

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do**  
**Ambiente Construído**

**Jessica Carvalho Vianna Có**

**ESTUDO DOS CONCEITOS ENXUTOS E SUA**  
**APLICABILIDADE NOS FLUXOS DA CONSTRUÇÃO**

**Belo Horizonte,**  
**Janeiro, 2016**

**JESSICA CARVALHO VIANNA CÓ**

# **ESTUDO DOS CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA E SUA APLICABILIDADE NOS FLUXOS DA CONSTRUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador: Roberto Rafael Guidugli Filho**

**Belo Horizonte**

**Janeiro, 2016**

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar dos conceitos da Construção Enxuta, e sugerir ações que possam ser implantadas nos ciclos inerentes ao ciclo de vida de um empreendimento. Para tal, os principais fluxos de um empreendimento foram divididos em três partes: o fluxo de negócio, o fluxo de projeto e o fluxo de construção. Em seguida, atividades consideradas enxutas foram relacionadas com cada um dos onze princípios, identificadas e organizadas em check-lists, com o intuito de ser uma ferramenta a ser utilizada na prática. Busca-se através desse trabalho incentivar a cultura da mudança, tanto organizacional quanto operacional, já que grande parte das organizações vê as mudanças como um assunto incerto e complexo, por não enxergarem claramente como implementá-las com êxito e de forma estruturada.

**Palavras chave:** lean, Construção Enxuta, fluxo de negócio, fluxo de projeto, fluxo de construção.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Casa da Toyota: representação gráfica dos objetivos, pilares, bases e ferramentas aplicadas na Produção Enxuta. <b>Fonte:</b> Elaborado pela autora.....	11
<b>Figura 2:</b> Exemplos de Andons para as linhas. <b>Fonte:</b> (KAMADA, 2008).....	13
<b>Figura 3:</b> Tipos de dispositivos Poka-Yoke. <b>Fonte:</b> Elaborada pela autora .....	14
<b>Figura 4:</b> Exemplos de uso cotidiano do Poka-Yoke. <b>Fonte:</b> (WERKEMA, 2006) ..	15
<b>Figura 5:</b> Exemplo de aplicação dos 5 porquês. <b>Fonte:</b> Norte Empreendimentos (2016).....	16
<b>Figura 6:</b> Os cinco sentidos do 5S. <b>Fonte:</b> Elaborado pela autora.....	17
<b>Figura 7:</b> Os sete desperdícios identificados por OHNO (1988). <b>Fonte:</b> Elaborado pela autora. ....	19
<b>Figura 8:</b> A visão convencional do processo de produção <b>Fonte:</b> (KOSKELA, 1992) .....	24
<b>Figura 9:</b> Exemplos de materiais paletizados nos canteiros de obras. <b>Fonte:</b> (MEDEIROS, 2008).....	26
<b>Figura 10:</b> Dispositivo poka-yoke instalado no elevador de materiais. <b>Fonte:</b> (SANTOS; POWELL, 1999) .....	28
<b>Figura 11:</b> Ciclo de tempo sendo comprimido pela eliminação das atividades que não agregam valor e redução da variabilidade. <b>Fonte:</b> (KOSKELA, 1992) adaptado.....	28
<b>Figura 12:</b> Alternativas de tempo de ciclo em um empreendimento fictício. <b>Fonte:</b> (ISATTO <i>et al.</i> , 2000) .....	29
<b>Figura 13:</b> Método tradicional versus vergas pré-moldadas. <b>Fonte:</b> (ISATTO <i>et al.</i> , 2000) .....	30
<b>Figura 14:</b> Tipos de sistemas <i>andon</i> . <b>Fonte:</b> (TEZEL <i>et al.</i> , 2010) .....	31
<b>Figura 15:</b> Fazendo o processo diretamente observável. <b>Fonte:</b> (TEZEL <i>et al.</i> , 2010) .....	32
<b>Figura 16:</b> Sinalização no canteiro de obras. <b>Fonte:</b> (TEZEL <i>et al.</i> , 2010) .....	32
<b>Figura 17:</b> Conectando a vida do operário com a produção. <b>Fonte:</b> (TEZEL <i>et al.</i> , 2010).....	32
<b>Figura 18:</b> Manutenção do canteiro limpo e organizado. <b>Fonte:</b> (TEZEL <i>et al.</i> , 2010) .....	33
<b>Figura 19:</b> Quadros de avaliação de subempreiteiros e fornecedores. ....	33

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Produção em massa versus Produção enxuta. Fonte: (BRANCO; ROMEIRO FILHO; ANDERY, 2003).....	10
Quadro 2: Os desperdícios, seus exemplos e ferramentas para combatê-los. Fonte: Elaborado pela autora.....	21
Quadro 3: Desperdícios na construção. Fonte: (PASQUALINI, 2005) .....	25
Quadro 4: Analogia entre os princípios enxutos da produção e da construção. ....	36
Quadro 5: Fluxo de incorporação (parte 1) Fonte: Elaborado pela autora. ....	38
Quadro 6: Fluxo de incorporação (parte 2) Fonte: Elaborado pela autora. ....	39
Quadro 7: Fluxo de incorporação (parte 3) Fonte: Elaborado pela autora. ....	40
Quadro 8: Fluxo de projeto (parte 1) Fonte: Elaborado pela autora. ....	41
Quadro 9: Fluxo de projeto (parte 2) Fonte: Elaborado pela autora. ....	42
Quadro 10: Fluxo de construção Fonte: Elaborado pela autora. ....	44

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>1. A ORIGEM DA FILOSOFIA LEAN</b> .....	9
1.1 O Sistema de Produção Toyota (SPT) .....	9
1.1.1 O objetivo do SPT .....	11
1.1.2 Os pilares do SPT .....	11
1.1.1.1 O pilar Just-in-time (JIT) .....	11
1.1.1.2 O pilar Jidoka.....	13
1.1.3 As bases do SPT .....	16
1.1.3.1 Estabilidade .....	16
1.1.3.2 Padronização.....	17
1.1.3.3 A ferramenta 5S .....	17
1.1.3.4 Total Productive Maintenance (TPM) .....	18
1.1.3.5 Kaizen.....	18
1.1.4 As pessoas para o SPT .....	18
1.2 O conceito <i>lean</i> em outras aplicações .....	21
<b>2. OS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA</b> .....	23
2.1 Que tipo de produção é a construção .....	23
2.2 Adaptação para a construção proposta por Koskela (1992) .....	24
2.2.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;.....	24
2.2.2 Aumentar do valor do produto através da consideração sistemática das necessidades dos clientes;.....	26
2.2.3 Reduzir a variabilidade; .....	27
2.2.4 Reduzir o tempo de ciclo de produção; .....	28
2.2.5 Simplificar através minimização do número de passos e partes .....	29
2.2.6 Aumento da flexibilidade de saída .....	30
2.2.7 Aumento da transparência;.....	30
2.2.8 Foco no controle no processo global;.....	33
2.2.9 Estabelecimento de melhoria continua ao processo; .....	34
2.2.10 Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações;.....	34
2.2.11 Benchmarking;.....	35

2.3	Analogia entre os princípios da Produção Enxuta de Womack e Jones (1996) e os princípios propostos por Koskela (1992).....	35
<b>3.</b>	<b>A IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN NO CICLO DE VIDA DE UM PROJETO .....</b>	<b>37</b>
3.1.	Introdução .....	37
3.2.	O fluxo de incorporação .....	38
3.3.	O fluxo de projeto .....	41
	.....	41
3.4.	O fluxo de construção .....	44
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>

## INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura político-financeira em que o Brasil se encontra, a indústria da construção civil está sob pressão para reparar as suas más práticas, tais como: a baixa produtividade, os altos níveis de desperdício, a desorganização e a ineficiência. Agora, a sobrevivência nesse setor depende da capacidade de inovar e implementar melhorias continuamente, utilizando de processos mais eficientes e eficazes, desde o canteiro de obras até a administração central. Neste contexto, ser eficaz significa construir o que foi projetado, sem margem para o retrabalho e o imprevisto em obras.

Santos (2003) afirma que quando o mercado estava aquecido, as ineficiências acarretavam em custos elevados, que eram repassados ao cliente e, ainda assim, altos lucros eram gerados. Neste cenário, a empresa tradicional não se preocupava com indicadores não-financeiros, como os de produtividade e satisfação do cliente. Já para a empresa moderna se manter no mercado, a preocupação com a melhoria continua desses parâmetros é um fator determinante, de forma impedir a ineficiência dos processos.

Segundo Branco, Romeiro Filho e Andery (2003), com a demanda na redução de prazos e custos nos empreendimentos, novas filosofias e ferramentas gerenciais têm ganhado atenção no mercado. Uma filosofia que tem se difundido é a construção enxuta, que tem como base os princípios da produção seriada, de modo a suprimir tudo que não agrega valor em todo o ciclo de vida de uma edificação. Para isto, devem ser inseridas posturas gerenciais que propiciem essas mudanças utilizando da integração entre os envolvidos tanto no projeto quanto na materialização do mesmo.

Ao se analisar os diferentes tipos de obras no setor da construção civil, pode-se identificar a recorrência de diversas características problemáticas, tanto produtivas como gerenciais. Acredita-se que exista um crescente interesse na aplicação de conceitos e princípios da mentalidade enxuta para melhorar a gestão da produção na construção civil, justamente por esta evidenciar a eliminação de perdas, incluindo os estoques da produção. No entanto, apesar desse crescente interesse, poucas obras no Brasil implantaram, de fato, o modelo da construção enxuta. Para sua aplicação na construção, é necessária uma mudança na maneira de se enxergar e de se fazer a construção.

O presente trabalho justifica-se pela mentalidade enxuta ser uma forma ainda nova de se pensar em redução de desperdício, tanto de esforço humano quanto de



materiais. Introduz-se o conceito de construção enxuta como gerador de melhorias no setor, buscando maximizar o valor do produto e minimizar as perdas. Alinhado a aplicação dessa filosofia, também se comentará sobre a crescente importância das etapas anteriores à construção propriamente dita: um projeto com soluções bem pensadas, orientadas do ponto de vista da racionalização e construtibilidade.

Tem-se como objetivo geral apresentar dos conceitos da Construção Enxuta, e sugerir ações que possam ser implantadas nos principais ciclos de um empreendimento: o ciclo da incorporação, o ciclo de projeto e o ciclo de construção. Busca-se através desse trabalho incentivar a cultura da mudança, tanto organizacional quanto operacional, já que grande parte das organizações vê as mudanças como um assunto incerto e complexo, por não enxergarem claramente como implementá-las com êxito e de forma estruturada.

No Capítulo 1, são destacadas as características do Sistema Toyota de Produção, que foi a base para a criação da filosofia enxuta. O Capítulo 2 mostra a transição dos conceitos enxutos genéricos para a construção, através dos onze princípios propostos por Koskela (1992). Por fim, o Capítulo 3 traz *check-lists* para cada um dos fluxos citados acima, de forma a orientar quanto a ações que podem ser implementadas visando aumentar a aderência à filosofia enxuta na construção.

## 1. A ORIGEM DA FILOSOFIA LEAN

Em 1990, um estudo sobre a indústria automobilística, publicado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), criou o termo “lean”, ou enxuto em português. Os resultados dessa pesquisa foram divulgados no livro intitulado “The Machine That Changed the World” por Womack e Jones, revelando o sistema de produção criado pela Toyota. No volume subsequente “Lean Thinking”, datado de 1996, Womack e Jones expandiram os conceitos da produção enxuta para um sistema mais geral de negócios, estabelecendo cinco princípios dessa filosofia. Desde então, o termo se difundiu e o *lean* deixou de ser exclusividade da indústria automotiva para poder ser aplicado diversos setores como: na logística e distribuição, nos serviços, na saúde, na construção, na manutenção e até no governo. (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2015)

O conceito *Lean Thinking*, traduzido para o português como Mentalidade enxuta, é uma filosofia, e também, uma ferramenta estratégica de negócios que busca viabilizar, minimizando a variabilidade, valor aos clientes apesar da diminuição de custos, implantando melhorias nos fluxos de valor, por intermédio de pessoas capacitadas e entusiasmadas. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015)

### 1.1 O Sistema de Produção Toyota (SPT)

A crise do petróleo de 1973, seguida de recessão, afetou os governos, os negócios e a sociedade por todo o mundo. Em apenas um ano, a economia japonesa entrava em colapso, com nível zero de crescimento e com muitas empresas em estado de calamidade. Contudo, contradizendo o esperado, a *Toyota Motor Company* conseguia sustentar bons lucros frente aos seus concorrentes ao implantar o Sistema de Produção Toyota, atraindo os olhares do mundo. (OHNO, 1988)

No início da década de 80, o mundo ocidental se contorcia para desvendar o que a Toyota fazia de tão bom em suas fábricas para, mesmo fora do mercado japonês, competir com as grandes montadoras mundiais. Em certo momento, estas empresas começaram a implementar conceitos isolados, como os sistemas *Kanban*, por exemplo, mas sem alcançar os resultados esperados. No entanto, é evidente que o sucesso da Toyota não se daria simplesmente pelo emprego de alguma tecnologia em particular ou de um punhado de metodologias. Os resultados da empresa japonesa advêm da concepção de uma filosofia que agrega todos os seus princípios, métodos e técnicas. (EARLY, 2015; GHINATO, 1995)

O método da produção em massa de Henry Ford, praticado até então, previa a produção de grandes lotes sem muita variedade, que eram absorvidos por um vasto mercado, como, por exemplo, o norte-americano. No entanto, tais práticas não se adequavam à realidade do Japão, onde não se encontrava demanda para a produção em larga escala. Desse modo, a Toyota precisou desenvolver um modo de produzir, de forma competitiva, modelos de maior variabilidade em menores quantidades. O desafio do sistema enxuto era o de reduzir custos e aprimorar os processos em busca da eficiência, sem se basear na economia gerada pela produção em grande escala, mas sim em outros aspectos da produção. (SANTOS, 2003)

Branco, Romeiro Filho e Andery (2003) ressaltam que o “enxuto” não deve ser confundido com o anorético. O que se procura é a utilização exata de recursos (enxuto) e não a insuficiência (anorético) ou o exagero (desperdício). A Tabela 1, também elaborada pelos autores, confronta os diferentes modelos de produção de Ford e Toyota.

**Quadro 1:** Produção em massa versus Produção enxuta. **Fonte:** (BRANCO; ROMEIRO FILHO; ANDERY, 2003)

Item	Produção em massa	Produção enxuta
Esforço dos trabalhadores	Extenuante	Reduzido
Espaço para fabricação	Amplio	Reduzido
Investimento em ferramentas	Alto	Baixo
Estoques	Grandes	Pequenos
Fornecedores	Vários	Pequeno grupo
Defeitos	Proporcional à produção	Busca do zero defeito
Produtos	Alguns modelos	Variedade

Para Shimokawa e Fujimoto (2009) o Sistema de Produção Toyota desafia a caracterização fácil, mas tem o *Just-in-Time* como elemento que mais o define. Este princípio marcou historicamente a renúncia aos diferentes tipos de perdas existentes na abordagem da manufatura de Henry Ford. Nesta abordagem, os processos operavam sem preocupação com o ritmo de diferentes fases da sequência de produção e impunham todo o gerado aos processos seguintes. Esta prática empurrava ao mercado grandes estoques, motivados pela filosofia *make-to-sell*, ou seja, fazer para vender.

A Figura 1 apresenta uma representação gráfica que compila as principais características do SPT, de forma a ilustrar os objetivos, os pilares e algumas das ferramentas criadas para que a Produção Enxuta fosse posta em prática.



**Figura 1:** Casa da Toyota: representação gráfica dos objetivos, pilares, bases e ferramentas aplicadas na Produção Enxuta. **Fonte:** Elaborado pela autora.

### 1.1.1 O objetivo do SPT

O SPT preza por produzir produtos de alta qualidade, com menor custo possível e pequeno lead-time (tempo entre o recebimento do pedido e a entrega do produto). Dessa forma, espera-se conseguir alcançar a satisfação dos clientes, essenciais na “puxada” da produção.

### 1.1.2 Os pilares do SPT

Segundo Ohno (1988), para alcançar a eficiência, o processo deve se estabelecer sob dois pilares básicos: o *Jikoda* e o *Just-in-Time*.

#### 1.1.1.1 O pilar Just-in-time (JIT)

Ao contrário do que ocorria no Fordismo, na produção *Just-in-Time* cada processo da sequência usa os produtos de processos anteriores somente na quantidade certa para substituir o material que foi utilizado no ciclo anterior. Além disso, cada processo gera como produto somente o necessário para substituir o que o seguinte retirou. Assim se dá a produção “puxada” pelo cliente, onde o sistema fabrica apenas o que é necessário, quando for necessário e somente na quantidade necessária. (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2009)

O sistema *Just-in-Time*, para ser aplicado de forma efetiva na produção, deve-se valer de alguns conceitos, técnicas, ferramentas e procedimentos enxutos. Dentre estes, podemos citar: o *kanban*, o *heijunka* e o *takt time*.

O sistema “puxado” pelo cliente foi justamente o que estimulou a origem do *takt time* (*takt*, em alemão, significa “ritmo”). Este corresponde não a uma ferramenta, mas a um conceito empregado com o objetivo de alinhar a produção à demanda (e nunca o contrário), fornecendo um ritmo ao sistema de produção enxuto. Taiichi Ohno define o *takt time* como “o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças solicitadas por dia” (OHNO, 1988; LIKER; MEIER, 2006)

A ferramenta operacional denominada *kanban*, foi criada como meio de assegurar o funcionamento do *Just-in-Time*. A forma mais comum de *kanban* é um pedaço de papel retangular que contém informações que, basicamente, contam ao trabalhador quantas e quais peças retirar. Dessa forma, todos os movimentos na planta industrial são sistematizados, controlando o fluxo de materiais. O excesso de produção é prevenido pelo *kanban*, já que ele atua para trás para frente, começando do final da cadeia produtiva para assegurar que se faça somente o necessário. (OHNO, 1978)

Liker e Meier (2006) afirmam que para se obter um fluxo contínuo (um dos conceitos do JIT) é preciso possuir certa estabilidade quanto a carga de trabalho, ou, como diriam os japoneses, *heijunka*, que significa nivelar ou tornar uniforme. Percebe-se um esforço contínuo da Toyota esforça-se para encontrar melhor maneiras para converter a instabilidade da demanda dos clientes em um processo de manufatura nivelado no maior grau possível.

O nivelamento é um processo geralmente usado em conjunto com outras práticas enxutas para estabilizar o fluxo de valor, evitando as oscilações bruscas de demanda e permitindo que lotes menores de diversos modelos consigam ser produzidos. Ao se usar do *heijunka*, o excesso de mão-de-obra é identificado e realocado a outros setores mais precisados. Além disso, o nivelamento da mão-de-obra acaba por levar a quantidade de operários a um número ótimo, de modo a prevenir as contratações massivas em tempos de alta demanda e as grandes demissões em tempos de recessão. (SANTOS, 2003; OHNO, 1988)

### 1.1.1.2 O pilar Jidoka

*Jidoka* é uma palavra que, traduzida de forma aproximada, significa “máquinas inteligentes”, referindo-se especificamente à capacidade de uma máquina detectar um problema e parar de funcionar. (LIKER; MEIER, 2006)

A automação (outra denominação para o *Jidoka*) refere-se a se automatizar um processo visando incluir a inspeção e foi inspirado nos mecanismos de parada automática, instalados em teares inventados por Sakichi Toyoda. Ela elimina a superprodução e evita a fabricação de produtos defeituosos, já que dá a máquina ou ao operador a autonomia de interromper a produção sempre que algo anormal seja detectado ou quando a quantidade planejada é atingida. (GHINATO, 1994; OHNO 1988).

Segundo Ohno, a Toyota procurou ensinar aos seus funcionários a diferença entre correções rápidas e soluções. As correções rápidas que não mostram a causa são um convite a maiores problemas no futuro. Para ele, é necessário analisar cuidadosamente os problemas e encontrar soluções que além de resolvê-los, os previnam de acontecer novamente. (SHIMOKAWA; FUJIMOTO, 2009). Ao se colocar em prática essas ideias, o sistema de produção enxuto demandou outras práticas tais como o *Andon* e o *Poka Yoke*.

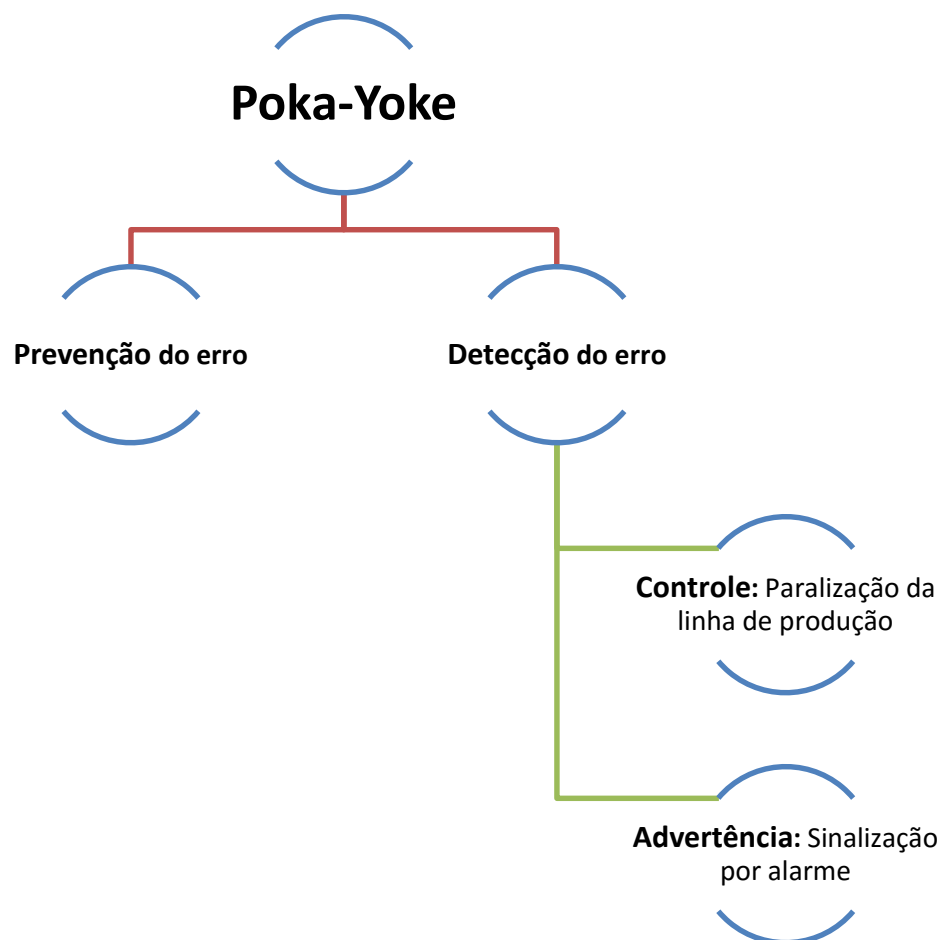
Posicionado no pilar “*Jidoka*” da Figura 1, o *Andon* é uma importante ferramenta de gestão visual desse sistema e tem como objetivo detectar e promover a eliminação das anormalidades dentro do *takt time*. O *Andon*, usado pelos próprios operários para a parada da linha, é um dispositivo composto por luzes coloridas, que possuem significados similares aos dos sinais de trânsito: a verde significa produção fluindo, a amarela indica necessidade de verificação e a vermelha a parada total. Depois de ativado, o *Andon* aciona várias áreas de apoio que vão desde o líder do chão-de-fábrica até a administração, voltando toda a atenção ao problema. (SANTOS, 2003)



**Figura 2:** Exemplos de Andons para as linhas. **Fonte:** (KAMADA, 2008)

Segundo Kamada (2008), para que o *Andon* realmente funcione, de nada adianta criar espaços sofisticados, com modernos painéis luminosos indicando diversos indicadores, se não houver uma evidenciação clara e sistemática dos problemas para que os mesmos sejam resolvidos. Para ele, o *Andon* é de total relevância, mas não resolve os problemas de forma automática, é preciso de profissionais envolvidos e motivados para fazê-lo funcionar.

Segundo Werkema (2006), *Poka-yoke*, termo japonês para “à prova de erros”, nada mais é do que um aparato que pode ser integrado do processo de produção, cumprindo a função de controle junto à execução. São causas habituais de falhas em processos: descuido, distração, treinamento negligente ou a falta dele e a não conformidade aos padrões ou a própria falta de padronização.



**Figura 3:** Tipos de dispositivos Poka-Yoke. **Fonte:** Elaborada pela autora <sup>1</sup>

A Figura 3 mostra as categorias existentes de dispositivos *Poka-Yoke* citados por Shingo (1986). Dentre os métodos de detecção, a escolha entre controle ou advertência depende muito do tipo de erro encontrado. Caso a falha gere defeitos

<sup>1</sup> Baseado em Shingo (1986)

incorrigíveis ou sucessíveis, o método de detecção por controle pode ser o mais rígido e efetivo. Já em casos de falhas não habituais ou defeitos sujeitos a reparos, a detecção por advertência é a melhor opção.

Werkema (2006) compila e exemplifica, na Figura 4, diferentes exemplos cotidianos que passam despercebidos de dispositivos Poka-Yoke.



**Figura 4:** Exemplos de uso cotidiano do Poka-Yoke. **Fonte:** (WERKEMA, 2006)



O cerne do pilar Jikoda está justamente na questão da solução definitiva dos problemas. Para isso, o STP pôde evoluir usando uma técnica simples, mas eficaz: A cada vez que um problema aparecia, eles se perguntavam o porquê cinco vezes. Segundo Ohno (1988), o “Five Whys”, ou ferramenta 5 porquês, pode revelar a real causa de um problema que, por muitas vezes, está escondida sob as respostas mais óbvias.



**Figura 5:** Exemplo de aplicação dos 5 porquês. **Fonte:** Norte Empreendimentos (2016)<sup>2</sup>

A Figura 5 mostra um exemplo prático, no qual o problema é a insatisfação do cliente e a raiz do problema está no planejamento prévio.

### 1.1.3 As bases do SPT

#### 1.1.3.1 Estabilidade

De acordo com Santos (2003), um dos mais importantes elementos que tornam a Produção Enxuta possível é a estabilidade. De fato, em retribuição ao compromisso de manutenção definitiva dos empregos, os funcionários se tornam mais comprometidos, dedicados e responsáveis por decisões normalmente tomadas por gerentes. Dessa forma, a gerência e os trabalhadores firmam uma relação de reciprocidade, imprescindível para dar o poder de decisão àqueles mais próximos aos problemas.

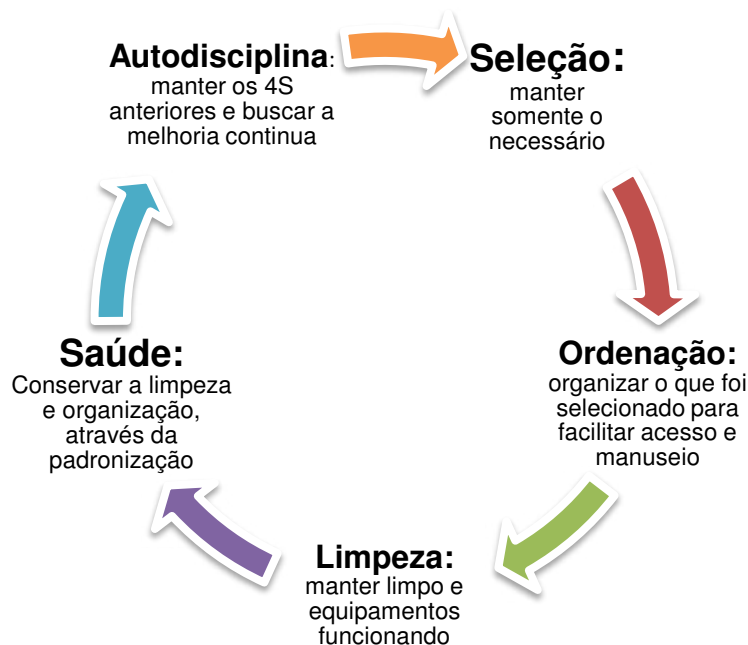
<sup>2</sup> [http://norteempreendimentos.net/noticias/view/52/tecnica\\_dos\\_5\\_porques](http://norteempreendimentos.net/noticias/view/52/tecnica_dos_5_porques) Acessado em 15 de jan de 2016

### 1.1.3.2 Padronização

Segundo Liker e Meier (2006), é impossível se antecipar o tempo e a produção sem processos sólidos e que possam ser repetidos. Padronizando-se as melhores técnicas, capta-se o conhecimento adquirido até aquele ponto, sempre buscando a melhoria contínua. Sem a padronização, as melhorias deixam de ser documentadas e se perdem, ao invés de incorporar ao método antigo e gerar um novo padrão. Os padrões oferecem uma base para a inovação, desde que não vistos como rigidez e repressão da criatividade.

### 1.1.3.3 A ferramenta 5S

O 5S foi desenvolvido pela Toyota e é um conjunto de palavras começadas com "S" em japonês. O "S" do 5S, foi traduzido para "SENSO", que significa sentir. Acredita-se que se deve sentir a necessidade da mudança para que o 5S seja implantado com sucesso. São os cinco sentidos:



**Figura 6:** Os cinco sentidos do 5S. **Fonte:** Elaborado pela autora.<sup>3</sup>

De acordo com Santos (2003), essa ferramenta não é a cura de todos os problemas, mas ajuda a reduzir o desperdício presente em cada operação, tanto no chão-de-fábrica quanto no escritório. Por ser de extrema simplicidade, o 5S tem a grande conveniência de não exigir habilidades técnicas, sendo facilmente entendido

<sup>3</sup> Baseado em Santos (2003)

por todos. Eles ajudam a melhorar a produtividade e engajar os empregados na melhoria contínua.

#### **1.1.3.4 Total Productive Maintenance (TPM)**

O TPM, ou Manutenção Produtiva Total, é uma das principais bases de qualquer produção enxuta. Afinal, como é possível melhorar os processos sem confiar nos equipamentos e máquinas. A não disponibilidade técnica das máquinas também é um desperdício que deve ser combatido. Combinado com o 5S, o TPM fornece uma fundação sólida sobre a qual é possível construir melhorias sustentáveis para o negócio.

#### **1.1.3.5 Kaizen**

*Kaizen* (melhoramento em português) é um método que envolve pessoas a trazerem, continuamente, ideias de melhoria. Para Early (2015), espera-se que cada empregado dê (e implante) de 3 a 5 ideias por mês. O poder deste método não está no pequeno progresso individual, mas no poder combinado de muitas centenas de pequenas melhorias, movendo o negócio a diante. Estas ideias são esperadas de todas as áreas da empresa, desde os fornecedores até a entrega ao cliente e do zelador até o presidente.

O *Kaizen* pode ser implantado de algumas maneiras, e a mais simples delas é pela caixa de sugestões, desde que o número de sugestões seja relevante e que as ideias sejam implantadas, é claro. O *Kaizen* não precisa ser burocrático, com múltiplos formulários e aprovações. Se as sugestões impactarem apenas uma área imediata, as equipes devem ter a autoridade para ir em frente e fazê-las.

#### **1.1.4 As pessoas para o SPT**

Pelo que foi mostrado, pode-se afirmar que o sistema enxuto é extremamente dependente das pessoas, tanto do nível operacional quanto gerencial. Afinal, são elas que controlam seu próprio trabalho, solucionam os problemas, garantem a qualidade e propõem melhorias. Com mudança organizacional, promovendo um ambiente colaborativo entre líderes e operários, é uma premissa para a sustentação de qualquer produção enxuta. (SINKUNAS JUNIOR, AKABANE, 2014)

Por outro lado, Santos (2003) considera que a facilidade de adesão à métodos enxutos pode não depender da empresa em si, mas sim de fatores externos, como acontece no Brasil. Segundo ele:

Por exemplo, no Brasil, muitas companhias em determinadas épocas mantêm grandes estoques- não por causa do medo de receberem um grande número de peças defeituosas- mas por causa das possíveis surpresas do mercado e, principalmente, por medo de mudanças nas políticas governamentais. Isto nos leva a considerar que, no Brasil, um dos maiores obstáculos à instituição do SPE é a falta de regras consistentes e duradouras. [...]. Neste tipo de ambiente, uma gerência criativa e com "jogo de cintura" é mais importante do que um sistema mais produtivo com operários dinâmicos. (SANTOS,2003)

### 1.1.5 Os sete desperdícios

O Sistema de Produção Toyota (SPT) tem na sua essência a redução e possível eliminação das perdas ou desperdícios. Para Early (2015), a maneira mais simples de se descrever um desperdício é como “algo que não agrega valor”. Assim, somente uma transformação que leva o cliente a pagar mais pelo produto pode ser considerada como uma etapa que, de fato, agrega valor.

Ohno (1988) refina este conceito, definindo como perda tudo aquilo que utiliza mais que a quantidade mínima de materiais, equipamentos e mão-de-obra essenciais para acrescentar valor ao produto. Adicionalmente, Ohno define a identificação dos sete tipos desperdícios (mostrados na Figura 7) como uma etapa preliminar do STP.



**Figura 7:** Os sete desperdícios identificados por OHNO (1988). **Fonte:** Elaborado pela autora.

Segundo Early (2015), são eles:

- 1) **Excesso de Produção:** significa produzir antes, mais rápido ou em quantidades superiores à necessidade do cliente, contestando um dos pilares da filosofia enxuta, o Just-in-time. Segundo Liker e Meier (2006), acredita-se que esse seja o pior dos desperdícios, pois é capaz de desencadear os outros tipos como o de transporte e estoque, além de mascarar a necessidade de melhorias.
- 2) **Defeitos:** é o mais óbvio dos sete, embora seja, por muitas vezes de difícil identificação prévia às reclamações. A cada item com defeito, requer-se retrabalho ou substituição, consumindo recursos e materiais, além de gerar papelada e levar à possível perda do cliente.
- 3) **Transporte:** é o movimento de materiais de um lugar ao outro, agregando valor zero ao produto. Logo, qualquer transporte não essencial entre processos deve ser eliminado. O transporte desnecessário pode ser causado por um layout mal feito, grandes lotes de produto, armazéns em diferentes localidades, pelo excesso de produção, etc.
- 4) **Movimentação Excessiva:** inclui todo movimento desnecessário feito dentro de uma célula de trabalho e tem como principais consequências a baixa eficiência e o aparecimento de doenças no longo prazo relacionadas à ergonomia. Embora não seja viável a completa eliminação do movimento, é possível minimizá-lo e fazer com que cada um deles seja o mais livre de estresse possível.
- 5) **Estoque:** é o excesso de produtos, materiais, peças e informações que se acumulam antes ou depois de um processo. De forma geral, o estoque, ou inventário, indica falha na obtenção de um fluxo contínuo e desperdício de espaço e de esforço humano.
- 6) **Espera:** constitui-se do tempo ocioso de trabalho. A perda por espera interrompe o fluxo contínuo, um dos fundamentais princípios da Produção Enxuta.
- 7) **Processamento:** seja por falta de padronização, falta de clareza nas especificações projeto e de qualidade, o processamento excessivo ocorre quando há trabalho ou serviço adicional não percebido pelo cliente. Os processos desnecessários custam dinheiro, tempo e materiais que poderiam ser eliminados.

O Quadro 2 compila exemplos dos diferentes tipos de desperdício encontrados na indústria e sugere princípios e ferramentas enxutas que podem ser usados para diminuí-los:

**Quadro 2:** Os desperdícios, seus exemplos e ferramentas para combatê-los. **Fonte:** Elaborado pela autora.

<b>Tipo de desperdício</b>	<b>Exemplos</b>	<b>Ferramentas Lean</b>
<b>Excesso de Produção</b>	Estoques de Produtos Final Estoques de Produtos Obsoletos	Mapeamento de valor, Kanban
<b>Defeitos</b>	Peças montadas com a orientação incorreta.	Prevenção de defeitos:
	Faltando parafusos de fixação e outras devido à falta de controles.	Jidoka
	Peças danificadas devido ao manuseio excessivo.	Poka-Yoke
	Componentes incorreto usado devido à incorrecta, ou instruções que faltam.	Andon
<b>Transporte</b>	Transporte entre áreas funcionais como prensagem e soldagem	Melhora do Layout, mapeamento de valor, reduzir espaços entre operações, produção puxada
	Transporte de material de uma máquina para a outra	
	A importação de componentes mais baratos de outro país	
<b>Movimentação</b>	Objetos pesados em prateleiras baixa ou alta andar para pegar ferramentas/equipamento procurar ferramentas/equipamento	5s
<b>Estoque</b>	Estoques na frente de processos que são mais lentos que os anteriores	Balanceamento da Produção (takt time, kanban)
	Matérias-primas pedidas em excesso, seja pela falta de confiança nos fornecedores ou a grandes descontos oferecidos	JIT
<b>Espera</b>	Espera pela produção de um processo anterior	Balanceamento da Produção (takt timei)
	Espera por entregas de material	Reuniões de equipe diárias
	Espera pelo conserto de equipamentos	TPM
	Esperas por informação do departamento de engenharia	Padronização de procedimentos
<b>Processamento</b>	Pintura de áreas que nunca serão vistas	5s
	limpeza e polimento acima do nível requerido	
	Baixa Tolerância desnecessária	Padrões de Qualidade

## 1.2 O conceito *lean* em outras aplicações

A produção enxuta é assim chamada, pois usa menos de tudo quando comparada a produção em massa: metade do esforço humano, espaço, investimento em ferramentas e tempo de desenvolvimento do produto. Além disso, o sistema resulta em produtos melhores, com poucos defeitos e mais diversificados. Talvez a maior diferença entre a produção em massa e a enxuta esteja justamente nos seus objetivos finais. Enquanto os produtores em massa se contem com o “bom o bastante”, os produtores enxutos não admitem nada menos que a perfeição. (WOMACK; JONES; ROOS, 1990)

Shingo (1986) acredita que os princípios e conceitos e do STP podem ser satisfatoriamente praticados seja qual for a instituição. Apesar disso, as dificuldades aparecem à medida que esses conhecimentos não vieram de estudos acadêmicos, mas estão sendo fundamentados a partir do empirismo.

Womack e Jones (1996), depois de estudarem muitas empresas pelo mundo, de diferentes segmentos, enumeraram cinco passos que tem sido úteis para os que almejam implementar a filosofia por trás da Produção Enxuta nas suas empresas. Segundo os autores, para se aplicar efetivamente esses cinco conceitos, a empresa deverá, obrigatoriamente, passar por uma transformação organizacional completa. São eles:

- 1) Especificar valor;
- 2) Identificar fluxo de valor;
- 3) Criar fluxos contínuos;
- 4) Produção “puxada”: desenvolver e entregar o que o cliente quer, somente quando o cliente quiser;
- 5) Buscar a perfeição;

O resultado obtido por essa reestruturação é o aumento de capacidade de satisfazer os clientes com produtos que os mesmos desejam, no momento em que precisam, pelos preços que estão dispostos a pagar, com maior qualidade e menores tempos entre o pedido e a entrega (lead times), assegurando, dessa forma, um maior rendimento ao negócio. (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2015)

## **2. OS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

A mentalidade enxuta foi desenvolvida pensando no ambiente da indústria, setor com características muito diferentes da construção civil. Setor este complexo, diversificado e com diversas oportunidades ainda inexploradas. Dessa forma, a aplicação das ferramentas *lean* não pode ser feita diretamente, sem antes se compreender os princípios que estão por trás delas e seus efeitos em um canteiro de obras.

### **2.1 Que tipo de produção é a construção**

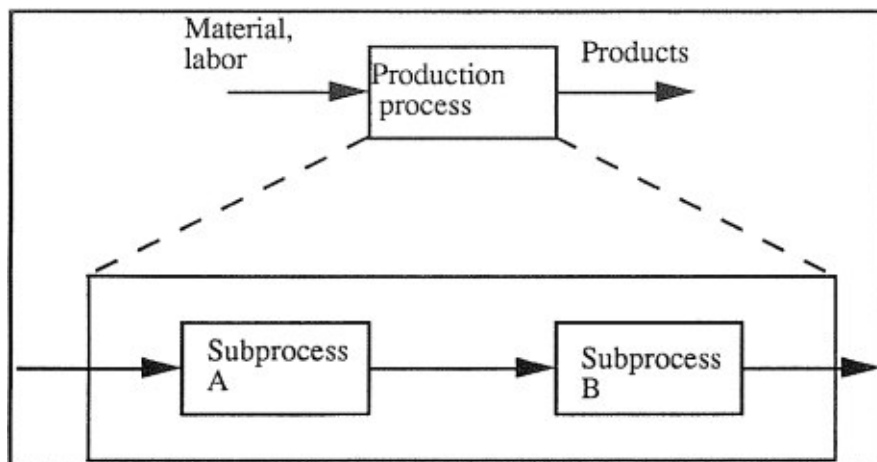
A produção enxuta busca, na maioria dos seus projetos, atender às exigências específicas dos seus clientes, no menor tempo possível, eliminando os desperdícios previstos por Ohno. Estas perdas, tanto na construção quanto na manufatura, vêm da ideia tradicional de decomposição do processo global em menores atividades. Acreditava-se que mantendo a pressão para redução custo e tempo em cada atividade seria a chave para o progresso. Mas Ohno sabia que era possível fazer melhor. (HOWELL, 1999)

A construção possui características bem peculiares, tratando-se de uma atividade de caráter temporário, quase artesanal, capaz de gerar produtos de característica única por meio da cooperação de equipes com habilidades múltiplas. Sob um olhar tradicionalista, essas peculiaridades podem ser vistas como uma constatação de que a construção não constitui uma produção capaz de sustentar, efetivamente, a Mentalidade enxuta.

Em contrapartida, para Bertelsen e Koskela (2004), a construção é obviamente uma produção e deve entendida como um fluxo de trabalho com criação de valor, e não mais como uma transformação.

De acordo com Koskela (1992), no modelo tradicional (Figura 8), a construção é vista simplesmente como a transformação de um “input” em um “output”, ou seja, de materiais e mão-de-obra em produtos. Transformação esta, que pode ser dividida em subprocessos, que, por sua vez, também são transformações.





**Figura 8:** A visão convencional do processo de produção **Fonte:** (KOSKELA, 1992)

Esse modelo, de certa forma, contribuiu para a falta de transparência na construção, já que ele não considera o fluxo entre as atividades como a movimentação, transporte, inspeção, espera e retrabalho, e, não favorece a identificação de processos que agregam valor em cada atividade. Quando a produção é vista como uma integração dessas transformações, o fluxo e a geração de valor, fatores antes considerados irrelevantes, vêm à tona. Nesse contexto, o conceito de perda está fortemente relacionado com a ocorrência das atividades e operações que não agregam valor. (KOSKELA, 2000).

Acredita-se que uma construção pode ser *lean* se as características da Produção Enxuta forem adaptadas de forma adequada. Isso só pode ser feito através do desenvolvimento de técnicas enxutas que respeitem a característica dinâmica da construção, a fim de minimizar suas peculiaridades. (HOWELL, 1999)

## **2.2 Adaptação para a construção proposta por Koskela (1992)**

Em 1992, Lauri Koskela se tornou o pioneiro da Construção Enxuta ao publicar o artigo “Application of the New Production Philosophy to Construction”, onde os princípios do Sistema Toyota de Produção foram transpostos para o ambiente da construção. Em seu trabalho, Koskela definiu 11 princípios a serem seguidos, que serão discutidos e exemplificados nos tópicos a seguir.

### **2.2.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;**

Este princípio é a principal diretriz para a efetiva implantação da Mentalidade enxuta na construção, seja no plano de negócios, na concepção e desenvolvimento de projetos ou na obra propriamente dita. Para Koskela (1992), as atividades que não agregam valor têm três causas básicas: o projeto, a ignorância e o processo de

produção por si mesmo. No caso do projeto, toda vez em que há subdivisão do projeto entre diferentes projetistas, as atividades sem valor como compatibilização, inspeção e espera aumentam consideravelmente. A ignorância, por sua vez acontece especialmente na esfera administrativa quanto a concepção e gestão do empreendimento, enquanto a própria natureza da produção gera a necessidade do transporte entre processos e eventos como defeitos e acidentes.

Estas atividades que não agregam valor, mesmo no caso da construção, podem ser identificadas através dos 7 desperdícios identificados por Ohno (1988) comentados no subitem 1.1.5 do capítulo anterior. Para tanto, é preciso compatibilizar a realidade da indústria com a construção. O Quadro 3 mostra alguns tipos de desperdícios em diferentes peculiaridades de um empreendimento:

Peculiaridades	Descrição	Desperdícios possíveis
Projeto	Falta de interação entre projeto e construção; Carência de detalhamento técnico construtivo.	Produtos com defeitos ou pouca especificação do valor para o cliente final e interno (retrabalhos); etc.
Canteiro de Obras	Falta de planejamento do <i>lay-out</i> ; Mudanças de <i>lay-out</i> .	Tempo de Espera; Transportes e movimentos desnecessários; etc.
Organização da Produção	Estrutura de ofícios; Fragmentação das atividades; Responsabilidade dispersa; Falta de treinamento dos funcionários; Falta de planejamento das atividades.	Produtos com defeitos (retrabalho); Tempo de Espera (atrasos); Estoques; Superprodução; Desperdícios do processo, etc.
Métodos Produtivos	Produção artesanal; Alta variabilidade; Baixa padronização; Baixa qualidade; etc.	Produtos defeituosos (retrabalho); Espera; Movimentos desnecessários; etc.

**Quadro 3:** Desperdícios na construção. **Fonte:** (PASQUALINI, 2005)

Se a filosofia enxuta se baseia na redução ou eliminação dos desperdícios, então a identificação dos mesmos é a primeira ação a ser tomada. Vindo da Produção Enxuta, o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que “prepara o terreno” para a aplicação das demais ferramentas *lean*, já que identifica onde estão os desperdícios e como serão eliminados (ou reduzidos) do processo. (PASQUALINI, 2005)

Um exemplo prático de aplicação desse princípio no canteiro de obras é a substituição do manuseio e transporte desnecessário de blocos pelo uso de pallets descarregados diretamente no local, com as quantidades certas, para a execução daquela alvenaria. A paletização também pode ser utilizada para agregar caixas, sacos e embalagens em geral, formando um só volume de dimensões padronizadas, de forma a reduzir o desperdício em termos de transporte e movimentação. A Figura

9 mostra alguns exemplos no canteiro de obras. (BRANCO, ROMEIRO FILHO, ANDERY, 2003; MEDEIROS, 2008)



**Figura 9:** Exemplos de materiais paletizados nos canteiros de obras. **Fonte:** (MEDEIROS, 2008)

Koskela (1992) ressalta ainda que, de certa forma, a maioria dos princípios a seguir estão ligados à diminuição das atividades que não agregam valor. Assim, este princípio específico trata principalmente das perdas visíveis identificadas facilmente. No entanto, o autor é enfático ao orientar a sua não-aplicação de forma sistemática, já que existem atividades que produzem certo valor internamente como o planejamento, o orçamento e a prevenção de acidentes.

### **2.2.2 Aumentar do valor do produto através da consideração sistemática das necessidades dos clientes;**

Segundo Koskela (1992), o valor só é gerado quando se concede o que o cliente deseja. Para ele, existem dois tipos de consumidores de um produto de uma atividade: a atividade subsequente (cliente interno) e o cliente final.

De acordo com Isatto *et al.* (2000), é imprescindível identificar os clientes internos e externos de cada etapa do ciclo de vida do empreendimento, descobrir o que necessitam, e aplicar essas informações tanto na concepção e desenvolvimento dos projetos quanto no gerenciamento da obra em si.

O conceito de “Produção Puxada, oriundo do STP, se alinha a esse princípio pois prevê que o produto deve ser executado quando se há uma demanda real do cliente, definida através de pesquisas de mercado ou contratação direta. Para Picchi (2001), também devem ser adotados sistemas puxados entre as diferentes equipes da obra e entre a obra e seus fornecedores, sendo os insumos comprados à medida que se carecem deles.

### **2.2.3 Reduzir a variabilidade;**

A redução da variabilidade consiste em identificar e eliminar as causas dos desvios quanto às metas e tolerâncias previamente estabelecidas. A manifestação da variabilidade, na prática, vai desde atrasos na programação até problemas dimensionais nos produtos. Quando um processo está sujeito a variabilidade, todos seus aspectos de performance também são variáveis, comprometendo a consistência dos resultados. Até mesmo pequenas variações na qualidade podem influenciar a percepção do consumidor quanto ao valor do produto como um todo. (SANTOS; POWELL, 1999)

Segundo Koskela (1992), os processos são variáveis por natureza, e existem, pelo menos, duas boas razões para se almejar a diminuição dessa variabilidade. Primeiramente, um produto uniforme é melhor aceito pelos clientes finais, enquanto a segunda razão está ligada especialmente à variabilidade quanto ao tempo, que é aumentada pela parcela das atividades que não agregam valor, previamente citadas. Este princípio pode ser alcançado por meio da padronização dos procedimentos e pela instalação de dispositivos anti-falhas criados pelo STP, os poka-yokes.

A implantação de um sistema de gestão da qualidade permite que, através da padronização dos procedimentos, o projeto possa fluir de acordo os padrões de qualidade definidos por cada empresa. Ao se detalhar, definir e documentar cada etapa do processo, a empresa garante a perpetuidade daquela prática, tornando-a comum a todos os empreendimentos a serem realizados. Além disso, uma empresa certificada, pela ISO:9001, por exemplo, passa mais credibilidade ao cliente na hora de vender um produto.

Para Isatto *et al.* (2000), outro aspecto a ser observado é como esses procedimentos padronizados são passados aos funcionários. É necessário investimento em treinamento dos envolvidos e o correto planejamento e controle da produção. Como exemplo, a utilização de um procedimento para execução de instalações de água fria pode prevenir futuros vazamentos, e o posterior retrabalho.

Diferentemente dos sistemas de qualidade, os dispositivos poka-yoke são pouco difundidos nos canteiros de obra brasileiros. Nesse sentido, há grande mercado quanto à incorporação destes mecanismos mecânicos ou eletrônicos no maquinário presente nas obras. Um exemplo prático de poka-yoke documentado por Santos e Powell (1999) é um aparelho (Figura 10) que não permite o movimento da

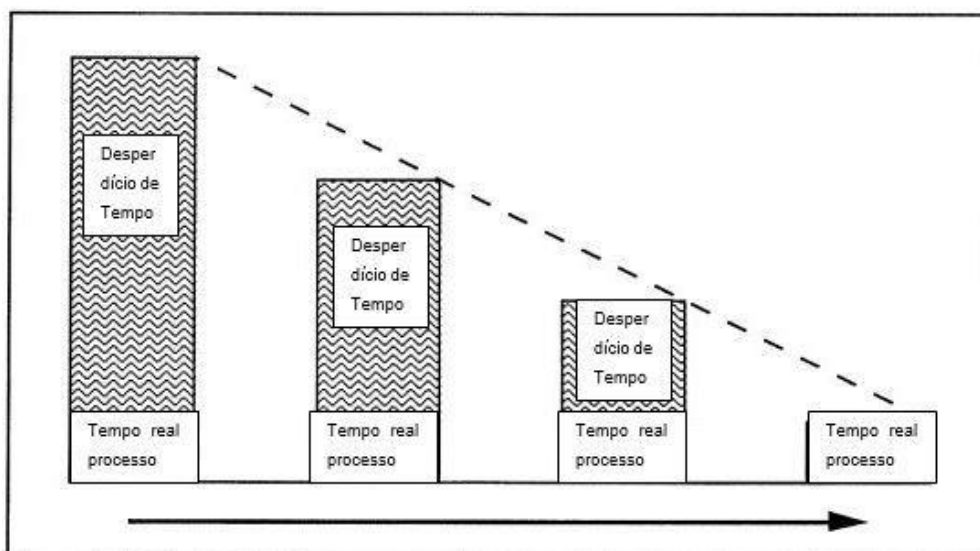
plataforma do elevador enquanto ele é carregado ou descarregado por alguém. O elevador só pode se mover quando as portas se fecham. Este dispositivo em específico reduz a variabilidade no sentido da segurança do trabalho, prevenindo acidentes.



**Figura 10:** Dispositivo poka-yoke instalado no elevador de materiais. **Fonte:** (SANTOS; POWELL, 1999)

#### 2.2.4 Reduzir o tempo de ciclo de produção;

O fluxo de produção pode ser caracterizado pelo seu tempo de ciclo, que, segundo Koskela (1992), significa a soma dos tempos de processamento, inspeção, espera e movimentação. É importante ressaltar que o tempo ciclo está diretamente relacionado com os dois princípios anteriores, sendo progressivamente comprimido pela eliminação das atividades que não agregam valor e pela redução da variabilidade, como mostra a Figura 11.



**Figura 11:** Ciclo de tempo sendo comprimido pela eliminação das atividades que não agregam valor e redução da variabilidade. **Fonte:** (KOSKELA, 1992) adaptado

Ao se encolher o tempo de ciclo, aparecem benefícios que vão além de uma entrega mais rápida ao cliente, sendo possível uma redução na necessidade de previsão sobre a demanda futura. A produção de lote menores, através da conclusão parcial das unidades permite: a entrega antecipada aos clientes, a redução do custo financeiro da obra, a diminuição de produtos inacabados em estoque, a aprendizagem com os erros cometidos nas unidades anteriores, a estimativa futura mais precisa e a um sistema menos vulnerável à variação da demanda. (KOSKELA, 1992; ISATTO *et al.*, 2000).

Isatto *et al* (2000) exemplifica na Figura 12 duas possibilidades para a execução de um empreendimento fictício. Na alternativa 1, o tempo de ciclo prolongado leva 5 períodos para a primeira entrega e acumula mais frentes de trabalho ao longo da obra. Já na segunda alternativa, os primeiros lotes são entregues mais cedo, há maior campo para a aprendizagem como os erros dos lotes iniciais e maior flexibilidade de saída nos lotes finais.

**ALTERNATIVA 1 (LONGO TEMPO DE CICLO)**

Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A									
B									
C									
D									

**ALTERNATIVA 2 (PEQUENO TEMPO DE CICLO)**

Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A									
B									
C									
D									

**Figura 12:** Alternativas de tempo de ciclo em um empreendimento fictício. **Fonte:** (ISATTO *et al.*, 2000)

### 2.2.5 Simplificar através minimização do número de passos e partes

A complexidade de um produto ou processo tende a aumentar seu custo final, além de diminuir a confiabilidade quando comparados à produtos e processos mais simples. Ao se simplificar, pretende-se reduzir o número de componentes de um produto através da simplificação do projeto, utilização de pré-fabricados e reduzir o número de passos de um processo através da consolidação e padronização de partes, materiais e ferramentas. (KOSKELA, 1992)

Isatto *et al.* (2000) traz como exemplo a Figura 13, que confronta o processo tradicional de moldagem in loco das vergas e a utilização de vergas pré-moldadas,



onde há a redução significativa do número de passos e tempo de ciclo. O mesmo acontece com a utilização de concreto bombeável em boa parte das obras e de produtos industrializados como a argamassa ensacada.



**Figura 13:** Método tradicional versus vergas pré-moldadas. **Fonte:** (ISATTO *et al.*, 2000)

### **2.2.6 Aumento da flexibilidade de saída**

A princípio, o aumento da flexibilidade de saída é contraditório ao princípio da simplicidade. Entretanto, é possível que ambos trabalhem juntos quando a produção se adequa a demanda, a customização é adiada ao máximo para o fim do processo e são treinadas forças de trabalho de habilidades múltiplas que se adaptem à demanda. (KOSKELA, 1992)

Esse aumento de flexibilidade tem como proposta aumentar a probabilidade de venda do produto ou valorizá-lo, e geralmente refere-se à customização do mesmo pelo cliente, mas sem um aumento substancial de custos. (ISATTO *et al.*, 2000)

Primeiramente, são definidas quais são as opções viáveis de customização a serem oferecidas aos clientes. Depois, estes escolhem de acordo com as opções disponíveis e há a transferência desses dados a equipe técnica, que modifica o projeto. Pode-se, por exemplo, garantir flexibilidade aos clientes que comprarem apartamentos na planta, quando o retrabalho será apenas no projeto arquitetônico.

### **2.2.7 Aumento da transparência;**

A transparência de um processo é um conceito primordial no Visual Management (VM), ou Gerenciamento Visual em português, que consite em uma das fundações do Sistema Toyota de Produção. (TEZEL *et al.*, 2010)

O princípio da transparência é importante pois minimiza a probabilidade de erro e facilita sua identificação ao revelar as falhas existentes no fluxo produtivo. Assim, é

um dos objetivos da Mentalidade enxuta tornar o processo da construção de fácil observação, controle e acesso à informação, sendo compreensível a todos os níveis hierárquicos de um projeto. (KOSKELA, 1992)

Koskela (1992) sugere que a transparência seja obtida pela aplicação de abordagens, como: reduzir da interdependência entre unidades de produção, usar de sinais visuais para o reconhecimento do status do processo, torna ar o processo observável através de layout e sinalização apropriável, incorporar informação ao processo, manter o ambiente de trabalho limpo e organizado e tornar visíveis atributos invisíveis através de medições.

Tezel *et al.* (2010) exhibe em seu trabalho exemplos de transparência em construções brasileiras, como: a utilização de Andons para sinalizar a situação dos processos (Figura 14), o uso de cercas para tornar o processo observável (Figura 15), a sinalização do canteiro de obras (Figura 16), a integração dos operários nos processos (Figura 17), a exibição de indicadores e de informações sobre produtividade e meta em quadros, a limpeza e organização dos canteiros pelo 5s (Figura 18), os quadros de avaliação dos fornecedores e subcontratas visíveis a todos (Figura 19), etc.



**Figura 14:** Tipos de sistemas *andon*. **Fonte:** (TEZEL *et al.*, 2010)





**Figura 15:** Fazendo o processo diretamente observável. **Fonte:** (TEZEL *et al.*, 2010)



**Figura 16:** Sinalização no canteiro de obras. **Fonte:** (TEZEL *et al.*, 2010)



**Figura 17:** Conectando a vida do operário com a produção. **Fonte:** (TEZEL *et al.*, 2010)



**Figura 18:** Manutenção do canteiro limpo e organizado. **Fonte:** (TEZEL *et al.*, 2010)



**Figura 19:** Quadros de avaliação de subempreiteiros e fornecedores. **Fonte:** (TEZEL *et al.*, 2010)

### 2.2.8 Foco no controle no processo global;

Koskela (1992) acredita que existem duas causas para a segmentação do fluxo de controle: quando o fluxo passa por diferentes unidades hierárquica de uma organização ou quando esse fluxo passa por uma organização diferente. Para se focar o controle no processo como um todo, há, pelo menos, dois pré-requisitos: o processo deve ser monitorado por completo e deve haver responsável pelo seu controle e finalização. Já para fluxos inter-organizacionais, deve-se buscar relações a longo prazo com os fornecedores e subcontratados, estabelecendo uma relação mútua de confiança.

O controle do processo global possibilita que os desvios do planejamento inicial sejam identificados e corrigidos a tempo. Uma ferramenta que possibilita essa visualização é a Curva “S”, que ao ser plotada aponta a situação do projeto comparada ao planejamento.

### **2.2.9 Estabelecimento de melhoria continua ao processo;**

Princípio baseado numa das bases do Sistema Toyota de Produção, a melhoria contínua, ou kaizen para os japoneses, está atrelada à padronização, já que prevê o monitoramento regular da produção.

Para Branco, Romeiro Filho e Andery (2003), quando se busca a melhoria continua, as avaliações e observações devem compor um banco de dados interno da empresa que deve ser consultado para que haja aprendizagem com os erros anteriores ou repetição das melhores práticas. Nota-se que a melhoria continua deve estar presente em todas as fases do empreendimento, desde o plano de negócio até a entrega, incluindo fases posteriores como o projeto *as built*.

Segundo Isatto *et al.* (2000), outro aspecto importante na busca pela perfeição é introdução da responsabilidade compartilhada e treinamentos constantes. Dessa forma, as equipes trocam informações entre si e entre outras equipes, fazendo uso da informação e das ferramentas de qualidade, tais como fluxogramas, *check-lists*, indicadores de desempenho e diagrama de Pareto, mapeando o processo afim de propor alternativas que ofereçam suporte para a obtenção das melhorias.

### **2.2.10 Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações;**

As atividades inerentes à produção são compostas de fluxos e transformações. Para Koskela (1992), os fluxos e transformações possuem diferentes potenciais de aperfeiçoamento. No entanto, no tradicional sistema de construção, onde atividades são transformações de um insumo num produto, o fluxo foi esquecido por décadas e tem mais potencial que as melhorias feitas em conversões.

Verifica-se a necessidade de ser balancear, dentro de cada processo, os diferentes tipos de melhorias, já que melhorias nas transformações tendem a reduzir a variabilidade e melhoria nos fluxos proporcionam processos prontos para novas tecnologias. Um exemplo prático desse princípio pode ser dado a partir do processo construção de um sistema de vedação, que requer a redução dos desperdícios de transporte de blocos, movimentação do pedreiro, espera dos materiais, que são perdas segundo fluxo. À medida que este processo se consolida e alcança baixos níveis de desperdício quanto ao fluxo, pode-se buscar inovações nas atividades de transformação, como, por exemplo, o uso de painéis pré-moldados. (ISATTO *et al.*, 2000)

### **2.2.11 Benchmarking;**

Benchmarking é um processo que mede e compara, de forma sistemática, a performance das atividades-chave de uma organização em comparação à outras similares. As lições aprendidas de outras empresas podem incitar o surgimento de novas ideias e ser utilizadas no estabelecimento de metas, incentivando o ambiente de mudança em empresas de perfil receptível. (COSTA *et al.*, 2006)

Segundo Koskela (1992), o Benchmarking pode ser o estímulo necessário para se alcançar um grande avanço no desenvolvimento de uma reconfiguração radical dos processos.

De acordo com Camp (1989) apud Koskela (1992) é preciso: conhecer o processo a fundo, seus pontos fortes e fracos; conhecer os líderes da concorrência; e incorporar e combinar as melhores práticas das empresas concorrentes para alcançar a superioridade.

Recentemente, grupos de empresas de diversos países, inclusive no Brasil, iniciaram programas de Benchmarking, onde empresas compartilham resultados e práticas através de reuniões mensais. Essas reuniões têm algumas regras que ajudaram a troca de informações: membros devem participar regularmente nas reuniões e visitas de campo; membros devem compartilhar informação com outros membros participantes; e devem participar ativamente das discussões para assegurar o entendimento das práticas passadas. Estas regras têm ajudado a troca de informações entre empresas associadas e o processo de aprendizagem. (COSTA *et al.*, 2008)

### **2.3 Analogia entre os princípios da Produção Enxuta de Womack e Jones (1996) e os princípios propostos por Koskela (1992)**

Quando se procura um encaixe dos onze princípios de Koskela dentro dos 5 princípios da Produção enxuta, encontra-se muitos princípios relacionados a melhoria do fluxo e a busca pela sua continuidade. É o caso de princípios como o da redução da variabilidade, da redução de tempo de ciclo e da simplificação que buscam processos mais limpos, rápidos, bem estruturados, padronizados que produzam produtos mais uniformes dentro dos padrões de qualidade.

**Quadro 4:** Analogia entre os princípios enxutos da produção e da construção.

**Fonte:** Elaborado pela autora.

Princípios <i>Lean</i>	
Produção Enxuta Womack e Jones (1996)	Construção Enxuta Koskela (1992)
Valor	2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes
Fluxo de Valor	1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor
	8. Focar no processo global
	10. Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações
Fluxo Contínuo	3. Redução da variabilidade
	4. Redução do tempo de ciclo
	5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes
Produção Puxada	7. Aumento da transparência
	6. Aumento da flexibilidade de saída
Perfeição	9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo
	11. Benchmarking

De acordo com Werkema (2006), a base da Mentalidade enxuta está na definição do valor gerado pelas necessidades do cliente, cabendo às empresas identificá-las, satisfazê-las e cobrar por isso. A etapa seguinte resume-se na identificação do fluxo de valor, ou seja, na separação dos processos entre os que agregam valor, os que não agregam valor, mas servem de suporte aos que agregam e os que não agregam valor e constituem puro desperdício. Em seguida, é preciso fazer o valor fluir, de modo a ser capaz de conceber, produzir e entregar mais rápido, diminuindo os tempos de ciclo e evitando interrupções. O fluxo contínuo viabiliza a produção “puxada”, quando há a inversão do fluxo produtivo e as empresas deixam de “empurrar” produtos em estoque por meio de promoções. Tudo isso se consolida com o envolvimento conjunto em prol da melhoria contínua dos processos através de processos transparentes.

### **3. A IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN NO CICLO DE VIDA DE UM PROJETO**

#### **3.1. Introdução**

Mundialmente, o Brasil é um dos países que mais incorporam, na prática, os conceitos da construção enxuta. No entanto, a aplicação é feita de forma pontual e diretamente no canteiro, focando no emprego isolado de ferramentas consolidadas como o *Last Planner*, por exemplo. Assim, as empresas construtoras perdem a oportunidade de realizar uma mudança organizacional sistêmica para um ambiente de estabilidade, com suporte operacional e foco em resultado e manutenção do valor do produto.

Carvalho (2008) enfatiza a existência de inúmeras barreiras em se desenvolver um método para a implantação efetiva da Construção Enxuta nas empresas. A decisão pela implantação gera muitas dúvidas, principalmente por onde começar. Verifica-se que grande parte das empresas construtoras não tem conhecimento da do seu estado atual, fundamental no estabelecimento de metas e planos de ação para o estado futuro. O autor propõe, então, um questionário dividido entre os principais agentes do processo construtivo que fornece uma medição do desempenho quanto à aderência aos princípios enxutos.

Os principais fluxos de um empreendimento foram divididos em três partes: o fluxo de negócio, o fluxo de projeto e o fluxo de construção. Para fim de elaboração dos *check-lists* propostos, foram utilizados como base: o questionário produzido por Carvalho (2008), os trabalhos de Picchi (2003) e todo o demais referencial teórico referenciado na revisão bibliográfica (Capítulos 1 e 2) deste trabalho.

Neste capítulo, pretende-se fazer uma conexão entre determinada “fase” do empreendimento, ou fluxo de trabalho, e os princípios da construção enxuta propostos por Koskela (1992), citados no capítulo anterior.

Tem-se como objetivo principal trazer um direcionamento aos agentes de cada tipo de fluxo quanto a implantação da filosofia enxuta naquele contexto. Para isso, as principais atividades enxutas foram relacionadas com cada um dos onze princípios, identificadas e organizadas, com o intuito de ser uma ferramenta que possa ser realmente usada na prática. O *check-lists* criados foram fragmentados para melhor visualização do leitor. Entretanto, os mesmos se encontram contínuos em formato pronto para impressão no anexo A.

### 3.2. O fluxo de incorporação

O fluxo de negócios, liderado pelo incorporador, abrange desde a identificação do estado atual da empresa e suas necessidades, pesquisas de mercado, concepção das características do empreendimento, prospecção de terrenos, aprovações burocráticas, obtenção de financiamento, contratação de pessoal, supervisão dos fluxos de projeto e construção até venda e entrega ao cliente final, sendo o fluxo de maior duração. (PICCHI, 2003)

**Quadro 5:** Fluxo de incorporação (parte 1) **Fonte:** Elaborado pela autora.

FLUXO DE INCORPORAÇÃO	
Adoção dos princípios enxutos na fase de negócios	
Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
<b>1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</b>	
Prováveis atividades que não agregam valor: espera, processamento excessivo, excesso de produção e estoque	
<input type="checkbox"/> Mapeamento de fluxos: Mapa de Estado Atual e Mapa de Estado Futuro da empresa	Identificar em quais processo há desperdício
<input type="checkbox"/> Planejamento de incorporação segundo pesquisa de mercado	Descobrir a real demanda: evitar o excesso de produção.
<input type="checkbox"/> Desburocratização e simplificação dos processos administrativos	Evitar a perda de tempo por burocracia.
<input type="checkbox"/> Otimizar o fluxo da comunicação	Evitar retralho ou falhas por falta de comunicação.
<input type="checkbox"/> Eliminação/redução de demais desperdícios identificados no mapeamento de fluxo	Redução substancial de custos
<b>2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes</b>	
<input type="checkbox"/> Pesquisa de mercado: necessidades dos clientes	Identificar o que esse cliente quer e valoriza.
<input type="checkbox"/> Pesquisa de avaliação de desempenho com clientes	Retroalimentar o processo

A aplicação dos princípios enxutos na produção deve começar pelo mapeamento do fluxo de valor, incluindo todo o fluxo de materiais e informação, desde o insumo até o produto final. O mapa de estado atual e futuro deve ser realizados para situar a empresa quanto funcionamento atual do seu fluxo e onde estão os

desperdícios, cerne deste princípio. O objetivo ao se ter uma visão sistêmica do processo, é o de aprimorar o fluxo como um todo, e não pontualmente.

O atendimento às necessidades dos clientes é de suma importância numa incorporação. Afinal, sem clientes nenhum fluxo de negócio pode ser consolidar. Acredita-se que qualquer empresa, com organização e esforço, possa conseguir essas informações, que são tão importantes quanto a qualidade do produto ou a eficiência dos processos. Além disso, as pesquisas de mercado têm baixo custo frente aos seus proveitos.

**Quadro 6:** Fluxo de incorporação (parte 2) **Fonte:** Elaborado pela autora.

<b>3. Redução da variabilidade</b>	
<input type="checkbox"/> Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade: padronização da maioria dos procedimentos índices de desempenho do produto/ serviço	Garantir o padrão de qualidade do serviço/produto ao ser uma empresa certificada
<input type="checkbox"/> Gestão de Contratos;	Uniformizar e blindar os contratos
<input type="checkbox"/> Relação com fornecedores certificados	Assegurar a conformidade dos produtos adquiridos
<b>4. Redução do tempo de ciclo</b>	
<input type="checkbox"/> Divisão das atividades em pacotes de trabalho	Criar os ciclos de trabalho
<input type="checkbox"/> Compreensão dos tempos médios das atividades	Conhecer o tempo de ciclo das atividades
<input type="checkbox"/> Monitoramento dos tempos de ciclo	Buscar a redução dos tempos de ciclo
<input type="checkbox"/> Controle sobre entregas do fluxo de projeto e construção	Garantir a entrega do empreendimento no prazo
<input type="checkbox"/> Planejamento de lotes menores, de acordo com a demanda	Aprender com o erros, entregar antecipadamente, não produzir estoques
<b>5. Simplificação pela minimização do numero de passos e partes</b>	
<input type="checkbox"/> Desburocratização dos processos administrativos	Simplificar processos e melhorar o fluxo de trabalho
<input type="checkbox"/> Utilização de modelos de documentos	Otimizar o fluxo de negócios
<input type="checkbox"/> Processo de venda de produto/serviço simples e eficiente	
<input type="checkbox"/> Processo de contratação de terceirizada simples e eficiente	
<input type="checkbox"/> Processos internos com autonomia do colaborador	Descentralizar as decisões e dar autonomia e confiança às equipes



O Sistema de Gestão da Qualidade é um elemento fundamental para a implantação de sistema enxuto. Sem a padronização dos processos, o registro das melhores práticas se perde com a rotatividade dos funcionários, além de permitir que os procedimentos sejam feitos sem um direcionamento. O grande problema é o uso do SGQ por mera obrigação e não porque sua importância é reconhecida por quem o usa.

**Quadro 7:** Fluxo de incorporação (parte 3) **Fonte:** Elaborado pela autora.

6. Aumento da flexibilidade de saída	
<input type="checkbox"/> Diversificação da carteira de empreendimentos	Alcançar novos clientes
<input type="checkbox"/> Definição das opções viáveis de customização do produto	Tornar o produto mais interessante ao cliente
<input type="checkbox"/> Definição das opções viáveis de formas pagamento	Tornar o produto mais acessível ao cliente
7. Aumento da transparência	
<input type="checkbox"/> Aplicação e manutenção do sistema 5S	Manter um ambiente de trabalho limpo, claro, ergonômico e agradável
<input type="checkbox"/> Divulgação de metas, resultados e expectativas	Motivar os funcionários
<input type="checkbox"/> Aplicação efetiva das políticas de conduta da empresa	Disseminar a ética e os valores da empresa
8. Foco no controle do processo global	
<input type="checkbox"/> Planejamento do empreendimento à longo, médio e curto prazo	Prever as entregas das etapas do empreendimento.
<input type="checkbox"/> Controle periódico sobre faturamento	Cumprir o planejamento
<input type="checkbox"/> Controle sobre o processo como um todo através de indicadores	
9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo	
<input type="checkbox"/> Solução de problemas: 5 porquês	Encontrar a raiz dos problemas
<input type="checkbox"/> Detecção de modos mais eficientes de se realizar uma tarefa pelos funcionarios;	Encontrar soluções à problemas práticos
<input type="checkbox"/> Atualização dos procedimentos pradronizados	Melhorar o processo
<input type="checkbox"/> Caixa de Sugestões	Motivar a contribuição dos funcionário para a melhoria
11. Benchmarking	
<input type="checkbox"/> Conhecer os concorrentes	Ganhar superioridade no mercado
<input type="checkbox"/> Incorporar melhores práticas combinadas	
<input type="checkbox"/> Comparar indicadores	

### 3.3. O fluxo de projeto

Gerenciar uma construção *lean* se difere do gerenciamento de uma obra tradicional, visto que existem objetivos diferentes quanto ao processo de entrega, além de se procurar maximizar o desempenho em nível de projeto, utilizando da engenharia simultânea e controle da produção durante todo o ciclo de vida do projeto. (HOWELL, 1999)

O fluxo de projeto envolve o incorporador, o coordenador de projetos, os demais projetistas e os clientes. O incorporador é quem define as diretrizes de projeto a serem seguidas, em qual terreno o empreendimento a ser construído. O coordenador de projetos é quem planeja, controla e executa, coordenando o time de projetistas em busca dos melhores resultados, sendo o intermediador do fluxo de negócios e o fluxo de projetos. Os clientes entram no processo de projeto à medida que é importante a flexibilização de saída dos projetos para o atendimento das suas necessidades, assim como nos outros dois fluxos.

**Quadro 8:** Fluxo de projeto (parte 1) **Fonte:** Elaborado pela autora.

FLUXO DE PROJETO	
Adoção dos princípios enxutos na fase de concepção e desenvolvimento dos projetos	
Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
<b>1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</b>	
Prováveis atividades que não agregam valor: espera, processamento excessivo e defeitos	
<input type="checkbox"/> Projetos orientados pela construtibilidade	Facilitar o trabalho no fluxo de construção
<input type="checkbox"/> Engenharia Simultânea	Trabalhar de forma colaborativa, reduzindo os retrabalhos e esperas
<input type="checkbox"/> Implantação de sistema interno contra erros grosseiros	Redução sustancial dos defeitos
<b>2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes</b>	
<input type="checkbox"/> Priorização do atendimento às necessidades do cliente	Focar no que o cliente valoriza.
<input type="checkbox"/> Criação de um banco de dados com as diversas solicitações dos clientes sobre projetos	Traçar um tipo de projeto para cada perfil

O uso da engenharia simultânea reitera um dos objetivos principais da filosofia *lean*: visão sistêmica do processo. Através dela, projetistas contribuem para o mesmo projeto de forma simultânea, criando facilidade na compatibilização, reduzindo desperdícios. Dessa forma, incluindo valores como cooperação e confiança, o projeto flui em menor tempo e com mais credibilidade quanto a erros de projeto.

**Quadro 9:** Fluxo de projeto (parte 2) **Fonte:** Elaborado pela autora.

<b>3. Redução da variabilidade</b>	
<input type="checkbox"/> Execução de projetos com base em projetos de sucesso	Obter soluções com alto índice de satisfação dos clientes
<input type="checkbox"/> Execução de projetos para produção	Garantir ao fluxo de construção projetos passíveis de perfeita correspondência ao projetado
<input type="checkbox"/> Opções por designs simplificados	Redução do processamento
<input type="checkbox"/> Inclusão dos processos de projeto no Sistema de Gestão da Qualidade	Padronização dos processos
<b>4. Redução do tempo de ciclo</b>	
<input type="checkbox"/> Divisão das atividades de projeto em pacotes de trabalho	Criar os ciclos de trabalho
<input type="checkbox"/> Mensuração dos tempos médios das atividades	Conhecer o tempo de ciclo das atividades
<input type="checkbox"/> Monitoramento dos tempos de ciclo	Buscar a redução dos tempos de ciclo
<b>5. Simplificação pela minimização do numero de passos e partes</b>	
<input type="checkbox"/> Definição prévia do sistema construtivo	Modular o projeto pensado nos materiais e possibilidade de pré-fabricados
<input type="checkbox"/> Compor banco de dados com padroes pré-estabelecidos para projetos futuros	Compartilhar trabalhos, desenhos e blocos com elementos reutilizáveis
<b>6. Aumento da flexibilidade de saída</b>	
<input type="checkbox"/> Elaboração do catálogo de customizações permitidas pela incorporação	Tornar visíveis as possíveis mudanças no produto ao cliente
<input type="checkbox"/> Comunicação eficiente dos clientes com projetistas sobre customizações	
<input type="checkbox"/> Consideração da flexibilidade no uso do empreendimento	Averiguar possibilidade de reutilização do espaço para outros fins
<input type="checkbox"/> Elaboração do projetos que permitam adiar a customização para o fim do processo	Abranger o maior numero de clientes possível

7. Aumento da transparência	
<input type="checkbox"/> Aplicação e manutenção do sistema 5S	Manter um ambiente de trabalho limpo, claro, ergonômico e agradável
<input type="checkbox"/> Divulgação de metas, resultados e expectativas	Motivar os funcionários
<input type="checkbox"/> Engenharia Simultânea	Trabalhar de forma colaborativa, reduzindo os retrabalhos e esperas
8. Focar controle do processo global	
<input type="checkbox"/> Contratação de um coordenador de projetos	Gerenciar todo o fluxo de projeto, os colaboradores e suas entregas e a compatibilidade entre elas
<input type="checkbox"/> Controle sobre entregas e qualidade do fluxo de projeto	Garantir a entrega dos projetos no prazo, seja para outros projetistas ou para a execução
9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo	
<input type="checkbox"/> Solução de problemas: 5 porquês	Encontrar a raiz dos problemas
<input type="checkbox"/> Visitas à obra	Encontrar melhores formas de se projetar e verificar se a construção está conforme o projeto
<input type="checkbox"/> Pesquisa para avaliação da satisfação com os projetos	Retroalimentar o processo
<input type="checkbox"/> Caixa de Sugestões	Motivar a contribuição dos funcionário para a melhoria
10. Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações	
11. Benchmarking	
<input type="checkbox"/> Incorporar melhores práticas combinadas de outros projetistas	Entregar os melhores projetos do mercado
<input type="checkbox"/> Comparar indicadores de produtividade	
<input type="checkbox"/> Consideração de investimento em BIM	

### 3.4. O fluxo de construção

De acordo com Branco, Romeiro Filho e Andery (2003), o modo de construção habitual tem como base as concepções do Fordismo e do Taylorismo, este pelo conceito de divisão de tarefas e aquele pelo conceito de produção em larga escala. Nesse contexto, a falta de comunicação entre os responsáveis pelo projeto e execução, além da obsessão por prazos sem a preocupação com a qualidade mostram o quanto o modelo brasileiro de construção precisa evoluir.

O fluxo de construção geralmente apresenta alto índice de subcontratação, sendo imprescindível a atuação sistemática do controle de qualidade, produtividade e desperdício. Esse fluxo se encontra subordinado aos fluxos anteriores de negócio e projeto, visto que de nada adianta uma boa execução se o projeto é mal feito ou a incorporação direciona o empreendimento de forma inadequada.

**Quadro 10:** Fluxo de construção **Fonte:** Elaborado pela autora.

FLUXO DE CONSTRUÇÃO	
Adoção dos princípios enxutos na fase de execução do empreendimento	
Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
<b>1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor</b>	
Prováveis atividades que não agregam valor: espera, processamento excessivo, excesso de produção, estoque, movimentação, transporte e defeitos	
<input type="checkbox"/> Elaboração do projeto do layout do canteiro	Reduzir os desperdícios de movimentação e transporte
<input type="checkbox"/> Otimizar o fluxo de comunicação	Evitar retrabalho ou falhas por falta de comunicação.
<input type="checkbox"/> Mapeamento do fluxo de valor	Identificar em quais processo há desperdício
<input type="checkbox"/> Eliminação/redução de demais desperdícios identificados no mapeamento de fluxo	Redução substancial de custos
<b>2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes</b>	
<input type="checkbox"/> Assegurar ambiente apropriado para próxima equipe (cliente interno)	Deixar ambiente limpo, organizado e sem pendências
<b>3. Redução da variabilidade</b>	
<input type="checkbox"/> Respeito ao Sistema de Gestão da Qualidade:	Seguir os padrões definidos pelo SGQ na execução, inspeção e recebimento para garantir a qualidade do produto
Procedimento de Execução de Serviço	
Procedimento de Inspeção de Serviço	
Procedimento de Recebimento de Material	

<input type="checkbox"/> Implantação de dispositivos anti-falhas	Prevenir ou sinalizar erros na produção
<input type="checkbox"/> Uso de formas, gabaritos e moldes	Uniformizar atividades repetitivas
<input type="checkbox"/> Treinamento sobre procedimentos de execução	Reduzir o índice retrabalho e aumentar a produtividade
<input type="checkbox"/> Relação com fornecedores certificados	Assegurar a conformidade dos produtos adquiridos
<input type="checkbox"/> Mecanização de alguns processos	Aumentar a produtividade da força de trabalho e a conformidade do produto
4. Redução do tempo de ciclo	
<input type="checkbox"/> Compreensão dos tempos de ciclo médios das atividades	Conhecer o tempo de ciclo das atividades
<input type="checkbox"/> Monitoramento dos tempos de ciclo (produtividade)	Buscar a redução dos tempos de ciclo
<input type="checkbox"/> Divulgação da produtividade do dia	Conscientizar das metas à curto prazo e do desempenho individual
<input type="checkbox"/> Otimizar o fluxo de suprimentos	Evitar tempo ocioso por falta de material de trabalho
<input type="checkbox"/> Manutenção de pequenos estoques de alta rotatividade	Conseguir uma "produção puxada" : faz-se estoque à medida em que há demanda
<input type="checkbox"/> Planejamento de lotes menores, de acordo com a demanda	Aprender com o erros, entregar antecipadamente, não produzir estoques
<input type="checkbox"/> Equipamentos para transporte vertical e horizontal	Reduzir os desperdícios de tempo com movimentação e transporte
<input type="checkbox"/> Distribuição dos materiais próximos aos pontos de aplicação	
5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes	
<input type="checkbox"/> Simplificar processos que possuem muitas etapas	Facilitar o fluxo de trabalho
<input type="checkbox"/> Usar o <i>Last Planner</i> para programar o que realmente será feito no curto prazo	Tranformar o que deveria ser feito no que pode ser feito
<input type="checkbox"/> Processos internos com autonomia do colaborador	Descentralizar as decisões e dar autonomia e confiança às equipes
<input type="checkbox"/> Uso de produtos industrializados certificados e pré-moldados	Assegurar a conformidade do produto
<input type="checkbox"/> Uso de sistemas pré-moldados	Tornar o processo mais fácil, eficiente e limpo
<input type="checkbox"/> Promover um centro de produção de kits (elétricos, hidráulicos, etc)	

7. Aumento da transparência	
<input type="checkbox"/> Manutenção de sistemas de comunicação eficientes: painéis, placas, quadros, murais	Informar e motivar o funcionário sobre cronogramas, procedimentos, eventos, produtividade, metas, etc
<input type="checkbox"/> Sinalização apropriada do canteiro	Alertar sobre riscos, sinalizar locais da obra, caminhos, etc.
<input type="checkbox"/> Aplicação e manutenção do sistema 5S	Manter o canteiro de obras limpo, organizado, com vias de acesso desobstruídas e desimpedidas
<input type="checkbox"/> Utilização dos sistemas <i>andon</i>	Sinalizar à gerência a situação dos processos
8. Foco no controle do processo global	
<input type="checkbox"/> Planejamento da obra à longo, médio e curto prazo	Prever as entregas das etapas do obra
<input type="checkbox"/> Controle periódico sobre orçamento estimado e real	Cumprir o planejamento
<input type="checkbox"/> Controle sobre a produtividade dos operários	
9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo	
<input type="checkbox"/> Solução de problemas: 5 porquês	Encontrar a raiz dos problemas
<input type="checkbox"/> Programa de incentivo às novas idéias:	Encontrar nas sugestões da força de trabalho, soluções aos problemas usuais da obra
caixa de sugestões	
prêmio aos autores das melhores idéias	Integrar os funcionários na busca pela melhoria contínua
atualização dos processos padronizados pelas sugestões	
10. Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações	
<input type="checkbox"/> Priorização do fluxo em frente conversões	Focar na melhoria das entre-atividades como o transporte, a movimentação e espera, que são formas de desperdício puro.
* Em frente a um fluxo bem estabelecido e com desperdício reduzido, intestimento na melhoria dos processos de conversão como a mecanização, por exemplo.	
11. Benchmarking	
<input type="checkbox"/> Conhecer as práticas das concorrentes	Figurar entre as melhores e mais eficientes no mercado
<input type="checkbox"/> Incorporar melhores práticas combinadas	
<input type="checkbox"/> Comparar indicadores de desempenho	

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas são as barreiras ao se encarar o desafio e decidir pela implementação da filosofia enxuta na construção. Seja pelo custo de contratação de uma consultoria especializada, pela falta de tempo para aprender conceitos novos e até mesmo pelo medo do desconhecido, a maioria das empresas se omite. Acredita-se as empresas do setor podem ganhar vantagens competitivas ao conhecer o modelo enxuto na íntegra e não mais por aplicações pontuais de ferramentas.

No caso dos princípios de Koskela, pode-se notar que, em todos os fluxos, os princípios conversam entre si e acabam influenciando uns aos outros. Algumas ações propostas de redução da variabilidade e simplificação do número de partes, por exemplo influem diretamente na redução do tempo de ciclo e vice-versa. Por isso, as ações propostas nos *check-lists* acabam por constituir uma ideia central de redução de desperdício e tempo, por meio de processos enxutos e simples.

Em conclusão, a mentalidade enxuta não se restringe a um conceito peculiar do Sistema Toyota de Produção. Ela deve ser encarada como um sistema de gestão, não somente ligado à manufatura, mas aplicável a qualquer tipo de negócio em qualquer país ou região. Entretanto, é necessário que seja instaurado na empresa um processo de mudança generalizada, abrangendo todos os três fluxos, algo que só é possível quando os princípios da excelência são compreendidos e enraizados na cultura.



## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTELSEN, Sven; KOSKELA, Lauri. **Construction Beyond Lean: A New Understanding Of Construction Management**. In: ANNUAL CONFERENCE IN THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Elsinore, Denmark.

BRANCO, Luiz Antônio M. N.; ROMEIRO FILHO, Eduardo; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. **Os Princípios Da Construção Enxuta Como Facilitadores De Uma Abordagem Sistêmica Em Construção Civil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 31., 2003, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/DCS554.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2015.

CARVALHO, B. S. de. Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta. 2008. 128p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil, Setor de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

EARLY, T. **Lean Manufacturing Tools**. Disponível em: <<http://leanmanufacturingtools.org>> Acesso em: 08 dez. 2015

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente Just-in-Time**. *Prod.*, Dez 1995, vol.5, no.2, p.169-189

HOWELL, Gregory A.. What Is Lean Construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** . Berkeley: Iglic-7, 1999. p. 1 - 10

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H.; ALVES, Thaís C. L. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, Série SEBRAE Construção civil, Vol. 5, 2000.

KAMADA, Sergio. **Como Operar um “andon”**. 2008. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_36.pdf](http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_36.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2016.

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

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **A Brief History of Lean**. Disponível em: <<http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>>. Acesso em: 09 dez. 2015.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Lean Thinking: O que é**. Disponível em: <[http://www.lean.org.br/o\\_que\\_e.aspx](http://www.lean.org.br/o_que_e.aspx)>. Acesso em: 29 nov. 2015.

LIKER, Jeffrey K; MEIER, Davis. **The Toyota Way: Fieldbook**. New York: Mcgraw Hill, 2006.

MEDEIROS, Heloísa. **Construção mercado 87: Logística**. 2008. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/87/artigo282801-1.aspx>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

OHNO, Taiichi. **Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production**. Portland: Productivity Press, 1988.

PASQUALINI, Fernanda. **Fluxo de valor na construção de edificações habitacionais: estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre / RS**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul , Porto Alegre, 2005.

PICCHI, Flávio Augusto. Lean thinking (mentalidade enxuta): avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2001.

SANTOS, Aguinaldo dos; POWELL, James. Potential Of Poka-Yoke Devices To Reduce Variability In Construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. **Proceedings...** . Berkeley: Igic-7, 1999. p. 51 - 62.

SANTOS, Carlos Aparecido dos. **Produção Enxuta: uma proposta de método para introdução de uma empresa multinacional instalada no Brasil**. 2003. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SHINGO, Shigeo. **Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System**. Portland: Productivity Press, 1986.

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takahiro (Ed.). **The Birth of Lean**. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, 2009. Disponível em: <[https://www.lean.org/downloads/intro\\_chap\\_1\\_bol.pdf](https://www.lean.org/downloads/intro_chap_1_bol.pdf)>. Acesso em: 06 jan. 2015.

SINKUNAS JUNIOR, Vicente Miguel; AKABANE, Getúlio. Uma revisão da literatura sobre fatores que apoiam a mudança organizacional voltada para o Lean Thinking.. In: WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA: ESTRATÉGIAS GLOBAIS E SISTEMAS PRODUTIVOS BRASILEIROS, 9., 2014, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Centro Paula Souza, 2014. p. 231 - 240.

TEZEL, Algan *et al*. Process transparency on construction sites: examples from construction companies in Brazil. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18., 2010, Technion. **Proceedings...** . Technion: Igic, 2010. p. 296 - 305

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. Lean Seis Sigma. **Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema, 2006. 117p. (Série Seis Sigma v. 4). Disponível em: <<http://www.werkemaeditora.com.br/arquivos/lss.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2016

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **Machine that changed the world.** New York: Simon & Schuster, 1990.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.. **Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection.** Harvard Business Review. Cambridge, p. 140-158. out. 1996.

# ANEXO

## A

# FLUXO DE INCORPORAÇÃO

Adoção dos princípios enxutos na fase de negócios

Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
--	---------------------

## 1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Prováveis atividades que não agregam valor: espera, processamento excessivo, excesso de produção e estoque

<input type="checkbox"/> Mapeamento de fluxos: Mapa de Estado Atual e Mapa de Estado Futuro da empresa	Identificar em quais processo há desperdício
<input type="checkbox"/> Planejamento de incorporação segundo pesquisa de mercado	Descobrir a real demanda: evitar o excesso de produção.
<input type="checkbox"/> Desburocratização e simplificação dos processos administrativos	Evitar a perda de tempo por burocracia.
<input type="checkbox"/> Otimizar o fluxo da comunicação	Evitar retralho ou falhas por falta de comunicação.
<input type="checkbox"/> Eliminação/redução de demais desperdícios identificados no mapeamento de fluxo	Redução substancial de custos

## 2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes

<input type="checkbox"/> Pesquisa de mercado: necessidades dos clientes	Identificar o que esse cliente quer e valoriza.
<input type="checkbox"/> Pesquisa de avaliação de desempenho com clientes	Retroalimentar o processo

## 3. Redução da variabilidade

<input type="checkbox"/> Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade: padronização da maioria dos procedimentos índices de desempenho do produto/ serviço	Garantir o padrão de qualidade do serviço/produto ao ser uma empresa certificada
<input type="checkbox"/> Gestão de Contratos;	Uniformizar e blindar os contratos
<input type="checkbox"/> Relação com fornecedores certificados	Assegurar a conformidade dos produtos adquiridos

# FLUXO DE INCORPORAÇÃO

Adoção dos princípios enxutos na fase de negócios

Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
--	---------------------

## 4. Redução do tempo de ciclo

<input type="checkbox"/> Divisão das atividades em pacotes de trabalho	Criar os ciclos de trabalho
<input type="checkbox"/> Compressão dos tempos médios das atividades	Conhecer o tempo de ciclo das atividades
<input type="checkbox"/> Monitoramento dos tempos de ciclo	Buscar a redução dos tempos de ciclo
<input type="checkbox"/> Controle sobre entregas do fluxo de projeto e construção	Garantir a entrega do empreendimento no prazo
<input type="checkbox"/> Planejamento de lotes menores, de acordo com a demanda	Aprender com o erros, entregar antecipadamente, não produzir estoques

## 5. Simplificação pela minimização do numero de passos e partes

<input type="checkbox"/> Desburocratização dos processos administrativos	Simplificar processos e melhorar o fluxo de trabalho
<input type="checkbox"/> Utilização de modelos de documentos	Otimizar o fluxo de negócios
<input type="checkbox"/> Processo de venda de produto/serviço simples e eficiente	
<input type="checkbox"/> Processo de contratação de terceirizada simples e eficiente	
<input type="checkbox"/> Processos internos com autonomia do colaborador	Descentralizar as decisões e dar autonomia e confiança às equipes

## 6. Aumento da flexibilidade de saída

<input type="checkbox"/> Diversificação da carteira de empreendimentos	Alcançar novos clientes
<input type="checkbox"/> Definição das opções viáveis de customização do produto	Tornar o produto mais interessante ao cliente
<input type="checkbox"/> Definição das opções viáveis de formas pagamento	Tornar o produto mais acessível ao cliente

## 7. Aumento da transparência

<input type="checkbox"/> Aplicação e manutenção do sistema 5S	Manter um ambiente de trabalho limpo, claro, ergonômico e agradável
<input type="checkbox"/> Divulgação de metas, resultados e expectativas	Motivar os funcionários
<input type="checkbox"/> Aplicação efetiva das políticas de conduta da empresa	Disseminar a ética e os valores da empresa

## FLUXO DE INCORPORAÇÃO

Adoção dos princípios enxutos na fase de negócios

Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
--	---------------------

### 8. Foco no controle do processo global

<input type="checkbox"/> Planejamento do empreendimento à longo, médio e curto prazo	Prever as entregas das etapas do empreendimento.
<input type="checkbox"/> Controle periódico sobre faturamento	Cumprir o planejamento
<input type="checkbox"/> Controle sobre o processo como um todo através de indicadores	

### 9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo

<input type="checkbox"/> Solução de problemas: 5 porquês	Encontrar a raiz dos problemas
<input type="checkbox"/> Detecção de modos mais eficientes de se realizar uma tarefa pelos funcionarios;	Encontrar soluções à problemas práticos
<input type="checkbox"/> Atualização dos procedimentos pradronizados	Melhorar o processo
<input type="checkbox"/> Caixa de Sugestões	Motivar a contribuição dos funcionário para a melhoria

### 10. Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações

### 11. Benchmarking

<input type="checkbox"/> Conhecer os concorrentes	Ganhar superioridade no mercado
<input type="checkbox"/> Incorporar melhores práticas combinadas	
<input type="checkbox"/> Comparar indicadores	



## FLUXO DE PROJETO

Adoção dos princípios enxutos na fase de concepção e desenvolvimento dos projetos

Ações a serem tomadas a cada princípio	Objetivo desta ação
--	---------------------

### 1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Prováveis atividades que não agregam valor: espera, processamento excessivo e defeitos

<input type="checkbox"/> Projetos orientados pela construtibilidade	Facilitar o trabalho no fluxo de construção
<input type="checkbox"/> Engenharia Simultânea	Trabalhar de forma colaborativa, reduzindo os retrabalhos e esperas
<input type="checkbox"/> Implantação de sistema interno contra erros grosseiros	Redução sustancial dos defeitos

### 2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes

<input type="checkbox"/> Priorização do atendimento às necessidades do cliente	Focar no que o cliente valoriza.
<input type="checkbox"/> Criação de um banco de dados com as diversas solicitações dos clientes sobre projetos	Traçar um tipo de projeto para cada perfil

### 3. Redução da variabilidade

<input type="checkbox"/> Execução de projetos com base em projetos de sucesso	Obter soluções com alto índice de satisfação dos clientes
<input type="checkbox"/> Execução de projetos para produção	Garantir ao fluxo de construção projetos passíveis de perfeita correspondência ao projetado
<input type="checkbox"/> Opções por designs simplificados	Redução do processamento
<input type="checkbox"/> Inclusão dos processos de projeto no Sistema de Gestão da Qualidade	Padronização dos processos

### 4. Redução do tempo de ciclo

<input type="checkbox"/> Divisão das atividades de projeto em pacotes de trabalho	Criar os ciclos de trabalho
<input type="checkbox"/> Mensuração dos tempos médios das atividades	Conhecer o tempo de ciclo das atividades
<input type="checkbox"/> Monitoramento dos tempos de ciclo	Buscar a redução dos tempos de ciclo

### 5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes

<input type="checkbox"/> Definição prévia do sistema construtivo	Modular o projeto pensado nos materiais e possibilidade de pré-fabricados
--	---

<input type="checkbox"/> Compor banco de dados com padroes pré-estabelecidos para projetos futuros	Compartilhar trabalhos, desenhos e blocos com elementos reutilizáveis
--	---

#### 6. Aumento da flexibilidade de saída

<input type="checkbox"/> Elaboração do catálogo de customizações permitidas pela incorporação	Tornar visíveis as possíveis mudanças no produto ao cliente
<input type="checkbox"/> Comunicação eficiente dos clientes com projetistas sobre customizações	
<input type="checkbox"/> Consideração da flexibilidade no uso do empreendimento	Averiguar possibilidade de reutilização do espaço para outros fins
<input type="checkbox"/> Elaboração do projetos que permitam adiar a customização para o fim do processo	Abranger o maior numero de clientes possível

#### 7. Aumento da transparência

<input type="checkbox"/> Aplicação e manutenção do sistema 5S	Manter um ambiente de trabalho limpo, claro, ergonômico e agradável
<input type="checkbox"/> Divulgação de metas, resultados e expectativas	Motivar os funcionários
<input type="checkbox"/> Engenharia Simultânea	Trabalhar de forma colaborativa, reduzindo os retrabalhos e esperas

#### 8. Focar controle do processo global

<input type="checkbox"/> Contratação de um coordenador de projetos	Gerenciar todo o fluxo de projeto, os colaboradores e suas entregas e a compatibilidade entre elas
<input type="checkbox"/> Controle sobre entregas e qualidade do fluxo de projeto	Garantir a entrega dos projetos no prazo, seja para outros projetistas ou para a execução

#### 9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo

<input type="checkbox"/> Solução de problemas: 5 porquês	Encontrar a raiz dos problemas
<input type="checkbox"/> Visitas à obra	Encontrar melhores formas de se projetar e verificar se a construção está conforme o projeto
<input type="checkbox"/> Pesquisa para avaliação da satisfação com os projetos	Retroalimentar o processo
<input type="checkbox"/> Caixa de Sugestões	Motivar a contribuição dos funcionário para a melhoria

#### 10. Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações

11. Benchmarking	
<input type="checkbox"/> Incorporar melhores práticas combinadas de outros projetistas	Entregar os melhores projetos do mercado
<input type="checkbox"/> Comparar indicadores de produtividade	
<input type="checkbox"/> Consideração de investimento em BIM	

# FLUXO DE CONSTRUÇÃO

Adoção dos princípios enxutos na fase de execução do empreendimento

**Ações a serem tomadas a cada princípio**

**Objetivo desta ação**

## 1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Prováveis atividades que não agregam valor: espera, processamento excessivo, excesso de produção, estoque, movimentação, transporte e defeitos

<input type="checkbox"/> Elaboração do projeto do layout do canteiro	Reduzir os desperdícios de movimentação e transporte
<input type="checkbox"/> Otimizar o fluxo de comunicação	Evitar retrabalho ou falhas por falta de comunicação.
<input type="checkbox"/> Mapeamento do fluxo de valor	Identificar em quais processo há desperdício
<input type="checkbox"/> Eliminação/redução de demais desperdícios identificados no mapeamento de fluxo	Redução substancial de custos

## 2. Aumento do valor do produto através das necessidades dos clientes

<input type="checkbox"/> Assegurar ambiente apropriado para próxima equipe (cliente interno)	Deixar ambiente limpo, organizado e sem pendências
--	--

## 3. Redução da variabilidade

<input type="checkbox"/> Respeito ao Sistema de Gestão da Qualidade: Procedimento de Execução de Serviço Procedimento de Inspeção de Serviço Procedimento de Recebimento de Material	Seguir os padrões definidos pelo SGQ na execução, inspeção e recebimento para garantir a qualidade do produto
<input type="checkbox"/> Implantação de dispositivos anti-falhas	Prevenir ou sinalizar erros na produção
<input type="checkbox"/> Uso de formas, gabaritos e moldes	Uniformizar atividades repetitivas
<input type="checkbox"/> Treinamento sobre procedimentos de execução	Reduzir o índice retrabalho e aumentar a produtividade
<input type="checkbox"/> Relação com fornecedores certificados	Assegurar a conformidade dos produtos adquiridos
<input type="checkbox"/> Mecanização de alguns processos	Aumentar a produtividade da força de trabalho e a conformidade do produto

## 4. Redução do tempo de ciclo

<input type="checkbox"/> Compreensão dos tempos de ciclo médios das atividades	Conhecer o tempo de ciclo das atividades
<input type="checkbox"/> Monitoramento dos tempos de ciclo (produtividade)	Buscar a redução dos tempos de ciclo

<input type="checkbox"/> Divulgação da produtividade do dia	Conscientizar das metas à curto prazo e do desempenho individual
<input type="checkbox"/> Otimizar o fluxo de suprimentos	Evitar tempo ocioso por falta de material de trabalho
<input type="checkbox"/> Manutenção de pequenos estoques de alta rotatividade	Conseguir uma "produção puxada" : faz-se estoque à medida em que há demanda
<input type="checkbox"/> Planejamento de lotes menores, de acordo com a demanda	Aprender com os erros, entregar antecipadamente, não produzir estoques
<input type="checkbox"/> Equipamentos para transporte vertical e horizontal	Reduzir os desperdícios de tempo com movimentação e transporte
<input type="checkbox"/> Distribuição dos materiais próximos aos pontos de aplicação	

#### 5. Simplificação pela minimização do número de passos e partes

<input type="checkbox"/> Simplificar processos que possuem muitas etapas	Facilitar o fluxo de trabalho
<input type="checkbox"/> Usar o <i>Last Planner</i> para programar o que realmente será feito no curto prazo	Transformar o que deveria ser feito no que pode ser feito
<input type="checkbox"/> Processos internos com autonomia do colaborador	Descentralizar as decisões e dar autonomia e confiança às equipes
<input type="checkbox"/> Uso de produtos industrializados certificados e pré-moldados	Assegurar a conformidade do produto
<input type="checkbox"/> Uso de sistemas pré-moldados	Tornar o processo mais fácil, eficiente e limpo
<input type="checkbox"/> Promover um centro de produção de kits (elétricos, hidráulicos, etc)	

#### 6. Aumento da flexibilidade de saída

#### 7. Aumento da transparência

<input type="checkbox"/> Manutenção de sistemas de comunicação eficientes: painéis, placas, quadros, murais	Informar e motivar o funcionário sobre cronogramas, procedimentos, eventos, produtividade, metas, etc
<input type="checkbox"/> Sinalização apropriada do canteiro	Alertar sobre riscos, sinalizar locais da obra, caminhos, etc.
<input type="checkbox"/> Aplicação e manutenção do sistema 5S	Manter o canteiro de obras limpo, organizado, com vias de acesso desobstruídas e desimpedidas

<input type="checkbox"/> Utilização dos sistemas <i>andon</i>	Sinalizar à gerencia a situação dos processos
---	---

<b>8. Foco no controle do processo global</b>
---

<input type="checkbox"/> Planejamento da obra à longo, médio e curto prazo	Prever as entregas das etapas do obra
<input type="checkbox"/> Controle periódico sobre orçamento estimado e real	Cumprir o planejamento
<input type="checkbox"/> Controle sobre a produtividade dos operários	

<b>9. Estabelecimento da melhoria contínua do processo</b>
--

<input type="checkbox"/> Solução de problemas: 5 porquês	Encontrar a raiz dos problemas
<input type="checkbox"/> Programa de incentivo às novas idéias: caixa de sugestões  prêmio aos autores das melhores idéias atualização dos processos padronizados pelas sugestões	Encontrar nas sugestões da força de trabalho, soluções aos problemas usuais da obra  Integrar os funcionários na busca pela melhoria contínua

<b>10. Balancear as melhorias nos fluxos com as melhorias nas transformações</b>
--

<input type="checkbox"/> Priorização do fluxo em frente conversões	Focar na melhoria das entre-atividades como o transporte, a movimentação e espera, que são formas de desperdício puro.
* Em frente a um fluxo bem estabelecido e com desperdício reduzido, intestimento na melhoria dos processos de conversão como a mecanização, por exemplo.	

<b>11. Benchmarking</b>
-------------------------

<input type="checkbox"/> Conhecer as práticas das concorrentes	Figurar entre as melhores e mais eficientes no mercado
<input type="checkbox"/> Incorporar melhores práticas combinadas	
<input type="checkbox"/> Comparar indicadores de desempenho	