada de decisão (PINTO et al., 2012).

Com a utilização de tecnologias eletrônicas como tablets, smartphones e o BIM (Building Information Modeling), os índices de produtividade levantados em obras passaram a ser mais confiáveis e úteis na retroalimentação dos orçamentos de construção. Quando os índices foram comparados com os utilizados em orçamentos, detectou-se grandes desvios de produtividade, demonstrando com isso a necessidade de um melhor desenvolvimento do processo orçamentário. O controle mensal das equipes de trabalho gera a possibilidade de detecção dos erros e com isso maior precisão das estimativas de custo e prazo dos empreendimentos da construção civil (SOARES; BARROS NETO; ANDRADE, 2016).

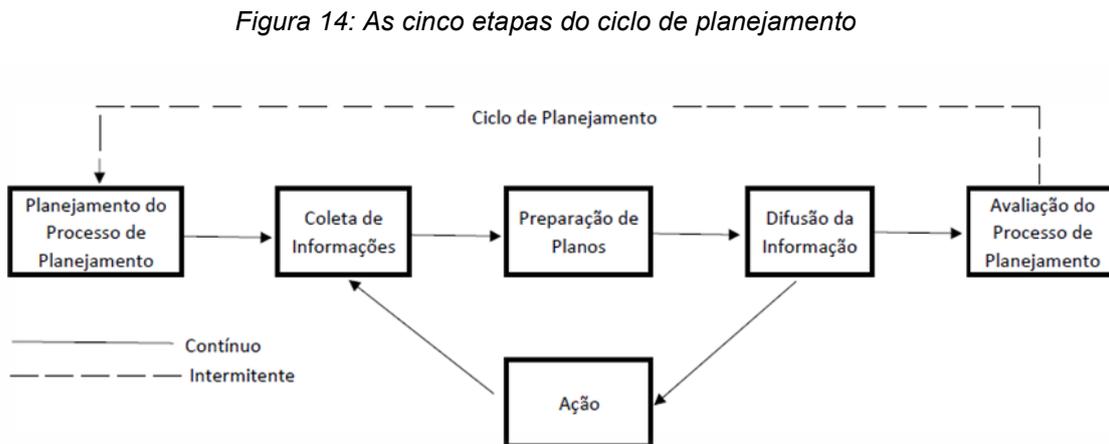
Segundo Rother e Harris (2002), uma célula de produção é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas de processos estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo.

2.3.4. Planejamento de longo, médio e curto prazo (fluxo de valor)

O processo de planejamento e controle da produção pode ser representado por duas dimensões básicas: horizontal e vertical. A dimensão horizontal refere-se as etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado, e a vertical, a como essas etapas são vinculadas entre os diferentes níveis gerenciais de uma organização (LAUFER; TUCKER, 1987).

- **Dimensão Horizontal**

Para Laufer e Tucker (1987), na dimensão horizontal do processo de planejamento temos cinco etapas, conforme observado na **figura 14**:



Fonte: Laufer e Tucker (1987)

A primeira e a última fase do ciclo de construção têm um caráter intermitente, isto é, ocorrem em períodos específicos na construtora, seja por ocasião do lançamento de novos empreendimentos, do término da construção ou de alguma etapa importante da obra. Já as fases intermediárias são formadas por um ciclo que ocorre continuamente durante toda a etapa de produção (BERNARDES, 2012).

- **Dimensão Vertical**

Segundo Shapira e Laufer (1993), são três os níveis hierárquicos do planejamento:

1. Estratégico (planejamento de longo prazo)

No nível estratégico são definidos o escopo e as metas do empreendimento a serem alcançadas em determinado intervalo de tempo (SHAPIRA; LAUFER, 1993). Nesse nível, as decisões tomadas para a preparação dos planos estão relacionadas a questões de longo prazo (HOPP; SPERMAN, 1996).

2. Tático (planejamento de médio prazo)

No nível tático enumeram-se os meios e suas limitações para que as metas do nível estratégico sejam cumpridas (BERNARDES, 2012).

Para Davis e Olson (1987), o planejamento tático refere-se à identificação de recursos, à estruturação do trabalho, além do recrutamento e treinamento de pessoal.

3. Operacional (Planejamento de curto prazo)

O nível operacional refere-se à seleção do curso das ações através das quais as metas são alcançadas (EILON, 1991, citado por (LAUFER; TUCKER, 1987).

Para Laufer e Tucker (1987), o planejamento operacional está relacionado com as decisões de curto prazo.

Sendo assim, planejamento é definido como um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a definição dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo sua eficácia atingida apenas quando realizado em conjunto com o controle (FORMOSO et. al. 1999).

Segundo Formoso et. al. (1999), a fundamentação do modelo PCP está na redução das incertezas por meio da hierarquização dos planos. Nesse modelo é proposto a divisão do planejamento e controle da produção em três níveis hierárquicos: longo, médio e curto (CODINHOTO et. al. 2003).

• **Planejamento de Longo Prazo (*Master Plan*)**

O planejamento de longo prazo ou *master plan* consiste no primeiro nível de planejamento em que será estabelecido as metas de longo prazo do empreendimento. Nesse nível, são determinados os ritmos dos processos e as atividades a serem executadas, com um mínimo grau de detalhamento (CODINHOTO et al., 2003).

Para Mendes Junior (1997), a linha de balanço é uma técnica de planejamento e controle que considera o caráter repetitivo das atividades de uma edificação. Por meio da Linha de Balanço (*Line of Balance* - LOB), o engenheiro da obra passará a ter uma visão mais clara e simples da execução das atividades, servindo ainda como ferramenta de apoio na melhoria da produtividade e qualidade nos canteiros. Além disso, por se tratar de uma técnica gráfica (visual), será um valioso aliado nas suas comunicações em obra.

A Linha de Balanço é indicada a empreendimentos com características repetitivas como prédios altos ou conjuntos habitacionais, por exemplo. Essa técnica está mais diretamente relacionada aos conceitos básicos da *Lean Construction*, visto que ela procura explicitar os ritmos de produção e os fluxos de trabalho, conferindo assim, maior visibilidade ao processo produtivo (BERNARDES, 2012).

- **Planejamento de Médio Prazo (*look a head planning*)**

O planejamento de médio prazo, também denominado de *look a head*, serve para interligar as metas fixadas no longo prazo com aquelas designadas no curto prazo (FORMOSO et al. 1999). Cabe a esse nível, o planejamento das atividades a serem executadas algumas semanas à frente, sendo possível identificar e remover as restrições à execução das tarefas antecipadamente (CODINHOTO et al. 2003).

Para Ballard (2000), o planejamento só será útil na medida em que o controle exerce seu real papel que é o de monitorar, com base nos objetivos do empreendimento e de realizar ações corretivas.

Segundo Bernardes (2012), o plano de médio prazo deve ser difundido para o responsável pela elaboração do plano de curto prazo, bem como para os funcionários encarregados pelo setor de suprimentos da empresa, sendo o engenheiro da obra o responsável pela elaboração desse plano.

- **Planejamento de Curto Prazo (*weekly planning*)**

De acordo com Codinhoto et al. (2003), os planos de curto prazo servem para orientar a execução da obra. Nesse plano são programadas as atividades em um intervalo de tempo inferior ao horizonte de médio prazo, geralmente semanal. Depois de planejado os pacotes, esses são acordadas entre o gerente de planejamento e o responsável pela

execução. Para que as atividades programadas no plano de médio prazo sejam incluídas no de curto prazo é necessário que elas tenham suas restrições eliminadas (FORMOSO et al., 1999).

Para Bernardes (2012), a difusão do plano de curto prazo ocorre em dois estágios. O primeiro se refere às informações compartilhadas entre as equipes táticas e operacionais: o engenheiro e o mestre de obras, bem como pelos subempreiteiros e encarregados das equipes de produção, durante a reunião de negociação das metas.

O segundo estágio ocorre apenas no nível operacional: mediante o contato verbal entre os encarregados e os demais funcionários participantes da equipe de produção. Por isso, deve-se procurar ser o mais claro possível durante a reunião de discussão das metas, utilizando esboços e detalhes dos postos de trabalho, de forma a esclarecer melhor as tarefas que estão sendo designadas, e assim evitar incompreensões e possíveis retrabalhos (BERNARDES, 2012).

2.3.5. Organização do layout e logística do canteiro de obras

Segundo estudos de Jarkas e Bitar (2012), a maior parte das obras apresentam canteiros com áreas limitadas para armazenamento de materiais durante o processo construtivo. Esse fator, aliado a falta de planejamento logístico, influenciam negativamente na produtividade.

Para tanto, segundo Vieira (2013), a logística aplicada à construção civil é o processo de planejar, implementar, integrar e controlar, de forma eficaz, o fluxo de recursos materiais e humanos, de serviços, de armazenagens e de informações associados, desde os fornecedores até o cliente final, tendo como objetivo o atendimento às necessidades desse cliente. O autor destaca ainda que, entre os fornecedores e o cliente final existe uma gama muito grande de “clientes intermediários” dentro da cadeia de suprimentos, que devem ser atendidos, coordenados e integrados com o mesmo interesse, pois somente assim os objetivos pretendidos serão alcançados.

Ainda segundo Vieira (2013), para correta gestão logística no canteiro de obra devem ser tomadas medidas mais amplas relacionadas com atividades relevantes as quais compreendem:

- Planejamento e gestão da produção;

- Planejamento do canteiro de obras;
- Provisão de recursos materiais;
- Provisão de mão de obra qualificada;
- Fluxo de informações eficiente associado a uma tecnologia de informação compatível.

Segundo Araújo (2000), a escolha correta dos equipamentos utilizados na movimentação dos materiais influencia diretamente na produtividade dos processos, devido ao maior ou menor tempo de transporte. A falta de planejamento da movimentação dos materiais interfere no correto andamento das atividades, além da espera pela quebra e manutenção dos equipamentos de transporte.

Para Souza (2002), a escolha do sistema de transportes deve passar pelas seguintes etapas:

- Descartar escolhas inviáveis em razão da tecnologia construtiva adotada, por exemplo: é inviável trabalhar apenas com o transporte em elevador de carga se for escolhido o uso de pré-lajes em painéis que abrangem toda a extensão de cada ambiente.
- Elencar os sistemas de transporte que são capazes de suprir a demanda por transporte, para tanto, deve-se prever a demanda por transportes no momento de pico de utilização do sistema e compará-la com a capacidade do sistema, garantindo assim o fluxo contínuo das atividades.

Para Cruz (2002), a tendência na indústria da construção civil é uma logística integrada, como apresentado na **figura 15**, sendo algumas das características dessa fase, observadas a seguir:

Figura 15: Tendência de integração da logística na construção civil



Fonte: Cruz (2002)

- Melhor gerenciamento logístico de estoques, transporte, armazenagens e troca de informações da produção (canteiro de obras), em tempo real, com a gerência central e fornecedores (fluxo de informações);
- Definição clara do nível de serviço logístico desejado pela empresa em relação aos seus fornecedores visando eliminar atividades de fluxos que não agregam valor, mas geram custos no canteiro de obra;
- Definição de um sistema logístico de forma a integrar todas as etapas do empreendimento, desde a concepção do projeto, suprimentos, produção, compreendendo até atividades pós-venda;
- Integração completa entre todos os agentes da cadeia;
- Esforços e serviços, de todos os agentes da cadeia, dirigidos ao consumidor final;
- Maior eficiência e eficácia na utilização dos recursos de produção;
- Redução dos custos totais de produção a partir do enfoque gerencial da logística integrada;
- Produtos com maior valor agregado para os clientes;
- Visão estratégica da logística no contexto empresarial;
- Amadurecimento do sistema logístico da empresa para entrada em uma futura fase de gerenciamento da cadeia de abastecimento (*supply chain management*).

2.3.6. Proteção da produção

Um dos maiores desafios encontrados na indústria da construção é a baixa produtividade da mão de obra (MAWDESLEY; AL-JIBOURI, 2010; YEUNG et al., 2013). Entretanto, a produtividade é um dos principais elementos utilizados para medir os resultados e a eficiência da produção, podendo ser medido em nível setorial de projeto ou de atividade (YEUNG et al., 2013). As causas da baixa produtividade são quase sempre associadas à falta de qualificação da mão de obra, todavia, estudos apontam outras causas, tais como, deficiências na tecnologia adotada, a gestão da mão de obra, as atividades gerenciais e os fatores externos (JARKAS; BITAR, 2012).

Para Jarkas e Bitar (2012), entre os principais fatores que afetam a produtividade, destacam-se:

1. Falta de clareza das especificações técnicas;
2. Mudança durante a execução;

3. Falta de supervisão de trabalho;
4. Alto nível de complexidade do projeto;
5. Falta de sistematização de incentivos;
6. Falta de liderança do gerente de construção;
7. Demora nas respostas de solicitações de informação.

Mesmo o fluxo de insumos que alimentam os processos na indústria da construção civil se tratar de uma atividade essencial, ele não agrega valor. É importante que as construtoras possuam sistemas de fluxos de insumos de fácil implantação que permitam previsibilidade das ações e controle de processos e materiais (SILVA JUNIOR et al. 2016).

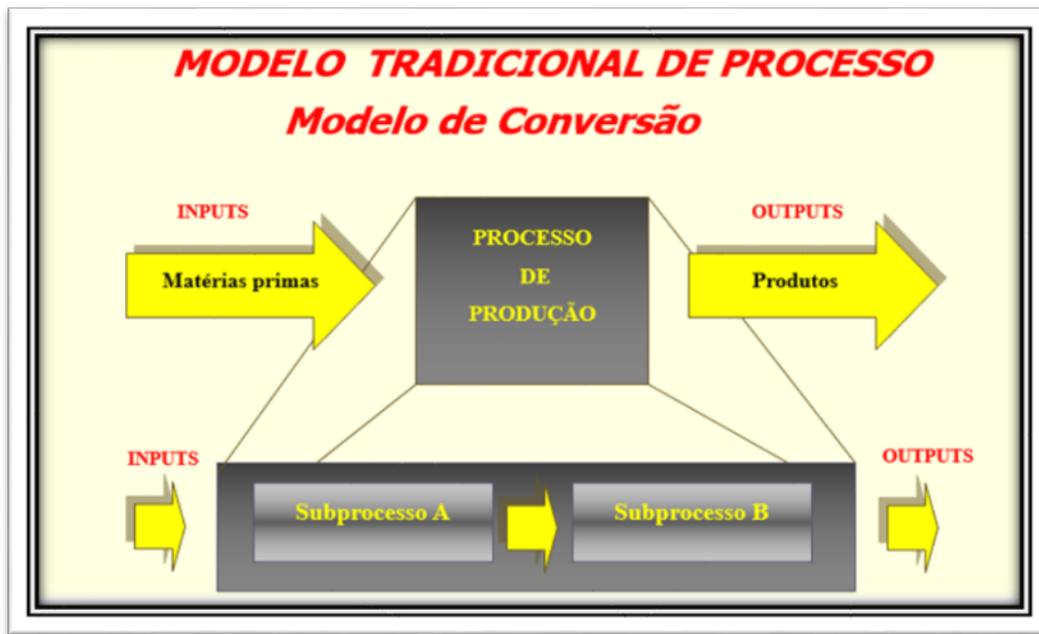
Os processos de produção precisam da coordenação de homem, máquina, material e método. Com os elementos de trabalho identificados e medidos, a atenção volta-se para o sistema de gerenciamento e arranjo de equipamentos e materiais (ROTHER; SHOOK, 2000).

Para o fluxo contínuo, sem interrupções e desvios, da forma mais eficiente possível dos materiais, se faz necessário estudo para a definição da logística do armazenamento, transporte e processamento (se necessário) do material a ser solicitado pelas equipes de produção, bem como da capacidade produtiva das equipes, de modo a se ter sempre estoque mínimo para proteção do processo (SILVA JUNIOR et al. 2016).

Silva Junior et al. (2016) identificou como um fator desmotivador da mão de obra a falta de gestão visual e transparência do processo, fatores esses que impedem que se detecte variações e imprecisões do sistema. Como proposta de combate, sugere-se a implementação da ferramenta da *Lean Construction* denominada *Kanban* para apoio ao sistema de fluxo de materiais da obra.

O modelo conceitual dominante da construção civil, também conhecido como modelo tradicional, costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimento) ou final (edificação), conforme ilustra a **Figura 16** (FORMOSO, 2002).

Figura 16: Modelo de processo tradicional



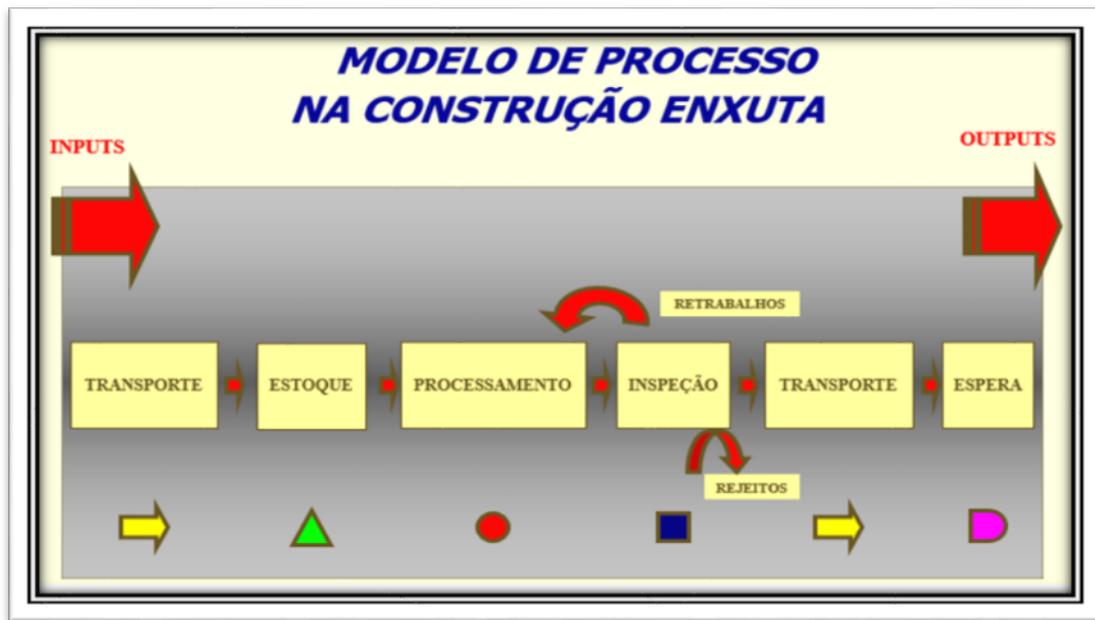
Fonte: Koskela (1992)

Segundo Formoso (2002), esse modelo apresenta algumas deficiências, tais como:

- Existe uma parcela de atividades que não são levadas em consideração, como os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), que diferente das atividades de conversão, não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos são originados nesses fluxos físicos;
- O controle da produção e esforço de melhorias geralmente acabam sendo focados nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente pelas inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades, limitando a melhoria da eficiência como um todo;
- A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar em uma produção eficiente de produtos que são inadequados. Nesse sentido, deve-se levar em consideração os requisitos tanto dos clientes finais como internos.

O modelo de processo da Construção Enxuta considera o transporte, espera e inspeção como atividades que não agregam valor ao produto final, conforme se observa na **Figura 17**. (FORMOSO, 2002).

Figura 17: Modelo de processo de Construção Enxuta



Fonte: Koskela (1992)

O modelo de processo da Construção Enxuta se aplica tanto a processos de produção de caráter físico, como a processos de natureza gerencial, tais como planejamento e controle, suprimentos e projetos. No caso de processos gerenciais, ao invés de materiais, ocorre o transporte, a espera, o processamento e a inspeção de informações (fluxo de informações) (FORMOSO, 2002).

Segundo Rother e Harris (2002), fluxo contínuo são todas as etapas de qualquer processo produtivo. Para se determinar se um serviço está tendo um fluxo contínuo, deve-se observar três fluxos: informações, materiais e operários.

Para manutenção do fluxo contínuo das atividades em obras verticais, faz-se necessário a adoção de um modelo de armazenamento prévio dos recursos das Células de Produção nos pavimentos. Com essa medida, é possível balancear a capacidade dos equipamentos de transporte vertical existentes na obra com a sua demanda, tornando possível manter a produção protegida, evitando-se assim gargalos de produção e restrições na logística da movimentação dos materiais (NASCIMENTO et al., 2011).

Vale ressaltar que, segundo Goldratt (2002), um gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é igual ou menor que a demanda imposta a ele.

2.3.7. Avaliação, seleção e definição das equipes

Para Seixas et al. (2016), em um setor com uma relevância tão grande para a economia, como o da construção civil, é de extrema importância se conhecer o perfil da mão de obra. No entanto, segundo Labardin (2015), a construção civil é uma indústria de grandes peculiaridades, onde sua instabilidade, as suas variações sazonais, em decorrência de mão de obra e intemperismos, e a mobilidade da força de trabalho são frequentemente citados.

Para Moraes e Junior (2011), a mão de obra é um dos fatores decisivos no que se refere ao sucesso organizacional de uma empresa, sendo fundamental conhecer o perfil do trabalhador, saber quais são suas habilidades e qual sua experiência de trabalho, conhecendo assim os pontos fortes e fracos da sua mão de obra. Com isso, pode-se entender melhor alguns aspectos motivacionais, comportamentais, sociais, dentre outros. Conhecendo-se o perfil do trabalhador e de suas necessidades, é possível rever ou criar políticas de incentivo à mão de obra, como por exemplo, no que diz respeito à capacitação profissional, visando estreitar a relação empregador e empregado.

Sendo assim, para Ohno (1988), é necessário um sistema de gestão total que desenvolva a habilidade humana até sua mais plena capacidade, a fim desenvolver a criatividade para utilizar bem instalações e máquinas, e eliminar todo o desperdício.

Segundo Brito (2006), para entender a Gestão dos Recursos Humanos na Toyota (GRHT) é importante entender as seguintes características que envolvem o relacionamento dos funcionários com o Sistema Toyota de Produção (TPS):

- Estreita relação entre o gerenciamento da qualidade e o gerenciamento de pessoal;
- Impecabilidade no prazo de entrega;
- Redução de custos (eliminação de desperdícios);
- Polivalência;
- E respeito à vida humana e às atividades de melhoria contínuas.

No entanto, para se chegar ao nível desejado de engajamento e comprometimento dos colaboradores para atingir o objetivo organizacional, Spear e Bown (1999) destacam a necessidade de aplicação das quatro regras do Sistema de Toyota de Produção, que são:

- Regra 1 – Como as pessoas trabalham;
- Regra 2 – Como as pessoas se conectam;
- Regra 3 – Como a linha de Produção é construída;
- Regra 4 – Como as pessoas implementam a melhoria.

É importante ressaltar que as quatro regras por si só não levam a Organização ao sucesso, é preciso que os colaboradores enxerguem os princípios do Sistema Toyota de Produção.

Segundo Spear (2004), a perspicácia com que a Toyota aplica seus princípios subjacentes em vez de aplicar apenas ferramentas e processos específicos, explica porque ela continua a liderar diante de seus competidores. Destaca ainda, que muitas empresas tentam aplicar as ferramentas da Toyota ao invés de seus princípios; como resultado, muitas acabam com sistemas de produção rígidos, inflexíveis que trabalham muito bem em curto prazo, mas não resistem à prova de tempo.

Brito (2006) acrescenta ainda que a Gestão de Recursos Humanos na Toyota exerce um papel estratégico dentro da empresa e é, justamente isso, que sustenta a aplicação do Sistema Toyota de Produção.

Segundo Shook e Marchwinski (2003), a Toyota utiliza um programa para treinamento e desenvolvimento de seus operários chamado Plano Para Cada Pessoa, mostrando as habilidades necessárias e as habilidades já desenvolvidas. Essa ferramenta serve principalmente para avaliar o progresso de treinamento de funcionários em habilidades múltiplas para operarem em múltiplos processos.

2.3.8. Treinamento das equipes

Segundo Chiavenato (2005), treinamento é o processo de desenvolver qualidade nos recursos humanos para habilitá-los a serem mais produtivos e contribuir melhor para o alcance dos objetivos organizacionais, sendo o propósito do treinamento aumentar a produtividade dos indivíduos nas funções exercidas, influenciando nas habilidades básicas que eles necessitam para desempenhar seus cargos.

Para Chiavenato (2005), o treinamento é um processo cíclico e contínuo composto de quatro etapas:

- Etapa 1 – Diagnóstico: é o levantamento das necessidades de treinamento a serem satisfeitas. Podendo ser passadas, presentes ou futura;
- Etapa 2 – Desenho: é a elaboração do programa de treinamento para atender as necessidades diagnosticadas;
- Etapa 3 – Implementação: é a aplicação e condução do programa de treinamento;
- Etapa 4 – Avaliação: é a verificação dos resultados obtidos com o treinamento.

Vale dizer que o treinamento não deve ser confundido com uma simples questão de realizar cursos e proporcionar informações, ele significa atingir o nível de desempenho almejado pela organização por meio do desenvolvimento contínuo das pessoas que nela trabalham. Para tanto, torna-se necessário a criação de uma cultura interna favorável ao aprendizado e comprometimento com as mudanças na organização (CHIAVENATO, 2005).

O *Training Within Industry Service* (TWI) foi um programa de treinamento desenvolvido para a indústria de suporte aos esforços de guerra dos EUA durante a 2ª Guerra Mundial, baseado na metodologia desenvolvida por Charles Allen para ser utilizada na indústria naval americana durante a 1ª guerra mundial (HUNTZINGER, 2005).

Segundo Huntzinger (2005), Charles Allen desenvolveu um programa de treinamento utilizado por 30 anos e que até hoje é válido e aplicável, que consistia de 4 passos:

- Passo 1 – Preparação: deixar o aluno preparado para aprender, funciona como uma conexão entre as experiências passadas do operário e as lições que serão ensinadas a ele;
- Passo 2 – Apresentação: instruí-lo, o instrutor deve se esforçar para não passar muitas informações de uma única vez. Com isso, consegue-se focar a atenção num ponto único que deve ser ensinado;
- Passo 3 – Aplicação: verificar se há erros, estabelecerá se o aluno será capaz de executar a tarefa, mesmo que o aluno esteja na linha de raciocínio correta (passo 1) e o instrutor tenha feito um excelente trabalho de apresentar a lição (passo 2), não se tem a certeza que o novo conhecimento adquirido possa ser colocado em

prática. Charles Allen enfatiza no passo 3 que o aprendizado não tem valor algum a menos que a pessoa possa realmente executar a tarefa de forma correta;

- Passo 4 – Teste (ou inspeção): fazer uma inspeção final na instrução de trabalho é permitir que o aluno faça seu trabalho sem ajuda, mas observado por um instrutor. Se o aluno falhar em fazer seu trabalho de forma independente, isso significará que o instrutor não implementou o método de ensino apropriado. A reprovação é considerada responsabilidade do instrutor.

No método de instruir de Quatro-Passos de Allen cada passo depende do anterior para obter sucesso. A explicação dele mostra que é um método de juntar e ligar corretamente uma série de lições Um-Ponto, os quais são comuns atualmente em muitas companhias que usam os princípios *Lean*, sendo o *kaizen* (melhoria contínua) o ponto principal do método de gerenciamento japonês, que tem sua origem no TWI e em Charles Allen (HUNTZINGER, 2005).

A tabela 3 faz um comparativo entre os três métodos de instrução: Charles Allen, TWI e *Kaizen*, demonstrando as suas semelhanças em cada um dos quatro passos sugeridos por Allen e adaptados pelos outros dois métodos.

Tabela 3: Comparação dos passos de instrução (Charles Allen x TWI x Kaizen)

Passo	Challes Allen	TWI			Kaizen
		Instrução de Trabalho	Métodos de Trabalho	Relações de Trabalho	
1	Preparação	Prepare	Pare	Entenda os fatos	Observe e marque o tempo do processo atual
2	Apresentação	Apresente	Questione	Compare e decida	Analise o processo
3	Aplicação	Tente	Desenvolva	Tome uma ação	Implemente e teste um novo processo
4	Teste	Acompanhe	Aplique	Verifique os resultados	Documente o novo padrão

Fonte: Huntzinger (2005)

Segundo Maschwinski e Shook (2011), *Kaizen* significa melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, com o intuito de se agregar mais valor e diminuir os desperdícios.

Existem dois níveis de *Kaizen*: de sistema ou de fluxo, com foco no fluxo total de valor (dirigido aos gerentes) e de processo, com foco em processos individuais (dirigido as equipes de trabalho e aos líderes de equipes) (ROTHER e SHOOK, 2003).

No Método de Instrução de Trabalho, todo o treinamento se baseia no "aprender fazendo". É comum se buscar por bons exercícios que simulem "situações reais", sendo que a melhor opção é o treinamento no local de trabalho, o planejamento do processo de desenvolvimento de um funcionário não apenas aumenta a produtividade, como também demonstra a importância de desenvolver indivíduos de uma equipe. O aprendizado das habilidades necessárias à execução do trabalho para o qual uma pessoa foi contratada deve ser prioridade máxima do líder da equipe, a Toyota descobriu o valor de ter funcionários capazes de executar múltiplas atividades. Ou seja, o desenvolvimento de funcionários que exercem mais de uma função não apenas aumenta a flexibilização e auxilia o sistema, como permite que integrantes da equipe variem o trabalho feito, com a rotatividade de operações para fins de ergonomia e para evoluir em talento e capacitação. (LIKER e MEIER, 2008).

A Tabela de Treinamento para o Funcionário Multifunção (TTFM), desenvolvida pela Toyota, também oferece uma indicação visual do estado em que se encontra o desenvolvimento de habilidades em uma equipe ou grupo, e pode ser exibida na sala de reuniões da equipe. Basta uma inspeção da tabela para que fique claro o estado de desenvolvimento das habilidades de cada funcionário. Ela reflete a importância do desenvolvimento do talento por meio da liderança. Os gestores têm a responsabilidade de garantir que cada líder se esforce para desenvolver por completo os talentos de todos os integrantes de sua equipe (LIKER e MEIER, 2008).

Por meio dos treinamentos das equipes de trabalho, as empresas que adotam a filosofia *Lean*, buscam uma maior produtividade e qualidade em todas as etapas da produção, diminuindo assim custos elevados com retrabalhos e com controles de qualidade excessivos.

2.3.9. Controle da qualidade

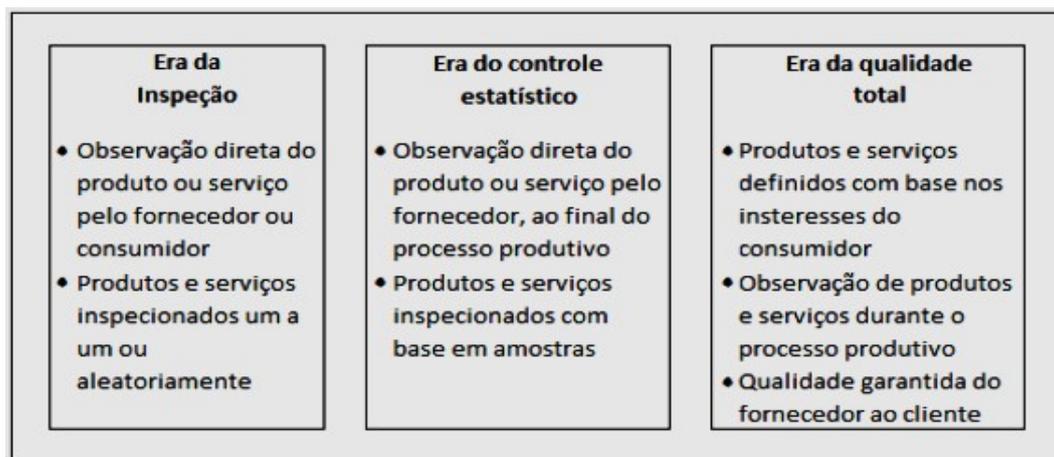
Nos últimos 25 anos o setor da construção civil brasileira evoluiu significativamente em resposta ao crescimento da competitividade no mercado, o que

tem feito surgir um interesse cada vez maior pela qualidade dos serviços, na garantia do custo e dos prazos de entrega dos empreendimentos (ARROTEÍA; AMARAL; MELHADO, 2014; ANDERY; BARRETO, 2015; ANDRADE; LORDSLEEM, 2016).

Segundo a perspectiva da engenharia, qualidade significa o conjunto das características de um produto ou serviço. As características são chamadas especificações e descrevem o produto ou serviço em termos de sua utilidade, desempenho ou de seus atributos. Essa é a qualidade planejada que estabelece como o produto ou serviço deve ser (MAXIMIANO, 2006).

Segundo Maximiano (2006), a história da evolução que transformou o controle tradicional da qualidade na moderna administração da qualidade total tem três estágios principais: a era da inspeção, a era do controle estatístico e a era da qualidade total (e da qualidade assegurada), como mostra a **Figura 18**.

Figura 18: Três eras ou estágios do movimento da administração da qualidade



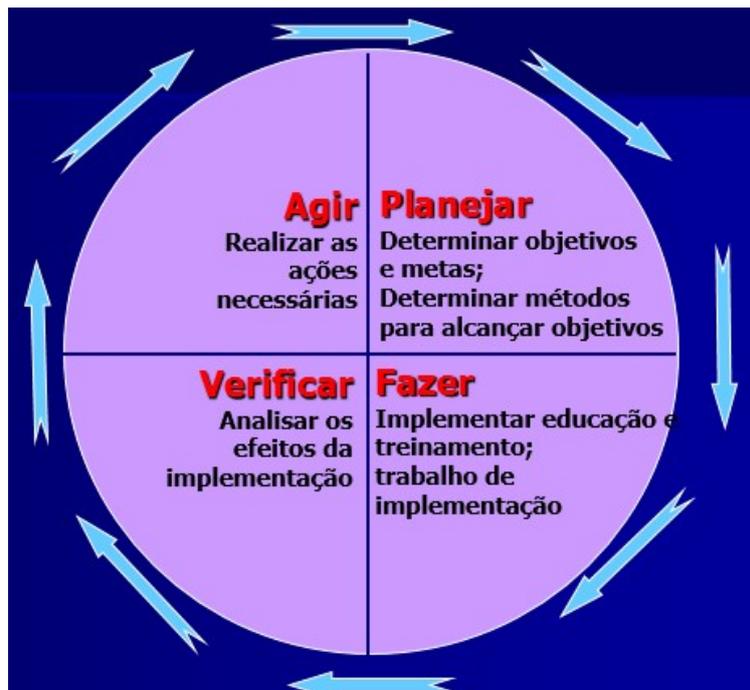
Fonte: Maximiano (2006)

Em 1931, o estatístico Walter Shewhart lançou os conceitos básicos da moderna Engenharia de Qualidade, no livro *Economic Control of Quality of Manufactured Products*. Ele percebeu que o operário era capaz de entender e controlar a sua produção, e criou técnicas para isso. Dessa percepção, surgiram dois importantes conceitos: o Controle Estatístico de Processos (CEP) e, principalmente, o Ciclo de Melhoria Contínua. Esse último conceito, ainda muito utilizado, é mais conhecido como PDCA (AMBROZEWICZ, 2003).

Em 1950, William Edwards Deming disse em uma palestra ministrada no Japão que a melhoria da qualidade era o caminho para a prosperidade, através do aumento da produtividade, da redução de custos, da conquista de mercados e da expansão do emprego. Deming também destacou a responsabilidade da alta administração, que começava na identificação das necessidades do cliente ou consumidor e prosseguia pelos diversos estágios da transformação de insumos, até chegar como produtos ou serviços ao mesmo cliente.

Deming foi o principal divulgador ciclo de Melhoria Contínua (ciclo PDCA ou ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming) - **Figura 19**, utilizado por ele para colocar em prática os seus 14 princípios (AMBROZEWICZ, 2003):

Figura 19: Ciclo PDCA ou ciclo de Deming



Fonte: Ambrozewicz (2003)

- Princípio 1 - Criar um propósito constante = melhoria de produtos e serviços;
- Princípio 2 - Adotar uma nova filosofia = não aceitar erros materiais e humanos;
- Princípio 3 - Deixar de depender da inspeção em massa;

- Princípio 4 - Não comprar apenas pelo preço;
- Princípio 5 - Melhorar constantemente os sistemas de produção e serviços;
- Princípio 6 - Instituir o treinamento e o retreinamento;
- Princípio 7 - Instituir a liderança – liderar é tarefa do gerente;
- Princípio 8 - Eliminar o temor dos empregados;
- Princípio 9 - Derrubar as barreiras entre as diversas áreas e níveis hierárquicos;
- Princípio 10 - Eliminar slogans e metas- só servem se acompanhadas de roteiro e método de execução;
- Princípio 11 - Eliminar cotas numéricas – quem pensa em números esquece a qualidade;
- Princípio 12 - Remover as barreiras ao orgulho pelo trabalho executado;
- Princípio 13 - Instituir um programa de forte educação;
- Princípio 14 - Criar uma estrutura na alta administração para implantar os 13 primeiros pontos.

Em 1987, a ISO (*International Organization for Standardization*), organização internacional sem fins lucrativos, publicou manuais de avaliação do sistema da qualidade, chamados Normas ISO Série 9000 de Padrões Internacionais, que sintetizavam diversas normas nacionais já existentes, regulamentando as relações entre fornecedores e compradores.

Devido a sua grande aceitação, as normas ISO passaram a ser adotadas como mecanismos de auditoria da qualidade. A partir disso, surgiram empresas especializadas nesse tipo de auditoria, que conferem certificados de conformidade com a ISO 9000. No entanto, a certificação não é conferida pela ISO, nem em seu nome, nem essas empresas têm qualquer delegação da ISO para fazê-lo. A família ISO 9000 de normas representa uma espécie de consenso internacional a respeito das boas práticas de administração da qualidade, mas não é uma garantia de qualidade de produtos (MAXIMIANO, 2006).

As normas ISO série 9000 (9000 a 9004) procuram justamente analisar o conceito Qualidade de forma sistêmica, analisando as inúmeras interfaces existentes desde a concepção da ideia até a concretização do produto, considerando ainda os inúmeros

fatores materiais (insumos básicos, equipamentos, processos), humanos (treinamento, remuneração, motivação) e gerenciais (responsabilidades, custos, comunicação, etc.) que nela interferem (THOMAZ, 2001).

Devido as exigências cada vez maiores por qualidade na indústria da construção civil, parte das empresas têm buscado aderir aos programas de certificação da qualidade, entretanto ainda possuem dificuldades em relação aos serviços executados, principalmente com relação a forma correta de inspeção. Constata-se que mesmo as empresas possuindo procedimentos de verificação de qualidade, não há informações claras que conduzam a inspeções satisfatórias e padronizadas (ROCHA; SILVA JUNIOR; FORMOSO, 2016).

Segundo Rocha, Silva Junior e Formoso (2016), a falta de integração entre planejamento da produção e controle de qualidade ocasionam na desinformação que gera as maiores dificuldades na realização da atividade de checagem da qualidade, como:

- Momento correto para realização da inspeção;
- Quais equipamentos utilizar na inspeção;
- Quais as técnicas de inspeção;
- Parâmetros de tolerância aceitáveis.

Nessa perspectiva, Andrade e Lordsleem (2016) constataram que a terceirização de serviços na construção civil nem sempre se confirma como uma vantagem competitiva, pois a elevada velocidade de execução nem sempre mantém a qualidade esperada. As empresas, sendo subcontratadas, necessitam de treinamentos para sua mão de obra, e assim alcancem os padrões de qualidade exigidos pela contratante.

Segundo NASCIMENTO et al. (2011), uma forma de melhorar a qualidade na construção civil é montando-se um protótipo de cada atividade que terá uma sequência repetitiva, em que serão visualizadas as possíveis falhas na produção, corrigindo-as tanto quanto for necessário até atingir a produtividade e a qualidade ideal, visando evitar conflitos e retrabalhos nos “n” ciclos seguintes.

Para Rocha, Silva Junior e Formoso (2016), as verificações de qualidade realizadas por mestre de obras, encarregados e estagiários, sem a utilização de um procedimento ou

planilha de verificação, acabam gerando perdas de informações que comprometem a correta realização da inspeção. Os resultados obtidos com a utilização de PIQs (procedimentos de inspeção da qualidade) indicam que a sua utilização auxilia, principalmente, na inspeção de critérios de qualidade que não são verificados rotineiramente. A utilização dos procedimentos de inspeção também assegura que a qualidade seja avaliada de forma padronizada, e com as mesmas técnicas por todos os inspetores, assegurando que as exigências estabelecidas pela empresa sejam atendidas.

2.3.10. Criação de um ambiente de autorrealização

Com a difusão do Sistema Toyota de Produção (TPS), termos como: JIT, *jidoka*, *kaizen*, entre outros, já são de conhecimento geral. Mas pouco se fala sobre como gerenciar os recursos humanos para atingir tais níveis de eficiência. O fato de o TPS produzir de acordo com a demanda (atuar sob o JIT), incluir a qualidade do produto no processo de produção (*jidoka*) e dar enfoque à melhoria contínua (*kaizen*) torna imprescindível uma boa Gestão de Recursos Humanos para obter a participação de todos os envolvidos e manter a moral elevado (BRITO, 2006).

Para Silva Junior (2014), os baixos salários do setor da construção civil é uma condição desmotivadora para muitos funcionários. Nesse sentido, Alves et al. (2007) destaca a importância para empresas de entenderem a motivação humana, visto que a falta de motivação gera diversos problemas às organizações.

A motivação impulsiona o trabalhador no sentido de atingir o objetivo desejado e a satisfação pode ser considerada como o contentamento pela possibilidade de atingir ou de ter atingido o objetivo desejado (SILVA, 2008). Com o objetivo de aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos produtos, as empresas têm buscado melhorias dos métodos de trabalho e especialização da mão de obra, e dos aspectos físicos do local de trabalho (LEITE JÚNIOR, 2012).

NEVES et al. (2016) citam como elementos motivadores e desmotivadores dos trabalhadores:

- Elementos Motivadores: “Oportunidade de crescimento”; “Estímulo à criatividade”; e “Amizade entre os colegas”.

- Elementos Desmotivadores: “Falta de lugar adequado para repouso no canteiro de obra”; “Falta de plano de saúde ofertado pela empresa”; “Sentimento de instabilidade no emprego”; “Falta de percepção de aceitação por parte da empresa”; “Falta de comunicação por parte da empresa”; “Baixo salário”; e “Falta de consideração pelo trabalho realizado”.

Para Belo, Kimura e Canova (2013), a vantagem competitiva de uma empresa depende da capacitação de seus funcionários, da qualidade dos conhecimentos que são capazes de produzir e de transferir para o sistema produtivo. Já Rostami et al. (2015) destaca que a prática da gestão de riscos em empresas construtoras está associada ao fator humano, objetivando a melhoria e o atendimento das exigências dos usuários.

Costa (2011) alerta para o caráter cíclico do setor da construção, que exige diferentes níveis de especialização da mão de obra, justificando a alta rotatividade existente na construção civil.

Ressalta-se também que a redução do prazo de execução das obras, cada vez mais curto, contribui para que as empresas construtoras utilizem contratos por produtividade por intermédio de subempreiteiras (COSTA, 2011).

O comportamento é sempre motivado por alguma causa interna ao próprio indivíduo (motivos internos) ou alguma causa externa do ambiente (motivos externos). Entende-se que motivação é sinônimo de relação de causa e efeito no comportamento das pessoas, que difere de entusiasmo ou disposição elevada; significando apenas que todo comportamento sempre tem uma causa (MAXIMIANO, 2006).

Segundo Maximiano (2006), a teoria da expectativa (*expectancy theory*) propõe que as pessoas se esforcem para alcançar resultados ou recompensas, que elas consideram importantes ao mesmo tempo em que evitam os resultados indesejados. A teoria afirma que o esforço depende da importância do resultado que se deseja alcançar, portanto, motivação é igual à Expectativa (crença de que o esforço produz o resultado) x valor atribuído ao resultado.

Para Maslow (2001), a motivação depende do atendimento de certas necessidades, que são apresentadas em forma de pirâmide. Para que a pessoa chegue ao topo da pirâmide

em que encontra a necessidade de autorrealização, é preciso que as necessidades fisiológicas, de segurança, sociais e de estima sejam anteriormente atendidas.

As necessidades fisiológicas correspondem às necessidades biológicas ou básicas, que exigem satisfação cíclica e incessante para garantir a sobrevivência do indivíduo. A principal característica das necessidades básicas é sua dominância sobre as outras necessidades. Por exemplo: um indivíduo que esteja com fome, não terá outra preocupação enquanto não saciar sua fome. Entretanto, após garantida essa necessidade, ela deixa de ser um fator motivacional.

O segundo degrau da pirâmide corresponde às necessidades de segurança: física, de saúde, de emprego e de salário. Assim como as necessidades fisiológicas, elas também estão ligadas ao instinto de sobrevivência do indivíduo.

O terceiro degrau da pirâmide de Maslow corresponde às necessidades sociais de interação com outras pessoas, mantendo laços de amizade e envolvimento com os demais membros da empresa. O quarto degrau refere-se às necessidades de estima, que envolve: autoconfiança, autoestima, aprovação social, prestígio, responsabilidade e reconhecimento.

No topo da pirâmide está a autorrealização, essas são as necessidades mais elevadas do indivíduo, elas correspondem ao aproveitamento máximo do potencial de cada um, nesse nível as pessoas são impulsionadas ao sucesso visando o desenvolvimento contínuo de suas qualidades.

Segundo Maslow (2001), a motivação para a realização de forma produtiva das tarefas exercidas pelos funcionários em uma determinada empresa está diretamente ligada ao atendimento de suas necessidades básicas: fisiológicas e de segurança. Após saciadas, o indivíduo passará a buscar o relacionamento social com a equipe de trabalho e terá como objetivo atingir o reconhecimento pessoal através do seu desempenho profissional.

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1. ESTRATÉGIA DE PESQUISA – PESQUISA-AÇÃO

A estratégia de pesquisa constitui-se de uma forma de coletar e analisar as evidências empíricas, buscando propor uma solução para um problema real com embasamento teórico, cuja escolha depende das questões e objetivos do trabalho (YIN, 2005).

A definição da estratégia de pesquisa é uma etapa fundamental no desenvolvimento de um projeto de pesquisa. Yin (2005) ressalta que a adoção de uma estratégia é estritamente dependente de duas condições: as questões levantadas e a definição dos objetivos propostos no trabalho. Nesse sentido, a estratégia pode assumir várias formas, tais como: o experimento, o estudo empírico, a *survey*, a análise de arquivos, entre outras (YIN, 2005).

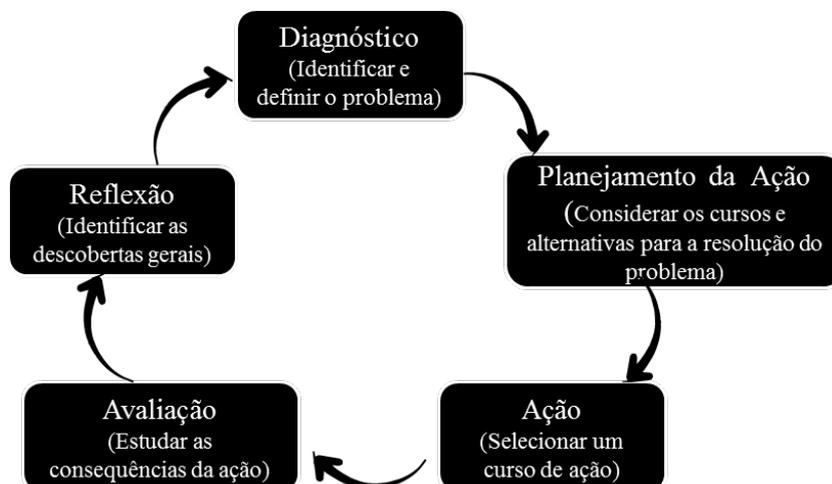
Neste trabalho será usada a pesquisa-ação como estratégia de desenvolvimento, buscando traçar um diagnóstico do problema, planejar ações de melhoria, implementá-las, avaliar os resultados e refletir sobre possíveis novas ações.

Na pesquisa-ação, o pesquisador atua em um contexto de aplicação tentando provocar uma mudança no sistema, monitorando os resultados e, ao mesmo tempo, aumentando o conhecimento sobre o tema de estudo (DICK, 1992; EDEN e HUXHAN, 1997; THIOLENT, 2005).

Segundo Thiollent (2005), para o desenvolvimento de uma pesquisa-ação deve existir, obrigatoriamente, a colaboração entre o pesquisador e o contexto de realização do estudo. Quando a pesquisa é realizada na empresa, comumente é vista como uma consultoria. Portanto, para evitar interpretações errôneas quanto ao caráter científico do trabalho, aos objetivos, a forma de condução, a maneira de coletar e controlar os dados, bem como o modo de analisá-los, devem estar bem definidos desde o início, mesmo que possam ser alterados no decorrer do desenvolvimento da pesquisa (THIOLENT, 2005).

O desenvolvimento de uma pesquisa-ação ocorre mediante a um processo cíclico de aprendizagem, composto por cinco atividades (**Figura 20**): diagnóstico, planejamento da ação, ação, avaliação e reflexão (SUSMAN; EVERED, 1978).

Figura 20: Processo cíclico da pesquisa-ação



Fonte: Susman e Evered (1978)

De acordo com o ciclo proposto por Susman e Evered (1978), para a execução de uma pesquisa-ação deve-se diagnosticar e definir um problema, para então, considerar os cursos e alternativas para sua resolução, selecionar um curso que seja mais viável e executá-lo (agir), estudar e avaliar as consequências das ações tomadas (qualitativa e quantitativamente). Por fim, deve-se fazer uma reflexão sobre os resultados alcançados e identificar as descobertas gerais.

3.1.1. AS CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA-AÇÃO

A pesquisa-ação pode ser caracterizada como uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática, devendo essas técnicas atender aos critérios comuns a outros tipos de pesquisa acadêmica.

Segundo Franco (2005), quando se pretende investigar a dimensão da ação na pesquisa-ação tem-se também por finalidade refletir seu sentido, suas configurações, bem como seu “entendimento” no processo investigativo. Nessa direção, tem-se a preocupação de identificar as ações necessárias à construção/compreensão do objetivo de estudo em

questão, tal como as ações fundamentais para transformar tais compreensões em produção de conhecimento.

A pesquisa-ação se distingue da pesquisa científica tradicional, pois altera o que está sendo estudado e é limitada pelo contexto e pela ética da prática, como o próprio termo diz, requer ação tanto na prática quanto na pesquisa, sendo assim, terá características de ambas.

Segundo Tripp (2005), uma pesquisa-ação possui as seguintes características, conforme observa-se na **Tabela 06**:

Tabela 4: Características da pesquisa-ação

Dez características da pesquisa-ação	
Linha	Pesquisa-ação
1	Inovadora
2	Contínua
3	Proativa estrategicamente
4	Participativa
5	Intervencionista
6	Problematizada
7	Deliberada
8	Documentada
9	Compreendida
10	Disseminada

Fonte: Tripp (2005)

McNiff (2002) afirma que a pesquisa-ação implica no fato do pesquisador tomar consciência dos princípios que o conduzem no seu trabalho, é necessário ter clareza a respeito, tanto do que se faz, quanto do porquê se deve fazer.

Portanto, considerando o envolvimento do pesquisador nas ações tomadas para melhoria das práticas na empresa estudada, adotou-se a pesquisa-ação como metodologia de pesquisa para este trabalho.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Empresa atua no mercado de Belém-Pará desde 2012 na construção de edifícios residenciais e comerciais de alto padrão.

Possuía em seu quadro na época do estudo de caso, aproximadamente 122 funcionários, o que, de acordo com o critério do SEBRAE, a classifica como uma empresa de médio porte, não participando nesse período de programas de certificação de qualidade.

Desde o início de suas obras, a direção técnica da empresa tem buscado aplicar um sistema de gestão próprio, baseado nos conceitos da filosofia *Lean Construction* e do Sistema Toyota de Produção, tendo o autor do presente estudo desempenhando a função de diretor técnico, o responsável pela coordenação da implantação do sistema proposto, utilizando-se do conceito *Lean* de Agente de Mudanças.

Dentre as obras e pessoas que participaram da implementação do sistema de gestão exposto neste trabalho, destacam-se:

Tabela 5: Características Obra A do estudo de caso

Obra		Características da obra	Participantes	Ferramentas aplicadas
Obra A	Edifício comercial	1 torre comercial de 20 pavimentos, com 128 salas e 8 lojas, sendo 12.187,92 m ² de área construída.	Diretor técnico, engenheiro da obra, estagiários, mestre de obras e encarregados.	Ferramentas de gestão visual, <i>Kanban</i> , <i>Heijunka Box</i> , Sistema de gestão da qualidade e Planejamento em linha de balanço.

Fonte: Próprio autor

Tabela 6: Características Obra B do estudo de caso

Obra		Características da obra	Participantes	Ferramentas aplicadas
Obra B	Edifício residencial	1 torre residencial de 21 pavimentos, com 4 apartamentos por andar, sendo 11.559,44 m ² de área construída.	Diretor técnico, engenheiro da obra, estagiários, mestre de obras e encarregados.	Ferramentas de gestão visual, <i>Kanban</i> , <i>Heijunka Box</i> , Sistema de gestão da qualidade e Planejamento em linha de balanço.

Fonte: Próprio autor

3.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento para realização desta pesquisa é apresentado na **Figura 21** e encontra-se dividido em três etapas: compreensão, desenvolvimento do Sistema de Gestão e Aplicação do Sistema de Gestão.

Figura 21: Delineamento da pesquisa



Fonte: Próprio autor

3.3.1. COMPREENSÃO

Esta primeira etapa de compreensão do problema foi desenvolvida a partir de janeiro de 2013 em um canteiro de obra da Empresa estudada, quando a sua direção técnica, composta por dois Engenheiros Civis, com mais de 10 anos de experiência em construção, realizaram um estudo sobre a produtividade e qualidade da produção, buscando identificar os problemas mais recorrentes na construção civil, tais como: alta variação dos índices de produtividade, excessivos retrabalhos nas execuções dos serviços, falta de padronização e desmotivação dos funcionários. Com o objetivo de evitar a ocorrência desses problemas em seu canteiro de obra, a direção técnica da empresa iniciou um estudo acerca da filosofia *Lean Construction* mediante a leitura

de livros e artigos de gestão, tais como: BALLARD, (2000); AMBROZEWICZ, (2003); CODINHOTO, R. MINOZZO, D. L. HOMRICH M. C. FORMOSO, C. T., (2003); SOUZA, U. E. L., (2002); GOLDRATT, E. M. COX, J., (2002); ISATTO, E. FORMOSO, C., (2000); ONHO T., (2004), ROTHER, M. HARRIS R. (2002).

A partir desse conhecimento adquirido, a equipe técnica da Empresa, composta por: diretor técnico (engenheiro civil), supervisor de Planejamento e Controle da Produção PCP (engenheiro civil), orçamentista (técnico de edificações), analista de PCP (estudante de engenharia) e dois engenheiros de obra, passou a selecionar e aprovar as ferramentas e conceitos de gestão para implantação em seus canteiros de obras, sendo o critério utilizado para aprovação, a experiência adquirida pela equipe em outras obras semelhantes, dentre essas ferramentas e conceitos destacam-se:

- *Andon*
- Células de produção
- Cinco S (5S)
- Estoque padrão
- Gerenciamento Visual
- *Heijunka e Heijunka box*
- *Kaizen*
- *Kanban*
- *Lead Time (tempo de ciclo)*
- Mapeamento do fluxo de valor
- Plano Para Cada Pessoa
- Trabalho Padronizado
- Conceito de autorrealização

Como ferramentas gerenciais, foram definidas planilhas de acompanhamento e controle da produtividade e qualidade, além de entrevistas com as equipes operacionais para identificação e entendimento dos principais problemas.

Objetivando solucionar os problemas observados nos estudos iniciais, que podem causar um impacto significativo nos resultados financeiros dos empreendimentos, a direção técnica da Empresa decidiu desenvolver e implantar um sistema de gestão própria, baseado na filosofia *Lean Construction*, bem como outras teorias de gestão empresarial (teoria das restrições e administração científica).

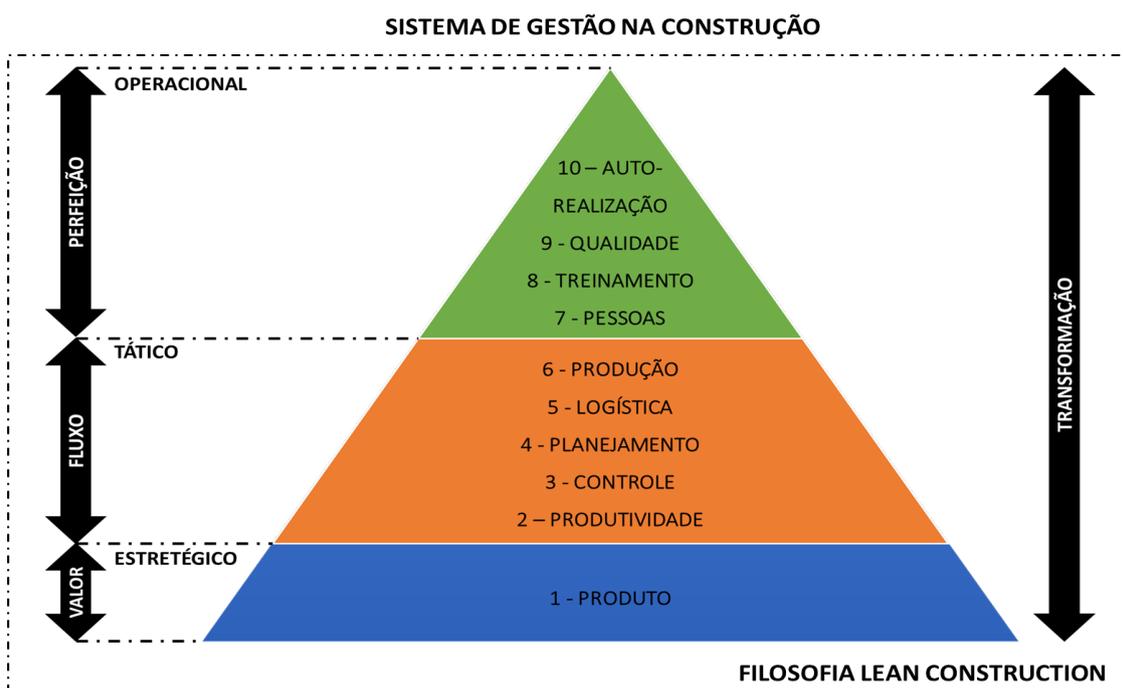
Todas as ferramentas utilizadas e os resultados obtidos serão demonstrados nos capítulos seguintes.

3.3.2 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO

A etapa de desenvolvimento do sistema de gestão proposto foi subdividida em 2 fases, expostas a seguir:

1ª fase: Estruturação do sistema de gestão: baseado no conhecimento adquirido nos estudos realizados, na leitura dos livros e artigos, e na seleção e aprovação das ferramentas e conceitos de gestão, composto de dez etapas (1- produto, 2- produtividade, 3- controle, 4- planejamento, 5- logística, 6- produção, 7- pessoas, 8- treinamento, 9- qualidade e 10- autorrealização), contemplando os três níveis hierárquicos (estratégico, tático e operacional) da empresa, conforme demonstrado na **Figura 22** a seguir.

Figura 22: Sistema de gestão baseado em 10 etapas



Fonte: Próprio autor

O sistema de gestão proposto foi dividido em dez etapas, que ocorrem dentro dos três níveis hierárquicos da Empresa (estratégico, tático e operacional), utilizando como referencial teórico as filosofias: *Lean Construction* e *Lean Thinking* (visões de Valor, Fluxo e Perfeição).

Tradicionalmente o nível estratégico é apresentado acima dos níveis tático e operacional, entretanto, na figura representativa do Sistema de Gestão proposto, ele é mostrado na base da figura, pois dará suporte aos demais níveis, caso a etapa referente à esse nível (1ª etapa (produto) - definição, viabilidade e incorporação do produto) - não ocorra de forma correta, o empreendimento a ser lançado poderá ter os resultados esperados comprometidos.

- **Nível Estratégico (Visão de Valor)**

1ª etapa (Produto) - Definição, viabilidade e incorporação do produto (valor);

No nível estratégico foi definido através da visão de valor do cliente e mediante pesquisas prévias com os públicos-alvo do empreendimento, quais atributos o produto a ser lançado deveria ter para que o seu valor agregado fosse aumentado, avaliando a viabilidade e checando os fatores legais do terreno e dos projetos, por intermédio da incorporação imobiliária.

Nesse nível foram envolvidos a presidência e direção técnica da empresa, o escritório de arquitetura contratado para execução do projeto arquitetônico e o escritório de advocacia contratado para o acompanhamento legal do empreendimento.

- **Nível Tático (Visão de Fluxo)**

2ª etapa (Produtividade) - Definição dos índices internos e externos de produtividade (fluxo de valor);

3ª etapa (Controle) - Montagem e controle das células de produção (fluxo de valor);

4ª etapa (Planejamento) - Planejamento de longo, médio e curto prazo (fluxo de valor);

5ª etapa (Logística) - Organização do layout e logística do canteiro de obras (fluxo contínuo);

6ª etapa (Produção) - Proteção da produção (fluxo contínuo);

Para o Nível Tático, a direção da Empresa buscou a visão de fluxo de valor (ações necessárias para o desenvolvimento de um produto específico) e fluxo contínuo (redução dos tempos de concepção dos produtos), definiu os índices de produtividade que foram utilizados para montagem das células de produção e dos planejamentos de

longo, médio e curto prazo, organizou seus canteiros de obras através da implantação da gestão visual e Cinco S (5S), treinou um encarregado que assumiu a gestão logística de abastecimento das células de produção da obra, ajudando a manter a produção protegida de possíveis falhas no fluxo dos materiais, operários e informações.

Para estruturação do sistema nesse nível devem ser envolvidos: Direção técnica da empresa, equipe técnica das obras, mestres de obras e encarregados e auxiliares de logística.

- **Nível Operacional (Visão de Perfeição)**

7ª etapa (Pessoas) - Avaliação, seleção e definição das equipes (busca pela perfeição);

8ª etapa (Treinamento) - Treinamento das equipes (busca pela perfeição);

9ª etapa (Qualidade) - Controle da qualidade (busca pela perfeição);

10ª etapa (Autorrealização) - Criação de um ambiente de autorrealização (busca pela perfeição).

No Nível Operacional, a direção da Empresa desenvolveu suas equipes técnicas e operacionais por meio do conceito de busca pela perfeição (melhoria contínua), utilizando ferramentas para avaliação e seleção de seus funcionários, definindo as equipes de trabalho, treinando essas equipes, contratando e treinando um encarregado responsável pelo controle de qualidade das células de produção, e buscando criar um ambiente de autorrealização através do desenvolvimento humano em seus canteiros de obras.

Nesse Nível, além da equipe técnica das obras, a direção da Empresa envolveu toda sua equipe operacional, estimulando sugestões através da adoção de caixas de sugestões e mantendo um contato direto entre a engenharia e os operários nos canteiros de obras, com reuniões semanais e diálogos individualizados.

2ª fase: Aprovação do sistema de gestão estruturado: iniciada com treinamentos ocorridos nos canteiros de obra da Empresa a cada 15 dias nas sextas-feiras, das 13 horas às 18 horas, totalizando 20 horas de treinamento, com a participação da equipe técnica (engenheiros, técnicos de edificação, mestres, encarregados e

estagiários), onde foi abordado o significado dos conceitos e utilidade, e aplicabilidade das ferramentas *leans*.

Nos treinamentos foram abordados os principais temas do sistema de gestão, conforme descrito a seguir:

1º treinamento: Inicialmente foi transmitido os conceitos e ferramentas da filosofia *Lean Construction*, com suas respectivas aplicações na construção civil.

2º treinamento: A equipe passou por um treinamento sobre índices de produtividade, células de produção e planejamento de obras de longo, médio e curto prazo em linha de balanço.

3º treinamento: Nessa fase o treinamento consistiu em controle da qualidade, logística e layout de canteiro.

4º treinamento: Na última fase do treinamento englobou-se: custos da mão de obra e gestão de pessoas.

Após o processo de capacitação, os engenheiros e estagiários da Empresa passaram a se aprofundar no assunto por meio da leitura de livros e artigos sobre a filosofia *Lean Construction*, bem como assuntos referentes a teoria das restrições, administração e gestão de pessoas, passando a debater quais ferramentas e conceitos poderiam ser adaptadas para realidade da construção civil.

3.3.3. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO

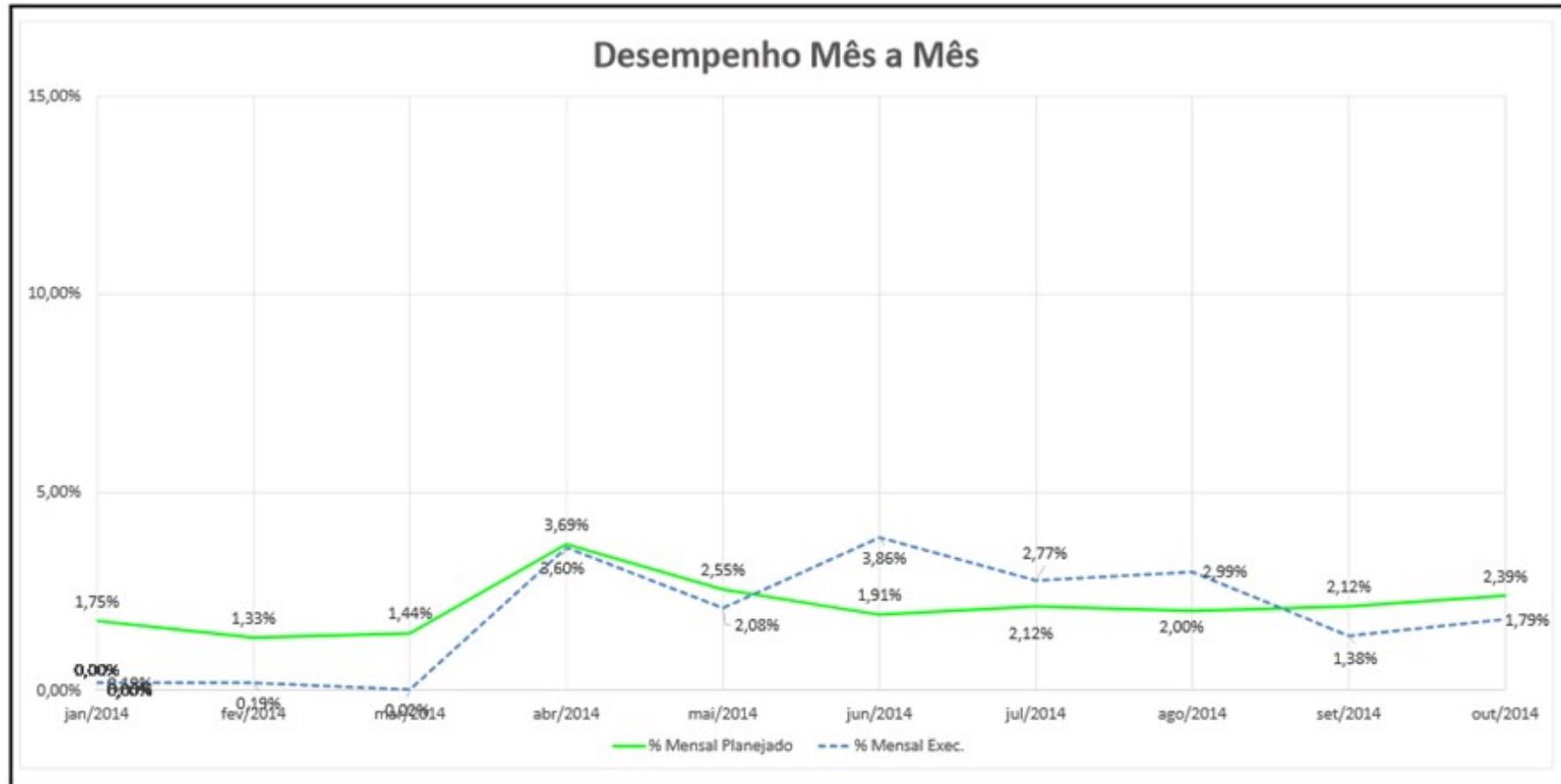
Para etapa de aplicação do Sistema de Gestão proposto foram realizadas análises dos resultados obtidos nos canteiros de obra da Empresa. Após a aplicação do sistema de gestão, com relação à produtividade e qualidade na execução dos serviços, através das planilhas desenvolvidas pela equipe de PCP (Planejamento e controle da produção) para acompanhamento físico x financeiro e controle da qualidade, comparando os resultados obtidos com o orçamento e planejamento feitos antes do início da obra, também foram realizadas entrevistas com os engenheiros, com o intuito de avaliar a implantação por meio da ótica proposta pelo pesquisador, sendo avaliada as ações de ajustes sugeridas pela equipe para definir uma versão final do sistema de gestão a ser utilizado. Por fim, foi analisada a contribuição teórica do trabalho, apontando os avanços de conhecimento proporcionados e o escopo de aplicação do método proposto.

Para a avaliação correta da implementação do sistema de gestão, a Empresa utilizou algumas ferramentas para o acompanhamento da obra (Figuras 23, 24, 25 e 26), são elas:

- Comparativo do desempenho mensal planejado x realizado (**Figura 23**);
- Comparativo acumulado planejado x realizado (**Figura 24**);
- Comparativo mensal físico x financeiro (**Figura 25**);
- Quadro de distribuição diária da mão de obra (**Figura 26**);

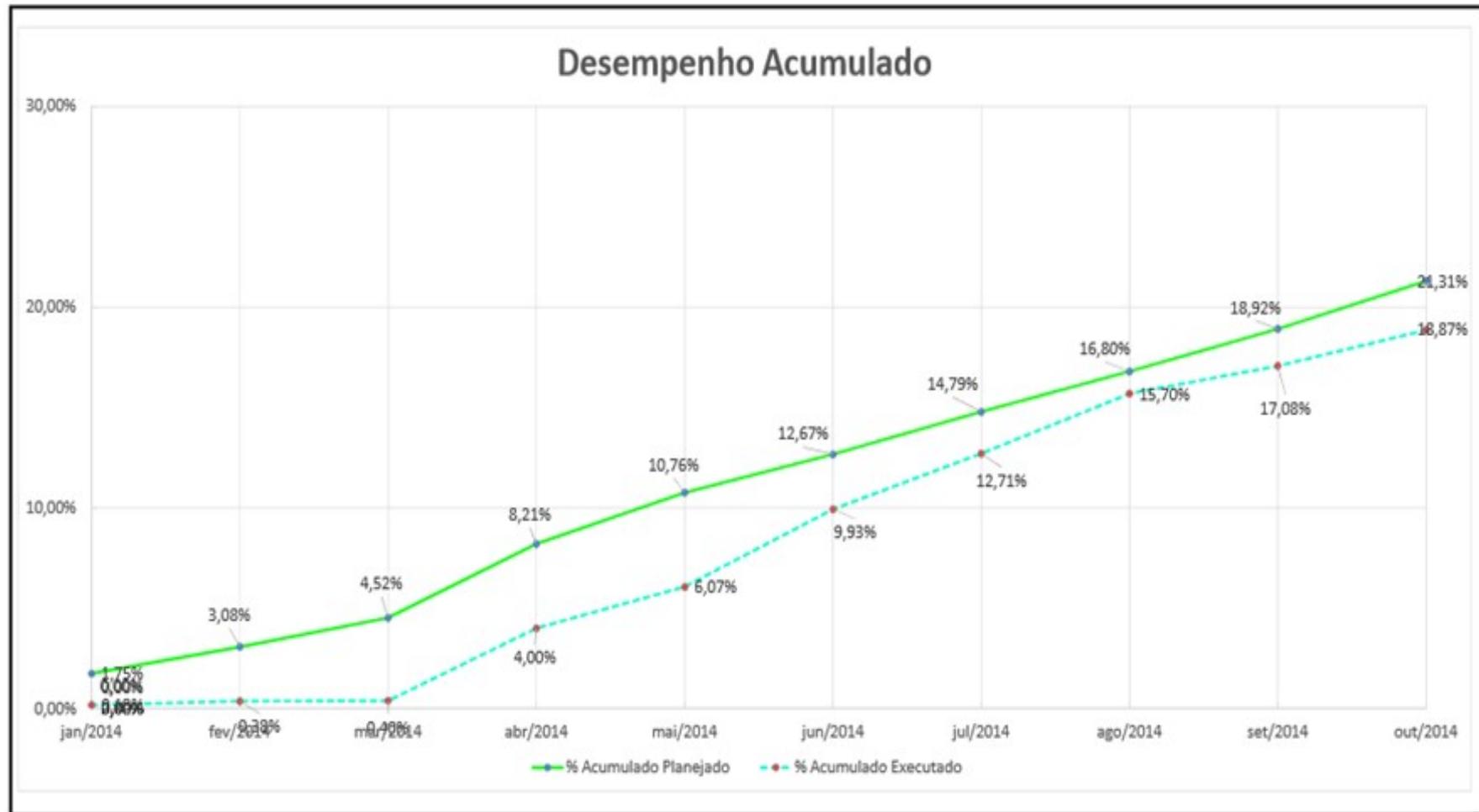
Além dessas ferramentas, foi feito um acompanhamento semanal pelo diretor técnico da Empresa através da linha de balanço de longo prazo da obra, com a participação do engenheiro, mestre de obras e estagiário.

Figura 23: comparativo mensal: planejado x executado – Empresa (2014)



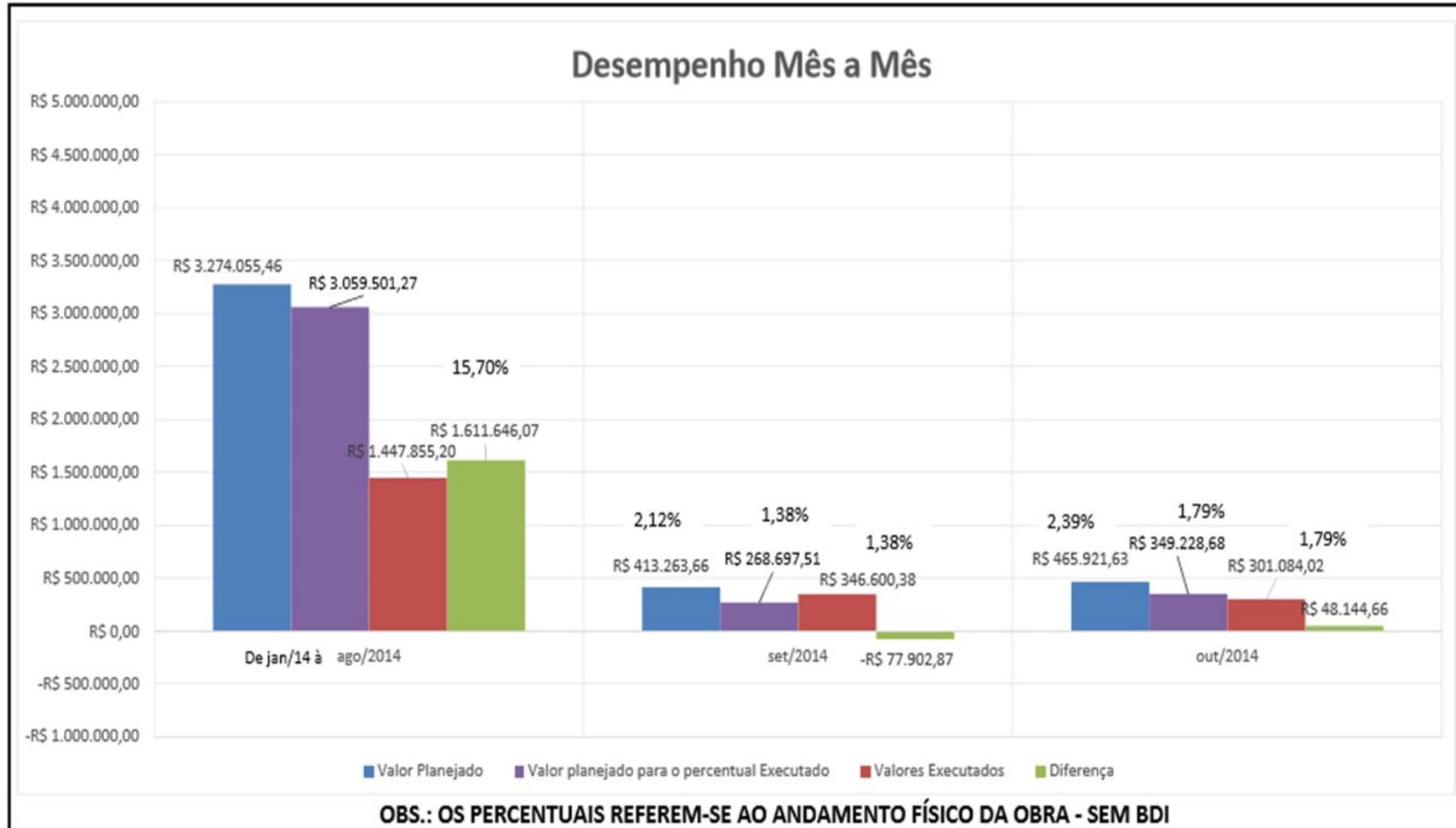
Fonte: Próprio autor

Figura 24: comparativo acumulado: planejado x executado – Empresa (2014)



Fonte: Próprio auto

Figura 25: comparativo mensal: físico x financeiro – Empresa (2014)



Fonte: Próprio autor

Figura 26: Quadro de distribuição do efetivo da obra – Empresa (2014)

QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DO EFETIVO [] - 10/11/2014 a 23/11/2014																
ADMINISTRAÇÃO/APOIO (RESPONSÁVEL: LUCINEY)																
NOME	M AT	FUNÇÃO	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
			10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
JOSÉ ALVES DA COSTA	017	AUX. ALMOX.	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
REINALDO COSTA SARDO	016	SERVENTE	CP06	CP06	CP06	CP06	CP06			CP06	CP06	CP06	CP06	CP06		
AFONSO NONATO SANTOS SILVA	021	ELETRICISTA	OK	CP06	CP06	CP06	CP06			CP06	CP06	CP06	CP00	CP06		
ANTONIO ADPE DA LUZ BAIA	022	ENCANADOR	CP06	OK	CP06	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
IZAÍAS DA SILVA AMORIM	020	CARPINTEIRO	CP06	CP05	CP05	CP05	CP06			CP06	CP06	CP06	CP06	CP06		
ANGELO BRUNEL O. DE ALMEIDA	044	SERVENTE	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
TÁRCIO ANDRÉ ROCHA DA SILVA	072	ESTAGIÁRIO	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
EMANUEL CLAUDIO NASCIMENTO SODR	062	ENCARREGADO	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
LUCINEY FEITOSA DOS SANTOS	036	ESTAGIÁRIO	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
RENATO DA PAIXÃO SOUSA		AUX. DE QUALIDADE	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
VALCIR CALADO AMORIM	039	ENCARREGADO	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
ANTONIO CIVALDO TRINDADE NUNES	073	ENCARREGADO	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
SILVANEY ALMEIDA		MESTRE	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
RICARDO SARAIVA DE MEDEIROS	051	AUX. ALMOX.	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
JOAO FRANCISCO MAGNO RODRIGUES	058	VIGIA	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
WALDIR DA CONCEIÇÃO RAMOS	061	VIGIA	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
GABRIEL BANHA		ENGENHEIRO	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK	OK	OK	OK		
TOTAL DO DIA:			14	14	13	14	14	0	0	14	14	14	14	14	0	0
LEGENDA DAS CP'S																
SERVIÇOS EXTERNOS																
SERVIÇOS EXTERNOS(OFFICE)																
SERVIÇOS EXTERNOS(SKY)																
ADMINISTRAÇÃO DE OBRA																
INSTALAÇÕES DE CANTEIRO																
LOCAÇÃO																
ESTACAS																
BLOCOS																
CINTAMENTO																
ESTRUTURA																
ALVENARIA EXTERNA																
CONTRA-PISO																
ALVENARIA INTERNA																
										LEGENDA P/ PREENCHIMENTO						
										OK						
										PRESENTE NA CP						
										FALTA						
										F. JUS.						
										FALTA JUSTIFICADA						
										FÉRIAS						
										FÉRIAS						
										CP A.C.01						
										MUDANÇA DE CP						
										SUSP.						
										FUNC. SUSPENSO						
										LIBER.						
										FUNC. LIBERADO						
										ATESTADO						
										ATESTADO MÉDICO						
										INSS						
										AFASTAMENTO						
										DEMITIDO						
										DEMITIDO						

Fonte: Próprio autor

4. RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

O presente capítulo descreve os resultados obtidos no estudo de caso, abordando o contexto de aplicação deste estudo e as características do agente de implantação. Além de fazer uma descrição detalhada do sistema de gestão proposto e da cronologia de aplicação. Também são apresentados os resultados do desempenho físico financeiro da Empresa estudada, a análise detalhada dos custos de implementação do método proposto e, por fim, será feita uma discussão geral acerca dos resultados obtidos nesse estudo.

4.1. O AGENTE DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA.

O Agente de Mudança

Para implantação do Sistema de Gestão proposto neste trabalho, a direção da Empresa escolheu dentro do seu quadro técnico uma pessoa para executar a função de Agente de Mudança. Dentro dos conceitos da filosofia *Lean*, o Agente de Mudança é o líder de uma conversão *Lean* com o poder e a iniciativa de empreender as mudanças necessárias, visando a melhoria da gestão interna, podendo esse agente vir de fora da organização, tal como um consultor externo especialista em *Lean*, ou de dentro, um funcionário com o conhecimento teórico.

Para essa função, a direção da Empresa listou alguns conhecimentos e habilidades necessárias para correta execução da tarefa, conforme descrito a seguir:

- Conhecer as ferramentas *Lean* que podem ser adaptadas para construção civil;
- Saber liderar pela influência e não pela imposição (sendo uma filosofia, as pessoas devem ser convencidas da importância da implantação e não obrigadas a aceitar);
- Mostrar através de números a importância de se implantar e preservar o sistema;
- Saber trabalhar em equipe;
- Ter uma compreensão profunda do trabalho desenvolvido na empresa;
- Desenvolver, instruir e liderar as pessoas, para que essas sigam a filosofia *Lean*;

- Desenvolver líderes dentro da empresa para que compreendam a filosofia e ensinem aos outros;
- Buscar a padronização de todas as obras, o que deu certo em uma obra, deve ser levado para os demais canteiros da empresa;
- Melhorar continuamente, produzir cada vez mais utilizando cada vez menos, nunca se dar por satisfeito, a melhoria depende da insatisfação com a situação atual.

Com as capacidades necessárias para o exercício da função definidas, a direção da Empresa optou por trabalhar com seu diretor técnico como Agente de Mudanças, um engenheiro civil com experiência em implantação da filosofia *Lean* em canteiros de obras e 15 anos de experiência na construção de edifícios residenciais e comerciais nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Após iniciado o trabalho de implantação do sistema de gestão pelo Agente de Mudanças, a direção da Empresa constatou que, além do envolvimento dos seus setores técnicos e operacionais, se fez necessário o apoio irrestrito da alta direção da empresa, bem como seu envolvimento na tomada de decisões acerca de quais ferramentas utilizar e do melhor momento para aplicá-las, determinando após isso o seu custo benefício.

4.2. O SISTEMA DE GESTÃO PROPOSTO.

Após o início das atividades na Empresa, a direção técnica sentindo a necessidade de validar a viabilidade de seus possíveis empreendimentos e de gerenciar de forma otimizada suas futuras obras, desenvolveu um sistema de gestão baseado nas ferramentas e conceitos da filosofia *Lean Construction*, o qual ficou dividido em 10 etapas conforme apresentado a seguir:

1. Definição, viabilidade e incorporação do produto;

A primeira etapa de implantação da metodologia desenvolvida pela direção da Empresa, foi nomeada de pré-obra. Nessa etapa foi definido que produto seria lançado e sua viabilidade, para isso o foco principal adotado foi a visão de valor do cliente com relação ao produto. Diferentemente de um mercado pouco competitivo, em que a empresa analisa quanto será seus custos, define quanto pretende ter de lucro e soma esses dois valores para se chegar ao preço do produto, em um mercado competitivo, a

definição do preço do produto não será da empresa, mas sim do mercado. Para que se tenha um aumento do seu lucro, a empresa deverá trabalhar a visão de valor que o cliente tem do seu produto e/ou reduzir os seus custos de produção.

Para tanto, deve-se pesquisar os atributos do produto que é considerado como de valor agregado na região onde o empreendimento será lançado. Lembrando que muitas vezes o que é considerado de valor para os clientes de uma determinada região não corresponde necessariamente a visão de valor dos clientes de uma outra região.

Essa etapa do sistema de gestão foi dividida em treze passos, caso algum desses passos não seja bem-sucedido, as demais etapas do sistema de gestão não ocorrerão:

- 1º passo - Início da negociação do terreno;
- 2º passo - Pesquisa de preço do m² de venda na região; (1 semana)
- 3º passo - Estudo do perfil do empreendimento; (1 semana)
- 4º passo - Viabilidade do produto (estudo preliminar financeiro); (1 semana)
- 5º passo - Assinatura da opção e preferência de compra; (1 semana)
- 6º passo - Análise jurídica do terreno; (2 semanas)
- 7º passo - Análise das características topográficas e geológicas do terreno; (1 semana)
- 8º passo - Definição do produto (estudo preliminar de arquitetura); (2 semanas)
- 9º passo - Confirmação da viabilidade (pré-orçamento e pré-planejamento); (2 semanas)
- 10º passo - Sondagem do terreno; (2 semanas)
- 11º passo - Fechamento da negociação do terreno; (3 semanas)
- 12º passo - Gerenciamento dos projetos; (12 semanas)
- 13º passo - Incorporação do produto. (24 semanas)

Após o início da negociação do terreno, foi realizada uma pesquisa para determinar os preços de venda adotados na região para empreendimentos semelhantes, iniciando-se assim, uma das principais etapas do negócio: estudo do perfil do empreendimento, definição da metragem ideal das unidades, tipo de acabamento a ser utilizado, número de apartamentos por andar, quantidade de banheiros por unidade, entre outros. Nesse momento a Empresa levou em consideração a busca por diferenciais competitivos visando à percepção de valor do mercado.

Como principais diferenciais de projeto, a Empresa definiu uma fachada com percentual alto de vidros, piscina com raia para prática de natação, churrasqueira nas varandas dos apartamentos, piso interno em porcelanato 60x60, áreas condominiais mobiliadas e equipadas, opção de duas vagas de garagem, área para abrigar as condensadoras das *splits*, quatro banheiros por cada apartamento de 93 m².

Após definido o perfil do empreendimento e o preço a ser adotado por m², a direção da Empresa definiu a viabilidade do produto (estudo preliminar financeiro), nessa etapa existe a opção de trabalhar com programas computacionais desenvolvidos para essa função ou com tabelas montadas dentro da própria empresa. Em qualquer um desses casos, algumas variáveis devem ser levadas em consideração:

- Valor do terreno;
- Área privativa das unidades;
- Valor de venda por m²;
- INCC do mês;
- Custo estimado de construção;
- Impostos e taxas de financiamento;
- Comissão de venda;
- marketing;
- Remuneração da construtora;
- Valor geral de venda (V.G.V);
- retorno do incorporador.

A maior variação de empreendimentos semelhantes estará no custo de construção, pois, de acordo com o perfil da obra, existirão custos de execução maiores ou menores por m², sendo necessário nessa etapa a definição do método construtivo que será adotado para obra.

Na etapa de negociação do terreno, pode-se utilizar planilhas desenvolvidas para checagem da viabilidade financeira de empreendimentos imobiliários.

A **Figura 27** representa um estudo de viabilidade econômica de um empreendimento hipotético, considerando as variáveis citadas anteriormente.

Figura 27: Planilha de viabilidade estática para obra hipotética – Empresa (2015)

ESTUDO DE VIABILIDADE ESTÁTICA			
DADOS:			
OBRA:		INPUT:	
LOCAL:	FORTALEZA	OUTPUT:	
PROPONENTE:			
OBS:			
INCC MÊS (ABR./15):	618,06		
INFORMAÇÃO		VALOR	UNIDADE
TERRENO:		3.390,00	M2
VALOR DO METRO DO TERRENO:		1.300,00	REAIS/M2
Nº DE APTO DO EMPREENDIMENTO:		113,00	UND.
ÁREA PRIVATIVA DA UNID.:		85,79	M2
VALOR VENDA / M2:		6.000,00	REAIS/M2
PROPOSTA DO PROPRIETÁRIO DO TERRENO:		21,50	UNID.
CUSTO CONSTRUÇÃO ÁREA PRIV. SEM REMUNERAÇÃO CONSTRUTORA (4,25XINCC):		2.626,76	REAIS/M2
IMPOSTO SOBRE V.G.V. (PIS, COFINS, CSLL, IRPJ, ETC) (PADRÃO: 7%)		7,00	%
COMISSÃO DE VENDA SOBRE V.G.V. (PADRÃO: 5%)		4,50	%
MARKETING SOBRE V.G.V. (PADRÃO: 2%)		2,00	%
PROJETOS SOBRE V.G.V. (PADRÃO: 2%)		0,50	%
TAXA DE GESTÃO SOBRE V.G.V. (PADRÃO: 2%)		1,00	%
TAXA FINANCIAMENTO SOBRE OBRA (PADRÃO: 10%)		10,00	%
COMISSÃO VENDA SOBRE CUSTO DO TERRENO (PADRÃO: 4%)		4,00	%
INFORMAÇÃO		VALOR	UNIDADE
PERCENTUAL DE PERMUTA:		0,190	%
TOTAL DA ÁREA PRIVATIVA:		9.694,80	M2
VALOR VENDA DE 1 UNID.:		514.768,14	REAIS
VALOR DA PERMUTA:		4.845.275,08	REAIS
INFORMAÇÃO		VALOR	UNIDADE
REMUNERAÇÃO DA CONSTRUÇÃO:		0,10	%
REMUNERAÇÃO DA CONSTRUÇÃO:		2.546.586,44	REAIS
OFERTA PARA TRANSFERÊNCIA DO NEGÓCIO:		0,00	REAIS
CONCLUSÃO		VALOR	UNIDADE
V.G.V.:		47.101.284,96	REAIS
CUSTO DE CONSTRUÇÃO (obra+BDI):		28.012.450,81	REAIS
COMISSÃO VENDA SOBRE CUSTO DO TERRENO (PADRÃO: 4%)		176.280,00	REAIS
TAXA FINANCIAMENTO SOBRE OBRA (PADRÃO: 9%)		2.801.245,08	REAIS
ENCARGOS SOBRE V.G.V. (PADRÃO 18%):		7.065.192,74	REAIS
CONCLUSÃO		VALOR	UNIDADE
RETORNO DO INCORPORADOR:		9.046.116,32	REAIS
RETORNO DO INCORPORADOR SOBRE O V.G.V.:		0,192	%
RETORNO DO INCORPORADOR SOBRE O CUSTO:		0,26	%

Fonte: Próprio autor

Com a viabilidade aprovada, a Empresa assinou a opção de preferência de compra do terreno, o que deu uma maior segurança para se seguir com as demais etapas, e se resguardar do interesse de terceiros.

A etapa seguinte consiste em fazer a análise jurídica do terreno, onde serão avaliados os dados dos proprietários e as certidões (**Tabela 7**)¹.

Tabela 7: Planilha de controle das certidões do terreno em negociação – Empresa (2015)

CONTROLE DE CERTIDÕES													
PESSOAS	IDENTIDADE	CPF/CNPJ	ESTADO CIVIL	PROFISSÃO	CÍVEL	FISCAL (municipal/ estadual/federal)	CURATELA E INTERDIÇÃO	PROTESTO (1º OFÍCIO)	PROTESTO (2º OFÍCIO)	PROTESTO (ANANINDEUA)	JUSTIÇA FEDERAL	REGISTRO DE IMÓVEIS	JUSTIÇA DO TRABALHO

Fonte: Próprio autor

Como não houve empecilhos jurídicos para comercialização do terreno, foi feita a topografia do terreno para certificar que as dimensões que constam na documentação estão de acordo com o real.

Após constatado que as dimensões estavam de acordo com a topografia, a direção da Empresa, juntamente com um arquiteto escolhido, definiu o produto a ser lançado no terreno, essa etapa é classificada como: definição do produto (estudo preliminar de arquitetura).

Já com o produto definido, o setor de planejamento e controle da produção PCP confirmou a viabilidade financeira, essa etapa foi classificada como: confirmação da viabilidade (pré-orçamento e pré-planejamento). Utilizando-se o estudo preliminar de arquitetura, foi definido o pré-planejamento em linha de balanço, **Figura 28**, que serviu de base para os custos com mão de obra do pré-orçamento. Já para se definir os custos dos materiais, utilizou-se os preços adotados em planilhas de orçamento de programas computacionais, sendo essas atualizadas pelo INCC.

Após analisados os custos do pré-orçamento e detectado que estavam dentro do estimado na viabilidade feita previamente para o empreendimento, foi contratada uma

¹ Tabela 7: por uma questão de confidencialidade, os dados da tabela não foram apresentados.

2º passo – A diretoria técnica, em reuniões com o mestre e o engenheiro da obra, aprovou os índices de produtividade adotados, analisando sugestões de alterações.

3º passo – Os índices aprovados foram comparados com os índices de tabelas prontas, como os do TCPO – PINI.

4º passo – Foi realizado uma pesquisa com as construtoras da região da obra para analisar se os índices adotados estavam competitivos.

Tabela 8: Comparação entre métodos de índice de produtividade

Método	Vantagem	Desvantagem
Índices levantados em obras anteriores da própria empresa	Se a empresa já executou obras do mesmo seguimento da qual está planejando lançar, esse se torna uma boa opção, pois fica possível de estimar o retorno que será obtido caso se consiga atingir os níveis de produtividade da obra anterior.	Saber o grau de confiabilidade dos dados coletados se torna o maior risco nesse caso.
Experiência da equipe técnica da empresa	Fica mais fácil a cobrança futura por resultados quando os índices são determinados por quem efetivamente irá tentar atingi-los.	Existe uma tendência óbvia de se determinar índices baixos de produtividade. Nesse caso, a equipe estará determinando os parâmetros nos quais será cobrada.
Tabelas prontas de produtividade	Facilidade de conseguir maior grau de confiabilidade e diversidade. Tabelas como o TCPO da PINI, são ferramentas indispensáveis, principalmente na formatação do orçamento.	Por se tratarem de índices médios do mercado, dependendo do nível de organização e produtividade da empresa, existe a possibilidade dos índices serem ultrapassados ou não atingidos.
Pesquisa de mercado	Sendo feito uma pesquisa junto às construtoras da cidade onde a empresa está inserida, existe uma tendência maior de se chegar aos índices médios de produtividade e custos com mão de obra alcançados naquela determinada região.	Saber o grau de confiabilidade dos dados coletados se torna o maior risco nesse caso.

Fonte: Próprio autor

Na **Figura 29** observa-se uma reunião realizada em uma obra da Empresa para aprovação dos índices de produtividade adotados no planejamento, com a participação do diretor técnico, da equipe de PCP, do engenheiro e mestre da obra, de um ferreiro e um carpinteiro, e na **Figura 30** a apresentação de alguns índices aprovados que foram utilizados no planejamento de longo prazo em linha de balanço.

Figura 29: Reunião de aprovação dos índices de produtividade (participantes: equipe técnica da obra e equipe de PCP) – Empresa (2015)



Fonte: Próprio autor

Figura 30: Índices de produtividade adotados – Empresa (2015)

Nº	Célula	Índice	Quant. serviço	Tempo	Equipe
08	Reboco/ emboço	18m ² /dia homem	2.148m ² /laje	15 dias/laje	2 equipes de 8 ped., 4 serv.
09	Fachada	15m ² /dia homem	3.713m ² /fachada	51 dias /fachada	26 ped., 13 serv.
10	Contra piso	35m ² /dia homem	422m ² /laje	6 dias/laje	2 ped., 2 serv.
11	Cerâm. piso e parede	20m ² e 12m ² /dia homem	422,45m ² /laje 299,95m ² /laje	12 dias/laje	2 equipes de 4 ped., 2 serv.
12	Gesso em placa	9m ² /dia homem	105m ² /laje	6 dias/laje	2 gesseiros
13	Selad/massa/1ª demão	45m ² /dia homem	1842m ² /laje	7 dias/laje	6 pintores
14	Portas, aliz e rodapé	50ml e 5un/diah.	421ml/laje e 42 portas/laje	8 dias/laje	3 marce., 1 serv.

Fonte: Próprio autor

Com relação ao quarto passo dessa etapa, a direção da Empresa constatou que muitas construtoras não aceitam compartilhar seus índices de produtividade e custos com mão de obra, ou simplesmente elas não os têm levantados, nesse caso, para essa obra, esse passo foi desconsiderado.

Após definidos os índices de produtividade, a Empresa iniciou a montagem das células de produção.

3. Montagem e controle das células de produção;

Na etapa de execução dos serviços, a diretoria técnica da Empresa utilizou o conceito de Célula de Produção, que consiste no agrupamento de etapas de processamento para um produto ou serviço similar a outro, para que assim possam ser processados em um fluxo contínuo utilizando a polivalência dos funcionários.

Para montagem das células de produção, a Empresa utilizou a sequência descrita a seguir:

- 1º passo - Levantar os quantitativos da obra;
- 2º passo - Definir o agrupamento dos serviços que possam ser executados por um mesmo tipo de profissional (exemplo: marcação da alvenaria, 1ª elevação de alvenaria e colocação de contra marcos são serviços executados por pedreiros);
- 3º passo – Aprovar junto com o mestre e o engenheiro da obra a montagem das células, analisando sugestões de alterações;
- 4º passo - Definir os prazos e sequência de execução das células;
- 5º passo - Calcular o tamanho da equipe para executar o serviço dentro do prazo;
- 6º passo - Ajustar prazos e equipes (quantidade de profissionais e serventes) para chegar no ideal;
- 7º passo - Analisar se a equipe que irá executar a célula está capacitada para o serviço;

Na **Tabela 09** observa-se, por exemplo, o serviço de alvenaria da escada, no qual foi adotado um índice de produtividade de 15,65 m²/dia homem, isso significa que foi considerado que cada pedreiro executara em média por dia 15,65m² de alvenaria da escada por dia, sendo a quantidade total de serviço igual a 39,45 m². Para chegar no tempo determinado a execução desse serviço, divide-se a quantidade de serviço pelo índice de produtividade (39,45 m² por 15,65 m²/dia homem), o resultado encontrado representa o tempo que um pedreiro levaria para concluir o serviço, nesse caso, 2,52 dias. Em seguida, divide-se essa quantidade de dias pelo tamanho da equipe (2,52 dias por 4 pedreiros), encontra-se assim o tempo determinado para esse serviço com essa equipe, sendo 0,63 dias o resultado final.

Tabela 9: exemplo de célula de produção – Alvenarias (CP-02) – Empresa (2015)

PROCESSOS DA CÉLULA 02 - CP 02						
ITEM	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	ÍNDICE ADOTADO (Homem/dia)	QTDE. DE OPERÁRIO	FUNÇÃO	QTDE. SERVIÇO	TEMPO DO PROCESSO
1.1	MARCAÇÃO DA ALVENARIA	16,43	4	Pedreiro	17,74 m ²	0,27 Dias
1.2	1º ELEVAÇÃO DE ALVENARIA	14,10	4	Pedreiro	54,70 m ²	0,97 Dias
1.4	2º ELEVAÇÃO DE ALVENARIA	14,16	4	Pedreiro	54,38 m ²	0,96 Dias
0	ASSENT. CX ELÉTRICAS EM AREAS SECAS	16,00	4	Pedreiro	16,00 m ²	0,25 Dias
1.3	ALVENARIA DA ESCADA	15,65	4	Pedreiro	39,45 m ²	0,63 Dias
2.1	EMESTRAMENTO DE PISO	276,40	4	Pedreiro	342,74 m ²	0,31 Dias
1.8	EMESTRAMENTO DE PAREDE	124,85	4	Pedreiro	209,74 m ²	0,42 Dias
4.2	CONTRA-MARCOS	6,25	4	Pedreiro	21 Und.	0,84 Dias
4.1	CONTRA-MARCOS PORTAS CORTA FOGO	6,25	4	Pedreiro	2 Und.	0,08 Dias
2.4	REGULARIZAÇÃO DE ABRIGO PARA SPLIT'S	65,83	4	Pedreiro	7,90 m ²	0,03 Dias
2.6	REGULARIZAÇÃO DE PISO DE VARANDA	62,69	4	Pedreiro	65,20 m ²	0,26 Dias
	TOTAL					5,02 Dias

Fonte: próprio autor

Após definidos os índices de produtividade e montado as células de produção, a direção técnica da Empresa desenvolveu os planejamentos de longo, médio e curto prazo.

4. Planejamento de longo, médio e curto prazo;

A direção técnica da Empresa determinou o setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) como responsável pela elaboração e acompanhamento dos planejamentos de execução dos empreendimentos a serem lançados, sendo uma de suas responsabilidades: a formatação dos planejamentos de longo, médio e curto prazo das

obras. Para isso, foi utilizado uma equipe composta por: Diretor técnico, supervisor de obras, analista de PCP, orçamentista e estagiários.

Para a formatação dos planejamentos, o setor de PCP utilizou os conceitos e prazos descritos na literatura que trata desse assunto. Na **Tabela 10** observa-se como cada planejamento foi executado na Empresa.

Tabela 10: prazos e programas utilizados nos três níveis de planejamento – Empresa (2013)

PLANEJAMENTO	MODELO	HORIZONTE	QUEM FAZ	PROGRAMA UTILIZADO
Longo prazo	Linha de balanço	Todo o prazo da obra	Equipe PCP	<i>MS Excel</i>
Médio prazo	Gráfico de Gantt	De um a três meses	Engenheiro da obra	<i>MS Project</i>
Curto prazo	Planilha	De um a quinze dias	Equipe PCP	<i>MS Excel</i>

Fonte: Próprio autor

- **Planejamento de Longo Prazo (*Master Plan*)**

Devido o caráter repetitivo das atividades de suas obras de edificações, a direção da Empresa adotou como planejamento de longo prazo a técnica de planejamento e controle em linha de balanço, na qual no eixo vertical observa-se os pavimentos do empreendimento e no eixo horizontal o tempo, ficando as células de produção na intercessão dos eixos, conforme **Figura 31**.

Para a formatação do planejamento de longo prazo em linha de balanço, a Empresa utilizou a sequência a seguir:

1º passo – Definição das Células de Produção que serão adotadas no planejamento com os seus respectivos índices de produtividade e quantitativos;

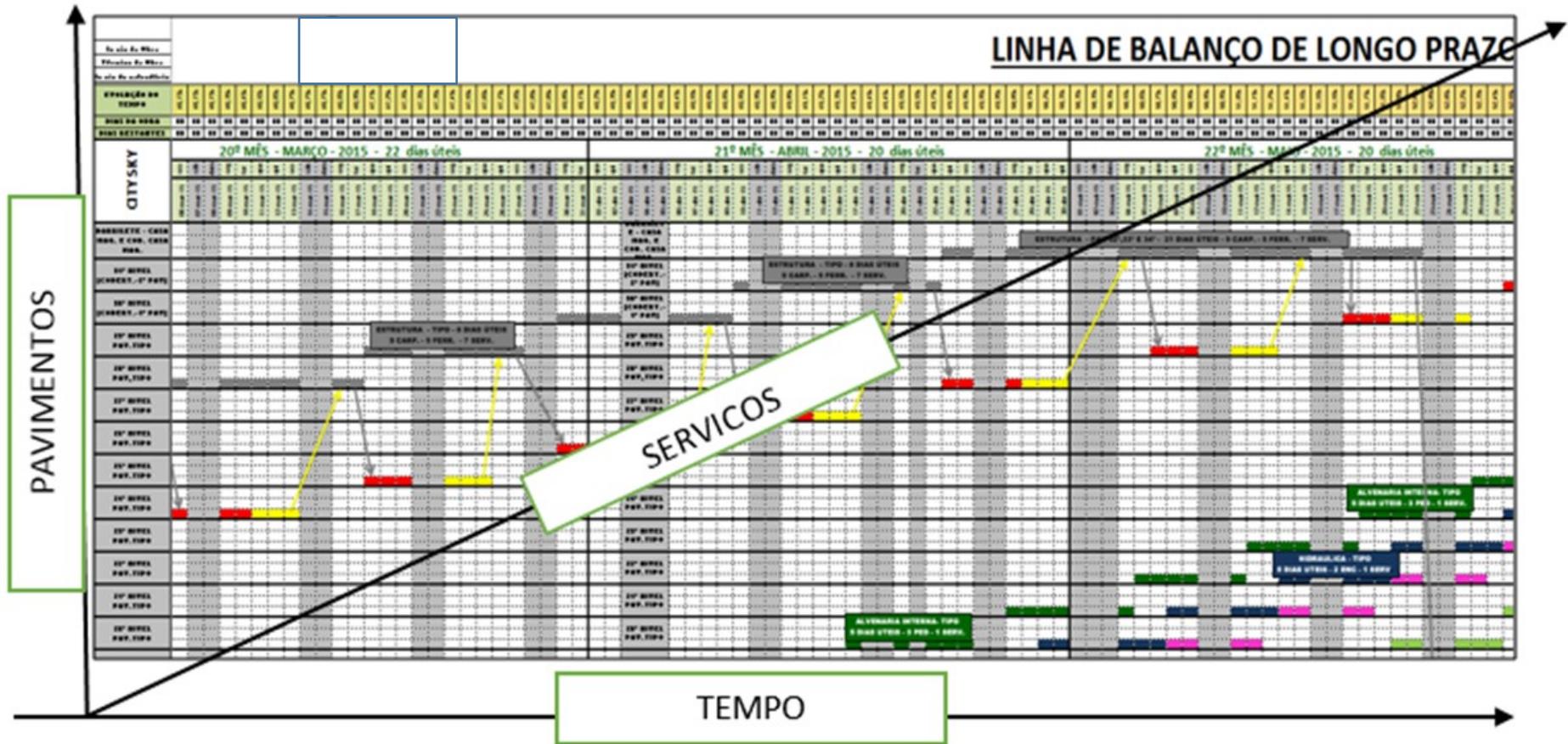
2º passo – Definição da sequência das Células de Produção;

3º passo – Definição das equipes de trabalho;

4º passo – Definição das datas de início e término de cada ciclo (pavimento);

5º passo – Definição da equipe de apoio à produção.

Figura 31: Modelo de Linha de Balanço de uma obra da Empresa (2014)



Fonte: Próprio autor

Após a montagem do Planejamento de Longo Prazo, as equipes de trabalho foram representadas mês a mês, conforme a **Figura 32**, sendo essa representação parte da gestão visual da obra exposta junto com o planejamento na parede da sala de engenharia.

Figura 32: Definição da equipe de apoio e células de produção de uma obra da Empresa (2014)

17º MÊS - DEZEMBRO - 2014 - 21 dias úteis					
ADMINISTRAÇÃO POB	CP	FUNÇÃO	QDE		
		GER. DE OBRA	1		
		GER. ADM DE OBRA	0		
		TÉC DE EDIFICAÇÃO	0		
		TÉC DA QUALIDADE	1		
		TÉC DE LOGÍSTICA	0		
		TEC. MANUTENÇÃO	0		
		MENOR APREDIZ	0		
		TEC. SEGURANÇA	0,5		
		ESTAGIÁRIO	2		
		AUX. QUALIDADE	0		
		AUX. LOGÍSTICA	1		
		MESTRE	1		
		ENCARREGADO	1		
		ALMOXARIFE	1		
		FERRAMENTEIRO	0		
		AUX. ALMOX	1		
		OP. MAG.PESADA	0		
		OPERADOR GUINCHEIRO	0		
		OPERADOR GRUA	0		
		OPERADOR DE VELOX	0		
	BETONEIRO	1			
	ELETRICISTA	1			
	ENCANADOR	1			
	CP	ESTRUTURA	QDE		
	06	CARPINTEIROS	9		
		FERREIROS	5		
		SERVENTES	7		
		TOTAL:	21		
	CP	ALVENARIA-EXTERNA	QDE		
	07	PEDREIROS	2		
		SERVENTES	1		
		TOTAL:	3		
	CP	CONTRA-PISO	QDE		
	08	PEDREIROS	2		
		SERVENTES	1		
		TOTAL:	3		
	CP	ALVENARIA-INTERNA	QDE		
	09	PEDREIROS	3		
		SERVENTES	1		
		TOTAL:	4		

2 PED.
1 SERV...

Fonte: Próprio autor

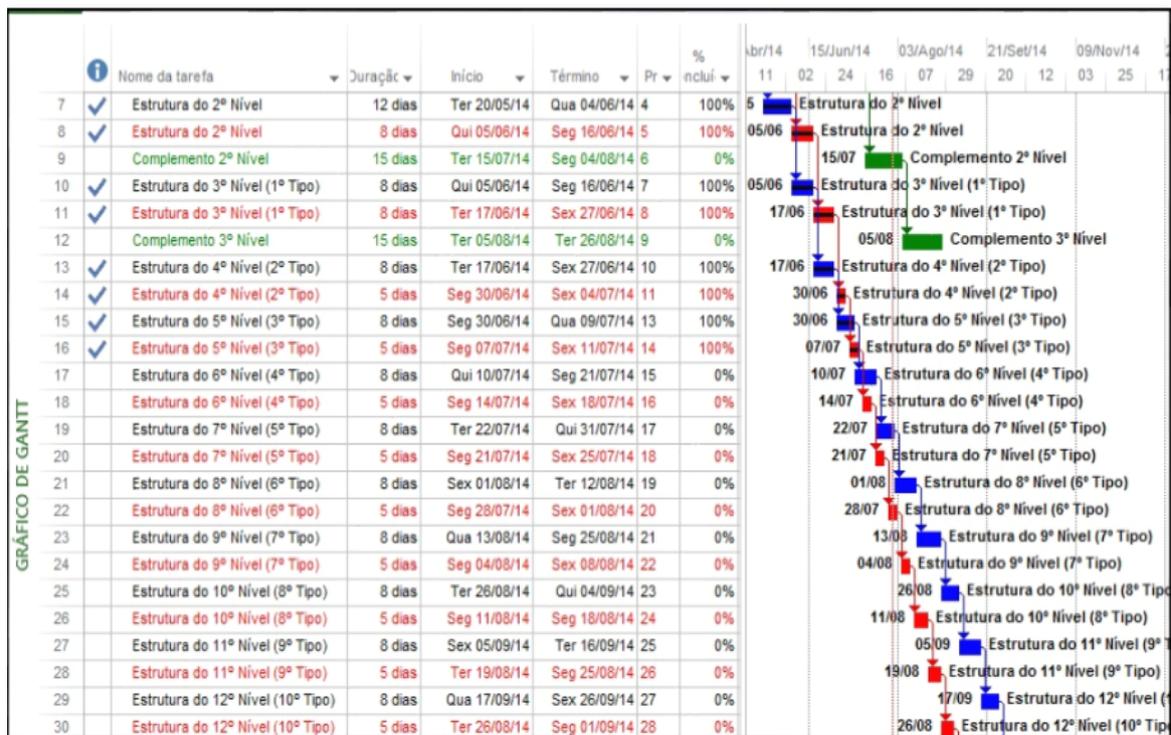
Após a montagem do planejamento de longo prazo em linha de balanço, a direção da Empresa definiu as planilhas de controle das células de produção (planejamento de curto prazo) para o acompanhamento diário das tarefas, nele deve constar os recursos necessários para conclusão do serviço, as atividades a serem executadas, a equipe que executará o serviço e as datas de início e término de cada atividade. O planejamento de curto prazo será baseado no planejamento de médio prazo.

- **Planejamento de Médio Prazo (*look ahead planning*)**

Com o objetivo de vincular as metas do planejamento de longo prazo em linha de balanço com aquelas definidas no curto prazo, a direção da Empresa adotou para o planejamento de médio prazo (**Figura 33**) a técnica de Gráfico de Gantt, utilizando o programa *Ms project*.

A direção técnica da Empresa adotou em seus canteiros a prática de reuniões semanais de remoção das restrições com a participação do quadro técnico da obra e de representantes das equipes operacionais. Com o apoio da equipe de PCP, o engenheiro da obra ficou responsável pela elaboração do planejamento de médio prazo, sempre considerando os três meses subsequentes ao mês em curso, buscando, quando necessário, a redução de possíveis atrasos ocorridos até aquele momento.

Figura 33: Planejamento de médio prazo (três meses) – Gráfico de Gantt – Empresa (2015)



Fonte: Próprio autor

- **Planejamento de Curto Prazo (*weekly planning*)**

Após o recebimento do planejamento de médio prazo elaborado pelo engenheiro responsável pela obra e acordado com o mestre de obras e encarregados, o setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) da Empresa elaborou as planilhas de controle das células de produção, conforme **Figura 35**, na qual devem constar várias informações, exemplificadas a seguir:

1. Célula de produção que será executada (CP 02 – Estrutura);
2. Pavimento onde a equipe trabalhará (4º pavimento tipo);
3. Prazo planejado para execução do serviço (8 dias úteis);
4. Prazo realizado para execução do serviço (6 dias úteis);
5. Equipe que irá executar o serviço;
6. Calendário para marcação da quantidade de profissionais presentes em cada dia de trabalho;
7. Espaço para anotações dos problemas ocorridos;
8. Cálculo do Índice de Desempenho de Produtividade – IDP (quantidade de dias de profissionais planejado dividido pela quantidade de dias de profissionais realizado).

Após definido a planilha do controle das Células de Produção, o engenheiro da obra junto com o mestre de obras e encarregado determinam em reunião a sequência diária das atividades, definindo o que cada equipe fará durante a semana de trabalho, conforme apresentado nas **Figura 34 e 35**.

Através dessa metodologia de trabalho, a direção da Empresa buscou manter seus índices de produtividade atualizados, o que permitirá um aprimoramento cada vez maior do planejamento de longo prazo e do orçamento das futuras obras da empresa, fazendo com que os resultados financeiros alcançados fiquem o mais próximo possível do estimado antes do início da obra.

Figura 34: detalhamento do planejamento de curto prazo da célula de estrutura, com os prazos e a equipe que deverá executar o serviço – Empresa (2015)

Equipe				1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA
CARPINTEIROS									CONCRETO
A - Mario - Paulo				Desforma dos Pilares / P16	P10/P5/V18 /V8 (P15-P16)/V19	P13/P12/ (P12-P14)	P11/V9/V5/ V8	Aperto de vigas	
B - Cleyb - Aldry				Desforma dos Pilares / P15	P15/P9	Hall dos Elevadores	Hall dos Elevadores	Hall dos Elevadores	
C - Damião - Yuri (Servente)				Desforma dos Pilares / P14	P8/V7(P8-P10)	V12/V7 (P7-P8)/V3	L10/ Hall Dos Elevadores	Hall dos Elevadores	
D - Valdecir - Clayton				Locação dos Gabaritos	P3/V17	Hall dos Elevadores	Hall dos elevadores	Hall dos Elevadores	
E - Carlos - Joab				Segurança	Segurança/ V15/V8(P14-P15)	L9/L5/L6/L8	Arremate das L11/L10	Segurança	
Escada - Raimundo - Deyvison (Servente)				Desforma / Montagem do P2	P1 / VE (Escada)	V11 / V2 / V5	Degraus / V10	Fechamento dos degraus e aperto das vigas, degraus e pilares.	
FERREIROS									
				Pilares: 1/2/3/4/5/6/8/9/10/14/15/16	Cortando Vigas / P13/P12/P11/P7	Montagem de vigas (L8/L9/L5/L6)	V2/V13/V16 /V4/V6	Lajes	
									
DESFORMA									
				Vigas Laterais / tarde: montagem torres V18/V19/V3/V7 /V8/V17	Decks L5/L6/L8/L9 Torres:V7/V12/V8/V9	Montagem dos decks/vigas L10/L11	Cubetas L5/L6/L8/L9	Cubetas L11/L10	
									

Fonte: Próprio autor

Figura 35: Planejamento de Curto Prazo – controle das células de produção – Empresa (2015)

CONTROLE DAS CÉLULAS DE PRODUÇÃO																																																																																																																														
CP 02 - ESTRUTURA - 4º PAV TIPO																																																																																																																														
Equipe Vermelha																																																																																																																														
PLANEJADO					REALIZADO																																																																																																																									
TEMPO DE PROCESSO INÍCIO 10/07/2014 FIM 21/07/2014 DURAÇÃO 8 Dias					TEMPO DE PROCESSO INÍCIO 28/07/2014 FIM 02/08/2014 DURAÇÃO 6 Dias																																																																																																																									
EQUIPE <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMES</th> <th>FUNÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Carpinteiro 1</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 2</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 3</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 4</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 5</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 6</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 7</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 8</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 9</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 10</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 11</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Carpinteiro 12</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 1</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 2</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 3</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 4</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 5</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 6</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Ferreiro 7</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>Servente 1</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 2</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 3</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 4</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 5</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 6</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 7</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 8</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>Servente 9</td><td>Servente</td></tr> </tbody> </table> Total de profissionais : 19					NOMES	FUNÇÃO	Carpinteiro 1	Carpinteiro	Carpinteiro 2	Carpinteiro	Carpinteiro 3	Carpinteiro	Carpinteiro 4	Carpinteiro	Carpinteiro 5	Carpinteiro	Carpinteiro 6	Carpinteiro	Carpinteiro 7	Carpinteiro	Carpinteiro 8	Carpinteiro	Carpinteiro 9	Carpinteiro	Carpinteiro 10	Carpinteiro	Carpinteiro 11	Carpinteiro	Carpinteiro 12	Carpinteiro	Ferreiro 1	Ferreiro	Ferreiro 2	Ferreiro	Ferreiro 3	Ferreiro	Ferreiro 4	Ferreiro	Ferreiro 5	Ferreiro	Ferreiro 6	Ferreiro	Ferreiro 7	Ferreiro	Servente 1	Servente	Servente 2	Servente	Servente 3	Servente	Servente 4	Servente	Servente 5	Servente	Servente 6	Servente	Servente 7	Servente	Servente 8	Servente	Servente 9	Servente	EQUIPE <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMES</th> <th>FUNÇÃO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ALDRI CHAVES DA C.</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>CARLOS R. DE OLIVEIRA</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>CLAYTON L. ROSALJO</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>CLEYB C. RODRIGUES</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>DAMIÃO CHAVES DA C.</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>FRANCIOMAR S. BARBOSA</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>MARIO C. PINTO VIEIRA</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>PAULO DE S. SERAFIN</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>RAIMUNDO M. DA SILVA</td><td>Carpinteiro</td></tr> <tr><td>CARLOS A. DE SOUSA</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>IVANILDO GEMAQUE</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>JOÃO G. DE ANDRADE</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>LEONILDO N. DA CUNHA</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>LUIS FERNANDO DE SOUSA</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>TOMÉ</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>ROMILSON DOS REIS</td><td>Ferreiro</td></tr> <tr><td>ANTONIO S. DE OLIVEIRA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>CLAUDIO S. DA SILVA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>DEVYSON Q. MANCIO</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>HELITO P. DA CONCEICAO</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>JOSÉ ROSINELIO C. LISBOA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>JOSIEL ALVES DE SOUSA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>MAURICIO R. M. RODRIGUES</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>MILGUELSON C. SANTANA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>RENATO N. MARTINS</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>RICARDO S. DA COSTA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>TALES IURY DA SILVA</td><td>Servente</td></tr> <tr><td>WALLACE M. DE LIMA</td><td>Servente</td></tr> </tbody> </table> Total de profissionais : 16					NOMES	FUNÇÃO	ALDRI CHAVES DA C.	Carpinteiro	CARLOS R. DE OLIVEIRA	Carpinteiro	CLAYTON L. ROSALJO	Carpinteiro	CLEYB C. RODRIGUES	Carpinteiro	DAMIÃO CHAVES DA C.	Carpinteiro	FRANCIOMAR S. BARBOSA	Carpinteiro	MARIO C. PINTO VIEIRA	Carpinteiro	PAULO DE S. SERAFIN	Carpinteiro	RAIMUNDO M. DA SILVA	Carpinteiro	CARLOS A. DE SOUSA	Ferreiro	IVANILDO GEMAQUE	Ferreiro	JOÃO G. DE ANDRADE	Ferreiro	LEONILDO N. DA CUNHA	Ferreiro	LUIS FERNANDO DE SOUSA	Ferreiro	TOMÉ	Ferreiro	ROMILSON DOS REIS	Ferreiro	ANTONIO S. DE OLIVEIRA	Servente	CLAUDIO S. DA SILVA	Servente	DEVYSON Q. MANCIO	Servente	HELITO P. DA CONCEICAO	Servente	JOSÉ ROSINELIO C. LISBOA	Servente	JOSIEL ALVES DE SOUSA	Servente	MAURICIO R. M. RODRIGUES	Servente	MILGUELSON C. SANTANA	Servente	RENATO N. MARTINS	Servente	RICARDO S. DA COSTA	Servente	TALES IURY DA SILVA	Servente	WALLACE M. DE LIMA	Servente	
NOMES	FUNÇÃO																																																																																																																													
Carpinteiro 1	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 2	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 3	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 4	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 5	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 6	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 7	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 8	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 9	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 10	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 11	Carpinteiro																																																																																																																													
Carpinteiro 12	Carpinteiro																																																																																																																													
Ferreiro 1	Ferreiro																																																																																																																													
Ferreiro 2	Ferreiro																																																																																																																													
Ferreiro 3	Ferreiro																																																																																																																													
Ferreiro 4	Ferreiro																																																																																																																													
Ferreiro 5	Ferreiro																																																																																																																													
Ferreiro 6	Ferreiro																																																																																																																													
Ferreiro 7	Ferreiro																																																																																																																													
Servente 1	Servente																																																																																																																													
Servente 2	Servente																																																																																																																													
Servente 3	Servente																																																																																																																													
Servente 4	Servente																																																																																																																													
Servente 5	Servente																																																																																																																													
Servente 6	Servente																																																																																																																													
Servente 7	Servente																																																																																																																													
Servente 8	Servente																																																																																																																													
Servente 9	Servente																																																																																																																													
NOMES	FUNÇÃO																																																																																																																													
ALDRI CHAVES DA C.	Carpinteiro																																																																																																																													
CARLOS R. DE OLIVEIRA	Carpinteiro																																																																																																																													
CLAYTON L. ROSALJO	Carpinteiro																																																																																																																													
CLEYB C. RODRIGUES	Carpinteiro																																																																																																																													
DAMIÃO CHAVES DA C.	Carpinteiro																																																																																																																													
FRANCIOMAR S. BARBOSA	Carpinteiro																																																																																																																													
MARIO C. PINTO VIEIRA	Carpinteiro																																																																																																																													
PAULO DE S. SERAFIN	Carpinteiro																																																																																																																													
RAIMUNDO M. DA SILVA	Carpinteiro																																																																																																																													
CARLOS A. DE SOUSA	Ferreiro																																																																																																																													
IVANILDO GEMAQUE	Ferreiro																																																																																																																													
JOÃO G. DE ANDRADE	Ferreiro																																																																																																																													
LEONILDO N. DA CUNHA	Ferreiro																																																																																																																													
LUIS FERNANDO DE SOUSA	Ferreiro																																																																																																																													
TOMÉ	Ferreiro																																																																																																																													
ROMILSON DOS REIS	Ferreiro																																																																																																																													
ANTONIO S. DE OLIVEIRA	Servente																																																																																																																													
CLAUDIO S. DA SILVA	Servente																																																																																																																													
DEVYSON Q. MANCIO	Servente																																																																																																																													
HELITO P. DA CONCEICAO	Servente																																																																																																																													
JOSÉ ROSINELIO C. LISBOA	Servente																																																																																																																													
JOSIEL ALVES DE SOUSA	Servente																																																																																																																													
MAURICIO R. M. RODRIGUES	Servente																																																																																																																													
MILGUELSON C. SANTANA	Servente																																																																																																																													
RENATO N. MARTINS	Servente																																																																																																																													
RICARDO S. DA COSTA	Servente																																																																																																																													
TALES IURY DA SILVA	Servente																																																																																																																													
WALLACE M. DE LIMA	Servente																																																																																																																													
					VERDE Dentro do planejado ou adiantado VERMEL Atrasado																																																																																																																									
					DATAS JULHO <table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>T</th> <th>Q</th> <th>Q</th> <th>S</th> <th>S</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td></tr> <tr><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> <tr><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td></tr> <tr><td>28</td><td>16</td><td>29</td><td>16</td><td>30</td><td>16</td><td>31</td></tr> </tbody> </table>					S	T	Q	Q	S	S	D		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	16	29	16	30	16	31	PROBLEMAS 																																																																										
S	T	Q	Q	S	S	D																																																																																																																								
	1	2	3	4	5	6																																																																																																																								
7	8	9	10	11	12	13																																																																																																																								
14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																								
21	22	23	24	25	26	27																																																																																																																								
28	16	29	16	30	16	31																																																																																																																								
					AGOSTO <table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>T</th> <th>Q</th> <th>Q</th> <th>S</th> <th>S</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>16</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td></tr> <tr><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td></tr> <tr><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td></tr> </tbody> </table>					S	T	Q	Q	S	S	D					1	16	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																																																																											
S	T	Q	Q	S	S	D																																																																																																																								
				1	16	2																																																																																																																								
4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																								
11	12	13	14	15	16	17																																																																																																																								
18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																								
25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																								
					SETEMBRO <table border="1"> <thead> <tr> <th>S</th> <th>T</th> <th>Q</th> <th>Q</th> <th>S</th> <th>S</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr> <tr><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td></tr> <tr><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td></tr> <tr><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td></tr> <tr><td>29</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					S	T	Q	Q	S	S	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																																																																
S	T	Q	Q	S	S	D																																																																																																																								
1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																								
8	9	10	11	12	13	14																																																																																																																								
15	16	17	18	19	20	21																																																																																																																								
22	23	24	25	26	27	28																																																																																																																								
29	30																																																																																																																													
					PLANEJADO EM DIAS HOMEM (PROFISSIONAIS) 152 EXECUTADO EM DIAS HOMEM (PROFISSIONAIS) 96 IDP = 158,33%																																																																																																																									
OBSERVAÇÕES / OCORRÊNCIAS 																																																																																																																														

Fonte: Próprio autor

5. Organização do layout e logística do canteiro de obras;

Buscando meios de otimizar toda a logística dos fluxos de produção em seus canteiros, a direção da Empresa planejou o layout do canteiro de suas obras focado no recebimento, armazenamento, transporte horizontal e vertical dos materiais, racionalização de equipamentos, métodos e ferramentas.

Para a elaboração do layout do canteiro antes do início das atividades nas suas obras, a direção da Empresa buscou definir várias questões, tais como a logística do fluxo dos materiais, posicionamento das salas técnicas e das áreas de vivência, locais de armazenamento dos materiais recebidos e definição do posicionamento do almoxarifado.

Buscando diminuir a mão de obra empregada no transporte dos materiais e partindo do princípio que transporte é uma atividade que não agrega valor, portanto, quanto menos existir melhor, a direção técnica da Empresa decidiu realizar modificações em seus canteiros de obras e adquirir alguns equipamentos que facilitassem o deslocamento dos insumos, como por exemplo: docas para carga e descarga de materiais; rampa para recebimento de sacarias que tiram partido da gravidade, pallets e transpallets.

O transporte dos materiais para os pavimentos não deve ser feito de forma aleatória, para que a produção se mantenha protegida, os postos de trabalho devem estar sempre abastecidos. Visando o fluxo contínuo das atividades, a diretoria técnica da Empresa adotou um modelo de armazenamento prévio, o qual todos os recursos de cada célula de produção foram inventariados e representados graficamente. De posse dessa representação gráfica os materiais foram armazenados nos pavimentos de modo a não prejudicar a execução das atividades, garantindo assim, que as equipes trabalhassem o mais próximo possível de um fluxo contínuo.

Para a elaboração do layout do canteiro de obras, a Empresa utilizou a experiência do seu Diretor Técnico, em que alguns pontos fundamentais foram observados, sendo esse layout definitivo e as plantas de inventário (representação gráfica dos materiais no canteiro) apresentados em folha A3, e expostos em local de grande visibilidade na sala de engenharia do empreendimento.

Entre os pontos observados pela diretoria técnica da Empresa na formatação de seu layout de canteiro, destaca-se:

- **Flexibilidade do layout**

O layout final deve prever as mudanças no canteiro de acordo com as etapas da obra desde as escavações até a sua entrega.

Em alguns casos, dependendo do terreno, a obra terá dois ou até três layouts de canteiro diferentes, de acordo com as fases do empreendimento.

- **Áreas de vivência**

Quando possível, a sala de engenharia e o almoxarifado devem estar o mais próximo possível e, preferencialmente, em um local que possibilite a sua permanência até o final da obra, evitando assim custos de reconstrução. Uma possibilidade para a execução das suas paredes é a utilização de blocos de gesso, facilitando sua desmobilização. Caso seja necessário, o armazenamento de materiais fora do almoxarifado deve estar indicada no layout do canteiro a localização dessas áreas de estocagem.

O vestiário e refeitório devem seguir as recomendações da NR-18. O refeitório deve ser localizado em uma área com boa iluminação e ventilação, sendo utilizado nesse local cadeiras e mesas plásticas, melhorando assim a higiene e facilitando a limpeza.

Também devem estar previstas no layout do canteiro, quando possível, áreas para estacionamento de veículos e treinamento dos operários. Bem como, em áreas de boa visibilidade, indicar a localização do Quadro Emocional (**Figura 36**) e Mural do 5S (**Figura 37**).

Figura 36: Quadro Emocional no canteiro de obras – Empresa (2016)



Fonte: Próprio autor

Figura 37: Mural do 5S no canteiro de obras – Empresa (2016)



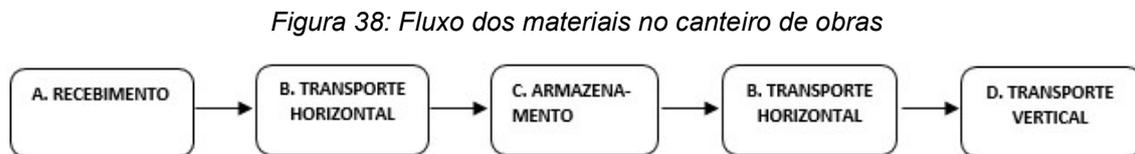
Fonte: Próprio autor

- **Gerenciamento de resíduos sólidos**

Deve estar indicada no layout uma área destinada à segregação dos resíduos sólidos de acordo com as exigências da resolução 307 do CONAMA. Essa área deve estar o mais próximo possível dos contêineres da empresa responsável pelo transporte até o destino final dos resíduos.

- **Fluxos de materiais**

Na elaboração do layout deve ser antecipadas todas as questões referentes à logística de movimentação dos materiais, de forma que esse siga o diagrama de fluxo apresentado abaixo, até a sua chegada ao local onde será utilizado (estoque em processo), conforme **Figura 38**.



Fonte: adaptado de CRUZ (2002)

A. Recebimento

Com a finalidade de facilitar o recebimento dos materiais, o canteiro de obras deve apresentar:

- Docas para carga e descarga que devem igualar a altura da laje do térreo com a altura do caminhão, facilitando, dessa forma, a descarga. As docas podem ser feitas de concreto (a própria laje), madeira ou podem ser metálicas como no caso das docas móveis;
- Baias e rampas que aproveitam a força da gravidade. Normalmente devem estar próximas a betoneira, já que esse é o destino desses materiais.
- Equipamentos como pallets e transpalets que otimizam o recebimento e transporte dos materiais.

B. Transporte Horizontal

Buscando a redução das movimentações dos materiais no canteiro deve-se observar:

- Depois de armazenados nos locais de estocagem, os materiais devem ser levados aos postos de trabalho. Deve-se encurtar as distâncias a serem percorridas, definindo vias de fluxo regularizadas e sem obstáculos, e utilizando equipamentos adequados para o deslocamento até o transporte vertical (cremalheira ou grua).
- As vias de fluxo (**Figura 39**) devem ser demarcadas e planas, não devendo ser bloqueadas. Além disso, elas devem dar acesso a todos os locais de armazenamento, ligando-os ao guincho e ao local de recebimento. Sempre que

possível, todo e qualquer transporte horizontal deve ser feito com os materiais paletizados em carros transpallets.

Figura 39: ruas de fluxo no canteiro de obras – Empresa (2013)



Fonte: Próprio autor

C. Armazenamento

Uma vez recebidos, os materiais necessitam ser armazenados. Primando pela otimização do layout, organização e limpeza do canteiro deve-se adotar:

- Princípios do 5S para identificar os materiais, sinalizar onde eles devem ser armazenados e por onde devem ser movimentados. Os locais de armazenamento são denominados de supermercados;
- O layout do canteiro (**Figura 41**) deve possibilitar o armazenamento organizado dos materiais. Seguindo os princípios do 5S, os materiais devem ser identificados e ter os seus locais de armazenamento (supermercados) sinalizados com a utilização de placas indicativas e de *kanbans* (**Figura 40**). Nesse caso, o *kanban* é uma ferramenta utilizada para indicar a necessidade ou não da reposição do material em questão;
- Os locais de armazenamento devem estar o mais próximo possível da cremalheira, pois os destinos finais desse material são os pavimentos tipo.

Figura 40: Kanbans de controle dos materiais – Empresa (2017)



Fonte: Próprio autor

D. Transporte Vertical

Depois de armazenados, os materiais necessitam ser transportados verticalmente até os postos de trabalho, para esta movimentação deve-se observar:

- Durante a elaboração do layout do canteiro deve-se calcular, levando em consideração o prazo da obra e a quantidade de material que será transportada verticalmente, quantas cremalheiras serão necessárias para que a obra não tenha o transporte vertical como um gargalo constante durante praticamente todo o seu ciclo de execução. Deve-se analisar a necessidade de utilização de guias, para essa tomada de decisão, leva-se em consideração o sistema construtivo adotado pela empresa.
- Após a decisão de quais equipamentos serão utilizados na obra, determina-se onde eles serão posicionados, de forma que a logística e a segurança não sejam prejudicadas. Para isso, já na montagem inicial do layout do canteiro, deve ser levado em consideração os locais apropriados de montagem desses equipamentos.

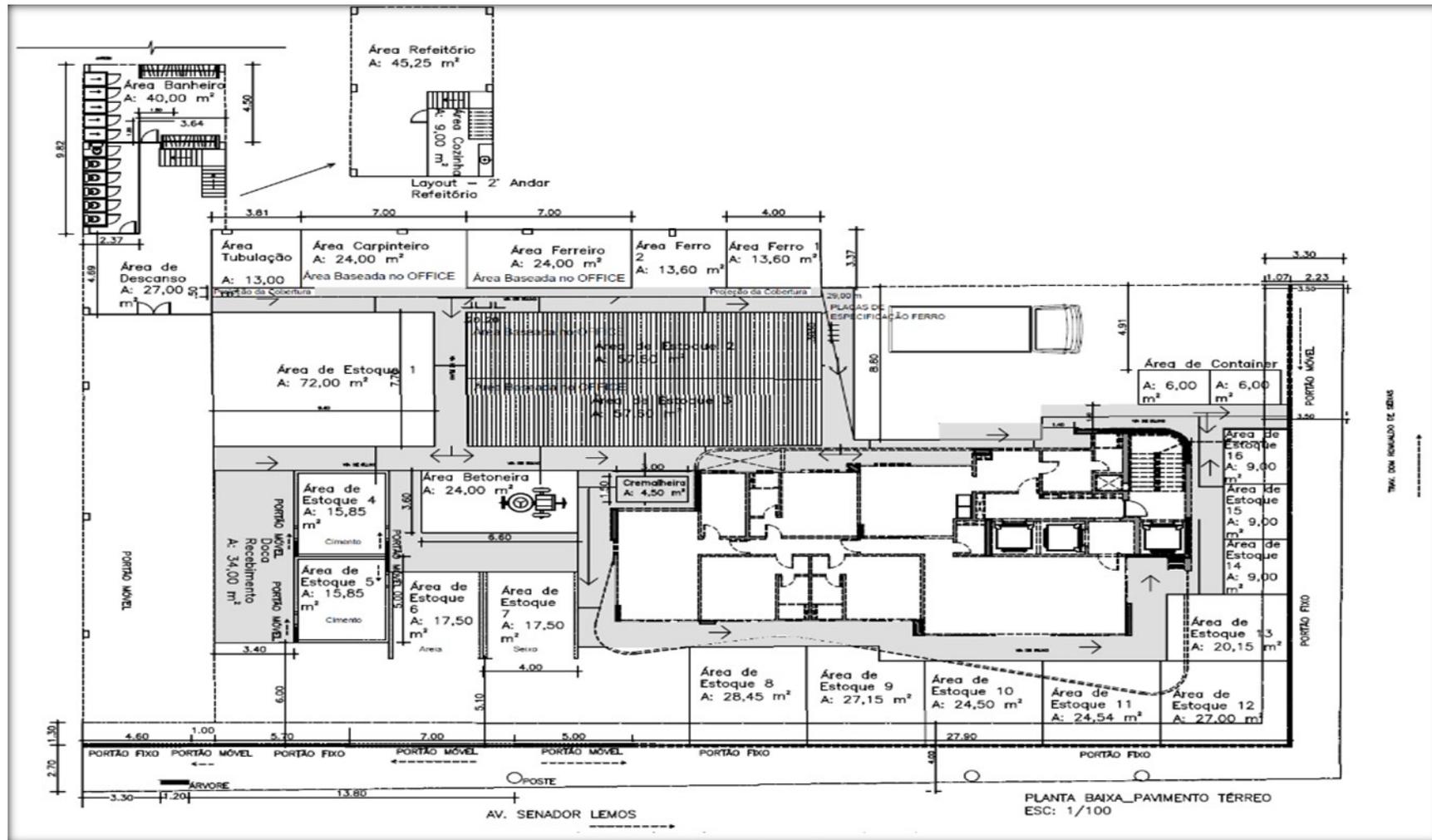
Para correta movimentação e recebimento dos materiais, a Empresa passou a trabalhar com uma equipe de apoio à produção, focada na logística de seus canteiros, com um encarregado de obras trabalhando exclusivamente no gerenciamento dessa equipe, visando com isso:

- A redução dos tempos perdidos por desabastecimento nas células de produção;
- A diminuição de movimentações desnecessárias dos materiais dentro do canteiro;
- O armazenamento em local correto dos materiais recebidos;
- Diminuição de perda de materiais por movimentação e armazenamento incorretos;
- Ganho de tempo para o mestre de obras, podendo esse passar a dedicar mais tempo à correta execução dos serviços e gerenciamento da mão de obra;

De acordo com o tamanho da obra, a equipe de logística do canteiro poderá ser formada por: Encarregado de logística, auxiliar de logística, operador de cremalheira e serventes de apoio à cremalheira, operador de betoneira e serventes de apoio à betoneira, operador de grua e serventes de apoio à grua e serventes de movimentação e armazenamento de materiais.

A direção da Empresa observou o retorno que a contratação da equipe de logística gerou na obra como um todo, tais como a redução dos desperdícios de tempo das equipes operacionais, redução dos desperdícios de materiais por armazenamento incorreto e redução da quantidade de serventes envolvidos na movimentação dos materiais.

Figura 41: Layout do canteiro contemplando: Áreas de vivência, vias de fluxo e locais de recebimento e estocagem de materiais – Empresa (2015)



Fonte: Próprio autor

6. Proteção da produção:

Com o objetivo de reduzir a alta variação da produtividade da mão de obra em seus canteiros, a direção técnica da Empresa buscou trabalhar com foco na proteção à produção. A criação de fluxos contínuos dentro da Empresa fez-se necessário para que essa variação diminuísse e a produtividade aumentasse de forma considerável.

Para o fluxo contínuo de suas atividades, a Empresa buscou otimizar seus fluxos de materiais, informações e mão de obra, para isso, medidas foram tomadas, conforme apresentado a seguir:

- Fluxo dos materiais

Para o fluxo dos materiais, a Empresa adotou um modelo de armazenamento prévio dos recursos das células de produção nos pavimentos, por meio do conceito de estoque mínimo (quantidade mínima necessária para que o serviço ocorra sem interrupções).

Para que a produção fosse protegida das incertezas relacionadas à disponibilidade dos recursos físicos, como por exemplo, tempo livre do equipamento de transporte vertical, a direção da Empresa buscou o abastecimento prévio dos postos de trabalho ao invés de abastecer apenas no momento da solicitação dos materiais. Para tanto, foi adotado o conceito *Lean* de Estoque de Segurança, que é conhecido como estoque padrão ou mínimo, o qual é a quantidade de estoque (material) necessário antes de cada etapa de processamento (serviço) para que ele ocorra sem paradas. Essa medida foi adotada tendo em vista as particularidades da indústria da construção civil, em especial aquela ligada a construção de residências multifamiliares, a qual o número de unidades a serem produzidas não está sujeito às variações do mercado, pois a quantidade está previamente definida por projeto.

Assim, por exemplo, a mão de obra da célula de produção responsável pela alvenaria, ao se deslocar para um próximo pavimento, já encontrava os blocos, vergas e contra vergas a serem utilizadas inicialmente ali, mantendo-se assim a produção protegida da falta de materiais, problema constante na indústria da construção civil.

Vale ressaltar que o grande volume de material estocado previamente em cada pavimento faz com que a organização deva ser bem estudada e planejada. A direção da

Empresa observou que a forma como serão armazenados e transportados influenciará diretamente na produção, assim, as células de produção devem possuir um mapa com a localização de todos os materiais no local de trabalho. Esse mapa é definido levando-se em consideração, principalmente:

- Facilidade no acesso aos materiais;
- Proximidade dos materiais ao seu local de aplicação;
- Liberdade nos deslocamentos dos operários.

Esse sistema de montagem prévia de inventários (estoques padrões) tem como objetivo garantir que as atividades não sejam interrompidas por falta de material, mantendo o fluxo o mais próximo possível de contínuo.

Observa-se nas **Figuras 42 e 43** o estoque padrão de blocos cerâmicos e o de gesso previamente armazenados nos pavimentos, antes da chegada das equipes de produção. Com essa medida a empresa obtém ganhos de produtividade, pois os tempos de parada da produção por falta de materiais serão reduzidos.

Figura 42: Estoque padrão de blocos cerâmicos



Fonte: Próprio autor

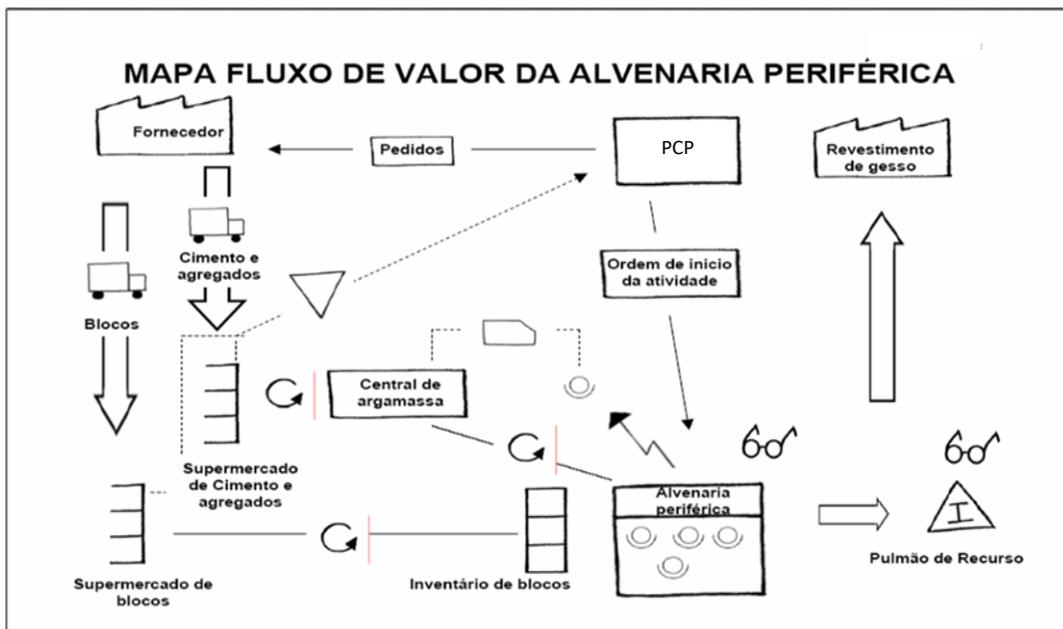
Figura 43: Estoque padrão de gesso



Fonte: Próprio autor

Para a manutenção e acompanhamento do fluxo dos materiais, a Empresa utilizou uma ferramenta da filosofia *Lean* chamada Mapeamento do Fluxo de Valor, a qual acompanha o fluxo dos materiais desde o fornecedor até o posto de trabalho, verificando todos os locais por onde o material será transportado e armazenado, tendo essa visão, a empresa poderá melhorar seus tempos de transporte e reduzir seus estoques. O Mapeamento do Fluxo de Valor é feito em uma folha de A3 (**Figura 44**).

Figura 44: Mapa do Fluxo de Valor da alvenaria periférica - Empresa (2016)



Fonte: Próprio autor

- Fluxo da informação

Para a avaliação do fluxo das informações, a direção técnica da Empresa passou a observar se as equipes sabiam quais serviços deveriam ser feitos e como seriam processados. A fim de que não existissem dúvidas quanto a isso, a Empresa criou um caderno de acompanhamento e execução das células de produção chamado de Controle de Qualidade na Execução (CQE). Nesse caderno estão listados todos os serviços da célula, tempos de duração, além de todos os projetos necessários. A **Figura 45** refere-se à utilização do CQE no canteiro de obras.

Figura 45: mestre-de-obras checando (C.Q.E.) no canteiro de obras – Empresa (2015)



Fonte: Próprio autor

Outro ponto observado pela direção técnica da Empresa com relação ao fluxo das informações é o que diz respeito ao pedido da argamassa. Na maioria das construtoras o pedido da argamassa é feito pelo operador da cremalheira ou do mestre de obras, o que pode causar atrasos na produtividade, pois eles agem como intermediários entre o operário e o betoneiro. Para se solucionar tal problema, a Empresa adotou o princípio da produção puxada com a aquisição de rádios transmissores ou com a instalação de interfones em todos os pavimentos. O pedreiro passa a ser o responsável direto pelo seu pedido de argamassa, eliminando assim intermediários que interferiam no fluxo da informação. A **Figura 46** representa a solicitação de argamassa, feita pelo pedreiro diretamente ao betoneiro, sem intermediários.

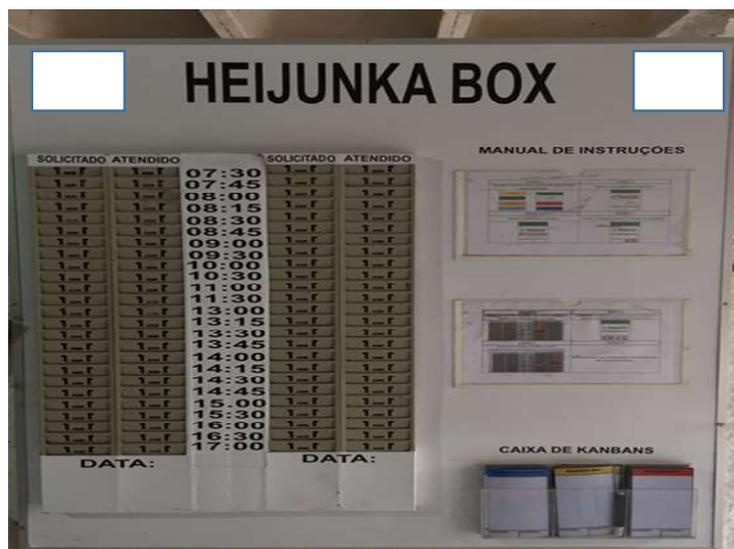
Figura 46: Pedreiro solicitando sem intermediários a argamassa – Empresa (2015)



Fonte: Próprio autor

A utilização do *heijunka box* nas obras da Empresa foi feita para nivelar a produção de argamassa, sendo os pedidos controlados pelo betoneiro por meio dessa ferramenta. Sempre que um pedido é feito, o betoneiro retira um *kanban* e coloca no espaço referente ao andar que fez o pedido. Vale dizer que cada cartão representa um tipo diferente de traço, por exemplo: chapisco, contrapiso, reboco, concreto, etc., e cada espaço da chapeira se refere a um determinado horário, o betoneiro escreve no *kanban* o andar para onde será enviado o traço. Essa é uma forma útil e simples de se controlar o envio de argamassa aos pavimentos da obra, na **Figura 47** observa-se um *Heijunka box* utilizado na Empresa.

Figura 47: Heijunka box utilizado pelo betoneiro – Empresa (2016)



Fonte: Próprio autor

- Fluxo da mão de obra

A busca do fluxo sem interrupções da mão de obra está diretamente ligado ao fluxo da informação e do material, sem eles, na quantidade e hora certa, não existirá o fluxo contínuo da mão de obra.

Com o intuito de adotar algumas medidas simples, a diretoria técnica da Empresa diminuiu o tempo perdido com os deslocamentos, esperas e retrabalhos, entre essas medidas, se destacam:

- Armazenamento prévio dos materiais nos pavimentos (estoque padrão);
- Dimensionamento correto das equipes, evitando-se assim mão de obra ociosa;
- Correta proporção do número de serventes para os profissionais;
- Utilização de rádios comunicadores pelas equipes de trabalho;
- Acesso a todas as informações de como executar os serviços;
- Apoio de um encarregado da qualidade tirando as dúvidas e diminuindo os erros na execução das tarefas;
- Banheiros em pavimentos intermediários, reduzindo deslocamentos;
- Definição de vias de fluxo no canteiro para circulação dos operários e dos materiais;
- Água em garrafas térmicas para todas as equipes, diminuindo a movimentação dos operários do posto de trabalho ao bebedouro, geralmente localizado no térreo.

A direção da Empresa observou que trabalhando com foco nesses três fluxos, informação, material e mão de obra, foram obtidos ganhos de produtividade em seus canteiros, assim como um aumento do grau de motivação de seus funcionários.

7. Avaliação, seleção e definição das equipes;

Após a montagem das células de produção, da definição dos planejamentos de longo, médio e curto prazo e da organização do canteiro, o passo seguinte adotado pela direção da Empresa foi planejar e gerenciar os recursos humanos, definindo quem iria executar as tarefas planejadas, montando as equipes de trabalho que foram previamente avaliadas e selecionadas.

Nessa etapa da implantação do Sistema de Gestão, a direção da Empresa utilizou duas ferramentas de gerenciamento da mão de obra: Matriz de Treinamento e Planilha de Avaliação da Mão de Obra. As duas serviram para a correta avaliação, seleção e definição das equipes dentro da Empresa.

- Matriz de Treinamento

Utilizando o conceito do sistema Toyota de Produção de Plano Para Cada Pessoa, para conhecer melhor a capacidade dos seus funcionários, a direção da Empresa passou a treinar sua mão de obra dentro de suas necessidades e posteriormente definir quais seriam reaproveitados nas futuras obras.

Plano Para Cada Pessoa é o programa para o treinamento e desenvolvimento de operários utilizado na Toyota, no qual observam-se as habilidades necessárias e as já desenvolvidas. A ferramenta serve para avaliar o progresso dos treinamentos de funcionários em habilidades múltiplas para operarem em múltiplos processos.

Com a implantação da filosofia *Lean Construction*, aplicou-se na Empresa uma planilha chamada Matriz de Treinamento (**Figura 48**), em que os resultados obtidos são utilizados para a avaliação, seleção e treinamento da mão de obra de acordo o perfil traçado para a função.

Figura 48: Matriz de Treinamento da mão-de-obra – Empresa (2014)

Matriz de Treinamento		<input type="checkbox"/> Incapacidade de fazer a operação (PERDE) <input checked="" type="checkbox"/> Geralmente pode fazer a operação (EMPATA) <input type="checkbox"/> Pode fazer bem a operação (GANHA)			Planta:	Responsável: Willy C. Branco									
					Por:	Data:									
Nº	Nome do Operador	Processos											Data de Hoje	Data Alvo	
		Marcação	1ª Elevação	2ª Elevação	Assentamento das caixas	Alv. Da Escada	Alv. Saiote	Amestramento de Piso	Amestramento de Parede	Contra Marcos	Contra marco porta corta fogo	Cintamento			Regularização de Piso
01	Operário 01														
02	Operário 02														
03	Operário 03														
04	Operário 04														
05	Operário 05														
06	Operário 06														
07	Operário 07														
08	Operário 08														
09	Operário 09														
10	Operário 10														
11	Operário 11														
12	Operário 12														

Fonte: Próprio autor

Os doze pedreiros avaliados na Matriz estavam divididos em três equipes: operários 1 ao 4, 5 ao 8 e 9 ao 12. Após a visualização das capacidades, foi definido pela direção da Empresa o Plano Para Cada Pessoa, que consistia no treinamento dos operários pelos próprios companheiros de equipe, e posteriormente a sua transferência para outras células de produção ou outras obras da empresa.

Por intermédio dessa planilha, a equipe técnica da obra pôde observar na terceira equipe (operários 09 ao 12) que nenhum dos quatro operários tinha total capacidade para executar as tarefas de marcação da alvenaria ou de alvenaria dos saiotes, o que gerou

uma menor produtividade na equipe, quando comparada às demais. Nesse caso, uma opção observada pela engenharia da obra foi o remanejamento de um funcionário capacitado para a tarefa de uma outra equipe, ou o treinamento de um dos funcionários da própria equipe para correta execução da função.

- Planilha de avaliação da mão de obra

Após a implantação da Matriz de Treinamento, a diretoria técnica da Empresa adotou uma metodologia de avaliação da mão de obra em sete itens: liderança, produtividade, polivalência, qualidade, espírito de equipe, confiança no sistema e disciplina, sendo a planilha (**Figura 49**) utilizada como apoio a seleção dos operários que iriam ser reaproveitados em outras obras da empresa.

Figura 49: Avaliação dos Operários da Célula de Produção-02 –Empresa (2015)

	EQUIPES DA CP-02 (ALVENARIAS PERIFÉRIAS) DO	
EQUIPE VERMELHA		
pedreiros:	NOME DOS PEDREIROS	
serventes:	NOME DOS SERVENTES	
FORMA DE AVALIAÇÃO:		ITENS AVALIADOS:
IDEAL		LIDERANÇA
ACEITAVEL		PRODUTIVIDADE
INSUFICIENTE		POLIVALENCIA
		QUALIDADE
FOTO DO FUNCIONÁRIO		FOTO DO FUNCIONÁRIO
NOME DO FUNCIONÁRIO		NOME DO FUNCIONÁRIO
função:	PEDREIRO: ALVENARIA E FACHADA	função:
função:	PEDREIRO: ALVENARIA E FACHADA	função:
ITENS AVALIADOS:	AVALIAÇÃO:	ITENS AVALIADOS:
LIDERANÇA		LIDERANÇA
PRODUTIVIDADE		PRODUTIVIDADE
POLIVALENCIA		POLIVALENCIA
QUALIDADE		QUALIDADE
ESPIRITO DE EQUIPE		ESPIRITO DE EQUIPE
CONFIANÇA NO SISTEMA PS-37		CONFIANÇA NO SISTEMA PS-37
DISCIPLINA		DISCIPLINA

Fonte: Próprio autor

A utilização da planilha de avaliação dos operários contribuiu para que a administração das obras da Empresa pudesse ter uma melhor visão da mão de obra disponível. Após o seu preenchimento, pelo engenheiro e pelo estagiário da obra, serão selecionados os operários que farão parte da célula de produção 02 (alvenarias periféricas) de uma obra seguinte da empresa.

8. Treinamento das equipes:

Para o treinamento de sua mão de obra, a direção da Empresa aplicou uma metodologia de treinamento utilizada na Toyota, com o intuito de criar funcionários capazes de desempenhar várias funções, chamada de método da Instrução de Trabalho, baseado em aprender executando a tarefa.

Com a formação dos funcionários multifunção, a direção da Empresa diminuiu a rotatividade da mão de obra, melhorou a ergonomia, pois diminuiu o caráter repetitivo das atividades, e aumentou a produtividade, melhorando com isso a implementação do sistema proposto.

Nas **figuras 50 e 51** observa-se a metodologia aplicada aos ferreiros e aos carpinteiros de uma das obras da Empresa com a explicação dos principais pontos através dos itens de A a G identificados na **Figura 50**:

Figura 50: TTFM de treinamento para os ferreiros – Empresa (2015)

Nome:		Nome do processo ou da operação	Verificar corte e dobra de acordo com as dimensões	Verificar posição, fixação e amarração	Verificar os estribos e espaçadores	Verificar a posição dos ferros extras/aparador, fosso do elevador e escadas)	Verificar o positivo	Verificar o negativo	Organização e limpeza da área	OBSERVAÇÕES						
Seção/Grupo: Corte, Dobra e Montagem de Armadura										CAPACITAÇÕES			Necessidade de mão-de-obra		Necessidades de desempenho (Forma de trabalho)	
Data: / /										Jun	Dez	Ma				
NO.	NOME															
1	CARLOS ALBERTO SOUSA	●	●	●	●	●	●	●	●							
2	IVANILDO GEMAQUE	●	●	●	●	●	●	●	●							
3	JOÃO DE ANDRADE	●	●	●	●	●	●	●	●							
4	LEONILDO DA CUNHA	●	●	●	●	●	●	●	●							
5	LUIZ FERNANDO DE SOUSA	●	●	●	●	●	●	●	●							
6	TOMÉ PEREIRA DE BRITO	●	●	●	●	●	●	●	●							
7	ROMILSO DOS REIS FERREIRA	●	●	●	●	●	●	●	●							
RESULTADOS DO TREINAMENTO	Início do ano	●	●	●	●	●	●	●	●							
	Meio do ano	●	●	●	●	●	●	●	●							
	Final do ano	●	●	●	●	●	●	●	●							
Observações	Necessidades de produção (Troca de produção)															

Fonte: Próprio autor

A. Local para anotação do número de pessoas que precisam ser treinadas na atividade.

- B. O círculo de quatro quadrantes é usado para ilustrar as habilidades de cada pessoa.
- C. O número total de círculos preenchidos com pelo menos três quartos é computado para cada funcionário e assinalado na coluna ao fim da linha relativa a ele.
- D. O número de pessoas plenamente treinadas para cada atividade é computado e registrado na parte inferior da tabela. Isso permite ao supervisor monitorar o progresso.
- E. Qualquer desenvolvimento especial precisa ser anotado nesse espaço.
- F. Local para anotação de qualquer alteração futura na produção. Por exemplo: a ausência de um funcionário.
- G. Quando a necessidade por treinamento for identificada baseada em uma deficiência, no número de funcionários treinados ou na capacitação individual, um plano é elaborado e suas datas anotadas na tabela. Essas servem como meta para o início do processo de treinamento.

Figura 51: TTFM de treinamento para os carpinteiros – Empresa (2015)

Nome: Seção/Grupo: Confeção e Montagem de Fôrma		Nome do processo ou da operação	Verificar o eixo do pilar, viga e lajes	Verificar o tamanho das fôrmas	Verificar o prumo das fôrmas	Verificar o uso do desmoldante nas faces internas	Verificar o travamento e escoramentos das fôrmas	Verificar a desforma de pilares, vigas e lajes	Organização e limpeza da área 5S	OBSERVAÇÕES			
										CAPACITAÇÕES			Necessidade de mão-de-obra Necessidades de desempenho (Forma de trabalho)
										Jun	Dez	Mai	
Data: __/__/__													
NO.	NOME												
1	ALDRI DA COSTA	●	●	●	●	●	●	●					
2	CARLOS OLVEIRA	●	●	—	—	●	●	●					
3	CLAYTON ROSALIO	●	●	●	●	●	●	●					
4	CLEYB RODRIGUES	●	●	●	●	●	●	●					
5	DAMIÃO DA COSTA	●	●	●	●	●	●	●					
6	FRANCIOMAR BARBOSA	●	●	●	●	●	●	●					
7	MARIO VIEIRA	●	●	●	●	●	●	●					
8	PAULO SERAFIM	●	●	●	●	●	●	●					
9	RAIMUNDO DA SILVA	●	●	●	●	●	●	●					
10	JOAB DE OLIVEIRA	●	●	—	●	●	●	●					
11	VALDECIR DE BRITO	●	●	●	●	●	●	●					Novo contrato:
12	MARIO DE ALMEIDA	●	●	●	●	●	●	●					Novo contrato:
13	ROSINALDO CARVALHO	●	●	●	●	●	●	●					
RESULTADOS DO TREINAMENTO	Início do ano												
	Meio do ano												
	Final do ano												
Observações	Necessidades de produção (Troca de produção)								● = 100% de desempenho ● = 75% de desempenho ● = 50% de desempenho ⊕ = em treinamento ⊕ = treinamento não realizado — = não aplicável				

Fonte: Próprio autor

A TTFM serve para que a gerência da obra tenha uma indicação visual do grau de desenvolvimento das habilidades da equipe de trabalho, podendo ser exibida na sala de reuniões ou na sala de engenharia. Com a análise da tabela, fica claro o estado de desenvolvimento das habilidades de cada funcionário.

9. Controle da qualidade;

Para o controle de qualidade, a direção técnica da Empresa aplicou algumas práticas de gerenciamento nos canteiros, destacando-se:

- Contratação de um encarregado da qualidade (geralmente um técnico de edificações);
- Montagem de protótipos para cada atividade que se repita, buscando diminuir a repetição de possíveis erros;
- Compatibilização prévia dos projetos;
- Avaliação por empresa especializada das unidades construídas, antes da entrega final ao cliente;
- Montagem de caderno CQE (controle de qualidade na execução), com todas as informações necessárias para execução dos serviços;
- Definição dos PES (procedimentos de execução dos serviços);
- Treinamento dos operários para entendimento dos PES;
- Definição das FIS (ficha de inspeção dos serviços);
- Acompanhamento dos serviços pelo encarregado da qualidade durante a execução, diminuindo substancialmente a ocorrência dos erros;
- Contratação de consultoria de especialistas em determinadas áreas, exemplo, controle tecnológico de concreto e argamassa, e contratação de projeto de fachada;

O apoio direto ao operário, feito pelo encarregado da qualidade na Empresa, gerou um aumento da produtividade devido à redução dos tempos de espera por informações, redução dos desperdícios de materiais devido à diminuição dos retrabalhos e aumento do tempo disponível do mestre de obras.

Figura 52: Encarregada da qualidade orientando os ferreiros – Empresa (2015)



Fonte: Próprio autor

O encarregado da qualidade tem como responsabilidade a orientação, treinamento e acompanhamento dos operários com relação aos PES (procedimentos de execução dos serviços) e o preenchimento das FIS (ficha de inspeção dos serviços) – (Figura 52), que posteriormente serão visadas pelos encarregados das respectivas áreas, pelo mestre de obras e pelo engenheiro responsável.

A FIS será utilizada para a fiscalização dos serviços pelo encarregado da qualidade e o PES para treinamento dos funcionários e para definição de como executar as tarefas.

Para o acompanhamento dos serviços pelo encarregado da qualidade, deve constar na FIS:

- Qual a obra e tarefa fiscalizada;
- Qual a equipe de trabalho e o encarregado responsável pelo acompanhamento;
- Datas de início e término das atividades;
- Aprovação ou reprovação da tarefa pelo encarregado da qualidade.

Para o treinamento das equipes de trabalho, deve constar no PES:

- Descrição do serviço com sua respectiva norma de referência;
- Ferramentas, equipamentos, EPIS (equipamentos de proteção individual) e materiais utilizados na tarefa;
- Funções dos envolvidos;
- Descrição de como executar corretamente a tarefa;

A FIS e o PES (Figura 53 e 54) têm como função principal o aumento da qualidade e segurança nos canteiros.

Figura 54: PES (procedimentos de execução dos serviços) – Empresa (2014)

	Título: Contra-piso													
	Procedimento de Execução de Serviço	PES 09												
Norma de Referência: Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SIAC, Segundo a NBR ISO 9001:2000														
Abrangência Normativa: 7.5.1 – Controle de Operações	Revisão: 00	Data: 13/02/2014												
<p>1. Objetivo</p> <p>Especificar padronização para execução dos serviços.</p> <p>2. Recursos utilizados para realização de serviços</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>FERRAMENTAS</th> <th>MATERIAIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Vassoura de piaçava e vassourão; • Colher de pedreiro; • Pá e enxada; • Marreta, ponteira e talhadeira; • Ferro de cova/Alavanca metálica; • Régua de alumínio; • Régua técnica – nível prumo de 2m; • Nível de mão; • Masseur grande metálica; • Desempenadeira de madeira e de aço; • Socador de 10kg (30cm x 30cm) • Trena metálica 5m • Lata/Balde; • Tambor de 200 lts; • Esquadro de alumínio grande; • Extensão elétrica; </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Areia; • Cimento; • Água; • Aditivo (quando necessário); • Taliscas/Galgas; • Linha de nylon; • Lápis de carpinteiro; • Brocha; • Esponja; </td> </tr> <tr> <th>MAQUINAS / EQUIPAMENTOS</th> <th>EPI'S</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Misturador (quando necessário)/Betoneira • Mangueira de nível ou aparelho de nível a laser ou tambor de nível; • Carrinho de mão; • Girica; </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Bota; • Capacete; • Luva de látex; • Óculos para proteção; • Protetor auricular; • Máscara descartável; • Cinto de segurança. </td> </tr> <tr> <th>FUNÇÕES ENVOLVIDAS</th> <th>ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Betoneiro • Pedreiro • Servente • Guincheiro/Cremalheiro </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Limpar e guardar as ferramentas, equipamentos e materiais após conclusão do serviço; • Limpar o local de trabalho após conclusão do serviço. </td> </tr> </tbody> </table>			FERRAMENTAS	MATERIAIS	<ul style="list-style-type: none"> • Vassoura de piaçava e vassourão; • Colher de pedreiro; • Pá e enxada; • Marreta, ponteira e talhadeira; • Ferro de cova/Alavanca metálica; • Régua de alumínio; • Régua técnica – nível prumo de 2m; • Nível de mão; • Masseur grande metálica; • Desempenadeira de madeira e de aço; • Socador de 10kg (30cm x 30cm) • Trena metálica 5m • Lata/Balde; • Tambor de 200 lts; • Esquadro de alumínio grande; • Extensão elétrica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Areia; • Cimento; • Água; • Aditivo (quando necessário); • Taliscas/Galgas; • Linha de nylon; • Lápis de carpinteiro; • Brocha; • Esponja; 	MAQUINAS / EQUIPAMENTOS	EPI'S	<ul style="list-style-type: none"> • Misturador (quando necessário)/Betoneira • Mangueira de nível ou aparelho de nível a laser ou tambor de nível; • Carrinho de mão; • Girica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Bota; • Capacete; • Luva de látex; • Óculos para proteção; • Protetor auricular; • Máscara descartável; • Cinto de segurança. 	FUNÇÕES ENVOLVIDAS	ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA	<ul style="list-style-type: none"> • Betoneiro • Pedreiro • Servente • Guincheiro/Cremalheiro 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar e guardar as ferramentas, equipamentos e materiais após conclusão do serviço; • Limpar o local de trabalho após conclusão do serviço.
FERRAMENTAS	MATERIAIS													
<ul style="list-style-type: none"> • Vassoura de piaçava e vassourão; • Colher de pedreiro; • Pá e enxada; • Marreta, ponteira e talhadeira; • Ferro de cova/Alavanca metálica; • Régua de alumínio; • Régua técnica – nível prumo de 2m; • Nível de mão; • Masseur grande metálica; • Desempenadeira de madeira e de aço; • Socador de 10kg (30cm x 30cm) • Trena metálica 5m • Lata/Balde; • Tambor de 200 lts; • Esquadro de alumínio grande; • Extensão elétrica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Areia; • Cimento; • Água; • Aditivo (quando necessário); • Taliscas/Galgas; • Linha de nylon; • Lápis de carpinteiro; • Brocha; • Esponja; 													
MAQUINAS / EQUIPAMENTOS	EPI'S													
<ul style="list-style-type: none"> • Misturador (quando necessário)/Betoneira • Mangueira de nível ou aparelho de nível a laser ou tambor de nível; • Carrinho de mão; • Girica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Bota; • Capacete; • Luva de látex; • Óculos para proteção; • Protetor auricular; • Máscara descartável; • Cinto de segurança. 													
FUNÇÕES ENVOLVIDAS	ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA													
<ul style="list-style-type: none"> • Betoneiro • Pedreiro • Servente • Guincheiro/Cremalheiro 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar e guardar as ferramentas, equipamentos e materiais após conclusão do serviço; • Limpar o local de trabalho após conclusão do serviço. 													

Fonte: Próprio autor

Um dos princípios adotados pela direção da Empresa para melhorar a qualidade dentro dos canteiros é a montagem de um protótipo que servirá de modelo para a sequência das atividades. Cada etapa da obra que se repetirá, deverá ser analisada e melhorada no primeiro ciclo construtivo.

O primeiro ciclo de qualquer atividade repetitiva deve ser ensaiado, montado um protótipo, monitorado e adequado tanto quanto for necessária até atingir o processo, a produtividade e qualidade ideal, visando evitar conflitos e retrabalhos nos “n” ciclos seguintes.

Para a montagem do primeiro apartamento, que servirá de protótipo para as demais unidades do empreendimento, utiliza-se a planilha de validação de protótipo, no qual deve constar os materiais a serem utilizados na unidade, bem como seus fornecedores e a aprovação ou reprovação. Após a montagem, deverá ser analisado erros e acertos para otimização dos demais apartamentos.

Dentre as vantagens observadas pela direção da Empresa com a montagem do protótipo, destacam-se:

- Diagnóstico antecipado do produto acabado (valor para o cliente);
- Visualização de interferências e interfaces entre arquitetura e projetos complementares;
- Validação do protótipo pela contratante por meio de formulário específico;
- Diminuição de erros que podem ocorrer de forma sequenciada;
- Redução do tempo parado dos funcionários por falta de informação, gerando com isso aumento de produtividade.

Outro princípio adotado pela direção da Empresa para o aumento da qualidade final do produto é a vistoria técnica das unidades por empresa especializada, evitando-se com isso, que erros que tenham passado pelo engenheiro, mestre de obras e pelo encarregado da qualidade cheguem ao cliente final. Na vistoria deve constar o serviço avaliado, a aprovação ou reprovação e as observações feitas pelo responsável técnico. Tal princípio permite que transtornos maiores não ocorram, na medida em que os erros são corrigidos ainda na fase final da construção e não após a checagem do cliente, ou pior, após recebimento da unidade, o que geraria um desgaste da imagem da empresa. A seguir, **(Figuras 55 e 56)**, dois documentos padrões utilizados na prototipagem.

Figura 55: Exemplo de planilha de validação de protótipo

AMBIENTE	Piso		Parede		Teto		Aprovação		
	MATERIAL	FORNECEDORES REPRESENTATES INSTALADORES	MATERIAL	FORNECEDORES REPRESENTATES INSTALADORES	MATERIAL	FORNECEDORES REPRESENTATES INSTALADORES	SIM	NÃO	
ACESSÓRIOS 1		Fornecedor: Fabrimar: Rodovia Presidente Dutra 1362 bairro: Pavuna/ RJ Cap: 21535-502 fone: (21) 30882200 Representante: Metal Comercio. Rua Ant ^o sales 3246 cap: 60135-102 fone: 32618933 contato: Eduardo Quantitativo: 5 und Instalador: CCB Const. Castelo Branco		Fornecedor: Celito: George Wilhams Butler Bairro: Curado /RE cap: 50950-010 fone: 32461005 Representante: Paula, 9909.6636 Quantitativo: 02 und Instalador: CCB Const. Castelo Branco		Fornecedor: Celito: George Wilhams Butler Bairro: Curado /RE cap: 50950-010 fone: 32461005 Representante: Paula 99096636 Quantitativo: 01 Und Instalador: CCB Const. Castelo Branco	OBS:		
		Fornecedor: Fabrimar: Rodovia Presidente Dutra 1362 bairro: Pavuna/ RJ Cap: 21535-502 fone: (21) 30882200 Representante: Metal Comercio. Rua Ant ^o sales 3246 cap: 60135-102 fone: 32618933 contato: Eduardo Quantitativo: 5 und Instalador: CCB Const. Castelo Branco		Fornecedor: Fabrimar: Rodovia Presidente Dutra 1362 bairro: Pavuna / RJ Cap: 21535-502 fone: (21) 30882200 Representante: Metal Comercio. Rua Ant ^o sales 3246 cap: 60135-102 fone: 32618933 contato: Eduardo Quantitativo: 02 und Instalador: CCB Const. Castelo Branco		Fornecedor: Fabrimar: Rodovia Presidente Dutra 1362 bairro: Pavuna/ RJ Cap: 21535-502 fone: (21) 30882200 Representante: Metal Comercio. Rua Ant ^o sales 3246 cap: 60135-102 fone: 32618933 contato: Eduardo Quantitativo: 01 Und Instalador: CCB Const. Castelo Branco			

Fonte: Próprio autor

Figura 56: check-list de entrega das unidades – Empresa (2017)

CHECK-LIST DE ENTREGA DE UNIDADES											
EDIFÍCIO <input type="text"/> APARTAMENTO 603											
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	SALA/CIRCULAÇÃO	VARANDA	WC SUÍTE	WC SERVIÇO	GABINETE	SUÍTE	QUARTO SOCIAL	WC SOCIAL/LAVABO	AREA MAQ/AR COND.	COZINHA/A. SERVIÇO
1	REVESTIMENTOS TETOS	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	OBS.:										
2	RODAPÉS, SOL/PEITORIS	OK	-	-	-	OK	-	OK	OK	OK	-
	OBS.:										
3	PAREDES/REVESTIMENTOS	X	X	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	OBS.:	SALA/ CIRCULAÇÃO - corrigir requadro do reboco prox esquadria ; VARANDA - Acab. Cerâmica junto rodapé; DEPOSTO - Falta concluir reboco									
4	PISOS REVESTIMENTOS	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	OBS.:										
5	PREVISÃO INST. AR SPLIT	OK	-	-	X	OK	-	OK	OK	OK	OK
	OBS.:	WC - SERVIÇO - revisar verniz alizar									
6	ESQ. ALUMINIO/VIDRO	-	-	-	OK	X	-	X	OK	OK	OK
	OBS.:										
7	INT./TOMADAS/CAMPAINHA	OK	OK	OK	OK	OK	-	OK	OK	OK	OK
	OBS.:										
8	ESQ. MAD/GUARNIÇÕES	-	-	-	-	OK	OK	OK	-	OK	-
	OBS.:										

Fonte: Próprio autor

10. Criação de um ambiente de autorrealização

Buscando uma melhor gestão da mão de obra em seus canteiros, a direção da Empresa passou a utilizar o conceito de hierarquia das necessidades do psicólogo americano Abraham Maslow.

Para o atendimento das necessidades fisiológicas nos seus canteiros de obras, a Empresa buscou adotar algumas práticas, conforme descrito a seguir:

- Alimentação de qualidade;
- Local para descanso após o almoço com disponibilidade de colchonetes;
- Disponibilidade de banheiros limpos;
- Canteiro de obras limpo e organizado;
- Água gelada (em regiões de clima quente);
- Pelo menos três jogos de uniforme por funcionário (mantendo-se assim a higiene pessoal).

Após saciadas as necessidades fisiológicas, a direção da Empresa buscou saciar as necessidades de segurança em suas obras, tais como::

- Disponibilidade de EPIS e EPS;
- Treinamentos de segurança;
- Salários pagos em dia;
- Tratamento justo pelas chefias;
- Visão de novas obras da empresa (passando assim a segurança de continuidade no emprego);
- Acompanhamento das tarefas por especialista em segurança.

Tendo as necessidades de segurança atendidas, a direção da Empresa buscou saciar as necessidades sociais, tendo como exemplo:

- Participação em torneios esportivos com os membros da equipe;
- Festas comemorativas: Natal, conclusão da estrutura, aniversariante do mês, etc.;
- Divisão do trabalho por equipes;
- Participação em treinamentos envolvendo os membros da equipe;
- Envolvimento da família dos funcionários em eventos da empresa.

Atendidas as necessidades sociais, a direção da Empresa buscou atender as necessidades de estima, como exemplos:

- Eleição dos funcionários do mês;
- Certificados de desempenho para os funcionários que cumpriram as metas;
- Elogiar os funcionários na frente de todos (o elogio deve ser realmente merecido);
- Criticar os funcionários reservadamente (a crítica deve ser justa);
- Programa de incentivo ao controle financeiro familiar.

Após o atendimento das necessidades de estima, a direção da Empresa passou a buscar o atendimento do último degrau da pirâmide de Maslow, a autorrealização, por meio das medidas listadas a seguir:

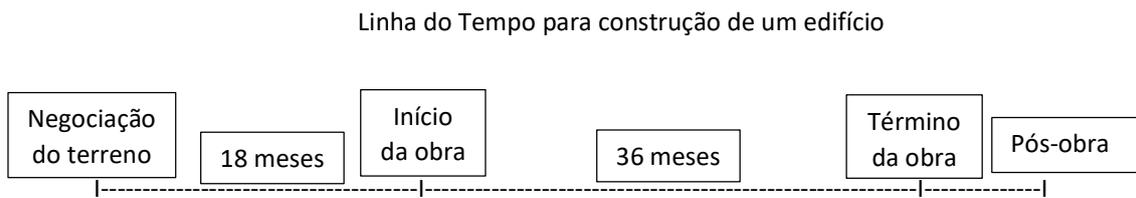
- Participação na tomada de decisões;
- Utilização de caixa de sugestões;
- Disputa interna saudável de qualidade e produtividade entre as equipes;
- Aproveitamento dos potenciais individuais dos funcionários (pessoa certa no local certo), dando assim oportunidade para o crescimento profissional das pessoas;
- Trabalho com metas desafiadoras, mas capazes de ser cumpridas.

4.3. O SISTEMA DE GESTÃO NA LINHA DO TEMPO.

Após passadas as fases de definição do Agente de Mudança e de estruturação do sistema de gestão, a direção da Empresa, utilizando o princípio da Toyota de Linha do Tempo, buscou definir o momento de aplicação de cada uma das 10 etapas do sistema proposto. Trazendo esse conceito para a realidade da construção civil, é necessário entender que muitas vezes o prazo da obra é atrelado ao fluxo de caixa do cliente, assim, a sua diminuição não significaria vantagem para o cliente final.

Observa-se na **Figura 57** a definição da linha do tempo da Obra B da Empresa, um edifício com 21 pavimentos com prazo de construção de 3 anos.

Figura 57: Linha do tempo para a construção de um edifício



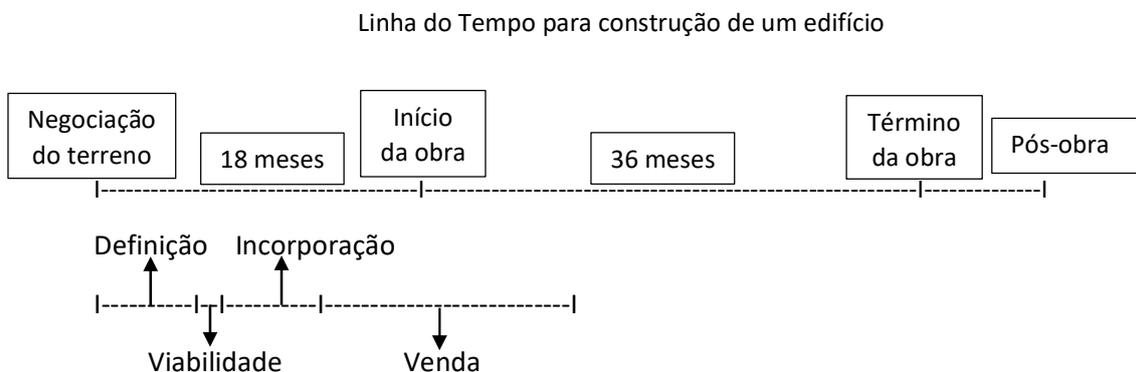
Fonte: Próprio autor

Utilizando a linha do tempo proposta acima, foi definido o início e término de cada uma das 10 etapas de implantação.

1ª Etapa: Definição, viabilidade e incorporação do produto

Na primeira etapa a diretoria da Empresa levou em consideração, após iniciada a negociação do terreno, a definição do produto que seria lançado, a viabilidade desse produto e, no caso dele ser viável, a incorporação e as vendas. A **Figura 58** apresenta esta etapa do estudo na linha do tempo da construção de um edifício.

Figura 58: Etapa de viabilidade na linha do tempo da construção de um edifício



Fonte: Próprio autor

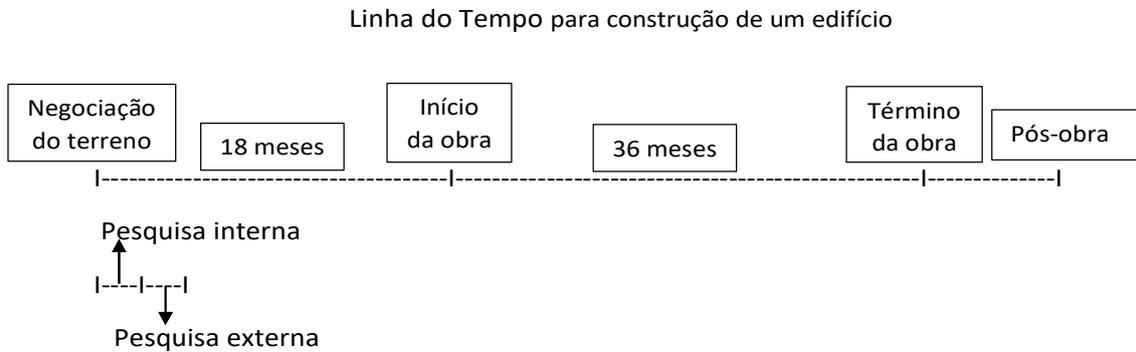
A Definição, Viabilidade e Incorporação do produto ocorreram antes do início da construção, já a etapa das vendas, iniciou-se antes do início da obra e concluiu-se ainda no primeiro ano de obra, com a comercialização de 100% das unidades.

2ª Etapa: Definição dos índices internos e externos de produtividade

Visando a correta montagem do orçamento e planejamento de longo prazo da obra, a direção da Empresa achou necessário inicialmente definir os seus índices de produtividade internos, por meio das experiências vivenciadas em obras anteriores pela

sua equipe técnica, tendo em vista ser o primeiro ciclo de obras da Empresa, não era possível o levantamento interno desses índices.

Figura 59: Etapa de pesquisas externas e internas



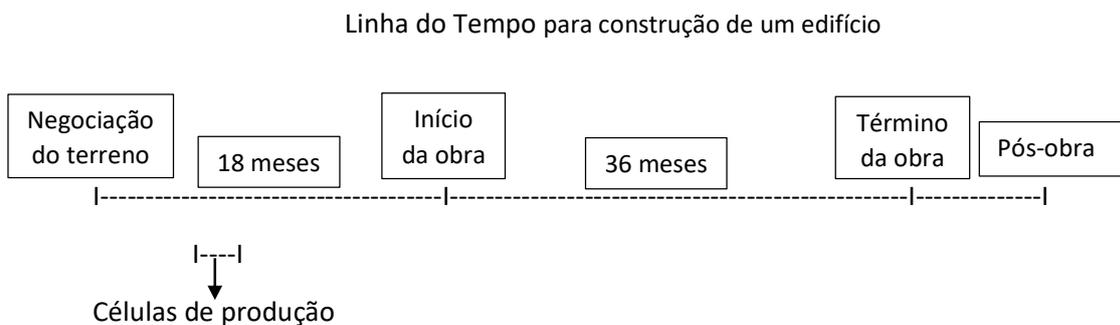
Fonte: Próprio autor

Com a definição dos seus índices internos de produtividade, a direção da Empresa fez uma pesquisa externa em outros canteiros de obras de outras empresas para determinar se os índices adotados estavam coerentes com a média do mercado. A **Figura 59** demonstra a etapa de pesquisas internas e externas de produtividade na linha do tempo, ocorrida antes do início da obra.

3ª Etapa: Montagem das células de produção

Após definidos os índices de produtividade, a Direção Técnica da Empresa elaborou as Células de Produção (**Figura 60**), que são o agrupamento de etapas de processamento para um produto ou serviço similar a outro, para que possam ser processados em um fluxo contínuo, utilizando a polivalência dos funcionários.

Figura 60: Definição das células de produção na linha do tempo



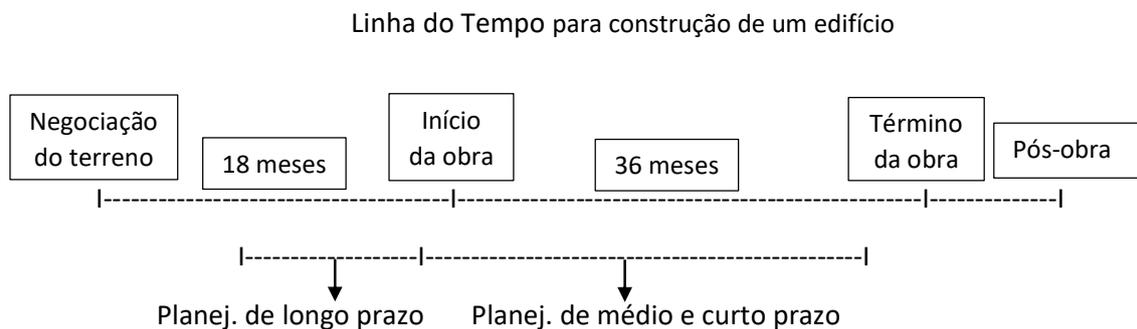
Fonte: Próprio autor

Essa etapa foi realizada antes do início da obra dentro de um período que durou 18 meses, iniciado na negociação do terreno, por intermédio da experiência da equipe técnica da Empresa e de estudos acerca da filosofia *Lean*.

4ª Etapa: Planejamento de longo, médio e curto prazo

Para os planejamentos de longo, médio e curto prazo, a direção da Empresa utilizou os índices de produtividade e as células de produção previamente estabelecidos. Conforme apresentado na **Figura 61**, no primeiro momento, antes de iniciada a obra, a direção elaborou o planejamento de longo prazo, para acompanhar em um segundo momento o andamento físico do empreendimento, que vai durar quase até a entrega. O quadro técnico da obra definiu um planejamento de médio prazo a cada 3 ou 4 meses baseado nos índices de produtividade e células de produção da linha de balanço (planejamento de longo prazo) e um planejamento de curto prazo que serviu para acompanhar os serviços que estavam ocorrendo no momento.

Figura 61: Planejamentos de médio e longo prazo na linha do tempo

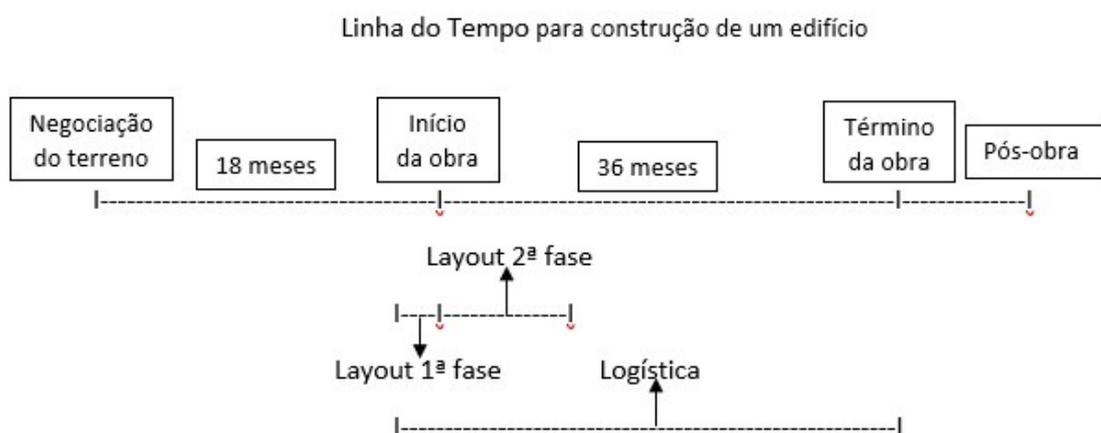


O planejamento de longo prazo foi desenvolvido em linha de balanço pela equipe de PCP, utilizando-se o programa *Ms Excel*, antes do início da obra. Já os planejamentos de médio prazo foram elaborados pelo engenheiro da obra no programa *Ms project*, com o apoio da equipe de PCP, englobando os 3 meses seguintes a data de elaboração. Por fim, os planejamentos de curto prazo, foram elaborados pelo engenheiro da obra, com o apoio do mestre e dos encarregados, através do programa *Ms Excel*, definindo-se os serviços que ocorreriam nos quinze dias seguintes.

5ª Etapa: Organização do layout e da logística do canteiro de obras

Observa-se na **Figura 62** o momento de elaboração dos layouts de canteiro utilizados na Obra B, bem como a organização logística da obra que ocorre antes do início da construção.

Figura 62: Definições dos planos logísticos na linha do tempo



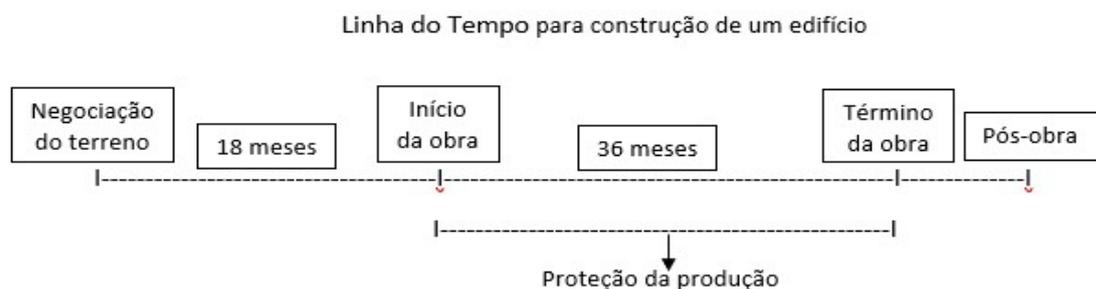
Fonte: Próprio autor

A atenção com a logística durante todo o tempo de execução da obra representa ponto fundamental na redução de desperdícios no canteiro. Antes de iniciada a obra, a direção da Empresa definiu a composição da equipe de logística, incluindo quem seria o encarregado e o 1º layout de canteiro, levando-se em consideração: o recebimento e movimentação dos materiais, vias de fluxo, áreas de vivência e locais de estoques dos materiais. Em um segundo momento definiu um 2º layout de canteiro na área de projeção da torre.

6ª Etapa: Proteção da produção

Para a etapa de proteção da produção, a direção da Empresa buscou o fluxo contínuo da produção durante toda a execução dos empreendimentos, o quadro técnico das obras trabalhou para que as informações, os materiais e as pessoas fluíssem da forma mais contínua e sem interrupções possíveis, evitando a falta ou o excesso deles. Essa etapa foi implementada durante todo o tempo que durou a obra, a **figura 63** mostra a etapa de proteção da produção.

Figura 63: Proteção da produção na linha do tempo



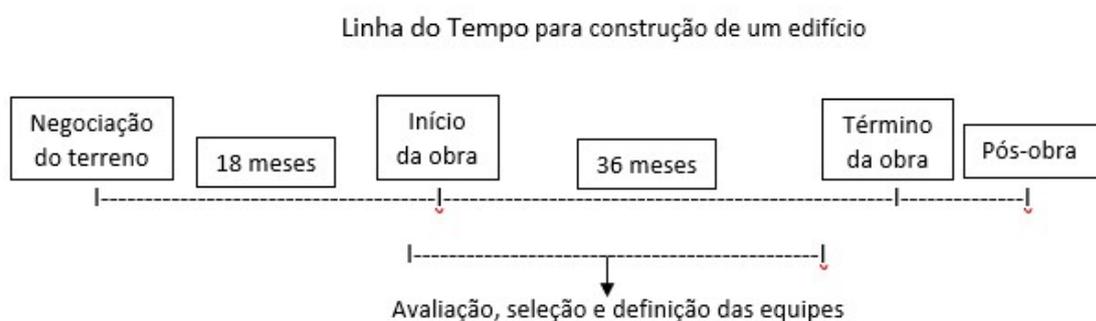
Fonte: Próprio autor

Para essa etapa, foram utilizadas algumas ferramentas e conceitos de gestão, visando a proteção da produção, como por exemplo: rádios de comunicação, Estoque Padrão, Mapa do Fluxo de Valor, Caderno CQE (controle de qualidade na execução) contendo as informações necessárias para execução dos serviços, *Heijunka Box*, entre outros.

7ª Etapa: Seleção, avaliação e definição das equipes

Para o processo de seleção, avaliação e definição das equipes, inicialmente, a direção da Empresa orientou seus engenheiros e mestres a contratarem funcionários com os quais eles já tivessem trabalhado em outras obras. Posteriormente, os funcionários contratados foram novamente avaliados, utilizando-se planilhas de avaliação e treinamento da mão de obra. Essa etapa durou até próximo o término da obra. A **Figura 64** mostra a etapa de avaliação, seleção e definição da mão de obra.

Figura 64: Etapa de avaliação, seleção e definições da mão de obra na linha do tempo



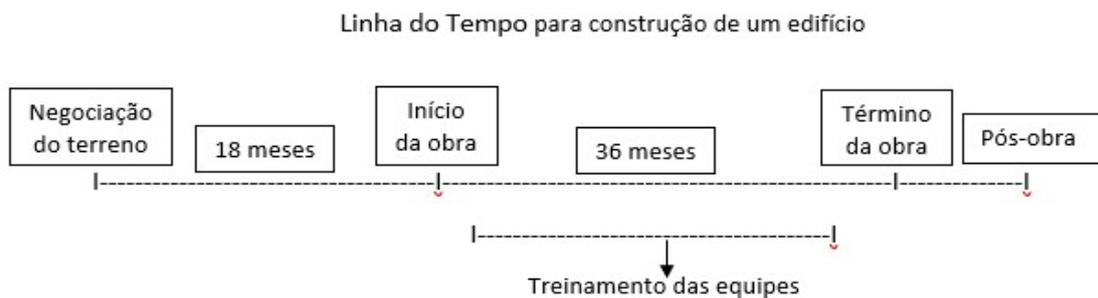
Fonte: Próprio autor

Para essa etapa, a direção da Empresa utilizou duas ferramentas de gerenciamento da mão de obra: Matriz de Treinamento e Planilha de Avaliação da Mão de Obra. Nas obras posteriores da Empresa, a direção técnica estabeleceu como meta o reaproveitamento da sua mão de obra já avaliada, diminuindo-se assim a alta rotatividade que é uma característica do setor da construção civil.

8ª Etapa: Treinamento das equipes

Após serem selecionados e avaliados os primeiros funcionários, a direção da Empresa deu início ao processo de treinamento (**Figura 65**), que consistiu de palestras técnicas e de conscientização, cursos internos e externos e orientações individualizadas e coletivas das tarefas executadas, sendo essa etapa iniciada logo após o início da obra e concluída próximo ao término.

Figura 63: Treinamento das equipes na linha do tempo



Fonte: Próprio autor

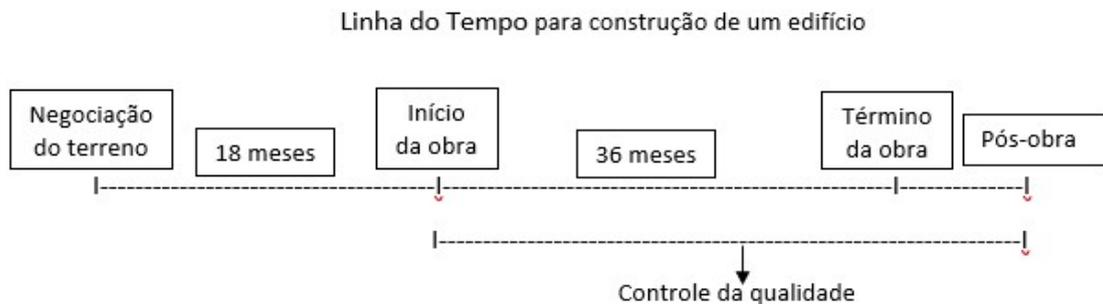
Nessa etapa, a Direção da Empresa buscou a formação de funcionários multifunção, diminuindo-se assim a rotatividade da mão de obra. Foi utilizado a Tabela de Treinamento para o Funcionário Multifunção (TTFM), método utilizado pela Toyota para desenvolvimento e treinamento de equipes, com o intuito de corrigir falhas e tornar os funcionários capazes de desempenhar funções diferentes, como por exemplo: o pedreiro que trabalha na alvenaria pode ser treinado para executar também o acabamento.

9ª Etapa: Controle da qualidade

Essa etapa teve início nas primeiras tarefas, e mesmo com o término das atividades a Empresa continuou acompanhando e solucionando os problemas no pós-obra para

entender onde ocorreram os erros e assim manter o processo de melhoria contínua (Figura 66).

Figura 64: Controle da qualidade na linha do tempo



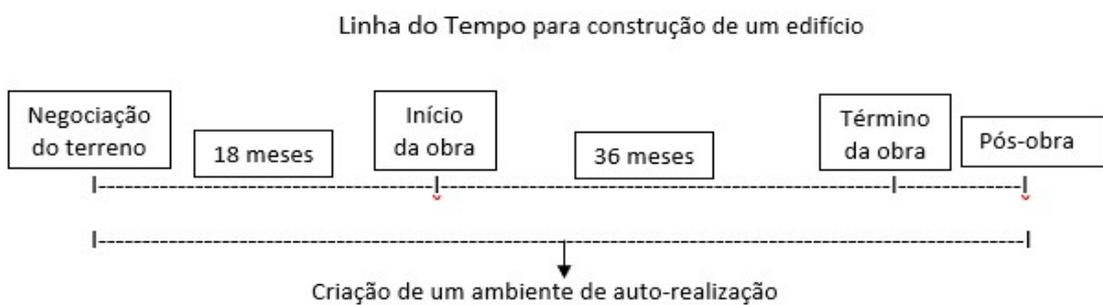
Fonte: Próprio autor

Para a etapa de controle da qualidade (Figura 66), a Empresa determinou como executar, acompanhar e checar seus processos por meio das ferramentas: PES (procedimento de execução de serviço) e das FIS (ficha de inspeção dos serviços), contratou e treinou um encarregado para controle da qualidade e correto acompanhamento dos serviços.

10ª Etapa: Criação de um ambiente de autorrealização.

A implantação dessa etapa acompanhou todas as fases do empreendimento (Figura 67), indo desde a negociação do terreno até o pós-obra.

Figura 65: Criação de um ambiente de autorrealização na linha do tempo



Fonte: Próprio autor

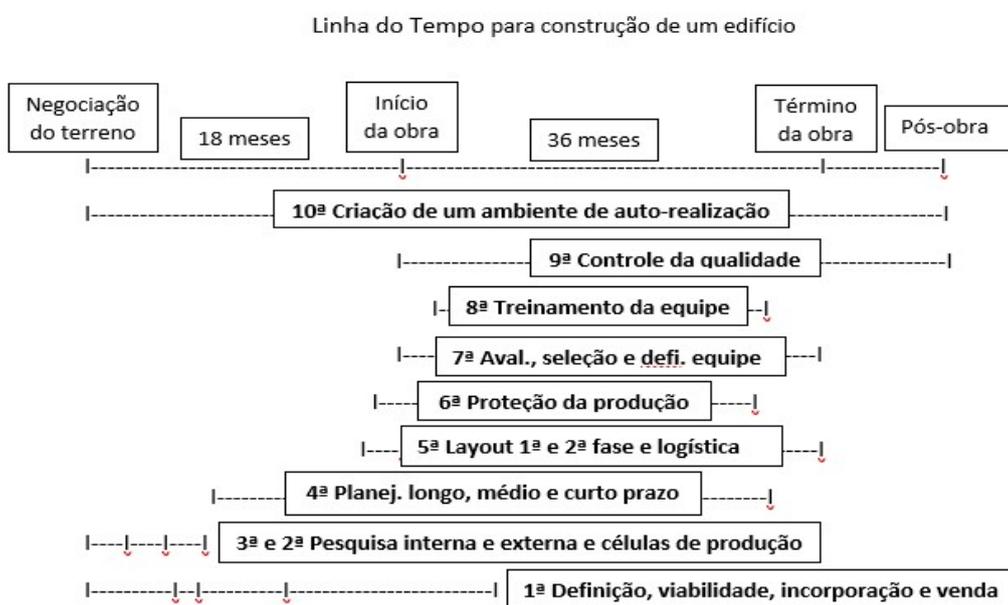
Para tanto, utilizou-se a teoria da pirâmide da hierarquia das necessidades do psicólogo americano Abraham Maslow, a direção da Empresa buscou a motivação dos seus

funcionários com foco na autorrealização, com o atendimento das necessidades básicas, cuidado com a segurança, envolvimento social e trabalhando a autoestima.

Visão conjunta das etapas

Observa-se na **Figura 68** todas as 10 etapas reunidas. Muitas etapas são interdependentes, como a montagem do planejamento e a definição dos índices de produtividade, mas na maior parte dos casos não é necessário concluir uma etapa para iniciar outra. Obras que já estejam em andamento podem tentar implantar algumas etapas separadamente.

Figura 66: Todas as etapas na linha do tempo



Fonte: Próprio autor

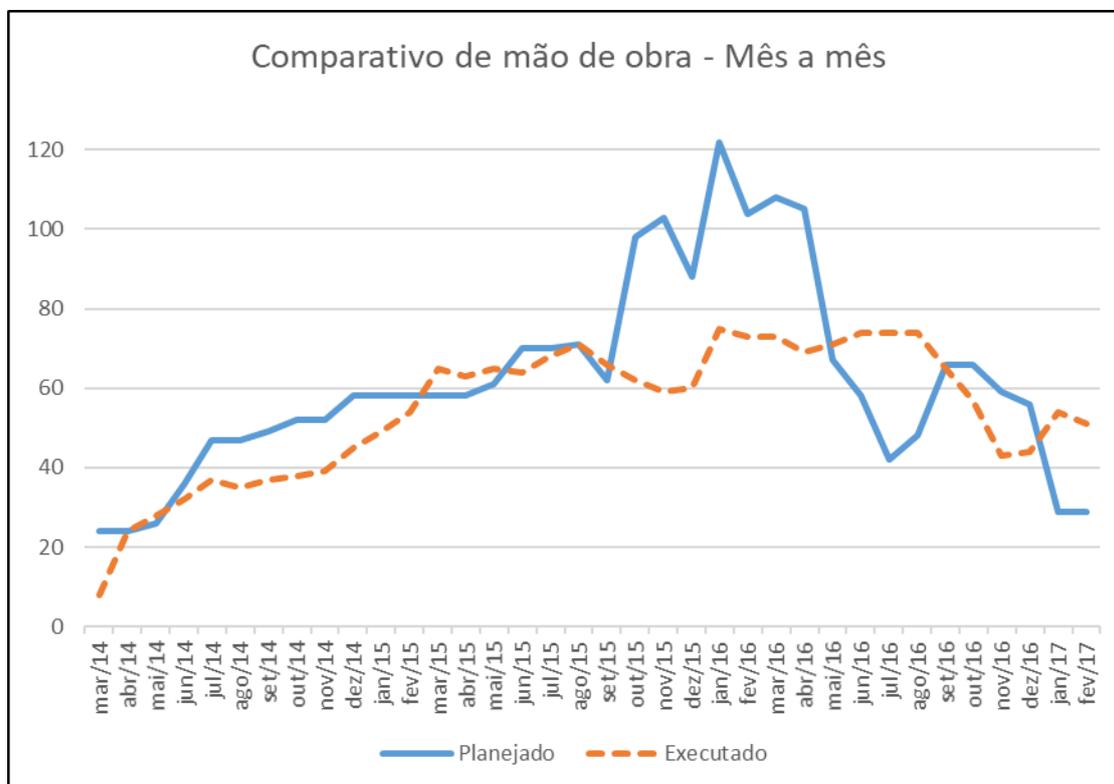
A Direção da Empresa buscou adotar a sequência de implantação definida antes do início da obra e demonstrada na **Figura 68**. Para estruturação do sistema proposto e definição da sequência de implantação que seria utilizada foram feitos estudos acerca da filosofia *Lean*, através da leitura de livros e artigos, selecionando as ferramentas e conceitos utilizados.

4.4. MÃO DE OBRA PLANEJADA VERSUS REALIZADA NA EMPRESA

Para o acompanhamento da mão de obra em seus canteiros, a equipe de PCP da Empresa criou um relatório composto por dois gráficos e uma tabela comparativos da mão de obra planejada versus realizada. O gráfico da **Figura 69** faz um comparativo da

quantidade de funcionários que foi planejada para cada mês (linha contínua), com a quantidade que foi efetivamente utilizada no mês (linha tracejada).

Figura 67: Gráfico comparativo de mão de obra - mês a mês – Empresa (Obra B) (2017)

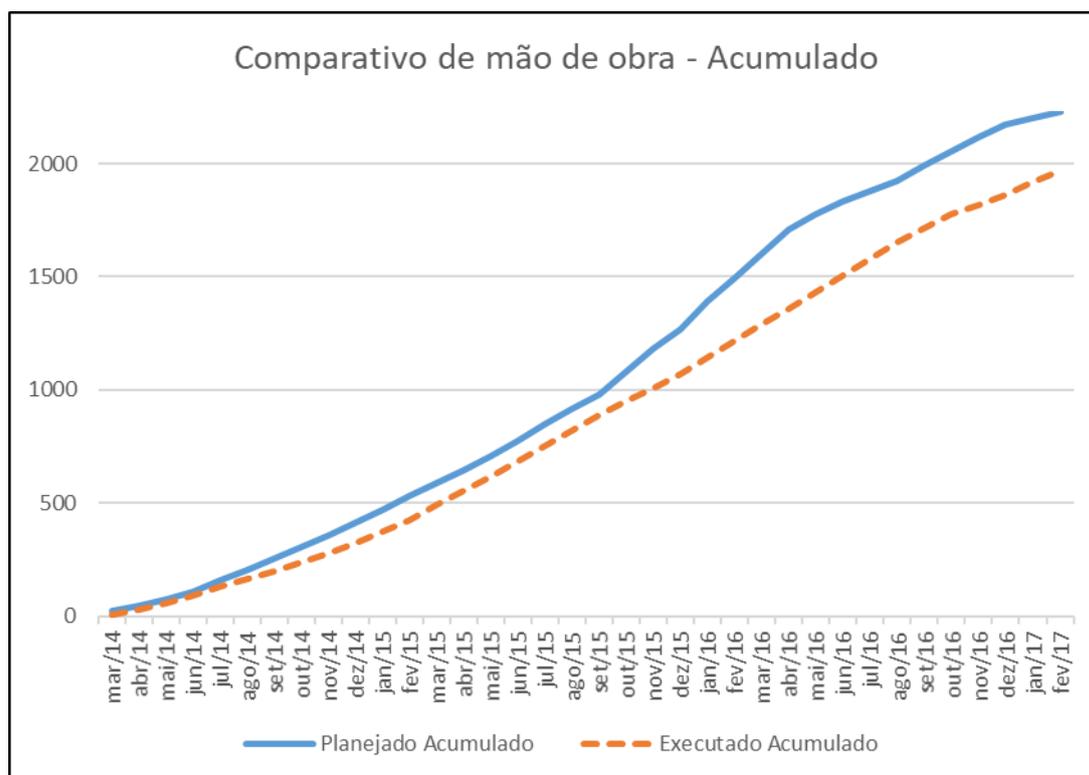


Fonte: Próprio autor

Observa-se na **Figura 69** (comparativo de mão de obra – mês a mês) que, na maior parte dos 36 meses de execução do empreendimento, a Empresa utilizou menos mão de obra do que o planejado, com destaque para os meses de outubro de 2015 a abril de 2016, onde, pelo planejamento, ocorreria o pico máximo de utilização de mão de obra, chegando a mais de 120 funcionários em janeiro de 2016. Percebe-se ainda que o número de funcionários utilizados na Obra B foi inferior a 80 em todos os meses, o que não impediu a obra de ser concluída no prazo.

A **Figura 70** faz um comparativo da quantidade acumulada de funcionários que foi planejada para cada mês (linha contínua), com a quantidade acumulada que foi efetivamente utilizada no mês (linha tracejada).

Figura 68: comparativo acumulado mão de obra planejada x executada – Empresa (Obra B) (2016)



Fonte: Próprio autor

Observa-se na **Figura 70** (comparativo de mão de obra – acumulado) que, ao término dos 36 meses utilizados para construção do empreendimento (março de 2014 a fevereiro de 2017), a Empresa utilizou menos mão de obra do que o planejado, gerando dessa forma, uma economia financeira não prevista.

A **tabela 11** compara mês a mês a quantidade de funcionários que foi planejada previamente em linha de balanço para uma obra da Empresa, com a quantidade que foi realmente utilizada (equipe planejada x equipe utilizada). Esses efetivos planejados são retirados do planejamento de longo prazo, que é elaborado antes do início da obra, e os efetivos utilizados são as quantidades de funcionários que efetivamente estavam na obra naquele mês.

Tabela 11: comparativo equipe planejada x equipe utilizada – Empresa (Obra B) (2017)

Mês	Equipe Planejada	Equipe utilizada	Mês	Equipe Planejada	Equipe utilizada
Março-14	24	8	Setembro-15	62	66
Abril-14	24	24	Outubro-15	98	62
Maió-14	26	28	Novembro-15	103	59
Junho-14	36	32	Dezembro-15	88	60
Julho-14	47	37	Janeiro-16	122	75
Agosto-14	47	35	Fevereiro-16	104	73
Setembro-14	49	37	Março-16	108	73
Outubro-14	52	38	Abril-16	105	69
Novembro-14	52	39	Maió-16	67	71
Dezembro-14	58	45	Junho-16	58	74
Janeiro-15	58	49	Julho-16	42	74
Fevereiro-15	58	54	Agosto-16	48	74
Março-15	58	65	Setembro-16	66	65
Abril-15	58	63	Outubro-16	66	57
Maió-15	61	65	Novembro-16	60	42
Junho-15	70	64	Dezembro-16	58	43
Julho-15	70	68	Janeiro-17	30	55
Agosto-15	71	71	Fevereiro-17	30	53

Fonte: Próprio autor

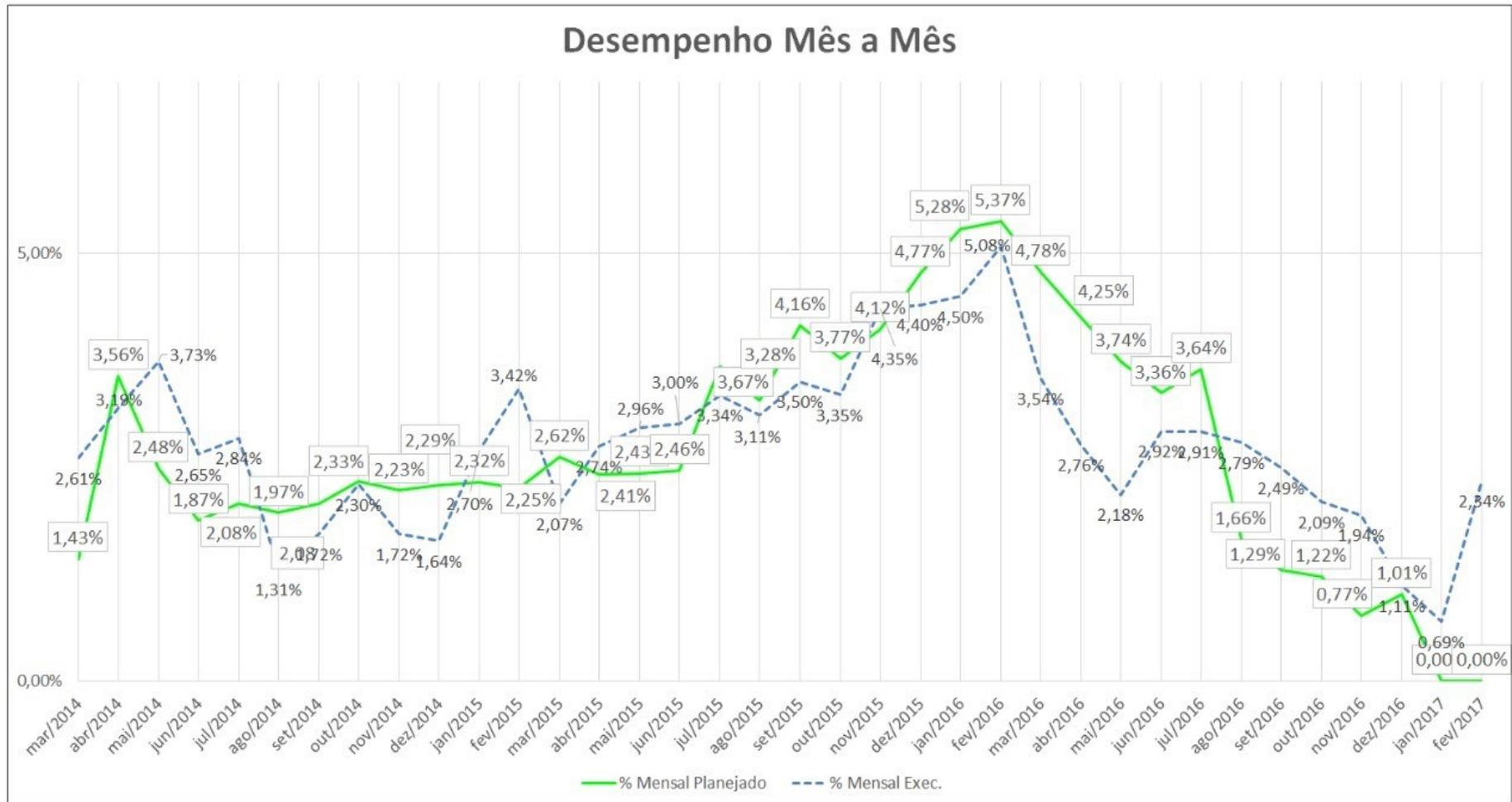
Observa-se que no período de execução da obra apresentado na **tabela 11**, março de 2014 a fevereiro de 2017, a Empresa, por meio do seu planejamento de longo prazo, esperava ter em média 62,06 funcionários por mês em seu canteiro para conclusão da obra no prazo previsto: 36 meses. Sendo que a média efetivamente utilizada nesse período foi de 54,64 funcionários por mês, o que representou uma redução de 12% no efetivo necessário para conclusão da obra.

4.5. ANÁLISES DO DESEMPENHO FÍSICO FINANCEIRO DA EMPRESA

Para o acompanhamento dos resultados obtidos em seus canteiros de obras, através da implementação do sistema de gestão, a Empresa criou um relatório para comparar os resultados físicos financeiros planejados versus os físicos financeiros executados.

Observa-se nas **Figuras 71, 72 e 73** os gráficos e tabela criados pela Empresa para o acompanhamento físico financeiro de suas obras.

Figura 69: comparativo físico mensal planejado x executado – Empresa (Obra B) (2017)



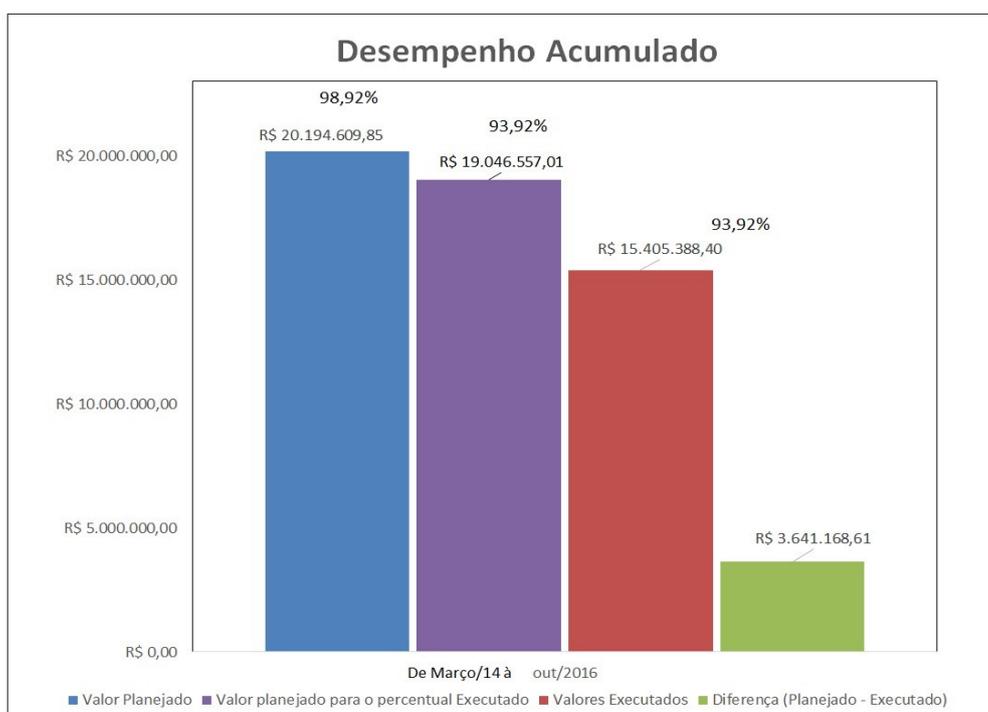
Fonte: Próprio autor

Observa-se na **Figura 71** (comparativo físico do que foi planejado para cada mês), no planejado antes do início da obra (linha contínua), que ocorreria um pico de atividades entre os meses de julho de 2015 a julho de 2016, o que geraria um número elevado de funcionários no canteiro nesse período. Portanto, buscou-se ao longo da obra um equilíbrio do número de atividades e funcionários, visando uma melhor gestão do canteiro. Sendo assim, pode-se observar que na maior parte dos meses, o percentual de serviços executados (linha tracejada) ficou próximo a 3%, mantendo-se assim um número aproximado de 55 funcionários na maior parte dos meses, conforme observado na **Tabela 11**.

A **Figura 72** faz um comparativo físico/financeiro do que foi planejado e orçado antes do início da obra com o que efetivamente ocorreu, a figura é dividida em 4 colunas descritas a seguir:

- Coluna 1: Valor orçado para o percentual de obra planejado naquele período;
- Coluna 2: Valor orçado para o percentual de obra executado naquele período;
- Coluna 3: Valor efetivamente gasto para o percentual de obra executado;
- Coluna 4: Diferença da coluna 2 com a coluna 3 (valor orçado menos o valor efetivamente gasto para o período).

Figura 70: comparativo acumulado mensal físico/financeiro – Empresa (Obra B) (2017)



Fonte: Próprio autor

Observa-se na **Figura 72** que o valor planejado para ser gasto na obra no período de março de 2014 a outubro de 2016, atualizado sobre o saldo a executar é de R\$ 20.194.609,85, o que corresponderia a 98,82% do planejamento (coluna 1), para o percentual executado entre março de 2014 e outubro de 2016 (93,92%) deveriam ter sido gastos R\$ 19.046.557,01 (coluna 2), mas efetivamente foram gastos R\$ 15.405.388,40 para execução desses 93,92%, o que representa uma economia de R\$ 3.641.168,61 (coluna 4) para esse intervalo de tempo.

A **Figura 73** apresenta o quadro de distribuição do efetivo da obra, criado pela equipe de PCP da Empresa para o acompanhamento diário da mão de obra. Alinhada com as Células de Produção do planejamento de longo prazo em linha de balanço, essa tabela é preenchida diariamente pelo estagiário da obra desde o primeiro dia de obra até o último. A tabela divide-se em:

- Administração/equipe de apoio – Funcionários que não estão alocados em uma determinada Célula de Produção, por exemplo: engenheiro, mestre de obras, encarregados, equipe de logística (encarregado de logística, auxiliar de logística, operador de betoneira, operador de cremalheira, serventes de apoio a betoneira e cremalheira e serventes de movimentação dos materiais).
- Células de Produção – Todos os funcionários alocados nas Células de Produção, conforme o planejamento de longo prazo.

Nos casos de deslocamento de um funcionário, de uma Célula para outra ou da equipe de apoio para uma Célula de Produção, era colocado no quadro de distribuição do efetivo a nomenclatura da nova célula no espaço referente ao dia de trabalho do funcionário, caso ele trabalhasse normalmente naquele dia, era colocado (ok), conforme observado na **Figura 73**.

4.6. CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Para implantação do sistema de gestão proposto nesse trabalho, a Direção Técnica da Empresa montou um setor de PCP (planejamento e controle da produção) para o acompanhamento de suas obras, composto por: diretor técnico, supervisor de obras, analista de PCP, orçamentista e dois estagiários, sendo parte do tempo e custo dessa equipe dedicados a Obra B, conforme demonstrado na **tabela 12**:

Tabela 12: tempo/custos da equipe de PCP dedicados a Obra B

FUNÇÃO	custo mensal (salários)	custo mensal (encargos: 125%)	tempo dedicado a Obra B	custo referente a Obra B
Diretor Técnico	R\$ 26.000,00	-	25%	R\$ 6.500,00
Supervisor de obras	R\$ 10.000,00	R\$ 12.500,00	50%	R\$ 11.250,00
Analista de PCP	R\$ 4.475,00	R\$ 5.593,75	50%	R\$ 5.034,38
Orçamentista	R\$ 3.000,00	R\$ 3.750,00	50%	R\$ 3.375,00
Estagiário de PCP	R\$ 1.000,00	-	100%	R\$ 1.000,00
Custo total mensal:				R\$ 27.159,38

Fonte: Próprio autor

Para definir os custos referentes à implantação do sistema proposto na Obra B, foi levado em consideração o tempo dedicado à obra por cada membro da equipe de PCP, sendo a somatória desses custos representados na **Tabela 12**, coluna: custo de implementação (equipe PCP) e corresponderam a um valor mensal de R\$ 27.159,38.

Além dos custos referentes à equipe de PCP, existiram os custos relativos à implantação das ferramentas (confeção das placas de sinalização, quadros, vias de fluxo, impressão de documentos, rádios de comunicação e *kanbans*) representados na coluna como: custo de implantação das ferramentas e os custos dos encarregados de logística, e de qualidade, representados na coluna como: custo de encarregados. Considerando que essas funções utilizadas na Obra B para implantação do sistema proposto não são usuais nos canteiros de obra do Brasil, adotou-se o custo integral referente aos salários desses dois profissionais (R\$ 1.58834 para cada) e encargos sociais de 125% (R\$ 1.985,43 para cada) na análise de custos de implantação x economia obtida, apresentados na **Tabela 13**.

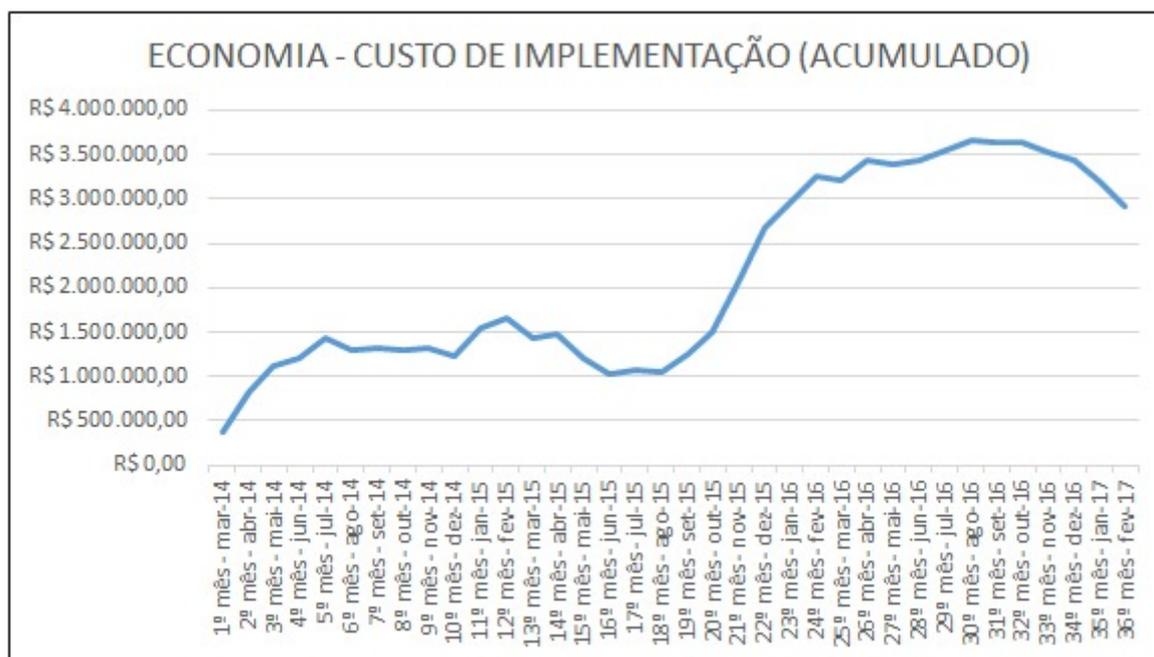
Tabela 13: custos de implantação x economia obtida – Empresa (Obra B) (2016)

MÊS	MENSAL								ACUMULADO
	A	B	C	D = B - C	E	F	G	H = D - E - G	
	% EXECUTADO	VALOR ORÇADO PARA O PERCENTUAL EXECUTADO	VALOR EXECUTADO (PAGO)	ECONOMIA (ORÇADO - EXECUTADO)	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS	CUSTO DE ENCARREGADOS (01 LOGISTICA + 01 QUALIDADE)	CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO (EQUIPE PCP)	ECONOMIA - CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO	
1º mês - mar-14	2,61%	R\$ 528.933,96	R\$ 122.390,69	R\$ 406.543,27	R\$ 60,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 372.176,37	R\$ 372.176,37
2º mês - abr-14	3,19%	R\$ 646.474,84	R\$ 149.588,61	R\$ 496.886,23	R\$ 79,50	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 462.499,83	R\$ 834.676,21
3º mês - mai-14	3,73%	R\$ 757.310,91	R\$ 436.871,66	R\$ 320.439,25	R\$ 351,15	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 285.781,20	R\$ 1.120.457,41
4º mês - jun-14	2,65%	R\$ 538.022,27	R\$ 418.172,41	R\$ 119.849,86	R\$ 339,80	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 85.203,16	R\$ 1.205.660,58
5º mês - jul-14	2,84%	R\$ 575.371,76	R\$ 320.831,83	R\$ 254.539,93	R\$ 4.606,60	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 215.626,43	R\$ 1.421.287,01
6º mês - ago-14	1,31%	R\$ 265.858,44	R\$ 346.600,38	-R\$ 80.741,94	R\$ 1.609,35	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 116.658,19	R\$ 1.304.628,83
7º mês - set-14	1,72%	R\$ 349.228,68	R\$ 301.084,02	R\$ 48.144,66	R\$ 1.162,45	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 12.675,31	R\$ 1.317.304,14
8º mês - out-14	2,30%	R\$ 467.061,42	R\$ 442.595,61	R\$ 24.465,81	R\$ 1.098,35	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 10.939,43	R\$ 1.306.364,71
9º mês - nov-14	1,72%	R\$ 348.960,51	R\$ 289.458,69	R\$ 59.501,82	R\$ 3.117,15	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 22.077,77	R\$ 1.328.442,48
10º mês - dez-14	1,64%	R\$ 332.508,77	R\$ 386.463,71	-R\$ 53.954,94	R\$ 8.504,85	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 96.766,68	R\$ 1.231.675,79
11º mês - jan-15	2,70%	R\$ 548.159,54	R\$ 197.946,63	R\$ 350.212,91	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 315.906,01	R\$ 1.547.581,80
12º mês - fev-15	3,42%	R\$ 692.966,83	R\$ 541.164,64	R\$ 151.802,19	R\$ 527,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 116.968,29	R\$ 1.664.550,10
13º mês - mar-15	2,07%	R\$ 418.916,54	R\$ 620.789,45	-R\$ 201.872,91	R\$ 2.777,20	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 238.957,00	R\$ 1.425.593,09
14º mês - abr-15	2,74%	R\$ 555.695,59	R\$ 480.797,46	R\$ 74.898,13	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 40.591,24	R\$ 1.466.184,33
15º mês - mai-15	2,96%	R\$ 600.723,15	R\$ 834.086,62	-R\$ 233.363,47	R\$ 785,60	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 268.455,97	R\$ 1.197.728,36
16º mês - jun-15	3,00%	R\$ 608.948,16	R\$ 746.255,97	-R\$ 137.307,81	R\$ 1.592,20	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 173.206,90	R\$ 1.024.521,45
17º mês - jul-15	3,34%	R\$ 676.367,53	R\$ 586.587,46	R\$ 89.780,07	R\$ 995,59	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 54.477,59	R\$ 1.078.999,04
18º mês - ago-15	3,11%	R\$ 630.996,57	R\$ 630.031,98	R\$ 964,59	R\$ 2.319,05	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 35.661,36	R\$ 1.043.337,68
19º mês - set-15	3,50%	R\$ 709.324,86	R\$ 474.768,41	R\$ 234.556,45	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 200.249,56	R\$ 1.243.587,24
20º mês - out-15	3,35%	R\$ 678.611,03	R\$ 385.814,40	R\$ 292.796,63	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 258.489,73	R\$ 1.502.076,97
21º mês - nov-15	4,35%	R\$ 882.925,47	R\$ 288.677,59	R\$ 594.247,88	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 559.940,98	R\$ 2.062.017,95
22º mês - dez-15	4,40%	R\$ 893.183,12	R\$ 242.084,59	R\$ 651.098,53	R\$ 1.401,59	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 615.390,04	R\$ 2.677.407,99
23º mês - jan-16	4,50%	R\$ 911.723,75	R\$ 587.084,59	R\$ 324.639,16	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 290.332,27	R\$ 2.967.740,26
24º mês - fev-16	5,08%	R\$ 1.030.761,36	R\$ 717.858,71	R\$ 312.902,65	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 278.595,76	R\$ 3.246.336,02
25º mês - mar-16	3,54%	R\$ 717.710,41	R\$ 717.858,71	-R\$ 148,30	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 34.455,19	R\$ 3.211.880,82
26º mês - abr-16	2,76%	R\$ 559.708,88	R\$ 304.844,21	R\$ 254.864,67	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 220.557,77	R\$ 3.432.438,59
27º mês - mai-16	2,18%	R\$ 441.366,71	R\$ 448.184,35	-R\$ 6.817,64	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 41.124,54	R\$ 3.391.314,06
28º mês - jun-16	2,92%	R\$ 593.030,27	R\$ 515.304,02	R\$ 77.726,25	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 43.419,35	R\$ 3.434.733,41
29º mês - jul-16	2,91%	R\$ 590.176,93	R\$ 432.349,84	R\$ 157.827,09	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 123.520,19	R\$ 3.558.253,61
30º mês - ago-16	2,79%	R\$ 565.953,52	R\$ 432.449,00	R\$ 133.504,52	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	R\$ 99.197,62	R\$ 3.657.451,23
31º mês - set-16	2,49%	R\$ 504.874,53	R\$ 480.975,00	R\$ 23.899,53	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 10.407,37	R\$ 3.647.043,86
32º mês - out-16	2,09%	R\$ 424.700,71	R\$ 396.269,06	R\$ 28.431,65	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 5.875,25	R\$ 3.641.168,62
33º mês - nov-16	1,94%	R\$ 394.273,66	R\$ 467.408,23	-R\$ 73.134,57	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 107.441,47	R\$ 3.533.727,15
34º mês - dez-16	1,11%	R\$ 224.640,07	R\$ 294.537,14	-R\$ 69.897,07	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 104.203,97	R\$ 3.429.523,19
35º mês - jan-17	0,69%	R\$ 188.931,68	R\$ 393.734,09	-R\$ 204.802,41	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 239.109,31	R\$ 3.190.413,88
36º mês - fev-17	2,34%	R\$ 475.724,98	R\$ 719.850,08	-R\$ 244.125,10	R\$ 0,00	R\$ 7.147,52	R\$ 27.159,38	-R\$ 278.432,00	R\$ 2.911.981,88
TOTAL	100,00%	R\$ 20.560.051,95	R\$ 16.151.769,84	R\$ 4.408.282,11	R\$ 31.327,43	R\$ 257.310,57	R\$ 977.737,68	R\$ 2.911.981,88	

Fonte: Próprio autor

Na **Figura 74** observa-se que a economia acumulada na Obra B de março de 2014 até fevereiro de 2017, subtraindo-se os custos de implantação, foi de R\$ 2.911.981,88, o que representou uma economia de 14,32% dos custos de construção orçados previamente antes do início da obra, atualizados para fevereiro de 2016 pelo INCC (índice nacional de custo da construção) **sobre o saldo a executar**.

Figura 72: economia menos custo de implantação (acumulado) – Empresa (Obra B) (2017)

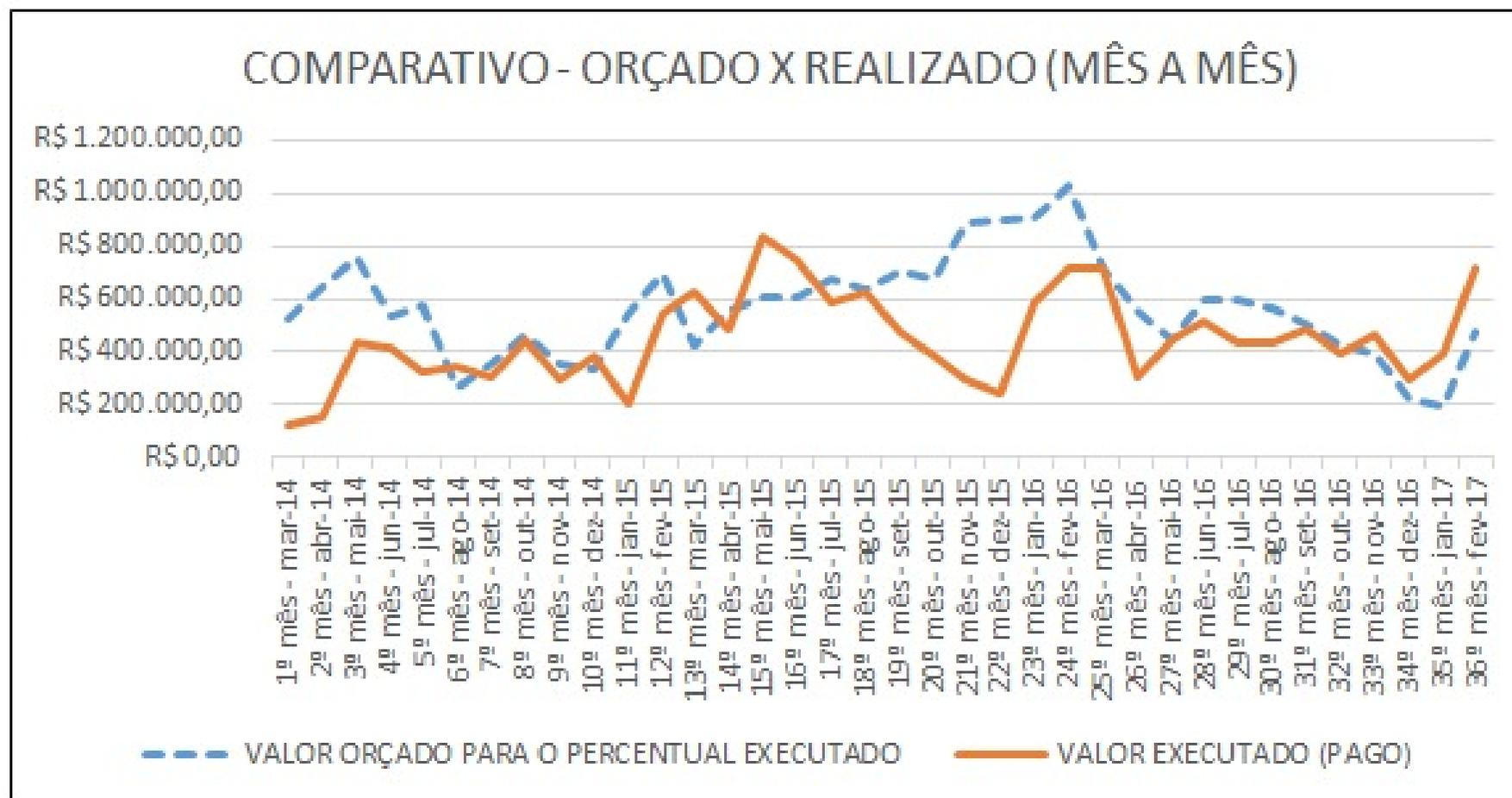


Fonte: Próprio autor

Observa-se na **Figura 74** que a maior parte da economia ocorreu de março de 2014 a agosto de 2014 e de setembro de 2015 a setembro de 2016. Entre setembro de 2014 e agosto de 2015, a obra passou por problemas de fluxo financeiro, o que acarretou em dificuldades no andamento de alguns serviços, e entre novembro de 2016 e fevereiro de 2017, por problemas ocasionados por alguns retrabalhos. Por esses fatores, os custos acabaram sendo maiores que o esperado, diminuindo a economia obtida até esse momento.

Na **Figura 75** observa-se o comparativo mensal do valor que foi inicialmente orçado com o valor que foi executado, já levando em consideração os custos de implantação (equipes e ferramentas).

Figura 73: comparativo mês a mês, economia menos custo de implementação – Empresa (Obra B) (2016)



Fonte: Próprio autor

4.7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Constatou-se de maneira geral, que a economia obtida no período avaliado (março de 2014 a fevereiro de 2017) na Obra B, por meio da implementação do sistema de gestão, ultrapassa consideravelmente o valor gasto com as ferramentas e equipes envolvidas, conforme números a seguir:

- Economia obtida com a implementação do sistema: R\$ 4.178.357,56
- Custos de implementação com ferramentas e equipes: R\$ 1.266.375,68
- Diferença: economia - custos: R\$ 2.911.981,88

Considerando o orçamento inicial da Obra B no valor de: R\$ 18.506.335,98 (março de 2014), sua atualização mensal através do INCC (Índice Nacional de Custo da Construção) sobre o saldo a executar no valor de R\$ 20.330.127,40 (fevereiro de 2017) e sua atualização, também pelo INCC, sobre o valor inicial (R\$ 18.506.335,98 em março de 2014) para fevereiro de 2017 no valor de R\$ 22.396.023,17, a economia alcançada na execução da obra no valor de R\$ 2.911.981,88 representou:

- 15,74% de redução dos custos de construção orçados antes do início da obra (março de 2014).
- 14,32% de redução dos custos de construção orçados antes do início da obra, atualizados pelo INCC **sobre o saldo a executar** (fevereiro de 2017).
- 13,00% de redução dos custos de construção orçados antes do início da obra, atualizados pelo INCC para fevereiro de 2017.

Nesse contexto, observa-se que da área total da obra B: 11.559,44m² e de seu orçamento inicial de abril de 2014: R\$ 18.506.335,98, chegamos a um custo de R\$ 1.600,97/m² de construção para abril de 2014, sem considerar BDI (benefícios e despesas indiretas).

Levando-se em consideração o orçamento inicial de março de 2014 de R\$ 18.506.335,98 e atualizando-o para fevereiro de 2017 sobre o saldo a executar, chega-se ao valor de orçamento de R\$ 20.330.127,40. Considerando-se a economia acumulada de R\$ 2.911.981,88 nessa data, teremos um custo real executado R\$ 17.418.145,52 (R\$

20.330.127,40 – R\$ 2.911.981,88), sendo: R\$ 1.506,83/m² para março de 2017, sem considerar BDI (benefícios e despesas indiretas).

Comparando-se o valor estimado em orçamento por m² em março de 2014, atualizado sobre o saldo a executar de R\$ 1.758,75/m² (R\$ 20.330.127,40 / 11.559,44 m²) para a data de fevereiro de 2017, com o valor executado real de R\$ 1.506,83/m² (R\$ 17.418.145,52 / 11.559,44 m²) para fevereiro de 2017, já considerando os custos de implantação, tem-se uma economia real de 14,32%, comprovando-se a eficiência econômica do Sistema de Gestão proposto.

5. CONCLUSÕES

Neste capítulo, apresentam-se as principais conclusões desse trabalho, iniciando-se pela necessidade de uma melhor gestão na construção civil, tendo em vista que na atualidade, essa indústria caracteriza-se por grandes desperdícios e atrasos. Em seguida, discute-se o sistema proposto e o momento mais adequado para implantação de cada uma de suas etapas. Ao final, expõem-se sugestões para novas pesquisas.

5.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Considerando os objetivos propostos nesse trabalho, apresentados no capítulo inicial, acredita-se que tenham sido satisfatoriamente alcançados. Dada a complexidade do tema, foi apresentado nos capítulos de introdução e revisão bibliográfica extensa base teórica por meio dos principais trabalhos de gestão da área de construção civil, citando aspectos históricos ligados à gestão da produção, bem como os trabalhos atuais sobre os temas debatidos. Com o embasamento teórico apresentado nesses capítulos, buscou-se validar a importância da definição e aplicação de um sistema de gestão para indústria da construção civil, demonstrando-se os desperdícios ocorridos nas obras, tanto de mão de obra quanto de materiais e embasando teoricamente todas as 10 etapas do sistema proposto.

Essa dissertação tem como foco desenvolver um método para implantação de um sistema de gestão de custos baseado na construção enxuta. Por intermédio de estudos acerca da produtividade e gestão da qualidade na construção civil, compreendeu-se a necessidade de se gerenciar empreendimentos imobiliários através de um sistema de gestão próprio. Para isso, foram selecionados e aprovados as ferramentas e conceitos da filosofia *Lean* que serviram de base para estruturação do Sistema de Gestão proposto, após a aprovação desse sistema, ocorreu a sua aplicação em dois canteiros de obras, sendo os resultados obtidos em um desses canteiros, coletados e avaliados, ocorrendo posteriormente ações de melhorias para a definição da versão final do Sistema adotado.

5.1.1 Benefícios e barreiras para implementação do sistema proposto

Esse estudo buscou responder às seguintes questões:

- Quais os benefícios que o sistema de gestão proposto pode trazer para construção civil?
- Quais as barreiras para implantação do sistema de gestão?

Como principal benefício que o sistema de gestão proposto pode trazer para construção civil destaca-se os resultados financeiros e cumprimento de prazos. No Estudo de Caso, ficou comprovado a viabilidade do desenvolvimento e implantação do sistema proposto, vale levar em consideração que a maioria das obras verticais do setor imobiliário brasileiro sofrem com atrasos e estouros de orçamento. A obra estudada, Obra B, conseguiu cumprir seu prazo, que era de 36 meses, e ficou 14,32% abaixo do orçamento inicial atualizado pelo INCC (índice nacional de custo da construção) sobre o saldo a executar, o que gerou uma economia de R\$ 2.911.981,88, considerada excelente pela direção da Empresa.

Como principal barreira para aplicação do sistema proposto, destaca-se a necessidade de participação, na equipe de implantação, de uma pessoa com o conhecimento teórico e prático acerca das ferramentas e conceitos de gestão, selecionados para o embasamento do sistema. Para tanto, adotou-se nesse estudo, para essa função, o conceito de Agente de Mudanças, que é o principal responsável pelo desenvolvimento, aplicação e manutenção do Sistema dentro da empresa.

5.1.2 Sistema Proposto

Esse estudo teve como objetivo principal: Desenvolver um sistema de gestão de custos para construtoras, baseado nas ferramentas e conceitos da *Lean Construction*, sendo apresentado a versão final do Sistema com as explicações de como aplicar cada uma das suas etapas e demonstrando os resultados obtidos através de sua aplicação.

O sistema proposto no presente estudo foi constituído de dez etapas, aplicadas nos três níveis hierárquicos da empresa: na primeira etapa, que ocorreu no nível estratégico, checkou-se a viabilidade do empreendimento previamente definido e fez-se a

incorporação imobiliária, sendo utilizado o conceito de visão de valor do cliente para definição do perfil do empreendimento, com isso facilitou-se a venda de 100% das unidades durante a construção, evitando estoque de unidades ao término da construção.

Nas etapas de dois a seis, ocorridas no nível tático da empresa, buscou-se aplicar a visão de fluxo contínuo das atividades. Nesse nível hierárquico da empresa, definiu-se os índices de produtividade a serem adotados no planejamento e orçamento, as planilhas de controle das atividades, os planejamentos de curto, médio e longo prazo, e também organizou-se a logística do canteiro de obras e criou-se mecanismos para proteção da produção.

Ainda nesse nível, para validação dos índices de produtividade, planilhas de controle e planejamentos, ocorreram reuniões entre a equipe de PCP e a equipe administrativa da obra, composta por engenheiro, mestre de obras, estagiários e encarregados. Com isso, notou-se um maior comprometimento com o cumprimento das metas estabelecidas, foi escolhido um encarregado pela logística do canteiro, diminuindo-se assim a carga de trabalho do mestre de obras e do engenheiro e os tempos de paradas por falta de material da equipe operacional.

Além da definição do encarregado de logística, outro ponto fundamental para aumento da produtividade da equipe operacional, foi a utilização de ferramentas da filosofia *Lean*, como o *Heijunka box* e *kanban* para nivelamento da produção.

No nível operacional, que constituiu as etapas de sete a dez, buscou-se adotar a visão de busca pela perfeição, sendo os funcionários contratados, avaliados e treinados dentro das necessidades detectadas nas avaliações. Os treinamentos demonstraram-se fundamentais para a implementação do sistema, tendo em vista o pouco conhecimento acerca da filosofia *lean* por parte das equipes operacionais das obras.

Ainda no nível operacional, foi definido um encarregado da qualidade, responsável pelo acompanhamento dos serviços. Com isso, observou-se uma significativa melhoria da qualidade na execução dos serviços e, conseqüentemente, ganhos em produtividade e redução de desperdícios dos materiais empregados nas tarefas. A adoção dessa função no canteiro de obras ajudou a diminuir a sobrecarga de trabalho imposta ao mestre e ao

engenheiro da obra, pois, eles passaram a ter um maior apoio no acompanhamento das atividades.

5.2 Restrições e recomendações de trabalhos futuros

Uma importante contribuição desse trabalho é alertar para a necessidade, por parte das construtoras brasileiras, de implementar um sistema de gestão para o gerenciamento dos seus empreendimentos, levando-se em consideração desde a viabilidade pré-lançamento até o pós-obra. Demonstrando-se que todas as obras de uma construtora devem seguir uma mesma forma de gerenciamento, organização, planejamento e gestão. Para que isso ocorra, é necessário que todos os controles das obras sigam um mesmo padrão e sejam acompanhados por um mesmo setor que irá avaliar a situação atual de todas as obras e padronizar as planilhas de controle, não deixando que cada empreendimento trabalhe como se fosse uma empresa diferente, mantendo-se assim a melhoria contínua de forma equilibrada em todas as obras.

O Sistema de gestão dividido em 10 etapas, proposto para implantação nas Obras A e B do Estudo de Caso, teve como maior restrição para o seu desenvolvimento a complexidade do tema que engloba todas as etapas de um empreendimento imobiliário: o treinamento das pessoas chaves na aplicação do sistema e, principalmente, a necessidade de convencimento de todos os envolvidos na empresa, desde a alta direção até a equipe operacional. Ainda assim, o Sistema de Gestão demonstrou-se de grande utilidade para o cumprimento dos prazos e para redução dos desperdícios, e custos das obras em questão. Todavia, faz-se necessário a análise da implantação do Sistema em empresas de menor e maior porte, e que atuem em obras diferentes das estudadas, analisando as restrições de cada empresa.

Como sugestões para trabalhos futuros destacam-se:

- Implantar o Sistema de Gestão proposto em uma incorporadora e/ou construtora de grande porte, aplicando-o em um número maior de obras, adaptando a metodologia utilizada para realidade da empresa, fazendo a correta análise dos resultados e comparando-os nas diferentes obras.
- Desenvolver uma metodologia para a implantação do Sistema de Gestão em diferentes setores da indústria da construção civil, como obras pesadas e/ou

públicas, analisando os resultados obtidos e checando sua viabilidade no novo cenário.

- Definir indicadores de produtividade para uma determinada região, analisando os resultados obtidos em diferentes obras, padronizando a segunda etapa do Sistema de Gestão proposto, levando em consideração a curva de aprendizado e os fatores de dificuldade de cada tarefa estudada.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. C. L.; BARROS NETO, J. P.; HEINECK, L. F. M.; AZEVEDO, A. K. S. **Sistemas de Remuneração e Incentivos da Mão-de-obra na Construção Civil e a Implementação de Novas Filosofias de Produção: Um Estudo Exploratório.** In: I Encontro de Gestão de Pessoas e Relações de Trabalho. Anais... Natal: ENGP, 2007.

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Qualidade na Indústria da Construção Qualidade na Prática conceitos e ferramentas,** Paraná: SENAI-PA, 2003.

ARAÚJO, L.O.C. **Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria.** 385p. São Paulo: Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

ARROTÉIA, A. V.; AMARAL, T. G. do; MELHADO, S. B. **Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da Preparação da Execução de Obras (PEO).** Ambiente Construído, Porto Alegre, RS, v. 14, n. 4, out./dez. 2014. ISSN 1678-8621.

BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control.** Brimingham – UK, Tese de doutorado apresentada ao School of Civil Engineering of Faculty of Engineering of the University of Brimingham, 192 p., 2000.

BALLÉ, M. **Cinco Porquês.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

BELO, J. L. P.; KIMURA, T.; CANOVA, J. A. **Diagnóstico do perfil da mão de obra na construção civil e produtividade de revestimento externo em pastilha.** In: IX ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 10., 2013, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2013.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil.** Rio de Janeiro: Editora: LTC, 2012.

BEUREN; I. M.; FLORIANI, R.; HEIN, N. Indicadores de inovação nas empresas de construção civil de Santa Catarina que aderiram ao programa brasileiro de qualidade e

produtividade no habitat (PBQP-H). **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 4, n. 1, p. 161-178, jan./jun. 2014.

BRITO, E. **Gestão dos Recursos Humanos no Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2006.

BUENO, A. R. **Avaliação de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil da região metropolitana de Belém**. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia civil – UFPA, Belém: (2013).

CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas**, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005.

CODINHOTO, R. MINOZZO, D. L. HOMRICH M. C. FORMOSO, C. T. **Análise de restrições: definição e indicador de desempenho**. São Carlos-SP: III SIBRAGEC, 2003.

COSTA, L. R. **Subcontratação e informalidade na construção civil, no Brasil e na França**. CADERNO CRH, Salvador, v. 24, n. 62, p. 413-434, Maio/Ago. 2011.

CRUZ, A. L. G. **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil. Uma abordagem logística**. Tese (Doutorado em engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC: UFSC, 2002.

DAMIÃO, M.; NASCIMENTO, T.; SOUZA, U.; KATO, C. **Variação da produtividade da mão-de-obra em função da tipologia adotada para a estrutura de concreto armado**, São Paulo: ENTAC, 2016.

DAVIS, G. OLSON, M. **Sistema de Informação Gerencial**. Colômbia: McGraw-Hill, 1987.

DICK, M. V. P. A. **Toponímia e Antroponímia no Brasil**. Coletânea de estudos. São Paulo: Arquivo do Estado, 1992.

EDEN, C.; HUXHAM C. **Action research for management research**. British Journal of Management. Vol. 17, 1997.

FORMOSO, C. T. BERNARDES, M. M. S. OLIVEIRA, L. F. M. OLIVEIRA, K. A. Z. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1999.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e conceitos,** Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002.

FRANCO, M. A. S. **A Pedagogia da pesquisa-ação,** São Paulo: Revista Educação e Pesquisa, 2005.

GOLDRATT, E. M. COX, J. **A Meta um processo de melhoria contínua,** São Paulo: Editora Nobel 2002.

GOLDRATT, E. M. **Não é sorte A aplicação dos processos de raciocínio da Teoria das Restrições,** São Paulo: Editora Nobel, 2004.

GONÇALVES, M.; CORRÊA, P. **Viabilidade de Empreendimentos e incorporações Imobiliárias.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2015.

GOLDMAN, P. **Viabilidade Técnica de Empreendimentos imobiliários: modelagem técnica, orçamento e riscos de incorporação.** São Paulo: Editora PINI, 2015.

HEINECK, L. F. M. MACHADO, R. L. **A Geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo em obra. Publicação interna.** Florianópolis/SC: EPS/UFSC, 2003.

HELLER, R. **Como motivar pessoas,** São Paulo: Editora PubliFolha, 1999.

HIPPERT, M. A. S.; ANDRADE, G. B. Q. **Roteiro para estudo de viabilidade de empreendimentos imobiliários residenciais,** São Paulo: ENTAC, 2016.

HOPP, W. SPERMAN M. **Factory Physics: foundation of manufacturing managament.** Boston: McGraw-Hill: 1996.

HUNTZINGER, J. **As raízes do lean Treinamento Dentro da Indústria: A Origem do Gerenciamento Japonês e do Kaizen,** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

HWANG, B.; SOH, C. **Trade-Level Productivity Measurement: Critical Challenges and Solutions**". Journal of Construction Engineering and Management, 139(11), 04013013, 2013.

ISATTO, E; FORMOSO, C; CESARE, C; HIROTA, E; ALVES, THÁIS. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

JARKAS, A. M; BITAR, C. G. **Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait**. Journal of construction engineering and management, v. 138, n. 7, 2012.

KAPLAN, R. B. NORTON, D. P. **Kaplan e Norton na prática**, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

KEMMER, S; MARTINA, A. S; HEINECK, L. F. M; ANA, V. L. P; MARCOS, V. N; CARLOS ALEXANDRE M. A. M; LUIZ CARLOS R. M. **O uso do andon no ambiente da construção civil: estudo de caso baseado na experiência de uma construtora cearense**, Campinas: 5º SIBRAGEC, 2007.

KIM, W. C; MAUBORGNE R. **A estratégia do oceano azul - como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante**, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005.

KOSAKA, G. **Jidoka – Gestão da Produção**, São Paulo: Lean Institute Brasil, 2006.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report, Finland: CIFE, 1992.

KUREK, J.; PANDOLFO, A.; BRANDLI, L. L.; PANDOLFO, L. M. **Aplicação dos princípios Lean ao setor de edificações -construção enxuta uma abordagem prática**, Passo Fundo: UFP Gráfica, 2006.

LABARDIN, PIERRE. **L'essentiel de l'histoire de la gestion 2015-2016**. 7ª edição. Gualino éditeur, 2015.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Is Construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process**. Construction Management and Economics, EUA, 1987.

LEITE JÚNIOR, J. A. P.; PICCHI, F. A.; CAMARINI, G.; CHAMON, E. M. Q. O. **Aplicabilidade de instrumento para avaliação da Qualidade de vida no trabalho em um canteiro de Obra.** In: XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

LIKER, J. K.; MEIER, D. P. **O Talento Toyota o Modelo Toyota aplicado ao desenvolvimento de pessoas,** Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo,** Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARCHWINSKI, C. SHOOK, J. **Léxico Lean,** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. **Método para aplicação do trabalho padronizado. Ambiente Construído,** Porto Alegre, RS, v. 13, n. 3, jul./set. 2013. ISSN 1678-8621.

MASLOW, A. H. **Maslow no gerenciamento,** Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2001.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: Editora PINI, 2010.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração,** São Paulo: Editora Atlas, 2006.

MAWDESLEY, M. J.; AL-JIBOURI, S. **Modelling construction project productivity using systems dynamics approach. International Journal of Productivity and Performance Management,** v. 59, n.1, p. 18-36, 2010. ISSN 1741-0401

MCNIFF, J. **Action research for professional development: concise advice for new action researchers.** <http://www.jeanmcniff.com/booklet1.html> , 2004.

MENDES JUNIOR, R. e HEINECK, L. F. **Análise de dados básicos para a programação de edifícios altos por Linha de Balanço: estudos de casos.** Publicação interna. Florianópolis/SC: EPS/UFSC. Na internet: <http://www.cesec.ufpr.br/rmj/> , 1997.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção.** São Paulo: Sinduscon, 1991.

MORAES, M. D.; JUNIOR, S. M. O. **O perfil da mão de obra da indústria da construção civil, em Boa Vista/Roraima.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXI. Belo Horizonte, 2011. Anais... Rio de Janeiro: ABEPRO, 2011.

NARUSAWA, T. SHOOK J. **Kaizen Express**, São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011.

NASCIMENTO, K. ROMANO, W. C. B. T. PINHEIRO, B. C. **Lean no “PCP” de edifícios altos**, Belo Horizonte – MG: II convenção brasileira de lean as melhores práticas do pensamento enxuto, 2011.

NEVES, A. A. F.; PINTO, I. C. M. S.; COSTA, A. C. S. S.; COMELLI, M. L.; CAMPOS, V. R. **Satisfação dos operários da construção civil: um estudo na universidade federal do Ceará**, São Paulo: ENTAC, 2016.

NEWTON, R. **O Gestor de Projetos**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011, 320p.

OHNO T. **O Sistema Toyota de Produção Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre: Editora Bookman, 2004.

PICCHI, F. A. **Lean Thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática de potencial de aplicação do setor da construção**. Fortaleza: II SIBRAGEC, 2001.

PINTO, A. D. et al. **Melhoria do processo de retroalimentação da informação em ambientes fabris: um estudo de caso em empresa do setor automotivo**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, p. 1-14. out. 2012.

RAHME, J., **Anotações de aula**, Curso de Incorporação de Edifícios. Belém, 2012.

ROCHA, G. S.; SILVA JÚNIOR, C. A. V.; FORMOSO, C. T. **Proposta de diretrizes para a produção de procedimentos de inspeção para serviços da construção civil**, São Paulo: ENTAC, 2016.

ROSTAMI, A.; KHODADADYAN, A.; SOMMERVILLE, J.; WONG, I.L. **Training provisions for risk management in SMEs in the UK construction industry**. In: PROCS 31st ANNUAL ARCOM CONFERENCE, 9., 2015, Lincoln, UK. Anais... Lincoln: Association of Researchers in Construction Management, 2015.

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

ROTHER, M. SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar – mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SEIXAS, R. M.; VALENTE, P. S.; RIOS, M. M.; SANTANA, W. B.; MAUÉS, L. M. **Perfil do trabalhador da construção civil na cidade de Belém**, São Paulo: ENTAC, 2016.

SHAPIRA, A. LAUFER, A. **Evolution of Involvement and Effort in Construction Planning Throughout Project Life**. New York: International Journal of Project Management, 1993.

SILVA JÚNIOR, C. A. V.; SANTOS, A. V. M.; VASCONCELOS, D. U. B.; TEIXEIRA, A. H.; WEBER, A. O. S.; WEBER, I. **Diretrizes para a concepção de sistema de fluxo de materiais**, São Paulo: ENTAC, 2016.

SILVA JÚNIOR, J. **Ações essenciais para desenvolvimento motivacional no professor de língua portuguesa que trabalha em cursos preparatórios para concurso**. Revista Philologus, Ano 20, N° 60 Supl. 1: Anais da IX JNLFLP. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, A. R. P. **Perfil dos operários da construção civil na cidade do rio de janeiro (avaliação do nível de satisfação dos operários)**. In: IV Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Anais... Niterói: CNEG, 2008.

SKOYLES, E.F. SKOYLES, J.R. **Waste prevention on site**, London: Mitchell, 1987.

SOARES, G. N.; BARROS NETO, J. P.; ANDRADE, A. C. **Proposição de um modelo para gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária**, São Paulo: ENTAC, 2016.

SOUZA, U. E. L. **Como Aumenta a Eficiência da Mão-de-obra Manual de gestão da produtividade na construção civil**, São Paulo: Editora PINI, 2006.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil**, São Paulo: Editora PINI, 2008.

SOUZA, U. E. L. **Projeto e implantação do canteiro primeiros passos da qualidade no canteiro**, São Paulo: Editora Tula Melo, 2002.

SPEAR, S. J. e BOWEN, H. K. **Decoding the DNA of the Toyota Production System**, Harvard Bussiness Review, pp 97-106, setembro-outubro, 1999.

SPEAR, S. J. **Learnig to lead at Toyota**. Harvard Business Review, pp. 1-9, disponível em: www.hbr.org , 2004.

SUSMAN, G.; EVERED, R. **An assessment of the scientific merits of action research**, Administrative Science Quarterly, 23, 582-603, 1978.

SZNELWAR, L. I.; HUBAULT, F. **Subjectivity in ergonomics, a new start to the dialogue regarding the psychodynamics of work. Production**, v. 25, n. 2, p. 354361, 2015.

TAKAHASHI, M. A. B. C.; SILVA, R. C.; LACORTE, L. E. C.; CEVERNY, G. C. O.; VILELA, R. A. G. **Precarização do Trabalho e Risco de Acidentes na construção civil: um estudo com base na Análise Coletiva do Trabalho (ACT)**. Saúde Soc. São Paulo, v.21, n.4, p.976-988, 2012.

TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**, São Paulo: Editora Atlas, 2010.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. São Paulo: Editora: Cortez, 2005.

THOMAZ, E. **Tecnologia, Gerenciamento e Qualidade na Construção**, São Paulo: Editora PINI, 2001.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. São Paulo: Revista Educação e Pesquisa, v. 31, n.3, p. 443-466, 2005.

VIANA, D. D.; FORMOSO, C. F.; KALSAAS, B. T. **Waste in Construction: a systematic literature review on empirical studies**. In: ANNUAL CONFERENCE OF

THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20th, San Diego, 2012. Proceedings... San Diego: State University of San Diego, 2012.

VIEIRA, H. F. **Logística Aplicada à construção Civil Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**, São Paulo: Editora PINI, 2013.

VOGL, B.; ABDEL-WAHAB, M. **"Measuring the Construction Industry's Productivity Performance: Critique of International Productivity Comparisons at Industry Level"**. Journal of Construction Engineering and Management, 141(4), 04014085, 2015.

WOMACK, J. P. JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking**, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

YEUNG, J.F.Y; CHAN, A. P.C; CHAN, D.W.M; CHIANG, Y.H; YANG, H. **Developing a Benchmarking Model for Construction Projects in Hong Kong**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 139, n. 6, p. 705-716, 2013.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

ZHAO, T.; DUNGAN, J. **Improved Baseline Method to Calculate Lost Construction Productivity**. Journal of Construction Engineering and Management, 140(2), 06013006, 2014.