

RENAN TANIGUCHI SCARTOZZONI

**MELHORIA DA PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DA REDUÇÃO DE
PARADAS EM UMA FABRICANTE DE TUBOS DE AÇO INOX**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção de Diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo

2006

RENAN TANIGUCHI SCARTOZZONI

**MELHORIA DA PRODUTIVIDADE ATRAVÉS DA REDUÇÃO DE
PARADAS EM UMA FABRICANTE DE TUBOS DE AÇO INOX**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção de Diploma de
Engenheiro de Produção

Orientador:

Prof. Dr. Nilton Nunes Toledo

São Paulo

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Scartozzoni, Renan Taniguchi

Melhoria da produtividade através da redução de paradas em

uma fabricante de tubos de aço inox / R.T. Scartozzoni. -- São Paulo, 2006.

93 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças à ajuda direta e indireta de muitas pessoas. Meus sinceros agradecimentos a todas elas:

Ao professor Nilton Nunes Toledo, que me orientou e guiou durante o trabalho e com sua experiência me ensinou muito e trouxe luz a diversos problemas enfrentados.

Ao professor Alberto Ramos, que no início do trabalho me auxiliou a definir o tema e escopo do trabalho

A Fábio Bataglia, que me abriu diversas portas dentro da InoxTubos.

A Ronaldo Rocha, gerente de manufatura da InoxTubos e a Sidney Porto, Diretor de operação por prontamente fornecerem todas as informações necessárias para o desenvolvimento deste.

A minha família pelo suporte e compreensão e pelo amor que existe entre nós.

A todos meus amigos que estavam presentes nos bons momentos e principalmente nos difíceis.

RESUMO

O presente trabalho tem como foco a busca pelo aumento da produtividade em uma fábrica de tubos de aço inox, através da redução de suas paradas. Para tanto foram selecionadas os três principais grupos fontes de paradas: preparação, ajuste de máquinas e manutenção. A seguir, para cada um dos grupos foram desenvolvidas soluções que viabilizaram sua redução ou eliminação. Assim para o primeiro grupo foi utilizada a metodologia SMED para redução de setups, para o segundo grupo foram estudados os elementos de máquinas para se chegar as soluções e para o terceiro foi recomendada a adoção da metodologia TPM de Manutenção Produtiva Total para a redução das paradas. Ao final do trabalho são apresentados os resultados atingidos a conclusão sobre a importância das metodologias utilizadas.

Palavras Chave: Produtividade, SMED, Elementos de Máquinas e TPM

ABSTRACT

This work is focused on the increase of productivity through the reduction of stops in a stainless steel tubes manufacturer. In order to achieve it results the author selected the three most relevant groups of losses: setup, machinery adjustments and maintenance. Solutions were developed for each of the groups. Therefore for the first group the SMED methodology was chosen to reduce the setup times, for the second group the solutions were found through the study of machinery elements and for the third one was recommended the adoption of the TPM methodology. At the end of the work are presented the results and the conclusion on the importance of the chosen theories.

Keywords: Productivity, SMED, Machinery Elements and TPM

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	0
Lista de Tabelas.....	0
1 Definição dos Objetivos	1
1.1 Justificativa:.....	1
1.2 Objetivos.....	2
2 Apresentação da Empresa	4
2.1 A Empresa:	4
2.2 Produtos	4
2.3 O Mercado de Aço Inox	8
2.4 Processo Produtivo	13
3 Revisão Bibliográfica	18
3.1 Estudos Iniciais:	18
3.2 O Sistema SMED:.....	19
3.3 Elementos de Máquinas – Parafusos e Porcas:	23
3.4 Manutenção Produtiva Total:	25
4 Metodologia de Trabalho	30
5 Análise das Perdas de Produtividade	33
6 Estudo das Fontes de Perdas e Sugestão de Melhorias das Perdas Relacionadas à Preparação.....	38
6.1 Introdução	38
6.2 Apresentação das Soluções: O Sistema SMED	39
6.2.1 Avaliação da Situação Inicial, Pré Estágio da Metodologia SMED.....	39
6.2.2 Estágios Um e Dois da Metodologia SMED.....	44
6.2.3 Estágio Três da Metodologia SMED.....	47
6.3 Resultados e Conclusões	60

7 Estudo das Fontes e Sugestão de Melhorias das Perdas Relacionadas aos Ajustes de Máquina.....	64
7.1 Introdução	64
7.2 Análise da Situação Inicial.....	65
7.3 Apresentação das Soluções.....	68
7.4 Resultados e Conclusões	73
8 Estudo das Fontes e Sugestão de Melhorias das Perdas Relacionadas à Manutenção.	75
8.1 Introdução	75
8.2 Apresentação das Soluções – Metodologia TPM	76
8.2.1 Primeira Fase TPM – Preparação:.....	78
8.2.2 Segunda Fase TPM – Introdução:.....	80
8.2.3 Terceira Fase – Implementação:.....	80
8.2.4 Quarta Fase – Consolidação:.....	84
8.3 Resultados e Conclusões	84
9 Resultado e Conclusões.....	86
9.1 Resultados.....	86
9.2 Conclusões	89
10 Referências Bibliográficas.....	92
11 Anexos.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 – Diagrama de Objetivos.Elaborado Pelo Autor.....	3
Figura 2-1 – Volume Médio Produzido por Mês por Diâmetro em 2006.Fonte InoxTubos..	5
Figura 2-2 – Volume Produzido em Kton por segmento de Mercado Para 2005. Fonte Análises A.T.Kearney.....	10
Figura 2-3 – Market Share por Segmento por Volume em 2005. Fonte Análises A.T.Kearney.....	11
Figura 2-4 – Previsão do Mercado de Tubos de Aço Inox (Kton). Fonte Análises A.T.Kearney.....	13
Figura 2-5 – Representação do Processo de Fabricação Tubos. Adaptado de InoxTubos....	13
Figura 2-6 – Modelo Ilustrativo da Formação Circular. Fonte InoxTubos.....	14
Figura 2-7 – Conformação de Tiras em forma de U. Fonte InoxTubos.....	14
Figuras 2-8 – Formação de Perfis Circulares A. Fonte InoxTubos.....	15
Figuras 2-9 – Formação de Perfis Circulares B. Fonte InoxTubos.....	15
Figura 2-10 – Ilustração do Processo de Soldagem por Laser. Fonte InoxTubos.....	16
Figura 2-11 – Ilustração do Processo de Soldagem por Alta Freqüência. Fonte InoxTubos.....	17
Figura 3-1 –Ilustração Porca Castelo. Fonte IRIGAR Materiais de Construção.....	24
Figura 3-2 – Pilares TPM. Elaborado pelo autor.....	26
Figura 4-1 – Modelo Curva ABC. Elaborado pelo autor.....	31
Figura 5-1 – Gráfico de Percentual do Tempo Produtivo Perdido por Grupo de Paradas. Adaptado de Inoxtubos.....	35
Figura 5-2 – Gráfico de Percentual de Tempo Produtivo por Grupo (Detalhado).Elaborado pelo autor.....	36

Figura 5-3 – Curva ABC para a Inoxtubos. Elaborado pelo autor.....	36
Figura 5-4 – Significância Relativa dos Principais Grupos de Parada. Elaborado pelo autor.....	37
Figura 6-1 – Modelo Esquemático do Setup. Elaborado pelo autor.....	39
Figura 7-1 – Gráfico Ishikawa para Ajuste de Máquina. Elaborado pelo autor.....	66
Figura 7-2 – Croqui dos Mancais Fixos às Barras de Parafuso. Elaborado pelo autor.....	69
Figura 7-3. Ilustração Porca Castelo. Fonte IRIGAR Materiais de Construção.....	69
Figura 7-2 – Croqui dos Mancais Fixos às Barras de Parafuso com corte Transversal. Elaborado pelo autor.....	70
Figura 9-1 – Gráfico de Resultados do Trabalho. Elaborado pelo autor.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1 – Resumo dos Aços AISI Utilizados Para Fabricação de Tubos. Fonte InoxTubos.....	5
Tabela 2-2 – Classes de Tubos Fabricados. Adaptado de InoxTubos.....	7
Tabela 3-1 – Estágios SMED. Elaborado pelo autor.....	20
Tabela 6-1 – Posicionamento Inicial da Inoxtubos da Tabela SMED. Elaborada pelo autor.....	40
Tabela 6-2 – Tempo Padrão para as Atividades de Setup. Elaborado pelo autor.....	42
Tabela 6-3 – Tabela Padrão de Operação para Dois Operadores. Elaborado pelo autor.....	43
Tabela 6-4 – Operações Internas e Externas de Setup. Elaborado pelo autor.....	44
Tabela 6-5 – Tabela Padrão de Operação para o Estágio 2. Elaborado pelo autor.....	47
Tabela 6-6 – Classificação da Inoxtubos no Estágio 2 da Metodologia SMED. Elaborado pelo autor.....	48
Tabela 6-7 – Tabela de Resultados das Modificações dos Parafusos. Elaborado pelo autor.....	52
Tabela 6-8 – Classificação da inoxtubos no Estágio 3 da Metodologia SMED. Elaborado pelo autor.....	60
Tabela 6-9 – Tempo Padrão para os Operações de Setup no Estágio 3 da Metodologia SMED. Elaborado pelo autor.....	62
Tabela 7-1 – Relevância das Causas para Ajuste de Máquina. Elaborado pelo autor.....	67
Tabela 7-2 – Apresentação dos Resultados para Ajuste de Máquinas. Elaborado pelo autor.....	73
Tabela 8-1 – Fases e Etapas de Implementação da Metodologia TPM. Elaborada pelo autor.....	77

1 Definição dos Objetivos

1.1 Justificativa:

O mercado de tubos de aço inox é historicamente caracterizado por sua estabilidade, especialmente nos segmentos em que a empresa base deste estudo atua. Entre os motivos que justificam essa característica do mercado podemos destacar os altos níveis de investimentos iniciais que inibem a entrada de novos clientes, e os custos logísticos que podem inviabilizar a importação de tubos advindos de regiões distantes ou de difícil acesso.

Porém, nos últimos anos, o aumento no fluxo logístico de cargas oriundas da Ásia, especialmente da China, levou a um barateamento dos custos de transporte desses países para toda a América Latina. Como consequência disso e de variações cambiais, a Inox Tubos vem sofrendo, no Brasil e no Conesul, forte concorrência de produtos importados da China.

Além disso, no começo do ano de 2006 foi anunciada que um grande concorrente, a Marcegaglia, pretende transferir parte de suas instalações da Itália para o Brasil, e assim utilizar o País como centro de produção e distribuição para toda a América Latina. É lógico assumir que esta empresa irá concorrer diretamente com a Inoxtubos pelo mercado Brasileiro. É importante ressaltar que a Marcegaglia trará ao país máquinas modernas que permitem uma produção de tubos de aço inox com maior produtividade, ou seja, menor desperdício de tempo e materiais.

Ao longo dos anos, confiante na estabilidade do mercado, e de se sua posição de líder a InoxTubos deixou de investir na modernização de seu maquinário e de seus processos, porém frente a essas mudanças mercadológicas, a empresa se vê forçada a implementar melhorias em diversos níveis.

O escopo deste trabalho está definido dentro das melhorias de produtividade da empresa, com principal foco na redução das paradas de Máquinas.

1.2 Objetivos

Conforme explicitado anteriormente, os objetivos deste trabalho se localizam em torno da redução das paradas de máquina quando do processo produtivo. As paradas de máquina são problemáticas uma vez que aumentam os custos de todo o processo de fabricação e conseqüentemente o preço final dos tubos ou a redução das margens da empresa. Este aumento de custos se dá de duas maneiras: A primeira delas oriunda diretamente da parada que impossibilita a produção durante esse período. A segunda maneira de aumento de custos das paradas vem diretamente da perda de material e do custo da mão de obra utilizada para solucionar os problemas.

Está claro que a maneira mais simples e efetiva para a redução das paradas é através da aquisição de máquinas novas, semelhantes as que estão presentes na concorrente, Marcegaglia. Porém a verba necessária para a realização desta modernização, para as dezesseis máquinas da Inox Tubos, a um custo médio de €1,5 MM por máquina está próximo dos €25 MM, valor indisponível, mesmo quando analisado em um horizonte de longo prazo.

Para alcançar o objetivo principal deste trabalho, de redução das principais paradas de máquinas, serão traçados e alcançados diversos objetivos intermediários.

Assim, o primeiro objetivo deste trabalho é a identificação das causas de parada de máquina. O trabalho estará focado nas principais paradas, e para definir sua origem é necessária uma análise das causas, do ponto de vista de tempo e material perdido. Uma vez identificadas as principais causas, é necessário estudá-las e entendê-las para que seja possível a reduzi-las.

Conforme gráfico abaixo o objetivo foco deste trabalho é a redução das paradas de máquina, porém para que este objetivo seja alcançado, outros objetivos intermediários devem ser previamente alcançados.

A divisão dos objetivos em objetivos intermediários e objetivo final ou foco, facilita a resolução do mesmo, uma vez que, garante o controle sobre o seu nível de desenvolvimento ao longo de sua realização.

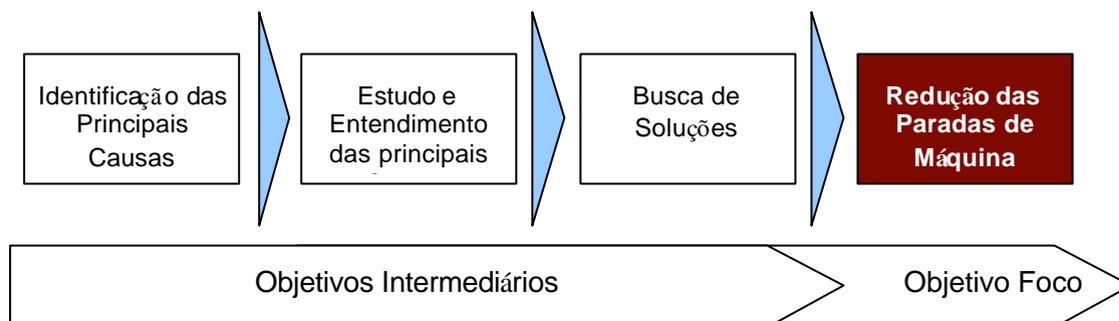


Figura 1 -1 – Diagrama de Objetivos. Elaborado pelo Autor

2 Apresentação da Empresa

2.1 A Empresa:

A InoxTubos S.A. é líder nacional no segmento de tubos de aço inoxidáveis e possui tecnologia desenvolvida para produzir tubos de aço inoxidável austenítico com costura para os mercados nacional e internacional, dentro dos mais altos padrões de qualidade. A empresa está localizada na Rodovia Índio Tibiriçá, Km 50 em Ribeirão Pires – SP, Brasil.

Histórico da empresa

A InoxTubos S.A., fundada em 1º de novembro de 1997, é fruto da fusão de quatro empresas nacionais: Acesita/Sandvik Tubos Inox S.A., Tequisa Tubos Inoxidáveis Ltda., Tubos Inoxidáveis Ltda. – Tubinox e Tubra Tubos Brasileiros Ltda.

A criação da InoxTubos ocorreu pela necessidade de obtenção de escala de produção industrial dentro do cenário de economia globalizada e de maior competitividade internacional. A capacidade resultante da reorganização industrial da InoxTubos está em torno de 18 mil toneladas por ano. A empresa possui um corpo técnico de larga experiência e importante participação acionária da Acesita, produtora de chapas de aço inoxidável e única fornecedora de matéria-prima.

2.2 Produtos

A InoxTubos possui em seu foco comercial de atuação a possibilidade de fabricação de virtualmente qualquer tubo redondo de aço inox, atendendo as

necessidades de todos os clientes, e conseguindo nisso sua diferenciação e vantagem competitiva.

Os tubos fabricados e vendidos pela Inoxtubos possuem diâmetros externos entre 4,76 mm e 2032mm, com espessuras de 0,25mm a 19,05mm para cada diâmetro. A produção não é homogeneamente distribuída entre os diversos diâmetros, conforme podemos observar no gráfico abaixo contendo os principais diâmetros produzidos:

Volume médio por mês por diâmetro 2006

(toneladas)

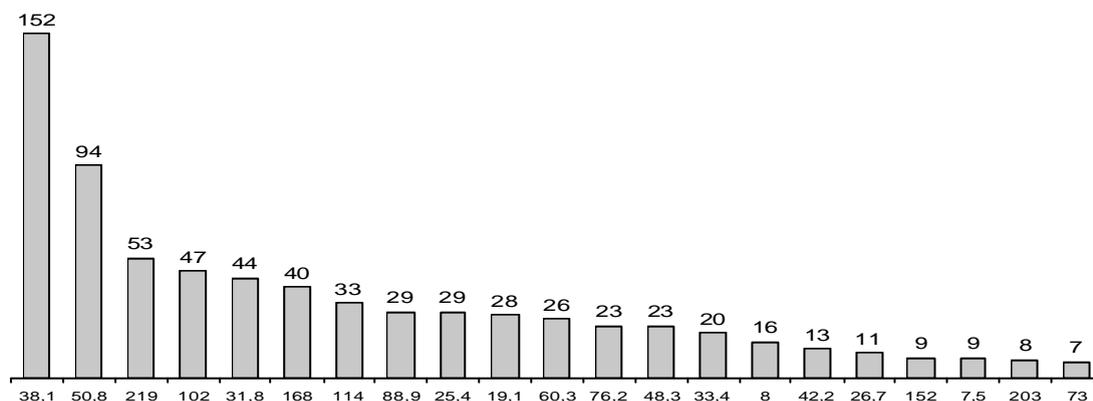


Figura 2-1 – Volume Médio Produzido por Mês por Diâmetro em 2006. Fonte Inoxtubos.

Além disso, os tubos são fabricados utilizando diferentes aços AISI, conforme tabela abaixo:

TP-304	TP-316	TP-309	TP-321
TP-304-L	TP-316-L	TP-309-S	
TP-304-H	TP-316-TI	TP-310	TP-347
TP-317-L		TP-310-S	TP-904-L

Tabela 2-1 – Resumo dos Aços AISI Utilizados Para Fabricação de Tubos. Fonte Inoxtubos.

A combinação destes diversos diâmetros, espessuras e aços, permite a Inox Tubos fornecer tubos para diferentes setores industriais, adequando cada um de seus produtos às normas exigidas em cada caso. Com o objetivo de facilitar essa adequação dos tubos, foi criada uma lista de normas que explicita a abrangência de utilização para cada norma. Conforme abaixo:

Tubos fabricados na norma ASTM A – 249:

São utilizados para a fabricação de trocadores de calor e de superaquecedores, além de serem adequados para sistemas de transporte de fluídos e gases em caldeiras e condensadores.

Tubos fabricados na norma ASTM A – 269:

Adequados para instrumentação em diversos usos, para aplicações em altas e baixas temperaturas e para a fabricação de resistências elétricas e sistemas de refrigeração.

Tubos fabricados na norma ASTM A -778, conforme padrões ANSI B-36.19 e B-36.10:

Utilizados para condução de fluídos e gases em altas e baixas temperaturas em ambientes corrosivos.

Com base nestas informações as diversas áreas da empresa sabem como lidar com cada pedido realizado por um cliente, ou seja, a área comercial no ato da venda estabelece junto com o cliente a norma mais adequada para cada pedido. As áreas de expedição, PPCP, e de produção ao se deparar com uma ordem de pedido ou de fabricação, já estão cientes da norma a ser respeitada e podem assim identificar o uso de cada tubo fabricado.

Os diversos produtos são divididos em três tipos de tubos de acordo com suas espessuras e diâmetros. A primeira divisão recebe o nome de G1 e abrange tubos de espessura menor ou igual a 15,87 mm com diversas espessuras. Esta primeira classe de tubos possui na InoxTubos cinco máquinas com solda do tipo TIG dedicadas a sua produção.

A segunda classe de produtos é a mais significativa em toneladas produzidas possuindo nove máquinas TIG exclusivamente dedicadas a sua produção, abrangendo tubos com diâmetros entre 19,05 mm e 168,00 mm com espessuras menores ou iguais a 3,40 mm.

A terceira e menos expressiva classe é a dos tubos G3 que devem ter diâmetros superiores a 168,00 mm podendo medir mais do que 3,40 mm de espessura. Por se tratar de tubos muito grandes, seu processo não pode ser realizado em máquinas formadoras automatizadas, sendo com a ajuda de máquinas e ferramentas pouco complexas, artesanalmente fabricados caso a caso.

É apresentada abaixo uma tabela com o resumo dos três tipos de grupos de tubos fabricados na empresa:

	Dimensões	Fabricação
G1	Diâmetro: Menor ou igual a 15,87 mm	Automatizada, cinco máquinas formadoras com solda do tipo TIG.
G2	Diâmetro: Entre 19,05mm e 168,00 mm Espessura: Até 3,40 mm	Automatizada, nove máquinas formadoras com solda do tipo TIG.
G3	Diâmetro: Superior a 168,00 mm Espessura: Podem ser superiores a 3,40 mm	Artesanal com a utilização de poucas máquinas e ferramentas pouco complexas

Tabela 2-2 – Classes de Tubos Fabricados. Adaptado de InoxTubos.

2.3 O Mercado de Aço Inox

A Inoxtubos atende aos mais variados mercados, devido à ampla diversidade de aplicações dos tubos de aço inoxidável austenítico. Para seu modelo de gestão a empresa dividiu o mercado de acordo com a aplicação de seus tubos, e possui pessoal dedicado para cada um desses mercados. Segue abaixo uma breve descrição de cada uma destas áreas de atuação:

Tubulinho Auto - G1:

São tubos de diâmetro pequeno (Até 15,87mm), utilizados por diversas montadoras, para o transporte de combustível em motores de automóveis bi-combustível. Este mercado está relativamente pouco suscetível a sazonalidade, uma vez que é totalmente ligado a produção de veículos, que se mantém razoavelmente estável ao longo do ano.

Tubulinho Resistência - G1:

Tubos de baixos diâmetros (Até 15,87 mm), que são componentes essenciais na fabricação de resistências blindadas para aquecimento. Seu mercado também é relativamente estável e pouco suscetível a efeitos de sazonalidade.

Estrutural e Decorativo - G2:

Nos últimos anos a demanda por esse tipo de tubo vem crescendo exponencialmente com o aumento da utilização de tubos na fabricação de móveis e de corrimãos. Este mercado é bastante aberto à utilização de tubos em diversos formatos, porém a Inox Tubos trabalha apenas com os formatos redondos sofrendo grande concorrência por parte dos produtos importados.

As vendas destes tubos acompanham o mercado de construção civil e de decoração, e ao longo do ano não sofre com variações sazonais. São fabricados com diâmetros entre 19,05 mm e 168,00 mm e espessuras de até 3,4 mm.

Alimentos e Bebidas - G2:

Com diâmetros entre 19,05 mm e 168 mm e espessuras de até 3,4 mm, os tubos de aço inoxidável são muito bem vistos pela indústria de alimentos e bebidas por sua propriedade inerte, ou seja, por não interagir quimicamente com os produtos alterando as propriedades dos alimentos e bebidas transportados em seu interior, mesmo sobre altas temperaturas e pressões. A cada nova planta de fabricação, uma grande quantidade desses tubos é adquirida, o que torna esse mercado excessivamente sazonal, ligado à expansão, manutenção ou abertura de plantas de fabricação de alimentos ou bebidas em diversas áreas do país.

Trocadores de Calor - G2:

Os trocadores de calor são comuns a diversas indústrias e em sua construção é empregada grande quantidade de tubos de aço inox com diâmetros entre 19,05 mm e 168 mm e espessuras de até 3,4 mm. Está vulnerável a sazonalidades, porém em menor escala dada a grande variedade de indústrias que utilizam esse produto em suas instalações.

Açúcar e Álcool - G2:

Outro setor industrial que compra grandes quantidades de tubos de aço inoxidável para a construção, expansão e manutenção de suas plantas é o setor de açúcar e álcool.

Novamente o motivo que atrai os compradores são as propriedades inertes dos tubos de aço inox que não interagem, nem se deixam corroer pelos produtos e subprodutos da fabricação de açúcar e álcool. Os tubos comercializados para este setor possuem diâmetros entre 19,05mm e 168,00 mm com espessuras inferiores a 3,40 mm. Este mercado é bastante sazonal, estando sujeito às épocas de expansão de plantas álcool açucareiras.

Papel, Celulose e Indústrias Químicas - G2 e G3:

As indústrias de papel, celulose e indústrias químicas são, ao lado das indústrias de alimentos e bebidas, os maiores compradores de tubos de aço Inox no país. Nestas indústrias os tubos são utilizados para o transporte em altas

temperaturas e sob grande pressão celulose e seus subprodutos, água e produtos químicos corrosivos ou não. Por fornecer a indústrias que possuem variados processamentos químicos e são de diversos tamanhos, o gama de produtos fornecidos para este setor é bastante abrangente contendo tubos com espessuras maiores que 19,05mm com espessura de acordo com as especificações dos clientes.

A Inoxtubos atua essencialmente no mercado brasileiro e pontualmente no restante da América do Sul, principalmente Argentina e Chile. O mercado brasileiro é de mais de 30 mil toneladas por ano, distribuída pelos diversos segmentos de acordo com o gráfico abaixo. A distribuição geográfica do consumo respeita a distribuição das indústrias no território nacional.

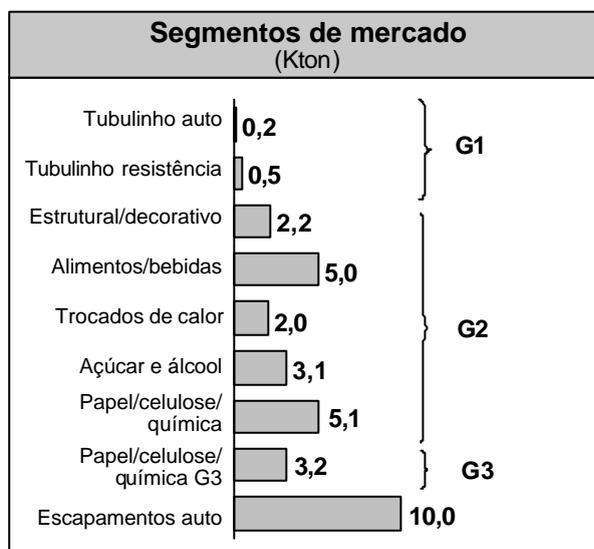


Figura 2-2 – Volume Produzido em Kton por segmento de Mercado Para 2005. Fonte Análises A.T.Kearney.

Embora seja líder de mercado, a Inoxtubos encontra competição de alguns players nos diversos mercados. O maior de seus concorrentes é a Zamproгна, empresa do sul do país que atua nos segmentos estrutural e decorativo,

trocadores de calor, e químico, açúcar e álcool e alimentício. O segundo maior concorrente é a Dutex que atua nos segmentos de resistências, estrutural e decoração, trocadores de calor e papel, celulose e química e açúcar e álcool. Além disso, nos últimos anos diversos produtos passaram a ser importados, principalmente da China, chegando ao país com preços até trinta por cento inferiores aos dos tubos produzidos aqui.

A concorrência entre as empresas ocorre no patamar dos segmentos de mercado conforme gráfico abaixo (porcentagem de toneladas produzidas por segmento):

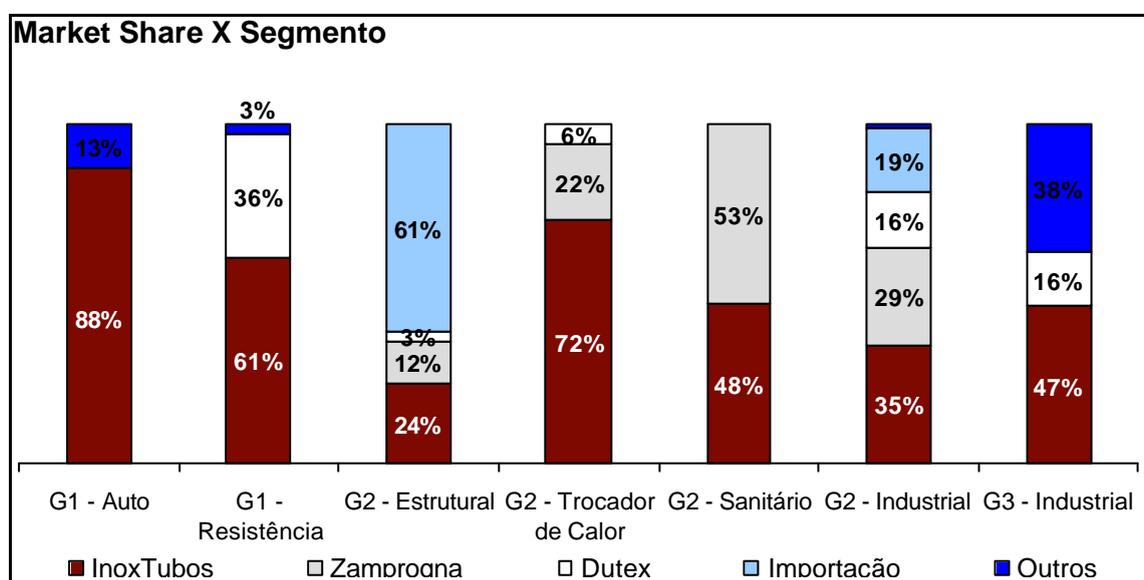


Figura 2-3 – Market Share por Segmento por Volume em 2005. Fonte Análises A.T.Kearney.

A concorrência está distribuída entre os diversos segmentos, o segmento de Tubulinhos automotivos o a Inoxtubos é líder absoluta com quase 90% do mercado, os treze por cento restantes de mercado estão distribuídos entre diversos fabricantes de pequeno porte. O segmento de resistência também é dominado pela empresa, com mais de sessenta por cento do mercado, os outros trinta e seis por cento do mercado são dominados pela Dutex, restando uma pequena parcela de três por cento para fabricantes de pequeno porte.

No segmento estrutural e de decoração, o mercado é dominado pelos produtos importados (sessenta e um por cento), que são mais baratos, que os produtos dos demais concorrentes: Inoxtubos, Zamproгна e Dutex em ordem de tonelagem produzida. Esse cenário se dá, pois as exigências técnicas dos produtos são menores e o fator ganhador de pedido é o preço.

O segmento de trocadores de calor é liderado pela empresa foco de nosso trabalho com mais de setenta por cento das toneladas fabricadas, sendo seguida por Zamproгна e Dutex respectivamente. O segmento de aços sanitários, que engloba as indústrias de alimentos, bebidas e algumas indústrias açucareiras, é quase que igualmente distribuído entre a Zamproгна e a Inoxtubos, sendo que a primeira leva pequena vantagem sobre a outra.

No segmento industrial que pode ser separado entre G2 e G3 de acordo com as dimensões dos tubos fabricados, a Inoxtubos é líder, porém sofre concorrência das diversas outras empresas. É interessante notar a grande participação das pequenas siderúrgicas nos itens indústrias do setor G3, isso se dá graças ao processo majoritariamente artesanal de fabricação, que exige poucos investimentos em maquinário e pode ser acompanhado e controlado, nas pequenas siderúrgicas, pelos clientes contratantes.

Com a entrada do novo concorrente, a Inoxtubos sofrerá significativo aumento de concorrência nos diversos setores. Com uma planta moderna e máquinas mais rápidas de produção, é provável que a Marcegaglia atue nos diversos setores G2, oferecendo produtos mais baratos e com igual qualidade, além do nome da empresa, já conhecido e valorizado fora do país por diversas multinacionais e dentro do Brasil pelos importadores e distribuidores.

As previsões de mercado indicam que o mesmo tende a crescer nos próximos anos, mas não o suficiente para absorver a entrada de mais um concorrente deste porte sem a perda de vendas pelos outros fabricantes de tubos inoxidáveis. As vendas variam sazonalmente ao longo do ano, ou seja, um ano de baixos níveis de comercialização é seguido por um ano de grandes negócios, que depois é seguido por um ano fraco e assim por diante.

A evolução do mercado é ilustrada pelo gráfico de projeções de mercado abaixo:

Previsão de Mercado de Tubos de Aço Inox
(Kton X Ano)

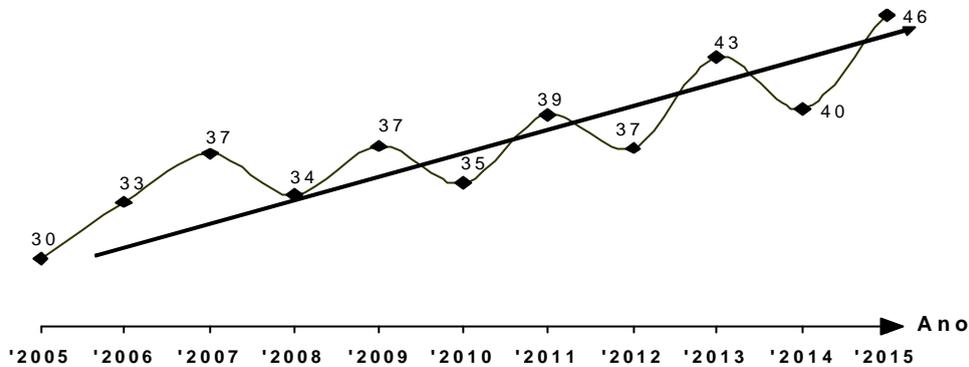


Figura 2-4 – Previsão do Mercado de Tubos de Aço Inox (Kton). Fonte Análises A.T.Kearney.

2.4 Processo Produtivo

O processo de formação dos tubos de aço Inox nas máquinas formadoras é composto por duas etapas principais de fabricação, a primeira delas é a formação, ou seja, as tiras de aço são conformadas na forma de tubos, o segundo dos processos é a de soldagem da tira conformada em tubo. Ambos os processos podem ser identificados na figura abaixo:

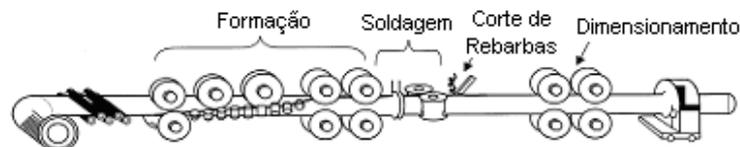


Figura 2-5 – Representação do Processo de Fabricação de Tubos. Adaptado de InoxTubos.

O processo de formação ocorre a frio e por força mecânica. A tira de aço inox é puxada através de um conjunto de ferramentais que possuem a função de

gradativamente conformar as tiras em tubos. É mais fácil compreender o resultado deste processo através da figura abaixo:



Figura 2-6 – Modelo Ilustrativo da Formação Circular. Fonte InoxTubos

Cada máquina formadora de tubos possui um conjunto de aproximadamente 50 pares de ferramentais distribuídos ao longo de uma linha reta por onde a tira de metal deve passar. Cada peça do par de ferramentais é reflexo exato do formato da outra peça do par, e é posicionada em um dos lados da linha central por onde a tira de metal deve passar. O formato de cada par de ferramentais se aproxima gradativamente do formato de um tubo, partindo do formato de uma tira.

Assim os primeiros pares, possuem a função de conformar as bordas da tira até que a mesma tome a forma de um U, equivalente a parte inferior de um tubo, conforme podemos observar na figura abaixo:

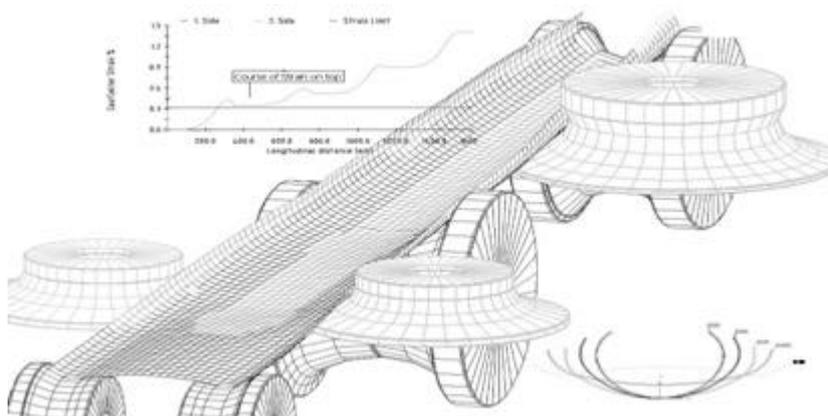
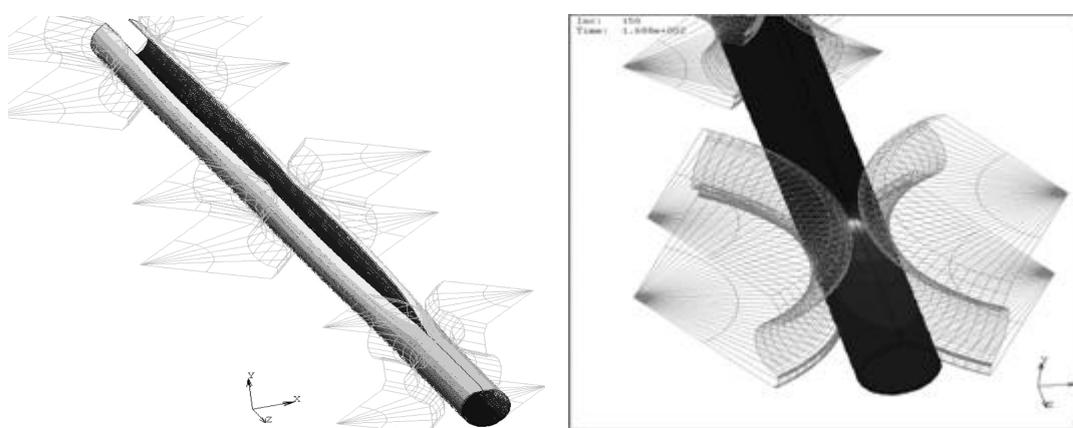


Figura 2-7 – Conformação de Tiras em forma de U. Fonte InoxTubos.

A partir do U formado pela tira, os próximos ferramentais devem aproximar as extremidades da tira de metal para que a mesma tome a forma de um cilindro com um rasgo em sua parte superior. Ou seja, as duas extremidades da tira se encontram lado a lado, encostada uma na outra, porém elas ainda não estão soldadas, não formando uma superfície única. As figuras 2.4.D e 2.4.E Ilustram com praticidade essa etapa do processo:



Figuras 2-8 e 2-9 – Formação de Perfis Circulares. Fonte InoxTubos

A próxima fase do processo é a soldagem dessas duas extremidades para transformar a tira em forma de cilindro em um tubo. O processo de soldagem deve ser realizado com excelência, uma vez que é ele quem vai garantir que os fluídos não vazem para fora do cilindro, nem que impurezas entrem no mesmo, operando nas mais diversas e agressivas condições, como altas pressões e temperaturas e exposição a ambientes corrosivos.

Existem três processos de solda comumente encontrados no mercado, o primeiro, mais simples e também mais barato deles, é o processo de soldagem do tipo TIG, ou soldagem de arco de gás tungstênio. Esse tipo de soldagem utiliza de um a quatro eletrodos não consumíveis, compostos de uma liga com 98% W (tungstênio) e 2% Th (Tório). Os eletrodos são alinhados e funcionam um após o outro para garantir a consistência da solda, nenhum material de preenchimento é necessário para a solda em tubos. A velocidade de solda varia entre 3,0 e

4,5mmXm (espessura X comprimento do tubo) por minuto. Tanto a Inoxtubos quanto as outras concorrentes existentes no país utilizam em suas máquinas soldas do tipo TIG.

O segundo processo de soldagem comum no mercado brasileiro, é o do tipo Laser. Este método utiliza um canhão de luz altamente concentrado com uma densidade de poder que pode ser até mil vezes maior que a obtida com a solde TIG, nenhum material de preenchimento é utilizado na solda de tubos de aço inox. A solda laser permite soldar espessuras de até 3 ou 3,5 mm, produzindo rebarbas extremamente finas que não excedem 0,3 a 0,5 mm. Uma máquina laser solda a uma velocidade de 9,0 mm X m por minuto, o dobro de uma máquina TIG. No Brasil estão presentes nas Fábricas de tubos de escapamentos da Cetubos (setor fora do escopo da Inoxtubos e conseqüentemente deste trabalho) e na fábrica que será construída pela Marcegaglia.

Abaixo temos uma ilustração do processo de soldagem por laser.

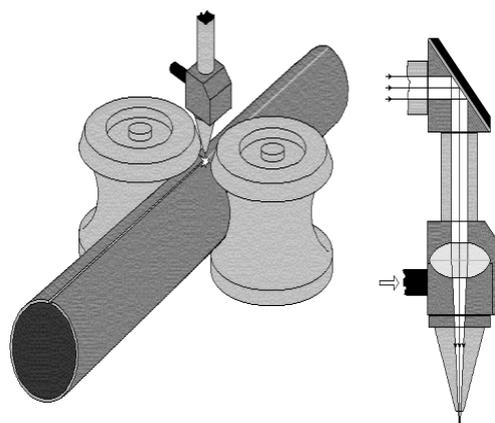


Figura 2-10 – Ilustração do Processo de Soldagem por Laser. Fonte InoXTubos.

O último método de soldagem comum no Brasil, é o método de soldagem de alta freqüência. Classicamente conhecido com solda por resistência elétrica, este método apresenta como grande vantagem a sua velocidade de solda de aproximadamente 100 mm X m por minuto, podendo soldar tubos de até quatro

mm de espessura. Por outro lado a qualidade da solda obtida pelo método de alta frequência é inferior à qualidade dos outros dois métodos.

Uma resistência gera calor e campo magnético em torno do tubo, assim as extremidades das tiras são comprimidas uma contra a outra, e aquecidas de modo a soldarem-se, o excesso de costura é retirado em linha. Esse método é comumente utilizado para soldar tubos de aço carbono, e tubos decorativos de aço inox, esse método não pode ser nunca utilizado em tubos destinados à indústria alimentícia e de bebidas, e dependendo das especificações nas demais indústrias.

O método de alta frequência não utiliza material de preenchimento ou qualquer tipo de gás de solda. Abaixo temos a ilustração que explica o funcionamento da solda por resistência elétrica.

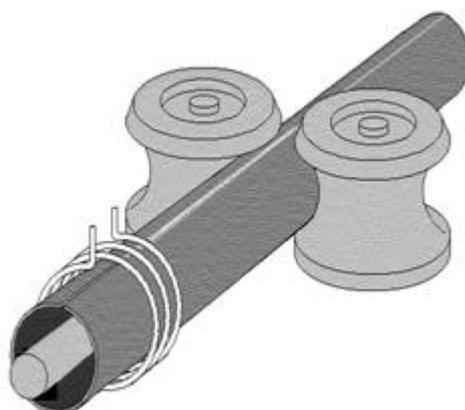


Figura 2-11 – Ilustração do Processo de Soldagem por Alta Frequência. Fonte InoxTubos.

O último passo de fabricação de tubos pode ou não ocorrer de acordo com as especificações e normas adotadas em cada pedido. Após a soldagem pode ser necessário recozer o tubo, para garantir que o mesmo adquira as características físicas necessárias ao produto. O processo de recozimento utilizado para os tubos de aço inox é o processo comum de recozimento, e pode ocorrer ou não em linha, de acordo com cada máquina.

3 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo são apresentadas as principais teorias utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho e a busca de soluções. Conforme explicado com mais detalhe no capítulo quatro (Metodologia) o aumento na produtividade da planta da Inoxtubos será atingido através da redução das principais paradas de máquina.

Para identificar os mais significantes grupos de paradas de máquina utilizaremos um gráfico ABC classificando os grupos de parada de acordo com o total de tempo consumido durante cada um deles.

No decorrer deste trabalho, a partir deste gráfico serão selecionados os principais grupos causadores de paradas e para cada um deles será desenvolvida uma análise específica para a busca de soluções. Assim neste capítulo serão apresentadas as teorias utilizadas para a identificação dos problemas e objetivos, a estruturação e organização deste trabalho e as teorias utilizadas para o estudo de cada um dos principais grupos. Além disso, as teorias são retomadas e explicadas no início de cada capítulo de resolução de problemas.

3.1 Estudos Iniciais:

Neste sub capítulo trataremos da teoria de produtividade global utilizada para a definição dos objetivos e entendimento do problema. Esta teoria está baseada na escolha de uma medida de caráter global e na posterior separação dos fatores que afetam esta medida.

Para a Inoxtubos partiremos da produtividade de caráter global, que neste caso, é medida através da razão entre a espessura e comprimento fisicamente

produzidos sobre a espessura e o comprimento que a fábrica é capaz de produzir, conforme equação abaixo:

$$\frac{\textit{produçãoFísica}}{\textit{Capacidade}} = \frac{\textit{Espessura_Físico(mm)} \times \textit{Comprimento_Físico(m)}}{\textit{Espessura_Capacidade(mm)} \times \textit{Comprimento_Capacidade(m)}}$$

Por outro lado podemos decompor a produtividade como o lucro sobre o investimento total e a partir dessa equação separar todos fatores que influem na medida global da produtividade conforme abaixo:

$$\frac{\textit{Lucro}}{\textit{Investimento_Total}} = \frac{\textit{Lucro}}{\textit{Produção_Física}} \times \frac{\textit{Produção_Física}}{\textit{Capacidade}} \times \frac{\textit{Capacidade}}{\textit{Ativo_Fixo}} \times \frac{\textit{Ativo_Fixo}}{\textit{Investimento_Total}}$$

Assim a equação pode ser escrita como o produto de diversas divisões: Lucro sobre produção física, produção física sobre capacidade, capacidade sobre o ativo fixo e o ativo fixo sobre o investimento total. Uma variação em qualquer um dos fatores da equação tem relação direta com a medida global. Assim com o intuito de aumentar a produtividade global focaremos o trabalho na divisão Produção Física sobre capacidade, tratando mais especificamente da redução do tempo de paradas e conseqüente aumento da produção física.

3.2 O Sistema SMED:

O sistema SMED (Single-Minute Exchange of Die) foi desenvolvido no início dos anos 1950 por Shigeo Shingo para indústrias japonesas que estavam enfrentando problemas de capacidade de produção.

A essência do sistema está na diminuição dos gargalos, redução de custos e aumento da qualidade através da redução dos tempos de setup. Sobre esta perspectiva os setups são os elementos mais críticos do processo. Para a redução do tempo de preparação o sistema SMED busca analisar o processo de setup deixando de lado paradigmas que defendem que tais reduções não podem ser feitas.

O sistema SMED trabalha em duas frentes, a primeira delas busca separar o setup interno do setup externo, ou seja, as etapas que ocorrem durante a parada e as etapas que ocorrem antes ou após a parada sem prejudicar a produtividade, assim esta frente busca externar ao máximo as atividades de preparação diminuindo o impacto do processo como um todo sobre a produção. A segunda frente trabalha no sentido de otimizar cada uma das atividades de setup através da análise do processo atual e da busca por formas alternativas e mais eficazes de realizar uma operação.

Para facilitar a implementação do modelo, foi criada uma classificação que define em qual estágio uma planta se encontra de acordo com a eficiência dos seus processos de setup. Assim para implementação de um sistema SMED deve-se caminhar com a empresa pelos diversos estágios até se alcançar o último estágio de desenvolvimento SMED. Segue abaixo um modelo com o pré estágio e os três estágios da metodologia.

Pré Estágio	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3
Setup interno e externo não estão separados	Setup interno e externo estão separados	Setup interno é transformado em setup externo	Otimização de todos os aspectos do Setup

Tabela 3-1 – Estágios SMED. Elaborado pelo autor.

Pré Estágio ou Estágio Preliminar - Setup Interno e Setup Externo não Estão Separados:

Nas operações tradicionais de setup, a diferença entre setups internos e externos é confusa; o que poderia ser feito externamente é realizado como setup interno, e as máquinas, portanto, permanecem paradas por muito tempo. Quando do planejamento da implementação do SMED é necessário estudar as condições reais do chão de fábrica detalhadamente.

Uma *análise de produção contínua* realizada juntamente com um cronômetro é a melhor abordagem, porém, consome muito tempo e exige grande

nível de habilidade. Outra possibilidade é a utilização do método de *amostragem do trabalho*. Este método consome menos tempo, porém pode ser invalidado caso haja poucas repetições. Um último método comum é o estudo das condições reais da planta de fábrica através de *entrevistas com trabalhadores*.

Neste trabalho será adotada a segunda abordagem, de amostragem do trabalho, uma vez que muitas atividades são repetidas diversas vezes em um mesmo setup. Além disso, serão utilizadas entrevistas juntamente com trabalhadores para validar e expandir as informações obtidas pelo método de amostragem.

Estágio 1 - Separando Setup Interno e Setup Externo:

O mais importante passo para implementação do sistema SMED é a separação e distinção entre as operações internas e as operações externas. É lógico pensar que, por exemplo: a preparação e manutenção das peças devem ocorrer enquanto a máquina estiver funcionando, porém, em muitos casos, como na Inoxtubos, essas operações ocorrem de maneira interna.

O esforço científico para transformar o máximo das operações em setup externo pode reduzir significativamente o tempo necessário para o setup interno, que ocorre com a máquina desligada, e conseqüentemente diminuir o tempo perdido com paradas e aumentar a produtividade.

Estágio 2 – Convertendo Setup Interno em Setup Externo:

Conforme explicitado acima, a separação entre setup interno e setup externo podem gerar resultados muito significativos, porém estes resultados não são suficientes para aumentar ao máximo a eficiência do processo, objetivo do SMED. O segundo estágio de conversão de setup interno em setup externo envolve duas importantes noções:

Reavaliação das operações para certificar-se que nenhuma atividade foi erroneamente classificada como interna.

Procura de meios para converter atividades internas em atividades externas.

Normalmente essas duas noções resultam na preparação anterior de peças e ferramentais e a montagem de kits através da realização externa de operações de encaixe e sobreposição de peças.

Operações que antes eram realizadas internamente podem comumente ser transformadas em setup externo através de estudos sobre suas reais funções. É extremamente importante nessa e em outras fases da implementação do sistema SMED a adoção de novas perspectivas que não são limitadas por antigos hábitos.

Estágio 3 - Melhorando Todos os Aspectos da Operação de Setup:

Mais uma vez os passos anteriores não são sempre suficientes para garantir a redução máxima do tempo de setup. Por essa razão devemos realizar um esforço intenso para otimizar cada um dos elementos dos setups internos e externos. Assim deve-se analisar cada uma das operações individualmente e em grupos para encontrarmos soluções que melhorem os processos local e globalmente.

Os estágios não necessariamente devem ocorrer seqüencialmente, muitos passos podem ser dados paralelamente, neste trabalho os estágios um e dois ocorrem praticamente ao mesmo tempo.

O SMED nasceu de um período de dezenove anos como o resultado da conjunção dos aspectos práticos e teóricos da melhoria dos setups, logo ambas as análises, prática e teórica, e implementações são fundamentais para o SMED e devem fazer parte de qualquer programa de implementação.

Embora o sistema tenha sua origem em prensas a metodologia de análise e os passos de implementação podem ser adotados em praticamente todos os tipos de indústria, bastando a expansão das perspectivas de análise das operações de preparação.

3.3 Elementos de Máquinas – Parafusos e Porcas:

Os parafusos e as porcas são métodos muito difundidos de fixação ou união de peças, além disso, esses elementos podem ser utilizados para a transferência de torque ou potencia entre partes de uma mesma máquina.

Nas máquinas formadoras de tubos de aço inox da Inoxtubos os parafusos e as porcas estão largamente presentes, são empregados para fixação das bases que sustentam os eixos e os ferramentais e para ajustar a posição destes mesmos eixos e ferramentais através de parafusos de potência.

O parafuso de potência é um dispositivo composto por um parafuso longo e algum elemento rosqueado, como uma rosca. Sua função é a de transformar o movimento angular em movimento linear, assim através da rotação de uma porca em torno de uma barra de parafusos gera-se um movimento linear e paralelo da mesma em relação à barra.

As principais propriedades dos parafusos de potência são dependentes da relação entre movimento e força, assim o movimento angular exige menor força, mas deve ser longo enquanto o movimento linear resultante possui maior força e menor amplitude de movimento, ou seja, com a utilização deste dispositivo é possível elevar e descender elementos de grande massa com menor esforço.

Graças à diminuição da amplitude dos movimentos lineares em relação aos movimentos angulares os parafusos de potência são largamente utilizados para ajustes finos, assim pode-se aumentar a precisão da localização da porca ou do elemento rosqueado, pois com um movimento angular pequeno pode-se gerar um ínfimo movimento linear.

A última propriedade que merece ser citada aqui é a propriedade de autobloqueio deste dispositivo, garantida pela necessidade de uma força elevada aplicada linearmente sobre o elemento rosqueado para gerar movimento. No caso

da Inoxtubos é utilizado um sistema de porca contra porca para aumentar essa propriedade de autobloqueio deste dispositivo.

Nas formadoras da Inoxtubos os parafusos de potência são utilizados para elevar e descender os mancais que sustentam os eixos e os ferramentais. Neste caso uma estrutura que contém um mancal é movimentada linearmente em relação a duas barras de parafusos e através de porcas que são movidas de maneira angular e transferem movimento linear para o sistema.

Outra classe de elementos de máquina que será estudada e utilizada neste trabalho é a classe das chavetas, cavilhas e anéis de retenção. Essa classe de elemento é utilizada para fixar elementos como ferramentais, ou engrenagens a eixos de modo a transferir torque entre as mesmas, as cavilhas em particular podem também prevenir o movimento axial relativo entre peças que se encaixam.

Uma cavilha é composta por um pino que atravessa perpendicularmente dois elementos concêntricos, um ao redor do outro, assim, por exemplo, uma cavilha pode ser composta por um pino que atravessa perpendicularmente um parafuso e uma porca limitando seu movimento axial e conseqüentemente linear.

Uma evolução das cavilhas para o caso dos parafusos e porcas é a porca castelo, que nada mais é que uma porca com um conjunto de cortes em seus lados. Em conjunto com um parafuso que possua orifícios ou cortes, a porca castelo permite que um arame atravesse o eixo passando por seus cortes, travando sua posição em relação ao eixo onde a mesma se encontra.

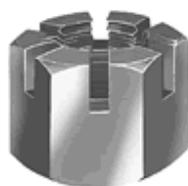


Figura 3-1 – Ilustração da Porca Castelo . Fonte IRIGAR Materiais de Construção.

3.4 Manutenção Produtiva Total:

A TPM ou manutenção produtiva total é uma estratégia de manutenção criada para maximizar a eficiência através do envolvimento e da atribuição de responsabilidades para os funcionários sobre suas máquinas. A idéia da manutenção produtiva total surgiu a partir da manutenção preventiva, desenvolvida nos Estados Unidos no período pós-guerra para substituir a manutenção corretiva. Na manutenção corretiva as providencias para troca ou ajuste do equipamento só ocorrem após a falha, o que a manutenção preventiva busca é prever está falha e coibir sua incidência. A TPM foi criada e aperfeiçoada pelos japoneses a partir dos conceitos da manutenção preventiva em um movimento de busca da qualidade e produtividade em 1971. Inicialmente a Manutenção Produtiva Total foi adotada pela Nippon Denso Co. Ltd., do grupo Toyota.

A manutenção produtiva total está baseada em oito grupos de gestão que envolvem toda a empresa na busca por melhorias. Como esses grupos dão sustentação para a metodologia também são conhecidos como pilares. Dentre as funções desses temos como principais:

- Aumentar a eficiência do sistema produtivo;
- Gerenciamento inicial para novos produtos e equipamentos;
- Gerenciamento a qualidade;
- Aumentar a eficiência dos departamentos administrativos;
- Gestão da segurança, saúde e meio ambiente.

Os pilares são apresentados a seguir:

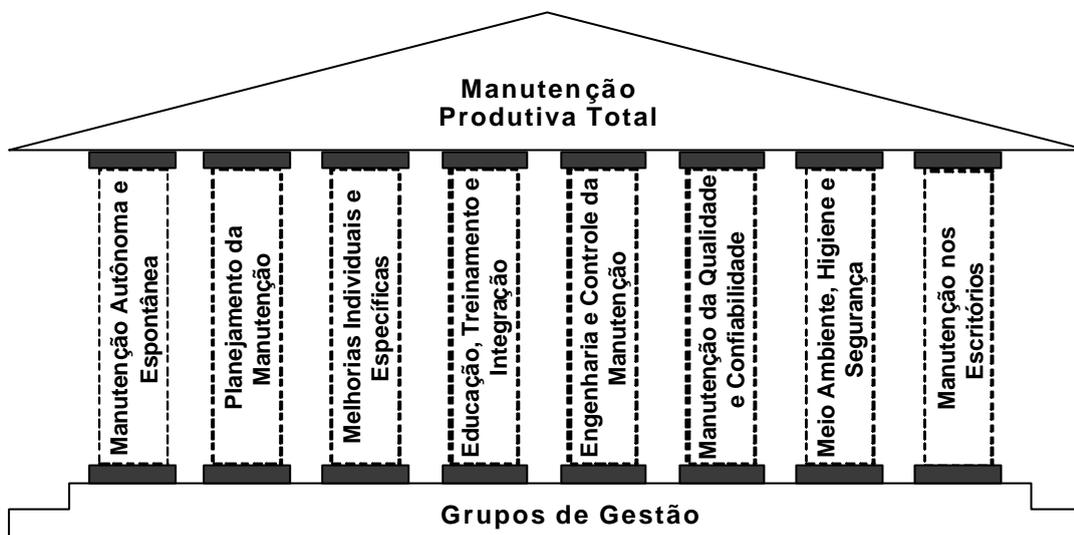


Figura 3-2 – Pilares TPM. Elaborado pelo autor.

Manutenção Autônoma e Espontânea:

A manutenção autônoma visa aumentar a eficácia dos equipamentos e diminuir as perdas através das atividades realizadas por pequenos grupos ou indivíduos, assim a manutenção autônoma oferece aos operadores os conhecimentos e as habilidades necessárias para que os mesmos possam supervisionar e identificar possíveis falhas em seus equipamentos, sendo em última instância responsáveis por suas máquinas. Os operadores devem manter suas máquinas através da solução dos problemas, quando um operador não é capaz de solucionar algum problema o mesmo deve acionar um ou mais mantenedores específicos, ou seja, o pessoal de manutenção. É importante frisar que para a correta manutenção autônoma a manutenção corretiva deve estar em constante ação.

Esta etapa é importante, pois inicia a implementação do modelo TPM através do envolvimento dos operadores pela mudança de visão sobre seu trabalho, assim o operador passa a ser extremamente importante para a manutenção sendo responsável pelas boas condições de sua máquina. A

manutenção autônoma não é a transferência das atividades de manutenção para os operadores, mas a transferência de responsabilidade e de autonomia para os mesmos decidirem sobre suas máquinas, assim os operadores devem manter suas máquinas acionando o setor de manutenção para realizar eventuais consertos e restaurações.

Na posição de responsáveis pelas máquinas os operadores devem realizar inspeções visuais em busca de pequenas falhas, análise dos componentes de qualidade e segurança buscando detectar previamente futuras falhas. A inspeção é definida quanto ao tempo de duração, a periodicidade, a localização e o número de itens. Além disso, para facilitar as inspeções devem ser tomadas medidas que visam permitir acesso e visibilidade das partes críticas da máquina e treinamentos para que os operadores sejam capazes de realizar a inspeção por conta própria e de maneira confiável, além de garantir que os mesmos tenham consciência da importância das inspeções para a produção.

Manutenção Planejada e Planejamento da Manutenção:

O dimensionamento do planejamento da manutenção depende diretamente do nível que se queira atingir, do número de equipamentos da empresa e do número de profissionais do setor de manutenção. Basicamente, esse pilar tem a função de garantir que a manutenção seja realizada sempre que necessário e que seja priorizada de acordo com a necessidade, disponibilidade e importância de cada máquina e o impacto de cada falha.

Melhorias Individuais e Específicas:

O departamento responsável pelas melhorias é o de produção, porém todos tem responsabilidade para com as melhorias, o objetivo deste pilar é eliminar as grandes perdas, realizar melhorias, mudanças e organizar métodos para maximizar a eficiência dos equipamentos.

Educação, Treinamento, Integração e Reciclagem:

Dada ao grande envolvimento e a grande importância das pessoas para a metodologia de manutenção produtiva total, este pilar se torna fundamental, pois é através dele que serão criadas as condições para a qualificação e desenvolvimento dos funcionários. Uma vez que funcionários qualificados são necessários para a previsão de problemas e falhas através da inspeção, propor melhorias e identificar situações anormais dentro da fábrica.

Engenharia e Controle na Aquisição e Manutenção dos Ativos:

Esse pilar tem o objetivo de expandir os conceitos de TPM para os fornecedores através da elaboração das especificações técnicas das máquinas, necessidades de acessórios e melhorias no acesso para limpeza, inspeção e reparos. Está intimamente ligado ao pilar das melhorias individuais e específicas

Manutenção da Qualidade e Confiabilidade

A qualidade e a confiabilidade estão alinhadas com os princípios do TPM, assim este pilar dá suporte aos outros pilares e às áreas para que as mesmas possam produzir peças com qualidade e atinjam a quebra zero nos equipamentos e o zero defeitos no produto. Esta área também é responsável por auxiliar a solução de problemas que envolvam qualidade dos produtos e dos processos.

Meio Ambiente, Higiene e Segurança

Este pilar atua para implementar os princípios de gestão ambiental dentro da fábrica, minimizando o impacto ao ambiente e à fábrica e diminuindo desperdícios. Além disso, busca o equilíbrio entre o homem, a máquina e a produção visando o aumento da produtividade com acidente zero.

O conceito de zero acidentes envolve a ausência de acidentes com danos pessoais e humanos, materiais e ambientais pelo uso de equipamentos confiáveis,

prevenção do erro humano e processos que respeitem o meio ambiente, tudo isso com o objetivo final de manter a empresa.

Manutenção nos Escritórios

Este pilar tem como objetivo eliminar perdas no nível administrativo, ou seja, perdas oriundas de processos administrativos, da burocracia, da gestão de estoques e da logística, bem como apurar o impacto financeiro dos ganhos de eficiência obtidos pela implementação do TPM.

A implementação do TPM em uma empresa deve ocorrer de forma gradativa, começando por uma área padrão da empresa, ou seja, que possua as condições médias de velocidade de produção e tamanho. Esta área será denominada piloto e nela ocorrerão a primeira implementação com identificação e solução dos problemas bem como a correta adequação do modelo as condições da empresa. Após essa fase o modelo de manutenção produtiva total pode ser expandido para o restante da empresa.

4 Metodologia de Trabalho

A metodologia de desenvolvimento deste trabalho está alinhada com os objetivos traçados para o mesmo, ou seja, assim como é necessário atingir objetivos intermediários antes do objetivo final de redução das paradas de máquina, a metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho de formatura é composta de diversos passos.

O primeiro passo de desenvolvimento do trabalho diz respeito à visita à fábrica da Inoxtubos para que se possa compreender o processo de fabricação e o funcionamento da empresa e de todas suas áreas. Essa etapa é importante porque permite que se obtenha uma visão sistêmica de todo o processo de fabricação dos tubos e de suas funções de suporte, ligando cada área com suas responsabilidades dentro da empresa.

O segundo passo necessário ao desenvolvimento do trabalho é o levantamento de todas as causas de parada para cada uma das formadoras presentes na planta da empresa. Para isso é necessário trabalhar juntamente com a área de planejamento da produção, que recebe da linha de produção a cada parada, os motivos causadores e as soluções utilizadas. Para aumentar a confiabilidade das informações coletadas foi decidido trabalhar com informações de diversos meses ao longo de um ano.

Com as informações em mãos, as mesmas serão consolidadas e ordenadas de acordo com sua intensidade e frequência, resultando em uma curva ABC, com as principais causas de paradas globais localizadas na primeira parte da mesma, ou seja, os motivos causadores mais frequentes e globalmente significativos para a Inoxtubos estarão localizados na primeira parte do gráfico.

Uma vez levantadas e ordenadas as principais fontes, o trabalho de entendimento e proposta de soluções pode começar. Esse trabalho será intensamente dedicado a diminuir em intensidade e frequência as fontes

localizadas na primeira faixa da curva ABC, as causas de paradas localizadas na faixa B da curva também serão analisadas, porém, com menor intensidade.

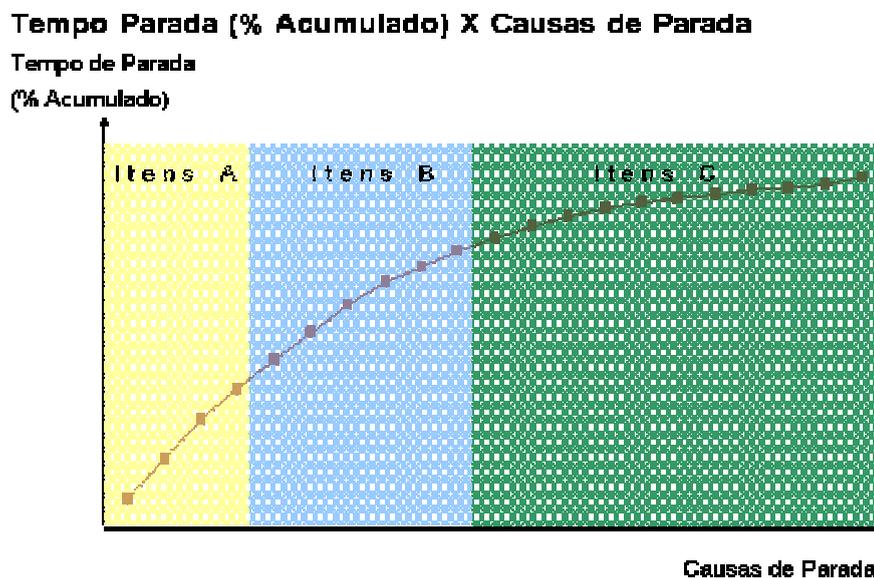


Figura 4-1 – Modelo Curva ABC. Elaborado pelo autor.

O primeiro passo na proposta de solução é o entendimento dos motivos, localizados nas faixas A e B da curva, indicados pelo planejamento de produção. Assim pretende-se entender o significado do nome dado para cada motivo e identificar na linha de produção e nas atividades de suporte quais são as condições necessárias para que tal causa leve a uma parada de máquina.

Identificados e compreendidos os motivos causadores das paradas, podemos analisá-los individualmente, buscando soluções que reduzam ou eliminem a sua incidência, e o impacto das mesmas na produção.

Na busca por soluções a atividade de revisão bibliográfica será intensificada, uma vez que se planeja encontrar o suporte para o desenvolvimento de soluções em livros, artigos, periódicos, trabalhos e teses científicas. Em paralelo a essa busca de informações teóricas, serão entrevistados os empregados da Inoxtubos com o objetivo de capturar o conhecimento e a experiência dos mesmos com relação às instalações da

Inoxtubos. Além disso, serão consultados alguns profissionais da A.T.Kearney Consultoria, que possuem experiência em casos de redução de paradas e aumento de produtividade em diversas áreas da indústria.

O produto final deste passo é uma consistente lista com recomendações para redução das paradas de máquina para cada um dos motivos causadores de perda de ritmo de produção. Com base nessa lista, no próximo passo, serão realizados testes que visam medir a eficiência e a aplicabilidade das recomendações. Ao final desse passo, a lista inicial de recomendações estará transformada em um conjunto de ações plausíveis e eficazes para a redução das paradas de máquina e conseqüente aumento do ritmo de produção de toda a Inoxtubos.

Neste momento é importante frisar que embora haja uma intensa busca de informações em materiais teóricos, livros periódicos e em entrevistas e consultas a pessoas, a busca e o desenvolvimento por soluções é inteiramente realizado pelo autor deste trabalho, ou seja, as informações coletadas com pessoas e com livros, serve apenas de suporte para o desenvolvimento realizado pelo autor para a busca de redução das paradas na fábrica da Inoxtubos.

A parte final do trabalho é a que contempla a organização de todo o trabalho até então realizado. Para isso deve-se organizar e estruturar todo o capítulo de revisão bibliográfica e posteriormente desenvolver a conclusão do trabalho.

5 Análise das Perdas de Produtividade

A produtividade global de uma planta de fábrica pode ser quantificada pela medida de caráter global, que relaciona o lucro com o investimento global.

$$produtividade_Global = \frac{lucro}{Investimento_Total}$$

Essa equação pode ser decomposta em fatores que levam à “medida da produtividade na manufatura”, escopo deste trabalho. Multiplicando e dividindo a expressão pelos fatores: produção, capacidade e ativo fixo, podemos reescrever a equação como:

$$\frac{Lucro}{Investimento_Total} = \frac{Lucro}{Produção_Física} \times \frac{Produção_Física}{Capacidade} \times \frac{Capacidade}{Ativo_Fixo} \times \frac{Ativo_Fixo}{Investimento_Total}$$

Tratando-se de uma equação composta por fatores multiplicados entre si, uma melhora em qualquer um destes, afetará diretamente a Produtividade Global. O escopo deste trabalho estará focado na equação da produção física sobre a capacidade, ou seja, a quantidade de bens produzidos sobre a capacidade de produção de uma planta.

Para o caso da produção de tubos, tanto a produção física quanto a capacidade produtiva são medidas através de duas dimensões, a espessura e o comprimento de tubos. Assim a equação de produção física sobre a capacidade pode ser reescrita da seguinte maneira:

$$\frac{produçãoFísica}{Capacidade} = \frac{Espessura_Físico(mm) \times Comprimento_Físico(m)}{Espessura_Capacidade(mm) \times Comprimento_Capacidade(m)}$$

A diferença entre a capacidade produtiva e a produção física, é majoritariamente causada por duas razões, a velocidade das linhas de produção e a quantidade de paradas ocorridas em um período.

As máquinas formadores de tubos trabalham com uma velocidade padrão de linha, onde variações significativas são raras. Assim o escopo deste trabalho pode ser

afunilado para a redução da quantidade de tempo desprendida com paradas na produção.

Para facilitar a análise da linha de produção, foram levantados junto ao planejamento e controle da produção as principais causas raiz de paradas nas quatorze principais máquinas, que atuam em regime constante, da Planta da Inox Tubos.

Os dados de parada das máquinas foram consolidados e inicialmente agrupados de acordo com a característica da parada. Os grupos definidos são:

- **Ajuste de Máquina:** São as paradas ocorridas durante a produção de um lote para ajuste de ferramentais desalinhados ou fora das dimensões adequadas.
- **Manutenção:** São paradas ocorridas entre lotes de produção, com o objetivo de reparar máquinas, peças e ferramentais, ou prevenir que as mesmas sofram algum dano que possa prejudicar a produção.
- **PCP:** Paradas classificadas no grupo do PCP são paradas que tem sua origem em alguma falha no planejamento e controle da produção.
- **Preparação:** São paradas associadas ao set up que ocorre a cada mudança de lote.
- **Produção:** São ocasionadas por falhas na produção que acarretam paradas ou diminuição do ritmo de produção, como por exemplo as falhas de soldagem.

A compilação dos dados das quatorze máquinas para o período de Janeiro a Junho de 2006 é apresentado no gráfico abaixo:

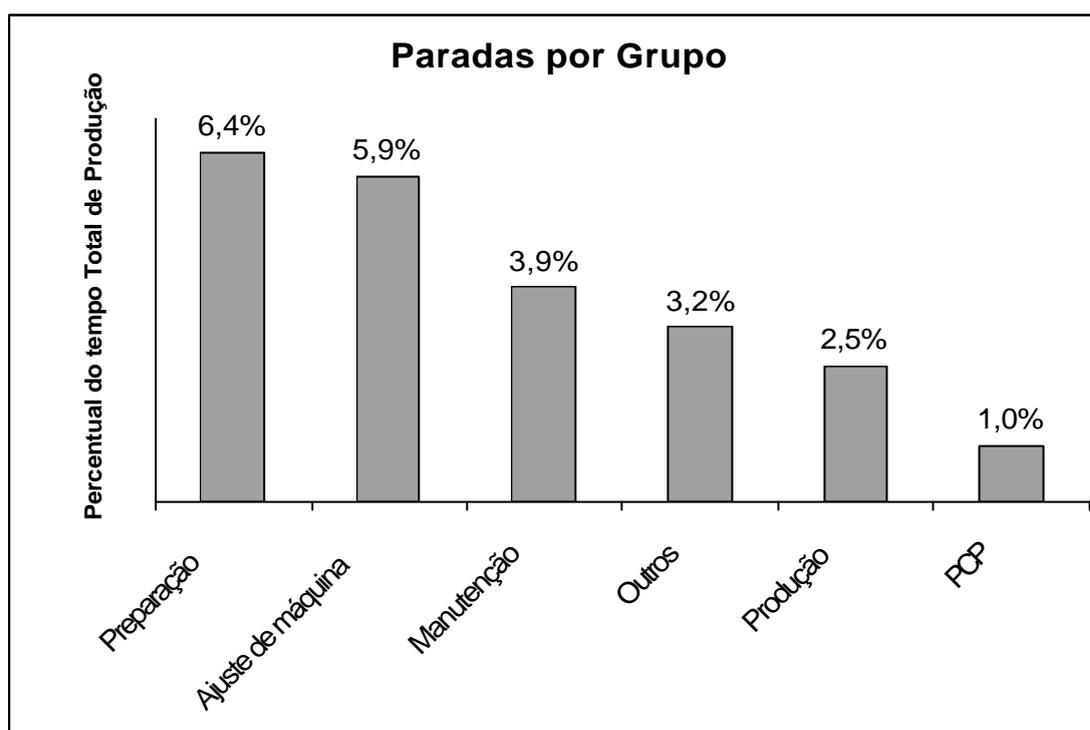


Figura 5-1 – Gráfico de Percentual do Tempo Produtivo Perdido por Grupo de Paradas. Adaptado de Inoxtubos.

Os principais grupos de paradas são a preparação e o ajuste de máquina, seguidos de perto por manutenção e outras falhas. A partir da figura 5-1 analisou-se cada um dos grupos de paradas detalhando a composição de cada abrindo-os nas diversas paradas de formadoras. A ordem de apresentação das paradas ainda segue a relevância quanto ao tempo perdido com cada grupo de paradas.

O resultado segue abaixo:

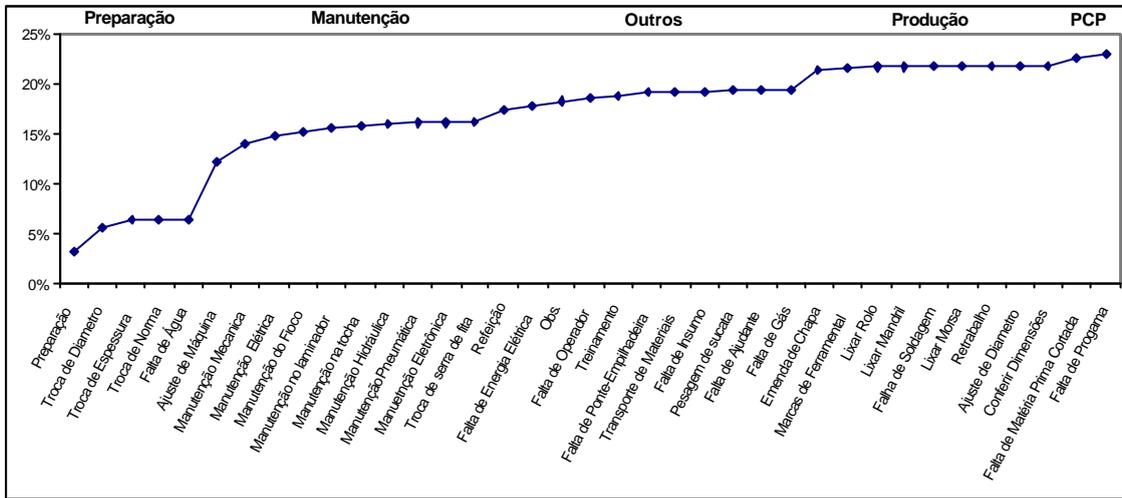


Figura 5-2 – Gráfico de Percentual de Tempo Produtivo por Grupo (Detalhado). Elaborado pelo autor.

Este mesmo gráfico pode ser apresentado de acordo com a classificação ABC, referente à significância de cada causador de paradas.

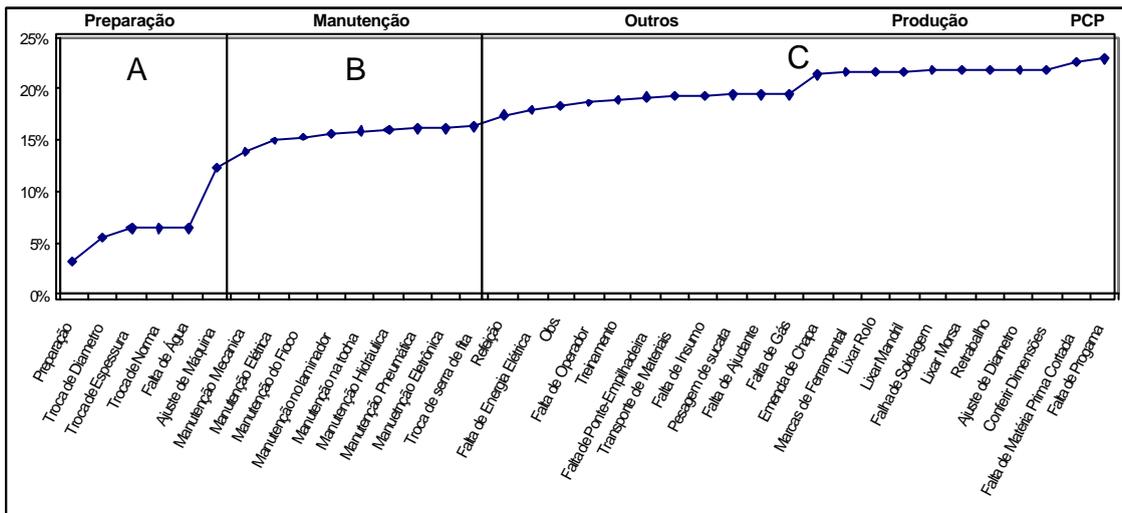


Figura 5-3 – Curva ABC para a Inoxtubos. Elaborado pelo autor.

Conforme explicitado no capítulo de metodologia do trabalho, o escopo deste está focado nos problemas localizados nas partes A e B da curva ABC, assim, os grandes grupos que serão analisados no desenvolver deste trabalho são os grupos de preparação, ajuste de máquina e manutenção.

Os principais fatores que levam estes fatores a serem tão significativos são a idade das máquinas, o alto grau de utilização das mesmas e a falta de padronização das atividades relacionadas.

Os três próximos capítulos estão dedicados a estudar e entender as fontes de perdas e propor melhorias para as mesmas. Os capítulos estão organizados de acordo com o grau de significância das fontes de parada, assim o próximo capítulo trata das paradas relacionadas à preparação, seguido pelo que trata dos problemas de ajuste de máquina e por último o capítulo que trata das paradas relacionadas à manutenção.

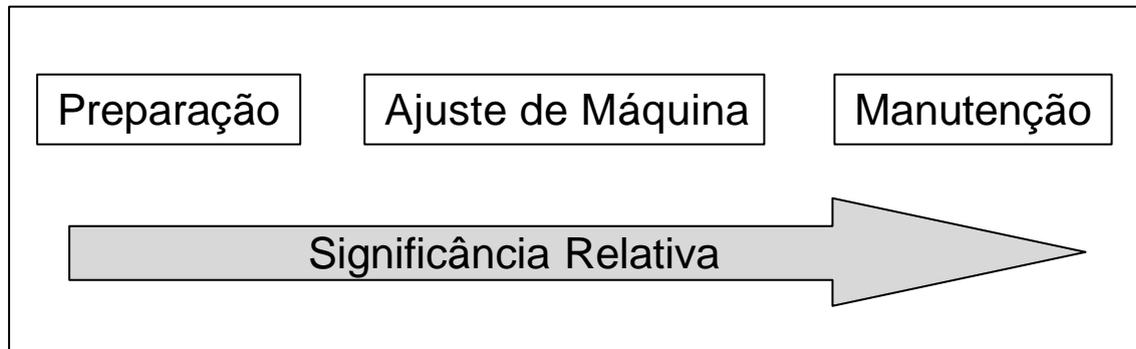


Figura 5-4 – Significância Relativa dos Principais Grupos de Parada. Elaborado pelo autor.

6 Estudo das Fontes de Perdas e Sugestão de Melhorias das Perdas Relacionadas à Preparação

6.1 Introdução

De acordo com uma descrição mais detalhada as perdas relacionadas à preparação podem ser classificadas em cinco, porém é interessante frisar que todas estão, de alguma maneira, relacionadas às operações de set up. As causas pertencentes a esse grupo são a preparação, a troca de espessura, troca de norma, troca de diâmetro e a falta de água e insumos.

A preparação diz respeito ao primeiro passo do Setup, ou seja, a busca de peças na ferramentaria, a preparação da ponte volante para o transporte de ferramentais, a lubrificação da bancada onde os ferramentais são afixados, etc. O segundo e último passo do setup pode variar de acordo com a mudança que se deseja realizar, podendo ela ser a troca do diâmetro de produção, da espessura da chapa utilizada ou da norma. Além disso, durante o setup pode haver desperdício de tempo pela falta de insumos como água ou óleo lubrificante. Abaixo temos um modelo explicativo sobre o setup.

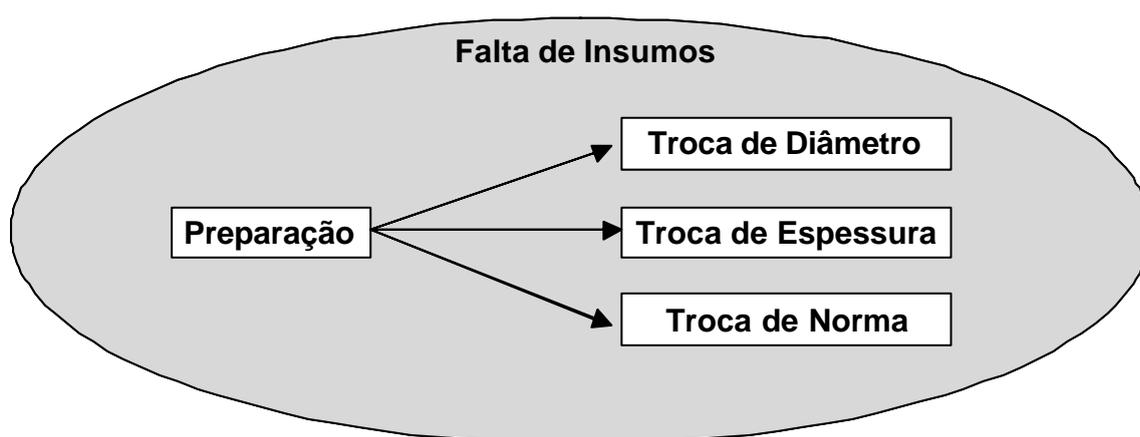


Figura 6-1 – Modelo Esquemático do Setup. Elaborado pelo autor.

A questão da falta de insumos não será tratada neste trabalho por sua excessiva complexidade e baixa significância para as paradas de máquina.

De acordo com a gerência da planta da Inox Tubos, os setups duram entre oito e dezesseis horas, variando de acordo com sua complexidade. O tempo gasto nesse tipo de operação é elevado, mesmo para uma empresa do setor siderúrgico.

6.2 Apresentação das Soluções: O Sistema SMED

Para análise deste problema, foi escolhida pelo autor deste trabalho a metodologia SMED de Shigeo Shingo consistente de três estágios e um pré-estágio. O pré-estágio diz respeito ao momento no qual o setup interno e o setup externo não estão separados, é o estágio com que a Inoxtubos está atualmente mais identificada. O primeiro estágio da metodologia SMED é o estágio de separação entre o Setup Interno e o Setup externo, a Inox Tubos já tomou algumas medidas para tentar separar o Setup interno do Externo o que justifica afirmar que a Inoxtubos já está se movendo para o primeiro estágio, porém o trabalho foi abandonado. O segundo estágio é o de transformar o Setup interno em Setup externo e por fim o terceiro estágio é de otimizar todos os aspectos da operação de Setup.

O objetivo deste capítulo é o de documentar e explicar a movimentação da Inoxtubos, com base no desenvolvimento realizado pelo autor, da região intermediária entre Pré-Estágio e Estágio um para o Estágio três da otimização do Setup.

6.2.1 Avaliação da Situação Inicial, Pré Estágio da Metodologia SMED

Podemos localizar a Inoxtubos em uma região intermediária entre o Pré Estágio e o Estágio Um uma vez que a mesma não possui separação entre os setups

internos e externos, mas já realizou esforços para efetuar em busca desta separação.

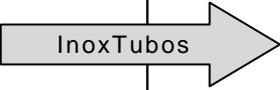
Pré Estágio	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3
Setup interno e externo não estão separados	Setup interno e externo estão separados	Setup interno é transformado em setup externo	Otimização de todos os aspectos do Setup
			

Tabela 6-1 – Posicionamento Inicial da Inoxtubos da Tabela SMED. Elaborada pelo autor.

O primeiro passo para a realização da mudança é a análise da situação atual do setup da empresa, para isso utilizaremos os conceitos e técnicas de estudo de Tempos e Métodos (ET&M), descrevendo todas as atividades dos operadores durante a realização do setup.

O tipo de setup tomado como base para a realização desse estudo é a troca de diâmetro e a preparação para o mesmo, uma vez que esta é a mais completa entre as paradas de preparação e as outras trocas são apenas segmentos menores desta, ou seja, a troca de diâmetro contém todas as etapas que compõem a troca de espessura e a troca de norma. Assim o estudo realizado para o maior de todos os setups poderá ser facilmente replicado e expandido para as outras paradas.

Inicialmente foram tomados os tempos de operação para três preparações e trocas de diâmetros na Inoxtubos. Duas trocas realizadas com um operador por setup e uma troca com dois Operadores trabalhando simultaneamente. O resultado da tomada de tempos pode ser visto no anexo deste trabalho.

Dos resultados podemos perceber que não há forma nenhuma de controle sobre os tempos de cada operação, nem quanto ao número de operadores necessários para a realização do setup.

O primeiro passo para a transformação da operação de setup é a de criar um padrão de operações e tempos para a parada da forma como ela ocorre inicialmente. Quanto ao número de operadores, foi decidido pelo autor juntamente com gerente da planta, que sempre estariam disponíveis dois operadores. Pois, segundo o gerente, o custo de um operador extra é muito pequeno se comparado com o custo de uma máquina parada por mais tempo.

Para criar esse padrão, foi pedido para três operadores bem treinado que realizasse as operações necessárias para o setup. Com o objetivo de minimizar falhas, cada operador realizou as operações duas vezes. Com a compilação dos dados foi obtido o tempo normal para cada uma das atividades. O tempo padrão foi calculado a partir do tempo normal acrescentando-se uma tolerância, escolhida pela gerência e supervisores de fábrica, de dez por cento. Além disso, foi adicionada uma margem de doze e meio por cento para tempo ocioso, aproximadamente quinze minutos a cada duas horas de trabalho. O resultado foi compilado em uma tabela e é apresentado na próxima página.

O resultado pode ser visto abaixo:

Atividade	Tempo Normal (s)	Tolerância do tempo de trabalho	Tempo Padrão (s)
Lubrificar Bancada	656	10%	721
Transportar Ferramenta	601	10%	661
Desparafusar Bases	1802	10%	1982
Separar Bases do Eixo	2082	10%	2290
Transportar Jogo de Ferramentais Utilizando Carrinho	1122	10%	1234
Soltar Ferramental	237	10%	261
Transportar Ferramental com ponte Volante	42	10%	46
Limpar/Lubrificar Ferramental	79	10%	87
Inserir Novo Ferramental	122	10%	134
Ajustar Posição do Ferramental	132	10%	145
Encaixar Bases no Eixo	46	10%	51
Parafusar Base	51	10%	56
Passar Matéria Prima por dentro da Máquina	743	10%	817
Ligar/Desligar Máquina	44	10%	48
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120/180	Valor Fixo	120/180
Ajustar Posição do Ferramental	283	10%	311
Tempo Ocioso	12,5% do tempo trabalhado		

Tabela 6-2 – Tempo Padrão para as Atividades de Setup. Elaborado pelo autor.

A partir do resultado, foi criada uma nova tabela padrão para a troca de diâmetro com o trabalho de dois operadores. A tabela possui todas as operações necessárias e o tempo disponível para a realização das mesmas.

Abaixo podemos observar a tabela criada.

Atividade	Núm. de repetições (vezes)	Tempo Padrão Unit. (s)	Tempo Máx. Total (s)
Lubrificar Bancada	1	721	721
Transportar Ferramenta	1	661	661
Trans. Jogo de Ferramentais Util. Carrinho	1	1.234	1.234
Desparafusar Bases	1	1.802	1.802
Separar Bases do Eixo	1	2.082	2.082
Soltar Ferramental	52	237	12.324
Transp. Ferramental com ponte Volante	52	42	2.184
Limpar/Lubrificar Ferramental	52	79	4.108
Inserir Novo Ferramental	52	122	6.344
Ajustar Posição do Ferramental	52	132	6.864
Encaixar Bases no Eixo	52	46	2.392
Parafusar Base	52	51	2.652
Passar Mat. Prima por dentro da Máquina	1	743	743
Ligar/Desligar Máquina	1	44	44
Inspeção/Conf. de Dimensões do Tubo	1-4	120/180	540
Ajustar Posição do Ferramental	1-3	283	849
Total Padrão Operações			45.544
12,5% Ocioso			5.693
Total Padrão			51.237

Tabela 6-3 – Tabela Padrão de Operação para Dois Operadores. Elaborado pelo autor.

O tempo padrão total para a troca de diâmetro foi definido em 51.237 segundos ou aproximadamente 14,2 horas. Finalmente podemos dizer que o setup da Inoxtubos está localizado no pré-estágio da metodologia SMED.

6.2.2 Estágios Um e Dois da Metodologia SMED

Para o estágio um e dois deve-se separar as atividades de setup interno das de setup externo e posteriormente transformar atividades internas em externas.

Atividade	Interna\Externa	Ordem
Lubrificar Bancada	Externa	Antes da parada
Transportar Ferramenta	Externa	Antes da parada
Desparafusar Bases	Interna	Durante a parada
Separar Bases do Eixo	Interna	Durante a parada
Transp. Ferramentais Util. Carrinho	Externa	Antes da parada
Soltar Ferramental	Interna	Durante a parada
Transp. Ferramental ponte Volante	Interna\Externa	Durante e após a parada
Limpar / Lubrificar Ferramental	Externa	Após a parada
Inserir Novo Ferramental	Interna	Durante a parada
Ajustar Posição do Ferramental	Interna	Durante a parada
Encaixar Bases no Eixo	Interna	Durante a parada
Parafusar Base	Interna	Durante a parada
Passar M P por dentro da Máquina	Interna	Durante a parada
Ligar / Desligar Máquina	Interna	Durante a parada
Inspeção / Conferência de Dimensões do Tubo	Interna	Durante a parada
Ajustar Posição do Ferramental	Interna	Durante a parada

Tabela 6-4 – Operações Internas e Externas de Setup. Elaborado pelo autor.

Com o intuito de mover o setup para esses estágios, deve-se analisar cada uma das operações com o objetivo de transformar o maior número possível de operações internas em operações externas.

Das dezesseis operações relacionadas ao setup, cinco podem ser inteira ou parcialmente realizadas externamente. Assim, faz sentido separar a atividade de setup em três etapas: antes da parada, durante a parada e após a parada, sendo que as atividades externas ocorrem antes e após a parada.

Na etapa anterior a parada, existem três operações: transportar as ferramentas e o jogo de ferramentais utilizando o carrinho, e a lubrificação da bancada, todas essas atividades podem ser realizadas da mesma maneira que eram realizadas anteriormente, porém, agora devem ser realizadas antes da parada, ou do desligamento da máquina.

Na etapa que ocorre durante a parada, com a máquina desligada, as operações são: desparafusar as bases, soltar as bases dos eixos, soltar ferramental, transportar ferramental com ponte volante, inserir novo ferramental, ajustar posição do ferramental, encaixar as bases nos eixos, parafusar as bases, passar matéria prima por dentro da máquina, ligar a máquina, inspeção / conferência das dimensões do tubo e ajustar a posição dos ferramentais. Com exceção da operação de transportar o ferramental com ponte volante, todas as operações podem ser realizadas da mesma maneira.

O transporte de ferramental passa a ser realizado em duas etapas uma interna e uma externa, durante a parada, os ferramentais são retirados dos eixos e transportados até a bancada da máquina onde são deixados para após o término da parada serem transportados para o carrinho onde serão limpos e lubrificados e posteriormente devolvidos a ferramentaria.

Assim a terceira etapa, após a parada, é composta pelo transporte dos ferramentais da bancada até o carrinho e da limpeza e lubrificação dos mesmos.

A tabela padrão de operações do setup passa a ser como segue:

Atividade	Etapa	Número de repetições (vezes)	Tempo Padrão Unitário (s)	Tempo Interno Máx. Total (s)	Tempo Externo Máx. Total (s)
Lubrificar Bancada	Antes da Parada	1	721	0	721
Transportar Ferramenta	Antes da Parada	1	661	0	661
Transportar Jogo de Ferramentais Utilizando Carrinho	Antes da Parada	1	1.234	0	1.234
Desparafusar Bases	Durante a Parada	1	1.802	1.802	0
Separar Bases do Eixo	Durante a Parada	1	2.082	2.082	0
Soltar Ferramental	Durante a Parada	52	237	12.324	0
Transportar Ferramental com ponte Volante até a bancada	Durante a Parada	52	19	988	0
Inserir Novo Ferramental	Durante a Parada	52	122	6.344	0
Ajustar Posição do Ferramental	Durante a Parada	52	132	6.864	0
Encaixar Bases no Eixo	Durante a Parada	52	46	2.392	0
Parafusar Base	Durante a Parada	52	51	2.652	0

Passar Matéria Prima por dentro da Máquina	Durante Parada	a	1	743	743	0
Ligar/Desligar Máquina	Durante Parada	a	1	44	44	0
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	Durante Parada	a	1-4	120/180	540	0
Ajustar Posição do Ferramental	Durante Parada	a	1-3	283	849	0
Transportar Ferramental com ponte Volante até o Carrinho	Após a Parada		52	34	0	1.768
Limpar/Lubrificar Ferramental	Após a Parada		52	79	0	4.108
Total Operações					37.624	8.492
12,5% Ocioso					4.703	1.062
Total Padrão					42.327	9.554

Tabela 6-5 – Tabela Padrão de Operação para o Estágio 2. Elaborado pelo autor.

O tempo total de operações internas de setup foi reduzido de 51.273 aproximadamente 14,2 horas segundo para 42.327 segundo, aproximadamente 11,8 horas uma redução de mais de dezessete por cento no tempo interno de setup. Nesta fase a Inoxtubos pode ser classificada no estágio 2 da metodologia SMED.

6.2.3 Estágio Três da Metodologia SMED

O passo final a ser realizado é a movimentação da Inoxtubos para o terceiro e último estágio de redução do tempo de setup.

Abaixo temos a tabela de com a posição da Inoxtubos nesta etapa:

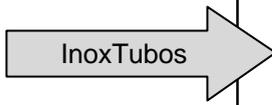
Pré Estágio	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3
Setup interno e externo não estão separados	Setup interno e externo estão separados	Setup interno é transformado em setup externo	Otimização de todos os aspectos do Setup
			

Tabela 6-6 – Classificação da Inoxtubos no Estágio 2 da Metodologia SMED. Elaborado pelo autor.

O terceiro é último estágio é onde ocorre a otimização de todos os aspectos do setup, assim, cada uma das etapas da operação de setup deve ser analisada em busca de reduções no tempo de execução.

Para o estudo das etapas e realização de melhorias contamos com a ajuda de um grupo de operadores, supervisores e da gerência da Inox Tubos, que auxiliaram a implementação de cada solução recomendada pelo autor. Abaixo seguem os resultados para cada tarefa.

Lubrificar Bancada:

Operação externa que ocorre antes da parada, com tempo padrão de 721 segundos. Para esta operação, um operário utiliza um recipiente contendo óleo lubrificante para despejar o líquido sobre a bancada e sobre as bases que sustentam os eixos e os ferramentais, utilizando um pano para espalhar o líquido pelas superfícies e retirar o excesso de óleo.

O recipiente não é grande o suficiente para conter óleo lubrificante necessário para toda a lubrificação, contendo líquido para aproximadamente setenta por cento da operação. Esta deficiência força o operador a encher o recipiente com óleo duas vezes na mesma operação.

O aumento da capacidade do recipiente poderá acabar com este problema, porém o peso do mesmo aumentará. Segundo testes realizados com operadores no local, este aumento de peso não é suficiente para reduzir a velocidade da operação.

Logo com o aumento da capacidade do recipiente haverá uma redução no tempo de operação equivalente a uma operação de encher o recipiente menos o tempo para encher o recipiente com mais óleo. Em resumo, está mudança acarretará uma redução de aproximadamente 45 segundos.

O custo do aumento da capacidade dos recipientes pode ser considerado não significativo, uma vez que as mudanças ocorreram com a utilização de mão de obra excedente e matéria prima sucata. Assim o tempo padrão da operação passa a ser de 676 segundos.

Transportar Ferramentas:

Operação externa que ocorre antes da parada, com tempo padrão de 661 segundos.

Ao início de cada setup o operador é responsável por se dirigir a ferramentaria, preencher e assinar os papéis necessários para a retirada de ferramentas e transportar as mesmas até a máquina onde serão necessárias. Esta operação pode ser eliminada se for realizada juntamente com o transporte do jogo de ferramentais. Tal junção de atividades se torna possível, pois há espaço e capacidade de carga no carrinho de ferramentais e o peso total dos ferramentais mais as ferramentas é suportado por um operador.

Logo esta atividade será eliminada e seu tempo padrão reduzido a zero segundos.

Transportar Jogo de Ferramentais Utilizando Carrinho:

Operação externa que ocorre antes da parada, com tempo padrão de 1.234 segundos. Para esta atividade o operador se dirige até a ferramentaria e identifica em qual carrinho o jogo de ferramentais está. Então preenche e assina os formulários de retirada de peças e transporta os ferramentais para a máquina onde o setup deve ocorrer.

O primeiro passo para otimização das atividades é o de juntar o transporte de ferramentais com o transporte de ferramentas. Para tanto a atividade sofrerá dois aumentos em seu tempo de execução.

O primeiro deles se deve ao preenchimento e assinatura dos formulários de retirada de ferramentas, que possui um tempo observado médio de 238 segundos. O segundo aumento de tempo se deve ao aumento do peso do carrinho pela introdução das ferramentas e a conseqüente redução da velocidade de transporte. Tal redução é equivalente a uma média de 43 segundos por operação. Assim o tempo padrão total após a realização das primeiras mudanças é de 1515 segundos.

O segundo passo para a otimização vem da redução da burocracia para a retirada de ferramentas ou ferramentais, o tempo destas atividades é de 238 segundos para as ferramentas e de 195 segundos para o jogo de ferramental, um total de 433 segundos. Uma vez que as ferramentas e os ferramentais serão sempre retirados em conjunto é possível criar apenas um formulário pré-preenchido para todo o conjunto. Caberá ao operador apenas conferir o preenchimento da ficha, preencher o código referente ao conjunto a ser retirado e assinar a retirada, o tempo para preencher esse novo formulário foi medido cinco vezes e a média de tempo, incluindo a tolerância é de 161 segundos.

Após ambas as mudanças o tempo padrão total para essa operação é de 1243 segundos.

Desparafusar Bases:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 1.802 segundos. Nesta operação é utilizada uma chave do tipo Allen para desparafusar todos os parafusos que prendem as bases de um lado da máquina na bancada. As bases do outro lado permanecem fixas.

No total são cinquenta e duas bases com dois parafusos cada, ou seja, um total de cento e quatro parafusos. Por sua vez, para retirar cada parafuso são necessárias seis voltas completas, totalizando seiscentas e vinte e quatro voltas completas para desparafusar todos as bases.

Não é possível reduzir o número de bases ou de parafusos por base sem enfraquecer o sistema, porém pode-se reduzir o número de voltas necessárias para soltar um parafuso. Tal redução no número de voltas necessárias para prender e soltar um parafuso pode ser atingida utilizando-se um dos diversos métodos já desenvolvidos e apresentados em inúmeros livros. Dois métodos bastante atrativos para o nosso caso são o Método Split Thread e o Método U-Slot, porém, inicialmente, por uma questão de custo e facilidade de implementação, os parafusos serão apenas lixados e adaptados para se prenderem com apenas duas voltas.

Da tomada de tempos sabemos que aproximadamente oitenta por cento do tempo da operação é despreendido nas voltas necessárias para desparafusar as bases, os restantes vinte por cento são gastos para encaixar a ferramenta, retirar os parafusos, ir de uma base à outra, entre outros. Assim chegamos a um total de 1442 segundos para realizar seiscentas e vinte quatro voltas.

Sabendo-se que a primeira volta consome mais tempo que as outras, devido à força necessária para vencer a resistência inicial, temos cento e quatro voltas iniciais e quinhentas e vinte voltas extras.

De acordo com uma experiência realizada com operadores, o tempo gasto na primeira volta é de 4,42 segundos e o tempo médio para as outras voltas é de 1,89 segundos. Após a mudança nos parafusos haverá uma redução no número de

voltas extras de quinhentas e vinte para cento e quatro voltas. A implicação dessa redução pode ser vista na tabela abaixo:

	Inicial	Após Melhorias
20% tempo gasto para encaixar ferramentas, retirar parafusos e ir de uma base à outra, etc.	360 segundos	360 segundos
Voltas iniciais	104 Voltas X 4,42 s = 459,7 s	104 Voltas X 4,42 s = 459,7 s
Voltas extras	502 Voltas X 1,89 s = 982,8 s	104 Voltas X 1,89 s = 196,6 s
Tempo Padrão Total	1802 segundos	1016 segundos

Tabela 6-7 – Tabela de Resultados das Modificações dos Parafusos. Elaborado pelo autor.

Ao final das modificações a operação de desparafusar as bases que antes possuía tempo padrão de 1.802 segundos passa a ter 1.016 segundos. O custo da adaptação dos parafusos e porcas pode ser considerado não significativo uma vez que as mudanças serão realizadas nas outras máquinas pela mão de obra excedente em um dos cursos de operação dados aos funcionários.

Separar Bases dos Eixos:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 2.082 segundos. Para a separação das bases dos eixos é necessário retirar cada uma das cinquenta e duas bases de seus respectivos eixos, vencendo o atrito entre as partes. Existem dois tipos de base, as que sustentam eixos verticais e as que sustentam eixos horizontais, a combinação dessas bases é necessária para a perfeita conformação dos tubos.

As bases que sustentam eixos horizontais são bases simples, estruturas presas à bancada com um mancal para a rolagem dos eixos. Já as bases que sustentam eixos verticais são afixadas horizontalmente sobre dois pilares, tendo em seu meio dois mancais que suportam os eixos verticais.

Com o afunilamento das pontas dos eixos, que será explicado quando da análise da operação de Inserir Novos Ferramentais, o atrito foi significativamente reduzido, acarretando em uma diminuição de tempo de operação. Separar Bases dos Eixos passou a ter como tempo padrão 1.717 segundos.

Soltar Ferramental

Essa operação interna, que ocorre durante a parada, deve ser realizada para cada eixo num total de cinquenta e duas vezes ao longo da troca de diâmetros. Cada vez que a operação é realizada, são gastos em média 237 segundos.

Baixos níveis de complexidade da operação normalmente são acompanhados por baixos tempos de execução, porém essa lógica não se aplica aqui. A operação é composta de apenas um passo, a soltura de um ou dois ferramentais de seus eixos.

Durante o funcionamento da formadora, os ferramentais são duramente pressionados contra seus eixos, o que gera uma grande força de atrito entre os mesmos, impossibilitando, muitas vezes, que a tarefa seja realizada. Quando isso ocorre, a ponta de uma barra é apoiada sobre o ferramental enquanto se aplicam golpes contra a outra ponta, uma outra maneira de permitir a soltura do ferramental é através da utilização de uma barra como alavanca. Assim independentemente do ferramental estar ou não emperrado, o tempo de soltura é excessivo.

Para reduzir o tempo desta operação deve-se utilizar uma ferramenta que auxilie na soltura dos ferramentais, tal ferramenta foi concebida pelo autor e sua montagem ocorrerá internamente por mão de obra excedente.

O primeiro protótipo de ferramenta é formado por uma barra em L que se assemelha em forma e modo de uso a um pé-de-cabra. Ou seja, a ponta da parte menor da barra é apoiada sobre o ferramental, enquanto a dobra é apoiada sobre a base fixa ou sobre a bancada, dependendo do tipo de eixo, horizontal ou vertical, e força é aplicada próxima à ponta do lado mais comprido da barra.

Com a utilização do protótipo de ferramenta, o tempo padrão médio é reduzido para 147 segundos por ferramental ou par de ferramentais.

O tempo padrão é praticamente independente da quantidade de ferramentais por eixo, ou par de eixos, uma vez que os ferramentais que atuam individualmente são maiores e mais difíceis de soltar que os eixos que atuam em pares. Assim os fatores dificuldade de soltura e peso são praticamente compensadas pelo número de ferramentais.

Transportar Ferramental com Ponte Volante até a Bancada:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 19 segundos. Essa operação já teve sua parte final transferida para depois da parada, passando a ser composta pela aproximação de uma fita de transporte, presa a uma ponte volante, afixação do ferramental a fita e transporte do mesmo até a beira da bancada.

Durante a realização do trabalho não foram encontradas oportunidades para reduzir o tempo de operação dessa atividade.

Inserir Novo Ferramental:

Operação interna que ocorre durante a parada, para cada um dos ferramentais, com tempo padrão de 122 segundos. Durante essa atividade, um

ferramental é transportado com a ponte volante até o eixo e então encaixado do mesmo. A inserção de pares de novos ferramentais é considerada apenas uma operação.

Dos 122 segundos, aproximadamente metade são gastos para transporte com a ponte volante e em perdas, os demais sessenta e um segundos são gastos para encaixar o ferramental e deslizá-lo através do eixo. Os ferramentais deslizam facilmente devido à lubrificação, consumindo aproximadamente trinta e quatro segundos. Os vinte e sete segundos restantes são utilizados para encaixar o ferramental.

Existe uma oportunidade para praticamente eliminar o tempo gasto para encaixar o ferramental, uma vez que toda a dificuldade dessa operação é dada pela necessidade de corretamente alinhar os centros do eixo e do ferramental. Se o diâmetro do eixo for reduzido nos primeiros 2,54 cm (uma polegada), não será mais necessário alinhar corretamente os centros e a mudança não afetará o bom funcionamento da máquina. Em outras palavras, a ponta livre do eixo terá o formato afunilado, como se o mesmo fosse apontado, tal qual um lápis, aumentando assim a tolerância quanto o alinhamento dos centros dos eixos e dos ferramentais. Tal afunilamento do eixo não afetará a fixação do mesmo sobre os mancais de sustentação.

Com o novo formato do eixo o tempo de encaixe do ferramental fica reduzido para 4 segundos, e o tempo total de operação para 99 segundos.

Ajustar Posição do Ferramental:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 132 segundos para cada ferramental ou par de ferramentais.

Para eixos perpendiculares à bancada, são ajustadas a altura do ferramental e a distância do eixo em relação à base. Para eixos paralelos a bancada, o alinhamento dos ferramentais ocorre em um eixo perpendicular a bancada, ou seja, o que é ajustado é a altura do eixo em relação à bancada.

A definição da posição dos ferramentais em relação a esses dois graus de liberdade é definida por dimensões apresentadas na fichas de troca, então, a posição de cada ferramental é medida com a utilização de um paquímetro. Tal método, além de demorado, aumenta as tolerâncias e o risco da ocorrência de erros.

A solução encontrada para esta tarefa utiliza medidores lasers que indicam com alto grau de precisão a posição dos eixos segundo as especificações da ficha de troca.

Através das características de unidirecionalidade e de brilho dos feixes lasers, e aproveitando de algumas características de colinearidade dos eixos e ferramentais das máquinas. É possível criar retas com feixes lasers que determinem a posição de todos os ferramentais de acordo com as dimensões de cada tubo.

Todos os eixos paralelos à bancada, para a produção de um mesmo tubo, devem estar homogeneamente distantes da bancada da máquina, além disso, todos os ferramentais presos a esses eixos possuem seus centros em posições colineares. Assim três linhas ajustáveis e paralelas à linha de produção, uma de cada lado da máquina para definir a altura dos eixos e uma central para definir a posição do centro de todos os ferramentais, são necessárias para definir o posicionamento de todos os eixos e ferramentais paralelos à bancada e perpendiculares à linha de produção.

Os eixos perpendiculares à bancada da máquina devem ser posicionados em duas linhas paralelas a linha de produção e todos os seus ferramentais a uma mesma distância da bancada. Com quatro linhas ajustáveis e paralelas a linha de produção, duas para a posição dos eixos e duas para a altura dos ferramentais, é possível determinar a posição de todos os eixos e ferramentais perpendiculares à bancada e à linha de produção.

No total é necessário instalar sete dispositivos que suportem os canhões lasers no início da linha de produção dos tubos. Cada um desses dispositivos deve garantir o paralelismo de seu feixe laser em relação à linha de produção e a

bancada, além de permitir ajustes na posição da linha de acordo com as especificações da ficha de troca.

Após essas modificações a operação passa a ser efetuada de maneira mais simples pelo operador. Porém a realização dessa atividade anteriormente a operação de fixação das bases permite que os ferramentais e os eixos se desalinhem e saiam de suas posições.

Quando a operação era realizada com paquímetros, era interessante realizar esse primeiro ajuste antes de encaixar as bases por uma questão de facilidade de manipulação do mesmo, o que exigia a realização de alguns ajustes ao final do processo de Setup.

Com a utilização dos feixes lasers a operação já pode ser realizada depois da fixação de todas as bases, eliminando por completo a necessidade de ajustes posteriores.

Ao início dessa atividade o operador deve medir com um medidor laser digital e ajustar cada um dos sete dispositivos de laser. Após ligar todos, deve-se posicionar cada um dos eixos e ferramentais tangencialmente aos feixes de luz, não mais sendo necessária a medida individual. A operação passa a ser conjunta para todos os eixos, porém de maneira mais eficiente.

Antes das mudanças o operador desprendia 132 segundos para cada eixo ou par de eixos em um total de 6864 segundos para os 52 eixos, após a mudança o tempo desprendido em cada eixo foi reduzido para 93,2 segundos em um total de quase 4847 segundos, desprendendo mais 889 segundos para o ajuste dos sete suportes em um total de 5736 segundos, um total de 16% de redução de tempo.

Encaixar Base no Eixo:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 46 segundos. Com a redução do diâmetro do eixo para facilitar o encaixe dos ferramentais essa operação teve seu tempo padrão levemente reduzido para pouco menos de 44 segundos.

Parafusar Base:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 51 segundos.

Nessa operação são apertados dois parafusos por base, considerando-se que são gastos 30% do tempo com o transporte e encaixe de parafusos temos aproximadamente 15 segundos gastos com essas atividades.

Os 36 segundos restantes são utilizados para dar as voltas necessárias nos dois parafusos. No total são 10 voltas iniciais e 2 voltas finais, onde a volta final consome mais tempo por exigir a aplicação de força por parte do operador.

O tempo padrão médio de cada volta inicial é de 2,65 segundos e o tempo padrão médio das voltas finais é de 4,78 segundos.

Com a adoção dos novos parafusos, oito das dez voltas iniciais são eliminadas, e o tempo total da operação é reduzido em aproximadamente 26 segundos, atingindo um tempo padrão de 25 segundos.

Passar Matéria Prima por dentro da Máquina:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 743 segundos. Esta operação não sofreu reduções de tempo.

Ligar\Desligar Máquina:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 44 segundos. Esta operação não sofreu reduções de tempo.

Inspeção\Conferência de Dimensões do Tubo:

Operação interna que ocorre durante a parada, com tempo padrão de 120 ou 180 segundos, ou seja, caso algum defeito ou desalinhamento seja identificado a operação é interrompida com 120 segundos, para garantir a

inexistência de defeitos a máquina deve funcionar por 180 segundos sobre a observação de um operador sem apresentar nenhum defeito.

De acordo com os princípios da redução do tempo de Setup, SMED, as atividades de conferência das dimensões do produto devem ser eliminadas.

Para o caso da Inoxtubos, tal eliminação pode ser efetuada graças às mudanças ocorridas na fase de ajuste dos eixos que garantiu maior confiabilidade para a operação, sem a necessidade da conferência.

Ajustar Posição do Ferramental:

Operação externa que ocorre após a parada, com tempo padrão de 283 segundos. Assim como a conferência das dimensões do tubo, a fase de ajuste da posição do ferramental após a realização do Setup deve ser eliminada.

Mais uma vez, tal eliminação só foi possível graças aos novos métodos de ajuste de ferramentais utilizados durante o Setup.

Transportar Ferramentais com ponte Volante até o Carrinho:

Operação externa que ocorre após a parada, com tempo padrão de 34 segundos. Durante a execução do trabalho não foram despendidos excessivos recursos para encontrar oportunidades de redução de tempo para esta atividade. Assim a mesma se manteve inalterada.

Limpar\Lubrificar Ferramental:

Operação externa que ocorre após a parada, com tempo padrão de 79 segundos.

Foi constatado que após o recolhimento do carrinho com os ferramentais o mesmo processo de lubrificação e limpeza é repetido durante a inspeção sobre a qualidade e as dimensões dos ferramentais no setor de ferramentaria, porém de

acordo com uma norma interna, todas as peças devem ser devolvidas limpas e lubrificadas para o setor de ferramentaria.

Com a autorização do gerente da planta a operação de limpeza e lubrificação ferramental pode ser cancelada, uma vez que era desnecessária sua repetição.

6.3 Resultados e Conclusões

Ao final de todas as melhorias podemos classificar o Setup da Inoxtubos no terceiro e último estágio do Método SMED.

Pré Estágio	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3
Setup interno e externo não estão separados	Setup interno e externo estão separados	Setup interno é transformado em setup externo	Otimização de todos os aspectos do Setup
			InoxTubos

Tabela 6-8 – Classificação da inoxtubos no Estágio 3 da Metodologia SMED. Elaborado pelo autor.

Como resultado temos a seguinte tabela com os novos tempos para a operação completa de setup:

Atividade	Etapa	Número de repetições (vezes)	Tempo Padrão Unitário (s)	Tempo Interno Máx. Total (s)	Tempo Externo Máx. Total (s)
Lubrificar Bancada	Antes da Parada	1	676	0	676
Transportar Ferramenta	Antes da Parada	1	Eliminada	0	0
Transportar Jogo de Ferramentais Utilizando Carrinho	Antes da Parada	1	1.243	0	1.243
Desparafusar Bases	Durante a Parada	1	1.016	1.016	0
Separar Bases do Eixo	Durante a Parada	1	1.717	1.717	0
Soltar Ferramental	Durante a Parada	52	147	7644	0
Transportar Ferramental com ponte Volante até a bancada	Durante a Parada	52	19	988	0
Inserir Novo Ferramental	Durante a Parada	52	99	5148	0
Encaixar Bases no Eixo	Durante a Parada	52	44	2.288	0
Parafusar Base	Durante a Parada	52	25	1.300	0

Ajustar Feixes Laser para posição dos ferramentais	Durante a Parada	1	889	889	0
Ajustar Posição do Ferramental	Durante a Parada	52	93,2	4.846	0
Passar Matéria Prima por dentro da Máquina	Durante a Parada	1	743	743	0
Ligar/Desligar Máquina	Durante a Parada	1	44	44	0
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	Durante a Parada	1-4	Eliminada	0	0
Ajustar Posição do Ferramental	Durante a Parada	1-3	Eliminada	0	0
Transportar Ferramental com ponte Volante até o Carrinho	Após a Parada	52	34	0	1.768
Limpar/Lubrificar Ferramental	Após a Parada	52	Eliminada	0	0
Total Padrão Operações				26.623	2.687
12,5% Ocioso				3.328	461
Total Padrão				29.951	4.148

Tabela 6-9 – Tempo Padrão para os Operações de Setup no Estágio 3 da Metodologia SMED.

Elaborado pelo autor.

Após atingir o terceiro e último estágio o tempo padrão desprendido com a operação de preparação é de 29.951 segundos uma redução de 41,5% em relação aos 51.237 segundos desprendidos quando a Inoxtubos se encontrava no pré-estágio. A redução pode ser replicada para os 6,4% do tempo disponível para produção que é consumido por paradas relacionadas à preparação, chegando a 3,8% do tempo disponível.

É importante ressaltar aqui que a coleta de dados, a escolha da metodologia SMED, a busca por informações, bem como o desenvolvimento de todas as soluções apresentadas neste capítulo foram desenvolvidas pelo autor deste trabalho, estando a participação de terceiros limitada a sugestões e a implementação das soluções, ou seja, enquanto o autor coletou informações e desenvolveu as soluções baseadas na metodologia SMED, os terceiros foram responsáveis por adaptar as máquinas e ferramentas, conforme explicitado pelo autor, para o aumento de produtividade.

7 Estudo das Fontes e Sugestão de Melhorias das Perdas Relacionadas aos Ajustes de Máquina

7.1 Introdução

O segundo mais significativo grupo de perdas de produtividade por paradas é o grupo das paradas de ajuste de máquina que consomem 5,9% do tempo total disponível para produção.

Existem duas variáveis que influenciam no tempo total gasto com paradas desse tipo. A primeira variável está relacionada ao número de paradas e a segunda ao tempo despendido em cada parada.

$$\text{TempoTotal}_{\text{Para Ajustes De Máquina}} = \text{Número de Paradas} \times \text{TempoParada}$$

No capítulo anterior foram adotadas medidas que tem por objetivo reduzir o tempo consumido em cada ajuste de máquina. As medidas consistem na adoção de feixes lasers para indicar a posição exata de cada ferramental.

A operação de ajuste de máquina que ocorre durante o funcionamento da máquina é composta das seguintes atividades: Desligar a Máquina, medir e ajustar os ferramentais, ligar a máquina e conferir e inspecionar as dimensões dos tubos produzidos. As medidas adotadas repercutem diretamente na etapa de medir e ajustar os ferramentais eliminando por completo a medição da posição dos eixos e ferramentais.

Embora parte da operação de ajuste de máquina, o tempo utilizado com a atividade de conferência e inspeção dos tubos produzidos não é computado como tempo perdido, uma vez que a máquina está funcionando quando da ocorrência desta etapa. Assim o tempo computado como perda por parada devido a ajuste de máquinas é composto do desligamento da máquina das medidas de posição dos ferramentais e de seu ajuste e do ligamento da máquina ao final do processo.

7.2 Análise da Situação Inicial

Em média são ajustados sete eixos a cada parada, assim cerca de 91% do tempo total da parada é reservado para o ajuste e a medida da posição dos eixos e dos ferramentais. Sabemos que com as mudanças realizadas o tempo despendido com ajustes e medidas sofreu uma redução de 29% que multiplicada pelos 91% do tempo resulta em uma redução de aproximadamente 26,5% do tempo.

Assim para cada 100 segundos perdidos anteriormente com ajuste de máquinas são perdidos 73,5 segundos. E os 5,9% do tempo disponível para produção que eram inicialmente perdidos foram reduzidos para 4,4% do tempo disponível.

A segunda etapa de redução de paradas relacionadas ao ajuste de máquinas é o vinculado ao número de vezes em que a produção teve que ser parada para a realização dos ajustes.

Numericamente as duas variáveis possuem mesmo impacto no tempo total de parada, porém o número de paradas é mais relevante quando se levam em conta outros fatores. Segundo a gerência da planta a velocidade de produção de uma linha não é linearmente distribuída ao longo do tempo, ou seja, nos primeiros minutos após o início da produção e nos minutos próximos do desligamento da máquina a velocidade de produção é mais lenta do que a velocidade da produção em regime. Esse fator juntamente com a reação do operador à parada e sua possível alocação a outra atividade colaboram para perda de ritmo oriunda de cada parada.

Em outras palavras, a redução do número de paradas possui outros impactos positivos que não podem ser diretamente medidos e que não serão considerados neste trabalho.

Para obter resultados na diminuição do número de paradas deve-se primeiramente entender as causas raízes das paradas. Com o objetivo de levantar essas causas raízes, foi montado um gráfico de Ishikawa (espinha de peixe), que

foi preenchido com o auxílio das informações coletadas com a gerência da planta e com entrevistas com alguns operadores.

O gráfico segue abaixo:

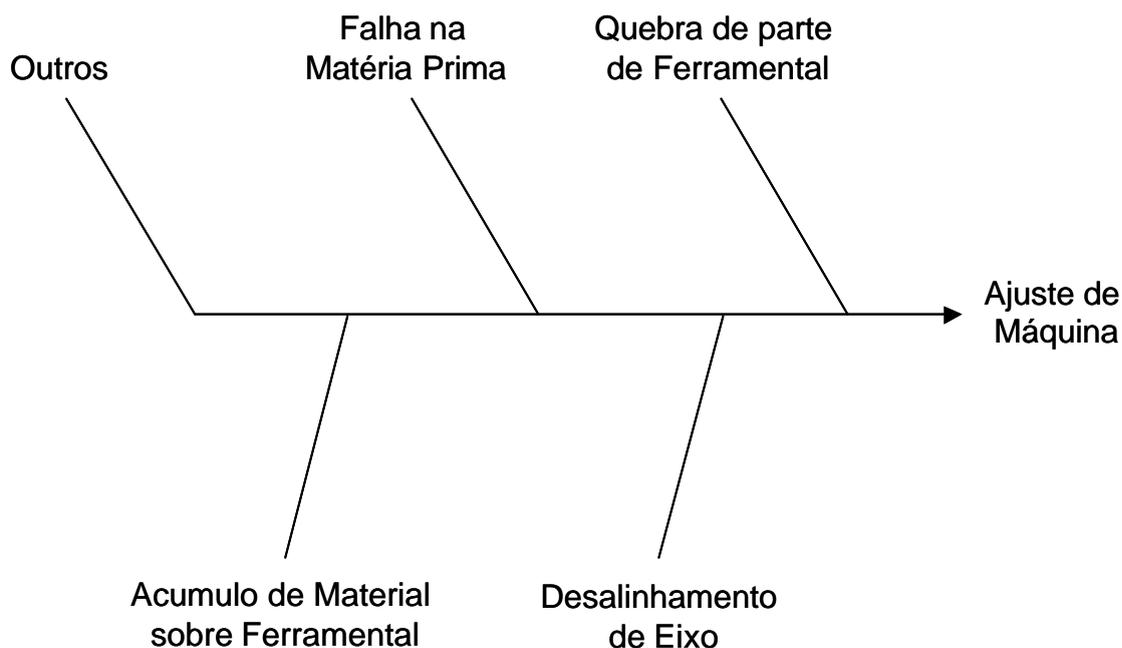


Figura 7-1 – Gráfico Ishikawa para Ajuste de Máquina. Elaborado pelo autor.

Foram encontradas quatro principais causas raízes para a parada. A primeira delas é a Falha na Matéria Prima que ocorre quando alguma falha no rolo da fita de aço influencia a produção, assim, por exemplo, um calombo suficientemente grande em alguma parte da tira pode desalinhar a máquina, forçando-a a produzir fora das tolerâncias de qualidade.

A segunda causa raiz é o acumulo de material sobre o ferramental, da mesma maneira que uma imperfeição, o acumulo de material pode desalinhar a máquina ou os eixos e ferramentais. O acumulo de material se dá devido à presença de pó, sujeira e sucata nas proximidades das máquinas e no ar.

A terceira causa raiz é a quebra de ferramental, nesses casos a quebra pode ser maior ou menor em intensidade. Raramente ocorre a rachadura de um ferramental, assim o que é mais comum é a quebra de uma parte do ferramental, desprendendo, por exemplo, uma lasca ou pedaço pequeno. Essa falha pode produzir defeitos de formação no tubo, além de desalinhar os demais ferramentais. A principal causa dessa falha é a fadiga do material.

A quarta e última causa raiz é a de desalinhamento dos eixos e ferramentais. É importante frisar que os desalinhamentos frutos de outras causas não são considerados aqui. Assim o desalinhamento ocorre devido às grandes tensões aplicadas pelas tiras de aço sobre os ferramentais durante a formação. Essa tensão, com o tempo, afrouxa as porcas e parafusos que mantêm os eixos e ferramentais na posição levando ao desalinhamento generalizado das peças.

Para entender a relevância de cada uma dessas falhas foi construída a tabela abaixo que relaciona causa, frequência e intensidade.

Causa	Frequência (% paradas em tempo)	Intensidade
Falha na Matéria Prima	Baixa (5%)	Baixa
Acumulo de Material Sobre Ferramental	Baixa (7%)	Média
Quebra de parte do Ferramental	Média (27%)	Alta
Desalinhamento do Ferramental	Alta (49%)	Alta
Outras	Média Baixa (12%)	Média

Tabela 7-1 – Relevância das Causas para Ajuste de Máquina. Elaborado pelo autor.

Da tabela podemos concluir que as duas causas raízes mais significantes e são o Desalinhamento do Ferramental e a Quebra de Parte do Ferramental. Essas serão as duas causas analisadas com maior intensidade, o que não significa ignorar as demais causas.

7.3 Apresentação das Soluções

Desalinhamento do Ferramental

O desalinhamento dos ferramentais, conforme já descrito, ocorre pela tensão aplicada sobre os mesmos e o conseqüente afrouxamento das porcas que sustentam os eixos nos lugares. Por se tratar de uma atividade intensa, é muito difícil diminuir a tensão sem modificar totalmente o modelo de produção, restando-nos trabalhar para evitar o desalinhamento dos eixos mesmo sob tensão.

Atualmente os eixos funcionam em mancais que se movimentam em duas barras de parafuso paralelas entre si e perpendiculares em relação à base da máquina, ou seja, as barras de parafuso permitem que os mancais se ajustem em relação a sua altura.

Para o ajuste de altura dos mancais são utilizadas porcas que giram em torno das barras e que através deste movimento elevam ou rebaixam os mancais. Para travar a posição das porcas e conseqüentemente dos mancais é utilizado um sistema de porca contra porca, porém, embora esse sistema aumente a resistência à movimentação das porcas e dos mancais, ele permite, com o tempo, que ocorram pequenas modificações na posição das peças, impactando no desalinhamento dos ferramentais e na qualidade dos tubos produzidos.

O croqui abaixo ilustra os mancais fixos às barras de parafuso.

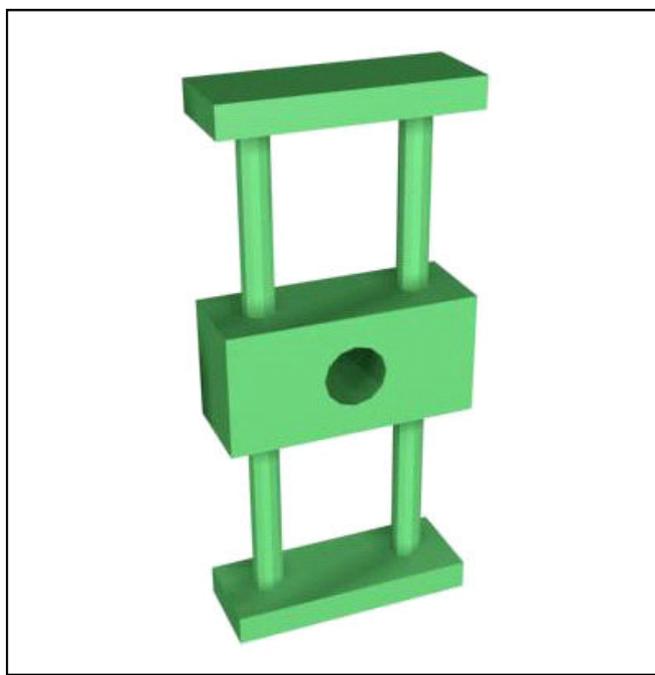


Figura 7-2 – Croqui dos Mancais Fixos às Barras de Parafuso. Elaborado pelo autor.

É necessário adotar um novo método para fixação da posição das porcas e dos mancais de modo que não haja margem para movimentação das peças uma vez que as mesmas estejam travadas.

Um método de fácil aplicação para o travamento definitivo das porcas e dos mancais das formadoras de tubos é a adoção de porcas castelo que possuem incisões ao longo de seu corpo para o travamento da posição.

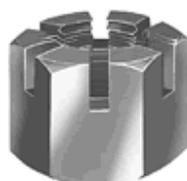


Figura 7-3. Ilustração Porca Castelo. Fonte IRIGAR Materiais de Construção.

Assim se torna necessário realizar um corte transversal ao longo das barras de parafuso para criar um alinhamento entre as incisões das porcas e do corte na barra para que se possa inserir uma barra ou um pedaço de arame que trave a posição dos mancais. Conforme croqui abaixo:



Figura 7-2 – Croqui dos Mancais Fixos às Barras de Parafuso com corte Transversal.

Elaborado pelo autor.

Após a adoção do método de Porca Castelo espera-se eliminar totalmente a movimentação indesejada das porcas e o conseqüente desalinhamento dos ferramentais das máquinas formadoras. Assim o desalinhamento por essa causa raiz será totalmente eliminado.

Quebra de Parte do Ferramental

A quebra de parte do ferramental possui sua origem na fadiga do material, o que permite calcular a vida útil dos ferramentais substituindo-os ou reparando-

os antes da quebra. Os dados de vida útil dos ferramentais foram coletados juntamente com os fornecedores e fabricantes cabendo ao setor de almoxarifado controlar o uso de cada peça e substituí-las ou repará-las sempre que necessário.

Para tanto o setor utilizará um sistema computacional com a relação de todos os ferramentais sua vida útil e horas utilizadas, assim todas as vezes que receber algum pedido para montar o kit de Setup deve conferir se não há risco de quebra do ferramental durante o processo.

Quebras acidentais também podem ocorrer quando algum ferramental é derrubado ou sofre algum choque formando micro fissuras que só vão se transformar em falhas nos ferramentais durante a operação. Felizmente falhas oriundas de acidentes são de fácil detecção e o setor de ferramentaria já faz um controle das mesmas, permitindo-nos estimá-las em 8% das quebras.

Segundo os fabricantes e fornecedores a chance de ocorrer alguma falha por fadiga antes da vida útil especificada é de aproximadamente 5% o que nos leva a uma eliminação de 95% das falhas por fadiga e segundo dados da ferramentaria 8% das quebras de ferramental são acidentais e 92% ocorrem pelo uso.

A partir desses dados é possível calcular que pelo menos 87% das falhas por quebra de ferramental serão eliminadas, uma redução de 23,5% de todas as paradas para ajuste de máquina.

Acúmulo de Material sobre o Ferramental

O acúmulo de material sobre o ferramental é responsável por 7% do tempo de todas as paradas para ajuste de máquina. Uma maneira de diminuir o acúmulo de material é manter o ambiente limpo e na ausência de partículas em suspensão.

Foi observado que em metade das máquinas, células de acabamento ficam ao lado da linha de produção. As atividades de acabamento incluem o abastamento das rebarbas e em alguns casos o polimento dos tubos, essas atividades são grandes produtoras de material em suspensão que podem flutuar

até as máquinas e em contato com o óleo lubrificante se acumular nos ferramentais.

A mudança de local dessas células de acabamento é inviável pela falta de espaço e pela complexidade da infra-estrutura ali instalada. Uma solução possível para este problema é a construção de barreiras protetoras para as máquinas das células de acabamento. Por questões de acessibilidade é impossível cobrir as máquinas por completo, porém com o uso de chapas transparentes (de acrílico ou plástico) pode-se cobrir cerca de 60% da área das mesmas.

A medida não resolverá por completo o problema do acúmulo de material sobre os ferramentais, pois cobrirá apenas parcialmente as máquinas e tão pouco eliminará o material em suspensão proveniente de outros locais, mesmo assim, com o auxílio dos supervisores e dos operadores da fábrica, é possível estimar que o problema das paradas por acúmulo de material será reduzido entre 30% e 40%. Adotando uma postura conservadora assumiremos uma redução de 30% sobre as falhas, e conseqüente redução de 2,1% de todas as paradas para ajustes.

Falha na Matéria Prima

A última causa raiz a ser estudada é a falha na matéria prima, para solucionar este problema seria necessária uma renegociação juntamente com os fornecedores, para que o material chegasse à planta da Inoxtubos com maior qualidade. As renegociações já haviam sido realizadas antes da realização deste trabalho e uma diminuição das falhas na matéria prima acarretaria um custo maior a Inoxtubos o que impossibilitou a exigência de melhorias, assim as falhas relacionadas à matéria prima não serão reduzidas durante esse trabalho.

7.4 Resultados e Conclusões

Para facilitar o entendimento e a contabilidade dos benefícios gerados foi criada a tabela abaixo com detalhes para cada uma das causas raízes.

Causa Raiz	% tempo parado para ajuste	% redução no tempo de parada	% redução no tempo total de parada para ajuste
Desalinhamento do Ferramental	49%	100%	49%
Quebra de parte do Ferramental	27%	87%	23,5%
Acumulo de Material Sobre Ferramental	7%	30%	2,1%
Falha na Matéria Prima	5%	0%	0%
Outras	12%	0%	0%
Total	100%	-	74,6%

Tabela 7-2 – Apresentação dos Resultados para Ajuste de Máquinas. Elaborado pelo Autor.

Ao final de todas as modificações será possível atingir uma redução de 74,6% sobre o tempo total despendido com ajustes de máquina. O tempo total que era de 5,1% já havia sido reduzido para 4,4% devido à diminuição no tempo de operação, reduzindo-se esse tempo em 74,6% chegamos a para menos de 1,2% do tempo disponível para produção.

Mais uma vez é importante ressaltar que toda a análise da situação inicial bem como a busca e o desenvolvimento das soluções foram realizados pelo autor deste trabalho. Cabendo a terceiros a construção e adaptação das máquinas e ferramentas necessárias para a implementação das soluções. Assim o autor identificou as principais causas de parada para ajustes e propôs as soluções, já os terceiros realizaram as adaptações necessárias às máquinas e ferramentas se preocupando com os cálculos referentes aos impactos das modificações na resistência e durabilidade das mesmas.

8 Estudo das Fontes e Sugestão de Melhorias das Perdas Relacionadas à Manutenção.

8.1 Introdução

O terceiro grupo mais significativo de paradas é o grupo relacionado à manutenção que correspondem a 3,9% do tempo total disponível para produção.

As fontes de parada que fazem parte desse grupo são a manutenção mecânica, manutenção elétrica, manutenção do Fioco, manutenção no laminador, manutenção na tocha, manutenção hidráulica, manutenção pneumática, manutenção eletrônica e troca de serra de fita. O grande número de paradas relacionadas à manutenção dificulta o controle e a melhor distribuição das operações ao longo do tempo.

São realizados dois tipos de manutenção na fábrica da inoxtubos, as preventivas que acontecem de maneira planejada com o intuito de minimizar as falhas e paradas durante a produção e as manutenções corretivas que têm por objetivo consertar e reparar máquinas ou parte de máquinas que apresentarem algum defeito, essas paradas ocorrem durante a produção de um lote e sem planejamento prévio.

As operações de manutenção preventiva são raras na inoxtubos sendo limitadas apenas a atividades de lubrificação, limpeza e eventual troca de peça. As operações de manutenção corretivas, abundantes na Inoxtubos, são as mais prejudiciais à empresa uma vez que ocorrem sem planejamento e durante a produção de algum lote, ou seja, são mais demoradas e impactam mais significativamente na produtividade e no ritmo da produção.

8.2 Apresentação das Soluções – Metodologia TPM

Uma metodologia muito útil para a redução das falhas e das paradas por manutenção é a TPM (manutenção Produtiva Total) que tem por base a reformulação e melhoria dos processos de manutenção pelo envolvimento de todos os níveis hierárquicos e da mudança da postura organizacional. A TPM cria auto gerenciamento no local de trabalho transferindo a responsabilidade das máquinas para seus operadores, ou seja, o programa exige dos operadores a conservação de sua máquina, assegurando que a manutenção conserte e restaure a mesma sempre que necessário.

O principal conceito da manutenção produtiva total é a detecção de falhas antes que as mesmas ocorram, assim os operadores devem detectar os diversos sinais que antecedem uma falha. A melhora na detecção destes sinais se dá através da adaptação das máquinas para facilitar o acesso e a visão de suas partes e do treinamento e conscientização dos operadores.

Este trabalho não possui a pretensão de desenvolver um programa de TPM nas plantas da Inoxtubos, porém pretende organizar e criar um plano de trabalho para a implementação do sistema na empresa que por sua vez, deverá realizar um intenso trabalho de planejamento e implementação dos conceitos de manutenção produtiva total.

A implantação da TPM deve ocorrer de forma gradativa, inicialmente deve-se escolher uma área piloto onde o sistema deve ser totalmente adaptado para o modelo de funcionamento da empresa, para tanto deve escolher uma área que represente adequadamente a planta, ou seja, a área não deve ser nem a mais simples nem a mais complexa, tampouco a maior ou a menor, deve ser uma área média. A partir da implementação do sistema nessa área pode-se expandir a TPM para as demais áreas.

Existem quatro fases que podem ser desmembradas em doze etapas para a correta implementação da manutenção produtiva total, conforme tabela abaixo:

Primeira Fase - Preparação	Segunda Fase - Introdução	Terceira Fase - Implementação	Quarta Fase - Consolidação
<p>- 1ª Etapa: Decisão da alta direção em adotar o TPM</p> <p>- 2ª Etapa: Treinamento Inicial</p> <p>- 3ª Etapa: Implantação da Organização do TPM</p> <p>- 4ª Etapa: Estabelecer Diretrizes</p> <p>- 5ª Etapa: Elaborar Plano Diretor</p>	<p>- 6ª Etapa: Partida do TPM</p>	<p>- 7ª Etapa: Manutenção Autônoma</p> <p>- 8ª Etapa: Melhorias individuais nos Equipamentos</p> <p>- 9ª Etapa: Manutenção Planejada</p> <p>- 10ª Etapa: Treinamento Técnico</p> <p>- 11ª Etapa: Estrutura TPM aplicada à construção de novas máquinas</p>	<p>- 12ª Etapa: Aprimoramento</p>

Tabela 8-1 – Fases e Etapas de Implementação da Metodologia TPM. Elaborada pelo autor.

8.2.1 Primeira Fase TPM – Preparação:

1ª Etapa – Decisão da Alta Direção em Adotar o TPM:

O envolvimento da alta direção na adoção do TPM tem como objetivo um maior comprometimento de todos, aumentando as chances de sucesso. Assim a alta direção deve incentivar, acompanhar e cobrar os demais funcionários sobre o desenvolvimento do projeto.

Para o caso da Inoxtubos essa etapa já foi concluída, pois a alta direção reconhece a importância da implementação do sistema TPM e se comprometeu a acompanhar o processo. O “ponta-pé” inicial foi dado através de declarações dos diretores na mídia interna.

2ª Etapa – Treinamento Inicial:

O treinamento inicial deve ser realizado em âmbito global, atingindo todos os funcionários do maior ao menor escalão garantindo que todos tomem conhecimento dos princípios do TPM e garantindo o envolvimento de todos, princípio essencial da manutenção produtiva total.

O treinamento deverá ocorrer internamente sendo ministrado e criado pelos supervisores da planta e supervisionados pelo gerente fabril. A escolha desses funcionários se deu pela proximidade com a planta e pelo fato de todos já terem realizado, incentivados pela empresa, cursos sobre TPM, porém nunca tiveram oportunidade de aplicar os conceitos na fábrica.

Está etapa deverá ocorrer tão logo se inicie o projeto de implementação do TPM.

3ª Etapa – Implantação da Organização do TPM:

Está etapa consiste na criação e na escolha dos membros do Comitê Diretivo, Comitê de Implementação, Comitês de Trabalho e os Grupos

Autônomos, com o objetivo de criar a estrutura necessária à implementação da TPM.

O comitê Diretivo para TPM já foi criado durante a primeira etapa e é composto pelo diretor industrial, gerente industrial e gerente de PPCP, que deverão realizar apresentações periódicas para o presidente da empresa.

A escolha dos demais comitês e dos grupos autônomos deve ser a primeira tarefa do comitê diretivo que será realizada de maneira simples, prática e rápida.

4ª Etapa – Estabelecer Diretrizes:

O TPM devem ser incorporado às diretrizes e planejamentos de médio e longo prazo da empresa. Nesta etapa também é necessária a definição das metas e dos indicadores para acompanhamento do projeto, bem como levantar todos os recursos necessários.

Após definir os comitês e os grupos autônomos o comitê diretivo, deve juntamente com o presidente da empresa assegurar que a 4ª etapa do projeto de implementação da manutenção produtiva total seja realizada em sua totalidade.

5ª Etapa – Elaborar um Plano Diretor para Implantar a TPM:

Após incluir o TPM nas diretrizes da empresa é necessário organizar a implantação da TPM dentro da empresa. Para tanto é mandatário a elaboração de um plano de um planejamento detalhado de todo o processo de implementação com todas as suas etapas e atividades, atribuindo prazos para cada uma delas.

O plano pode ser construído baseando-se na divisão por etapas apresentadas neste trabalho, porém deve ser muito mais detalhado e deverá conter os prazos e os responsáveis por cada atividade. O plano deve ser definido em um esforço conjunto do Comitê Diretivo com o Comitê de Implementação, sendo este último o responsável pela aplicabilidade do plano.

8.2.2 Segunda Fase TPM – Introdução:

6ª Etapa – Partida do TPM:

Até essa etapa o projeto da TPM existe exclusivamente no âmbito administrativo. A partida do TPM tem como objetivo expandir o projeto para o chão de fábrica. Esta etapa começa juntamente com o início efetivo da implementação, ou seja, somente a partir dessa data que a TPM sai dos níveis administrativos e passa a envolver todos os funcionários da empresa. Nesta etapa será necessário a interação dos membros dos comitês com os operários “*blue collars*”, garantindo que o programa tenha início e que todas as diretrizes do TPM sejam seguidas.

8.2.3 Terceira Fase – Implementação:

7ª Etapa – Manutenção Autônoma:

O conceito de TPM já deverá ter atingido todos os funcionários da fábrica, restando agora atribuir a responsabilidade que cada operador tem com a sua máquina, é necessário que o comitê de implementação deixe claro aos membros do comitê de trabalho e dos grupos autônomos a obrigação que cada um tem com a sua máquina.

O controle autônomo envolve a responsabilidade de cada operador com a sua máquina aliada à capacitação dos funcionários através dos treinamentos específicos. A implementação da manutenção autônoma é composta de oito passos que deverão ser inerentes à mentalidade e às funções de cada funcionário. Os passos são:

1º Passo - Limpeza Inicial:

Tem como objetivo a eliminação da sujeira e dos escombros para evitar a deterioração, identificar problemas ocultos pela sujeira e sensibilizar os operadores com a máquina e suas necessidades;

2º Passo - Descobrir as fontes de sujeira e eliminá-las:

Nesse passo deve-se eliminar as fontes de sujeira e o espalhamento de produtos. Essa preocupação já foi tratada no capítulo anterior para a eliminação de fontes de sujeira;

3º Passo - Melhorar os locais de difícil acesso:

Com o acesso facilitado busca-se reduzir o tempo e a complexidade das operações de limpeza, lubrificação e inspeção melhorando a manutenibilidade, a administração e a gerência da manutenção;

4º Passo - Inspeção geral (através de Check Lists):

Elaborar procedimentos padronizados para os fatores chaves de deterioração, limpeza, lubrificação e aperto de parafusos, bem como de inspeção do aparelho, através do estudo das funções básicas e estrutura dos equipamentos. Além de trazer noções sobre a importância do trabalho em equipe para os operadores;

5º Passo - Habilidades para inspeção geral:

Nesse passo os trabalhadores devem aprender a identificar as condições ótimas de funcionamento dos equipamentos, trabalhando diretamente com o pessoal de manutenção no desenvolvimento das habilidades de manutenção e prevenção. Podendo modificar as máquinas para facilitar tanto a inspeção como a manutenção. E ao mesmo tempo desenvolver o trabalho em equipe através da transferência de conhecimentos e da busca conjunta de melhores condições;

6º Passo - Inspeção autônoma (Check-List definitivo e inspeção visual):

Inicialmente os operadores devem utilizar de maneira eficiente os Check-Lists de inspeção e as operações padronizadas para aumentar a disponibilidade dos equipamentos, reconhecendo as anormalidades e as ações corretivas. Ao final desse passo o operador deve se tornar autônomo criando seu próprio check-list ótimo para sua máquina;

7º Passo - Organização e ordem no local de trabalho:

No penúltimo passo os operadores devem assegurar a qualidade e a segurança, padronizando os procedimentos de organização e limpeza da área, garantindo que a inspeção e o controle possam ser realizados de maneira facilitada, implementando controles visuais;

8º Passo - Administração autônoma:

Neste último passo os operadores devem buscar a melhoria contínua visualizando alcançar e superar as metas da empresa, os sentimentos de unidade e de grupo devem estar presentes em cada um dos funcionários da fábrica.

8ª Etapa – Melhorias individuais nos Equipamentos:

Busca-se durante essa etapa o incremento do rendimento operacional global do equipamento. Com a postura autônoma dos operadores e da melhoria contínua dos processos é possível alcançar melhores índices de produtividade através da eliminação das seis grandes perdas:

- Perdas por quebras
- Perdas por demora na troca de ferramentas e regulagem
- Perdas por operação em vazio (espera)
- Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal
- Perdas por defeitos de produção
- Perdas por queda de rendimento

Por seu caráter global essa etapa engloba todos os fatores relacionado à perda de produtividade confundindo-se com o escopo do trabalho como um todo. Assim muito já foi realizado no que diz respeito à eliminação das perdas.

9 Etapa – Manutenção Planejada:

Juntamente com o setor de planejamento, programação e controle deve-se estabelecer uma sistemática de planejamento da manutenção com o intuito de

reduzir o tempo produtivo perdido com operações de manutenção. Uma maneira de reduzir o tempo de manutenção a níveis próximos de zero é a combinação das operações de manutenção às operações de Setup.

Durante grande parte do Setup as peças da máquina ficam paradas enquanto outras peças estão sendo preparadas para o próximo lote, é durante esse tempo ocioso que a manutenção pode ocorrer, transformando espera em tempo útil.

O trabalho conjunto com o PPCP busca trazer maior controle e maiores níveis de planejamento para a manutenção, que atualmente é realizada de maneira pontual e corretiva.

10ª Etapa – Treinamento Técnico:

Todos os funcionários da empresa devem receber treinamentos técnicos, aperfeiçoamento e reciclagem do TPM em uma base regular interna ou externamente.

Os funcionários da manutenção e os operadores de máquinas devem ainda receber treinamentos em técnicas de produção e técnicas de manutenção, capacitando-os de maneira a garantir que o sistema TPM funcione e seja melhorado constantemente.

11ª Etapa – TPM aplicado à construção de novas máquinas:

Normalmente essa etapa é focada na construção de equipamentos e instalações que não quebrem, dada a complexidade da construção de formadoras de tubos, seria inviável exigir a construção de formadoras pelo pessoal da empresa, porém deve-se criar as condições para que quando da compra de um novo equipamento a empresa possa avaliar cada um das máquinas disponíveis e em alguns casos trabalhar com fornecedores para melhorar as especificações das máquinas.

Uma equipe composta por funcionários da engenharia, produção e manutenção poderá avaliar todas as opções de compra e reforma de maquinário.

8.2.4 Quarta Fase – Consolidação:

12ª Etapa – Aprimoramento:

O foco do aprimoramento é o controle e a correção de qualquer desvio do TPM bem como a busca por melhorias constantes em âmbito global.

Ao final da implementação da manutenção produtiva total, espera-se atingir um melhoramento em todos os processos relacionados à manutenção das máquinas. E com o planejamento das operações e o casamento com as operações de Setup reduzir significativamente o tempo despendido com manutenção.

8.3 Resultados e Conclusões

Não será possível, no decorrer deste trabalho, medir os efeitos da implementação, uma vez que a mesma exige um longo período para sua consolidação. O autor deste trabalho buscará então estimar o nível de redução no tempo relacionado às operações de manutenção.

Segundo informações da gerência da planta da Inoxtubos apenas 10% do tempo despendido com manutenção é voltado para manutenção preventiva sendo os outros 90% destinados para manutenção corretiva.

Após a aplicação do sistema TPM pretende-se ao longo prazo eliminar a manutenção corretiva, porém é seguro assumir que no curto prazo, ou seja, no três a seis meses após a implantação do sistema, haja uma redução da manutenção corretiva para 10% do tempo utilizado para manutenção.

A manutenção preventiva, conforme explicitado anteriormente ocorrerá durante os setups não consumindo tempo produtivo adicional, logo podemos assumir uma redução a curto prazo de 90% do tempo despendido com manutenção, o que equivale a uma redução de 3,9 para 0,4% do tempo produtivo disponível.

Aqui é necessário frisar que o trabalho do autor neste capítulo está focado na identificação e na redução das principais fontes de paradas relacionadas à manutenção. O autor identificou o modelo TPM como o mais adequado para solucionar estes problemas e trabalhou na proposta da implementação da metodologia na InoxTubos. Assim o mesmo definiu quais seriam os passos necessários à implementação adequando cada um desses passos para o caso específico da empresa, além de realizar uma estimativa para os benefícios que tal aplicação trarão para a empresa. Os terceiros serão responsáveis pela implementação e acompanhamento da metodologia de manutenção produtiva total.

9 Resultado e Conclusões

O escopo deste trabalho abrangia o aumento da produtividade de uma fabricante de tubos de aço inox com costura através da redução de suas paradas, que consumiam grande parcela de seu tempo produtivo.

A importância da realização deste trabalho se dá pelo aumento da competitividade que o setor encontra, pela entrada de um novo concorrente e o aumento das importações de tubos oriundos da Ásia, graças a isso a Inoxtubos se viu forçada a melhorar seu processo produtivo. Porém mesmo com a necessidade de melhorias a empresa não contava com capital suficiente para realizar grandes investimentos, desse modo, foi necessário desenvolver um trabalho de aumento da produtividade baseado na busca pela redução das paradas sem acrescentar custos ou exigir altos investimentos por parte da empresa.

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram analisadas todas as causas de paradas e através de uma curva ABC selecionadas as mais relevantes, assim foram realizados estudos e análises sobre os três principais grupos de causas de paradas na planta da Inoxtubos. Os grupos focos de estudo, em ordem de prioridade são: preparação, ajuste de máquina e manutenção.

A intensidade de análises e estudos foi definida para cada grupo de acordo com sua significância, assim o grupo de preparação foi o mais intensamente estudado, seguido pelo grupo de ajuste de máquina e com menor intensidade o grupo de manutenção.

9.1 Resultados

O objetivo do trabalho foi atingido para cada um dos três principais grupos, com excelentes níveis de redução do tempo de operação e da

complexidade das atividades sem acrescentar altos custos ou investimentos demasiados para a estrutura da inoxtubos.

Para o grupo de paradas relacionadas à preparação, os resultados vieram da aplicação da metodologia SMED que tem por objetivo a redução do tempo de Setup a níveis mínimos. Tal metodologia nos permitiu atingir um nível de 41,5% de redução do tempo de Setup, passando a consumir 3,8% do tempo disponível para produção, contra os 6,4% iniciais. Tal nível de redução foi atingido através de modificações nos processos de preparação e setup e de pequenas mudanças e adaptações realizadas nas máquinas.

Para o grupo de ajuste de máquina foram realizadas mudanças que visaram eliminar as causas dos ajustes, como a adoção de travas na estrutura das formadoras que eliminaram a movimentação não desejada das peças e o isolamento de áreas que produzem material em suspensão que levavam a um desalinhamento de toda a estrutura ao se acumular nos ferramentais. Tais mudanças originaram uma redução inicial de 26,5% seguida de uma redução estimada de 74,6% saindo de um patamar de 5,9% do tempo disponível para menos de 1,2% do tempo.

O último dos grupos estudado foi o das perdas relacionadas à manutenção, neste caso foi escolhida a metodologia TPM para melhor organizar a realização da manutenção, assim visou-se prevenir as falhas e a quebra de materiais através da manutenção autônoma e preventiva.

Foi criado um guia com as diretrizes para a adoção da metodologia de manutenção produtiva total visando a adoção organizada e ordenada da metodologia pela fábrica. Alinhado à primeira iniciativa, foi recomendado que a manutenção preventiva ocorra durante o setup aproveitando o tempo em que as máquinas ficam paradas. Ao final das mudanças tempo perdido foi reduzido de 3,9% para 0,4% do tempo disponível para produção, uma redução de 90%.

Os resultados foram compilados e resumidos e são apresentados no gráfico abaixo:

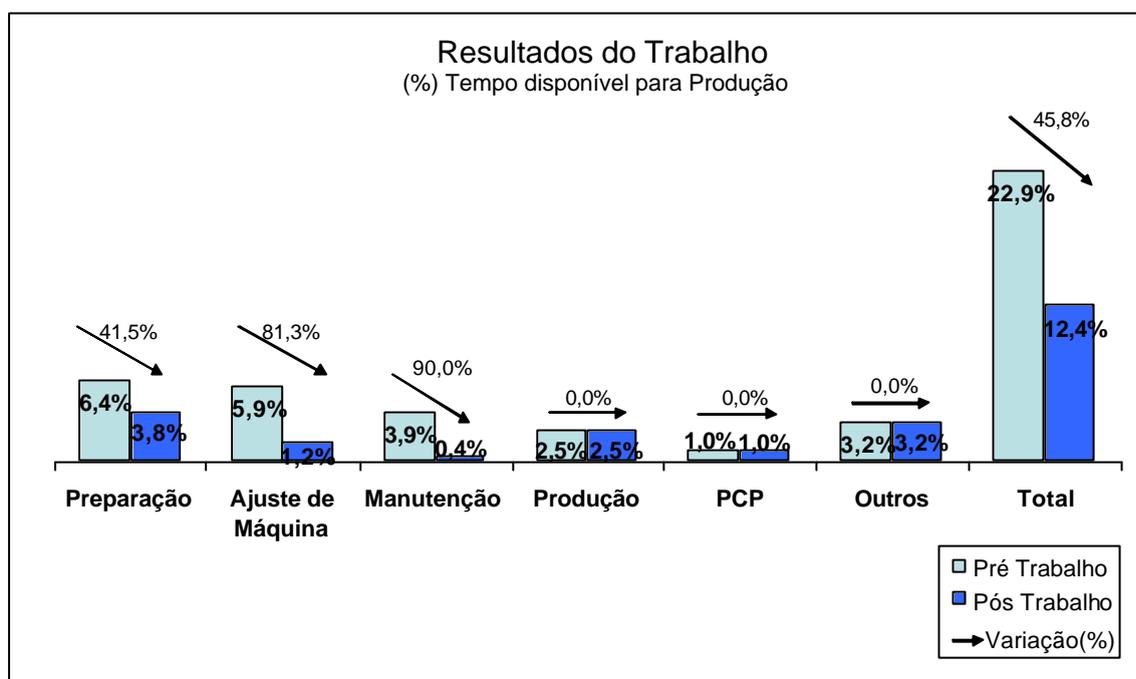


Figura 9-1 – Gráfico de Resultados do Trabalho. Elaborado pelo autor.

Conforme ilustrado no gráfico, atingiu-se mais de 45% de redução no tempo gasto com paradas de máquina o equivalente a 10,5% do tempo disponível total. Se pensarmos nas quatorze máquinas, fontes de estudo deste trabalho, operando em três turnos de 8 horas, 24 dias por mês, obteremos um tempo disponível total de 8064 mensais, assim a economia de 10,5% do tempo disponível total é equivalente a quase 847 horas de produção a mais que a fábrica ganhou com este projeto.

Embora a redução seja estimada para os grupos de ajuste de máquinas e manutenção os números foram validados juntamente com a direção e gerência da planta produtiva da inoxtubos aumentando sua acuracidade. Além disso, os resultados para o grupo o grupo mais significativo, o de paradas relacionadas à preparação, os resultados foram obtidos através da observação de máquinas que já adotaram as medidas.

É interessante concluir que com modificações, muitas vezes simples, de metodologia e padronização do trabalho e com a análise apenas dos três mais significativos grupos de paradas foi possível reduzir em quase 50% o tempo perdido com as mesmas, o que nos permite concluir que ainda existem oportunidades para trabalhos semelhantes junto aos demais grupos.

Baseado no que foi observado dentro da planta da Inoxtubos pode-se afirmar que além dos resultados numéricos de economia de tempo, o trabalho obteve como produto a modificação da visão corporativa da empresa que passou a enxergar diversas oportunidades onde antes existiam obstáculos. Ao final deste trabalho todos os funcionários possuíam total ciência da importância da observação da planta e da busca constante por melhorias.

Tal mudança organizacional não pode ser medida em números, mas deve ser reconhecida por sua importância, uma vez que firma as bases necessárias e estimula futuros ganhos para empresa, que vão desde a melhoria operacional da planta até o maior envolvimento e motivação de seus funcionários.

9.2 Conclusões

O autor deste trabalho encontrou diversos desafios durante o desenvolvimento do mesmo. Ao pensarmos em uma empresa que por décadas teve sua posição de líder garantida por barreiras estruturais, e que conseqüentemente não possuía uma cultura de mudança e de melhorias de seus processos é fácil entender que em todos os níveis da empresa existiam pessoas que eram contra um estudo desse caráter. Além disso, era inconcebível para a gerência de produção e para seus funcionários que qualquer melhoria não viesse acompanhada de aumento de investimentos e redução de pessoas. Assim o primeiro grande desafio encontrado pelo autor foi o convencimento dos funcionários sobre a possibilidade de redução das paradas sem prejuízos para os mesmos ou para a empresa.

O segundo grande desafio foi o da busca por soluções práticas que não trouxessem aumento dos investimentos. Por se tratar de uma planta bastante ultrapassada a margem do produto vendido é em grande parte consumida por um processo ineficiente, dessa maneira qualquer investimento extra não é aceitável para seus acionistas. Portanto foi necessário aumentar a produtividade da planta através de mudanças nos processos e na forma como a planta e suas máquinas eram tratadas.

O terceiro e último grande desafio foi o de perpetuar, entre os funcionários, a visão organizacional de busca por melhorias. Seria inútil realizar mudanças no processo produtivo se o corpo de funcionários não entendesse a necessidade das mesmas e a importância da participação de todos neste processo. Foi possível perpetuar essa visão através do início da implementação da metodologia de TPM ao final deste trabalho.

Para a busca da redução do tempo destinado a paradas foi adotada uma metodologia que busca o alinhamento entre os conceitos teóricos e a realidade. A aplicação de diferentes teorias a um caso prático se mostrou muito relevante à medida que exigiu a utilização e o desenvolvimento do pensamento baseado na visão sistêmica da produção, exigindo a adequação dos diversos conceitos e modelos solucionais a um caso real. Portanto foi extremamente interessante a busca por soluções práticas em teorias que não necessariamente foram desenvolvidas para uma planta de fabricação de tubos de aço.

É excepcional o trabalho realizado pelos diversos autores consultados durante o desenvolvimento deste trabalho, suas teorias e metodologias foram criadas anos atrás para empresas totalmente diferentes da Inoxtubos, no entanto a aplicabilidade de seus conceitos é enorme e ainda gera bons resultados, sendo imprescindível reconhecer o talento de todos eles.

Perceber que uma indústria de grande porte pertencente a um grupo multinacional ainda possuía falhas em suas operações que puderam ser tratadas com teorias desenvolvidas décadas atrás e aparentemente difundidas em todas as empresas, jogou luz sobre a real condição das indústrias nacionais que trabalham,

em muitos casos, com a mesma mentalidade da data de sua fundação. Onde a busca por desculpas que justifiquem o baixo rendimento é mais relevante que a busca por melhorias e por soluções de problemas.

Através das consultas a teorias, professores, funcionários e especialistas foi possível, para o autor deste, encontrar meios mais eficazes e eficientes de produção sem a necessidade de grandes investimentos. E através da montagem dessas soluções foi possível notar que os problemas em sua grande parte podem ser resolvidos de maneira simples, bastando apenas enxergar o processo produtivo sobre um outro ângulo e de maneira sistêmica.

Concluimos que para a solução de problemas fabris são igualmente importantes a base teórica, que cria as condições necessárias para definir o problema, imaginar soluções e claro, criar novas maneiras de enxergar uma mesma realidade, como o entendimento do modelo de produção, suas limitações e possibilidades de mudança.

Assim, durante este trabalho foi necessário ao autor trabalhar com dois mundos, um teórico, repleto de idéias que foram aplicadas em outras empresas e que precisam ser adaptadas para serem replicadas em diferentes ocasiões, e com as máquinas e instalações da Inoxtubos.

É claro que as soluções aqui apresentadas foram desenvolvidas de maneira externa a empresa, ou seja, pelo autor deste trabalho que não é funcionário da Inoxtubos, porém mais do que os exemplos de melhoria de produtividade desenvolvidos o maior resultado deste trabalho foi a mudança de visão dos operadores que antes acreditavam que as mudanças eram ameaças e que agora sabem que cada oportunidade aproveitada melhora o rendimento da empresa e conseqüentemente aumenta as chances do sucesso da mesma e da manutenção e expansão da fábrica e da mão de obra.

Ao final desta conclusão é importante ressaltar que todas as soluções e recomendações, bem como todo o trabalho realizado para chegar às mesmas, foram inteiramente realizados pelo autor deste trabalho, cabendo aos funcionários da empresa a implementação e aplicação das recomendações e soluções às máquinas e as ferramentas.

10 Referências Bibliográficas

KAWASAKI - **Kawasaki Steel Technical Report No. 25.** - [S.L], 1991. 11 p.

KAWASAKI - **Kawasaki Steel Technical Report No. 47** – [S.L], 2002. 8 p.

KAMEDA , Emílio Miyoshi ; CAVENAGHI, Vagner - **Mapeamento do Fluxo de Produção: diagnóstico em uma empresa de transformação de materiais plásticos.** – São Paulo: UNESP, [200-]. 8 p.

FERREIRA, Fernando Pereira - **Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em Uma Empresa de Autopeças** – Taubaté: UNITAU, 2004. 180 p.

Dep. De Engenharia de Produção (PRO) USP - **Conceitos e Técnicas de Estudo de Tempos e Métodos (ET&M)** – São Paulo: USP, [199-?]. 93 p.

SHINGO, Shigeo – **A Revolution in Manufacturing: The SMED System** – Tokyo, Japan Management Association, 1983. 361 p.

SEKINE, Ken'ichi ; ARAI, Keisuke – **Kaizen for Quick Changeover: Going Beyond SMED** – Traduzido por TALBOT, Bruce. Portland, Oregon: Productivity Press, 1992. 285 p.

SOUZA, Valdir Cardoso de – **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle da Manutenção** – São Paulo: All Print Editora 2006.

SHIGLEY, Joseph Eduardo – **Elementos de Máquinas** – Traduzido por CARVALHO, Edival Ponciano de. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A. 1984. 2v. p.209 – 244; p. 369 – 441; p. 501 – 533.

ANEXOS

Tomada de Tempos de Operação para SetUp, Medida 1 e Medida 2:

Medida 1		Medida 2	
Operação	Tempo	Operação	Tempo
Lubrificar Bancada	584	Transp. Ferramenta	609
Transp. Ferramenta	495	Transp. Jogo de Ferramentais Utilizando Carro	1697
Desparafusar Bases	1635	Desparafusar Bases	2117
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	365	Lubrificar Bancada	747
Separar Bases do Eixo	2285	Separar Bases do Eixo	2780
Transp. Jogo de Ferramentais Utilizando Carro	1022	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	705
Soltar Ferramental	210	Soltar Ferramental	216
Transp. Ferramental com ponte Volante	52	Transp. Ferramental com ponte Volante	81
Limpar/Lubrificar Ferramental	81	Limpar/Lubrificar Ferramental	72
Inserir Novo Ferramental	98	Inserir Novo Ferramental	131
Ajustar Posição do Ferramental	138	Ajustar Posição do Ferramental	251
Encaixar Bases no Eixo	42	Encaixar Bases no Eixo	56
Parafusar Base	45	Parafusar Base	83
Soltar Ferramental	179	Soltar Ferramental	308
Transp. Ferramental com ponte Volante	75	Transp. Ferramental com ponte Volante	36
Limpar/Lubrificar Ferramental	57	Limpar/Lubrificar Ferramental	54
Inserir Novo Ferramental	54	Inserir Novo Ferramental	41
Ajustar Posição do Ferramental	120	Ajustar Posição do Ferramental	80
Encaixar Bases no Eixo	40	Encaixar Bases no Eixo	74
Parafusar Base	56	Parafusar Base	69
Soltar Ferramental	228	Soltar Ferramental	113
Transp. Ferramental com ponte Volante	74	Transp. Ferramental com ponte Volante	89
Limpar/Lubrificar Ferramental	121	Limpar/Lubrificar Ferramental	182
Inserir Novo Ferramental	72	Inserir Novo Ferramental	78
Ajustar Posição do Ferramental	77	Ajustar Posição do Ferramental	65
Encaixar Bases no Eixo	45	Encaixar Bases no Eixo	57
Parafusar Base	45	Parafusar Base	71
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	284	Soltar Ferramental	536
Soltar Ferramental	276	Transp. Ferramental com ponte Volante	36
Transp. Ferramental com ponte Volante	55	Limpar/Lubrificar Ferramental	225
Limpar/Lubrificar Ferramental	119	Inserir Novo Ferramental	116
Inserir Novo Ferramental	73	Ajustar Posição do Ferramental	147
Ajustar Posição do Ferramental	95	Encaixar Bases no Eixo	119
Encaixar Bases no Eixo	61	Parafusar Base	35
Parafusar Base	38	Soltar Ferramental	396
Soltar Ferramental	294	Transp. Ferramental com ponte Volante	38
Transp. Ferramental com ponte Volante	54	Limpar/Lubrificar Ferramental	71
Limpar/Lubrificar Ferramental	53	Inserir Novo Ferramental	56
Inserir Novo Ferramental	92	Ajustar Posição do Ferramental	108
Ajustar Posição do Ferramental	163	Encaixar Bases no Eixo	81
Encaixar Bases no Eixo	51	Parafusar Base	51

Parafusar Base	47	Soltar Ferramental	80
Soltar Ferramental	120	Transp. Ferramental com ponte Volante	41
Transp. Ferramental com ponte Volante	42	Limpar/Lubrificar Ferramental	74
Limpar/Lubrificar Ferramental	45	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	348
Inserir Novo Ferramental	85	Inserir Novo Ferramental	156
Ajustar Posição do Ferramental	85	Ajustar Posição do Ferramental	50
Encaixar Bases no Eixo	31	Encaixar Bases no Eixo	42
Parafusar Base	66	Parafusar Base	45
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	32	Soltar Ferramental	270
Soltar Ferramental	149	Transp. Ferramental com ponte Volante	41
Transp. Ferramental com ponte Volante	55	Limpar/Lubrificar Ferramental	66
Limpar/Lubrificar Ferramental	69	Inserir Novo Ferramental	83
Inserir Novo Ferramental	99	Ajustar Posição do Ferramental	117
Ajustar Posição do Ferramental	83	Encaixar Bases no Eixo	36
Encaixar Bases no Eixo	46	Parafusar Base	107
Parafusar Base	67	Soltar Ferramental	164
Soltar Ferramental	158	Transp. Ferramental com ponte Volante	111
Transp. Ferramental com ponte Volante	58	Limpar/Lubrificar Ferramental	140
Limpar/Lubrificar Ferramental	79	Inserir Novo Ferramental	140
Inserir Novo Ferramental	88	Ajustar Posição do Ferramental	179
Ajustar Posição do Ferramental	112	Encaixar Bases no Eixo	30
Encaixar Bases no Eixo	60	Parafusar Base	116
Parafusar Base	60	Soltar Ferramental	921
Soltar Ferramental	210	Transp. Ferramental com ponte Volante	60
Transp. Ferramental com ponte Volante	52	Limpar/Lubrificar Ferramental	18
Limpar/Lubrificar Ferramental	26	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	764
Inserir Novo Ferramental	98	Inserir Novo Ferramental	167
Ajustar Posição do Ferramental	138	Ajustar Posição do Ferramental	140
Encaixar Bases no Eixo	42	Encaixar Bases no Eixo	23
Parafusar Base	45	Parafusar Base	75
Soltar Ferramental	504	Soltar Ferramental	197
Transp. Ferramental com ponte Volante	39	Transp. Ferramental com ponte Volante	72
Limpar/Lubrificar Ferramental	115	Limpar/Lubrificar Ferramental	105
Inserir Novo Ferramental	49	Inserir Novo Ferramental	33
Ajustar Posição do Ferramental	125	Ajustar Posição do Ferramental	114
Encaixar Bases no Eixo	40	Encaixar Bases no Eixo	41
Parafusar Base	47	Parafusar Base	24
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	98	Soltar Ferramental	272
Soltar Ferramental	172	Transp. Ferramental com ponte Volante	66
Transp. Ferramental com ponte Volante	47	Limpar/Lubrificar Ferramental	84
Limpar/Lubrificar Ferramental	116	Inserir Novo Ferramental	116
Inserir Novo Ferramental	75	Ajustar Posição do Ferramental	269
Ajustar Posição do Ferramental	201	Encaixar Bases no Eixo	20
Encaixar Bases no Eixo	24	Parafusar Base	56
Parafusar Base	43	Soltar Ferramental	165
Soltar Ferramental	157	Transp. Ferramental com ponte Volante	18
Transp. Ferramental com ponte Volante	33	Limpar/Lubrificar Ferramental	87
Limpar/Lubrificar Ferramental	51	Inserir Novo Ferramental	200
Inserir Novo Ferramental	111	Ajustar Posição do Ferramental	204

Ajustar Posição do Ferramental	129	Encaixar Bases no Eixo	17
Encaixar Bases no Eixo	31	Parafusar Base	44
Parafusar Base	42	Soltar Ferramental	173
Soltar Ferramental	179	Transp. Ferramental com ponte Volante	113
Transp. Ferramental com ponte Volante	75	Limpar/Lubrificar Ferramental	102
Limpar/Lubrificar Ferramental	106	Inserir Novo Ferramental	78
Inserir Novo Ferramental	57	Ajustar Posição do Ferramental	308
Ajustar Posição do Ferramental	165	Encaixar Bases no Eixo	36
Encaixar Bases no Eixo	24	Parafusar Base	20
Parafusar Base	24	Soltar Ferramental	432
Soltar Ferramental	227	Transp. Ferramental com ponte Volante	44
Transp. Ferramental com ponte Volante	46	Limpar/Lubrificar Ferramental	59
Limpar/Lubrificar Ferramental	71	Inserir Novo Ferramental	246
Inserir Novo Ferramental	144	Ajustar Posição do Ferramental	188
Ajustar Posição do Ferramental	198	Encaixar Bases no Eixo	53
Encaixar Bases no Eixo	35	Parafusar Base	84
Parafusar Base	47	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1179
Soltar Ferramental	241	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	90
Transp. Ferramental com ponte Volante	33	Soltar Ferramental	435
Limpar/Lubrificar Ferramental	106	Transp. Ferramental com ponte Volante	30
Inserir Novo Ferramental	103	Limpar/Lubrificar Ferramental	96
Ajustar Posição do Ferramental	88	Inserir Novo Ferramental	201
Encaixar Bases no Eixo	48	Ajustar Posição do Ferramental	74
Parafusar Base	44	Encaixar Bases no Eixo	81
Soltar Ferramental	226	Parafusar Base	59
Transp. Ferramental com ponte Volante	69	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	725
Limpar/Lubrificar Ferramental	110	Soltar Ferramental	132
Inserir Novo Ferramental	94	Transp. Ferramental com ponte Volante	60
Ajustar Posição do Ferramental	175	Limpar/Lubrificar Ferramental	90
Encaixar Bases no Eixo	28	Inserir Novo Ferramental	158
Parafusar Base	30	Ajustar Posição do Ferramental	144
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	144	Encaixar Bases no Eixo	44
Soltar Ferramental	465	Parafusar Base	47
Transp. Ferramental com ponte Volante	152	Soltar Ferramental	465
Limpar/Lubrificar Ferramental	56	Transp. Ferramental com ponte Volante	281
Inserir Novo Ferramental	98	Limpar/Lubrificar Ferramental	81
Ajustar Posição do Ferramental	138	Inserir Novo Ferramental	72
Encaixar Bases no Eixo	42	Ajustar Posição do Ferramental	260
Parafusar Base	45	Encaixar Bases no Eixo	68
Soltar Ferramental	174	Parafusar Base	51
Transp. Ferramental com ponte Volante	34	Soltar Ferramental	200
Limpar/Lubrificar Ferramental	49	Transp. Ferramental com ponte Volante	63
Inserir Novo Ferramental	54	Limpar/Lubrificar Ferramental	47
Ajustar Posição do Ferramental	127	Inserir Novo Ferramental	102
Encaixar Bases no Eixo	46	Ajustar Posição do Ferramental	212
Parafusar Base	64	Encaixar Bases no Eixo	63
Soltar Ferramental	313	Parafusar Base	29
Transp. Ferramental com ponte Volante	30	Soltar Ferramental	254
Limpar/Lubrificar Ferramental	84	Transp. Ferramental com ponte Volante	48

Inserir Novo Ferramental	104	Limpar/Lubrificar Ferramental	57
Ajustar Posição do Ferramental	112	Inserir Novo Ferramental	63
Encaixar Bases no Eixo	51	Ajustar Posição do Ferramental	155
Parafusar Base	25	Encaixar Bases no Eixo	27
Soltar Ferramental	228	Parafusar Base	24
Transp. Ferramental com ponte Volante	61	Soltar Ferramental	371
Limpar/Lubrificar Ferramental	108	Transp. Ferramental com ponte Volante	66
Inserir Novo Ferramental	121	Limpar/Lubrificar Ferramental	60
Ajustar Posição do Ferramental	185	Inserir Novo Ferramental	189
Encaixar Bases no Eixo	34	Ajustar Posição do Ferramental	209
Parafusar Base	57	Encaixar Bases no Eixo	32
Soltar Ferramental	256	Parafusar Base	87
Transp. Ferramental com ponte Volante	46	Soltar Ferramental	263
Limpar/Lubrificar Ferramental	108	Transp. Ferramental com ponte Volante	23
Inserir Novo Ferramental	61	Limpar/Lubrificar Ferramental	108
Ajustar Posição do Ferramental	102	Inserir Novo Ferramental	47
Encaixar Bases no Eixo	34	Ajustar Posição do Ferramental	144
Parafusar Base	67	Encaixar Bases no Eixo	47
Soltar Ferramental	300	Parafusar Base	93
Transp. Ferramental com ponte Volante	47	Soltar Ferramental	153
Limpar/Lubrificar Ferramental	97	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	71
Inserir Novo Ferramental	64	Transp. Ferramental com ponte Volante	57
Ajustar Posição do Ferramental	129	Limpar/Lubrificar Ferramental	89
Encaixar Bases no Eixo	27	Inserir Novo Ferramental	72
Parafusar Base	33	Ajustar Posição do Ferramental	114
Soltar Ferramental	254	Encaixar Bases no Eixo	53
Transp. Ferramental com ponte Volante	52	Parafusar Base	62
Limpar/Lubrificar Ferramental	91	Soltar Ferramental	356
Inserir Novo Ferramental	106	Transp. Ferramental com ponte Volante	63
Ajustar Posição do Ferramental	131	Limpar/Lubrificar Ferramental	126
Encaixar Bases no Eixo	31	Inserir Novo Ferramental	200
Parafusar Base	47	Ajustar Posição do Ferramental	66
Soltar Ferramental	286	Encaixar Bases no Eixo	15
Transp. Ferramental com ponte Volante	45	Parafusar Base	45
Limpar/Lubrificar Ferramental	42	Soltar Ferramental	291
Inserir Novo Ferramental	102	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	47
Ajustar Posição do Ferramental	115	Transp. Ferramental com ponte Volante	63
Encaixar Bases no Eixo	49	Limpar/Lubrificar Ferramental	68
Parafusar Base	33	Inserir Novo Ferramental	63
Soltar Ferramental	210	Ajustar Posição do Ferramental	116
Transp. Ferramental com ponte Volante	52	Encaixar Bases no Eixo	26
Limpar/Lubrificar Ferramental	26	Parafusar Base	36
Inserir Novo Ferramental	98	Soltar Ferramental	120
Ajustar Posição do Ferramental	138	Transp. Ferramental com ponte Volante	51
Encaixar Bases no Eixo	42	Limpar/Lubrificar Ferramental	14
Parafusar Base	45	Inserir Novo Ferramental	93
Soltar Ferramental	264	Ajustar Posição do Ferramental	210
Transp. Ferramental com ponte Volante	27	Encaixar Bases no Eixo	66
Limpar/Lubrificar Ferramental	101	Parafusar Base	57

Inserir Novo Ferramental	116	Soltar Ferramental	195
Ajustar Posição do Ferramental	202	Transp. Ferramental com ponte Volante	45
Encaixar Bases no Eixo	61	Limpar/Lubrificar Ferramental	161
Parafusar Base	44	Inserir Novo Ferramental	128
Soltar Ferramental	350	Ajustar Posição do Ferramental	95
Transp. Ferramental com ponte Volante	60	Encaixar Bases no Eixo	36
Limpar/Lubrificar Ferramental	103	Parafusar Base	84
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	53	Soltar Ferramental	188
Inserir Novo Ferramental	137	Transp. Ferramental com ponte Volante	104
Ajustar Posição do Ferramental	106	Limpar/Lubrificar Ferramental	59
Encaixar Bases no Eixo	24	Inserir Novo Ferramental	63
Parafusar Base	33	Ajustar Posição do Ferramental	159
Soltar Ferramental	414	Encaixar Bases no Eixo	45
Transp. Ferramental com ponte Volante	148	Parafusar Base	60
Limpar/Lubrificar Ferramental	88	Soltar Ferramental	339
Inserir Novo Ferramental	73	Transp. Ferramental com ponte Volante	165
Ajustar Posição do Ferramental	165	Limpar/Lubrificar Ferramental	153
Encaixar Bases no Eixo	36	Inserir Novo Ferramental	138
Parafusar Base	64	Ajustar Posição do Ferramental	170
Soltar Ferramental	271	Encaixar Bases no Eixo	39
Transp. Ferramental com ponte Volante	65	Parafusar Base	45
Limpar/Lubrificar Ferramental	45	Soltar Ferramental	495
Inserir Novo Ferramental	135	Transp. Ferramental com ponte Volante	65
Ajustar Posição do Ferramental	177	Limpar/Lubrificar Ferramental	44
Encaixar Bases no Eixo	49	Inserir Novo Ferramental	213
Parafusar Base	38	Ajustar Posição do Ferramental	254
Soltar Ferramental	201	Encaixar Bases no Eixo	80
Tempo Ocioso	471	Parafusar Base	47
Tempo Ocioso	360	Soltar Ferramental	123
Transp. Ferramental com ponte Volante	48	Tempo Ocioso	735
Limpar/Lubrificar Ferramental	57	Tempo Ocioso	218
Inserir Novo Ferramental	140	Transp. Ferramental com ponte Volante	47
Ajustar Posição do Ferramental	150	Limpar/Lubrificar Ferramental	39
Encaixar Bases no Eixo	40	Inserir Novo Ferramental	78
Parafusar Base	47	Ajustar Posição do Ferramental	104
Soltar Ferramental	223	Encaixar Bases no Eixo	72
Transp. Ferramental com ponte Volante	75	Parafusar Base	69
Limpar/Lubrificar Ferramental	71	Soltar Ferramental	167
Inserir Novo Ferramental	144	Transp. Ferramental com ponte Volante	72
Ajustar Posição do Ferramental	91	Limpar/Lubrificar Ferramental	89
Encaixar Bases no Eixo	54	Inserir Novo Ferramental	99
Parafusar Base	54	Ajustar Posição do Ferramental	77
Soltar Ferramental	185	Encaixar Bases no Eixo	78
Transp. Ferramental com ponte Volante	33	Parafusar Base	65
Limpar/Lubrificar Ferramental	95	Soltar Ferramental	126
Inserir Novo Ferramental	283	Transp. Ferramental com ponte Volante	26
Ajustar Posição do Ferramental	94	Limpar/Lubrificar Ferramental	62
Encaixar Bases no Eixo	44	Inserir Novo Ferramental	128

Parafusar Base	65	Ajustar Posição do Ferramental	59
Soltar Ferramental	229	Encaixar Bases no Eixo	23
Transp. Ferramental com ponte Volante	57	Parafusar Base	117
Limpar/Lubrificar Ferramental	28	Soltar Ferramental	185
Inserir Novo Ferramental	107	Transp. Ferramental com ponte Volante	36
Ajustar Posição do Ferramental	150	Limpar/Lubrificar Ferramental	15
Encaixar Bases no Eixo	46	Inserir Novo Ferramental	129
Parafusar Base	49	Ajustar Posição do Ferramental	186
Soltar Ferramental	278	Encaixar Bases no Eixo	62
Transp. Ferramental com ponte Volante	52	Parafusar Base	39
Limpar/Lubrificar Ferramental	47	Soltar Ferramental	293
Inserir Novo Ferramental	63	Transp. Ferramental com ponte Volante	60
Ajustar Posição do Ferramental	198	Limpar/Lubrificar Ferramental	56
Encaixar Bases no Eixo	59	Inserir Novo Ferramental	32
Parafusar Base	29	Ajustar Posição do Ferramental	267
Soltar Ferramental	690	Encaixar Bases no Eixo	99
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	494	Parafusar Base	17
Transp. Ferramental com ponte Volante	38	Soltar Ferramental	471
Limpar/Lubrificar Ferramental	108	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	786
Inserir Novo Ferramental	101	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	50
Ajustar Posição do Ferramental	130	Transp. Ferramental com ponte Volante	66
Encaixar Bases no Eixo	40	Limpar/Lubrificar Ferramental	113
Parafusar Base	70	Inserir Novo Ferramental	111
Soltar Ferramental	249	Ajustar Posição do Ferramental	141
Transp. Ferramental com ponte Volante	66	Encaixar Bases no Eixo	74
Limpar/Lubrificar Ferramental	50	Parafusar Base	81
Inserir Novo Ferramental	63	Soltar Ferramental	131
Ajustar Posição do Ferramental	94	Transp. Ferramental com ponte Volante	71
Encaixar Bases no Eixo	33	Limpar/Lubrificar Ferramental	72
Parafusar Base	53	Inserir Novo Ferramental	80
Soltar Ferramental	148	Ajustar Posição do Ferramental	176
Transp. Ferramental com ponte Volante	37	Encaixar Bases no Eixo	23
Limpar/Lubrificar Ferramental	109	Parafusar Base	60
Inserir Novo Ferramental	62	Soltar Ferramental	183
Ajustar Posição do Ferramental	112	Transp. Ferramental com ponte Volante	72
Encaixar Bases no Eixo	59	Limpar/Lubrificar Ferramental	168
Parafusar Base	50	Inserir Novo Ferramental	59
Soltar Ferramental	330	Ajustar Posição do Ferramental	116
Transp. Ferramental com ponte Volante	83	Encaixar Bases no Eixo	48
Limpar/Lubrificar Ferramental	96	Parafusar Base	92
Inserir Novo Ferramental	142	Soltar Ferramental	617
Ajustar Posição do Ferramental	125	Transp. Ferramental com ponte Volante	129
Encaixar Bases no Eixo	58	Limpar/Lubrificar Ferramental	122
Parafusar Base	51	Inserir Novo Ferramental	66
Soltar Ferramental	185	Ajustar Posição do Ferramental	95
Transp. Ferramental com ponte Volante	75	Encaixar Bases no Eixo	62
Limpar/Lubrificar Ferramental	44	Parafusar Base	86
Inserir Novo Ferramental	65	Soltar Ferramental	251
Ajustar Posição do Ferramental	118	Transp. Ferramental com ponte Volante	113

Encaixar Bases no Eixo	62	Limpar/Lubrificar Ferramental	29
Parafusar Base	70	Inserir Novo Ferramental	120
Soltar Ferramental	273	Ajustar Posição do Ferramental	125
Transp. Ferramental com ponte Volante	72	Encaixar Bases no Eixo	84
Limpar/Lubrificar Ferramental	125	Parafusar Base	39
Inserir Novo Ferramental	286	Soltar Ferramental	252
Ajustar Posição do Ferramental	113	Transp. Ferramental com ponte Volante	74
Encaixar Bases no Eixo	49	Limpar/Lubrificar Ferramental	222
Parafusar Base	50	Inserir Novo Ferramental	528
Soltar Ferramental	229	Ajustar Posição do Ferramental	144
Transp. Ferramental com ponte Volante	57	Encaixar Bases no Eixo	89
Limpar/Lubrificar Ferramental	28	Parafusar Base	80
Inserir Novo Ferramental	107	Soltar Ferramental	444
Ajustar Posição do Ferramental	150	Transp. Ferramental com ponte Volante	92
Encaixar Bases no Eixo	46	Limpar/Lubrificar Ferramental	45
Parafusar Base	49	Inserir Novo Ferramental	156
Soltar Ferramental	257	Ajustar Posição do Ferramental	237
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1217	Encaixar Bases no Eixo	48
Transp. Ferramental com ponte Volante	75	Parafusar Base	86
Limpar/Lubrificar Ferramental	59	Soltar Ferramental	375
Inserir Novo Ferramental	72	Transp. Ferramental com ponte Volante	60
Ajustar Posição do Ferramental	221	Limpar/Lubrificar Ferramental	65
Encaixar Bases no Eixo	31	Inserir Novo Ferramental	116
Parafusar Base	72	Ajustar Posição do Ferramental	137
Soltar Ferramental	313	Encaixar Bases no Eixo	30
Transp. Ferramental com ponte Volante	37	Parafusar Base	81
Limpar/Lubrificar Ferramental	57	Soltar Ferramental	501
Inserir Novo Ferramental	62	Transp. Ferramental com ponte Volante	41
Ajustar Posição do Ferramental	86	Limpar/Lubrificar Ferramental	93
Encaixar Bases no Eixo	49	Inserir Novo Ferramental	57
Parafusar Base	39	Ajustar Posição do Ferramental	54
Soltar Ferramental	341	Encaixar Bases no Eixo	24
Transp. Ferramental com ponte Volante	37	Parafusar Base	47
Limpar/Lubrificar Ferramental	99	Soltar Ferramental	446
Inserir Novo Ferramental	119	Transp. Ferramental com ponte Volante	38
Ajustar Posição do Ferramental	146	Limpar/Lubrificar Ferramental	84
Encaixar Bases no Eixo	28	Inserir Novo Ferramental	63
Parafusar Base	56	Ajustar Posição do Ferramental	254
Soltar Ferramental	257	Encaixar Bases no Eixo	18
Transp. Ferramental com ponte Volante	56	Parafusar Base	47
Limpar/Lubrificar Ferramental	44	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	561
Inserir Novo Ferramental	153	Soltar Ferramental	308
Ajustar Posição do Ferramental	210	Transp. Ferramental com ponte Volante	36
Encaixar Bases no Eixo	61	Limpar/Lubrificar Ferramental	51
Parafusar Base	69	Inserir Novo Ferramental	153
Soltar Ferramental	162	Ajustar Posição do Ferramental	95
Transp. Ferramental com ponte Volante	70	Encaixar Bases no Eixo	72
Limpar/Lubrificar Ferramental	69	Parafusar Base	51
Inserir Novo Ferramental	100	Soltar Ferramental	245

Ajustar Posição do Ferramental	108	Transp. Ferramental com ponte Volante	68
Encaixar Bases no Eixo	47	Limpar/Lubrificar Ferramental	122
Parafusar Base	33	Inserir Novo Ferramental	155
Soltar Ferramental	150	Ajustar Posição do Ferramental	95
Transp. Ferramental com ponte Volante	78	Encaixar Bases no Eixo	45
Limpar/Lubrificar Ferramental	111	Parafusar Base	33
Inserir Novo Ferramental	53	Soltar Ferramental	113
Ajustar Posição do Ferramental	88	Transp. Ferramental com ponte Volante	81
Encaixar Bases no Eixo	37	Limpar/Lubrificar Ferramental	138
Parafusar Base	68	Inserir Novo Ferramental	56
Soltar Ferramental	298	Ajustar Posição do Ferramental	57
Transp. Ferramental com ponte Volante	47	Encaixar Bases no Eixo	59
Limpar/Lubrificar Ferramental	89	Parafusar Base	38
Inserir Novo Ferramental	123	Soltar Ferramental	557
Ajustar Posição do Ferramental	147	Transp. Ferramental com ponte Volante	65
Encaixar Bases no Eixo	48	Limpar/Lubrificar Ferramental	140
Parafusar Base	28	Inserir Novo Ferramental	140
Soltar Ferramental	229	Ajustar Posição do Ferramental	186
Transp. Ferramental com ponte Volante	57	Encaixar Bases no Eixo	78
Limpar/Lubrificar Ferramental	28	Parafusar Base	24
Inserir Novo Ferramental	107	Soltar Ferramental	311
Ajustar Posição do Ferramental	150	Transp. Ferramental com ponte Volante	75
Encaixar Bases no Eixo	46	Limpar/Lubrificar Ferramental	33
Parafusar Base	49	Inserir Novo Ferramental	84
Soltar Ferramental	143	Ajustar Posição do Ferramental	122
Transp. Ferramental com ponte Volante	66	Encaixar Bases no Eixo	32
Limpar/Lubrificar Ferramental	126	Parafusar Base	74
Inserir Novo Ferramental	82	Soltar Ferramental	251
Ajustar Posição do Ferramental	156	Transp. Ferramental com ponte Volante	101
Encaixar Bases no Eixo	58	Limpar/Lubrificar Ferramental	162
Parafusar Base	63	Inserir Novo Ferramental	114
Soltar Ferramental	1126	Ajustar Posição do Ferramental	125
Transp. Ferramental com ponte Volante	232	Encaixar Bases no Eixo	33
Limpar/Lubrificar Ferramental	90	Parafusar Base	35
Inserir Novo Ferramental	56	Soltar Ferramental	855
Ajustar Posição do Ferramental	213	Transp. Ferramental com ponte Volante	165
Encaixar Bases no Eixo	49	Limpar/Lubrificar Ferramental	141
Parafusar Base	57	Inserir Novo Ferramental	53
Soltar Ferramental	339	Ajustar Posição do Ferramental	317
Transp. Ferramental com ponte Volante	65	Encaixar Bases no Eixo	78
Limpar/Lubrificar Ferramental	81	Parafusar Base	38
Inserir Novo Ferramental	96	Soltar Ferramental	228
Ajustar Posição do Ferramental	102	Transp. Ferramental com ponte Volante	104
Encaixar Bases no Eixo	24	Limpar/Lubrificar Ferramental	44
Parafusar Base	53	Inserir Novo Ferramental	45
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1601	Ajustar Posição do Ferramental	167
Passar Matéria Prima por dentro da Máquina	863	Encaixar Bases no Eixo	45
Ligar/Desligar Máquina	46	Parafusar Base	33
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	873

Ajustar Posição do Ferramental	937	Passar Matéria Prima por dentro da Máquina	656
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120	Ligar/Desligar Máquina	43
Ajustar Posição do Ferramental	613	Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120	Ajustar Posição do Ferramental	711
Ajustar Posição do Ferramental	259	Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120	Ajustar Posição do Ferramental	505
Ajustar Posição do Ferramental	231	Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	120	Ajustar Posição do Ferramental	104
Ajustar Posição do Ferramental	40	Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	180
Inspeção/Conferência de Dimensões do Tubo	180	TOTAL	61737
TOTAL	53409		

Tomada de Tempos de Operação para SetUp, Medida 3:

Medida 3			
Operação	Tempo	Operação	Tempo
Lubrificar Bancada	702	Transp. Ferramenta	580
Desparafusar Bases	2045	Transp. Jogo de Ferramentais Utilizando Carro	1654
Separar Bases do Eixo	1133	Separar Bases do Eixo	1600
Soltar Ferramental	216	Soltar Ferramental	210
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	50	Transp. Ferramental com ponte Volante	81
Transp. Ferramental com ponte Volante	81	Limpar/Lubrificar Ferramental	72
Limpar/Lubrificar Ferramental	72	Inserir Novo Ferramental	131
Inserir Novo Ferramental	131	Ajustar Posição do Ferramental	251
Ajustar Posição do Ferramental	251	Encaixar Bases no Eixo	56
Encaixar Bases no Eixo	56	Parafusar Base	83
Parafusar Base	83	Soltar Ferramental	216
Soltar Ferramental	162	Transp. Ferramental com ponte Volante	107
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	94	Limpar/Lubrificar Ferramental	50
Transp. Ferramental com ponte Volante	103	Inserir Novo Ferramental	93
Limpar/Lubrificar Ferramental	97	Ajustar Posição do Ferramental	237
Inserir Novo Ferramental	111	Encaixar Bases no Eixo	51
Ajustar Posição do Ferramental	268	Parafusar Base	100
Encaixar Bases no Eixo	34	Soltar Ferramental	299
Parafusar Base	81	Transp. Ferramental com ponte Volante	65
Soltar Ferramental	248	Limpar/Lubrificar Ferramental	48
Transp. Ferramental com ponte Volante	91	Inserir Novo Ferramental	83
Limpar/Lubrificar Ferramental	51	Ajustar Posição do Ferramental	155
Inserir Novo Ferramental	84	Encaixar Bases no Eixo	78
Ajustar Posição do Ferramental	153	Parafusar Base	68
Encaixar Bases no Eixo	79	Soltar Ferramental	99
Parafusar Base	93	Transp. Ferramental com ponte Volante	92
Soltar Ferramental	160	Limpar/Lubrificar Ferramental	50
Transp. Ferramental com ponte Volante	106	Inserir Novo Ferramental	102
Limpar/Lubrificar Ferramental	45	Ajustar Posição do Ferramental	259
Inserir Novo Ferramental	84	Encaixar Bases no Eixo	38

Ajustar Posição do Ferramental	338	Parafusar Base	49
Encaixar Bases no Eixo	65	Soltar Ferramental	198
Parafusar Base	92	Transp. Ferramental com ponte Volante	34
Soltar Ferramental	288	Limpar/Lubrificar Ferramental	55
Transp. Ferramental com ponte Volante	94	Inserir Novo Ferramental	136
Limpar/Lubrificar Ferramental	84	Ajustar Posição do Ferramental	118
Inserir Novo Ferramental	103	Encaixar Bases no Eixo	59
Ajustar Posição do Ferramental	211	Parafusar Base	48
Encaixar Bases no Eixo	75	Soltar Ferramental	123
Parafusar Base	62	Transp. Ferramental com ponte Volante	36
Soltar Ferramental	110	Limpar/Lubrificar Ferramental	86
Transp. Ferramental com ponte Volante	86	Inserir Novo Ferramental	65
Limpar/Lubrificar Ferramental	80	Ajustar Posição do Ferramental	156
Inserir Novo Ferramental	104	Encaixar Bases no Eixo	44
Ajustar Posição do Ferramental	230	Parafusar Base	103
Encaixar Bases no Eixo	81	Soltar Ferramental	109
Parafusar Base	65	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	149
Soltar Ferramental	114	Transp. Ferramental com ponte Volante	140
Transp. Ferramental com ponte Volante	53	Limpar/Lubrificar Ferramental	57
Limpar/Lubrificar Ferramental	93	Inserir Novo Ferramental	105
Inserir Novo Ferramental	145	Ajustar Posição do Ferramental	264
Ajustar Posição do Ferramental	265	Encaixar Bases no Eixo	38
Encaixar Bases no Eixo	65	Parafusar Base	99
Parafusar Base	118	Soltar Ferramental	170
Soltar Ferramental	153	Transp. Ferramental com ponte Volante	42
Transp. Ferramental com ponte Volante	90	Limpar/Lubrificar Ferramental	68
Limpar/Lubrificar Ferramental	81	Inserir Novo Ferramental	190
Inserir Novo Ferramental	141	Ajustar Posição do Ferramental	203
Ajustar Posição do Ferramental	251	Encaixar Bases no Eixo	64
Encaixar Bases no Eixo	43	Parafusar Base	67
Parafusar Base	117	Soltar Ferramental	206
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1800	Transp. Ferramental com ponte Volante	70
Soltar Ferramental	240	Limpar/Lubrificar Ferramental	45
Transp. Ferramental com ponte Volante	72	Inserir Novo Ferramental	97
Limpar/Lubrificar Ferramental	44	Ajustar Posição do Ferramental	130
Inserir Novo Ferramental	82	Encaixar Bases no Eixo	54
Ajustar Posição do Ferramental	141	Parafusar Base	54
Encaixar Bases no Eixo	61	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1800
Parafusar Base	53	Soltar Ferramental	233
Soltar Ferramental	312	Transp. Ferramental com ponte Volante	123
Transp. Ferramental com ponte Volante	46	Limpar/Lubrificar Ferramental	38
Limpar/Lubrificar Ferramental	89	Inserir Novo Ferramental	107
Inserir Novo Ferramental	180	Ajustar Posição do Ferramental	202
Ajustar Posição do Ferramental	241	Encaixar Bases no Eixo	45
Encaixar Bases no Eixo	70	Parafusar Base	33
Parafusar Base	70	Soltar Ferramental	240
Soltar Ferramental	129	Transp. Ferramental com ponte Volante	85
Transp. Ferramental com ponte Volante	43	Limpar/Lubrificar Ferramental	36
Limpar/Lubrificar Ferramental	50	Inserir Novo Ferramental	114

Inserir Novo Ferramental	99	Ajustar Posição do Ferramental	201
Ajustar Posição do Ferramental	300	Encaixar Bases no Eixo	56
Encaixar Bases no Eixo	33	Parafusar Base	56
Parafusar Base	116	Soltar Ferramental	123
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	213	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	305
Soltar Ferramental	273	Transp. Ferramental com ponte Volante	47
Transp. Ferramental com ponte Volante	95	Limpar/Lubrificar Ferramental	65
Limpar/Lubrificar Ferramental	88	Inserir Novo Ferramental	144
Inserir Novo Ferramental	142	Ajustar Posição do Ferramental	160
Ajustar Posição do Ferramental	299	Encaixar Bases no Eixo	42
Encaixar Bases no Eixo	66	Parafusar Base	88
Parafusar Base	67	Soltar Ferramental	115
Soltar Ferramental	170	Transp. Ferramental com ponte Volante	46
Transp. Ferramental com ponte Volante	49	Limpar/Lubrificar Ferramental	82
Limpar/Lubrificar Ferramental	64	Inserir Novo Ferramental	192
Inserir Novo Ferramental	70	Ajustar Posição do Ferramental	395
Ajustar Posição do Ferramental	297	Encaixar Bases no Eixo	54
Encaixar Bases no Eixo	29	Parafusar Base	59
Parafusar Base	119	Soltar Ferramental	158
Soltar Ferramental	272	Transp. Ferramental com ponte Volante	85
Transp. Ferramental com ponte Volante	102	Limpar/Lubrificar Ferramental	50
Limpar/Lubrificar Ferramental	59	Inserir Novo Ferramental	178
Inserir Novo Ferramental	92	Ajustar Posição do Ferramental	267
Ajustar Posição do Ferramental	343	Encaixar Bases no Eixo	30
Encaixar Bases no Eixo	48	Parafusar Base	114
Parafusar Base	43	Soltar Ferramental	254
Soltar Ferramental	265	Transp. Ferramental com ponte Volante	49
Transp. Ferramental com ponte Volante	93	Limpar/Lubrificar Ferramental	80
Limpar/Lubrificar Ferramental	77	Inserir Novo Ferramental	83
Inserir Novo Ferramental	149	Ajustar Posição do Ferramental	279
Ajustar Posição do Ferramental	264	Encaixar Bases no Eixo	58
Encaixar Bases no Eixo	74	Parafusar Base	53
Parafusar Base	84	Soltar Ferramental	99
Soltar Ferramental	284	Transp. Ferramental com ponte Volante	105
Transp. Ferramental com ponte Volante	82	Limpar/Lubrificar Ferramental	35
Limpar/Lubrificar Ferramental	41	Inserir Novo Ferramental	95
Inserir Novo Ferramental	93	Ajustar Posição do Ferramental	302
Ajustar Posição do Ferramental	148	Encaixar Bases no Eixo	23
Encaixar Bases no Eixo	38	Parafusar Base	108
Parafusar Base	59	Soltar Ferramental	283
Soltar Ferramental	148	Transp. Ferramental com ponte Volante	51
Transp. Ferramental com ponte Volante	97	Limpar/Lubrificar Ferramental	59
Limpar/Lubrificar Ferramental	52	Inserir Novo Ferramental	101
Inserir Novo Ferramental	183	Ajustar Posição do Ferramental	172
Ajustar Posição do Ferramental	154	Encaixar Bases no Eixo	35
Encaixar Bases no Eixo	58	Parafusar Base	91
Parafusar Base	61	Soltar Ferramental	251
Soltar Ferramental	243	Transp. Ferramental com ponte Volante	93
Transp. Ferramental com ponte Volante	111	Limpar/Lubrificar Ferramental	89

Limpar/Lubrificar Ferramental	92	Inserir Novo Ferramental	149
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1800	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	343
Inserir Novo Ferramental	196	Ajustar Posição do Ferramental	117
Ajustar Posição do Ferramental	325	Encaixar Bases no Eixo	67
Encaixar Bases no Eixo	54	Parafusar Base	69
Parafusar Base	62	Soltar Ferramental	270
Soltar Ferramental	211	Transp. Ferramental com ponte Volante	102
Transp. Ferramental com ponte Volante	94	Limpar/Lubrificar Ferramental	77
Limpar/Lubrificar Ferramental	74	Inserir Novo Ferramental	147
Inserir Novo Ferramental	122	Ajustar Posição do Ferramental	188
Ajustar Posição do Ferramental	234	Encaixar Bases no Eixo	64
Encaixar Bases no Eixo	32	Parafusar Base	33
Parafusar Base	84	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	1800
Soltar Ferramental	204	Soltar Ferramental	291
Transp. Ferramental com ponte Volante	66	Transp. Ferramental com ponte Volante	35
Limpar/Lubrificar Ferramental	90	Limpar/Lubrificar Ferramental	93
Inserir Novo Ferramental	139	Inserir Novo Ferramental	94
Ajustar Posição do Ferramental	160	Ajustar Posição do Ferramental	183
Encaixar Bases no Eixo	52	Encaixar Bases no Eixo	50
Parafusar Base	117	Parafusar Base	53
Soltar Ferramental	285	Soltar Ferramental	250
Transp. Ferramental com ponte Volante	49	Transp. Ferramental com ponte Volante	99
Limpar/Lubrificar Ferramental	59	Limpar/Lubrificar Ferramental	98
Fora do Local de Trabalho/Ocioso	94	Inserir Novo Ferramental	67
Inserir Novo Ferramental	69	Ajustar Posição do Ferramental	292
Ajustar Posição do Ferramental	177	Encaixar Bases no Eixo	70
Encaixar Bases no Eixo	49	Parafusar Base	97
Parafusar Base	91	Soltar Ferramental	115
Soltar Ferramental	186	Transp. Ferramental com ponte Volante	63
Transp. Ferramental com ponte Volante	95	Limpar/Lubrificar Ferramental	34
Limpar/Lubrificar Ferramental	36	Inserir Novo Ferramental	153
Inserir Novo Ferramental	170	Ajustar Posição do Ferramental	159
Ajustar Posição do Ferramental	311	Encaixar Bases no Eixo	31
Encaixar Bases no Eixo	64	Parafusar Base	96
Parafusar Base	77	Soltar Ferramental	237
Soltar Ferramental	200	Transp. Ferramental com ponte Volante	52
Transp. Ferramental com ponte Volante	47	Limpar/Lubrificar Ferramental	46
Limpar/Lubrificar Ferramental	54	Inserir Novo Ferramental	75
Inserir Novo Ferramental	128	Ajustar Posição do Ferramental	258
Ajustar Posição do Ferramental	366	Encaixar Bases no Eixo	22
Encaixar Bases no Eixo	50	Parafusar Base	108
Parafusar Base	114	Fora do Local de Trabalho/Ocioso	365
Soltar Ferramental	221	Soltar Ferramental	237
Transp. Ferramental com ponte Volante	45	Transp. Ferramental com ponte Volante	43
Limpar/Lubrificar Ferramental	106	Limpar/Lubrificar Ferramental	66
Inserir Novo Ferramental	101	Inserir Novo Ferramental	71
Ajustar Posição do Ferramental	186	Ajustar Posição do Ferramental	111
Encaixar Bases no Eixo	60	Encaixar Bases no Eixo	62
Parafusar Base	81	Parafusar Base	98

Soltar Ferramental	305	Soltar Ferramental	268
Transp. Ferramental com ponte Volante	49	Transp. Ferramental com ponte Volante	84
Limpar/Lubrificar Ferramental	50	Limpar/Lubrificar Ferramental	70
Inserir Novo Ferramental	183	Inserir Novo Ferramental	72
Ajustar Posição do Ferramental	217	Ajustar Posição do Ferramental	294
Encaixar Bases no Eixo	54	Encaixar Bases no Eixo	64
Parafusar Base	65	Parafusar Base	91
Soltar Ferramental	107	Soltar Ferramental	260
Transp. Ferramental com ponte Volante	50	Transp. Ferramental com ponte Volante	61
Limpar/Lubrificar Ferramental	90	Limpar/Lubrificar Ferramental	82
Inserir Novo Ferramental	76	Inserir Novo Ferramental	109
Ajustar Posição do Ferramental	210	Ajustar Posição do Ferramental	176
Encaixar Bases no Eixo	44	Encaixar Bases no Eixo	68
Parafusar Base	106	Parafusar Base	100
Insp eção/Conferência de Dimensões do Tubo	120	Passar Matéria Prima por dentro da Máquina	863
Ajustar Posição do Ferramental	535	Ligar/Desligar Máquina	46
Insp eção/Conferência de Dimensões do Tubo	120		30163
Ajustar Posição do Ferramental	411		
Insp eção/Conferência de Dimensões do Tubo	120		
Ajustar Posição do Ferramental	219		
Insp eção/Conferência de Dimensões do Tubo	180		
	32080		
32080			