ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DOS PONTOS DE EXPEDIÇÃO DA USINA ARCELORMITTAL AÇOS LONGOS – UNIDADE JUIZ DE FORA

Luís Octávio Alves Alvim

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PRODUÇÃO.

Aprovada por:

_____

Prof ª. Eliane da Silva Christo, DSc.

_____

Maria de Fátima Bianco Corrêa

_____

Prof. José Geraldo Ferreira, MSc.

.

JUIZ DE FORA, MG - BRASIL

DEZEMBRO DE 2007

ALVIM, LUÍS OCTÁVIO ALVES

Análise da Produtividade dos Pontos de Expedição da Usina ArcelorMittal Aços Longos – Unidade Juiz de Fora [Juiz de Fora] 2007

IX, 57 p. 29,7 cm (EPD/UFJF, Engenharia de Produção, 2007)

Tese - Universidade Federal de Juiz de Fora, EPD

1. Análise de Produtividade

I. EPD/UFJF II. Título (série)

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia Produção.

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DOS PONTOS DE EXPEDIÇÃO DA USINA ARCELORMITTAL AÇOS LONGOS – UNIDADE JUIZ DE FORA

Luís Octávio Alves Alvim

Dezembro/2007

Orientadores: Eliane da Silva Christo DSc
Maria de Fátima Bianco Corrêa

Curso: Engenharia de Produção

A medida da produtividade é um dos fatores essenciais no que se refere à capacidade produtiva, à alocação de mão-de-obra e consequentemente ao aumento da eficiência de um determinado setor, ou mesmo de uma organização. Com o conhecimento da capacidade de sua força de trabalho, uma empresa pode alocar, de maneira correta, seus funcionários em cada posto, possibilitando assim, uma redução de custos, dentre eles, o da mão-de-obra. Este estudo foi realizado na Usina Siderúrgica ArcelorMittal Juiz de Fora, e visa verificar os pontos críticos de expedição, analisando as atividades realizadas pelos funcionários de tais pontos de embarque, bem como os ganhos que se pode ter com a melhoria da eficiência no embarque de produtos.

Palavras-chave: Produtividade, Redução de custos, atividades.

Abstract of Thesis presented to Department of Production Engineering as a partial fulfillment of the requirements for the undergraduate degree

PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE EXPEDITION POINTS IN ARCELORMITTAL LONG STEELWORKS – JUIZ DE FORA PLANT

Luís Octávio Alves Alvim

December/2007

Advisors: Eliane da Silva Christo DSc
Maria de Fátima Bianco Corrêa

Department: Production Engineering

The productivity's measure is one of the essential factors concerning production capacity, workers allocation and, consequently, the efficiency's increase of a certain department or even of an entire organization. With the knowledge of its work's capacity, a company can allocate correctly its employees in each workstation thus leading to a cost's reduction, such as logistics costs. This study took place in Juiz de Fora plant's ArcelorMittal long steelworks and aimed to verify the critical points of expedition department, analyzing the tasks of the workers of these shipment points as well as the possible earnings due to the efficiency improvement in the products shipment.

Key-Words: Productivity, Cost's reduction, Tasks

Lista de Ilustrações

Ilustração 1: Fluxo produtivo da ArcelorMittal Juiz de Fora..... 27
Ilustração 2: Novo fluxo produtivo da ArcelorMittal Juiz de Fora..... 28
Ilustração 3: Modal *Piggy-back*..... 29
Ilustração 4: Caçambas sobre pranchas..... 30
Ilustração 5: Caçambas em caminhões..... 30
Ilustração 6: Usina ArcelorMittal Juiz de Fora..... 32
Ilustração 7: Carregamento de laminados..... 33
Ilustração 8: Ponto de expedição T3 - embarque de pregos e recozidos beneficados..... 33
Ilustração 9: Ponto de expedição T4 – embarque de recozidos e treliças..... 34
Ilustração 10: Ponto de expedição T5 – rolos e feixe de barras retas..... 34
Ilustração 11: Transferência de telas para o estoque da laminação 35
Ilustração 12: Formulário de coleta de dados..... 36
Ilustração 13: Planilha de dados..... 37
Ilustração 14: Recozidos para beneficiamento 48
Ilustração 15: Estoque de Recozidos 70Kg 49
Ilustração 16: AIçamento de feixe de CA60..... 57
Ilustração 17: Estoque de rolos de CA60..... 58

Lista de Equações

Equação 1: Variância 21
Equação 2: Equações Normais da reta de mínimo quadrado 25
Equação 3: Fórmulas para obtenção dos parâmetros β_0 e β_1 25
Equação 4: Coeficiente de linearidade de Pearson 26
Equação 5: Produtividade por dia 38
Equação 6: Capacidade de carregamento 39
Equação 7: Modelo de regressão linear para o T4 43
Equação 8: Modelo de regressão linear para o T5 47

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Distribuição da produtividade do T4 41
Gráfico 2: Análise de regressão do ponto T4 44
Gráfico 3: Distribuição da produtividade do T5 45
Gráfico 4: Análise de regressão do ponto T5 47
Gráfico 5: Percentuais das médias dos tipos de atividade no T4 50
Gráfico 6: Distribuição das atividades consideradas tempos improdutivos do T4 52
Gráfico 7: Distribuição das atividades consideradas tempos de falha operacional do T4.....53
Gráfico 8: Distribuição das atividades consideradas tempos de preparação do T4 55
Gráfico 9: Distribuição das atividades consideradas tempos de análise do T4 56
Gráfico 10: Percentuais das médias dos tipos de atividade no T5 58
Gráfico 11: Distribuição das atividades consideradas tempos improdutivos do T5 60
Gráfico 12: Distribuição das atividades consideradas tempos de análise do T5 62
Gráfico 13: Distribuição das Atividades Consideradas Tempos de Preparação do T5.....64

Lista de Tabelas

Tabela 1: Teste de hipótese.....23
Tabela 2: Média das produtividades por ponto.....38
Tabela 3: Capacidade produtiva da expedição ponto a ponto.....39
Tabela 4: Teste de normalidade para a produtividade do T4.....40
Tabela 5: Estatística descritiva da produtividade do ponto T4.....41
Tabela 6: Correlação linear entre quantidade e tempo gasto nos embarques do T4.....42
Tabela 7: Modelo Simples do T4.....42
Tabela 8: Coeficientes da equação linear do modelo do ponto T4.....42
Tabela 9: Teste de normalidade para a produtividade do T5.....44
Tabela 10: Estatística descritiva da produtividade do ponto T5.....45
Tabela 11: Correlação linear entre quantidade e tempo gasto nos embarques do T5.....46
Tabela 12: Modelo Simples do T5.....46
Tabela 13: Coeficientes da equação linear do modelo do ponto T5.....46
Tabela 14: Tempos improdutivos do T4.....51
Tabela 15: Tempos das falhas operacionais do T4.....53
Tabela 16: Tempos de preparação do T4.....54
Tabela 17: Tempos de análises do T4.....56
Tabela 18: Tempos improdutivos do T5.....60
Tabela 19: Tempos de análises do T5.....61
Tabela 20: Tempos de preparação do T5.....63
Tabela 21: Simulação do Tempo de Carregamento de seis horas.....65
Tabela 22: Simulação do Tempo de Carregamento de três horas 65

Sumário

LISTA DE ILUSTRAÇÕES V
LISTA DE EQUAÇÕES VI
LISTA DE GRÁFICOS ..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO 11

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 11
1.2 OBJETIVOS 11
1.3 JUSTIFICATIVAS 11
1.4 ESCOPO DO TRABALHO 11
1.5 METODOLOGIA 12

CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 13

2.1 LOGÍSTICA 13
2.2 PRODUTIVIDADE 14
2.3 AMOSTRAGEM ESTATÍSTICA 16
2.3.1 Amostragem Probabilística 17
2.3.2 Amostragem por Quotas 19
2.3.3 Amostragem Intencional 19
2.4 INFERÊNCIA ESTATÍSTICA 19
2.4.1 Estimação de Parâmetros 20
2.4.2 Teste de Hipótese 21
2.5 REGRESSÃO LINEAR SIMPLES E CORRELAÇÃO 24
2.5.1 Regressão Linear Simples 24
2.5.2 Correlação 25

CAPÍTULO III - ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DOS PONTOS DE EXPEDIÇÃO DA USINA ARCELORMITTAL JUIZ DE FORA 27

3.1 INTRODUÇÃO 27
3.2 A LOGÍSTICA DE RECEBIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA 29
3.2.1 O Fluxo Piggy-back 29
3.2.2 O Fluxo Trimodal 30
3.2.3 O Recebimento de Minério de Ferro 31
3.3 LOGÍSTICA DE EXPEDIÇÃO 31
3.3.1 Expedição da Laminação 32
3.3.2 Expedição da Trefilaria 33
3.4 LOGÍSTICA DE TRANSFERÊNCIAS INTERNAS 34
3.5 O PROBLEMA 35
3.6 A COLETA DE DADOS 36

3.7 A ANÁLISE DOS DADOS 37
3.7.1 Análise das Médias dos Dados *37*
3.7.2 Análises Estatísticas *40*
3.7.2.1 Ponto T4 40
3.7.2.2 Ponto T5 44
3.8 OBSERVAÇÕES DAS ATIVIDADES DOS EXPEDIDORES NOS PONTOS CRÍTICOS 48
3.8.1 Acompanhamento das Atividades no Ponto T4 ..... *48*
3.8.1.1 Estratificação dos Tempos Improdutivos 50
3.8.1.2 Estratificação das Falhas Operacionais 52
3.8.1.3 Estratificação do Tempo de Preparação do Carregamento 54
3.8.1.4 Estratificação dos Tempos de Análise da Documentação 55
3.8.2 Acompanhamento das Atividades no Ponto T5 ..... *57*
3.8.2.1 Estratificação dos Tempos Improdutivos 59
3.8.2.2 Estratificação dos Tempos de Análises 61
3.8.2.3 Estratificação dos Tempos de Preparação 62
3.9 RESULTADOS ESPERADOS 64

CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES 67

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

Capítulo I - INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O setor siderúrgico brasileiro é bastante competitivo, muitas empresas fornecem ao mercado, produtos de qualidade e com preços cada vez mais parecidos.

Pela grande competitividade entre estas, a gestão dos custos inerentes a todas as atividades se faz essencial, e a melhor maneira de se reduzir custos é melhorando processos, deixando-os cada vez mais enxutos.

O fato de estar fazendo estágio no Departamento de Logística da Usina ArcelorMittal – Juiz de Fora, além de sempre ter em mente que um Engenheiro de Produção tem a missão de implementar melhorias nos processos, reduzindo ao máximo os custos inerentes a este, me fez idealizar algo como este trabalho.

1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é medir, através da análise estatística por inferência, a capacidade produtiva dos pontos de expedição da usina siderúrgica ArcelorMittal Juiz de Fora. O resultado esperado é que a empresa obtenha uma maior eficiência na expedição de produtos e conseqüentemente uma redução no custo do processo logístico o que aumenta a sua margem de lucratividade.

1.3 Justificativas

Por existir uma necessidade interna de se conhecer a produtividade dos pontos de expedição, e assim se verificar as atividades e as interferências que mais afetam todo o processo, além de se objetivar uma redução de custos para a empresa, motivou a escolha do tema desenvolvido neste trabalho.

1.4 Escopo do trabalho

A proposta tem o escopo de analisar as atividades que mais interferem no trabalho dos funcionários dos pontos críticos de expedição da ArcelorMittal Juiz de Fora, porém

como esse trabalho utiliza-se de conhecimentos das áreas de Engenharia Industrial, Estatística e Logística pode ser reaplicado em qualquer empresa com processos logísticos similares, fazendo, com isso, que a ArcelorMittal Juiz de Fora, torne-se referência no assunto.

1.5 Metodologia

Após a escolha do tema da área de Engenharia de Produção para o desenvolvimento deste trabalho, a metodologia empregada para tal é o método de estudo de caso, que é uma metodologia específica de pesquisa de campo. São investigações de fenômenos à medida que ocorrem, sem qualquer interferência do investigador.

Em seguida, após definição dos métodos de coleta de dados que se baseiam em observações, estudo de campo e entrevistas, utilizaremos como premissa três princípios: usar múltiplas fontes de evidência; construir, ao longo do estudo, uma base de dados; e formar uma cadeia de evidências. Dando continuidade far-se-á necessária uma revisão bibliográfica a respeito do assunto a ser tratado no decorrer do trabalho. Após o estudo teórico, parte-se para a coleta de dados nos pontos de expedição da empresa; porém durante a execução do trabalho revisões bibliográficas são imprescindíveis para uma maior fundamentação.

A análise dos dados ocorre após o levantamento dos mesmos, para isso uma classificação destes dados é necessária, visando a separação de dados pertinentes e de dados que não correspondem à realidade (*outliers)*, de modo a se tentar chegar a uma conclusão sólida e também evitar o retrabalho de coleta dos dados, permitindo melhores resultados tanto na coleta quanto na análise dos mesmos.

Ao fim da coleta e da análise dos dados, será montado o relatório do trabalho, contendo neste o dimensionamento de funcionários por ponto, focando a melhoria da produtividade dos pontos de expedição.

Um cronograma foi elaborado para orientar as etapas de todo o projeto, dados de início e término de cada etapa são estipulados visando a entrega do trabalho no tempo certo.

Capítulo II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Logística

Com o grande aumento da concorrência no comércio mundial, as empresas cada vez mais procuram alternativas para superarem seus concorrentes. Porém, com os grandes avanços tecnológicos, muitas empresas de um mesmo ramo de negócio, possuem tecnologias parecidas, no que se refere aos processos produtivos. Uma siderúrgica, por exemplo, tem conhecimento das diversas técnicas e equipamentos envolvidos na produção de aço, com isso ela acaba por saber como seus concorrentes trabalham e quais os processos por eles empregados.

Com a equivalência tecnológica atingida atualmente pelas industrias, o fator que mais as diferencia é justamente a estratégia logística que estas empregam.

> "A logística empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivo para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos" (BALLOU, 1993, p. 17).

Como fator diferencial, a logística tende a agregar valor aos produtos de uma organização. Dentre esses, "agrega valor de lugar, de tempo, de qualidade e de informação..." (NOVAES, 2001, pág. 35).

Segundo Ballou R. (2006, pág. 33) "A logística trata da criação de valor – valor para os clientes e fornecedores da empresa, e valor para todos aqueles que têm nela interesses diretos."

A importância da logística no contexto empresarial atual é inquestionável, pois esta trata da distribuição física, da administração de materiais, do nível de serviço oferecido pela empresa, do sistema de transporte, da administração de tráfego, da armazenagem de produtos, do manuseio e acondicionamento de produtos, do controle de estoques, do planejamento da movimentação de mercadorias, do fluxo de informações e etc.. Ou seja, a logística esta disseminada em todos os setores, fazendo com que a industria seja ou não competitiva.

> “A Logística/Cadeia de Suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor.” (BALLOU, 2006, p. 29)

Para a manutenção da qualidade do desempenho logístico, deve haver um monitoramento constante, “As atividades logísticas devem ser encaradas como processo contínuo, cujo desempenho deve ser monitorado” (BALLOU, 1993, pág. 352).

No caso de um relaxamento no monitoramento de um processo, ou de um setor, pode ocorrer a queda no nível de serviço ou na produtividade, ainda mais quando mudanças são realizadas nos processos, nos procedimentos operacionais, nos produtos fabricados, ou mesmo no quadro de funcionários. Por isso o monitoramento da produtividade se faz essencial quando uma empresa passa por uma reformulação, ou mesmo, quando essa passa tempos sem avaliar seu próprio desempenho.

2.2 Produtividade

Existem certas dúvidas quanto à definição de produtividade, apesar desta ter sido introduzida na ciência econômica como uma medida do progresso técnico desde meados do século XIX, somente no final do referido século é que a noção do progresso técnico passou do domínio das apreciações qualitativas para o domínio das avaliações quantitativas. O responsável por isso, Frederick W. Taylor, iniciou vários trabalhos destinados a aumentar a eficiência de determinadas operações industriais, tais trabalhos tratavam-se de medir os tempos e analisar os movimentos em cadeia ou trabalhos repetitivos (FONTES, GOTTSCHALK e BORBA, 1982).

Entretanto, uma conceituação genérica de produtividade torna-se mais consistente quando relacionamo-la a qualquer sistema de produção, também conceituado de forma genérica. Assim a definição de produtividade poderá ser considerada para qualquer unidade econômica.

Um sistema de produção é considerado qualquer conjunto de partes que operam combinadamente e em harmonia para transformar insumos ou matérias-primas em produtos ou serviços.Trata-se de um sistema extremamente complexo em alguns casos, ou um pouco mais simplificado em outros, dependendo do enfoque que é dado à análise desse sistema. Ao se abordar uma só atividade dentro de um sistema complexo, estamos estabelecendo um enfoque simplificado para a resolução de um problema; à medida que queremos ou

necessitamos tornar o enfoque mais complexo, fazemos um agrupamento de atividades de uma mesma área, passando para um departamento ou divisão, à empresa em sua totalidade, a um setor econômico, e assim por diante (MOREIRA, 1991).

A todos os níveis dentro de uma organização ou de um sistema econômico será aplicável o conceito de produtividade.

Segundo MOREIRA (1991, pág. 2) “Dado um sistema de produção, a produtividade do mesmo é definida como a relação entre o que foi produzido e os insumos utilizados num certo período de tempo.” Podemos, então, ter a produtividade como uma relação entre a produção e um dos fatores de produção, ou mesmo, considerar a produtividade do trabalho humano, sendo essa, o quociente da produção pelo tempo empregado na produção (FONTES, GOTTSCHALK e BORBA, 1982).

Tendo-se em mente o conceito de produtividade, podemos constatar que “No domínio empresarial, podemos analisar a produtividade dos diversos setores da empresa,..” (NOVAES, 2001, pág. 372).

Tal análise de produtividade pode se dar de maneira parcial, levando-se em conta apenas um dos fatores de produção por vez; chamamos esta de produtividade parcial; ou então, podem-se considerar simultaneamente todos os insumos envolvidos no processo analisado, estabelecendo, para isso, uma soma ponderada dos *inputs* para se ter uma medida única dos mesmos; chamamos esta de produtividade total dos fatores.(Moreira, 1991).

Do ponto de vista da produtividade parcial, um dos fatores de maior relevância é a produtividade do trabalho humano, também chamada de produtividade da mão-de-obra. Isso se justifica por qualquer empresa ter esse tipo de insumo, tornando mais fácil sua medida (Moreira, 1991). Como a produtividade do trabalho está diretamente relacionada com o tempo para que esse seja realizado, “O tempo empregado na produção pode expressar-se por horas-homem, dias-homem, semana-homem e anos-homem. O tempo pode referir-se exclusivamente ao esforço do trabalhador direto ou do trabalhador indireto, ou a ambos os casos” (FONTES, GOTTSCHALK e BORBA, 1982, pág. 35).

Sobre a produtividade total dos fatores (PTF), podemos considerar que esta “... relata uma medida de produção a uma medida combinada de capital e trabalho. Em outras palavras, para um dado período, apropriam-se separadamente o capital e a mão-de-obra utilizados no processo produtivo, direta ou indiretamente, e em seguida constrói-se uma medida única somando os dois fatores” (MOREIRA, 1991, pág. 7).

> “À medida em que os cálculos se desloquem de alguma espécie de produtividade parcial para a *PTF* as dificuldades vão se avolumando. Elas estão ligadas à maior ou menor disponibilidade dos dados e,

> principalmente, a problemas metodológicos que surgem quando se tenta combinar insumos de diferentes naturezas em uma única medida.
> É possível ver agora como pode ser enganoso o uso da palavra produtividade num sentido genérico: na verdade, não existe uma, mas sim várias medidas da produtividade. Pode-se dizer, mais propriamente, como fez Siegel (1980), que produtividade designa uma família de relações entre produção e insumos, alterando-se a particular relação dependendo de quantos e quais insumos serão levados em conta. O uso de uma relação, ou seja, de uma medida de produtividade em detrimento de outra estará condicionado em princípio aos objetivos pretendidos com a medida, mas também a inevitáveis problemas práticos que forçam geralmente a simplificações, ainda que não desejadas." (MOREIRA, 1991, p. 3)

Para uma medida de produtividade que retrate a realidade do que se passa na organização, devemos coletar dados de maneira a se fazer uma análise estatística criteriosa, a fim de não comprometer a veracidade das informações. A coleta desses dados passa por uma dúvida bastante comum, que se refere à amostragem estatística.

2.3 Amostragem Estatística

A palavra amostra nos remete o significado de porção representativa ou pequena parte de alguma coisa ou objeto. Em estatística a palavra amostragem expressa a técnica ou processo de escolha adequada de amostras, objetivando uma conclusão, em relação ao todo, ou a população, da qual foram extraídas, através de análise das mesmas (CRUZ, 1978).

> "População é o conjunto de objectos, indivíduos ou resultados experimentais acerca do qual se pretende estudar alguma característica comum. As populações podem ser finitas ou infinitas, existentes ou conceptuais. Aos elementos da população chamamos unidades estatísticas. Amostra é uma parte da população que é observada com o objectivo de obter informação para estudar a característica pretendida." (MARTINS, 2007, p. 7).

Para a obtenção de amostras representativas as técnicas de amostragem de extrema relevância.

> "Consiste a amostragem estatística, num processo técnico especializado, muito utilizado, hodiernamente, na realização de pesquisas científicas em qualquer setor da atividade humana, objetivando, sobretudo, a redução do custo operacional (aspecto básico) dessas investigações, além de

> possibilitar o conhecimento dos seus resultados, em tempo útil – apenas analisando-se uma pequena parte ou fração do 'universo' estudado ou seja uma amostra do mesmo.
> Uma amostra estatística, para ser validada e bem representativa (condição principal) de um 'universo' estudado, deverá antes de tudo, ser uma miniatura do mesmo e possuir suas características quantitativas específicas, correspondentes às respectivas medidas estatísticas básicas, quais sejam 'média', 'proporção P de ocorrência', 'desvio padrão', 'variância', 'erro padrão' e 'coeficiente de variação' – todas porém geralmente desconhecidas do referido 'universo', razão pela qual, as calculadas em u'a amostra ('piloto' ou 'dimensionada'), logicamente deverão ser as mesmas daquele, de acordo com os princípios da hipótese nula. Essas medidas estatísticas básicas são denominadas parâmetros, em relação ao 'universo' e estatísticas, quando estimadas em uma amostra estudada (experimental ou dimensionada)." (CRUZ, 1978, p. 120)

Segundo Cruz (1978, pág. 124) "Existem apenas e unicamente três tipos distintos de amostragem estatística, quais sejam: amostragem probabilística, amostragem por quotas, amostragem intencional."

Contudo, a amostragem probabilística é considerada a mais científica, e tem seu fundamento na curva normal, portanto, no cálculo de probabilidade, podendo ser: equiprovável, estratificada, por conglomerados, ou polietápica.

2.3.1 Amostragem Probabilística

Com relação à amostragem aleatória, ou equiprovável, de acordo com Martins (2007, pág. 8) "Com o objetivo de minimizar o enviesamento, no planejamento da escolha da amostra deve ter-se presente o princípio da aleatoriedade de forma a obter uma amostra aleatória." A este princípio, Cruz (1978) chama de amostragem equiprovável, e segundo este autor (1978, pág. 125) "É assim denominada, aquela que possibilita a seleção ao acaso, das unidades componentes de uma amostra dimensionada diretamente de um 'universo' estudado, qualquer que seja seu tamanho."

No que tange a outro tipo de amostragem probabilística, a amostragem estratificada, segundo Cruz (1978, pág. 127) "Constitui um processo aperfeiçoado de amostragem probabilística, que possibilita a decomposição de um 'universo' estudado, em estratos (partes), tendo em vista sua transformação em 'sub-universos', com menor variabilidade."

> "Pode acontecer que a população possa ser subdividida em várias sub-populações, mais ou menos homogêneas relativamente à característica a estudar. Por exemplo, se se pretende estudar o salário médio auferido pelas famílias lisboetas, é possível dividir a região de Lisboa segundo zonas mais ou menos homogêneas, estratos, quanto à característica em estudo –

> salário médio, e posteriormente extrair de cada um destes estratos uma percentagem de elementos que irão constituir a amostra, sendo esta percentagem, de um modo geral, proporcional à dimensão dos estratos." (MARTINS, 2007, pág. 13)

A técnica de amostragem estratificada, ainda segundo Martins (2007, pág. 13) é feita do seguinte modo: "Divide-se a população em várias sub-populações – estratos, e de cada um destes estratos extrai-se aleatoriamente uma amostra. O conjunto de todas estas amostras constitui a amostra pretendida."

A respeito de amostragem por conglomerado, ou *clusters*, que também se trata de um outro tipo de amostragem probabilística, segundo Martins (2007, pág. 14) "A população é dividida em *clusters*, onde cada *cluster* é representativo da população. Selecciona-se aleatoriamente um conjunto de *clusters* e a amostra é constituída por todos os elementos dos *clusters* seleccionados."

> "Representa o tipo mais prático e também mais econômico de amostragem probabilística. Possibilita, devido sua natureza peculiar, o conhecimento,em tempo útil e, evidentemente, com o mínimo de despesas, dos resultados de qualquer pesquisa. É também conhecida, universalmente, por amostragem agregada." (CRUZ, 1978, p. 128)

E por fim, sobre a amostragem polietápica, é considerada, "...na opinião dos '*experts*' no assunto, um dos mais eficientes recursos da amostragem estatística hodierna" (CRUZ, 1978, pág. 131).

> "Devido ao fato de ser relativamente baixo o seu custo operacional, o pesquisador fica então à vontade, para aumentar, querendo, o número de elementos da amostra que inicialmente dimensionar (no 1º estágio), o que contribui, como é evidente, para reduzir o respectivo erro de amostragem." (CRUZ, 1978, p. 131)

Como esquema de obtenção de amostras por amostragem polietápica, podemos citar:

> "No 1º estágio, de uma população constituída por unidades amostrais chamadas de 1º estágio, ou primárias, extrai-se uma amostra acidental; no 2º estágio, definem-se tantas populações de unidades secundárias quantas

> foram as unidades primárias; extrai-se em seguida, uma amostra acidental, etc.” (Fava, apud CRUZ, 1978)

2.3.2 Amostragem por Quotas

Fora do campo da amostragem probabilística, podemos evidenciar a amostragem por quotas, que “Embora não tendo caráter científico, visto não ser de natureza probabilística...” (CRUZ, 1978, pág. 132), é bastante utilizada na realização de pesquisas, tais quais: pesquisas de mercado, pesquisas de opinião pública, dentre outras que necessitam de ser levadas a efeito em documentos.

Esse tipo de amostragem consiste no dimensionamento da amostra, feito arbitrariamente, realização de entrevista junto ao público alvo, e registro de resultados em fichas que estarão em poder dos pesquisadores. (CRUZ, 1978, pág. 132)

2.3.3 Amostragem Intencional

Trata-se de um método “*sui generis*” e pouco utilizado por não ser de caráter científico.

> “Nesse processo, uma amostra não é dimensionada, matematicamente, a exemplo do que ocorre com os demais métodos amostrais. O número de elementos que irão compor a amostra é, por mais estranho que pareça, fixado, de modo arbitrário, pelo pesquisador, à ocasião da observação estatística, ao passo que os aludidos elementos são selecionados, ‘intencionalmente’, isto é, são escolhidos, segundo o gosto e a preferência do mesmo – ficando tudo, por conseguinte, sujeito à sua equação pessoal. Como é sabido, o subjectivismo é uma prática condenada em observação científica direta (seja de natureza estatística ou não), que, para atingir sua finalidade, terá obrigatoriamente de ser objetiva. Obviamente e como se poderá depreender, face ao esclarecido, linhas acima, terão de ser comprometedores, os resultados conclusivos de qualquer pesquisa, realizada através desse processo amostral, por causa das enormes distorções que poderão apresentar.” (CRUZ, 1978, p. 134)

2.4 Inferência Estatística

Após a escolha do método de amostragem, é feita a coleta dos dados para a formação de uma amostra. De posse da amostra é feita uma inferência estatística dos dados obtidos.

Segundo Montgomery (2003, pág. 126) “O campo da inferência estatística consiste naqueles métodos usados para tomar decisões ou tirar conclusões acerca de uma população. Esses métodos utilizam a informação contida em uma amostra da população para tirar conclusões.”

Já segundo Spiegel (1977, pág. 233) “Em geral, um estudo de inferências, feito a respeito de uma população, mediante a utilização de amostras dela extraídas, juntamente com as indicações da precisão dessas inferências, obtidas por meio da teoria da probabilidade, é denominada inferência estatística.”

Tendo-se o conhecimento do conceito de inferência estatística, podem-se verificar as partes que constituem este assunto: a estimação de parâmetros e teste de hipóteses.

2.4.1 Estimação de Parâmetros

> “Um problema importante da inferência estatística é a estimação dos parâmetros populacionais ou, abreviadamente, parâmetros (tais como a média, a variância da população etc.), deduzidos da estatística amostral correspondente, ou, abreviadamente, estatística (isto é, a média, a variância da amostra, etc.)” (SPIEGEL, 1977, p. 257).

Um exemplo de um problema de estimação de parâmetros é dado por Montgomery (2003) como uma suposição de uma situação em que um engenheiro de estruturas analisa a resistência à tensão de um componente usado em um chassi de automóvel. Devido à variabilidade da resistência à tração, que é comum entre os componentes individuais, o engenheiro está interessado na estimação da resistência média à tração dos componentes. Na prática, o engenheiro usará dados obtidos da amostra para calcular um valor que seja razoável da média verdadeira. Para esse número ou valor é dado o nome de estimativa.

Então podemos concluir que estimação de parâmetros é a obtenção de um valor, a partir de dados amostrais, que se aproxime do valor verdadeiro da estatística referente à população de onde a amostra foi extraída.

Segundo Martins (2007, pág. 15) “Uma vez escolhido um plano de amostragem aleatório, ao pretendermos estimar um parâmetro, pode ser possível utilizar várias estatísticas (estimadores) diferentes.”

Ainda segundo Martins (2007) pode-se considerar como exemplo o estudo da variabilidade presente em uma população que pode ser medida pela variância populacional σ^2, a partir de uma amostra podem-se calcular duas estimativas diferentes para essa variância, a partir das expressões:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n-1} \quad \text{ou} \quad s'^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}{n}$$

Equação 1: Variância

A partir do exemplo citado acima pela autora, surge uma dúvida quanto a qual estimador deve ser escolhido. “Um estimador deve estar ‘perto’, de algum modo, do valor verdadeiro do parâmetro desconhecido. Formalmente, dizemos que Θ é um estimador não tendencioso de θ, se o valor esperado de Θ for igual a θ“ (MONTGOMERY, 2003, pág. 128).

Já segundo Martins (2007) “Um critério que costuma ser aplicado é o de escolher um ‘bom’ estimador como sendo aquele que é centrado e que tem uma boa precisão.” Nesse caso a denominação “estimador centrado”, utilizada pela autora portuguesa, tem o mesmo sentido da denominação “estimador não tendencioso”, utilizada por Montgomery.

2.4.2 Teste de Hipótese

Muitos problemas encontrados em engenharia fazem com que tomemos decisões entre aceitar ou rejeitar uma afirmação sobre algum parâmetro. Para essa afirmação dá-se o nome de hipótese e para o procedimento de tomada de decisão a respeito da hipótese dá se o nome de teste de hipótese (MONTGOMERY, 2003).

> “Ao tentar a fixação de decisões, é conveniente a formulação de hipóteses ou de conjeturas acerca das populações interessadas. Essas suposições, que podem ser ou não verdadeiras, são denominadas hipóteses estatísticas e, em geral, consistem em considerações acerca das distribuições de probabilidade das populações.” (SPIEGEL, 1977, p. 276)

> “O objectivo dos testes de hipóteses, é determinar se uma dada conjectura ou hipótese que fazemos acerca de uma população, é plausível, isto é, tem razão de ser. Precisamente esta plausibilidade é calculada com base na informação obtida a partir de uma amostra da população.” (MARTINS, 2007, p. 59)

Ainda sobre Spiegel (1977, pág. 276) “Em alguns casos, formula-se uma hipótese estatística com o único propósito de rejeitá-la ou invalidá-la.”

> “Num teste estatístico temos duas hipóteses em alternativa, a que chamamos hipótese nula (H_0) e hipótese alternativa (H_1), sobre um parâmetro desconhecido da população. A hipótese nula é a hipótese que reflecte a situação em que não há mudança, sendo pois uma hipótese conservadora e é aquela em que temos mais confiança (resultado de uma experiência passada). O objectivo de um teste de hipóteses é o de tomar uma decisão, no sentido de verificar se existem razões para rejeitar ou não a hipótese nula. Esta decisão é baseada na informação disponível, obtida a partir de uma amostra, que se recolhe da população.” (MARTINS, 2007, pág. 63)

Contudo, é de suma importância lembrar que hipóteses são sempre afirmações sobre uma população ou distribuição, a qual se esteja estudando, não são afirmações sobre a amostra. O valor do parâmetro considerado para hipótese nula é habitualmente determinado de uma dentre três maneiras. A primeira é que o valor do parâmetro da hipótese nula pode resultar de alguma experiência passada ou do conhecimento do processo em questão ou de experimentos prévios realizados. A segunda alternativa para a determinação da hipótese nula é a derivação de seu valor de alguma teoria ou modelo relativo ao processo em estudo. A terceira opção aparece quando o valor do parâmetro da população estudada resulta de considerações externas, especificações, obrigações contratuais, etc. (MONTGOMERY, 2003).

> “Se uma hipótese for rejeitada quando deveria ser aceita, diz-se que foi cometido um erro do Tipo I. Se, por outro lado, for aceita uma hipótese que deveria ser rejeitada, diz-se que foi cometido um erro do Tipo II. Em ambos os casos ocorreu uma decisão errada ou um erro de julgamento.”(SPIEGEL, 1977, p. 277)

Segundo Martins (2007, pág. 64) “O seguinte quadro reflecte a situação verificada quando se realiza um teste de hipóteses:”

Tabela 1: Teste de hipótese

		Situação verdadeira	
		H_0 verdadeira	H_1 verdadeira
Decisão	Não rejeitar H_0	Decisão correcta	Erro tipo 2 P(Erro tipo 2)=β
	Rejeitar H_0	Erro tipo 1 P(Erro tipo 1)=α	Decisão correcta

Fonte: MARTINS (2007).

"Algumas vezes, a probabilidade do erro tipo I é chamado de nível de significância, ou tamanho do teste" (MONTGOMERY, 2003, pág. 144).

> "Ao testar uma hipótese estabelecida, a probabilidade máxima com a qual se sujeitará a correr o risco de um erro do Tipo I é denominada nível de significância do teste. Essa probabilidade, representada frequentemente por α, é geralmente especificada antes da extração de quaisquer amostras, de modo que os resultados obtidos não influenciem na escolha.
> Na prática, é usual a adoção de um nível de significância 0,05, ou 0,01, embora possam ser usados outros valores. Se, por exemplo, é escolhido um nível de significância 0,05, ou 5%, no planejamento de um teste de hipótese, há então cerca de 5 probabilidades, em 100, da hipótese ser rejeitada, quando deveria ser aceita, isto é, há uma confiança de cerca de 95% de que se tome uma decisão acertada. Nesses casos, diz-se que a hipótese é rejeitada no nível de significância 0,05, o que significa que a probabilidade de erro seria de 0,05." (SPIEGEL, 1977, p. 278)

Enfim, Montgomery (2003) estabelece um procedimento geral para testes de hipóteses, o qual fornece uma seqüência de oito etapas a serem seguidas:

1. A partir do contexto do problema, identifique o parâmetro de interesse;
2. Estabeleça a hipótese nula H_0;
3. Especifique uma hipótese alternativa apropriada H_1;
4. Escolha um nível de significância, α;
5. Estabeleça uma estatística apropriada de teste;
6. Estabeleça a região de rejeição para a estatística;
7. Calcule qualquer grandeza amostral necessária, substitua-a na equação para a estatística de teste e calcule aquele valor;
8. Decida se H_0 deve ser ou não rejeitada e reporte isso ao contexto do problema.

2.5 Regressão Linear Simples e Correlação

É comum e freqüente encontrarmos, na prática, duas ou mais variáveis que se relacionem entre si. Por exemplo: os pesos dos adultos do sexo masculino dependem, em certo grau, de suas alturas. Deseja-se, então, expressar essa relação entre as variáveis sob forma matemática, através do estabelecimento de uma equação que ligue as variáveis (SPIEGEL, 1977).

> "Em muitos problemas, duas ou mais variáveis estão inerentemente relacionadas, sendo necessário explorar a natureza dessa relação. Análise de regressão é uma técnica estatística para modelar e investigar a relação entre duas ou mais variáveis." (MONTGOMERY, 2003, p. 205)

Ao se coletar dados referentes a duas variáveis, tempo para se percorrer uma trajetória e distância, por exemplo, é freqüente a plotagem dos dados coletados, ou analisados, em um gráfico onde cada um dos dois eixos corresponde às variáveis estudadas (diagrama de dispersão). "No diagrama de dispersão é possível, freqüentemente, visualizar uma curva regular que aproxime os dados. Essa curva é denominada de ajustamento" (Spiegel, 1977, pág. 363).

Podemos considerar que "A análise de regressão pode ser usada para construir um modelo para prever.." (MONTGOMERY, 2003, pág. 205), os resultados futuros da relação entre variáveis, com base em dados coletados e comparados anteriormente.

Segundo Spiegel (1977, pág. 362) "Para auxiliar a determinação de uma equação que relacione as variáveis, um primeiro passo consiste em colecionar dados que indiquem os valores correspondentes das variáveis consideradas."

2.5.1 Regressão Linear Simples

> "O caso de regressão linear simples considera um único regressor ou preditor x e uma variável dependente ou variável de resposta Y. Suponha que a relação verdadeira entre Y e x seja uma linha reta e que a observação Y em cada nível de x seja uma variável aleatória. Como notado previamente, o valor esperado de Y para cada valor de x é $E(Y/x) = \beta_0 + \beta_1 x$" (MONTGOMERY, 2003, p. 207)

Quando os dados são plotados em um diagrama de dispersão, os pontos formados ficam, por muitas vezes, a certa distância vertical da reta identificada pela equação do modelo de regressão.

Segundo Montgomery (2003, pág. 207) “As estimativas de β_0 e β_1 devem resultar em uma linha que é (em algum sentido) o ‘melhor ajuste’ para os dados. O cientista alemão Karl Gauss (1777-1855) propôs estimar os parâmetros β_0 e β_1 de modo a minimizar a soma dos quadrados dos desvios verticais.” Ao método de estimar os coeficientes de regressão chamamos de mínimos quadrados.

As constantes β_0 e β_1 podem ser determinadas através da resolução simultânea do sistema de equações (Spiegel, 1977):

$$\begin{cases} \sum Y = \beta_0 N + \beta_1 \sum x \\ \sum xY = \beta_0 \sum x + \beta_1 \sum X^2 \end{cases}$$

Equação 2: Equações Normais da reta de mínimo quadrado

Caso seja desejado, a obtenção de β_0 e β_1, também pode ser através das fórmulas (Spiegel, 1977):

$$\beta_0 = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum x)(\sum xY)}{N\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$\beta_1 = \frac{N\sum xY - (\sum x)(\sum Y)}{N\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Equação 3: Fórmulas para obtenção dos parâmetros β_0 e β_1

2.5.2 Correlação

Quando todos os valores das variáveis satisfazem exatamente uma equação, afirma-se que estas estão perfeitamente correlacionadas. Tal qual o comprimento de uma circunferência e o raio da mesma na equação C = 2 π r (SPIEGEL, 1977).

> "Muitas aplicações da análise de regressão envolvem situações em que ambas as variáveis X e Y, sejam aleatórias. Nessas situações, geralmente é considerado que as observações (X_i, Y_i), i = 1,2,..., n sejam variáveis aleatórias distribuídas conjuntamente, obtidas a partir da distribuição f(x,y)" (MONTGOMERY, 2003, p. 224)

Se todos os pontos de um diagrama de dispersão, onde estão plotados os pontos que representam X e Y, parecerem cair nas proximidades de uma reta, a correlação é denominada linear (SPIEGEL, 1977).

Quando Y tende a aumentar quando X cresce, a correlação é dita positiva ou direta. Se Y tende a diminuir na medida em que X aumenta, a correlação é dita negativa ou inversa (SPIEGEL, 1977).

Ainda segundo Spiegel (1977, pág. 402) "Ao tratar de modo quantitativo do problema da dispersão dos dados amostrais, em relação a retas ou a curvas, será necessário estabelecer medidas de correlação."

Uma das mais utilizadas medidas de correlação é a linear, e para se determinar a correlação linear entre duas variáveis utiliza-se o coeficiente de Pearson, também chamado correlação produto-momento, descrito pela fórmula abaixo:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - n\bar{X}\bar{Y}}{(n-1)S_x S_y}$$

Equação 4: Coeficiente de linearidade de Pearson

Onde: $\bar{X}$ e $\bar{Y}$ é a média amostral de X e Y, S_x e S_y são o desvio padrão de X e Y.

Propriedade: $-1 \leq r \leq 1$

Classificação da correlação:

r = 1, correlação linear positiva e perfeita;

r = -1, correlação linear negativa e perfeita;

r = 0, inexistência de correlação linear.

Capítulo III - Análise da Produtividade dos Pontos de Expedição da Usina ARCELORMITTAL Juiz de Fora

3.1 Introdução

A ArcelorMittal – Juiz de Fora é uma usina siderúrgica pertencente ao Grupo Arcelor-Mittal, destaca-se nacionalmente pela eficiência em sua gestão e pela qualidade na produção de aços longos.

A planta atual foi construída na primeira metade da década de 80 e inaugurada em 1984 pelo grupo Mendes Junior; era uma ousada investida no setor de siderurgia de um grupo tradicionalmente forte na construção civil, fundando assim a Siderúrgica Mendes Junior.

Após seguidas crises financeiras passadas pelo grupo Mendes Júnior, em 1995 a Belgo Mineira Participação arrendou as instalações fabris da Siderúrgica Mendes Junior, como parte de estratégia de ampliação da escala produtiva do setor siderúrgico do Grupo Belgo. Após sucessivas renovações do contrato de arrendamento, em março de 2003 a usina de Juiz de Fora foi definitivamente adquirida pela Belgo. A planta original foi praticamente mantida, ou seja, as instalações industriais e o fluxo produtivo foram os mesmos, Pátio de sucatas, Aciaria Elétrica, Laminação e Trefilaria.

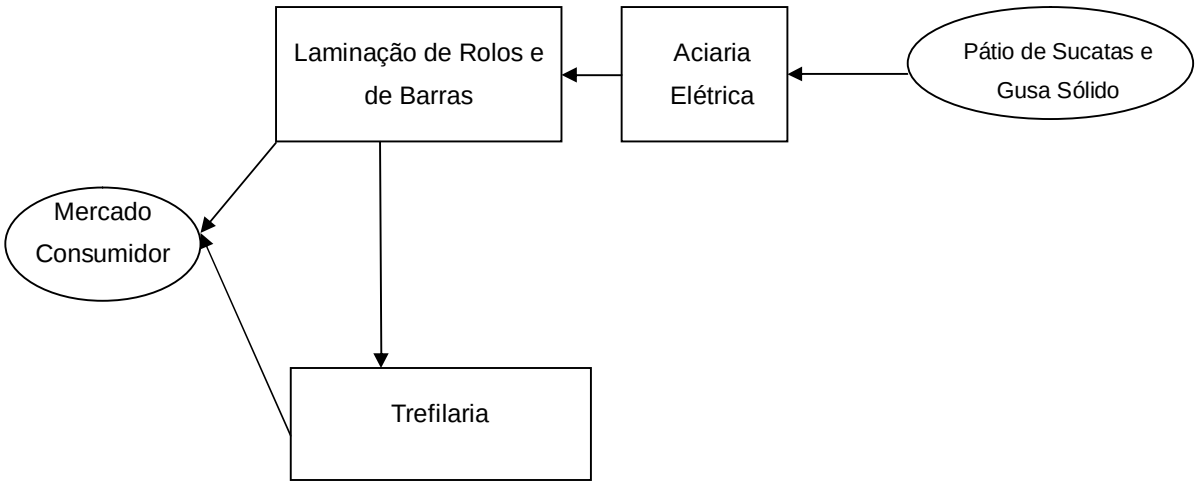

Ilustração 1: Fluxo produtivo da ArcelorMittal Juiz de Fora

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2002, o Grupo Arcelor tornou-se o principal acionista da Belgo e implementando uma gestão moderna continuou obtendo ótimos resultados. Com os seguidos sucessos alcançados a Belgo Arcelor decidiu ousar, buscando uma auto-suficiência no abastecimento de gusa, foi implantado o Projeto Gusa-Líquido, no qual o ponto central era a construção de dois altos-fornos a carvão vegetal. A implantação desse projeto fez com que o fluxo produtivo tivesse novo formato.

Em 2006, a Arcelor, que era o segundo maior grupo siderúrgico do mundo, foi adquirida pelo maior grupo do planeta, a Mittal, do resultado dessa fusão surgiu um gigantesco grupo siderúrgico, a ArcelorMittal, que hoje é três vezes e meia maior que o segundo colocado do *ranking*.

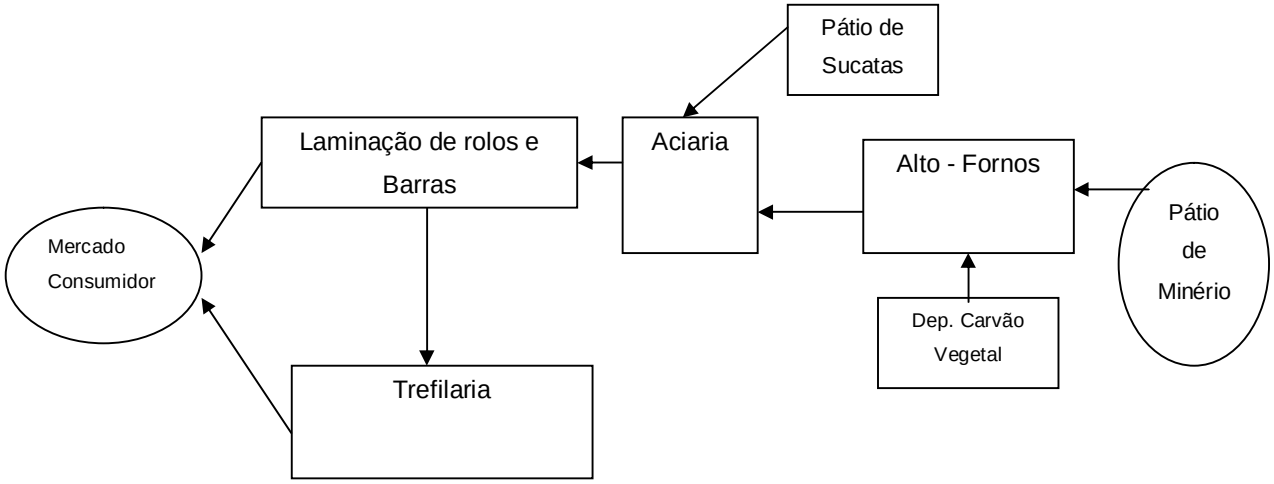

Ilustração 2: Novo fluxo produtivo da ArcelorMittal Juiz de Fora

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Projeto Gusa-Líquido trouxe inúmeros benefícios para a usina. Além de eliminar a dependência de pequenas siderúrgicas fornecedoras de gusa sólido, há também a economia de energia na fusão do gusa com a sucata, visto que o gusa já chega ao Forno Elétrico a Arco (FEA) em temperatura bastante elevada.

Porém para a implantação do projeto, uma logística ousada e inteligente teve de ser estudada e viabilizada.

Além de ter uma logística inteligente de recebimento de minério, é necessário também um projeto eficiente no recebimento de sucata, não deixando de lado a expedição de produtos acabados, o que faz parte da estratégia da empresa no que se refere à sua competitividade no mercado nacional e internacional.

3.2 A Logística de Recebimento de Matéria-Prima

A unidade de Juiz de Fora situa-se em um complexo contexto logístico, próxima às maiores cidades do país, ou seja os maiores mercados consumidores e fornecedores de matéria-prima, e próxima também a uma região rica em minério de ferro, o quadrilátero ferrífero, na região central de Minas Gerais.

A empresa tem como vias de escoamento e de recebimento a Rodovia BR-040, que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro, a Rodovia Br-267 que liga a Zona da Mata Mineira ao Estado de São Paulo e a ferrovia arrendada pela MRS Logística, parceira da ArcelorMittal no que se refere ao transporte ferroviário, compreendendo uma malha que abrange os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Os principais insumos comprados pela usina são o minério de ferro e a sucata, matérias-primas básicas na produção de aço. Estes insumos têm diversas origens, sendo a principal origem da sucata consumida pela ArcelorMittal o Estado de São Paulo e a origem do minério de ferro a região central de Minas Gerais.

Além de São Paulo, a sucata é comprada também de outros mercados, como Rio de Janeiro e Belo Horizonte, sendo o recebimento feito por modal rodoviário e por modal rodo-ferroviário. Neste tópico é dado um destaque para o fluxo *piggy-back* e para fluxo através de caçambas Trimodal.

3.2.1 O Fluxo *Piggy-back*

Este tipo de transporte rodo-ferroviário, consiste de semi-reboques de carretas, com capacidade de aproximadamente 26 ton. que são colocados em número de duas sobre cada prancha ferroviária, e transportadas via ferrovia.

Ilustração 3: Modal *Piggy-back*

Fonte: ArcelorMittal.

Basicamente, o fluxo consiste em coleta de sucata metálica na Grande São Paulo, por carretas, que se concentram no terminal da operadora de cargas de Itaqüaquecetuba, onde os semi-reboques com sucata são dispostos sobre vagões da MRS e daí, despachados regularmente para Juiz de Fora. Na usina são descarregados e carregados de volta para São Paulo com produtos siderúrgicos, como vergalhões e bobinas de fio-máquina. Chegando a São Paulo, entregam-se os produtos aos clientes e posteriormente completam o ciclo sendo carregadas novamente com sucata.

3.2.2 O Fluxo Trimodal

Em termos de movimentação o fluxo de caçambas Trimodal empregado pela ArcelorMittal – Juiz de Fora é bastante parecido com o fluxo *Piggy-back* descrito no item anterior, ou seja: Caçambas carregadas com sucatas no pátio de metálicos na região de Belo Horizonte são transportadas por caminhões do tipo *Roll-on/Roll-off* até o Terminal do Barreiro em Belo Horizonte, lá são retiradas dos caminhões e sobrepostas em pranchas ferroviárias em número de três caçambas para cada prancha, estas são transportadas via ferrovia até a usina de Juiz de Fora, onde serão descarregadas no terminal dentro da Usina denominado L2; caminhões alugados transportam essas caçambas até o pátio de sucata para serem descarregadas, após estarem vazias são carregadas com produtos siderúrgicos e enviadas novamente a Belo Horizonte via ferrovia, sendo retiradas das pranchas no terminal do Barreiro e levadas por caminhões até o Centro de Distribuição e aos Consumidores de Produto.

Ilustração 4: Caçambas sobre pranchas

Fonte: ArcelorMittal.

Ilustração 5: Caçambas em caminhões

Fonte: ArcelorMittal.

3.2.3 O Recebimento de Minério de Ferro

O minério recebido na ArcelorMittal Juiz de Fora é proveniente do quadrilátero-ferrífero, cuja localização está nas imediações de Belo Horizonte. Como a produção de gusa é contínua, a demanda por minério é alta, necessitando de um recebimento constante para se manter o nível desejado de estoque de cada tipo de minério de ferro comprado. Somente nos meses de fevereiro e março de 2007 ocorreu o recebimento de em média 40.563 toneladas de minério de ferro o que equivale a uma média de 425 vagões desse produto ou seis composições ferroviárias por mês.

Com a definição da localização do pátio de minérios no interior da usina foi construído um novo ramal ferroviário juntamente com uma rampa de descarga para viabilizar a chegada e descarregamento dessa matéria-prima. A partir de então outra movimentação ferroviária foi implantada e se juntou à movimentação de *Piggy-backs*, Trimodal, pranchas lisas e vagões gôndolas.

Em média a freqüência de recebimento de minério é aproximadamente a cada 3 dias, e o tempo de demora de descarregamento está por volta de 10 horas.

3.3 Logística de Expedição

A expedição de produtos da usina ArcelorMittal Juiz de Fora é feita através de dois setores da usina a serem destacados: A expedição da laminação e a expedição da trefilaria.

Ilustração 6: Usina ArcelorMittal Juiz de Fora

Fonte: ArcelorMittal.

3.3.1 Expedição da Laminação

Na expedição da laminação são embarcados produtos laminados (barras retas, fios-máquina e vergalhões em rolo), além de alguns produtos trefilados que são transferidos para a expedição da laminação por esta ter maior disponibilidade de espaço. Estes produtos são: telas em painel, telas para coluna e barras-retas de CA 60.

Nestes pontos de embarque o carregamento é feito via ferrovia ou em caminhões, sendo que os produtos laminados podem ser escoados via ferrovia, ou rodovia; os produtos trefilados são carregados exclusivamente em caminhões.

Devido ao alto custo fixo do transporte ferroviário e à restrição de acesso, este modal só é utilizado para determinados clientes que compram grandes quantidades. Geralmente são utilizados vagões gôndolas, pranchas lisas, *piggy-backs* e Trimodal, estes dois últimos já detalhados na seção anterior.

A expedição da laminação conta com seis pontos de carregamento, sendo eles: L1, L2, L3, L4, L5 e L8. Destes seis pontos, três pontos são de embarque de produtos laminados (L1, L2 e L5), e outros três são de embarque de produtos trefilados.

Ilustração 7: Carregamento de laminados

Fonte: ArcelorMittal.

3.3.2 Expedição da Trefilaria

Na trefilaria temos a expedição de produtos através de caminhões e carretas terceirizados. Os produtos lá embarcados são treliças, pallets de pregos e arames recozidos para o mercado interno e para beneficiamento, rolos de CA 60, feixes de barras retas de CA 60 entre outros. Neste local, a ArcelorMittal conta com três pontos de carregamento, a saber: T3, T4 e T5.

O ponto T3 é o local de embarque de pregos e recozidos beneficiados, sendo que estes dois tipos de produtos são paletizados.

Ilustração 8: Ponto de expedição T3 - embarque de pregos e recozidos beneficados

Fonte: ArcelorMittal.

O ponto T4 é o local de embarque de recozidos em rolos de 70kg, treliças e recozidos intermediários para beneficiamento. Sendo o beneficiamento uma atividade realizada por terceiros fora da usina, onde estes transformam rolos grandes de recozido em

rolinhos de 1kg devidamente paletizados e embalados. Tais paletes de recozidos são levados de volta à usina e estocados e embarcados no ponto T3. Tais atividades de embarque de recozidos para beneficiamento são realizadas por um homem que trabalha em turno administrativo, ao contrário dos demais expedidores do ponto, os quais trabalham em regime de rotatividade nos três turnos de trabalho existentes.

Ilustração 9: Ponto de expedição T4 – embarque de recozidos e treliças
Fonte: ArcelorMittal.

O ponto T5 é o local onde se embarcam rolos de CA 60 de 180kg e feixes de barras retas, também de CA 60.

Ilustração 10: Ponto de expedição T5 – rolos e feixe de barras retas
Fonte: ArcelorMittal.

3.4 Logística de Transferências Internas

Devido a uma estratégia da empresa, visando uma maior competitividade no mercado de aços para a construção civil, aos produtos trefilados (arames) foram sendo

agregados valores, fazendo com isso que a produção da trefilaria da ArcelorMittal Juiz de Fora aumentasse sua gama de produtos. Atualmente são fabricadas telas em painel, telas em rolo, telas para colunas, treliças, arames recozidos, pregos, CA 60 em rolo e barra reta, dentre outros.

Com este aumento de produção a expedição da tefilaria foi sendo empurrada devido à falta de espaço dentro dos galpões. Houve então a necessidade de abrir estoques de alguns produtos trefilados na expedição da laminação. Os produtos escolhidos foram as telas em geral e alguns outros arames que ficariam em um ponto estratégico em embarque.

As telas são transferidas para o estoque na laminação através de pranchas ferroviárias, os arames em rolos e estocadores de arames são transferidos através de um vagão *sider*, este tipo de vagão é utilizado por estes produtos não poderem receber qualquer tipo de umidade, por se oxidarem facilmente e assim perderem valor comercial. A freqüência destas transferências varia de acordo com a necessidade de se esvaziar as áreas de pulmão da produção, ou seja, as áreas que recebem os produtos logo após estes saírem da produção.

Os vagões com produtos a serem transferidos são tracionados por uma pequena locomotiva de propriedade da ArcelorMittal, esta fica por conta de transferências e por tracionar vagões com caçambas Trimodal e *piggy-back* para a saída da usina.

Ilustração 11: Transferência de telas para o estoque da laminação

Fonte: ArcelorMittal.

3.5 O Problema

Devido à grande diversidade de carregamentos diários ocorridos dentro da usina e à abertura de novos pontos de carregamento, perdeu-se a exatidão da produtividade dos homens em cada ponto, de acordo com a produção e expedição de produtos mensal, por

isso, um estudo com fundamento estatístico se fez necessário para se analisar as atividades dos pontos críticos.

3.6 A Coleta de Dados

Os dados foram coletados de maneira aleatória, ou seja, carregamentos diversos foram acompanhados durante um período de um pouco mais de três meses. Pelo fato da expedição da usina trabalhar em três turnos e por não haver observadores suficientes para acompanhar todo o processo de carregamento, foi feito um formulário onde cada expedidor, no processo de embarque de produtos, registrava os dados de interesse para o estudo.

ArcelorMittal

Acompanhamento dos tempos de Carregamentos e Descarregamentos

Ponto:_____ **( )Carregamento ( ) Descarregamento** **Expedidor**:_____
Número da OE: _____
Produtos Carregados/Quantidade: _____

Número de empregados ArcelorMittal envolvidos: _____expedidor, _____operador de PR, _____auxiliares.

Tipo de Veículo: () carretinha () prancha () caminhão () vagão Sider () piggy-back () Trimodal

Houve fracionamento de embalagem? () Sim () Não

Atividades:	Início	Fim
• Roteirização:	_____	_____
• Separação:	_____	_____
• Fracionamento:	_____	_____
• Embalagem/Pesagem:	_____	_____
• Carregamento:	_____	_____
• Digitação no micro:	_____	_____

Comentários: (Caso tenha tido algum contratempo escreva abaixo o tipo e o tempo perdido)

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Ilustração 12: Formulário de coleta de dados

Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste formulário constavam informações como: ponto de carregamento, produtos carregados, quantidade carregada, número de funcionários envolvidos, e o tempo das atividades realizadas.

À medida que os formulários eram preenchidos os dados contidos nos mesmos eram inseridos em uma planilha onde constavam, por carregamento, a quantidade embarcada, o número de empregados ArcelorMittal envolvidos, o tempo gasto no embarque, e a medida da produtividade que foi calculada em toneladas por homem por hora, ou seja, a quantidade embarcada dividida pelo número de empregados diretos envolvidos, dividido pelo tempo, em horas, gasto no carregamento.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ponto	Atividade	Quantidade (ton)	Homens	Tempo (min)	Tempo (horas)	ton./Homem hora
15	T5	Carregamento caminhão rolo	14,2	2	70	1,17	6,07
16	T5	Carregamento caminhão rolo	7,7	1	75	1,25	6,19
17	T5	Carregamento caminhão rolo	13,5	2	65	1,08	6,23
18	T5	Carregamento caminhão rolo	12,0	2	50	0,83	7,21
19	T5	Carregamento caminhão Barra -reta/rolo	25,3	2	90	1,50	8,42
20	T5	Carregamento caminhão rolo	7,1	2	25	0,42	8,50
21	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	27,3	2	95	1,58	8,61
22	T5	Carregamento caminhão rolo	7,2	2	25	0,42	8,63
23	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	27,5	2	95	1,58	8,69
24	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	5,9	2	20	0,33	8,88
25	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	4,5	2	15	0,25	8,90
26	T5	Carregamento caminhão rolo	3,1	2	10	0,17	9,35
27	T5	Carregamento caminhão Barra -reta/rolo	20,5	2	60	1,00	10,25
28	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	25,0	2	70	1,17	10,71
29	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	27,6	2	77	1,28	10,76
30	T5	Carregamento caminhão rolo	7,2	2	20	0,33	10,79
31	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	34,7	2	90	1,50	11,56
32	T5	Carregamento caminhão rolo	5,2	1	27	0,45	11,66
33	T5	Carregamento caminhão rolo	6,1	2	15	0,25	12,12
34	T5	Carregamento caminhão rolo	8,3	2	20	0,33	12,52
35	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	25,3	2	60	1,00	12,63
36	T5	Carregamento caminhão rolo	24,0	2	55	0,92	13,09
37	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	25,2	2	56	0,93	13,49
38	T5	Carregamento caminhão Barra -reta/rolo	18,1	2	40	0,67	13,54
39	T5	Carregamento caminhão rolo	27,3	2	60	1,00	13,63
40	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	6,9	2	15	0,25	13,72
41	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	20,7	2	45	0,75	13,82
42	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	6,9	2	15	0,25	13,84
43	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	35,0	2	75	1,25	14,00
44	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	20,6	2	42	0,70	14,73
45	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	34,6	2	70	1,17	14,83
46	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	5,0	2	10	0,17	15,00
47	T5	Carregamento caminhão Barra -reta	35,4	2	70	1,17	15,18
48						Média Geral do Ponto	8,98

L3 / PlanL4 / L4 / PlanL8 / L8 / PlanT1 / T1 / PlanT3 / T3 / PlanT4 / T4 / PlanT5 / T5

Ilustração 13: Planilha de dados

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.7 A Análise dos Dados

3.7.1 Análise das Médias dos Dados

Ao se terminar o processo de coleta dos dados, obteve-se como resultados os seguintes números:

Tabela 2: Média das produtividades por ponto

Ponto de Carregamento	Média de Produtividade (Ton/Homem/hora)	Média de Produtividade (Ton/Homem/dia)
L1 / L5	28,00	196
L2	32,93	230,51
L3	8,74	61,18
L4	7,30	51,12
L8	18,52	129,64
T3	6,76	47,32
T4	4,32	30,24
T5	8,98	62,86

Fonte: Elaborado pelo autor.

Onde:

(Ton./Homem/dia) = (Ton./Homem/hora) x 7 horas (tempo de trabalho diário)

Equação 5: Produtividade por dia

Porém, os números obtidos não nos fornecem nenhuma informação quanto ao atendimento da necessidade da empresa em cada ponto de carregamento. Para isso, é preciso se fazer uma comparação com a necessidade máxima de expedição, ou seja, a expedição da totalidade do que é produzido por mês, em média. Uma tabela comparativa foi elaborado para melhor visualização:

Tabela 3: Capacidade produtiva da expedição ponto a ponto

CAPACIDADE PRODUTIVA DO PESSOAL DA EXPEDIÇÃO								
PONTO DE EMBARQUE	**PRODUTOS MOVIMENTADOS**	**PRODUÇÃO (ton/ano)**	**PRODUÇÃO (ton./mês)**	**Necessidade de Expedição (ton./dia)**	**Capacidade de Expedição (ton/dia)**	**Horas de trabalho por Homem por dia**	**Homens por Turno**	**Turnos de Carregamento**
L3	Telas em painel Telas para colunas Barra reta laminada Barras Endireitamento Barras Dobradas	10.800 6.000 60.000 60.000 24.000	13.400	**536**	550,62	7	3	3
L2	Trimodal	54.000	4.500	**180**	461	7	1	2
L4	Telas em rolo	10.800	900	**36**	102,2	7	1	2
L1 / L5	Bobinas (FM/Vergalhão)	660.000	55.000	**2.200**	2.940	7	5	3
L8	Recozidos Rolões CA 60 Estocadores CA 60 Rolões Perfis	7.800 9.600 3.600 13.200	2.850	**114**	389	7	1	3
T3	Pregos Recozidos paletizados Estribos	26.400 12.000 960	3.280	**131**	283,92	7	1	3
T4	Treliças Arame para pregos Recozidos/Beneficiadores	12.000 3.000 19.200	2.850	**114**	120,65	7	1,33	3
T5	Barra Reta de CA 60 TCC1 Barra Reta TCC2 Rolinhos de CA60	72.000 6.000 30.000	9.000	**360**	377,16	7	2	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

A capacidade de expedição CAP (ton./dia) é calculada pela seguinte relação:

CAP (ton./dia) = (ton/Homem/dia) x (número de homens por turno) x (turnos de carregamento)

Equação 6: Capacidade de carregamento

Ao observar a tabela 4 acima pode-se verificar que os pontos L3, T4 e T5 são os mais críticos no quesito produtividade, isto porque apesar de a capacidade de expedição ser maior que a necessidade, os valores estão muito próximos, ou seja, estão perto do limite, por isso, análises mais detalhadas foram necessárias para a verificação da produtividade. Contudo, devido a orientações da gerência de logística da empresa o ponto L3 poderia ser excluído do estudo, visto que modificações de *layout* e de produtos estocados nesse ponto seriam feitas brevemente. Tais modificações consistem na retirada de dois dos três produtos que hoje são estocados neste local, ou seja, há um projeto de retirada, do ponto L3, dos

produtos telas para coluna e telas em painel, ficando estocadas neste local apenas a barras retas laminadas e as barras endireitadas, produtos estes de fácil carregamento e consequentemente de alta produtividade. Com isso os pontos analisados foram os pontos T4 e T5.

3.7.2 Análises Estatísticas

Verificações com fundamento estatístico se fazem necessárias para comprovar as relações existentes entre os dados e a forma como estão distribuídos.

Para tais análises foi utilizado o *software* estatístico SPSS, o qual facilitou, em muito, a obtenção dos resultados a serem analisados.

3.7.2.1 Ponto T4

Para se verificar o tipo de distribuição dos dados podemos analisar o quadro abaixo gerado pelo SPSS a partir do teste de Kolmogorov-Smirnov:

Tabela 4: Teste de normalidade para a produtividade do T4

Teste de Kolmogorov-Smirnov		Produtividade
N		43
Parâmetros de Normal	Média	4,32
	Desv. Pad.	2,75
Mais Extremo	Absoluto	0,182
Diferenças	Positiva	0,182
	Negativa	-0,127
Kolmogorov-Smirnov Z		1,195
Sig. (bi caudal)		0,115

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados da tabela acima, podemos notar, dentre outras coisas, que a significância apresentada é de 0,115. O teste de hipótese feito pelo *software* apresenta como hipótese nula a distribuição ser normal e como hipótese alternativa a distribuição não ser normal. Por isso não temos evidência suficientes para rejeitara hipótese que a distribuição das produtividades encontradas no ponto T4 se aproxima de uma normal. A confiança utilizada na análise foi de 95%

O gráfico gerado pelo SPSS nos mostra tal distribuição, juntamente com a curva Normal.

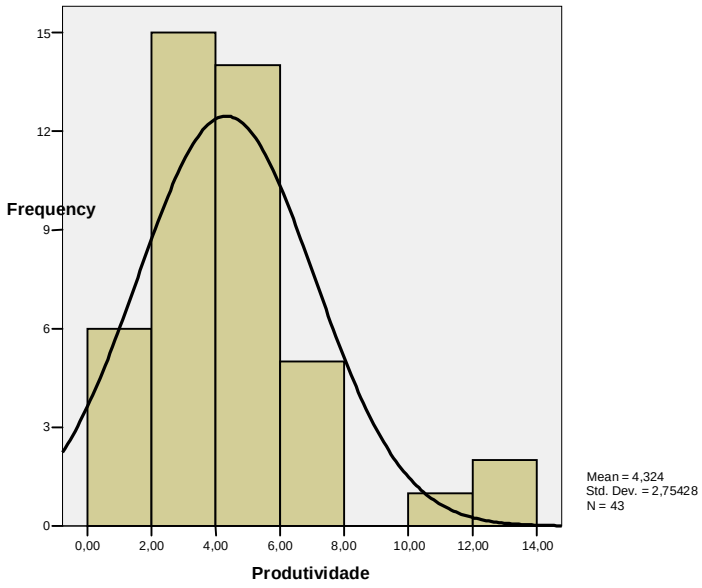

Gráfico 1: Distribuição da produtividade do T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Primeiramente, a partir da base de dados da produtividade para esse ponto fez-se necessária a obtenção das estatísticas descritivas. Estas foram geradas pelo SPSS conforme a tabela abaixo:

Tabela 5: Estatística descritiva da produtividade do ponto T4

Estatística Descritiva da Produtividade do Ponto de Expedição T4	
Média	4,32
Intervalo de Confiança da Média (95%)	3,47 – 5,17
Mediana	4,00
Variância	7,58
Desvio Padrão	2,75
Valor Mínimo da Amostra	1,18
Valor Máximo da Amostra	14,00
Amplitude	12,82

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando as informações geradas pelo software, podemos verificar que a amostra possui uma média de 4,32 ton./homem hora com o desvio padrão de 2,76, o que representa que existe muita variação entre os tipos de carregamentos. Outro dado relevante a ser citado é que a mediana está próxima da média, o que indica uma simetria dos dados, porém os valores máximos e mínimos são bastante destoantes. Esses dados indicam que não

existe uma padronização no processo e que vários fatores estão interferindo no desempenho de cada carregamento

A correlação entre a quantidade embarcada e o tempo que se leva para embarcar é mostrada da seguinte maneira:

Tabela 6: Correlação linear entre quantidade e tempo gasto nos embarques do T4

Correlação Linear de Pearson	Quantidade	Horas
Quantidade	1	0,785
N	43	43
Horas	0,785	1
N	43	43

Sig.: 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

Onde o coeficiente de correlação de Pearson é de 0,785, ou seja, os dados estão bem correlacionados positivamente, o que significa que com o aumento da quantidade embarcada há o aumento no tempo para se embarcar. Portanto para essa análise se vê coerência nos dados obtidos. O nível de significância utilizado pelo SPSS para esse teste é de 0,01.

Com relação à regressão linear oriunda dos dados quantidade embarcada e tempo necessário para embarque, os seguintes dados são gerados pelo *software*:

Tabela 7: Modelo simples do T4

Modelo Simples		
Modelo	R	R^2
1	0,785	0,615

Fonte: Elaborado pelo autor.

O coeficiente de determinação R^2 fornece o quão eficaz é o modelo, ou seja, quanto maior seu valor melhor é o modelo, mais ele explica a resposta obtida. Para o valor encontrado, 0,615, nota-se que este modelo situa-se em uma faixa intermediária, não muito boa, porém não muito ruim também.

Tabela 8: Coeficientes da equação linear do modelo do ponto T4

Modelo		Coeficientes	t	Significância
1	B_0	0,562	4,454	0,000
	B_1	0,118	8,101	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de regressão fornece o seguinte modelo:

$$T = 0{,}118Q + 0{,}562$$

Equação 7: Modelo de regressão linear para o T4

Onde:

T: a variável dependente tempo;

Q: a variável independente quantidade;

0,118: o coeficiente angular da reta formada pela equação;

0,562: o coeficiente linear (constante) da reta formada pela equação.

Os valores de significância para estes coeficientes foram determinados pelo SPSS como sendo nulos, ou seja:

Hipóteses:

H_0: b = 0 (hipótese nula);

H_1: b ≠ 0 (hipótese alternativa).

Se sig t=0,000 ou seja, sig t=0% quer dizer que a probabilidade de se estar errado ao afirmar que o coeficiente b é diferente de zero é estatisticamente nula. Ou seja, pode-se afirmar com 95% de confiança que o coeficiente é significante.

Com isso a equação 5 é um razoável modelo de previsão do tempo de carregamento necessário, a partir da quantidade a ser embarcada.

O gráfico abaixo, elaborado no SPSS, nos mostra a distribuição dos pontos que relacionam a quantidade embarcada e o tempo necessário para tal, juntamente com a linha de tendência de regressão. Paralelamente foram adicionadas as linhas que limitam o intervalo de confiança, intervalo esse com um nível de significância de 5%.

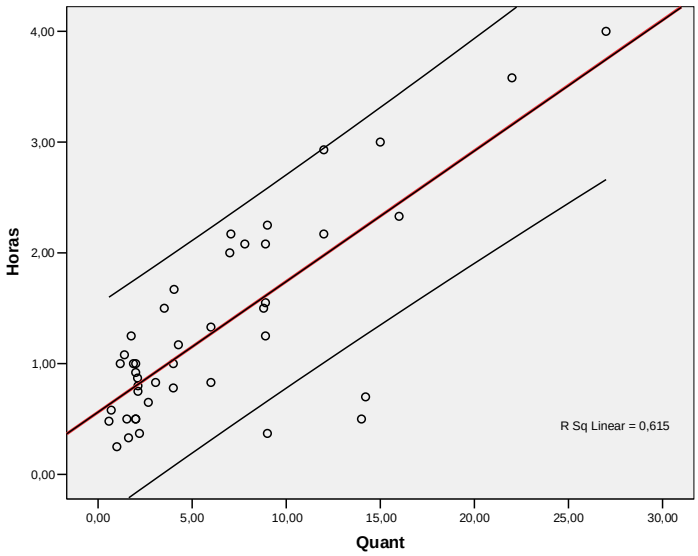

Gráfico 2: Análise de regressão do Ponto T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se verificar que os pontos não estão muito dispersos, ou seja, estão relativamente próximos à linha de tendência, que é formada pela equação linear gerada pela regressão. Com isso uma previsão do tempo necessário a partir da quantidade a ser embarcada no ponto se faz útil e confiável através da análise de regressão.

3.7.2.2 Ponto T5

A distribuição de probabilidade para os dados de produtividade foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo gerada a tabela:

Tabela 9: Teste de normalidade para a produtividade do T5

Teste de Kolmogorov-Smirnov		Produtividade
N		46
Parâmetros de Normal	Média	8,98
	Desv. Pad.	4,26
Mais Extremo	Absoluto	0,101
Diferenças	Positiva	0,088
	Negativa	-0,101
Kolmogorov-Smirnov Z		0,683
Sig. (bi caudal)		0,739

Fonte: Elaborado pelo autor.

O teste de hipótese feito pelo SPSS mostra uma significância de 0,739, o que vale dizer que a distribuição das produtividades para o ponto T5 se aproxima de uma normal, conforme se pode observar abaixo:

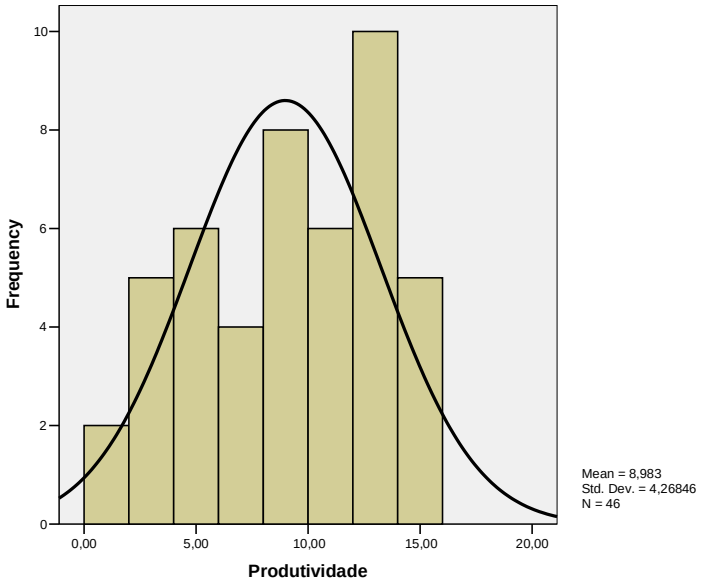

Gráfico 3: Distribuição da produtividade do T5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos a partir dos cálculos de produtividade para esse ponto permitiram que o SPSS fornecesse a seguinte tabela:

Tabela 10: Estatística descritiva da produtividade do ponto T5

Estatística Descritiva da Produtividade do Ponto de Expedição T5	
Média	8,98
Intervalo de Confiança da Média (95%)	7,71 – 10,25
Mediana	8,89
Variância	18,22
Desvio Padrão	4,26
Valor Máximo da Amostra	15,18
Valor Mínimo da Amostra	1,07
Amplitude	14,11

Fonte: Elaborado pelo autor.

A média de produtividade no ponto T5 é de 8,98 ton/homem hora, sendo que o desvio padrão é de 4,26, o que representa que existe, também, muita variação entre os tipos de carregamentos. Outro dado de relevância a ser citado é que a mediana está próxima da média, o que indica uma simetria dos dados, porém os valores máximos e mínimos são bastante destoantes, assim como no teste do ponto T4. Esses dados também indicam que não existe uma padronização no processo e que vários fatores estão interferindo no desempenho de cada carregamento

No que se refere à correlação linear entre as varáveis tempo e quantidade, os dados gerados são os seguintes:

Tabela 11: Correlação linear entre quantidade e tempo gasto nos embarques do T5

Correlação Linear de Pearson	Quantidade	Horas
Quantidade	1	0,794
N	46	46
Horas	0,794	1
N	46	46

Sig.: 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se verificar que existe uma boa correlação positiva entre as variáveis, o que implica no aumento de uma delas a partir do aumento da outra, fato comum, pois quanto mais se tem de carregar, mais tempo tende a se levar para carregar.

A análise de regressão forneceu os seguintes dados:

Tabela 12: Modelo simples do T5

Modelo Simples		
Modelo	R	R^2
1	0,794	0,631

Fonte: Elaborado pelo autor.

O coeficiente de determinação R^2 teve valor parecido com o da análise do ponto T4, estando numa faixa mediana, ou seja, o modelo explica razoavelmente a resposta obtida.

Tabela 13: Coeficientes da Equação Linear do Modelo do Ponto T5

Modelo		Coeficientes	t	Significância
1	B_0	0,328	5,251	0,000
	B_1	0,031	8,673	0,000

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela acima mostra os coeficientes da equação linear, bem como a significância da estimação dos mesmos. Assim como na análise anterior a chance de se estar errado ao se afirmar que os coeficientes da equação são diferentes de zero é estatisticamente nula.

O modelo gerado é:

$$T = 0{,}031Q + 0{,}328$$

Equação 8: Modelo de regressão linear para o T5

Onde:

T: tempo de carregamento;

Q: quantidade a ser carregada;

0,031: coeficiente angular da reta formada pela equação;

0,328: coeficiente linear da reta formada pela equação.

Com isso uma previsão razoavelmente boa do tempo de demora pode ser feita a partir da quantidade a ser embarcada no ponto.

O gráfico abaixo mostra de maneira clara a reta formada pela equação 6, também chamada de linha de tendência, bem como o intervalo de confiança, gerado a partir de um nível de significância de 5%.

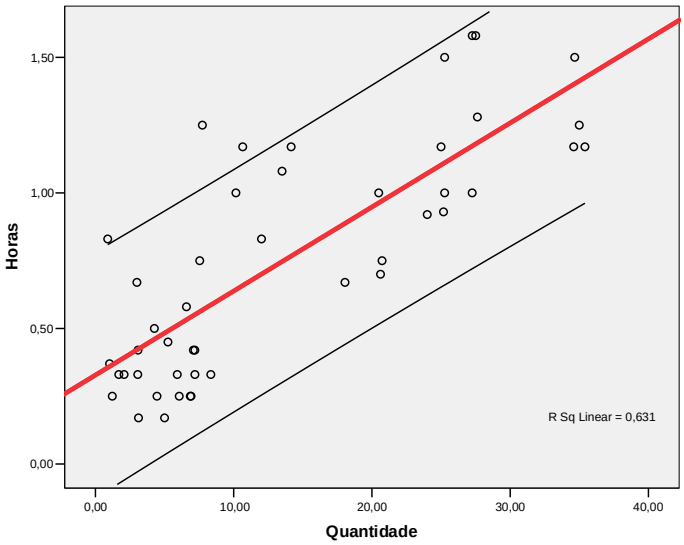

Gráfico 4: Análise de regressão do ponto T5

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.8 Observações das Atividades dos Expedidores nos Pontos Críticos

Após a verificação de quais os pontos de expedição mais críticos, fez-se necessário um monitoramento de todas as atividades desempenhadas pelos funcionários de cada ponto em questão, com o intuito de descobrir quais os fatores determinantes para a baixa produtividade encontrada. O acompanhamento dos funcionários no ato de suas atividades profissionais consiste na anotação das atividades desempenhadas durante o horário de trabalho juntamente com o respectivo tempo decorrido de tal atividade. Após se fazer tal acompanhamento, por alguns dias, durante todo o turno de trabalho, análises podem ser feitas com o objetivo de verificar qual fração do tempo é gasta com atividades úteis e qual fração do tempo é gasta com atividades que atrapalham o desenvolvimento do trabalho, ou seja, os tempos improdutivos durante o turno de trabalho.

A intenção de tal acompanhamento é tomar conhecimento dos fatores que influem na produtividade dos funcionários, para, a partir daí, atacar as causas dos fatores improdutivos.

3.8.1 Acompanhamento das Atividades no Ponto T4

O ponto de expedição T4 é caracterizado por ser o local de embarque de treliças, de recozidos em rolos de 70Kg, e de recozidos intermediários para beneficiamento. Este ponto tem a disponibilidade de uma ponte rolante, para carregamentos, e uma empilhadeira em horário administrativo, para atendimento ao carregamento de beneficiamento.

Ilustração 14: Recozidos para beneficiamento

Fonte: ArcelorMittal.

Ilustração 15: Estoque de Recozidos 70Kg

Fonte: ArcelorMittal.

As atividades neste ponto foram acompanhadas durante quatro dias ao longo de um mês e as atividades desempenhadas pelos expedidores foram classificadas da seguinte forma:

- Tempos Improdutivos;
- Falha Operacional;
- Estocagem;
- Análise de Documentação;
- Preparação da Carga;
- Beneficiamento;
- Carregamento.

A partir dessa estratificação obteve-se o seguinte gráfico:

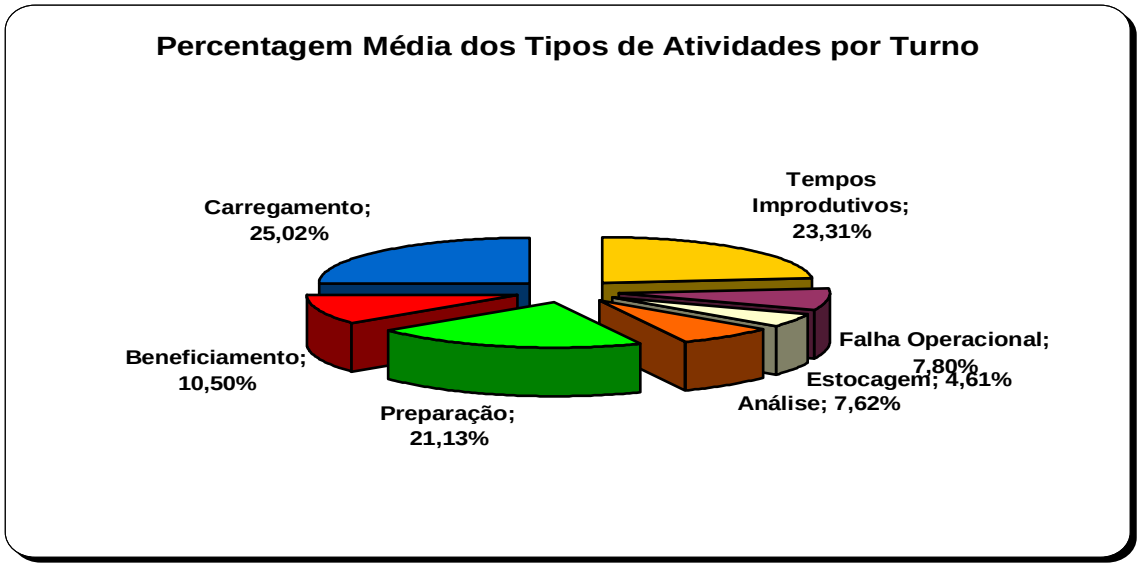

Gráfico 5: Percentuais das médias dos tipos de atividade no T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir de cada classificação pode-se fazer uma nova estratificação, enxergando-se assim as atividades que o expedidor necessitou fazer em seu turno de trabalho e que influenciaram no tempo de carregamento.

3.8.1.1 Estratificação dos Tempos Improdutivos

- Refeição: Tempo que o expedidor leva para almoçar ou jantar;
- Ponte Rolante com a Produção (PR-produção): Tempo no qual a ponte rolante da expedição esteve emprestada para a equipe da produção de treliças;
- Leitura de e-mail: Tempo ao qual o expedidor gastou para ler o e-mail;
- Passagem de turno: Tempo que se gastou para se passar informações para o expedidor que estava iniciando um novo turno de trabalho;
- Ponto vazio: Tempo ao qual não se tinha nenhum caminhão no ponto;
- Troca de bateria: Tempo em que o ponto ficou parado para se trocar a bateria do controle da ponte rolante;
- Espera por lonador: Tempo de espera para que se abrisse ou fechasse a carroceria do caminhão;
- Espera por empilhadeira: Tempo de espera para que a empilhadeira chegasse ao ponto.

- Suporte a outro ponto: Tempo gasto pelo expedidor do T4 ao auxiliar outro ponto de carregamento;

- Necessidades pessoais: Tempo gasto com necessidades fisiológicas;

- Chamada ao motorista: Tempo gasto ao se procurar motorista do próximo caminhão a ser carregado.

Com tais estratificações, têm-se os seguintes resultados obtidos com o acompanhamento:

Tabela 14: Tempos improdutivos do T4

Tempos Improdutivos	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Refeição	**51**	01/06/07	**0**	05/06/07	**50**	15/06/07	**37**	27/06/07	**34,50**
PR-produção	**2**	01/06/07	**29**	05/06/07	**0**	15/06/07	**53**	27/06/07	**21,00**
e-mail	**26**	01/06/07	**10**	05/06/07	**0**	15/06/07	**9**	27/06/07	**11,25**
Passagem turno	**10**	01/06/07	**4**	05/06/07	**10**	15/06/07	**16**	27/06/07	**10,00**
Ponto Vazio	**33**	01/06/07	**0**	05/06/07	**0**	15/06/07	**0**	27/06/07	**8,25**
Troca de bateria	**12**	01/06/07	**13**	05/06/07	**0**	15/06/07	**6**	27/06/07	**7,75**
Espera lonador	**0**	01/06/07	**19**	05/06/07	**0**	15/06/07	**0**	27/06/07	**4,75**
Espera empilhad.	**0**	01/06/07	**9**	05/06/07	**9**	15/06/07	**0**	27/06/07	**4,50**
Suporte outro ponto	**7**	01/06/07	**0**	05/06/07	**2**	15/06/07	**0**	27/06/07	**2,25**
Necessidades	**0**	01/06/07	**2**	05/06/07	**0**	15/06/07	**4**	27/06/07	**1,50**
Chamar motorista	**3**	01/06/07	**0**	05/06/07	**0**	15/06/07	**0**	27/06/07	**0,75**
	144		**86**		**71**		**125**		**106,50**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico abaixo mostra de maneira mais clara as atividades que mais contribuem para existência de tempos improdutivos durante o turno de trabalho, sendo que dentre estas a refeição do funcionário é a de maior percentagem de participação, e ao mesmo tempo, a atividade na qual não se pode fazer grandes modificações para que seja diminuída, visto que é um direito e ao mesmo tempo uma necessidade do trabalhador.

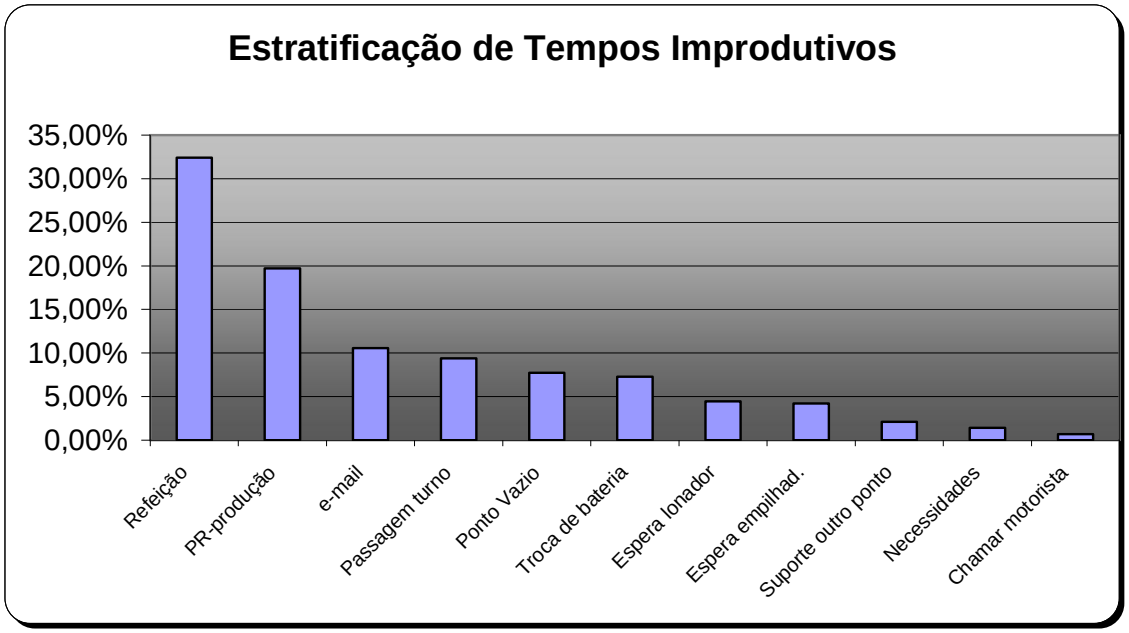

Gráfico 6: Distribuição das atividades consideradas tempos improdutivos do T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto às demais atividades, a gerência pode tomar algumas atitudes para que este fator improdutivo seja diminuído. Algumas sugestões foram feitas, sendo elas:

- Agilizar a entrada de caminhões na usina, evitando-se assim, que ponto fique vazio;
- Instalar carregadores de bateria próximos ao ponto de trabalho.

3.8.1.2 Estratificação das Falhas Operacionais

- Divergência de peso: Erro cometido pelo expedidor ao se fazer o carregamento, gera a necessidade de reconferência do mesmo;
- Erro de coleta de dados: Problemas com o sistema de coletores (leitores de códigos de barra);
- Dificuldades de localização de produto: Tempo gasto na procura por produtos;
- Separação de lotes misturados: Tempo gasto ao se fazer a separação de lotes de produção estocados erroneamente;
- Separação de produtos de baixa qualidade: Tempo gasto ao se retirar produtos impróprios para os clientes (oxidados).

Os resultados obtidos a partir do acompanhamento foram:

Tabela 15: Tempos das falhas operacionais do T4

Falha Operac.	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Divergência de peso	**76**	01/06/07	**1**	05/06/07	**0**	15/06/07	**0**	27/06/07	**19,25**
Erro coleta de dados	**0**	01/06/07	**27**	05/06/07	**7**	15/06/07	**0**	27/06/07	**8,50**
Localização Produto	**7**	01/06/07	**6**	05/06/07	**0**	15/06/07	**9**	27/06/07	**5,50**
Lotes Misturados	**0**	01/06/07	**0**	05/06/07	**5**	15/06/07	**0**	27/06/07	**1,25**
Produto baixa qualid.	**0**	01/06/07	**0**	05/06/07	**4**	15/06/07	**0**	27/06/07	**1,00**
	83		**34**		**16**		**9**		**35,5**

Fonte: Elaborado pelo autor.

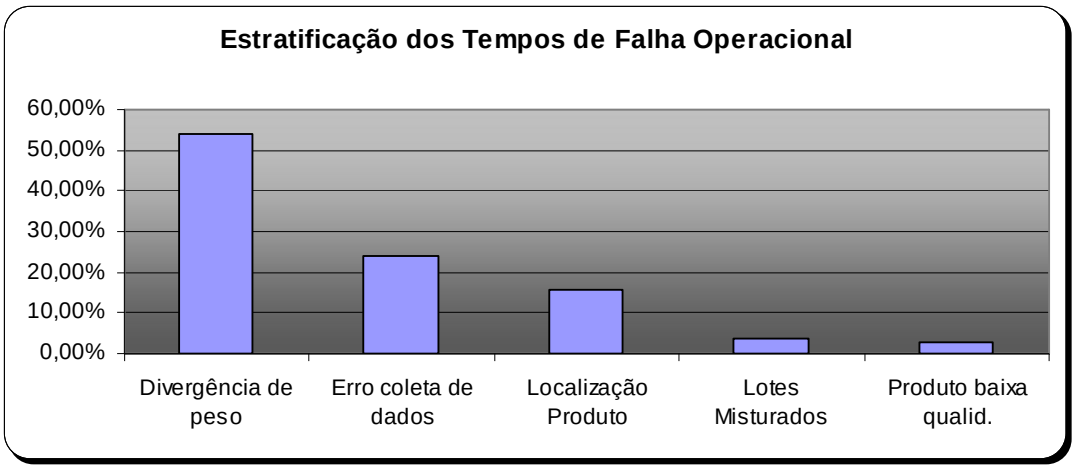

Gráfico 7: Distribuição das atividades consideradas tempos de falha operacional do T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

As sugestões dadas para se atacar às causas dessas atividades improdutivas foram:

- Tornar obrigatório o uso de balanças acopladas à barra de carga, para que se possa conferir no ato do carregamento a pesagem da carga embarcada;

- Compra de coletores novos, evitando-se assim a demora em se inserir os dados no sistema;

- Inserir no sistema a localização correta dos produtos estocados;

- Aplicar o 5S na estocagem de produtos (organização);

- Utilizar-se do FIFO (*First in First out*) para se evitar a perda de qualidade dos produtos.

3.8.1.3 Estratificação do Tempo de Preparação do Carregamento

- Separação de Produtos: Consiste no tempo gasto para se retirar os produtos das baias de estocagem, colocando-os em local intermediário para demais preparações do embarque;

- Troca de Barra de Carga (BC): Tempo gasto para se fazer a troca de barra de carga, de acordo com o tipo de produto a ser embarcado;

- Colocação de *Lift-point* nos pacotes de treliças: É o tempo necessário para se colocar alças nos pacotes de treliças para que possam ser erguidos pela ponte rolante;

- Amarração de Produtos: Tempo gasto para se fazer amarrações que permitam que os produtos tornem-se mais estáveis na carroceria do caminhão;

- Preparação da Carroceria: é tempo gasto para se retirar objetos da carroceria, a fim de facilitar o carregamento de produtos;

- Entrada e Saída de caminhão do ponto: É o tempo gasto com as manobras dos carros dentro do ponto;

- Abertura de Fechamento da tampa do caminhão: Tempo gasto para abrir e fechar o caminhão;

- Colocação de Lacre: Tempo necessário para lacrar pacotes de treliças, quando estes são embarcados de forma fracionada.

Os seguintes resultados foram obtidos a partir das observações:

Tabela 16: Tempos de preparação do T4

Preparação	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Separação de Produtos	**11**	01/06/07	**72**	05/06/07	**77**	15/06/07	**37**	27/06/07	**49,25**
Troca BC	**20**	01/06/07	**5**	05/06/07	**12**	15/06/07	**12**	27/06/07	**12,25**
Lift point-treliças	**0**	01/06/07	**0**	05/06/07	**38**	15/06/07	**6**	27/06/07	**11,00**
Amarração produtos	**0**	01/06/07	**0**	05/06/07	**30**	15/06/07	**0**	27/06/07	**7,50**
Preparação carroceria	**8**	01/06/07	**5**	05/06/07	**2**	15/06/07	**5**	27/06/07	**5,00**
Entrada/saída caminhão	**12**	01/06/07	**3**	05/06/07	**3**	15/06/07	**1**	27/06/07	**4,75**
Abert/fecham. tampa	**4**	01/06/07	**9**	05/06/07	**5**	15/06/07	**0**	27/06/07	**4,50**
Colocação Lacre	**0**	01/06/07	**0**	05/06/07	**6**	15/06/07	**0**	27/06/07	**1,50**
	55		**94**		**173**		**61**		**95,75**

Fonte: Elaborado pelo autor.

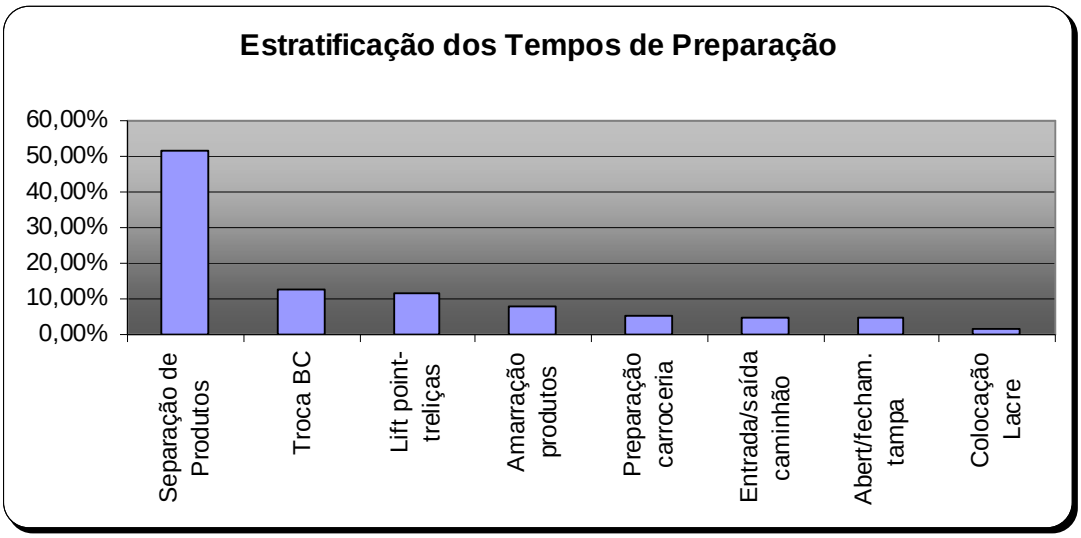

Gráfico 8: Distribuição das aividades consideradas tempos de preparação do T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a obtenção desses resultados pode-se verificar as atividades críticas no que diz respeito ao tempo de preparação de produtos para o embarque. A partir daí pode-se dar as seguintes sugestões para atacar as causas na demora do processo:

- Modificar a amarração dos rolos de arames recozidos, facilitando assim o carregamento dos mesmos, a amarração sugerida é a mesma feita nos arames recozidos produzidos para beneficiamento;

- Colocação de *lift-points* (alças) nos pacotes de treliças por parte da equipe de produção;

- Solicitar que o caminhão entre na usina já com a carroceria devidamente preparada para o embarque.

3.8.1.4 Estratificação dos Tempos de Análise da Documentação

- Consulta ao Sistema: Tempo gasto quando havia necessidade de se fazer alguma consulta ao sistema via micro computador;

- Análise da Ordem de Embarque (OE): Tempo necessário para o expedidor interpretar a documentação de embarque;

- Conferência de Produtos Carregados: Tempo gasto, ao final do carregamento, para conferir todos os produtos embarcados;

- Cálculo de Peso: Consiste no tempo que se gastou para calcular o peso das embalagens dos produtos, a fim de evitar divergência na balança rodoviária;

- Análise da Forma de Carregamento: Tempo necessário para verificar a melhor maneira de se colocar os produtos na carroceria do caminhão;

- Roteirização: Tempo utilizado em conversas com os motoristas, com o propósito de verificar a ordem de carregamento de acordo com o itinerário do motorista.

Os dados obtidos com as observações foram:

Tabela 17: Tempos de análises do T4

Análise	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Consulta sistema	24	01/06/07	0	05/06/07	34	15/06/07	30	27/06/07	22,00
Análise OE	6	01/06/07	2	05/06/07	10	15/06/07	0	27/06/07	4,50
Confer. Prod. Carreg.	3	01/06/07	0	05/06/07	7	15/06/07	8	27/06/07	4,50
Cálculo de peso	3	01/06/07	7	05/06/07	0	15/06/07	0	27/06/07	2,50
Anal. Forma de carreg	0	01/06/07	0	05/06/07	6	15/06/07	0	27/06/07	1,50
Roteirização	0	01/06/07	0	05/06/07	4	15/06/07	0	27/06/07	1,00
	36		9		61		38		36,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

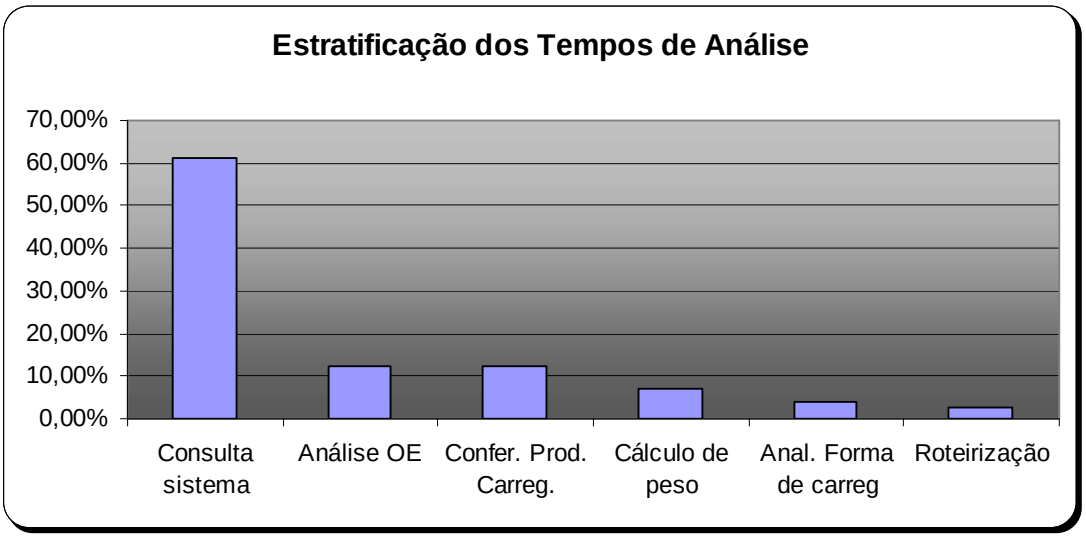

Gráfico 9: Distribuição das atividades consideradas tempos de análise do T4

Fonte: Elaborado pelo autor.

De posse de tais informações foram solicitadas as seguintes mudanças para reduzir o tempo de análise:

- Simplificação e organização da Ordem de Embarque (OE), pois muitas vezes as mesmas eram um pouco confusas, com itens iguais de um mesmo fornecimento alocados em posições diferentes no documento;

- Aquisição de um *software* de montagem de carga, visto que com isso se evitaria que o expedidor fizesse a análise da forma de carregamento, pois tais *softwares* já geram desenhos de toda carga montada no caminhão.

3.8.2 Acompanhamento das Atividades no Ponto T5

No ponto de expedição T5 são feitos carregamentos de CA 60, sendo que esse produto é produzido em feixes de barras retas, ou em rolos. Esse ponto conta com dois expedidores e tem como equipamento para carregamento, uma ponte rolante, sendo que esta é utilizada com dois tipos de barra de carga, uma para carregamento de feixes e outra para carregamento de rolos.

Por contar com dois expedidores, o T5 muitas vezes tem atividades feitas em paralelo, por isso esse estudo levou em consideração a atividade que tomou mais tempo.

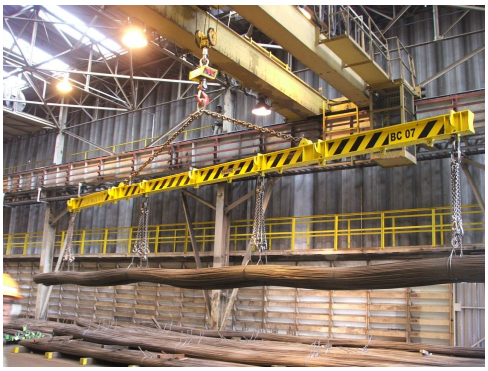

Ilustração 16: AIçamento de feixe de CA60

Fonte: ArcelorMittal.

Ilustração 17: Estoque de rolos de CA60

Fonte: ArcelorMittal.

Foram feitos acompanhamentos em quatro dias nesse ponto, durante todo turno de trabalho, onde a observação das atividades resultou na seguinte classificação das mesmas:

- Tempos Improdutivos;
- Estocagem;
- Preparação;
- Análise;
- Carregamento.

A proporção dos tipos de atividades observadas pode ser vista pelo gráfico abaixo:

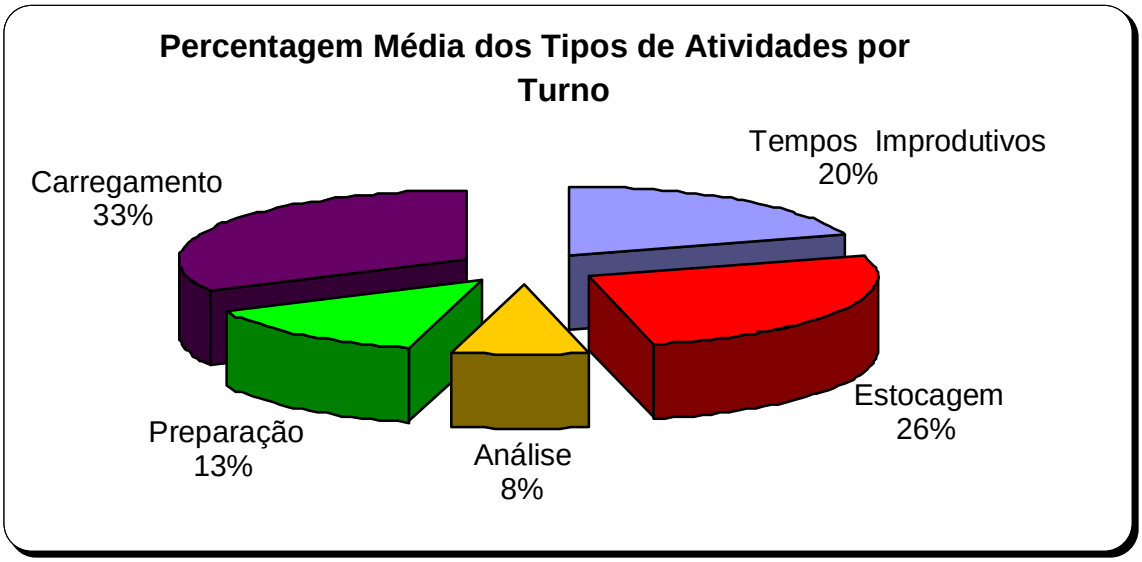

Gráfico 10: Percentuais das médias dos tipos de atividade no T5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tentando focar nas atividades que são feitas pelo funcionário e que atrapalham sua produtividade, foram feitas novas estratificações a fim de obter as causas e conseqüentemente com isso, elaborar sugestões de melhoria.

3.8.2.1 Estratificação dos Tempos Improdutivos

Em média, durante os dias observados, se perdeu 91 minutos com atividades classificadas como Tempos Improdutivos, sendo que estas atividades são as seguintes:

- Manutenção de Equipamentos: Tempo gasto na manutenção de equipamentos, durante o turno de trabalho, em que todo o carregamento foi interrompido no ponto;
- Reuniões: Tempo decorrido em que as atividades no ponto foram interrompidas devido a reuniões com a chefia;
- Almoço: Tempo em que o ponto se tornou improdutivo devido às refeições;
- Atrasos Operacionais: Tempos perdidos devido às falhas de sistema ou pessoas;
- Leitura de e-mail: Tempo ao qual o expedidor gastou para ler o e-mail;
- Necessidades Pessoais;
- Ajuda a Outros Pontos: Tempo perdido no ponto devido à necessidade de os expedidores auxiliarem outros pontos;
- Espera por Empilhadeira: Tempo gasto esperando empilhadeira;
- Espera por Lonador: Tempo gasto esperando lonadores para abertura e fechamento de caminhão;
- Passagem de Turno: Tempo gasto com orientações ao expedidor do turno seguinte;
- Concorrência de Ponte Rolante (PR): Tempo em que a ponte rolante da expedição ficou parada devido à movimentação da ponte rolante da produção.

Tabela 18: Tempos improdutivos do T5

Tempos Improdutivos	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Manutenção Equipamentos	**56**	17/abr	**36**	18/abr	**13**	19/abr	**6**	20/abr	**27,75**
Reunião	**67**	17/abr	**0**	18/abr	**35**	19/abr	**0**	20/abr	**25,50**
Almoço	**38**	17/abr	**0**	18/abr	**6**	19/abr	**8**	20/abr	**13,00**
Atraso Oper.	**0**	17/abr	**2**	18/abr	**13**	19/abr	**21**	20/abr	**9,00**
E-mail	**0**	17/abr	**10**	18/abr	**0**	19/abr	**5**	20/abr	**3,75**
Necessidades	**2**	17/abr	**2**	18/abr	**6**	19/abr	**0**	20/abr	**2,50**
Ajuda a outro ponto	**0**	17/abr	**3**	18/abr	**6**	19/abr	**0**	20/abr	**2,25**
Espera Emp.	**0**	17/abr	**0**	18/abr	**3**	19/abr	**5**	20/abr	**2,00**
Espera Lonador	**0**	17/abr	**0**	18/abr	**7**	19/abr	**1**	20/abr	**2,00**
Pas. Turno	**0**	17/abr	**0**	18/abr	**2**	19/abr	**6**	20/abr	**2,00**
Concor. PR	**0**	17/abr	**5**	18/abr	**0**	19/abr	**0**	20/abr	**1,25**
	163		**58**		**91**		**52**		**91,00**

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados acima verificou-se que o tempo gasto com as refeições foi relativamente baixo, isso se deve à alternância no horário de almoço entre os dois expedidores.

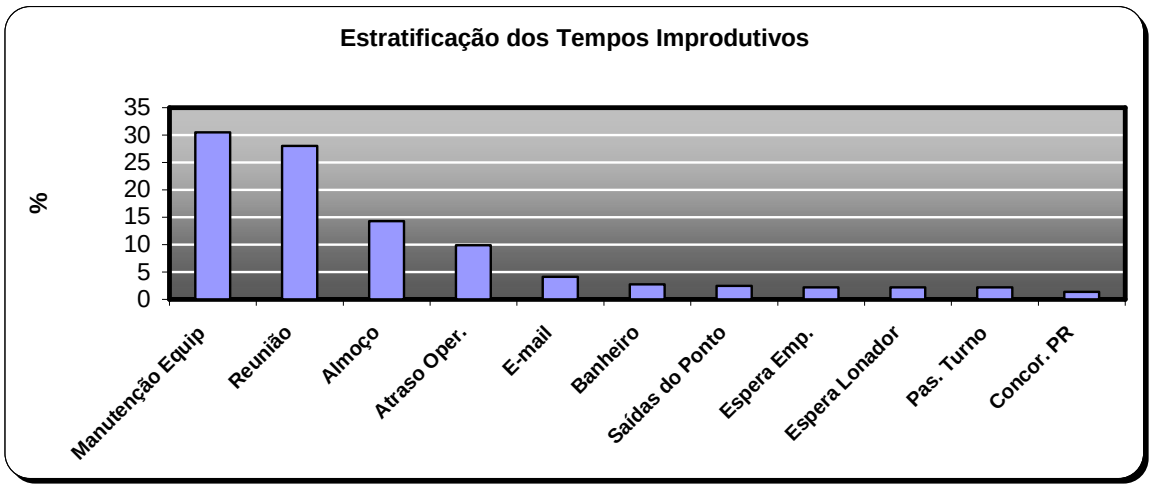

Gráfico 11: Distribuição das atividades consideradas tempos improdutivos do T5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para atacar às causas das atividades que geram tempos improdutivos foram feitas as seguintes sugestões:

- Colocação de carregadores de bateria perto do ponto T5;

- Compra de coletores novos, a fim de se evitar atrasos operacionais relativamente grandes.

Os demais Tempos Mortos significativos dificilmente podem ser alterados, visto que a manutenção de equipamento é essencial quando estes têm algum problema e que os tempos gastos com reuniões não são uma rotina.

3.8.2.2 Estratificação dos Tempos de Análises

As análises gerais tomaram em média 36,50 minutos do tempo de um turno de carregamento e foram estratificadas da seguinte forma:

- Conferência de Quantidade: Tempos gastos com conferências de quantidades embarcadas nos caminhões;

- Conferência no Sistema: Tempos gastos conferindo as quantidades embarcadas no sistema;

- Interpretação da Ordem de Embarque (OE): Tempo necessário para o expedidor interpretar a documentação de embarque;

- Consulta de Transportes no SAP, que é o ERP, ou sistema integrado da empresa: Tempo gasto para verificar transportes que ainda não chegaram ao ponto de carregamento;

- Roteirização: Tempo utilizado em conversas com os motoristas, com o propósito de verificar a ordem de carregamento de acordo com o itinerário do motorista.

Tabela 19: Tempos de análises do T5

Análise	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Conferência Quantidade	**18**	17/abr	**0**	18/abr	**5**	19/abr	**36**	20/abr	**14,75**
Conferência Sistema	**0**	17/abr	**7**	18/abr	**11**	19/abr	**16**	20/abr	**8,50**
Interpretação OE	**7**	17/abr	**0**	18/abr	**18**	19/abr	**9**	20/abr	**8,50**
Consulta SAP	**0**	17/abr	**5**	18/abr	**12**	19/abr	**0**	20/abr	**4,25**
Roteirização	**2**	17/abr	**0**	18/abr	**0**	19/abr	**0**	20/abr	**0,50**
	27		**12**		**46**		**61**		**36,50**

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos dados acima, pode-se observar que as grandes perdas de tempo para as atividades classificadas como análises são as conferências e a interpretação da ordem de embarque.

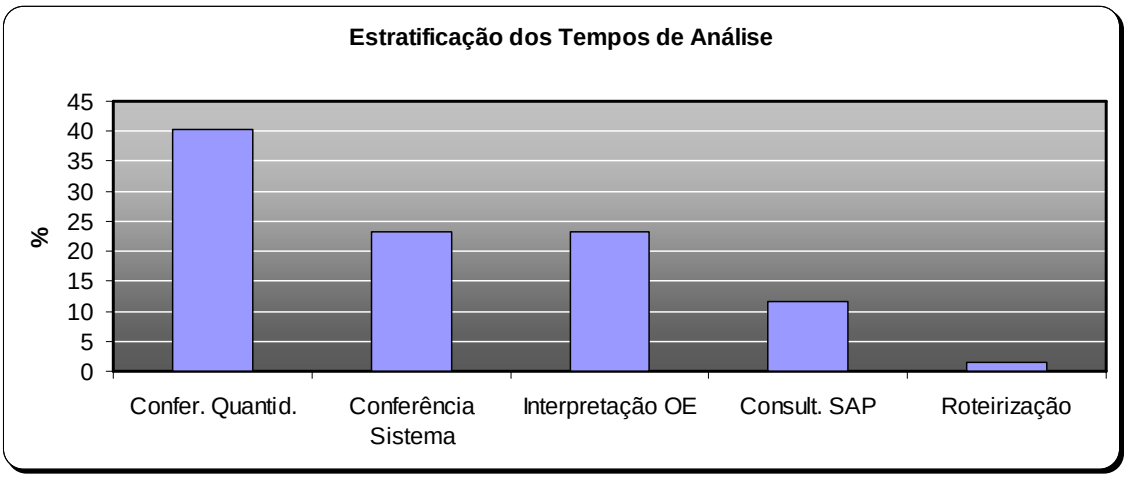

Gráfico 12: Distribuição das atividades consideradas tempos de análise do T5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base nos dados acima, as sugestões dadas para se eliminar tais tipos de atraso foram:

- Eliminar a conferência de produtos carregados depois de terminado o embarque, sendo que a mesma deve ser feita simultaneamente ao embarque dos produtos;

- Compra de coletores novos objetivando a eliminação de conferência de produtos embarcados no sistema, visto que os novos aparelhos gerariam maior confiança na transmissão de dados;

- Melhoria do sinal de rádio para os coletores.

3.8.2.3 Estratificação dos Tempos de Preparação

A preparação consiste nas atividades realizadas antes e após o carregamento, visando a viabilidade e a boa ocorrência do mesmo. Tais atividades demandaram, durante as observações feitas, uma média de 59,50 minutos por turno, ou seja, quase um oitavo do tempo total de trabalho.

Foram feitos acompanhamentos durante quatro dias, durante um turno inteiro de trabalho.

A preparação foi estratificada da seguinte maneira:

- Separação da carga: Retirada de produtos das baias e colocação dos mesmos em local que não o caminhão;

- Fechamento do carro: Tempo gasto para fechar o caminhão após feito o carregamento;

- Troca da barra de carga (BC): Tempo necessário para se trocar a barra de carga da ponte rolante, de acordo com o tipo de produto a ser movimentado;

- Manobra de entrada de caminhões no ponto: Tempo necessário para estacionar o carro dentro do ponto de carregamento;

- Preparação da carroceria: Tempo gasto para retirar objetos da carroceria, afim de facilitar o carregamento de produtos;

- Abertura da tampa da carroceria: Tempo gasto para abrir o caminhão;

- Chamada de carro para carregar: Tempo gasto para chamar o caminhão para o carregamento.

Tabela 20: Tempos de preparação do T5

Preparação	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Minutos	Data	Média
Separação carga	**18**	17/abr	**24**	18/abr	**12**	19/abr	**14**	20/abr	**17,00**
Fechamento de carro	**3**	17/abr	**10**	18/abr	**13**	19/abr	**16**	20/abr	**10,50**
Troca BC	**2**	17/abr	**6**	18/abr	**11**	19/abr	**15**	20/abr	**8,50**
Manobra entrada	**3**	17/abr	**8**	18/abr	**9**	19/abr	**13**	20/abr	**8,25**
Prep. Carroceria	**2**	17/abr	**2**	18/abr	**18**	19/abr	**6**	20/abr	**7,00**
Abertura tampa	**2**	17/abr	**3**	18/abr	**6**	19/abr	**13**	20/abr	**6,00**
Chamada de carro	**2**	17/abr	**2**	18/abr	**0**	19/abr	**5**	20/abr	**2,25**
	32		**55**		**69**		**82**		**59,50**

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do levantamento demonstrado no quadro acima, pode-se verificar as atividades relevantes no tempo de preparação do carregamento. Para uma melhor visualização em termos da representação percentual do tempo médio total de preparação, foi feito o seguinte gráfico:

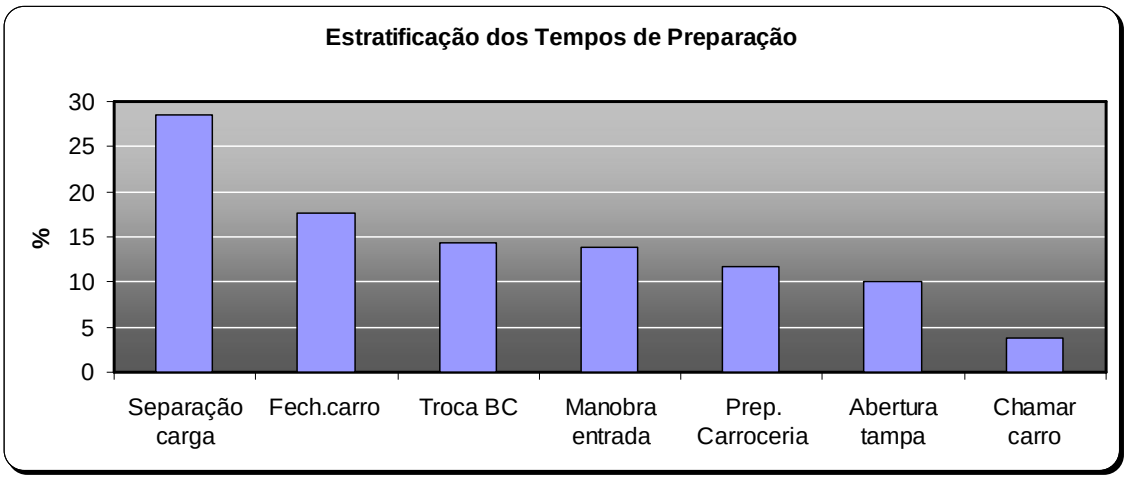

Gráfico 13: Distribuição das Atividades Consideradas Tempos de Preparação do T5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após analisar os principais fatores de influência no tempo de preparação do carregamento, foram elaboradas sugestões relevantes às atividades que poderiam ser melhoradas.

- Evitar movimentações desnecessárias com o produto a ser embarcado, ou seja, procurar retirar o produto da baia e colocá-lo direto no caminhão, evitando-se assim, sempre que possível, a perda de tempo com separação;

- Sempre quando possível, fechar a carroceria do caminhão fora do ponto de embarque, liberando assim o ponto para o próximo carregamento;

- Procurar já entrar com o caminhão no ponto de carregamento com as tampas abertas, evitando-se assim a perda de tempo com a atividade de abertura;

- Instalar sinais áudio visuais para avisar ao motorista do próximo carregamento quando de sua permissão para entrar no ponto de embarque.

3.9 Resultados Esperados

Com a aplicação de medidas que visam aumentar a produtividade da expedição da usina ArcelorMittal Juiz de Fora, algumas vantagens podem ser obtidas, tais como:

- Aumento do faturamento diário;

-Atendimento satisfatório ao cliente, pois este poderá receber os produtos mais rapidamente;

- Diminuição do descontentamento de motoristas;

- Redução do tempo de permanência de vagões e caminhões no interior da usina.

Esta última vantagem pode ser considerada fator estratégico, no que diz respeito à negociações de redução do valor de frete junto às transportadoras credenciadas. Aplicando-se uma simulação na redução do tempo de permanência de veículos no interior da usina, temos:

O cenário é o de uma empresa que necessita escoar 1014 toneladas, por mês de produtos para São Paulo, que um grande mercado consumidor. Os seguintes dados devem ser considerados:

- Cada viagem de ida ou de volta tem duração de aproximadamente 12 horas;
- Cada carro tem, em média, capacidade de carregamento de 26 toneladas;
- O total de horas trabalhadas por carro por mês é de 384 (considerando-se viagens de ida e de volta);
- O total de tempo trabalhado por mês, considerando o percurso de ida (da usina ao cliente), é, portanto, 192 horas.

Na situação em que o tempo de espera para o carregamento é de 6 horas, tem-se:

Tabela 21: Simulação do Tempo de Carregamento de seis horas

Tempo de viagem (espera + estrada):	18 horas
Necessidade para se escoar os produtos	1014t/mês ÷ 26t/viagem = 39 viagens/mês
Horas trabalhadas para se escoar os produtos	39 viagens/mês x 18h/viagem = 702h/mês
Necessidade de carros para escoamento	702h/mês ÷ 192h/carro = 3,66 carros/mês

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando-se o cenário em que o tempo de espera para o carregamento é reduzido para 3 horas, observa-se:

Tabela 22: Simulação do Tempo de Carregamento de três horas

Tempo de viagem (espera + estrada):	15 horas
Necessidade para se escoar os produtos	1014t/mês ÷ 26t/viagem = 39 viagens/mês
Horas trabalhadas para se escoar os produtos	39 viagens/mês x 15h/viagem = 585h/mês
Necessidade de carros para escoamento	585h/mês ÷ 192h/carro = 3,05 carros/mês

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ou seja, para cada mil toneladas embarcadas a redução de uma hora no tempo de espera para carregamento equivale à redução de 0,20 carros/mês para se escoar os produtos. Como a ArcelorMittal Juiz de Fora escoa, em média, para São Paulo 13.000

toneladas por mês, utilizando o modal rodoviário, a redução na necessidade de caminhões na usina é de cerca de 2,6 carros, ou seja 3 carros, visto que não há como se dividir uma carreta em partes a se formar resultado calculado.

Visto que cada carreta apresenta um custo fixo para a transportadora de aproximadamente R$ 12.000,00 por mês tem-se uma economia estimada de R$ 36.000,00 por mês com a redução média de apenas uma hora no tempo de carregamento.

Há também a redução da necessidade do ativo das transportadoras à disposição da usina, em média R$ 400.000,00 por carreta, reduzindo consequentemente seus custos e podendo refletir em uma redução no valor do frete, que é um dos mais importantes custos logísticos.

Outro custo envolvido no processo e que seria reduzido é o custo da mão-de-obra, visto que o custo dos funcionários seria mais diluído devido à maior quantidade embarcada e consequentemente o maior faturamento mensal.

A partir de tal demonstração fica visível a importância da produtividade na expedição da ArcelorMittal Juiz de Fora, como em qualquer outra indústria.

Capítulo IV - Conclusões

4.1 Conclusões Finais

Com a realização deste trabalho a empresa pode ter um maior conhecimento de sua área de expedição, verificando a capacidade de cada ponto de embarque, bem como os pontos críticos e oportunidades de melhorias.

O mapeamento do processo permite que a empresa tome as atitudes cabíveis para que todas as interferências, ou a maioria delas, que ocorrem no dia a dia dos trabalhadores dos pontos gargalos sejam minimizadas.

Os ganhos com a melhoria da produtividade são claros e podem fornecer um bom argumento junto às transportadoras para uma revisão nos valores de fretes, visto que, como demonstrado no item 3.9, retornos financeiros são verificados com a diminuição do tempo de embarque de produtos.

Com isso o objetivo do trabalho foi alcançado, pois através de análises estatísticas da produtividade dos trabalhadores da expedição da ArcelorMittal Juiz de Fora, pôde-se comprovar que o custos logísticos do processo podem ser reduzidos através do aumento da produtividade, além do melhor atendimento a demanda dos pontos, visto que é possível simular situações de demanda com a capacidade produtiva calculada.

Produtividade é um valor que se agrega à "saúde" financeira da empresa e aumenta sua competitividade. Para tanto, apoiado num Sistema de Informação, para obter produtividade é necessário criar e renovar um estilo de iniciativa e personalização do trabalho, incentivar e conscientizar a formação dos empregados, e, conseqüentemente, a prestação de serviços com qualidade. Esse trabalho foi a primeira etapa de um complexo projeto para alcançar a excelência nas operações logística e perpetuação das atividades da empresa. Os próximos passos são implantar as melhorias operacionais e conceituais, de forma que estas sejam incorporadas na cultura organizacional da empresa. A aplicação de ferramentas de qualidade é indispensável para que tais melhorias sejam alcançadas, pois ajudam a descobrir ineficiências nos processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, Ronald H.. **LOGÍSTICA EMPRESARIAL:** Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física. 1ª São Paulo: Atlas, 1993. 388 p.

BALLOU, Ronald H.. **GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS/LOGÍSTICA EMPRESARIAL.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.

CRUZ, José. **AMOSTRAGEM ESTATÍSTICA:** Noções Básicas. Aracaju: Editora da UFSE, 1978. 269 p.

FONTES, Lauro B.; GOTTSCHALK, Elson; BORBA, Gelmirez G.. **PRODUTIVIDADE.** Salvador: Fundação Emílio Odebrecht, 1982. 248 p.

MARTINS, Maria Eugênia Graça. **INTRODUÇÃO ÀS TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM.** Departamento de Estatística e Investigação Operacional - Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa. Disponível em: <<www.deio.fc.ul.pt/getfile.asp?id=425>>. Acesso em: 02 jun. 07.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C.. **ESTATÍSTICA APLICADA E PROBABILIDADE PARA ENGENHEIROS.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2003. 463 p.

MOREIRA, Daniel Augusto. **MEDIDA DA PRODUTIVIDADE NA EMPRESA MODERNA.** São Paulo: Livraria Pioneira, 1991. 152 p.

NOVAES, Antônio Galvão. **LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE DISTRIBUIÇÃO:** Estratégia, Operação e Avaliação. 3ª Rio de Janeiro: Campus, 2001. 409 p.

SPIEGEL, Murray R.. **ESTATÍSTICA:** Resumo da teoria, 875 problemas resolvidos, 619 problemas propostos. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1977. 580 p.