



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE – FANESSE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

DANIEL BANDEIRA TUDE

**OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO ADOTADO NO PROCESSO DE
SOLDAGEM DE PILARES MÉTÁLICOS**

**Aracaju - Sergipe
2013.1**

DANIEL BANDEIRA TUDE

OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO ADOTADO NO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILARES METÁLICOS

**Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Engenharia de Produção da
Faculdade de Administração e Negócio de
Sergipe - FANESE, como requisito parcial e
elemento obrigatório para obtenção do Grau
de Bacharel em Engenharia de Produção, no
período de 2013.1.**

**Orientador: Prof. MSc. André Maciel Passos
Gabillaud.**

**Coordenador: MSc. Alcides A. de Araújo
Filho**

**Aracaju – SE
2013.1**

FICHA CATALOGRÁFICA

TUDE, Daniel Bandeira

Otimização de método adotado no processo de soldagem de pilares metálicos/ Daniel Bandeira Tude. Aracaju, 2013. 89 f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe/ Departamento de Engenharia da Produção, 2013.

Orientador: Prof. Me. André Maciel Passos Gabillaud

1.Soldagem em Pilares 2. Tempos 3. Métodos I. TÍTULO.

DANIEL BANDEIRA TUDE

OTIMIZAÇÃO DE MÉTODO ADOTADO NO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILARES MÉTÁLICOS

**Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração
e Negócio de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório
para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período de
2013.1**

Aracaju (SE) ____ de ____ de 2013

Nota/Conteúdo: ____ (____)

Nota/Metodologia: ____ (____)

Média Ponderada: ____ (____)

**Prof. MSc. André Maciel Passos Gabillaud.
Orientador**

**Prof. Josevaldo dos Santos Feitoza
Examinador**

**Prof. Igor Adriano de Oliveira Reis
Examinador**

Dedico este trabalho a minha noiva

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a meus pais, Aramari Bandeira Tude e Sylvio Tude Neto por tudo aquilo que me ensinaram e pelo apoio necessário, financeiro e humano, para a superação de empecilhos em busca da realização do sonho, que é a formação em Engenharia.

Agradeço a meus familiares e amigos. Outro agradecimento em especial a minha noiva Amanda.

Queria Agradecer aos colegas e professores, por todas as lições aprendidas no dia a dia. Inclusive ao professor Marcelo Boer, pelas orientações e apoio oferecido para concluir o trabalho.

Por último, agradeço a Deus, meu mentor, por todas as alegrias, pela saúde e pela força que me concedeu, para que conseguisse vencer os obstáculos da vida.

**É preciso amar como se não houvesse
amanhã**

Renato Russo

RESUMO

Apresentando como título “Otimização do método adotado no processo de soldagem de pilares metálicos”, esta pesquisa apresenta, em sua introdução, um cenário geral da aplicação do estudo de tempos e métodos na racionalização dos processos. Em 2012, diante do aumento da demanda na área da construção civil, foi observado que o método aplicado pela empresa em estudo no processo de soldagem apresentava discrepâncias entre o resultado alcançado e as metas almejadas pela própria organização, fazendo surgir a questão que norteou esta pesquisa: Que método deve ser aplicado ao setor de soldagem para que se otimize o processo em questão, reduzindo-se o tempo padrão para a realização de um ciclo de produção? A fim de responder a este questionamento, o objetivo geral deste estudo é otimizar o método aplicado no setor de soldagem de pilares metálicos adotado pela empresa em análise, através do estudo de tempos e métodos; e, como objetivos específicos: mapear o processo de soldagem de milhares metálicos sem furada empresa em estudo; estabelecer o tempo padrão do método atualmente aplicado na empresa no processo produtivo em análise; desenvolver novo método para o processo produtivo em estudo; e, apresentar os benefícios gerados com a aplicação do novo método. A fundamentação teórica foi utilizada para evidenciar e elucidar dúvidas relacionadas com termos aderidos com o tema abordado pela pesquisa, identificando-se, as técnicas aplicadas no estudo de tempos e métodos. Quando a metodologia, esta pesquisa é: quanto aos meios, bibliográficas, documentais, de campo; quanto aos objetivos, descritiva, explicativa e exploratória; quanto a abordagem, qualitativa e quantitativa. Através da aplicação das técnicas delineadas no referencial teórico, foi possível estabelecer o tempo padrão do ciclo de produção do método atual para o processo em estudo, avaliando-se as operações, o que culminou no desenvolvimento de novo método, que, conforme os resultados apresentados, reduz o tempo padrão do ciclo de produção assim como o tempo não produtivo dos colaboradores envolvidos.

Palavras-chave: Soldagem em pilares. Tempos. Métodos.

ABSTRACT

Featuring entitled "Optimization of the method adopted in the process of welding metal pillars", this research presents in his introduction, a general scenario of the application of time study methods and streamlining processes. In 2012, before the increase in demand in the area of construction, it was observed that the method used by the company under study in the welding process showed discrepancies between the result achieved and the goals sought by the organization itself, giving rise to the question that guided this research : What method should be applied to the welding industry for that optimize the process in question, reducing the standard time for the completion of a production cycle? In order to answer this question, the aim of this study is to optimize the method applied in industry welding metal pillars adopted by the company in question, through the study of time and methods, and specific objectives: to map the welding process thousands of metal stuck without company under study, to establish the time standard method currently used in the company in the production process under analysis, develop new method for the production process under study, and present the benefits generated by the application of the new method. The theoretical framework was used to highlight and clarify doubts related terms attached to the issue addressed by the research, identifying the techniques applied in the study of time and methods. When the methodology, this research is: how the media, literature, documentary field, the aims, descriptive, explanatory and exploratory, as the approach, qualitative and quantitative. By applying the techniques outlined in the theoretical framework, it was possible to establish the standard time of the production cycle of the current method for the process under study, evaluating the operations, which culminated in the development of new method, which, according to the results presented reduces the time pattern of the production cycle as well as non-productive time of staff involved.

Keywords: Welding on pillars. Times. Methods.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Modelo geral de sistemas de produção	20
Figura 02 – Fluxograma gerencial	24
Figura 03 – Símbolos formadores do fluxograma	25
Figura 04 – Divisão do estudo do trabalho	26
Figura 05 – Símbolos de fluxograma de material em processo	28
Figura 06 – Fluxograma de materiais em processo	29
Figura 07 – Gráfico de fluxo do processo	36
Figura 08 – Gráfico de fluxo do processo em grupos	37
Figura 09 – Gráfico de atividades múltiplas	38
Figura 10 – Fluxograma do processo d soldagem na montagem de pilar metálico	46
Figura 11 – Diagrama de atividades do método atual	72
Figura 12 – Diagrama de atividades simultâneas do método novo	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Diferenças entre os tempos padrões nos dois métodos	83
Gráfico 02 – Diferenças entre os tempos ociosos com os dois métodos.....	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Coeficiente de distribuição normal	32
Quadro 02 – Coeficiente “d ₂ ”	32
Quadro 03 – Valores típicos de tolerância	34
Quadro 04 –Variáveis e indicadores da pesquisa	43
Quadro 05 –Operação 01 - limpeza.....	49
Quadro 06 –Operação 02 – Enquadramento do perfil	50
Quadro 07 –Operação 03 – corte de perfil (lado 01).....	50
Quadro 08 –Operação 04 – limpeza do corte do perfil	50
Quadro 09 –Operação 05 – marcação de solda do perfil	51
Quadro 10 –Operação 06 – ponteamto do perfil (lado 01).....	51
Quadro 11 –Operação 07 – soldagem propriamente dita do perfil (lado 01).....	51
Quadro 12 –Operação 08 – acabamento com lixadeira do perfil (lado 01).....	52
Quadro 13 –Operação 09 – virada do perfil.....	52
Quadro 14 –Operação 10 – marcação de solda do perfil (lado 02)	52
Quadro 15 –Operação 11 – ponteamto do perfil (lado 02)	52
Quadro 16 –Operação 12 – soldagem propriamente dita do perfil (lado 02).....	53
Quadro 17 –Operação 13 – acabamento com lixadeira (lado 02).....	53
Quadro 18 –Operação 14 – codificação do perfil com martelo	53
Quadro 19 – Mapafluxo do processo de soldagem de pilares metálicos.....	54
Quadro 20 – Continuação do mapafluxo do processo em estudo.....	55
Quadro 21 – Folha de tomada de tempos	56
Quadro 22 – Tomada de tempos reais das operações de soldagem de pilar metálico	57
Quadro 23 – Continuação da tomada de tempos reais de soldagem de pilar metálico	58
Quadro 24 – Determinação de nº de ciclos a serem medidos.....	59
Quadro 25 – Médias de cronometragens da amostra	60
Quadro 26 – Continuação das médias de cronometragem da amostra	61
Quadro 27 – Tempos normais dos elementos estudados	63
Quadro 28 – Continuação dos tempos normais dos elementos estudados	64
Quadro 29 – Tolerância dos elementos do processo	65
Quadro 30 – Valores de fator de tolerância.....	66
Quadro 31 – Continuação de valores de tolerâncias	67
Quadro 32 –Tempos padrão dos elementos estudados	69
Quadro 33 – Continuação de tempos padrão dos elementos estudados	70
Quadro 34 – Tempo padrão de soldagem do projeto de 4 pilares de 8 metros .	71
Quadro 35 – Valores de tempo ocioso dos colaboradores na soldagem do Projeto em estudo	73
Quadro 36 – Divisão de operações em elementos menores do método novo ..	74
Quadro 37 – Continuação da divisão de operações em elementos menores do Método novo	75
Quadro 38 – Mapafluxo das atividades simultâneas do método proposto	76
Quadro 39 – Continuação Mapafluxo das atividades simultâneas do método proposto	77
Quadro 40 – Continuação Mapafluxo das atividades simultâneas do método Proposto 02	78

Quadro 41 – Tempos do primeiro perfil no novo método.....	79
Quadro 42 – Continuação de tempos do primeiro perfil no novo método	80
Quadro 43 – Tempos padrão do segundo perfil adotando o método proposto	81
Quadro 44 – Continuação dos tempos padrão do segundo perfil adotando o Método proposto	82
Quadro 45 – Cálculo de tempo padrão do projeto pelo método novo.....	83
Quadro 46 – Valores de tempo ocioso com o novo método	85

SUMÁRIO

RESUMO.....	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE QUADROS.....	
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Situação Problema	16
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificativa.....	17
1.4 Caracterização da Empresa.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Administração da Produção.....	19
2.1.1 Tipos de processos.....	22
2.1.3 Fluxogramas gerenciais	23
2.2 Administração Científica	25
2.3 Estudo de Métodos	27
2.4 Estudo de Tempos	29
2.4.1 Definição da operação e divisão da operação em elementos menores	30
2.4.2 Cronometragem dos tempos (tempos reais) e número de ciclos	31
2.4.3 Avaliação de ritmo.....	33
2.4.4 Fator de tolerância e tempo padrão.....	34
2.4.5 Ferramentas de registro analítico	36
3 METODOLOGIA	39
3.1 Abordagem Metodológica	39
3.2 Caracterização da Pesquisa.....	40
3.2.1 Quanto aos fins	40
3.2.2 Quanto ao objeto	41
3.2.3 Quanto à abordagem.....	42
3.3 Instrumentos de Pesquisa.....	42
3.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa.....	42
3.5 Definição de Variáveis	43
3.6 Plano de Registo e Análise de Dados.....	43
4 ANÁLISE DE RESULTADOS	45
4.1 Estudo do Método Atual	45
4.1.1 Registro de método atual	45
4.1.2 Observações sobre o processo, colaboradores e empresa.....	47
4.2 Estudo de Tempos	48
4.2.1 Registro de informações sobre a operação e o profissional	48
4.2.2 Divisão das operações em elementos menores.....	49

4.2.3 Instrumentos e tipos de registro.....	56
4.2.4 Registro do tempo.....	57
4.2.5 Determinação de nº de ciclos.....	59
4.2.6 Avaliação do ritmo e fator de tolerância	62
4.2.7 Estabelecimento do tempo padrão	68
4.3 Estudo de Movimentos	73
4.4 Novo Método do Processo do Setor de Soldagem	73
4.5 Benefícios do Novo Método Aplicado à uma Célula da Empresa.....	83
 5 CONCLUSÃO	 86
 REFERENCIAS.....	 88

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial é um grande marco histórico da civilização humana. Com efeito, foi a partir dela que surgiram transformações de cunho político, social, econômico, legislativo, urbanístico, empresarial, entre outros. À nível estratégico cabe considerações relevantes relativas a novas posturas organizacionais.

As empresas, de modo geral, diante das novas facilidades proporcionadas pela mecanização da produção, multiplicaram-se, gerando a concorrência no mercado. Somado a este aspecto, o fluxo de riquezas da época e a nova classe burguesa emergente que surgia, fez nascer a necessidade das empresas aumentarem sua produtividade e melhorar continuamente a qualidade de produtos e serviços como meio DE conquistar a confiança do consumidor.

Com o intuito de alcançar tais objetivos, a racionalização dos processos surgiu como meio hábil para otimizar a produtividade, reduzindo perdas e maximizando a produção, bem como aperfeiçoando a qualidade do produto final oferecido. A administração científica, assim, passou a ser observada como metodologia apta para a satisfação das necessidades da clientela, através alcance da qualidade almejada pelos mesmos.

Observa-se, no entanto, que a premissa estratégica empresarial adotada nos últimos anos é o de aplicação de métodos cada vez mais eficientes e eficazes no alcance de metas pré-estabelecidas pelas organizações. É evidente que sua padronização traz maior confiabilidade ao mesmo, permitindo, inclusive, a projeção futura da produtividade.

Para tanto, o estudo de tempos e movimentos é ferramenta auxiliar no desenvolvimento de métodos. Através dele, é possível analisar operações que não agregam valor à produção, assim como reduzir movimentos desnecessários, minimizando fadiga e esforços inúteis dos colaboradores. Como consequência de tais análises, é possível alcançar a redução do ciclo de produção com o mínimo de perdas no processo, aumentando-se, desta forma, os ganhos da empresa que as aplicar.

1.1 Situação Problema

A construção civil é a área de atuação que apresenta maior desenvolvimento nos últimos anos. O surgimento de projetos habitacionais alavancou o crescimento de diversas empresas que tem relação com o setor, seja na produção direta ou nos serviços terceirizados. Em razão disso, multiplicaram-se as oportunidades para as organizações que melhoram continuamente seus processos produtivos.

Embora a fabricação voltada para projetos de unidades habitacionais tenha se iniciado com pequena proporção, a empresa sergipana de produção de pilar metálico em estudo, teve demanda consideravelmente aumentada a partir de 2012.

Ocorre que, a empresa vem aplicando método que tem apresentado diversas discrepâncias entre os resultados de produção almejada e a alcançada. Essas diferenças são ainda maiores no setor de soldagem, onde se realiza a atividade de medição e soldagem de pilares metálicos sem furos produzidos pela empresa. Soma-se a isso, a identificação de grande volume de tempo ocioso entre os colaboradores que formam as equipes do setor em questão.

Após breve estudo realizado pela empresa em análise, foi observada a necessidade de um estudo mais aprofundado voltado para o desenvolvimento de método mais eficiente no alcance da qualidade e redução de tempo ocioso dos colaboradores do setor. Em razão disso, surge a questão que norteará esta pesquisa: que método deve ser aplicado ao setor de soldagem para que se otimize o processo em questão, reduzindo-se o tempo padrão para realização de um ciclo de produção?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Otimizar o método aplicado no setor de soldagem de pilares metálicos adotado pela empresa sergipana em análise, através do estudo de tempos e métodos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Mapear o processo de soldagem de pilares metálicos sem furo da empresa em estudo;
- Estabelecer o tempo padrão do método atualmente aplicado na empresa no processo produtivo em análise
- Desenvolver novo método para o processo produtivo em estudo;
- Apresentar benefícios gerados com a aplicação do novo método.

1.3 Justificativa

O estudo de tempos e métodos possui como um dos objetivos desenvolver métodos mais eficientes de produção tem sido utilizado com o intuito de maximizar a produtividade e pontualidade na execução de prazos estabelecidos. Com efeito, procedimentos racionalizados apresentam maior confiabilidade na execução dos serviços prestados, imprimindo qualidade ao produto ou serviço como resultado final do processo produtivo.

Diante da necessidade de aperfeiçoar o método aplicado a um setor da empresa em estudo, a realização das análises de operações, dos tempos padrões e dos movimentos necessários para sua execução parece ser o caminho mais acertado para o sucesso das metas da empresa.

A justificativa para realização desta pesquisa reside no fato de que a visualização da aplicabilidade das técnicas empregadas no estudo de tempos e métodos no processo de soldagem da empresa em estudo trará contribuição prática aos profissionais que atuam na área da gestão acerca do desenvolvimento de métodos otimizados dos processos produtivos que estão sob sua responsabilidade.

1.4 Caracterização da Empresa

A SEMAM é uma das maiores empresas nordestinas especializadas em estruturas metálicas. Fundada em março de 1993 pelo engenheiro mecânico Sérgio Murilo Almeida Machado, a SEMAM iniciou as suas atividades como uma indústria

metalúrgica prestadora de serviços nas áreas de manutenção industrial, usinagem e caldeiraria. Operando inicialmente com um modelo de negócios focado na prestação destes serviços, com qualidade e compromisso com os clientes, a SEMAM conquistou negócios em empresas de grande porte como PETROBRÁS, VALE DO RIO DOCE, ODEBRECHT, QUEIROZ GALVÃO, VOTORANTIM e outras.

Atualmente, está sediada no Distrito Industrial do município de Nossa Senhora do Socorro/SE, onde ocupa uma área de 18.000 m² e possui mais de 150 funcionários. Investindo em mão-de-obra cada vez mais especializada em caldeiraria e estrutura metálica, a SEMAM alia experiência e capacidade técnica na utilização de diferentes métodos construtivos de acordo com as características e necessidades de cada obra, proporcionando desta forma aos seus clientes uma maior economia, menor tempo de execução e maior precisão construtiva. É uma empresa que utiliza alta tecnologia na execução dos seus projetos, fazendo simulações em realidade virtual e detalhamento em 3D, garantindo desta forma que o projeto seja executado com alta precisão.

Para ofertar o conjunto das soluções SEMAM, a empresa orienta o seu modelo de negócios ao mercado nordestino, prospectando-o em cinco segmentos:

- ✓ Grandes empresas que demandam o fornecimento de estruturas metálicas (mineração; petróleo; petroquímica e outras);
- ✓ Construção de Galpões industriais na modalidade “turn-key”
- ✓ Construção de Prédios Comerciais
- ✓ Construção de Edifícios de múltiplos andares.
- ✓ Construção de casas habitacionais

Além de focar na industrialização de estruturas metálicas e nas construções baseadas nesta tecnologia, mercado em grande expansão no Brasil e no mundo, a SEMAM também desenvolveu a fabricação de componentes utilizados em seus projetos, tais como: perfis, lajes e telhas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados termos e conceitos relacionados com o estudo de tempos, movimentos e métodos, assim como informações a cerca de técnicas e métodos para seu desenvolvimento.

2.1 Administração da Produção

A administração da produção pode ser identificada desde as primeiras marcas históricas desenvolvidas na antiguidade, como as Pirâmides do Egito ou a Grande Muralha da China. Embora existam poucas publicações a respeito, aparentemente eram utilizados métodos gerenciais bem avançados para a época. (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 26)

Observa-se que, a manufatura, como se conhece nos dias atuais, surgiu na Inglaterra, entre os anos de 1765 a 1815, com o advento da Revolução Industrial, que foi uma consequência direta do surgimento de novas tecnologias associadas aos traços artesanais existentes até então (PAIVA; CARVALHO JR; FENSTERSEIFER, 2009, p. 28).

Dois séculos depois, as diretrizes da administração da produção passaram por grande transformação. Técnicas de sistematização de estudo e análise do trabalho foram desenvolvidas por Taylor. Era a racionalização dos processos, que será tratada em seção própria. Ressalta-se que, neste período, as organizações eram voltadas para grandes volumes de produção, demandando soluções práticas eficientes e gerenciais (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 30).

No Brasil, a história da manufatura mantém relação direta com a da indústria automobilística, isso porque, a partir dos anos 20, o país foi invadido por multinacionais desta área de atuação. Nos anos seguintes, fatos históricos e econômicos geraram um ambiente favorável para o crescimento industrial, trazendo a indústria nacional a patamares internacionalmente conhecidos. Contudo, somente com a implementação do modelo japonês e o advento da globalização foi que Brasil

entrou no século XX com potencialidade para competir com grandes multinacionais (PAIVA; CARVALHO JR; FENSTERSEIFER, 2009, p. 28).

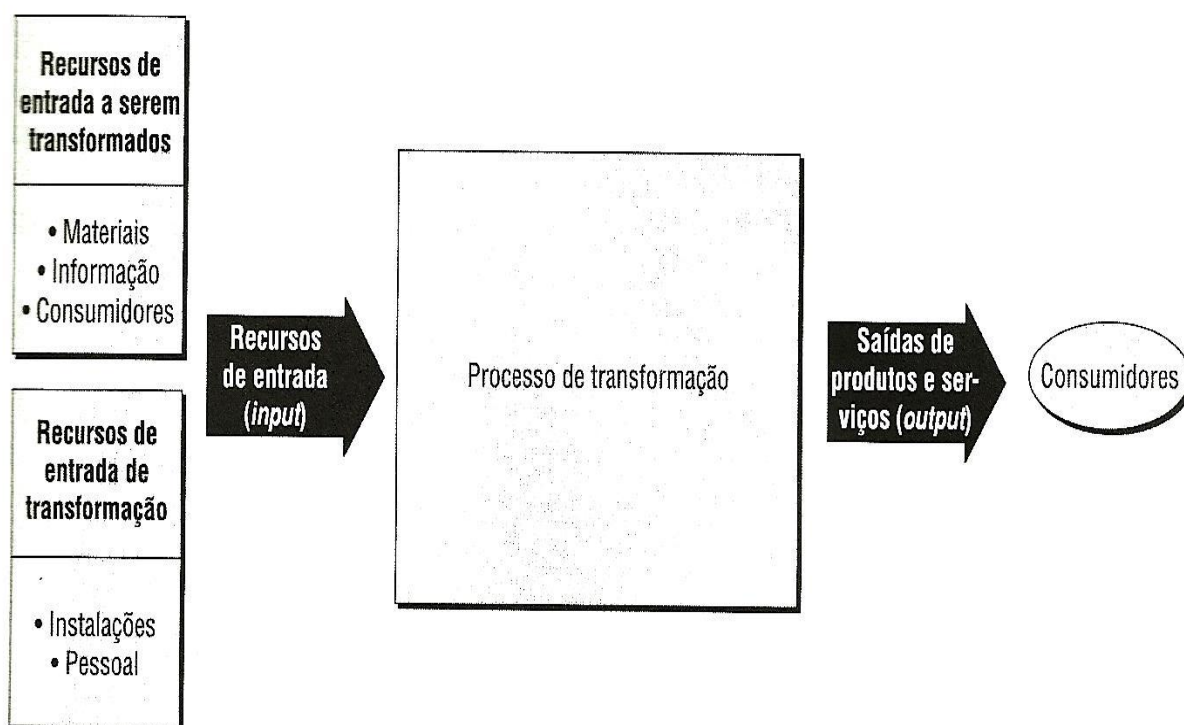
Diante da longevidade da existência da administração da produção, não é difícil encontrar diversos conceitos que a definam. Entretanto, evoluções ocorreram, até porque, não só a produção (manufatura) deve ser gerida, mas também os serviços realizados ou prestados (operações).

Entre todas as definições existentes, destaca-se a elaborada por Moreira (2010, p. 03), segundo a qual a administração da produção e de operações é “o campo de estudos dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função de produção (empresas industriais) ou operações (empresas de serviços)”.

É evidente que esta é a nomeação mais acertada, diante das sutilezas inerentes às mudanças ocorridas no decorrer das últimas décadas. Maximiano (2010, p. 06) observa que cabe a esta gestão diversas atividades, tais como: planejamento, organização, direção e controle de todo o processo produtivo.

Esta abrangência revela o aspecto essencial da produção e/ou operação, que é: processo produtivo ou sistema de produção. Segundo Slack; Chambers; Jonhston (2009, p. 08), estes sistemas produzem produtos e serviços através da transformação de entradas em saídas, como pode ser visualizado pela Figura 01.

Figura 01 – Modelo geral de sistemas de produção



Fonte: Slack; Chambers; Jonhston (2009, p. 09)

Como se pode perceber, os elementos essenciais destes sistemas são: os inputs (entradas), o processo de transformação e os outputs (saídas). Os inputs podem ser: recursos a serem transformados ou recursos de transformação. Os primeiros são os que serão tratados, transformados ou convertidos, geralmente compostos por materiais, informações e consumidores. Os recursos de transformação são as instalações (equipamentos, ferramentas, etc.) e pessoal (recursos humanos empregados para a transformação) (SLACK; CHAMBERS; JONHSON, 2009, p.12).

De acordo com Peinado; Graeml (2007, p. 53), o processo de transformação tem relação direta com a modificação de propriedades dos recursos a serem transformados. Assim, os materiais podem ter alteradas suas propriedades físicas, localização (entrega de encomendas) , posse ou propriedade (venda a varejo), possibilitando sua estocagem (armazém). O processamento de informações pode transformar suas propriedades informativas, sua posse (venda de pesquisa de mercados), sua localização (telecomunicações), podendo ser estocado (biblioteca). E os consumidores podem ter modificadas suas propriedades físicas (cabelereiro), acomodação (hotéis), localização (ônibus) ou e estado fisiológico (hospitais) ou psicológico (teatro).

Já as saídas podem ser produtos ou serviços, observando-se que as diferenças entre ambos são muito sutis. Segundo Slack; Chambers; Jonhston (2009, p. 11), a diferença mais marcante é a tangibilidade. No geral, os bens (produtos) são tangíveis, ou seja, que podem ser tocados e, por isso, podem ser estocados. De modo geral, representam um alto nível de investimentos em capital. Já os serviços são intangíveis e, portanto, não podem ser estocados.

Com efeito, independente da saída convertida no processo, a condução do sistema de produção de uma empresa, como um todo, tem importância tanto para sua sobrevivência no mercado competitivo, com redução contínua de perdas e maximização da produtividade e qualidade, quanto para a sociedade em geral, em razão do impacto que a mesma causa na vida dos indivíduos.

Observa-se, ainda, que, no contexto do mundo globalizado, existem diversos tipos de processos produtivos. Muitos deles apresentam características comuns, trançando, no entanto, aspectos diferenciais que lhe conferem denominação e tratamento diferenciado.

2.1.1 Tipos de processos

Atualmente existem diversos tipos de processos produtivos, sendo os principais: processos contínuos, por lotes ou bateladas, por encomendas ou projetos. O primeiro deles é subdividido em sistemas de produção em massa e de produção contínua propriamente dita. No entanto, ambos são caracterizados pela alta eficiência, inflexibilidade, repetitividade e padronização (MOREIRA, 2010, p. 09).

De acordo com Slack; Chambers; Jonhston (2009, p. 95), os processos de produção em massa são os que mantêm produção com alto volume e variedade relativa, tendo como exemplo as linhas de montagem de veículos. Observa-se que, nesse tipo de processo, as estações de trabalho são estruturadas em sequência, para facilitar a realização da tarefa.

Os processos de fluxo contínuo são muito semelhantes aos da produção em linha, inclusive no arranjo físico sequencial dos equipamentos. Só que, neste caso, tais equipamentos são conectados por tubulação ou correias transportadoras (tecnologia de baixa flexibilidade) promovendo maior volume. Sua variedade, no entanto, é muito baixa (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 336).

Os sistemas de produção por lotes ou bateladas tem fluxo intermitente. Estes processos possuem recursos humanos e equipamentos organizados de acordo com o tipo de habilidade, operação, ou seja, conforme o produto a ser produzido. Por isso mesmo é muito mais flexível que os contínuos, o que pode acarretar em problemas para o controle do mesmo (MOREIRA, 2010, p. 11).

Segundo Chiavenato (2005, p. 55), os sistemas são utilizados por empresas que produzem uma quantidade limitada de um tipo de produto por cada vez, sendo este dimensionado para atender a um determinado período de venda. Cada lote exige um plano de produção específico (com grande liberdade), sendo realizado logo após o pedido.

Ressalta-se que este tipo de sistema possui um subtipo denominado processo por jobbing, que se caracteriza pela alta variedade e pelos baixos volumes. Para sua realização, existem vários roteiros, em geral, associados com arranjos físicos funcionais (equipamentos agrupados por função), sem que haja conexão entre os centros produtivos. Seus equipamentos, quase sempre, são universais e flexíveis e os grupos de trabalho cuidam de toda a produção, devendo, para isso, serem polivalentes (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 335).

Os processos por projetos diferenciam-se dos por lotes ou jobbing, porque neste cada produto tem os recursos dedicados quase que exclusivamente para ele, enquanto, nos demais, cada produto deve compartilhar os recursos de operação com os outros (SLACK; CHAMBERS; JONHSTON, 2009, p. 93).

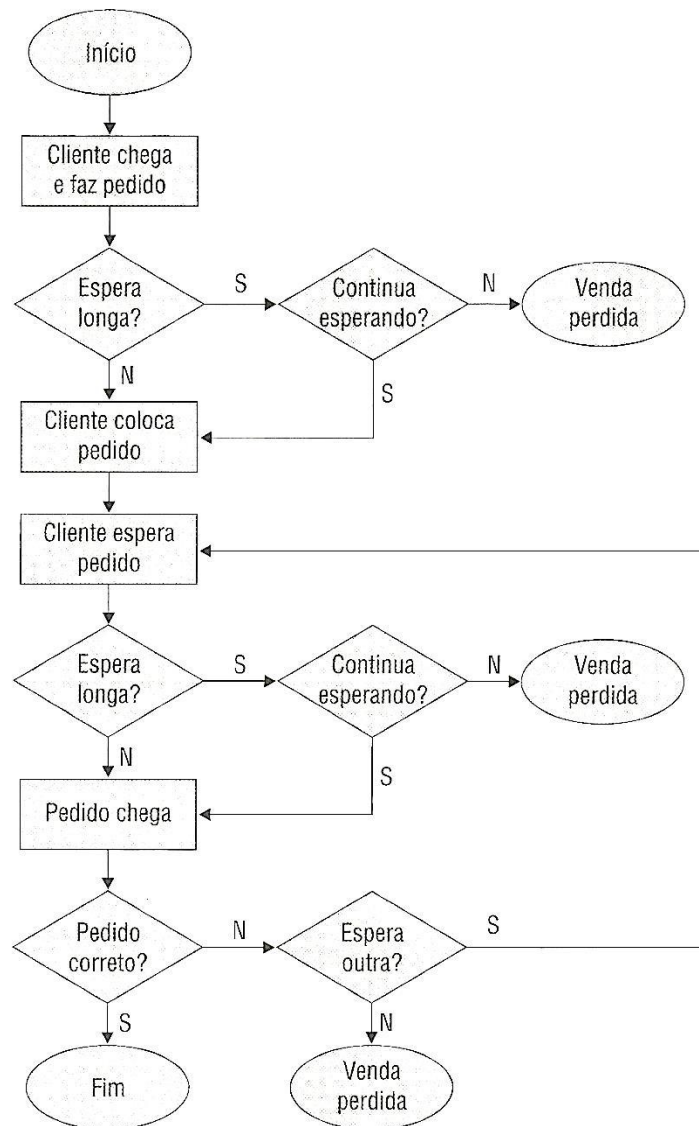
Segundo Chiavenato (2005, p. 53), no sistema de produção por projetos ou por encomenda, a empresa somente inicia a produção após o pedido de seus produtos. Só que, neste caso, o plano oferecido para cotação (como orçamento preliminar) passa a ser utilizado para planejar o trabalho. Suas principais características são: cada produto é único e específico, exigindo uma variedade de equipamentos e máquinas, assim como de operários especializados. Tem, ainda, data de entrega definida e existe dificuldade para fazer previsões de produção.

Todos estes processos podem ser mais bem visualizados e analisados através de seus fluxogramas, cujo estudo se verá adiante.

2.1.2 Fluxogramas gerenciais

Os fluxogramas intencionam, além de padronizar os processos, facilitar o acesso a informações que permitam seu melhoramento contínuo. Existem fluxos para análise de processos e para o estudo de tempos e movimentos (mapafluxo ou fluxo de processo). O estudo deste último está reservado em seção específica desta pesquisa. Por hora, cabe somente o estudo dos denominados fluxogramas gerenciais, como o visualizado na Figura 02 (SLACK; CHAMBERS; JONHSTON, 2009, p. 101).

Figura 02 – Fluxograma gerencial

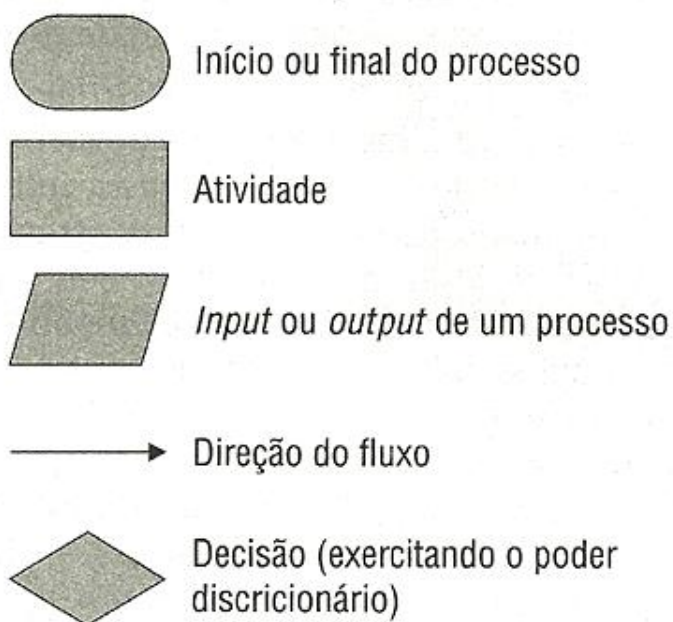


Fonte: Corrêa; Corrêa (2006, p. 343)

A análise do fluxograma permite avaliar uma operação em termos de sequência de passos desde a entrada de recursos do sistema, até suas saídas. Embora não tenha uma forma padronizada de elaboração, é representado por símbolos, cujo significado é reconhecido pela padronização, conforme mostra Figura 03 (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 342).

Assim, o terminador ou elipse é símbolo representativo do início e fim do processo; o losango, uma decisão a ser tomada dentro do processo; o retângulo representa uma atividade ou operação; o paralelogramo, um documento, *input* ou *output* do processo; e seta, a direção do fluxo (SLACK, CHAMBERS; JONHSTON, 2009, p. 102).

Figura 03 – Símbolos formadores do fluxograma



Fonte: Slack; Chambers; Jonhston (2009, p. 102)

Com efeito, a ordenação destes símbolos forma o fluxograma gerencial de um processo produtivo, conforme as etapas instituídas de um processo.

2.2 Administração Científica

A revolução industrial e todos os aspectos que a permeiam promoveu o surgimento de uma variável até então inexistente: as empresas precisavam, em razão de seu crescimento, ser administradas. Foi assim que, na virada do século XIX, surgiram os primeiros administradores do processo produtivo. Taylor, Gantt e Gilbert foram os precursores da sistematização dos processos, conhecida como “administração científica” (PAIVA; CARVALHO JR.; FENSTERSEIFER, 2009, p. 32).

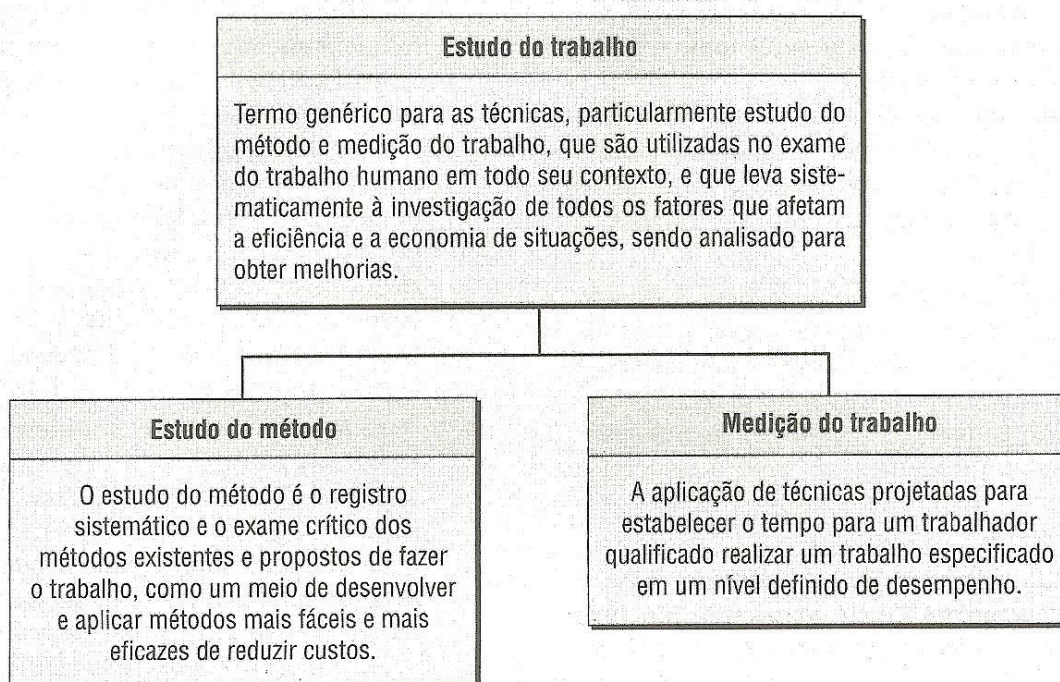
Segundo Maximiano (2010, p. 53), o berço da administração científica foi a Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos, fundada em 1880. Taylor implementou a ideia do estudo sistemático do tempo, com a definição de tempos padrão e da racionalização dos movimentos, que implicaram na formação da chamada racionalização dos processos produtivos.

De acordo com Chiavenato (2005, p. 14), a racionalização é “a técnica

que procura os métodos e processos mais adequados ao trabalho”. Através dela, é possível desenvolver um processo rápido e eficiente, com minimização de custos, de estoque e de trabalho na produção.

Segundo Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 254), o estudo de trabalho racional, como mostra a Figura 04, implica a verificação do método, onde se realiza o registro e o exame crítico do método existente, observando-se os movimentos inerentes ao processo (estudo dos movimentos) e a medição do trabalho, através do estabelecimento de tempos real, normal e padrão (estudo de tempos).

Figura 04 – Divisão do estudo do trabalho



Fonte: Slack, Chambers; Jonhston (2009, p. 254)

Desta forma, o processo deve ser estudado e os tempos mortos (tempos de esperas, tempos improdutivos, tempos ociosos, etc.), assim como movimentos inúteis ou improdutivos (de espera, duplicados, etc.) devem ser eliminados, para, assim, se definir um novo método de trabalho. Todo esse estudo tem como objetivo reduzir perdas e maximizar produção (CONTADOR *et al*, 2010, p. 14).

Diante dos aspectos e elementos apresentados nesta seção, fica evidente a necessidade de maiores explanações acerca do estudo de métodos, tempos e movimentos.

2.3 Estudo de Métodos

Método é a forma como um trabalho é realizado. Seu estudo se concentra na determinação dos métodos e atividades que devem ser incluídos ou excluídos do trabalho. Trata-se de uma abordagem sistemática que se desenvolve em seis passos: selecionar o trabalho estudado; registrar todos os fatos relevantes do método presente (registro do método atual); examinar esses fatos crítica e sequencialmente; desenvolver o método mais prático; implantar o novo método; e manter o método pela sua checagem (SLACK; CHAMBERES; JOHSTON, 2009, p. 256).

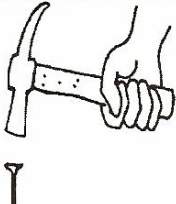
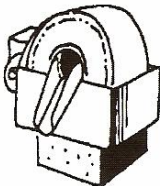
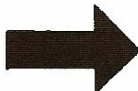
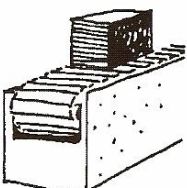
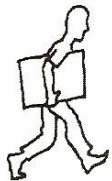
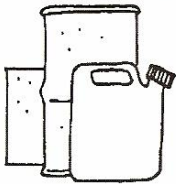
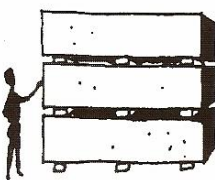
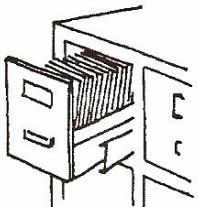
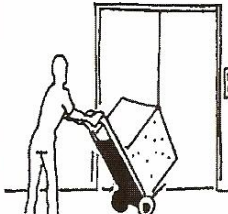
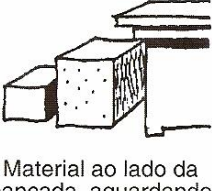
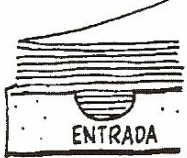
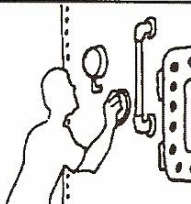
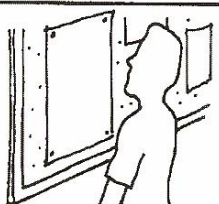
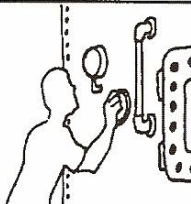
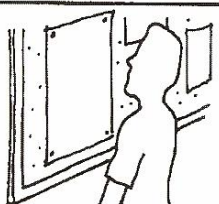
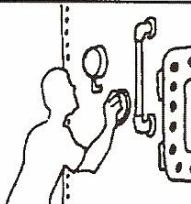
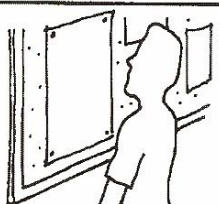
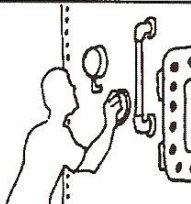
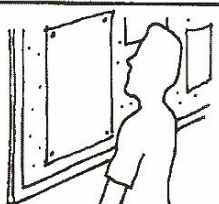
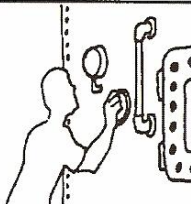
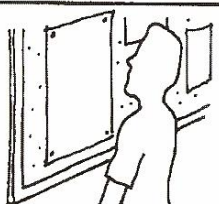
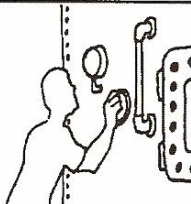
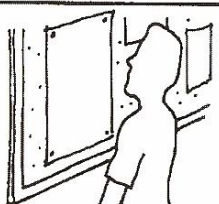
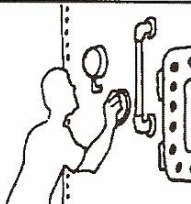
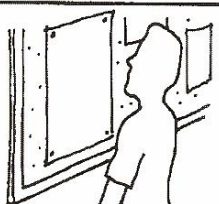
A seleção do trabalho a ser estudado geralmente se dá por sua relação com a produtividade e abertura para melhorias com menor custo. Assim, um processo que apresenta produtividade inferior a sua capacidade real, causando gargalos, ou tem maior escopo é o que apresenta mais chance de seleção. Contudo, a seleção pode ser realizada através do apontamento do processo pelo gestor da empresa (MOREIRA, 2010, p. 266).

De acordo com Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 257), o registro do método atual se dá através da sequência de atividades (sem divisão de elementos). Moreira (2010, p. 267) diz que esta etapa pode ser representada através de um fluxograma do material em processo, que “é a representação gráfica do que ocorre com os materiais durante a sequência bem definida de fases do processo produtivo”.

A representação desse fluxo pode ser observada na Figura 05, onde se visualizam os símbolos formadores desta ferramenta. Assim, o círculo representa uma operação, ou seja, quando um material tem sua característica física ou química alterada, ele é montado ou separado de outro objeto ou ele é preparado para o evento seguinte (MOREIRA, 2010, p. 267).

A seta representa o transporte, ou seja, a alteração da posição da matéria prima ou dos componentes. Observa-se, no entanto, que se este movimento integra uma operação ou inspeção, ela não deve ser colocada no fluxo. O quadrado representa uma inspeção no processo, ou seja, quando ele é examinado para identificação comparado em relação à quantidade ou qualidade dos mesmos. (BARNES, 2011, p. 47);

Figura 05 – Símbolos de fluxograma de material em processo

OPERAÇÃO				
	Um círculo indica uma operação, como por exemplo:	Pregar um prego	Misturar	Digitar
				
	Uma seta indica transporte, como por exemplo:	Mover material com carrinho	Mover material com correia	Carregar o material (mensageiro)
				
ESTOCAGEM	Um triângulo indica estocagem, como por exemplo:	Líquidos em contêineres	Produtos acabados em paletes	Documentos em arquivo
				
	A letra D maiúscula indica uma demora, como por exemplo:	Esperando elevador	Material ao lado da bancada, aguardando processamento	Formulários a serem preenchidos
				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas
DEMORA				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas
				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas
				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas
INSPEÇÃO				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas
				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas
				
	Um quadrado indica inspeção, como por exemplo:	Examinando peças acabadas	Verificando a pressão em uma caldeira	Verificando instruções escritas

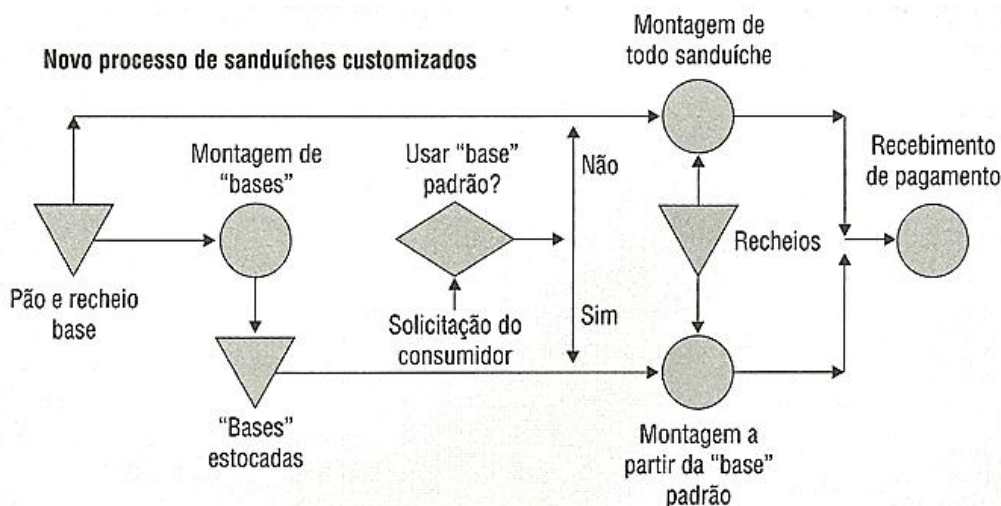
Fonte: Moreira (2010, p. 268)

O “D” representa atraso, espera ou demora, que é “a retenção não intencional do objeto”. Assim ocorre quando existe demora na realização da próxima etapa não prevista no processo. O triângulo invertido é a estocagem, quando a retenção é intencional (MOREIRA, 2010, p. 267).

Estes símbolos podem ser colocados em sequência ou em paralelo para

que o processo seja descrito, como mostra a Figura 06, formando, então, um fluxograma de materiais em processo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p.102).

Figura 06 – Fluxogramas de materiais em processo



Fonte: Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 103)

O exame desses fatos deve apontar fraquezas, equipamentos, ferramentas, entre outros aspectos. (SLACK, CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 258). Segundo Barnes (2011, p. 38 - 43), a próxima etapa (desenvolvimento de novo método) deve-se guiar por quatro enfoques: eliminação de todo trabalho desnecessário, onde se deve avaliar se todos os elementos que compõem a operação são realmente necessários; combinação de operações e elementos, na qual é reduzido o manuseio de materiais, ferramentas e equipamentos; modificação da sequência das operações, onde se identifica se outra sequência não pode ser mais produtiva do que a já adotada; e, simplificação das operações essenciais.

Posteriormente, deve-se implantar o novo método e mantê-lo regularmente. Reitera-se que o desenvolvimento de método mais prático é realizado através do estudo de movimentos e tempos.

2.4 Estudo de Tempo

O estudo de tempos visa medir o intervalo de tempo que leva para a realização de um processo, definindo-se seu tempo padrão. O conceito mais

completo é dado por Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 259), que diz ser:

Uma técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e ritmos de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com um nível definido de desempenhos.

Ressalta-se a existência de diversas técnicas empregadas para sua realização. Contudo, a mais utilizada é a denominada cronometragem, realizada com cronômetros. Segundo Xavier;Sena (2001, p. 18), cronometragem é “a determinação de tempos através de levantamentos cronométricos”. Assim, pode-se determinar a quantidade de tempo para executar determinada operação, medindo-se os tempos dos elementos que a compõem.

De acordo com Corrêa; Corrêa (2006, p. 365-368), o estudo de tempos por cronometragem deve ser realizado em cinco etapas: definição da tarefa a ser estudada; divisão da tarefa em elementos menores; cronometragem dos elementos; determinação do tamanho de amostras (número de ciclos a serem medidos); estabelecimento de padrões. Barnes (2011, p. 277), inclui, ainda, a avaliação de ritmo e a determinação de tolerâncias, elementos essenciais para o estabelecimento do tempo padrão.

2.4.1 Definição da operação e divisão da operação em elementos menores

Ainda segundo Barnes (2011, p. 279), a definição da tarefa tem relação com a obtenção de informações sobre a operação e seus profissionais. A divisão da operação em elementos menores é a descrição detalhada de cada operação, incluindo movimentos. Esta divisão é necessária para melhor descrever o processo, facilitar a cronometragem e determinar a variação do ritmo de trabalho ao longo do mesmo.

Esta divisão, no entanto, não pode ser exagerada, mas deve ter início e fim bem determinados, para que a cronometragem seja realizada adequadamente (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 365). Peinado e Graeml (2007, p. 97) sugerem que essa separação deve obedecer a regras gerais, que são: os elementos devem ser o mais curto possível, contudo, deve ser longo o suficiente para permitir uma cronometragem precisa; as ações do operador devem ser separadas da máquina; e,

deve haver a definição do atraso ocasionado pelo operador e pelo equipamento de forma separada.

Essa separação pode ser representada por gráficos de fluxos, que serão estudadas na seção de ferramentas de registro analítico.

2.4.2 Cronometragem dos tempos (tempo real) e números de ciclos (amostra)

Depois de divididos em elementos menores, estes devem ser cronometrados, para que seja obtido o denominado tempo real. Segundo Moreira (2010, p. 273) tempo real é “aquele que decorre realmente quando é feita uma operação”. Esses tempos devem ser registrados em folhas de registro ou de observações (BARNES, 2011, p. 284).

Feitas as cronometragens iniciais (número definido pelo analisador), determina-se o número de ciclos a serem medidos para a realização do estudo de tempos. Seu objetivo, segundo CORRÊA; CORRÊA (2006, p. 365), é obter um valor de tempo que corresponda a um tempo médio para cada elemento formador das operações.

Barnes (2011, p. 284) menciona que, mesmo que um colaborador realize um trabalho em ritmo regular, nem sempre a execução de cada elemento vai demandar o mesmo tempo. Segundo Peinado e Graeml (2008, p. 98), o número de ciclos de amostragem pode ser dado pelo resultado obtido da equação 01.

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times x \times d_2} \right)^2 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

N = Número de ciclos a serem cronometrados

Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade

R = Amplitude de amostra

Er = erro relativo da medida

d₂ = coeficiente em função do número de cronometragem realizada

X = média dos valores das observações

O “Z” tem relação direta com o grau de confiança desejada. Assim, como mostra o Quadro 01, quanto maior o grau de confiança maior o valor de “Z” (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 366).

Quadro 01 – Coeficiente de distribuição normal

CONFIANÇA DESEJADA %	Z
90	1,65
95	1,96
96	2,05
97	2,17
98	2,33
99	2,58

Fonte: CORRÊA; CORRÊA (2006, p. 366)

Segundo Peinado e Graeml (2007, p. 98), o valor de “ d_2 ” tem relação com o número de cronometragens iniciais, como pode ser visto no quadro 02. Portanto, quanto maior o número de ciclos cronometrados inicialmente, maior o valor dado ao coeficiente em função de cronometragens realizadas.

Quadro 02 – Coeficiente “ d_2 ”

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Peinado e Graeml (2007)

Ainda conforme lições de Peinado e Graeml (2007, p. 98), “ $\bar{x}$ ” é encontrado através da soma das cronometragens efetuadas, dividido pelo número de cronometragens; “ Er ” (erro relativo da medida) deve ter a porcentagem estimada pelo analista, que deve observar as diferenças entre as cronometragens; e o valor de “ R ” encontra-se através da diferença entre o maior e o menor tempo cronometrado.

2.4.3 Avaliação de ritmo

De acordo com Barnes (2011, p. 298), a avaliação do ritmo “é processo durante o qual o analista de estudo de tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal”.

Existem diversos meios de se realizar a avaliação do ritmo. Segundo Mendes (2007, p. 32), ela pode ser realizada através da habilidade e esforço, onde os padrões são expressos por pontos, onde se inclui a habilidade e o esforço do operador, visualizada em uma tabela padrão; sistema Westinghouse, que leva em consideração quatro fatores para determinar a eficiência do operador, que são habilidade, esforço, condições e consistência.

Existe, ainda, conforme Barnes (2011, p. 300), avaliação fisiológica, onde se mede a pulsação do operador durante a realização de uma operação por determinado lapso temporal. Por fim, a avaliação objetiva, onde se avalia a velocidade do operador em relação a uma velocidade padrão.

De acordo com Xavier; Sena (2001, p. 20), o ritmo de trabalho ou eficiência (expressões sinônimas), define-se por três fatores: rapidez dos gestos, precisão dos movimentos e respeito ao modo operatório. Embora todos estes métodos sejam aplicáveis, segundo Peinado; Graeml (2007, p. 101), a velocidade do operador é um elemento subjetivo, sendo o avaliador seu estipulador. Assim, de acordo com a técnica de avaliação objetiva, se estima como velocidade padrão o valor de 100% de eficiência, variando a velocidade indicada pelo avaliador, caso seja mais ou menos eficiente.

Estes valores serão determinantes para o cálculo do tempo normal da operação. Segundo Moreira (2010, p. 273), tempo normal é “o tempo requerido para um operador completar sua operação com velocidade normal”, conforme Equação 2:

$$TN = TR \times v/100 \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

TN = Tempo normal

TR = tempo real

v = velocidade ou eficiência

Calculado o tempo normal, passa-se à determinação do fator de tolerância e, posteriormente, do tempo padrão.

2.4.4 Fator de tolerância e tempo padrão

As tolerâncias são os tempos dispendidos pelo operador, durante a realização de suas atividades, em razão de necessidades pessoais ou do ambiente de trabalho. Estas tolerâncias podem, assim, ser classificadas como: pessoal, para fadiga e de espera, todas expostas, com seus respectivos valores, no Quadro 03 (MENDES, 2007, p. 33).

Quadro 03 – Valores típicos de tolerância

I. Tolerâncias constantes	Porcentagem
1. Tempo pessoal	5
2. Fadiga básica	4
II. Tolerâncias variáveis	
1. Posição anormal de trabalho	
a. Curvado	2
b. Deitado, esticado	7
2. Uso de força muscular (erguer, empurrar, puxar)	
Peso erguido, em libras	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
3. Iluminação	
a. Abaixo do recomendado	2
b. Bastante inadequada	5
4. Nível de ruído	
a. Intermitente e alto	2
b. Intermitente e muito alto	5
5. Monotonia	
a. Pequena	0
b. Média	1
c. Alta	4

Fonte: Moreira (2010, p. 275).

As tolerâncias pessoais, como o próprio nome diz, são as relacionadas com as necessidades pessoais (fisiológicas) do operador, como tempo de descanso, alimentação, etc. As para fadiga são as decorrentes de esforço físico ou monotonia exigidas pela atividade. E, as tolerâncias de espera são as evitáveis ou não, geralmente causadas pela máquina, pelo operador ou por fatores externos, tais como falta de materiais, falta de energia, etc. (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 103)

Segundo Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 260) entendem estas tolerâncias como oportunidades para o operador se recuperar fisiológica ou psicologicamente da execução do trabalho. Ressalta-se que, determinada a tolerância, segue-se para determinação do fator de tolerância.

Para Moreira (2010, p. 274), o fator de tolerância é atribuído para que, no cálculo do tempo padrão, sejam levadas em consideração as condições particulares da realização da operação. Este fator é dado pela equação 3:

$$FT = 100 + T \quad \text{Equação (3)}$$

ONDE:

FT = Fator de Tolerância

T = Tolerância

Determinadas as tolerâncias, é possível se determinar o tempo padrão das operações que, de acordo com Penado e Graelm (2007,p. 101) é calculado pela multiplicação do tempo normal e o fator de tolerância, como pode ser visualizado na equação 4:

$$TP = TN \times FT/100 \quad \text{Equação (4)}$$

ONDE:

TP = Tempo padrão

TN = Tempo Normal

FT = Fator de tolerância

Com efeito, o tempo padrão é “o requerido por uma operação quando as interrupções e condições especiais de operação forem levadas em consideração” (MOREIRA, 2010, p. 273). Observa-se que para realizar seu cálculo foi necessária a

cronometragem dos elementos da operação, identificação do número de ciclos a serem medidos e determinação do tempo normal. Para tanto, existem ferramentas de registro analítico.

2.4.5 Ferramentas de registro analítico

Como mencionado anteriormente, entre as primeiras etapas do estudo de tempos existe a de registro do processo atual adotado pela empresa e sua tomada de tempo. Nestes casos, o estudo em questão pode utilizar ferramentas de registro analítico, tais como gráficos de fluxo e gráfico de atividades (CONTADOR *et al*, 2010, p. 131).

Os gráficos de fluxo, como o visualizado na Figura 07, descrevem os processos conforme símbolos já estudados, indicando atividades que são realizadas.

Figura 07 – Gráfico de fluxo do processo

Método atual ☒		Método proposto ☐		GRÁFICO DO FLUXO DO PROCESSO	
ASSUNTO PESQUISADO: Pedido de ferramentas pequenas		DATA: _____		GRÁFICO POR J. C. H.	
O gráfico inicia na mesa do supervisor e termina na mesa da datilógrafa		no Departamento de Compras		GRÁFICO N.º R 136	
DEPARTAMENTO: Laboratório de pesquisa		FOLHA 1-1 FOLHA			
Dist. em pés	Tempo em min.	Símbolos do gráfico	DESCRIÇÃO DO PROCESSO		
		● → □ ▽	Pedido escrito pelo supervisor (uma cópia)		
		○ → □ ▽	Na mesa do supervisor (esperando o mensageiro)		
65		○ → □ ▽	Por mensageiro até à secretária do superintendente		
		○ → □ ▽	Na mesa da secretária (esperando ser datilografado)		
		● → □ ▽	Pedido datilografado (cópia do pedido original)		
15		○ → □ ▽	Pedido levado pela secretária ao superintendente		
		○ → □ ▽	Na mesa do superintendente (esperando aprovação)		
		○ → ■ ▽	Examinado e aprovado pelo superintendente		
		○ → □ ▽	Na mesa do superintendente (esperando mensageiro)		
20		○ → □ ▽	Para o Departamento de Compras		
		○ → □ ▽	Na mesa do comprador (esperando aprovação)		
		○ → ■ ▽	Examinado e aprovado		
		○ → □ ▽	Na mesa do comprador (esperando mensageiro)		
5		○ → □ ▽	Para a mesa da datilógrafa		
		○ → □ ▽	Na mesa da datilógrafa (esperando que esta emita o pedido de mercadorias)		
		● → □ ▽	Pedido de mercadorias datilografado		
		○ → □ ▽	Na mesa da datilógrafa (esperando transferência para o Escritório Central)		
		○ → □ ▽			
		○ → □ ▽			
		○ → □ ▽			
		○ → □ ▽			
		○ → □ ▽			
		○ → □ ▽			
105		3 4 2 8	Total		

Observa-se que tal gráfico possui uma variação denominada gráfico do fluxo do processo para grupos, visualizado na Figura 08, que é uma técnica que auxilia no estudo de atividades realizadas por um grupo de pessoas que trabalham simultaneamente, sendo composto de gráficos para cada membro e representados de forma única dispostos de uma forma que facilita o estudo do trabalho do grupo (BARNES, 2011, p.67).

Figura 08 – Gráfico de fluxo do processo em grupos

[illegible]

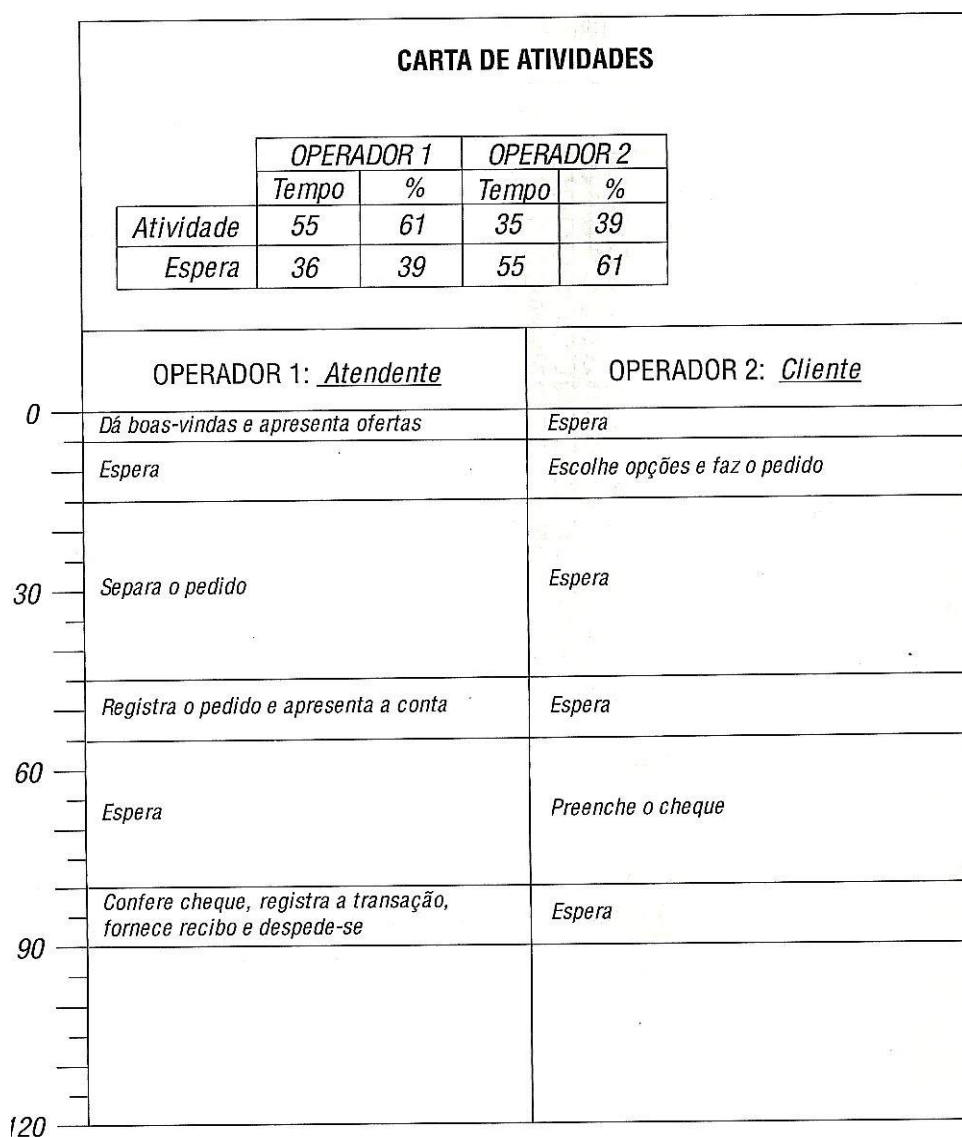
Fonte: Barnes (2011, p. 67)

Diferente do gráfico de trabalho realizado por uma única pessoa, no gráfico de fluxo em grupo, os gráficos de cada componente são colocados lado a lado, com os passos simultâneos representados na linha horizontal. Além disso, as atividades são numeradas e os números são colocados no centro do símbolo

(BARNES, 2011, p. 67).

A outra ferramenta de registro analítico são os gráficos de atividades. Segundo Contador *et al* (2010, p. 128) são utilizados para o detalhamento de atividades em função do tempo. Ele pode ser simples, em que é analisada uma máquina ou um homem, ou de atividades múltiplas (Figura 09), em que se analisa o trabalho simultâneo de dois ou mais homens, de homens e máquinas ou entre máquinas.

Figura 09 – Gráfico de atividades múltiplas



Fonte: Corrêa; Corrêa (2006, p. 361)

Para sua construção, suas etapas e tarefas são descritas ao lado e uma escala de tempo, facilitando a visualização do tempo em atividade e dos tempos em espera, que podem ser eliminados (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 361).

3 METODOLOGIA

Em um trabalho científico, a seção voltada para a metodologia é a indicativa do método aplicado para a realização da pesquisa, incluindo aí, sua caracterização, instrumentos utilizados, variáveis, coleta e tratamentos de dados, entre outros aspectos.

Segundo Batista (2013, p. 46), metodologia é:

Momento em que o pesquisador especifica o método que irá adotar para alcançar seus objetivos, optando por um tipo de pesquisa. É também o momento de definir como se irá proceder na coleta de dados. A *metodologia* tanto pode referir-se ao tipo de investigação, de argumentação, como pode apresentar a caracterização da pesquisa.

Destarte, ela deve tratar dos caminhos percorridos pelo pesquisador para alcançar os objetivos propostos e demonstrar os resultados conquistados.

3.1 Abordagem metodológica

De acordo com Marconi; Lakatos (2009, p. 83), método é “conjunto de atividades sistemáticas que com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo (...) traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”.

Com base neste conceito, a abordagem metodológica adotada por esta pesquisa é de estudo de caso. Segundo Gil (2002, p. 58) apud Batista (2013, p. 44), classifica-se uma pesquisa como estudo de caso quem a mesma trata da caracterização profunda de um fenômeno, de modo a permitir sua investigação ampla detalhada.

Assim, o estudo de caso realizada na empresa em análise é direcionada ao setor de soldagem do processo de montagem de pilar metálico na empresa em estudo, fim de se identificar tempo padrão de soldagem por projeto com 4 peças e assim desenvolver método de trabalho mais eficiente para as atividades descritas,

na forma indicada pelos objetivos específicos apontados **(1.2.2)**. Atente-se, ainda, que os resultados somente foram alcançados através da análise constante dos dados coletados pelo pesquisador.

3.2 Caracterização da Pesquisa

Segundo Batista (2013, p. 46), a caracterização da pesquisa pode ser realizada quanto aos fins, quanto ao objeto e quanto à abordagem.

3.2.1 Quanto aos fins

A caracterização da pesquisa quanto aos fins é relação com os objetivos que ela deseja alcançar, podendo ser classificada como exploratória, explicativa ou descritiva.

Segundo Marconi; Lakatos (2009, p. 190), as pesquisas exploratórias são:

Investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos.

Assim, essas pesquisas tem a função de deixar um problema ou fenômeno mais explícito, através do aprofundamento no estudo do mesmo. No que se refere às pesquisa explicativas, de acordo com Gil (1999, p. 46) apud Batista (2013, p. 46), são as que procuram apontar os fatores que levam a ocorrência de um fenômeno, aprofundando o conhecimento de uma realidade já existente.

Os estudos descritivos têm como objetivos detalhar os atributos de um fenômeno, estabelecendo sua relação com os resultados. Este tipo de pesquisa tem como característica a adoção de procedimentos formais que permitem a formação de perfis ou propriedades, resultantes de sua própria descrição (BATISTA, 2013, p. 122).

Com efeito, esta pesquisa pode ser caracterizada pela como descritiva, pois descreverá todo o processo de soldagem na montagem de pilares metálicos, revelando características que lhes são próprias. Pode, também, ser considerada

explicativa, pois aponta fatores que contribuem para os atrasos na produção da área estudada, identificando mão de obra ociosa e esforço físico que promove a fadiga muscular dos colaboradores. Além disso, é exploratória porque evidencia o problema de método adotado pela empresa.

3.2.2 Quanto ao objeto

A caracterização quanto ao objeto guarda relação com os meios utilizados para realização da pesquisa, no que se refere à coleta de dados da mesma. Esta caracterização pode ser dada sob as seguintes classificações: bibliográfica, documental e de campo.

Pesquisas bibliográficas são as que se desenvolvem explicando um fenômeno a partir de teorias publicadas em livros e artigos científicos. Seu objetivo é analisar as contribuições teóricas acerca de um tema. Observa-se, no entanto, que pode ser utilizada para fundamentar pesquisa com outra caracterização, sendo possível que a mesma seja somente parte bibliográfica (KOCHE, 2003, p. 122).

Segundo Marconi; Lakatos (2009, p.188), a pesquisa de campo é a que, através da observação direta (observação pessoal do pesquisador) ou indireta (questionário, entrevista, etc) para conseguir informação e ou conhecimentos de um problema ou processo.

Já a pesquisa documental é a que utiliza documentos que ainda não receberam tratamento analítico, tais como fotos, manuais, etc. (BATISTA, 2013, p. 46). E, as pesquisas laboratoriais são as que “consiste em determinar o objetivo de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz” (GIL, 2002, p. 53 apud BATISTA, 2013, p. 46).

Esta pesquisa possui características bibliográficas, pois utiliza publicações científicas para embasar as ferramentas utilizadas para analisar e alcançar os resultados apresentados. É, ainda, de campo, porque o mapeamento do processo, assim como os tempos cronometrados pelo modelo adotado e o modelo proposto são realizados através da observação direta feita pelo pesquisador.

3.2.3 Quanto à abordagem

A caracterização quanto à abordagem tem relação com tratamento dados aos dados coletados. Assim, a pesquisa pode assumir características quantitativas e/ou qualitativas. Diz-se quantitativa, se presentes dados mensuráveis, perfis estatísticos, com ou sem cruzamentos de variáveis, que auxiliam na formação dos resultados. A pesquisa é chamada qualitativa, se o estudo tiver como uma análise de interpretação do problema ou fenômeno (BATISTA, 2013, p. 47).

Esta pesquisa é, portanto, quantitativa, por trazer em seu bojo dados relativos a tempo de concretização de um ciclo de produção, bem como da produtividade com o método aplicado atualmente pela empresa em estudo. É, também, qualitativa, porque através do estudo de tempos e movimentos é possível compreender as causas de demora na produção do setor.

3.3 Instrumentos de Pesquisa

Os instrumentos de pesquisa são os meios empregados para coletar os dados, podendo apresentar diversas variações, como afirma Marconi; Lakatos (2009, p. 228).

Este trabalho utilizou como ferramenta um cronômetro para a tomada dos tempos, assim como a observação do processo pelo próprio pesquisador (observação direta).

3.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa

A unidade de pesquisa é o local onde a mesma é realizada. No caso do presente estudo, a unidade é uma empresa de fabricação de pilares metálicos, a SAMAM, localizada, atualmente, no município de Nossa Senhora do Socorro, Estado de Sergipe.

Quanto ao universo da pesquisa, Marconi; Lakatos (2009, p. 225) é “o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”. A amostra, portanto, é uma parcela desta população.

O universo desta pesquisa é o setor de soldagem da empresa em estudo, que é composto por 06 equipes, cada uma com três funcionários (Assistente, soldador e caldeireiro), todos do sexo masculino, com idade variante entre 23 e 47 anos. A amostra do estudo, será somente a equipe denominada com o número 04, cujos trabalhadores estão na média de idade do universos, assim como de tempo de serviço nas respectivas funções.

3.5 Definição de Variáveis

Segundo Koche (2003, p. 112), variáveis são:

Aqueles aspectos, propriedades, características individuais o fatores, mensuráveis ou potencialmente mensuráveis, através dos diferentes valores que assumem, discerníveis em um objeto de estudo, para testar a relação enunciada m uma proposição.

Fundamentado neste conceito e nos objetivos específicos propostos, as variáveis e indicadores da pesquisa podem ser visualizadas no Quadro 04, que apresenta a relação entre a variável estudada, seus indicadores e os objetivos específicos associados.

Quadro 04 – Variáveis e indicadores da pesquisa

Variáveis	Indicadores	Objetivos
Produção por ciclo de trabalho em projeto composto por quatro peças	Tempo de execução da atividade	2,3
	Movimentos realizados nas atividades	1,3,4
	Método aplicado pela empresa	1,3,4
Legenda: 1 - Mapear o processo de soldagem de pilares metálicos sem furo da empresa em estudo; 2 - Estabelecer o tempo padrão do método atualmente aplicado na empresa no processo produtivo em análise 3 - Desenvolver novo método para o processo produtivo em estudo; 4 -Apresentar benefícios gerados com a aplicação do novo método.		

Fonte: Autor da pesquisa

3.6 Plano de Registro e Análise de Dados

A primeira etapa da pesquisa foi realizada através da observação direta do processo, registrando-se, com auxilio de papel e caneta, todas as operações e

elementos que a formavam. Estes dados foram transcritos para Word e, depois para o software Office Vision 2007, onde foi elaborado fluxograma do processo.

Divididas as operações, os tempos foram coletados com o uso de cronômetro e registrados, primeiro em folha de tomada de tempos (4.2.3) e, posteriormente, em planilha Excel para elaboração de tabelas de tempos por operações e tempos padrões. Em seguida, foram utilizadas fórmulas apropriadas para calcular tempos normais e o tempo padrão do ciclo de trabalho com projeto de quatro pilares metálicos.

Identificados os problemas, também através da observação direta, foi elaborado um novo método, pondo-o em funcionamento na amostra para realizar nova tomada de tempo, registrado e analisado nos mesmos moldes que o método antigo.

Calculado o tempo padrão deste novo método, foram coletados dados comparativos com outra equipe, para assim, demonstrar os benefícios com a aplicação do novo método. Além disso, os dados extraídos desta comparação, foram registrados em Excel para elaboração de gráficos indicativos dos benefícios mencionados.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Em estudos realizados no processo de montagem de pilares metálicos no segundo semestre de 2012, foram observadas perdas relacionadas com o método adotado para a realização das atividades do processo de soldagem. Surge, aí, o interesse pelo estudo de tempos e movimentos, a fim de se desenvolver método mais eficiente para o processo em questão.

4.1 Estudo do Método Atual

Antes de se iniciar o estudo de tempos e movimentos, deve-se, preliminarmente, apresentar o mapeamento do processo em estudo, pontuar características dos colaboradores e da organização, assim como elencar os elementos gerais que influenciam no processo de soldagem na montagem de pilares metálicos.

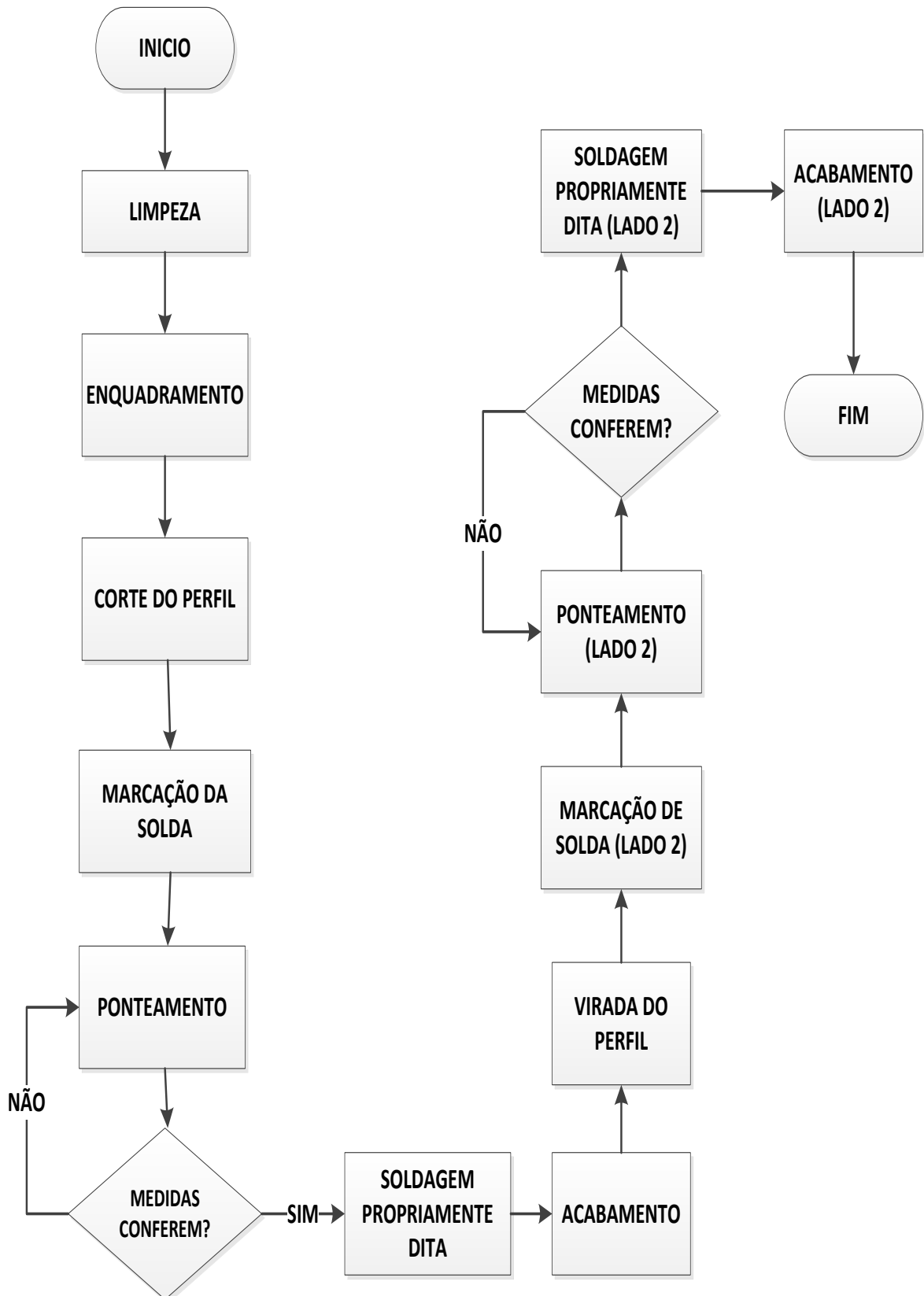
4.1.1 Registro de método atual

O processo de soldagem na montagem de pilares metálicos se inicia com a limpeza do perfil (pilar) a ser montado, como mostra a Figura 10. Essa limpeza é feita pelo auxiliar de caldeiraria. Depois de limpo, o perfil segue para o enquadramento, onde o caldeireiro verifica as medições das extremidades do pilar, faz a marcação e executa o corte das laterais para deixá-lo o mais plano possível (conforme determinação do projeto). Para tanto, o auxiliar faz o lixamento das laterais e verifica (caldeireiro) se, após o lixamento, o perfil está no esquadro.

Estando no esquadro, o soldador marca e executa o corte do perfil. O auxiliar, então, lixa o local da solda, e executa a limpeza do pilar. Inicia-se a marcação de solda do perfil. Nesta operação, o caldeireiro verifica as medidas de solda, marcando-as. O auxiliar confere a codificação (de acordo com desenho) e

numera o pilar com marcador industrial para que não se misture com outros projetos, no caso de parada da produção.

Figura 10 – Fluxograma do processo de soldagem na montagem de pilar metálica



Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Marcado o perfil, conferem-se todos os seus elementos, iniciando a operação de ponteamto. Ponteiam-se os elementos a serem fixados com a solda, conferem-se as medidas duas vezes, passando o pilar para a solda propriamente dita. Após a soldagem, é realizado o acabamento deste lado do perfil. Para se reiniciar o processo no lado oposto, o pilar é virado.

Assim, o lado 02 do perfil é marcado, ponteadado, tem os elementos fixados por solda e sofre o acabamento. O processo é finalizado com a marcação do perfil com um martelo. Essa marcação grava o número (código) identificado no projeto (desenho técnico), sendo, então, enviado a outra área, onde se dá seguimento à montagem do pilar metálico.

4.1.2 Observações sobre processo, colaboradores e empresa

De modo geral, o processo de soldagem é apenas um dos vários que compõem o processo de montagem de pilares metálico. Contudo, pode ser considerado um dos mais importantes, considerando o fato de ser ele o responsável pela fixação dos elementos do projeto no perfil soldado e dar-lhe segurança e confiabilidade.

Este processo funciona com 5 equipes que realizam as atividades descritas, segundo padrão estabelecido pela empresa. Esta, embora preocupada com o bem estar e segurança de seus colaboradores, assim como com a qualidade dos produtos que oferece, deve realizar estudos mais aprofundados acerca dos fatores e aspectos que compõem os processos que fazem parte da montagem de pilares metálicos.

Os colaboradores do setor de soldagem têm idades bem variáveis, de acordo com a função que exercem no processo. O mesmo se dá em relação ao tempo de exercícios das atividades dentro da empresa. No geral, a idade varia entre 24 e 55 anos e o tempo nas funções, entre 06 meses e 25 anos de serviço. Maiores detalhes a respeito serão dados no estudo de tempo, mais especificadamente, na seção referente ao registro de informações sobre a operação e o profissional.

4.2 Estudo de Tempo

Para a realização do estudo de tempo, devem ser seguidos sete passos: registro de informações sobre a operação e o profissional; divisão das operações em elementos menores; escolha do instrumento e tipo de registro; o registro de tempos cronometrados; determinação de número de ciclos; avaliação do ritmo e fator de tolerância; e, finalmente, o estabelecimento do tempo padrão das operações e do processo.

4.2.1 Registro de informações sobre a operação e o profissional

Para amostra desta pesquisa foi escolhida a equipe 05. Esta escolha foi motivada porque seus colaboradores têm a idade média das demais, assim como tempo médio na função, dando-se, assim, maior confiabilidade à posterior tomada de tempos reais das operações e elementos que formam o processo.

Cada equipe é formada por 03 colaboradores, a saber: 01 auxiliar, 01 caldeireiro e 01 soldador. O auxiliar é responsável pelos trabalhos de acabamento, limpeza e virada dos perfis, contribuindo muito com sua força física. No geral, sua idade varia entre 24 e 35 anos, em média 3 anos na função, a qual não exige alto conhecimento técnico para o exercício de suas atividades. Observa-se que todos possuem porte físico hercúleo

O auxiliar técnico da equipe escolhida tem 28 anos e exerce a função há 2 anos e meio. Os caldeireiros da empresa têm, em média, 39 anos de idade e de 4 a 10 anos de tempo na função. O caldeireiro da equipe escolhida tem 41 anos e 6 anos de trabalho na empresa, nesta função. O trabalho de caldeireiro também exige esforço físico, principalmente na virada do perfil. Contudo, suas atribuições são concentradas nas atividades de medição e marcação do perfil, seja de corte, seja de ponteamto, ou mesmo de solda.

Os soldadores do setor têm idade variada entre 35 e 58 anos. O da equipe escolhida está com 42 anos. Quanto ao tempo na função, a variação também é muito grande, tendo em média, 8 anos de exercício de tais atividades, como vemos na amostra escolhida.

Os instrumentos utilizados não apresentam características específicas

que possam ser motivadoras de problemas no processo. De modo geral, utilizam-se marcadores industriais, martelo, solda, lixadeiras, EPIs, esquadros, etc. No entanto, observou-se a inexistência de auxílio automatizado para a virada do perfil que pesa, geralmente, cerca de 790 quilos¹.

Embora o perfil chegue ao setor por intermédio de esteiras rolantes, a virada para marcação, ponteamto e soldagem do lado 2 do pilar é realizada por alavancas mecânicas, no modo que será visualizado no estudo de movimentos, que demanda maior esforço físico de todos os colaboradores.

No que se refere a operação em si, foi observada que as atividades são realizadas de forma sequencial e individualizada. Assim, cada operação é realizada quando a anterior é finalizada em cada perfil do projeto, ou seja, os pilares são soldados separadamente, passando por todas as operações, de forma sequencial. Desta forma, se o projeto for de soldagem de 04 pilares de 8 metros (como o adotado na amostra desta pesquisa), cada pilar passará isoladamente por todas as operações anteriormente descritas. Finalizando-se o primeiro (com o acabamento do lado 02), inicia-se o segundo e assim por diante.

4.2.2 Divisão das operações em elementos menores

O processo de soldagem é dividido em 14 operações. Tal divisão ocorre, assim, em razão das atividades e dos operadores que as realizam. A primeira operação, denominada limpeza, é realizada pelo auxiliar de produção e foi dividida em duas operações, como mostra Quadro 05

Quadro 05 – Operação 01 - limpeza

1º OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PERFIL
Preparação da Lixadeira para Limpeza
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfil

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Nesta operação, o auxiliar da equipe prepara a lixadeira e executa a limpeza das extremidades do perfil. A segunda operação “enquadramento do perfil”

¹ Média de peso, já que a empresa fabrica pilares de 12 metros (950 Kg), 10 metros (792 Kg) e de 8 metros de extensão (633 Kg)

é formada por cinco elementos, como mostra o Quadro 06.

Quadro 06 – Operação 02 – Enquadramento do perfil

2º OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DO PERFIL
Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.
Realizar a marcação do enquadramento
Preparação para ajuste
Execução do ajuste
Verificação do esquadro

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Desta forma, finalizada a limpeza, o caldeireiro realiza a medição com o esquadro das extremidades do perfil e faz a marcação do enquadramento. O operador prepara o perfil, então, para o ajuste, realizando nova verificação de esquadro, a fim de se ter certeza das medidas. Caso não estejam corretas, a operação é reiniciada.

A operação 03, “corte do perfil (lado 01)” é formado por quatro elementos, como visualizado no Quadro 07. O soldador faz a verificação das medidas de corte no desenho, analisando-o. Marca o perfil, preparando a máquina de maçarico e executando o corte.

Quadro 07 – Operação 03– Corte do perfil (lado 01)

3º OPERAÇÃO: CORTES DO PERFIL (LADO 01)
Verificação das medidas de corte no desenho
Marcação do corte
Preparação da máquina de Maçarico
Execução o corte

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

A operação 04 é chamada de “limpeza do corte do perfil”. Ela é realizada após o corte e é formada por dois elementos, como mostra o Quadro 08. O auxiliar prepara a lixadeira (liga a mesma) e executa a limpeza das extremidades do perfil, deixando-os o mais plano possível.

Quadro 08 – Operação 04 – Limpeza do corte do perfil

4º OPERAÇÃO: LIMPEZA DO CORTE DO PERFIL
Preparação da Lixadeira para Limpeza
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

A operação 05, chamada de marcação da solda do perfil é dividida em 04

elementos, sendo realizada pelo caldeireiro. Este operador faz a verificação das medidas de solda, marcando-a. Depois confere a codificação do perfil no desenho e, com marcador industrial, executa a numeração do mesmo, como mostra o Quadro 09.

Quadro 09 – Operação 05 – Marcação da solda do perfil

5º OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL
Verificação das medidas de solda
Marcação da solda
Operador confere a codificação conforme o desenho
Realiza a numeração

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

A operação 06, chamada de “ponteamento do perfil (lado 01), é formada por 04 elementos (Quadro 10), sendo realizada pelo soldador. Este profissional faz a conferência pelo desenho, prepara a máquina de solda e ponteia os elementos a serem fixados com a solda. Realiza, então, nova conferência”.

Quadro 10 – Operação 06 – Ponteamento do perfil (lado 01)

6º OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 01)
Conferencias pelo desenho
Preparação da máquina de Solda
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda
Conferência das medições de solda conforme desenho

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

A operação 07, “soldagem propriamente dita do perfil” (lado 01), como mostra o Quadro 11, é formada por dois elementos. O soldador prepara a máquina de solda e realiza a soldagem no pilar.

Quadro 11 – Operação 07 – Soldagem propriamente dita do perfil (lado 01)

7º OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 1)
Preparação da máquina de Solda
Solda os elementos a serem fixados com a solda

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Posteriormente, o auxiliar faz o “acabamento com lixadeira do perfil (lado 01)”. Como pode ser visualizado no Quadro 12, o auxiliar prepara a lixadeira e faz a limpeza do perfil depois da solda.

Quadro 12 – Operação 08 – Acabamento com lixadeira do perfil (lado 01)

8º OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PERFIL (LADO 1)
Preparação da Lixadeira para Limpeza
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis
Inspeção de Soldagem

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

A operação 09, como mostra o Quadro 13, é formada por dois elementos. Primeiro dois dos membros da equipe pegam uma alavanca e o terceiro executa a virada da peça com o pé.

Quadro 13 – Operação 09 – Virada do perfil

9º OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL
Pegar alavanca (dois operadores)
O terceiro operador executa a virada da peça com o auxílio de do pé

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Como mostra o Quadro 14, a 10ª operação é composta de dois elementos. O caldeireiro verifica as medidas de solda e realiza sua marcação no perfil.

Quadro 14 – Operação 10 – Marcação de solda do perfil (lado 02)

10º OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL (LADO 2)
Verificação das medidas de solda
Marcação da solda

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

O soldador, então, realiza as conferências pelo desenho, prepara a máquina de solda, ponteia os elementos e realiza a conferência das medições novamente, formando, assim, a 11ª operação com quatro elementos, como mostra o Quadro 15.

Quadro 15 – Operação 11 – Ponteamento do perfil (lado 02)

11º OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 2)
Conferencias pelo desenho
Preparação da máquina de Solda
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda
Conferência das medições de solda conforme desenho

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Observa-se que se as medidas não estiverem corretas, a operação é reiniciada. Passa-se, então, para a 12ª operação, composta de dois elementos (Quadro 16) realizados pelo soldador. Este operador prepara a máquina de solda e realiza a solda do lado 2 do pilar.

Quadro 16 – Operação 12 – Soldagem propriamente dita do perfil (lado 02)

12º OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)
Preparação da máquina de Solda
Solda os elementos a serem fixados com a solda

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

A operação 13 (Quadro 17) é de acabamento com lixadeira do lado 02 do perfil. Assim como as outras operações de limpeza, ela é realizada pelo auxiliar que faz a preparação da lixadeira e realiza a limpeza.

Quadro 17 – Operação 13 – Acabamento com lixadeira (lado 02)

13º OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 2)
Preparação da Lixadeira para Limpeza
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis
Inspeção de Soldagem

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Por fim, a 14ª Operação, chamada de “codificação do perfil com martelo” é formada por dois elementos, como mostra Quadro 18. O caldeireiro pega a numeração do desenho e realiza a numeração correspondente no perfil com o martelo.

Quadro 18 – Operação 14 – Codificação do perfil com martelo

14º OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PERFIL COM MARTELO
Operador pega a numeração no desenho
Realiza a numeração com martelo

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Todas estas operações e elementos compõem o mapafluxo visualizado nos Quadros 19 e 20, a seguir ilustrados. Como está demonstrado, o método atual adotado pela empresa é formado por 41 elementos.

Quadro 19 – Mapafluxo do processo de soldagem de pilares metálicos

MAPAFLUXO DO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILARES METÁLICOS		
SIMBOLOS		Tipo de Rotina: Processo (X) Atual () Porposta
● Operação = 31	Setor: Soldagem	
➡ Transporte = 0	Efetuado por: Daniel Tude	
■ Inspeção = 10	Data: 08/04/2013	
▲ Estocagem = 0	Operações do Processo de Soldagem	
D Demora = 0		
ITEM		
1	●	Preparação da Lixadeira para Limpeza
2	●	Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis
3	●	Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.
4	●	Realizar a marcação do enquadramento
5	●	Preparação para ajuste
6	●	Execução do ajuste
7	■	Verificação do esquadro
8	■	Verificação das medidas de corte no desenho
9	●	Marcação do corte
10	●	Preparação da máquina de Maçarico
11	●	Execução o corte
12	●	Preparação da Lixadeira para Limpeza
13	●	Execução da Limpeza das extremidades do Perfil
14	■	Verificação das medidas de solda
15	●	Marcação da solda
16	●	Operador confere a codificação conforme o desenho
17	●	Realiza a numeração
18	■	Conferencias pelo desenho
19	●	Preparação da máquina de Solda
20	●	Ponteia os elementos a serem fixados com a solda

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 20 – Continuação do mapafluxo do processo em estudo

MAPAFLUXO DO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILARES METÁLICOS		
SIMBOLOS		Tipo de Rotina: Processo (X) Atual () Porposta
● Operação = 31	Setor: Soldagem	
➡ Transporte = 0	Efetuado por: Daniel Tude	
■ Inspeção = 10	Data: 08/04/2013	
▲ Estocagem = 0	Operações do Processo de Soldagem	
D Demora = 0		
ITEM		
21	■	Conferência das medições de solda conforme desenho
22	●	Preparação da máquina de Solda
23	●	Solda os elementos a serem fixados com a solda
24	●	Preparação da Lixadeira para Limpeza
25	●	Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis
26	■	Inspeção de Soldagem
27	●	Pegar alavanca (dois operadores)
28	●	O terceiro operador executa a virada da peça com o auxílio de do pé
29	■	Verificação das medidas de solda
30	●	Marcação da solda
31	■	Conferencias pelo desenho
32	●	Preparação da máquina de Solda
33	●	Ponteia os elementos a serem fixados com a solda
34	■	Conferência das medições de solda conforme desenho
35	●	Preparação da máquina de Solda
36	●	Solda os elementos a serem fixados com a solda
37	●	Preparação da Lixadeira para Limpeza
38	●	Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis
39	■	Inspeção de Soldagem
40	●	Operador pega a numeração no desenho
41	●	Realiza a numeração

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Feita a divisão das operações em elementos menores, foi realizada a escolha do instrumento e elaboração do método de registro de tempos.

4.2.3 Instrumentos e tipo de registro

O instrumento para coleta de tempo será um cronômetro e o registro de

tempos será realizado em planilha Excel, conforme modelo representado no Quadro 21.

Quadro 21 – Folha de tomada de tempos

Operação Manual (tempos em Minutos)	Célula de Produção														
	Medições (vezes)														
Elementos	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Média	TN	t	FT	TP
1ª OPERAÇÃO:															
TOTAL															
2ª OPERAÇÃO:															
TOTAL															
3ª OPERAÇÃO:															
TOTAL															
4ª OPERAÇÃO:															
TOTAL															
5ª OPERAÇÃO:															
TOTAL															

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Elaborado o formulário de coleta de tempos com as 14 operações e elementos, iniciou-se o registro dos tempos.

4.2.4 Registro do tempo

Como mencionado anteriormente, a amostra é uma equipe de soldagem da empresa em estudo. Para o registro de tempo, o analisador determinou a tomada de 10 cronometragens iniciais, todas elas registradas no formulário de

tempo, como mostra o Quadro 22 e 23.

Quadro 22 – Tomada de tempos reais das operações de soldagem de pilar metálico

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	Média	TN	t	FT	TP
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	2,73	3,88	3,71	3,51	3,52	3,47	3,45	3,49	3,55				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	22,75	25,75	22,98	21,56	21,91	22,72	21,23	24,12	21,02	22,41				
Total	24,40	26,11	28,48	26,86	25,27	25,42	26,24	24,70	27,57	24,51	25,96				
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PERFIL															
Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.	4,02	3,98	3,93	3,90	3,91	3,99	4,00	3,92	3,89	3,93	3,95				
Realizar a marcação do enquadramento	0,78	0,85	0,65	0,72	0,71	0,73	0,74	0,79	0,77	0,80	0,75				
Preparação para ajuste	15,75	16,02	14,93	15,55	15,90	16,00	15,88	15,91	14,90	14,89	15,57				
Execução do ajuste	26,38	27,75	29,93	27,93	26,23	26,93	26,90	26,91	26,89	26,99	27,28				
Verificação do esquadro	4,93	4,82	4,93	4,88	4,89	4,92	4,90	4,00	4,50	4,80	4,76				
Total	51,86	53,42	54,37	52,98	51,64	52,57	52,42	51,53	50,95	51,41	52,31				
3ª OPERAÇÃO: CORTES DO PERFIL (LADO 01)															
Verificação das medidas de corte no desenho	6,38	4,35	4,4	4,9	4,93	4,91	4,94	4,94	4,91	4,92	4,958				
Marcação do corte	3,37	2,93	2,65	2,88	2,81	2,85	2,81	2,82	2,81	2,83	2,876				
Preparação da máquina de Maçarico	4,18	11,93	11,75	3,43	3,45	3,43	3,34	3,45	3,47	3,4	5,183				
Execução o corte	26,38	27,75	29,92	27,23	27,75	27,71	27,73	27,75	27,74	27,72	27,768				
Total	40,31	47	48,72	38,44	38,94	38,9	38,82	39	38,93	38,87	40,79				
4ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO CORTE DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	3,73	3,77	3,71	3,73	3,72	3,71	3,70	3,73	3,754				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	20,75	18,76	21,00	20,93	20,92	20,94	20,91	20,92	20,94	20,609				
Total	24,40	24,11	22,49	24,77	24,64	24,65	24,66	24,62	24,62	24,67	24,36				
5ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL															
Verificação das medidas de solda	12,56	9,97	11	10,98	10,97	11	10,97	10,98	11	10,99	11,042				
Marcação da solda	22,35	20,96	21,31	20,83	20,89	20,91	20,93	20	20,56	20,12	20,886				
Operador confere a codificação conforme o desenho	1,88	2,57	1,83	2,00	1,98	1,90	1,92	1,93	1,92	1,91	1,984				
Realiza a numeração	2,90	2,93	2,75	2,90	2,77	2,80	2,81	2,83	2,90	2,70	2,829				
Total	39,69	36,43	36,89	36,71	36,61	36,61	36,63	35,74	36,38	35,72	36,74				
6ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 01)															
Conferencias pelo desenho	0,78	1,4	1,93	1,5	1,34	1,45	1,47	1,5	1,52	1,55	1,444				
Preparação da máquina de Solda	3,42	2,73	2,5	2,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,475				
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,34	17,39	17,02	17	17,02	17,4	17,3	17,11	17,78	17,9	17,526				
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,8	19,35	16,23	18,23	18,45	18,46	18,5	18,47	18,56	18,498				
Total	46,47	37,3	40,8	36,93	38,99	39,6	39,43	39,4	40,17	40,31	39,94				

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 23 – Continuação da tomada de tempos de soldagem de pilar metálico

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
7ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	1,23	0,93	1,45	1,5	1,52	1,49	1,48	1,5	1,53	1,51	1,414				
Solda os elementos a serem fixados com a solda	40,22	38,29	41,41	42	41,23	40,93	40,99	41	40,88	40,93	40,788				
Total	41,45	39,22	42,86	43,5	42,75	42,42	42,47	42,5	42,41	42,44	42,202				
8ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,95	0,93	0,91	0,99	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	1	0,967				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,29	26,4	21,37	24,12	25	24,9	24,8	24,34	24,88	24,9	24,3				
Inspeção de Soldagem	2,99	3,01	3,94	3,56	3,67	3,78	3,89	4,9	3,34	3,55	3,663				
Total	26,23	30,34	26,22	28,67	29,64	29,66	29,66	30,23	29,2	29,45	28,93				
9ª OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Pegar um alavaca	0,93	1,34	0,51	0,59	0,6	0,63	0,7	0,8	0,92	0,91	0,793				
Executa a virada das peças com o auxílio de outra pessoa	2,37	2,93	2,55	2,67	2,88	2,78	2,83	2,89	2,9	2,83	2,763				
Total	3,3	4,27	3,06	3,26	3,48	3,41	3,53	3,69	3,82	3,74	3,556				
10ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL (LADO 2)															
Verificação das medidas de solda	11,36	14,42	8,23	12,23	12	12,34	12,32	12,31	12,33	12,3	11,984				
Marcação da solda	21,96	19,21	18,93	19	19,02	19,23	19,12	19,22	19,12	19,23	19,404				
Total	33,32	33,63	27,16	31,23	31,02	31,57	31,44	31,53	31,45	31,53	31,388				
11ª OPERAÇÃO: PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 2)															
Conferencias pelo desenho	0,79	1,01	1,33	1,3	1,34	1,32	1,33	1,34	1,31	1,36	1,243				
Preparação da máquina de Solda	3,23	2,62	2,55	2,56	2,52	2,54	2,55	2,54	2,56	2,55	2,622				
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,45	17,5	17,23	17,24	17,28	17,3	17,23	17,29	17,27	17,22	17,501				
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,481	19,41	18,92	18,96	19	18,92	18,99	18,96	18,97	19,0541				
Total	46,4	36,61	40,52	40,02	40,1	40,16	40,03	40,16	40,1	40,1	40,42				
12ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da máquina de Solda	2,23	1,21	1,93	1,81	1,82	1,8	1,83	1,81	1,82	1,83	1,809				
Solda os elementos a serem fixados com a solda	46,34	37,35	38,32	41,12	41,23	42,12	41,23	41,12	41,15	42	41,198				
Total	48,57	38,56	40,25	42,93	43,05	43,92	43,06	42,93	42,97	43,83	43,007				
13ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 2)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,91	0,83	0,88	0,93	0,92	0,9	1	1,02	0,99	0,98	0,936				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	21,34	21,45	21,39	21,4	21,34	21,4	21,5	21,3	21,23	21,2	21,355				
Inspeção de Soldagem	3,27	3,3	3,45	3,56	3,45	3,42	3,34	3,36	3,4	3,5	3,405				
Total	25,52	25,58	25,72	25,89	25,71	25,72	25,84	25,68	25,62	25,68	25,696				
14ª OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO															
Operador pega a numeração no desenho	0,93	0,85	0,79	0,89	0,88	0,87	0,88	0,89	0,88	0,87	0,873				
Realiza a numeração	4,34	3,23	3,49	3,3	3,32	3,24	3,23	3,24	3,33	3,33	3,405				
Total	5,27	4,08	4,28	4,19	4,2	4,11	4,11	4,13	4,21	4,2	4,278				
TOTAL DAS OPERAÇÕES	457,19	436,64	441,82	436,38	436,04	438,72	438,34	435,81	438,40	436,46	439,58				

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Observa-se que todos os tempos tomados foram transformados para minutos, a fim de dar maior uniformidade à pesquisa. Além disso, é possível perceber que ao final de cada operação foi expresso o total de cada ciclo cronometrado. Ressalta-se, ainda, a média das cronometragens e dos totais cronometrados.

O registro destes tempos servirá de parâmetro para o cálculo de ciclos a serem medidos neste estudo de tempos, a fim de que se maximize a confiabilidade das informações deste trabalho.

4.2.5 Determinação do nº de ciclos

Utilizando a equação 01, associada aos coeficientes dos Quadros 01 e 02, como se pode ver no Quadro 24, o analisador determinou o grau de confiança de 95% da tomada de tempos, o que se traduz em erro relativo equivalente a 5%. Devem ser observados os 10 ciclos de produção cronometrados inicialmente

Quadro 24 – Determinação de nº de ciclos a serem medidos

Elementos da equação	Valores
Z (coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade)	1,96
R (Amplitude de amostra)	21,38 minutos
Er (erro relativo da medida)	5% = 0,05
d₂ (coeficiente em função do número de cronometragem realizada)	3,078
X (média dos valores das observações)	439,58 minutos
N (Número de ciclos a serem cronometrados)	0,39 CICLOS

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Assim, utilizando os valores iniciais indicados, menos de um ciclo de cronometragem seria suficiente para dar a confiabilidade necessária à pesquisa. Observa-se que este valor é tão baixo porque a amplitude da amostra é muito pequena e a média das observações é muito alta. Para efeito desta pesquisa e determinação dos tempos normais e padrão, serão utilizadas as médias de todas as cronometragens realizadas. Como mostram os Quadro 25 e 26, as médias de cada elemento e operação estão assinaladas em amarelo. Vale lembrar que todos os tempos estão tabulados em minutos.

Quadro 25 – Médias de cronometragens da amostra

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos										Média	TN	t	FT	TP
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º					
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	2,73	3,88	3,71	3,51	3,52	3,47	3,45	3,49	3,55				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	22,75	25,75	22,98	21,56	21,91	22,72	21,23	24,12	21,02	22,41				
Total	24,40	26,11	28,48	26,86	25,27	25,42	26,24	24,70	27,57	24,51	25,96				
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PERFIL															
Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.	4,02	3,98	3,93	3,90	3,91	3,99	4,00	3,92	3,89	3,93	3,95				
Realizar a marcação do enquadramento	0,78	0,85	0,65	0,72	0,71	0,73	0,74	0,79	0,77	0,80	0,75				
Preparação para ajuste	15,75	16,02	14,93	15,55	15,90	16,00	15,88	15,91	14,90	14,89	15,57				
Execução do ajuste	26,38	27,75	29,93	27,93	26,23	26,93	26,90	26,91	26,89	26,99	27,28				
Verificação do esquadro	4,93	4,82	4,93	4,88	4,89	4,92	4,90	4,00	4,50	4,80	4,76				
Total	51,86	53,42	54,37	52,98	51,64	52,57	52,42	51,53	50,95	51,41	52,31				
3ª OPERAÇÃO: CORTES DO PERFIL (LADO 01)															
Verificação das medidas de corte no desenho	6,38	4,35	4,4	4,9	4,93	4,91	4,94	4,94	4,91	4,92	4,958				
Marcação do corte	3,37	2,93	2,65	2,88	2,81	2,85	2,81	2,82	2,81	2,83	2,876				
Preparação da máquina de Maçarico	4,18	11,93	11,75	3,43	3,45	3,43	3,34	3,45	3,47	3,4	5,183				
Execução o corte	26,38	27,75	29,92	27,23	27,75	27,71	27,73	27,75	27,74	27,72	27,77				
Total	40,31	46,96	48,72	38,44	38,94	38,9	38,82	38,96	38,93	38,87	40,79				
4ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO CORTE DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	3,73	3,77	3,71	3,73	3,72	3,71	3,70	3,73	3,754				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	20,75	18,76	21,00	20,93	20,92	20,94	20,91	20,92	20,94	20,61				
Total	24,40	24,11	22,49	24,77	24,64	24,65	24,66	24,62	24,62	24,67	24,36				
5ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL															
Verificação das medidas de solda	12,56	9,97	11	10,98	10,97	11	10,97	10,98	11	10,99	11,04				
Marcação da solda	22,35	20,96	21,31	20,83	20,89	20,91	20,93	20	20,56	20,12	20,89				
Operador confere a codificação conforme o desenho	1,88	2,57	1,83	2,00	1,98	1,90	1,92	1,93	1,92	1,91	1,984				
Realiza a numeração	2,90	2,93	2,75	2,90	2,77	2,80	2,81	2,83	2,90	2,70	2,829				
Total	39,69	36,43	36,89	36,71	36,61	36,61	36,63	35,74	36,38	35,72	36,74				
6ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 01)															
Conferencias pelo desenho	0,78	1,4	1,93	1,5	1,34	1,45	1,47	1,5	1,52	1,55	1,444				
Preparação da máquina de Solda	3,42	2,73	2,5	2,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,475				
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,34	17,39	17,02	17	17,02	17,4	17,3	17,11	17,78	17,9	17,53				
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,8	19,35	16,23	18,23	18,45	18,46	18,5	18,47	18,56	18,5				
Total	46,47	37,32	40,8	36,93	38,99	39,6	39,43	39,41	40,17	40,31	39,94				

Fonte: Autor de pesquisa (2013)

Quadro 25 – Continuação das médias de cronometragens da amostra

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
7ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	1,23	0,93	1,45	1,5	1,52	1,49	1,48	1,5	1,53	1,51	1,414				
Solda os elementos a serem fixados com a solda	40,22	38,29	41,41	42	41,23	40,93	40,99	41	40,88	40,93	40,79				
Total	41,45	39,22	42,86	43,5	42,75	42,42	42,47	42,5	42,41	42,44	42,2				
8ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,95	0,93	0,91	0,99	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	1	0,967				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,29	26,4	21,37	24,12	25	24,9	24,8	24,34	24,88	24,9	24,3				
Inspeção de Soldagem	2,99	3,01	3,94	3,56	3,67	3,78	3,89	4,9	3,34	3,55	3,663				
Total	26,23	30,34	26,22	28,67	29,64	29,66	29,66	30,23	29,2	29,45	28,93				
9ª OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Pegar um alavaca	0,93	1,34	0,51	0,59	0,6	0,63	0,7	0,8	0,92	0,91	0,793				
Executa a virada das peças com o auxílio de outra pessoa	2,37	2,93	2,55	2,67	2,88	2,78	2,83	2,89	2,9	2,83	2,763				
Total	3,3	4,27	3,06	3,26	3,48	3,41	3,53	3,69	3,82	3,74	3,556				
10ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL (LADO 2)															
Verificação das medidas de solda	11,36	14,42	8,23	12,23	12	12,34	12,32	12,31	12,33	12,3	11,98				
Marcação da solda	21,96	19,21	18,93	19	19,02	19,23	19,12	19,22	19,12	19,23	19,4				
Total	33,32	33,63	27,16	31,23	31,02	31,57	31,44	31,53	31,45	31,53	31,39				
11ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 2)															
Conferencias pelo desenho	0,79	1,01	1,33	1,3	1,34	1,32	1,33	1,34	1,31	1,36	1,243				
Preparação da máquina de Solda	3,23	2,62	2,55	2,56	2,52	2,54	2,55	2,54	2,56	2,55	2,622				
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,45	17,5	17,23	17,24	17,28	17,3	17,23	17,29	17,27	17,22	17,5				
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,481	19,41	18,92	18,96	19	18,92	18,99	18,96	18,97	19,05				
Total	46,4	36,611	40,52	40,02	40,1	40,16	40,03	40,16	40,1	40,1	40,42				
12ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da máquina de Solda	2,23	1,21	1,93	1,81	1,82	1,8	1,83	1,81	1,82	1,83	1,809				
Solda os elementos a serem fixados com a solda	46,34	37,35	38,32	41,12	41,23	42,12	41,23	41,12	41,15	42	41,2				
Total	48,57	38,56	40,25	42,93	43,05	43,92	43,06	42,93	42,97	43,83	43,01				
13ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 2)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,91	0,83	0,88	0,93	0,92	0,9	1	1,02	0,99	0,98	0,936				
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	21,34	21,45	21,39	21,4	21,34	21,4	21,5	21,3	21,23	21,2	21,36				
Inspeção de Soldagem	3,27	3,3	3,45	3,56	3,45	3,42	3,34	3,36	3,4	3,5	3,405				
Total	25,52	25,58	25,72	25,89	25,71	25,72	25,84	25,68	25,62	25,68	25,7				
14ª OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO															
Operador pega a numeração no desenho	0,93	0,85	0,79	0,89	0,88	0,87	0,88	0,89	0,88	0,87	0,873				
Realiza a numeração	4,34	3,23	3,49	3,3	3,32	3,24	3,23	3,24	3,33	3,33	3,405				
Total	5,27	4,08	4,28	4,19	4,2	4,11	4,11	4,13	4,21	4,2	4,278				
TOTAL DAS OPERAÇÕES	457,19	436,64	441,82	436,38	436,04	438,72	438,34	435,81	438,40	436,46	439,58				

Fonte: Autor de pesquisa (2013)

4.2.6 Avaliação do ritmo e fator de tolerância

Para se determinar o tempo normal, é necessário que o avaliador estipule o grau de eficiência dos colaboradores. Para estabelecer o ritmo dos colaboradores, o avaliador levou em consideração a habilidade dos operadores, o esforço que empregam, as condições de trabalho e a consistência de um ciclo para outro. Diante disso, foi estipulado o grau de eficiência equivalente a 94%, que é equivalente a 0,94.

Utilizando a equação 02 explanada no referencial teórico:

$$TN = TR \times v/100$$

Assim, o tempo normal é igual ao produto de tempo cronometrado e o grau de eficiência sobre cem, o avaliador calculou todos os tempos normais dos elementos cronometrados. Estes valores podem ser visualizados nos Quadros 27 e 28.

Quadro 27 – Tempos normais dos elementos estudados

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	2,73	3,88	3,71	3,51	3,52	3,47	3,45	3,49	3,55	3,33			
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	22,75	25,75	22,98	21,56	21,91	22,72	21,23	24,12	21,02	22,41	21,06			
Total	24,40	26,11	28,48	26,86	25,27	25,42	26,24	24,70	27,57	24,51	25,96	24,39			
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PERFIL															
Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.	4,02	3,98	3,93	3,90	3,91	3,99	4,00	3,92	3,89	3,93	3,95	3,71			
Realizar a marcação do enquadramento	0,78	0,85	0,65	0,72	0,71	0,73	0,74	0,79	0,77	0,80	0,75	0,70			
Preparação para ajuste	15,75	16,02	14,93	15,55	15,90	16,00	15,88	15,91	14,90	14,89	15,57	14,63			
Execução do ajuste	26,38	27,75	29,93	27,93	26,23	26,93	26,90	26,91	26,89	26,99	27,28	25,64			
Verificação do esquadro	4,93	4,82	4,93	4,88	4,89	4,92	4,90	4,00	4,50	4,80	4,76	4,47			
Total	51,86	53,42	54,37	52,98	51,64	52,57	52,42	51,53	50,95	51,41	52,31	49,15			
3ª OPERAÇÃO: CORTES DO PERFIL (LADO 01)															
Verificação das medidas de corte no desenho	6,38	4,35	4,4	4,9	4,93	4,91	4,94	4,94	4,91	4,92	4,958	4,66			
Marcação do corte	3,37	2,93	2,65	2,88	2,81	2,85	2,81	2,82	2,81	2,83	2,876	2,7			
Preparação da máquina de Maçarico	4,18	11,93	11,75	3,43	3,45	3,43	3,34	3,45	3,47	3,4	5,183	4,87			
Execução o corte	26,38	27,75	29,92	27,23	27,75	27,71	27,73	27,75	27,74	27,72	27,768	26,1			
Total	40,31	46,96	48,72	38,44	38,94	38,9	38,82	38,96	38,93	38,87	40,785	38,33			
4ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO CORTE DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	3,73	3,77	3,71	3,73	3,72	3,71	3,70	3,73	3,754	3,52			
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	20,75	18,76	21,00	20,93	20,92	20,94	20,91	20,92	20,94	20,609	19,37			
Total	24,40	24,11	22,49	24,77	24,64	24,65	24,66	24,62	24,62	24,67	24,36	22,90			
5ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL															
Verificação das medidas de solda	12,56	9,97	11	10,98	10,97	11	10,97	10,98	11	10,99	11,042	10,37			
Marcação da solda	22,35	20,96	21,31	20,83	20,89	20,91	20,93	20	20,56	20,12	20,886	19,63			
Operador confere a codificação conforme o desenho	1,88	2,57	1,83	2,00	1,98	1,90	1,92	1,93	1,92	1,91	1,984	1,87			
Realiza a numeração	2,90	2,93	2,75	2,90	2,77	2,80	2,81	2,83	2,90	2,70	2,829	2,66			
Total	39,69	36,43	36,89	36,71	36,61	36,61	36,63	35,74	36,38	35,72	36,74	34,53			
6ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 01)															
Conferencias pelo desenho	0,78	1,4	1,93	1,5	1,34	1,45	1,47	1,5	1,52	1,55	1,444	1,35			
Preparação da máquina de Solda	3,42	2,73	2,5	2,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,475	2,33			
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,34	17,39	17,02	17	17,02	17,4	17,3	17,11	17,78	17,9	17,526	16,46			
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,8	19,35	16,23	18,23	18,45	18,46	18,5	18,47	18,56	18,498	17,39			
Total	46,47	37,32	40,8	36,93	38,99	39,6	39,43	39,41	40,17	40,31	39,943	37,53			

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 28 – Continuação de tempos normais dos elementos estudados

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
7ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	1,23	0,93	1,45	1,5	1,52	1,49	1,48	1,5	1,53	1,51	1,414	1,33			
Solda os elementos a serem fixados com a solda	40,22	38,29	41,41	42	41,23	40,93	40,99	41	40,88	40,93	40,788	38,34			
Total	41,45	39,22	42,86	43,5	42,75	42,42	42,47	42,5	42,41	42,44	42,202	39,67			
8ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,95	0,93	0,91	0,99	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	1	0,967	0,91			
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,29	26,4	21,37	24,12	25	24,9	24,8	24,34	24,88	24,9	24,3	22,84			
Inspeção de Soldagem	2,99	3,01	3,94	3,56	3,67	3,78	3,89	4,9	3,34	3,55	3,663	3,5			
Total	26,23	30,34	26,22	28,67	29,64	29,66	29,66	30,23	29,2	29,45	28,93	27,25			
9ª OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Pegar um alavaca	0,93	1,34	0,51	0,59	0,6	0,63	0,7	0,8	0,92	0,91	0,793	0,75			
Executa a virada das peças com o auxílio de outra pessoa	2,37	2,93	2,55	2,67	2,88	2,78	2,83	2,89	2,9	2,83	2,763	2,6			
Total	3,3	4,27	3,06	3,26	3,48	3,41	3,53	3,69	3,82	3,74	3,556	3,35			
10ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL (LADO 2)															
Verificação das medidas de solda	11,36	14,42	8,23	12,23	12	12,34	12,32	12,31	12,33	12,3	11,984	11,27			
Marcação da solda	21,96	19,21	18,93	19	19,02	19,23	19,12	19,22	19,12	19,23	19,404	18,23			
Total	33,32	33,63	27,16	31,23	31,02	31,57	31,44	31,53	31,45	31,53	31,388	29,5			
11ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 2)															
Conferencias pelo desenho	0,79	1,01	1,33	1,3	1,34	1,32	1,33	1,34	1,31	1,36	1,243	1,17			
Preparação da máquina de Solda	3,23	2,62	2,55	2,56	2,52	2,54	2,55	2,54	2,56	2,55	2,622	2,46			
Pontea os elementos a serem fixados com a solda	19,45	17,5	17,23	17,24	17,28	17,3	17,23	17,29	17,27	17,22	17,501	16,45			
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,481	19,41	18,92	18,96	19	18,92	18,99	18,96	18,97	19,0541	17,9			
Total	46,4	36,611	40,52	40,02	40,1	40,16	40,03	40,16	40,1	40,1	40,4201	37,98			
12ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da máquina de Solda	2,23	1,21	1,93	1,81	1,82	1,8	1,83	1,81	1,82	1,83	1,809	1,7			
Solda os elementos a serem fixados com a solda	46,34	37,35	38,32	41,12	41,23	42,12	41,23	41,12	41,15	42	41,198	38,73			
Total	48,57	38,56	40,25	42,93	43,05	43,92	43,06	42,93	42,97	43,83	43,007	40,43			
13ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 2)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,91	0,83	0,88	0,93	0,92	0,9	1	1,02	0,99	0,98	0,936	0,88			
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	21,34	21,45	21,39	21,4	21,34	21,4	21,5	21,3	21,23	21,2	21,355	20,06			
Inspeção de Soldagem	3,27	3,3	3,45	3,56	3,45	3,42	3,34	3,36	3,4	3,5	3,405	3,2			
Total	25,52	25,58	25,72	25,89	25,71	25,72	25,84	25,68	25,62	25,68	25,696	24,14			
14ª OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO															
Operador pega a numeração no desenho	0,93	0,85	0,79	0,89	0,88	0,87	0,88	0,89	0,88	0,87	0,873	0,82			
Realiza a numeração	4,34	3,23	3,49	3,3	3,32	3,24	3,23	3,24	3,33	3,33	3,405	3,2			
Total	5,27	4,08	4,28	4,19	4,2	4,11	4,11	4,13	4,21	4,2	4,278	4,02			
TOTAL DAS OPERAÇÕES	457,19	436,64	441,82	436,38	436,04	438,72	438,34	435,81	438,40	436,46	439,58	413,13			

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Assim, o tempo normal total das operações é igual a 413,13 minutos, equivalente a seis horas e cinquenta e três minutos. Deve - se estabelecer também o fator de tolerância. Este é determinado pela equação 03, já comentada no referencial teórico, ou seja, pela soma da tolerância e o valor 100, como se vê abaixo:

$$FT = 100 + T$$

O avaliador, ao determinar as tolerâncias, levou em consideração os valores constantes no Quadro 03 da fundamentação teórica. Assim, ficaram estabelecidas tolerâncias constantes iguais a 9% que devem ser somadas às tolerâncias variáveis de uso de força muscular, como mostra o Quadro 29.

Quadro 29 – Tolerâncias dos elementos dos processos

Elementos de tolerâncias	Valor de tolerâncias estabelecido pelo Avaliador
Tempo pessoal	5%
Fadiga básica	4%
Uso de força muscular (variável de acordo com a força empregada)	X
Total do valor de tolerância	9% + x

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Observa-se que não foram consideradas as demais tolerâncias variáveis, tais como: as relacionadas com a posição anormal de trabalho, já que todas as operações são realizadas em pé; as de iluminação, pois as atividades são realizadas com boa iluminação; as de nível de ruído, porque trabalham com EPIs que minimizam tais riscos ambientais; as de monotonia, pois ela é leve e tem valor equivalente a zero,

Assim, lançadas as tolerâncias constantes somadas às variáveis de uso de força muscular, calculou-se o valor do fator de tolerância de todos os elementos do processo de soldagem em estudo, como mostram os Quadros 30 e 31.

Quadro 30 – Fator de tolerâncias dos elementos

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	2,73	3,88	3,71	3,51	3,52	3,47	3,45	3,49	3,55	3,33	11%	111%	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	22,75	25,75	22,98	21,56	21,91	22,72	21,23	24,12	21,02	22,41	21,06	12%	112%	
Total	24,40	26,11	28,48	26,86	25,27	25,42	26,24	24,70	27,57	24,51	25,96	24,39			
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PERFIL															
Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.	4,02	3,98	3,93	3,90	3,91	3,99	4,00	3,92	3,89	3,93	3,95	3,71	9%	109%	
Realizar a marcação do enquadramento	0,78	0,85	0,65	0,72	0,71	0,73	0,74	0,79	0,77	0,80	0,75	0,70	9%	109%	
Preparação para ajuste	15,75	16,02	14,93	15,55	15,90	16,00	15,88	15,91	14,90	14,89	15,57	14,63	9%	109%	
Execução do ajuste	26,38	27,75	29,93	27,93	26,23	26,93	26,90	26,91	26,89	26,99	27,28	25,64	9%	109%	
Verificação do esquadro	4,93	4,82	4,93	4,88	4,89	4,92	4,90	4,00	4,50	4,80	4,76	4,47	9%	109%	
Total	51,86	53,42	54,37	52,98	51,64	52,57	52,42	51,53	50,95	51,41	52,31	49,15			
3ª OPERAÇÃO: CORTES DO PERFIL (LADO 01)															
Verificação das medidas de corte no desenho	6,38	4,35	4,4	4,9	4,93	4,91	4,94	4,94	4,91	4,92	4,958	4,66	9%	109%	
Marcação do corte	3,37	2,93	2,65	2,88	2,81	2,85	2,81	2,82	2,81	2,83	2,876	2,7	9%	109%	
Preparação da máquina de Maçarico	4,18	11,93	11,75	3,43	3,45	3,43	3,34	3,45	3,47	3,4	5,183	4,87	10%	110%	
Execução o corte	26,38	27,75	29,92	27,23	27,75	27,71	27,73	27,75	27,74	27,72	27,768	26,1	11%	111%	
Total	40,31	46,96	48,72	38,44	38,94	38,9	38,82	38,96	38,93	38,87	40,785	38,33			
4ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO CORTE DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	3,73	3,77	3,71	3,73	3,72	3,71	3,70	3,73	3,754	3,52	11%	111%	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	20,75	18,76	21,00	20,93	20,92	20,94	20,91	20,92	20,94	20,609	19,37	12%	112%	
Total	24,40	24,11	22,49	24,77	24,64	24,65	24,66	24,62	24,62	24,67	24,36	22,90			
5ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL															
Verificação das medidas de solda	12,56	9,97	11	10,98	10,97	11	10,97	10,98	11	10,99	11,042	10,37	9%	109%	
Marcação da solda	22,35	20,96	21,31	20,83	20,89	20,91	20,93	20	20,56	20,12	20,886	19,63	9%	109%	
Operador confere a codificação conforme o desenho	1,88	2,57	1,83	2,00	1,98	1,90	1,92	1,93	1,92	1,91	1,984	1,87	9%	109%	
Realiza a numeração	2,90	2,93	2,75	2,90	2,77	2,80	2,81	2,83	2,90	2,70	2,829	2,66	9%	109%	
Total	39,69	36,43	36,89	36,71	36,61	36,61	36,63	35,74	36,38	35,72	36,74	34,53			
6ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 01)															
Conferencias pelo desenho	0,78	1,4	1,93	1,5	1,34	1,45	1,47	1,5	1,52	1,55	1,444	1,35	9%	109%	
Preparação da máquina de Solda	3,42	2,73	2,5	2,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,475	2,33	11%	111%	
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,34	17,39	17,02	17	17,02	17,4	17,3	17,11	17,78	17,9	17,526	16,46	11%	111%	
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,8	19,35	16,23	18,23	18,45	18,46	18,5	18,47	18,56	18,498	17,39	9%	109%	
Total	46,47	37,32	40,8	36,93	38,99	39,6	39,43	39,41	40,17	40,31	39,943	37,53			

Fonte: Autor de pesquisa (2013)

Quadro 31 – Continuação de valores de fator de tolerâncias

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
7º OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	1,23	0,93	1,45	1,5	1,52	1,49	1,48	1,5	1,53	1,51	1,414	1,33	11%	111%	
Solda os elementos a serem fixados com a solda	40,22	38,29	41,41	42	41,23	40,93	40,99	41	40,88	40,93	40,788	38,34	11%	111%	
Total	41,45	39,22	42,86	43,5	42,75	42,42	42,47	42,5	42,41	42,44	42,202	39,67			
8º OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,95	0,93	0,91	0,99	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	1	0,967	0,91	11%	111%	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,29	26,4	21,37	24,12	25	24,9	24,8	24,34	24,88	24,9	24,3	22,84	12%	112%	
Inspeção de Soldagem	2,99	3,01	3,94	3,56	3,67	3,78	3,89	4,9	3,34	3,55	3,663	3,5	9%	109%	
Total	26,23	30,34	26,22	28,67	29,64	29,66	29,66	30,23	29,2	29,45	28,93	27,25			
9º OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Pegar um alavaca	0,93	1,34	0,51	0,59	0,6	0,63	0,7	0,8	0,92	0,91	0,793	0,75	12%	112%	
Executa a virada das peças com o auxílio de outra pessoa	2,37	2,93	2,55	2,67	2,88	2,78	2,83	2,89	2,9	2,83	2,763	2,6	31%	131%	
Total	3,3	4,27	3,06	3,26	3,48	3,41	3,53	3,69	3,82	3,74	3,556	3,35			
10º OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL (LADO 2)															
Verificação das medidas de solda	11,36	14,42	8,23	12,23	12	12,34	12,32	12,31	12,33	12,3	11,984	11,27	9%	109%	
Marcação da solda	21,96	19,21	18,93	19	19,02	19,23	19,12	19,22	19,12	19,23	19,404	18,23	9%	109%	
Total	33,32	33,63	27,16	31,23	31,02	31,57	31,44	31,53	31,45	31,53	31,388	29,5			
11º OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 2)															
Conferências pelo desenho	0,79	1,01	1,33	1,3	1,34	1,32	1,33	1,34	1,31	1,36	1,243	1,17	9%	109%	
Preparação da máquina de Solda	3,23	2,62	2,55	2,56	2,52	2,54	2,55	2,54	2,56	2,55	2,622	2,46	11%	111%	
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,45	17,5	17,23	17,24	17,28	17,3	17,23	17,29	17,27	17,22	17,501	16,45	10%	110%	
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,481	19,41	18,92	18,96	19	18,92	18,99	18,96	18,97	19,0541	17,9	9%	109%	
Total	46,4	36,611	40,52	40,02	40,1	40,16	40,03	40,16	40,1	40,1	40,4201	37,98			
12º OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da máquina de Solda	2,23	1,21	1,93	1,81	1,82	1,8	1,83	1,81	1,82	1,83	1,809	1,7	11%	111%	
Solda os elementos a serem fixados com a solda	46,34	37,35	38,32	41,12	41,23	42,12	41,23	41,12	41,15	42	41,198	38,73	11%	111%	
Total	48,57	38,56	40,25	42,93	43,05	43,92	43,06	42,93	42,97	43,83	43,007	40,43			
13º OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 2)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,91	0,83	0,88	0,93	0,92	0,9	1	1,02	0,99	0,98	0,936	0,88	11%	11%	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	21,34	21,45	21,39	21,4	21,34	21,4	21,5	21,3	21,23	21,2	21,355	20,06	12%	112%	
Inspeção de Soldagem	3,27	3,3	3,45	3,56	3,45	3,42	3,34	3,36	3,4	3,5	3,405	3,2	9%	109%	
Total	25,52	25,58	25,72	25,89	25,71	25,72	25,84	25,68	25,62	25,68	25,696	24,14			
14º OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO															
Operador pega a numeração no desenho	0,93	0,85	0,79	0,89	0,88	0,87	0,88	0,89	0,88	0,87	0,873	0,82	9%	109%	
Realiza a numeração	4,34	3,23	3,49	3,3	3,32	3,24	3,23	3,24	3,33	3,33	3,405	3,2	9%	109%	
Total	5,27	4,08	4,28	4,19	4,2	4,11	4,11	4,13	4,21	4,2	4,278	4,02			
TOTAL DAS OPERAÇÕES	457,19	436,64	441,82	436,38	436,04	438,72	438,34	435,81	438,40	436,46	439,58	413,13			

Fonte: Autor de pesquisa (2013)

Observa-se que os pesos, constantes no Quadro 03 do referencial teórico, em tolerâncias variáveis de uso de força, foram convertidos para kg, levando-se em consideração que uma libra equivale a 0,4536 quilos. Com efeito, o valor de tolerância da operação “virar o perfil” foi muito alto, uma vez que cada pilar de 8 metros pesa, em média, 790 quilos. Encontrado os fatores de tolerâncias, passou-se ao estabelecimento do tempo padrão de cada elemento estudado.

4.2.7 Estabelecimento do tempo padrão

O tempo padrão é dado pela equação 04 especificado no referencial teórico, onde o tempo padrão é o resultado do produto do tempo normal pelo fator de tolerância dividido por 100, como pode ser visualizado abaixo:

$$TP = TN \times FT / 100$$

Como já foram estabelecidos os valores dos tempos normais e os fatores de tolerância, foram calculados os tempos padrões de cada elemento, como mostram os Quadros 32 e 33.

Quadro 32 – Tempos padrão dos elementos estudados

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	2,73	3,88	3,71	3,51	3,52	3,47	3,45	3,49	3,55	3,33	11%	111%	3,70
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	22,75	25,75	22,98	21,56	21,91	22,72	21,23	24,12	21,02	22,41	21,06	12%	112%	23,58
Total	24,40	26,11	28,48	26,86	25,27	25,42	26,24	24,70	27,57	24,51	25,96	24,39			27,28
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PERFIL															
Realizar a medição com o esquadro das extremidades do perfil.	4,02	3,98	3,93	3,90	3,91	3,99	4,00	3,92	3,89	3,93	3,95	3,71	9%	109%	4,04
Realizar a marcação do enquadramento	0,78	0,85	0,65	0,72	0,71	0,73	0,74	0,79	0,77	0,80	0,75	0,70	9%	109%	0,76
Preparação para ajuste	15,75	16,02	14,93	15,55	15,90	16,00	15,88	15,91	14,90	14,89	15,57	14,63	9%	109%	15,94
Execução do ajuste	26,38	27,75	29,93	27,93	26,23	26,93	26,90	26,91	26,89	26,99	27,28	25,64	9%	109%	27,94
Verificação do esquadro	4,93	4,82	4,93	4,88	4,89	4,92	4,90	4,00	4,50	4,80	4,76	4,47	9%	109%	4,87
Total	51,86	53,42	54,37	52,98	51,64	52,57	52,42	51,53	50,95	51,41	52,31	49,15			53,55
3ª OPERAÇÃO: CORTES DO PERFIL (LADO 01)															
Verificação das medidas de corte no desenho	6,38	4,35	4,4	4,9	4,93	4,91	4,94	4,94	4,91	4,92	4,958	4,66	9%	109%	5,07
Marcação do corte	3,37	2,93	2,65	2,88	2,81	2,85	2,81	2,82	2,81	2,83	2,876	2,7	9%	109%	2,94
Preparação da máquina de Maçarico	4,18	11,93	11,75	3,43	3,45	3,43	3,34	3,45	3,47	3,4	5,183	4,87	10%	110%	5,35
Execução o corte	26,38	27,75	29,92	27,23	27,75	27,71	27,73	27,75	27,74	27,72	27,768	26,1	11%	111%	28,97
Total	40,31	46,96	48,72	38,44	38,94	38,9	38,82	38,96	38,93	38,87	40,785	38,33			42,33
4ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO CORTE DO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	4,38	3,36	3,73	3,77	3,71	3,73	3,72	3,71	3,70	3,73	3,754	3,52	11%	111%	3,90
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	20,02	20,75	18,76	21,00	20,93	20,92	20,94	20,91	20,92	20,94	20,609	19,37	12%	112%	21,69
Total	24,40	24,11	22,49	24,77	24,64	24,65	24,66	24,62	24,62	24,67	24,36	22,90			25,59
5ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL															
Verificação das medidas de solda	12,56	9,97	11	10,98	10,97	11	10,97	10,98	11	10,99	11,042	10,37	9%	109%	11,3
Marcação da solda	22,35	20,96	21,31	20,83	20,89	20,91	20,93	20	20,56	20,12	20,886	19,63	9%	109%	21,4
Operador confere a codificação conforme o desenho	1,88	2,57	1,83	2,00	1,98	1,90	1,92	1,93	1,92	1,91	1,984	1,87	9%	109%	2,03
Realiza a numeração	2,90	2,93	2,75	2,90	2,77	2,80	2,81	2,83	2,90	2,70	2,829	2,66	9%	109%	2,90
Total	39,69	36,43	36,89	36,71	36,61	36,61	36,63	35,74	36,38	35,72	36,74	34,53			37,63
6ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 01)															
Conferencias pelo desenho	0,78	1,4	1,93	1,5	1,34	1,45	1,47	1,5	1,52	1,55	1,444	1,35	9%	109%	1,47
Preparação da máquina de Solda	3,42	2,73	2,5	2,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,475	2,33	11%	111%	2,58
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,34	17,39	17,02	17	17,02	17,4	17,3	17,11	17,78	17,9	17,526	16,46	11%	111%	18,27
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,8	19,35	16,23	18,23	18,45	18,46	18,5	18,47	18,56	18,498	17,39	9%	109%	18,95
Total	46,47	37,32	40,8	36,93	38,99	39,6	39,43	39,41	40,17	40,31	39,943	37,53			41,27

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 33 – Continuação de tempos padrão dos elementos estudados

Operação Manual	Células de Produção (Equipe 05)														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
7ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	1,23	0,93	1,45	1,5	1,52	1,49	1,48	1,5	1,53	1,51	1,414	1,33	11%	111%	1,47
Solda os elementos a serem fixados com a solda	40,22	38,29	41,41	42	41,23	40,93	40,99	41	40,88	40,93	40,788	38,34	11%	111%	42,55
Total	41,45	39,22	42,86	43,5	42,75	42,42	42,47	42,5	42,41	42,44	42,202	39,67			44,02
8ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,95	0,93	0,91	0,99	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	1	0,967	0,91	11%	111%	1,01
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,29	26,4	21,37	24,12	25	24,9	24,8	24,34	24,88	24,9	24,3	22,84	12%	112%	25,58
Inspeção de Soldagem	2,99	3,01	3,94	3,56	3,67	3,78	3,89	4,9	3,34	3,55	3,663	3,5	9%	109%	3,81
Total	26,23	30,34	26,22	28,67	29,64	29,66	29,66	30,23	29,2	29,45	28,93	27,25			30,4
9ª OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Pegar um alavaca	0,93	1,34	0,51	0,59	0,6	0,63	0,7	0,8	0,92	0,91	0,793	0,75	12%	112%	0,84
Executa a virada das peças com o auxílio de outra pessoa	2,37	2,93	2,55	2,67	2,88	2,78	2,83	2,89	2,9	2,83	2,763	2,6	31%	131%	3,4
Total	3,3	4,27	3,06	3,26	3,48	3,41	3,53	3,69	3,82	3,74	3,556	3,35			4,24
10ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDA DO PERFIL (LADO 2)															
Verificação das medidas de solda	11,36	14,42	8,23	12,23	12	12,34	12,32	12,31	12,33	12,3	11,984	11,27	9%	109%	12,28
Marcação da solda	21,96	19,21	18,93	19	19,02	19,23	19,12	19,22	19,12	19,23	19,404	18,23	9%	109%	19,87
Total	33,32	33,63	27,16	31,23	31,02	31,57	31,44	31,53	31,45	31,53	31,388	29,5			32,15
11ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 2)															
Conferencias pelo desenho	0,79	1,01	1,33	1,3	1,34	1,32	1,33	1,34	1,31	1,36	1,243	1,17	9%	109%	1,27
Preparação da máquina de Solda	3,23	2,62	2,55	2,56	2,52	2,54	2,55	2,54	2,56	2,55	2,622	2,46	11%	111%	2,73
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	19,45	17,5	17,23	17,24	17,28	17,3	17,23	17,29	17,27	17,22	17,501	16,45	10%	110%	18,09
Conferência das medições de solda conforme desenho	22,93	15,481	19,41	18,92	18,96	19	18,92	18,99	18,96	18,97	19,0541	17,9	9%	109%	19,51
Total	46,4	36,611	40,52	40,02	40,1	40,16	40,03	40,16	40,1	40,1	40,4201	37,98			41,6
12ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da máquina de Solda	2,23	1,21	1,93	1,81	1,82	1,8	1,83	1,81	1,82	1,83	1,809	1,7	11%	111%	1,88
Solda os elementos a serem fixados com a solda	46,34	37,35	38,32	41,12	41,23	42,12	41,23	41,12	41,15	42	41,198	38,73	11%	111%	42,99
Total	48,57	38,56	40,25	42,93	43,05	43,92	43,06	42,93	42,97	43,83	43,007	40,43			44,87
13ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 2)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,91	0,83	0,88	0,93	0,92	0,9	1	1,02	0,99	0,98	0,936	0,88	11%	111%	0,97
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	21,34	21,45	21,39	21,4	21,34	21,4	21,5	21,3	21,23	21,2	21,355	20,06	12%	112%	22,46
Inspeção de Soldagem	3,27	3,3	3,45	3,56	3,45	3,42	3,34	3,36	3,4	3,5	3,405	3,2	9%	109%	3,48
Total	25,52	25,58	25,72	25,89	25,71	25,72	25,84	25,68	25,62	25,68	25,696	24,14			26,91
14ª OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO															
Operador pega a numeração no desenho	0,93	0,85	0,79	0,89	0,88	0,87	0,88	0,89	0,88	0,87	0,873	0,82	9%	109%	0,89
Realiza a numeração	4,34	3,23	3,49	3,3	3,32	3,24	3,23	3,24	3,33	3,33	3,405	3,2	9%	109%	3,49
Total	5,27	4,08	4,28	4,19	4,2	4,11	4,11	4,13	4,21	4,2	4,278	4,02			4,39
TOTAL DAS OPERAÇÕES	457,19	436,64	441,82	436,38	436,04	438,72	438,34	435,81	438,40	436,46	439,58	413,13			456,2

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Assim, foi estabelecido o tempo padrão de cada operação, como mostra o Quadro 33, e o tempo padrão total do ciclo de processo é de 456,2 minutos, o que equivale a 7 horas e 36 minutos para soldar um único perfil. Contudo, como mencionado anteriormente, para fins didáticos, o projeto aplicado á amostra desta pesquisa é formado por 4 pilares de 8 metros, devendo ser este o parâmetro adotado para cálculo de tempo padrão de ciclo de soldagem estudado.

Como o processo em questão é realizado sequencial e individualmente, o tempo padrão para a produção do projeto é dado pela equação abaixo:

$$TP_p = n_{p\alpha} \times TP_{\alpha}$$

Onde:

TP_p = tempo padrão do projeto

$n_{p\alpha}$ = N° de perfil do projeto

TP_{α} = Tempo padrão do perfil

Diante dos valores dados para o tempo padrão, pode-se calcular que o tempo padrão para soldagem do projeto de 4 pilares de 8 metros é de 1824,8 minutos (30,41horas) como pode ser visualizado na Quadro 34.

Quadro 34 – Tempo padrão de soldagem do projeto de 4 pilares de 8 metros

ELEMENTOS DA EQUAÇÃO	VALORES EXPRESSOS
$n_{p\alpha}$	04 perfis de 8 metros
TP_{α}	456,2 minutos
TP_p	1824,8 minutos

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Este elevado tempo padrão se deve, principalmente, ao fato de os pilares serem soldados de forma sequencial, um de cada vez. O problema é que este método implica elevado tempo de ociosidade entre os colaboradores das equipes do processo. Como mostra o diagrama de atividades, visualizado na Figura 12, o auxiliar técnico, durante o tempo padrão de soldagem de 01 perfil, fica em média 376,09 minutos (06,26 horas) sem realizar atividade produtiva alguma. O mesmo ocorre com o caldeireiro, que fica ocioso cerca de 298,11 minutos (4,96 horas), e com o soldador durante 241,78 (4,03 horas).

Figura 12 – Diagrama de atividades do método atual

PROCESSO DE SOLDAGEM NA MONTAGEM DE PILAR METÁLICO										
	TEMPO PADRÃO	AUXILIAR			CALDEIREIRO			SOLDADOR		
1ª OP	27,28 min		27,28 min			27,28 min			27,28 min	
2ª OP	53,55 min		53,55 min			53,55 min			53,55 min	
3ª OP	42,33 mim		42,33 min			42,33 min			42,33 min	
4ª OP	25,59 min		25,59 min			25,59 min			25,59 min	
5ª OP	37,63 mim		37,63 mim			37,63 mim			37,63 mim	
6ª OP	41,27 mim		41,27 mim			41,27 mim			41,27 mim	
7ª OP	44,02 mim		44,02 mim			44,02 mim			44,02 mim	
8ª OP	30,04 mim		30,04 mim			30,04 mim			30,04 mim	
9ª OP	4,24 min		4,24 min			4,24 min			4,24 min	
10ª OP	32,15 mim		32,15 mim			32,15 mim			32,15 mim	
11ª OP	41,6 mim		41,6 mim			41,6 mim			41,6 mim	
12ª OP	44,87 mim		44,87 mim			44,87 mim			44,87 mim	
13ª OP	26,91 min		26,91 min			26,91 min			26,91 min	
13ª OP	4,39 mim		4,39 mim			4,39 mim			4,39 mim	

Tempo ocioso

Tempo em atividade

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Como estes valores têm relação com a produção de um pilar, o valor de tempo ocioso de cada colaborador para o projeto de 4 perfis de 8 metros deve ser quaduplicado, como mostra o Quadro 35.

Quadro 35 – Valores de tempo ocioso dos colaboradores na soldagem do projeto em estudo

Elementos a serem medidos	Tempo ocioso com 01 pilar	Tempo ocioso com projeto
Auxiliar	376,09 mim	1504,36 mim
Caldeireiro	298,11 mim	1192,44 mim
Soldador	241,78 mim	967,12 mim

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Estes valores representam perdas para a empresa, vez que ela tem custos com esta mão de obra ociosa.

4.3 Estudo dos movimentos

O posto de trabalho da equipe em estudo tem as dimensões e ferramentas adequadas para o uso. Não merece, portanto, maiores considerações. Quanto ao princípio da economia dos movimentos, percebeu-se que a realização sequencial e individualizada de cada pilar, além de demandar maior tempo e promover alto volume de mão de obra ociosa, é responsável por elementos que poderiam ser excluídos, no caso de realização do projeto de forma simultânea, a exemplo da preparação reiterada de equipamentos como a lixadeira e a solda.

Observou-se, ainda, que a operação “virada de perfil” demanda grande esforço físico, pois, em média, cada pilar pesa cerca de 790 quilos e, mesmo com o uso de alavanca, pode acarretar problemas ergonômicos que é um risco ambiental de trabalho.

4.4 Novo Método do Processo do Setor de Soldagem

O novo método vai realizar a soldagem dos 04 pilares de 8 metros do projeto (amostra) simultaneamente. Para tanto, foi necessário aumentar uma operação de virada da peça. Observa-se, no entanto, que esta operação não será mais realizada utilizando-se o esforço físico dos colaboradores e sim com o auxílio

de uma garra mecânica, que reduzirá a tolerância da atividade. As operações foram divididas em elementos menores, como mostram os Quadros 36 e 37.

Quadro 36 – Divisão de operações em elementos menores do método novo

PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILAR METÁLICA	
1º OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PRIMEIRO PERFIL	
Preparação da Lixadeira para Limpeza	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	
2º OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PRIMEIRO PERFIL	
Com o auxílio do esquadro o operador verifica as medições das extremidades do	
Realizar a marcação do enquadramento	
Preparação para ajuste	
Execução do ajuste	
Verificação do esquadro	
3º OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE CORTES E SOLDA DO PERFIL DO PRIMEIRO PERFIL	
Verificação das medidas de corte no desenho	
Marcação do corte	
Verificação das medidas de solda	
Marcação da solda	
4º OPERAÇÃO: EXECUÇÃO DO CORTE DO PRIMEIRO PERFIL	
Preparação da máquina de Maçarico	
Execução o corte	
5 º OPERAÇÃO: EXECUÇÃO DA VIRADA DO PRIMEIRO PERFIL	
Preparação da ponte rolante	
Executa a virada das peças com o auxílio da ponte rolante.	
6 º OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDAS NO PRIMEIRO PERFIL (LADO 02)	
Verificação das medidas de solda	
Marcação da solda	
7º OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA	
Preparação da Lixadeira para Limpeza	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 37 – Continuação da divisão de operações em elementos menores do método novo

PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILAR METÁLICA	
8º OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 02)	
conferencias pelo desenho	
Preparação da máquina de Solda	
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	
Conferência das medições de solda conforme desenho	
9º OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)	
Preparação da máquina de Solda	
Solda os elementos a serem fixados com a solda	
10º LIMPEZA DA SOLDA (LADO 2)	
Preparação da Lixadeira para Limpeza	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	
Inspeção de Soldagem	
11º OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL	
Preparação da ponte rolante	
Executa a virada das peças com o auxílio da ponte rolante.	
12º OPERAÇÃO: PONTEAMENTO DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)	
Preparação da máquina de Solda	
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	
Conferência das medições de solda conforme desenho	
13º OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA (LADO 1)	
Preparação da máquina de Solda	
Solda os elementos a serem fixados com a solda	
14º OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 1)	
Preparação da Lixadeira para Limpeza	
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	
Inspeção de Soldagem	
15º OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO	
Operador pega a numeração no desenho	
Realiza a numeração	

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Estes elementos embasam o primeiro perfil a ser tratado no projeto. Como as atividades serão contínuas, do segundo perfil em diante, todas as atividades de preparação de equipamentos serão eliminadas, reduzindo-se de 40

elementos (no primeiro perfil) para 30 elementos (no segundo perfil em diante).

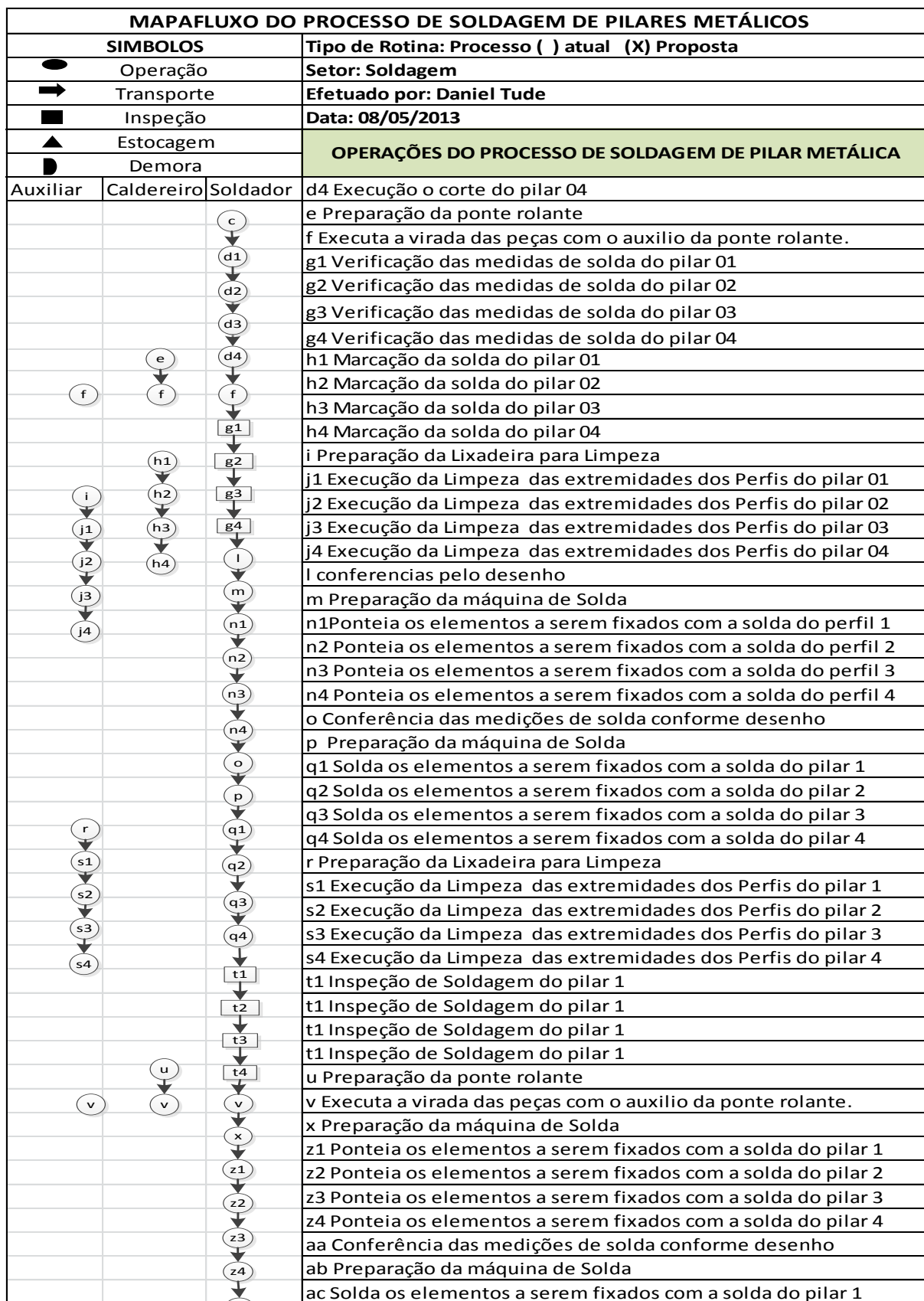
O método proposto pode ser melhor visualizado nos Quadros 38, 39 e 40.

Quadro 38 – Mapafluxo das atividades simultâneas do método proposto

MAPAFLUXO DO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILARES METÁLICOS			
SIMBOLOS		Tipo de Rotina: Processo () atual (X) Proposta	
	Operação	Setor: Soldagem	
	Transporte	Efetuado por: Daniel Tude	
	Inspeção	Data: 08/05/2013	
	Estocagem	OPERAÇÕES DO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILAR METÁLICA	
	Demora		
Auxiliar	Caldereiro	Soldador	1a Preparação da Lixadeira para Limpeza
			1b Execução da Limpeza das extremidades do perfil 01
			2b Execução da Limpeza das extremidades do perfil 02
			3b Execução da Limpeza das extremidades do perfil 03
			4b Execução da Limpeza das extremidades do perfil 04
			das extremidades do pilar 01.
			das extremidades do pilar 02.
			3c Com o auxílio do esquadro o operador verifica as medições
			4c Com o auxílio do esquadro o operador verifica as medições
			1d Realizar a marcação do enquadramento do pilar 01
			2d Realizar a marcação do enquadramento do pilar 02
			2d Realizar a marcação do enquadramento do pilar 03
			4d Realizar a marcação do enquadramento do pilar 04
			5 Preparação para ajuste
			1e Execução do ajuste no pilar 01
			2e Execução do ajuste no pilar 02
			3e Execução do ajuste no pilar 03
			4e Execução do ajuste no pilar 04
			1f Verificação do esquadro no pilar 01
			2f Verificação do esquadro no pilar 02
			3f Verificação do esquadro no pilar 03
			4f Verificação do esquadro no pilar 04
			1g Verificação das medidas de corte no desenho
			1h Marcação do corte no pilar 01
			2h Marcação do corte no pilar 02
			3h Marcação do corte no pilar 03
			4h Marcação do corte no pilar 04
			a1 Verificação das medidas de solda no pilar 01
			a2 Verificação das medidas de solda no pilar 02
			a3 Verificação das medidas de solda no pilar 03
			a4 Verificação das medidas de solda no pilar 04
			b1a Marcação da solda no pilar 01
			b2 Marcação da solda no pilar 01
			b3 Marcação da solda no pilar 01
			b4 Marcação da solda no pilar 01
			c Preparação da máquina de Maçarico
			d1 Execução o corte do pilar 01
			d2 Execução o corte do pilar 02
			d3 Execução o corte do pilar 03

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 39 – Continuação do mapafluxo das atividades simultâneas do método proposto



Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 40 – Continuação do mapafluxo das atividades simultâneas do método proposto 02

MAPAFLUXO DO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILARES METÁLICOS			
SIMBOLOS		Tipo de Rotina: Processo () atual (X) Proposta	
	Operação	Setor: Soldagem	
	Transporte	Efetuado por: Daniel Tude	
	Inspeção	Data: 08/05/2013	
	Estocagem	OPERAÇÕES DO PROCESSO DE SOLDAGEM DE PILAR METÁLICA	
	Demora		
Auxiliar	Caldereiro	Soldador	
			ad Solda os elementos a serem fixados com a solda do pilar 2
			ae Solda os elementos a serem fixados com a solda do pilar 3
			af Solda os elementos a serem fixados com a solda do pilar 4
			ag Preparação da Lixadeira para Limpeza
			k1 Execução da Limpeza das extremidades do perfil 1
			k2 Execução da Limpeza das extremidades do perfil 2
			k3 Execução da Limpeza das extremidades do perfil 3
			k4 Execução da Limpeza das extremidades do perfil 4
			y1 Inspeção de Soldagem do pilar 1
			y2 Inspeção de Soldagem do pilar 2
			y3 Inspeção de Soldagem do pilar 3
			y4 Inspeção de Soldagem do pilar 4
			ah Operador pega a numeração no desenho
			ai Realiza a numeração do perfil 1
			aj Realiza a numeração do perfil 2
			al Realiza a numeração do perfil 3
			an Realiza a numeração do perfil 4
			
			
			
			

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Desenvolvido este novo método simultâneo, a equipe foi treinada por uma semana, segundo o novo método e adotando a ponte rolante da empresa, que estava desativada, para realizar a virada dos pilares. Feito isso, passou-se ao cálculo do tempo padrão do ciclo de produção de 4 pilares de 8 metros. Como a operação se tornou simultânea e não sequencial como no método atual da empresa, o cálculo do tempo padrão se dá da seguinte forma: primeiro, calcula-se o tempo padrão das operações de soldagem do primeiro perfil; posteriormente, calcula-se o tempo padrão da segunda peça, para saber em quanto tempo depois de finalizada a primeira, as demais serão finalizadas.

Assim como no método anterior, foram tomadas dez cronometragens iniciais em minutos, tirando-se a média para cálculo de tempo normal, com grau de eficiência de 95%. Além disso, foi determinado ritmo de 94% para os colaboradores

e adotados os mesmos fatores de tolerância, salvo nas operações “virada do perfil” que, com a adoção da ponte rolante, passa a ser de 13% e não 31%, como no método anterior. De posse dessas informações, foram realizados os cálculos de tempo normal, fator de tolerância e Tempos padrões dos elementos, como mostram os Quadros 41 e 42.

Quadro 41 – Tempos do primeiro perfil pelo novo método

Operação Manual (tempos em Minutos)	Células de Produção														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PRIMEIRO PERFIL															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	3,24	3,5	3,4	3,3	3,2	3,5	3,6	3,3	3,2	3	3,32	3,12	11%	111%	3,468
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,25	22,1	22,29	21	22,23	22,5	21,6	22,5	22,4	21,89	22,08	20,75	12%	112%	23,24
TOTAL	25,49	25,6	25,69	24,3	25,43	26	25,2	25,8	25,6	24,89	25,4	23,88			26,71
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PRIMEIRO PERFIL															
Com o auxílio do esquadro o operador verifica as medições das extremidades do pilar.	3,27	3,46	4,12	4,3	4,2	4,1	3,2	3,23	3,3	4,24	3,74	3,52	9%	109%	3,834
Realizar a marcação do enquadramento	0,75	0,65	0,89	0,75	0,51	0,67	0,79	0,7	0,61	0,79	0,71	0,67	9%	109%	0,728
Preparação para ajuste	12,03	12,3	12,5	12,3	15,2	12,2	14,3	12,4	12,2	12,3	12,77	12,01	9%	109%	13,09
Execução do ajuste	27,39	25,45	25,56	29,8	29,99	29,92	24,01	26,23	27,1	29,99	27,54	25,89	9%	109%	28,22
Verificação do esquadro	3,09	4,34	3,43	3,8	3,91	4,88	3,91	3,92	3,89	3,9	3,91	3,67	9%	109%	4,003
TOTAL	46,53	46,2	46,5	50,95	53,81	51,77	46,21	46,48	47,1	51,22	48,68	45,76			49,87
3ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE CORTES E SOLDA DO PERFIL DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 01)															
verificação das medidas de corte no desenho	5,1	5,3	5,2	5	5,1	4,6	4,8	4,9	5	4,99	5,00	4,70	9%	109%	5,122
marcação do corte	2,04	2,47	2,32	2	2,5	2,4	2,6	2,3	2,4	2,5	2,35	2,21	9%	109%	2,411
verificação das medidas de solda	9,43	9,23	10,02	11,34	9	9,8	10,1	11,2	9,99	10,1	10,02	9,42	10%	110%	10,36
Marcação da solda	16,1	16,9	18,89	18,92	16,4	17,89	17,93	17,88	19,79	19,81	18,05	16,97	11%	111%	18,83
TOTAL	32,67	33,9	36,43	37,26	33	34,69	35,43	36,28	37,18	37,4	35,42	33,30			36,73
4ª OPERAÇÃO: EXECUÇÃO DO CORTE DO PRIMEIRO PERFIL															
Preparação da máquina de Maçarico	4,12	3,34	4,19	4,2	3,24	4,34	3,26	4,34	3,34	3,33	3,77	3,54	10%	110%	3,898
Execução o corte	27,25	27,45	26,45	26,7	26,5	27	26,5	26,6	26,7	26,72	26,79	25,18	11%	111%	27,95
TOTAL	31,37	30,79	30,64	30,9	29,74	31,34	29,76	30,94	30,04	30,05	30,56	28,72			31,85
5ª OPERAÇÃO: EXECUÇÃO DA VIRADA DO PRIMEIRO PERFIL															
Preparação da ponte rolante	0,56	0,61	0,52	0,56	0,57	0,56	0,55	0,58	0,59	0,6	0,57	0,54	10%	110%	0,6
Executa a virada das peças com o auxílio da ponte rolante.	1,77	1,49	1,41	1,5	1,51	1,6	1,5	1,49	1,5	1,53	1,53	1,44	11%	111%	1,596
TOTAL	2,33	2,1	1,93	2,06	2,08	2,16	2,05	2,07	2,09	2,13	2,1	1,97			2,2
6ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDAS NO PRIMEIRO PERFIL (LADO 02)															
Verificação das medidas de solda	4,45	5,29	4,56	4,56	4,6	4,7	4,56	4,8	4,3	4,3	4,61	4,34	9%	109%	4,7
Marcação da solda	17,12	17,47	18,52	18	18,3	19,2	18,4	17,2	18,1	18,3	18,06	16,98	9%	109%	18,5
TOTAL	21,57	22,76	23,08	22,56	22,9	23,9	22,96	22	22,4	22,6	22,67	6,45			23,2
7ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	1,24	0,89	0,7	0,5	0,6	0,8	0,98	0,8	0,76	0,79	0,81	0,76	11%	111%	0,84
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	23,45	24,55	22,45	24	24,9	24,8	24,7	22,6	23,23	24,23	23,89	22,46	12%	112%	25,15
TOTAL	24,69	25,44	23,15	24,5	25,5	25,6	25,68	23,4	23,99	25,02	24,7	23,22			25,99

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 42 – Continuação de tempos do primeiro perfil pelo novo método

Operação Manual (tempos em Minutos)	Células de Produção														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
8ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 02)															
Conferências pelo desenho	1,47	1,24	1,56	2	0,9	2	1,5	1,2	1,5	2	1,54	1,44	9%	109%	1,57
Preparação da máquina de Solda	2,35	3,2	2,3	2	2,2	2,1	2	2,3	2,4	3	2,39	2,24	11%	111%	2,49
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	15,45	12,01	13,26	14,24	13,45	14,7	15,23	11	13	15,45	13,78	12,95	10%	110%	14,25
Conferência das medições de solda conforme desenho	15,12	16,23	16,56	17,12	18,5	18,34	17,56	16,87	18,98	18,67	17,40	16,35	9%	109%	17,82
TOTAL	34,39	32,68	33,68	35,36	35,05	37,14	36,29	31,37	35,88	39,12	35,096	32,99			36,13
9ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da máquina de Solda	1,12	0,57	1,33	1,33	1,4	1,23	1,33	1,4	1,5	1,36	1,26	1,18	11%	111%	1,31
Solda os elementos a serem fixados com a solda	48,21	45,23	48,23	48,89	49,56	48	46,67	47	45,67	44,89	47,24	44,40	11%	111%	49,28
TOTAL	49,33	45,8	49,56	50,22	50,96	49,23	48	48,4	47,17	46,25	48,492	45,582			50,60
10ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 2)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,88	0,95	0,89	0,89	0,97	0,98	0,89	0,99	0,96	0,9	0,93	0,87	11%	111%	0,97
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	21,12	24,45	25,23	23,34	25,34	24,8	25	22,99	22,02	21,7	23,599	22,18	12%	112%	24,85
Inspeção de Soldagem	3	3,01	3,54	3,8	3,5	3	3,2	4,3	3,4	3,3	3,405	3,20	9%	109%	3,49
TOTAL	25	28,41	29,66	28,03	29,81	28,78	29,09	28,28	26,38	25,9	27,934	26,258			29,304
11ª OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Preparação da ponte rolante	0,55	0,6	0,57	0,6	0,56	0,7	0,66	0,59	0,58	0,62	0,603	0,57	10%	110%	0,62
Executa a virada das peças com o auxílio da ponte rolante.	1,23	1,1	1,37	1,5	1,61	1,71	1,45	1,5	1,41	1,6	1,448	1,36	11%	111%	1,51
TOTAL	1,78	1,7	1,94	2,1	2,17	2,41	2,11	2,09	1,99	2,22	2,051	1,9279			2,1343
12ª OPERAÇÃO: PONTEAMENTO DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	2,35	3,2	2,3	2,5	2,4	2,44	2,34	2,23	2,5	3	2,526	2,37	11%	111%	2,64
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	15,45	12,01	13,26	14	15	14	13	16	13	11	13,672	12,85	10%	110%	14,14
Conferência das medições de solda conforme desenho	17,12	17,23	16,56	16	17	16	17	17,8	17,56	17	16,927	15,91	9%	109%	17,34
TOTAL	34,92	32,44	32,12	32,5	34,4	32,44	32,34	36,03	33,06	31	33,125	31,14			34,12
13ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA (LADO 1)															
Preparação da máquina de Solda	1,12	1,57	1,33	1,3	1,22	1,34	1,37	1,4	1,5	1,33	1,348	1,27	11%	111%	1,41
Solda os elementos a serem fixados com a solda	48,21	45,23	48,23	48,56	46,56	45,56	44,78	44,54	44,35	44,98	46,1	43,33	11%	111%	48,10
TOTAL	49,33	46,8	49,56	49,86	47,78	46,9	46,15	45,94	45,85	46,31	47,448	44,60			49,507
14ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 1)															
Preparação da Lixadeira para Limpeza	0,68	0,45	0,72	0,67	0,75	0,8	0,75	0,76	0,79	0,8	0,717	0,67	11%	111%	0,07
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	26,12	25,45	25,23	24	25,45	24,8	24,67	24,88	24,56	24	24,916	23,42	12%	112%	26,23
Inspeção de Soldagem	3	3,01	3,54	3	4	3,5	3,6	4	3,4	3	3,405	3,20	9%	109%	3,49
TOTAL	29,8	28,91	29,49	27,67	30,2	29,1	29,02	29,64	28,75	27,8	29,038	27,296			29,794
15ª OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO PRIMEIRO PERFIL COM MARTELO															
Operador pega a numeração no desenho	0,8	0,83	0,8	0,9	0,99	0,98	0,9	1	0,89	0,92	0,901	0,85	9%	109%	0,92
realiza a numeração	4,23	3,1	3,25	3	3,2	3,6	3,7	3,5	3,4	3,5	3,448	3,24	9%	109%	3,53
Total	5,03	3,93	4,05	3,9	4,19	4,58	4,6	4,5	4,29	4,42	4,349	4,0881			4,46
Tempo total	414,23	407,46	417,48	422,17	427,02	426,04	414,89	413,22	411,77	416,33	417,06	377,17			432,61

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Assim, o tempo padrão para fabricação do primeiro perfil é de 432,62 minutos, equivalentes a 7,21 horas. Utilizando os mesmos parâmetros, passa-se ao cálculo do tempo padrão do segundo perfil. Observa-se, pelos Quadros 43 e 44, que foram retiradas as etapas de preparação de equipamentos, vez que do segundo perfil em diante não serão necessárias.

Quadro 43- Tempos padrão do segundo perfil adotando o método proposto

Operação Manual (tempos em Minutos)	Células de Produção													
	Medições em minutos													
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT
1ª OPERAÇÃO: LIMPEZA DO PRIMEIRO PERFIL														
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,23	22,22	22,28	21,2	22,24	21,6	21,3	21,6	22,3	21,9	21,89	20,57	12%	112%
TOTAL	22,23	22,22	22,28	21,2	22,24	21,6	21,3	21,6	22,3	21,9	21,89	20,57		
2ª OPERAÇÃO: ENQUADRAMENTO DA PRIMEIRO PERFIL														
Com o auxílio do esquadro o operador verifica as medições das extremidades do pilar.	3,1	3,4	4	4,1	4,3	4	3,5	3,4	3,4	3,5	3,67	3,45	9%	109%
Realizar a marcação do enquadramento	0,76	0,66	0,8	0,7	0,52	0,68	0,7	0,72	0,63	0,78	0,695	0,65	9%	109%
Execução do ajuste	27	26	25,98	29,3	30	28,89	25	26,78	27	27	27,3	25,66	9%	109%
Verificação do esquadro	3,09	3,34	3,43	3	3,56	3,46	3,5	3,6	3,5	3,49	3,397	3,19	9%	109%
TOTAL	33,95	33,4	34,21	37,1	38,38	37,03	32,7	34,5	34,53	34,77	35,06	32,95		
3ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE CORTES E SOLDA DO PERFIL DO PRIMEIRO PERFIL (LADO 01)														
verificação das medidas de corte no desenho	5,2	5,5	5,1	5,02	5,2	4,5	4,5	5	4,9	4,8	4,972	4,67	9%	109%
marcação do corte	2,03	1,51	1,43	2,1	2,4	2,3	2,5	2,5	2,5	2,6	2,187	2,06	9%	109%
verificação das medidas de solda	9,49	9,45	9,98	9,39	9,01	9,7	9,3	9,3	9,89	10	9,551	8,98	10%	110%
marcação da solda	16,03	16,8	18,7	18,8	16,5	17,7	19	17,89	19	19,2	17,96	16,88	11%	111%
TOTAL	32,75	33,26	35,21	35,31	33,11	34,2	35,3	34,69	36,29	36,6	34,67	32,59		
4ª OPERAÇÃO: EXECUÇÃO DO CORTE DO PRIMEIRO PERFIL														
execução o corte	26,4	26,2	26,34	26,17	26,24	26	26,7	26,12	26,19	26	26,24	24,66	11%	111%
TOTAL	26,4	26,2	26,34	26,17	26,24	26	26,7	26,12	26,19	26	26,24	24,66		
5ª OPERAÇÃO: EXECUÇÃO DA VIRADA DO PRIMEIRO PERFIL														
Executa a virada das peças com o auxílio da ponte rolante.	1,27	1,19	1,31	1,5	1,45	1,5	1,6	1,34	1,5	1,6	1,426	1,34	11%	111%
TOTAL	1,27	1,19	1,31	1,5	1,45	1,5	1,6	1,34	1,5	1,6	1,426	1,34		
6ª OPERAÇÃO: MARCAÇÃO DE SOLDAS NO PRIMEIRO PERFIL (LADO 02)														
verificação das medidas de solda	4,45	5,29	4,56	4,5	4,3	4,5	4,6	4,5	4,3	4,2	4,52	4,25	9%	109%
marcação da solda	17	17,5	18,6	18,01	18,5	18	18,6	17,7	17	18,01	17,89	16,82	9%	109%
TOTAL	21,45	22,79	23,16	22,51	22,8	22,5	23,2	22,2	21,3	22,21	22,41	21,07		
7ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA														
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	23,45	23,55	23,45	23,6	24	23,8	23,6	24,8	22,3	23,77	23,63	22,21	12%	112%
TOTAL	23,45	23,55	23,45	23,6	24	23,8	23,6	24,8	22,3	23,77	23,63	22,21		
8ª OPERAÇÃO : PONTEAMENTO DO PERFIL (LADO 02)														
conferencias pelo desenho	1,5	1,3	1,6	1,5	1	1,6	1,5	1,4	1,5	1,7	1,46	1,37	9%	109%
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	12,45	13,01	13,26	12,24	12,45	13,7	14,23	13	13,45	12,45	13,02	12,24	10%	110%
Conferência das medições de solda conforme desenho	15,12	20,23	16	15,12	17,5	17,5	18,9	16,89	17,98	18,67	17,39	16,35	9%	109%
TOTAL	29,07	34,54	30,86	28,86	30,95	32,8	34,63	31,29	32,93	32,82	31,88	29,96		
9ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA DO PERFIL (LADO 2)														
Solda os elementos a serem fixados com a solda	47,21	46,23	46,04	45,89	44,56	49,56	47,67	46,98	46,67	49,56	47,04	44,21	11%	111%
TOTAL	47,21	46,23	46,04	45,89	44,56	49,56	47,67	46,98	46,67	49,56	47,04	44,21		

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Quadro 44- Continuação dos tempos padrão do segundo perfil adotando o método proposto

Operação Manual (tempos em Minutos)	Células de Produção														
	Medições em minutos														
Elementos	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	Média	TN	t	FT	TP
10ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA DO SEGUNDO PERFIL (LADO 2)															
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	22,1	22,45	23,1	24,34	22,5	22,5	22,67	22	23,08	22,8	22,754	21,39	12%	112%	23,96
Inspeção de Soldagem	3,3	3,4	3,5	3,3	3,3	3,4	3,5	3	3,6	3,2	3,35	3,15	9%	109%	3,43
TOTAL	3,3	3,4	3,5	3,3	3,3	3,4	3,5	3	3,6	3,2	26,104	24,538			27,39
11ª OPERAÇÃO: VIRADA DO PERFIL															
Executa a virada das peças com o auxílio da ponte rolante.	1,2	1,1	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,46	1,49	1,62	1,417	1,33	11%	111%	1,48
TOTAL	1,2	1,1	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	1,46	1,49	1,62	1,417	1,33			1,48
12ª OPERAÇÃO: PONTEAMENTO DO SEGUNDO PERFIL (LADO 1)															
Ponteia os elementos a serem fixados com a solda	14,1	13,9	13,26	13,67	13,56	13,67	13,45	13,35	13,78	12,09	13,483	12,67	10%	110%	13,94
Conferência das medições de solda conforme desenho	17,12	16,5	16,55	16,98	16,56	16,34	16,47	16,83	17,78	16,72	16,785	15,78	9%	109%	17,20
TOTAL	17,12	16,5	16,55	16,98	16,56	16,34	16,47	16,83	17,78	16,72	30,268	28,45			31,14
13ª OPERAÇÃO: SOLDAGEM PROPRIAMENTE DITA (LADO 1)															
Solda os elementos a serem fixados com a solda	47	46,58	45,98	47,58	45,78	45,39	45	45,79	44,56	44,67	45,833	43,08	9%	109%	46,96
TOTAL	47	46,58	45,98	47,58	45,78	45,39	45	45,79	44,56	44,67	45,833	43,083			46,96
14ª OPERAÇÃO: ACABAMENTO COM LIXADEIRA (LADO 1)															
Execução da Limpeza das extremidades dos Perfis	24,22	25,34	25,12	25,23	25,14	24,26	24,62	24,89	24,55	24,99	24,792	23,305	12%	112%	26,10
Inspeção de Soldagem	2,5	3,01	3,55	3,01	3,8	3,5	3,6	3,45	3,4	3,25	3,307	3,1086	9%	109%	3,39
TOTAL	2,5	3,01	3,55	3,01	3,8	3,5	3,6	3,45	3,4	3,25	28,099	26,41			29,49
15ª OPERAÇÃO: CODIFICAÇÃO DO SEGUNDO PERFIL COM MARTELO															
realiza a numeração	3	3,5	3,56	3,1	3,29	3,78	3,89	3,34	3,45	3,2	3,411	3,21	10%	110%	3,53
TOTAL DO CICLO	308,90	313,97	313,74	314,51	314,57	319,22	316,77	314,05	314,84	318,69	375,96	353,40			389,94

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

O segundo perfil, assim como os demais, são soldados em 389,94 minutos, equivalentes a 6,65 horas. Isso significa dizer que aproximadamente 42,7 minutos depois que o primeiro perfil é soldado, a soldagem do segundo perfil é finalizada, e assim por diante.

Com efeito, a produção é simultânea. Por conseguinte, o cálculo não pode ser realizado pela soma dos tempos padrões de soldagem dos perfis. Pela lógica deve ser realizada a soma do tempo padrão do primeiro perfil mais a soma da diferença dos tempos padrões dos perfis seguintes, obedecendo à equação constante no Quadro 45.

Quadro 45 – Cálculo de tempo padrão do projeto pelo método novo

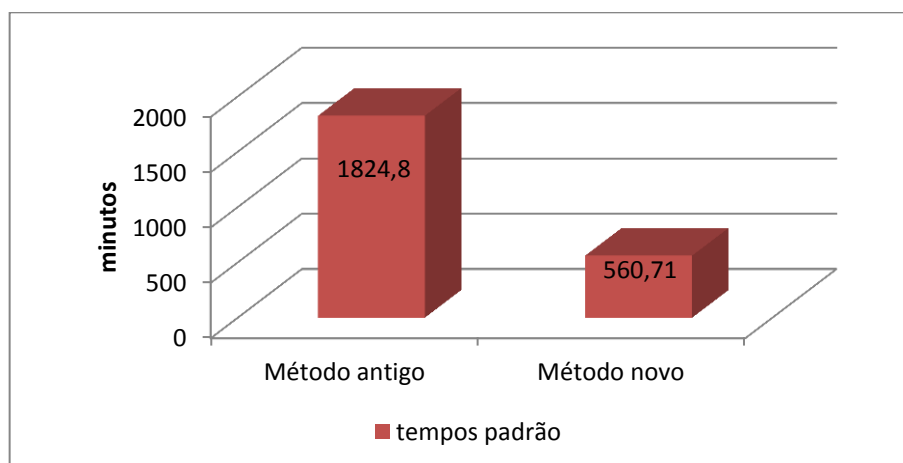
$TP_p = TP_1 + [3 \times (TP_1 - TP_2)]$	
TP_1 = Tempo padrão do primeiro perfil	432,61 minutos = 7,21 hoas
TP_2 = Tempo padrão do segundo perfil	389,94 minutos = 6,65 horas
TP_p = Tempo padrão do projeto	560,71 min = 9,35 horas

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Assim, o tempo padrão para a soldagem do projeto é de 560,71 minutos ou 9,35 horas. Identifica-se, assim, uma redução drástica do tempo padrão de ciclo em relação ao método atual adotado pela empresa.

4.5 Benefícios do Novo Método Aplicado à uma Célula da Empresa

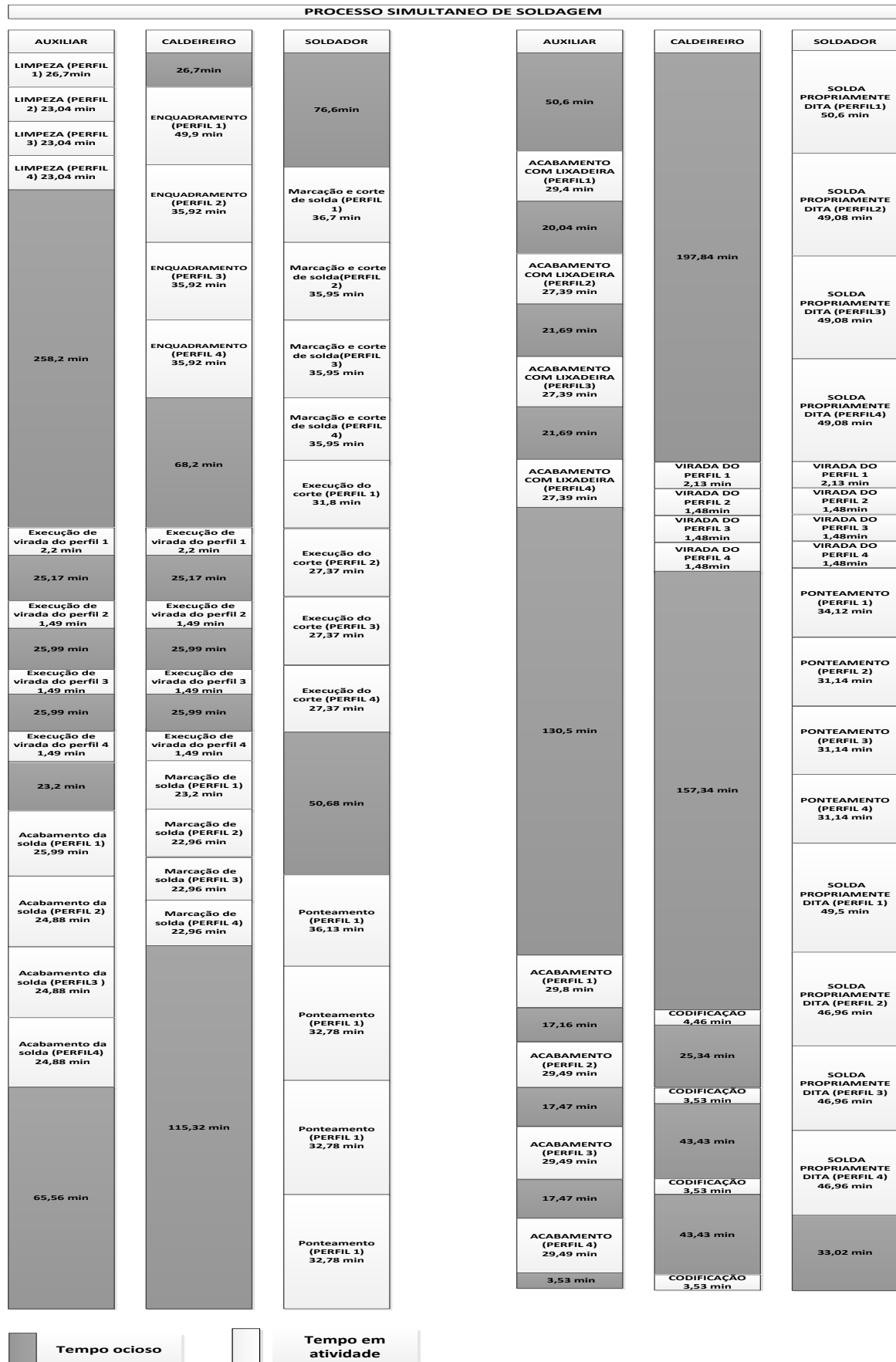
Podem ser identificados dois grandes benefícios: redução do tempo padrão e redução do tempo ocioso dos colaboradores. Pelo Gráfico 01, é demonstradas as diferenças entre tempos padrões do método novo e o anteriormente adotado pela empresa.

Gráfico 01 – Diferenças entre os tempos padrões nos dois métodos

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Isto significa dizer uma diferença de 1264,09 minutos, equivalente a 21,07 horas, representando ganhos na produção, segundo a ótica do método proposto. Outro benefício a ser identificado é a redução do tempo ocioso da mão de obra, como pode ser mais bem visualizado através do diagrama de atividades simultâneas visualizado na Figura 12.

Figura 12 – Diagrama de atividade simultânea do método novo



Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Os valores expressos em cinza são tempos ociosos dos trabalhadores. Assim, pode-se notar o volume de tempo improdutivo do novo processo (Quadro 46).

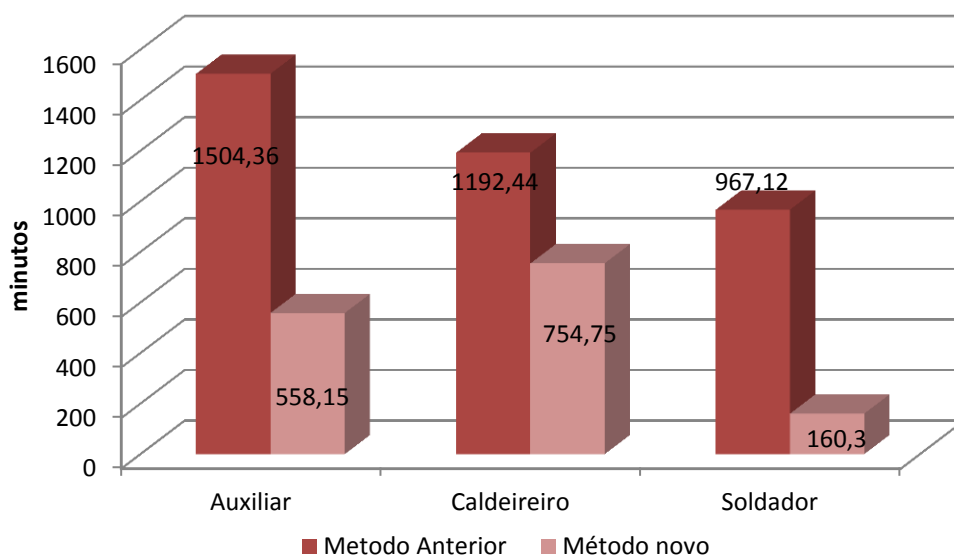
Quadro 46 – Valores de tempo ocioso com o novo método

Elementos a serem medidos	Tempo ocioso com projeto
Auxiliar	558,15 mim
Caldeireiro	754,75 mim
Soldador	160,3 mim

Fonte: Autor da pesquisa (2013)

O Gráfico 02 mostra visualmente a redução dos tempos ociosos. Em diferenças percentuais, o auxiliar, com o novo método ficou 62,9% menos ocioso em relação ao tempo anterior. Já o caldeireiro ficou menos 36,7% ocioso e o soldador 83,4% menos ocioso, do que aplicando o método antigo.

Gráfico 02 – Diferenças entre os tempos ociosos com os dois métodos



Fonte: Autor da pesquisa (2013)

Vale ressaltar que os resultados iniciais foram tão bem avaliados pela empresa em estudo, que ela já aprovou o novo método e está em fase de adequação e treinamento das demais equipes do setor.

5 CONCLUSÃO

A racionalização dos processos é uma realidade presente no cotidiano de empresas que almejam sobreviver no mercado globalizado. Mão de obra ociosa em razão do método adotado pela empresa para a realização das atividades do seu processo produtivo tem como consequência a redução de tempos produtivos e, logicamente, da produção.

A empresa estudada adota método que permite grande volume de ociosidade da mão de obra. Ao se realizar estudo de tempo, foi identificado que o método de produção sequencial e individualizado de perfis adotado pela empresa, no projeto de 04 pilares de 8 metros (projeto amostra da pesquisa) conduz à ociosidade de mais da metade do tempo do colaborador (soldador) que seria destinado a produção. Ressalta-se, que este percentual é ainda mais alto quando o operador avaliado é o auxiliar, cuja ociosidade alcança cerca de 82% do seu tempo produtivo.

Estabelecidos os tempos padrão de todos os elementos formadores do método adotado, o estudo de movimentos revelou que o posto de trabalho que, embora o posto de trabalho fosse adequado, a atividade “virada do perfil” exigia ferramenta mas adequada para a redução de esforço físico da equipe.

Com efeito, a redução da ociosidade e de tempo padrão estabelecido para a produção da amostra, foi possível através do desenvolvimento de método em que a produção dos perfis do projeto fosse simultânea, otimizando-se, assim, o método aplicado ao processo de soldagem de pilares metálicos e se alcançando os objetivos sugeridos pelo estudo.

Embora a pesquisa tenha obtido o sucesso desejado, inclusive com a adoção do novo método pela empresa, houve grande dificuldade para sua elaboração. Apesar da empresa ter dado todo o suporte necessário, foi observado receio por parte dos colaboradores, em razão de estudo realizado sobre as equipes do setor para escolher a que tivesse características medianas para amostra de muito escasso, dificultando a elaboração de pesquisa, dando-lhe maior confiabilidade.

Além disso, o referencial teórico relacionado com o estudo de tempos simultâneos é muito escassa, dificultando a elaboração de mapafluxos e digrama

destas atividades.

Espera-se que este estudo tenha enriquecido o conhecimento prático e teórico sobre o tema, não só para acadêmicos desta área de gestão, como também para empresas que necessitam aperfeiçoar seus métodos de produção.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 7º ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimento e de tempos: projeto e medida do trabalho**. São Paulo: Blucher, 2011.

BATISTA, E. U. R. **Guia de orientação para trabalhos de conclusão de curso: relatórios, artigos e monografias**. Aracaju: FANESE, 2013.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração da produção uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 7º reimpressão.

CONTADOR et al, José Celso. **Gestão de operações. A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 3º Ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2º Edição. São Paulo: Atlas, 2006.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 6º Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Teoria geral da administração. Da revolução urbana à revolução digital**. 6º ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010,

MENDES, Sônia Rodrigues. **Estudo de tempos e métodos no setor de costura e montagem de lingerie**. Monografia publicada pela Unisep em 2007. Disponível em < www.ebah.com.br >, acesso em 14/04/2013.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2º Ed. (revista e ampliada). São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PAIVA, Ely Laureano, CARVALHO JUNIOR, José Mário de; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo. **Estratégia de produção e de operações**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Unicamp, 2007.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3º Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

KOCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 21º ed.. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

XAVIER, Daniel Botelho; SENA, Michel André da Silva. **Estudo de tempos para o aumento da produtividade na construção civil**. Belem: UNAMA, 2001.