



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

ELIABE VITÓRIA NASCIMENTO

**ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE PROCESSO: estudo de caso
de racionalização em indústria metal mecânica**

Aracaju - Sergipe

2013.1

ELIABE VITÓRIA NASCIMENTO

**ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE PROCESSO: estudo de caso
de racionalização em indústria metal mecânica**

**Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de Engenharia
de Produção, como requisito parcial
para obtenção do grau de bacharel.**

**Orientador: Dr. Igor Adriano de
Oliveira Reis**

**Coordenador do Curso: Dr. Alcides
Araújo Filho**

Aracaju - Sergipe

2013.1

FICHA CATALOGRÁFICA

NASCIMENTO, Eliabe Vitória

Análise e diagnóstico de processo: estudo de caso de racionalização em indústria metal mecânica / Eliabe Vitória Nascimento. Aracaju, 2013. 61 f.

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

Orientador: Prof. Dr. Igor Adriano de Oliveira Reis

1. Metal Mecânica 2.Otimização de Layout 3. Racionalização Industrial
I. TÍTULO.

CDU 6568.5: 658.511.3(813.7)

ELIABE VITÓRIA NASCIMENTO

**ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE PROCESSO: estudo de caso
de racionalização em indústria metal mecânica**

**Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção,
como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel.**

**Professor Orientador: Dr. Igor Adriano de Oliveira Reis
1º Examinador (Orientador)**

2º Examinador

3º Examinador

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2013

RESUMO

Com mais de vinte anos de atuação no mercado no segmento de metal mecânica, a empresa estudada sentiu a necessidade de um aperfeiçoamento tecnológico e melhorar a disposição das máquinas e equipamentos em seu espaço fabril. Após avaliação da situação organizacional, constatou-se outras oportunidades de melhoria e estas fundamentaram os objetivos específicos deste trabalho. Os gestores apoiaram o desenvolvimento de trabalhos acerca destas oportunidades, e que, após o término, seriam implementados sob o aceite dos líderes da empresa em questão. Fundamentados na observações dos processos produtivos foram desenvolvidos controles gerenciais e indicadores, já a aplicação da ferramenta *Work Sampling* proporcionou a avaliação da utilização do tempo gasto na produção e a utilização do Método SLP (Planejamento Simplificado de *Layout*) direcionou a construção de propostas de *layout* otimizados. Os trabalhos fazem parte do grupo de conceitos da racionalização industrial e geraram os seguintes produtos: uma ordem de serviço que servirá para recolhimento de dados a serem lançados em um banco de dados, que por sua vez alimenta automaticamente indicadores de desempenho e fundamentam alguns controles gerenciais; quatro propostas de *layout*; e um estudo sobre os tempos produtivos e improdutivos.

Palavras - chave: Metal Mecânica. Otimização de *Layout*. Racionalização Industrial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de Causa e Efeito	19
Figura 2 - Diagrama de Pareto.....	20
Figura 3 - Planilha de Controle de Serviços por Colaborador.....	33
Figura 4 - Fluxograma do Processo Produtivo	35
Figura 5 - Ordem de Serviço – Primeira Parte	36
Figura 6 - Ordem de Serviço – Segunda Parte.....	37
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa.....	46
Figura 8 - Layout Atual.....	48
Figura 9 - Primeira Proposta de Layout	51
Figura 10 - Segunda Proposta de Layout.....	53
Figura 11 - Terceira Proposta de Layout	54
Figura 12 - Quarta Proposta de Layout	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Máquinas e Equipamentos	47
Tabela 2 - Máquinas e Equipamentos para novas propostas de layout	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tempo Produtivo por Equipamento	41
Gráfico 2 - Horas Trabalhadas (Grupo Fresadoras)	41
Gráfico 3 - Horas Trabalhadas (Estratificado por Equipamento)	42
Gráfico 4 - Tempo Produtivo por Operador	42
Gráfico 5 - Disposição do Tempo Útil.....	43
Gráfico 6 - Observação Detalhada do Não Trabalho	44
Gráfico 7 - Classificação do Não Trabalho por Relevância	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Controle Mensal de Ordens de Serviço.....	38
Quadro 2 - Controle dos Processos	38
Quadro 3 - Observações	40

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE GRÁFICOS	iv
LISTA DE QUADROS	v
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivo Geral	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Justificativa	12
1.4 Caracterização da Empresa	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Sistemas de Produção.....	14
2.1.1 Tipos de sistemas de produção	15
2.1.2 Classificação tradicional.....	15
2.1.3 Classificação Cruzada de Schroeder	17
2.2 Gestão da Qualidade	18
2.2.1 Diagrama de causa e efeito.....	18
2.2.2 Diagrama de Pareto	20
2.2.3 Fluxograma	21
2.2.4 Estratificação	21
2.3 Método PDCA	22
2.4 Controles Gerenciais e Indicadores	23
2.5 Estudo dos Tempos.....	24
2.5.1 <i>Work Sampling</i>	25
2.6 Layout	25
2.6.1 Etapas de um Projeto de <i>Layout</i>	26
2.6.2 Instrumentos auxiliares para o <i>layout</i>	27
2.6.3 Métodos de planejamento do <i>layout</i>	27
2.7 Racionalização	29

3	METODOLOGIA	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1	Diagnóstico da Empresa	32
4.2	Controles Gerenciais	33
4.2.1	Fluxograma do Processo Produtivo	34
4.2.2	Desenvolvimento dos Controles Gerenciais	36
4.2.3	Banco de Dados	37
4.2.4	Indicadores	40
4.3	Estudo dos Tempos	43
4.4	Otimização do Layout	46
4.4.1	Restrições de <i>layout</i>	49
4.4.2	Proposta 1	50
4.4.3	Proposta 2	53
4.4.4	Proposta 3	54
4.4.5	Proposta 4	56
5	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICES	

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a competitividade entre as empresas exige um grau de excelência de uma gestão diferenciado e inovadora em detrimento aos modelos praticados no passado. Apesar da ideia de otimização de processos ser muito antiga, o que pode ser notado ao estudar sobre Taylor e outros autores é uma evolução fantástica, como pode ser visto no Sistema Toyota de Produção, e atualmente, por filosofias acerca da produção *Lean* (TOLEDO *et al* 2007a).

Os processos produtivos de grandes empresas têm alcançado padrões altíssimos de qualidade, tanto na redução de falhas, como na eliminação de desperdícios em todas as esferas de abrangência. Todavia, em empresas de pequeno porte só se ouve o termo “eliminação de desperdícios” associado ao bom aproveitamento dos insumos e redução de produtos defeituosos, deixando de lado outros temas de grande relevância, como é o caso do desperdício do tempo útil disponível na jornada de trabalho com movimentação desnecessária de peças em processo e de colaboradores em busca de ferramentas e insumos espalhados pela fábrica.

A empresa estudada vivencia uma realidade onde sabe-se possuir uma alta capacidade produtiva pela observação da ociosidade das máquinas e equipamentos. A gestão do tempo útil pode representar um aumento significativo na produção, agregando, de forma adequada, valor ao produto através da redistribuição e aproveitamento deste recurso cujo valor deve ser comparado ao de matérias-primas tangíveis.

Diversos autores, como Campos (2004) e Slack (2009), tratam acerca da redução de desperdícios através da utilização de algumas ferramentas de gestão. Deste modo, será abordada neste trabalho a aplicação de metodologias de racionalização industrial, que consiste no agrupamento das referidas ferramentas em uma empresa metal mecânica, a fim de melhorar o desenvolvimento das suas atividades produtivas.

Serão abordadas ferramentas de otimização de *layout*, e de *Work Sampling*, bem como a gestão de seus processos, tratando acerca dos benefícios da adequada gestão dos recursos de produção e da implementação de controles gerenciais e indicadores de desempenho.

1.1 Objetivo Geral

- Avaliar aplicabilidade de ferramentas de racionalização em Indústria Metal Mecânica

1.2 Objetivos Específicos

- Mapear o processo atual;
- Analisar as falhas do processo através da aplicação da racionalização industrial no que tangem as ferramentas da qualidade e de otimização de layout;
- Sugerir ações de melhorias para aumentar o aproveitamento dos recursos de produção e aperfeiçoamento dos controles gerenciais.

1.3 Justificativa

Ao passo em que o mercado torna-se mais competitivo e os clientes mais exigentes, a sobrevivência de uma empresa torna-se mais refém das características do produto/serviços que esta pode oferecer. Neste sentido, tudo que possa agregar valor e diminuir custos deve ser levado em consideração em todas as fases de produção, onde a boa aplicação do tempo disponível para produção representa um dos quesitos mais importantes e deve ser muito bem avaliado.

Deste modo, o estudo mais aprofundado dos tempos improdutivos nos processos podem trazer benefícios significativos a qualquer organização, de modo que, reduzindo-os ou eliminando-os, torna-se possível alcançar uma situação muito próxima da ideal, onde todo o tempo disponível torna-se, de fato, produtivo.

Sendo assim, este trabalho se justifica devido à necessidade de racionalização do tempo útil da empresa metal mecânica estudada na agregação de valor aos produtos produzidos, aplicando ferramentas de controle gerencial e

indicadores, bem como técnicas de otimização de layout e estudo acerca da utilização do tempo útil disponível.

1.4 Caracterização da Empresa

A empresa a ser estudada teve início no ano de 1991 com sua sede na cidade de Aracaju, Estado de Sergipe, e tem como objetivo a prestação de serviços de usinagem de peças para reposição, manutenção preventiva e corretiva na indústria têxtil.

No ano de 2004 investiu em novas tecnologias, capacitações técnicas e ampliação de suas estruturas, diversificando o leque de produtos a serem oferecidos e logo expandiu sua carta de clientes para os segmentos da petroquímica, mineração, beneficiamento de polímeros, construção civil, hídricos, alimentícios, máquinas de grande porte e outros.

Atualmente a empresa continua sua expansão no mercado sergipano, buscando crescimento através da melhoria de seus processos produtivos e controles gerenciais, demonstrando o desejo de se especializar ainda mais no segmento em que atua.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante o desenvolvimento deste estudo foram necessários entendimentos acerca de assuntos específicos que fundamentaram as análises, bem como possibilitaram a aplicação adequada de diversas ferramentas para o alcance dos objetivos especificados.

2.1 Sistemas de Produção

Moreira et al (2008, pág. 8) define Sistemas de Produção como sendo “um conjunto de atividades inter-relacionadas na produção de bens (caso da indústria) ou serviços” composta por três elementos básicos que são: estradas (insumos, inputs), saídas (outputs) e as funções de transformação ou processamento.

De acordo com Moreira et al. (2008), “insumo” é o recurso (matérias primas) que vai ser convertido em produto assim como os recursos que movem o sistema e permitem essa conversão (mão de obra), e “processo de conversão” como sendo a modificação do formato ou da composição do insumo, em se tratando de manufatura, enquanto que, nos serviços, não há transformação propriamente dita, visto que o processamento é realizado sobre bens intangíveis, como a oferta de conhecimento proporcionada por uma instituição de ensino.

Slack (2009, pág. 13 e 14) define processos como sendo “o arranjo de recursos que produzem alguma mistura de produtos e serviços”, observando que o processo produtivo é composto de diversos outros processos menores, chamados unidades ou departamentos, e que podem ainda ser decompostos em sub unidades ou departamentos. Essas estruturas compõem os “blocos fundamentais” de todas as operações.

Já Campos (2004, pág. 19) define processo como um conjunto de causas que provoca um ou mais efeitos, e introduz ao estudo individualizado de cada um destes processos por meio de ferramentas, limitando a visão de maneira geral em

uma visão concentrada acerca dos processos que compõem o todo, de modo que seja mais simples o controle e acompanhamento destes processos.

Algumas variáveis do processo produtivo necessitam de grande atenção e acompanhamento, entre elas estão: controle das programações, o atendimento das especificações do produto e a correta aplicação dos recursos investido. Deste modo, Moreira (2008, pág. 9) trata acerca dos sistemas de controle, que são, de forma genérica, um conjunto de atividade que se ocupam em garantir a realização das programações previstas de modo efetivo, que os recursos investidos estejam sendo adequadamente aplicados, e que as especificações acerca da qualidade sejam alcançadas.

As influências internas e externas podem interferir diretamente no sistema de produção, sendo que, influências internas referem-se à interação entre os setores funcionais da empresa (marketing, finanças, etc.). Já as influências externas referem-se às interações que o ambiente exerce sobre os sistemas de produção, em que quatro delas são classificadas como sendo as mais importantes, entre elas destacam-se: “as condições econômicas gerais do país, as políticas e regulamentações governamentais, a competição e a tecnologia (MOREIRA 2008, pág. 8).

2.1.1 Tipos de sistemas de produção

A classificação dos sistemas de produção, segundo Tubino (2009, pág. 4), facilita o entendimento das características de cada tipo ou setor produtivo, bem como o entendimento acerca das atividades que os compõem. Como mencionado acima, quando o sistema de produção gera produtos tangíveis, diz-se que este sistema gera bens, do contrário, quando gera produtos intangíveis, diz-se que este é um produtor de serviços.

A maioria dos autores classificam os sistemas de produção em dois grandes grupos: Classificação Tradicional e Classificação Cruzada de Schroeder (MOREIRA, 2008; SLACK, 2009).

2.1.2 Classificação tradicional

A Classificação Tradicional ordena os sistemas de produção em: sistemas de produção contínua, de fluxo em linha, sistemas de produção por lote ou por

encomenda (fluxo intermitente) e sistemas de produção de grandes projetos sem repetição.

2.1.2.1 sistemas de produção contínua e fluxo em linha

O sistema de produção contínua caracteriza a produção de produtos como energia elétrica e gás natural. Este tipo de produção é marcado pela elevada eficiência e inflexibilidade, alta produtividade de produtos e com pouca ou nenhuma diferenciação. O custo unitário dos produtos é muito baixo, porém, os investimentos para este tipo de produção são elevados, e estes são vulneráveis a variações na demanda (MOREIRA, 2008, pág. 260).

A produção em linha produz grande quantidade de produtos, porém, menor e com mais variações em suas especificações do que na produção contínua. A produção contínua ainda recebe, segundo Moreira (2008, pág. 10), duas subdivisões: “a produção em massa, que caracteriza linhas de montagem de produtos os mais variados possíveis”, e produção contínua propriamente dita, nome reservado para as chamadas indústrias de processo, como química, papel, aço, etc.”.

Slack (2009, página 189), tratando acerca dos tipos de arranjos físicos, diz que, num sistemas de produção contínua, o produto segue um fluxo, passando pelos sub processos que compõem as etapas de transformação, e pode ser facilmente visualizado como uma “linha” (linha de produção), caracterizando, inclusive, o arranjo físico por produto.

2.1.2.2 sistemas de produção de fluxo intermitente

No caso dos sistemas de produção de fluxo intermitente, a produção acontece em lotes ou bateladas de um tipo de produto por vez, sendo que, ao fim de cada ciclo produtivo, a produção de outro produto é iniciada. O primeiro produto somente será produzido novamente decorrido certo período de tempo, o que configurando a produção intermitente deste produto (MOREIRA, 2008).

De forma genérica, é de costume agrupar a mão de obra e os equipamentos “em centros de trabalho por tipo de habilidade, operações, ou equipamentos”, assumindo um arranjo físico conhecido como funcional ou por processo. Diferentemente do sistema de produção contínua, neste sistema o produto flui de forma irregular ou descontínua (SLACK, 2009, pág. 186).

No sistema de produção intermitente, e em comparação ao sistema de produção contínua, o grau de homogeneidade entre os produtos produzidos se reduz, aumenta-se o grau de flexibilidade na produção, podendo haver uma troca relativamente alta no mix de produtos, porém, perde um pouco o volume de produção, entretanto, a produção por encomenda caracteriza-se pela não repetição dos produtos produzidos, visto que só é produzida uma unidade por vez, com características e particularidades individuais. Este sistema de produção assemelha-se ao sistema de produção por projeto, porém, geram-se produtos significativamente menores (MOREIRA, 2008).

2.1.2.3 Sistema de produção por projeto

Segundo Slack(2009) e Moreira (2008), no sistema de produção por projeto, nunca há repetições dos produtos, ou seja, cada projeto é único e não apresenta um fluxo do produto. Neste tipo de produção “tem-se uma sequência de tarefas ao longo do tempo, geralmente de longa duração, com pouca ou nenhuma repetitividade”. Características significativas dos projetos são o seu alto custo e a dificuldade gerencial no planejamento e no controle.

2.1.3 Classificação Cruzada de Schroeder

Schroeder percebeu que o sistema tradicional considerava apenas uma dimensão, o fluxo do produto, como parâmetro de classificação, o que se mostra suficiente para sistemas industriais, porém, incompleto em classificação de serviços. (MOREIRA 2008, pág. 12)

A classificação cruzada pode ser definida como bidimensional pois aborda o “tipo de fluxo do produto”, assim como a classificação tradicional, somada ao “tipo de atendimento ao consumidor”, que engloba dois tipos de sistemas: sistemas orientados para estoque e sistemas orientados para encomendas (MOREIRA, 2008).

O sistema orientado para estoques é voltado para o atendimento ao consumidor, prezando por serviços rápidos a baixos custos, com baixa flexibilidade da escolha do produto, sendo que, atividades como “previsão de demanda, a gerência de estoques e o efetivo planejamento da capacidade de produção são crucias”. Já no sistema orientado para encomendas, todas as operações são voltadas a um único cliente, e discute-se tanto o prazo de entrega quanto o preço. Como medida de

eficiência tem-se o prazo de entrega, o qual já é informado ao cliente de antemão (MOREIRA 2008, SLACK, 2009).

O controle do processo, como supracitado, é algo que precisa ser habilmente gerido, e, para isto, usam-se técnicas e ferramentas da gestão da qualidade

2.2 Gestão da Qualidade

No período da Segunda Guerra Mundial, era notória a necessidade de gerir a produção de armas e equipamentos, bem como o rápido suprimento das tropas em áreas de combate. Tendo em vista essa problemática os Estados Unidos criaram um departamento que tinha por objetivo ajudar a indústria bélica a obter determinados níveis de qualidade (QUALIDADE BRASIL, 2012).

Este departamento utilizava ferramentas da estatística, gráficos de controle e tabelas de amostragem, baseados fundamentados na teoria da probabilidade. Isso deu início a uma nova era no controle da qualidade, que, até então se dava quase que exclusivamente através da inspeção final dos produtos. “Com a utilização do controle da qualidade os Estados Unidos conseguiram produzir suprimentos militares mais baratos e em grande quantidade” (COSTA, 2003).

Kaoru Ishikawa dominou os princípios desses controles estatísticos da qualidade desenvolvidos pelos americanos, os traduziu, integrou e expandiu os conceitos de gerenciamento americano para o sistema japonês, e, posteriormente, introduziu o conceito das Ferramentas do Controle da Qualidade, que são: Diagrama de Pareto, Diagrama de causa e efeito, Histograma, Folhas de verificação, Gráficos de dispersão, Fluxograma e Cartas de Controle (QUALIDADE BRASIL, 2012).

2.2.1 Diagrama de causa e efeito

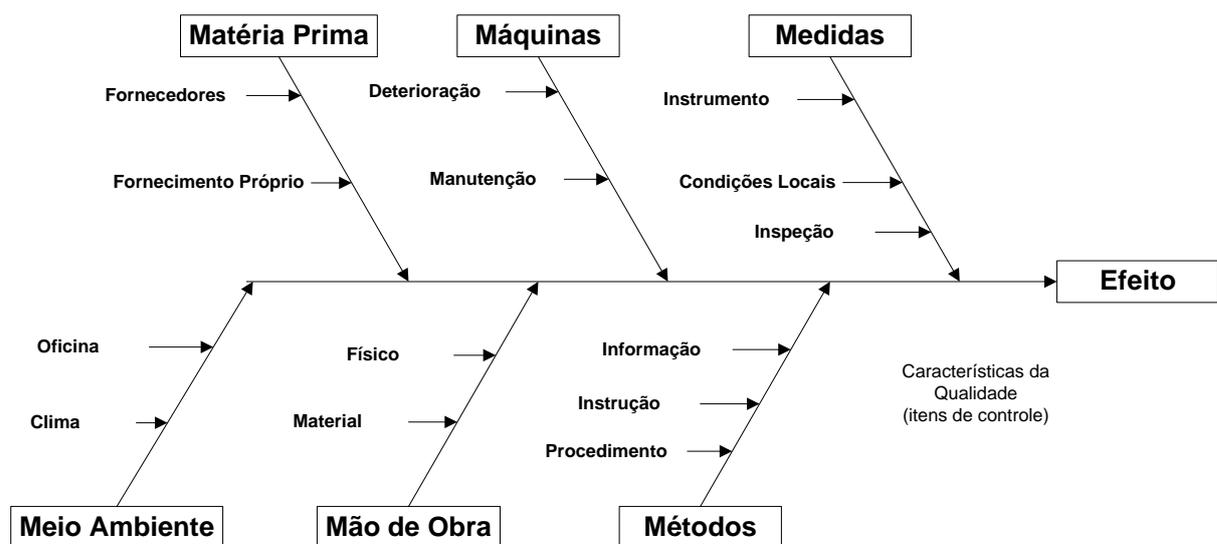
Sempre que um evento ocorre em um processo produtivo e este gera um problema, significa que existe (ou existiu) um conjunto de causas que levaram a este acontecimento. É possível separar cada uma dessas causas classificando-as por “categorias” para que seja possível uma ampla visualização do conjunto de causas. Após a separação das causas, pode-se analisar cada uma delas individualmente, a

fim de, no caso de um “problema” como efeito, solucioná-lo, sem que este volte a se repetir ou tenha sua ocorrência reduzida (CAMPOS 1999, pág. 19).

O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa, em homenagem ao seu criador, bem como Diagrama de Espinha de Peixe, por causa do seu formato, ou 6M, representando seis categorias (ou grupos) de classificatórias das causas, é uma maneira gráfica de fácil entendimento que permite representar “fatores de influência (causas) sobre um determinado problema (efeito)” (MIGUEL 2006, pág. 140).

A Figura 1 ilustra esta ferramenta, exemplificando causas que culminam no efeito “características da qualidade”, ou seja, prováveis causas que geram variações nas características da qualidade de determinado produto.

Figura 1 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Magri (2009)

Para se elaborar um diagrama de causa e efeito, deve-se ter uma visão bastante clara acerca do problema a ser estudado, deve-se relatar as possíveis causas e escrevê-las agrupadas nos “6M” (mão de obra, máquinas, materiais, métodos, meio ambiente, medidas) ao passo que, concomitantemente, se implementa o diagrama, destacando a importância da posterior análise das causas, buscando possíveis soluções, e, conseqüentemente, a resolução do problema em questão. (MIGUEL 2006, pág. 140 e 141)

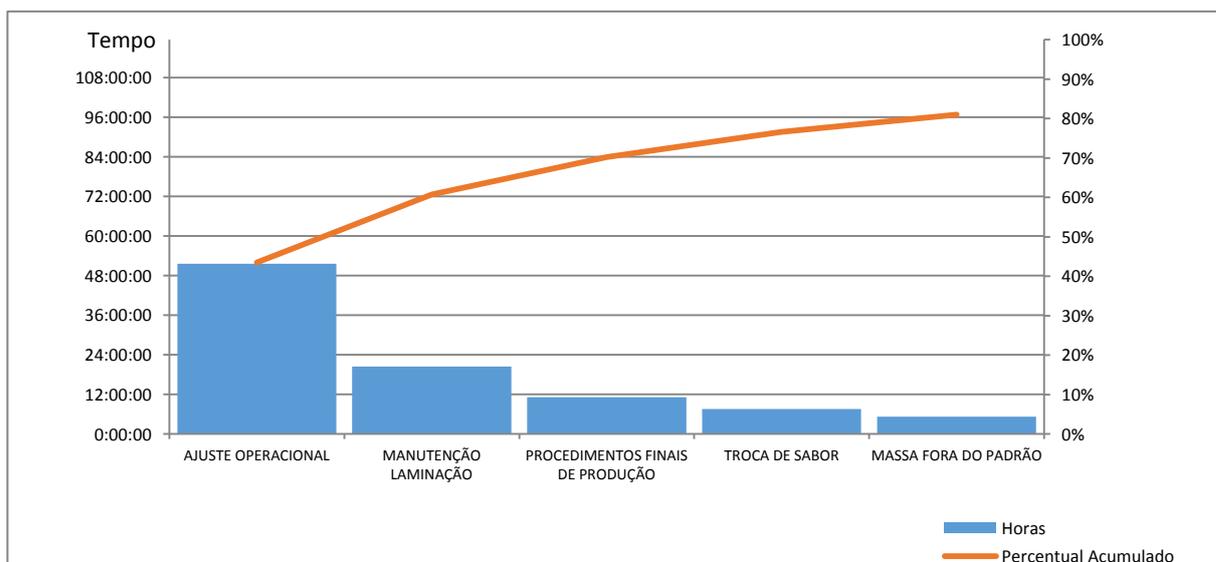
2.2.2 Diagrama de Pareto

Vilfredo Pareto desenvolveu um estudo baseado na distribuição da riqueza na sociedade, o que resultou na criação de um diagrama que demonstrou que 80% da riqueza está em posse de apenas 20% da população. O diagrama também é conhecido como regra dos 80/20. (MAGRI 2009, pág. 12)

Segundo Miguel (2009, pág. 144), “o Diagrama de Pareto consiste em organizar os dados por ordem de importância, de modo a determinar as prioridades para resolução de problemas”. Esses dados podem ser defeitos, não conformidades, etc., que, depois de organizados por ordem de frequência, demonstram os mais importantes pontos a serem considerados quanto a urgência da respectiva resolução. (MIGUEL 2009, pág. 144)

O Diagrama de Pareto, como é demonstrado na Figura 2, é constituído por um conjunto de barras construído a partir da classificação dos dados, ou causas, de acordo com a frequência. Organizando estes dados em ordem decrescente, e traçando uma reta que demonstre o percentual acumulado torna-se possível a visualização da correlação existente entre os 20% destas que representam 80% do conjunto de causas prováveis (MAGRI 2009, pág. 12).

Figura 2 - Diagrama de Pareto



Fonte: Autor (2012)

O exemplo demonstrado pela Figura 2 representa a classificação dos motivos de paradas em uma linha de produção de acordo com a quantidade de horas

gastas por cada causa, bem como seus percentuais acumulados, apontando onde deve-se agir com prioridade para resolução da maior parte do problema em questão (paradas na linha de produção).

2.2.3 Fluxograma

O fluxograma permite representar, de forma visual e simplificada, um processo produtivo, abordando todas as atividades que o compõem. Com esta ferramenta é possível visualizar diversas etapas, possibilitando a análise e a percepção de pontos críticos e gargalos (GODOY, 2009).

Dentro do fluxograma pode ser incluído qualquer tipo de informação considerada útil como: o tempo requerido, localização do material, máquinas, quantidades, etc. Outra observação é que os fluxogramas são consideravelmente diferentes uns dos outros, visto que são diferentes os processos que os compõem (TOLEDO 2007, pág. 46).

As quatro utilidades de um fluxograma, segundo Toledo (2007, pág. 46) são: ao se iniciar um estudo do projeto de uma fábrica, é utilizado no levantamento de todos os dados sobre o fluxo de materiais, quantidades, máquinas, etc.; em projetos que propõem modificações de uma fábrica ou setor de uma empresa, onde são comparados o fluxograma existente e o proposto; em padronizações de métodos de trabalho; em discursões de um processo existente; e perdas durante um processo.

2.2.4 Estratificação

A estratificação consiste em dividir e organizar um conjunto de dados em grupos (ou subgrupos), categorias, classes e etc. segundo algum critério, ou seja, estratos. Após a estratificação é possível realizar uma análise mais precisa do conjunto de informações disponíveis. E mesmo a estratificação não fazendo parte das Sete Ferramentas da Qualidade, é amplamente aplicada em conjunto com as demais ferramentas, proporcionando maior compreensão acerca dos dados avaliados (MAGRI, 2009).

Para a aplicação destas e das demais ferramentas da qualidade, entende-se como grande aliado o Método PDCA, que permite, em cada uma das suas etapas, aplicar, de forma ordenada, as ferramentas adequadas para cada momento da análise e resolução dos problemas.

2.3 Método PDCA

A palavra método é a junção das palavras META (além de) com a palavra HODOS (caminho), ambas de origem grega, e, a grosso modo, assumem o significado de “caminho para se chegar além do caminho”, segundo (CAMPOS 2004, pág. 33).

O PDCA é um método que aborda o conceito de um ciclo de melhoramento contínuo de um dado processo. O “melhoramento” pode ser encarado como um processo sem fim, visto que, a cada ciclo, novos questionamentos sobre o trabalho surgem, levando ao aperfeiçoamento do processo (SLACK 2009, pág. 578).

A sigla PDCA é a abreviação de quatro verbetes da língua inglesa, que se referem a Planejar (Plan), Fazer (Do), Checar (Check) e Agir (Action), sendo que, “Planejar” aborda a ideia de se coletar todos os dados necessários para que seja possível a elaboração de um ou mais planos de ação a fim de melhorar o desempenho do processo (SLACK 2009, pág. 579).

No planejamento é necessário estabelecer metas sobre os itens de controle e a maneira para atingir as metas propostas, que caracterizam o conceito de “diretriz de controle”. Por este conceito, deve-se definir uma diretriz de controle através do entendimento claro de uma meta (nível de controle, ou faixa de valor desejado) e o método (procedimentos necessários para se atingir a meta). (CAMPOS 2004, págs. 29 a 33).

“Fazer” é a fase de implementação do plano de ação e caracteriza-se pela exata execução das tarefas estabelecidas no plano e coleta de dados da fase de planejamento (SLACK 2009, pág. 589).

“Checar” é fase que aborda um processo de avaliação dos resultados acerca do plano de ação implementado, e consiste num comparativo entre os dados coletados na execução e a meta estabelecida na diretriz de controle. (CAMPOS 2004, pág. 34)

“Agir” é a fase onde as mudanças implementadas são consolidadas, quando o plano traz resultados positivos. Nos casos onde os resultados são negativos, as lições aprendidas são formalizadas antes do início de um novo ciclo (SLACK 2009, pág. 579).

Segundo Campos (2004, pág. 34), nesta fase deve-se avaliar os desvios que ocorreram durante o processo, e deve-se agir no sentido das correções, de modo

que o problema nunca mais se repita. Trata, também, sobre a necessidade de se estabelecer metas sobre os itens de controle e a maneira para atingi-las são as sub fases que compõem a fase Planejar, e que na segunda fase (“Fazer”) é essencial a exata execução das tarefas definidas na fase anterior, bem como “o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento”.

Também é importante frisar sobre a importância de coletar dados nas fase de execução, comparando-se os resultados alcançados com a meta proposta, bem como a detecção de desvios para que sejam feitas correções definitivas, associando às fases “Checar” e “Ação”, respectivamente. Deste modo, a adequada utilização do método PDCA, associado às determinadas ferramentas da qualidade, pode-se gerar diversos controles gerenciais e indicadores de processo, e com isso, possibilitar tomadas de decisão por parte da liderança de uma organização (CAMPOS, 2004).

2.4 Controles Gerenciais e Indicadores

Indicador é uma ferramenta que aponta a situação de determinado processo dentro de uma estrutura organizacional, permitindo um gestor, após observação da indicação, fundamentar decisões gerenciais com embasamento técnico efetivamente confiável. As informações necessárias para a construção dos indicadores são colhidas por meio de formulários de controle gerencial, direcionados para o acompanhamento das informações relevantes e necessárias para a sua alimentação (NASCIMENTO et al., 2011).

Existe uma frase difundida no meio industrial que é “quanto maior o número de indicadores, menor é o controle acerca destes...”, ou seja, quanto maior a quantidade de indicadores, mais difícil é controlá-los de forma efetiva. Sendo assim, entende-se que é mais viável implementar poucos indicadores estratégicos, porém, funcionais, do que implementar dezenas de indicadores e ninguém gerenciá-los corretamente.

Para Anthony e Govindarajan (2006), controle gerencial é o meio pelo qual um gestor se certifica acerca da correta aplicação de recursos na busca pelos objetivos da organização, enquanto que, para Nascimento, Monteiro e Simeone (2011, apud e Flamholtz, 1979) entende o controle gerencial como uma forma de influenciar

o comportamento dos membros da organização, elevando a probabilidade de alcance dos objetivos.

Segundo o entendimento de Nascimento et al. (2011, apud Flamholtz 1979), a motivação é o elemento-chave, sendo a forma determinante de influência das pessoas envolvidas em prol do atingimento dos interesses da organização, discordando acerca do puro e simples controle comportamental.

Além dos controles gerenciais e da correta aplicação e análise dos indicadores, entende-se que a análise e avaliação dos tempos produtivos são de grande importância para a gestão da empresa, sobretudo no que tange a avaliação do aproveitamento dos recursos de produção (humanos e de máquinas e equipamentos). (ANTHONY E GOVINDARAJAN, 2006).

2.5 Estudo dos Tempos

Desde os tempos antigos o homem preocupa-se com sua relação com o tempo de todas as formas, e medi-lo tornou-se de suma importância. A primeira forma de solucionar a medição do tempo foi a criação do relógio, e com ele vieram vários sistemas de medição do mesmo (TOLEDO 2007, pág. 54).

Segundo Barnes (2008, pág. 8), o estudo acerca dos tempos de execução das tarefas foi iniciado na Midvale Steel Company guiado por Frederick Taylor no ano de 1881, com o intuito de “descobrir o que significa um dia completo de trabalho para um operário eficiente”, ou seja, determinar que taxa de m/kg (metro por quilograma) de trabalho um operário pode alcançar num dia de trabalho. Contudo, descobriu que a quantidade de energia que um homem despendia estava diretamente relacionada às quantidades de horas trabalhadas e dos descansos, e seus estudos proporcionaram o grande desenvolvimento às aplicações da cronometragem, e é considerado hoje como uma de suas maiores contribuições.

Barnes (2008) ainda define o estudo dos tempos como sendo esforços para a determinação do tempo-padrão para a execução de uma tarefa específica, e tem grande aplicabilidade em diversas áreas, abrangendo o planejamento e controle da produção, a definição de lucros estimados e racionalização de recursos.

2.5.1 Work Sampling

“*Work Sampling*, ou amostragem do trabalho, é um método de estudo que consiste em uma série de observações aleatórias para estudar as diferentes proporções de tempo dos elementos do trabalho realizados pelos trabalhadores ou máquinas e equipamentos (SILVA, 2013).

Segundo Toledo (2007a, pág. 109), esta ferramenta pode ser aplicada a qualquer tipo de atividade que possa ser observada, e que seus principais objetivos são: reduzir custo apontando e reduzindo o tempo desocupado de homens e máquinas, e comparar resultados de uma melhoria, comparando o Work Sampling feito após o melhoramento do mesmo.

Existem duas formas de analisar os tempos no Work Sampling, a mais simplificada abrange apenas ações classificadas como “trabalho” e “não trabalho”, ou pode-se analisar os dados dividindo em detalhes minuciosos, melhorando a avaliação dos dados coletados. (TOLEDO 2007a, SILVA 2013).

Após aplicação deste método, os gestores devem aproveitar ao máximo os fatos revelados pelo mesmo. “Qualquer falha no aproveitamento do tempo deve ser corrigida, pois as pequenas falhas acumuladas podem atrapalhar o andamento do serviço” (TOLEDO 2007a, pág. 111).

Um dos problemas mais apontados pelo Work Sampling é a movimentação gerada por layout e disposição de equipamentos mal projetados. Logo, conceitos importantes para o entendimento acerca de projetos de layout serão abordados a seguir.

2.6 Layout

A palavra layout tem origem na língua inglesa onde “to lay” significa arranjar, e “out” significa acabado, pronto, concluído. Na língua portuguesa possui o significado de “arranjo físico” ou “disposição de alguma coisa”, e não é necessariamente relacionada com indústria (TOLEDO, 2007b).

Segundo Cury (2000, pág. 387), layout é arranjo ou disposição dos postos de trabalho no espaço físico disponível para a organização, juntamente com a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias-primas, preocupando-se

sempre com a melhor adaptação das pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada.

Ao se projetar um layout, deve-se levar em consideração a otimização das condições de trabalho, a racionalização dos fluxos de fabricação ou de tramitação de processos, a racionalização física dos postos de trabalho e a minimização da movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos dentro da organização (CURY et al. 2000, pág. 387).

2.6.1 Etapas de um Projeto de *Layout*

Cury et al. (2000, pág. 386 e 387) descreve etapas específicas para um correto planejamento de layout, destacando-se: Levantamento, crítica do levantamento, planejamento da solução, crítica do planejamento, implantação e controle dos resultados.

O “levantamento” consiste no estudo do sistema em questão, plantas das áreas e instalações, volume de peças fabricadas, fluxos dos equipamentos e etc. Em outras palavras, é feito um diagnóstico do processo produtivo utilizando “revisão da literatura, questionários, se for o caso, entrevistas e observação pessoal” (VILLAR, 2004).

Na fase de “crítica do levantamento” são listadas as principais dificuldades para se alcançar os objetivos traçados para este projeto, atentando-se principalmente na “defasagem existente entre o que está prescrito na documentação normativa da empresa e os métodos e processos de trabalho realmente encontrados na prática” (CURY 2000, pág. 388).

Na fase de “planejamento da solução”, os processos e métodos de trabalho são racionalizados e sofrem intervenções planejadas e aprovadas pela direção da organização, seguida pelo estudo detalhada de todos os pontos suscetíveis a modificações e melhorias. Feito isto, deve-se construir um modelo em escala do espaço considerado, demonstrando a disposição das máquinas, equipamentos, setores, e etc. (VILLAR, 2004).

Após a fase de planejamento da solução, realiza-se uma “crítica do planejamento”, e, após avaliado o fluxo atual do processo, são feitas ponderações acerca dos pontos forte e oportunidade. Sendo que, por último vem a fase “controle dos resultados, que consiste num pequeno período em que as soluções

implementadas são acompanhadas e verificadas periodicamente (CURY 2000, pág. 388).

2.6.2 Instrumentos auxiliares para o *layout*

Cury (2000, pág. 390) chama a atenção para ferramentas que podem facilitar significativamente a elaboração do projeto de *layout*, destacando como mais importantes: “desenho ou planta baixa” com demonstração das dimensões do espaço existente, a localização de portas, janelas, colunas e outras; “gabaritos ou modelos dos itens físicos” como mesas, cadeiras, máquinas, equipamentos e etc.; e “padrões”, que tratam acerca do tamanho dos móveis, sequência de produção, e qualquer outro que implique de algum modo no projeto do *layout*.

Do mesmo modo, Toledo (2007, pág. 39 a 41), em concordância, discorre sobre “o que é necessário saber e possuir” para alguém ser apto a elaborar um *layout* satisfatório: desenho técnico – que diz respeito ao conhecimento para se desenhar a disposição de equipamentos em um papel; planta – tratando acerca o produto originário do desenho técnico supracitado, permitindo visualizar a mesa de cima para baixo; desenho em escala – para que seja possível o desenho da “planta baixa” da empresa em tamanho reduzido.

2.6.3 Métodos de planejamento do *layout*

O planejamento de *layout* pode, também, ser desenvolvido através da aplicação de métodos específicos conceituadamente funcionais. A seguir serão tratados alguns destes métodos.

2.6.3.1 Método do planejamento sistemático de *layout* (SLP)

Segundo Muther (1978, pág. 7), SLP “é uma sistematização de projetos de arranjo físico”, e é composto por uma estruturação de fases, por um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento”.

Esta técnica exige que seja construído um mapa que represente o grau de importância da proximidade entre as diversas tarefas que compõem o processo. Através desse mapa é construído o diagrama de relacionamento, o que condiciona ajustes no mesmo por tentativa e erro até um modelo satisfatório de adjacência seja

obtido, que por sua vez é modificado unidade por unidade (setor por setor, máquina por máquina, e etc.) para que sejam atendidas as limitações do espaço físico disponível (MUTHER 1978).

2.6.3.2 Método de GUERCHET

De acordo com Olivério (1985), a área que um dado elemento ocupa é tomada como a soma das três superfícies, a saber: superfície estática, superfície de utilização e superfície de circulação.

A superfície estática (S_e) é a área da projeção ortogonal da superfície do equipamento, ou seja, a dimensão que este ocupa no espaço físico (incluindo as projeções feitas pela máquina ou equipamento).

Já a superfície de utilização (S_u) consiste na área necessária em volta do posto de trabalho para utilização do operador e para depósito de insumos necessários à execução das operações. O cálculo da superfície de utilização é feito tomando-se a superfície estática e multiplicando pelo número de lados utilizados pelo operador ou para depósito de insumos, ou seja:

$$S_u = S_e \times N$$

A superfície de circulação (S_c) é a área necessária para circulação de materiais entre os postos de trabalho, e, para seu cálculo se faz necessária a tomada da seguinte equação:

$$S_c = k(S_u + S_e);$$

Onde k é um coeficiente que varia entre 0,05 e 3, dependendo do tipo de equipamento utilizado para transporte.

Por fim, têm-se a superfície total (S_t), que nada mais é do que a soma das três superfícies calculadas anteriormente:

$$S_t = S_e + S_u + S_c$$

ou

$$S_t = S_e (1+N) (1+K)$$

Vale ressaltar que existem diversas outras ferramentas que podem ser aplicadas no estudo do layout como é de softwares que recebem algumas informações (área disponível, quantidade e dimensionamento dos equipamentos, e etc.), e retornam propostas de layout.

2.7 Racionalização

Segundo Toledo (2007b, págs. 44 e 45), racionalização consiste na aplicação de técnicas e ferramentas para otimização e redistribuição do trabalho, proporcionando redução de custos e celeridade nos processos.

Também Toledo (2007c, pág. 138), explica que racionalização industrial é o “domínio completo do tempo padrão e as suas aplicações na análise e solução dos problemas de métodos e sistemas de trabalho”. Em outras palavras, caso se desejasse aplicar racionalização industrial de layout, não utilizaríamos somente o tempo padrão das operações, também teríamos que aplicar conhecimentos acerca do acoplamento de máquinas, sincronismo de trabalho, carga de máquina, carga de mão de obra, balanceamento de linha, viabilidade econômica e custos industriais.

Toledo (2007b, págs. 44 e 45) ainda sugere, como exemplo, a execução de um trabalho qualquer, onde várias pessoas realizam suas tarefas sobre uma mesa retangular ao mesmo tempo, e, após análise, foi constatado que o trabalho poderia ser executado em linha de montagem. Neste ponto, deve-se fazer perguntas como: “há necessidade de determinar quantas pessoas são necessárias para produzir o programa de produção?”, “há necessidade de sincronizar o trabalho das pessoas?”, “é necessário determinar uma rotina de trabalho?”, e, o mais importante, deve-se calcular o tempo padrão das operações.

3 METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo de caso aplicado em uma empresa metal mecânica, situada na cidade de Aracaju–SE a cerca de 19 anos, e pode ser classificado como: pesquisa bibliográfica, documental, como sendo um estudo de caso, quantitativa, exploratória, explicativa

Diz-se ser uma pesquisa bibliográfica, segundo o ponto de vista dos procedimentos técnicos utilizados para sua realização, devido ao fato desta buscar fundamentação em vários autores, direcionando a correta aplicação do conhecimento bibliográfico disponível.

Sob esta perspectiva, ainda pode ser classificada como uma pesquisa documental, pois utiliza dados que não foram tratados de forma analítica, ou seja, não sofreram nenhum tipo tratamento informatizado, obrigando a buscas e estratificação dos documentos da empresa. Também é classificado como um estudo de caso, que consiste no exaustivo estudo acerca de um tema ou objetivo específico, permitindo um conhecimento amplo e detalhado.

Segundo o ponto de vista da forma de abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como quantitativa, pois considera dados quantificáveis que são colhidos durante o desenvolvimento dos da pesquisa. Estes dados são devidamente tratados.

Já sob a perspectiva dos objetivos, este trabalho é exploratório, visto que envolve levantamento de fundamentação em literaturas afins, ou seja levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com áreas ou situações relacionadas aos objetivos deste trabalho, assim como envolve a análise de exemplos, assumindo caráter de estudo de caso. Também pode ser classificada como explicativa, pois identifica fenômenos que explicam o porquê das coisas.

Foi construído um fluxograma do processo produtivo da empresa a fim de facilitar o entendimento sobre seu funcionamento, em seguida foi desenvolvido um formulário para o recolhimento de dados associado a um banco de dados que alimenta indicadores de desempenho.

Também foi realizado um estudo dos tempos produtivos e improdutivos por meio da aplicação de uma ferramenta chamada *Work Sampling*, que é a tomada de observações pontuais em cada processo. Esta ferramenta tem início com a colheita de dados pontuais sobre o processo.

Na fase inicial do estudo dos tempos as atividades realizadas no dia-a-dia pelos colaboradores foram classificadas em “primárias”, “secundárias” e “não trabalho”, sendo que, atividades primárias são aquelas que estão diretamente ligadas ao processo produtivo no que tange a agregação de valor sobre o insumo.

As atividades classificadas como secundárias são as relacionadas ao transporte da matéria prima ou produto semiacabado de uma máquina para outra, ou seja, atividades de segunda importância. E por fim, as atividades classificadas como “não trabalho” são aquelas que não fazem parte do processo produtivo e devem ser tratadas.

Após a classificação das atividades, foram estratificadas as atividades secundárias e o não trabalho em atividades menores, afim de se obter um estudo mais detalhado acerca do aproveitamento do tempo útil dos colaboradores.

O levantamento dos dados ocorreu em um período de quatro dias, onde as amostras eram recolhidas de forma aleatória, ou seja, sem nenhum tipo de periodicidade pré-definido, representando um retrato do que ocorria na empresa no momento da coleta, e os dados foram estratificados e dispostos em planilhas previamente construídas para disposição dos valores e construção dos gráficos

Também foram construídas propostas de *layout* onde o espaço físico da empresa foi medido, assim como os espaços das máquinas e equipamentos fundamentando a confecção da planta baixa da empresa. Esta planta foi analisada sob a perspectiva de ferramentas de otimização de *layout* gerando quatro propostas de melhoria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa de análise dos resultados obtidos serão tratadas as formas de aplicação das ferramentas e métodos descritos anteriormente que propiciaram a construção deste trabalho, bem como serão apresentados os resultados obtidos acerca do atendimento aos objetivos específicos aos quais este estudo foi orientado.

4.1 Diagnóstico da Empresa

A referida empresa atua no setor de metal mecânica que refere-se àqueles que trabalham com usinagem e caldeiraria, e produz peças em aço de acordo com as especificações do cliente. Seu sistema produtivo é do tipo “sob encomenda”, ou seja, produz somente o produto que lhe for solicitado.

Atualmente não existem controles referentes à quantidade produzida de forma estratificada, nem do tempo gasto por cada peça, nem da utilização do tempo útil dos colaboradores, máquinas e equipamentos. Não existe nenhum estudo acerca do layout fabril nem há nenhum tipo de organização da produção (em linha ou por célula de produção).

Existe, como forma de controle do que está sendo produzido, um formulário chamado Ordem de Serviço, que é um formulário contendo as especificações do produto e alguns dados sobre o cliente. Há, também, uma planilha com a descrição das operações realizadas por cada colaborador durante o mês. Nesta, continuam campos específicos para o registro do tipo de serviço realizado na peça ou produto, datas de início e fim do trabalho, o material e a quantidade utilizados, valor orçado, número da ordem de compra e um espaço para as observações.

De acordo com a Figura 3, a cada novo serviço uma coluna é adicionada e recebe os dados respectivos, ou seja, ao final do mês, esta planilha torna-se significativamente extensa e não fornece dados úteis para controles gerenciais, apenas para registro dos serviços que foram executados.

Figura 3 - Planilha de Controle de Serviços por Colaborador

Colaborador 1				Colaborador 2			
clientes				clientes	Norcon	Varco	Norcon
serviço	fazer furação chapas da cimesa	confeccionar rosca transportadora helicoidal	confeccionar peças do suporte do caminhão	serviço	fresar engrenagem	fazer furação em eixo e copó	abrir estriado em engrenagem
DATA DE ENTRADA	21/11/2012			DATA DE ENTRADA			
DATA DE ENTREGA	23/11/2012		08/11/1909	DATA DE ENTREGA	17/10/2012	15/10/2012	16/10/2012
MATERIAL	chapa 5/8			MATERIAL	8620	inox	1020
QUANTIDADE	4			QUANTIDADE	2	2	2
ORÇAMENTO				ORÇAMENTO			
ORD.COMPRA				ORD.COMPRA			
OBSERVAÇÕES		agurdando desenho		OBSERVAÇÕES			

Fonte: Empresa

Com relação ao aproveitamento do tempo disponível dos funcionários, máquinas e equipamentos, nunca houve nenhum tipo de estudo. Os gestores da empresa não tinham noção da relação entre o tempo útil disponível e o tempo aplicado na valorização dos produtos.

Quanto ao layout fabril, as máquinas e equipamentos foram dispostos de acordo com sua chegada, ou seja, à medida que eram adquiridos, os colocavam onde havia mais espaço, e, quando outra máquina ou equipamento semelhante chegava, este era, quando possível, alocado próximo de seu semelhante. Logo, não houve nenhum tipo de estudo acerca da melhor disposição dos equipamentos, ou do fluxo do processo produtivo, ou de qualquer outro meio que indicasse uma alocação das máquinas e equipamentos na empresa em questão.

4.2 Controles Gerenciais

Inicialmente foram avaliados os controles gerenciais praticados na empresa estudada, e, como dito acima, estes apresentavam grandes oportunidades de melhoria, sobretudo pelo fato da empresa não possuir nenhum banco de dados acerca dos trabalhos realizados, ou controles acerca do tempo necessário para fabricação das peças, dentre outros.

4.2.1 Fluxograma do Processo Produtivo

Foi elaborado um fluxograma do processo produtivo para a avaliação acerca dos controles gerenciais e indicadores possíveis e necessários, todavia, como a empresa trabalha com projetos sob encomenda, não foi confeccionado um fluxograma que abrangesse todo o processo com grande detalhamento.

O fluxograma construído abrange todo o fluxo de informação até a entrega do produto acabado ao cliente, porém, foram omitidos os processos de transformação ocorridos em cada máquina e equipamento, e é representado pela Figura 4.

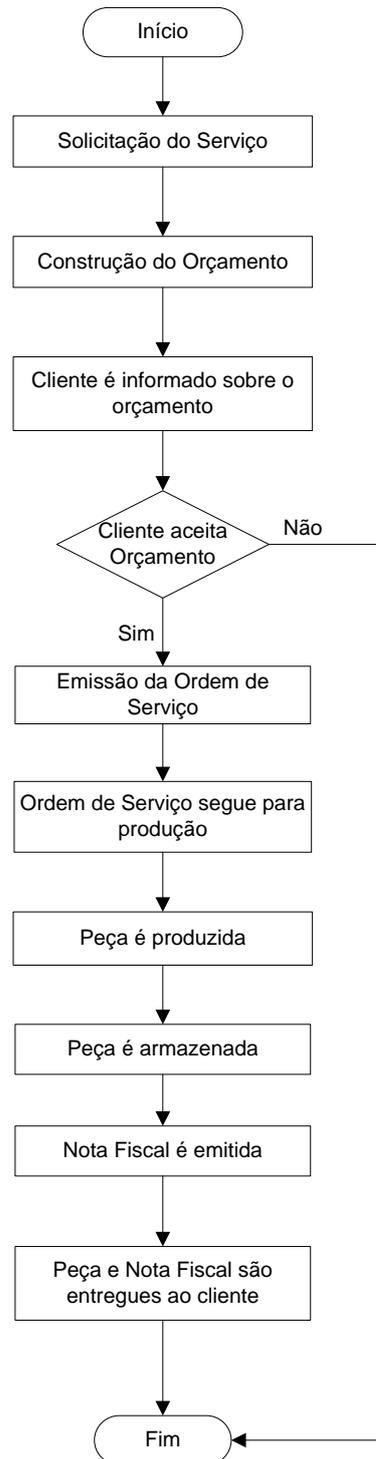
O fluxograma (Figura 4) representa o fluxo do processo produtivo sem especificar as máquinas e equipamentos envolvidas no processo porquê nem todas as máquinas são utilizadas na confecção das peças solicitadas, da mesma forma que, uma peça pode passar várias vezes pela mesma máquina, sem obedecer uma sequência lógica específica.

Inicialmente o cliente faz a solicitação da peça junto à empresa apresentando um modelo, um desenho ou descrevendo as especificações do produto que precisa. O pedido do cliente é analisado e convertido em um projeto por meio de ferramenta CAD (*Computer Aided Design* - desenho auxiliado por computador). Este projeto integra a ordem de serviço utilizada na empresa, e serve como base para a elaboração do orçamento na fase seguinte.

O cliente é informado acerca do valor do serviço solicitado e sinaliza concordando ou não com o valor orçado. Caso não esteja de acordo, o fluxo se encerra, caso contrário, a ordem de serviço é emitida, alimentando o fluxo produtivo.

A ordem de serviço segue para a produção, a matéria prima recebe tratamentos de usinagem e caldeiraria, sem que necessariamente precise passar por todos os equipamentos do processo, e, quando o fluxo do processo termina a peça pronta é armazenada em prateleira específica, a ordem de serviço retorna para o setor administrativo, onde é emitida uma nota fiscal de venda e o cliente é informado sobre a conclusão do trabalho.

Assim que é informado sobre o término dos trabalhos, o cliente dirige-se até a empresa para recolher a peça encomendada e efetuar o pagamento, encerrando o fluxo do processo.

Figura 4 - Fluxograma do Processo Produtivo

Fonte: Autor

Uma das funções do fluxograma, além de facilitar a visualização e entendimento dos processos produtivos, é a possibilidade de se perceber oportunidades de melhoria nos procedimentos produtivos. Deste modo, uma das oportunidades de melhoria sugeridas foi o desenvolvimento e implementação de

controles gerenciais e indicadores de processo, que possibilitarão maior poder de decisão por parte da liderança da empresa.

4.2.2 Desenvolvimento dos Controles Gerenciais

À partir da análise do fluxograma do processo, associada à análise dos indicadores gerenciais necessários, foi elaborada uma proposta de formulário para servir como uma nova ordem de serviço. Este formulário contempla informações do cliente, a descrição da peça a ser fabricada, os procedimentos aplicados à confecção das peças, material utilizado, tempo utilizado, e um campo para observações feitas pelo supervisor da empresa, como mostram as Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Ordem de Serviço – Primeira Parte

ORDEM DE SERVIÇO													Nº	00001					
CLIENTE:																			
DATA DE ENTRADA: / /											CÓDIGO DA PEÇA: NU								
DESCRIÇÃO DA PEÇA:																			
Nº PROCESSO	1-ESTUFA	2-FORJA	3-FRESADORA	4-FURADEIRA	5-LIXADEIRA	6-MÁQUINA DE SOLDA	7-PINTURA	8-PLAINA	9-PLASMA	10-POLICORTE	11-PRENSA	12-SERRA HORIZONTAL	13-TORNO	P - M - G	DATA		HORAS TRABALHADAS	OPERADOR	MATERIAIS UTILIZADOS
															INÍCIO	TÉRMINO			
1															/	/			
2															/	/			
3															/	/			

Fonte: Autor

A primeira parte da Ordem de Serviço demonstrada na Figura 5 contém informações sobre o número da Ordem de Serviço, nome do cliente, data de entrada (início dos trabalhos), um código para ser inserido na peça após a fabricação, e que poderá ser rastreado futuramente, se necessário. Possui também um campo para a descrição da peça a ser produzida, bem como as máquinas utilizadas, o tempo e os insumos.

Na Figura 6 pode ser visualizada o campo para observações feitas pelo supervisor da empresa. Estas observações são referentes a quebras de equipamentos, falta do colaborador responsável por determinado processo, dentre outros.

Figura 6 - Ordem de Serviço – Segunda Parte

OBSERVAÇÕES		
DATA	HORA	DESCRIÇÃO
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	
/ /	:	

DATA DE SAÍDA: ____/____/____

ASS. SUPERVISOR

Fonte: Autor

O dados recolhidos nestas ordens de serviço servirão para alimentar um banco de dados específico desenvolvido para receber e estratificar as informações colhidas através da ordem de serviço. O modelo de Ordem de Serviço proposta aos gestores da empresa está disposto no Apêndice I.

4.2.3 Banco de Dados

A ordem de serviço por si só não traz grandes benefícios à empresa pois não trata informações históricas ou permite fundamentação a decisões gerenciais, todavia, as informações recolhidas por meio dela alimentam um banco de dados especialmente criado para esta empresa. Ao passo em que são lançada as informações das ordens de serviço no banco de dados outras planilhas são automaticamente alimentadas e indicadores do processo tornam-se visíveis.

O banco de dados foi construído utilizando um software de planilhas eletrônicas e foi escolhido por fornecer interface simplificada para o uso e preenchimento dos dados, bem como na facilidade em se adequar planilhas e gráficos que serão apresentados em tópico específico adiante.

O banco de dados, de forma propriamente dita, é composto por três planilhas (três abas). A primeira é denominada “Controle Mensal de Ordens de Serviço”, e está representada pelo Quadro 1.

Quadro 1 - Controle Mensal de Ordens de Serviço

CONTROLE MENSAL DE ORDENS DE SERVIÇO					
NÚMERO DA OS	NOME DO CLIENTE	DATA DE ENTRADA	DATA DE SAÍDA	VALOR ORÇADO	DESCRIÇÃO DA PEÇA

Fonte: Autor

Neste primeiro quadro será inserido o número da ordem de serviço como sendo a “chave primária” (identificador de determinada série de dados) que será único para cada ordem de serviço, facilitando uma busca posterior. O nome do cliente, datas de entrada e saída, valor da peça e a descrição simplificada também fazem parte desse quadro, que estará interligada às demais planilhas pelo número da ordem de serviço.

A segunda planilha abrange os controles do processo, e receberá as informações pertinentes aos trabalhos desenvolvidos para a fabricação de cada peça, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Controle dos Processos

CONTROLE DOS PROCESSOS										
NÚMERO DA OS	PROCESSO	CÓDIGO DO EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO DO EQUIP	P - M - G	DATA DE ENT NO PROCES	DATA DE SAÍDA NO PROCESSO	HORAS TRABAL	CÓD DO OPER	OPER	MATERIAL UTILIZADO

Fonte: Autor

Neste quadro pode-se observar que a primeira coluna é destinada ao “Número da Ordem Serviço”, que acompanhará todas as informações dos trabalhos desenvolvidos na peça em questão.

A segunda coluna intitulada “Processo” é destinada para a enumeração dos processos em que a peça produzida foi submetida, ou seja, número 1 para o primeiro

processo (torno grande, por exemplo), número 2 para o segundo processo (fresadora grande, por exemplo), e assim por diante, sequenciando todas as fases de transformação impostas à peça.

Foi desenvolvida uma codificação para todos os equipamentos e colaboradores, de modo a facilitar ainda mais o preenchimento do banco de dados. Na terceira coluna (Código do Equipamento) deve ser inserido o código específico cadastrado para a máquina ou equipamento que foi utilizado em cada “Processo”. A descrição aparecerá automaticamente à direita, na coluna “Descrição do Equipamento”.

Como existem algumas máquinas e equipamentos do mesmo tipo, variando apenas no tamanho, entendeu-se ser necessária a inserção desta informação na quinta coluna, onde é informado qual dos equipamentos foi utilizado.

O Quadro 2 ainda abrange as datas de entrada e saída, a quantidade de horas trabalhadas em cada processo, o operador que realizou cada processo, e ainda o material utilizado. Obedecem os mesmos critérios das colunas, anteriormente apresentadas, “Código do Equipamento” e “Descrição do Equipamento”, é criado um pré-cadastro dos colaboradores e estes recebem um código específico, de modo que na coluna “Código do Operador” é informado o código específico do operador e na coluna “Operador” aparece automaticamente o nome do operador que realizou o processo.

Existe, ainda, uma coluna para descrever os materiais utilizados em cada fase do processo produtivo, permitindo o controle acerca das quantidades em uso e em estoque, assim como o controle do desperdício.

A terceira e última planilha do banco de dados é destinada ao cadastro das observações feitas pelo supervisor da produção, e está representada pelo Quadro 3.

Assim como nas demais planilhas, nesta insere-se o número da Ordem de Serviço, que é, como já dito anteriormente, o identificador que acompanha as informações de cada serviço realizado, e, posteriormente, são inseridas a data, a hora e as observações feitas pelo supervisor.

Quadro 3 - Observações

OBSERVAÇÕES			
NÚMERO DA OS	DATA	HORA	DESCRIÇÃO

Fonte: Autor

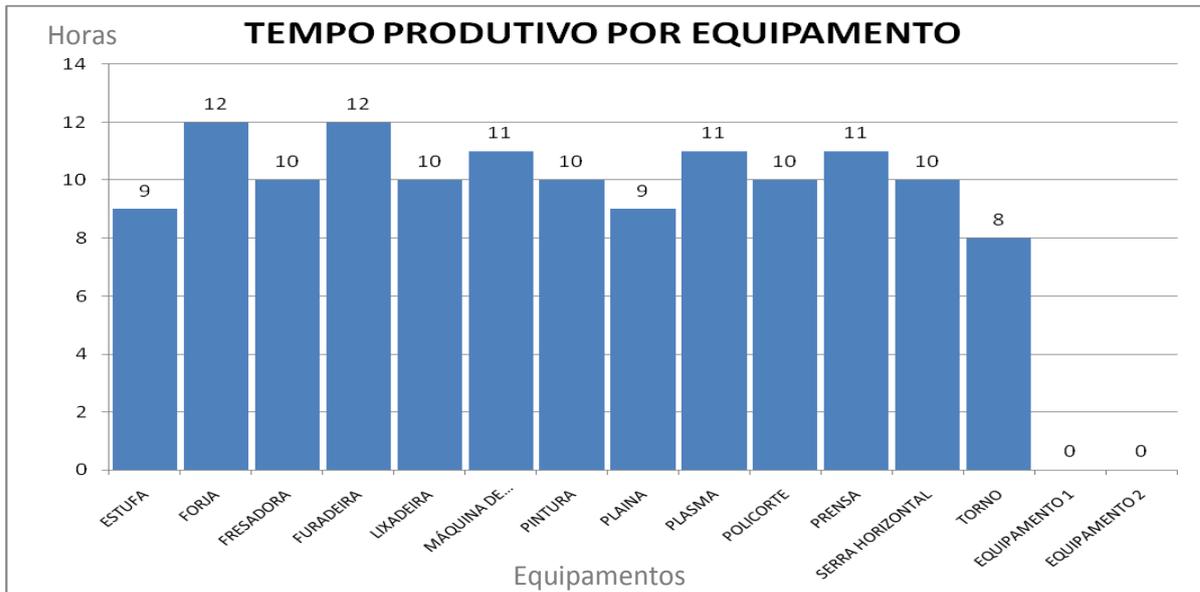
O banco de dados, além de armazenar informações importantes para a empresa, tem por finalidade a alimentação de outras planilhas contendo os indicadores do processo. Estes indicadores são ferramentas que possibilitam a tomada de decisões gerenciais fundamentadas em observações e análises do processo produtivo.

4.2.4 Indicadores

À partir da alimentação das três planilhas anteriormente apresentadas do banco de dados, outras planilhas serão automaticamente alimentadas, e os indicadores serão graficamente constituídos.

Para proporcionar melhor entendimento acerca dos indicadores desenvolvidos, o banco de dados foi alimentado com alguns valores fictícios para que fossem gerados os gráficos que serão utilizados como indicadores, como mostram os gráficos 1, 2, 3 e 4.

O Gráfico 1 representa a utilização dos grupos de equipamentos de forma geral, ou seja, sem especificar, por exemplo, qual dos tornos foi utilizado, ou qual das fresadoras foi utilizada, demonstrando apenas a quantidade de horas de efetiva utilização dos grupos de máquinas e equipamentos presentes na empresa. À medida que os dados alimentam o banco de dados, gráficos como este serão criados automaticamente pela ferramenta computacional utilizada.

Gráfico 1 - Tempo Produtivo por Equipamento

Fonte: Autor

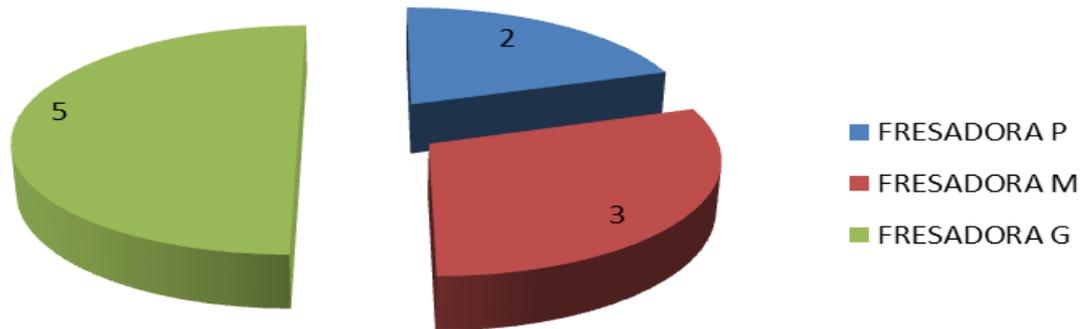
Os dados gerais são estratificados e compõem outros indicadores, como demonstrado nos gráficos 2 e 3.

Gráfico 2 - Horas Trabalhadas (Grupo Fresadoras)

Fonte: Autor

O Gráfico 2 demonstra a quantidade de horas de um grupo de máquinas e equipamentos específico, e o Gráfico 3 estratifica as horas por componente do grupo, apresentando, de forma clara e simplificada, quantas horas disponíveis foram utilizadas em efetivo trabalho por cada máquina ou equipamento.

Gráfico 3 - Horas Trabalhadas (Estratificado por Equipamento)



Fonte: Autor

Por meio da análise destes gráficos será possível aos gestores da empresa a tomada de diversas decisões estratégicas que impactarão diretamente em resultados financeiros para a empresa, como por exemplo, a decisão acerca da compra ou venda de determinado equipamento, ou quais estratégias devem ser tomadas para a melhor utilização do tempo disponível.

Serão gerados, também, controles acerca da produtividade dos colaboradores, como demonstra o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Tempo Produtivo por Operador



Fonte: Autor

Neste gráfico são apresentados os tempos produtivos por colaborador. Ao final de cada mês será possível avaliar, de fato, quantas horas foram efetivamente

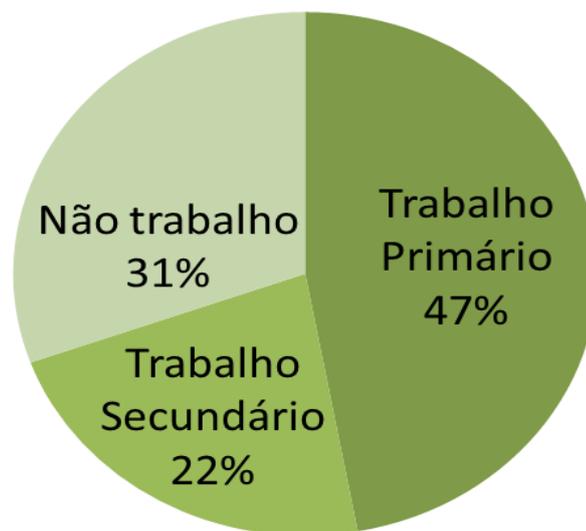
trabalhadas, fundamentando políticas de bonificação e diversas outras gratificações, bem como direcionando os gestores a decisões acerca de contratações e demissões.

Após a construção dos controles gerenciais e dos indicadores, entendeu-se ser necessário o desenvolvimento de estudos acerca dos tempo produtivos e improdutivos da empresa, visando um melhor aproveitamento e redimensionamento de recursos humanos em geral.

4.3 Estudo dos Tempos

À partir dos dados estratificados e dispostos nas planilhas de análise, foi possível a avaliação acerca da utilização do tempo útil disponível, cujos dados estão representados, de forma geral, no Gráfico 5, que ilustra a disposição do tempo útil.

Gráfico 5 - Disposição do Tempo Útil



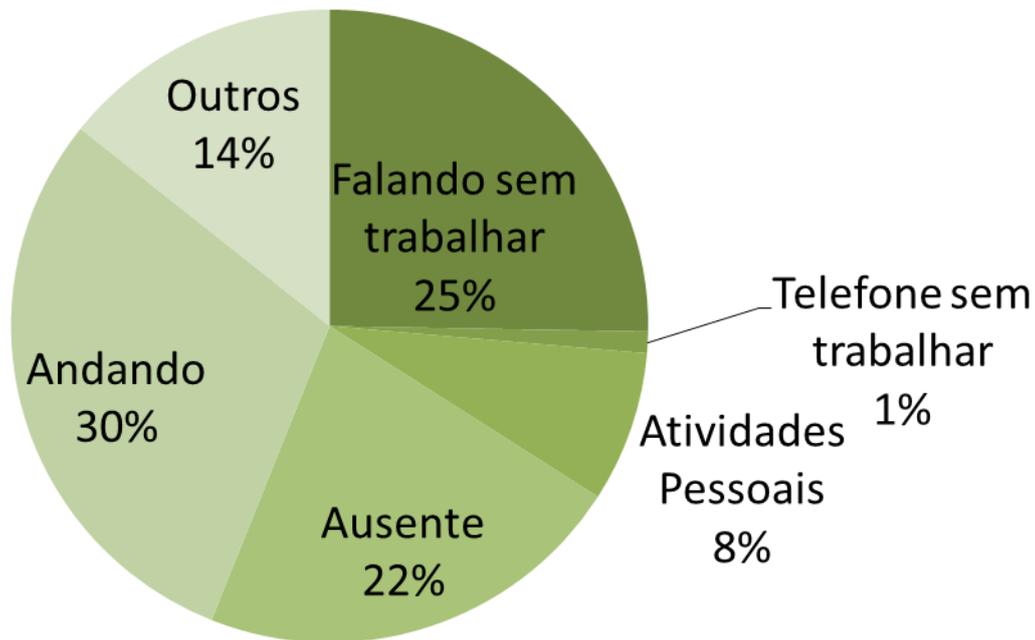
Fonte: Autor

Pôde-se observar que somente 47% do tempo útil está sendo aplicado em trabalho primário, e que 22% estava sendo utilizado em trabalho secundário, restando 31% do tempo útil para o não trabalho.

Em suma, a empresa atualmente está utilizando 47% de todo o tempo útil disponível para o processamento da matéria prima e, conseqüentemente, fabricação de produtos, ou seja, em um regime de oito horas de trabalho, apenas três horas e quarenta e cinco minutos aproximadamente.

Após análise geral, seguiu-se para a análise detalhada das atividades classificadas como não trabalho, afim de se obter uma visão mais específica acerca das atividades que a compõem. Vale ressaltar que não houve análise das atividades primárias, visto que estas agregam valor ao produto, já as secundárias não foram tratadas pois entende-se que estas são necessárias à produção. O Gráfico 6 demonstra a observação detalhada das atividades classificadas como não trabalho.

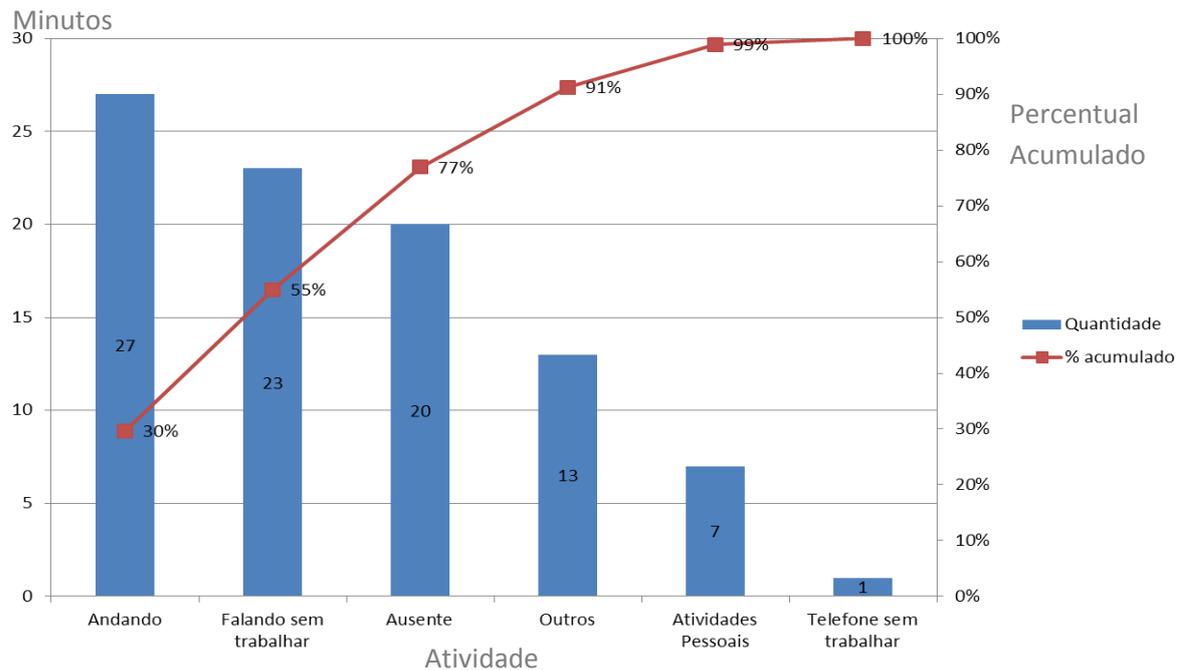
Gráfico 6 - Observação Detalhada do Não Trabalho



Fonte: Autor

Nota-se pelo Gráfico 6 que 30% de todo o tempo gasto com o não trabalho é referente à atividade “Andando”, ou seja, o tempo gasto andando pelo corpo fabril em busca de peças, ferramentas e insumos, ou mesmo deslocando-se de uma máquina (ou equipamento) para outra.

Após estratificação dos dados do não trabalho, foi construído um Gráfico de Pareto (Gráfico 7) para classificar as atividades segundo critério de importância, e assim, direcionar os gestores da empresa acerca do tratamento das atividades com maior relevância.

Gráfico 7 - Classificação do Não Trabalho por Relevância

Fonte: Autor

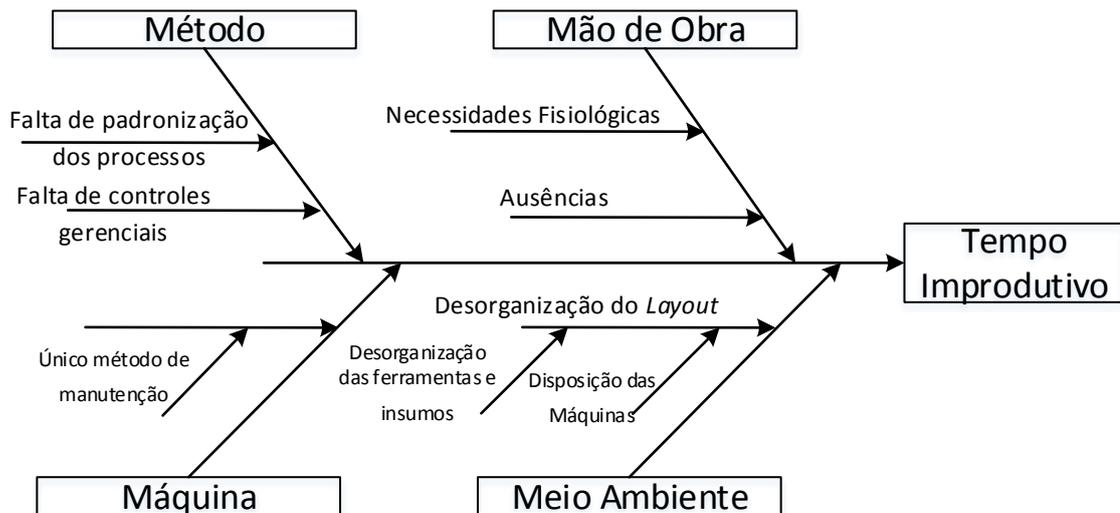
Percebe-se que a soma das atividades “andando”, “falando sem trabalhar” e “ausente” correspondem a cerca de 77% de todo o tempo gasto em atividades classificadas como não trabalho, isto representa aproximadamente uma hora e dez minutos.

O estudo acerca do tempo improdutivo condicionou a aplicação de outra ferramenta da qualidade, o Diagrama de Ishikawa (Figura 7), que demonstra as causas fundamentais dos referidos tempos.

Por meio do Diagrama de Ishikawa demonstrado na figura 7 pode-se analisar as causas fundamentais que geram o tempo improdutivo, e, a partir dessa análise, desenvolver as ações para tratamento destas causas.

Para redução e/ou eliminação do tempo improdutivo foram propostas algumas ações aos gestores da empresa, são elas: organização das ferramentas padronizando a disposição destas em local específico, o que reduzirá significativamente o tempo gasto à procura das mesmas; mudanças no layout fabril, para redução dos espaços entre equipamentos semelhantes e correlacionados, reduzindo o tempo gasto na movimentação dos colaboradores e dos produtos em processamento.

Figura 7 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autor

Foram sugeridas outras ações como: utilização de manutenções preventivas e preditivas, a fim de eliminar (ou ao menos reduzir) o tempo gasto consertando-se máquinas; utilização de um método pré-trabalho referente à seleção das ferramentas e acessórios que serão utilizados no trabalho, economizando o tempo que seria gasto na busca por estes; e a implementação de controles gerenciais juntamente com a padronização dos processos.

A otimização do *layout* se mostrou de grande importância para o melhor aproveitamento do espaço disponível, bem como reduzir os tempos improdutos levantados. Deste modo, um estudo específico acerca da otimização *layout* foi desenvolvido.

4.4 Otimização do Layout

Foram realizadas medições do corpo da empresa (estrutura de alvenaria) e nas máquinas e equipamentos, afim de se determinar as dimensões dos mesmos. Em seguida foi desenhado um croqui da planta baixa da empresa, e foram desenhados retângulos para representar as máquinas e equipamentos.

Vale ressaltar que todos os desenhos estão em escala proporcional (1:100), permitindo a visualização adequada da composição do layout a ser estudado e para os layouts a serem propostos.

Na medição das máquinas e equipamentos, os espaços necessários para a movimentação de partes que se projetam para fora do corpo da máquina foram considerados, do mesmo modo foram estabelecidos como componentes as sapatas que se projetam para fora do espaço físico da máquina ou equipamento e que possuem elevação.

Na Tabela 1 são listadas as máquinas e equipamentos com suas respectivas dimensões, e estão dispostas desta forma para que se possa visualizar a quantidade de máquinas e equipamentos presentes no corpo da empresa.

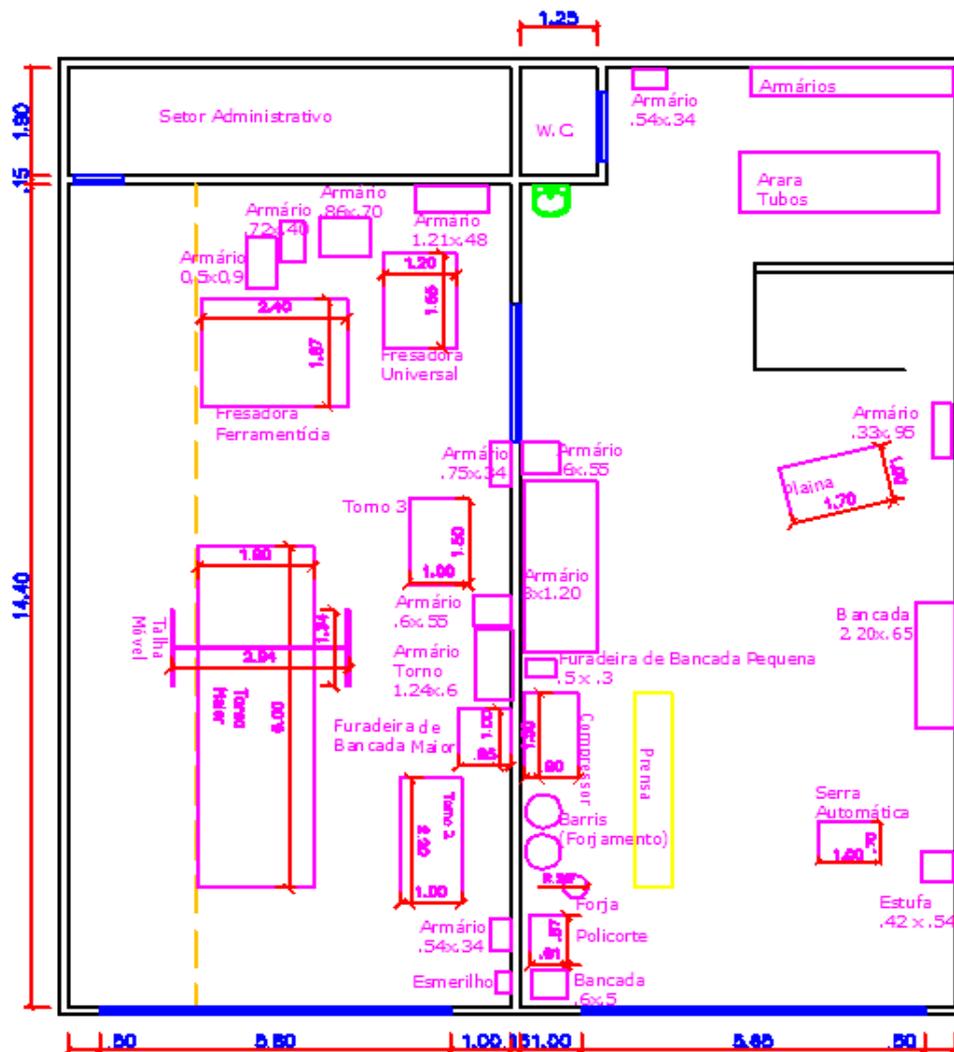
Tabela 1 - Máquinas e Equipamentos			
Máquina ou Equipamento	Dimensões (m)		Tamanho (m²)
	Vertical	Horizontal	
Armário 1	1,2	3	3,6
Armário 2	0,6	0,55	0,33
Armário 3	0,54	0,34	0,1836
Armário 4	2	0,5	1
Armário 5	0,33	0,95	0,3135
Armário Fresadoras 1	0,5	0,9	0,45
Armário Fresadoras 2	0,72	0,4	0,288
Armário Fresadoras 3	0,86	0,7	0,602
Armário Fresadoras 4	1,21	0,4	0,484
Armário Torno 1	0,54	0,34	0,1836
Armário Torno 2	1,24	0,6	0,744
Armário Torno 3	0,6	0,55	0,33
Armário Torno 4	0,34	0,75	0,255
Armário Torno Pequeno	0,5	1	0,5
Bancada	0,6	0,5	0,3
Bancada 2	0,65	2,2	1,43
Barril 1	Raio = 0,3		0,2826
Barril 2	Raio = 0,3		0,2826
Compressor	0,9	1,55	1,395
Esmerilho	0,5	0,5	0,25
Estufa	0,52	0,54	0,2808
Forja	Raio = 0,2		0,1256
Fresadora Universal Grande	1,87	2,4	4,488
Fresadora Universal Pequena	1,65	1,2	1,98
Furadeira de Bancada Grande	0,85	1	0,85
Furadeira de Bancada Pequena	0,5	0,3	0,15
Plaina	1,7	1	1,7
Policorte	0,61	0,87	0,5307
Serra Automática	1	0,7	0,7
Talha Móvel	2,94	1,34	3,9396

Máquina ou Equipamento	Dimensões (m)		Tamanho (m ²)
	Vertical	Horizontal	
Torno Mecânico Grande	1,9	6	11,4
Torno Mecânico Médio	1	2,2	2,2
Torno Mecânico Pequeno	1	1,5	1,5

Fonte: Autor

Vale ressaltar acerca da quantidade de armários presentes no corpo da empresa. Normalmente, entende-se que um armário pode ser um móvel muito útil para a disposição de objetos necessários e utilizados com frequência considerável na execução dos trabalhos, porém, não basta adicionar, de forma desordenado, os armários pois isto ocasionará utilização indevida e desnecessária do espaço disponível na empresa.

Figura 8 - Layout Atual



Fonte: Autor

A Figura 8 demonstra a disposição das máquinas e equipamentos de acordo como se encontravam na empresa à data do início dos trabalhos. Nota-se que não há nenhuma configuração de sua disposição, pois não houve nenhum tipo de organização ou estudo, houve somente a arrumação de acordo com o momento da aquisição. Em outras palavras, a medida que se adquiriam máquinas e equipamentos, estas eram dispostas onde houvesse “um espaço disponível” no corpo da empresa.

Nota-se grandes oportunidades de melhoria à partir da análise deste *layout*. Estas oportunidades foram apresentadas em forma de quatro propostas de *layout* a serem implementados na empresa, e serão apresentadas em tópico específico adiante.

4.4.1 Restrições de *layout*

A primeira consideração foi uma restrição imposta pelos gestores da empresa impossibilitando a movimentação do Torno maior devido aos altos custos de investimentos para a adaptação do novo local, para o transporte e para a instalação do mesmo, de modo que, em todas as propostas, esta restrição foi considerada.

Outra restrição significativa foi a impossibilidade de modificações estruturais. O imóvel é alugado, e o proprietário não julga interessante nenhum tipo de compensação financeira sobre os investimentos feitos pelos locatários, e estes, por sua vez, julgam injusto tal atitude, o que os leva a evitar todo e qualquer tipo de investimento que valoriza o imóvel.

Os tipos de equipamentos e o posicionamento do escritório também foram julgados como restrições, pois, o escritório não poderia ficar próximo de equipamentos que produzissem alto nível de ruído, e algumas máquinas, como é o caso do Policorte, liberam faíscas que podem queimar placas e circuitos de outros equipamentos, como é o caso do Torno.

O atual sistema produtivo da empresa não permitiu o agrupamento das máquinas e equipamentos por células de produção, e nem permitiu o alinhamento dos equipamentos como em uma linha de produção, sendo assim, outros meios de avaliação e construção das propostas precisavam ser utilizados individualmente.

Foi informado antes da construção das propostas que seriam adquiridas algumas novas máquinas, e estas deveriam constar nas propostas. Tendo em vista, também, a grande quantidade de móveis pequenos (armários e bancadas), foi preciso

o estudo acerca da substituição destes por outros entendidos como mais adequados, assim como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 1 - Máquinas e Equipamentos para novas propostas de layout

Descrição da Máquina ou Equipamento	Dimensões (m)		Tamanho (m ²)
	Vertical	Horizontal	
Armário Fresadoras	2,5	0,5	1,25
Armário 1 Tornos	0,5	1	0,5
Armário 2 Tornos	0,5	1	0,5
Barril 1	Raio = 0,3		0,2826
Barril 2	Raio = 0,3		0,2826
Compressor	0,9	1,55	1,395
Esmerilho	0,5	0,5	0,25
Estufa	0,52	0,54	0,2808
Forja	Raio = 0,2		0,1256
Fresadora Universal Grande	1,87	2,4	4,488
Fresadora Universal Média	2,2	1,5	3,3
Fresadora Universal Pequena	1,65	1,2	1,98
Furadeira de Bancada Grande	0,85	1	0,85
Furadeira de Bancada Pequena	0,5	0,3	0,15
Furadeira Radial	2,5	2,84	7,1
Plaina	1,7	1	1,7
Policorte	0,61	0,87	0,5307
Serra Automática	1	0,7	0,7
Serra Horizontal	1,8	1,5	2,7
Serra Vertical	0,7	1,8	1,26
Talha Móvel	2,94	1,34	3,9396
Torno Mecânico Grande	1,9	6	11,4
Torno Mecânico Médio	1	2,2	2,2
Torno Mecânico Pequeno	1	1,5	1,5

Fonte: Autor

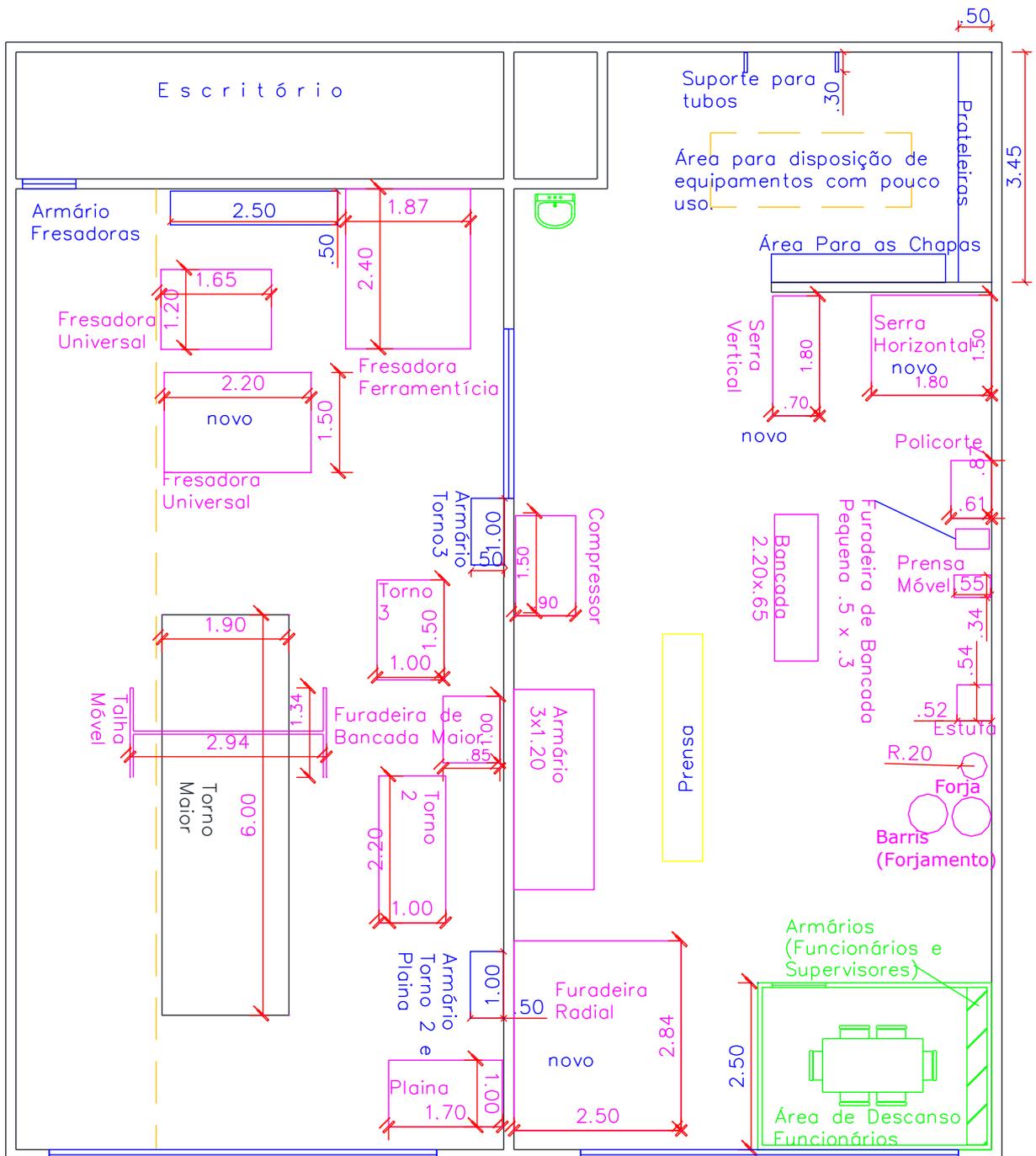
A Tabela 2 apresenta a lista das máquinas antigas e as que estavam para chegar, bem como os novos móveis (armários e bancadas), e sob esta perspectiva foram confeccionados as propostas dos projetos de *layout*.

4.4.2 Proposta 1

O desenvolvimento da primeira proposta de layout considerou um melhor agrupamento dos equipamentos por tipo, ou seja, os tornos ficariam próximos uns dos outros, bem como as fresadoras e etc.

Foi inserida uma área de convivência para os colaboradores, para que estes tenham um local específico para seus horários de descanso e de refeições. Esta área seria construída com baixo custo de investimento e climatizada para proporcionar maior conforto. A plotagem da primeira proposta de *layout* está representada na Figura 9.

Figura 9 - Proposta de *Layout* 1



Fonte: Autor

A modificação do layout atual para a primeira proposta é muito significativa, sobretudo pela inserção das novas máquinas e pela substituição dos armários. O escritório foi mantido no local de origem, o que obriga a permanência do corredor (que passa ao lado do torno maior) para passagem dos clientes.

Entende-se que este corredor limita significativamente as possibilidades de otimização do layout, e que o posicionamento do escritório não é adequado, visto que, para se atender um cliente, este precisa atravessar toda a empresa, o que abre margem para possíveis “invasões” das áreas restritas permitindo possíveis acidentes.

A área destinada a armazenagem dos insumos foi mantida no mesmo local, porém, houve a substituição dos armários por prateleiras e ganchos. Esta mudança otimizará em muito o espaço disponível, possibilitando um aumento significativo na quantidade de insumos que poderão ser armazenados.

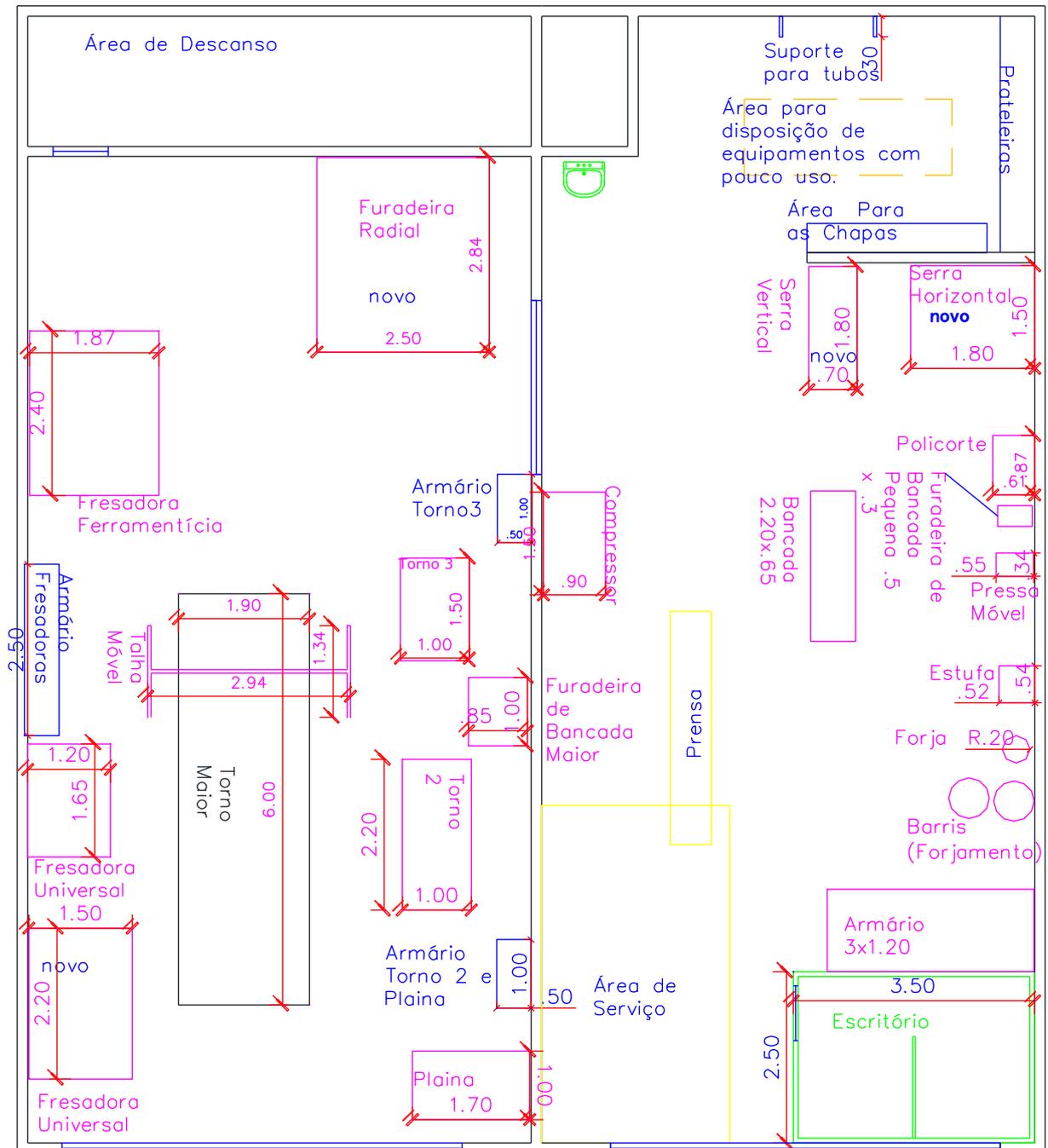
4.4.3 Proposta 2

Assim como na primeira proposta, esta considerou o agrupamento das máquinas por tipo como a melhor forma de dispô-las, todavia, foi retirado o escritório dos fundos e trazido para frente do galpão, eliminando a necessidade do corredor em que os clientes transitavam, aumentando o espaço disponível.

Para esta proposta, demonstrada na Figura 10, foi inserida uma “área de serviços”, que será utilizada para serviços de acabamento e despacho das peças já prontas. No layout atual não existe uma área com esta finalidade, o que condiciona à utilização indevida das demais áreas da empresa, levando ao cometimento de procedimentos indesejáveis, como por exemplo, o cliente transitar pelo espaço e trabalho de empresa, sujeito a sofrer qualquer tipo de acidente, somente para verificar a situação (*status*) da sua encomenda.

Do mesmo modo que foi tratado na primeira proposta, nesta também foram substituídos os armários antigos por novos armários e prateleiras e mantido um espaço para armazenagem dos insumos. Todavia, o espaço antes ocupado pelo escritório foi redirecionado para ser a área de descanso dos funcionários.

Figura 10 - Proposta de *Layout* 2



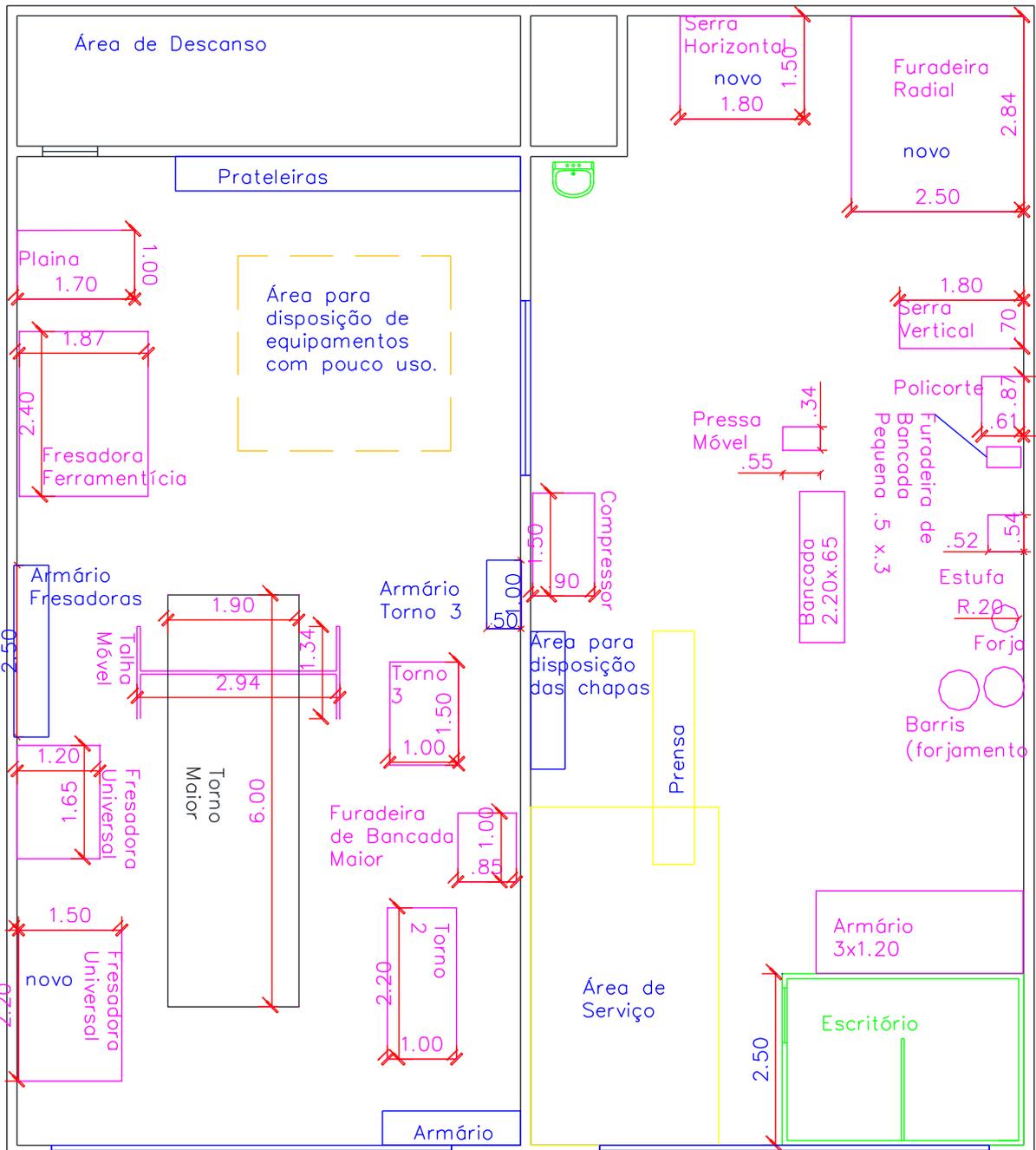
Fonte: Autor

4.4.4 Proposta 3

Nesta proposta foram mantidas as modificações listadas na proposta dois a respeito da alocação das máquinas e equipamentos, do escritório e área de serviço, porém, o espaço que atualmente é destinado para armazenamento dos insumos, e que foi apenas otimizado na proposta 2, seria realocado para um local mais

centralizado no corpo da empresa, e seu espaço serviria para realocação das máquinas e equipamentos, como demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Proposta de *Layout* 3



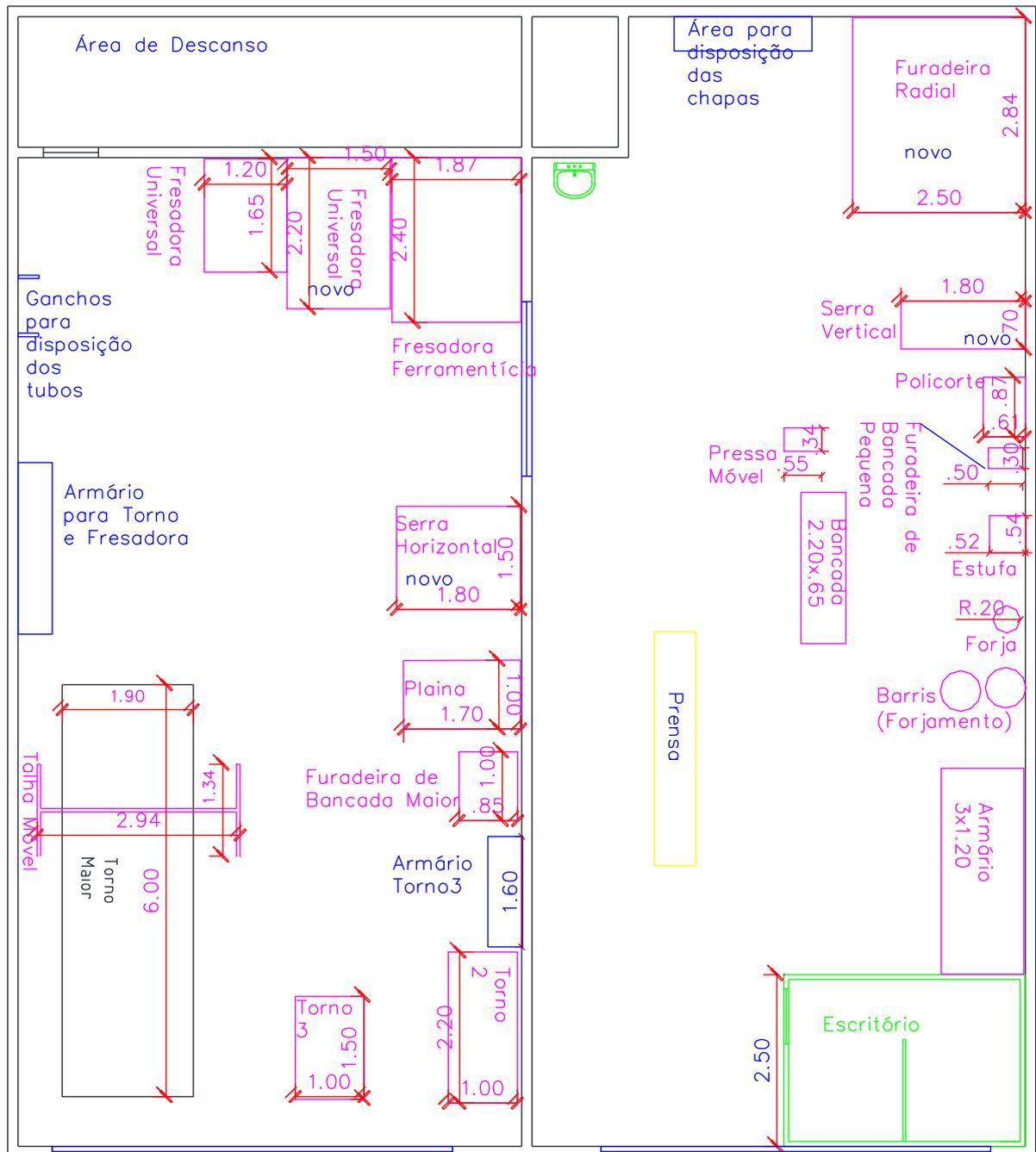
Fonte: Autor

Na Figura 11, mesmo mantendo-se as modificações listadas na proposta 2, pode-se visualizar o novo espaço para armazenamento de insumos próximo à sala de descanso dos funcionários.

4.4.5 Proposta 4

A proposta 4 contraria a restrição acerca da possibilidade de movimentação do torno maior, e foi construída no intuito de demonstrar aos gestores da empresa a otimização que esta modificação representaria, como mostra a Figura 12.

Figura 12 - Proposta de *Layout* 4



Fonte: Autor

Nesta proposta são mantidas as modificações acerca do escritório e da sala de descanso dos funcionários, a área de armazenamento dos insumos foi modificada, passando a ser composta por prateleiras em forma de ganchos onde seriam dispostos os materiais tubulares, e os armários foram reduzidos em tamanho e em quantidade, representando uma redução de objetos (ferramentas, peças e insumos) dispostos no corpo da empresa.

Os tornos foram rotacionados para aproveitamento do espaço disponível, as fresadoras foram aproximadas, respeitando a superfície de movimentação necessária para o manuseio destas, e não foi definido um espaço destinado à área de serviço.

Dentre as propostas de layout apresentadas, a mais viável pela escolha dos gestores foi a segunda proposta. Nesta, o aproveitamento de espaço foi considerado melhor do que na primeira proposta e os custos para implementação foi considerado menor que nas demais.

5 CONCLUSÃO

Através da aplicação das ferramentas de racionalização industrial, foi possível analisar a situação da empresa e desenvolver melhorias em diversas áreas, sobretudo no que tangem os controles gerenciais, o controle acerca da utilização do tempo disponível e o melhor aproveitamento do layout fabril.

Por meio da aplicação dos controles gerenciais foi possível o registro de dados e a alimentação de indicadores de desempenho do uso de máquinas e equipamentos, bem como o controle da quantidade de horas aplicadas no processo produtivo por parte dos colaboradores.

A análise do aproveitamento do tempo útil fundamentou medidas de mitigação de fatores que resultem em tempos improdutivos, proporcionando ganhos na produtividade. Esta análise também foi utilizado nas ponderações acerca das propostas de layout no que diz respeito aos tempos gastos com movimentação de produtos em processo e na movimentação dos colaboradores em busca de equipamentos e, em certos casos, de insumos.

O estudo do layout também otimizou o espaço físico da empresa, permitindo a inserção de novas máquinas e equipamentos para aumento da produção, realocou o setor administrativo melhorando a segurança dos clientes que não necessitaria mais cruzar toda a área fabril, disponibilizou área de convivência para maior conforto dos colaboradores em seus horários de descanso, ganhos financeiros associados à redução do tempo gasto na movimentação desnecessária, dentre outros.

A aplicação da racionalização industrial permitiu a análise do processo produtivo e a percepção de suas falhas. Do mesmo modo, direcionou o desenvolvimento de sugestões de melhorias que aperfeiçoaram o sistema produtivo em diversas esferas, dando subsídios ao crescimento desejado pelos gestores da empresa estudada.

REFERÊNCIAS

- ANTHONY, R.; GOVINDARAJAN, V. **Sistema de Controle Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2006.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total (No estilo japonês)**. (INDG Tecs, 1999).
- CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. (INDG Tecs, 2004).
- COSTA, Anderson Araújo. **FERRAMENTAS DE CONTROLE DA QUALIDADE APLICÁVEIS NA CULTURA DO MAMÃO, NO MUNICÍPIO DE PINHEIROS-ES**. Disponível no site: http://www.fucape.br/premio_excelencia_academica/upld/trab/7/anderson_Mono_10.pdf (acessado em 11/06/2012)
- CURY, Antonio. **Organização e Métodos**. São Paulo: Atlas, 2000.
- GODOY, Adelice Leite de. Coluna sobre **Ferramentas da Qualidade**. <http://www.cedet.com.br/index.php?/Tutoriais/Gestao-da-qualidade/ferramentas-da-qualidade.html>
- LAUGENI, Petrônio G Martins e Fernando Piero. **Administração da Produção** (Saraiva, 2005)
- MAGRI, Juliana Maria. **APLICAÇÃO DO MÉTODO QFD NO SETOR DE SERVIÇOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE**. Disponível no site: http://www.ufjf.br/ep/files/2009/08/tcc_jul2009_-juliana-magri.pdf (acessado em 13/06/2012)
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**. Artliber, 2009.
- MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. (Cengrange Learning, 2008)
- NASCIMENTO, André; MONTEIRO, Ian; SIMEONE, Josir. **O Sistema de Controle Gerencial de uma Empresa de Serviços Internacionalizada**. UERJ (disponível no site <http://www.aedb.br/seget/artigos11/39314361.pdf>).
- OLIVÉRIO, José Luiz. **Projeto de Fábrica: Produtos, Processos e Instalações Industriais**. São Paulo: IBLC, 1985.
- QUALIDADE BRASIL. **Vida e Obra de Kaoru Ishikawa**. Disponível no site: http://www.qualidadebrasil.com.br/pagina/kaoru_ishikawa/114. (Acessado em 11/06/2012)
- SILVA, Adolfo Sérgio Furtado da. **Work Sampling – Método de Amostragem de Trabalho**. Disponível no site: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&ved=0CF4QFjAH&url=http%3A%2F%2Fprofessor.uc>

g.br%2FsiteDocente%2Fadmin%2FarquivosUpload%2F10760%2Fmaterial%2FWork%2520Sampling.ppt&ei=3TulUc_EI4WR0QHWuoBg&usg=AFQjCNH0rmfExuy2oOdk eCVBYtC1guissw&sig2=_5FsJbVCZeaFG-0MjE70MA&bvm=bv.47008514.
(consultado dia 20/04/2013).

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. Tradução de Henrique Luiz Corrêa. Atlas, 2009.

TOLEDO, Itys-Fides Bueno de. **Cronoanálise**. São Paulo: Gráfica Brasil, 2007a.

TOLEDO, Itys-Fides Bueno de. **Lay-Out Arranjo Físico**. São Paulo: Gráfica Brasil, 2007b.

TOLEDO, Itys-Fides Bueno de. **Tempos e Métodos**. São Paulo: Gráfica Brasil, 2007c.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção**. Atlas, 2009.

VILLAR, Antonio de Melo; NOBREGA JUNIOR, Cláudio Lins. **Planejamento das Instalações Industriais**. João Pessoa: Manufatura, 2004.

APÊNDICES

Apêndice I – Ordem de Serviço

ORDEM DE SERVIÇO													Nº	00001					
CLIENTE:																			
DATA DE ENTRADA: / /												CÓDIGO DA PEÇA: NU							
DESCRIÇÃO DA PEÇA:																			
Nº PROCESSO	1-ESTUFA	2-FORJA	3-FRESADORA	4-FURADEIRA	5-LIXADEIRA	6-MÁQUINA DE SOLDADA	7-PINTURA	8-PLAINA	9-PLASMA	10-POLICORTE	11-PRENSA	12-SERRA HORIZONTAL	13-TORNO	P - M - G	DATA		HORAS TRABALHADAS	OPERADOR	MATERIAIS UTILIZADOS
															INÍCIO	TÉRMINO			
1															/	/			
2															/	/			
3															/	/			
4															/	/			
5															/	/			
6															/	/			
7															/	/			
8															/	/			
9															/	/			
10															/	/			
11															/	/			
12															/	/			
13															/	/			
14															/	/			
15															/	/			
OBSERVAÇÕES																			
DATA		HORA	DESCRIÇÃO																
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
/ /	:																		
DATA DE SAÍDA: / /																			
<div style="border-top: 1px solid black; width: 100%; margin-top: 10px;"></div> ASS. SUPERVISOR																			