



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**DEPARTAMENTO CONSTRUÇÃO CIVIL**

# **Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras**

**Antonio Hilario da Rocha Junior**

**Rio de Janeiro**

**2014**

**Antonio Hilario da Rocha Junior**

# **Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras**

Projeto de Monografia  
apresentado no departamento  
de Construção Civil da Escola  
Politécnica como exigência  
parcial para a obtenção do  
título de Engenharia Civil.

**Orientador: Professor Jorge dos Santos**

**Rio de Janeiro**

**2013**

**Antonio Hilario da Rocha Junior**

# Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL.

**Aprovado por:**

X

---

Jorge dos Santos  
Prof. Adjunto, D. Sc., EP/UFRJ (Orientador)

X

---

Ana Catarina Jorge Evangelista  
Prof. Associada, D. Sc., EP/UFRJ

X

---

Wilson Wanderley  
Prof. Convidado, D. Sc., EP/UFRJ

RIO DE JANEIRO – RJ – BRASIL

Março de 2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

Rocha, Antonio Hilario  
Estudo de tempos e movimentos como ferramenta para a melhoria da produtividade nas obras – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

XVIII, 71f: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ/Poli/ Engenharia Civil, 2014.

Referências Bibliográficas: 51 e 53.

1. Introdução. 2. Engenharia de métodos – Contextualização. 3. Estudo dos processos de trabalho na indústria da construção. 4. Estudo de tempos e movimentos. 5. Estudo de caso. 6. Conclusão.  
I. Santos, Jorge. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título.

### **DEDICATÓRIA**

*A Deus, aos meus pais, à minha namorada,  
aos meus familiares, aos grandes amigos de  
longa data e colegas de curso,  
Que sempre apoiaram em momentos bons e  
difíceis, que me aconselharam, me motivaram  
e me fizeram levantar a cabeça e seguir  
sempre em frente, com serenidade e coragem.  
Obrigado a todos por tudo.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por iluminar o meu caminho nos bons e maus momentos, principalmente quando tudo parecia dar errado, bastava fechar os olhos e lembrar que ele estava ao meu lado me dando força para continuar seguir em frente.

À minha família, especialmente meus pais Antonio e Neuza, que me passaram toda sua história de vida entre vitórias e derrotas, para que hoje eu me tornasse o homem que sou.

À minha irmã e cunhado, Daniele e André, que me deram muitos conselhos.

À minha namorada, Erika, que me incentivou, deu carinho e suporte na reta final da minha graduação.

Aos meus avós, tios, primos, e familiares, pelo incentivo contínuo.

Aos amigos de trabalho, que se transformaram em uma grande família, passando comigo sempre os momentos bons e difíceis.

Aos amigos da faculdade, que compartilharam todos os tipos de momentos, alegres e tristes.

Ao meu orientador, Jorge dos Santos, pela grande sabedoria em me guiar na reta final dessa etapa da minha vida.

A todos os professores, por todo conhecimento e sabedoria.

A todos de modo geral que de alguma forma me ajudaram a trilhar esse caminho.

## **RESUMO**

Este trabalho tem por objetivo pesquisar a filosofia de estudo dos tempos e movimentos como ferramenta aplicada para a organização racional do trabalho e conseqüentemente para a melhoria da produtividade nas obras de construção civil. Para contextualizar estudo de tempos e movimentos é apresentada a conceituação e uma descrição da evolução histórica e da transformação do tema ao longo do tempo. Mediante a realização de pesquisa bibliográfica junto a variados autores que constituíram o acervo técnico sobre o tema na construção civil, é apresentado uma síntese da literatura estudada. O trabalho apresenta também um relato de experiências e resultados obtidos com a aplicação do estudo de tempos e movimentos em obras. A conclusão do trabalho está fundamentada no estudo realizado e na observação de práticas aplicadas apresentando o relato dos impactos positivos que o estudo de tempos e movimentos pode trazer para a melhoria da produtividade das obras de construção civil.

Palavras-chave: estudo dos tempos e movimentos na construção civil, melhoria da produtividade.



## ***ABSTRACT***

This work aims to search the philosophy of time and motion study as applied to the rational organization of labor and consequently to improve the productivity in construction work tool. To contextualize the study of time and motion conceptualization and description of the historical evolution and transformation of the subject over time is presented . By conducting literature survey of various authors who constituted the technical library on the subject in construction, a synthesis of the literature studied is presented . The paper also presents an account of experiences and results obtained from the application of time and motion study in the works. The conclusion of the work is based on the study and observation of practices applied presenting the report of the positive impacts that the study of time and motion can bring to improving the productivity of civil works.

Keywords: study of time and motion in construction, improving productivity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Símbolo da revolução industrial (Fonte: yunphoto.net) .....	7
Figura 2 - Principais cursos de engenharia de produção (Fonte: guiadacarreira.com.br) 8	
Figura 3 - Corte e dobra de aço manual.....	24
Figura 4 - Estribadora (Fonte: acoferpinda) .....	24
Figura 5 - Bancada de dobra. (Fonte: CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO I, 2003, p.23)..	25
Figura 6 - Tesoura de corte.....	26
Figura 7 – Tesoura de corte para bancada .....	26
Figura 8 – Policorte .....	27
Figura 9 – Armazenamento de barras e fios de acordo com as bitolas. (vista superior). (Fonte: Freire, 2001).....	28
Figura 10 - Estribadora. (Fonte: SCHNELL: 2013) .....	31
Figura 11 - Cortadeira C3. (SCHNELL: 2013) .....	32
Figura 12 - Dobradeira P3. (Fonte: SCHNELL, 2012) .....	32
Figura 13 - Transporte do aço cortado e dobrado.....	33
Figura 14 - Armadura pré-fabricada (Fonte: araguaiaferro).....	33
Figura 15 - Identificação das etiquetas. (fonte: GERDAU ARMAFER, 2006) .....	34
Figura 16 - Agrupamento dos feixes de acordo de acordo com o elemento estrutural (fonte: GERDAU ARMAFER, 2006) .....	34
Figura 17 - Fase inicial da obra .....	42
Figura 18 - Fase atual da obra .....	42
Figura 19 - Placa de Ancoragem .....	44
Figura 20 - Conferência de torque.....	45
Figura 21 - Servente aguardando o fim da atividade 6.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Bitola do pino .....	30
---------------------------------	----

## SUMÁRIO

### DEDICATÓRIA

### AGRADECIMENTOS

### RESUMO

### ABSTRACT

### LISTA DE FIGURAS

### LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
1.2. JUSTIFICATIVA .....	1
1.3. OBJETIVO .....	2
1.4. METODOLOGIA .....	3
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
2. ENGENHARIA DE MÉTODOS – CONTEXTUALIZAÇÃO .....	4
2.1. CONCEITUAÇÃO DE ENGENHARIA DE MÉTODOS.....	4
2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ENGENHARIA DE MÉTODOS.....	6
2.3. ENGENHARIA DE MÉTODOS COMO ESTUDO DO PROCESSO .....	14
2.4. CONTEXTO ATUAL – ENGENHARIA DE MÉTODOS.....	16
2.5. INOVAÇÃO DA TECNOLOGIA.....	18
3. ESTUDO DOS PROCESSOS DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO .....	21
3.1 EXEMPLO DE CONFECÇÃO E MONTAGEM DE ARMADURAS EM OBRA .....	25
3.1.1 - Esquema de dobramento utilizado em obra .....	25

3.1.2 Equipamentos de Corte em Obra .....	26
3.1.3 Armazenamento do Aço.....	27
3.1.4 Efetivação do Dobramento em Obra.....	28
3.2 EXEMPLO DE CONFECÇÃO E MONTAGEM DE ARMADURAS INDUSTRIALIZADA .....	28
3.2.1 – Levantamento de dados.....	30
3.2.2 Identificações e Rastreabilidade.....	30
3.2.3 Controles do Dobramento na Indústria .....	30
3.2.4 Equipamentos.....	31
3.2.4 Entrega e Armazenamento em Obra .....	32
3.3. AVALIAÇÃO DO PROCESSO.....	34
4. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS – EXPERIÊNCIAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO .....	36
4.1. A EXPERIÊNCIA DA MÉTODO.....	37
4.2 A ENCOL: PRINCÍPIO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO.....	39
5. ESTUDO DE CASO – ANÁLISE DO PROCESSO .....	40
5.1. PERFIL DA CONSTRUTORA.....	41
5.2. CARACTERÍSTICAS DA OBRA .....	41
5.3. FINALIDADE .....	42
5.4. LIMITAÇÕES .....	43
5.5. METODOLOGIA .....	43
5.6. ESTUDO DOS MOVIMENTOS.....	44
5.7. ESTUDO DOS TEMPOS .....	45
5.8. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS .....	47
6. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS .....	51
ANEXO .....	53



## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Apesar do estudo de tempos e movimentos ter evoluído nos diversos seguimentos de produção, há ainda poucas experiências e é dada pouca atenção ao tema quando o seguimento é a construção civil, particularmente na execução de obras. A construção civil historicamente tem o seu crescimento atrelado ao próprio crescimento do homem e de seu espaço. O crescimento econômico dos países requer investimentos em infraestrutura, novas áreas comerciais, industriais e residenciais. Para atender a toda essa demanda a construção civil vem desenvolvendo novas tecnologias, entretanto, grande parcela de suas etapas produtivas, basicamente ainda são muito artesanais e delegadas a trabalhadores com baixa formação profissional.

As experiências com o estudo de tempos e movimentos demonstrou de forma geral ganhos de produtividade em diversas atividades e etapas produtivas da indústria de transformação. Baseado nessa assertiva e em algumas experiências vivenciadas por construtoras em obras de construção civil, o estudo de tempos e movimentos se apresenta como uma ferramenta de suporte para minimizar os efeitos da forte utilização de trabalho artesanal resgatando a organização racional do trabalho aplicada as etapas construtivas.

### **1.2. JUSTIFICATIVA**

A geração e difusão de conhecimentos relacionados com o estudo de tempos e movimentos e a Engenharia de Métodos são de suma importância no atual contexto econômico, onde se exige uma alta competitividade. Consequentemente, isso contribui para o desenvolvimento econômico, tecnológico e social.

Uma das maiores exigências do mercado hoje em dia é rapidez de execução e qualidade dos serviços, empresas que possui metodologia de execução bem definida, em que o operário sabe o que tem que fazer e o tempo necessário para executar uma atividade, consegue atingir um menor custo no processo produtivo.

Melhorar os métodos de produção, dos processos e a competência para a produção de um produto, consegue-se atender o mercado em tempo hábil, garantir uma maior qualidade e economia na fase de produção.

A utilização desse estudo em frentes de obras é um tema inovador, onde sua aplicação implicará diretamente no custo durante a gestão de obras, é totalmente diferente da tradicional metodologia utilizada na construção civil. Nessa mudança cultural, o termo Engenharia de métodos direciona os novos caminhos que estão surgindo nas organizações atuais, levando estas a aumentar sua aptidão prática e se manter de forma equilibrada no mercado.

Este processo de gerenciar a produtividade irá nortear as organizações que buscam o diferencial de mercado, e retenção do capital intelectual, deixando claro como a metodologia de trabalho para ganhar visibilidade. Num mercado onde as mudanças ocorrem cada vez mais velozes, a tecnologia não para de avançar, e os anseios das pessoas são muito maiores, a qualidade e produtividade são cada vez mais relevantes na competição entre empresas, O que leva estas a investirem no seu maior diferencial nesta competição, o método de trabalho.

Dessa forma, estudar o tempo e movimentos como ferramenta para melhoria da produtividade, se torna um tema de grande relevância, podendo com simples modificações obter grandes resultados sem grandes investimentos.

### **1.3. OBJETIVO**

Este trabalho tem por objetivo analisar de que forma o estudo de tempos e movimentos podem ajudar na melhoria da qualidade e da produtividade das obras de construção civil. Objetiva verificar os ganhos na execução da gestão do processo produtivo na construção civil, analisando suas particularidades e relacionando com os possíveis benefícios atribuídos a elas.

Conseguindo através de melhorias no processo, nomeadamente ao nível de:

- Aprimoramento de processos e procedimentos;
- Fortalecimento da implantação do posto de trabalho, da obra ou do sistema produtivo;
- Controle na utilização de materiais, máquinas, energia, espaço e mão-de-obra;
- Redução da fadiga e do esforço humano;

Além da introdução de possíveis discussões a respeito do gerenciamento de pessoas na construção civil e princípios de produtividade e qualidade no sistema e no produto final.

#### **1.4. METODOLOGIA**

A metodologia adotada foi baseada na pesquisa e coleta de dados e conceitos abordados no trabalho em apuração, realizou-se um levantamento bibliográfico referente ao tema proposto. Após a fundamentação teórica foi realizada a análise dessa prática em empresas já conhecidas no mercado. Nessa análise, foram observados os processos associados ao tema e coletadas informações e dados relevantes para a realização da discussão no trabalho.

#### **1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO**

O capítulo 1 introduz o tema abordado, citando a força que o estudo de tempos e movimentos vem conquistando com o tempo, caracterizando o papel da Engenharia de Métodos e sua relevância como elemento fundamental entre as etapas dos processos produtivos. Discorrendo brevemente sobre a sua função e suas características. Além de explicitar os propósitos do trabalho e os meios empregados para alcançá-lo, juntamente com a síntese das etapas da sua evolução.

O capítulo 2 contextualiza a Engenharia de Métodos, explicando de forma resumida seu conceito, introduzindo características históricas dos vários métodos de gestão utilizados e o seu desenvolvimento ao longo do tempo. Descreve ainda, os principais aspectos que caracterizam atualmente a Engenharia de Métodos e sintetiza algumas práticas utilizadas.

O capítulo 3 tem como objetivo discorrer sobre os pontos em que a Engenharia de Métodos pode ser aplicada nas obras de construção de edificações. Relatar como as pessoas desenvolvem suas atividades na indústria da construção. Discutir a respeito destas pessoas, suas necessidades, seus anseios, o que elas esperam conseguir para executar um serviço de qualidade e lucrativo e as características do setor da construção civil.



O capítulo 4 em resumo faz uma abordagem sobre algumas experiências geradas com o uso do estudo do tempo e movimentos no ramo da construção civil, descrevendo casos estudados nesta indústria nos últimos 10 a 15 anos.

No capítulo 5 é apresentado o estudo de caso, que faz uma abordagem sobre como melhorar o processo de trabalho.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais, que consistem na análise do estudo da aplicação da Engenharia de Métodos, os comentários dos resultados observados no capítulo 4 e 5, os resultados esperados com seus benefícios e pontos negativos, além da sugestão para trabalhos futuros. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas neste trabalho.

## **2. ENGENHARIA DE MÉTODOS – CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **2.1. CONCEITUAÇÃO DE ENGENHARIA DE MÉTODOS**

A engenharia de métodos abrange o trabalho de maneira sistemática com o propósito de criar métodos práticos e eficazes tendo em vista a padronização das operações.

O campo da engenharia de métodos inclui a concepção de melhor organização, melhor método de produção, dos processos, das ferramentas, dos equipamentos, das competências para produzir o produto na empresa. Com a instalação desse método pretende-se garantir um melhor resultado em qualidade do serviço, redução do tempo para o mercado e maior facilidade e economia dos meios na fase de industrialização e de produção.

As empresas estão percebendo que um processo de produção claro aumenta a motivação para melhorias, reduz a propensão a erros, e ao mesmo tempo, aumenta a visibilidade de eventuais erros.

Com o objetivo de melhorar o trabalho manual, muita mudança vem ocorrendo no país, e sempre com a finalidade de melhorar e garantir a qualidade de seus processos, o qual irá reduzir as perdas geradas pelo desperdício, retrabalhos e ociosidade da mão-de-obra.

O projeto de métodos, também chamado de projeto de trabalho, é uma ferramenta que busca a melhoria da qualidade da produtividade mediante a racionalização do trabalho por meio da pesquisa dos métodos já existentes, propondo novas melhorias ou desenvolvendo novos métodos para a materialização de uma atividade.

As variadas formas de abordagem de um projeto de trabalho ou projeto de métodos, ao longo dos anos se destacam de diferentes formas. Caracterizam as diferentes formas da filosofia ou ênfase em diferentes pontos do projeto do trabalho. A aplicação dessa filosofia ainda pode ser percebida no trabalho e como atualmente ele é desenvolvido.

Ao analisar essa nova filosofia do progresso de trabalho, indo desde a definição de divisão de trabalho criada em 1776 por Adam Smith, até a prática sistemática da administração científica, em que podemos citar a visão ergonômica que destaca as características fisiológicas do projeto do trabalho, as características executivas com a relação entre o funcionário e o trabalho, o trabalho em grupo e o trabalho flexível é enxergado como uma ferramenta, de onde devem ser retiradas novas maneiras de se conseguir com uma maior eficácia (SOUTO,2002).

Esse é um dos aspectos mais importantes do contexto atual, pessoas sendo tratadas como ferramentas. Essa modificação foi realizada na medida em que estes foram definidos como responsáveis diretos pela criação dos benefícios para a instituição.

No entanto, mesmo com uma nova visão, o princípio da lógica da análise permanece válida para as organizações que atuam em áreas menos reconhecidas, a aplicação de novas técnicas de administração e de tecnologias atuais. Dessa forma, é possível perceber que a adoção da Engenharia de métodos é fundamental para as análises que estão relacionadas aos processos produtivos da área, criando novas formas que beneficiam o colaborador, e simultaneamente aumenta o desenvolvimento operacional.

## 2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA ENGENHARIA DE MÉTODOS

A engenharia de métodos é o aparecimento da engenharia de produção como tempos e movimento durante o processo produtivo. Durante muito tempo houve discussões relativas ao que era mais importante: estudo de tempos ou de movimentos. Atualmente, percebe-se que não há distinção, porém complementaridade. O que se indica é a realização do estudo de movimentos antes do estudo de tempos, onde movimentos planejados levam a um melhor resultado em tempo. Esses princípios são fundamentados pela engenharia de produção.

O princípio da Engenharia de Produção aconteceu nos Estados Unidos do século XIX para o século XX, introduzida no progresso do processo da industrialização e desenvolvimento econômico. A primeira Revolução ocorreu no século XVIII e transformou a maneira de se organizar o trabalho. Uns dos seus principais marcos foi a criação da máquina a vapor (Figura 1), que revolucionou a forma de produzir.

A ligação do homem com o trabalho estava mudando, no final desse processo, chegando ao fim o Capitalismo mercantilista, no qual a produção era definida de acordo com os ofícios. Com o avanço do setor industrial, apareceu a necessidade de estabelecer e administrar os complexos sistemas de criação, necessidade essa que piorou com a Segunda Revolução Industrial e seus progressos tecnológicos.

A análise do trabalho racionalizado surgiu na indústria metal-mecânica e essa área foi denominada de Engenharia Industrial no qual foi criada por F.W.Taylor, Frank e Lilian Gilbert, H.L. Gantt, Walter A. Shewart, Henry Fayol, entre outros. Anos depois devido à produção em massa, criada por Henry Ford, e em seguida a produção enxuta criada por Taichii Ohno da Toyota, Engenharia Industrial teve destaque mundial.



Figura 1 - Símbolo da revolução industrial (Fonte: yunphoto.net)

Nessa época, devido ao crescimento tecnológico e ao desenvolvimento da rede ferroviário de transportes, aparecem as primeiras empresas norte-americanas, incentivando a produção de longo período e o aparecimento de um grande mercado interno de consumo.

O desenvolvimento do porte das instituições estabelecem os desafios de origem tecnológica e administrativa determinando as capacitações maiores para a administração da produção e dos negócios. De 1880 á 1920 diversas pesquisas, ressaltam as análises realizadas por Frederick W. Taylor. Entre as suas principais obras está os Princípios da Administração Científica que foi considerado um marco no aparecimento da área de conhecimento chamada de Engenharia Industrial.

Em suas pesquisas, Taylor estuda de forma minuciosa o trabalho dos funcionários nas organizações, procurando criar formas para melhorar a produção do trabalho humano e da própria forma de organizar a produção.

A inserção da linha de montagem mudou a atual forma de produção, devido ao aumento de produtividade, que gerou. Semelhantemente as análises realizadas sob a organização industrial, foram criadas também técnicas de contabilidade e gestão de custos.

Entre as técnicas desenvolvidas, a análise econômica de investimentos ganha destaque, dando início a Engenharia Econômica, e a disseminação da utilização de indicadores de custos, mudanças de estoque, entre outros. Essas técnicas têm como objetivo as grandes empresas uma gestão eficaz.

No começo do século XX com a padronização do consumo e a procura por qualidade e eficácia, atraindo cada vez mais as pessoas para a Classe Urbana<sup>1</sup>, o progresso da Engenharia de Produção se reforçou cada vez mais e surgindo assim as primeiras universidades de Engenharia de Produção no mundo.

Os primeiros cursos de administração e engenharia industrial tiveram a sua origem nos Estados Unidos “no business school”, com o propósito de formar profissionais para a administração da gestão, tanto na graduação quanto na pós-graduação. O curso de Engenharia de Produção foi desenvolvido baseado na grande administração de empresas e também a engenharia mecânica. Pois tinha como objetivo dois aspectos: o conhecimento técnico e as habilidades de gestão.

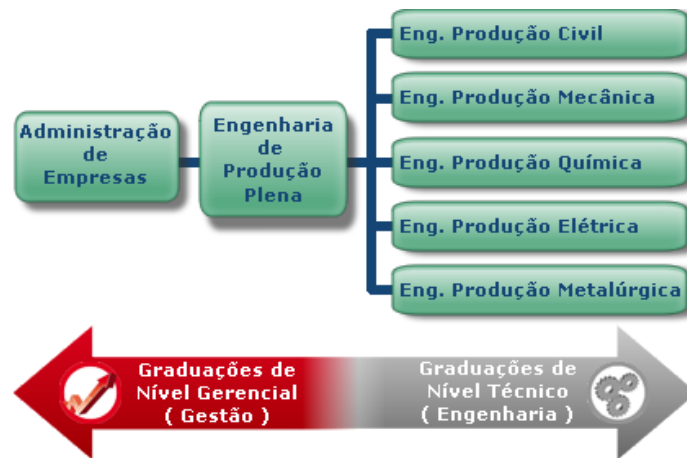


Figura 2 - Principais cursos de engenharia de produção (Fonte: [guiadacarreira.com.br](http://guiadacarreira.com.br))

Uma terceira ação influencia na área da Engenharia Industrial na segunda metade do século do XX, com o surgimento da Pesquisa Operacional (Operations Research), área do conhecimento que determina o uso do método científico na modelagem e na melhoria dos problemas logísticos durante a Segunda Guerra Mundial.

Após o fim da guerra, os métodos de otimização, criados foram inseridos nos currículos de Engenharia Industrial e Transportes. Semelhantemente realimentando o crescimento dos modelos e análises da decisão, torna-se possível verificar o desenvolvimento da informática que aos poucos, é inserida nas faculdades e na gestão das instituições.

Essa união dos conhecimentos relacionados á Organização da Produção, Economia e Gestão de Empresas, Controle de Qualidade, Planejamento, Controle da

Produção, Pesquisa Operacional e Processo de Dados constitui o núcleo básico da Engenharia de Produção clássica nos anos 70.

Na graduação do engenheiro de produção, o conhecimento técnico ganha destaque, dando um diferencial ao administrador de empresas. Em 1980, os países industrializados poderão enxergar a grande restauração e o crescimento econômico no Japão, país devastado com o término da Segunda Guerra Mundial.

As indústrias automobilísticas e os produtos eletroeletrônicos passaram à frente de suas concorrentes norte-americanas, disponibilizando produtos de melhor qualidade e mais barato dentro do próprio Estados Unidos. Essa evolução baseou-se nos modelos ocidentais de administração de produção.

Duas definições importantes direcionam o modelo japonês de produção: Gestão de Qualidade, Total Quality Management-TQM e a Produção Jus-In-Time JIT. O primeiro caracteriza uma grande transformação cultural na maneira de ministrar a qualidade e o segundo empenha-se para desenvolver de forma flexível os sistemas de produção tornando-se possível a criação de pequenos lotes com alta qualidade e baixo custo.

Essas definições foram evidentemente inseridas no campo da Engenharia de Produção. Mantendo ainda o título de Engenharia, nos Estados Unidos e na Europa os cursos de graduação e pós-graduação torna mais amplo o campo de atuação de abrangendo de forma sistêmica, toda a empresa industrial.

Isso envolve a análise do projeto do produto, dos processos de fabricação e das instalações, assim como as características estratégicas como o planejamento, análise de negócios, administração da tecnologia, entre outros. Em 1990 dois movimentos se intensificaram.

A primeira consiste na formação dos diferentes laços da cadeia produtiva, procurando a elaboração de um plano cooperativo entre as organizações, clientes e fornecedores, com o objetivo de oferecer produtos de boa qualidade, pequenos custos e modernos nos diferentes tipos de mercados mundiais.

Esse sistema é chamado de “supply chain management” (Gestão da Cadeia de Abastecimento) e tornou-se operacional devido ao progresso na Tecnologia de

Informação em curso. Outro sistema está relacionado á mudança de definições originárias da manufatura para as instituições do setor de Serviços.

Dessa forma, a divisão entre a Engenharia de Produção e a Administração de Empresas tonando-se menos evidente. A situação atual das empresas define-se de acordo com os processos internalização e globalização da economia, com grandes níveis de competitividade.

Sendo assim o binômio da Produtividade e da Qualidade que de forma historia sempre foram considerados elementos importantes para o estudo da Engenharia de Produção, atualmente transformou-se em uma necessidade antagonista de interesse global não só das organizações de bens e serviços, mas também de diversas nações.

A constituição de grandes blocos econômicos e mundiais e definições como Manufatura de Classe, Mundial World Class Manufacturing, e Gestão da Qualidade Total, Total Quality Management, que viraram linguagem comum no setor industrial, ficando clara compreensão por parte dos empresários e os profissionais da área de que a permanência e os resultados das organizações brasileiras passam pela análise e pela prática das grandes causas relacionadas ao processo produtivo, produto da Engenharia.

Os elementos adicionais ocorrem devido aos avanços tecnológicos, nos quais de forma contraditória, em vez de destacarem as tendências, tornam-se superespecialização, estão modificando o quadro tornando-se possível os níveis apropriados de relação do sistema, solicitando os profissionais com habilidades técnicas e que saibam os principio da Engenharia de Produção.

Essa área tem modificado de forma significativa o conteúdo e as técnicas esperadas de mão de obra á nível mundial e essas transformações tem se repercutido grandemente na realidade e do ponto de vista dos profissionais do Engenheiro de Produção.

Rederick W.Taylor tinha uma predisposição cartesiana em relação á gestão das indústrias, o que acabou colaborando e ao mesmo tempo acabaram gerando diversas contrariedades, demissões e desentendimentos entre os sindicalistas. Entre os fundamentos estabelecidos por Taylor estão:

- Cada empregado deve realizar as atividades de acordo com a sua capacidade aumentando assim a produtividade da organização. E ao mesmo tempo o empregado tem que estar satisfeito.
- Deve ser estabelecido pela administração um tempo padrão para a produtividade, para que os empregados atinjam as suas metas, já que a maioria possui uma tendência á preguiça.
- O salário do empregado será de acordo com aquilo que ele produz, sendo assim que produz automaticamente ganhará mais, quem produz menos automaticamente ganhará menos.
- Devem estar relacionados os interesses do empregado e da instituição, garantindo assim a melhora na produtividade já que todos estarão felizes.
- O administrador deve estar ligado e fazer o que for possível para que os seus empregados produzam dentro do que foi estabelecido.
- Todos os deveres deverão ser partilhados para que assim todos realizem uma função aumentando assim a produção.
- É necessário que haja um supervisor em cada setor para administrar as atividades dos empregados, verificando sempre se estão alcançando o mínimo do que foi exigido na produção.
- Graças á formação torna-se possível aumentar o rendimento de cada empregado, aumento assim o nível de produtividade.
- Cada atividade especifica precisa de uma análise e um planejamento individual, antes de ser realizado, pois dessa forma garante uma produtividade maior e um nível maior de qualidade.

Entre as principais obras criadas por Frederick W.Taylor, está o livro chamado de Princípios de Administração Científica, divulgado em 1911, que fala sobre a administração de forma em geral. A obra tinha como intuito abordar fatores que colaboravam na produção dos funcionários assim como o tempo que era necessário para que cada um realizasse a atividade de acordo com as técnicas ensinadas na formação.



Taylor destaca no seu livro a divisão de trabalho, a departamentalização, controle e a gestão. O livro também tinha como objetivo fazer com que a produtividade das fabricas se tornasse maior através de uma pesquisa científica do trabalho dos funcionários, procurando encontrar uma forma de aumentar a produção e alcançar melhores resultados.

Devido a sua forma brilhante de pensar, Frederick W. Taylor teve vários seguidores entre eles:

- Frank Gilbreth: Apoiou grande parte dos princípios da administração científica, especialmente a separação de atividades.
- Henry Ford: Utilizou a teoria do consumo em massa e dedicou-se a algumas definições a fim de diminuir os custos e aumentar os resultados, entre outros. Segundo os princípios criados por Taylor.
- Henry Gantt: Trabalhou com Taylor na Midvale e criou diversas formas de controle administrativo, dando muita ênfase aos custos, ao planejamento e á durabilidade da produção.
- Lilian Gilbreth: Fez uma dissertação sobre A Psicologia da Administração, através de pesquisas dos empregados que trabalham na área de produção da fabrica.

Morris Cooke: Usou definições da teoria da administração científica na administração do governo e educação aplicando as ideias na câmara municipal da Filadélfia.

- Harrington Emerson: Usou os conceitos da eficiência como definições padrões, compensações, objetivos, bom senso entre outros.

Como na maioria das coisas, onde á seguidores á criticas. As principais críticas feitas a Taylor estavam associadas à mecanização dos serviços que torna o trabalhador parecido com uma máquina.

Henry Mintzberg foi complementarmente contra as teorias de Frederick W. Taylor. Para Mintzberg essa fixação pela eficiência não deixa claro as vantagens intangíveis que um funcionário pode conseguir através do seu trabalho, fazendo com que vários valores sociais sejam ignorados. Frederick sofreu criticas também de outros

socialistas devido ao grande estresse dos funcionários que tinha que trabalhar mais para obter um salário digno.

Frederick W. Taylor contribuiu grandemente para a história da administração científica e algumas das suas frases também ficaram conhecidas como:

- O elemento fundamental para a administração científica é a ideia de tarefa.
- Hoje em dia o melhor tipo de administração pode ser conceituado como um sistema em que os funcionários se empenham ao máximo e recebem bonificações de seus padrões.
- A pessoa alcança a sua maior prosperidade de forma isolada, quando atinge o nível mais alto de eficácia, ou seja, quando consegue diariamente atingir o máximo rendimento.
- O principal intuito da administração deve ser o de garantir o máximo de prosperidade ao patrão e, de forma simultânea o máximo de prosperidade ao funcionário.

Não é de hoje que as pessoas reclamam da falta de tempo para realizar as suas tarefas cotidianas. Sejam tarefas do trabalho, da escola ou lazer. No final do século 19, um homem resolveu parar de questionar e resolveu encarar esse problema, gerando assim uma revolução no capitalismo.

Desde então, a produção não tinha perdido a parte artesanal: grande parte das industriais, os trabalhadores trabalhavam de maneira que achavam melhor e no tempo que queriam. Taylor teve grande a ideia de utilizar um pouco de ciência nas industriais. Taylor começou a registrar o tempo que os operários usavam em suas atividades.

Após registrar todos esses movimentos, Taylor foi capaz de regular quanto tempo um bom funcionário utilizava para terminar suas atividades. Dessa forma nascia aí uma forma dos administradores regular os seus funcionários, exigindo deles o máximo para que assim alcançasse as suas metas, evitando a perda de tempo e de matéria-prima.

As obras desenvolvidas por Frederick ajudaram a proteger o capitalismo de diversas crises. No século 18 com a Revolução Industrial, as indústrias estouraram e a oferta de produtos manufaturados como sapatos e roupas teve uma grande repercussão.

Cada mercadoria divulgada era considerada uma novidade, e havia diversas pessoas ansiosas para comprar tudo que tinha.

Em 1880 houve uma redução nessa mania de consumo. Obtendo menos lucro, os empresários tiveram que controlar os custos elevados de produção. A solução foi tentar fazer com que os operários produzissem mais utilizando os mesmos recursos.

Foi aí que a ciência de Frederick foi inserida. A partir do início do século 20 as táticas de planejamento de desenvolvimento, gerando um choque no aumento do desenvolvimento. Somente entre 1907 e 1915 ano em que ele morreu, a quantidade por cada operário americano teve um aumento, cerca de 33% ao ano.

A redução do desperdício de tempo nas instituições assegurou anos de ouro para o capitalismo. Devido a isso Taylor foi considerado o grande mentor da gestão das empresas. O grande problema daquela época, os operários não gostavam das inovações feitas por Taylor.

No final, vários empregados perderam os seus empregos para funcionários que produziam mais. Dessa forma Frederick foi eternizado como um explorador insípido de mão-de-obra. Taylor não colaborava para retirar sua fama: uma das suas maiores foi de que em uma instituição, o sistema de produção é mais relevante que os funcionários.

### **2.3. ENGENHARIA DE MÉTODOS COMO ESTUDO DO PROCESSO**

A Engenharia de Métodos, também denominada de estudo de tempo e movimento, surgiu através do trabalho realizado por duas pessoas:

- Frederick W. Taylor: Formado em engenharia, Taylor foi considerado o precursor da administração científica e da engenharia de produção. É uma das figuras mais questionáveis da história da industrialização. Entre as suas contribuições estão a criação do aço rápido, análise da fabricação de metais, estudo de tempos, uso de métodos científicos para a sistematização do trabalho, descanso no trabalho. Estudo clássico realizado por Taylor: investigações sobre o uso da pá.

- Franke Lillian Gilbreth: Franke Lillian Gilbreth nasceu em 1878 e faleceu em 1972, Franke foi à primeira engenheira a ter um PhD. E foi a primeira psicóloga industrial e junto com o seu marido, Frank Gilbreth foram considerados os precursores da engenharia industrial. O empenho de ambos na análise dos movimentos e de tempo por ter tido algo haver com fato de possuírem uma família muito grande.

Franke foi consultora de presidentes como Roosevelt, Hoover, Eisenhower, Kennedy e ajudava Johnson, em questões como defesa civil, produção nos tempos de guerra e na recuperação de pessoas que sofreram problemas mentais. Franke e seu marido possuem um exposição no Smithsonian National Museum of American History e sua foto está no National Portrait Gallery.

Durante o seu trabalho, Franke tinha a visão de um engenheiro, psicólogo, esposa e mãe; colaborou na percepção por parte dos operários nas áreas psicológicas do trabalho, tornando-se a primeira engenheira americana durante todo o tempo a destacar a psicológica e administração.

Suas obras destacavam a ineficiência e o seus desperdício, não só do movimento e do tempo, mas também no potencial de satisfação humana e plenitude que poderiam ser decorrente do trabalho. Franke acreditava que os trabalhos quando não projetados de forma correta tornavam-se estafante e que os patrões deveriam formar a autoridade no ambiente de trabalho e que cada funcionário merece a dignidade humana básica.

O seu trabalho mais conhecido foi realizado em 1926 consistia em uma pesquisa de marketing para Johnson & Johnson, seu trabalho era uma pesquisa para saber a opinião feminina em relação aos gastos durante a Grande Depressão. Seus estudos começaram em 1985. Franke era psicóloga e seu esposo engenheiro.

Franke usou a sua formação complementar para entender os fatores humanos, assim como os materiais, instrumentos e ferramentas. Um estudo exemplar realizado por Franke foi o assentamento de tijolo. Suas contribuições foram: estudo de movimento e micro movimentos, ciclo gráficos, cronociclográfico, gráfico da corrente do processo, estudos sobre monotonia, fadiga e delegação de habilidades.

No decorrer anos houveram controvérsias relacionadas ao que era mais importante no estudo de tempo de movimentos. É possível perceber que nos dias de

hoje não há diferença, no entanto á complementaridade. Movimentos sistematizados geram um melhor resultado em tempo.

E fundamental, compreender que o uso do estudo de tempos e desenvolvimento de forma rígida pode ser considerada prejudicial. Dessa forma, devem ser aplicadas as teorias de Taylor e dos Gilberth. O estabelecimento e a divulgação destas teorias foram feitas pela ASME *American Society of Mechanical Engineers*. Apesar de o progresso ter acontecido no mesmo ano, os estudos de movimentos e tempos só foram usados em 1930.

Esse conjunto foi denominado de Engenharia de Métodos. Sua conceituação é dividida em quatro fases. O estudo sistemático dos sistemas de trabalho possui as seguintes finalidades:

- A criação do sistema e o método preferido.
- A padronização do sistema e o método.
- Estabelecer o tempo gasto por uma pessoa capacitada, para realizar esse padrão.
- Regula o treinamento do trabalho no método.

## **2.4. CONTEXTO ATUAL – ENGENHARIA DE MÉTODOS**

As organizações têm sido forçadas a buscar novas maneiras de inovação. Isso ocorre devido ao cenário econômico que é marcado por transformações que ocorrem de forma rápida e intensa. Assim sendo, as instituições para se manterem competitivas, devem estar de forma permanente se adequando e estar sempre à frente das mudanças, o que requer uma postura inovadora.

As novas economias carecem de políticas fundamentadas nas redes de aprendizagem e inovação. Essa última pode ser compreendida como a capacidade de modificar a tecnologia que já existe em novos métodos de produção. Compradores, mercadorias, produtos e serviços que de forma constante estão sendo modificados, incentivando as organizações a desenvolverem ambientes adequados à inovação, que

atualmente possui um papel fundamental no progresso e dos produtos (SAGIORO, 2004).

Uma das maneiras de inovar é a inserção de um nova tática de produção. A inovação ainda pode ser determinada como uma forma de melhoria nos métodos já existentes. Então de que forma podem-se criar novos métodos de produção ou como melhora-los de forma que beneficie a diminuição de custos, o desenvolvimento da qualidade ou da produtividade (SCHUMPETER, 2004).

Existe um grande numero de ferramentas, táticas e métodos que podem gerar a realização dessa finalidade. Portanto para realização desse trabalho prioriza-se a engenharia de métodos para a formação da inovação na área da engenharia civil. Já que a engenharia de métodos possui o papel de verificar de forma sistemática o trabalho, tendo como objetivo criar novas técnicas práticas e eficazes, para a determinação de novos modelos de realização.

Vale destacar que nos livros em relação à inovação é destacada a necessidade de se aplicar novas novos métodos de produção e de administração, como um dos direitos para aquisição da inovação. Dessa forma como que Engenharia de Método pode colaborar para tal realização? A justificativa é bem simples: Apesar da engenharia de métodos está estruturada em alguns fundamentos taylorista, esta procurou seguir, apesar das suas restrições, as transformações que ocorreram nos processos produtivos no mercado e também nas formas de administração.

A grande mudança que ocorreu foi à colaboração do trabalhador no novo método. O trabalhador pode opinar nas novas formas de trabalho, dessa ele é visto como ser pensante. A engenharia de métodos é o advento da engenharia da produção.

As obras de Taylor e os Gilbreth ainda são apontadas como referências na área. Nos dias de hoje as suas formas de uso ainda é amplo. Tempos e movimentos é o principio para áreas da engenharia de produção como PCP (Planejamento Controle e Produção), layout, balanceamento, qualidade, automatização, mecanização, entre outros.

## 2.5. INOVAÇÃO DA TECNOLOGIA

O mercado e a área onde a instituição está localizada, durante anos determinou a forma de elaboração dos métodos produtivos. Geralmente esse processo de transformação vem seguindo as novas tecnologias de produto ou processo produtivo esse processo é chamado de inovação tecnológica.

Inovação tecnológica de produto ou de processo está relacionado á inserção de produtos ou métodos tecnológicos novos e desenvolvimento em produtos e métodos existentes. Acredita-se que uma inovação tecnológica de processo ou métodos tenha sido inserida.

Caso tenha sido inserida no mercado inovação de produto ou usado no processo de produção inovação de processo. A instituição inovadora é aquela insere produtos ou métodos tecnologicamente novos ou extremamente melhorados em uma fase de referencia (CRUZ, 2004).

A inovação pode conceituada como o processo de desenvolvimento de algo novo com um valor eloquente para o individuo, para o grupo que participa, para a empresa, para a fábrica ou uma sociedade. Sob esta ótica, a inovação também colaborou para o crescimento do processo de criação de valor. Alguns especialistas associam a definição de inovação de acordo com a visão do cliente (SANCHEZ, 1996).

A inovação deve para os especialistas ser vista pelo individuo como algo inovador, mesmo que a inovação estabelecida esteja no mercado durante muitos anos, o que fará verdadeiramente com que ela seja considerada nova é a visão do cliente, ou seja, quando o cliente ter a noção da sua existência. Vale ressaltar que nos livros existem diversas definições para inovação.

A inovação pode ser dividida da seguinte forma:

- Inovação incremental: acontece quando são realizadas pequenas melhoras em um produto ou em um processo aplicado na criação de um produto. Se tratando de processos podem gerar a diminuição dos custos ou aumentar a eficiência e o nível da qualidade dos devidos processos (MATTOS; GUIMARÃES, 2005).

- Inovação radical: está relacionada a mudanças inovadoras que procura por novos começos para as atividades e as tecnologias institucionais existentes. Geralmente envolve o uso de uma nova tecnologia (COSTA, 2004).
- Inovação fundamental: acontece quando o impacto da inovação permite a criação de diversas inovações (MATTOS; GUIMARÃES, 2005).

A inovação também pode ser classificada como:

- Produto: no qual se origina de um novo produto ou de produto mais qualificado.
- Processos: acontece quando os processos produtivos são transformados garantindo uma diminuição nos custos ou uma melhora na qualidade de um produto que já existe, ou ainda quando são criados de forma específica novos métodos para desenvolver um produto novo e melhor (MATTOS; GUIMARÃES, 2005).
- Serviços: ocorre devido às novas formas de retribuição de serviços. Alguns autores mencionam que á fronteiras que dividem essas três ultimas definições de inovação, que nem sempre serão conceituados, depende do ponto de vista adotado.

A inovação é um tema amplo que envolve também a tecnologia. Geralmente a tecnologia usada por uma empresa, depende das circunstâncias, podendo ser criada internamente ou absorvida externamente. A tecnologia pode ser definida como um conjunto de elementos físicos e ações técnicas mecanizadas ou manuais utilizadas na modificação de produtos em uma empresa (BLAUMER; FLEURY, 1978).

Dessa forma a engenharia de métodos é utilizada para a criação de tecnologias de processos, isto é para a criação de inovação incremental, mais precisamente, nos processos da área da engenharia civil. Vale destacar que cada vez mais vem se tornando maior a necessidade das instituições criarem novas táticas institucionais que abranja essas inovações.

Essa atitude é incentivada pela necessidade de estarem de forma constante se aperfeiçoando e contextualizando-se ,isto é ,procurando constante se diferenciar dos demais produtos e aperfeiçoar os processos adaptando-se aos novos modelos de qualidade e de produtividade.



Vale ressaltar que as organizações procuram adquirir os maiores lucros possíveis devido ao crescimento das inovações que geram a diminuição dos custos, a melhora da qualidade, o aumento da propaganda para aumentar as vendas do produto. No entanto a inovação possui um papel fundamental: gerar resultados financeiros positivos para a organização.

Em resumo, a inovação hoje é conceituada como o elemento principal para a conquista de capacidades, tendo em vista o conjunto de valores em produtos, para conceituar as novas tecnologias similares, tentando dessa forma adquirir uma maior parte no mercado em que atua um produto ou um serviço.

A inovação de produtos e métodos é uma prática criada na área de criação, como prática econômica, com o objetivo de transformar a tecnologia uma descoberta competitiva, procurando uma parte maior no mercado, além de integrar valores e adquirir lucro (SAGIORO, 2004).

A inovação e a literatura vêm ganhando destaque nos livros, devido a sua colaboração no processo de desenvolvimento de vantagem competitiva. Na sociedade atual, mercados, produtos, tecnologia, competitividade e empresas estão submetidos á constantes transformações e a necessidade de produtos e serviços de qualidade e personalizados vem crescendo cada vez mais (CORREIA; SARMENTO, 2004).

Alguns pesquisadores procuram ressaltar o crescimento do conhecimento e a função do conhecimento no processo de inovação. Dessa forma as organizações de sucesso são aquelas que desenvolvem de forma sistemática conhecimentos inovadores, divulgados pela empresa inteira e de forma ágil inserem as tecnologias e os produtos. Essas operações determinam a instituição criadora de conhecimento no qual o único negócio é constante inovação (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Vale destacar que quando nos referíamos à inovação, estamos nos referindo ao processo de desenvolvimento de transformação o que está sendo realizado e a forma de executar as coisas, á formação, a tecnologia os produtos, as oportunidades, os riscos externos e internos (SINK; TUTTLE, 1993).

A partir dessas conceituações, podem-se alcançar as inovações em processos de buscar entre outros, por inovação em administração. Dessa forma, a instituição não deve só aplicar novas técnicas de produção, mas deve procurar novas maneiras de ver e de

atuar frente aos processos de desenvolvimento, aos indivíduos que forma a empresa, para desenvolver novas habilidades.

De outra forma, ao seguir a abordagem da engenharia de produção é possível perceber que está busca por um recorte específico ,já que a mesma está focada na administração dos processos produtivos e na criação dos métodos e táticas para o benefício de todas as ferramentas dos sistemas ,que pode ser realizado, entre outros ,por meio do uso da engenharia de métodos .

### **3. ESTUDO DOS PROCESSOS DE TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**

A edificação se distingue por ter uma elaboração manufatureira. Conforme (VARGAS,1994), em função dos problemas em movimentar aparelhos e equipamentos, grande parte das tarefas é realizada pelas próprias mãos dos trabalhadores, com utilização de instrumentos e pequenos equipamentos, e completamente dependente de sua capacidade, de seu saber técnico e dos costumes de trabalho instituídos na estrutura de ofícios.

Estas versatilidades, característicos ao âmbito, conduzem a um procedimento de trabalho muito intrincado, originando problemas para se constituir uma solução padrão na preparação do trabalho. Os procedimentos de trabalho na edificação estão interiormente vinculados as metodologias utilizadas na sua elaboração, e ao estágio tecnológico em que se depara o âmbito.

Porém, classifica-se aqui, o procedimento de trabalho conforme o nível de saber que os trabalhadores detêm sobre o mesmo, como:

- artesanal;
- tradicional e
- industrializado (de montagem).

No procedimento artesanal, o artesão administra todas as etapas de elaboração, desde a concepção, seleção de matérias primas, efetivação até sua etapa final. Este

procedimento prevaleceu no decorrer do século XIX e, embora as mudanças acontecidas até atualmente, ainda é notado em obras de pequeno porte, especialmente em edificações habitacionais unifamiliares.

Na edificação tradicional, que distingue uma segunda etapa da construção analisa-se um parcelamento do trabalho, onde aqueles cargos que depreciavam extenso período de aprendizado no exercício artesanal, foram divididos de modo que pudessem ser distribuídos por diversas pessoas. Dessa forma, o trabalhador coletivo adquire o espaço do artesão sob a direção do mestre-de-obras.

Portanto, para acompanhar a evolução quantitativa da indústria da construção, aqueles artesões que antes eram submetidos a longos períodos de aprendizados teóricos e práticos passaram a ser recrutados e imediatamente destacados para exercerem suas atividades nos canteiros de obra. Logo, para minimizar os efeitos adversos desse novo método de seleção de mão de obra, estes operários passaram a ser dirigidos por um mestre de obras que outrora fora um operário artesão.

Simplificando, que hoje temos mão de obra que executam trabalhos mecanizados, onde não há necessidade de pensar na forma ou no que está fazendo. Imputamos a mão de obra na frente de trabalho diretamente, sob supervisão do encarregado e mestre de obras.

Nesse procedimento, acontece uma divisão entre a concepção e a efetivação, os trabalhadores passam a desempenhar planos que não sabem ler e cuja tradução é realizada na continuidade: engenheiro-mestre-encarregado. Apesar de parcelados, estes serviços demandam da mão-de-obra o controle de um saber-fazer, concernente ao procedimento de trabalho, que submerge capacidade no exercício das atividades e sua intercessão determinante na definição de como desempenhar os trabalhos. Tal capacidade corresponde, na veracidade, a um conhecimento parcial, respectivo à frações do procedimento de elaboração, especialização dos trabalhadores na efetivação de decididas atividades, no manejo e na modificação de materiais e elementos específicos, agregados à efetivação de partes da construção.

Na edificação tradicional, os planos indicam somente a maneira derradeira do edifício (projeto arquitetônico) ou as distinções tradicionais de componentes da

construção (projeto estrutural, de fundações, de instalações, etc...), não descendo a detalhes de efetivação, nem determinando prescrições concernentes a forma de desempenhar e à sequência das fases de trabalho (FARAH, 1992).

Conforme Vargas (1994), existe uma separação significativa entre o plano da habitação e o procedimento construtivo. Falta aos especialistas responsáveis pela concepção do produto, de uma forma unânime, uma perspectiva a respeito das atividades desempenhadas no canteiro de obras. Cabem aos trabalhadores as determinações quanto à forma de exercer o trabalho para alcançar ao que foi planejado.

Na edificação de uma residência, é bem comum não se deter com exatidão aos planos, manterem-se apenas algumas questões de referência que vão convir para a adequação dos demais, e deixar para na conclusão derradeira ocultar as falhas acumuladas durante a construção. Estes diversos ajustes, resultam, claramente, em uma perda maior de material.

Para ampliar a perfeição de uma residência é impositivo, entre outras modificações, o aprimoramento do maquinário submergido, como é realizado nos procedimentos ditos industrializado, que corresponde a terceira classificação. Este procedimento, que se distingue, entre outros, pelo uso de aço pré-cortado e pré-dobrado, demanda plano cuidadoso, onde os detalhes de efetivação são também exigidos, e saberes característicos, por parte dos trabalhadores sobre o modo de realização.

Procura-se com este procedimento acabar com a descontinuidade entre a percepção do plano e o gerenciamento da elaboração, desenvolvendo maneiras mais adequadas para governar a fase de montagem. As figuras 3 e 4 demonstram modelos comparativos entre o procedimento tradicional e o procedimento industrializado concernente às etapas de confecção de armaduras.



Figura 3 - Corte e dobra de aço manual



Figura 4 - Estribadora (Fonte: acoferpinda)

No geral, os trabalhadores submergidos nos novos procedimentos prosseguem usando parte de seus saberes e capacidades convencionais, porém novos saberes e novas capacidades são exigidos. Existe um ajuste do trabalhador a instrumentos, equipamentos e metodologias construtivas inseridas.

As novas metodologias utilizadas, assim como a velocidade do procedimento de montagem das peças pré-cortadas e pré-dobradas, afetam especialmente o trabalho do mestre que sempre trabalhou com a consciência do saber prático e decorre a enfrentar transformações severas, que o deixam sem referencial. Outro agravante, é o acontecimento que os dados inseridos no novo procedimento, nem continuamente são suficientes para afiançar a efetivação dos serviços.

### 3.1 EXEMPLO DE CONFECÇÃO E MONTAGEM DE ARMADURAS EM OBRA

A seguir iremos mostrar detalhadamente todo o processo para confecção de armaduras dentro do canteiro de obras, e poder avaliar o processo de modo geral posteriormente.

#### 3.1.1 - Esquema de dobramento utilizado em obra

Segundo Andrade (2009), uma mesa de dobramento é formada por:

- a) Pinos suportes: Servem de base quando se faz força para dobrar a barra e impedem que o mesmo escape da mesa.
- b) Barra de aço: É o componente a ser dobrado.
- c) Pino de dobra: É o ponto onde se faz o dobramento da barra; o diâmetro interno da obra será semelhante ao diâmetro do pino.
- d) Pranchão: É a base de apoio dos pinos, pode ser de aço ou de madeira, sendo que de madeira é pouco utilizado pela baixa resistência.
- e) Chave de dobra: Utilizado para fazer pequenas dobras ou utilizado para dobrar bitolas grossas.

Seta ou flecha: Indica a direção em que se faz força para dobrar a barra.

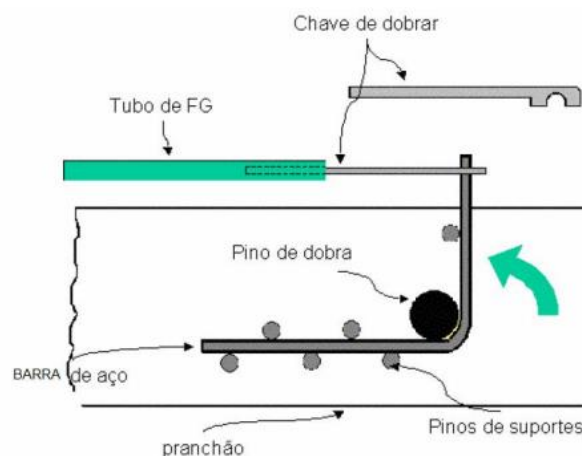


Figura 5 - Bancada de dobra. (Fonte: CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO I, 2003, p.23)

### 3.1.2 Equipamentos de Corte em Obra

O corte dos ferros pode ser realizado com ferramentas manuais ou mecânicas. Os equipamentos e suas funções são:

- a) Arcos e serras de aço ligeiras: sugeridas para pequenas obras com lajes pré-fabricadas. Tem como principal benefício pouco investimento em equipamentos e ampla mobilidade, entretanto, demandam um maior período de efetivação e, portanto, maior preço de mão-de-obra;
- b) Tesouras de corte: sugeridas para obras de pequeno e médio porte com lajes maciças ou mistas. Permitem maior velocidade no corte dos vergalhões, entretanto, depreciando maior esforço humano;



Figura 6 - Tesoura de corte.

- c) Máquinas de corte: sugeridas para obras de médio e grande porte, permitindo o corte de bitolas maiores. Entretanto, precisam ser fixas em uma só localidade;



Figura 7 – Tesoura de corte para bancada

d) Serra de corte - sugerida para obras de médio e grande porte, cortando ligeiramente qualquer tipo de bitola, porém, demonstra o inconveniente do barulho originado pela alta rapidez do disco.



Figura 8 – Policorte

### 3.1.3 Armazenamento do Aço

Segundo Ripper (1995), barras especificadas com aço CA-50 e barras do tipo CA-60 não podem ser dobradas, nem no decorrer do transporte, e nem para o armazenamento. Na imagem 15 demonstra um modelo de área para estoque de aço em barras e fios, divididos por bitola.

E ainda para Ripper (1995), o armazenamento deve ser realizado de forma dividida por bitolas, e essas divididas por estacas de madeira, para ganhar mais recintos no depósito. Deve-se ter ainda possuir um depósito para os restos nos cortes das barras no decorrer da incubação da ferragem, dividindo igualmente por bitolas e se plausível ainda por comprimento de metro a metro, que admite melhor reutilização depois.

Conforme Ripper (1995), as barras dobradas, unidas para cada componente construtivo, devem ser estocadas em um espaço dividido, com a marcação devida de cada peça de armadura.



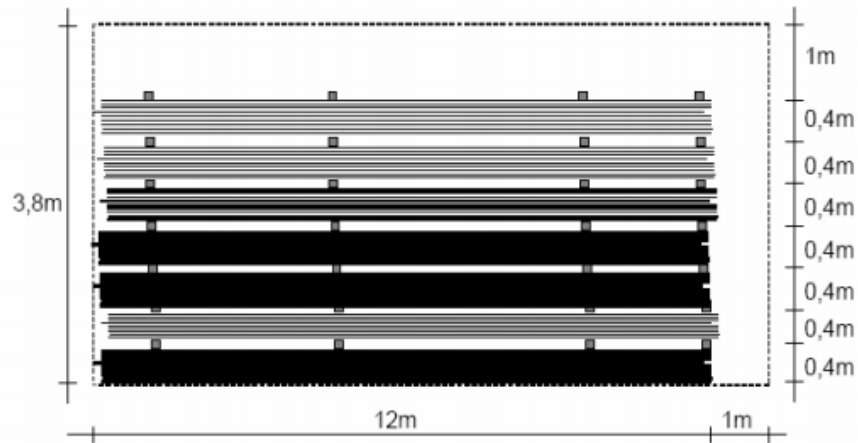


Figura 9 – Armazenamento de barras e fios de acordo com as bitolas. (vista superior). (Fonte: Freire, 2001).

### 3.1.4 Efetivação do Dobramento em Obra

Conforme Andrade (2009), existem algumas dificuldades que atrapalham o uso de material no Brasil e entre eles pode-se mencionar a não publicação de regulamentos técnicos específicos, ao pessoal de grau operacional, e a ausência de procedimentos escritos para efetivação de um estabelecido trabalho.

Para Andrade (2009), isto quando justaposto ao serviço de dobrar barras para armadura origina complexidade. Em algumas obras são utilizados pinos entre os diâmetros de 10 mm (3/8”) até 12,5 mm (1/2”) para confeccionar a curva de todos os diâmetros de barras, podendo também dobrar-se em pinos de diâmetro parecidos à da barra a ser dobrada, e em ainda outras é usada qualquer medida de pino importando-se somente que a barra não se quebre no decorrer da realização do dobramento.

## 3.2 EXEMPLO DE CONFECÇÃO E MONTAGEM DE ARMADURAS INDUSTRIALIZADA

Ao se tratar de estruturas de concreto armado, os princípios dos construtores convergem em um aspecto: o aço é o item mais caro dessa etapa da obra. Para balancear e reduzir os custos há uma continua busca pelo aumento de produtividade da mão-de-obra. Ao longo dos anos, a confecção de armaduras foi quase manual, mas as atividades de corte e dobra, antes sempre presentes nos canteiros, foram gradualmente industrializados e hoje, nas grandes capitais, já se afirmam como alternativa

economicamente viável e valorizadora de mão-de-obra. Treliças, estribos e vergalhões são oferecidos nas dimensões exatas e a obra se torna apenas uma linha de montagem de armaduras. Novos produtos e serviços continuam surgindo para otimizar ainda mais essa fase da obra, mas projetistas e construtores são um pouco mais pessimistas quanto à completa industrialização das armaduras.

Habitualmente, somente após o projeto de pré-formas é que o empreiteiro estabelecerá se vai utilizar na obra armaduras confeccionadas no canteiro ou industrializadas (prontas), entregues já cortadas e dobradas. Na prática, o hábito construtivo da empresa define antecipadamente qual esquema será utilizado. A viabilidade do aço industrializado nas grandes cidades já é evidente. Adquirir as varas de vergalhão e fazer corte e dobra dentro do canteiro acaba saindo mais caro do que industrializar essa etapa. Essa opção resulta na retirada de atividades de dentro do canteiro de obras, o que seria um ganho em termos de eficiência e industrialização. As melhores condições de trabalho seria outra vantagem, já que os trabalhadores não ficariam sujeitos a intempéries dos canteiros de obra já que o trabalho maior seria feito por máquinas.

Entretanto, o local onde a obra está sendo feita pode ser um fator definitivo na adoção do sistema de armaduras. A distância dos centros fornecedores pode aumentar o preço do frete do aço pronto, tornando-o impraticável para certos empreendimentos.

O Instituto Brasileiro de Siderurgia, por outro lado, afirma que há uma linha de redução de custos também nos centros urbanos menores, já que a disponibilidade de armaduras prontas avança em direção a cidades médias, com o estabelecimento de novas fábricas de corte e dobra.

Com a consciência do uso de armaduras consolidado, projetistas e, especialmente, construtores podem trabalhar melhor o método de racionalização dessa etapa. Sabendo anteriormente que o aço será cortado e dobrado na fábrica, o calculista pode moldar o detalhamento do projeto ao processo de produção do fornecedor.

Similar ao modelo adotado pela indústria beneficiadora Gerdau, depois de concluída a compra, a data de entrega é marcada pelo cliente, com a ressalva que entrega seja marcada com antecedência. O cliente tem o compromisso de encaminhar um plano com planilha preenchida com as enumerações referente às bitolas e quantidade de peso, conforme pedido pela empresa, sendo acompanhado da última e definitiva versão do projeto estrutural.

### 3.2.1 – Levantamento de dados

Após a entrega dos projetos, será feita uma análise por parte dos analistas, e o projeto será totalmente introduzido no software próprio da empresa, onde são inseridas informações como o nome da obra/cliente, numeração da folha (projeto), especificação do item (viga, laje, pilares), número da posição, bitola, quantidade de peças, o formato, o número do agrupamento, que é um código para facilitar a entrega e o espaço para eventuais observações.

### 3.2.2 Identificações e Rastreabilidade

Para Gerdau Armafer (2006), as referências obtidas no levantamento serão impressos em etiquetas específicas de cada item produzido, presa às peças para facilitar a identificação na hora da montagem. Também é prática comum a impressão de um romaneio, uma ferramenta significativa para o controle de recebimento e que permite a conferência no descarregamento do material no canteiro, facilitando o trabalho do armador na hora de separá-lo para montagem.

### 3.2.3 Controles do Dobramento na Indústria

De acordo com a ABNT NBR 7480 (2007) onde as exigências de dobramento para o aço CA25, CA50 e CA60, no laboratório de ensaio são as seguintes:

Tabela 1 - Bitola do pino

Bitola da barra a dobrar	Diâmetro do pino para cada categoria do aço		
	CA25	CA50	CA60
▪ menor que 20 mm	2 Ø	4 Ø	5 Ø
▪ igual ou maior que 20 mm	4 Ø	6 Ø	-

(fonte: NBR 7480, 2007, p.33)

Ø = diâmetro nominal da barra

Segundo Andrade (2009), os maiores fabricantes efetuam o ensaio de dobramento em seus laboratórios conforme a descrição desta norma, e só após aprovação enviam o material aos clientes. Observado que as condições de dobramento

nesta norma são mais rígidas do que na NBR 6118 (2002) dando maior convicção ao usuário de que o material guarnecido ao mercado não apresenta nenhuma falha se corretamente trabalhado. Outras questões que também permitem que o dobramento desta norma, quando comparado com a NBR 6118, seja em pino mais estreito são:

- a) No laboratório de ensaio da siderúrgica a temperatura ambiente é melhor controlada;
- b) A aplicação da força de dobramento é constante e homogênea no laboratório;
- c) Os pinos suportes da estribadora no laboratório possui giro livre, impedindo o travamento da barra.

É importante a disseminação da tabela de diâmetros mínimos dos pinos de dobramento, como incentivo as boas práticas do bom uso dos vergalhões para estrutura de concreto.

### 3.2.4 Equipamentos

As ferramentas de corte e dobra utilizados pelas empresas fazem o beneficiamento do aço, são:

Estribadora: Lida com pinos de até 2 toneladas aproximadamente, podendo ser utilizado entre as bitolas 4,2mm até 12,5mm, produzindo as mais diferentes tipos de peças de pequeno porte como: estribos ganchos e contento ângulos ou barras retas em L de até 12m, conforme figura 10.



Figura 10 - Estribadora. (Fonte: SCHNELL: 2013)

Cortadeira: Usado no corte de fios de arame até barras de bitola 32 mm, mostrado na figura 3.



Figura 11 - Cortadeira C3. (SCHNELL: 2013)

Dobradeira: Utilizada para dobrar barras de aço de bitola 4,2 mm até bitola de 32 mm, mostrado na figura 4.



Figura 12 - Dobradeira P3. (Fonte: SCHNELL, 2012)

### 3.2.4 Entrega e Armazenamento em Obra

Direto do pátio das fábricas as peças chegam aos canteiros em caminhões, conforme mostra as figuras 5 e 6, e podem ser retiradas manualmente ou com guas. Diferentes das barras retas, mais fáceis de descarregar, as peças prontas exigem um cuidado maior, principalmente para que os feixes não se enroscuem ou não abram, misturando-se. Essa é uma etapa delicada que pode consumir algumas horas,

dependendo do grau de capacitação do funcionário, organização do caminhão e condições do canteiro. Na hora da descarga o problema mais comum pode ser a mistura dos lotes. A necessidade de separar o material pode causar um retrabalho desnecessário.



Figura 13 - Transporte do aço cortado e dobrado.



Figura 14 - Armadura pré-fabricada (Fonte: araguaiaferro).

Segundo a Gerdau o aço é entregue em feixes separados por etapa da obra, formato e bitola, onde cada um se aplica a um determinado elemento estrutural da armação que será montada. Conforme o caminhão chega à obra para a entrega, o apontador recebe os documentos de entrega que é composto pelo check-list, (Lista de checagem), pelo romaneio, com as informações precisas sobre cada peça.

As etiquetas de identificação servem para agilizar o trabalho de checagem do material e sua destinação.



Figura 15 - Identificação das etiquetas. (fonte: GERDAU ARMAFER, 2006)

Com essas informações claras e precisas, o canteiro da obra fica mais organizado, aumentando a eficiência em todo o processo da armação da obra.

A Gerdau recomenda que as peças devam ser agrupados por elementos estruturais e de acordo com a cor mostrada nas etiquetas.



Figura 16 - Agrupamento dos feixes de acordo de acordo com o elemento estrutural  
(fonte: GERDAU ARMAFER, 2006)

### 3.3. AVALIAÇÃO DO PROCESSO

A semelhança entre a metodologia de corte e dobra de aço industrializado e em obra de uma residência, deverá ser notada onde as recomendações de regra visam à obtenção de um produto final (aço dobrado) confiável, que não ofereça perigos, antecipando quebra ou vulnerabilidade no local da dobra e não exibindo à edificação a perigos (ANDRADE, 2009).

Esse é um dos principais cuidados a se tomar no dobramento: sempre utilizar usar pinos de dobra de acordo com o regulamento. Vários não acompanham esta diretriz

e asseveram que o dobramento em pino de menor bitola, desde que a barra de aço não quebre, não origina qualquer tipo de transtorno (ANDRADE, 2009).

Porém, o dobramento em situações mais ameaçadoras pode fragilizar o material em parte da localidade da dobra seja por ter utilizado quase toda resistência do material para dobrá-lo em pinos menores, que demandam maior esforço, seja por originar pequenas rachaduras nas bases das nervuras do vergalhão, o que reduz o espaço resistente da barra (ANDRADE, 2009).

Note que nesses acontecimentos se a barra não quebrou é bem pior do que se ela tivesse quebrado, pois seria suprimida da mesa de corte e dobra, logo não seria utilizada na armadura.

A barra com imperfeição irá formar a armadura e acontecendo alguma sobrecarga contingente na estrutura a fragilização pode ocorrer neste ponto.

Outras precauções são deixar uma folga em meio ao pino de dobramento e os pinos suportes bloqueando o estrangulamento do vergalhão no decorrer da efetivação da dobra e notar que a bitola dos pinos suportes que não devem ser bem finos em associação à bitola do aço a ser dobrado. Como as nervuras do CA50 são elevadas, estas podem emperrar nos pinos suportes, quando a bitola for menor, e travar ao realizar o dobramento; como a barra não escorrega acaba-se “rasgando” a mesma e originando quebra ou o aparecimento de rachaduras ou buracos. Isto ocorre mesmo quando usando pino de dobramento exato, porque é uma dificuldade do procedimento de dobra e não do vergalhão usado. Não há nenhuma recomendação de regulamento que decida o diâmetro do pino suporte, temos que nos fundamentar na observação do trabalho e na experiência individual (ANDRADE, 2009).

Atenção ainda deve ser tomada em algumas localidades do Brasil com temperaturas menores, onde pode acontecer rompimento de material mesmo quando se usa pino de diâmetro apropriado; nestes acontecimentos deve-se, quando plausível, evitar dobrar o material logo de manhã, aguardando aumentar a temperatura do lugar, ou então tentar dobrar o material mais vagarosamente ou em pinos de diâmetros maiores (ANDRADE, 2009).



Segundo regulamenta a NBR 14931 (2003), a estocagem do material deve ser realizada a modo de impedir o contato a qualquer tipo de contaminante (terreno, óleos, graxas, entre outros).

Para se organizar essa armadura de pilar, feita de vergalhões, estribos e arame recozido duplos, é necessário um trabalho braçal de dois indivíduos, muita precaução e saber técnico para a leitura do plano. Os armadores, como são denominados os operários que trabalham com ferragens, vão necessitar dos seguintes instrumentos: uma bancada de madeira, cavaletes, chave de desamassar e dobrar aço, torquês, manivela, giz e uma tesoura para cortar aço.

O que chama a precaução nesse tipo de trabalho, que é bem comum em todas as obras, é a ausência de tecnologia introduzida no procedimento de montagem dessa ferragem. O serviço dos armadores pode ser considerado artesanal pela característica 100% manual do trabalho. Mesmo com tanta novidade tecnológica invadindo o canteiro de obras, ainda há na construção civil um serviço que necessita somente da mão do homem.

#### **4. ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS – EXPERIÊNCIAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**

O estudo de tempos e movimentos, também conhecido pela indústria da construção civil pelos termos Engenharia de Métodos, Projeto de Trabalho ou Estudo de Trabalho, é determinado como um estudo sistemático dos sistemas de trabalho com a finalidade de tornar uma operação eficiente e padronizada. Este estudo é analisado através do desenvolvimento e padronização de um método melhorado de realizar a operação, fixação do tempo gasto para executá-la e orientação ao aprendizado do trabalhador no método desenvolvido. Este estudo objetiva otimizar o método de trabalho, de forma que, ele ocorra com o uso mais eficiente de recursos produtivos, mais precisamente, o uso da mão-de-obra.

Para que esses objetivos sejam obtidos, podem-se identificar três fases principais: definição e análise do método de trabalho, padronização do novo método melhorado e, por fim, a determinação do tempo-padrão. A fase de Padronizar a operação trata-se de, após ter sido selecionada a alternativa melhor, dividir a operação em trabalhos específicos, os descrevendo detalhadamente. Na descrição devem ter

definidos aglomerado de movimentos do operador, dimensões, forma e qualidade do material e equipamentos. Após padronizar a operação, determina-se o número-padrão de minutos que uma pessoa capacitada, treinada e com experiência utiliza para executá-la trabalhando em ritmo normal. O método mais comum para a medição do trabalho humano é a cronometragem. Após todas as fases anteriores, o operador é treinado para que ele realize a operação seguindo o método estabelecido.

Definido o método de trabalho um paradigma surge, onde a padronização do método de trabalho só funcionaria em culturas orientais que possuem como base disciplina e respeito. Porém, algumas construtoras desafiaram esse estigma, como a Método Engenharia, Encol, Rossi, entre outras, e implantaram a engenharia de métodos em atividades dentro do canteiro de obras. Mostrando, assim, que o que fazia a diferença era a visão sistêmica da linha de produção e entenderam a importância da aplicação estruturada e sistemática de um conjunto de princípios para atingir uma produtividade maior com menos custos.

Essas três servem de referência para que se faça uma reflexão e avaliação dos avanços da indústria da construção civil. Portanto, será apresentado a seguir um conjunto de princípios, ações, ferramentas e as experiências de cada construtora na aplicação do estudo do trabalho.

#### **4.1. A EXPERIÊNCIA DA MÉTODO**

A Método engenharia instalada a aproximadamente 40 anos no mercado, onde possui sua sede localizada na cidade de São Paulo – SP, e atua principalmente na área de construção civil no ramo de edificações residências e comerciais, foi umas das pioneiras na década de 90 a instalar um programa de humanização do trabalho, incluindo o projeto Educar, cujo foco principal era a alfabetização no canteiro de obras.

Expressivas reduções de custos aliadas a um significativo aumento do valor final de produtos, processos ou serviços (aqui no caso, da edificação) são os resultados da aplicação sistemática e estruturada da metodologia utilizada pela Método conhecida como “Engenharia e Análise de Valor”.

A base dessa metodologia é a identificação das funções presentes em cada componente do edifício e a verificação se seus custos se justificam face ao valor que agregam, sob o ponto de vista técnico, de uso, de estima e mercadológico.

Com a Engenharia e Análise do Valor os recursos financeiros só são despendidos em itens comprovadamente necessários, com perfeito equilíbrio na relação custo / benefício.

Para a Método o crescimento da produtividade do trabalho pode se dar de duas formas: ou pela sistematização do trabalho, em moldes comumente tayloristas, ou pela inserção de inovações tecnológicas. Na maior parte das vezes estas duas maneiras de crescimento produtivo andam ligadas. O destaque dado no alargamento produtivo na Método Engenharia focou nas maneiras de aperfeiçoar a organização do trabalho, embora de não ter sido descartada a inserção de novidades tecnológicas na produção.

Entretanto, essa tática não aconteceu a partir da acolhida de metodologias tayloristas de adaptação do trabalhador às necessidades do trabalho na construção, porém a procura pela criação de melhores situações de trabalho nos canteiros, adaptando, portanto o trabalho ao trabalhador. *“A ampla tônica foi abranger como estruturar o trabalho. Como estruturar o canteiro. Uma inquietação em captar, respeitar as propriedades humanas do trabalho, ajustar o serviço ao homem, e não o homem ao serviço”* (VARGAS, 2010).

Perante esta vulnerabilidade social presente nos canteiros de obra, e com a premência de alargar a produtividade, a racionalização do trabalho decorreu a ser uma forma de ampliar a produtividade sem transformar a formação base do capital. O aperfeiçoamento de metodologias de organização dos canteiros de obra, melhoria das fases e da produtividade do trabalhador consistia em uma forma, tanto de aperfeiçoar as circunstâncias do trabalho e da vida nos canteiros como de abrir novas expectativas de introdução produtiva de companhias da construção.

O procedimento de transformação na organização do trabalho objetivando o desenvolvimento nas circunstâncias de trabalho e a ampliação da produtividade e da qualidade nas obras acaba exibindo uma dinâmica que se tornaria recorrente no procedimento de ampliação das forças produtivas no âmbito da construção: a racionalização por meio da adequação do trabalho ao homem, sem promover um rompimento do procedimento construtivo tradicional, porém aperfeiçoando a produção de maneira desenvolvida.

## 4.2 A ENCOL: PRINCÍPIO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

A Encol foi fundada em 1961 pelo engenheiro Pedro Paulo de Souza, em Goiânia. A empresa atuava, inicialmente, no setor da construção civil. Depois, diversificou suas atividades entre diversos outros setores como a fabricação de tintas, portas e esquadrias, o que é apontado como um dos motivos que a levaram à falência, em 1999. A companhia goiana deixou como legado 710 obras pelo Brasil, 23 mil funcionários desempregados e 42 mil clientes sem dinheiro e sem os imóveis que haviam comprado.

A construtora Encol é tida até hoje, como menção do começo do procedimento de industrialização da construção civil e vários dos métodos e procedimentos construtivos presentemente usados nos canteiros de obra brasileiros são creditados à ampliação tecnológica por ela efetivada.

Notado mais como exceção que como um regulamento na ampliação econômica e produtiva de companhias do âmbito da construção, o episódio da construtora Encol permite avaliar como a chance de investimento e desenvolvimento do procedimento construtivo, da qualidade e da utilização de inovações tecnológicas pode acontecer mesmo em panoramas econômicos adversos. Este investimento, bem mais que uma procura da “tecnologia pela tecnologia”, quando ligado ao plano estratégico de uma corporação e acompanhando as premissas decididas por esse planejamento, pode formar-se como estopim de amplas mudanças no procedimento de industrialização do âmbito.

A construtora poderia ter um preço operacional muito mais baixo, facilmente para desenvolvimento de plano, design, e gerenciamento da construção, e abandonaria a qualificação da mão de obra, o treinamento da mão de obra, em cima de cada empreiteiro especializado, que poderia estar então muito mais conectado à indústria. Então, de modelo a Indústria de Cerâmica, ela teria em seus empreiteiros, companhias que iriam auxiliar e prestar assessoria para utilizar o produto dela, não necessitando ser empregado dela. Então esses empreiteiros especializados estariam muito mais próximos à indústria de materiais, assim a sazonalidade dele estaria muito mais perto da sazonalidade industrial, e muito mais distante da sazonalidade clássica da construção civil.

O conhecimento da Encol, assim, assevera algumas vocações de transformação na construção civil e adiciona novas ações específicas. Embora do

propósito de desenvolver companhias especializadas prestadoras de trabalhos específicos serem claramente lógico com uma dinâmica cíclica de ampliação do âmbito da construção, a terceirização e subcontratação acabaram por ser adequadas pelo mercado como maneiras de fugir da forte tributação demandada por lei posteriormente a admissão das modificações na Lei Trabalhista outorgada pela Constituição de 1988. Mesmo deste modo, a Encol escapou ao senso comum, porque se valeu de mão de obra própria no decorrer do maior período de sua existência como consequência da demanda requisitada por seus procedimentos construtivos.

Outra vocação energizada nos anos 80 e admitida pela ampliação tecnológica da Encol foi o procedimento de apropriação de práticas do canteiro de obras pelo âmbito de materiais e elementos. Antes fraco, este âmbito pouco a pouco foi sendo desenvolvido na nação, e sua estruturação acabou por receber mais força com a abertura econômica dos anos 90. Já no que concerne à ampliação de sistemas construtivos e ao procedimento de industrialização da construção, o alargamento tecnológico da Encol confirmou a opção de uma industrialização de sucessão aberta, entretanto entremeada por procedimentos construtivos ainda fundamentados no conhecimento operário, como o episódio da alvenaria como componente hegemônico de vedação. Esse procedimento construtivo demonstrou a dificuldade de superação de modelos manufaturados de construção, se comparados a nações adiantadas.

Por fim, a experiência da Encol exhibe a ligação fundamental entre logística produtiva e logística financeira. Por se tratar de uma mercadoria muito cara e por ter uma série de reprodução do capital bem extensa, a habitação acaba por pender diretamente de capitais promocionais para sua efetivação, e esse atrelamento pauta a ampliação tecnológica e seus recursos. Esta circunstância auxilia a entender a dinâmica das orças produtivas atualmente, pela transformação na maneira de compreensão de soluções para financiamento produtivo e por novos modelos de financiamento para seu dispêndio.

## **5. ESTUDO DE CASO – ANÁLISE DO PROCESSO**

A presente pesquisa é referente a um estudo de caso feito com uma construtora carioca, porém, atuando em obras de geotecnia nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. Foi realizado um estudo de caso sobre os estudos de tempos e

movimentos na obra utilizando o controle de produção diário da obra, a mão de obra direta e indireta utilizada, controle este que indicaram a importância de diversos itens do estudo de tempos e movimentos de pessoas e a como a obra se encontrava diante destes itens.

## **5.1. PERFIL DA CONSTRUTORA**

A empresa foi fundada em 1998, tem mais de 16 anos de mercado atuando no mercado da construção civil e geotecnia, sua sede é no Rio de Janeiro, RJ e é uma das únicas empresas que executam trabalho em altura com colaboradores com certificação internacional de acesso por corda. A construtora atua em obras de contenção de encosta com cortinas atirantadas, telas de contenção e mantas de controle de erosão, já na área de construção civil atua em setores de restauração de prédios residenciais ou comerciais em pontos de difícil acesso. A mesma já conquistou diversos prêmios e certificações no mercado, como a NBR ISO 9001:2008, nesta trajetória, é afirmado que foi construída com transparência, inovação e constante aprimoramento.

A Construtora apresenta uma gestão centralizada por estado, onde cada estado possui sua gerencia que reportam todas as decisões a diretoria na sede da empresa. Porém cada obra segue um manual de gestão com metas e indicies a serem cumpridos, além de diretrizes setoriais de acordo com cada cliente, dessa forma consegue por sua prática de ser preocupada com seus colaboradores e atender ao cliente com a melhor qualidade possível.

## **5.2. CARACTERÍSTICAS DA OBRA**

A obra em questão é situada no Município de Mendes, dentro da área de atuação da MRS, no km 78 da linha de centro sentido Minas Gerais, que é um ambiente de interação entre a logística de transporte de minério do próprio cliente e a própria execução da obra, devido a restrição de trabalho em alguns trechos devido a passagem de locomotivas, estima-se que mais 50 trens com aproximadamente 30 vagões passem por dia no local da obra, interferindo diretamente na produção da obra.

A obra em si, se trata de uma solução de estabilização de talude através de solo grampeado, utilizando o sistema GEOBRUGG, com telas de alta resistência e mantas de controle de erosão.



Figura 17 - Fase inicial da obra



Figura 18 - Fase atual da obra

### 5.3. FINALIDADE

Esta pesquisa tem como finalidade:

- Identificar o grau de importância de fatores que afetam a produtividade na obra
- Analisar o modo como executada certa atividade.

#### **5.4. LIMITAÇÕES**

É importante esclarecer as limitações da pesquisa e não generalizá-la, pois existem fatores limitantes, como a quantidade e qualidade da pesquisa, já que esta depende muito do conhecimento dos pesquisados. Outro fator são as características do local onde será executada a obra de contenção, variações como altura do talude, acesso ao local da obra limitam a pesquisa somente ao local de onde a obra foi executada.

#### **5.5. METODOLOGIA**

Foi utilizado o método de investigação chamado “estudo de caso”, que de acordo com Yin (2001), é um método de investigação empírica de um fenômeno em um contexto real, quando o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes para tomar decisões.

Este estudo de caso foi feito baseado no controle de produção diário que é enviado ao engenheiro pelo Encarregado da obra, informando as atividades executadas no dia, a produção atingida e carga horária utilizada para cada tarefa, conforme o anexo I. Em posse dos dados constatados no controle de produção utilizaremos a atividade de instalação de placas de ancoragem do Anexo I para aplicarmos a metodologia do estudo de tempos e movimentos e posteriormente analisar os resultados.

Inicialmente será realizado o estudo de movimentos, que são necessários para que a atividade seja realizada. Descrevendo a forma que cada item é executado para que se chegue ao objetivo final que é a instalação das placas com a aplicação de torque.

Posteriormente iremos indicar o tempo necessário para que essas atividades sejam realizadas, indicando os períodos de atividades incluindo os períodos de tolerâncias a fadiga e o atendimento a necessidades pessoais.

Por fim, analisar os indicadores de modo que algumas mudanças que aumentem a produtividade, possam ser sugeridas.





Figura 19 - Placa de Ancoragem

## 5.6. ESTUDO DOS MOVIMENTOS

Uma atividade é composta de sub-atividades, desta forma o estudo de movimentos também deve ser ampliado a elas, para que se encontre uma análise mais completa do movimento.

Estudo de movimentos para a instalação de placas:

<b>Itens</b>	<b>Descrição das sub-atividades</b>
01	Transporte das placas ao local de instalação
02	Posicionamento da placa
03	Posicionamento da porca no grampo
04	Transporte da chave de torque ao local de trabalho, inclusive conexão na linha de ar comprimido.
05	Aplicação de torque
06	Conferencia do toque de projeto utilizando o taquímetro

- Item 1 – Transporte do material ao local de instalação  
O Material é coletado no almoxarifado, transportados pela equipe que está executando a tarefa em uma quantidade máxima de 10 unidades por operário.
- Item 2 – A placa é posicionada por duas equipes de 1 alpinista e 1 ajudante.
- Item 3 – O posicionamento das porcas é feito por duas equipes de 1 alpinista e 1 ajudante, logo após o posicionamento das placas.
- Item 4 – A chave de torque pneumática é transportada até o local de instalação das placas por 2 ajudantes. Os outros 2 alpinistas aguardam no local.

- Item 5 – O torque é aplicado na placa por 2 alpinistas e 1 ajudante.
- Item 6 – A conferência do torque é feita por 2 alpinista.



Figura 20 - Conferência de torque

### 5.7. ESTUDO DOS TEMPOS

Como é indicado no controle de produção do Anexo II, a atividade de instalação de 140 unidades de placas de ancoragem gastou um tempo total de 8 (oito) horas no dia 19 de Fevereiro de 2014, utilizando 4(quatro) operários. O mesmo procedimento de divisão em sub-atividades adotado no estudo de movimentos foi utilizado no estudo de tempos com o acréscimo de dois itens, tempo necessário para alívio de fadiga e tempo necessários para atender as necessidades pessoais.

O tempo necessários para atender cada subatividade, pode ser contabilizado através de cronômetros ou utilizando banco de dados de outras obras. Portando, para agilizar o processo foi utilizado o banco de dados informado pelo manual do engenheiro fornecido pela Empresa Civil Master Engenharia. Lembrando que o mesmo não pode ser divulgado amplamente, logo indicaremos apenas os indicies que foram utilizados neste trabalho de forma a calcular o tempo gasto em cada atividade.

Estudo dos tempos para a instalação de placas:

<b>Itens</b>	<b>Descrição das sub-atividades</b>	<b>Indicies (%)</b>	<b>Tempo Gasto (h)</b>
01	Transporte das placas ao local de instalação	37,5	3h
02	Posicionamento da placa	12,5	1h
03	Posicionamento da porca no grampo	6,25	0,5h
04	Transporte da chave de torque ao local de trabalho, inclusive conexão na linha de ar comprimido.	6,25	0,5h
05	Aplicação de torque	12,5	1h
06	Conferência do toque de projeto utilizando o taquímetro	6,25	0,5h
07	Tempo de descanso	12,5	1h
08	Tempo para atender as necessidades pessoais	6,25	0,5h
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>8h</b>

- Item 1 – Cada operário transportou 35 unidades em um dia de trabalho.
- Item 2 – Cada equipe de 1 ajudante e 1 alpinista, posicionaram 70 placas no dia, simultaneamente.
- Item 3 – Cada equipe de 1 ajudante e 1 alpinista, posicionaram 70 porcas no dia, simultaneamente.
- Item 4 – A chave de torque pneumática é transportada até o local de instalação das placas por 2 ajudantes.
- Item 5 – A equipe de 3 colaboradores executa o torque em 140 porcas em apenas 1h e 1 ajudante aguarda o fim da tarefa.
- Item 6 – A conferência do torque é feita por apenas 2 alpinista em 30 minutos.
- Item 7 – Todo alpinista executa durante o dia 4 descida no talude, sendo que o mesmo tem direito a um descanso de 15 min por descida, para que ative a circulação sanguínea nas pernas.
- Item 8 – Uma estimativa de aproximadamente 30 minutos por dia perdido do deslocamento da frente de serviço até ao banheiro ou bebedouro.



Figura 21 - Servente aguardando o fim da atividade 6

## 5.8. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

De imediato pode-se verificar no estudo de tempos e movimentos a identificação de mão de obra ociosa nas atividades relacionadas aos itens 5 e 6. Tendo em vista o salário do alpinista ser de R\$ 1100,00 (Mil e cem reais) e do servente ser de R\$ 1045,00 (Mil e quarenta e cinco reais) e a diferença salarial ser de apenas R\$ 55,00 (Cinquenta e cinco reais), a utilização de apenas alpinistas na equipe de trabalho é viável seguindo o seguinte raciocínio:

Total de horas contratada: 220h/mês

Salários do Alpinista: R\$ 1100,00

Custo por hora do alpinista:  $R\$ 1100,00 / 220h = 5 \text{ reais/h}$

Salário do Servente: R\$ 1045,00

Custo por hora do alpinista:  $R\$ 1045,00 / 220h = 4,75 \text{ reais/h}$

Tempo total ocioso:

Item 5 – 1 servente parado por 1h.

Item 6 – 2 servente parados por 0,5h

Tempo total da mão de obra parada = 2h

Custo total para executar as atividades dos itens 5 e 6:

Mão de obra utilizada (4 colaboradores):

Total de horas gastos:  $1h + 0,5h = 1,5h$

Custo total das atividades dos itens 5 e 6 (Utilizando 2 Alpinistas e 2 serventes):

$\text{Custo} = (2 \text{ Alpinistas} \times 1,5\text{h} \times 5 \text{ reais/h}) + (2 \text{ Serventes} \times 1,5\text{h} \times 4,75 \text{ reais/h}) = \text{R}\$29,25$

Custo da mão de obra dos serventes parados =  $2\text{h} \times \text{R}\$ 4,75 = \text{R}\$ 9,50$

Custo total das atividades dos itens 5 e 6 (Utilizando 4 Alpinistas):

$\text{Custo} = (4 \text{ Alpinistas} \times 1,5\text{h} \times 5 \text{ reais/h}) = \text{R}\$30,00$

Custo da mão de obra de alpinistas parados = não se aplica

Levando em consideração os cálculos realizados acima, a perda com mão de obra parada é muito grande, portanto a utilização de apenas alpinistas em todo o processo de instalação de placas de ancoragem é viável, pois outra equipe poderá ser montada para trabalhar em paralelo a atividade descrita no item 6, que irá compensar financeiramente o custo da mão de obra com relação a produtividade, reduzindo o tempo para realizar a atividade pela metade.

Outra consideração deve ser adotada no item 1, com relação ao estudo de movimento. Vendo que a quantidade máxima de placas que cada colaborador pode carregar ser de 10 unidades por vez, pode-se fixar uma quantidade diária 160 unidades de placas transportadas ao local de instalação, de forma que cada colaborador transporte 40 unidades por dia ao invés de 35 unidades, evitando, assim, que na última viagem o colaborador carregue apenas 5 unidades.

## **6. CONCLUSÃO**

A complexidade em se atingir a qualidade desejada do produto final, aliada à competitividade do mercado e ainda a complexidade e diversidade das tarefas realizadas por múltiplas equipes para a consecução de um empreendimento de construção civil, tornam muito árduo o comando e a coordenação da produção em um canteiro de obras.

Desta forma, direcionar a mão de obra de forma que atue com maior eficiência, transformando todo o recurso em produto são consideradas elementos principais para que um empreendimento se torne lucrativo. Essa visão é a relação necessária para condução de qualquer negócio.

Com isso, a aplicação do estudo de tempos e movimentos se torna justificável, perante a grande perda de produção causada pela visão limitada e inexistência de

ferramentas que auxiliem o gestor da obra a avaliar e identificar os pontos críticos de cada atividade. Dessa forma algumas mudanças são sugeridas de modo generalizado, para que as perdas com baixa produtividade sejam minimizadas, como a industrialização de algumas atividades, mudanças no procedimento executivo, mudanças de layout de canteiro, entre outras.

Levando em conta todas estas mudanças, quem trabalha na área de produção precisa saber da sua influência, pois estes profissionais devem estar totalmente inseridos ao negócio da organização e estar sempre juntos com os líderes de cada área, auxiliando-os a executar um trabalho que consiga desenvolver e tornar o grupo de trabalho uma forma interminável de criatividade e produtividade, conservando a harmonia e equilíbrio durante todos os processos.

Algumas técnicas alternativas foram construídas, sem que mudasse o alicerce técnico da produção, buscando reduzir custos e maximizar a produtividade no canteiro de obras, criando uma vocação de racionalização da construção. A modernização, ou progresso técnico, está sendo conduzido pela pesquisa de métodos, equipamentos, materiais e procedimentos que beneficiam a racionalização do método construtivo.

O crescimento recente da construção civil revela uma modificação na natureza da industrialização da construção e a urgência em adotar novas formas de racionalização, baseada na versatilidade da produção e na integração dos trabalhadores na condução do processo de trabalho. A racionalização, nestes casos, consiste basicamente, na busca de ganhos de produtividade através da introdução de mudanças na organização do trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE, J. L. M. Núcleo Técnico – Marketing Belgo-Mineira. Disponível em: <http://www.belgo.com.br/solucoes/artigos/pdf/dobramento.pdf>. Acesso em: 20 Novembro 2013.

CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS I. Notas de Aula. Departamento de Energia Estrutural e Construção Civil, Ceará, Universidade Federal do Ceará, 2003.

COSTA, C. B. da. Processo de incorporação de inovação tecnológica na indústria têxtil da Paraíba: Um estudo de caso. João Pessoa: UFPB, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de tecnologia, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2004.

CORREIA, Ana Maria R.; SARMENTO, Anabela. Gestão do conhecimento: competências para a inovação e competitividade. Disponível em: <[http://www.isegi.unl.pt/docentes/acorreia/documentos/GC\\_competencias\\_inov\\_e\\_competitividade\\_APSIOT.pdf](http://www.isegi.unl.pt/docentes/acorreia/documentos/GC_competencias_inov_e_competitividade_APSIOT.pdf)> Acesso em: 10 nov. 2013.

CRUZ, C. Henrique de Brito. A dimensão do sistema no Brasil ciência, tecnologia e inovação. Projeto Diretrizes Estratégicas para Ciência, Tecnologia e Inovação, 2004.

FARAH, M. F. S. Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional. São Paulo, 1992. 297p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

FLEURY, A. C. C. Organização do trabalho industrial: um confronto entre teoria e realidade. São Paulo, 1978. Tese (Doutorado). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.

GERDAU. Artigo Técnico. Especificação do Vergalhão Cortado e Dobrado Gerdau, 2006

MATTOS, J. R. Loureiro de; GUIMARÃES, L. dos Santos. Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática. São Paulo: Saraiva, 2005.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SAGIORO, Ricardo. Conhecimento, Inovação e Crescimento Econômico – uma aplicação do modelo de Solow ao Brasil. ANAIS... II Encontro Científico da Campanha Nacional das Escolas da Comunidade (II EC-CNEC), Varginha, 9-10 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.oswaldocruz.br/download/artigos/social9.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2013.

SANCHEZ, Esteban Fernandez. Innovacion, tecnologia y alianzas estratégicas: Factores clave de la competencia. Madri: Editorial Civitas, S.A. 1996.

SCHUMPETER, J. Capitalismo, socialismo e democracia. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SINK, D. Scott; TUTTLE, T. C. Planejamento e medição para a performance. Rio de Janeiro: Qualitmark, 1993.

SOUTO, M. S. M. Lopes. Apostila de Engenharia de métodos. Curso de especialização em Engenharia de Produção –UFPB. João Pessoa. 2002.

RIPPER, E. Manual prático de materiais de construção. 2. ed. São Paulo: Pini, 1995

VARGAS, N. Para uma filosofia da tecnologia. São Paulo, Alfa-Ômega. 1994.

.Vargas, Nilton. “Tendência de mudanças nos processo de trabalho na construção civil.” Espaço e Debates (Núcleo de Estudos Regionais e Urbanos), 1992.

## **REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS**

Símbolos da Revolução industrial, Disponível em :

<http://www.yunphoto.net/pt/photobase/yp4611.html>, Acesso em 10 de Março de 2014.

Origens da Engenharia de Produção no Mundo. Disponível em:

<http://www.guiadacarreira.com.br/artigos/historia/evolucao-engenharia-producao>,

Acesso em 10 de Março de 2014.



Corte e Dobra de aço. Disponível em:



<http://www.acoferpinda.com.br/corteedobra.asp>, Acesso em 10 de Março de 2014

Corte e dobra industrializado. Disponível em:

<http://araguaiaferro.com.br/corte-e-dobra.asp>, Acesso em 10 de Março de 2014.

**ANEXO**

**ANEXO I – Controle de produção dia 19/02/2014**

		<b>CONTROLE DE PRODUÇÃO</b>					
Obra: Km 78 - Paracambi		data	19/02/14		folha	1	
função	nome	atividade					
		A	B	C	D	E	F
1	ESCALADOR IND. II	ANTONIO MARCOS DO NASCIMENTO			08:00		
2	SERVENTE	FABIO JORDÃO MENEZES			08:00		
3	ALPINISTA	FRANCISCO OLIVEIRA		08:00			
4	ALPINISTA IND I (ADM)	RAPHAEL BARBOSA			08:00		
5	SERVENTE	RENAN VLADIMIR DE SOUZA	08:00				
6	SERVENTE	RENATO VLADIMIR DE SOUZA			08:00		
7	LIDER	RODRIGO JOSÉ BARRO					08:00
8	ALPINISTA	SIDCLEI ROZARIO GONZAGA	08:00				08:00
9	ENCARREGADO	SILVIO LUIZ DA SILVA					08:00
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
atividades		HD	produção	Unidade	P. Realiz.	P. Contrat.	Avaliação
A	Instalação do cabo de contorno						
	100 metros instalados	2	100	m	0,16	0,21	VERDADEIRO
B	Costura de tela						
	3 panos de 12mx3,5m	1	42	m <sup>2</sup>	0,190476	0,22	VERDADEIRO
C	Instalação de placas						
		4	140	placas	0,228571	0,26	VERDADEIRO
D	Desmobilização do canteiro						
E							
F							
Observações:							