**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC**
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ**
**ENGENHARIA CIVIL**

**EMERSON DE FARIA NASCIMENTO**

# FATORES QUE INFLUENCIAM NO CUSTO DE OBRAS

**UBÁ**
**2014**

**EMERSON DE FARIA NASCIMENTO**

# FATORES QUE INFLUENCIAM NO CUSTO DE OBRAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Msc. Enoque Pereira da Silva

**UBÁ**

**2014**

# FATORES QUE INFLUENCIAM NO CUSTO DE OBRAS


## Resumo

O objetivo desse trabalho foi descrever sobre os fatores que influenciam no custo de edificações, destacando materiais e perdas, projetos, maquinário, execução, mão de obra, além de custo e qualidade. Como um dos fatores para o custo final de uma construção são os altos impostos, além das perdas de materiais que se têm em canteiros de obras, como por exemplo o tijolo furado, que podem chegar a 48% de perdas levando ao aumento de custos na etapa de execução. A qualidade dos materiais interfere diretamente na qualidade final da construção e na manutenção na etapa de utilização do empreendimento. Nesse meio, existem alternativas construtivas que trazem agilidade, aumentam a produtividade e reduzem custos em vários âmbitos (áreas), como por exemplo o uso de paredes secas (*drywall*). Com o planejamento busca-se otimizar recursos e diminuir custos. Incluem-se no planejamento, os projetos, que são os primeiros passos para uma construção se erguer. Destaca-se a tecnologia BIM empregada para melhorar todas as etapas de um empreendimento, trazendo para a construtora um melhor retorno financeiro. O orçamento é também, muito importante para o empreendedor e pode trazer sucesso ou fracasso para o mesmo. Nas etapas construtivas, os maquinários servem para aprimorar os serviços na construção civil, diminuindo a força física e agilizando os processos, além de suprir as necessidades de mão de obra. Assim, admite-se que a redução de custo está no investimento em materiais de qualidade, melhores projetos, tecnologias de gestão, máquinas, além do treinamento da mão de obra.



**Palavras-chave:** Custos. Materiais. Planejamento. Mão de obra. Qualidade.

# FACTORS THAT INFLUENCE ON CONSTRUCTION COST


## Abstract

The aim of this study was to describe the factors that influence the cost of buildings, highlighting materials and losses, projects, machinery, implementation, manpower, and cost and quality. As one of the factors in the final cost of construction are high taxes, in addition to material losses that have at construction sites, such as the flat wall, which can reach 48% loss leading to increased costs in execution phase. The quality of materials directly affects the final quality of the construction and maintenance in the use of the development stage. In between, there are constructive alternatives that bring agility, increase productivity and reduce costs in various areas (areas), such as the use of dry walls (drywall). With planning we seek to optimize resources and reduce costs. Included in planning, projects, which are the first steps towards building rise. Of note was the maid BIM technology to improve all stages of a project, bringing the construction company a better financial return. The budget is also important for the entrepreneur and can bring success or failure for the same. In the construction stages, the machinery used to improve services in construction, reducing the physical strength and streamlining processes, and meet the manpower needs. Thus, it is assumed that the cost reduction is investment in quality materials, better designs, management technologies, machines, beyond the workforce training.



**Keywords:** Costs. Materials. Planning. Manpower. Quality.

# 1 INTRODUÇÃO

O custo de uma obra pode sofrer diversas alterações, podendo ser elevado sempre quando algo não planejado é realizado para a execução de sua edificação. Um dos fatores que influencia tudo que é produzido no Brasil são os impostos. Segundo Amorim (2013) uma das cargas tributárias mais elevadas do planeta, particularmente concentrada sobre materiais de consumo e de produção, encarecendo tudo que é produzido e comprado no país. O autor destaca ainda, a burocracia absurda, corrupção, carga tributária elevada, regime tributário complexo, infraestrutura ruim, mão de obra cara e despreparada dificultam a vida das empresas, aumentando o risco de seus investimentos. Com risco maior, empresários reduzem investimentos e, por consequência, a competição.

Outro fator relevante é quando o empreendimento esta na fase de execução, as perdas de materiais não são contabilizadas no orçamento. No recebimento como exemplo, pode estar chegando menos material numa entrega que a quantidade solicitada; blocos estocados inadequadamente estão sujeitos a serem quebrados mais facilmente; o concreto, transportado por equipamentos e trajetos inadequados, pode cair pelo caminho; o não obedecimento ao traço correto da argamassa, pode implicar em sobreconsumos na dosagem/mistura da mesma; o processo tradicional de aplicação de gesso pode gerar uma grande quantidade de material endurecido não utilizado (SOUZA, 2006).

As etapas de planejamento da obra impõem ao engenheiro estudar melhor os projetos os quais irá executar. Para Mattos (2010) as etapas de planejamento são importantes para a análise do método construtivo, a identificação das produtividades consideradas no orçamento, estudos de cada frente ou tipo de serviços. Pensar no trabalho somente poucos dias antes de começá-lo é errado, pois não há tempo hábil para mudança de planos.

Outro fator importante é o orçamento da edificação a ser construída. De acordo com Berwanger (2008) através do orçamento a construtora ou o construtor está verificando a viabilidade do empreendimento, além de obter dados para gerenciamento preciso de recursos necessários para a execução da obra. Levando em consideração as constantes altas de preços dos materiais utilizados na construção civil, esse controle físico-financeiro gera uma otimização da obra. Berwanger (2008) afirma ainda que orçamento é uma estimativa antecipada dos prováveis custos necessários para a conclusão de um empreendimento, é uma etapa muito importante para a idealização de um projeto.

Além do que foi dito, outro fator importante quando se fala em custos é a mão de obra. Segundo Souza (2005) o peso que a mão de obra representa no custo pode chegar a 50% do custo total dependendo do tipo da obra e do grau de industrialização.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo descrever sobre os fatores que influenciam no custo de obras, destacando as perdas de materiais, importância da qualidade dos projetos para a obra, o investimento em maquinário, a execução e a importância que um Engenheiro Civil tem na execução da obra.

## 2 DESENVOLVIMENTO

O ramo da construção civil brasileira ainda apresenta índices convencionais em seu desenvolvimento qualitativo, tais como: baixa produtividade, elevado índice de patologias, grande desperdício de insumos, grande incidência de retrabalhos, levando a um ambiente propício para geração de produtos de má qualidade (TAVARES JR, 2001).

Segundo Cerutti (2010) com a globalização, as empresas vêm passando por diversas mudanças como, cuidados com a qualidade, custos, produtividade, com a qualificação e racionalização de suas tarefas e mão de obra, a fim de desenvolver estratégias para concorrer com o mercado competitivo.

### 2.1 Materiais

Como um dos indicadores do aumento de custos, são as perdas de insumos, ou seja, o desperdício. Yazigi (2009) resalta que o desperdício pode ser considerado como qualquer ineficiência que reflita no uso de mão de obra, materiais e equipamentos em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação. Este mesmo autor diz ainda que a perda é todo material utilizado que exceda a quantidade teoricamente necessária.

É também na qualidade dos materiais que se tem uma construção de qualidade e de durabilidade sem precisar de fazer reforma. Muitos empresários e construtores de casas e o próprio proprietário de uma casa podem ser tentados a comprar materiais de construção civil aos melhores preços e isso por si só, não representa nenhum problema quando a pesquisa dos materiais é feita pelos melhores materiais de construção sem admitir diminuir na qualidade. Uma possibilidade é comprar ao melhor preço, outra é comprar pelo preço mais barato sem que importe a qualidade de qualquer tipo de material de construção civil. A qualidade é importante e determina muitas vezes, a forma como a casa resiste ao passar dos anos. Não é adequado comprar baseando-se somente no valor, é necessário, além disso, verificar a qualidade que atenda ao padrão da construção (THOMAZ, 2001).

A qualidade dos materiais utilizados também contribui para o aparecimento das patologias, afetando assim, o produto final. Além disso, um bom material de construção traz à edificação, custo de manutenção menor ao longo do tempo. Independentemente da fraca qualidade que este apresente, sai muito barato, mas o preço a pagar vem rapidamente e a descoberta disso é no momento em que os problemas aparecem como as umidades, as infiltrações de água, curto-circuitos, argamassa a cair na parede, tinta que envelhece

rapidamente, entre outros problemas que podem acontecer, o preço mais barato raramente compensa (CERUTTI, 2010).

Na FIG. 01 pode se ver a argamassa de revestimento se “esfarelando” e a tinta de qualidade baixa soltando.

FIGURA 01- Materiais de baixa qualidade empregados

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR

### 2.1.1 Fôrmas e escoras

Nas etapas de infra e superestrutura há desperdício de madeira, por motivos de má execução (abertura de formas, desnivelamento, desforma e outros), além da madeira ter pouca vida útil nessas etapas. A porcentagem de desperdiçio varia de 3 a 8% (nas etapas construtivas) de acordo com o nível de controle. Um maior controle sobre a compra correta desses materiais e reaproveitamento deve ser prevista, por questões ambientais e desperdícios menores (YAZIGI, 2009).

### 2.1.2 Alvenaria de Vedação

Segundo Thomaz (2001) a qualidade final de uma alvenaria de vedação estará intimamente associada à qualidade da estrutura, seja em termos de regularidade geométrica

(vãos, ângulos, prumo, nível), seja em termos de comportamento mecânico. Thomaz (2001) diz ainda que apoiadas sobre vigas, lajes ou outros componentes estruturais, interligadas com pilares ou paredes estruturais, as alvenarias de vedação não se destinam a suportar carregamentos, embora lhe seja cada vez mais comum a transmissão de tensões oriundas de deformações impostas (flechas, recalques de fundação, movimentações térmicas).

O manuseio, o preparo e o armazenamento de tijolos cerâmicos influenciam no aumento do consumo. Segundo Kague (2009), os tijolos furados têm em média índice de perda de 17%. Entretanto, esse número pode chegar a 48%, dependendo da qualidade do material e da competência da mão de obra.

No caso de bloco de concreto a perda é de 12,56% do total adquirido, segundo Kague (2009).

### 2.1.3 Argamassa

Segundo Mello (2001) as juntas de tijolos (furados, maciços) tem uma perda de argamassa muito grande, chegando a praticamente 50% a mais do previsto em orçamento. A causa desse consumo está ligado, à baixa qualidade dos blocos, sendo que há uma variação dimensional muito grande, tendo que corrigi-las na junta de argamassa, aumentando assim o seu volume.

Segundo Yazigi (2009) a etapa de revestimento de tetos e paredes tende a absorver a má execução, provocada pelo erro de alinhamento, esquadro e prumo. Segundo ele os desperdícios variam de 10,50 a 31,50% de acordo com nível de controle.

### 2.1.4 Pisos Internos

De acordo com Rocha Neto (2010) os índices de perdas para placas cerâmicas de 41x41 cm é de 15,44%. Yazigi (2009) diz que a variação está entre 8,75 a 26,25%.

As fôrmas devem ser construídas de modo que não se deformem com o peso da estrutura e suportem a vibração do concreto. O uso de desmoldantes é recomendado para melhor reaproveitamento de fôrmas (BOTELHO, 2010).

### 2.1.5 Concreto Usinado

O concreto usinado é responsável por 9% de desperdício (YAZIGI, 2010). A causa dessa perda é a variação das dimensões das fôrmas, principalmente das lajes, que até mesmo pequenos aumentos na espessura acarretam grandes acréscimos no consumo total de concreto (ROCHA NETO, 2010).

A FIG. 02 mostra a concretagem de uma laje em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, onde o volume de concreto usado para a concretagem foi maior ao teórico, visto que os blocos de isopor eram quebradiços e os vãos das lajes eram muito grandes, apesar do escoramento.

FIGURA 02 – Laje nervurada sendo concretada

Fonte: ELABORADO PELO AUTOR

O preço por metro cúbico de concreto usinado vai depender de qual tipo de concreto vai ser usado na obra e a resistência de compressão. De acordo com Menezes e Rocha (2013) o concreto feito em obra é 30 a 50% mais barato do que o usinado, por garantir um alto nível de qualidade na execução do serviço (mais devagar a concretagem) e exigir menos gerenciamento. Porém, é importante considerar que o concreto usinado é executado em grande volume de uma só vez, além de ter controle de qualidade muito maior.

### 2.1.6 Outros Materiais

De acordo com Yazigi (2009) o aço tem perdas em cerca de 11%, eletrodutos 15%, condutores (fios) 27%, tubos de PVC 15%, gesso 30%, cimento 56% e areia 44%.

## 2.2 Alternativas construtivas

Existem várias formas construtivas no mercado, e algumas surgem como alternativas tecnológicas (algumas já há muito tempo na construção) de forma a aumentar a produtividade e reduzir custos. Alguns métodos têm suas limitações, e outros são usados como forma de prevenir as patologias, por exemplo, a impermeabilização. Segundo Marques (2012),

> No Brasil, ainda existe muita resistência quanto a novos métodos construtivos muito usados no exterior como paredes de *drywall*, fachadas pré-moldadas, estruturas metálicas entre outras. Não é possível afirmar se uma solução é mais cara ou mais barata que outra isoladamente, pois tudo depende do contexto em que será inserida. As particularidades de cada projeto precisam ser avaliadas versus os interesses dos construtores e incorporadores, aliados à meta a ser atingida:

- Alvenaria estrutural: Uso de paredes simultaneamente como elementos de vedação e resistente às cargas verticais e horizontais. A construção em alvenaria estrutural traz uma economia muito grande em fôrmas e em aço, diminuindo o gasto da mão de obra de carpinteiro e armador. Em geral, essa forma de construir traz ao orçamento final uma economia de até 30 % comparada ao estilo “convencional”, com limitações (TAUIL e NESE 2010).
- *Drywall*: Sistema de vedação composto por chapas de gesso acartonado, pré-fabricadas, parafusadas em uma estrutura metálica leve. A estrutura em perfis metálicos é constituída por guias e montantes, sobre os quais são fixadas as chapas de gesso acartonado, de ambos os lados, em uma ou mais camadas, gerando uma superfície apta a receber acabamento final. Para um melhor desempenho acústico enche-se o miolo da parede com lã de vidro. As paredes de *drywall* trazem alta velocidade de execução (produtividade), seu peso é quase dez vezes menor do que a de alvenaria reduzindo em 15% o custo da fundação e alvenaria (YAZIGI, 2009).
- *Steel Frame*: A estrutura é formada de perfis leves de aço galvanizado com divisórias internas de gesso acartonado (*drywall*). São estruturas que não utilizam tijolo ou cimento, sendo que o concreto armado é usado somente na fundação. Esse sistema é utilizado especialmente, em residências de até três pavimentos. O *steel frame* possui algumas

vantagens, como redução em 1/3 dos prazos de construção quando comparada com o método convencional, o alívio nas fundações, devido ao reduzido peso e uniforme distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes, proporciona custo de 20% a 30% por metro quadrado inferior ao convencional (DOMARASCKI e FAGIANI, 2009).

- Materiais plásticos: A necessidade de inovações em técnicas de construção civil permitiu o desenvolvimento e a utilização de diversos materiais em obras, a fim de ajudar a melhorar o desempenho técnico e econômico dos empreendimentos. Desde durabilidade necessária até o cuidado no acabamento de uma obra, o plástico aparece como elemento fundamental neste setor em que sua utilização na construção cresce a cada ano (LIMA *et al*, 2012).
- Pré-Moldados: Além de conseguir economia de 15% a 20% no custo, o pré-moldado é a solução para a falta de operários na construção, reduzindo em até 50% o volume de trabalhadores no canteiro de obra. Por isso que as empresas estão migrando para esse sistema, que é comum em obras mais robustas, como construção de *shoppings centers* ou galpões industriais, mas que são alternativas para prédios residenciais (RAYDAN, 2012).
- Impermeabilização: Segundo Roman (2013), a umidade é responsável por 50% dos problemas em edificações e isto ocasiona um custo de reparos de aproximadamente 20% do custo total de um empreendimento. Por isso, é muito importante no projeto de arquitetura prever os lugares a serem impermeabilizados para que não apresentem problemas futuros em breve espaço de tempo.
- Painéis pré-fabricados: São painéis pré-fabricados de concreto empregados em vedações externas, ou seja, fachadas. Têm espessura em geral variando de 10 a 15 cm, com dimensões que permitem sua fabricação, transporte e fixação nas obras. Podem ter formatos e acabamentos variados, dependendo da composição (BENIGNO, 2008). Esses painéis têm alta produtividade potencial, pois a execução da estrutura e a vedação ocorrem simultaneamente.
- Divisória Naval: Painéis com miolo à base mineral de vermiculita expandida, retardante ao fogo, revestidos em chapa dura de fibra de madeira prensada pintada com secagem ultravioleta (caderno de especificações, TJMG, 2011). São muito utilizados em divisões de escritórios, órgãos públicos e vários outros ambientes.

Diversos materiais, processos e equipamentos têm sido desenvolvidos ao longo do tempo, visando dotar o processo construtivo de maior racionalidade, colaborando para a economia de insumos, para a redução do uso de força física pelos trabalhadores, para otimização da relação entre insumos consumidos e benefícios alcançados (THOMAZ, 2001).

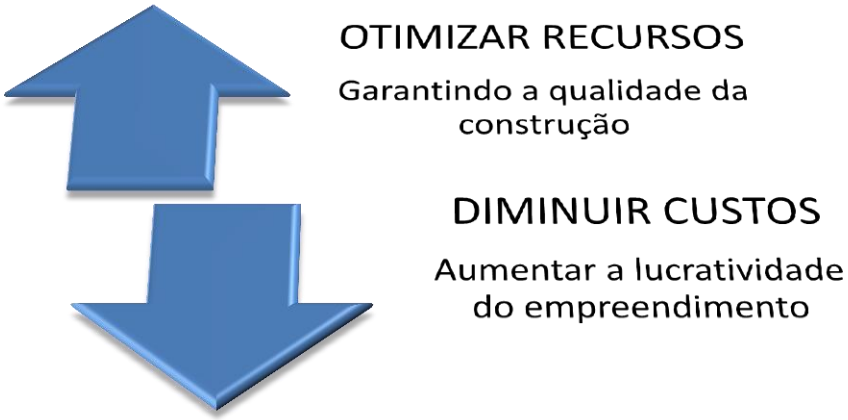
## 2.2 Planejamento

De acordo com Mutti (2005) planejamento “é um processo que se utiliza de técnicas científicas, visando aumentar a eficiência, a racionalidade e a segurança através de previsões, programação, execução, coordenação e controle dos resultados, para atingir o que é desejado”.

O planejamento malfeito juntamente com erros de orçamento e programação de execução (prazo estimado de entrega) de uma obra, origina na execução de muitos aditivos (serviços não previstos) ultrapassando muito além do valor orçado da obra, o que implica atrasos injustificados e desavenças entre cliente e construtor (MATTOS, 2010).

Segundo Thomaz (2001) em qualquer setor produtivo, independentemente da tecnologia utilizada, sempre será possível a racionalização dos processos, a economia de insumos, o desenvolvimento do produto com a otimização da sua qualidade.

FIGURA 03 - O que se busca com planejamento e controle




Fonte: MUTTI (2005, p. 1)

### 2.2.1 Projetos

Atualmente, não se pode construir sem planejar. Todo projeto bem planejado tende a minimizar os desperdícios, retrabalhos e mão de obra ociosa, diminuindo custos e tempo de execução (MATTOS, 2010).

Segundo Romano (2003) a ineficiência generalizada pode ser traduzida por descontrole dos processos, má qualidade do produto e pode influenciar em todas as áreas da organização:

> Embora contabilize apenas 5% do custo total do produto, o projeto influencia em 70% dos custos. Cerca de 40% de todos os problemas de qualidade podem ser associados à intervenção em projetos deficientes. De 70 a 80% da produtividade da manufatura pode ser determinada no estágio de projeto. Um percentual igual ou superior a 80 ou 90% do custo do ciclo de vida do produto é determinado durante a fase de projeto (ROMANO, 2003, p. 2).

A perfeita coordenação do projeto arquitetônico com outros projetos (estrutural, instalações), é muito importante durante o planejamento. Existe uma grande dificuldade em obras no que diz respeito à compatibilidade de projetos, ainda maior nas grandes obras, sendo elas mais complexas. A incompatibilidade de projetos faz com que a obra tenha vários serviços extras não planejados, aumentando os custos com mão de obra e os desperdícios de materiais.

O Processo de Projeto se inicia no planejamento e vai até o uso, servindo para reduzir a incerteza do empreendimento através do tempo. A projetação deve entregar seu serviço à preparação para execução de modo que fique bem clara a construtividade (ROMANO, 2003).

Na construção, os projetos de diferentes especialidades são geralmente desenvolvidos paralelamente pelos diversos projetistas (arquitetura, estruturas e sistemas prediais) em locais fisicamente distantes, sendo reunidos, muitas vezes, somente na hora da execução dos serviços. Este procedimento gera uma série de incompatibilidades e não permite clareza com relação às funções e responsabilidades dos profissionais envolvidos, comprometendo a qualidade do produto e causando enormes perdas de materiais e de produtividade (OLIVEIRA *et al* 2006).

Segundo Oliveira *et al* (2006) as decisões quanto à forma, funcionalidade e métodos de construção são tomadas nas fases de concepção e projeto do empreendimento e nelas, projetistas trabalham usualmente com um pequeno número de informações. Este fator faz com que a variabilidade e incerteza inerentes ao processo aumentem.

### 2.2.2 Tecnologia BIM

A nova tecnologia que vem crescendo no mercado é a adoção do Building Information Modeling (BIM) às fases de projeto, execução, operação e desativação de

empreendimentos horizontais. Segundo Radüns e Pravia (2013) a plataforma BIM cria um modelo digital da edificação por meio de um processo integrado que abrange todas as disciplinas envolvidas na viabilização do empreendimento e que abrange todo seu ciclo de vida.

BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelagem das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as disciplinas e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelagem 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito (RADÜNS; PRAVIA, 2013).

De acordo com Radüns e Pravia (2013) "obras que utilizam o conceito BIM possuem uma redução de: 22% no custo de construção, 33% no tempo de projeto e execução, 33% nos erros em documentos, 38% de reclamações após a entrega da obra ao cliente e 44% nas atividades de retrabalho".

### 2.2.3 Orçamento

Segundo Tavares Jr (2001) orçamento "é o elemento que relaciona o processo construtivo com a parte financeira, tornando-se assim um item muito importante para o projeto".

Para Xavier (2008) a elaboração de um orçamento pode determinar o sucesso e ou fracasso de uma empresa construtora e ou construtor, um erro no orçamento acarreta imperfeições, frustrações, falta de credibilidade e prejuízos a curto e médio prazo.

Na TAB. 01 são demonstrados os índices de custos em cada etapa da construção.

TABELA 01 - Índices do custo de construção (%)

| Etapas | % |
|---|---|
| Projetos e aprovações | 5% a 12% |
| Serviços preliminares | 2% a 4% |
| Fundações | 3% a 7% |
| Estrutura | 14% a 22% |
| Alvenaria | 2% a 5% |
| Cobertura | 4% a 8% |
| Instalações Hidráulicas | 7% a 11% |
| Instalações elétricas | 5% a 7% |

| | |
|---|---|
| Impermeabilização / isolamento térmico | 2% a 4% |
| Esquadrias | 4% a 10% |
| Revestimentos / acabamentos | 15% a 23% |
| Vidros | 1% a 2,5% |
| Pintura | 4% a 6% |
| Serviços complementares | 0,5% a 1% |

Fonte: XAVIER (2008, p. 15)

Segundo Xavier (2008, p. 16), para a elaboração do orçamento detalhado, é fundamental que o profissional tenha um bom conhecimento dos métodos construtivos e principalmente, do processo de execução da obra.

Há de salientar no orçamento, o custo que a mão de obra influi sobre a edificação. Segundo Mattos (2006) o custo de um operário para o empregador não se confunde com seu salário-base. É um valor bastante superior. Isso porque não é só o salário que constitui o ônus do empregador, pois este arca com diversos encargos sociais e trabalhistas impostos pela legislação e pelas convenções do trabalho, que se somam ao salário-base do funcionário.

## 2.3 Maquinário

Segundo Marques (2012) inovações tecnológicas para os sistemas construtivos desempenham papel de fundamental importância para acelerar as construções e tirar o melhor proveito das equipes de obra e para alcançar melhor custo-benefício. A construção civil brasileira busca caminhos alternativos para o problema da escassez de mão de obra e a solução passa, obrigatoriamente, por encontrar métodos que permitam aumentar os índices de produtividade para execução dos serviços necessários. Como o mercado exige, cada vez mais maior produtividade e menor custo, o auxilio de máquinas na execução de serviços na construção é muito importante, além de gerar um melhor acabamento no produto final (MARQUES, 2012).

### 2.3.1 Aluguel ou compra

De acordo com Auler Neto (2010) a decisão de comprar ou alugar máquinas e equipamentos para uma obra passa pela estratégia de cada construtora.

> A avaliação passa sempre pelos custos orçados e praticados no mercado, considerando a praticidade da locação e o menor preço do equipamento próprio, face ao risco da ociosidade e a incerteza do valor de revenda ao final da obra. Para obras de edificações com prazo de execução entre 12 e 18 meses, a locação de gruas, torres e elevadores pode ser a melhor alternativa. Os equipamentos de menor porte, como andaimes, furadeiras, lixadeiras, betoneiras elétricas, guinchos e bombas d'água devem ser adquiridos. Para a escolha dos fornecedores, o comprador deve considerar que geralmente o melhor não é o mais barato. O comprometimento do vendedor com o empreendimento e a boa qualidade dos equipamentos são requisitos mais importantes.

### 2.3.2 Máquinas

Segundo Nakamura (2005) há no mercado, uma série de equipamentos adequados às diferentes exigências e necessidades das obras, o que torna eventuais improvisações ainda menos justificadas. Acompanhando o incremento da mecanização dos canteiros nos últimos anos, novos equipamentos de alto desempenho surgiram para aperfeiçoar os serviços da construção civil. Entre eles estão parafusadeiras elétricas, projetores de argamassa, desempenadeiras de aço com cabo longo e martelos eletropneumáticos portáteis para pequenas demolições.

O custo inicialmente maior das ferramentas de melhor qualidade, ou mais potentes, é rapidamente abatido se levada em conta a vida útil mais prolongada, a velocidade de execução que aquele instrumento pode agregar à obra e os benefícios para o operário, que passa a trabalhar sob melhores condições. Segundo Nakamura (2005), as ferramentas respondem por quase 50% da produtividade de um serviço, daí a importância de se explorar ao máximo as vantagens que podem oferecer. Muito utilizados em países desenvolvidos, instrumentos inteligentes de medição, como nível a laser, também vêm conquistando espaço no mercado brasileiro e são responsáveis por uma grande parcela na redução de custo das obras e na rapidez da execução dos serviços (NAKAMURA, 2005).

Os níveis laser são ferramentas incontestavelmente eficientes para o trabalho na construção civil. O laser forma uma linha na parede indicando a marcação correta a ser seguida, sem dar margem para erros, como mostrado na FIG. 04:

FIGURA 04: Exemplo de utilização de nível a laser

Fonte: VIDROS.COM.BR

Uma máquina projetora de argamassa, FIG. 05, como exemplo rende em média 500 m² por dia de reboco com 4 ou 5 funcionários de acordo com o modelo. Para efeito de comparação, segundo Souza (2006) a aplicação manual de revestimento em paredes gira em torno de 20 m² homem/dia.

FIGURA 05: Máquina projetora e misturadora de argamassa

Fonte: PHMAC.COM.BR

**2.4 Execução**

Nas etapas executivas, é muito importante que os projetos estejam na obra (arquitetônico, estrutural, hidráulica e elétrica), para que ocorra o mínimo de erros possíveis. De acordo com Peixoto (2013) para que uma construção seja bem feita, ela custa dez unidades de moeda, e para executar um retrabalho custa 100 unidades da mesma moeda. Executar

um retrabalho não significa simplesmente refazer o trabalho. Isso implica paralisar várias frentes de serviço que estão em andamento, a partir daquela etapa.

Outro fator importante e que pesa muito na execução de um serviço é o uso de uma ferramenta precisa e de boa procedência. Os serviços são em média muito melhores e são executados de forma mais rápida, reduzindo custos de mão de obra. Deve-se sempre ter uma organização da parte do setor de compras, administração e terceirização de serviços. A falta de material de construção leva muitas vezes, ao desvio do trabalhador a executar outro serviço, quebrando totalmente o ritmo de execução do mesmo. É importante que seja planejada compra de materiais, para que não aconteçam esses episódios na obra, pois além da perda de tempo, o construtor terá maior custo. Além disso, é preciso também saber trabalhar em equipe, um colaborando com o outro (MITIDIERI, 2006).

### 2.4.1 Importância do Engenheiro Civil

A execução de uma obra vai muito além de visitas periódicas ao canteiro para se assegurar que as técnicas e materiais corretos estão sendo empregados. Principalmente quando se tem por objetivo também o gerenciamento/administração do empreendimento. Nessa etapa, é ideal o acompanhamento do engenheiro civil, para o correto andamento dos serviços. A pesquisa de preços de materiais, prazos de entrega, discriminação das características dos materiais e coordenação de equipes terceirizadas estão entre os principais itens de controle feitas pelo engenheiro civil. Além disso, o profissional faz o acompanhamento do processo de aquisição de materiais, monitora o processo de contratação de serviços, supervisiona os equipamentos de proteção individual e coletiva, ações corretivas necessárias em caso de identificação de falhas e não conformidade e outros (YAZIGI, 2009).

O profissional atua evitando que o retrabalho transforme-se no principal causador do desperdício de materiais e mão de obra, gerado pela falta de planejamento de uma obra. O engenheiro torna-se responsável por todas as etapas da obra, garantindo-lhe qualidade. O Engenheiro fiscaliza o consumo de materiais, o andamento de custos e o tempo gastos (THOMAZ, 2001).

### 2.4.2 Erros na execução

Erros são comuns em obras ainda mais pela cobrança que existe dos trabalhadores, que executam serviços automaticamente, sem pensar se por uma viga baldrame, por exemplo,

passará ou não uma tubulação. Estes devem ser instruídos pelo encarregado ou mestre de obras, fazendo com que a obra flua corretamente e com o mínimo de erros possíveis. Acontece também que os encarregados e mestres, às vezes ficam sobrecarregados, porque sempre ocorrem na obra, várias frentes de serviços, e eles não podem atender a todos de uma vez. Assim, os pedreiros que o chamaram e não foram atendidos, a maioria vai fazer o serviço sem orientações, ocorrendo daí os erros mais comuns. O retrabalho surge de uma operação malconduzida e que só depois de iniciada é que são percebidas as falhas (YAZIGI, 2009).

Em várias etapas da obra existe a possibilidade de se ter um retrabalho de forma que os gastos com mão de obra e custos com materiais aumentem, além de não obter a qualidade desejada no final. Por exemplo, em fundações, durante a execução da cravação de estacas, caso uma destas estacas se rompa ou entre num processo de ruptura, isso exige modificar a geometria de um bloco de fundação, além de aumentar o número de estacas encravadas. Já nas construções de baixo custo, as etapas de retrabalho afetam diretamente o lucro das construtoras e os prazos de entrega (MATTOS, 2010).

### 2.4.3 Mão de obra

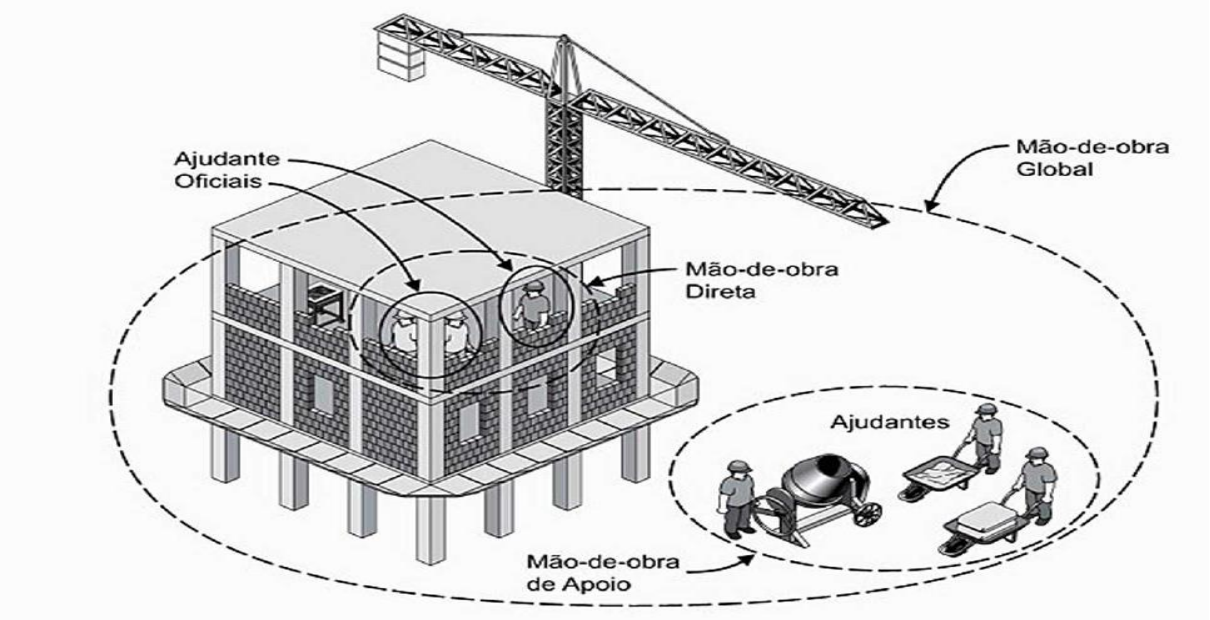
De acordo com Fortes (2013), a indústria da construção civil é um setor que absorve um vasto número de trabalhadores, sendo uma indústria que fortemente se destaca na economia nacional e no desenvolvimento do país. É importante gerador de emprego no qual se enquadram vários tipos de trabalhadores desde o projeto, execução, até à manutenção. Por ser um ramo da indústria em que existe um elevado número de trabalhadores, encontra-se uma grande porcentagem de pessoal com um baixo grau de escolaridade ou até analfabeto, confirmando ser o maior número correspondente ao sexo masculino principalmente nas obras.

Segundo Fortes (2013), a capacitação de trabalhadores diretamente envolvidos com a execução da obra tem muitas vantagens como: Melhoria dos padrões profissionais; Maior estabilidade da mão de obra, pois com a capacitação os profissionais tendem a se manter mais tempo no serviço; Aprimoramento dos produtos e serviços produzidos.

Assim, os serviços sairão com qualidade superior; Maiores condições de adaptação aos progressos das tecnologias. Os profissionais vão se adaptar mais rápido com as novas ferramentas; Economia de custos pela eliminação de erros na execução do trabalho; Condições de competitividades mais vantajosas dada à capacidade de oferecer melhores produtos e serviços; Diminuição acentuada dos acidentes de trabalho e dos desperdícios (FORTES, 2013).

A FIG. 06 demonstra como a mão de obra é distribuída dentro do canteiro de obras.

FIGURA 06 – Diferentes forma de abrangências quanto à mão de obra




Fonte: SOUZA (2006, p. 34)

O peso que a mão de obra representa no custo pode chegar a 50% do custo total dependendo do tipo da obra e do grau de industrialização. Além disso, perdas de mão de obra podem representar valores financeiros bastante superiores às perdas dos materiais (SOUZA, 2006).

A consideração da construção como absorvedora de mão de obra desqualificada, a rotatividade de trabalhadores nas empresas e os baixos salários vigentes, também têm sido razões apontadas em várias discussões sobre a mão de obra na construção civil. A produção da mesma depende de vários fatores ligados a vários aspectos do empreendimento. É possível interferir-se na produtividade, visando à sua melhoria, por meio de ações mais ou menos drásticas. Pequenos aperfeiçoamentos da produção podem resultar em produtividades significativamente melhores (SOUZA, 2006). Assim, a importância do treinamento traz para a mão de obra alfabetização, leitura de projetos, noções de traços de concreto, técnicas modernas além de conhecerem novas tecnologias usadas na construção civil.

## 2.5 Qualidade e Custos

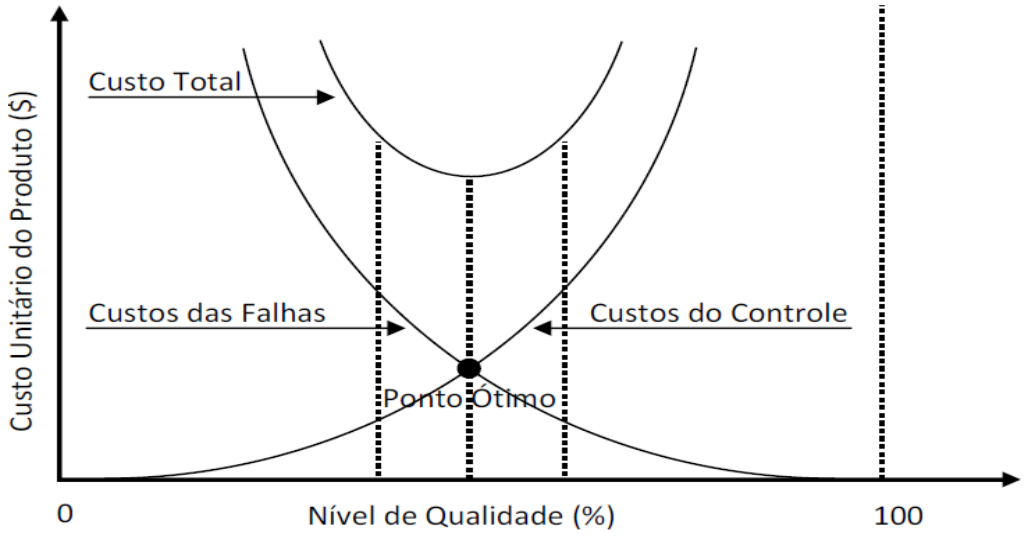
De acordo com Thomaz (2001), os problemas da qualidade na construção brasileira não podem ser atribuídos à falta de geração de conhecimentos técnicos. A análise de um número muito grande de documentos revela que os trabalhos nacionais apresentam, em geral, nível equivalente aos melhores trabalhos estrangeiros ou internacionais.

> Os problemas da construção brasileira resultam de grande conjugação de fatores, podendo-se citar principalmente a falta de investimentos, a impunidade que vigora no país e a visão empresarial distorcida de alguns "homens de negócio". Diversos fatores relevantes contribuem ainda para essa situação, como uma péssima remuneração dos profissionais dos projetos e de construção, certo obsoletismo nos currículos e o ensino compartimentado nas várias disciplinas dos cursos de arquitetura e engenharia civil, a falta de divulgação de estudos aplicados sobre as patologias dos edifícios, a pouca reciclagem técnica dos nossos engenheiros e o relativo desvirtuamento da atuação dos engenheiros de obras, quase sempre sobrecarregados com funções burocráticas, administrativas e às vezes até de *marketing*. (THOMAZ, 2001, p. 23)

Segundo Monteiro (2011), a dimensão qualidade tem tudo a ver com a maneira com que o produto do projeto vai se adequar à vontade do dono da obra, ou seja, a qualidade é atingida quando o cliente fica satisfeito, ao passo que a execução é feita conforme projeto, orçamento e programação do contrário a qualidade não é atingida.

De acordo com a FIG. 07, existe uma correlação entre custo e qualidade.

FIGURA 07 - Qualidade *versus* Custos




Fonte: MATTOS (2010)

Para aumentar a qualidade exige-se um aumento do custo, isso se deve ao processo de obtenção de uma melhor qualidade. Se o custo é grande e a qualidade é pequena, isso é um reflexo do grande número de falhas existentes em todas as etapas da construção. Se as inspeções da obra são realizadas em consonância e simultaneamente com a execução, o número de erros, retrabalhos e quebradeiras são reduzidos e faz com que a obra tenha qualidade e custos ideais. O ponto ótimo da qualidade *versus* custos está exatamente onde o custo da inspeção cruza com o custo das falhas, isso porque quando se tem uma menor inspeção, obtêm-se elevadas falhas. De acordo com o aumento da inspeção o número de erros da obra diminui, até que os gráficos se cruzem num ponto que se chama o ponto ótimo da qualidade, em que qualidade *versus* custos estão no patamar almejado pela empresa.

### 2.5.1 Garantia da qualidade

Segundo Yazigi (2009) a base da garantia da qualidade está no planejamento e na formalização de processos, além de um acompanhamento direto e intenso à execução dos serviços. Para Mattos (2010), deficiências no planejamento e no controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos. A garantia da qualidade proporciona maior confiabilidade ao produto. Em qualquer atividade produtiva, fazer certo da primeira vez é o desejável. Acertar de primeira é fundamental para a garantia do cronograma e orçamento.

### 2.5.2 Gestão de Qualidade

Com todas as novas tecnologias, intensificação da competitividade, globalização dos mercados, demanda por bens mais modernos, escassez de mão de obra, exigência de serviços de qualidade e rapidez, as empresas se deram conta de que investir em gestão e controle de processos (Gestão de Qualidade) é inevitável, pois sem esse sistema gerencial os empreendimentos perdem de vista seus principais indicadores: o prazo, o custo, o lucro, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa. Informação rápida é de muito valor para a empresa, para que haja intervenções e previsões de forma preventiva ou futura, economizando tempo, e agilizando os processos (MATTOS, 2010).

A implantação dos sistemas de qualidade nas construtoras visa trazer benefícios tanto para o cliente quanto para as empresas. De acordo com Thomaz (2001) com esses sistemas pretende-se:

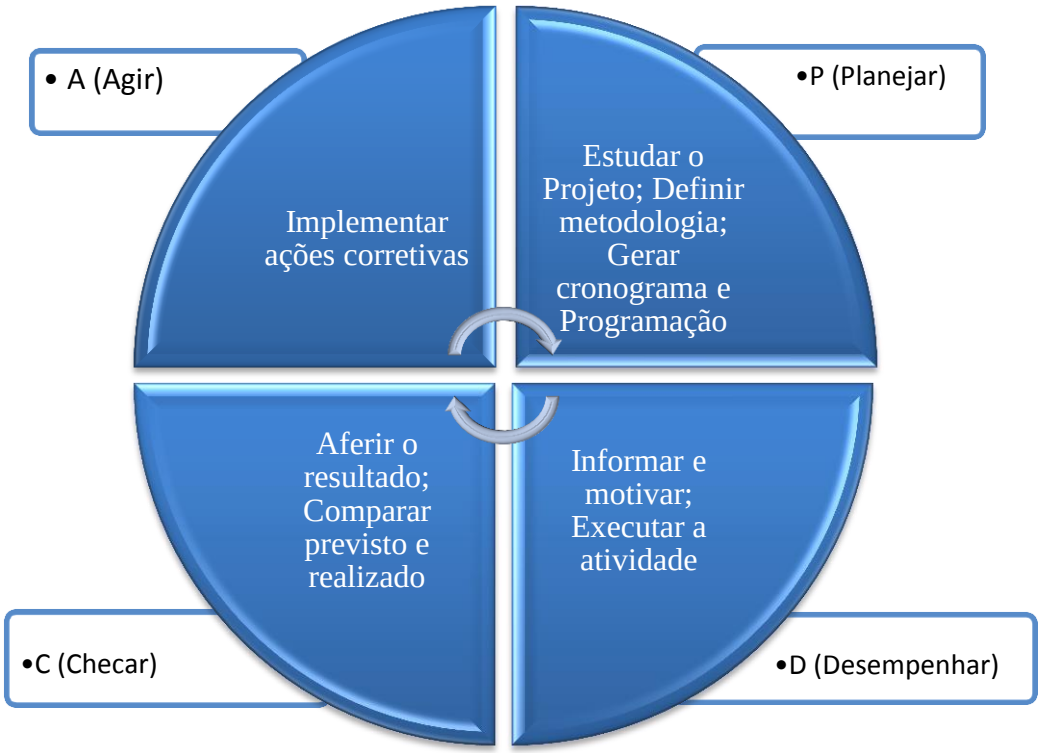
> Controlar de forma planejada e coordenada as atividades de projeto; controlar de forma planejada e organizada as atividades de construção; assegurar, em tempo hábil, a adequação dos recursos necessários à construção, incluindo equipes, materiais, equipamentos e outros insumos; melhorar a produtividade e a qualidade dos serviços; reduzir os custos do empreendimento; aperfeiçoar as relações com os clientes; melhorar a imagem da empresa e/ou obter maior e melhor participação no mercado; Melhoria da qualidade do *habitat* e a modernização produtiva (THOMAZ 2001).

A inserção de um sistema de qualidade dentro de uma empresa, como a ISO 9001 (Organização Internacional para Padronização), auxilia no gerenciamento dos processos e atividades através da documentação de formulários e registros para assegurar a existência de um controle e ordem na forma de como a organização conduz seu negócio, para que tempo, dinheiro e outros recursos sejam utilizados com eficiência.

Segundo a NBR ISO 9000 (ABNT, 2000, p. 3) a discussão do tema Sistema de Gestão da Qualidade incentiva as empresas a analisarem melhor os requisitos do cliente, assim como definirem os processos que contribuem para a obtenção de um produto aceitável para o mesmo e para manter esses processos sob controle. Um sistema de gestão da qualidade pode fornecer a estrutura para melhoria contínua com o objetivo de aumentar a probabilidade de ampliar a satisfação do cliente e de outras partes interessadas. Ele fornece confiança à organização e a seus clientes de que ela é capaz de fornecer produtos que atendam aos requisitos do cliente de forma consistente.

Uma técnica usada nas normas internacionais é o ciclo conhecido como PDCA (Planejar, Desempenhar, Checar, Agir) ilustrada na FIG. 08.

FIGURA 08 - Ciclo PDCA




Fonte: MATTOS (2010, p.37)

Esse ciclo aplica em qualquer área onde se queira um planejamento adequado. No caso da construção civil, o ciclo encaixa perfeitamente em virtude da grande quantidade de variáveis envolvidas como mão de obra, retrabalho, suprimento, produtividade, observando que todo processo deve ter uma melhoria permanente que permita a aferição dos meios empregados (MATTOS, 2010).

## 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma maneira geral, observou-se que existem perdas expressivas de materiais na construção (perdas não são inevitáveis, mas podem ser controladas), sendo importante que cada empresa tenha uma contínua percepção dos consumos que ocorrem nos seus canteiros.

Além disso, o uso de alternativas construtivas é um importante canal para melhorar a produtividade e diminuir os custos. Por outro lado, a qualidade dos projetos e seus detalhes, evita que se tomem decisões no canteiro de obra e isso implica em atrasos, desperdício, falta de segurança da edificação, implicando também, baixo desempenho econômico e estrutural.

É muito importante o auxilio de máquinas, de pequeno e grande porte, para uma melhor produção. Portanto, a empresa deve analisar se a compra ou aluguel de tais máquinas são viáveis. Mesmo com uma mão de obra despreparada, foi demonstrado que quando treinada, os benefícios são muitos, tanto para a empresa, quanto para o trabalhador.

Conclui-se que a presença de um Engenheiro na obra é fundamental, tanto para o acompanhamento e orientação dos funcionários, quanto na elaboração de bons e simples projetos evitando dúvidas e retrabalhos no canteiro de obras, detalhes que influenciam muito no custo final da edificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


AMORIM, Ricardo. **Por que pagamos mais caro no Brasil?.** 2013. Disponível em: <http://ricamconsultoria.com.br/news/artigos/palestra_brasil_caro>. Acesso em: 15 dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**. Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade. Rio de Janeiro, 2000.

AULER NETO, P. O. **Compra ou aluguel de equipamentos é definida caso a caso:** Estratégia da construtora, prazo da obra, custos, risco de ociosidade e valor de revenda devem ser avaliados. 2010. Disponível em: <http://www.sobratema. org.br/ Imprensa/ Conteudo /125875-portal%20+aecweb%20 +_+compra%20+ou+%20aluguel+de + equipamentos +%C3%A9+definida+caso+a+caso>. Acesso em: 14 dez. 2014.

BENIGNO, Fernando. **Alternativas tecnológicas para edificações**. São Paulo: Pini, 2008. 237 p.

BERWANGER, Cleofas. **Estudo sobre controle de custos em obra utilizando orçamento paramétrico e orçamento analítico para residência tipo padrão normal na cidade de foz do Iguaçu-PR.** 2008. 59 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2008.

**Bombas para Injeção de Cimento.** 2013. Disponível em: < http://phmac.com.br/venda-de-equipamentos/bombas-para-injecao-de-cimento-2/>. Acesso em: 8 out. 2014

BOTELHO, M. H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 333 p. v. 2.

CERUTTI, A.G. **Qualidade na construção civil.** 2010. 72 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Regional de Blumenal, Blumenal, 2010.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel frame, concreto PVC e sistema convencional.** 2009. 75 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

FORTES, M. S. A. **Influência da mão de obra na qualidade da construção civil:** Importância da capacitação da mão de obra na construção civil em Cabo Verde. 2013. 110 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, Cidade da Praia, 2013.

KAGUE, C. S. de P. **Resíduos gerados na construção de edificações habitacionais.** 2009. 73 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

LIMA, A. C. de; ROCHA, G. S. da; KONAGANO, N. Y. H. CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40, 2012, Belém. **A utilização de plásticos na construção civil.** 10 p.

MARQUES, Renata. **Tecnologia para redução de custos:** A solução tecnológica e a decisão técnica acertada na fase de projeto contribuem para obter melhor relação custo-benefício nos empreendimentos. 2012. ed. 126 Disponível em: <http://construcaomercado.pini. com.br negocios-incorporacao-construcao/126/artigo299702-1.aspx>. Acesso em: 14 dez. 2014.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.

_____. **Como preparar orçamento de obras**. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.

**Medição a laser.** 2010. ed. 64 Disponível em: <http://www.vidros.inf.br/medicao-a-laser>. Acesso em: 15 dez. 2014.

MELLO, C. W. **Análise do desperdício de materiais em obras da cidade de Ijuí.** 2001. 75 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Regional do noroeste de estado do RS, Ijuí, 2001.

MENEZES, G. C. de O.; ROCHA, C. P. T. **Estudo comparativo de custo entre concreto usinado e concreto produzido na obra em um prédio de 32 pavimentos localizado em Belém-PA**.2013. 89 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Belém, 2013.

MITIDIERI, Cláudio. Afinal, o que é qualidade. **Equipe de Obra.** Nov. 2006. São Paulo, ed. 8. Disponível em: < http://equipedeobra.pini.com.br/construção-reforma/ 8/ artigo36173-1.aspx>. Acesso em: 14 set. 2014.

MINAS GERAIS. Tribunal de Justiça do Estado de Minas Gerais. **Especificação técnica**. Belo Horizonte: TJMG, 2011.

MONTEIRO, Sandra O. Qualidade na construção pode reduzir custo e prazo. **Agência USP de notícias.** Mar. 2011. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/?p=50111>. Acesso em: 04 jan. 2014.

MUTTI, C. do N. **Planejamento e controle da construção**. Santa Catarina: UFSC, 2005.

NAKAMURA, Juliana. **Sem improviso:** Segurança, robustez e fácil manuseio são características imprescindíveis a ferramentas manuais, sejam elétricas ou não. 2005. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/104/artigo287051-1.aspx>. Acesso em: 14 dez. 2014.

OLIVEIRA, O. J.; MELHADO, S. B. **Como administrar empresas de projeto de arquitetura e engenharia civil**. São Paulo: Pini, 2006. 64 p.

PEIXOTO, R. A. F. **Retrabalho é patologia do processo de construção**. Ouro Preto, 01 ago. 2013. Entrevista cedida à empresa Cimento Itambé. Disponível em: <http:// www.cimentoitambe.com.br/retrabalho-e-patologia-do-processo-de-construcao/> Acesso em 07 out. 2014.

RADÜNS, Caroline; PRAVIA, Zacarias. **BIIM: o BIM da infraestrutura:**Os benefícios da adoção do Building Information Modeling (BIM) às fases de projeto, execução, operação e desativação de empreendimentos horizontais. 2013. ed. 30 Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/30/artigo294311-1.aspx>. Acesso em: 15 dez. 2014.

RAYDAN, Lincoln. **Pré-moldado é alternativa para construção.** 2012. Disponível em: <http://www.pit.org.br/noticia/pr-moldado-alternativa-para-constru-o>. Acesso em: 14 dez. 2014.

ROCHA NETO, H. S. da. **Avaliação dos índices de desperdícios de materiais : Estudo de caso em uma obra de edificação na cidade de Feira de Santana-BA.** 2010. 133 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

ROMANO. F. V. **Modelo de referencia para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** 2003. 381 f. Tese (Pós graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROMAN, Humberto Ramos. **Impermeabilização.** 2013. Notas de aula. Disponível em: <http://www.npc.ufsc.br/gda/humberto/tecnicadois.html>. Acesso em: 14 dez. 2014.

SOUZA, U. E. L. de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra**. São Paulo: Pini, 2006. 100 p.

_____. **Como reduzir perdas nos canteiros**. São Paulo: Pini, 2005. 128 p.

TAUIL, C. A.; NESSE, F. J. M. **Alvenaria estrutural.** São Paulo: Pini, 2010. 183 p.

TAVARES JR, Wandemberg. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidade do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno.** 2001. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001. 451 p.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras.** São Paulo: Fupam, 2008. 67 p.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10.ed. São Paulo: Pini, 2009. 769 p.