

## **Monografia**

**" GESTÃO DE PROCESSO:  
SUGESTÃO PARA APLICAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA ”**

Autor: Denise Gomes Mendonça

Orientador: Prof. Eduardo Marques Arante

JANEIRO/2011

DENISE GOMES MENDOÇA

**"GESTÃO DE PROCESSO:  
SUGESTÃO PARA APLICAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Engenharia Simultânea

Orientador: Prof. Eduardo Marques Arante

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2011

## AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre ao meu lado,  
minha família pelo apoio, carinho e dedicação,  
e a todos que acreditaram.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1 <i>Justificativa de desenvolvimento do tema</i> .....	10
1.2 <i>Objetivo</i> .....	12
1.2.1 <i>Geral</i> .....	12
1.2.2 <i>Específico</i> .....	12
1.3 <i>Limitação do trabalho</i> .....	12
1.4 <i>Proposições</i> .....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 <i>Projeto</i> .....	14
2.2 <i>Planejamento</i> .....	25
2.3 <i>Construtibilidade</i> .....	29
2.4 <i>Racionalização</i> .....	32
2.5 <i>Dimensionamento de Custo</i> .....	32
2.6 <i>Construção Enxuta</i> .....	33
2.7 <i>Engenharia Simultânea</i> .....	38
2.8 <i>Fatores a serem considerados na Engenharia Simultânea</i> .....	47
2.9 <i>Ferramentas de auxílio</i> .....	43
9.1 <i>QFD</i> .....	53
9.2 <i>EDT</i> .....	56
9.3 <i>DSM</i> .....	58

3. ANALÍSE EM CONSTRUTORAS DE BELO HORIZONTE .....	61
4. CONCLUSÃO .....	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Clientes finais do processo coletido de projeto .....	16
Figura 02: Avanço do empreendimento relacionado à chance de redução de custos .....	18
Figura 03: Estrutura da equipe multidisciplinar de projeto .....	25
Figura 04: Modelo Tradicional de Processo de Conversão.....	35
Figura 05: Modelo Lean Construction de Processo.....	36
Figura 05: Dificuldades a serem enfrentadas pelos processos de coordenação, em direção a uma meta de integração .....	38
Figura 06: Ciclo da qualidade na cosntrução .....	40
Figura 07: Interação de etapas no desenvolvimento de um projeto aplicando a ES .....	42
Figura 08: Exemplo de atividade a equal eliminou uma atividade que não agrega valor .....	47
Figura 09: Alternativas para a construção de vergas .....	49
Figura 10: Foco na Satisfação do cliente .....	51

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 01: Projeto x Executar.....	19
Tabela 02: Comparação entre o modelo de fluxo, conversão e gerador de calor.....	20
Tabela 03: Perdas do Fluxo do Processo.....	21
Tabela 04: Perdas do Processo de Gerador de Valor.....	23
Tabela 05: Formas de apresentação do EDT como tabela.....	54
Tabela 06: Níveis de desdobramento do trabalho .....	55
Tabela 07: Comparação tipologias de DS.....	56

## **LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS**

NBR = Norma Brasileira

ES = Engenharia Simultânea

IDA = Institute For Defense Analysis

SCPD = Society of Concurrent Product Development

SGQ = Sistema de Gestão de Qualidade

QFD = *Quality Function Deployment*

*EDT* = Estrutura de desdobramento do trabalho

DSM = Desing Structure Matrix



## RESUMO

O Brasil tem hoje o setor da construção civil como um dos grandes responsáveis pelo desenvolvimento do País. Gerando empregos e colaborando para o desenvolvimento socioeconômico nacional. Paralelamente pesquisas mostram o atraso tecnológico na qual o setor da construção civil se encontra no Brasil, gerando uma alta grau de variabilidade e incertezas no setor. Surge então a necessidade de um controle maior sobre o processo, diminuindo as perdas ao longo do processo, aumentando a qualidade do produto final e consequente elevação do valor de venda.

Com a grande competitividade existente hoje do mercado da construção, cresce a necessidade de buscar novas alternativas que ajudem a produzir produtos com menor custo e maior qualidade. Nesse cenário a Engenharia Simultânea se torna uma ferramenta de controle e otimização do processo, através do controle do projeto, e todas as atividades que estão ligadas a ele.

O estudo realizado apresenta o conceito e ferramentas de aplicação da Engenharia Simultânea, e faz uma análise crítica da Engenharia Simultânea em três empresas no setor da construção em Belo Horizonte, discutindo adaptações necessárias a serem feitas de forma a tornar a ferramenta ainda mais eficaz nos processos da construção civil.



## 1. INTRODUÇÃO

### ***1.1 Justificativa para desenvolvimento do tema:***

A fase de projeto exerce grande influência nos custos indiretos do empreendimento. A flexibilidade e a facilidade de modificações nesta fase, uma vez que ainda não foram feitas grandes despesas, diminui a influência do custo que as alterações trarão nessa fase. Além da influência sobre o custo, a qualidade de um empreendimento está diretamente relacionada com a qualidade do projeto. Dessa forma, soluções de projeto deverão ser definidas avaliando fatores, como a finalidade do empreendimento, prazos, entre outros.

Aplicação de princípios de qualidade nesta fase de projeto visa uma gestão que busca eliminar o retrabalho e melhorar a eficácia do processo. Existem dificuldades de adaptação dos conceitos e ferramentas da teoria da qualidade à realidade organizacional das empresas de projeto, que possuem características muito peculiares. O mesmo se pode aplicar aos modelos baseados nas normas da ISO9000, os requisitos para implementação são uma entrave para as pequenas empresas de projeto (OLIVEIRA; MELHADO,2003).

O valor de um produto está diretamente ligado à satisfação do cliente, dessa forma um processo só irá gerar valor ao transformar nas atividades de processamento, a material prima no produto desejado pelo cliente seja ele final ou interno.

Estima-se que cerca de 2/3 do tempo gasto pelos trabalhadores da construção civil estão nas operações que não agregam valor: transporte, espera de material, retrabalho, etc; (FORMOSO). Esta constatação está ligada ao atraso tecnológico do setor, aonde a deficiência na integração dos agentes existentes no

decorrer do processo, falta de detalhamento e adequação do projeto à realidade do canteiro de obra, traz como consequência um lento desenvolvimento tecnológico, baixa eficiência produtiva, baixo nível de qualidade do produto final, gerando com todo esse atraso um alto índice de desperdício de mão de obra, material e tempo, advindos de falhas do processo de projeto em decorrência do nível de qualidade do mesmo (CORNICK, CAVALEIRA 1991). Silva; Carvalho Junior; Branco (2003) ressaltam que no Brasil, patologias atribuídas a erros de execução são, na realidade, quase sempre originárias da etapa de projeto detalhados de forma ineficientes.

O controle do processo deve ser focado no processo como em um todo. Levando em consideração além dos projetos, as atividades que não agregam valor e que são responsáveis por mais da metade do tempo gasto pelos trabalhadores em um empreendimento de construção civil.

Surgem então modelos de gestão com o objetivo de garantir o preenchimento dos requisitos que agregam valor ao empreendimento (qualidade, produtividade, racionalização de recursos), dentre eles se destaca a ES (Engenharia Simultânea).

A Engenharia Simultânea surge na segunda metade da década de oitenta em empresas ocidentais, com objetivo de competir com as empresas japonesas que vinham se destacando no setor industrial. Através do controle do processo de projeto.

Com a Engenharia Simultânea se tem uma aplicação sistemática e integração do desenvolvimento do produto, incluindo manufatura e manutenção. Com a intenção de integrar o desenvolvimento, integrando as equipes envolvidas com transparência no desenvolvimento dos processos buscando uma redução de custo, prazo e melhoria na qualidade.

Neste contexto, a revisão bibliográfica procura compreender o processo de projeto, a gestão, as dependências e a maneira como a engenharia simultânea interfere positivamente na melhoria de qualidade do processo da construção civil.

### **1.2 Objetivo:**

#### **1.2.1 Geral:**

Análise crítica da aplicação da Engenharia Simultânea na construção civil.

#### **1.2.2 Específico:**

- Definir pontos críticos da gestão no setor de construção civil.
- Definir a importância de cada processo e a ligação deles.
- Identificar dependências entre as atividades do processo.
- Definir o que é Engenharia Simultânea.
- Estudar ferramentas de aplicação da Engenharia Simultânea.
- Analisar empresas do setor da construção civil de Belo Horizonte sob a ótica da Engenharia Simultânea.

#### **1.2 Limitação do trabalho:**

- A restrição de tempo e excessiva complexidade no tratamento dos resultados impossibilitou um levantamento mais condizente com a realidade atual.

- Não foram feitas entrevistas com empresas que aplicam a Engenharia Simultânea na sua gestão. Dessa forma alguns problemas da ferramenta que são detectadas na prática podem ocorrer e as mesmas não serão estudadas em sua plenitude em consequência da limitação de informações que encontrarmos.

### **1.3 Proposições:**

Verificado que a engenharia simultânea é uma gestão de sucesso que traz qualidade e um retorno mais rápido dos investimentos com a diminuição dos prazos de entrega e racionalização dos recursos.

Os problemas de comunicação identificados entre agentes do processo de projeto, revelam as principais dependências a serem tratadas por processos de coordenação.

Como identificar as dependências do processo de projeto? A proposição a ser verificada é que as dependências típicas do processo são identificadas a partir de um projeto bem desenvolvido e detalhado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Projeto

Vem do latim *designare*, que quer dizer planejar. Na língua inglesa, a palavra projeto adquire duas conotações: “*design*” vinculado ao projeto de um determinado produto, expresso em documentos gráficos e, em tempos modernos “*project*” vinculado a um empreendimento de projeto. Segundo FRENCH e VIERCK (1995), a palavra projeto tem muitos significados e, geralmente está associado a planejar, conceber, especificar algo para transmitir a outro.

O ato de projetar pode ser visto como a produção de uma solução, ou resolução de problemas (LAWSON). O conceito de projeto é descrito por diversos autores de forma diversificada, de acordo com a forma de analisar adotada por cada um.

Ferreira em 1988 definiu projeto como a realização de uma intenção. Através de representação gráfica e escrita com relação de material de uma obra a ser realizada. Projetos padronizados que devem ser seguidos em todas as obras de mesma natureza.

Dinsmore em 1992 definiu projeto como um empreendimento com começo e fim, definido por pessoas com metas a serem cumpridas, estabelecidas dentro do parâmetro de custo, tempo e qualidade.

Para LAWSON (1997) um grupo de projeto se caracteriza por aspectos como percepção de metas do grupo, desenvolvimento de normas de grupo e relacionamentos inter-pessoais. o estilo gerencial determina o padrão geral das práticas de projeto.

Valeriano em 1998 definiu projeto como um conjunto de ações executadas, de forma coordenada, por uma organização transitória à qual são alocados insumos, sob a forma de recursos e serviços para alcançar um objetivo determinado.

Na NBR5670 (ABNT, 1977) projeto significa; definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, descrições técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais.

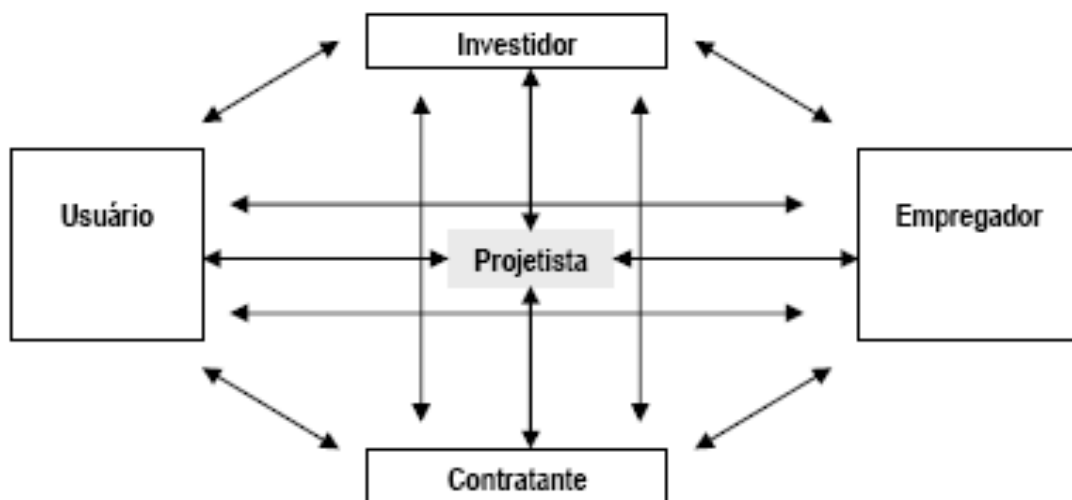
A NBR13.531 (ABNET, 1995) define elaboração de projeto de edificação como; determinação e representação dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a ampliar, (...), abrangendo os ambientes externos e internos e projetos de elementos da edificação e das instalações prediais.

Melhado em 1994 definiu projeto para produção como:

...conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização do âmbito das atividades de produção da obra, contendo as edificações de: disposição e seqüência das atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos, arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprio da empresa construtora.

O termo não possui um significado único, ele é definido de acordo com as especificações e desenhos de cada espécie. É a consolidação e elaboração de informações destinadas à execução de uma obra, um produto ou execução de um processo. Ficando claro a interdependência entre o projeto e a execução, uma vez que modificações realizadas em projetos trarão alterações na maneira de executar o mesmo, podendo esta alteração limitar ou ampliar as soluções técnicas de execução.





*Figura 01: clientes finais do processo coletivo de projeto.*

*Fonte: Andra Sánchez, 2008.*

O projeto é ainda hoje visto por muitos empreendimentos como apenas um instrumento legal, sendo dificuldades e incompatibilidades todas resolvidas no canteiro de obra, e em muitas vezes quanto o fator tempo pesa, são resolvidas de forma aleatória. Este tipo de posicionamento gera um aumento no custo final da obra, além de gerar retrabalhos que poderiam ser evitados com um projeto detalhado e desenvolvido acima da realidade local. A previsibilidade e clareza são tão importante para a execução quanto a variabilidade para o projeto.

Poucos tem a consciência da importância, e diferencial que um projeto devidamente detalhado tem, quando se gasta um tempo maior na fase do projeto, os meses subseqüentes de execução terão um custo menor. Já que enquanto foram sendo desenvolvidos os projetos foram sendo evidenciados e solucionados os possíveis problemas futuros de canteiro de obra. O projeto é então um dos responsáveis pela qualidade do empreendimento, tendo um papel estratégico para os custos, prazos e qualidade.

O estudo de Melhado apud Aquino; Melhado (2001) demonstra um despreparo ou desinteresse por parte dos projetistas, e também dos construtores, quanto às

definições preliminares de projeto, realizadas informalmente pelos arquitetos, sem a participação dos outros projetistas. Também é citada, entre vários problemas, a falta de coordenação entre as disciplinas de projeto e a ineficiência do sistema de comunicação adotado. Ballard; Koskela (1998) atribuem grande parte dos problemas identificados neste setor à má concepção do programa de projeto e à comunicação falha, além da incapacidade técnica dos profissionais envolvidos e a falta de confiança no trabalho de pré-planejamento do trabalho de projeto.

Por fim, Fabrício (2002) defende que o investimento na fase de projetos, em substituição à postura de considerá-lo como custo, tem o poder de reduzir de forma bastante significativa os custos mensais e finais de um empreendimento, além de agregar valor e qualidade ao produto final.

Tecnicamente, o processo de projeto para a construção de edifícios envolve um considerável número de especialidades, desenvolvendo soluções que devem ter ligação entre si em um nível de detalhe suficiente para sua execução. Basicamente, o projeto desse tipo de produto é constituído pelo projeto de arquitetura, o projeto estrutural e os projetos de instalações, podendo também incorporar outros, como paisagismo, programação visual, prevenção e combate a incêndio e pânico, etc, de acordo com a necessidade ou a natureza do produto. Baseado em normas técnicas e em textos institucionais, o projeto arquitetônico sempre figura como o ponto de partida, e é sobre este que todas as outras especialidades desenvolverão os projetos chamados “complementares”.

Novas filosofias vem sendo introduzida no setor, baseadas no processo da produção e em seus princípios. Mudanças nessa filosofia sobre o valor do projeto, podem trazer um aumento da produtividade. Passar a incorporar o processo de trabalho enquanto conhecimento técnico, vai exigir uma estrutura organizacional bem desenvolvida.

Quando estabelecemos um padrão de modelo genérico para orientação de processo, temos níveis de flexibilidade que são facilitadores para o processo. A

Padronização pode ser empregada em várias etapas de processo: na coordenação modular do projeto, em componentes gráficos, ao produto funcional com o dimensionamento e programa, e ainda no padrão construtivo através de especificações técnicas, pacotes de matérias e serviços.

Para Hammarlund & Josephson (1995), as decisões para redução de custo e falhas devem ser tomadas na fase inicial do empreendimento. Onde apesar do baixo investimento de recursos, há uma grande possibilidade de melhoria do processo e redução de incidência de falhas e conseqüentemente redução de custo.



Figura 02: avanço do empreendimento relacionado à chance de redução de custos.

Apresentação BORDIN

Os principais prejuízos do encadeamento seqüencial do processo, de acordo com Fabrício et al. (1999) seriam:

- “- trabalho não sistematizado e descoordenado das diversas equipes de projeto participantes de um empreendimento;*
- ausência de um projeto voltado à produção, com dificuldades de alterar a forma de projetar, muito voltada ao produto;*
- falta de padrões e procedimentos para a contratação de projetistas;*
- realização de uma compatibilização de projetos e não sua real coordenação;*
- falhas no fluxo de informações internas à empresa construtora e incorporadora, prejudicando o processo de retroalimentação de projetos futuros.”*

A falta de contato entre os projetistas dificulta a articulação das interfaces entre os diversos agentes do sistema. A adoção de um conceito arquitetônico e projetivo global para o trabalho como um todo é uma maneira de amenizar as interferências entre interface. A sobreposição dos projetos de várias especialidades só ocorre no fim do processo, e as interferências, naturais, precisam ser resolvidas com uma “compatibilização” sobre os projetos já amadurecidos e finalizados, caracterizando “retrabalhos” que demandam importantes dispêndios de prazo e recursos.

Em empreendimentos dessa ordem de complexidade como é o do setor da construção civil, é de suma importância que haja um controle no fluxo de informações para garantir a comunicação entre todos os agentes envolvidos, ou seja, em cada interface, de modo global.

<b>PROJETAR</b>	<b>EXECUTAR</b>
Produz a receita	Produz a refeição
Qualidade é a realização de um propósito	Qualidade é conformidade aos requisitos
Variabilidade de resultados é desejável	Variabilidade de resultados não é desejável
Interação pode gerar valor	Interação gera perdas

Quadro01: ProjetarXExecutar  
Fonte: BALLARD (2000b)

Existem duas formas de abordar projetos, enquanto extensão e enumeração das variáveis e do trabalho a ser realizado ou enquanto escopo. Através de uma avaliação da solução inicial adotada através de parâmetros de custos, tecnologias, adequação ao usuário e restrições legais se determina a abordagem que um determinado projeto receberá. O objetivo dessa análise inicial é reduzir falhas decorrentes de falta de informação adequada.

Para MELHADO (2004), o propósito da idealização consiste em produzir definições preliminares do produto (objetivos, padrão de construção, restrições) do processo (prazos, recursos, necessidades de procedimento externos) e do programa de necessidades do produto. Cada sistema construtivo tem uma demanda especial de informações e uma organização mais adequada para o sistema específico. A seleção de materiais e sistemas devem atender requisitos de produto (funcional e desempenho técnico) e de processo (fornecedores, transporte, manuseio, ferramentas/equipamentos, mão de obra, etc).

Para BALLARD e KOSKELA(1998) o pobre nível em gerenciamento de projetos se deve pela inexistência de uma fundamentação conceitual sólida. Dessa forma propõe-se uma orientação para uma compreensão ampliada e integrada das Três abordagens de projeto (conversão, fluxo e valor).

Para Koskela (1998), as atividades na construção civil deveriam ser vistas como uma composição de processos de fluxo. Aonde o projeto de um empreendimento seria baseado em fluxos e na diminuição de desperdícios no projeto e execução do mesmo. O custo e tempo vão depender da eficiência do processo em adicionar valor às atividades.

Os processos de conversão se encontram inseridos em contextos de fluxo informacionais, que por sua vez geram valor. (TZORTZOPOULOS 1999). No modelo de conversão os clientes de cada processo não são identificados quando se tem requisitos distintos. O que gera manutenção, retrabalho, os erros de

projeto vão ser detectados em uma etapa mais avançada, o que acarreta em desperdício de mão de obra, material e tempo. As atividades são desenvolvidas sequencialmente, ocasionando longas esperas, longa duração a um custo maior uma vez que mais atividades que não agregam valor vão ser executadas, quando deveriam ser evitadas (HUOVILA, 1994).

	Projeto como Conversão	Projeto como Fluxo	Projeto como Gerador de Valor
Conceitualização	Conversão de requisitos no projeto de um produto	Fluxo de informações, composto por conversão, inspeção, movimento e espera	Processo onde o valor cliente é criado através da satisfação de suas necessidades
Princípios	Decomposição hierárquica; controle e melhoria das atividades decompostas	Eliminação de perdas (atividades desnecessárias), Redução de tempo	Diminuição da diferença entre o valor atingido e o melhor valor possível
Contribuição Prática	Controlar as atividades a serem desenvolvidas	Controlar a minimização das atividades essencialmente desnecessárias	Controlar para que os requisitos dos clientes sejam atingidos da melhor maneira possível
Exemplo de Ferramenta de modelagem	Fluxogramas	Matriz de estrutura de projeto (Design Structure Matrix)	Desdobramento da função qualidade (QFD)

*Quadro 02: comparação entre o modelo de fluxo, conversão e gerador de valor, Adaptado de Koskela&Huovila*

Os agentes envolvidos no processo terão a função compartilhada de garantir o fluxo progressivo de informações entre as equipes. Concentrando-se na eliminação de perdas de produção geradas por retrabalho, que correspondem a fluxos retroativos do processo.

Como na fase inicial de concepção e na fase de desenvolvimento, o fluxo de informação, a comunicação estrutura formas organizacionais de trabalho, na fase de construção. Ele é responsável por determinar o critério de produtividade. As necessidade de informações determinam o uso do sistema colaborativo de apoio a obra e às ações tomadas (reunião, serviço de consultoria, etc), tanto quanto as

necessidades de transporte (fluxo de materiais) determinam o layout de canteiro e zoneamento de obra.

PERDA	CAUSA	COMO ELIMINAR
Consumo de tempo, custo e restringe o uso dos recursos. (Fluxo retroativo)	incerteza	Escopo; considerar ciclo de vida desde o início; simulações; adiar soluções fechadas.
Consumo de tempo, custo e restringe o uso dos recursos. (Fluxo retroativo)	erros	Gerenciamento da qualidade
Consumo de tempo, custo e restringe o uso dos recursos.	Limites intraorganizacionais a transferência de informação	Equipe co-locada; cooperativismo.
Consumo de tempo, custo e restringe o uso dos recursos.	Limites interorganizacionais a transferência de informação	Parcerias; cooperativismo.
Consumo de tempo, custo e gera recurso ocioso.	Espera por transferência de grandes porções	Decomposição de tarefas, comunicação informal e simultânea.
Consumo de tempo, custo e restringe o uso dos recursos.	Ferramentas não compatíveis	Estruturas de informação padronizadas (interface amigável, interoperabilidade, padrões de troca)

Quadro03: : Perdas do Fluxo do Processo

Fonte: Adaptação de HUOVILA( 1994) et al. (1994)/Andrea Sánchez (2008)

O estabelecimento de um método para gerir o processo de projetos precisa se apoiar sobre o conhecimento dos fluxos de informação decorrentes do processo como um todo. No caso da construção de edifícios, a identificação dos principais grupos de atividades de seu ciclo produtivo permite estabelecer as relações entre eles, e uma troca de informações garantindo um processo com transparência de informação entre as equipes que fará com que as etapas se desenvolvam em um período inferior e com um nível de qualidade superior. A onde o tempo necessário para a transferência de informação, armazenamento e espera para execução de etapas subseqüentes, e toda aquela atividade que não agregue valor ao processo e produto final deve ser eliminada sempre que se fizer possível. (KOSKELA, 1998)

A redução das atividades que não agregam valor, consideradas como parte da conversão, pode ser atingida pela definição ordenada do escopo do projeto e da visão sistemática de todo o ciclo de vida útil do empreendimento. A redução do tempo gasto para transferência de informações no processo pode se dar com a

aproximação dos envolvidos (intervenientes) de cada processo. Podendo ser realizadas as trocas antes do produto de casa sub-processo estar finalizado. A decomposição das atividades torna mais claro as necessidades de cada sub-processo e a troca das informações minimizando o processo global (HUOVILA, 1994).

Os onze princípios apresentados por Koskela estão baseados no controle e qualificação das atividades de fluxo da produção, e são aplicáveis tanto no fluxo total do processo como a seus sub-processos.

Os princípios para análise e melhoria apresentados por Koskela são:

- redução das atividades que não agregam valor ao produto.
- Redução dos tempos de ciclo
- Redução da variabilidade
- Redução do numero de passos e fases
- Aumento da flexibilidade do produto
- Aumento da transparência do processo
- Foco no controle ao longo de todo o processo
- Melhoria continua, mantendo equilíbrio entre os processo.

PERDA	CAUSA	COMO ELIMINAR
Consumo de tempo, custo e uso dos recursos.	Requisitos incompletos	Cooperação com o cliente.
Consumo de tempo, custo e uso dos recursos.	Requisitos perdidos	Gerenciamento de requisitos (QFD – <i>Quality Function Deployment</i> ).
Consumo de tempo, custo e uso dos recursos.	Soluções limitadas	Interações multifuncionais e disciplinares precoces; método Taguchi, dfm, dfa.
Consumo de tempo, custo e o uso dos recursos.	Mudanças de orientação	Gerenciamento da qualidade.

Quadro04: Perda do Processo de Geração de valor

Fonte: Andrea Sánchez (2008) adaptado de HUOVILA et.al(1994)



O valor do projeto é medida mediante o nível de satisfação do cliente quando ao projeto entregue a ele. Para o cliente o valor é determinado pela resolução de seus desejos atingidos no projeto, somado com o impacto que os erros que surgiram ao longo da execução dos processos e o nível de otimização alcançado (KOSKELA, 1998).

A carência de informação interfere na geração de valor ao cliente. Se o cliente não especifica de forma clara, ou suficiente a análise que será feita para desenvolvimento do projeto ficara ineficiente. Aumentando dessa forma a chance de ocorrer erros e retrabalhos ao longo de execução do empreendimento.

A satisfação ao cliente pode ser alcançada com maior sucesso quando se tem controle das fases do projeto. Analisando os requisitos junto ao cliente, sistematizar os requisitos dos clientes (tanto cliente final , quanto dos clientes internos de cada etapa de processo) e criar um ambiente propicio para o maior contato entre os intervenientes objetivando a análise de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Os agentes do processo de projeto são todos aqueles que influenciam de maneira direta ou indireta em algum sub-processo, ou no produto final diretamente. No sentido de alcançar um resultado que seja fruto da cooperação dos componentes da equipe. Desses agentes existem os que interagem mais intensamente com o projeto, como os profissionais do projeto, profissionais da construtora, consultores entre outros.

Quando se trabalha com o conceito de equipes multidisciplinares, o arranjo dos grupos de trabalho passa a ter um enfoque e uma logística diferenciados. Busca-se a ênfase na interação entre os intervenientes do grupo, sendo que todos tem como restrição para o desenvolvimento do seu trabalho as necessidades do empreendedor e dos usuários, os clientes do processo, assim como restrições legais e normativas.

No conceito de equipes multidisciplinares, as atividades especializadas relacionadas como o empreendimento deixam de ser desenvolvidas de forma seqüencial.

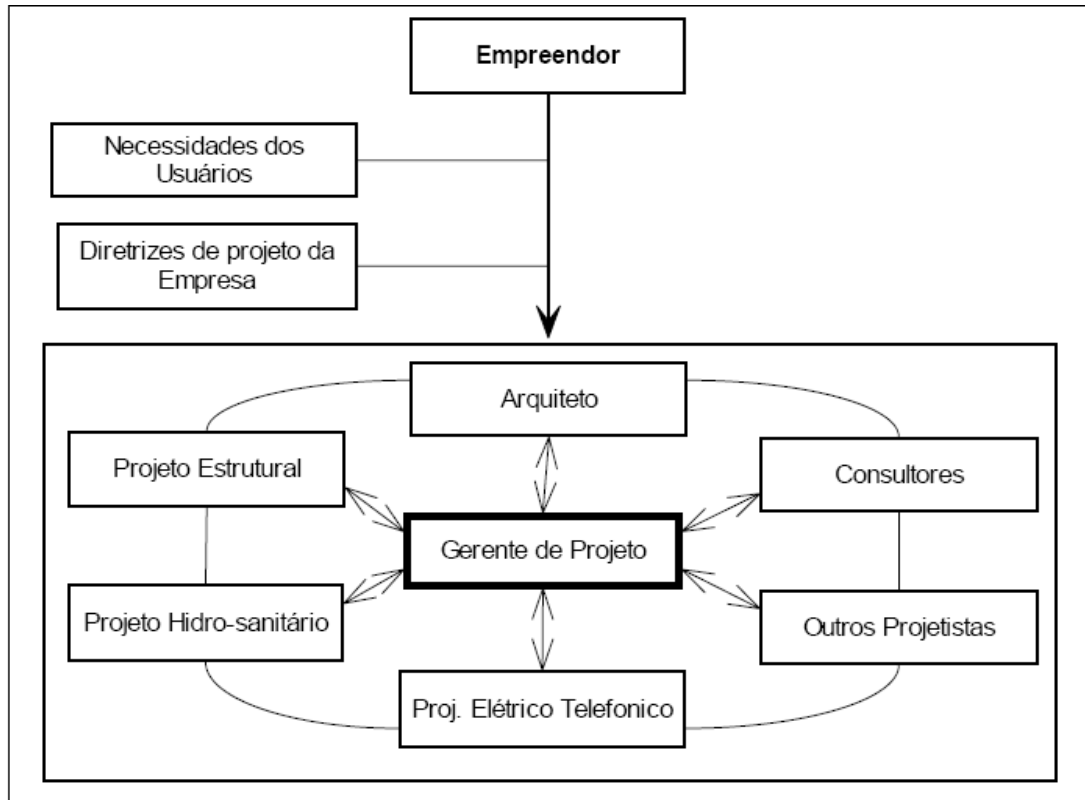


Figura03:estrutura da equipe multidisciplinar de projeto  
(MELHADO)

### 2.3 Planejamento

É na fase de planejamento que se estrutura os problemas do projeto, de modo a definir soluções, diminuindo as incertezas e instabilidades. “O caráter não repetitivo da produção de edifícios limita a distribuição dos custos de desenvolvimento do produto ao tamanho do empreendimento.”(MELHADO, 1998). Por se tratar de um processo de um projeto que envolve criação e um trabalho manual e com pouquíssima aplicação de tecnologia, a previsão de prazos podem

sofrer alterações ao decorrer do processo de execução. O planejamento é parte integrante do processo de projeto, nele são conduzidas informações que fundamentam o desenvolvimento do produto edifício.

É no planejamento que são definidas e organizadas as diretrizes, objetivos e processos que deverão ser seguidos pelas equipes envolvidas. Para que o objetivo seja alcançado deve se manter uma harmônica entre os recursos físicos e os financeiros através do planejamento, que vai obter a demanda dos recursos necessários, compatíveis com prazo e custo. Muitas dificuldades do processo de produção do projeto estão relacionados à estrutura de atividades e da rede de relacionamento entre elas que se estabelecem ao longo do tempo. Um modelo de planejamento deve conseguir fazer esse dialogo de forma adequada e produtiva entre as atividades da rede do processo. A deficiência de comunicação pode ocasionar falta ou excesso de mão de obra, material prima, atividades que não vão agregar valor ao empreendimento.

A equipe de planejamento em uma empresa deve funcionar como suporte aos setores usuários na utilização das técnicas de acompanhamento. Tornando mais eficiente o processo de tomadas de decisões, e econômico o ritmo de produção.

O planejamento inicial de uma obra que será lançada envolve a análise e o preparo do projeto. Todas as etapas e logística da obra deverá ser estudada e discutida nesta fase, estabelecendo os padrões de controle, informações desejadas e a proposição da inter-relação lógica dos principais subsistemas. Proporcionando maior segurança e menor custo final.

O trabalho de ordenar parte de uma necessidade de estabelecer uma relação entre partes, decorrente da separação, o que significa que se você não separa, não há necessidade de ordenar GEDENRYD (1998). Quando separamos os sub-processos de um produto conseguimos mais transparência nos resultados do processo global.

Estabelecer um nível de interação entre agentes, permite uma otimização da atividade projetual, minimizando o retrabalho, respeitando um eventual cronograma de projetos e melhora o fluxo de informação entre agentes. A Engenharia simultânea auxiliam no desenvolvimento mais completo das informações pertinentes.

Ferramenta administrativas que possibilita construir referenciais futuros, adequando os processos de maneira que ocorram o menor número de erros e atividades que não agreguem valor ao produto final.

Para Valeriano, planejamento é um processo iterativo com concepções abstratas, com objetivo de elaborar proposições em detalhamentos sucessivos com retorno para corrigir e refazer etapas anteriores, definindo os passos que serão executados, possibilitando dessa forma o estabelecimento de um plano, considerado um projeto seguro a ser implementado, controlado e corrigido quando necessário.

A atividade de desenvolvimento de produtos, em qualquer setor de produção, sempre opera por meio de projetos (OLIVEIRA; PEIXOTO, 2007). Normalmente cada produto envolve não apenas um projeto, mas uma série deles, complementares, que se interconectam e determinam a complexidade do produto e de sua produção.

O processo de planejamento de projeto pode ser dividido em 5 fases:

1. Identificação das atividades que serão desenvolvidas
1. Estimação do tempo e recursos que serão necessários
2. Identificar as relações e dependências entre os sub-processos
3. Identificar as limitações da programação
4. Preparar a programação

A coordenação vai assegurar qualidade ao projeto durante todo o processo. Ela é uma função gerencial, garantindo que as soluções adotadas pelos envolvidos são

suficientes para garantir a qualidade, integrada e detalhado, de forma que a execução ocorra de forma contínua, sem retrabalhos e imprevistos.

-objetivos a serem alcançados pela coordenação segundo:

- Comunicação direta entre os envolvidos, através de transparência proporcionando integração entre as equipes.
- Manter coerência entre as o que foi projetado e o que será executado.
- Levar sempre em conta ao pesar uma decisão como ela afetara a produtividade e a qualidade do projeto e produto, através da padronização de procedimento, integração de projeto execução, avaliação, retro-avaliação do projeto e mecanismo de ataque aos problemas identificados.
- Mecanismos de controle das atividades.

## **2.2 Construtibilidade**

Para que a gestão tenha sucesso, o conceito de construtibilidade deve ser aplicado. Tendo sempre a racionalização de solução como meta. Dessa forma cada tipologia de edificação deverá adotar diretrizes específica. Algumas gerais foram especificadas por Griffith e Sidwell (1995):

- Simplificar os detalhes de projeto para simplificar execução;
- Projetar para a material prima e mão de obra disponível com sequências práticas e simples das operações de construção;
- Projetar para padronizar e suar o número máximo de repetições quando apropriado;
- Projetar para uma fácil comunicação com o construtor.

O coordenador deve trabalhar para que os projetos sejam definidos de forma organizada, nos prazos especificados e cumprindo os objetivos definidos para

cada um deles. Sob a ótica da construtibilidade, o coordenador deverá realizar as seguintes ações:

- Estabelecer junto ao proprietário os requisitos e planos globais de construtibilidade e informar às equipes envolvidas;
- Analisar resultados em empreendimentos similares e desenvolver soluções alternativas de projeto, distinguindo qual solução é mais efetiva;
- Identificar restrições de projeto, níveis de complexidade dos sistemas construtivos, interfaces entre materiais e elementos construtivos e complexidade da sequência de operação no canteiro a serem levadas em consideração;

Para o Construction Industry Institute, o termo construtibilidade é “o uso otimizado do conhecimento das técnicas de construtivas e da exigência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e operação em campo para atingir os objetivos globais do empreendimento”(CII, 1987 apud MELHADO)

Para Sabbatini (1989), construtibilidade é entendida como uma ação direcionada à racionalização da construção. O mesmo autor afirma que o conceito de construtibilidade atua como um agente de integração dos trabalhos desenvolvidos em todas as fases, permitindo a obtenção de um produto de alto nível de coerência.

A construtibilidade privilegia o processo de produção, organizando e adequando à realidade do local (MELHADO, 1994). É a busca pela otimização da construção pela eficiência do processo ao projeto, com o objetivo de atingir a máxima racionalização construtiva, da maneira mais fácil, simples e racional de construir. Ela confere transparência através de um projeto simplificado de detalhes de projeto, simplificando a execução no canteiro e tornando fácil a comunicação com o construtor da obra.

Hoje poucos projetistas aproveitam a experiência da execução de trabalhos anteriores semelhantes, analisando os resultados de desempenho alcançados em

empreendimentos similares desenvolvendo ou sugerindo soluções alternativas de projeto, este comportamento demonstra o desinteresse nos aspectos de construtibilidade.

A partir de um projeto com boa construtibilidade, os agentes responsáveis pelo planejamento da obra, tem uma maior possibilidade de medir até que ponto o produto pode ser prontamente executado com os recursos disponíveis (MACHADO, 1999).

Oliveira *et. al* (1994) exemplifica alguns fatores que aumentam a construtibilidade de uma edificação:

- *Simplificação do projeto:*

Adquirido o controle sobre a rotina, deve se implementar iniciativas de melhoria do processo, de forma contínua ou revolucionária através de retroalimentação do processo.

A Utilização de um menor número de variáveis, matéria prima local com dimensões padrão, não dependendo de mão-de-obra especializada, uso de formas mais simples evitando assim ângulos, inclinação e superfícies curvas também ajudam na simplificação do processo.

- *Padronização:*

Parte da variabilidade existente no processo do setor de construção pode ser eliminada através da padronização de processos. Porém uma parcela dessas variáveis não poderá ser removida, cabendo à gerência de produção minimizar efeitos nocivos a mesma.

A padronização de um processo envolve treinamentos através dos quais vão ser especificados os padrões a serem seguidos por aquela empresa, além do planejamento e controle adequado da execução, de forma a definir o

seqüenciamento das tarefas e são disponibilizados os recursos necessários (FORMOSO, 1998).

Desenvolvimento de projetos padronizados aumentando a facilidade de repetição em diferentes localidades, diminuindo o numero de detalhamentos com soluções mais fáceis de serem executadas, e mais flexíveis.

- *Comunicação:*

Transparência e fácil acesso às informações dando maior rapidez à transferência de dados e identificação das interferências de execução, e de projetistas à obra de mudanças realizadas nos projetos, revisão, detalhada.

Griffith&Sidwell (1995) também indicam diretrizes a serem adotadas para pelos projetistas

- Simplificar os detalhes de projeto para simplificar a execução;
- Projetar para a habilidade e a experiência de mão-de-obra disponível;
- Projetar para seqüências práticas e simples das operações de construção;
- Projetar para substituições e tolerâncias práticas dos materiais/componentes no local do trabalho;
- Projetar para padronizar e usar o número máximo de repetições quando apropriado;
- Projetar para simplificar as substituições;
- Projetar para uma fácil comunicação com o construtor.



## **2.5 Racionalização**

Racionalizar é o mesmo que fazer melhor uso dos recursos disponíveis. Para Sebbattini (1989) a racionalização pode ser dividida em dois níveis: para o setor e para as técnicas construtivas. No último contexto, ele define a racionalização como: “processo composto por um conjunto de ações que tenham como objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas suas fases.”

Adotando medidas de padronização, simplificação de operação e aumento de produtividade são capazes de reduzir significativamente o custo final de um empreendimento (MELHADO,1998).

Aumentando a produtividade, melhorando a qualidade com melhor aproveitamento dos recursos quando se pensa no procedimento de execução durante a fase de projeto. A racionalização na construção implica no desenvolvimento de um projeto pensado e desenvolvido sob a ótica da economia, eficiência, e otimização dos recurso utilizados no desenvolvimento de um empreendimento.

## **2.4 Dimensionamento de Custos**

Quando melhor planejada uma obra for, menor será o custo do empreendimento, pois serão eliminados custos adicionais provenientes de improvisação, baixa produtividade, e desperdícios de mão de obra, material prima com retrabalhos. O que não se pode esquecer é que planejar também demanda investimento e tempo, não podendo nunca seu valor ser maior que os benefícios conseqüentes, o que tornaria inviável o mesmo.

Do dimensionamento do custo depende a viabilidade de um empreendimento. Para obter rentabilidade de um empreendimento se faz necessário um

planejamento que reflita, de forma realista, as características do empreendimento em questão. Para isto um projeto bem detalhado e essencial.

Hines & Taylor (2000) afirmam que quando pensamos sobre desperdício é comum definir três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização:

1. *Atividades que agregam valor* são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas;
2. *Atividades desnecessárias que não agregam valor* são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo;
3. *Atividades necessárias que não agregam valor* são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que são necessárias. Trata-se de desperdícios difíceis de serem eliminados em curto prazo, e que, portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

Hines & Taylor (2000) ainda acrescentam que nas empresas de manufatura estes três tipos de atividades foram encontrados, em média, na seguinte proporção: 5% de atividades que agregam valor; 60% de atividades que não agregam valor; e 35% de atividades que não agregam valor, porém necessárias.

Quando se deseja especificar o custo deve ser definido o propósito: direto, indireto, estimado, fixo, variável, etc. Na construção civil os mais usados são o direto e indireto. Os diretos variam de acordo com a quantidade de serviço, e correspondem aos valores destinados à aquisição de terreno, matéria prima, equipamento, mão de obra de construção e montagem. Os indiretos correspondem às partes que não dependem da quantidade de serviço, são elas:

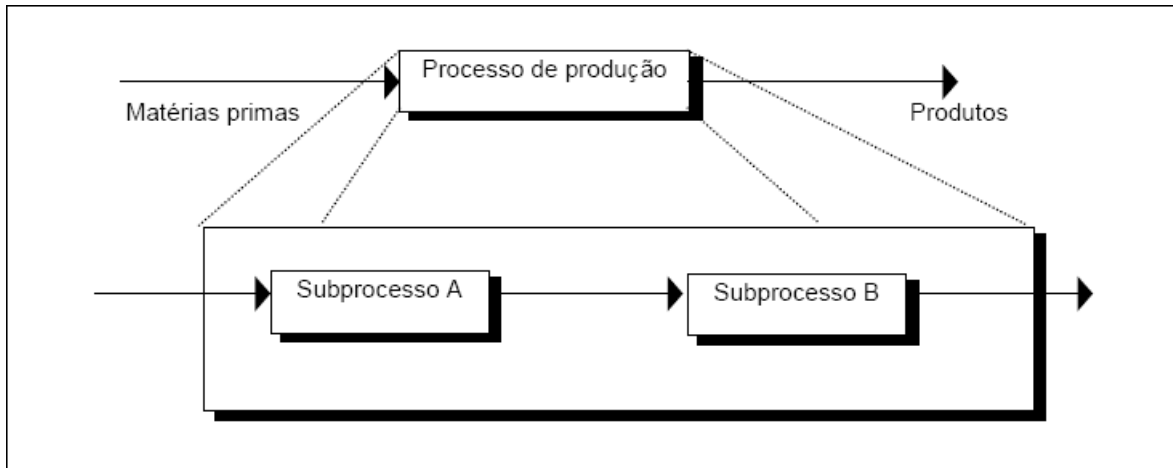
custos de engenharia, montagem de canteiro de obra, fiscalização por parte do cliente, tec.

O dimensionamento de custo é o principal item relacionado à rentabilidade e viabilidade em uma obra e deve seguir a seguinte ordem de execução: levantamento de quantitativo, cotação de insumo, composição de preço unitário, composição de BDI (Bonificação de Despesas Indiretas), e, por fim a montagem da planilha orçamentária.

O orçamento dará suporte à criação de um cronograma físico-financeiro para programação de recursos humanos e conseqüentemente de suprimentos para abastecer a obra, evitando atrasos e desperdícios, além de facilitar o acompanhamento da obra criando diretrizes e sistemática de trabalho, através do controle de materiais e/ou serviços que tem grande participação global na obra.

## ***2.6 Produção Enxuta***

A filosofia da TQM vinha atendendo de forma parcial ao controle dos processo de produção, surge então na década de 90 a LEAN CONSTRUCTION, sistema de gestão de processo da qualidade desenvolvida especificamente para a construção civil, aonde seus conceitos e filosofias de constrapunham ao paradigma da MASS CONSTRUCTION (Fordismo). Com a Construção Enxuta é criada uma nova forma de entender os processos.



*Figura04: Modelo Tradicional de Processo de Conversão (Formoso)*

No modelo tradicional os insumos são transformados em produtos intermediários ou finais. Aonde o esforço em minimizar custos geral e focado no esforço em minimizar custos de cada sub-processo separadamente. O valor do produto de um processo é baseado apenas nos valores de seus insumos.

Seguindo essa forma tradicional de analisar os processos, algumas atividades que vão compor o fluxo físico entre as atividades de conversão não serão consideradas. Estas não vão agregar valor ao processo. E em processos como os da construção civil, grande parte dos custos são originados dos fluxos físicos. O controle tende a ser focado em sub-processos e não no processo como um todo. Executar serviços sem levar em consideração todos os clientes, final ou de um processo específico pode gerar em um resultado que não seja satisfatório o suficiente.

O controle do processo sob a ótica da construção enxuta, assume que existe atividades que não agregam valor, a estas é dado o título de “atividades de fluxo” dentro do “fluxo de materiais”.

Na construção enxuta, o valor do produto está diretamente relacionado à satisfação do cliente.

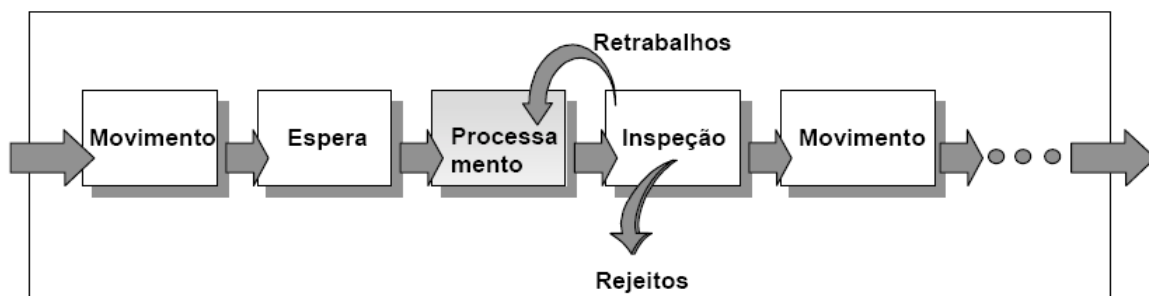


Figura05: Modelo Lean Construction de Processo (Koskela, 1992)

“Segundo Corrêa & Gianesi (1996), no mundo Ocidental tem se verificado um movimento de reconhecimento do papel estratégico da manufatura na otimização do processo produtivo e redução de seus custos. Assim, grande parte das empresas ocidentais tem se empenhado na implementação de processos de transformação de acordo com as técnicas da filosofia de produção enxuta (*Lean Production*), motivando iniciativas no sentido de sistematizar e adaptar as técnicas Japonesas de Produção às empresas Ocidentais.”(SILVA,NAZARENO,RENTES)

Com objetivo de minimizar desperdícios de produção, se faz uso do mapeamento de fluxo como ferramenta da produção enxuta. Aonde os fluxos são todas as atividades que estão envolvidas com a produção. Esta ferramenta,foi introduzida por Mike Rother e John Shook (ROTHER & SHOOK, 1998), e é um método de modelagem de empresas com um procedimento para construção de cenários de manufatura simples. Esta modelagem leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações e, ajuda no processo de visualização da situação atual e na construção da situação futura. Um fator a ser trabalhado é a referencia no fator tempo como única variável a ser considera por esta ferramenta.

A análise dos fluxos questiona cada atividade quanto à satisfação das necessidades que ela traz ao cliente. Quando mapeamos identificamos as fontes de desperdício, através de uma linguagem simples para tratar dos processos de manufatura, além de mostrar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Tudo isso com o objetivo de se criar um fluxo contínuo orientado pelas necessidades dos clientes, desde matéria prima até o produto final, diminuindo o tempo de espera e aumentando consequentemente a produtividade da produção e os custos de forma implícita..

As atividades definidas com excesso de detalhes podem complicar a análise global, sem acrescentar informações úteis. Por outro lado, as atividades definidas de forma ampla demais deixam de revelar oportunidades para melhoramentos. Com isso, uma abordagem para identificar o nível adequado de definição de atividades é identificar as atividades no nível de detalhe que seja mais útil para a realização de uma análise de valor do processo.

Dentro desse contexto, Hines & Taylor (2000) afirmam que quando pensamos sobre desperdício é comum definir três diferentes tipos de atividades quanto à sua organização:

1. *Atividades que agregam valor* são atividades que, aos olhos do consumidor final, agregam valor ao produto ou serviço. Ou seja, atividades pelas quais o consumidor ficaria feliz em pagar por elas.
2. *Atividades desnecessárias que não agregam valor* são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço e que são desnecessárias em qualquer circunstância. Estas atividades são nitidamente desperdícios e devem ser eliminadas a curto e médio prazo.
3. *Atividades necessárias que não agregam valor* são atividades que, aos olhos do consumidor final, não agregam valor ao produto ou serviço, mas que são necessárias. Trata-se de desperdícios difíceis de serem

eliminados em curto prazo, e que, portanto, necessitam de um tratamento em longo prazo, ao menos que sejam submetidos a um processo de transformação radical.

## **2.7 Engenharia Simultânea**

O termo Engenharia Simultânea pode ser encontrada com as denominações em inglês de Design Integrated Manufacturing, Concurrent Product/Process Development, entre outros. Em português também é encontrado como Engenharia Concomitante e Engenharia Concorrente além de Engenharia Simultânea.

MCKNIGHT; JACKSON (1989) apud. ROZENFELD; TAKAHASHI (1993), define *“Engenharia Simultânea é um desenvolvimento concorrente das funções de projeto com uma comunicação aberta e interativa entre todos os membros da equipe com o propósito de reduzir o ‘lead time’ da fase de concepção até o início da produção”*.

Surgiu após o crescimento japonês no mercado mundial na década de 80, ela foi a ferramenta que os norte-americanos encontraram para competir com o crescimento japonês. O IDA (Institute For Defense Analysis) realizou uma sistematização integrando o processo produtivo envolvendo os projetos diversos que o compõem, à produção e a assistência, de forma a abordar desde concepção até a venda de um produto.

Sua primeira utilização remonta da segunda metade da década de oitenta. Nesse mesmo período o Institute for Defense Analysis (IDA) do governo americano definiu Engenharia Simultânea como:

*“Engenharia Simultânea: uma abordagem sistemática para integrar, simultaneamente projeto do produto e seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem é buscada para mobilizar os desenvolvedores (projetistas), no início, para considerar todos os elementos do ciclo de vida da concepção até a disposição, incluindo controle da qualidade, custos, prazos e necessidades dos clientes”.* (Institute for Defense Analyses – IDA, 1988) apud Society of Concurrent Product Development (SCPD, 2002).

Para Fabrício (2002), muitas das características de desenvolvimento de produtos e processos, que comporiam mais tarde o conceito de Engenharia Simultânea, podem ser observadas em empresas japonesas do setor automobilístico, já na década de 70, como a adoção de “times” multidisciplinares de desenvolvimento de produtos. A Engenharia Simultânea é fundamentada na filosofia de integrar o desenvolvimento, desde o princípio, de todos os elementos do ciclo de vida de um produto pelas áreas especialistas envolvidas, formando uma equipe de especialistas de áreas distintas, agindo de maneira multidisciplinar e simultaneamente do processo de desenvolvimento de produto.(SANTOS 1995).

A ES foi uma alternativa encontrada para aumentar a produtividade sem perder em qualidade, através da elaboração de um processo de desenvolvimento de projeto com equipes multidisciplinares trabalhando em conjunto simultaneamente, desenvolvendo as etapas em paralelo de forma coordenada, utilizando da informática e das novas tecnologias de telecomunicação no desenvolvimento do projeto e orientação para a satisfação dos clientes e usuários para o ciclo de vida de produtos e serviços, com uma ideologia de concepção participativa e que não necessite de ajuste e compatibilizações, obtendo prazos e custos reduzidos.

Fabrício (2004) lista ainda as seguintes perdas induzidas pelo fluxo linear de projetos e a fragmentação de suas disciplinas:



*“(...) eliminação da possibilidade de discussão de propostas alternativas de projeto; “alto custo” de tempo e recursos para introdução de modificações no projeto; uma lacuna entre os profissionais de várias disciplinas envolvidas; caracterização do processo de projeto como uma rígida seqüência de atividades (pouco interativas); a construtibilidade e os suprimentos não são considerados durante o projeto ou o são no final deste processo; a fragmentação dos dados de projeto dificulta a manutenção da consistência desses dados; perda de informação ao longo do processo de projeto; estimativas incorretas do custo do produto.”*

Para combater o fluxo de informações gerados no processo pelas equipes multidisciplinares e promover a interação entre os intervenientes é necessário a presença de um coordenador de projetos, este terá responsabilidade sobre o processo de desenvolvimento do produto em questão.

*“Simultâneo na construção deve ter, como ponto de partida, identificar novas necessidades e desejos dos clientes e atendê-los rapidamente por meio de um processo de projeto que garanta agilidade na geração e materialização de novos conceitos de produto.” (MELHADO,1998)*

Os principais objetivos de aplicar a engenharia simultânea é encontrar e realizar a melhor combinação entre as metas de qualidade, custo, prazo e ampliação entre as interfaces do projeto ampliando a produtividade e manufaturabilidade dos projetos. Além do paralelismo das interfaces de processos, a simultaneidade

busca maximizar a construtibilidade através da simplificação dos detalhes de projeto, gerando sequências práticas simples de operação de construção o que vai eliminar etapas e interfaces de processo. Através da integração entre as equipes, gerar uma maior sinergia gerando projetos mais completos e que vão interferir positivamente na produtividade e qualidade ao longo do ciclo. (MELHADO,1998)

A redução de prazos se dá pelo paralelismo, o mesmo é limitado pelas restrições associadas aos recursos. O que leva a um inter-relacionamento é a necessidade de troca de resultados parciais, quando uma atividade considera os resultados parciais de uma outra atividade, as atividades se tornam dependentes uma da outra. A ordenação seqüencial é caracterizada por esta troca de resultados completos (GRICORI et al, 2004).

Podemos entender, em linhas gerais, as principais barreiras impostas ao trabalho de integração, conforme esquema da figura 04.



Figura06: Dificuldades a serem enfrentadas pelos processos de coordenação, em direção a uma meta de integração.

Fonte: HEATH&STAUDENMAYER(2000)

Tem se hoje como premissa para a gestão de um sistema de qualidade que se deve promover o foco no cliente, incorpora a noção de melhoria contínua e estabelece a gestão dos fornecedores. Uma vez criada a base do SGQ, esta dá suporte à implementação do projeto de produção e de princípios/ ferramentas da engenharia simultânea.

A partir do controle do processo e a integração das etapas, procede-se a verificadas das atividades que não agregam valor ou perdas (retrabalho, esperas, excessos de informação), para que possam ser retiradas do processo. Portanto, o SGQ cria a base que dá suporte à implementação do projeto de produção e ES, que por sua vez permite a realização do projeto enxuto.

“Um ambiente de Projeto Simultâneo deve ser encarada como um processo incremental de avanços sucessivos no ambiente de projeto, no qual vão se integrando à concepção do produto as visões e conhecimentos dos principais agentes envolvidos, partindo das necessidades dos usuários e da integração dos projetos do produto com a produção.”(MELHANDO, 1998)

A estruturação de um projeto com os conceitos de Engenharia Simultâneo na construção civil, estão contidas em três vertentes conexas: Gestão da Qualidade, Estrutura Organizacionais, Tecnologia da Informação.

- Gestão de Qualidade:

“Apenas quanto todos, na empresa, compreenderem o que o cliente deseja, e como poderão, enquanto indivíduos, contribuir para a satisfação do cliente, poderá a organização atingir o pretendido nível global em performance da Qualidade Total” (SOUZA 2008).

Por Qualidade, entende-se, sobretudo, a capacidade que um processo ou produto tem para satisfazer necessidades, explícitas ou implícitas do cliente. São ações

de controle do atendimento às especificações de um produto e para a minimização de incertezas no processo, sendo que, em sua seqüência evolutiva, o que se entendia por “controle de qualidade” passou a ser conhecido como as técnicas responsáveis pelo atendimento às necessidades da qualidade, onde a idéia de Qualidade define a parte mais abrangente da questão. Assim, a linha evolutiva do conceito passou pelo período das *inspeções*, do *controle de qualidade*, e depois para a *garantia de qualidade* e o foco nos *processos*, para em seguida atingir o ideário da *qualidade total*. O autor ressalta que o conceito é dinâmico e continuará evoluindo. (ISO, 1986, apud MELHADO, 1994).

Melhado (1994) sugere que a Qualidade na construção de edifícios emane a partir do Projeto, pois é este o ponto de onde partem a maioria de suas falhas. Fabrício (2004) reforça a hipótese com o argumento de que nesta fase do empreendimento são tomadas as decisões com maior repercussão nos custos e na qualidade.

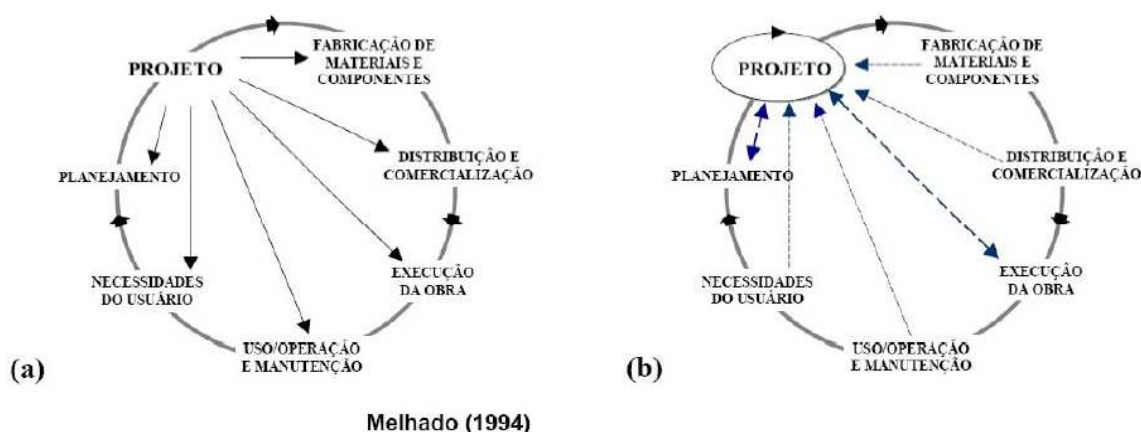


Figura07 : Ciclo da qualidade na construção: (a) as implicações do projeto no ciclo da qualidade; (b) agentes e etapas a serem considerados no desenvolvimento da qualidade durante o projeto. Melhado (1998)

A figura 05 destaca a importância do diálogo no decorrer do desenvolvimento de um projeto, e a consequente qualidade que se obtém com essa gestão, através do ciclo de qualidade.

Como explica GARVIN (1984), qualidade tem diferentes abordagens que focam diferentes aspectos. Um produto de qualidade deve então atender aos diferentes aspectos e visões, reforçando o papel do desenvolvimento de produto de forma integrada e simultânea com o meio para satisfazer os múltiplos aspectos da qualidade.

- Estrutura Organizacional:

A prática da ES requer uma constante interação entre as interfaces envolvidas em um projeto de modo a integrar as equipes multidisciplinares, estabelecendo processos de comunicação formais interativos, de forma a garantir uma comunicação clara do que for pertinente a cada equipes, buscando o desenvolvimento integrado de todas as características do produto e de sua produção buscando otimizar a produção, sempre levando em consideração as necessidades dos clientes.

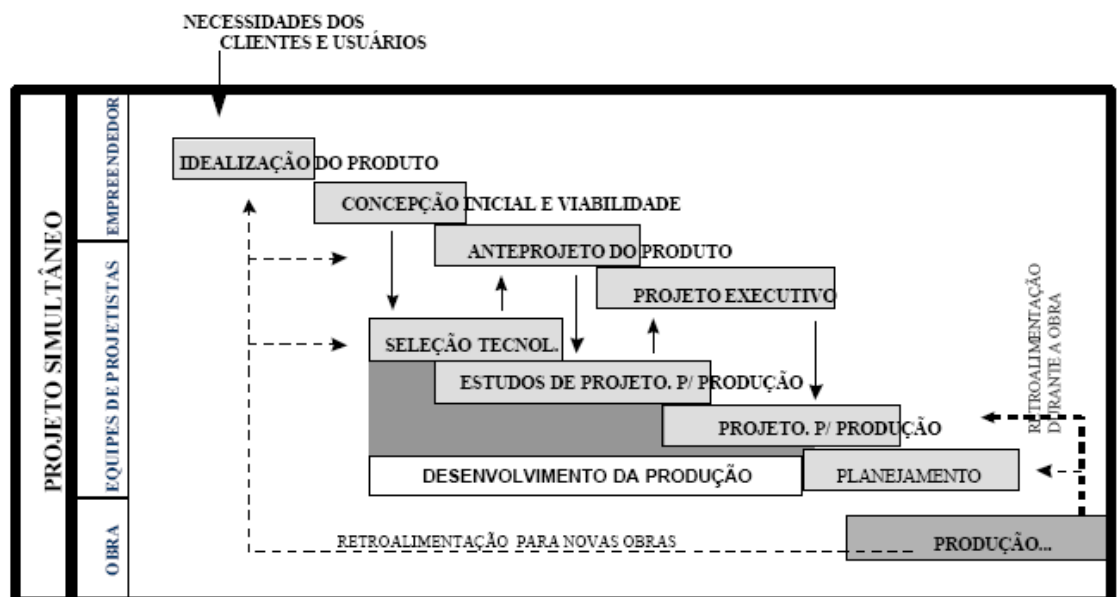


Figura 08: Interação de etapas no desenvolvimento de um projeto aplicando a ES.

Fonte: MELHADO, FABRICIO 1998

- Tecnologia da Informação:

Ponto decisivo no desenvolvimento de produtos aplicando a ES, a tecnologia da informação confere dinamismo e produtividade ao processo, a redução de custos e aumento da capacidade tem influenciar direta na comunicação e coordenação. Ela torna o processo mais flexível e adaptável, uma vez que as equipes não estão mais presas ao espaço físico da empresa, ou canteiro de obra.

De acordo com Melhado (1999), o processo de concepção e projeto de edifícios pode ser entendido como um sistema constituído por dados de entrada, cujo processamento dará origem a um conjunto de dados de saída, correspondendo, respectivamente, às necessidades dos clientes, e às soluções dadas na forma do produto. Assim sendo, os dados de saída precisam ser verificados ante os primeiros, para então serem validados pelos clientes. Em seguida, são encaminhados à produção, e podem ser arquivados ou passar por alguma modificação, que neste caso implica em modificar os dados de entrada e refazer o processo. Logo, o primeiro condicionante da qualidade do processo é a clareza e a qualidade das informações de partida.

Para isso os dados de entrada devem ter qualidade de informação, sendo passadas de forma clara e conclusivas compondo assim o programa de Necessidades. Na Etapa de Projetos, é ideal que a equipe trabalhe de acordo com sua capacidade e potencial, de forma a dar forma às soluções mais adequadas para as demandas introduzidas pelo Programa de Necessidades, a partir do domínio dos conhecimentos necessários para tanto, e sua correta utilização. Os dados de saída também constituem um componente cuja Qualidade é essencial, e neste caso, a clareza da apresentação é o critério a ser levado em consideração: informações completas e claras, de fácil consulta e adequadamente detalhadas. Por fim, o componente extra reside nos serviços associados, que demandam especial atenção dos gestores por serem de suma importância para a Qualidade do empreendimento como um todo.

Com a distribuição de responsabilidades, a informática representa a possibilidade de conversão das informações entre os agentes envolvidos desde a concepção até o seu desenvolvimento. Permite as interações de agentes, que vão dessa forma desenvolver projetos integrando e simultaneamente de forma mais barata e eficiente.

Para a finalidade do presente estudo, destaca-se a Engenharia Simultânea a partir da seleção das seguintes características:

- Organização do fluxo de projeto e da produção, de forma a propiciar a sobreposição cronológica e espacial das atividades, e a consequente diminuição do tempo de projeto, trazendo para o início do processo as principais decisões e resoluções de conflitos, agindo como um catalisador das soluções para problemas de projeto;
- Equipes multidisciplinares e multifuncionais de projeto;
- Desenvolvimento simultâneo do produto e do processo de manufatura do mesmo;
- Ênfase no gerenciamento do processo de projeto e definição de um responsável pela coordenação de todo o processo de desenvolvimento do produto;
- Concentração de recursos no início do projeto;
- Utilização de ferramentas automatizadas para otimizar os processos;
- Ênfase na disponibilidade e facilidade de acesso à informação desde o início do processo;
- Forte interface com o cliente e com os fornecedores internos e externos;
- Envolvimento precoce dos subcontratados e vendedores;
- Foco na melhoria contínua e no aprendizado.

## **2.8 Fatores a serem considerados aplicação da Engenharia Simultânea na Construção Civil.**

Apesar dos avanços no campo de gestão atingidos pelo setor da construção, estes não são suficientes para uma integração de sucesso. Existe hoje uma resistência por parte dos projetistas que trabalham de forma individual em projetos integrados, somado à desvalorização do projeto pelas construtoras e empreendedoras do mercado. Esta situação decorre da capacitação deficiente dos profissionais que estão hoje no mercado de trabalho. (ALLEN, 2005; BECERIK, 2004).

A crescente produção de conhecimento, no campo de engenharia de material e construção civil, tem justificado o desenvolvimento de tecnologia capaz de lidar com o volume de informação gerado de maneira dinâmica e produtiva. (NASCIMENTO E SANTOS, 2003). Entretanto essa articulação esbarra na capacidade de integração e agilidade do contexto de projeto nas organizações, seja por ausência, inadequada tecnologia, ou por inadequado procedimento organizacional, incapaz de explorar o potencial integrados e flexibilidade das novas tecnologias. (ALLEN, 2005; BECERIK, 2004).

Para Fabrício (2002), a implementação de um ambiente de cooperação simultânea na gestão de projetos deve se basear em três transformações principais, que inter-relacionadas ao processo de projeto e devem ser tratadas de forma integrada;

1. A transformação da cultura dos agentes, no sentido de superar limitações contratuais e estabelecer novos caminhos para o relacionamento entre projetistas, construtores e promotores.
2. Apropriação das novas tecnologias de informática e telecomunicações, como ferramentas para a eliminação de barreiras na troca de informações, propiciando a criação de um ambiente de projeto sem restrições físicas.



3. Alteração organizacional das atividades de projeto, permitindo a coordenação precoce e o desenvolvimento em paralelo das diferentes especialidades de projeto.

Independente do método elegido, ele deve atuar em todo o ciclo, dentro que haver dessa forma uma revisão na interface da estrutura organizacional e produtiva entre as equipes e o empreendimento.

A tecnologia da informação já é uma realidade indissociável da atividade de gestão de projetos, e da Engenharia Simultânea em específico. As facilidades da comunicação à distância propiciadas pelas ferramentas computacionais e de internet permitem um contato em tempo real entre todos os agentes envolvidos no empreendimento, sem a necessidade de estarem presentes no mesmo espaço físico para que a troca de informação ocorra de maneira eficiente e satisfatória. Elimina-se a barreira da distância, e com isso, economiza-se tempo, tornando os resultados mais atrativos do ponto de vista econômico. Deve ser priorizada a informatização de todos os agentes do sistema, e sua conexão a um sistema único de comunicação e troca de informações, por meio de terminais individuais.

Formando um ambiente de desenvolvimento simultâneo de projetos, onde seja possível uma análise conjugada de todas as fases que compõem o empreendimento. Padrões devem obedecer à política de gestão da Qualidade, e se tornar elementos corriqueiros de projeto, para uma maior racionalidade e rapidez em sua elaboração. É de suma importância que os mesmos façam parte de uma base digital compartilhada;

A construção civil é uma indústria altamente fragmentada em empresas de pequeno porte, criando dessa forma um número considerável de interfaces e variáveis. Dessa forma a necessidade, de se ter um planejamento interligado ao controle gerencial se torna mais importante e vital para o sucesso de empreendimento, independente do porte deste. Buscando sempre um resultado com mais qualidade a um custo menor.

Com um planejamento interligado ao controle gerencial alguns impactos são alcançados;

- previsibilidade
- emissão de relatórios evidenciando a posição da obra
- maior possibilidade de cumprimento de prazos
- controle mais eficaz sobre mão de obra, material e atividades.
- geração de dados para administração

Para um controle do processo de sucesso são necessárias algumas mudanças na coordenação;

- *Reduzir atividades que não agregam valor*

Com a melhoria da execução das atividades e eliminação de outras que não agregam valor ao processo se consegue uma produção mais produtiva e eficiente. O que não se pode esquecer é que existem algumas atividades que não agregam valor, mas são essenciais ao processo, e interferem no produto final. São exemplo dessas atividades; treinamento de mão de obra.



*Figura 09: exemplo de atividade a qual eliminou uma atividade que não agrega valor.  
Fonte: Apostila lean construction. Prof. FORMOSO*

- *Aumentar o valor do produto através de considerações feitas por clientes;*

O valor de um produto é medido pela satisfação ao atendimento de requisitos que são importantes ao cliente, envolve o mapeamento do processo, identificação sistemática desses requisitos pelas equipes envolvidas nas partes do processo.

Os requisitos são agrupados através de pesquisas de mercado, questionários preenchidos de avaliação por moradores de imóveis entregues, os requisitos podem ser identificados. Destacadas as informações relevantes, as mesmas devem ser repassadas aos projetista de forma transparente.

Em processos de produção este principio de atender os requisitos do cliente também deve ser aplicado. Equipes de trabalho subseqüentes também podem ser considerados como clientes internos do processo.

- *Reduzir a variabilidade;*

Processos com grande variabilidade, geram grandes perdas com retrabalho pois temos situações singulares no processo, não uma homogeneidade de tarefas. O descompasso entre o trabalho de natureza técnica e a gestão de seu processo tem raízes na contradição existente entre a racionalidade da empresa e a racionalidade científica.

Segundo MELHADO *et al* (2004), as três fontes de re-trabalho no processo são a verificação (controle interno), a análise crítica (controle externo) e a validação (controle pelo cliente). A verificação, a análise crítica e a validação constituem o diagrama de controle do processo. As fases do diagrama representam as principais situações onde se constatam falhas e/ou erros de projeto.

RILEY E HORMAN (2001) realizaram um estudo comparativo entre os custos de coordenação e os custos de conflitos observados em obra, para destacar a importância da coordenação na redução da incerteza do empreendimento, ao reduzir as interrupções e perdas nos processos de construção.

Um produto uniforme traz mais satisfação, já que a qualidade vai corresponder às especificações previamente estabelecidas. Além de diminuir as atividades que não agregam valor principalmente porque as interrupções de fluxo de trabalho serão menores.

- *Reduzir tempo de ciclo*

A redução do ciclo está relacionado à intenção de eliminar atividade de fluxo que não agregam valor. Uma vez que se tem como objetivo principal antecipar a entrega do empreendimento, se cria padrões a serem seguidos, o que facilita a gestão do processo, e o controle da produção e uso do espaço físico disponível.

Mudanças nas relações de dependência entre as atividades eliminam interdependências entre atividades de forma que elas podem ser executadas simultaneamente sem que uma interfira na execução da outra.

- *Simplificar através da redução do número de partes;*

Quanto mais passos e atividades a serem executadas maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor ao produto final. Em função das tarefas auxiliares necessárias para cada atividade em questão dos processos, e também pelo fato de que quanto maior a variabilidade, maior a chance de ocorrer interferências, conseqüentemente maior a chance de ocorrerem retrabalhos, e falhas de comunicação entre as equipes envolvidas.

Para que um processo se torne mais simples, as equipes devem ser dinâmicas ao invés especializadas em apenas uma determinada atividade. Quando mais eficaz se fizer o planejamento, menor dependências existiram entre as etapas dos processos, e menor serão os números das atividades que não agregam valor.

Com a simplificação menor serão os números de atividades, menor a chance de ocorrer retrabalhos e interrupções de tarefas.



*Figura09: alternativas para a construção de vergas*  
*Fonte: Apostila lean construction. Prof. FORMOSO*

- *Aumentar a flexibilidade de saída*

Vinculado ao conceito de processo como gerador de valor, a flexibilidade de saída trata da alteração das características do produto, sem que ocorra uma variação significativa no custo final do produto.

O mesmo pode ocorrer com: Redução do tempo dos ciclos. Uso de mão de obra polivalente, de forma que ela vá se adaptando ao processo de acordo com a demanda, sem grandes transtornos. Implantação de processos construtivos que permitam a flexibilidade sem grandes custos.

- *Transparência nos processos*

Torna mais fácil a identificação dos erros no sistema de produção, ao mesmo tempo que aumenta a facilidade às informações, tornando mais fácil o desenvolvimento dos processo

Através de dispositivos visuais das informações relevantes à gestão.

Emprego de indicativos que indiquem de maneira clara atributos dos processos como nível de produtividade.

## ***2.9 Ferramentas de auxílio***

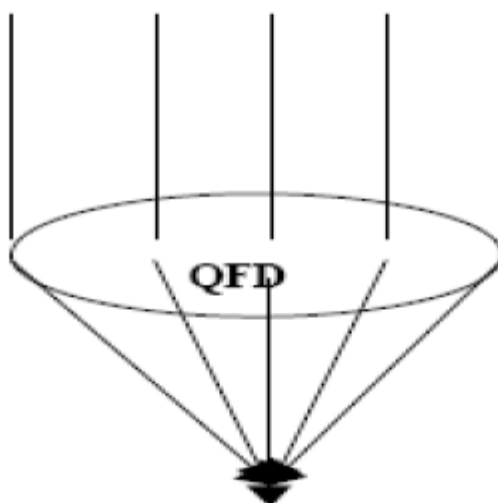
### ***2.9.1 Desdobramento da Função de Qualidade (QFD-Quality Function Deployment)***

Metodologia desenvolvida por japoneses, ela pode ser aplicado tanto ao produto final, quanto ao produto das etapas do processo na busca de produtos com qualidade superior e competitiva no mercado mundial.

A aplicação do método de QFD teve origem a partir do uso de diagramas de causa e efeito para a definição de pontos de controle, posteriormente tabelas de garantia de qualidade, particularmente na produção.

Hoje ele é utilizado como ferramenta do ciclo de vida do desenvolvimento do produto e planejamento do produto dentro da empresa.

O QFD pode ser então considerado como a melhor metodologia para traduzir a voz do cliente que permearão e orientarão todas as fases do processo de desenvolvimento do produto e serviços avaliando a satisfação do cliente.



*Figura10: foco na Satisfação do cliente*

*Fonte: Kienitz (1995)*

Segundo Eureka & Rayan (1992) o FDQ não deve ser utilizado para qualquer processo e produto. O procedimento feito dessa forma eliminaria a principal qualidade do FDQ –colocar no mercado um produto de alta qualidade no menor tempo possível.

Com o desenvolvimento do conceito de Qualidade Total, foi se definindo os fundamentos para obtenção dessa performance e na aplicação da FDQ. Para Eureka & Rayan (1992) o sucesso dessa metodologia se deve pela criação de um plano de disciplina que deve ser seguida por todos envolvidos no processo, de forma a se ter uma troca eficiente de informações entre as equipes.

Segundo Cheng (1995) para que um produto atenda às necessidades do cliente, ele precisa conter as características de qualidade que foram projetadas para ele. O produto pode ser elabora através de um ou mais processos, pode ser constituído de um único material, ou de diversos materiais. Cabe ainda projetar o produto de forma adequada para obter-se a qualidade exigida pelo cliente.

Segundo Guazzi (1999), os principais conceitos formadores de sua base são:

- Entender como os clientes definem e percebem o produto.
- Usar do conhecimentos das equipes multidisciplinares para identificar peculiaridades que irão de encontro com as necessidades e desejos dos clientes.
- Priorizar e conservar a voz do cliente durante todas as fases.
- Gerenciar as expectativas do cliente e ações dos concorrentes de tal forma que o produto possa ser lucrativo através da inovação constante.

Para Guazzi (1999) a estrutura da garantia da qualidade do produto ou serviço e concretizado com atenção em quatro ênfases: qualidade, custo, confiabilidade e tecnologia. Aonde a qualidade total de um produto será concebida por meio de uma rede de interligações.

Segundo Yukimura (apud Guazzi, 1999, p.114), o FDQ tem trazido melhoras no projeto de desenvolvimento de novos produtos, como:

- Redução nas alterações de engenharia de 30% a 50%
- Ciclo de projeto encurtado entre 30% a 50%
- Custo inicial das operações reduzidos entre 20% a 60%
- Redução de mais de 50% das reclamações dentro da garantia do produto
- Planejamento da garantia de qualidade mais estável
- Favorecimento da comunicação entre os diferentes departamentos que atuam no desenvolvimento do produto
- Facilidade em traduzir os requisitos do consumidor
- Facilidade na identificação dos atributos que mais contribuem para a qualidade do produto
- Melhor percepção de quais características e funções que receberão mais atenção
- Melhor identificação das características e qualidades de venda do produto



### **2.9.2 Estrutura de desdobramento do trabalho (EDT):**

Metodologia de desenvolvimento de projetos visando a redução de tempo nos processos, baseando no princípios de fluxo, conversão e geração de valor. Com a complexidade encontrada nos projetos cria-se a necessidade de uma abordagem gerencial com ênfase no controle e melhoria contínua dos processos. Com o detalhamento das etapas dos processos, aplicando ferramentas de gerenciamento como a EDT, as atividades podem ser controladas.

Ferramenta básica, ela explica e define as etapas do processo tanto do produto a ser obtido como do trabalho a ser realizado através de descrições gráficas, com grau de detalhamento necessário.

A estruturação hierárquica permite a visualização sistemática do projeto, traz uniformidade de tratamento em qualquer nível do projeto (cada responsável por uma tarefa é um gerente), possibilidade de terceirizar tarefas, relacionamento técnico entre equipes por meio de interfaces, racionalização de documentação para cada projeto, atribuindo grau de sigilo apenas nas atividades necessárias.

<b>MODELO DE TABELA DE TAREFAS</b>					
<b>TAREFAS</b>	<b>Responsabilidade</b>	<b>Tempo Duração</b>	<b>Tarefa Precedente</b>	<b>Recursos</b>	<b>Interfaces</b>
Tarefa A					
Sub-tarefa A					
Sub-tarefa A					
Tarefa B					
Sub-tarefa B					
Sub-tarefa B					

*Quadro 05: forma de apresentação do EDT como tabela*

*Fonte: OGLIARI*

Com a aplicação do EDT, o projeto é dividido em atividades e sub-atividades discriminadas em níveis como mostra o quadro 06 abaixo. Os primeiros (1 a 3) são geralmente parte integrante do contrato por estar vinculado a prazo, relatórios, orçamentos, etc. O segundo grupo são para efeito de controle interno. (OGLIARI)

Na proposição de cada tarefa deve ser determinado os custos diretos de cada tarefa, os indiretos, a avaliação de risco e lucro pretendido, visando estabelecimento de preço total da proposta.

Efetuada a EDT deve se concretizar o cronograma mestre, determinando as durações das tarefas e seu sequencialmente de execução temporal de maneira racional e dispô-las na melhor ordem para execução do projeto. Identificando o relacionamento entre as tarefas e consideradas os condicionamentos para se obter a rede de precedência.

A rede de precedência mostra o encadeamento das tarefas, considerando o tempo de duração das tarefas, depurando as incompatibilidades ou

impossibilidades de ações simultâneas, com o objetivo se chegar à conclusão de programação do projeto.

Tipos	Nível	Descrição
Gerencial	1	Programa total
	2	Projeto
	3	Tarefa
Técnico	4	Sub-tarefa
	5	Pacote de trabalho
	6	Unidade de esforço

*Quadro 06: níveis de desdobramento do trabalho*

*Fonte: OGLIARI*

### **2.9.3 Desing Structure Matrix (DSM)**

Segundo Austin, a DSM é uma ferramenta de análise de produção, representa de forma clara sistemas complexos. É um método utilizado para captura das interações, interdependências e interfaces entre os elementos do projeto (sistema).

É indicado para projetos aonde as tarefas tem dependência do tipo retro-avaliação e cíclicas. Sendo indicada para equipes que trabalham com engenharia simultânea.

Huovila e Austin demonstraram a aplicação da DSM como meio de gerenciamento de projetos de edificação, e concluíram que a técnica pode ser usada com sucesso nos processos de projeto de edificação. Segundo Huovila, a DSM é uma ferramenta para análise e melhora do processo. Ele fez uma aplicação demonstrando a viabilidade de aplicação da DSM no gerenciamento de processos de projeto de edificação, buscando dependências de melhora confiabilidade.

Huovila em 1995 identificou como ponto fraco na construção civil, a separação do projeto do restante do processo. A integração entre essas duas partes traria maior desempenho, flexibilidade e sustentabilidade das operações e da manutenção.

<b>Tipos de dados da DSM</b>	<b>Dados representados</b>	<b>Tipos de aplicações de DSM</b>
Base de componentes	Relações de multi-componentes	Arquitetura e layout de sistemas de produção
Base de equipes de projeto	Características de interfaces de multi-equipes	Organização da atividade de desenvolvimento, interfaces de gerenciamento e integração de equipes
Base de atividades de projeto	Relações de entrada e saída de atividades	Programação do projeto, seqüenciamento de atividades e redução dos tempos de ciclos iterativos
Base de parâmetros	Pontos de tomada de decisão sobre parâmetros e precedências	Seqüenciamento de atividades no baixo nível de planejamento da construção ou fabricação do produto

*Quadro07 : Comparação tipologias de DSM*

*Fonte: Huovila, 1995*

A DSM modela as tarefas que devem ou não ser executadas, alternativamente pode se traçar as comunicações entre equipes e projetos. Ela representa e analisa dependências de tarefas.

As atividades podem apresentar sobreposições, estas devem ser baseadas na natureza da produção das informações e seu uso em atividades posteriores ou anteriores, não limitando-se ao relacionamento fim-para-começo.

O projeto tem sido visto como apenas um complemento ao processo de edificação, além de ser tratado separadamente do todo. Para integrar é necessário que se tenha uma melhor compreensão do todo, evitando perdas causadas por problemas de coordenação e gerenciamento do processo. Identificando a sucessão de tarefas para satisfazer o desenvolvimento de uma solução bem resolvida de projeto.

A integração ao processo de projeto permite a integração do projeto de forma estratégica, podendo o projeto ser analisado de maneira mais completa.

Com a DSM é possível avaliar o impacto que cada atividade influencia no processo, e em cada etapa do mesmo e a necessidade de coordenação entre eles. Para isso os contratados devem ser apresentados na fase inicial do projeto, permitindo uma integração é um dialogo entre as etapas do projeto. Evitando dessa forma retrabalhos durante o processo de execução.

O fluxo de informação é a chave para o sucesso da integração dos dois processos. A falta de qualidade nas informações trocadas entre as equipes, informações ambíguas inibem o desenvolvimento de um procedimento mais íntimo entre as equipes.

### 3 – ANÁLISE EM CONSTRUTORAS DE BELO HORIZONTE

De acordo com Samira Vitalino Fraga que desenvolve pesquisa com ênfase na aplicação da ISO9001 em empresas de Belo Horizonte, podemos observar que a Engenharia Simultânea é aplicada de forma pontual em algumas empresas da construção, nas empresas aonde certificados de qualidade são aplicados ou pretendidos. Uma vez que a Engenharia Simultânea é uma filosofia ligada à qualidade do processo e conseqüentemente do produto.

Analisando as entrevistas das 3 empresas podemos observar alguns objetivos comuns às três, a satisfação do cliente um dos pontos de partida para aplicação da filosofia da Engenharia Simultânea aonde se tem como um dos objetivos aproximar cada processo de produzir apenas o que os clientes precisam e quando precisam, com isso aumenta a credibilidade da empresa no mercado e a empresa se diferencia e se torna mais lucrativa.

A **Empresa A**, depois de 4 anos da implementação do selo ISO de qualidade está passando por uma reestruturação aonde o principal objetivo é envolver a equipe de trabalho, para isso estão redividindo as tarefas buscando assim um maior envolvimento e comprometimento do processo. A integração entre equipes é um dos princípios defendidos pela Engenharia Simultânea, visa gerar maior sinergia gerando projetos mais completos, estudos de economia comportamental têm comprovado que uma equipe muito homogênea não consegue enxergar o problema da forma mais ampla, interpretá-lo corretamente e solucioná-lo da maneira mais eficiente. Quando maior a diversidade em uma vez que quando todos estão envolvidos, diferentes pontos de vistas são colocados o que possíveis problemas futuros são identificados e podem ser solucionados com maior chance de sucesso.

A **Empresa B**, a implementação do ISO a menos de 2 anos, aumentou o comprometimento da diretoria o que fez com que diminuí-se as perdas com retrabalhos, aumentando conseqüentemente a qualidade nos canteiros de obra.

Ao mesmo tempo foi relatado pelo coordenador que ainda existe uma certa resistência por parte de alguns funcionários, que vão ser minimizados com treinamentos oferecidos pela empresa.

Na **Empresa C**, a resistência por parte dos funcionários é significativa o que fez necessário treinamentos. A padronização e consequente simplificação, uma vez que diminui a variabilidade ajuda na implementação de uma nova filosofia de trabalho dentro de um ambiente de trabalho. Com essa padronização foi possível reduzir os retrabalhos, e consequentemente aumentar a qualidade dos empreendimentos da empresa. Com isso o cliente fica satisfeito, o que é ponto de partida para aplicação da Engenharia Simultânea.

Analisando as entrevistas o que se nota é que todas tinham um objetivo em comum quando resolveram adotar um sistema de qualidade; garantir a satisfação do cliente. O valor de um produto está diretamente ligado a este item, e sua valorização aumenta proporcionalmente. Todos os objetivos “secundários” : diminuir desperdícios, reduzir tempos de ciclo, aumento de transparências, etc estão relacionados com a satisfação do cliente diante do produto final.

#### **4 – CONCLUSÃO**

Com a grande competitividade existente hoje no setor da construção, artifícios e novas ferramentas foram buscados pelas empresas do setor, de modo a se diferenciarem e ganharem o mercado. A excelência em uma Gestão da Qualidade tem sido uma arma de concorrência entre as empresas, oferecer um produto a um custo reduzido com qualidade superior é um fator atrativo além de ser sustentável, uma vez que com o controle do processo re-trabalhos são controlados e conseqüentemente diminui-se o desperdício de mão de obra, e principalmente matéria prima. Mas para uma empresa receber e trabalhar com estes sistemas de qualidade total é imprescindível uma preparação do ambiente produtivo, de forma a tornar as novas informações e conceitos de gestão mais fáceis de serem absorvidas pelas equipes

O grande desafio enfrentado pelas empresas reside na necessidade de uma transformação cultural em todos os agentes envolvidos no processo. Essas mudanças, de motivação e de comportamento, têm que estar presentes em todos os níveis ligados à produção desde a concepção do empreendimento, passando pelo projeto até chegar na execução. Deste fator depende o desencadeamento de todas as outras ações necessárias a uma real transformação administrativa, da qual nascerá uma nova realidade na produção de novos empreendimentos.

Muitas empresas de áreas diversas aplicam os princípios da gestão de qualidade total a partir dos meados dos anos 80 no Brasil, aplicando um forte movimento sempre em busca de um melhor controle e qualidade do seu processo. Porém essa filosofia de gestão de qualidade atende apenas de maneira parcial as necessidades das empresas, na medida que seus conceitos não contemplam, com a devida profundidade questões relacionadas com a eficiência do sistema de produção.

Com o objetivo de se fazer uma análise do processo de produção através de dois eixos principais: fluxo de materiais/processo e fluxo de operários/operação.



Considerações do valor agregado sob o ponto de vista do cliente interno e externo, através da reformulação do conceito de perda, agora incluindo também todas aquelas atividades que não agregam valor ao produto final. Hoje existe na construção uma predominância da visão à curto prazo.

Para que o processo se adeque à Engenharia Simultânea, as etapas devem ser adaptadas de forma que trabalhem paralelamente, privilegiando assim a comunicação entre as equipes envolvidas através de uma comunicação de informação, de forma transparente e clara evitando dúvidas na interpretação das informações. Para isto as equipes também devem ter um conhecimento mais amplo, e não apenas específico na sua área de atuação. Equipes multidisciplinares são fundamentais para o sucesso da Engenharia Simultânea.

Para implementar este novo modelo organizacional é preciso mudanças na atitude da gestão do processo de produção como um todo. Trata-se do processo de desenvolvimento de competência, uma conduta mais efetiva, fazendo o que é necessário, de forma correta no momento mais adequado. Para o sucesso da aplicação dessa filosofia, equipes multidisciplinares devidamente coordenada são essenciais, através de programas específicos de informática que darão suporte, sendo a mesma essencial para uma comunicação mais transparente e clara entre os envolvidos.

Pegando como base o modelo Swieringa e Wierdsman (1995), o modelo organizacional é regido por 3 elementos fundamentais: as regras, os insights e os princípios.

As regras guiam as ações dos indivíduos entre o que se deve e se pode fazer, os insights que constituem o conhecimento existente sobre o processo, este fundamenta as regras. E os princípios são crenças e pressupostas que representam o que se deseja, e a situação ideal pelo ponto de vista atual dos gestores. Este modelo define aprendizagem organizacional como mudanças nestes 3 elementos, decorrente de uma aprendizagem coletiva baseada na avaliação de resultados e desempenhos dos processos.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORDIN, SCHMITT, GUERRERO, **A importância de melhor gerenciar a utilização de sistemas colaborativos para o desenvolvimetro de projetos na indústria da construção civil.** Apresentação-Núcleo orientado para a inovação da Edificação NORIE, UFRGS.

CONDE, K. **Qualidade de projeto em empresas construtoras: Diagnóstico e recomendações.** Monografia (Pós Graduação em Engenharia)-Departamento de Engenharia Civil, UFES, Vitória, 2001.

FABRÍCIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo: um modelo para gestão integrada da concepção de edifícios.** (Notas de Aula) USP: São Carlos, 2004

FABRÍCIO, Márcio; MELHADO, Silvio (1999). **Projeto simultâneo e a qualidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento.** São Paulo, EPUSP/PCC (não publicado).

FABRÍCIO, M.M.; BAÍA, J.L.; MELHADO, S.B. **“Estudo de Fluxos de Projeto: Cooperação Sequencial X Colaboração Simultânea”.** In. Anais em CD-Rom: Escola Politécnica de Pernambuco / ANTAC, Recife, 1999.

FORMOSO, Carlos T. **Lean Construction: Princípios básicos e exemplos.** Apostila-Núcleo orientado para a inovação da edificação, UFRGS.

GOMES, Luciano. **Apostila Gestão de Aquisição em projetos.** Apostila-Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2010

MELHADO, Silvio (1994). **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese (Doutorado em Engenharia)-Departamento de Engenharia Civil,PUC/SP. São Paulo.

MELHADO, Silvio Burratino. **Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: QUALIDADE DO PROCESSO CONSTRUTIVO, 7., 1998, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 1998.

MELHADO, S. B. ; FABRÍCIO, M. M. . **Recomendações para a formação de profissionais de arquitetura e engenharia para a atuação no projeto de**

**edifícios.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, São Paulo. Construção Sustentável. São Paulo, 2004

NAZARENO, RENTES, SILVA. **Implantando técnicas e conceitos da produção enxuta integrada à dimensão de análise de custos.** Artigo-Departamento de Engenharia Civil, USP, São Paulo.

PERALDA, A. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadores de pequeno porte.** Monografia (Pós graduação em Engenharia)-Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

ROMANO, F. V. ; ROMANO, L. N. ; BACK, N. ; OLIVEIRA, R. . **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações.** In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2004, Rio de Janeiro, 2004

RUSCA, Rafael. Utilização da Análise do Valor na Redução e Otimização dos Registros de Sistemas de Gestão da Qualidade. Artigo, XXIENEGEP, Ouro Preto 2003.

SÁNCHEZ, A. **Uma contribuição de projeto, na construção de edifícios: estudo sobre as dependências do processo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Departamento de Engenharia Civil, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, J. **O QFD como foco da satisfação do cliente: A qualidade do desenvolvimento de produtos e serviços para a criação de software.** Monografia (Pós-Graduação em Engenharia)-Departamento da Engenharia de Produção, UFP, Recife, 2008.

TZORTZOPOULUS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 1999.

VARGAS, Marcelo C. **Gerenciamento de projetos por meio da engenharia simultânea: Sugestão para a otimização do processo na sudcap.** Monografia (Pós Graduação em Engenharia)- Departamento de Engenharia Civil, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

VARGAS, Ricardo Viana. **Análise de Valor agregado no controle de projetos: sucesso ou fracasso?** Artigo, 2003.

WERNER, L. ***Engenharia simultânea***. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP), 1995.