

Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Enegep

ENEGEP2015_TN_STP_206_221_28491

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PLANEJAMENTO HIERARQUIZADO EM UMA EMPRESA DE INSTALAÇÃO INDUSTRIAL NO ESTADO DO CEARÁ

ÁREA: 01. Gestão da Produção / 01.3. Planejamento e Controle da Produção
AUTORES: DAVI PORTO FIGUEIREDO; SERGIO JOSE BARBOSA ELIAS

Construção enxuta, Lean, Planejamento e Controle da produção

Caracterizado pelo auto nível de desperdício devido a baixa inovação tecnológica e gerencial, as empresas de construção do Brasil tem buscado apresentar novas ferramentas e filosofias a fim de combater o quadro exposto. O investimento em inovação gerencial tem sido seu grande foco. Dentre as soluções, a que traz melhores resultados ao mercado brasileiro tem sido a filosofia de construção enxuta. Com base nessa nova filosofia, surge um novo conceito na gestão da produção. Com o objetivo de produzir sempre mais com menos recursos empregados e satisfazendo as exigências dos cliente, o setor de construção tem utilizado a ferramenta de Planejamento e Controle de Produção (PCP) Hierarquizado. Dividido em longo, médio e curto prazo, o PCP Hierarquizado proporciona tanto uma visão abrangente do projeto como uma visão mais detalhada, a fim de proteger a produção das incertezas desse processo. Neste contexto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso da implementação do PCP Hiararquizado em uma empresa de instalações industriais. Apesar da empresa se encontrar em etapas iniciais de implantação, são notórias algumas melhorias no processo.

ISSN ENEGEP: 2594-9713 / ISSN ICIEOM: 23178000

1. Introdução

O sistema Toyota de produção tem contribuído para o sucesso inúmeras empresas ao redor do mundo desde os anos 50. Parte destas, com base no princípio de eliminação/redução de desperdício e implementação do fluxo contínuo de informações e materiais, têm alcançado a posição de excelência mundial, tornando-se líderes em seu setor de atuação. Com o resultado alcançado no ambiente de produção industrial, vários pesquisadores têm se empenhado para adaptar a metodologia a empresas de prestação de serviço em engenharia.

O setor alvo de estudo é caracterizado pela complexidade de seus serviços/produtos, as exigências específicas de cada cliente e a alta variabilidade dos diferentes projetos, como é o caso do setor de instalações industriais e engenharia civil (MATT *et al*, 2014). De acordo com Simonsson *et al* (2012), as pesquisas têm apontado que a gerência do fluxo materiais, recursos e informações é a chave para o bom desenvolvimento da metodologia Lean, que quando aplicado a construção recebe o nome de Lean Construction. No intuito de proporcionar essa gerência ideal, Aziz *et al* (2013) estabeleceram um conjunto de objetivos: (1) eliminar qualquer atividade que não agregue valor; (2) organizar a produção como um fluxo contínuo; (3) dar suporte à criação desse fluxo ideal por meio de distribuição de informação e tomada de decisão; (4) buscar a perfeição: entregar o que o cliente requer ao menor custo possível. Como prova do sucesso da metodologia, alguns casos de estudo foram desenvolvidos por pesquisadores da área. Soares (2003) desenvolveu um estudo de caso onde ele comenta que a implementação do sistema de PCP favoreceu o atendimento dos requisitos dos clientes. Silva (2002), por sua vez, defende que a automação e eliminação das perdas são a base para assegurar uma posição competitiva na indústria. Por fim, Matt *et al* (2014) defendem que a falta de planejamento para a execução, o ausente ou inadequado acompanhamento do desempenho e a comunicação insuficiente, podem afetar o bom desempenho do projeto.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o estudo de caso de uma implementação de um sistema de planejamento e controle de produção (PCP) utilizando a metodologia proposta por Formoso (2001) de Planejamento e Controle de Produção Hierarquizado, assim chamado por ser dividido em longo, médio e curto prazo (MOURÃO, 2013); a fim de avaliar seus benefícios e limites, em uma empresa de instalação/montagem industrial atuante em todo o Brasil e com sede em Fortaleza. Para isso os dados foram recolhidos por meio de observação direta, análise de documentos e relatórios da empresa e pesquisas desenvolvidas com os colaboradores.

2. O planejamento e controle de produção hierarquizado (PCP Hierarquizado)

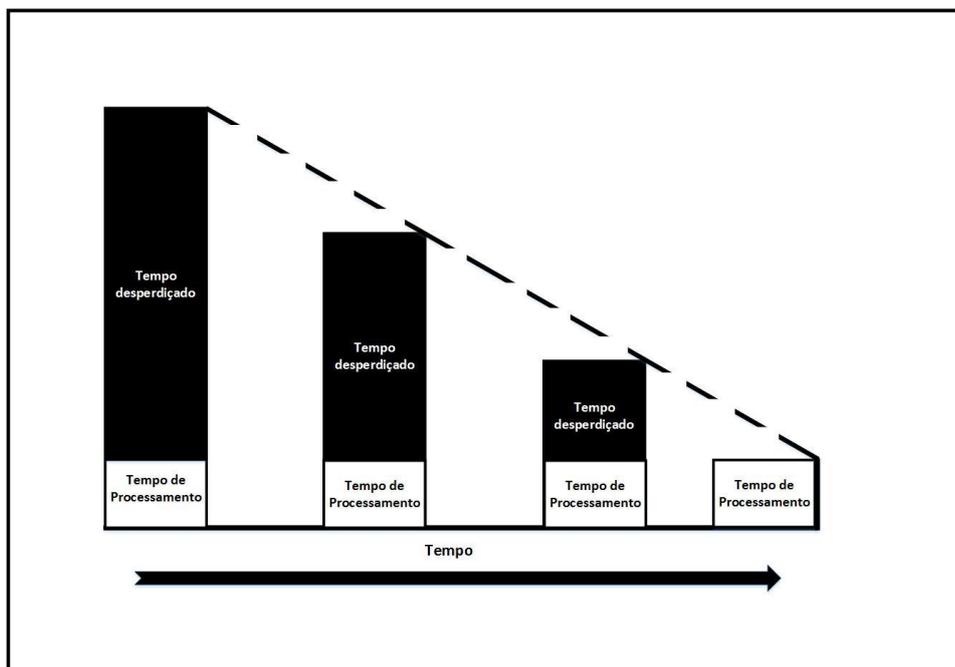
O crescente grau de competitividade que existe entre empresas do setor de construção tem sido influenciado pelas mudanças significativas que têm ocorrido nos últimos anos. Segundo Dias (2012), analisando os processos de fabricação da indústria alvo, é notável o número consideravelmente grande de trabalhos artesanais, o que tende a provocar um excessivo número de retrabalho. A inserção de um planejamento e controle de produção (PCP) em empresas de construção e/ou montagem, tem sido apresentada como uma solução sempre mais viável para criar um fluxo contínuo de produção onde as paradas recorrentes da obra (falta de materiais, recursos humanos, ferramentas, inadequação ao projeto e etc.) não ocasionem a ociosidade da equipe, pois são previamente solucionadas para dar a devida fluência as atividades. Assim, a implementação de um sistema de PCP tem se posicionado cada vez de forma mais estratégica no favorecimento da competitividade das empresas de construção.

PCP Hierarquizado, também conhecido por Last Planner System, tem sido apresentado como uma ferramenta da construção enxuta que favorece um monitoramento contínuo da eficiência do planejamento, assistência para desenvolver previsões, pequena variação no fluxo de trabalho e redução das incertezas dos processos de construção (AZIZ *et al*, 2013). Segundo Aziz *et al* (2013), os dois principais objetivos do PCP Hierarquizado são o direcionamento eficiente de atividades aos colaboradores diretos, por meio de um aprendizado contínuo e ações corretivas, e proporcionar a fluência do trabalho nestas atividades na melhor sequência possível. Os 4 pilares da ferramenta são:

- a) Programação da sequência de trabalho: junto a equipe de engenharia do projeto, analisar e desenvolver a melhor sequência de execução das atividades;
- b) Eliminar as restrições: por meio da eliminação das restrições das atividades visa-se a execução das mesmas no momento programado, sem impedimentos;
- c) Planejamento da produção: planejar a produção da próxima semana;
- d) Melhoramento contínuo: aprender com a experiência adquirida e melhorar os processos de planejamento e execução das atividades.

Na figura 1, é possível ver o principal efeito da aplicação do PCP hierarquizado na gestão eficiente do projeto, a redução do tempo desperdiçado.

Figura 1 - Efeito do PCP Hierarquizado no projeto



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Formoso *et al* (2001) apresenta um modelo de planejamento utilizado no setor de construção civil que foi o modelo adotado pelo autor da pesquisa. Este, divide-se em 3 horizontes: longo, médio e curto prazo.

Longo Prazo (Master Plan)

Possui o maior horizonte de tempo e varia muito de acordo com o tipo de obra. Trata-se de um planejamento estratégico mais abrangente com uma menor quantidade de detalhes. Tem como objetivo proporcionar uma visão geral do projeto, o tempo total de execução, o custo total e possíveis interferências. As ferramentas mais utilizadas são: a linha de balanço, geralmente desenvolvida no Microsoft Excel, e o Microsoft Project.

Médio Prazo (Lookahead Planning)

Apresenta um horizonte intermediário, para obras de curta duração (6 meses), Formoso *et al* (2003) propõe um período de 3 semanas. As suas funções são:

- Estabelecer uma sequência de fluxo de trabalho;
- Identificar a quantidade de recursos necessárias para atender a sequência estabelecida;
- Decompor o plano de longo prazos em pacotes de trabalho;
- Desenvolver métodos para a execução do trabalho;
- Atualizar e revisar o plano de longo prazo da obra.

Após a elaboração dos pacotes de trabalho (PC), é realizada uma análise de restrição em cada um a fim de proporcionar uma fluência dos serviços com a devida identificação e consecutiva eliminação destas. Apenas os PC's que tiverem todas as suas restrições eliminadas devem ser inseridos no curto prazo. Segundo Formoso *et al* (2003) a medição da eficiência da equipe de engenharia deve ser feita pelo IRR (Índice de Remoção de Restrições) = (Restrições Eliminadas) / (Total de Restrições)

Curto Prazo (Weekly Plan)

Geralmente, possui um horizonte semanal. Os objetivos do plano de curto prazo são:

- Planejar a produção do período;
- Alocar recursos nos respectivos pacotes de trabalhos a serem executados;
- Definir metas para as equipes de trabalho;
- Prever andamento e o custo semanal da obra;
- Geração do indicador de produtividade, PPC.

PPC (percentual de pacotes concluídos) = (Pacotes Concluídos) / (Total de Pacotes Planejados)

2.1 Implementação

Por se tratar de uma realidade nova e mais complexa, as organizações têm encontrado algumas barreiras que veem dificultando o desenvolvimento da metodologia Lean nas empresas de construção. Camara *et al* (2014) afirma que nos dias atuais existe uma grande dificuldade quanto a implementação da abordada nova filosofia de produção, especialmente devido à quebra de velhos paradigmas do setor de construção. Para que esse fim seja alcançado, é importante que se estabeleça uma gestão mais eficiente, capaz de gerar melhorias significativas no processo. Elenca ainda que o ponto chave da implementação desta nova filosofia de produção é o envolvimento dos colaboradores relacionados ao projeto, desde o diretor, ao gerente de obra, encarregado ou funcionário direto da obra.

Resultados das pesquisas elaboradas por Fernandez (2013) apud Aziz (2013) verificou-se que a ausência de liderança, a resistência a mudanças, falta de treinamento, problemas contratuais e falta de experiência e conhecimento, entre outros; são desafios na implementação da filosofia de construção enxuta. Para que tais barreiras sejam rompidas, é necessária uma mudança cultural, o que nem sempre é um caminho agradável as organizações. Inúmeros autores recomendam que se deve investir na equipe em questões como treinamentos, conscientização e incentivos, a fim de alcançar o comprometimento requerido. O envolvimento da alta gerência também é visto como um fator chave para o sucesso na mudança de cultura. É necessário que a equipe de implementação de mudanças defina

claramente os objetivos pretendidos e desenvolva indicadores a fim de acompanhar o desempenho obtido.

3. Estudo de caso

3.1. Caracterização da empresa

A empresa objeto de estudo oferece a indústria soluções especializadas em montagens industriais e instalações eletromecânica. Hoje, possui um portfólio de mais de 400 clientes no Brasil, atuando também no exterior e diversificando seu atendimento em novos segmentos. Assim, tornou-se um dos principais vetores da industrialização da região, oferecendo soluções a partir de uma matriz de coordenação e engenharia de projetos, montagens e manutenção às indústrias implantadas e/ou em implantação.

Nos últimos anos, a empresa tem investido massivamente em inovação, tanto em processos de fabricação como na gestão de suas obras. ISO 9001, 5s, participação nos resultados e mapa de processos, são exemplos de programas inovadores que a empresa aplica, seja em seus escritórios ou em suas obras. Porém, ainda existem grandes deficiências quando se trata de questões como o controle da produção, planejamento a curto e médio prazo, estabelecimento de metas para as equipes de trabalho, não levantamento de restrições, elevado número de retrabalho, previsões de gastos e andamentos semanais, pois a empresa não possui um método de PCP e a equipe de gerência trabalha em constante “apagar de incêndio”. Tudo isso tem ocasionado, em certas obras, uma ineficiência gerencial, que, muitas vezes, desencadeia em atrasos no cronograma, custos além dos previstos, ociosidade dos colaboradores diretos devido a não atribuição de tarefas ou atribuição ineficiente, entre outras problemática.

Alinhado a essa política de investimento em inovação, a diretoria decidiu investir na filosofia Lean com o intuito de criar um sistema produção a fim de:

- Criar fluxo contínuo de produção;
- Eliminar os retrabalhos;
- Incrementar a qualidade dos serviços prestados;
- Eliminar os desperdícios de mão de obra;
- Reduzir os custos;
- Aumentar a eficiência;
- Difundir a cultura de melhoria contínua em toda a empresa;
- Ser reconhecida como modelo de construção enxuta no setor de instalação industrial.

3.1. Proposta de implementação do PCP Hierarquizado

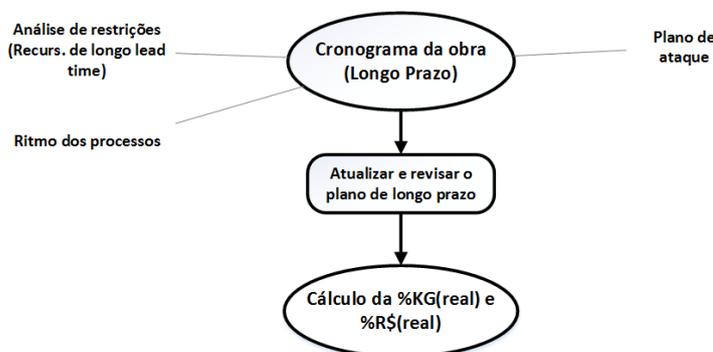
De acordo com Slack (1999), a natureza repetitiva cíclica de melhoramento contínuo é mais bem resumida pelo ciclo PDCA, sequência de atividades onde são percorridas de maneira cíclica para melhorar os processos. Com base nesse método, o projeto de implementação foi dividido em 4 etapas:

- a) Pesquisa e recolhimento de dados (plan);
- b) Elaboração do plano de implementação (plan);
- c) Implementação (do); e
- d) Aperfeiçoamento (check and act).

Etapa 1 - Pesquisa e recolhimento de dados

O foco da etapa consistiu em recolher e analisar os dados da empresa em estudo a fim de entender os processos e serviços executados, assim como o modelo anterior de PCP, apresentado na figura 2. Foi possível entender o processo de acompanhamento da produção, que tem como métrica a quantidade de Kg total da obra. O modelo anterior de PCP contemplava apenas uma visão de longo prazo e um acompanhamento diário da porcentagem de Kg (burndown %Kg) e R\$ (burndown %R\$) da obra. Supondo que a obra, no somatório total de seus materiais e recursos, a obra representa 1000 Kg e R\$ 2000,00 respectivamente. No primeiro dia de obra, foram gastos 10kg de material e 100 R\$ dos recursos (mão de obra, insumos, aluguel de ferramentas e etc.) disponíveis. Assim, para aquele dia, o indicador de burndown %Kg andou 1% e o burndown %R\$ andou 0,5%. O mesmo era feito para todos os dias da obra. A situação ideal é que o burndown %Kg esteja sempre superior ao burndown %R\$, pois essa situação representa que está sendo produzido mais recursos do que se gasta.

Figura 2 – Modelo anterior de PCP



Fonte: do autor

Em conjunto foram usadas como ferramentas para pesquisa: fotos retiradas em campo, anotações de campo diárias, pesquisas acadêmicas e visitas a outras empresas de construção a fim de levantar o maior número de informações para favorecer a etapa de planejamento. Dentre os pontos de destaque para a eficiência dessa etapa deve-se elencar a visita a outras empresas. O processo de Benchmarking foi de importância fundamental, pois foi possível estudar os impactos da filosofia de construção enxuta, em especial da ferramenta de PCP Hierarquizado, nas grandes construtoras do Ceará, bem como seus métodos de implementação. Isso precisou ser feito em paralelo com as pesquisas acadêmicas sobre o tema de construção enxuta a fim de averiguar se o proposto pelos pesquisadores, com destaque para Formoso *et al* (2003), Aziz *et al* (2013) e Mourão *et al* (2013), estava sendo aceito e eficaz na prática.

Diante dos dados recolhidos e baseando-se nos desperdícios apresentados por Aziz *et al* (2013), foram identificados diversos destes na empresa alvo, tais como:

- a) Tempo de espera: provocado má gestão dos recursos.
- a) Processamento inadequado: provocado pelo uso de ferramentas/recursos impróprios para a execução da atividade.
- b) Substituição: desperdício provocado pelo uso de um recurso (trabalhador mais experiente, ferramenta mais sofisticada e etc.) mais caro sem que este acrescente um maior valor ao projeto.
- c) Superprodução: provocado por falta de planejamento de obra. Produz-se mais do que o necessário ou em momento inadequado.
- d) Movimentação inadequada: qualquer movimentação desnecessária do colaborador provocado pela adequação não eficaz dos recursos.
- e) Estoque: retrabalho/paradas provocado por gerenciamento de estoque ineficiente.

A ação mais urgente que se identificou foi a implementação de um planejamento e controle da produção. Para tal fim, foi decidido utilizar o modelo de PCP Hierarquizado proposto por Formoso *et al* (2001). Tal modelo consiste na constante análise de 3 planos de produção: longo, médio e curto prazo.

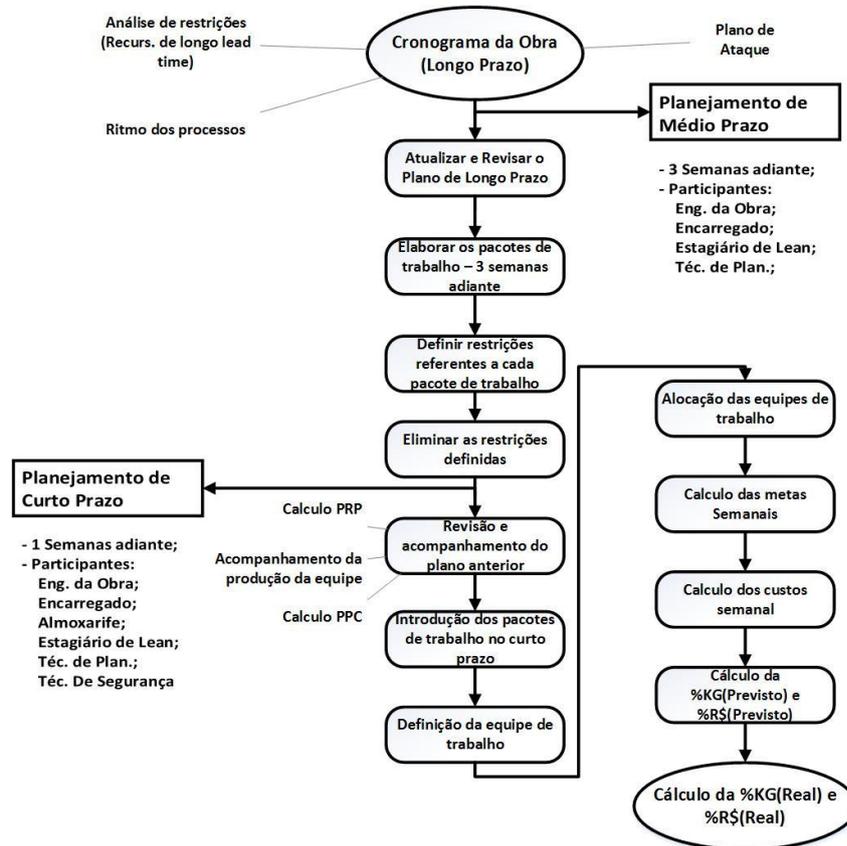
Etapa 2 - Elaboração do plano de implementação;

A presente fase foi constituída pela adequação da metodologia a realidade da empresa alvo do estudo, visto que a metodologia foi criada para a construção civil e a organização presta serviço de instalação industrial. Para tal fim, foi necessário desenvolver um modelo piloto,

planilhas de acompanhamento, cronograma de reuniões de acompanhamento e métodos de mensuração da eficiência do projeto.

O modelo elaborado segue o esquema abaixo:

Figura 3 – Modelo proposto de PCP Hierarquizado



Fonte: do autor

O modelo apresentado possui os 3 horizontes de planejamentos, longo, médio e curto prazo, como propõe Formoso (2001). Anteriormente a implementação do projeto, a empresa alvo realizava apenas o planejamento de longo prazo. Elaborado no MS Project, o plano de longo prazo apresentava informações como o plano de ataque, a análise de restrições para recursos de longo lead time e o ritmo dos processos, o que se assemelha ao modelo proposto por Formoso (2003, p. 13). Assim, o desafio do projeto torna-se implementar um planejamento de médio e curto prazo. Como etapas fundamentais para a eficiência do planejamento, destacam-se a elaboração dos pacotes de trabalho (PC's), alocação das equipes de trabalho, cálculo das metas semanais de cada equipe e a geração dos indicadores de produtividade PPC e PRP, sendo este desenvolvido pelo autor da pesquisa.

$$PRP = \%Kg \text{ Prevista} / \%Kg \text{ Real}$$

Os pacotes de trabalho são extraídos do Microsoft Project e alocados na planilha de médio prazo, para em seguida, quando todas as restrições daquele PC forem eliminadas, serem alocados na planilha de curto prazo. O modelo das planilhas abordadas foram uma adaptação das pesquisas desenvolvidas por Formoso *et al* (2001) e Mourão *et al* (2013).

Tabela 1 – Modelo de planejamento semanal de produção

PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO													
Obra: - Engenheiro Responsável:						Elaborado por:							
Programação da semana 12						Início: 11/09/13		kg Prev: 1,50%		R\$ Prev: 1,26%			
											PPC = 66,67%	Valor Total da Mão de obra 536525	
											Kg Real= 1,00%		
											PRP= 66,87%		
ATIVIDADE	% / Kg	EQUIPE	Previsto x Realizado	11/mai	12/mai	13/mai	14/mai	15/mai	16/mai	17/mai	OK? (S/N)	Meta	Valor da Equipe
PINTURA DE PROTEÇÃO E ACABAMENTO SUPORTES	0,03%	Colab. 1 e Colab. 2	P				X	X			N	Pintar 129 suportes	0,14%
	15,0088		R										RS 765,00
PINTURA DE PROTEÇÃO E ACABAMENTO LEITOS E ELETRODUTOS	0,34%	Colab. 1 e Colab. 2	P	X	X	X					S	Pintar 240 m de leitos	0,15%
	201,67		R	X	X	X	X	X					RS 810,00
FABRICAÇÃO SUPORTES PARA O ANDAR 7	1,13%	Colab. 3 e Colab. 4	P	X	X	X	X	X			S	Fabricar 129 suportes.	0,97%
	678,54		R	X	X	X	X	X					RS 5.210,00
			P										
			R										
			P										
			R										
			P										
			R										

Fonte: Adaptado de Mourão *et al* (2013)

Tabela 2 – Modelo de análise de restrições

ANÁLISE DE RESTRIÇÕES			
Elemento a ser construído	Início	Término Previsto	
Fabricação de suportes para o Térreo	23/fev	25/fev	
RESTRIÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA LIMITE	STATUS
Verificação em loco a fim de detectar interferências	Encarregado da obra	13/fev	P
Verificar chegada de materiais	Almoxarife	27/fev	P
Definir equipe (1 soldador e 2 serralheiro)	Gerente da obra	13/fev	S
Definição do material (perfilado ou cantoneira?)	Gerente da obra	09/fev	S
Verificar ferramentas - cobrar lista	Encarregado da obra	13/fev	S
Verificar insumos - cobrar lista	Encarregado da obra	13/fev	S
Verificar EPI - cobrar lista	Téc. de segurança	13/fev	N
Verificar documentação	Téc. de segurança	13/fev	P
PINTURA DE PROTEÇÃO E ACABAMENTO LEITOS E ELETRODUTOS	27/fev	06/mar	
Montagem de suportes para o Térreo	26/fev	27/fev	
Fab. de suportes Andar 1	26/fev	02/mar	

Fonte: Adaptado de Mourão *et al* (2013)

Para a elaboração da planilha de planejamento de produção semanal, é necessário que o setor de PCP disponha inputs suficientes a fim de obter os outputs necessários. Dados como: a

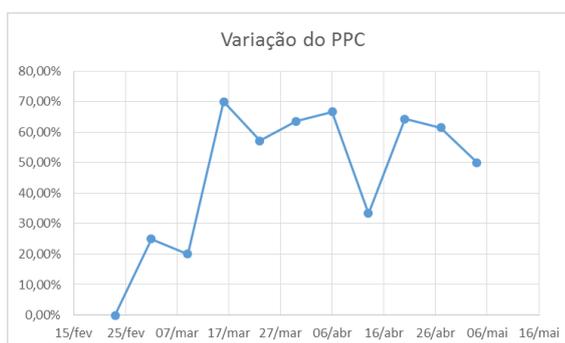
capacidade de produção da equipe, o peso dos materiais, o custo de cada colaborador, a %Kg real, entre outros, são exemplos de dados que o setor de PCP deve fornecer.

Etapa 3 - Implementação

Durante essa etapa, os desafios de implementação se tornaram presentes. A metodologia foi simultaneamente implementada em duas obras. A obra X possuía uma gerência mais nova, sendo a sua maioria composta por jovens-adultos. A obra Y possuía uma equipe de gerência de obra mais antiga e experiente. A implementação fluiu tal como o modelo proposto na obra X, pois a equipe possuía uma motivação e disposição maior para a inovação. Porém, na obra Y a implementação não foi como prevista devido à falta de colaboração da equipe de gerência. Devido as barreiras encontradas, a metodologia se limitou apenas a designar tarefas a equipe de trabalho, o que favoreceu os colaboradores diretos, pois estes ganharam uma maior independência na execução dos PC's.

Na obra X, os benefícios, coletados por meio de entrevistas, análises de desempenho e pesquisas de campo, foram inúmeros. O número de retrabalho diminuiu, a produtividade da equipe aumentou devido a redução da ociosidade, o fluxo de informações aumentou, foi percebido uma melhoria considerável no controle da produção, entre outros benefícios. Graças à boa implementação da metodologia, foi possível calcular o PPC de cada plano semanal, como é possível ver na figura 5.

Figura 5 – Variação do PPC com o tempo



Fonte: do autor

Ao analisar o gráfico, nota-se que as três primeiras semanas da obra possuem uma porcentagem de conclusão dos pacotes menor do que as seguintes. Essa situação condiz fortemente com a realidade da obra, pois, geralmente, as primeiras semanas são marcadas por dificuldades de instalação, tornando a falta de recursos mais recorrente.

Etapa 4 – Aperfeiçoamento

Ao decorrer desta etapa, se identificou tanto melhoria nos processos de fabricação como nos métodos de planejamento. A fim de aumentar a eficiência e difundir a cultura de melhoria e utilização da ferramenta, foi elaborado um plano de ação apenas para a equipe de gerência de obras. Os aperfeiçoamentos nas planilhas de planejamento são bastante recorrentes ainda, devido à recente implementação do projeto. As atividades que não agregam valor ao processo de fabricação têm sido amplamente discutidas durante as reuniões de planejamento no intuito de desenvolver novos métodos de execução das mesmas.

4. Conclusões

Muitas empresas construtoras percebem a necessidade de introduzir melhorias em seus processos produtivos, administrativos e no produto final, visando à otimização de processos, redução de perdas, satisfação de colaboradores e produtos com maior valor agregado. Porém, se deparam com dificuldades de atuação neste sentido, tendo em vista a complexidade do setor.

A filosofia da construção enxuta pode ser entendida como uma base teórica para orientar a melhoria na construção, a partir da aplicação de seus princípios. Esse trabalho apresenta a aplicação de uma ferramenta que avalia a percepção do estado atual da empresa em relação a esses princípios e direciona-a para um patamar superior a partir do qual possam ser identificadas oportunidades de melhorias.

As dificuldades e limitações apresentadas não fogem do que foi proposto Fernandez (2013) apud Aziz (2013). A quebra de velhos paradigmas da construção deve ser o foco da equipe de implementação da ferramenta.

Como sugestão de um futuro trabalho, recomenda-se a proposição de diretrizes para a implementação da filosofia da Construção Enxuta na empresa estudada numa obra piloto. Isso poderá trazer importantes considerações sobre a implementação da construção enxuta para a academia, desde que seja demonstrado que a empresa melhorou sua eficiência produtiva.

REFERÊNCIA

AZIZ, Remon Fayek e HAFEZ, Sherif Mohamed. **Applying Lean Thinking in Construction and Performance Improvement**. Alexandria Engineering Journal, n. 52. EUA: Elsevier, 2013. Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Alexandria University, Egypt.

CAMARA, Elaine et al. **Logística e Lean Construction: Uma Reflexão da Importância na sua Aplicação para Melhoria de Desempenho em Canteiros de Obras**. XXI Simpósio de Engenharia de Produção: As Demandas de Infraestrutura Logística para o Crescimento Econômico Brasileiro. Bauru, São Paulo, 2014.

DIAS, Christine Miranda e SERRA, Sheyla Mara Baptista. **Aplicação da Construção Enxuta na Customização de Imóveis Verticais para Habitação de Interesse Social**. XIX Simpósio de Engenharia de Produção: Sustentabilidade Na Cadeia De Suprimentos. Bauru, São Paulo, 2012.

FORMOSO, Carlos Torres et al. **Análise de restrições: definição e indicador de desempenho**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. UFSCar, São Carlos, São Paulo, 2003

FORMOSO, Carlos Torres et al. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Núcleo orientado para a inovação da edificação, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOSKELA, Lauri. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report #72. Stanford University, 1992.

MATT, Dominik T. et al. **Synchronization of the Manufacturing Process and On-Site Installation in ETO Companies**. 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. EUA: Elsevier, 2001.

MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral e VALENTE, Caroline Porto. **Coletânea Lean & Green**. C. Rolim Engenharia Ltda. Fortaleza, 2013.

SILVA, Edson Zílio. **Automação e Eliminação das Perdas: A Base de uma Estratégia de Produção para Assegurar uma Posição Competitiva na Indústria**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SIMONSSON, Peter. **‘Learning to see’ the Effects of Improved Workflow in Civil Engineering Projects**. Lean Construction Journal, 2012, pp 35-48.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SOARES, Castro Alexandre. **Diretrizes para a Manutenção e o Aperfeiçoamento do Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras.** Porto Alegre: UFRGS, 2003. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.