

Aplicação da técnica da linha de balanço como auxílio ao planejamento e controle de um projeto de construção de um edifício um estudo de caso

Caetano Fontana Bez Batti (Universidade Federal de Santa Catarina) caetanofontana@gmail.com
Leonardo Aguiar Correa (Universidade Federal de Santa Catarina) leco.aguiarcorrea@gmail.com
Nicole Girardi (Universidade Federal de Santa Catarina) nii.girardi@gmail.com
Ramon Roberto Deschamps (Universidade Federal de Santa Catarina) ramonrdeschamps@gmail.com
Renata Turri de Alencar Araripe (Universidade Federal de Santa Catarina) renataturriararipe@gmail.com

Resumo:

O presente trabalho apresenta uma aplicação da técnica da linha de balanço em uma empresa de construção civil localizada no estado de Santa Catarina. A linha de balanço é uma técnica que auxilia o planejamento da produção da construção e é amplamente recomendada pela abordagem da construção enxuta. A construção enxuta foi utilizada como base teórica deste estudo de caso pela sua capacidade de revelar problemas e expô-los aos gestores do projeto. A elaboração de uma linha de balanço foi de grande valia para que os gestores do projeto da construção pudessem identificar potenciais atrasos nos serviços e agir preventivamente. Ao final deste trabalho foram sugeridas algumas técnicas de planejamento que complementam a técnica da linha de balanço e conseqüentemente propiciam uma melhor eficácia aos projetos da empresa estudada.

Palavras chave: Planejamento e controle da construção, Construção enxuta, linha de balanço.

Application of the line of balance technique as assistant to the planning and control of a Project Construction of a building: a case of study

Abstract

This work shows a application of the technique of the line of balance in a Construction company located in Santa Catarina. The line of balance is a technique that helps the production planning construction and is widely recommended by Lean Construction. Lean Construction was used as a theoretical basis of this study because it has the capacity problems revealed and t expose them to the Project managers. In this case the development of a line of balance was very important to the Project managers because they could identify potential delays in the services and act preventively. In the end of this work was suggested some technical planning that complement the line of balance and therefor provide better efficiency projects of the company.

Key-words: Production planning construction, Lean construction, Line of balance.

1. Introdução

O setor de construção civil no Brasil, atualmente, passa por um período no qual a demanda segue uma taxa crescente e não é acompanhada pela taxa de faturamento e desenvolvimento. O primeiro semestre de 2013 em relação ao mesmo do ano anterior sofreu uma queda de 1,3% no que se refere à representação desse setor no PIB (Produto Interno Bruto) do país. Isso se deve, dentre vários outros fatores, a queda de disponibilidade de mão de obra de 1,8% em

relação ao ano passado, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O cenário que se presencia hoje oferece um alto potencial de desenvolvimento da construção civil brasileira, e ao mesmo tempo mostra claramente uma falta de preparação e planejamento que impede o atendimento total da demanda.

Com a concorrência cada vez mais equilibrada entre grandes e pequenos empreendedores, as técnicas de planejamento e gestão da construção civil se tornaram assuntos bastante estratégicos. Buscar um melhor aproveitamento dos recursos básicos da construção e entender os fatores que levam esse setor a ser tão passível de atrasos e desconformidades com os projetos se tornou essencial para sobreviver no mercado de forma sustentável.

O foco desse estudo será a aplicação de uma das técnicas de planejamento conhecida como linha de balanço que tem se mostrado bastante eficaz, principalmente associada a outros métodos, tais como *Last Planner System*®. A linha de balanço é um método de planejamento recomendado amplamente pelos princípios do *Lean Construction* (Koskela, 1992), usada principalmente em empreendimentos que apresentem unidades de repetição (edifícios comerciais e residenciais, por exemplo), apesar de ser um método versátil e aplicável em diversas áreas. Seu diferencial quando comparada a outros métodos é visualizar um planejamento em duas dimensões, além do tempo e das etapas, consegue-se acompanhar o andamento vertical da construção. Tendo em vista esses dados, torna-se possível o gerenciamento eficaz de todas as etapas do processo construtivo, bem como de todas as equipes, podendo-se evitar cruzamento de atividades e acompanhar o projeto de uma maneira visual.

Apesar dos claros benefícios, são poucos os registros da aplicação da linha de balanço na construção, devido à resistência à mudança e a adoção de novas tecnologias na indústria da construção, assim como a falta de software de aplicação do método (SOUZA & MONTEIRO, 2011).

2. Referencial Teórico

2.1 *Lean Construction* ou Construção Enxuta

O *Lean Manufacturing*, também conhecido como manufatura enxuta, surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial na empresa *Toyota Motor Company* com a necessidade de continuar viva no mercado automobilístico. Para isso, desenvolveu-se um sistema de produção que superasse a máquina de fazer carros que eram os Estados Unidos (LIKER, 2005).

Esta filosofia de gestão da produção segundo um dos seus criadores busca aumentar a eficiência de produção pela eliminação contínua e completa dos desperdícios. De acordo com este paradigma a quantidade produzida devia ser regida pelas necessidades do mercado. As requisições do cliente final passaram a ser fundamentais na estratégia de produção, passando a produzir-se o produto, neste caso o automóvel, condizente com as solicitações do cliente (OHNO, 1997).

Womack e Jones (2004) dizem que o *Lean* pode ser chamado de produção enxuta por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas e metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também, menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além

de resultar em menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Womack et al. (1990) conceituam essa forma de gerenciar a produção da seguinte maneira:

- a) Sistema de produção com foco no fluxo de produção, produção em lotes pequenos baseando-se no just-in-time e com estoques reduzidos;
- b) Tem em sua estratégia a produção puxada contrariando a produção empurrada e baseada em previsões de demanda;
- c) Uma de suas principais vantagens é a flexibilidade, destacando as equipes de trabalho constituídas por profissionais polivalentes;
- d) Tem enfoque na solução das causas raízes de problemas buscando alcançar o máximo de agregação de valor ao produto final;
- e) Propicia atuações preventivas de defeitos ao invés de corretiva;
- f) Busca um forte relacionamento de parceria desde o primeiro fornecedor até o cliente final.

Derivada do *Lean Manufacturing* surgiu o *Lean Construction*, ou Construção Enxuta. O marco inicial da Construção Enxuta foi quando Lauri Koskela publicou o trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* em 1992 pelo CIFE – *Center for Integrated Facility Engineering*, ligado à Universidade de Stanford nos Estados Unidos. Na publicação de Koskela foi avaliada a aplicabilidade da manufatura enxuta na indústria da construção civil. Logo em seguida foi criado o IGLC - *International Group for Lean Construction* com o objetivo de disseminar estes novos conceitos mundialmente (ARANTES, 2008).

Para Koskela (1992) a Construção Enxuta é um sistema de produção que pode ser definido como um fluxo de materiais e informações desde a matéria-prima até o produto acabado. O material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando. Tais atividades às quais o material pode ser submetido são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção; a inspeção, a movimentação e a espera representam os aspectos de fluxo da produção. Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. O valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto.

O principal benefício gerado pela construção enxuta é sua capacidade em revelar problemas, pois apenas conhecendo-os é possível empregar esforços para resolvê-los, além de ser um importante instrumento para aumento da eficiência nos processos de produção (KOSKELA, 1998).

2.2 O Processo de Planejamento da Produção na Construção

Segundo Laufer e Trucker (1987), o processo de planejamento prioritariamente deve-se desenvolver como uma forma de garantir um melhor relacionamento entre os muitos intervenientes existentes no processo produtivo da empresa auxiliando a direção, esclarecendo os objetivos do empreendimento e estabelecendo um padrão segundo o qual o processo da construção possa ser monitorado.

No ambiente da construção civil Ballard e Howell (1998) apresentam uma concepção de planejamento voltada às peculiaridades desta indústria. Estes mesmos autores indicam que devem existir três níveis de planejamento.

Um primeiro nível trata o projeto como um todo e que define o cronograma geral da obra, tratando de questões relativas ao desembolso financeiro, a sequência das atividades de construção e à previsão de recursos necessários à produção (BALLARD, 2000).

Em um segundo nível, realiza-se uma previsão mais detalhada, com um horizonte de tempo de duas a seis semanas. Os planos gerados neste nível tático são guiados pelos planos de níveis mais elevados e realimentados pelos de nível mais baixo explicitando todas as necessidades (materiais, máquinas, mão de obra) e restrições para a execução do plano de curto prazo (BALLARD, 2000).

Em um terceiro nível, faz-se um planejamento de compromissos das atividades que devem ser realizadas no curto prazo. Comumente realiza-se em um horizonte de 5 a 10 dias úteis, e nele se detalha as os Pacotes de Serviço para cada equipe, juntamente com as restrições para que as mesmas aconteçam. (BALLARD, 2000). Bernardes (2003) sugere que se utilize um indicador conhecido como Percentual de Planejamento Concluído (PPC) para verificação da eficácia do planejamento dos compromissos de curto prazo.

A Figura 1 explicita os horizontes de planejamento citados anteriormente ligando cada um deles com o nível de decisão da empresa, com as ferramentas e com o tipo de produção mais indicados para cada horizonte diferente.

Nível de Decisão	Estratégico	Tático		Operacional
Horizonte de Tempo	Longo - Anual	Médio - Mensal		Curto - Semanal
Plano de Produção	Plano Mestre (Master Plan)	Plano Tático (Look-ahead)		Plano Operacional (Weekly)
Ferramenta	CPM	LOB	Gráfico de Ritmo	Sistema Last Planner
Tipo de Produção	EMPURRADA		PUXADA	

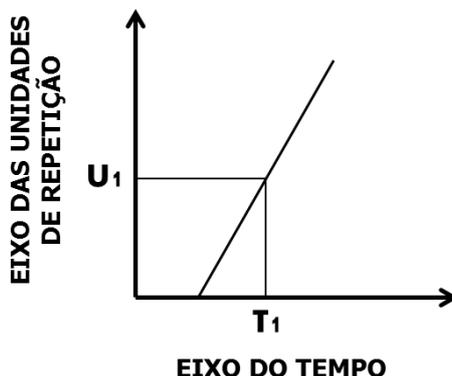
Fonte: Adaptado de Bertelsen et. al. (2006)

Figura 1 - Horizontes de planejamento

2.3 A técnica da linha de balanço

Uma técnica recomendada para se realizar o planejamento de longo prazo da construção de uma edificação é a linha de balanço (BERTELSEN et al., 2006). Os primeiros registros encontrados da aplicação desta técnica remontam ao o início dos anos 30 durante a construção do *Empire State Building* em Nova Iorque, EUA (SOUZA & MONTEIRO, 2011). Apesar de esta técnica ser conhecida no mundo acadêmico, poucas empresas continuam aplicando e a grande parte dos softwares de planejamento mais conhecidos não fornecem um modo para auxiliar sua aplicação.

O conceito da linha de balanço é de que ela é um sistema ortogonal bidimensional de eixos coordenados. Sempre se busca elaborá-la com um dos eixos representando a variável tempo e outro eixo representando as unidades de repetição. A unidade de repetição designa uma área física que se repete várias vezes em um empreendimento. Neste plano programa-se o ritmo das várias atividades necessárias para a conclusão do edifício. O ritmo de cada atividade depende (i) da quantidade de trabalho prevista para essa atividade, (ii) da produtividade dessa atividade, e (iii) da dimensão das equipes (PACHECO, 2006). O ritmo de produção para as atividades pode ser determinado de sua inclinação, como indicado na Figura 2 e expresso em termos de unidades de repetição por unidade de tempo (MENDES JR, 1999).



Fonte: Elaborada pelos autores (2013)
Figura 2 - Conceito da Linha de Balanço

As atividades identificadas são colocadas no plano da linha de balanço após uma prévia identificação das precedências de cada uma. Pela simplicidade do conceito, a técnica aplica-se na programação de diversos tipos de projetos. Na construção civil utiliza-se para a programação de túneis, estradas, pontes e edifícios com vários pavimentos entre outros (PACHECO, 2006).

Os maiores benefícios da técnica linha de balanço é que esta fornece ritmos de produção e informações de duração de forma gráfica e de fácil interpretação. Para uma construção com unidades repetitivas esta técnica explicita graficamente o que está errado no andamento das atividades identificadas para o projeto e a detecção de possíveis gargalos futuros (PACHECO, 2006). Com isso, o importante é que a obra pare menos e que cada atividade siga o seu ritmo. Ao invés da típica busca por terminar uma atividade o mais rápido possível sem se preocupar com a atividade seguinte.

Outras vantagens trazidas pelo uso desta ferramenta são menor risco no planejamento; facilidade de comparação entre diferentes alternativas de planos de ataque; diminuição da duração total do projeto; verificação rápida da viabilidade do planejamento (SOINI et al, 2004).

A linha de balanço é (em geral) um bom mecanismo para planejar como realizar uma tarefa, porém possui algumas restrições. Como restrições relevantes para o processo de planejamento pode-se dizer que ela não mostra se estão ou não reunidas às condições para dada tarefa poder ser iniciada. Recomenda-se aplicar a linha de balanço como uma ferramenta que complementa e é complementada por outras.

Estudos recentes tem descrito a utilização desta ferramenta em conjunto com o *Last Planner System*®, uma filosofia de planejamento da produção desenvolvida para a construção, a partir dos conceitos aplicados nas indústrias de produção em massa. O *Last Planner System*® tem como objetivo a minimização do desperdício de recursos da construção com o aumento da flexibilidade dos planejamentos e de um controle mais apertado e direcionado para a criação de condições para o início das tarefas sucessoras (SOUZA & MONTEIRO, 2011).

3. Estudo de caso

3.1 Descrição do Projeto

O estudo de caso analisado neste documento discorre sobre a construção de um empreendimento localizado no estado de Santa Catarina na região da grande Florianópolis. Ele possui caráter residencial multifamiliar e conta com dois edifícios com 10 pavimentos. A área total construída é de 17.342,66 metros quadrados.

Os edifícios serão construídos com estrutura de concreto armado e moldado no local como tradicionalmente são executados estes tipos de projeto no Brasil. A empresa executora do projeto de construção possui mão de obra própria para os serviços de alvenaria, revestimento de argamassa e cerâmico internos e externos. Os demais serviços da construção são terceirizados, ou seja, contrata-se uma equipe externa para executar os serviços e a empresa contratante deve gerenciar a qualidade e o cumprimento dos prazos estabelecidos em contrato.

Devido a questões estratégicas, a empresa optou por iniciar a construção de uma torre e após vinte e quatro meses do início da obra da primeira se iniciaria a construção da segunda torre.

3.2 Problemática da Pesquisa

A necessidade de se realizar um planejamento mais eficaz nas construções foi explicitada pelo primeiro atraso em entrega de um produto da empresa nos mais de trinta anos em que ela atua no mercado da construção civil.

O gerenciamento dos projetos da empresa era feitos quase em sua totalidade por meio da experiência dos encarregados e sem alguma ferramenta ou método estruturado. A empresa utilizava apenas um cronograma baseado no *Gráfico de Gantt* para realização do planejamento de longo prazo. Todo o conhecimento necessário para a execução dos empreendimentos da empresa se concentrava nos engenheiros responsáveis pelo projeto e sem qualquer formalidade.

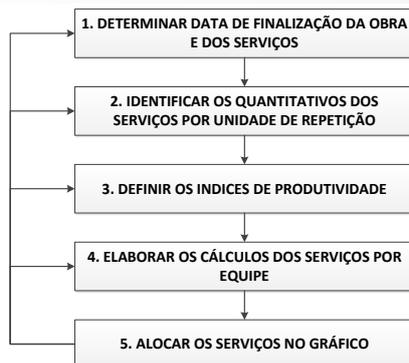
O atraso na entrega foi o estopim para que se sentisse a necessidade da mudança, porém outros fatores como (i) a especialização das empresas concorrentes no planejamento das construções, (ii) o crescente número de novas empresas concorrentes entrando no mercado e (iii) a insatisfação da alta gerência com o modo com que a empresa estava gerenciando a sua mão de obra também contribuíram para que se buscasse novas formas de gerenciar os seus projetos. A empresa optou por adotar ferramentas e conceitos da filosofia *Lean* aplicados no ambiente da construção civil como forma de gerenciar os seus projetos de construção. Esta filosofia possibilita um gerenciamento mais eficaz com diminuição de custos e maior valor para o cliente.

3.3 Construção da Linha de Balanço

A empresa optou por utilizar a técnica da linha de balanço para iniciar um planejamento mais eficaz e para solucionar alguns dos problemas identificados. Esta técnica fornece ritmos de produção e informações de duração de forma gráfica e de fácil interpretação.

Para confeccionar a linha de balanço a empresa optou por alocar no eixo horizontal o tempo - dividido em semanas de trabalho - e no eixo vertical as unidades de repetição - divididas por pavimento. Após a definição dos intervalos necessita-se alocar os serviços nos andares e no tempo de uma forma que se cumpram os prazos do projeto.

A construção física da linha de balanço foi dividida em cinco etapas demonstradas na Figura 3. Esta divisão em etapas facilitou a alocação dos serviços no gráfico de uma forma que se utilize bem os recursos ao invés de apenas alocar os recursos com base apenas na experiência dos responsáveis pelo projeto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2013)
Figura 3 - Etapas da elaboração da Linha de Balanço

A primeira etapa executada foi determinar a data de finalização dos serviços. Esta data é determinada pela alta gerência da empresa e tem como insumo a data de entrega da obra. Determinadas estas datas partiu-se para a alocação de todos os serviços da obra de forma que não se ultrapasse a data de entrega dos serviços e de uma forma que se tivesse recursos disponíveis para execução dos mesmos. Com o objetivo de garantir a entrega dos serviços no prazo, determinou-se um acréscimo de 15% no tempo total dos serviços para sanar eventuais imprevistos que poderiam ocorrer no projeto. Esperava-se assim, garantir a entrega dos serviços no prazo e uma possível antecipação da entrega do produto ao cliente caso as folgas não sejam utilizadas.

Na segunda etapa, foi feita a identificação dos quantitativos dos serviços da construção. Esta etapa é muito importante, pois todas as etapas anteriores serão elaboradas em função dos quantitativos estipulados. Nos quantitativos buscou-se identificar quantos metros quadrados de um determinado serviço o edifício possuía por unidade de repetição. A Tabela 1 contém os quantitativos de serviços identificados mais relevantes para a confecção da linha de balanço.

SERVIÇO	QUANTIDADE	UNIDADE
ALVENARIA DE VEDAÇÃO	1000	m ² disponíveis
PINTURA	2300	m ² disponíveis
ESTRUTURA	533	m ² disponíveis

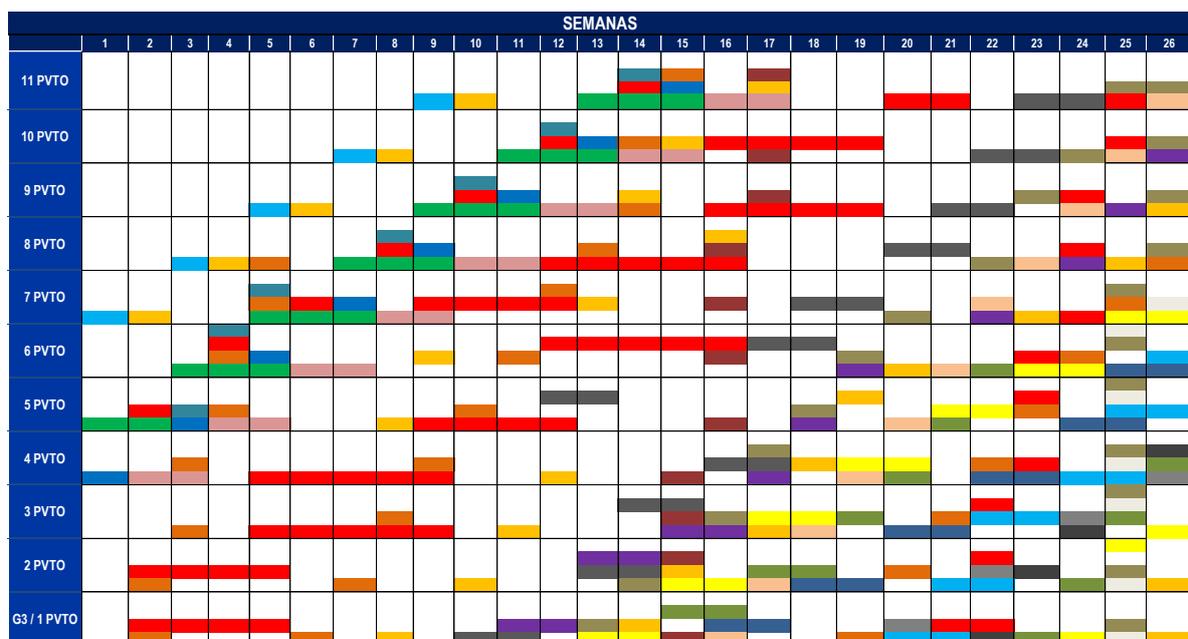
Fonte: Elaborada pelos autores (2013)
Tabela 1 - Quantitativo dos serviços da construção

A terceira etapa adotada foi de definição de índices de produtividade. De acordo com Bernardes (2003) estes índices podem ser definidos basicamente de quatro formas: (i) Coletar dados históricos de produtividade da própria empresa executora dos serviços, (ii) estipular os índices de acordo com as experiências de especialistas da área por meio de entrevistas, (iii) utilizar tabelas padrão existentes no mercado, ou (iv) determinar os índices empiricamente utilizando a experiência dos funcionários da própria obra. Foram utilizadas duas formas para a determinação dos índices de produtividade. A primeira forma foi utilizar dados históricos da empresa para os serviços executados com mão de obra própria e para os serviços terceirizados optou-se por perguntar aos especialistas da área.

Na quarta etapa, foram elaborados os cálculos dos esforços das equipes por semana de trabalhos. Isto foi elaborado analisando o total do serviço calculado na segunda etapa e dividido pelo índice de produtividade calculado na terceira etapa. O cálculo dos esforços por equipe foi denominado de evento. Um evento é igual ao esforço de uma semana de uma equipe em um determinado serviço.

Para realizar a quinta etapa, o gestor da obra precisava primeiramente conhecer o caminho crítico dos serviços da construção. Como a técnica necessária para se conhecer o caminho crítico da construção já era conhecida pela empresa e elaborada para todos os projetos da mesma isto não foi um entrave para a elaboração da linha de balanço e o gestor já possuía conhecimento das precedências que requeriam atenção. Com os requisitos identificados iniciou-se a alocação dos eventos no gráfico. Esta alocação foi a que mais despendeu tempo dos envolvidos.

Após as cinco etapas foi elaborada a linha de balanço fisicamente. A Figura 4 representa uma adaptação do resultado obtido pela empresa após a construção da linha de balanço. Devido à dificuldade de se visualizar todos os serviços em apenas uma Figura optou-se por demonstrar apenas os serviços que aconteceram entre os meses de julho a dezembro. Neste período deveriam ocorrer os serviços considerados mais críticos por parte da empresa construtora, porque eles apresentaram o maior número de problemas em projetos passados.



Fonte: Elaborada pelos autores (2013)
 Figura 4 - Linha de balanço dos meses de junho até dezembro

Na Figura 5 apresenta-se uma adaptação de como a empresa relaciona o serviço com a cor utilizada na linha de balanço para facilitar a comunicação interna da empresa. Também é uma boa prática da empresa utilizar a sigla do serviço em conjunto com a cor para diferenciar as atividades entre si.

PROCESSOS PRODUTIVOS			
CHAPISCO DE PAREDE		ESQUADRIA DE ALUMINIO	
ELETRODUTOS		VIDROS	
INSTALAÇÃO HIDRÁULICA		PINTURA INTERNA 1ª E 2ª DEMÃOS	
INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE AR CONDICIONADO		PINTURA TEXTURA CORREDOR	
TAQUEAMENTO		3º DEMÃO APTOS	
REBOCO INTERNO		RÓDAPE	
CONTRAPISO		REBOCO EXTERNO	
IMPERMEABILIZAÇÃO DE WC'S		PINTURA EXTERNA	
AZULEJO PAREDE		PASTILHA EXTERNA	
ALVENARIA CHURRASQUEIRA		PEITORIS	
FORRO DE GESSO		MUCHETA	
MASSA CORRIDA		MUCHETA DE CORREDOR	
MASSA CORRIDA DO CORREDOR		INSTALAÇÃO DE INCÊNDIO/ELETRICA	
PISO CERÂMICO		REJUNTE INTERNO	
FIACÃO		REBOCO SACADA	

Fonte: Elaborada pelos autores (2013)
Figura 5 - Relação do serviço com a cor

Após a elaboração do gráfico o gestor tem a possibilidade de melhorar a alocação dos recursos de forma a encontrar um melhor aproveitamento das equipes e dos recursos e diminuir o tempo de entrega dos serviços e do projeto como um todo. Isto é possível, pois a linha de balanço explicita visualmente onde se localizam os possíveis pontos de melhoria.

No caso analisado o gestor da obra pode observar que houve uma má alocação do serviço de “instalação hidráulica” e do serviço de “mucheta”. O serviço de “mucheta” é predecessor de serviço de “instalação hidráulica” e foi alocado em um período de tempo posterior. A exposição deste problema foi de grande valia para o gestor do projeto e ele pode realocar os eventos em períodos mais adequados e consequentemente evitar que problemas acontecessem no futuro.

4. Conclusões e recomendações

Ter um processo de planejamento da produção na construção já é uma necessidade e não mais uma opção. A construção enxuta recomenda algumas ferramentas para serem utilizadas nos três níveis de decisão (estratégico, tático e operacional) existentes em uma empresa. No nível estratégico e tático pode-se utilizar a técnica da linha de balanço para planejar a produção.

A linha de balanço em si é uma ferramenta muito poderosa para a gestão da obra, visto que dela pode-se tirar várias conclusões, contudo ela também possui limitações.

Para que a empresa continue a evoluir na maneira de gerenciar os seus projetos sugere-se como próximos passos para o melhoramento contínuo que se (i) elabore um planejamento de médio prazo para o controle e gerenciamento dos materiais da construção e (ii) um planejamento de curto prazo com controle diário dos serviços utilizando o indicador de Percentual de Planejamento Concluído (PPC).

Com o planejamento de médio prazo disponível, o gestor do projeto poderia requerer ou planejar o recebimento dos materiais com maior antecedência e evitar que falem insumos na construção. Para exemplificar pode-se utilizar o serviço de instalação hidráulica. O início do serviço de colocação de instalação hidráulica estará visualmente alocado em alguma semana explicitada na linha de balanço do projeto. O gestor sabe que tem que solicitar este insumo com pelo menos 30 dias de antecedência do início do serviço. Tendo esta identificação antecipadamente a empresa pode solicitar o material em quantidades menores (diminuindo estoque) e também aumentar o poder de barganha por pedir os insumos com antecedência.

O planejamento de curto prazo auxiliaria o gestor a alocar as equipes de trabalhadores mais precisamente e a ter um controle do cumprimento dos prazos e das metas estipuladas pela linha de balanço. A utilização do indicador de PPC propicia a empresa a ter um melhor controle da eficácia do seu planejamento de curto prazo e da produtividade dos pacotes de

serviços na semana analisada. O PPC também é um forte aliado na busca pela melhoria contínua da empresa uma vez que ele disponibiliza informações que facilitam a exposição e resolução de problemas.

5. Referencias

- ARANTES, P. C. F. G.**, *Lean Construction – Filosofia e Metodologias*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto - UPORTO, Porto, 2008.
- BALLARD, G.; HOWELL, G.** Shielding. *Production: Essencial Step in Production Control*. *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 124, n 1, p. 11-17, January/February 1998.
- BALLARD, H.G.**, *The last Planner System of Production Control*. Tese (Doutorado) - School of Civil Engineering of Faculty of Engineering of University of Birmingham, Birmingham, UK, 2000.
- BERNARDES, M. M. E. S.**, *Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil*. LTC (Grupo GEN), 2003.
- BERTELSEN, S.; KOSKELA, L.; HENRICH, G.; ROOKE, J.**, *Critical Flow – Towards a Construction Flow Theory*. In: *14 International Group of Lean Construction, Santhiago, Anais International Group of Lean Construction*. 2006.
- IBGE, 2013.**, Contas Nacionais Trimestrais - Indicadores de Volume e Valores Correntes. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jul, 2013.
- KOSKELA, L.**, *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Technical Report, Filand, CIFE, 1992.
- KOSKELA, L.**, *Lean construction*. VII Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído – qualidade no processo construtivo, Florianópolis, 1998.
- LAUFER, A.; TRUCKER, R.L.**, *Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process – A theoretical model for optimum project (time) performance based on European best practices*. *Construction Management and Economics*, Vol. 5, p. 243-266. 1987.
- LIKER, J. K.**, *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MENDES Jr. R.**, *Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos*. Tese de Doutorado, UFSC. 1999.
- OHNO, T.**, *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre. 1997.
- PACHECO M. T. G.**, *Redução do tempo de atravessamento através da redução do tempo de ciclo em programação por linha de balanço de edifícios mediante a escolha da unidade de repetição sobre influência da curva de aprendizado: Uma visão enxuta*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.
- SOINI, M. ; LESKELA, I. ; SEPPÄNEN., O.** *Implementation of the Line of Balance based Scheduling and Project Control System in large construction company*. In: *Proceedings of the 12th International Conference for Lean Construction, Proceedings of the 12th International Conference for Lean Construction* Dinamarca, 2004.
- SOUZA, H.; MONTEIRO, A** *Linha de Balanço – Uma nova abordagem ao planejamento e controle na construção*. In: *2º Forum Internacional de Gestão da Construção – GESCON 2011: Sistemas de Informação na Construção*, 2011.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D.**, *A máquina que mudou o mundo*. Tradução de Ivo Korytovski. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.**, *A mentalidade enxuta nas empresas*. 7 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.