

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GABRIEL JANSEN RABELLO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTRIBUIÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM*  
NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO - ESTUDO DE CASO**

**CURITIBA**

**2022**

**GABRIEL JANSEN RABELLO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTRIBUIÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM*  
NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO - ESTUDO DE CASO**

**Evaluation of the Potential Contribution of the Last Planner System in  
Production Planning and Control - Case Study**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof. M. Eng. **Carlos Alberto da Costa**

**CURITIBA**

**2022**



Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**GABRIEL JANSEN RABELLO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTRIBUIÇÃO DO *LAST PLANNER SYSTEM*  
NO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO - ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 02/dezembro/2022

---

Prof. Orientador Carlos Alberto da Costa, M. Eng.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Cezar Augusto Romano, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Alfredo Iarozinski Neto, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CURITIBA**

**2022**

## RESUMO

Embora a construção civil seja um setor importante da economia brasileira, ainda é gerenciada por processos de baixa eficiência. Com esse intuito, foram estudados conceitos, métodos e ferramentas para aplicação de um sistema de gerenciamento de obra. O objetivo geral deste estudo foi analisar o potencial de contribuição da ferramenta Last Planner no planejamento, monitoramento e controle da produção enxuta no caso de um edifício habitacional situado no município de Araucária - PR. Como resultado do trabalho, verificou-se um potencial elevado de contribuição do sistema *Last Planner* para a eficiência do planejamento e execução do empreendimento.

Palavras-chave: Construção Civil; Planejamento; *Last Planner*; *Lean Construction*.

## **ABSTRACT**

Civil construction is an important sector of the Brazilian economy, it is still managed by low-efficiency processes. For this purpose, concepts, methods and tools for the application of a construction management system were studied. The general objective of this study was to analyze the potential contribution of the Last Planner concept/tool in the planning, monitoring and control of lean production in the case of a residential building located in the municipality of Araucária - PR. As a result of the work, there was a high potential contribution of the Last Planner system to the efficiency of the planning and execution of the project.

Keywords: Civil Construction; Planning; Last Planner; Lean Construction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo tradicional de processo.....	14
Figura 2 - Processo de criação de valor.....	16
Figura 3 - Modelo lean construction de processo.....	18
Figura 4 - Eliminação progressiva das atividades que não agregam valor .....	19
Figura 5 - Ilustração do ciclo PDCA.....	22
Figura 6 - Ilustração da rampa do ciclo PDCA.....	22
Figura 7 - Exemplo de parte da <i>work breakdown structure</i> de uma obra .....	24
Figura 8 - As cinco fases do ciclo de planejamento .....	25
Figura 9 - Ilustração do funcionamento do Last Planner.....	28
Figura 10 - Ilustração do funcionamento do Last Planner.....	29
Figura 11 - Sistema de planejamento e controle da produção.....	31
Figura 12 - Ilustração do funcionamento da Linha de Balanço.....	32
Figura 13 - Comparação dos valores de causas de não cumprimento .....	36
Figura 14 - Esquematização do LPS com a proteção da produção .....	37
Figura 15 - Mapa de localização da obra (antes da execução).....	40
Figura 16 - Estrutura organizacional da obra .....	41
Figura 17 - Gráfico do percentual de planos concluídos.....	44
Figura 18 - Distribuição das causas de não cumprimento das tarefas .....	46
Figura 19 - Distribuição das causas em externa e internas.....	47
Figura 20 - Valores comparativos de prazo previsto e real .....	48
Figura 21 - Notas da auditoria de planejamento da obra avaliada.....	50
Figura 22 - Avaliação da satisfação dos empreiteiros referente ao PCP .....	51
Figura 23 - Estratificação dos benefícios percebidos.....	52
Figura 24 - Sala de planejamento colaborativo .....	53
Figura 25 - Planejamento de fases (4 semanas).....	53
Quadro 1 - Definições de <i>poka yokes</i> .....	17
Quadro 2 - Exemplo de lista de restrições .....	30
Quadro 3 - Exemplo de planejamento de médio prazo .....	34
Quadro 4 - Exemplo de um planejamento de curto prazo .....	36
Quadro 5- Check-list para avaliação das rotinas de planejamento .....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Estatística descritiva das principais variáveis .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabela 2 - Estatísticas descritivas do PPC.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabela 3 - Classificação das causas de não cumprimento.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBIC	Câmara Brasileira de Indústria da Construção
CPM	<i>Critical Path Method</i>
DC	Desvio de Custo
DP	Desvio de Prazo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPPCP	Índice de Boas Práticas do Planejamento e Controle da Produção
NBR	Normas Brasileiras
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PIB	Produto Interno Bruto
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PPC	Percentual de Planos Concluídos



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>11</b>
1.2.1	Objetivo Geral.....	11
1.2.2	Objetivos Específicos .....	11
<b>1.3</b>	<b>Justificativas</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Construção Enxuta</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Princípios do Lean Construction</b> .....	<b>15</b>
2.2.1	Redução das parcelas de atividades que não agregam valor .....	15
2.2.2	Consideração dos requisitos do cliente .....	16
2.2.3	Redução da variabilidade .....	17
2.2.4	Redução do tempo de ciclo .....	18
2.2.5	Simplificação pela minimização do número de processos .....	19
2.2.6	Aumento da flexibilidade na execução do produto .....	19
2.2.7	Aumento da transparência .....	20
2.2.8	Foco no controle total do processo.....	21
2.2.9	Estabelecimento da melhoria continua.....	21
2.2.10	Balanceamento da melhoria dos fluxos de trabalho .....	23
2.2.11	<i>Benchmark</i> .....	23
<b>2.3</b>	<b>Processo do planejamento</b> .....	<b>23</b>
2.3.1	Levantamento de dados .....	25
2.3.2	Preparação do plano .....	26
2.3.3	Difusão das informações .....	27
<b>2.4</b>	<b><i>Last Planner System</i></b> .....	<b>27</b>
2.4.1	Planejamento de longo prazo .....	31
2.4.2	Planejamento de médio prazo .....	33
2.4.3	Planejamento de curto prazo.....	35
2.4.4	Indicador de desempenho da construção.....	38
2.4.5	Indicador de desempenho do PCP .....	38
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1</b>	<b>Classificação da pesquisa</b> .....	<b>39</b>
3.1.1	Características da obra .....	39

3.1.2	Equipe de obra .....	40
3.2	Período de coleta de dados.....	41
3.3	Procedimento de coleta e interpretação dos dados.....	41
3.4	Aplicação de questionário avaliativo.....	42
4	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
4.1	Percentual de Planos Concluídos (PPC) .....	44
4.2	Causas de não cumprimento das tarefas.....	45
4.3	Desvio de prazo .....	47
4.4	Índice de Boas Práticas do PCP.....	48
4.5	Análise do engajamento e satisfação dos colaboradores .....	51
4.6	Melhorias potencializadoras do processo de planejamento .....	52
5	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão apresentados o contexto, o problema, os objetivos e a justificativa do trabalho desenvolvido.

### 1.1 Contextualização

A construção civil é um setor da economia que tem grande representatividade do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Segundo dados do IBGE (2022), o PIB da construção cresceu 9,7% em 2021, a maior alta em 11 anos.

O governo, por meio da oferta de linhas de crédito e financiamento bancário, alavancou a possibilidade do brasileiro adquirir seu primeiro imóvel. As taxas de juros tornaram os financiamentos habitacionais atraentes e com isso uma grande parcela da população teve acesso ao sonho da casa própria. (CBIC, 2022).

A demanda crescente por moradia fez com que aumentasse a concorrência no setor da construção civil, o que obrigou as empresas a reduzirem os custos de operação utilizando-se de novas tecnologias e uma gestão de processos mais eficiente e aprimorada para permanecerem competitivas no mercado. (PEREIRA e DE AZEVEDO, 2020).

Nesse contexto, o setor de construção civil tem procurado adaptar conceitos, técnicas e métodos desenvolvidos para ambientes de produção industrial que, em geral, são implementados por meio de procedimentos administrativos e também de sistemas de planejamento e controle da produção.

Entretanto, o sistema industrial tem a vantagem de acontecer em um ambiente controlado e com a produção repetitiva de projetos. Na construção de edifícios, todo prédio é um protótipo único o que dificulta a implantação desse sistema e faz com que as obras tenham baixa eficiência por não conseguir aplicar adequadamente o planejamento e controle da produção. (ASSUMPÇÃO, 1996).

Diversos trabalhos envolvendo o planejamento e controle da produção já vêm sendo aprimorados desde a década de 90. Desde então, foram criados os conceitos e ferramentas que resultaram no sistema que ficou conhecido como *Last Planner System of Production Control* (LPS). (BALLARD, 2000).

Em suma, o processo de planejamento e controle da produção é uma ferramenta de diferenciação que, em geral, as empresas não exploram todas as suas potencialidades.

Deste contexto resta entender como o LPS pode contribuir para a melhoria da qualidade e produtividade, em empreendimentos no setor da construção.

## **1.2 Objetivos**

Os objetivos deste estudo estão divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste estudo foi analisar o potencial de contribuição do conceito/ferramenta *Last Planner* no planejamento, monitoramento e controle da produção enxuta no caso de um edifício habitacional situado no município de Araucária - PR.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar os principais conceitos e técnicas de planejamento, monitoramento e controle da produção aplicáveis à construção de edifícios;
- Aplicar o conceito *Last Planner* como ferramenta colaborativa de planejamento no caso de uma obra residencial multipavimentos.
- Verificar o grau de satisfação e percepção do método junto aos diferentes envolvidos utilizando entrevista/questionário avaliativo.

## **1.3 Justificativas**

O planejamento é uma ferramenta essencial no direcionamento e tomada de decisões dentro do canteiro de obras. Em sua elaboração, observa-se um plano variável e bastante dinâmico.

Alta rotatividade de pessoas, a falta de previsibilidade e singularidade em cada projeto são apenas alguns dos vários fatores que compõem a variabilidade nos processos produtivos da indústria da construção civil.

Diante deste cenário, a ocorrência de falhas no processo do planejamento e controle da produção tem se tornado um grande desafio para as organizações deste segmento.

Atentando para a importância do sucesso do empreendimento, surge a seguinte questão: Podemos reduzir essa variabilidade fazendo com que essas suposições estejam baseadas em algo um pouco mais real?

Com esse intuito se estudou o sistema *Last Planner* que apresenta um mecanismo de análise sistemática das restrições para aumentar a eficiência das obras e reduzir os desperdícios de recursos causados pela alta variabilidade e gestão inadequada das atividades.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo estão apresentados os principais achados por meio da revisão da literatura realizada em artigos científicos, livros, capítulos de livros, teses, dissertações, monografias. Dentre eles, se destacam os conceitos teóricos fundamentais para entendimento do tema estudado, incluindo as definições dos principais termos utilizados neste estudo.

### 2.1 Construção Enxuta

Na década de 70 tivemos uma revolução na forma do pensamento industrial. Essa mudança se iniciou no Japão na indústria automobilística e trouxe inúmeras vantagens competitivas e avanços gerenciais. (FORMOSO, 2000).

Desde então foram desenvolvidas ideias e conceitos através dos quais as empresas conseguiram implantar um novo padrão de produtividade. Primeiramente, esse novo conjunto de ideias foi intitulado: *Lean construction* ou construção enxuta.

Conforme Womack *et al.* (1992, p. 3) diversos benefícios caracterizam a produção enxuta, a saber:

A produção enxuta é 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, 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 bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

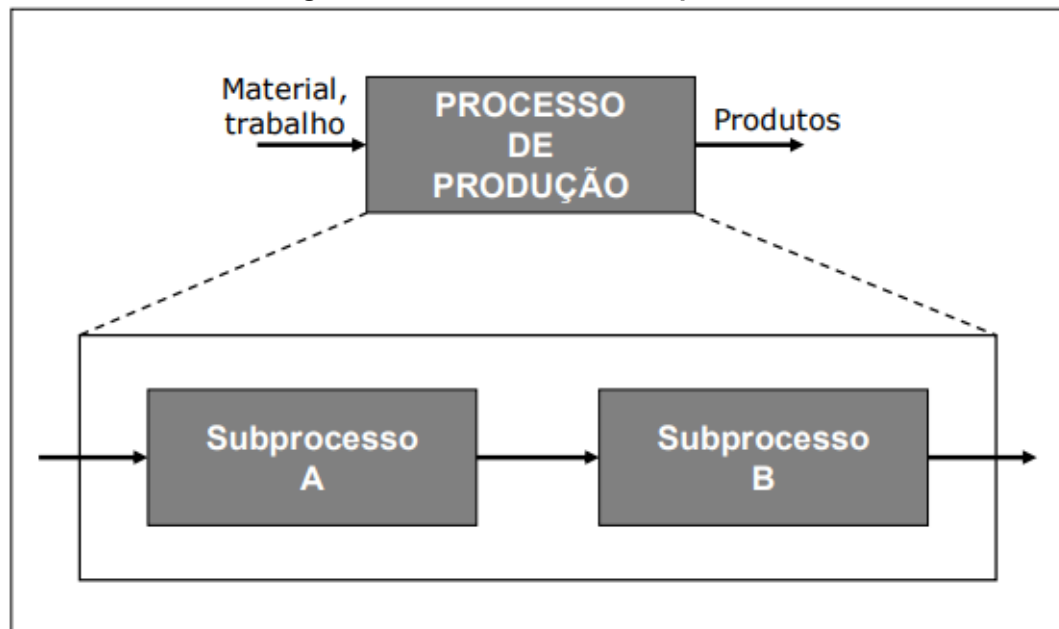
Quando ilustrativamente era realizada essa comparação percentual, o intuito dessa filosofia era mostrar a quantidade de processos que eram executados porém não eram necessários.

Segundo Koskela (1992), para que o desperdício fique evidente, a forma tradicional de construção, baseada em processos desencadeando subprocessos, deve ser substituída por uma forma de produção cuja função é mostrar os desperdícios para que os mesmos fiquem transparentes no processo e possam ser reduzidos ou eliminados.

Conforme apresentado na Figura 1, a matéria prima passa por um processo de produção gerando produtos. Esse processo pode ser subdividido em sub processos interconectados ou não entre si, cujo resultado parcial de cada um é uma

parcela ou parte do produto final. É possível perceber que o foco principal é o processo e sua otimização.

**Figura 1- Modelo tradicional de processo**



Fonte: Koskela (1992, p. 13)

Apesar da complexidade do tema, as inovações desta filosofia podem ser resumidas em três pontos principais: Abandono do conceito de processo como transformação de inputs em outputs, passando a designar um fluxo de materiais e informações; Análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais (processo) e outro, o fluxo de operários (operação), relacionando-os; Consideração do valor agregado sob o ponto de vista dos clientes interno e externo, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passa a incluir também as atividades que não agregam valor ao produto, como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho. (KOSKELA, 1992; SHINGO, 1996; BRANDLI *et al.*, 2005 apud BERNARDES, 2003).

A forma tradicional de produção traz alguns problemas: não é evidenciado o fluxo físico, o foco na produção global é secundário em detrimento dos subprocessos e os requisitos do cliente são muitas vezes negligenciados produzindo produtos inadequados ou com grande parcela de desperdício agregada. No modelo de produção da construção enxuta as atividades são divididas entre atividades de fluxo e atividades de conversão. (KOSKELA, 1992).

A consideração das atividades de fluxo é de suma importância pois os maiores desperdícios se encontram nelas. Muitas vezes essas atividades não podem ser extinguidas, mas os processos podem ser otimizados. (BALLARD e HOWELL, 1996a).

De acordo com Koskela (1992), para otimização do processo como um todo é importante a aprimoração de ambos os processos. Nas conversões pode-se utilizar novas tecnologias, mão de obra especializada, motivação dos colaboradores, etc. para aumentar a eficiência destes tipos de processos de conversão. Tão importante quanto, é que o fluxo seja tratado de maneira similar buscando sempre o aumento da eficiência. Ambas as atividades (conversão e fluxo) demandam dinheiro e consomem tempo e somente as atividades de conversão agregam valor ao produto final.

## 2.2 Princípios do Lean Construction

Koskela (1992) afirma que o núcleo principal da filosofia está na observação de duas etapas da produção: O fluxo e a conversão. O fluxo deve ser reduzido ao máximo ou eliminado e a conversão deve ser otimizada. Ambos as etapas consomem tempo e dinheiro da organização. Para que essas mudanças sejam aplicadas foram categorizados por Koskela (1992, p. 16) 11 princípios do pensamento enxuto. São eles:

1. Redução da parcela das atividades que não agregam valor
2. Aumentar o valor do produto
3. Redução da variabilidade
4. Redução do tempo de ciclo
5. Simplificação pela minimização do número de processos
6. Aumento da flexibilidade na execução do produto
7. Aumento da transparência
8. Foco no controle total do processo
9. Estabelecimento da melhoria contínua
10. Balanceamento da melhoria dos fluxos de trabalho
11. Benchmark

### 2.2.1 Redução das parcelas de atividades que não agregam valor

As atividades que agregam valor são atividades que transformam recursos e informações em um produto ou serviço. Já as atividades que não agregam valor demandam tempo, porém não agregam valor ao produto final. (KOSKELA, 1992).

Koskela (1992), ressalta que a composição do custo total do processo depende do modelo utilizado. Na visão convencional o para se acrescentar performance o processo em si deve ser otimizado. Sob uma perspectiva de qualidade, a otimização ocorre com a melhoria do processo e a redução do custo de retrabalhos.



Por fim, de acordo com a nova filosofia, o custo total do processo é composto das atividades que agregam valor e das atividades que não agregam valor ao produto final. Na filosofia Lean Construction, para que o processo seja otimizado deve-se buscar a redução ou eliminação das atividades que não agregam valor e o aumento da eficiência das atividades que agregam valor.

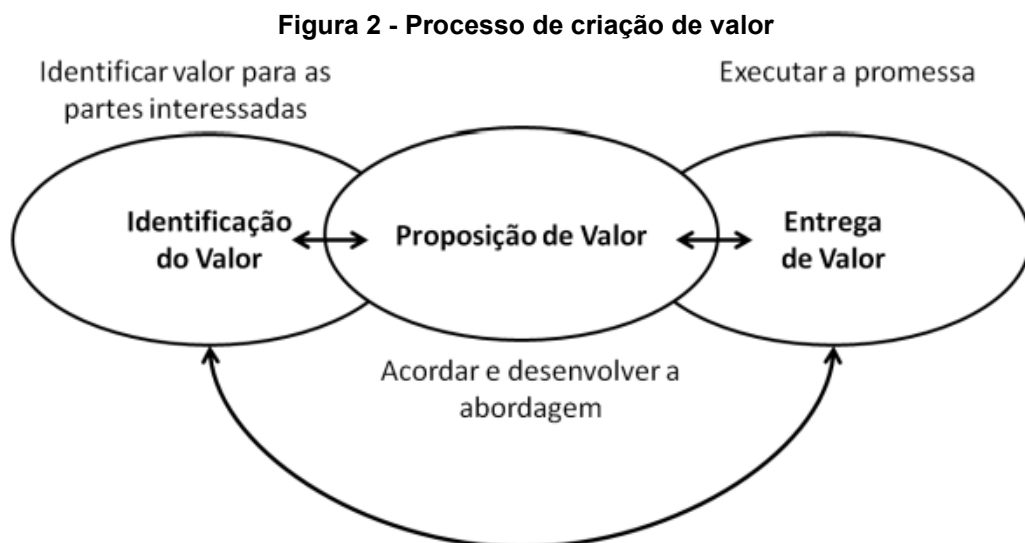
Pode-se observar que este sistema de produção foca em redução de esforços desnecessários, retirando atividades que não agregam valor. (ZUO e ZILLANTE, 2005).

Ciampa (1991), realizou um estudo que evidenciou que apenas entre 3 e 20% das atividades agregam valor ao produto final sendo o restante consideradas desperdícios na óptica Lean.

### 2.2.2 Consideração dos requisitos do cliente

Existem dois tipos de consumidores para qualquer atividade. A próxima atividade e o consumidor final. Para que um produto tenha seu valor majorado ele deve ser otimizado analisando quais melhorias implantadas aumentam o valor do produto. (KOSKELA, 1992).

A Figura 2 representa o processo de percepção e criação de valor. Os requisitos dos clientes devem ser considerados a partir da identificação do valor das partes interessadas. Após essa proposição e identificação de valor junto ao cliente é feita a execução do produto ou serviço. (STANKE, 2001).



Fonte: Stanke (2001, p. 612)

A qualidade do serviço e a satisfação do cliente são baseadas nas percepções dos clientes que estão atreladas às suas expectativas. Tais percepções são compostas pelo somatório de impressões de todos os momentos de contato vivenciados pelos clientes. (PEREIRA, 2013).

### 2.2.3 Redução da variabilidade

A redução da variabilidade é importante para que o processo seja contínuo e possa ser replicado. Para tanto, deve-se padronizar a forma executiva e aplicar mecanismos a provas de falha, conhecido como *poka-yoke*. (SHINGO, 1986).

O *poka-yoke* pode ser entendido como um dispositivo físico, mas para alguns autores é mais que isso, podendo ser definido como procedimentos, métodos ou técnicas ou sistemas que auxiliam na redução da variabilidade e extirpação do erro. (VIDOR e SAURIN, 2010).

No Quadro 1, está apresentado a definição de diversos autores referentes ao uso do dispositivo à prova de falhas. Percebe-se que sua principal função é reduzir os defeitos de produção, produzindo um produto uniforme.

**Quadro 1 - Definições de *poka yokes***

McGee (2005)	Os <i>poka-yokes</i> são dispositivos e sistemas que previnem defeitos ou evitam inspeções. Além disso, os <i>poka-yokes</i> devem ser usados para corrigir erros e falhas que desestabilizam o processo, incluindo a criação de riscos de acidentes.
Conti et al (2006)	<i>Poka-yokes</i> são técnicas usadas para eliminar julgamento e a displicência no desempenho das tarefas para produzir produtos com alta confiabilidade.
Connor (2006)	Os <i>poka-yokes</i> são sistemas que detectam o previnem a ocorrência de defeitos.
Hinckley (2007)	Os <i>poka-yokes</i> são sistemas que fazem o produto ou o processo ocorrer de forma óbvia, com um fluxo contínuo.
Grout (2007)	Os <i>poka-yokes</i> são dispositivos para prevenir erros ou para minimizar impactos negativos dos erros, aplicando-se a qualquer setor da indústria, serviços e vida diária.

Fonte: Vidor e Saurin (2010, p. 24)

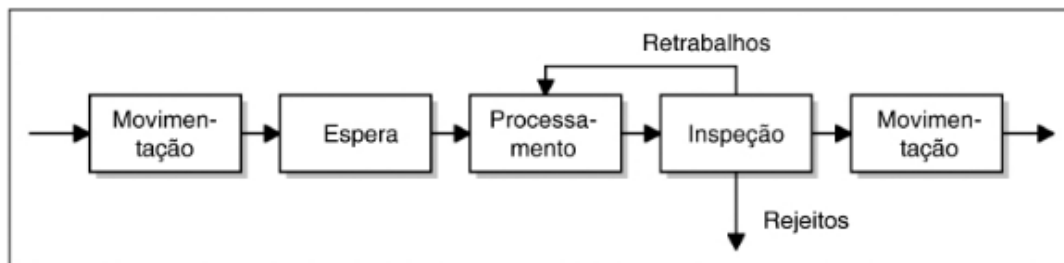
De acordo com McGee (2005), a implantação do dispositivo possui cinco etapas: (a) identificação do defeito e o impacto sobre o cliente final; (b) identificação da etapa na qual o defeito foi descoberto; (c) Identificação da causa raiz que originou o defeito; (d) realização de brainstorming para detectação de formas para eliminar o desvio no processo; (e) Criar, testar, validar e implantar o dispositivo *poka-yoke*.

#### 2.2.4 Redução do tempo de ciclo

Otimizando os processos consequentemente o produto final tem seu tempo de ciclo menor. Entende como tempo de ciclo o tempo necessário para o processamento, inspeção, espera e movimentação. A unidade de medida natural do fluxo é o tempo, logo o fluxo sendo uma atividade que não agrega valor, reduzindo esse tempo minimizamos o desperdício. (KOSKELA, 1992).

No modelo apresentado na Figura 3, as etapas de movimentação, espera e inspeção são etapas de fluxo e não agregam valor ao produto final. O processamento é a etapa de conversão. (KOSKELA, 1992).

**Figura 3 - Modelo lean construction de processo**

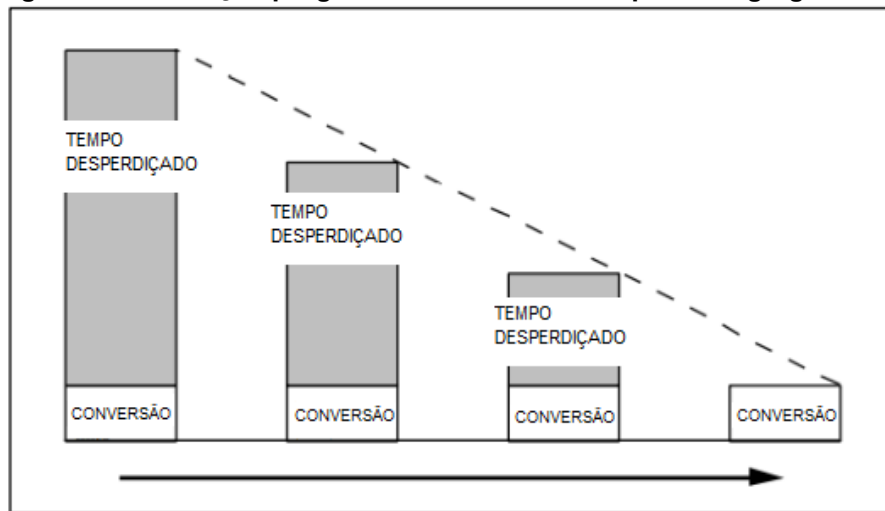


**Fonte: Koskela (1992, p. 15)**

Segundo Atkinson (1989), para que o ciclo de conversão seja otimizado deve-se reduzir ou eliminar o tempo desperdiçado.

De acordo com Berliner e Brimson (1989), percebe-se na Figura 4 que quando as atividades que não agregam valor ao produto são retiradas do processo temos uma diminuição do tempo de ciclo sem a necessidade de atuação direta nas atividades de processamento.

**Figura 4 - Eliminação progressiva das atividades que não agregam valor**



**Fonte: Koskela (1992, p.20)**

#### 2.2.5 Simplificação pela minimização do número de processos

Pode-se entender simplificação de um produto como diminuição no número de componentes, materiais ou informações necessárias para a execução. Ao ser considerado os requisitos do cliente, pode-se eliminar etapas do processo que não agreguem valor ao produto final. (KOSKELA, 1992).

Segundo Bernardes (2001), a simplificação pode ser expressa como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo material. Se um processo possui muitos passos ou componentes, maior será sua tendência de existir atividades que não agregam valor. O uso de elementos pré-fabricados, o uso de equipes polivalentes e de células de produção tende a minimizar o número de passos ou partes do processo.

Vivan, Paliari e Novaes (2010), exemplificam que a utilização de métodos construtivos como o Light Steel Frame faz com que o número de atividades desenvolvidas em obra seja reduzidas, pois o sistema utiliza peças industrializadas que já estão prontas, mediante especificações e projeto. Diminuindo assim o número de atividades de conversões necessárias promovidas pelos operários da obra.

#### 2.2.6 Aumento da flexibilidade na execução do produto

De acordo com Koskela (1992), o aumento da flexibilidade pode ser entendido como a utilização de mão de obra multicapacitada. Diminuindo o tamanho dos lotes e clientes internos (próximas atividades). A utilização de multiprofissionais reduz o tempo de troca de equipes entre as atividades e espera.

Slack *et al.* (2009), salientam que a flexibilidade significa ser capaz de mudar a operação de alguma forma seja alterando o método de produção, o que está sendo produzido ou a quantidade produzida. Para satisfazer os consumidores a operação tem que estar pronta para sofrer ajustes e ser suficientemente flexível, isso faz com que os efeitos da incerteza do mercado e novos consumidores sejam menores.

De acordo com Santos (1999), o processo de planejamento da produção pode facilitar a implementação da flexibilidade diminuindo o tamanho do lote de produção de alguma atividade.

### 2.2.7 Aumento da transparência

O aumento da transparência é importante para que os operários visualizem o fluxo global das atividades bem como o desempenho das equipes em suas atividades. Quando as informações não são claras ou são ocultadas temos a visibilidade dos erros reduzida e conseqüente diminuição da motivação para melhorar a atividade. O processo do erro é identificado normalmente pela disposição de meios físicos, dispositivos e indicadores disponibilizados no canteiro de obra. A informação deve estar à disposição dos colaboradores para que possa haver uma contribuição e melhoria contínua. (KOSKELA, 1992).

Isatto *et al.* (2000), citam algumas formas de aumentar a transparência do processo como: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; a utilização de dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S.

Jesus (2003), diz que a autodisciplina se desenvolve com as auditorias gerenciais como uma forma de criar um sistema de reconhecimento para estimular a participação de todos os colaboradores nas atividades. É importante estimular as práticas como uma forma de criar a disciplina no campo de trabalho. E em concomitante as auditorias devem realizar os apontamentos para que os problemas sejam corrigidos.

### 2.2.8 Foco no controle total do processo

Bernardes (2003), afirma que o controle total do processo possibilita a identificação de possíveis desvios que podem ocorrer no processo de produção. Durante o planejamento temos um grande benefício ao realizar a integração do processo global, isto é a junção do planejamento de curto, médio e longo prazo. Utilizando esse princípio de controle global, os problemas deixam de ser pontuais e passam a ser considerados de forma sistêmica o que traz benefícios para a identificação dos erros em suas causas primárias.

O fluxo de um processo pode ser segmentado quando passa por diferentes departamentos de uma organização ou por diferentes organizações. É um risco iminente de sub-otimização de um processo quando o mesmo é segmentado e controlado em partes. (KOSKELA, 1992).

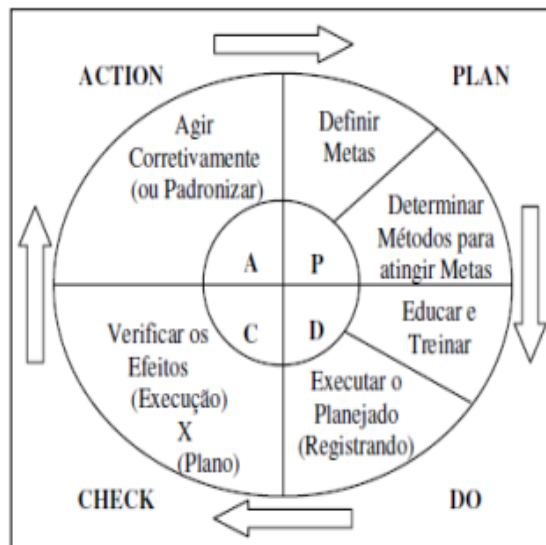
### 2.2.9 Estabelecimento da melhoria continua

Um dos pontos importantes do pensamento enxuto é a melhoria contínua nos processos. Um processo só pode melhorar a partir do momento que ele é medido e monitorado. Um processo pode ser otimizado com o entendimento das dificuldades, utilização de especificações técnicas que permitam ser otimizadas por soluções melhores, identificando a causa raiz dos problemas e bloqueando as mesmas. (KOSKELA, 1992).

Segundo Campos (1992), apresentado na Figura 5, temos as etapas principais do PDCA, são elas:

1. Localizar e estabelecer Metas
2. Estabelecer planos de ação
3. Conduzir a execução do plano
4. Verificar o atingimento da meta
5. Tomar ação corretiva no insucesso
6. Padronizar e treinar no sucesso

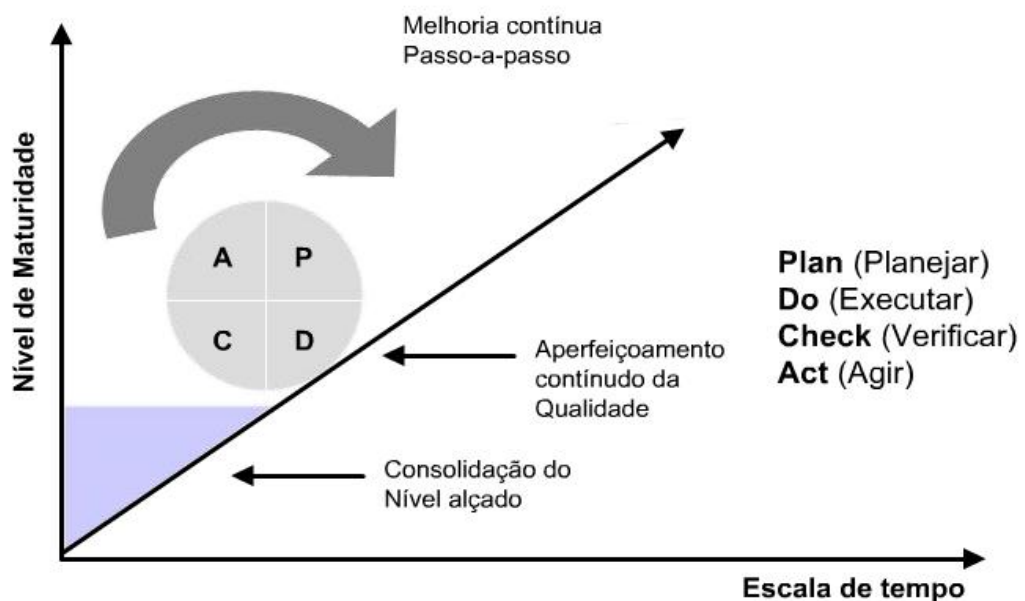
**Figura 5 - Ilustração do ciclo PDCA**



Fonte: Campos (1992, p. 30)

A Figura 06, representa a rampa de melhoria utilizando o ciclo PDCA, são realizadas rodadas periódicas do ciclo e sempre que há uma melhoria a mesma é implantada para que os erros sejam corrigidos e os acertos padronizados. Com o tempo, e os ciclos de PDCA acontecendo, a equipe vai ganhando maturidade e as soluções de melhoria vão ficando mais complexas. (ANDRADE, 2003).

**Figura 6 - Ilustração da rampa do ciclo PDCA**



Fonte: Adaptado de Andrade (2003, p.12)

### 2.2.10 Balanceamento da melhoria dos fluxos de trabalho

O balanceamento do trabalho é importante para que os gargalos de espera entre as atividades sejam diminuídos. O estabelecimento do fluxo contínuo das atividades pode ser severamente prejudicado por processos com o fluxo desbalanceado. (KOSKELA, 1992).

No entendimento de Koskela (1992), quanto mais complexo é atividade de conversão maior será o benefício em ter um fluxo padronizado. Fluxos controláveis tornam mais fácil a implementação de novos processos e tecnologias os quais trazem uma redução de variabilidade. Em geral, uma melhoria nos fluxos de trabalho requer menor investimento e as melhorias nas conversões são fortemente indicadas quando os processos estão subutilizados e apresentam grandes perdas. Esse princípio deve ser observado no planejamento de obra e durante a o desenvolvimento do projeto do empreendimento, bem como na formulação do plano de ataque à obra, como forma de otimizar sua implementação.

### 2.2.11 *Benchmark*

Na visão de Isatto *et al.* (2000), *benchmarking* consiste em um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas, consideradas líderes em determinado segmento. O levantamento das informações de mercado é importante pois estabelece parâmetros de comparação. Além disso, quando conhecemos os concorrentes podemos explorar nichos ainda não identificados e melhorar o produto.

## 2.3 Processo do planejamento

De acordo com Laufer e Tucker (1987), o processo de planejamento é composto de cinco etapas. Primeiramente a definição de que forma será realizado o planejamento, A realização da coleta de informações de interesse para que as atividades almejadas sejam cumpridas, a preparação e definição do plano de ataque, a difusão da informação produzida, e a Avaliação do processo de planejamento.

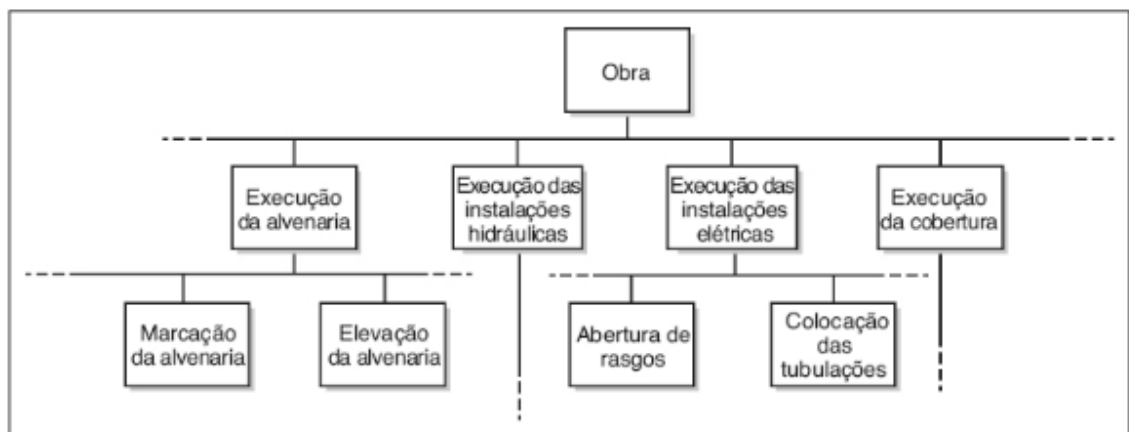
Para dar início ao processo tradicional de planejamento a atividades a serem executadas normalmente são hierarquizadas no modelo de processos e subprocessos. Cada obra e empresa tem sua forma de sequenciar as atividades para que posteriormente se possa realizar o planejamento e acompanhamento da evolução



da obra. A obra deve dividir as atividades em pacotes de trabalhos com atividades que acontecem no mesmo zoneamento da obra, com materiais, mão de obra, equipamentos e características de projeto similares. Normalmente são interdependentes. (CHOO et al., 1999).

Segundo Bernardes (2003), podemos observar na Figura 7, a EAP (Estrutura Analítica do Projeto), ela divide o projeto em fases ou pacotes de forma hierárquica com intuito de informar e simplificar o entendimento das atividades. No caso da Figura 7, se observa o agrupamento de subatividades de alvenaria no pacote “Execução de alvenaria”. As atividades de execução de instalações elétricas também se apresentam agrupadas abaixo do pacote de trabalho principal. As linhas tracejadas sugerem outras atividades ou subatividades que não foram apresentadas, mas fazem parte dessa obra em questão.

**Figura 7 - Exemplo de parte da *work breakdown structure* de uma obra**



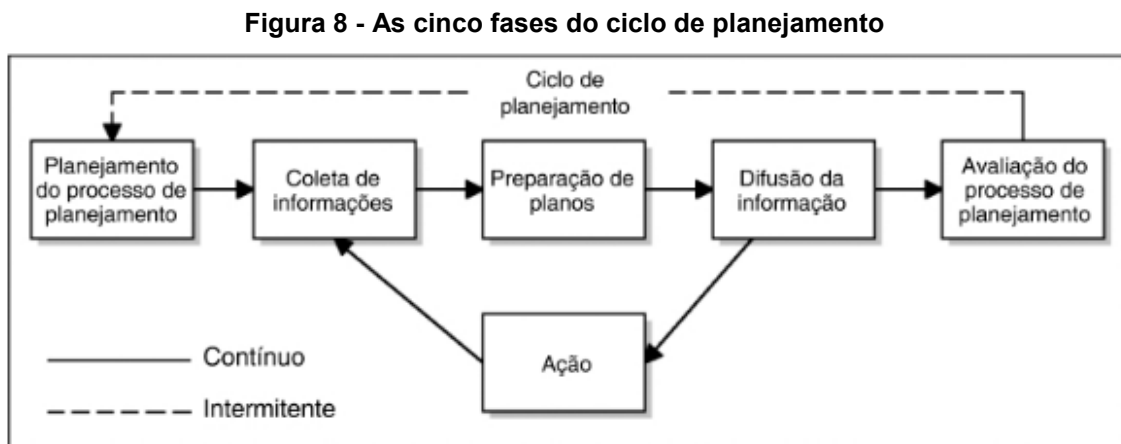
**Fonte: Bernardes (2003, p. 190)**

Os pacotes são hierarquizados de acordo com as metas dos vários planos adotados no planejamento da obra. As atividades são subdivididas de forma a estabelecer uma hierarquia entre elas. Assim os sistemas são decompostos em subsistemas para estabelecer uma linguagem padronizada em determinadas tipologias de obra. (ASSUNÇÃO, 1996).

De acordo com Koskela (1992), o grande problema desse modelo é que ele não considera os fluxos pois os mesmos são considerados em orçamento implícitos as atividades. Ao realizar essa forma de subdivisão da tarefa os maiores desperdícios estão ocultos e deixados para serem resolvidos de forma informal no decorrer da obra.

Essas atividades de fluxo correspondem a uma parcela relevante da composição de custo de uma atividade e não agregam valor ao produto final.

Por fim definido a estrutura da obra e a interdependência das atividades é iniciado o ciclo de planejamento. Na Figura 8, está demonstrado que o ciclo passa por determinadas etapas: Planejamento do processo de planejamento; coleta de informações, preparação de planos, difusão da informação e avaliação do processo de planejamento



**Fonte: Laufer e Tucker (1987)**

Segundo Laufer e Tucker (1987), podemos perceber que após as ações serem implementadas é necessário realizar uma nova coleta de informações para realização de novos planos.

Considera-se então que o planejamento não tem efeito sem o controle e o controle não tem efeito sem o planejamento. (FORMOSO *et al.*, 1999).

A avaliação consiste em um processo de monitoramento avaliando o que foi planejado e o que se desviou dos planos iniciais. Já o Controle é realizado com um ciclo de PDCA interno que ocorre após a difusão de informações e a constatação de que as atividades levantadas durante o ciclo de planejamento não estão sendo cumpridas. O controle necessita de interferência direta ou indireta para que as demandas sejam realizadas e o objetivo alcançado. (LAUFER e TUCKER, 1987).

### 2.3.1 Levantamento de dados

Na Coleta de informações deve ser observado vários aspectos inerentes à execução como ferramentas necessárias, disponibilidade de mão de obra, informações e projetos sobre a atividade a ser desempenhada, aspectos de

segurança necessários para a realização da atividade, restrições relacionadas às especificações técnicas da empresa, observação de aspectos logísticos, índices de produtividade e atividades antecessoras e predecessoras. Após o planejamento ser finalizado e ser dado início à obra o levantamento de dados não para. Apenas muda-se de foco para os dados de consumos de insumos e evolução das metas estabelecidas. (LAUFER e TUCKER, 1987).

Segundo Laufer e Howell (1993), o maior objetivo dessa etapa é o subsídio para que as incertezas sejam reduzidas e a produção seja protegida de forma que o fluxo de execução não tenha interrupções.

### 2.3.2 Preparação do plano

A preparação do plano executivo desde muito tempo segue em sua maioria, a técnica do CPM (critical path method - método do caminho crítico). Essa técnica foi desenvolvida para o governo americano que visava o cumprimento de prazos e posteriormente adaptada na construção civil. (BIRREL, 1980; BERNARDES, 2003).

Quando o projeto é de natureza repetitiva, a técnica de planejamento e controle mais apropriada, por tirar proveito da repetição, é a técnica de Linha de Balanço. (JUNQUEIRA, 2006).

A linha de balanço é um método desenvolvido pela marinha americana no início da década de 50 e é utilizada principalmente em projetos cujos lotes apresentem repetitividade. A linha de balanço avalia a taxa de fluxo produtivo associada à ideia dos ritmos. (COELHO, 1998).

A produção é mostrada como um fluxo rítmico de linhas de produção e a continuidade do trabalho é garantida, pois em sua concepção cada equipe tem um fluxo ininterrupto de trabalho com uma velocidade de trabalho constante de seção a seção do projeto. (MADERS, 1987).

De acordo com Amaral, Heineck e Roman (2009), quando a empresa escolhe a metodologia da construção enxuta ela deve se utilizar da técnica de diminuir o tamanho do lote. Pois quanto menor for o lote maior será a repetitividade dessa forma as atividades serão transformadas em ciclos repetitivos.

Independente da técnica utilizada é de grande importância que seja elaborada em níveis hierárquicos de planejamento de forma que o gestor de obra tenha facilidade na análise e implementação dos recursos e ações necessárias para a execução das atividades. (HOWELL e BALLARD, 1996).

### 2.3.3 Difusão das informações

O procedimento de difusão das informações muitas vezes é negligenciado e as informações levantadas e alinhadas com muito custo acabam se perdendo no escritório da obra ou ficando acessíveis a poucas pessoas. (LAUFER e TUCKER, 1987).

É importante que o fluxo de informações seja padronizado e eficiente para que as incertezas inerentes à produção sejam reduzidas. (KOSKELA, 1992).

O gestor deve estabelecer procedimentos formais para a distribuição das informações e evitar que as coisas sejam decididas somente de forma oral através de conversas realizadas no canteiro de obra. (FORMOSO, 1991).

Deve ser elaborado um mecanismo de prestação de contas para que as empresas que executam os serviços recebam as informações levantadas no monitoramento para que possam ser elaborados planos de ações de forma a ajustar tamanho de equipe, fluxo dos materiais dentro do canteiro, locação de equipamentos adicionais, verificação de atividades interdependentes para que com isso não seja necessário a postergação dos prazos finais de obra. (FORMOSO, 1991).

## 2.4 *Last Planner System*

O *Last Planner System* foi proposto inicialmente por Howell e Ballard (1996) nos EUA, e aprimorado com o seu uso em diversas situações.

Primeiramente é identificado a demanda no planejamento estratégico, nesse plano estão as atividades que devem ser realizadas. Após o levantamento das atividades é realizado o planejamento tático para verificar se as condições preliminares para início da execução dos serviços estão cumpridas. Por fim, a atividade entra no planejamento executivo após ter todos os recursos disponíveis para que não haja a interrupção do fluxo. (BALLARD, 2000).

Na Figura 9, pode-se observar o esquema da dimensão vertical. São três os níveis hierárquicos do planejamento: estratégico, tático e operacional. (OLIVEIRA, 2004).

**Figura 9 - Ilustração do funcionamento do Last Planner**



**Fonte: Oliveira (2004)**

Para cada um dos níveis, deve-se definir e monitorar os planos de forma participativa com os outros colaboradores do empreendimento, sendo a definição do nome do sistema como último planejador fazendo uma alusão às pessoas que realmente irão executar o serviço. (MOURA, 2008).

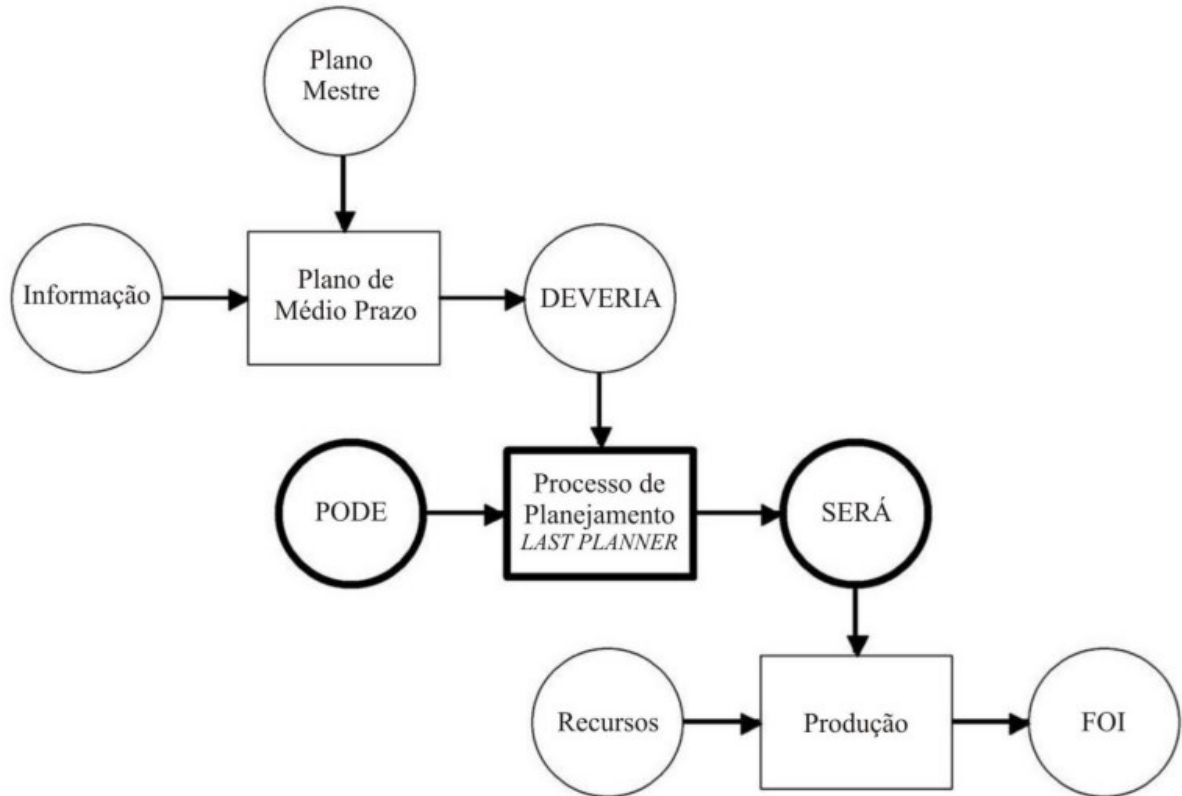
Após essas atividades serem definidas, quantificadas e devidamente sequenciadas, é iniciado o levantamento de restrições. Restrições são pré-requisitos que se não cumpridos podem ocasionar a interrupção de uma atividade planejada. (BALLARD, 2000).

Esse método divide as atividades em: atividades que devem ser feitas, atividades que podem ser feitas e atividades que serão executadas. O objetivo dessa divisão é identificar e remover restrições para que o fluxo de produção não seja interrompido visando o plano global da obra. (BALLARD e HOWELL, 1997).

Na Figura 10, é exemplificado o funcionamento da ferramenta *Last Planner*. No plano de longo prazo entra-se com informações que podem ser: Projetos, orçamentos, lista de quantitativos, informações gerais do canteiro, etc. Nessa etapa também é considerado a objetivo da alta gerencia compondo o plano de longo prazo. Desse plano são retiradas as atividades que deveriam ser feitas no período de observação. Essas atividades agora vão para o planejamento de médio prazo. Nesse planejamento o intuito principal é levantar os pré requisitos para que as atividades sejam executadas. Na Figura 10 pode-se ver que as atividades que podem ser feitas relacionam-se com essas atividades que já foram pré avaliadas e possuem todos os recursos para a execução. Após esta etapa entra-se no planejamento de curto prazo,

representado na Figura 10 pela palavra “Será”, onde são sequenciadas e executadas as atividades no canteiro de obra.

**Figura 10 - Ilustração do funcionamento do Last Planner**



**Fonte: Ballard e Howell (1994)**

Segundo Formoso *et al.* (1999 apud NAVARRO, 2005), as restrições dizem respeito aos aspectos inerentes à execução como ferramentas necessárias, disponibilidade de mão de obra, informações e projetos sobre a atividade a ser desempenhada, aspectos de segurança necessários para a realização da atividade, restrições relacionadas às especificações técnicas da empresa, observação de aspectos logísticos e atividades antecessoras e predecessoras entre outros.

Sempre que identificado uma restrição para o sequenciamento da atividade, é denominado um responsável por remover essa restrição. Com isso protege-se da produção dos efeitos de incerteza provenientes da atividade da construção civil (COELHO e FORMOSO, 2003 apud NAVARRO, 2005).

No Quadro 2, Moura (2008) apresenta um exemplo de uma lista de restrições. As restrições são levantadas na reunião de médio prazo e são registradas na planilha com o responsável pela remoção da restrição e a data limite para que essa restrição

não atrase a atividade relacionada. Na primeira coluna o número da restrição refere-se a um pacote de atividade observado do longo prazo.

**Quadro 2 - Exemplo de lista de restrições**

LISTA DE RESTRIÇÃO		Obra: Xxxx		Data limite para remoção da restrição				Período	1	FM100-07	Data: 30/05/06
		Eng: Xxxx		Semanas							
Nº	Descrição da Restrição (Projeto, Materiais, Equipamentos, MO, Espaço, Segurança)	Responsável	Data	10/07 a 16/7	17/07 a 23/7	24/07 a 30/7	31/07 a 6/8	Encaminhamento	STATUS	Problema	
				S1	S2	S3	S4				
1	Aço data entrega - OC	Xxxxxx	11/7	11/7				Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		ok	
2	Fechar concreiteira - Encaminhar OC	Xxxxxx	12/7	12/7				Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	
3	Contratar empresa para execução do piso	Xxxxxx	19/7		19/7			Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	
4	Contratar empresa para fornecimento e colocação	Xxxxxx	20/7		20/7			Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx			
5	Cotar e enviar para cliente	Xxxxxx	21/7		21/7			Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx			
6	Contratar Fornecedor - Piso Fadamac	Xxxxxx	21/7		21/7			Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	
7	Contratar Fornecedor - Divisórias	Xxxxxx	24/7			24/7		Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	
8	Contratar Fornecedor - Forro Armstrong	Xxxxxx	26/7			26/7		Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	
9	Contratar Fornecedor	Xxxxxx	25/7			25/7		Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx			
10	Contratar Fornecedor - Gesso Acartonado	Xxxxxx	25/7			25/7		Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	
11, 12, 13	Ajustes nos projetos	Xxxxxx	14/7	14/7				Xxxx/Xxxx/Xxxx/Xxxx		Em andamento	

**Fonte: Moura (2008, p. 34)**

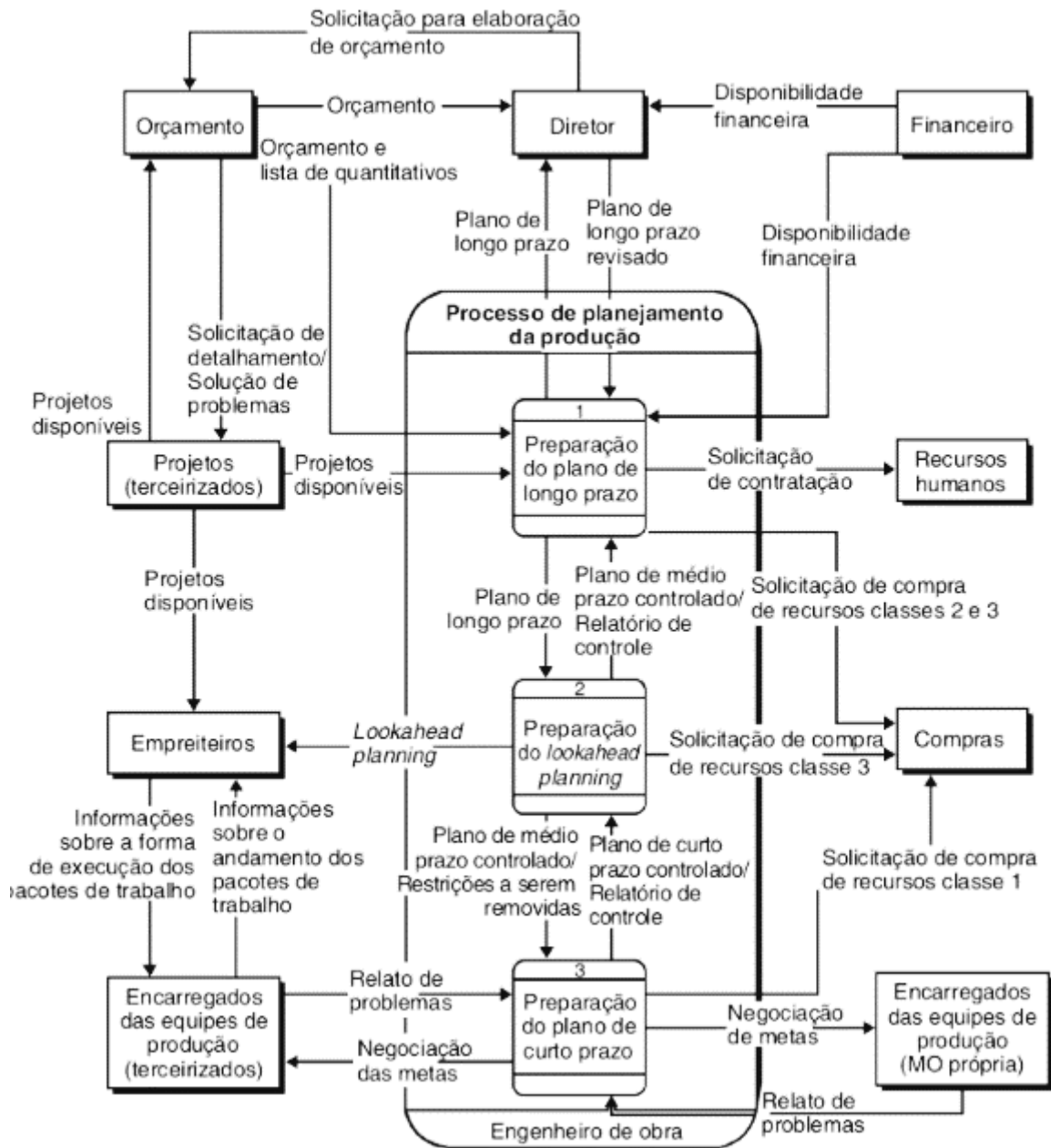
No entendimento de Bernardes (2013), pode-se verificar na Figura 11, a interdependência do sistema de planejamento com outros setores da empresa. A parte superior da figura representa o fluxo de atividades entre o diretor, departamento financeiro, departamento de orçamento, projetos e recursos humanos. Todo esse fluxo está diretamente conectado com o planejamento de longo prazo, bem como a solicitação de recursos e insumos de longa e média duração para efetivação da compra ou locação (recursos de classe 2 e 3).

Na parte inferior da Figura observa-se o nível operacional se interconectando por meio do planejamento de médio e curto prazo. Nesse nível os recursos são alocados e as atividades sequenciadas entre os empreiteiros, encarregados e equipes de produção.

Ainda na Figura 11, o Quadro centralizado mostra alguns fluxos de atividades de monitoramento e controle do LPS com a obtenção de relatórios obtidos entre os diferentes níveis de planejamento.

Mais abaixo verifica-se as atividades de controle com o ciclo de negociações de metas e relatos de problemas.

Figura 11 - Sistema de planejamento e controle da produção



Fonte: Bernardes (2003, p. 313)

#### 2.4.1 Planejamento de longo prazo

Também conhecido como planejamento estratégico, abrange as principais atividades relacionadas à execução do empreendimento. Tem como principal produto o plano mestre. (ASSUMPÇÃO, 1996; MENDES Jr., 1999).

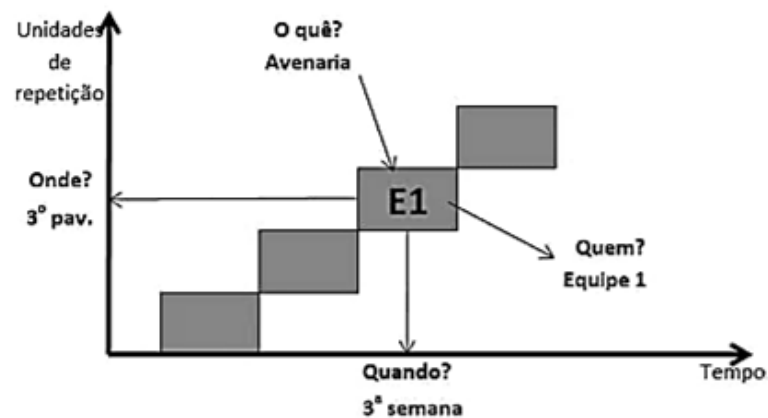
Esse planejamento é de extrema importância para identificação dos ritmos de execução e interferências físicas das equipes. Os pacotes montados anteriormente



agora são sequenciados e cadenciados para que haja um nivelamento da produção. (PRADO, 2002).

A Figura 12, representa um sequenciamento similar ao que ocorre na linha de balanço. Pode-se ver um lote de atividade que se repete ao longo de um período de tempo com velocidade constante. É possível extrair algumas informações desse diagrama: Qual a atividade a ser executada (representado dentro do retângulo); quando a atividade iniciará (eixo das abscissas); em qual local ela será desenvolvida (eixo das ordenadas); velocidade da execução da atividade (inclinação do diagrama). (MENDES, 1999).

**Figura 12 - Ilustração do funcionamento da Linha de Balanço**



Fonte: Adaptado de Mendes (1999, p. 37)

Tommelein e Ballard (1997) salientam que o plano é usado para informar o desempenho físico da obra à alta gerência e para identificar a aquisição de insumos ou equipamentos que exigem um longo prazo para contratação e normalmente não tem repetitividade de compra.

Heineck (2006), verificou que no cálculo das durações totais do projeto, deve-se destinar um tempo de folga para que o mesmo possa ser utilizado no caso de ocorrer eventuais imprevistos durante a execução do empreendimento, e que a folga deve ser de acordo com o tipo de obra.

Segundo Maders (1987), os intervalos entre as atividades dentro da linha de balanço servem para absorver imprevisibilidades, erros de estimativa de duração das atividades e atrasos por condições de trabalho ou ambientais.

Conforme Junqueira (2006), a Linha de Balanço é apresentada como a ferramenta mais indicada para a programação de obras repetitivas. Mendes Júnior

(1999) destaca como benefícios da técnica, maior rapidez na execução de uma atividade, mais clareza nas atividades que se executam e maior garantia de conclusão.

Esse plano apesar de não exigir conhecimentos técnicos profundos deve ser realizado sem a pressão do dia a dia e estudado com cautela. Já é possível implementar e discutir várias soluções ou caminhos a depender dos objetivos necessários para a conclusão do empreendimento. Como o gestor de obra tem uma carga operacional alta é recomendado que o mesmo seja assistido por um especialista dedicado ao planejamento. (KOSKELA, 1992).

#### 2.4.2 Planejamento de médio prazo

O planejamento de médio prazo é um “recorte” do plano de longo prazo visando aumentar o grau de detalhamento e realizar a viabilização e interconectividade com o plano de curto prazo que acontecerá. O grau de detalhamento e planejamento vai aumentando com a aproximação da data executiva. (FORMOSO *et al*, 1999).

Um dos objetivos principais deste nível de planejamento é atender aos pré-requisitos das atividades de forma a garantir a disponibilidade de recursos nas datas necessárias para a execução das tarefas programadas e tentar reduzir as incertezas controlando a realidade atual com o trabalho previsto no planejamento de longo prazo. (BERNARDES *et al.*, 1999).

Essa etapa é conhecida como Lookahead plan, cujo objetivo é retirar do planejamento mestre um recorte de 3-12 semanas. O número de semanas é estabelecido de acordo com o grau de complexidade do projeto e o tempo para obtenção dos recursos como equipamentos, materiais, realização de contratos entre outras atividades. (BALLARD, 2000).

Segundo Koskela (1992), algumas das principais funções do planejamento de médio prazo são:

- Adequar a velocidade e fluxo de trabalho
- Decompor as atividades do plano de longo prazo em pacotes de trabalho e operações
- Desenvolver planos detalhados e métodos para a execução do trabalho
- Manter um estoque de tarefas prontas para execução
- Revisar o planejamento tático sempre que necessário

Laufer e Tucker (1988) salientam que o período de tempo de planejamento e a frequência das reuniões deve ser definido de acordo com o grau de complexidade e incerteza do projeto.

O Quadro 3, é um exemplo de planejamento tático no qual os pacotes de atividades foram retirados do planejamento de longo prazo e sequenciados. As primeiras colunas referem-se aos pacotes de trabalhos e atividades. Contata-se a relação direta com a lista de restrições na coluna denominada restrições. Nessa coluna ficam registradas as restrições para que a atividade possa ser executada de acordo com o planejado. Pode-se observar em azul, as atividades que deverão estar em execução no canteiro de obra no período analisado.

**Quadro 3 - Exemplo de planejamento de médio prazo**

		<b>PLANO DE MEDIO PRAZO</b>		Obra: XXX		Período 1		Datas =		Início												
		<b>Planejamento x Execução</b>		Coordenador: Xxxxx		10/7/2006		à 6/8/2006		10/7/2006												
				Engenheiro(a): Xxxxx		FM100-07				Data:												
				Mestre: Xxxxx						11/7/2006												
				TST: Xxxxx																		
Equipe	Descrição da tarefa	Restrições	Início	Fim	Duracão	OK	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4									
							10/7/2006 à 16/7/2006		17/7/2006 à 23/7/2006		24/7/2006 à 30/7/2006		31/7/2006 à 6/8/2006									
							S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T
<b>NOME DA OBRA</b>			10/7	19/10	20																	
<b>BUILDING 01</b>			11/7	9/8	19																	
<b>FUNDAÇÕES</b>			11/7	29/7	14																	
EVO TERRAPLANAGEM	Escavação		11/7/06	12/7/06	2																	
PARADIGMA	Formas e Armaduras	1	12/7/06	14/7/06	3																	
PARADIGMA	Concretagem Sapatas e Vigas Baldrames	2	15/7/06	15/7/06	0																	
PARADIGMA	Concreto Piso	3	28/7/06	29/7/06	1																	
<b>ESTRUTURA METÁLICA</b>			18/7/06	7/8/06	14																	
MÓDULO	Montagem dos Pilares		18/7/06	19/7/06	2																	
MÓDULO	Montagem das Tesouras		19/7/06	21/7/06	3																	
MÓDULO	Montagem das Terças		20/7/06	27/7/06	6																	
MÓDULO	Fechamento Cobertura		22/7/06	25/7/06	2																	
MÓDULO	Fechamento Lateral		26/7/06	31/7/06	4																	
	Esquadrias - Vidros	4	31/7/06	7/8/06	5																	
<b>ÁREA INTERNA</b>			2/8/06	12/8/06	3																	
	Piso Cerâmico	5	2/8/06	3/8/06	0																	
	Piso Fadamac	6	7/8/06	12/8/06	0																	
	Divisórias	7	4/8/06	8/8/06	1																	
	Forro Armstrong	8	9/8/06	12/8/06	0																	
	Gesso Acartonado	10	2/8/06	6/8/06	3																	

Fonte: Moura (2008, p. 34)

O objetivo é levantar necessidades de execução antes da data de entrada das equipes. Essas necessidades são transformadas em restrições nas quais a equipe de engenharia atua com o intuito de liberar a frente de trabalho para os colaboradores e empreiteiros. (TOMMELEIN e BALLARD, 1997).

### 2.4.3 Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo, também conhecido como planejamento operacional, tem como objetivo a proteção da produção contra incertezas. São atribuídos os recursos que já estão em obra às tarefas do planejamento de médio prazo para a execução dos pacotes de trabalho propostos. (FORMOSO *et al.*, 1999; BALLARD, 1997).

Uma das formas de proteger a produção é realizar planos semanais que sejam exequíveis, sempre realizando a verificação antecipada dos requisitos necessários, e abordando as causas do não cumprimento do planejamento de forma investigativa para cada atividade. (BALLARD, 1997).

Este planejamento é um planejamento colaborativo cuja responsabilidade de sua formulação e execução é da equipe da obra (engenheiro responsável pela produção, mestre de obra e chefes das equipes de produção). O planejamento não deve ser imposto e sim ser realizado juntamente com as equipes de produção para que haja engajamento na busca por cumprir as metas estabelecidas. (BALLARD, 1997).

Além disso, os envolvidos nesse planejamento acabam realizando uma análise das metas do planejamento de médio prazo com o intuito de minimizar imprevistos que comprometam o fluxo das atividades em obra. (CONTE, 1999).

Finalmente, após as restrições serem removidas, as atividades entram no cronograma de execução das equipes de obra. No curto prazo não devem entrar atividades que possuem restrições, pois o fluxo contínuo é comprometido. A regra geral é só permitir a inserção de atividades que estejam livres e desembaraçadas de pré-requisitos para a execução. (BALLARD; HOWELL, 1998 apud MOURA, 2008).

O Quadro 4, é um exemplo de planejamento de curto prazo. Essa etapa de planejamento corresponde ao nível operacional. Observa-se nas primeiras colunas os empreiteiros responsáveis e as atividades a serem executadas na semana. No lado direito do quadro, podemos ver os campos referentes ao controle das atividades previstas e atividades que foram executadas. Bem como, campos para o registro de falhas e problemas que possam ter ocorrido durante o desenvolvimento da semana. (MOURA, 2008).

**Quadro 4 - Exemplo de um planejamento de curto prazo**

		PLANEJAMENTO SEMANAL Planejamento x Execução	Obras: Xxxxxxx Gerente: Xxxxxxx Engº: Xxxxxxxx Mestre: Xxxxxxxx		Período 11							FM11			
			20/9/2006			26/9/2006									
			PPC = $\frac{\text{Soma 100\%}}{\text{sem total itens}}$												
Equipe	Visto		Pacote de Trabalho	Início	Fim	Seg	Ter	Qui	Sab	Dom	Seg	Ter	Qui	Sab	Dom
		<b>NOME DA OBRA</b>	<b>20-set</b>	<b>26-set</b>	7	P	x	x	x	x	x	x	x	x	
					0	E									
1	Empreiteiro A	Desforma das vigas e sapatas M1, M2 e M3 - Interno	20-set	20-set	0	P	6								100 %
					0	E	6								
2	Empreiteiro A	Impermeabilização das vigas e sapatas Internas	21-set	22-set	0	P		1	1						100 %
					0	E		1							
3	Empreiteiro A	Forma e Armadura das bases de Ar Condicionado AC1 e AC2	22-set	22-set	0	P			4						100 %
					0	E			4					2	
4	Empreiteiro A	Forma Piso dos Sanitários e Copa	21-set	21-set	0	P		2							100 %
					0	E				6					
5	Empreiteiro A	Concreto das Bases AC1 e AC2	23-set	23-set	0	P				4					100 %
					1	E				4				x	
6	Empreiteiro A	Concreto do Piso dos Sanitários e Copa	23-set	23-set	1	P				x					100 %
					1	E				x					
7	Empreiteiro B	Montagem dos Pilares M1, M2 e M3	20-set	21-set	0	P	4	4							100 %
					0	E	4	4							
8	Empreiteiro B	Montagem das tesouras M1, M2 e M3	21-set	23-set	1	P		x	4	4					100 %
					0	E				4	4	5	5		
9	Empreiteiro B	Colocação das terças de cobertura, correntinhas e tirantes	21-set	25-set	3	P		x	x	x	4	4			50 %
					3	E			x	x	x		2		
10	Empreiteiro B	Instalação dos suportes para fixação do cabo-vida	26-set	26-set	1	P							x		0 %
					0	E									
11	Empreiteiro B	Colocação das telhas de cobertura M1	26-set	26-set	0	P							4		0 %
					0	E									

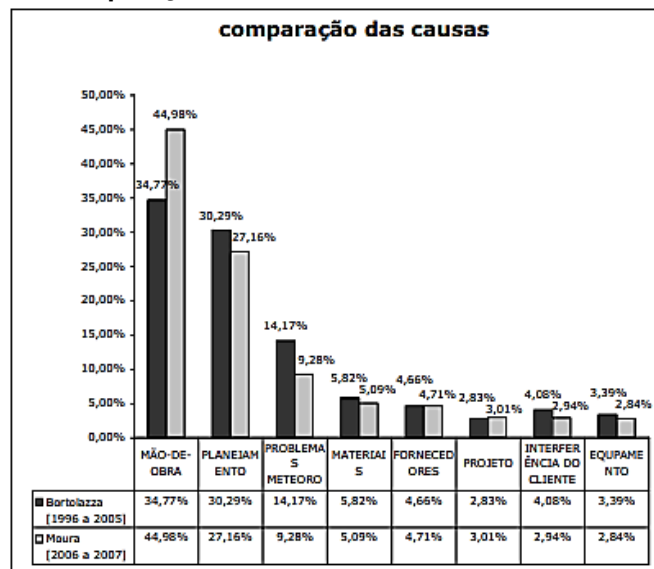
Fonte: Moura (2008, p. 39)

As informações do Quadro 4, são coletadas e preenchidas nas reuniões operacionais e o percentual de plano cumpridos é calculado com o monitoramento das atividades contidas na planilha.

Nas reuniões de curto prazo, as atividades que não são concluídas durante a semana, são estudadas caso a caso e categorizadas.

Para meios de comparação, na Figura 13, apresentam-se as principais causas levantadas nos estudos realizados por Bortolazza (1996) e Moura (2006).

**Figura 13 - Comparação dos valores de causas de não cumprimento**



Fonte: Moura (2008)

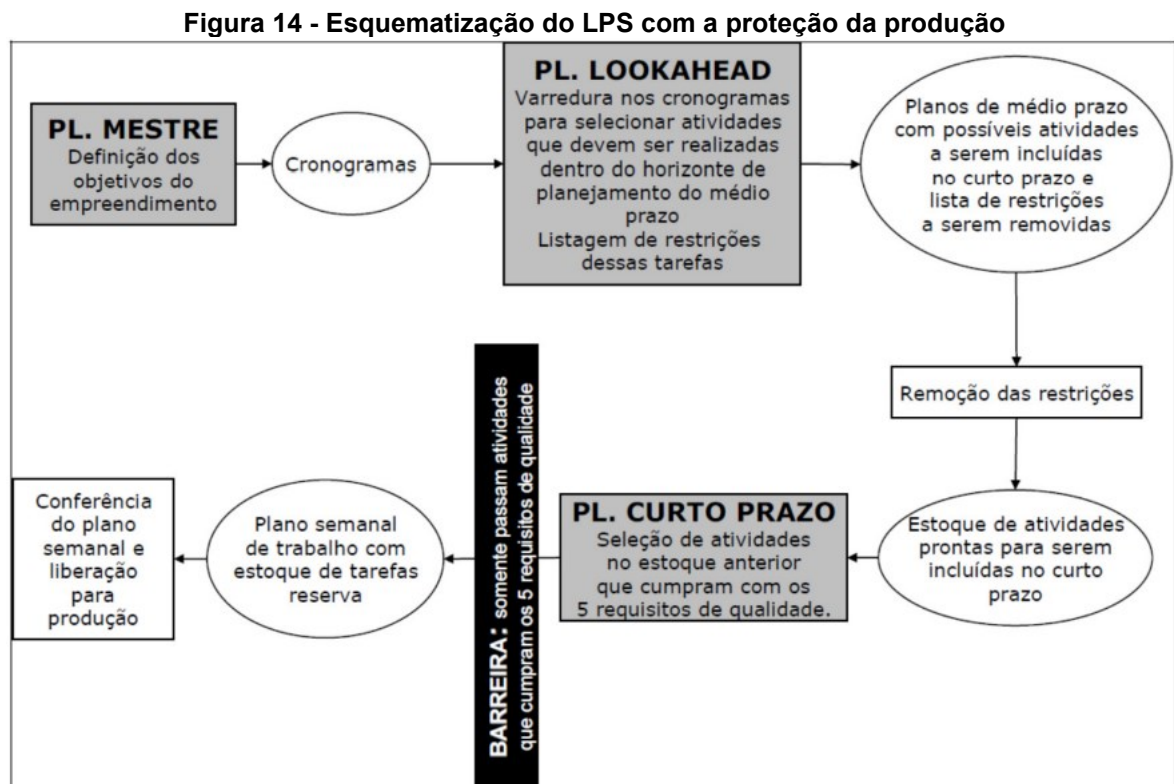
Ainda na Figura 13, está apresentado os percentuais de incidência das alocações dos problemas constatados. Apesar de serem estudos desenvolvidos em anos diferentes, as categorias com maiores problemas foram similares.

Na Figura 14, estão sintetizadas as etapas necessárias para se programar uma atividade que não apresenta restrições para a execução.

Caso alguma atividade possua restrições e seja programada, a equipe executante não poderá finalizar a mesma e haverá necessidade de mudança de frente de serviço ocasionando interrupção do fluxo de trabalho e ociosidade.

Como a maioria das atividades executadas em obra possuem outras atividades relacionadas, o atraso ou paralisação em alguma atividade pode se propagar para outras equipes de produção.

A barreira mostrada na Figura tem a função de proteger o fluxo produtivo em obra garantindo que as atividades não serão interrompidas após seu início por falta de recursos. (MOURA, 2008).



Fonte: Moura (2008, p. 38)

#### 2.4.4 Indicador de desempenho da construção

Tradicionalmente o desvio de prazo é um indicador utilizado para monitoramento do andamento da obra, para a realização desse acompanhamento compara-se o prazo previsto ao executado. (FORMOSO, 2001).

De forma similar ao cálculo da variação de custo é calculado o desvio de prazo, conforme Equação 1. (LIMMER, 1997; KENLEY, 2003).

$$VarPrazo = PrazoPrevisto - PrazoReal \quad (\text{Eq. 1})$$

O índice de desempenho dos prazos é a variação percentual entre o prazo real e o prazo previsto, conforme Equação 2. (COSTA *et al.*, 2005).

$$DP = \frac{(PrazoReal - PrazoPrevisto)}{PrazoPrevisto} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

A curva-S de variação de custo pode ser utilizada para a extração do prazo real e prazo previsto.

#### 2.4.5 Indicador de desempenho do PCP

O indicador com a maior importância no planejamento e controle da produção (PCP) é o Percentual de Planos Concluídos (PPC). Esse indicador é calculado de acordo com a Equação 3:

$$PPC = \frac{n^{\circ}dePacotes100\%concluídos}{n^{\circ}dePacotesPlanejados} \times 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

Na visão de Ballard (1994), o PPC é a principal medida de eficácia do Planejamento e Controle da Produção (PCP) no nível operacional. O aumento do PPC é considerado como um indicador de tendência de que está se alcançando a alta eficiência do planejamento e controle da produção e que o avanço físico da obra está adequado ao avanço esperado.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida no trabalho teve o intuito de analisar por meio de um estudo de caso, as decisões implementadas no decorrer da obra no nível tático gerencial (*Lookahead Planning*) e operacional (*Last Planner System*), monitorando a evolução da obra dentro do desempenho desejado e acompanhando a forma de controle e implementação das ações planejadas.

O processo de planejamento da pesquisa iniciou-se com a realização do levantamento das bibliografias sobre o assunto. Após a apresentação do tema da pesquisa, apresentou-se o empreendimento. Para a realização desse estudo de caso analisou-se um empreendimento residencial situado no estado do Paraná e na cidade de Araucária - PR.

#### 3.1 Classificação da pesquisa

O estudo de caso visou o planejamento, monitoramento e o controle da obra, baseado na construção enxuta, mais precisamente no *Last Planner System*, aplicado em uma obra da construção civil sob a ótica do *Lean Construction*.

O trabalho pode ser classificado como quantitativo, pois utilizou dados referentes ao desempenho do empreendimento e da análise do percentual de planos cumpridos no planejamento operacional e qualitativo, pois baseou-se também nas observações dos envolvidos durante o processo da execução da obra.

##### 3.1.1 Características da obra

Trata-se da execução de um empreendimento residencial, com uma área total de terreno de 8225,00m<sup>2</sup> e área total construída de 4097,52m<sup>2</sup>. O empreendimento foi composto por duas torres de quatro pavimentos e cada pavimento possui oito apartamentos, totalizando 64 unidades.

O sistema construtivo adotado foi concreto armado e o sistema vertical de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos, laje composta de vigotas e tabelas de poliestireno e coberto por telha de fibrocimento. Padrão construtivo normal, onde se tem o domínio das técnicas de execução.

Na torre B foi projetado um ático como área de uso comum. Além das áreas internas, foram executados piscina, playground, horta compartilhada, guarita e estacionamento externo.



Na Figura 15, observa-se uma foto com as delimitações da obra antes da execução do empreendimento.

**Figura 15 - Mapa de localização da obra (antes da execução)**



**Fonte: Google Earth (2022)**

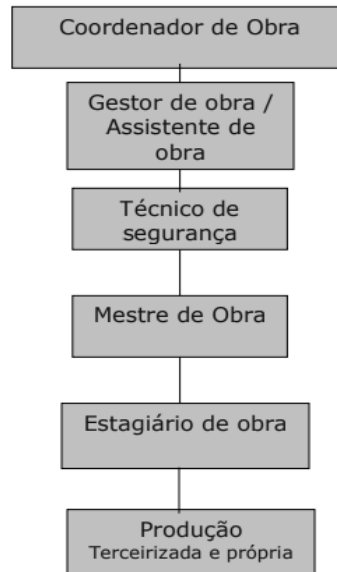
### 3.1.2 Equipe de obra

Para iniciar a descrição do processo é fundamental saber quais eram os integrantes da equipe, além do efetivo principal.

A equipe de obra foi composta por um coordenador de obra responsável por um grupo de obras. O gestor de obra respondia diretamente ao coordenador e montou sua equipe, composta por mestre, estagiário de qualidade e estagiário administrativo. O técnico de segurança fez parte da equipe mas não atuou somente em uma obra.

A empresa possuía equipe de mão de obra própria de estrutura, alvenaria e emboço, esses colaboradores eram registrados diretamente pela empresa. O restante da mão de obra foi fornecida por empresas terceirizadas através da realização de contratos de prestação de serviço.

Na Figura 16, observa-se a estrutura organizacional simplificada de gestão da obra.

**Figura 16 - Estrutura organizacional da obra**

Fonte: Autoria Própria, 2022

### 3.2 Período de coleta de dados.

As reuniões de planejamento de médio prazo aconteceram semanalmente e o horizonte de análise dessas reuniões era de doze semanas a contar do dia da reunião.

No planejamento de médio prazo, a cada nova semana foi revisado a semana que se passou e adicionado a próxima semana no período de análise. Também, foram realizados os planejamentos de curto prazo (semanal), juntamente com o monitoramento e controle da produção.

Os indicadores de desempenho do empreendimento foram gerados mensalmente por acompanhamento dos custos previstos e executados, prazos do empreendimento e avanço físico da obra.

O período avaliado foi de 12 meses a contar de 15 de Janeiro de 2020, sendo as reuniões conduzidas todas as sextas-feiras pelo autor do trabalho e com as participações da equipe de obra e equipes operacionais.

### 3.3 Procedimento de coleta e interpretação dos dados

A coleta de dados foi feita no escritório e no canteiro de obras, através dos projetos, dos cronogramas, do acompanhamento de execução das atividades da obra, entre outras ações.

Primeiramente, para a elaboração do planejamento, obtiveram-se informações contidas nos projetos e no memorial descritivo.

Com o planejamento em mãos, durante os meses de acompanhamento da obra realizaram-se reuniões de curto prazo com a periodicidade semanal. Essas reuniões foram realizadas com a participação da equipe de obra e de um representante de cada equipe operacional.

O intuito principal dessas reuniões foi a definição do plano de curto prazo. O produto final desse planejamento era uma lista de tarefas a serem realizadas no horizonte de curto prazo, para os quais existia um comprometimento por parte dos representantes das equipes operacionais.

Outra função importante dessas reuniões foi a determinação das causas de não realização dos pacotes de trabalho, através do rastreamento da causa raiz. Esses dados foram utilizados, para o estabelecimento de contramedidas para o controle das atividades em execução e para a melhoria contínua do processo.

A interpretação de dados buscou avaliar o impacto no desenvolvimento do empreendimento submetido à implantação do processo de planejamento e controle da produção utilizando a ferramenta *Last Planner System* e através do PPC semanal e dos indicadores de desempenho do empreendimento, bem como observar e registrar percepções sobre o processo no decorrer do período avaliado.

Apresentaram-se os indicadores de desempenho do empreendimento, calculou-se a média mensal do percentual de planos cumpridos para observações sobre as tendências e correlações dos dados com as situações vivenciadas no canteiro de obra.

### **3.4 Aplicação de questionário avaliativo**

A aplicação de uma entrevista/questionário foi realizada como última etapa do trabalho, com o intuito de verificar a opinião dos colaboradores e demais envolvidos no processo de planejamento sobre as rotinas desenvolvidas na obra.

O primeiro passo do questionário, verificou a percepção da satisfação com o planejamento e controle da produção realizados durante o período da obra. Em seguida, o questionário teve o intuito de levantar os três principais benefícios percebidos por cada colaborador, dentre os citados a seguir:

- Otimização do trabalho com outras empresas

- Qualidade de trabalho dos funcionários
- Aumento da margem de lucro
- Aumento da segurança
- Aumento da produtividade
- Redução da mão de obra parada
- Redução do desperdício
- Melhora na comunicação

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Esse capítulo apresenta os resultados da análise dos dados coletados, bem como, a análise das hipóteses estabelecidas. Por fim, é avaliado o impacto dos indicadores do processo de planejamento e sua correlação com os indicadores de desempenho do empreendimento.

Na Tabela 1, estão apresentados as estatísticas descritivas das variáveis citadas. Para cada dado avaliado existe ao menos um dado coletado por mês. Para os indicadores para os quais não havia dados disponíveis caracterizou-se como dado faltante.

**Tabela 1 - Estatística descritiva das principais variáveis**

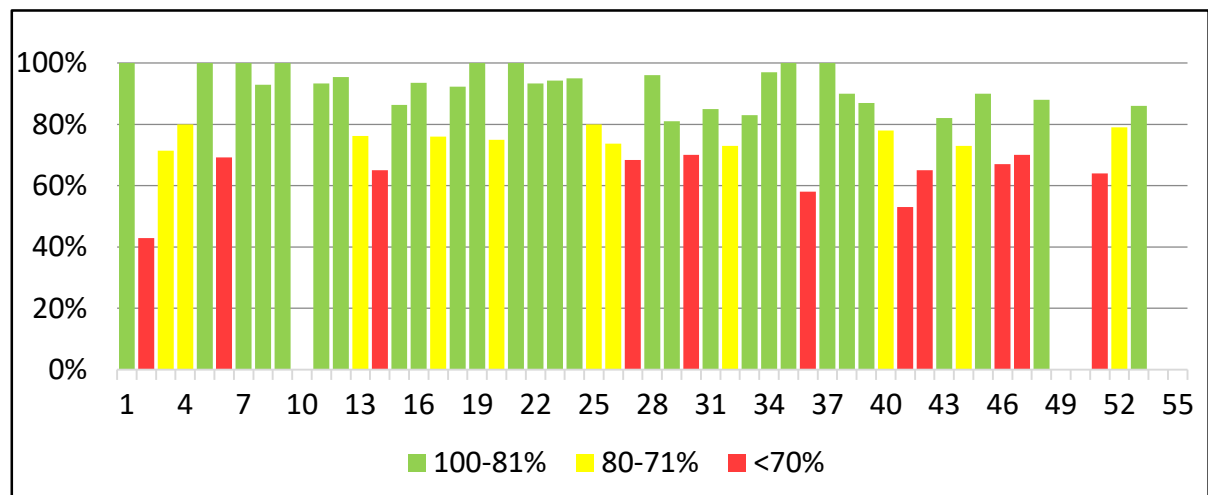
	Percentual de Planos Concluídos	Desvio de Prazo	Índice de Boas Práticas do PCP
Dados Válidos	51	13	11
Dados faltantes	4	0	2
Média	83%	-3,27	7,11
Desvio Padrão	0,13	5,08	1,23
Mediana	85%	6,8	6,8

Fonte: Aatoria própria (2022)

### 4.1 Percentual de Planos Concluídos (PPC)

A amostra desse indicador é composta por cinquenta e quatro semanas pertencentes ao cronograma de obra desde a fundação até a finalização dos apartamentos.

**Figura 17 - Gráfico do percentual de planos concluídos**



Fonte: Aatoria própria (2022)

A distribuição de frequência da variável PPC está apresentada na Figura 17. Observa-se que chegando ao final da obra, encontram-se os percentuais mais baixos de planos cumpridos. A construtora optou, por subdividir os custos fixos em duas obras e alocou o gestor para início de outra obra, esse aumento da demanda desencadeou um controle e monitoramento menor e conseqüentemente a queda dos valores de PPC.

Em seguida se calculou o PPC médio da obra e os outros dados estatísticos, sendo a média dos valores igual a 83% e o desvio padrão igual a 13%.

Os valores de dados de Bortolazza (2006) e Moura (2008) são apresentados para fins de comparação. Na Tabela 2, estão representados esses valores.

<b>Tabela 2 - Estatísticas descritivas do PPC</b>		
<b>Incorporações Residenciais ou Comerciais</b>		
<b>Estatísticas</b>	<b>BORTOLAZZA</b>	<b>MOURA</b>
Média	68,04%	81,44%
Desvio Padrão	18,67%	14,58%
Obras	36	18

**Fonte: Moura (2008)**

Analisando a tabela acima, percebe-se que a os valores obtidos na obra analisada, se aproximam com os valores obtidos pelos autores mencionados.

#### **4.2 Causas de não cumprimento das tarefas**

O primeiro procedimento das reuniões operacionais era a revisão das atividades que deveriam ter sido executadas e apontamento daquelas não foram 100% finalizadas por algum motivo. Após esse apontamento, cada atividade não cumprida era analisada para entendimento e classificação do problema principal que ocasionou o desvio durante a execução das atividades do cronograma operacional.

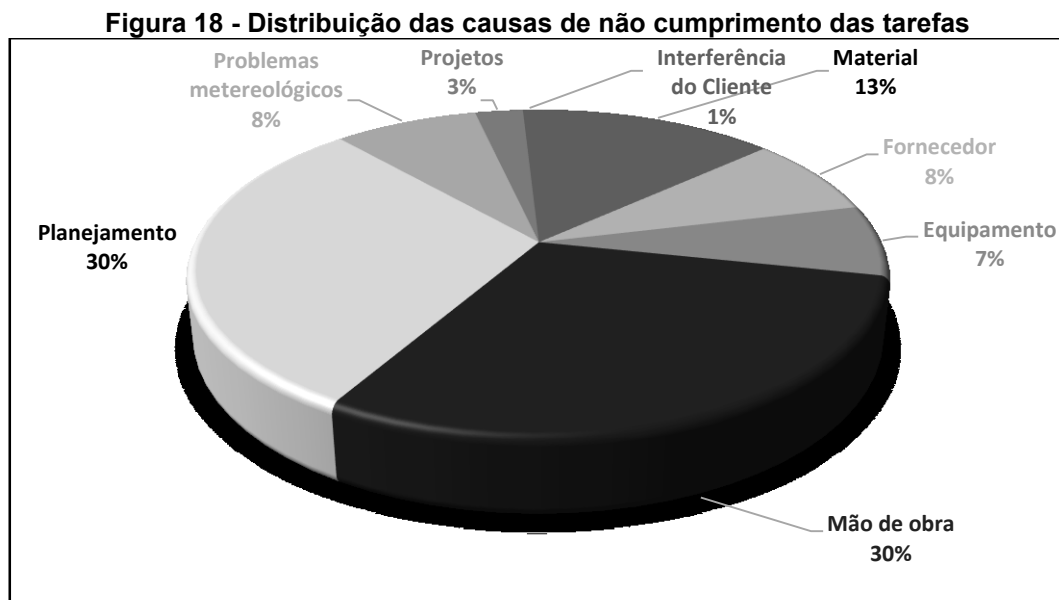
Na Tabela 3, estão apresentadas as causas de não cumprimento das tarefas, segmentações das categorias e subcategorias, bem como a quantidade de apontamento de cada uma das categorias no decorrer da obra.

**Tabela 3 - Classificação das causas de não cumprimento**

Item	Descrição do problema	Categoria	Subcategoria	Qtd. de apontamentos
1	Construtora - Problema ou falta de equipamentos	Equipamento	Interna	8
2	FORNECEDOR - Falta de material ou equipamentos (terceiros)	Fornecedor	Externa	9
3	CLIENTE - Problemas na gerência dos serviços	Interferência do Cliente	Externa	1
4	FORNECEDOR - Falta de colaboração do empreiteiro	Mão de obra	Interna	10
5	FORNECEDOR - Absenteísmo (falta de mão de obra)	Mão de obra	Interna	8
6	Construtora - Baixa produtividade da mão-de-obra	Mão de obra	Interna	13
7	Construtora - Atraso na tarefa antecedente	Mão de obra	Interna	3
8	Construtora - Critérios de qualidade	Material	Interna	4
9	Construtora - Falta de material (suprimentos/engenharia)	Material	Interna	11
10	Construtora - Superestimação da mão-de-obra	Planejamento	Interna	18
11	Construtora / CLIENTE - Alteração de programação	Planejamento	Interna	12
12	Construtora - Erro de programação	Planejamento	Interna	4
13	Construtora - Problemas na gerência dos serviços	Planejamento	Interna	0
14	Construtora / CLIENTE - Mau tempo	Problemas metereológicos	Externa	9
15	CLIENTE - Projetos	Projetos	Externa	3

Fonte: Autoria própria (2022)

Na Figura 18, está representada a porcentagem de ocorrências dos oito grupos de causas de não cumprimento das tarefas em categorias.



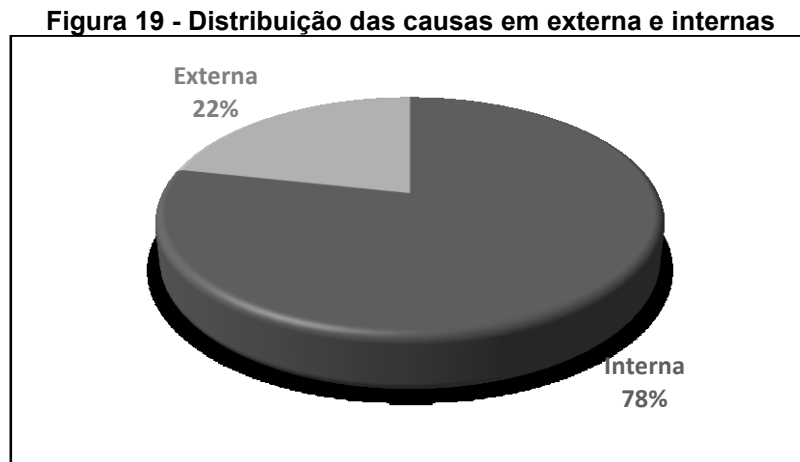
Fonte: Autoria própria (2022)

Constata-se a predominância de problemas relacionadas a mão de obra e do próprio processo do planejamento em si, executado pela equipe de obra. Como foi um processo de implementação da metodologia pode-se afirmar que os erros de planejamento terão a tendência de diminuição em obras posteriores.

Observa-se na Figura 18, que as duas maiores causas de não cumprimento da obra foram similarmemente categorizadas como as principais causas pelos autores na Figura 13, e a terceira maior causa de não cumprimento da obra foi relacionada aos materiais, já na pesquisa os autores apontam os problemas meteorológicos como sendo a terceira causa observada nas obras avaliadas.

A obra foi executada em plena pandemia do Covid-19. Com isso algumas entregas de material que já estavam planejadas, atrasaram.

Na Figura 19, segmentou-se as causas em internas e externas constatando um valor consideravelmente maior das causas internas em relação as externas.



Fonte: Autoria própria (2022)

Esse elevada parcela de causas internas demonstra um potencial elevado de melhoria no processo por parte da equipe envolvida no planejamento e controle da produção. Nessa obra em questão, implementou-se o *Last Planner* como ferramenta de planejamento e controle da produção. Com o desenvolvimento da implantação da metodologia espera-se que as causas internas diminuam e seja aumentada a parcela de problemas oriundos de natureza externa.

#### 4.3 Desvio de prazo

Para os resultados de desvio de prazo, analisou-se a linha base que corresponde ao planejamento inicial e sua diferença com o avanço de obra realizado.

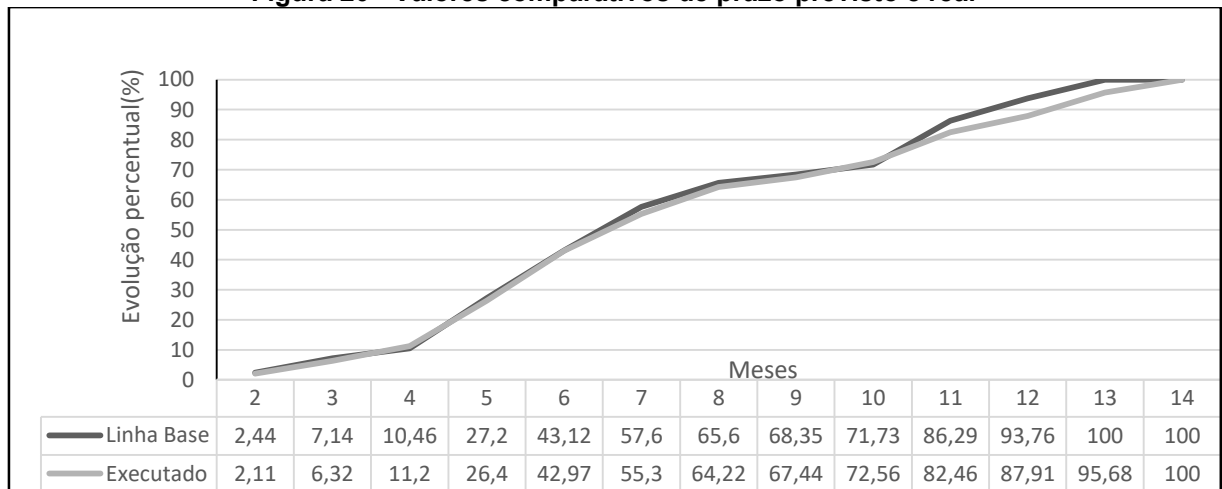
Essa diferença percentual entre o prazo real e o prazo previsto gera um indicador de desempenho de prazo.



Quando esse indicador assume um valor negativo, a obra está atrasada em relação a linha base e quando assume um valor positivo, há um adiantamento do cronograma geral da obra.

Na Figura 20, estão ilustrados os desvios de prazos acumulados. A linha base, correspondente ao primeiro planejamento executado antes do início da obra. O executado, corresponde ao prazo real da obra.

**Figura 20 - Valores comparativos de prazo previsto e real**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Na parte inferior da Figura 20, encontram-se os dados referentes ao percentual do planejamento acumulado.

Constatou-se que as rotinas de planejamento de curto operacional tiveram o maior número de dados faltantes no final da obra e uma queda geral no PPC, isso pode refletir-se no prazo final com pequenos atrasos.

Quando se iniciou o período final de obra, o gestor foi alocado para iniciar em concomitância outro empreendimento, o que desencadeou problemas gerenciais na rotina de obra.

A relação é inconclusiva que a falta de realização do planejamento formal ocasionou o atraso de obra, porém ficou evidenciado a necessidade de coleta de dados para melhor entendimento dessa fase final de obra.

#### **4.4 Índice de Boas Práticas do PCP**

Utilizou-se as auditorias internas como um indicador do nível de maturidade de um modelo de planejamento em relação ao *Last Planner System*.

Ao realizar a análise do índice de boas práticas do planejamento e controle da produção, verificou-se que algumas rotinas ainda não foram absorvidas pela equipe de obra.

Esse questionário é um instrumento fundamental de coleta de dados pela equipe de planejamento para a identificação de desvios nos procedimentos estabelecidos pela empresa.

O indicador obtém-se da aplicação de um questionário padronizado e atribuição de notas aos itens avaliados aplicando critérios de redução ponderados pela gravidade da ausência da rotina especificada no check-list.

A verificação tinha periodicidade mensal e auditava as últimas quatro semanas das rotinas de planejamento aplicadas na obra. No Quadro 5, estão sintetizados os itens observados durante as auditorias internas.

Dessa forma as obras avaliadas foram comparadas sobre os mesmos aspectos, sendo um indicador de implementação das rotinas e processos estabelecidos pela empresa.

**Quadro 5- Check-list para avaliação das rotinas de planejamento**

Apontamento	Marcar X ou O				Total Inconform
	Semana				
	1	2	3	4	
<b>CURTO PRAZO</b>					
O gráfico com o PPC está atualizado?					
Atividades listadas do plano semanal estão claras na planilha e gestão visual? (com local da atividade, empreiteiro e etc).					
As atividades listadas na planilha do plano semanal estão claras e podem ser mensuradas objetivamente? (Por apartamento, por trecho e não por %, a menos que seja executada por completo)					
A planilha do plano semanal contempla atividades a serem realizadas como: movimentações para logística do canteiro, segurança do trabalho, testes da qualidade em serviços e limpeza?					
O plano semanal está sendo enviado/entregue para os empreiteiros/encarregados?					
O plano semanal está de fácil acesso/visual na obra para os empreiteiros/encarregados?					
Na parede, a tabela de razões para não cumprimento está atualizada?					
As reuniões de curto prazo estão sendo realizadas no dia estipulado?					
A planilha de curto prazo está sendo atualizada no prazo previsto? (No máximo um dia após a reunião)					
A aba de Contramedidas na planilha de curto prazo está atualizada? (Inclusive com Plano de Ações em caso de tendência?)					
A planilha de curto prazo está sendo atualizada corretamente com a análise das causas (checando a causa raiz - "problemas")?					
A medição semanal está sendo realizada no prevision?					
A tabela de saldos está sendo atualizada semanalmente?					
<b>MÉDIO PRAZO</b>					
As reuniões de médio prazo estão sendo realizadas no dia estipulado?					
Durante as reuniões de médio prazo estão sendo levantadas restrições de qualidade, segurança, logística, projetos e etc?					
A planilha de médio prazo está sendo atualizada no prazo previsto? (No máximo um dia após a reunião)					
A descrição das restrições está seguindo o formato desejado? (Iniciar com um verbo que demonstre a ação a ser feita).					
As datas das atividades abertas no médio prazo estão na gestão visual?					
As restrições estão vinculadas a uma atividade?					
As restrições possuem um responsável e data para eliminá-la?					

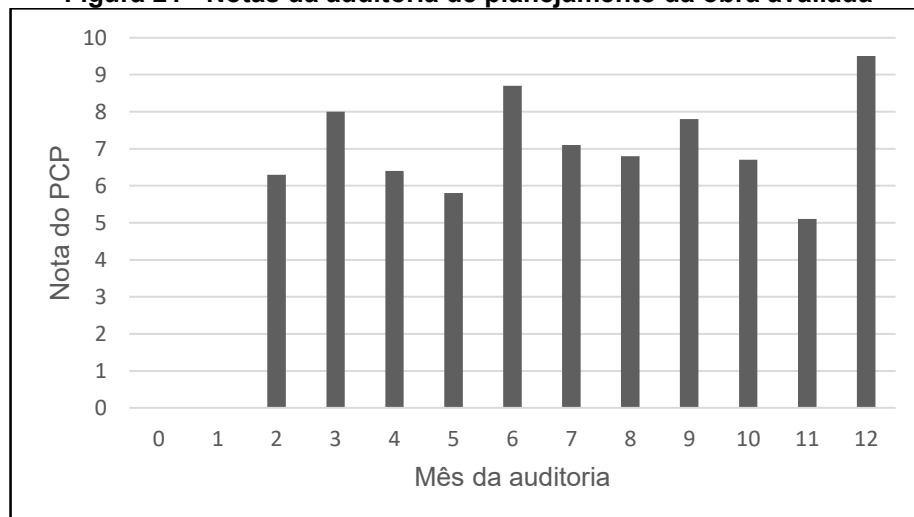
GESTÃO VISUAL		
As linhas de balanço estão atualizadas (Marcação do que está concluído e modificações indicadas)?		
Existe a tabela do Lead Times - Compras (A4)?		
Existe a tabela de Diretrizes e lead - Deptos (A4)?		
Existe a Lista Restrições (Documentação) - QUALIDADE (A4)?		
Existe Planilha causas raíz (Razões para não cumprimento) (A3)?		
Existe os pacotes de serviços visuais (tipo e/ou fora do tipo)?		
Existe o planejamento de fachadas?		
Existe cronograma de longo prazo?		
Existe o médio prazo?		
Existe o planejamento de curto prazo?		
Existe o gráfico de PPC?		
Existe a tabela de saldos de atividades?		
Existe layout de canteiro?		
LAYOUT E LOGÍSTICA DE CANTEIRO		
O canteiro de obras está organizado de acordo com a planta do Layout?		
TERMINALIDADE		
Serviço pago além do realizado em obra? (Ex: Pago 100%, mas ainda faltam fazer arremates - medição com avanço físico da atividade)		
Serviço pago a menos do realizado em obra?		
Os serviços/pacotes em obra estão de maneira proporcional ao cronograma do Prevision? (Ex: atividade no Prevision dada como concluída, mas ainda faltam arremate - Prevision com avanço físico em obra).		

Fonte: Acervo pessoal (2022)

As notas da auditoria de planejamento começaram a ser computadas no terceiro mês de obra.

Na Figura 21, houve uma grande variação nos valores apontados. O menor valor é relativo ao mês onze e o maior valor relativo ao mês doze.

Figura 21 - Notas da auditoria de planejamento da obra avaliada



Fonte: Autoria própria (2022)

Como tratava-se de uma implantação da ferramenta *Last Planner* e outras rotinas relacionadas ao *Lean Construction*, a variação dos valores é referente a falta de mão de obra para cumprimento dos processos estabelecidos, a não aceitação ou não entendimento de determinadas rotinas.

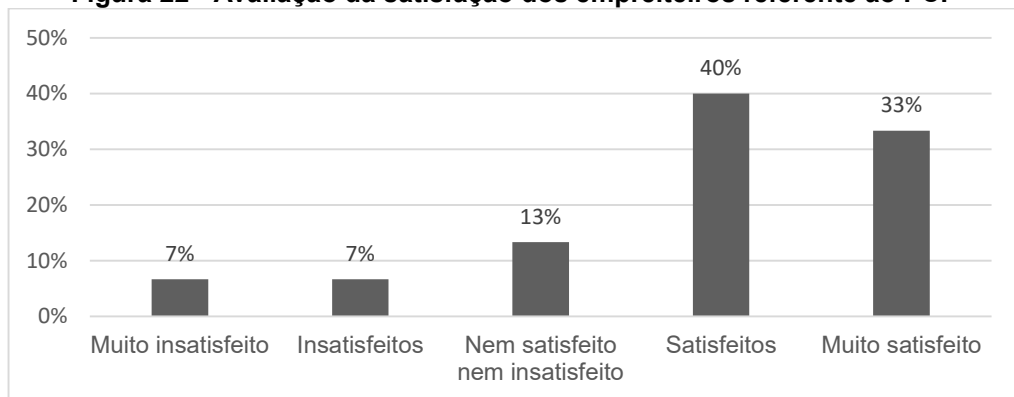
#### 4.5 Análise do engajamento e satisfação dos colaboradores

De forma complementar, apresentou-se como resultado secundário, uma pesquisa realizada com os funcionários da obra avaliada revelando dados sobre o satisfação e aceitação das rotinas do LPS no gerenciamento de obra.

Primeiramente, o intuito da entrevista/pesquisa foi quantificar o grau de satisfação com as rotinas de obra. Ao todo participaram da pesquisa quinze empresas do total de vinte e oito que contribuíram no processo de execução do empreendimento.

Na Figura 22, estão ilustradas as respostas de 15 empreiteiros do total de 28 que participaram da execução da obra. Mais da metade das avaliações apresentaram resultados positivos referentes a satisfação, 13% dos empreiteiros apresentaram-se indiferente quanto as rotinas e 14% tiveram impressões negativas relacionadas ao planejamento.

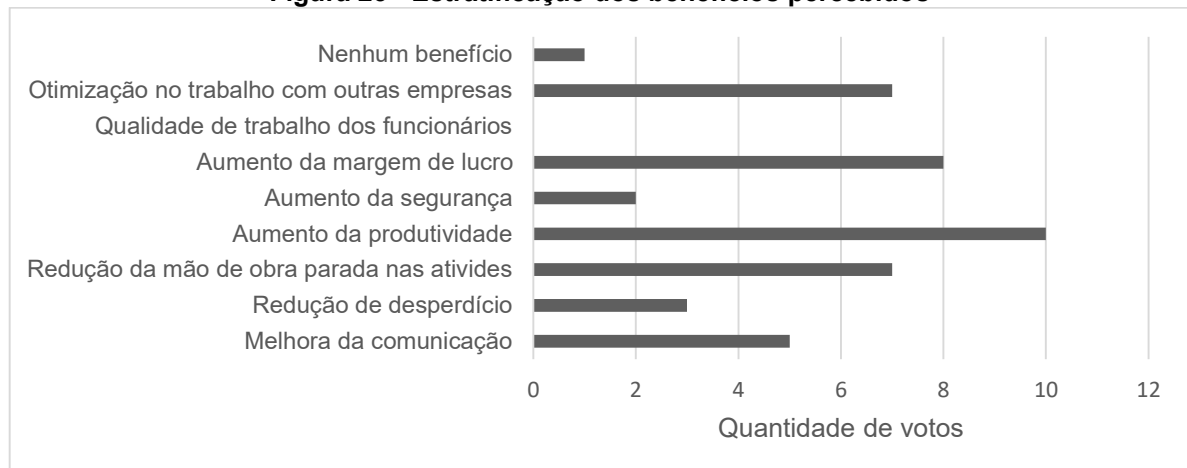
**Figura 22 - Avaliação da satisfação dos empreiteiros referente ao PCP**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Ao estratificar o resultados das impressões, os colaboradores participantes da pesquisa, indicaram quais os principais ganhos com a participação ativa da rotina do planejamento de obra.

Na Figura 23, estão categorizadas os três benefícios principais elencados por cada empreiteiro

**Figura 23 - Estratificação dos benefícios percebidos**

Fonte: Autoria própria (2022)

O maior benefício percebido o aumento de produtividade, seguido do aumento da margem de lucro. Em terceiro lugar com as mesmas quantidades de indicação estão a otimização no trabalho com outras empresas e redução de mão de obra parada.

#### 4.6 Melhorias potencializadoras do processo de planejamento

Anteriormente, na mesma empresa, o planejamento era realizado por um engenheiro específico para esse propósito o que acabava não gerando engajamento nos cumprimentos dos prazos previstos e diversas mudanças e replanejamentos.

O Planejamento colaborativo trouxe diversas adaptações ao planejamento base. A contribuição e participação de empreiteiros parceiros de outras obras fez com que dúvidas executivas pudessem ser esclarecidas no momento do planejamento de longo prazo. A participação desses envolvidos foi determinante para composição dos pacotes de trabalho mais precisos com a realidade da execução em obra.

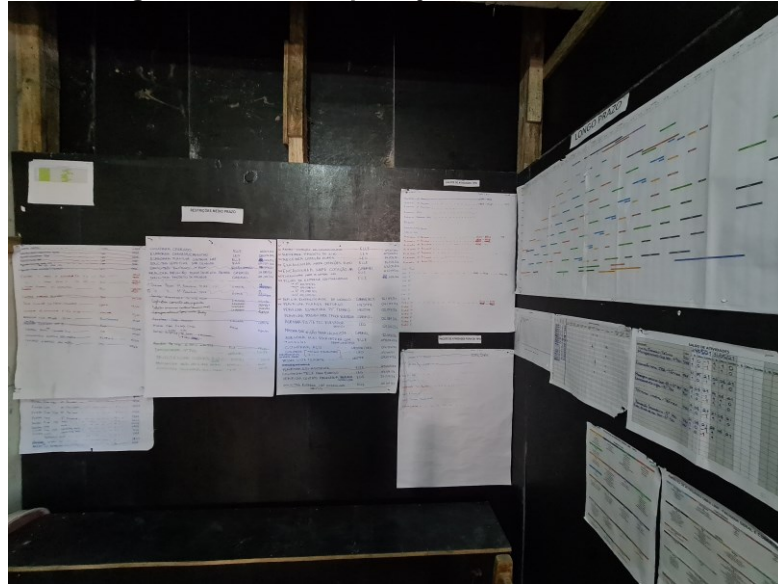
Com a implementação do planejamento colaborativo, as metas vindo da alta gerencia eram desdobradas juntamente com quem executaria a obra, o que ocasionava um claro entendimento.

A implementação do uso da linha de balanço, deixavam claras as janelas de oportunidades de redução/recuperação do prazo. Com isso, o gestor de obra conseguia destinar mais energia para que as reduções de prazo fossem cumpridas.

O uso de folga entre os pacotes das atividades planejadas resultou com que as atividades com histórico de atrasos durante a execução tivessem tempo hábil para resolução dos eventuais problemas, sem prejuízo efetivo no cronograma final de obra.

Na Figura 24, o planejamento de longo prazo estava fixado na parede da direita e o planejamento de curto e médio prazo na parede ao fundo.

**Figura 24 - Sala de planejamento colaborativo**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Para as atividades consideradas críticas, aplicou-se um gerenciamento mais refinado através da utilização do planejamento de fases. No qual, explicitou-se na gestão visual, o dia a dia das atividades durante quatro semanas, bem como fluxos físicos em obra e recebimentos de materiais agendados.

Na Figura 25, o planejamento de fases está disposto em quadros móveis que correspondem as quatro semanas do horizonte de observação.

**Figura 25 - Planejamento de fases (4 semanas)**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Durante as reuniões, as atividades das semanas seguintes eram revisadas e o primeiro quadro que correspondia a semana que havia se passado, era movido para a última posição representando a nova semana do horizonte de planejamento.

Essa forma de gestão visual era aplicada quando tinham muitas atividades correlacionadas, envolvendo diversos empreiteiros, com uma pequena folga entre elas ou sem folga no cronograma.

Constatou-se que esse planejamento de fases permitia que a equipe de obra fosse a campo para observar com mais detalhes as diferenças do planejamento esperado e executado. Dessa forma ficava visível as interrupções nos fluxos das atividades e eram tomadas ações para os problemas identificados e negociações de forma a não interromper o fluxo produtivo.

O maior benefício observado, foi o engajamento dos funcionários e participação para que as promessas realizadas no planejamento de curto prazo entre os empreiteiros fossem cumpridas.

A contratação de mão de obra em pacotes executados por empreiteiros multicapacitados, foi outra ação tomada pela equipe de obra para as atividades que se relacionavam.

A execução de assentamento cerâmico, azulejo, instalação do bit box, impermeabilização e contrapiso de sacada eram realizados pelos mesmos empreiteiros, não havendo interferências com outras empresas. Nas etapas de alvenaria e emboço contratou-se a mesma empresa de forma que o prumo e alinhamento das paredes beneficiou o próprio empreiteiro, aumentando a produtividade no canteiro.

Um mecanismo utilizado para auxiliar na remoção das restrições de médio prazo pela equipe de obra, foi a implementação de um aplicativo com o intuito de auxiliar no monitoramento de prazos e obtenção de indicadores.

As restrições foram levantadas e categorizadas por prioridade, alocação, responsável e continham a data limite de entrega. Com isso, diminuiu o número de não cumprimento das remoções de restrições de médio prazo.

Ao receber um lembrete de agendamento conforme prioridade ou dias antecedentes, o gestor e sua equipe tinha mais um mecanismo para auxílio no cumprimento dos prazos para as atividades de responsabilidade da equipe de obra.

Algumas semanas, a equipe de obra tinha em torno de 100-150 restrições e esse mecanismo se demonstrou bastante eficaz para gestão dessas restrições. A

utilização desse sistema de informação foi uma espécie de *Poka-yoke* para gestão de restrições.

O monitoramento e controle de curto prazo era realizado diariamente pela equipe de obra no início do dia (*check-in*), passando no “*gemba*” com o planejamento de curto prazo em mãos para observar o que realmente estava sendo cumprido.

A realização de ajustes e negociações com os empreiteiros era realizada pelo mestre de obra de forma que o caminho crítico das atividades fosse respeitado e a produção não fosse interrompida para nenhuma das equipes atuantes.



## 5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o potencial de contribuição do conceito/ferramenta *Last Planner* no planejamento, monitoramento e controle da produção aplicado a uma obra residencial.

A utilização do sistema *Last Planner* evidenciou um potencial de contribuição muito elevado para eficiência do planejamento, monitoramento e controle da produção.

A análise sistemática das restrições, mostrou se bastante consistente para que as atividades iniciadas não fossem interrompidas por falta de recursos. Bem como, a identificação dos problemas constatados nas reuniões de planejamento operacional auxiliaram para que a equipe de obra não efetuasse o mesmo erro diversas vezes.

Foram determinados também como objetivos secundários o levantamento dos principais conceitos relacionados, a aplicação da ferramenta *Last Planner* para gestão de restrições e a verificação do satisfação e percepção dos colaboradores aos métodos empregados.

A pesquisa realizada, revelou que ao menos 33% das empresas participantes apresentaram-se muito satisfeitas com as rotinas de planejamento, seguidos de 40% satisfeitos e os 27% restante se demonstraram neutros ou com algum grau de insatisfação.

A pesquisa foi realizada somente após o termino das atividades, representando uma análise pontual da percepção dos colaboradores. Recomenda-se a coleta de dados com maior periodicidade para uma avaliação mais precisa da percepção dos empreiteiros sobre o processo de planejamento no decorrer da obra.

Dentre os benefícios levantados os mais apontados foram respectivamente o aumento da produtividade no canteiro de obras, aumento da margem de lucro, otimização do trabalho com outras empresas juntamente com a redução de mão de obra parada.

Muitas empresas ao iniciarem a aplicação da metodologia, aplicam ferramentas de forma isolada, sem que de fato transformem todo o processo em um fluxo mais enxuto. Porém é necessário o entendimento dos conceitos para a correta utilização das ferramentas do *LPS* e obtenção de resultados concretos.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, T. G.; ROMAN, H. R.; HEINECK, L. F. M. **Introdução aos conceitos Lean – Visão geral do assunto**. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2009.

ATKINSON, A. A. Berliner and Brimson, Editors, " Cost Management for Today's Advanced Manufacturing"(Book Review). *The Accounting Review*, v. 64, n. 3, p. 562, 1989.

DE ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ASSUMPÇÃO, J. F. P.ROCHA LIMA JUNIOR, João da. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. 1996.Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996

BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control**. 192f.Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Brimingham, 2000.

BALLARD, G. **The Last Planner**. In Spring conference of the Northern California Construction Institute, 1994, Monterey, CA, LCI, 1994.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Implementing Lean Construction: Improving Downstream Performance**. In: ALÁRCON, L. (Ed.). *Lean Construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997a. p.111-125.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Implementing Lean Construction: Stabilizing work flow**. In: ALÁRCON, L. (Ed.). *Lean Construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997b. p.101-110.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding production: an essential step in production control**. *Journal of Construction Engineering in Management*, v. 124, n. 1, p.18-24, 1998.

BERNARDES, M. M. e S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003. 190p.

BERNARDES, M. M. e S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. 310f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

BIRREL, G. S. Construction planning - beyond the critical path. **Journal of the Construction Division**, New York, v.106, n.3, p.389-407, set. 1980.

BRANDLI, L. L. HEINECK, L. F. M. **As abordagens dos modelos de preferência declarada e revelada no processo de escolha habitacional.** Ambiente construído, v. 5, n. 2, p. 61-75, 2005.

CÂMARA BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Informativo Econômico.** Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CONTE, A. S. I. **Planejando a obra em ambientes enxutos – tendência e diretrizes.** In: IV Seminário Internacional sobre “Lean Construction”. Anais... São Paulo: Lean Construction Institute – Brasil, 1999.

CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. **Workplan: Constraint-based database for work package scheduling.** Journal of construction engineering and management, May/June, p. 151-160, 1999.

FORMOSO, C. T. **A knowledge Based Framework for Planning House Building Projects.** Salford: University of Salford – Department of Quantity and Building Surveying, 1991. Tese Doutorado.

FORMOSO, C.T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1999.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e exemplos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2000.

FORMOSO, C. T. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 50 p. 82

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE. **Google Earth website.** <http://earth.google.com/>, 2022.

GUERRA, A. G. **Aplicação do índice de boas práticas do planejamento e controle da produção a avaliação da eficácia do sistema Last Planner: Um estudo de caso em empresa construtora de Porto Alegre,** TCC Graduação Engenharia Civil, Santa Maria, 2013.

HEINECK, L. **Efeito aprendizagem, efeito continuidade e efeito concentração no aumento da produtividade na alvenaria.** In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 1991. Florianópolis: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Anais... 30-31 out. 1991.

HOWELL, G. A.; BALLARD, G. **Managing uncertainty in the piping function.** Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin, 1996.

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

JESUS, A. R. **Programa 5S.** Comitê de Qualidade dos Correios, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p.1-2, dez. 2003.

KOSKELA, L. **Application of New Production Philosophy to Construction.** CIFE Technical Report n. 72, Center for Integrated Facility Engineering, Department of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

JUNQUEIRA, L. E. L. *et al.* **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®.** 2006. 146f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

LAUFER, A.; TUCKER, R., L. **Is Construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process.** Construction management and economics, n. 5, p. 243-266, 1987.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. **Competence and timing dilemma in construction planning.** Construction Management and Economics, London, n. 6, p. 339-355, 1988.

LAUFER, A.; HOWELL, G. **Construction Planning: Revising the Paradigm.** Project Management Journal, London, v. 24, n. 3, p. 23-33, sep., 1993.

LAUFER, A. **Simultaneous Management.** United States: AMACOM, 1997.

MADERS, B. **Técnica de programação e controle da construção repetitiva – Linha de Balanço – Estudo de caso de um conjunto habitacional.** 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MCGEE, D. **Lean and Six Sigma: A Holistic Approach to Process Improvement.** In.: ASQ- AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY CONGRESS, PROCEEDINGS... Denver, USA, nov. 2005.

MENDES JÚNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MOURA, C. B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil**. 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)– Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

NAVARRO, G. P. **Proposta de Sistema de Indicadores de Desempenho para a Gestão da produção em Empreendimentos de Edificações Residenciais**. Porto Alegre, 2005. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 12 ed. São Paulo: Atlas, 1998. 294 p. il.

PEREIRA, V. R. **Sistema Produto-Serviço–PSS: um estudo do relacionamento entre os fatores motivadores e a estruturação das empresas na integração produto-serviço**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2013.

PEREIRA, L. L. DE AZEVEDO, Bruno Freitas. **O Impacto da Pandemia na Construção Civil**. Boletim do Gerenciamento, v. 20, n. 20, p. 71-80, 2020.

SANTOS, A., POWELL, J. **Potencial of poka-yoke devices to reduce variability in construction**. Berkeley, University of California, p.51-62, 1999.

SHINGO, S. **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System**. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, 1996.

SLACK, N. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

STANKE, A. **A framework for achieving lifecycle value in aerospace product development**. Tese de Mestrado. Massachusetts Institute of Technology: Cambridge, 2001.

VIDOR, G.; SAURIN, T. A. **Método para a avaliação de sistemas de gestão de pokayokes: estudo de caso em um sistema de manufatura**. Revista Gestão Industrial, v.6, n.2, 2010.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva**. ENTAC, 2010.

WOMACK, J. D.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. 2a.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ZUO, J.; ZILLANTE, G. **Project culture within construction projects: a literature review**. In: 13<sup>o</sup> CONFERENCE OF THE INTERNATIONALGROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 13. July 2005, Sydney, Australia. Proceeding... Sydney: IGLC 2005.