

PRISCILA AOKI BALTHAZAR

**ESTUDO DO INDICADOR DE DISPONIBILIDADE DA LINHA DE PRODUÇÃO DE
UMA EMPRESA DE RECICLAGEM**

Guaratinguetá

2017

PRISCILA AOKI BALTHAZAR

**ESTUDO DO INDICADOR DE DISPONIBILIDADE DA LINHA DE PRODUÇÃO DE
UMA EMPRESA DE RECICLAGEM**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Santos Torres

Guaratinguetá

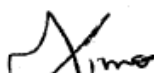
2017

B197e Balthazar, Priscila Aoki
Estudo do indicador de disponibilidade da linha de produção de uma empresa de reciclagem / Priscila Aoki Balthazar – Guaratinguetá, 2017.
93 f : il.
Bibliografia: f. 89-93

Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2017.
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Santos Torres

1. Desempenho – Medição. 2. Indicadores. 3. Concorrência. I. Título

CDU 620.1.08


Luciana Máximo

Bibliotecária/CRB-8 3595

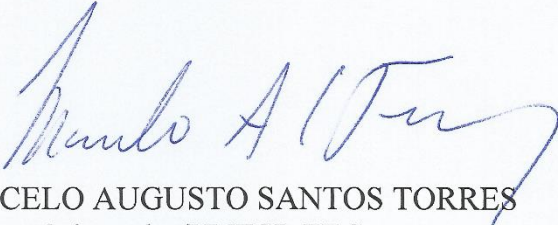
PRISCILA AOKI BALTHAZAR

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

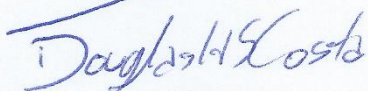
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MARCELO AUGUSTO SANTOS TORRES
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
UNESP-FEG


Me. DOUGLAS HENRIQUE DA SILVA COSTA
DCTA-IAE

Dezembro de 2017

DADOS CURRICULARES

PRISCILA AOKI BALTHAZAR

NASCIMENTO 09.05.1991 – São Paulo -SP

FILIAÇÃO Sérgio Balthazar
 Vera Lúcia Satiko Aoki Balthazar

2011/2017 Engenharia Mecânica - Graduação
 UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –
 Campus de Guaratinguetá

Dedico este trabalho aos meus pais, Sérgio Balthazar e Vera Lúcia Satiko Aoki Balthazar, que sempre me apoiaram, me deram forças para nunca desistir e sempre correr atrás dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, *Sérgio e Vera Lúcia*, por todos os ensinamentos de vida e educação que me deram, mas a cima de tudo a confiança que sempre tiveram em mim. Mesmo não estando ao meu lado, sempre me suportaram em tudo, fazendo eu me tornar a pessoa que sou hoje;

ao meu grande amigo, *Gabriel*, que sempre esteve no meu lado nos tempos mais difíceis e me ajudou a superar momentos cruciais. Sem ele, eu não estaria completando essa fase da minha vida;

à minha grande amiga *Priscila*, que se manteve ao meu lado, nos momentos bons e ruins, me manteve calma e sempre me incentivou.

a todas as minhas companheiras da república *Tudo Pela Dona*, que durante todos esses anos me apoiaram, me incentivaram e sempre estiveram do meu lado em todos os momentos;

à todos os colaboradores da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, que durante os meus anos de graduação estiveram sempre dispostos me auxiliar em todas as dificuldades.

ao Prof. Dr. *Marcelo Sampaio Martins*, que sempre me auxiliou nos momentos cruciais ao longo da minha graduação e sempre esteve disposto a ajudar.

em especial, ao meu Orientador Prof. Dr. *Marcelo Augusto Santos Torres*, que sempre acreditou em meu potencial, quando nem eu mesmo acreditava, me apoiou, me orientou e me incentivou durante todas as fases desse trabalho.

MUITO OBRIGADA!

“O passado pode machucar, mas como eu vejo:
você pode fugir dele ou aprender com ele.”

Rei Leão

BALTHAZAR, P. A. **Estudo do indicador de disponibilidade da linha de produção de uma empresa de reciclagem**. 2017. 93f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

RESUMO

A disponibilidade dos recursos da produção possui alta importância para que as empresas de manufatura se mantenham competitivas no mercado. Para administrar a disponibilidade dos recursos, um Sistema de Medição de Desempenho (SMD) é necessário para a organização e conhecimento das informações envolvidas. Os Indicadores Chave de Performance quantificam essas informações. O Grau de Utilização (GU) é um índice específico para a medição da disponibilidade dos recursos. Um baixo GU significa problemas na produção. A empresa do estudo é uma manufatura de alumínio e possui quatro áreas sequenciais dependentes uma da outra. A primeira área é a Reciclagem e é o enfoque deste estudo por não possuir um nível suficiente de GU afetando as demais áreas. Foi identificado que as paradas não planejadas nas linhas de produção foram o principal motivo de um baixo GU. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo identificar as principais paradas não planejadas, definir suas características e apresentar possíveis soluções. Para a análise dos dados coletados foi utilizado o diagrama de Pareto, que é uma ferramenta da qualidade que evidencia as principais causas do problema. A análise possibilitou levantar as principais paradas ocorridas em três anos fiscais e estudar possíveis intervenções para os problemas existentes. A partir das soluções propostas, espera-se obter um aumento médio de 12% no Grau de Utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Disponibilidade. Sistema de Medição de Desempenho. Indicadores Chave de Performance. Grau de Utilização. Reciclagem. Parada não planejada.

BALTHAZAR, P. **A study of the availability indicator of the production line of a recycling company.** 2017. 93f. Graduate Work (Graduate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

ABSTRACT

The availability of production resources is very important for manufacturing companies to remain competitive in the market. To manage the availability of resources, a Performance Measurement System is necessary for the organization and knowledge of the information involved. Key Performance Indicators (KPI) quantify this information. The Utilization Level (UL) is a specific index for measuring the availability of resources. A low UL means production problems. The study company is an aluminum manufacturer and has four sequential areas dependent on each other. The first area is Recycling and is the focus of this study because it does not have a sufficient level of UL affecting the other areas. It was identified that unplanned downtime on production lines were the main reason for a low GU. Therefore, the present work aimed to identify the main unplanned downtime, define their characteristics and present possible solutions. For the analysis of the data collected, the Pareto diagram was used, which is a quality tool that shows the main causes of the problem. The analysis made it possible to raise the main downtime in three fiscal years and to study possible interventions for existing problems. From the proposed solutions, an average increase of 12% in the Utilization Level is expected.

KEYWORDS: Availability. Performance Measurement System. Key Performance Indicators. Utilization Level. Recycling. Unplanned downtime.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Publicações em revistas científicas sobre o tema SMD por ano.....	20
Figura 2 - Fluxograma de construção de um indicador	22
Figura 3 - Gráfico do KPI Grau de Utilização – Acompanhamento anual	28
Figura 4 – Exemplo de Diagrama de Pareto.....	30
Figura 5 - Fluxograma das Linhas de Produção 1 e 2	31
Figura 6 – Fluxo da matéria-prima pelos ativos	31
Figura 7 - Fluxo do processo, e entradas e saídas de cada ativo	32
Figura 8 – Fluxograma dos equipamentos que compõe a Linha de Processamento 1	33
Figura 9 – Fluxograma dos equipamentos que compõe a Linha de Processamento 2	34
Figura 10 – Gráfico de Gantt.....	39
Figura 11 – Janela de apontamento de parada do sistema PCS.....	40
Figura 12 – Fluxograma de preenchimento da parada no sistema	40
Figura 13 – Cabeçalho da tabela de dados do relatório retirado no PCS	48
Figura 14 – Modo de classificação por área utilizado no <i>software</i>	48
Figura 15 – Exemplo de apresentação no relatório da classificação por “Área”	49
Figura 16 – Modo de classificação por área utilizado no <i>software Excel®</i>	49
Figura 17 – Exemplo de apresentação no relatório da classificação por “FY”	49
Figura 18 - Fluxograma da análise de dados	50
Figura 19 – Exemplo de estratificação por “Tipo da Parada” na LP1 e FY15 no <i>software Excel®</i>	51
Figura 20 – Diagrama de Pareto LP1 para FY14.	52
Figura 21 – Diagrama de Pareto LP1 para FY15.	52
Figura 22 – Diagrama de Pareto LP1 para FY16	53
Figura 23 – Diagrama de Pareto LP2 para FY15.	54
Figura 24 – Diagrama de Pareto LP2 para FY16	55
Figura 25 – Diagrama de Pareto F1 para FY14.....	56
Figura 26 – Diagrama de Pareto F1 para FY15.....	56
Figura 27 – Diagrama de Pareto F1 para FY16.....	57
Figura 28 – Diagrama de Pareto F2 para FY14.....	58
Figura 29 – Diagrama de Pareto F2 para FY15.....	59
Figura 30 – Diagrama de Pareto F2 para FY16.....	59
Figura 31 – Diagrama de Pareto F5 para FY15.....	60

Figura 32 – Diagrama de Pareto F5 para FY16.....	61
Figura 33 – Diagrama de Pareto F6 para FY15.....	62
Figura 34 – Diagrama de Pareto F6 para FY16.....	63
Figura 35 – Exemplo de estratificação por “Tipo da Parada” na LP1 e FY15 no <i>software Excel®</i>	64
Figura 36 – Diagrama de Pareto LP1 – FY14 – “Mecânica”.....	65
Figura 37 – Diagrama de Pareto LP1 – FY14 – “Operação”.....	66
Figura 38 – Diagrama de Pareto LP1 – FY15 – “Operação”.....	67
Figura 39 – Diagrama de Pareto LP1 – FY16 – “Operação”.....	68
Figura 40 – Diagrama de Pareto LP1 – FY16 – “Mecânica”.....	68
Figura 41 – Diagrama de Pareto LP2 – FY15 – “Operação”.....	69
Figura 42 – Diagrama de Pareto LP2 – FY15 – “Mecânica”.....	70
Figura 43 – Diagrama de Pareto LP2 – FY16 – “Operação”.....	71
Figura 44 – Diagrama de Pareto LP2 – FY16 – “Mecânica”.....	72
Figura 45 – Diagrama de Pareto F1 – FY14 – “Operação”.....	73
Figura 46 – Diagrama de Pareto F1 – FY15 – “Operação”.....	73
Figura 47 – Diagrama de Pareto F1 – FY16 – “Operação”.....	74
Figura 48 – Diagrama de Pareto F2 – FY14 – “Operação”.....	75
Figura 49 – Diagrama de Pareto F2 – FY15 – “Operação”.....	75
Figura 50 – Diagrama de Pareto F2 – FY16 – “Operação”.....	76
Figura 51 – Diagrama de Pareto F5 – FY15 – “Operação”.....	77
Figura 52 – Diagrama de Pareto F5 – FY16 – “Operação”.....	78
Figura 53 – Diagrama de Pareto F6 – FY15 – “Operação”.....	79
Figura 54 – Diagrama de Pareto F6 – FY16 – “Operação”.....	79
Figura 55 – Fluxograma de classificação de parada e suas causas - LP.....	81
Figura 56 – Fluxograma de classificação de parada e suas causas - Fornos.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Nomes dos equipamentos no sistema da LP1	41
Quadro 2 – Nomes dos equipamentos no sistema da LP2.....	42
Quadro 3 – Nomes dos equipamentos no sistema dos Fornos	43
Quadro 4 – Quantidade de opção de “Razão da Parada” para cada “Tipo da parada”	44
Quadro 5 – "Razão da Parada" classificada por "Tipo da Parada"	44
Quadro 6 – “Tipo da Parada” do LP1 por FY, levantadas para análise no segundo nível.	54
Quadro 7 – “Tipo da Parada” do LP2 por FY, levantadas para análise no segundo nível.	55
Quadro 8 – “Tipo da Parada” do F1 por FY, levantadas para análise no segundo nível.	57
Quadro 9 – “Tipo da Parada” do F2 por FY, levantadas para análise no segundo nível.	60
Quadro 10 – “Tipo da Parada” do F5 por FY, levantadas para análise no segundo nível.	61
Quadro 11 – “Tipo da Parada” do F6 por FY, que serão analisadas no segundo nível.....	63
Quadro 12 – Compilação de dados LP1 e indicação de resultado GU	84
Quadro 13 – Compilação de dados LP2 e indicação de resultado GU.....	84
Quadro 14 – Compilação de dados F1 e indicação de resultado GU	85
Quadro 15 – Compilação de dados F2 e indicação de resultado GU	85
Quadro 16 – Compilação de dados F5 e indicação de resultado GU	85
Quadro 17 – Compilação de dados F6 e indicação de resultado GU	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metas das LPs e Fornos	37
Tabela 2 – Comparação Real com a Meta – LP1	37
Tabela 3 – Comparação Real com a Meta – LP2	37
Tabela 4 – Comparação Real com a Meta – Forno 1	37
Tabela 5 – Comparação Real com a Meta – Forno 2	38
Tabela 6 – Comparação Real com a Meta – Forno 5	38
Tabela 7 – Comparação Real com a Meta – Forno 6	38
Tabela 8 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1 e FY14) e influência no GU (%)...	52
Tabela 9 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1 e FY15) e influência no GU (%)...	53
Tabela 10 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1 e FY16) e influência no GU (%)...	53
Tabela 11 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2 e FY15) e influência no GU (%)...	54
Tabela 12 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2 e FY16) e influência no GU (%)...	55
Tabela 13 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1 e FY14) e influência no GU (%) ...	56
Tabela 14 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1 e FY15) e influência no GU (%) ...	57
Tabela 15 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1 e FY16) e influência no GU (%) ...	57
Tabela 16 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2 e FY14) e influência no GU (%) ...	58
Tabela 17 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2 e FY15) e influência no GU (%) ...	59
Tabela 18 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2 e FY16) e influência no GU (%) ...	60
Tabela 19 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5 e FY15) e influência no GU (%) ...	61
Tabela 20 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5 e FY16) e influência no GU (%) ...	61
Tabela 21 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6 e FY15) e influência no GU (%) ...	62
Tabela 22 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6 e FY16) e influência no GU (%) ...	63
Tabela 23 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY14 e “Mecânica”) e influência no GU (%)	65
Tabela 24 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY14 e “Operação”) e influência no GU (%)	66
Tabela 25 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)	67
Tabela 26 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)	68
Tabela 27 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY16 e “Mecânica”) e influência no GU (%)	69

Tabela 28 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)	70
Tabela 29 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY15 e “Mecânica”) e influência no GU (%)	70
Tabela 30 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)	71
Tabela 31 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY16 e “Mecânica”) e influência no GU (%)	72
Tabela 32 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1, FY14 e “Operação”) e influência no GU (%)	73
Tabela 33 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)	74
Tabela 34 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)	74
Tabela 35 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2, FY14 e “Operação”) e influência no GU (%)	75
Tabela 36 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)	76
Tabela 37 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)	76
Tabela 38 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)	77
Tabela 39 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)	78
Tabela 40 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)	79
Tabela 41 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)	80
Tabela 42 - Aumento do GU por área e por ano fiscal	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Área Técnica De Processo
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
F1	Forno 1
F2	Forno 2
F5	Forno 5
F6	Forno 6
FAP	Falta De Apontamento De Parada
FY	Ano Fiscal
FY14	Ano Fiscal 14
FY15	Ano Fiscal 15
FY16	Ano Fiscal 16
GU	Grau De Utilização
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LP	Linha de Processamento
LP1	Linha de Processamento 1
LP2	Linha de Processamento 2
MC	Manutenção Civil
NE	Não escalada
OTIF	<i>On Time In Full</i>
PCS	<i>Process Control System</i>
PP	Parada programada
RP	Razão da Parada
SMD	Sistema De Medição De Desempenho
TP	Tipo da Parada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVO	17
2	EMBASAMENTO TEÓRICO	18
2.1	GESTÃO DA PRODUÇÃO.....	18
2.2	SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO (SMD)	19
2.2.1	Evolução do Sistema de Medição de Desempenho	19
2.2.2	Definição do Sistema de Medição de Desempenho	21
2.3	INDICADOR.....	21
2.4	DISPONIBILIDADE	23
2.4.1	Capacidade De Produção.....	24
2.4.1.1	Capacidade Instalada	25
2.4.1.2	Capacidade Disponível	25
2.4.1.2.1	<i>Grau de disponibilidade.....</i>	26
2.4.1.3	Capacidade Efetiva	26
2.4.1.3.1	<i>Grau de Utilização.....</i>	26
2.4.1.4	Capacidade Realizada.....	27
2.4.1.4.1	<i>Índice de Eficiência.....</i>	27
2.4.1.5	Grau de Utilização x Índice de Eficiência	27
2.5	DOWNTIME	28
2.6	PRINCÍPIO DE PARETO	29
3	CENÁRIO	31
3.1	LINHA DE PROCESSAMENTO	32
3.1.1	Linha de Processamento 1 (LP1).....	32
3.1.2	Linha de Processamento 2 (LP2).....	33
3.2	FORNOS	34
3.3	METAS.....	35
3.4	O PROBLEMA	37
4	METODOLOGIA.....	39
4.1	APONTAMENTO DAS PARADAS NO SISTEMA	39
4.1.1	Campo “Equipamento”	41
4.1.2	Campo “Tipo da Parada” (TP)	43

4.1.3	Campo “Razão da Parada” (RP)	44
4.2	DADOS	48
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DAS PARADAS	51
5.1	PRIMEIRO NÍVEL (“TIPO DA PARADA”).....	51
5.1.1	Linha de Processamento 1 (LP1).....	51
5.1.2	Linha de Processamento 2 (LP2).....	54
5.1.3	Forno 1 (F1).....	55
5.1.4	Forno 2 (F2).....	58
5.1.5	Forno 5 (F5).....	60
5.1.6	Forno 6 (F6).....	62
5.2	SEGUNDO NÍVEL (“RAZÃO DA PARADA”).....	63
5.2.1	Linha de Processamento 1 (LP1).....	64
5.2.2	Linha de Processamento 2 (LP2).....	69
5.2.3	Forno 1 (F1).....	72
5.2.4	Forno 2 (F2).....	74
5.2.5	Forno 5 (F5).....	76
5.2.6	Forno 6 (F6).....	78
5.3	ANÁLISE DOS RESULTADOS	80
5.4	SOLUÇÕES PROPOSTAS	83
6	CONCLUSÕES.....	87
	REFERÊNCIAS	88

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

O fluxo de produção na empresa metalúrgica, no qual o estudo se deu, inicia-se na área de Reciclagem, que transforma sucata em metal líquido. O metal líquido é enviado para a Refusão (cliente interno) que o transforma em placas, que vão para a Laminação a Quente e, por fim, a Laminação a Frio.

Por possuir um processo contínuo e dependente, qualquer atraso em uma das áreas, afeta diretamente a produção das demais.

O estudo deste trabalho deu-se na área de Reciclagem, tendo como cliente direto a Refusão, que depende fortemente da produção de metal líquido. Qualquer atraso na Reciclagem causa impacto na produção de placas pela Refusão.

Nos últimos anos, a área da Reciclagem não vem atingindo a produção desejada afetando o seu cliente interno e os processos de laminação.

A produção da Reciclagem não vem atingindo o volume esperado devido ao baixo tempo disponível que a linha está efetivamente produzindo. O índice que mede essa disponibilidade se chama Grau de Utilização (GU).

Esse índice está abaixo do necessário devido as paradas não planejadas que ocorrem na linha de produção. Com isso, o estudo das principais causas se faz necessário, para que assim sejam tratadas e o índice GU alcance o valor necessário para a produção atingir a sua meta.

1.2 OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi identificar as maiores paradas não planejadas que afetam o não atingimento da meta do GU, definir suas características e apresentar possíveis soluções sobre elas.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 GESTÃO DA PRODUÇÃO

Atualmente, o mercado vem exigindo cada vez mais das empresas produtos com custos mais baixos, boa qualidade e rapidez de entrega. Segundo Cruz (2009), o básico para se estabelecer e manter-se no mercado é possuir vantagens competitivas.

Para alcançar altos níveis de competitividade é necessária uma boa gestão da produção (SLACK et al., 2009). Essa gestão é voltada para os recursos de produção, como decisões em organização de mão de obra, em planejamento da capacidade, em fluxo de processo, entre outros, e é uma forma estratégica de se gerir (GAGNON, 1999).

A competitividade nas empresas de manufatura é fortemente dependente da disponibilidade e produtividade dos seus recursos de produção (FLEISCHER et al., 2006).

A escolha da priorização dos diversos recursos de uma empresa depende do tipo de processo e volume de produção. Empresas de alta produção precisam focar seus esforços na eficiência de utilização dos equipamentos e recursos humanos que os operam. No caso de uma linha de produção com processo contínuo (sem estoques intermediários) os diversos recursos necessários devem ser quantificados e disponíveis adequadamente (SLACK et al., 2009).

Para certificação de que os recursos estão sendo alocados de forma correta, há a necessidade de que as empresas possuam informações cada vez mais precisas sobre suas operações (TOFLER, 2003).

Hoje, a competitividade industrial se fundamenta, além dos recursos disponíveis, nas informações e conhecimentos dos processos necessários à produção (SENGE, 2013). Essa fundamentação é devido ao avanço tecnológico, aumento da complexidade e na rápida mudança dos sistemas organizacionais (CORDEIRO, 2002).

Fernandes (2004) mostra a importância na construção da base de informações que fundamenta a construção da base de tomada de decisão. A má qualidade dessa base, pode causar perdas e acarretar consequências ruins para a empresa.

Esta constatação vai ao encontro da conhecida ideia de Deming (1990): não gerencia o que não se mensura, não se mensura o que não está previamente definido, não se define o que não está de claro entendimento.

Kotler (1998) afirma dirigir bem um negócio é administrar seu futuro e dirigir o futuro é administrar informações.

Neely (1999) mostra que a necessidade da presença da gestão da performance do negócio tem sete razões principais: a mudança da natureza do trabalho; aumento da competição entre empresas; iniciativas de melhoria específica; premiações de qualidade nacionais e internacionais; mudança dos papéis organizacionais; mudança das demandas externas; e o poder da tecnologia da informação.

Com isso, fica claro a necessidade de uma base de informações e conhecimentos bem organizados. Sendo assim, um sistema de medição se faz necessário. Há diversos tipos de sistemas de medição, porém o enfoque deste estudo será o Sistema de Medição de Desempenho (SMD). Dutra (2003) afirma que as variáveis que compõe o SMD são aquelas que possuem grande valor e importância para que uma organização atinja seus objetivos.

2.2 SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO (SMD)

2.2.1 Evolução do Sistema de Medição de Desempenho

Historicamente, o sistema de medição de desempenho data desde antes da revolução industrial e do surgimento da metodologia fordista-taylorista. Esses eram utilizados pelos artesões para medidas contábeis. No início do século XIX, os gerentes empresariais baseavam suas decisões em informações sobre o custo de transformação da matéria-prima em produto final por hora de produção, tanto por indivíduos, mas também como um todo. Com isso, obtinham a informação da eficiência do processo e de cada um dos colaboradores. A análise e traçado de metas era baseado por pessoa. Com o passar do século XIX, houve a criação de um novo método de medição de desempenho, o índice operacional. Esse índice foi criado por gerentes ferroviários e correlacionava as despesas operacionais com a receita. Com isso, media-se a eficiência dos gerentes locais e a lucratividade do processo. Ainda no século XIX, Frederick W. Taylor criou metodologias mais científicas do que empíricas destinadas a medir parâmetros que não envolviam somente dinheiro (KAPLAN; COOPER, 1998).

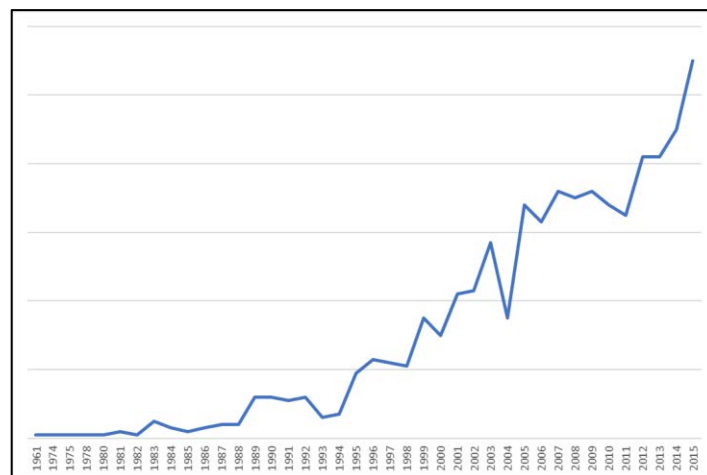
No início século XX, foi desenvolvido o indicador de retorno sobre o investimento (ROI - *Return on Investment*) e, juntamente com outros indicadores, tornou-se uma forma para o controle da organização. O ROI ficou sendo, para a maioria das grandes empresas, o único meio de avaliação de desempenho (JOHNSON; KAPLAN, 1991). Em meados do século XX, a utilização de indicadores não financeiros voltados para a área da qualidade se fizeram necessários, devido a importância dessa área nos resultados finais dos produtos. Com isso,

enfoque nos indicadores financeiros tradicionais tornaram-se menos relevantes (BITITCI et al., 2001). Na década de 80, a pressão de competidores e o aumento do investimento na qualidade, aumentou a necessidade de avaliação de desempenho, não somente nos produtos e resultados, mas como também no processo (FILHO; MARTINS, 2001). Como citam os mesmos autores, na década de 90, a inserção de um gerenciamento além das áreas fabris se tornou necessário. O controle de impactos sociais, ambientais e nos clientes passaram a ter também relevância.

Ghalayini e Noble (1996) dividem em duas fases a história do SMD, tendo como divisor os anos 1980. A primeira fase tinha como enfoque aspectos financeiros e de fatores internos a corporação, sendo as suas principais características os dados contábeis (indicadores financeiros), e não eram levados em conta a estratégia corporativa e, nem fatores externos, como os clientes. A segunda fase, que perdura até os dias atuais, surge com a evolução do mercado, a globalização e técnicas e filosofias de produção, gerando a necessidade de desenvolvimento de novos métodos. Essa segunda fase é descrita por Bourne et al. (2000), como o desenvolvimento e inclusão de medidas externas e não-financeiras, complementando às internas e financeiras já provenientes da primeira fase. Com essas novas medidas, é possível, além de registrar como foi o passado, se ter uma prévia do desempenho futuro.

Os estudos dos SMDs vêm evoluindo e aumentando com o passar do tempo. A figura 1 mostra esta evolução (CAVALCANTI, 2016):

Figura 1 - Publicações em revistas científicas sobre o tema SMD por ano



Fonte: Adaptado de Cavalcanti (2016)

Devido a sua grande variabilidade de parâmetros, abordagens e metodologias a serem seguidas, juntamente com o aumento dos estudos na área, não há um fluxo correto a ser seguido quando se trata de critérios de medição de desempenho. Com isso, a aplicação de um SMD tem

a dependência de seus contextos de aplicação, não tendo assim uma forma generalizada válida para todas as empresas (CAVALCANTI, 2016).

2.2.2 Definição do Sistema de Medição de Desempenho

Moreira (1996) define SMD como um conjunto de informações referentes às suas divisões internas, aos seus processos, e às suas atividades com parâmetros bem definidos, descrevendo assim as características de desempenho para cada parte individualmente e como um todo.

Corrêa e Corrêa (2004) definem SMD como um conjunto de métricas utilizado para quantificar a eficiência e a eficácia de um determinado processo, tendo como propósito:

- a. A integração de partes do ciclo de planejamento e controle necessárias para a gestão das operações. As medidas fornecem os meios para se obter os dados sobre desempenho, que comparadas a determinados padrões, apoiam a tomada de decisão;
- b. Estabelecer um sistema adequado de avaliação de desempenho, visando influenciar comportamentos desejados nas pessoas e na operação, para ter uma maior probabilidade do alinhamento das ações com a estratégia.

Lohman et al. (2004) e Neely (2005) complementam a definição de SMD como conjuntos de medidas usadas para medir a eficiência e a eficácia das ações, tendo como composição softwares, base de dados e procedimentos capazes de executar a medição do desempenho usando indicadores de desempenho.

Os indicadores são a forma de demonstração de medidas utilizadas que todas as metodologias e abordagens possuem em comum (MOREIRA, 1996).

2.3 INDICADOR

Os indicadores são formados por um número determinado de medidas de desempenho individuais que em conjunto (SMD) medem a eficiência e a eficácia dos processos, influenciando as ações relacionadas às estratégias da organização (NEELY et al., 1995).

Um indicador é a forma de representar características quantificáveis de um processo, produto ou serviço (SCARTEZINI, 2009) e é utilizado para mostrar a situação atual e as

tendências de parâmetros tangíveis e não tangíveis analisados (TOCCHETTO; PEREIRA, 2004, apud MOUTINHO; SANTOS, 2016).

A simplicidade do indicador é essencial para sua caracterização, por ele ser uma medida que simplifica e quantifica informações sobre fenômenos complexos, com o intuito de melhorar o processo de comunicação (VAN BELLEN, 2004). Quanto maior for a simplicidade dos dados apresentados, mais eficaz é sua aplicação e mais facilmente a empresa poderá ser compreendida em todos os seus níveis hierárquicos (CAMPOS, 1992). Além disso, todas as pessoas, da empresa em questão, devem ter acesso à essa gestão visual, pois os indicadores são uma forma de comunicação do processo com todos os envolvidos (SARI, 2015).

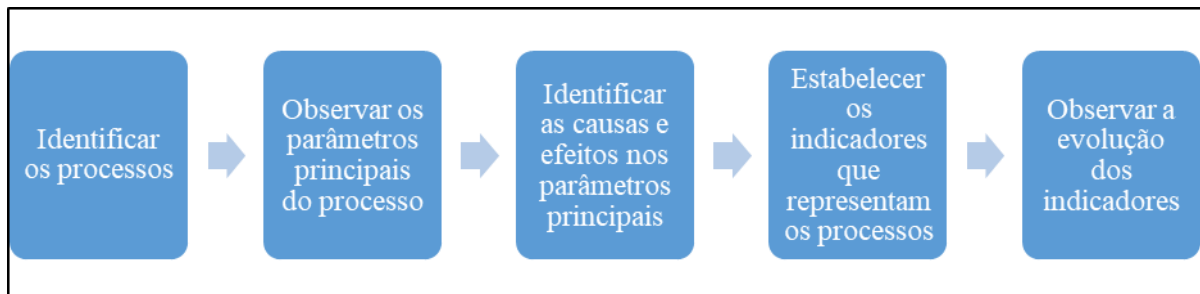
A base de dados nas quais são montados os indicadores deve ser capaz de acompanhar o processo sem uma influência subjetiva (AMBRÓSIO; LEITE, 2008). No estudo aqui descrito, os dados para a construção do indicador são obtidos de um sistema automatizado de base de dados *Enterprise Resource Planning* (ERP), também conhecido como Sistema de Gestão Empresarial.

O ERP é um sistema de informação de gestão empresarial em formato de *software*, que integra as diversas áreas de uma empresa em um único sistema, possibilitando a automatização, e facilitando o armazenamento e a coleta de dados dos seus processos (PINHEIRO, 2006).

Takashina e Flores (1996) salientam que os indicadores devem sempre estar associados às áreas do negócio nas quais tenham maior impacto no desempenho da organização.

Para a construção de um indicador, Fernandes (2004) propõe a metodologia descrita na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma de construção de um indicador



Fonte: Adaptado de Fernandes (2004)

O enfoque do nosso estudo será a última etapa mostrada na figura 2: “Observar a evolução dos indicadores”. Este indicador observado será o indicador voltado para disponibilidade da linha de produção (Grau de Utilização), que se encaixa no grupo de

Indicadores Chave de Performance, também conhecido como *Key Performance Indicators* (KPI).

Os KPIs são as métricas focadas nos pontos críticos no desenvolvimento da organização e tem como definição sete principais características de medidas (PARMENTER, 2010):

- I. Não-financeiras;
- II. Frequentes;
- III. Definidas pelo comitê responsável pela estratégia;
- IV. De fácil medição e compreensão de todos os níveis da organização;
- V. Com responsabilidade atribuída a uma equipe ou a um colaborador;
- VI. Com impacto significativo na organização;
- VII. Com impacto na organização positivo, visando a melhoria.

Os objetivos definidos pelo comitê geram metas quantificáveis na empresa. Os KPIs são utilizados para acompanhar o cumprimento destas metas e devem ser continuamente revisados e ajustados de acordo com as mudanças industriais, econômicas, ambientais e também com as novas necessidades de capacidade de recursos no processo.

Haponava e Al-Jibouri (2009) afirmam que o KPI visa sempre o melhoramento contínuo das atividades para o estabelecimento de metas mais elevadas.

O indicador “Grau de Utilização”, enfoque desse estudo se encaixa em todas as características citadas a cima. Para isso, o maior entendimento desse indicador se faz necessário.

2.4 DISPONIBILIDADE

Segundo a NBR-5462 define como tempo de disponibilidade “intervalo de tempo durante o qual um item está em estado de disponibilidade” (1994, p. 10).

A NBR-5462 define estado de disponibilidade como “estado de um item caracterizado por ele poder desempenhar uma função requerida[...]” (1994, p.6).

O estado de disponibilidade está vinculado com o desempenho de disponibilidade, dado por, segundo NBR-5462, “capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado[...]” (1994, p.3)

Para o estudo apresentado, tem-se o tempo de disponibilidade com a nomenclatura de grau de utilização da linha de produção. Sendo assim, grau de utilização é o intervalo de tempo no qual a produção está ocorrendo.

2.4.1 Capacidade De Produção

Para entender melhor o cálculo do grau de utilização, é necessário entender sobre a capacidade de produção.

Peinado e Graeml (2007) associam capacidade, isoladamente, ao volume máximo do que está sendo apresentado, ou seja, quantidade máxima de produção para as condições físicas existentes. Apesar de ser muito utilizada, essa medição é estática, pois não leva em consideração o tempo. Portanto, existe a necessidade de se conhecer a capacidade de uma forma dinâmica, ou seja, a inserção da variável tempo na medição. Por exemplo, uma sala de aula tem capacidade para 40 alunos. Ela é utilizada duas vezes por dia, com isso, ela é tem a capacidade dinâmica de 80 alunos por dia, 40 alunos em cada “turno”.

Stevenson (2001) refere-se à capacidade como um limite superior de carga suportado por uma unidade. Essa podendo ser uma fábrica, um departamento, uma loja, ou um funcionário.

Segundo Slack et al. (2009), empresas de manufatura tem como conceito de capacidade o nível máximo de atividade com valor agregado durante um determinado período de tempo pelo qual o processo é realizado sob condições normais de operação.

Definições de capacidade variam, portanto, de autor para autor, até mesmo de organização para organização, mas todas possuem significados de conteúdo em comum que é a quantidade máxima de produção por unidade em um determinado período de tempo. Assim como ocorre com o conceito, a variação de terminologia e classificação da capacidade também acontece, tornando a sua medição complexa. Independente das definições e nomes utilizados, seu conteúdo final será o mesmo (PEINADO; GRAEML, 2007).

Das diversas literaturas consultadas, a definição utilizada por Peinado e Graeml (2007), é a que mais se aproxima da implantada na organização onde o estudo se dá. A classificação utilizada pelos autores são:

- i. Capacidade Instalada;
- ii. Capacidade Disponível;
- iii. Capacidade Efetiva;
- iv. Capacidade Realizada.

2.4.1.1 Capacidade Instalada

Capacidade instalada é definida como a produção máxima que uma unidade realiza trabalhando ininterruptamente, ou seja, é a capacidade produzida utilizando todas as horas do dia e todos os dias da semana.

Essa medição é hipotética, pois, na prática, é impossível uma unidade produtora, podendo ser essa uma fábrica, uma linha de produção, uma máquina ou uma pessoa, funcionar todo o tempo sem necessidades de paradas.

Porém, é de extrema importância ter o conhecimento de tal capacidade por ela ser o teto máximo de produção, só podendo ser ultrapassada ampliando as instalações.

O período máximo mensal produzindo é mostrado pela equação 1:

$$\text{Período máximo} = 30 \left[\frac{\text{dias}}{\text{mês}} \right] * 24 \left[\frac{\text{horas}}{\text{dia}} \right] = 720 \left[\frac{\text{horas}}{\text{mês}} \right] \quad (1)$$

A capacidade instalada é calculada através da equação 2:

$$\begin{aligned} \text{Capacidade instalada} &= \text{Período máximo} * N \left[\frac{\text{"unidade de produto"}}{\text{hora}} \right] = \\ &= Y \left[\frac{\text{"unidade de produto"}}{\text{mês}} \right] \end{aligned} \quad (2)$$

2.4.1.2 Capacidade Disponível

A Capacidade Disponível compara-se com a capacidade instalada com a diferenciação do seu período máximo. Nesse caso é levado em consideração a jornada de trabalho.

O cálculo do seu período máximo varia de acordo com a definição de número de horas diárias e quantidade de dias mensais de atividade.

Em termos práticos, a capacidade disponível é o teto máximo de volume, com a parametrização de quantidade de tempo em funcionamento.

A Capacidade Disponível é calculada através da equação 3:

Capacidade Disponível

$$\begin{aligned}
 &= \text{Período máximo disponível} * N \left[\frac{\text{"unidade de produto"}}{\text{hora}} \right] = \\
 &= Z \left[\frac{\text{"unidade de produto"}}{\text{mês}} \right]
 \end{aligned} \quad (3)$$

2.4.1.2.1 Grau de disponibilidade

Após a obtenção da capacidade instalada e a capacidade disponível, é formado o Grau de Disponibilidade. Esse grau é um índice, em porcentagem, da disponibilidade da unidade produtora.

O Grau de Disponibilidade é calculado através da equação 4:

$$\text{Grau de disponibilidade}[\%] = \frac{\text{Capacidade disponível}}{\text{Capacidade instalada}} \quad (4)$$

2.4.1.3 Capacidade Efetiva

A Capacidade Efetiva é a capacidade disponível levando-se em consideração as perdas planejadas. Exemplo de perdas planejadas:

- Manutenções preventivas periódicas;
- Manutenções preditivas planejadas;
- Paradas operacionais planejadas etc.

Perdas de capacidade não planejadas são as que não se consegue prever. Por exemplo:

- Falha nas máquinas;
- Paradas para manutenção corretiva;
- Paradas operacionais não planejadas;
- Atraso na cadeia de produção;
- Falta de matéria-prima etc.

2.4.1.3.1 Grau de Utilização

Com a obtenção da capacidade efetiva, obtém-se o Grau de Utilização, que representa o índice porcentual de quanto da sua capacidade disponível a unidade produtiva está utilizando.

O Grau de Utilização é calculado através da equação 5:

$$\text{Grau de Utilização}[\%] = \frac{\text{Capacidade efetiva}}{\text{Capacidade disponível}} \quad (5)$$

2.4.1.4 Capacidade Realizada

A Capacidade Realizada é dada pela subtração das perdas não planejadas da capacidade efetiva, sendo assim, é a capacidade real e final da unidade produtora em um período de tempo determinado.

2.4.1.4.1 Índice de Eficiência

O Índice de Eficiência é a comparação da capacidade realizada com a capacidade efetiva, dada em porcentagem.

O índice de eficiência é calculado através da equação 5:

$$\text{Índice de Eficiência} [\%] = \frac{\text{Capacidade realizada}}{\text{Capacidade efetiva}} \quad (6)$$

2.4.1.5 Grau de Utilização x Índice de Eficiência

Como mencionado anteriormente, cada autor e organização empresarial utilizam uma terminologia específica na classificação da capacidade.

Consultando diversas literaturas, a nomenclatura utilizada nos itens anteriores é a que mais se aproximou da utilizada pela empresa na qual o estudo se dá.

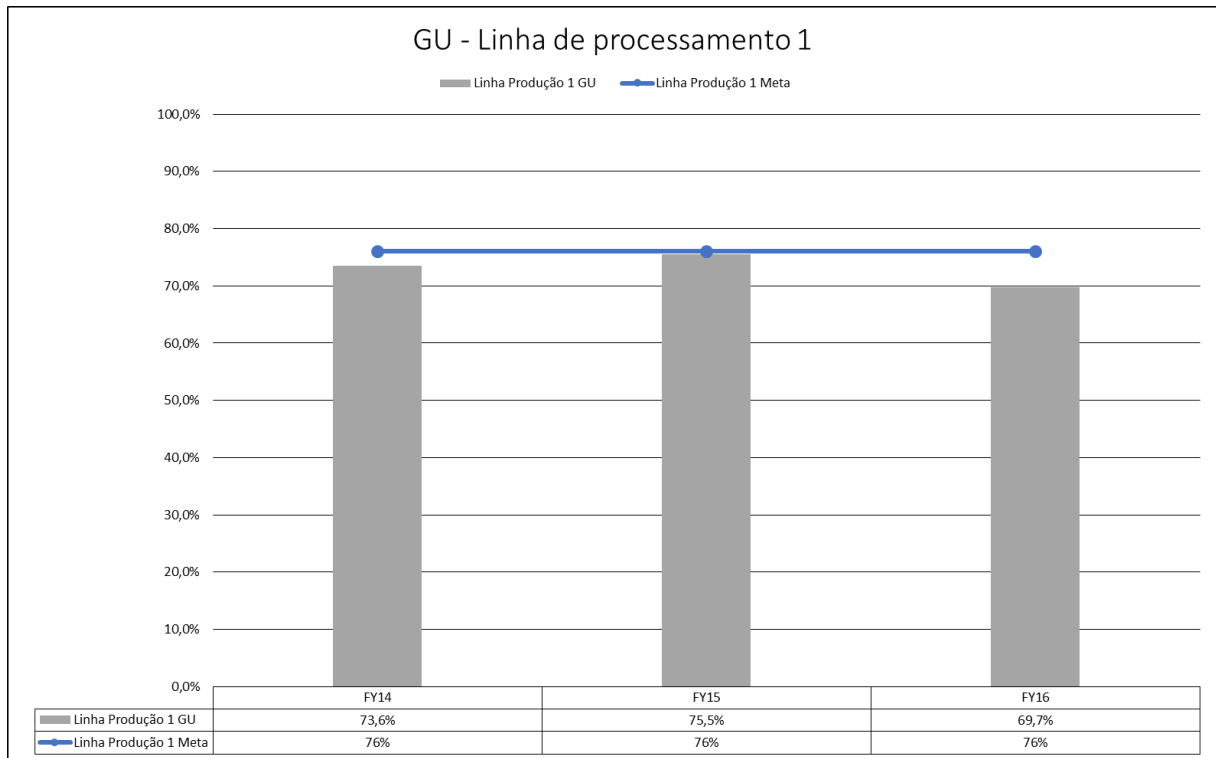
A nomenclatura Grau de Utilização na teoria se dá pela equação (5).

Na empresa, a meta do indicador estudado é calculada pela equação (5), mas o indicador final é calculado pela equação (6).

Todavia, na empresa, ambos recebem o nome de “Grau de Utilização”. Esse índice de capacidade é um dos principais indicadores presentes no sistema de medição de desempenho para tomada de decisão da empresa e é o alvo do nosso estudo.

Um exemplo visual do gráfico do KPI do GU usado na empresa é mostrado na figura 3.

Figura 3 - Gráfico do KPI Grau de Utilização – Acompanhamento anual



Fonte: Do próprio autor

A linha horizontal destacada indica a meta a ser atingida no “Grau de Utilização” e as barras são obtidas através do cálculo do “Índice de Eficiência” ou Grau de Utilização levando-se em consideração as paradas não planejadas.

2.5 DOWNTIME

As paradas programadas ou não são consideradas perdas e são conhecidas como *Downtime* na empresa.

As perdas que impactam a disponibilidade da produção tiveram uma evolução na forma de sua descrição e avaliação. Nos anos 70, a classificação era voltada para as falhas técnicas sofridas nos ativos, sendo elas classificadas em mecânica, elétrica, eletrônica, hidráulica, entre outras. Nos anos 80, passou-se a considerar também as causas organizacionais. Somente nos anos 90 passou-se a diferenciar as perdas em causas planejadas e não planejadas (LJUNGBERG, 1998).

A identificação dessas perdas e suas causas se faz necessário a fim de eliminá-las ou reduzi-las (BUSSO; MIYAKE, 2013).

Para qualquer processo de melhoria, a distinção de *Downtime* de maior e menor importância se faz necessário (SLACK et al., 2009). Com isso, a análise das perdas será realizada por uma das ferramentas da qualidade que tem como princípio a classificação de importância, o Princípio de Pareto.

2.6 PRINCÍPIO DE PARETO

O princípio de Pareto foi escolhido por ser uma ferramenta da qualidade utilizada para análise de dados (HAGEMEYER et al., 2006) e por ser a segunda mais aplicada em manufatura (ANTONY; BUÑUELAS, 2002; ANTONY et al., 2007).

Peinado e Graeml (2007, p.546) descrevem a história do Princípio de Pareto:

“O economista italiano Vilfredo Pareto, ao verificar a não uniformidade da distribuição da renda entre as pessoas, no final do século XIX, concluiu que: 80% da riqueza do país estava concentrada nas mãos de 20% das pessoas. Esta tese de Pareto foi também examinada por Juran e, no caso específico do controle da qualidade, constatou-se que: “na maioria dos casos, os defeitos e seu custo associado são devidos a um número pequeno de causas”. Costuma-se também se dizer que: “O diagrama de Pareto serve para separar os poucos problemas vitais dos muitos problemas triviais.”.”

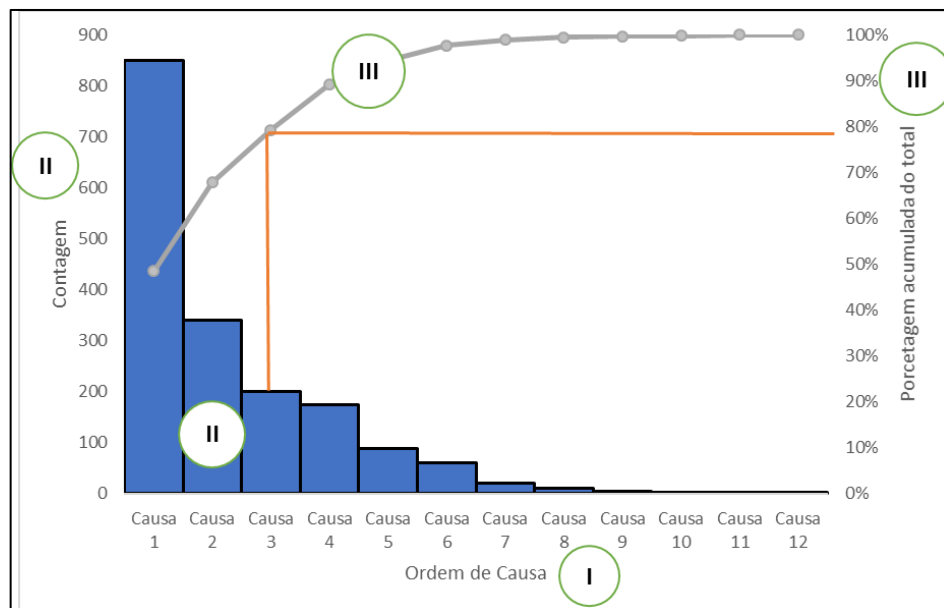
A partir de estudos desenvolvidos por Joseph Juran, foi criada uma interpretação para a área da qualidade, conhecida como “regra 80-20”. Sendo essa, 80% dos resultados são criados por 20% das causas potenciais (BATALHA, 2008).

Tubino (2009) cita que o Princípio de Pareto, ou como também é conhecido a classificação ABC de Pareto, está baseada no princípio de que a maioria dos eventos analisados tem como causa a minoria dos itens.

A representação gráfica do Princípio de Pareto se dá pelo gráfico de Pareto ou diagrama de Pareto e é fundamental para a análise. Como Juran (1998) descreve, são três elementos básicos que o compõe e são ilustradas na figura 4:

- I. Os contribuintes para o efeito total, classificados pela magnitude da contribuição;
- II. A magnitude da contribuição de cada um deles expressados numericamente;
- III. O efeito acumulado por cento do total dos contribuintes classificados.

Figura 4 – Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: Adaptado de Juran (1998)

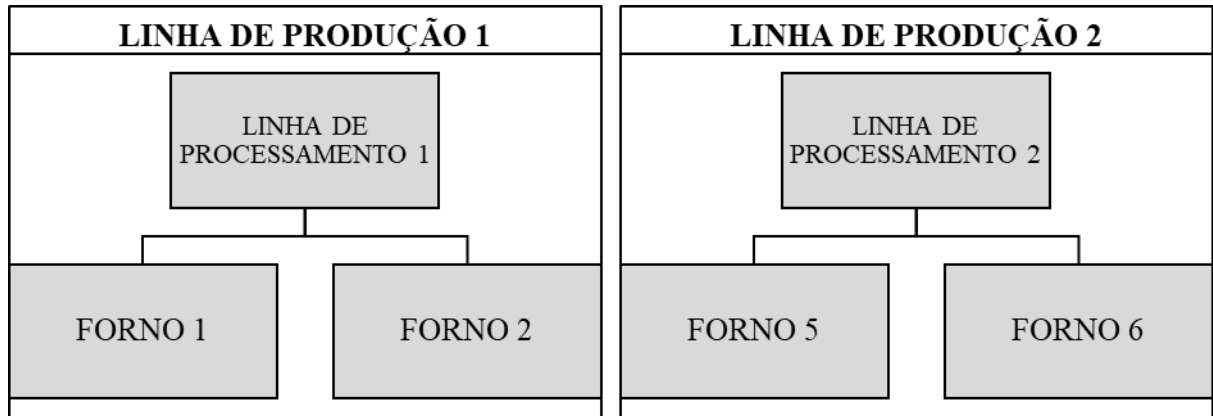
Pode se observar que o diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena as causas (I) pela quantidade de ocorrências (II), da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas, como também mostra a curva de percentagens acumuladas (III) (VASCONCELOS, 2009).

Baseado no diagrama apresentado, a aplicação da “regra 80-20” teríamos que analisar e tratar as três primeiras causas de parada que se encontram antes da linha vertical apresentada (JURAN,1998), ou seja, “Causa 1”, “Causa 2” e “Causa 3” representam 20% das causas de 80% das paradas.

3 CENÁRIO

A área de reciclagem, em que o estudo foi realizado, é composta por duas Linhas de Produção e cada uma delas por uma Linha de Processamento (LP) e dois fornos (Figura 5).

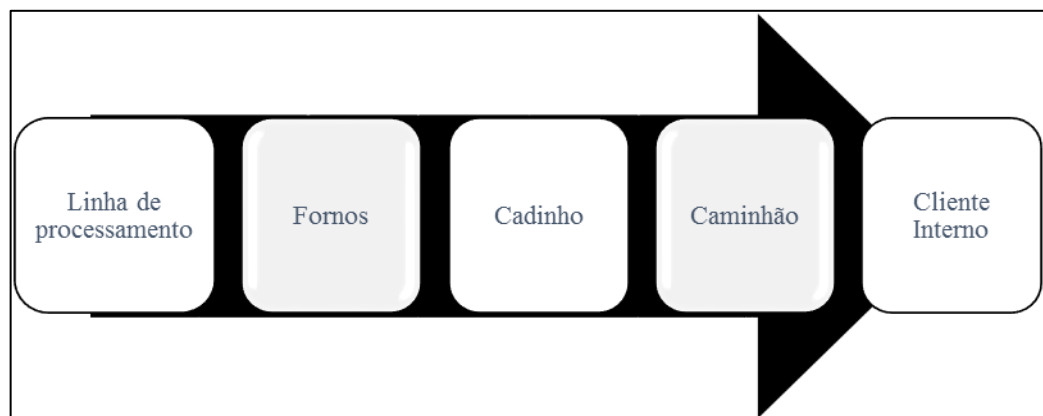
Figura 5 - Fluxograma das Linhas de Produção 1 e 2



Fonte: Do próprio autor

O processo em ambas as Linhas de Produção é o mesmo, ilustrado no fluxograma da figura 6.

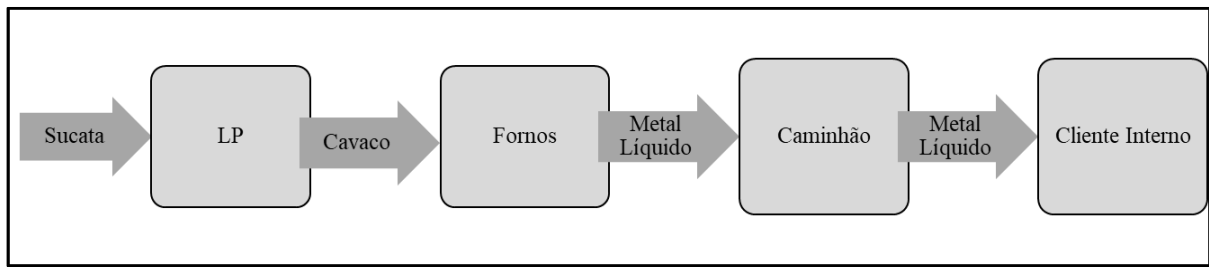
Figura 6 – Fluxo da matéria-prima pelos ativos



Fonte: Do próprio autor

A sucata de alumínio entra na LP e tem sua saída, como produto final, nos fornos como metal líquido. O produto final é transferido para os “cadinhos”, que são grandes vasos revestidos de refratários, utilizados para o transporte através de caminhões até o cliente interno. As etapas, seus produtos iniciais e finais são ilustrados na figura 7.

Figura 7 - Fluxo do processo, e entradas e saídas de cada ativo



Fonte: Do próprio autor

3.1 LINHA DE PROCESSAMENTO

O processo nas linhas de processamento 1 e 2 é o mesmo, sendo esse, a entrada de sucata de alumínio e a saída, o “cavaco”. O que as difere são as condições, tipos dos equipamentos presentes e a sua capacidade.

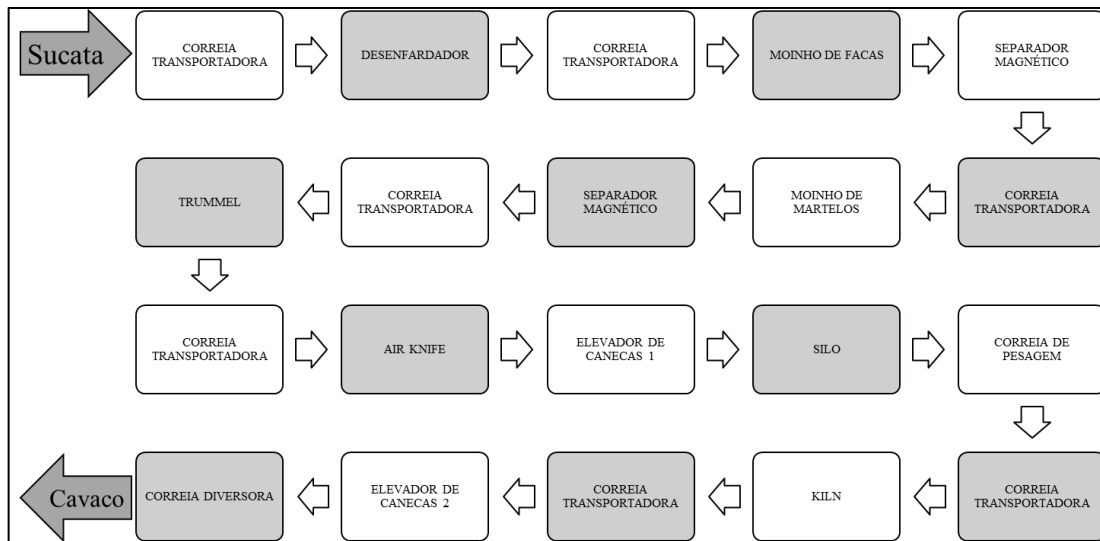
A sucata de alumínio entra nas linhas de processamento em fardos, que são blocos de sucata prensada. Ao passar pelos equipamentos das linhas de processamentos, ela é:

- I. Desenfardada: a sucata prensada é solta;
- II. Limpa: as impurezas na sucata são retiradas;
- III. Trituradas: as sucatas soltas são cortadas para diminuir seu tamanho e para aumentar a área de contato, aumentando a eficiência do forno;
- IV. Pré-aquecidas: há a queima de orgânicos, como a tinta e verniz de revestimento, como também o pré-aquecimento para ir para o forno.

3.1.1 Linha de Processamento 1 (LP1)

A Linha de Processamento 1 é composta por vinte e sete equipamentos e três equipamentos auxiliares. O fluxo de passagem do material pela LP1 é mostrado na figura 8.

Figura 8 – Fluxograma dos equipamentos que compõe a Linha de Processamento 1



Fonte: Do próprio autor

Os três equipamentos auxiliares são:

- Despoeiramento A Frio;
- Despoeiramento A Quente 1;
- Despoeiramento A Quente 2.

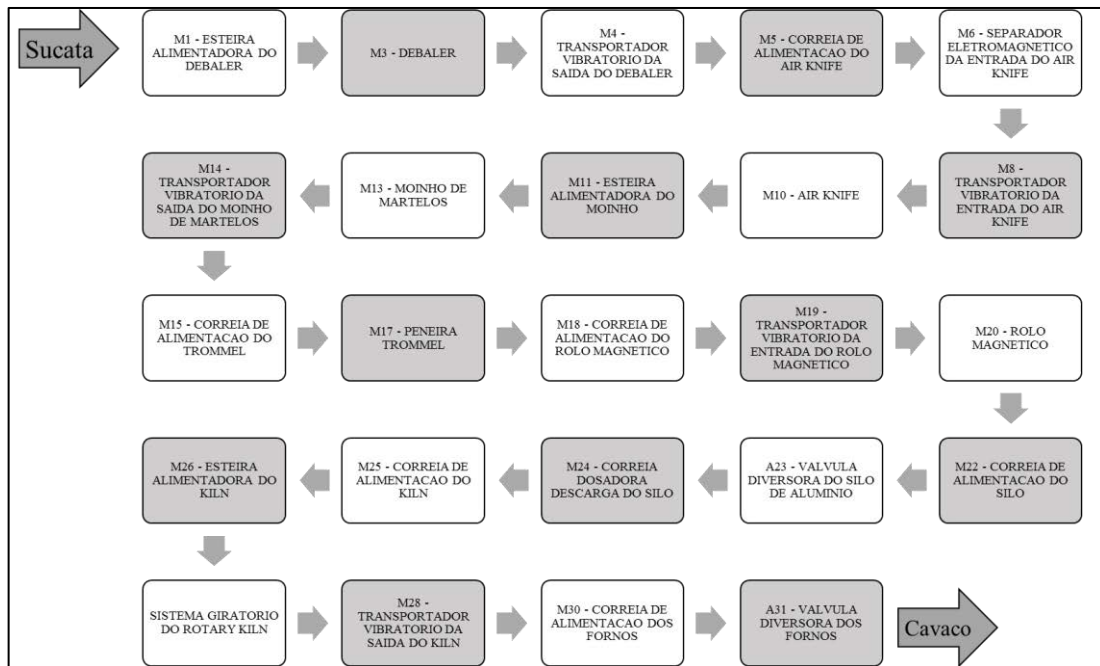
Os equipamentos auxiliares estão conectados a todos os equipamentos da Linha de Processamento e têm como objetivo retirar a poeira que está dentro dos equipamentos, tratá-los e colocá-los em recipientes apropriados. Caso eles não estejam funcionando, por medida de segurança, a Linha de Processamento para.

A Linha de Processamento 1 tem como capacidade máxima de produção de dezessete toneladas por hora de cavaco.

3.1.2 Linha de Processamento 2 (LP2)

A Linha de Processamento 2 é composta por vinte e cinco equipamentos e dois equipamentos auxiliares. O fluxo de passagem do material pela LP2 é mostrado na figura 9.

Figura 9 – Fluxograma dos equipamentos que compõe a Linha de Processamento 2



Fonte: Do próprio autor

Os dois equipamentos auxiliares são:

- Despoeiramento A Frio;
- Despoeiramento A Quente.

Assim como a Linha de Processamento 1, os equipamentos auxiliares são vitais para o funcionamento da linha e suas paradas interrompem a produção na Linha de Processamento.

A Linha de Processamento 2 tem como capacidade máxima de produção de vinte e seis toneladas por hora de cavaco.

3.2 FORNOS

Os quatro fornos do estudo, 1, 2, 5 e 6, possuem o mesmo processo, que é transformar o “cavaco” em metal líquido.

Assim como as linhas de processamento, os fornos também possuem um equipamento auxiliar que é a ponte rolante responsável em posicionar o “cadinho” no caminhão para o transporte até o cliente interno.

Além disso, os fornos possuem o GSS, equipamento que auxilia a fundição dentro do forno.

Eventuais paradas nos equipamentos auxiliares geram atrasos na produção dos fornos.

Os fornos 1 e 2 são idênticos, entre si, assim como os fornos 5 e 6. A diferença, entre os primeiros e os segundos, é a capacidade. O forno 1 (F1) e o forno 2 (F2) tem 57% da capacidade do forno 5 (F5) e do forno 6 (F6).

Com isso, as taxas de saída de produto dos fornos são diferentes. Como taxa de tempo máxima de saída de transferência para o “cadinho”, os F1 e F2 tem de um “cadinho” a cada noventa minutos e os F5 e F6 a cada sessenta minutos.

3.3 METAS

As capacidades das linhas de processamento e as taxas de transferência dos fornos são traçadas para o Grau de Utilização de cem por cento. Devido as necessidades do processo e manutenção dos equipamentos, essa porcentagem não tem como ser atingida, com isso, metas de Grau de Utilização mínimas são estipuladas.

O traçado das metas, na empresa onde o estudo se desenvolveu, é feita a cada ano fiscal, sendo considerado de abril até março do ano seguinte. O estudo foi desenvolvido para os anos fiscais de 2014, 2015 e 2016:

- Ano fiscal 2014[FY14] (abr./2013 à mar./2014);
- Ano fiscal 2015[FY15] (abr./2014 à mar./2015);
- Ano fiscal 2016[FY16] (abr./2015 à mar./2016).

Para a Linha de Produção 2, o estudo foi desenvolvido somente nos anos fiscais de 2015 e 2016, pois a linha somente foi inaugurada no começo do FY15.

As metas de Grau de Utilização para as LPs são estipuladas pelo comitê estratégico.

Para a LP1, a meta de Grau de Utilização anual é de 76%, já para a LP2 é de 77%.

Os fornos não possuem metas diretas de Grau de Utilização, mas sim de produção de metal líquido que é influenciada diretamente pelo tempo disponível do forno.

Para transformar a meta de produção de metal líquido em meta de Grau de Utilização utiliza-se a equação 7:

$$Meta\ GU(\%) = \frac{n^o\ cadinhos * tempo\ de\ formação}{24 * 60} * 100 \quad (7)$$

Sendo:

✓ “Nº cadinhos” (8):

$$N^{\circ} \text{cadinhos} = \frac{\frac{\text{total metal líquido a ser entregue no ano [ton]}}{365 [\text{dias}]}}{\text{peso de metal líquido por cadinho} [\frac{\text{ton}}{\text{cadinho}}]} \left[\frac{\text{cadinho}}{\text{dia}} \right] \quad (8)$$

✓ “Tempo de formação”:

Taxa de transferência do forno, varia de forno para forno. É dado por, $[\frac{\text{min}}{\text{cadinho}}]$.

Tendo:

$$\text{Meta GU}(\%) = \frac{\left[\frac{\text{cadinho}}{\text{dia}} \right] * \left[\frac{\text{min}}{\text{cadinho}} \right]}{\left[\frac{\text{min}}{\text{dia}} \right]} * 100 \quad (9)$$

Com isso, para os fornos 1 e 2, a meta é dada por:

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{cadinhos} &= 12 \left[\frac{\text{cadinhos}}{\text{dia}} \right] \\ \text{tempo de formação de cadinho} &= 90 \left[\frac{\text{min}}{\text{cadinhos}} \right] \\ \text{Meta GU}[\%] &= \frac{12 \left[\frac{\text{cadinhos}}{\text{dia}} \right] * 90 \left[\frac{\text{min}}{\text{cadinho}} \right]}{24 * 60 \left[\frac{\text{min}}{\text{dia}} \right]} \\ \mathbf{Meta GU} &= \mathbf{75[\%]} \end{aligned}$$

Para os fornos 5 e 6, a meta é dada por:

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{cadinhos} &= 21 \left[\frac{\text{cadinhos}}{\text{dia}} \right] \\ \text{tempo de formação de cadinho} &= 60 \left[\frac{\text{min}}{\text{cadinhos}} \right] \\ \text{Meta GU}[\%] &= \frac{21 \left[\frac{\text{cadinhos}}{\text{dia}} \right] * 60 \left[\frac{\text{min}}{\text{cadinho}} \right]}{24 * 60 \left[\frac{\text{min}}{\text{dia}} \right]} \\ \mathbf{Meta GU} &= \mathbf{87,5[\%]} \end{aligned}$$

Com isso, todas as metas de GU dos componentes das Linhas de Produção estão traçadas e compiladas na tabela 1.

Tabela 1 – Metas das LPs e Fornos

Área	Meta
LP1	76%
LP2	77%
Forno 1 e 2	75%
Forno 5 e 6	87,5%

Fonte: Do próprio autor

3.4 O PROBLEMA

Devido ao elevado número de paradas, a empresa do estudo em questão, não vem atingindo a meta do Grau de Utilização, como mostram as tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Tabela 2 – Comparação Real com a Meta – LP1

Ano Fiscal	GU (Real)	Meta
FY14	73,58%	76,00%
FY15	75,54%	76,00%
FY16	69,73%	76,00%

Fonte: Do próprio autor

Tabela 3 – Comparação Real com a Meta – LP2

Ano Fiscal	GU (Real)	Meta
FY15	74,00%	77,00%
FY16	75,60%	77,00%

Fonte: Do próprio autor

Tabela 4 – Comparação Real com a Meta – Forno 1

Ano Fiscal	GU (Real)	Meta
FY14	70,54%	75,00%
FY15	70,43%	75,00%
FY16	68,71%	75,00%

Fonte: Do próprio autor

Tabela 5 – Comparação Real com a Meta – Forno 2

Ano Fiscal	GU (Real)	Meta
FY14	74,56%	75,00%
FY15	72,79%	75,00%
FY16	73,05%	75,00%

Fonte: Do próprio autor

Tabela 6 – Comparação Real com a Meta – Forno 5

Ano Fiscal	GU (Real)	Meta
FY15	80,84%	87,50%
FY16	75,44%	87,50%

Fonte: Do próprio autor

Tabela 7 – Comparação Real com a Meta – Forno 6

Ano Fiscal	GU (Real)	Meta
FY15	81,80%	87,50%
FY16	82,40%	87,50%

Fonte: Do próprio autor

4 METODOLOGIA

Esse estudo foi baseado no levantamento e análise dos dados que caracterizaram as paradas que causaram o não atingimento da meta estabelecida do indicador GU nos anos fiscais indicados. A partir dos dados organizados e classificados, possíveis soluções podem ser apontadas para que essas causas sejam amenizadas ou extinguidas.

4.1 APONTAMENTO DAS PARADAS NO SISTEMA

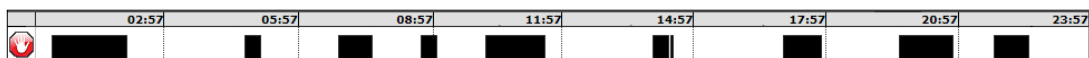
As paradas nas linhas de processamento se dão quando há alguma interrupção em algum dos equipamentos da linha ou auxiliares devido a diversos motivos.

Nos fornos há uma taxa de tempo entre transferências a ser respeitada, caso haja um atraso nessa variável, é aberta uma indicação de parada, pois esse atraso interrompe o fluxo do processo.

Toda parada ocorrida nas linhas de processamento e nos fornos é registrada e armazenada no sistema automatizado *Process Control System* (PCS), que é a parte do ERP da empresa voltada para o controle dos processos da manufatura da empresa.

O sistema mantém um histórico de todas as paradas e suas características mostradas por um Gráfico de Gantt. A figura 10 apresenta um exemplo deste gráfico para a LP1 de um determinado dia.

Figura 10 – Gráfico de Gantt



Fonte: Do próprio autor

O gráfico de Gantt é ilustrado por partes claras e por partes escuras. As partes claras indicam a linha em funcionamento e produzindo e as partes escuras indicam as paradas ocorridas, que automaticamente são registradas e mostradas. Além disso, é composta por uma linha do tempo, apresentada acima das indicações de paradas, que ilustram e facilitam a visualização.

Após o final da parada, é necessário o preenchimento das características da parada no sistema, conforme mostra a figura 11.

Figura 11 – Janela de apontamento de parada do sistema PCS

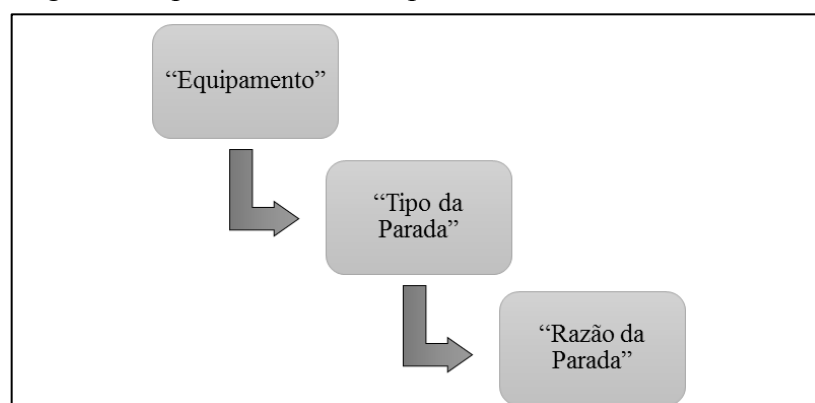
Fonte: Do próprio autor

A “Data/Hora Início” e a “Data/Hora Fim” são geradas automaticamente, no formato “dd/mm/aaaa HH:MM:SS”, pelo sistema, e com isso, a “Duração” é calculada. Os demais campos são preenchidos pelos colaboradores responsáveis.

O apontamento de parada realizada pelo operador tem uma ordem de preenchimento, primeiramente o campo “Equipamento”, segundo “Tipo da Parada” (TP) e por último “Razão da Parada” (RP). O campo “Comentários” é opcional e é utilizado para descrever com mais detalhes o ocorrido, caso necessário.

O fluxo de preenchimento é mostrado na figura 12. Esse fluxo é essencial, pois as características de uma etapa dependem da anterior.

Figura 12 – Fluxograma de preenchimento da parada no sistema



Fonte: Do próprio autor

Caso os dados de caracterização da parada não forem corretamente preenchidos, o sistema registra o *Downtime* como “Falta de Apontamento da Parada” (FAP).

4.1.1 Campo “Equipamento”

A listagem dos equipamentos é única para cada Linha de Processamento e forno, e é composta por todos os equipamentos, tanto os principais, quanto os auxiliares.

Os quadros de 1 a 3 mostram detalhadamente os equipamentos que compõe essas listas.

Quadro 1 – Nomes dos equipamentos no sistema da LP1

LP	Nomes de A a L	Nomes de M a Z
LP1	Air Knife; Correia Alim Moinho Martelos; Correia Alim Peneira Rotex Correia Alim. Vibr. Trummel Correia Alimentadora Air Knife Correia Alimentadora Do Kiln Correia De Pesagem Correia De Taliscas 1 Correia De Taliscas 2 Correia Resíduos Do Trummel Correia Saída Do Trummel Desenfardador Despoeiramento A Frio Despoeiramento A Quente 1 Despoeiramento A Quente 2 Elevador De Canecas 1 Elevador De Canecas 2 Kiln Linha Ubc	Moinho De Facas Moinho De Martelos Peneira Rotex Peneira Trummel Rolo Magnetico Separador Eletromagnetico 1 Separador Eletromagnetico 2 Separador Eletromagnetico 3 Separador Magnetico Silo Transp. Vibratorio Air Knife 1 Transp. Vibratorio Air Knife 2 Transportador Vibratorio 1 Transportador Vibratorio 2 Vibratório Alimenta Trummel

Fonte: Do próprio autor

Quadro 2 – Nomes dos equipamentos no sistema da LP2

LP	Nomes de A a L	Nomes de M a Z
LP2	A23 - Válvula Diversora Do Silo De Alumínio A31 - Válvula Diversora Dos Fornos Air Lock De Saída Do Kiln - L2 Air Lock Do Ciclone Do Kiln Air Lock Do Debris Do Kiln Air Lock Entrada Do Kiln - L2 Ciclone De Pre-Decantacao A Frio Ciclone De Pre-Decantacao A Quente Filtro 1 - Despoeiramento A Frio Filtro 1 - Despoeiramento A Quente Filtro 2 - Despoeiramento A Frio Filtro 2 - Despoeiramento A Quente Filtro 3 - Despoeiramento A Quente Linha Ubc 2	M1 - Esteira Alimentadora Do Debaler M10 - Air Knife M11 - Esteira Alimentadora Do Moinho M13 - Moinho De Martelos M14 - Transportador Vibratorio Da Saida Do Moinho De Martelos M15 - Correia De Alimentacao Do Trommel M17 - Peneira Trommel M18 - Correia De Alimentacao Do Rolo Magnetico M19 - Transportador Vibratorio Da Entrada Do Rolo Magnetico M20 - Rolo Magnetico M22 - Correia De Alimentacao Do Silo M24 - Correia Dosadora Descarga Do Silo M25 - Correia De Alimentacao Do Kiln M26 - Esteira Alimentadora Do Kiln M28 - Transportador Vibratorio Da Saida Do Kiln M3 - Debaler M30 - Correia De Alimentacao Dos Fornos M4 - Transportador Vibratorio Da Saida Do Debaler M5 - Correia De Alimentacao Do Air Knife M6 - Separador Eletromagnetico Da Entrada Do Air Knife M8 - Transportador Vibratorio Da Entrada Do Air Knife Malha De Pressao Do Kiln - L2 Malha De Temperatura Saida Rotary Kiln Malha De Vazao De Agua Do After Burner Malha De Vazao De Agua Do Kiln Malha Oxigenio Do After Burner Do Kiln Malha Oxigenio Do Kiln - L2 Queimadores Do Kiln Sistema De Dosagem De Bicarbonato Sistema Do Ventilador De Recirculacao Do Kiln Sistema Do Ventilador Do Ar Primario Do Kiln Sistema Do Ventilador Do Ar Secundario Do Kiln Sistema Giratorio Do Rotary Kiln Valvula Diversora Piso / Forno Do Kiln

Fonte: Do próprio autor

Quadro 3 – Nomes dos equipamentos no sistema dos Fornos

FORNO	NOMES
FORNO 1	FORNO 1
FORNO 2	FORNO 2
FORNO 5	FORNO 5; SIST TRANSLACAO TROLLEY - SW5; SISTEMA ELEVACAO DA PONTE - SW5.
FORNO 6	FORNO 6; SIST TRANSLACAO TROLLEY - SW6; SISTEMA ELEVACAO DA PONTE - SW6.

Fonte: Do próprio autor

4.1.2 Campo “Tipo da Parada” (TP)

A partir do equipamento selecionado, uma listagem de TP será gerada, conforme está cadastrada no sistema.

As opções que podem compor as listas são:

- Área Técnica De Processo (ATP);
- Confiabilidade;
- Diversos;
- Elétrica;
- Falta De Apontamento De Parada (FAP);
- Manutenção Civil (MC);
- Mecânica;
- Não escalada (NE);
- Operação;
- Parada programada (PP);
- Utilidades.

A classificação acima é considerada “primeiro nível” e é mais geral. O aprofundamento das características é feito no apontamento da “Razão da Parada”.

4.1.3 Campo “Razão da Parada” (RP)

Cada “Tipo da Parada” possui uma listagem exclusiva de “Razão da Parada”.

O quadro 4 mostra a quantidade de RP para cada TP e no quadro 5 é listada as RPs de cada TP, independente da classificação “Equipamento”.

Quadro 4 – Quantidade de opção de “Razão da Parada” para cada “Tipo da parada”

“Tipo da parada”	Quantidade de "Razão da Parada"
Área Técnica De Processo	4
Confiabilidade	7
Diversos	4
Elétrica	71
Falta De Apontamento De Parada	1
Manutenção Civil	5
Mecânica	77
Não escalada	14
Operação	58
Parada Programada	1
Utilidades	8

Fonte: Do próprio autor

Quadro 5 – "Razão da Parada" classificada por "Tipo da Parada"

(continua)

“Tipo da parada”	“Razão da parada” de A-K	“Razão da parada” de L-Z
Área Técnica De Processo		Material ruim; Material ruim processando na area fria; Material ruim processando na linha; Qualidade do rotor.
Confiabilidade	Empilhadeira (manutenção); Falta de cadinho; Falta de caminhão; Falta de empilhadeira; Falta de empilhadeira no box; Falta de energia; Falta de pá carregadeira.	
Diversos	Falta de empilhadeira;	Outros; Rearmar kiln (paradas abaixo de 5 min); Refeição.

Quadro 5 – "Razão da Parada" classificada por "Tipo da Parada"

(continuação)

"Tipo da parada"	"Razão da parada" de A-K	"Razão da parada" de L-Z
Elétrica	Alta temperatura afterburner Alta temperatura entrada do ciclone Alta temperatura na entrada do kiln Alta temperatura t1 Alta temperatura t2 Alta temperatura t3 Alta temperatura t4 Balança Chama piloto Correia de refugo do air knife Defeito no acionamento da porta Estação de limpeza Falha na válvula diversora Falha no motor da rosca Falha no motor da rotativa Falha no motor do ventilador Falha no sensor do tap-plug Falha nos queimadores Falhas na balança Falhas no motor Forno cheio (ponte rolante) Fusível queimado Gerador de gás quente Giro do kiln Gss - defeito da translação Gss - defeito na elevação Gss - defeito na translação Gss - defeito no rotor.	Limite Limites / emergências Medidor de oxigênio Motor Motor de exaustão Motor de resfriamento da parede Motor de resfriamento da soleira Motor de resfriamento do piso Motor do ar de combustão Motor do exaustor Motor do resfriamento da parede Motor do resfriamento da soleira Outros Painel / inversor Painel / plc Plc / painel view Ponte rolante Pressostato Queima do motor Queimadores Resetar inversor Sensor Sensor de chama Sensores Sist. Aliment. Bicabornato Soprador do air knife Térmico Térmico do motor Transformador de ignição Transmissor de pressão Trommel em bypass Unidade de lubrificação Unidades hidráulicas Válvula de água Válvula do cilindro pneumático Válvulas de bloqueio de gás Válvulas de controle Ventilador ar primário Ventilador ar secundário.
Falta De Apontamento De Parada	Falta de apontamento de parada.	
Manutenção Civil	Desgaste Do Refratário.	Reparo Na Bica / Calha; Reparo Na Bica Do Cadinho; Reparo Na Calha; Reparo No Cadinho.

Quadro 5 – "Razão da Parada" classificada por "Tipo da Parada"

(continuação)

"Tipo da parada"	"Razão da parada" de A-K	"Razão da parada" de L-Z
Mecânica	Acionamento Acionamento / redutor Acomplamentos / eixo Balança Bielas / molas Canecas danificadas Cilindros pneumáticos Correia Correia de refugo do air knife Correia de transmissão Corrente de transmissão Defeito na lubrificação Defeito no acionamento da porta Defeito no ventilador Desalinhamento Despoeiramento a quente 3 Entupimento air lock saída Estação de limpeza Esteira Estrutura Facas Falha na válvula diversora Falha nos queimadores Forno cheio (ponte rolante) Freio Giro do kiln Grelhas Gss - defeito da translação Gss - defeito na elevação Gss - defeito na translação Gss - defeito no rotor.	Mancais Martelos Molas Motor de exaustão Motor de resfriamento da parede Motor de resfriamento da soleira Motor de resfriamento do piso Motor do ar de combustão Motor do exaustor Motor do fuso Motor do resfriamento da parede Motor do resfriamento da soleira Outros Peneira Ponte rolante Pressão baixa de água Queimadores Rodas Rodas / pneus Rodas de apoio Rodas trust roll Rolo Roscar Roscas Rotativas Rotor / matelos Rotor do ventilador Sist. Aliment. Bicabornato Soprador do air knife Troca de telas Trocar facas (emergencia) Trocar martelo/grelha (emergencia) Trommel em bypass Unidade de lubrificação Unidades hidráulicas Válvula de água Válvula do cilindro pneumático Válvulas de bloqueio de gás Válvulas de controle Ventilador ar primário Ventilador ar secundário Ventiladores
Não escalada	Esperando melter / reservatório Falta de material Falta de material - aguardando etiqueta Falta de processo scrap Falta de ubc Falta e. Eletr. Program.	Manutenção preventiva a fria Manutenção preventiva a quente Manutenção preventiva da área Parada anual do forno Preventiva do forno Preventiva na ponte Reuniões e treinamentos.

Quadro 5 – "Razão da Parada" classificada por "Tipo da Parada"

(conclusão)

“Tipo da parada”	“Razão da parada” de A-K	“Razão da parada” de L-Z
Operação	Aguardando fornos; Alta temperatura afterburner; Alta temperatura de saída; Alta temperatura entrada do ciclone; Alta temperatura na entrada do kiln; Alta temperatura no gerador de gas quente; Alta temperatura t1; Alta temperatura t2; Alta temperatura t3; Alta temperatura t4; Baixa temperatura de saída; Baixa temperatura no gerador de gas quente; Cadinho entupido; Coincidências operacionais da ponte rolante; Contaminação / correção; Desentupir; Entupimento air lock entrada; Entupimento ou troca de bag; Esquimagem do forno; Falta de apontamento da parada; Falta de caçamba de escoria; Falta de cadinho; Falta de material; Falta de scrap; Forno com nível baixo kiln modo de redução; Forno com nível baixo linha ubc parada; Forno com nível kiln modo de redução; Gss - limpeza do rotor; Gss - troca de rotor;	Limpeza de cadinho; Limpeza do equipamento; Limpeza do well; Linha de ubc parada; Limpeza da área; Material com baixa produt. P/ área fria; Material ruim processando; Material ruim processando na área fria; Nível de oxigênio alto; Nível de oxigênio baixo; Nível do forno baixo; Outros; Parada pela operação; Processando scrap; Programa mentor; Religar equipamento; Reunião / treinamento; Temperatura baixa - alumina suja; Temperatura baixa - demanda baixa; Temperatura baixa - excesso de carregamento; Temperatura baixa - rotor com hélice quebrada; Transbordo na m28; Transmissor de pressão; Troca de alumina; Troca de processo.
Parada Programada	Parada programada.	
Utilidades	Ar condicionado; Baixa pressão de ar comprimido; Falta de água potável; Falta de ar comprimido; Falta de energia elétrica; Falta e. Eletr. Program.;	Manutenção civil.

Fonte: Do próprio autor

4.2 DADOS

Um relatório, composto por todas as características das paradas ocorridas, é gerado a partir dos registros do sistema PCS. As informações que compõe esse relatório são apresentadas na figura 13.

Figura 13 – Cabeçalho da tabela de dados do relatório retirado no PCS

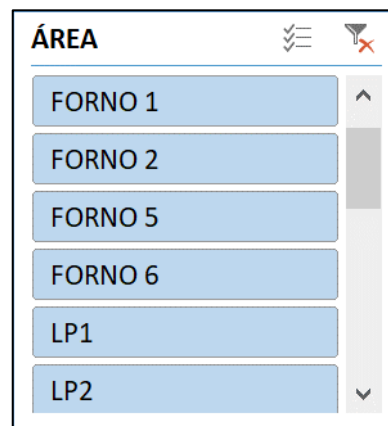
Equip. ▾	Data/Hora Início ▾	Data/Hora Fim ▾	Duração (min) ▾	Tipo Parada ▾	Razão Parada ▾	Coment. ▾	Usuário Criação ▾	Usuário Ult. Alteração ▾
----------	-----------------------	--------------------	--------------------	------------------	-------------------	-----------	----------------------	-----------------------------

Fonte: Do próprio autor

Os dados são colocados no software *Excel*®, propriedade da empresa *Microsoft*®, e é feita a organização, a estratificação e classificação das informações.

O estudo é desenvolvido em análise das áreas como um todo, e não equipamento por equipamento. Com isso, foi criado uma nova classificação, chamada “Área”, baseada na listagem “Equipamentos” ilustrada na figura 14 e exemplificada na figura 15.

Figura 14 – Modo de classificação por área utilizado no *software*



Fonte: Do próprio autor

Figura 15 – Exemplo de apresentação no relatório da classificação por “Área”

Equip.	ÁREA
KILN	LP1
M 1 ESTEIRA ALIMENTADOR DEBALER	LP2
FORNO SIDEWELL 1	FORNO 1
FORNO SIDEWELL 2	FORNO 2
SIST TRANSLACAO TROLLEY - SW5	FORNO 5
FORNO SIDEWELL 6	FORNO 6

Fonte: Do próprio autor

Além disso, a análise é feita de acordo com o ano fiscal (FY). No relatório do sistema, o parâmetro temporal é em data e hora. Baseado nesses dados e utilizando as separações dos FY foi criada uma nova classificação, “FY”, ilustrada na figura 16 e exemplificada na figura 17.

Figura 16 – Modo de classificação por área utilizado no *software Excel®*

Fonte: Do próprio autor

Figura 17 – Exemplo de apresentação no relatório da classificação por “FY”

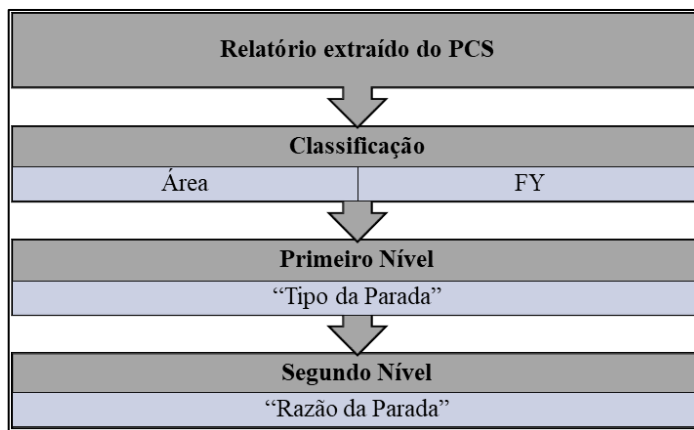
Equip.	Data/Hora Início	Data/Hora Fim	ÁREA	FY
KILN	04/04/2013 23:53:00	05/04/2013 00:04:00	LP1	FY14
M 1 ESTEIRA ALIMENTADOR DEBALER	07/10/2014 14:25:00	07/10/2014 15:34:00	LP2	FY15
FORNO SIDEWELL 1	01/04/2013 01:00:00	01/04/2013 01:18:00	FORNO 1	FY14
FORNO SIDEWELL 2	01/04/2013 02:25:00	01/04/2013 02:54:00	FORNO 2	FY14
SIST TRANSLACAO TROLLEY - SW5	21/07/2015 15:30:00	21/07/2015 17:00:00	FORNO 5	FY16
FORNO SIDEWELL 6	22/04/2014 10:50:00	22/04/2014 11:45:00	FORNO 6	FY15

Fonte: Do próprio autor

Após a separação dos dados por área e por ano fiscal, é iniciado a classificação das paradas. Essa classificação será realizada em dois níveis. No primeiro nível é por “Tipo da Parada” e no segundo nível, é feita uma estratificação mais detalhada por “Razão da Parada”.

O fluxograma para a análise dos dados é ilustrado na figura 18.

Figura 18 - Fluxograma da análise de dados



Fonte: Do próprio autor

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DAS PARADAS

5.1 PRIMEIRO NÍVEL (“TIPO DA PARADA”)

Com as novas classificações, “FY” e “Área”, os dados foram analisados com a classificação por “Tipo da Parada”, o “Primeiro Nível”

A classificação do TP é dada pelos seus parâmetros e a somatória total do tempo de duração, em horas, de todas as paradas ocorridas durante cada FY e determinada área. Os resultados são mostrados a partir da figura 20, após serem organizados por planilhas *Excel*®, conforme é exemplificado na figura 19.

Figura 19 – Exemplo de estratificação por “Tipo da Parada” na LP1 e FY15 no *software Excel*®

ÁREA	FY	"Tipo da Parada"	Somatória de Duração (h)
FORNO 2	FY14	Operação	761,6
FORNO 5	FY15	NE	383,6
FORNO 6	FY16	FAP	309,6
LP1		PP	293,2
LP2		Mecânica	256,7
		Elétrica	91,1
		ATP	31,4
		Confiabilidade	12,1
		Utilidades	3,0
		Diversos	0,2
		Total Geral	2142,4

Fonte: Do próprio autor

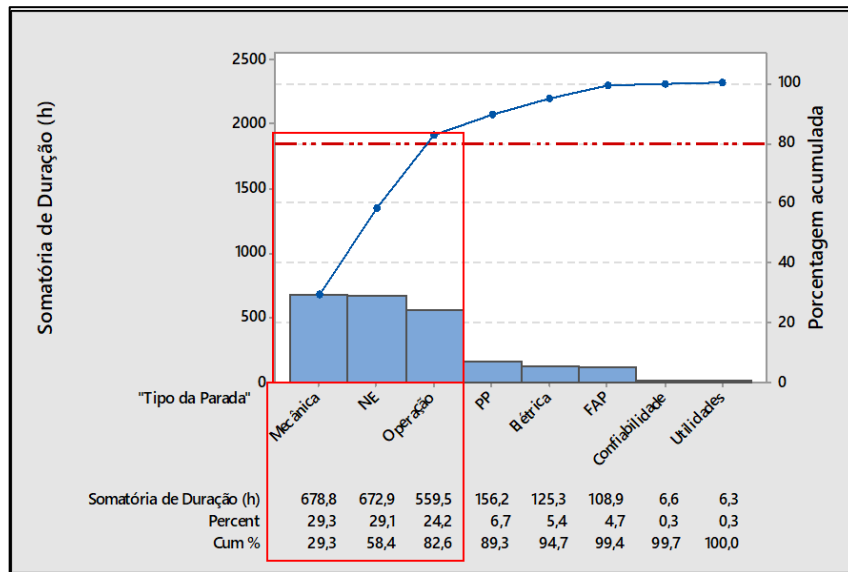
Após a obtenção dos dados TP e “Somatória de Duração (h)”, conforme ilustrado na Figura 19, foi utilizado o *software Minitab*®, propriedade da empresa *Minitab Inc.*®, para a criação dos diagramas de Pareto.

A linha de referência de 80% da porcentagem acumulada das paradas e o bloco das principais causas estão em destaque nos diagramas apresentados.

5.1.1 Linha de Processamento 1 (LP1)

A figura 20 mostra o diagrama de Pareto para o FY14, a figura 21 mostra para o FY15 e a figura 22 mostra para o FY16 e as tabelas 8, 9 e 10 mostram os dados dos principais TP de cada diagrama.

Figura 20 – Diagrama de Pareto LP1 para FY14.



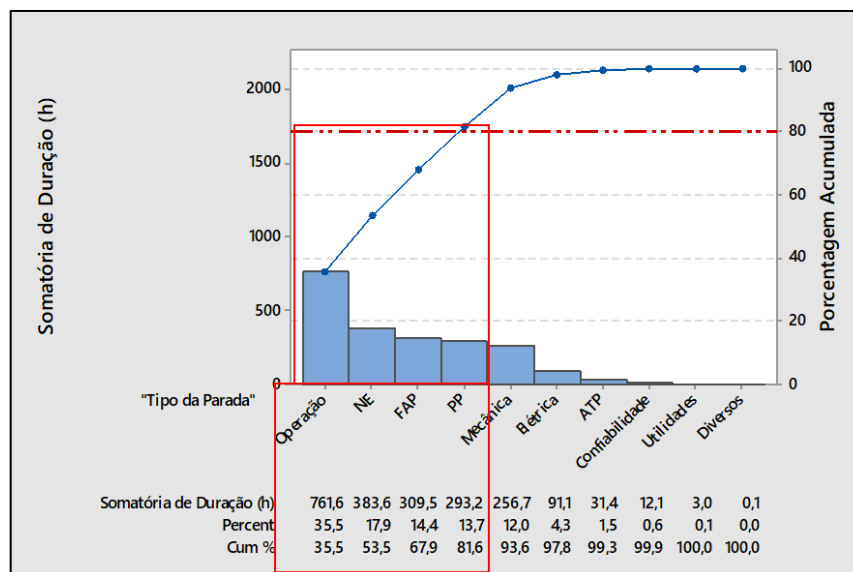
Fonte: Do próprio autor

Tabela 8 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1 e FY14) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Mecânica	678,8	29,3%	29,3%	7,75%
NE	672,9	29,1%	58,4%	7,68%
Operação	559,5	24,2%	82,6%	6,39%

Fonte: Do próprio autor

Figura 21 – Diagrama de Pareto LP1 para FY15.



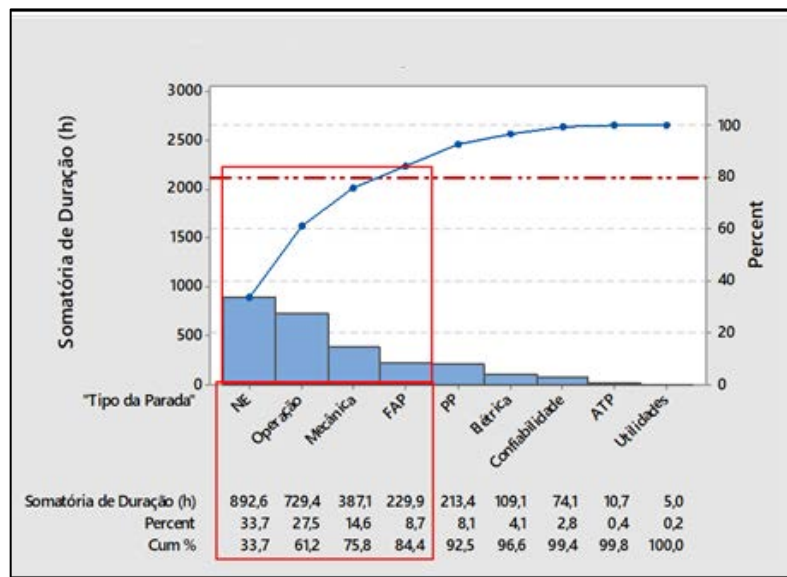
Fonte: Do próprio autor

Tabela 9 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1 e FY15) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	761,6	35,5%	35,5%	8,69%
NE	383,6	17,9%	53,5%	4,38%
FAP	309,6	14,4%	67,9%	3,53%
PP	293,2	13,7%	81,6%	3,35%

Fonte: Do próprio autor

Figura 22 – Diagrama de Pareto LP1 para FY16



Fonte: Do próprio autor

Tabela 10 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1 e FY16) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
NE	892,6	33,7%	33,7%	10,19%
Operação	729,4	27,5%	61,2%	8,33%
Mecânica	387,1	14,6%	75,8%	4,42%
FAP	229,9	8,7%	84,4%	2,62%

Fonte: Do próprio autor

Com isso, para o segundo nível, serão estratificadas os principais “Tipo da Parada” em seu respectivos FYs, de acordo com a relação do quadro 6.

Quadro 6 – “Tipo da Parada” do LP1 por FY, levantadas para análise no segundo nível.

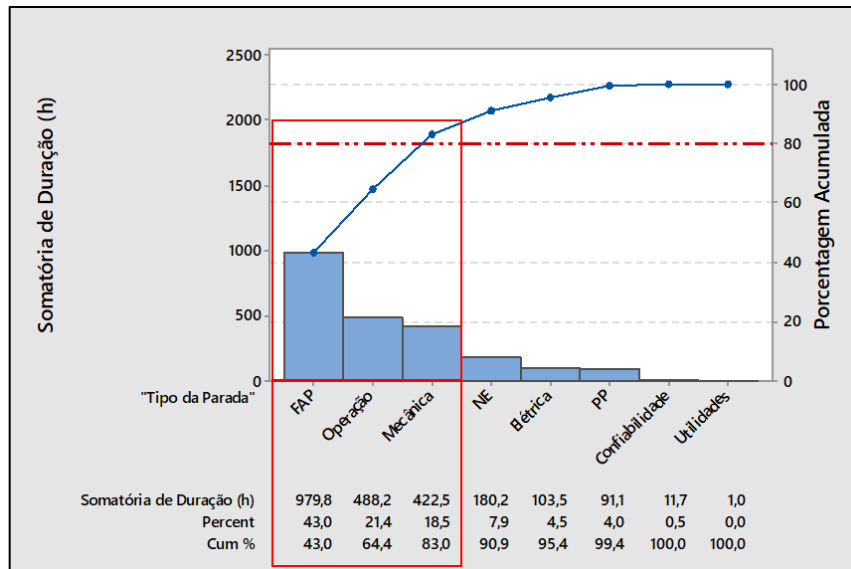
FY	"Tipo da Parada"
FY14	"Mecânica" e "Operação"
FY15	"Operação"
FY16	"Operação" e "Mecânica"

Fonte: Do próprio autor

5.1.2 Linha de Processamento 2 (LP2)

A figura 23 mostra o diagrama de Pareto para o FY15 e a figura 24 mostra para o FY16 e as tabelas 11 e 12 mostram os dados dos principais TP de cada diagrama.

Figura 23 – Diagrama de Pareto LP2 para FY15.



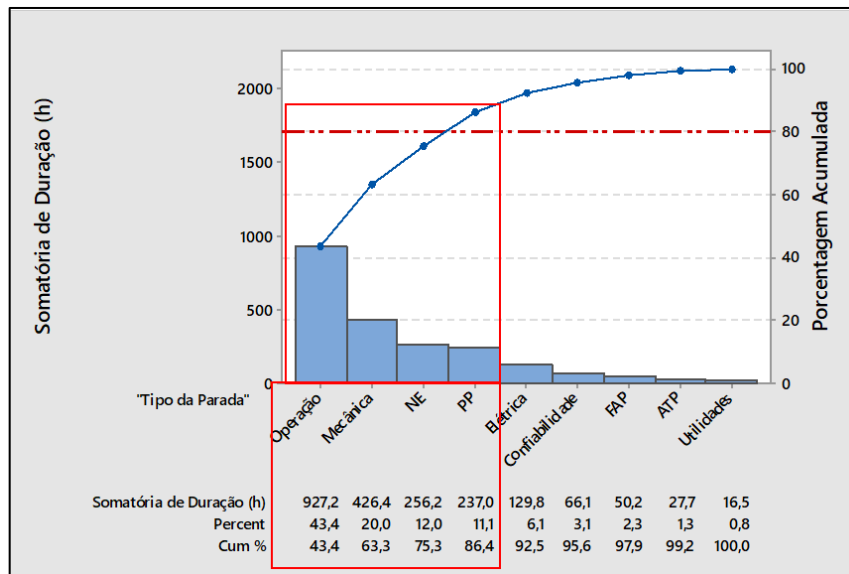
Fonte: Do próprio autor

Tabela 11 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2 e FY15) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
FAP	979,8	43,0%	43,0%	11,18%
Operação	488,2	21,4%	64,4%	5,57%
Mecânica	422,5	18,5%	83,0%	4,82%

Fonte: Do próprio autor

Figura 24 – Diagrama de Pareto LP2 para FY16



Fonte: Do próprio autor

Tabela 12 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2 e FY16) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	927,18	43,4%	43,4%	10,58%
Mecânica	426,35	20,0%	63,3%	4,87%
NE	256,18	12,0%	75,3%	2,92%
PP	237,00	11,1%	86,4%	2,71%

Fonte: Do próprio autor

Com isso, para o segundo nível, serão estratificadas as principais "Tipo da Parada" em seu respectivo FY, de acordo com a relação do quadro 7.

Quadro 7 – "Tipo da Parada" do LP2 por FY, levantadas para análise no segundo nível.

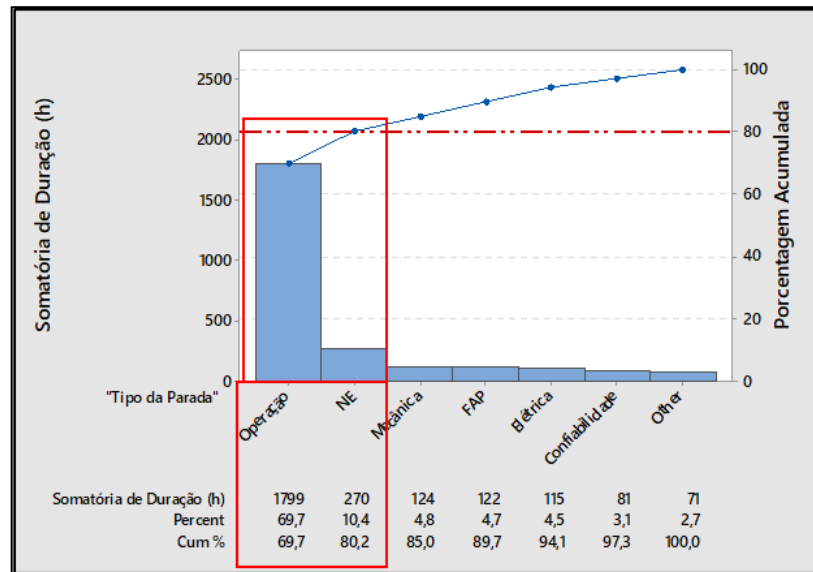
FY	"Tipo da Parada"
FY15	"Operação" e "Mecânica"
FY16	"Operação" e "Mecânica"

Fonte: Do próprio autor

5.1.3 Forno 1 (F1)

A figura 25 mostra o diagrama de Pareto para o FY14, a figura 26 mostra para o FY15 e a figura 27 mostra para o FY16 e as tabelas 13, 14 e 15 mostram os dados dos principais TP de cada diagrama.

Figura 25 – Diagrama de Pareto F1 para FY14.



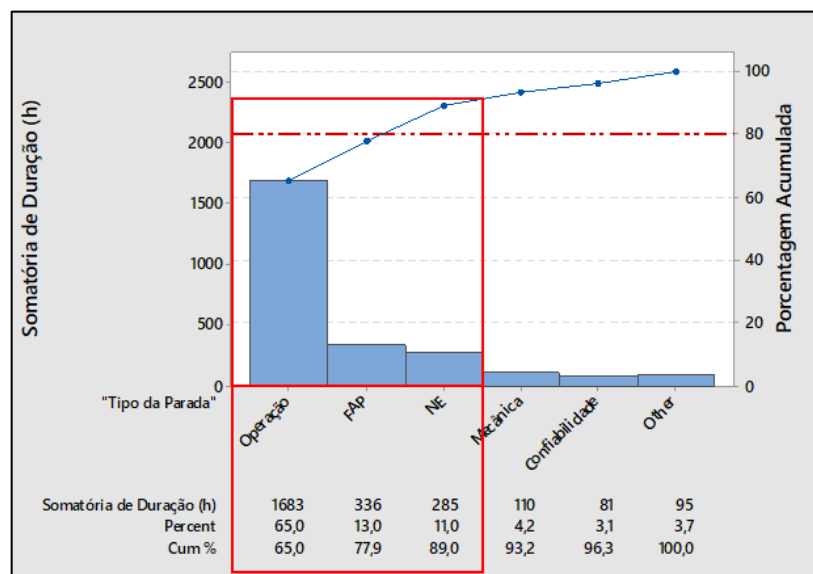
Fonte: Do próprio autor

Tabela 13 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1 e FY14) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1799	69,7%	69,7%	20,54%
NE	270	10,4%	80,2%	3,08%

Fonte: Do próprio autor

Figura 26 – Diagrama de Pareto F1 para FY15.



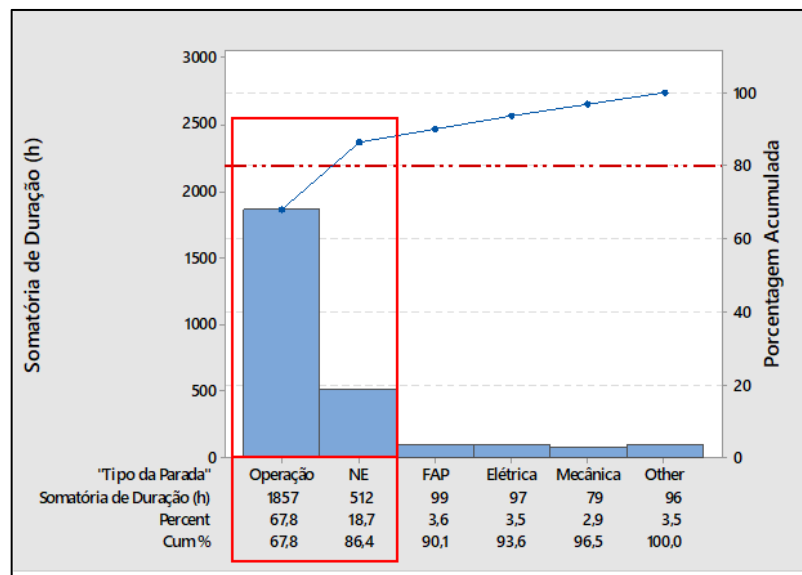
Fonte: Do próprio autor

Tabela 14 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1 e FY15) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.683	65,0%	65,0%	19,22%
FAP	336	13,0%	77,9%	3,83%
NE	285	11,0%	89,0%	3,26%

Fonte: Do próprio autor

Figura 27 – Diagrama de Pareto F1 para FY16.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 15 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1 e FY16) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.857	67,8%	67,8%	21,20%
NE	512	18,7%	86,4%	5,84%

Fonte: Do próprio autor

Com isso, para o segundo nível, serão estratificadas as principais “Tipo da Parada” em seu respectivo FY, de acordo com a relação do quadro 8.

Quadro 8 – “Tipo da Parada” do F1 por FY, levantadas para análise no segundo nível.

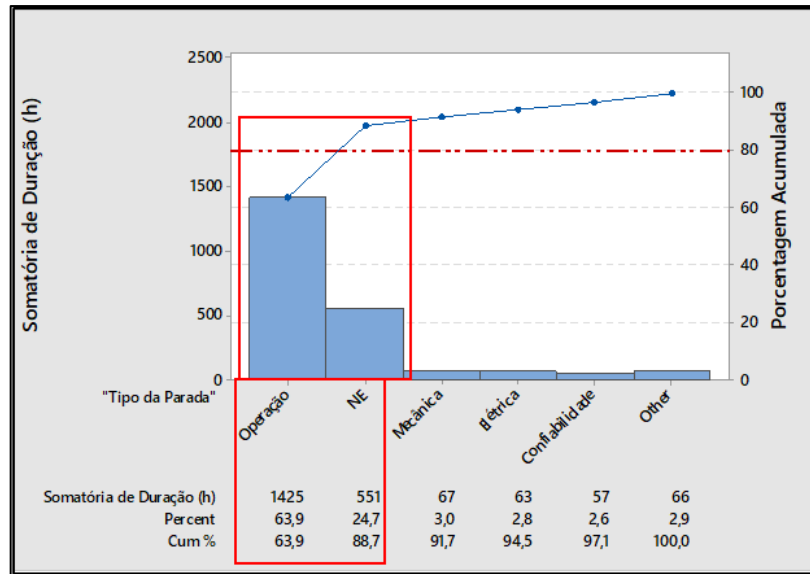
FY	"Tipo da Parada"
FY14	“Operação”
FY15	“Operação”
FY16	“Operação”

Fonte: Do próprio autor

5.1.4 Forno 2 (F2)

A figura 28 mostra o diagrama de Pareto para o FY14, a figura 29 mostra para o FY15 e a figura 30 mostra para o FY16 e as tabelas 16, 17 e 18 mostram os dados dos principais TP de cada diagrama.

Figura 28 – Diagrama de Pareto F2 para FY14.



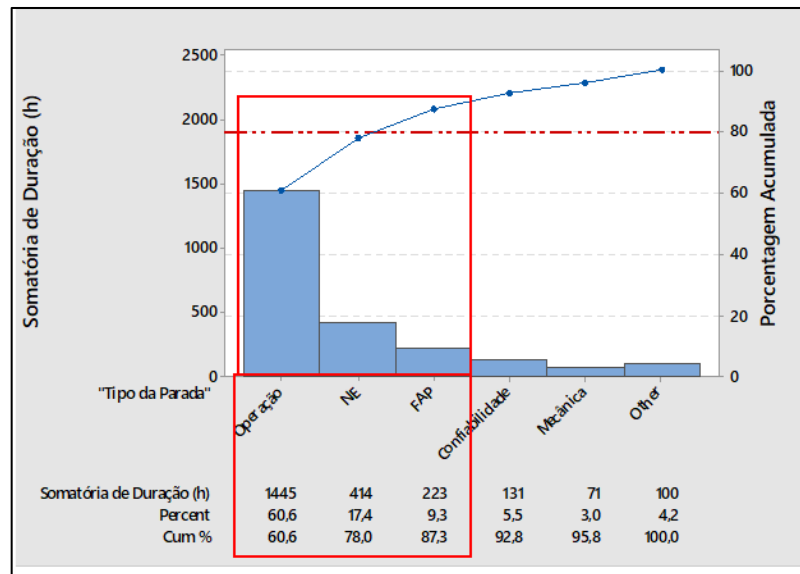
Fonte: Do próprio autor

Tabela 16 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2 e FY14) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.425	63,9%	63,9%	16,26%
NE	551	24,7%	88,7%	6,29%

Fonte: Do próprio autor

Figura 29 – Diagrama de Pareto F2 para FY15.



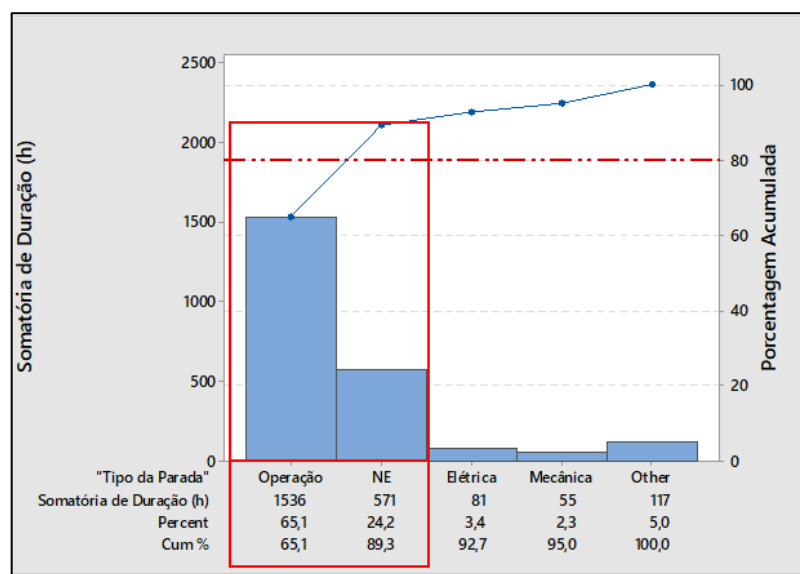
Fonte: Do próprio autor

Tabela 17 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2 e FY15) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.445	60,6%	60,6%	16,49%
NE	414	17,4%	78,0%	4,72%
FAP	223	9,3%	87,3%	2,54%

Fonte: Do próprio autor

Figura 30 – Diagrama de Pareto F2 para FY16.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 18 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2 e FY16) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.536	65,1%	65,1%	17,54%
NE	571	24,2%	89,3%	6,52%

Fonte: Do próprio autor

Com isso, para o segundo nível, serão estratificadas as principais “Tipo da Parada” em seu respectivo FY, de acordo com a relação do quadro 9.

Quadro 9 – “Tipo da Parada” do F2 por FY, levantadas para análise no segundo nível.

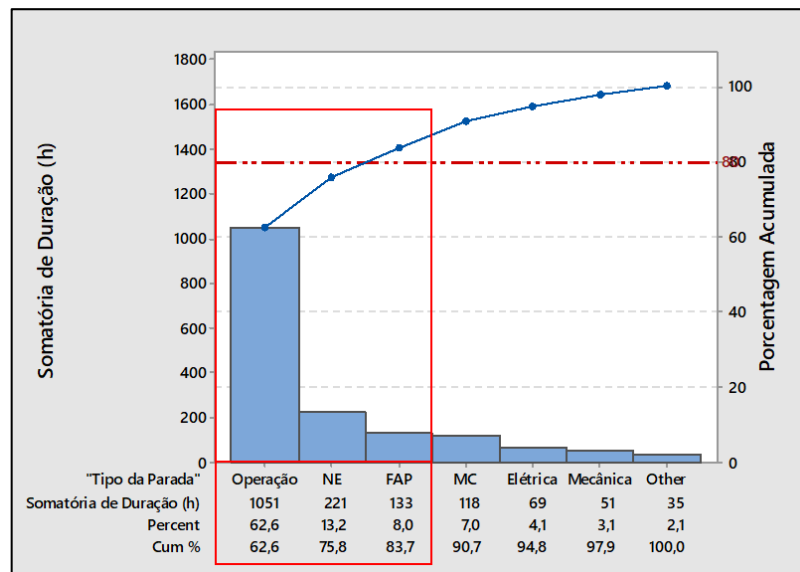
FY	"Tipo da Parada"
FY14	“Operação”
FY15	“Operação”
FY16	“Operação”

Fonte: Do próprio autor

5.1.5 Forno 5 (F5)

A figura 31 mostra o diagrama de Pareto para o FY15 e a figura 32 mostra para o FY16 e as tabelas 19 e 20 mostram os dados dos principais TP de cada diagrama.

Figura 31 – Diagrama de Pareto F5 para FY15.



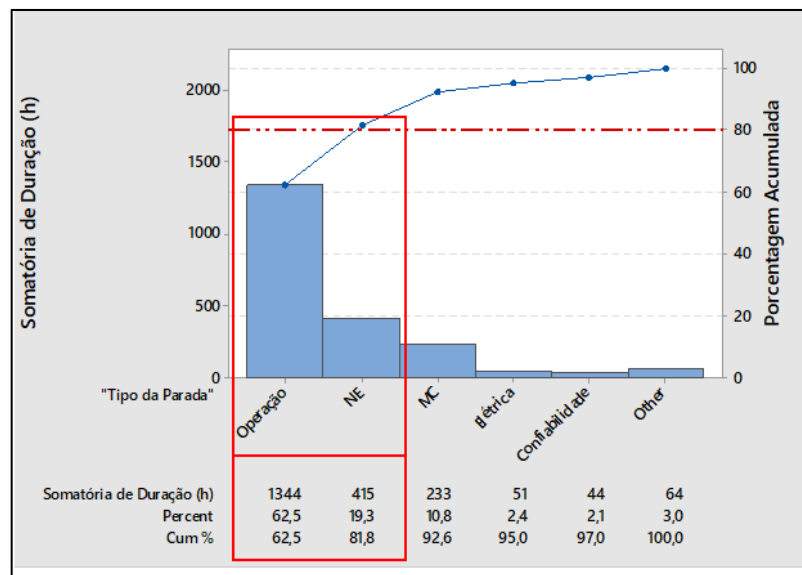
Fonte: Do próprio autor

Tabela 19 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5 e FY15) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.051	62,6%	62,6%	12,00%
NE	221	13,2%	75,8%	2,52%
FAP	133	8,0%	83,7%	1,52%

Fonte: Do próprio autor

Figura 32 – Diagrama de Pareto F5 para FY16.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 20 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5 e FY16) e influência no GU (%)

“Tipo da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	1.344	62,5%	62,5%	15,34%
NE	415	19,3%	81,8%	4,74%

Fonte: Do próprio autor

Com isso, para o segundo nível, serão estratificadas as principais “Tipo da Parada” em seu respectivo FY, de acordo com a relação do quadro 10.

Quadro 10 – “Tipo da Parada” do F5 por FY, levantadas para análise no segundo nível.

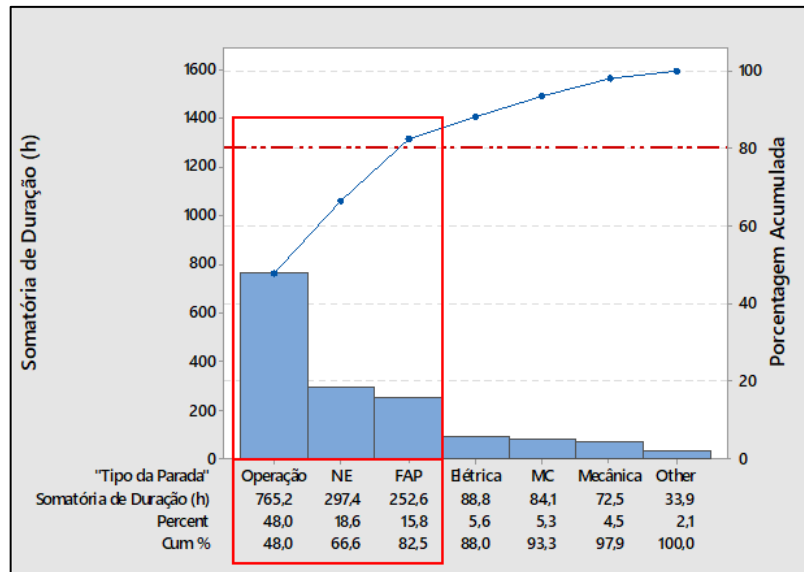
FY	“Tipo da Parada”
FY15	“Operação”
FY16	“Operação”

Fonte: Do próprio autor

5.1.6 Forno 6 (F6)

A figura 33 mostra o diagrama de Pareto para o FY15 e a figura 34 mostra para o FY16 e as tabelas 21 e 22 mostram os dados dos principais TP de cada diagrama.

Figura 33 – Diagrama de Pareto F6 para FY15.



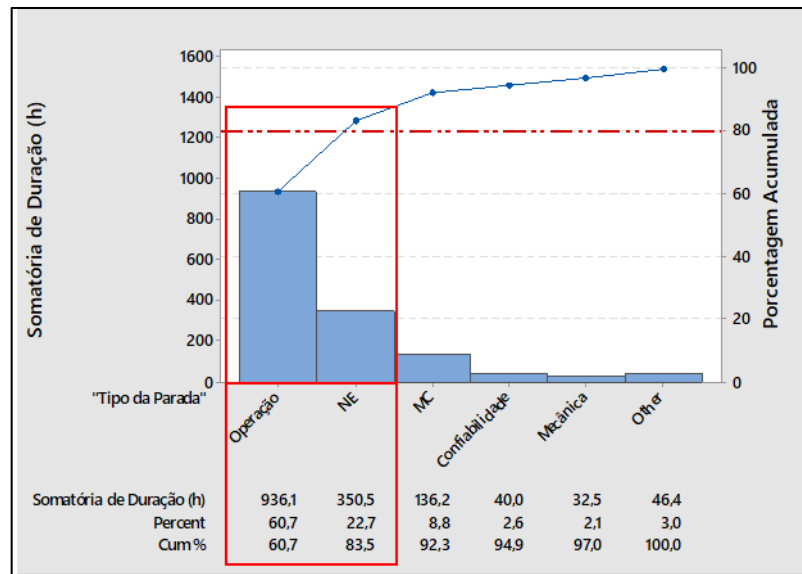
Fonte: Do próprio autor

Tabela 21 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6 e FY15) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	765	48,0%	48,0%	8,73%
NE	297	18,6%	66,6%	3,39%
FAP	253	15,8%	82,5%	2,88%

Fonte: Do próprio autor

Figura 34 – Diagrama de Pareto F6 para FY16.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 22 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6 e FY16) e influência no GU (%)

"Tipo da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU
Operação	936	60,7%	60,7%	10,69%
NE	350	22,7%	83,5%	4,00%

Fonte: Do próprio autor

Com isso, para o segundo nível, serão estratificadas as principais "Tipo da Parada" em seu respectivo FY, de acordo com a relação do quadro 11.

Quadro 11 – "Tipo da Parada" do F6 por FY, que serão analisadas no segundo nível.

FY	"Tipo da Parada"
FY15	"Operação"
FY16	"Operação"

Fonte: Do próprio autor

5.2 SEGUNDO NÍVEL ("RAZÃO DA PARADA")

Os dados analisados no segundo nível foram seguidos segundo as análises do primeiro nível, restringindo-se somente os primeiros 80%, aproximadamente.

A estratificação foi feita seguindo os mesmos parâmetros do primeiro nível, sendo esses por ano fiscal e por área, sendo acrescentado a classificação por “Tipo da Parada”, como exemplifica a figura 35.

Figura 35 – Exemplo de estratificação por “Tipo da Parada” na LP1 e FY15 no *software Excel®*

ÁREA

FORNO 2

FORNO 5

FORNO 6

LP1

LP2

FY

FY15

FY16

Tipo Parada

Mecânica

NE

Operação

PP

Utilidades

"Razão da Parada"	Somatória de Duração (h)
Aguardando Fornos	329,90
Limpeza do Equipamento	51,35
Material ruim processando na area fria	22,80
TRANSBORDO NA M28	17,55
Falta de Apontamento da Parada	16,92
ALTA TEMPERATURA T4	16,45
MATERIAL COM BAIXA PRODUT. P/ ÁREA FRIA	11,12
ALTA TEMPERATURA AFTERBURNER	7,67
Limpeza da area	6,82
ENTUPIMENTO OU TROCA DE BAG	2,80
Falta de Material	2,07
PARADA PELA OPERAÇÃO	1,97
ALTA TEMPERATURA T3	0,68
ALTA TEMPERATURA NA ENTRADA DO KILN	0,03
ALTA TEMPERATURA T2	0,03
Total Geral	488,2

Fonte: Do próprio autor

Assim como no primeiro nível, todos os diagramas de Pareto foram desenhados no software *Minitab®* e foram parametrizadas por FY.

As paradas de tipo “Não Escalada” e “Parada Programada” não serão alvo desse estudo, por se tratarem de paradas planejadas, e não serão analisadas no “Segundo nível”.

FAP também não será analisada no nível “Razão da Parada”, pois é uma parada que não possui apontamento correto, não contendo dados o suficiente para estratificação.

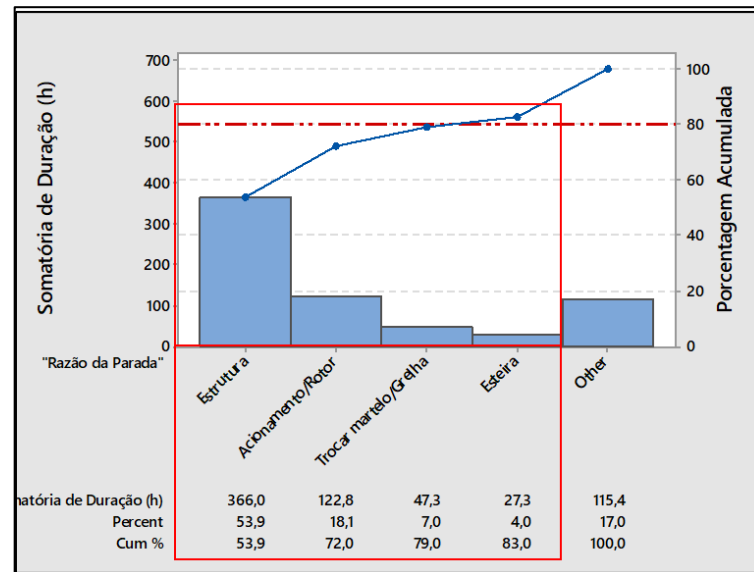
5.2.1 Linha de Processamento 1 (LP1)

Os diagramas de Pareto apresentados seguem a ordem de FY e de maiores causas para menores, já desconsiderando os TP que não serão analisados nesse nível.

Os principais TP no FY14 foram “Mecânica”, responsável por 29,3% das paradas, e “Operação”, por 24,2%.

A figura 36 representa o diagrama referente ao TP “Mecânica” e a figura 37 é referente a “Operação” e as tabelas 23 e 24 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 36 – Diagrama de Pareto LP1 – FY14 – “Mecânica”.



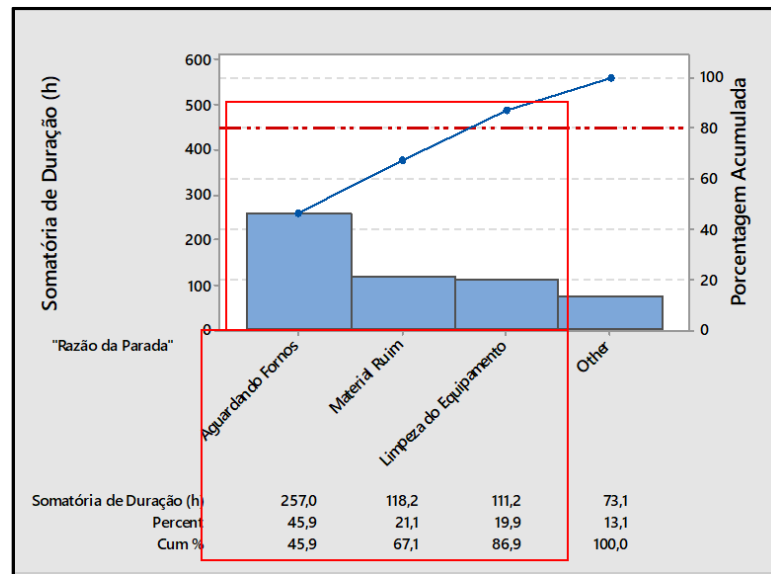
Fonte: Do próprio autor

Tabela 23 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY14 e “Mecânica”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Estrutura	366,0	53,91%	53,91%	4,18%
Acionamento/Redutor	122,8	18,09%	72,01%	1,40%
Trocar martelo/Grelha	47,3	6,97%	78,98%	0,54%
Esteira	27,3	4,02%	83,00%	0,31%

Fonte: Do próprio autor

Figura 37 – Diagrama de Pareto LP1 – FY14 – “Operação”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 24 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY14 e “Operação”) e influência no GU (%)

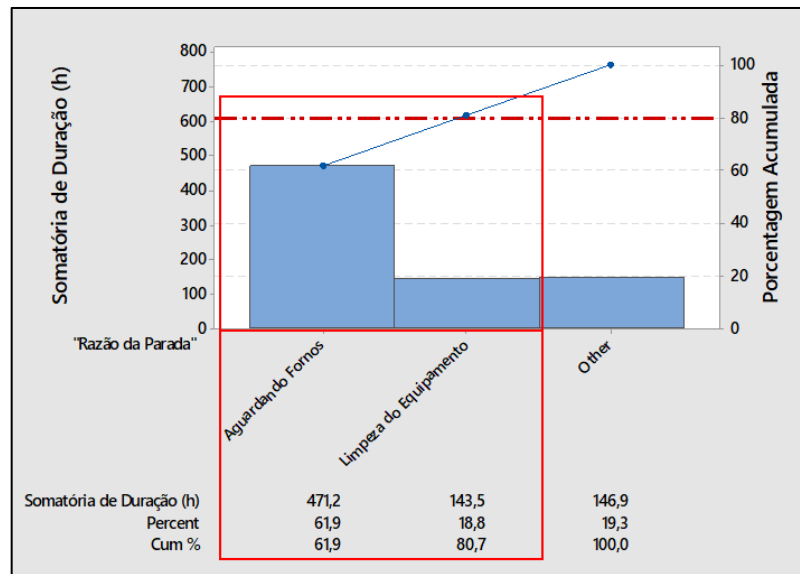
"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Aguardando Fornos	257,0	45,93%	45,93%	2,93%
Material Ruim	118,2	21,13%	67,06%	1,35%
Limpeza do Equipamento	111,2	19,87%	86,93%	1,27%

Fonte: Do próprio autor

Os principais TP no FY15 foi “Operação”, responsável por 35,5% das paradas.

A figura 38 representa o diagrama referente ao TP “Operação” e a tabela 25 mostra os dados das principais RP do diagrama.

Figura 38 – Diagrama de Pareto LP1 – FY15 – “Operação”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 25 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Aguardando Fornos	471,2	61,87%	61,87%	5,38%
Limpeza do Equipamento	143,5	18,84%	80,71%	1,64%

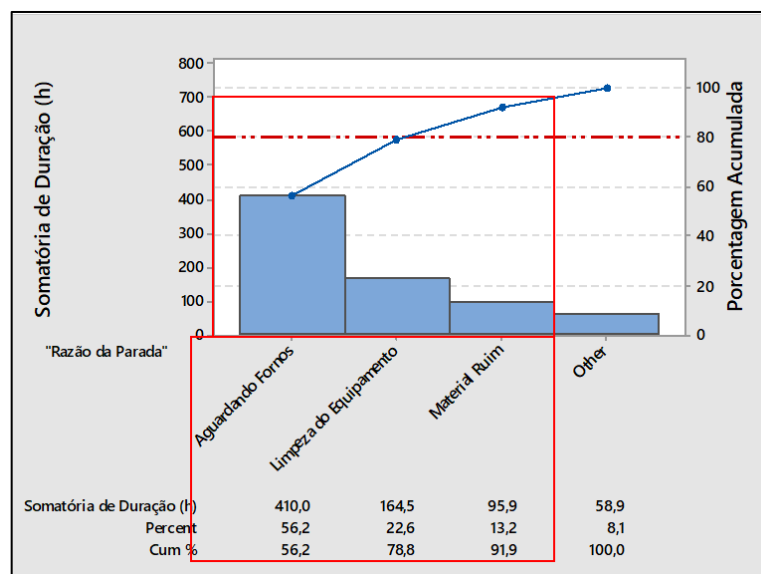
Fonte: Do próprio autor

Os principais TP no FY16 foram “Operação”, responsável por 27,5% das paradas e “Mecânica”, por 14,6%.

A figura 39 representa o diagrama referente ao TP “Operação” e a figura 40 é referente a “Mecânica”.

As tabelas 26 e 27 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 39 – Diagrama de Pareto LP1 – FY16 – “Operação”.



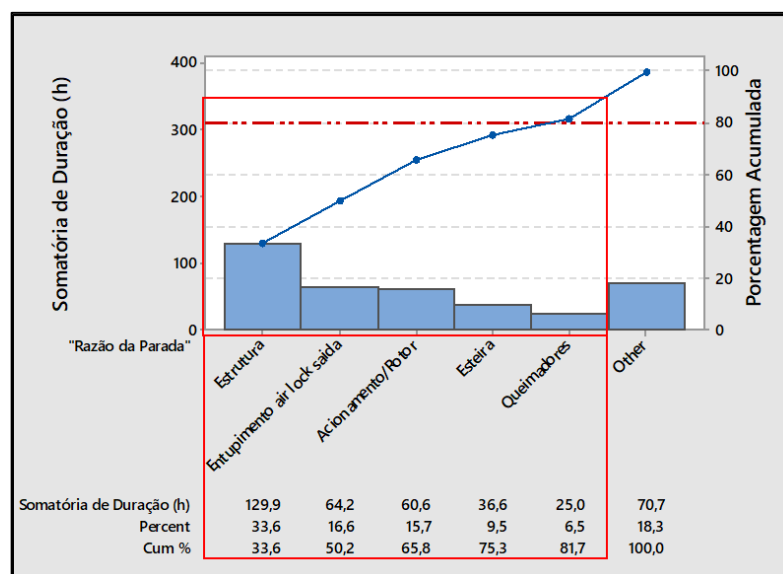
Fonte: Do próprio autor

Tabela 26 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Aguardando Fornos	410,0	56,22%	56,22%	4,68%
Limpeza do Equipamento	164,5	22,56%	78,77%	1,88%
Material Ruim	95,9	13,15%	91,92%	1,10%

Fonte: Do próprio autor

Figura 40 – Diagrama de Pareto LP1 – FY16 – “Mecânica”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 27 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP1, FY16 e “Mecânica”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Estrutura	130,0	33,57%	33,57%	1,48%
Entupimento air lock saída	64,2	16,58%	50,15%	0,73%
Acionamento/Rotor	60,6	15,65%	65,81%	0,69%
Esteira	36,6	9,45%	75,26%	0,42%
Queimadores	25,0	6,47%	81,73%	0,29%

Fonte: Do próprio autor

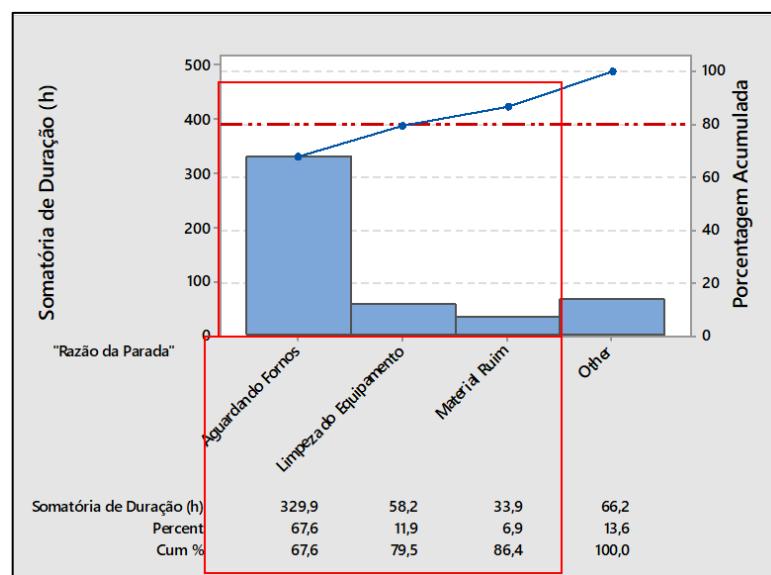
5.2.2 Linha de Processamento 2 (LP2)

Os diagramas de Pareto apresentados seguem a ordem de FY e de maiores causas para menores, já desconsiderando os TP que não serão analisados nesse nível.

Os principais TP no FY15 foram “Operação”, responsável por 21,4%, e “Mecânica”, por 18,5%.

A figura 41 representa o diagrama referente ao TP “Operação” e a figura 42 é referente a “Mecânica” e as tabelas 28 e 29 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 41 – Diagrama de Pareto LP2 – FY15 – “Operação”.



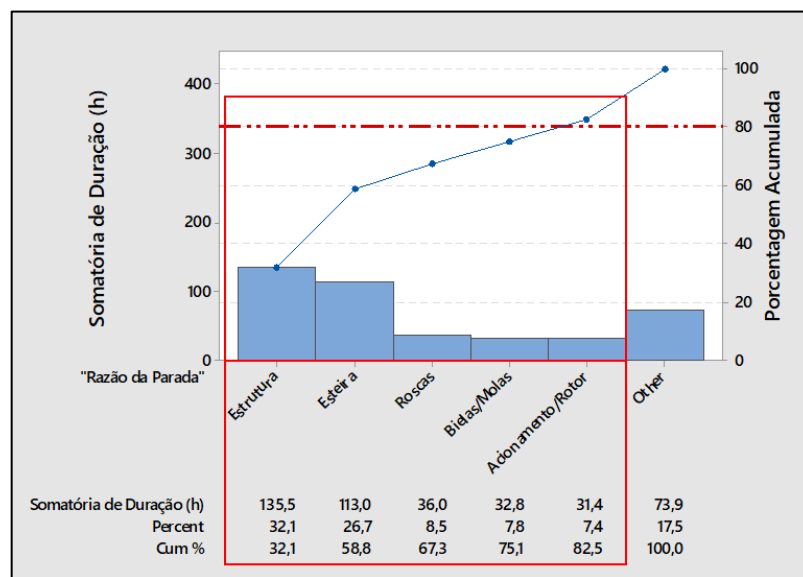
Fonte: Do próprio autor

Tabela 28 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Aguardando Fornos	329,9	67,58%	67,58%	3,77%
Limpeza do Equipamento	58,2	11,92%	79,50%	0,66%
Material Ruim	33,9	6,95%	86,45%	0,39%

Fonte: Do próprio autor

Figura 42 – Diagrama de Pareto LP2 – FY15 – “Mecânica”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 29 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY15 e “Mecânica”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Estrutura	135,5	32,07%	32,07%	1,55%
Esteira	113,0	26,74%	58,81%	1,29%
Roscas	36,0	8,52%	67,33%	0,41%
Bielas / Molas	32,8	7,76%	75,09%	0,37%
Acionamento/Rotor	31,4	7,42%	82,52%	0,36%

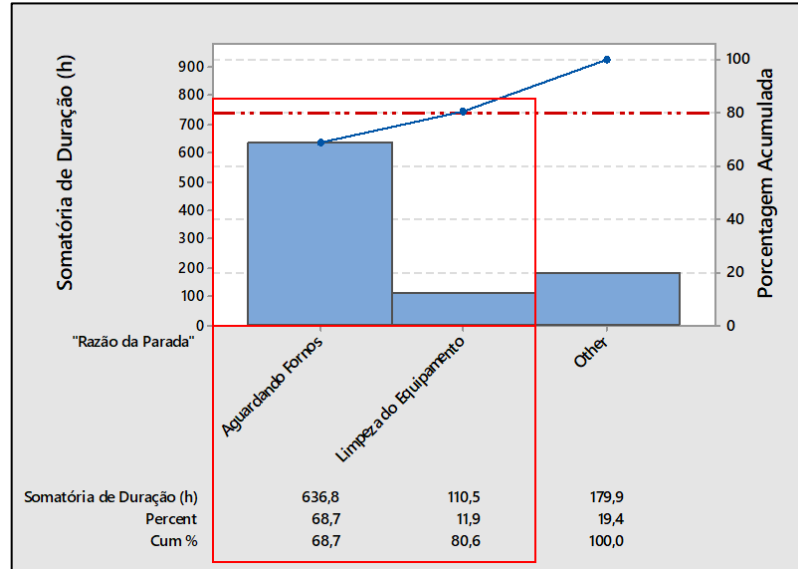
Fonte: Do próprio autor

Os principais TP no FY16 foram “Operação”, responsável por 43,4% das paradas, e “Mecânica”, por 20%.

A figura 43 representa o diagrama referente ao TP “Operação” e a figura 44 é referente a “Mecânica”.

As tabelas 30 e 31 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 43 – Diagrama de Pareto LP2 – FY16 – “Operação”.



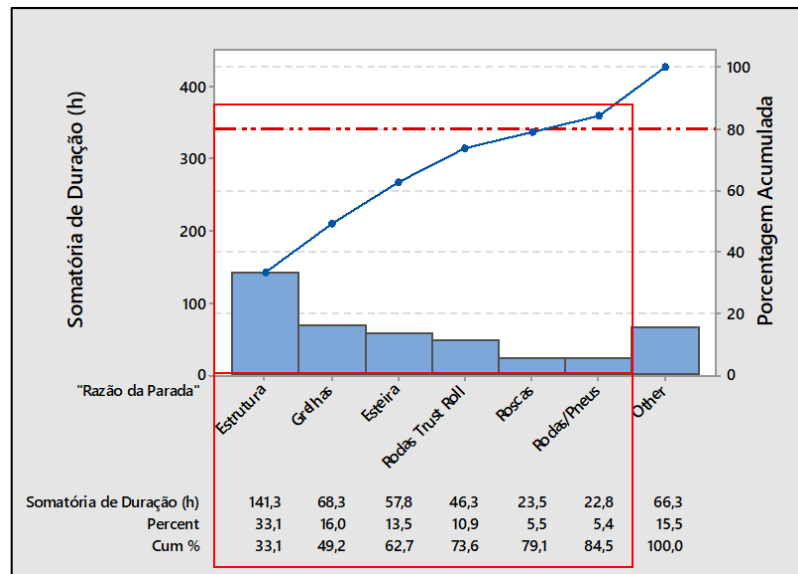
Fonte: Do próprio autor

Tabela 30 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Aguardando Fornos	966,7	68,30%	68,30%	5,52%
Limpeza do Equipamento	168,7	11,92%	80,22%	0,96%

Fonte: Do próprio autor

Figura 44 – Diagrama de Pareto LP2 – FY16 – “Mecânica”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 31 – Dados de análise do diagrama de Pareto (LP2, FY16 e “Mecânica”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Estrutura	141,3	33,14%	33,14%	1,61%
Grelhas	68,3	16,01%	49,15%	0,78%
Esteira	57,8	13,55%	62,70%	0,66%
Rodas Trust Roll	46,3	10,87%	73,57%	0,53%
Roscas	23,6	5,52%	79,09%	0,27%
Rodas / Pneus	22,9	5,36%	84,45%	0,26%

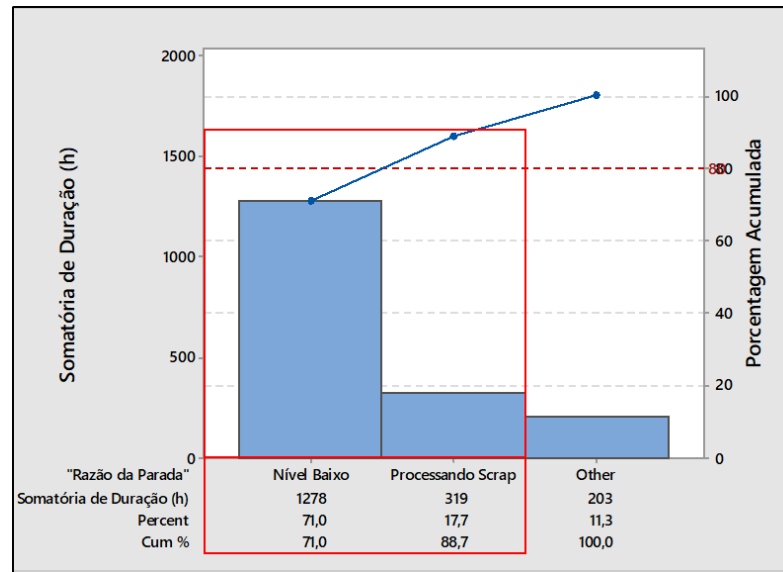
Fonte: Do próprio autor

5.2.3 Forno 1 (F1)

Para o forno 1, o TP predominante foi “Operação”, sendo ele o enfoque da análise.

A figura 45 representa o diagrama referente ao FY14, a figura 46 é referente ao FY15 e a figura 47 é referente ao FY16 e as tabelas 32, 33 e 34 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 45 – Diagrama de Pareto F1 – FY14 – “Operação”.



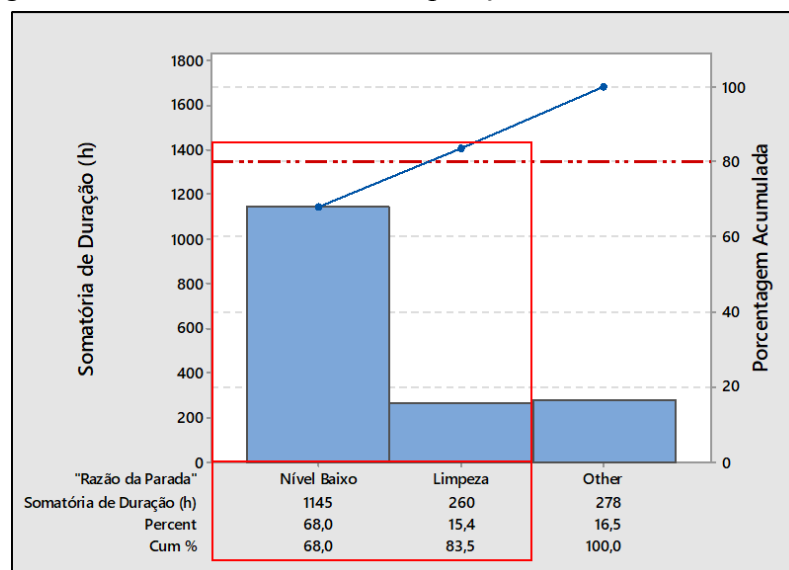
Fonte: Do próprio autor

Tabela 32 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1, FY14 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	1277,8	71,02%	71,02%	14,59%
Processando Scrap	318,9	17,72%	88,74%	3,64%

Fonte: Do próprio autor

Figura 46 – Diagrama de Pareto F1 – FY15 – “Operação”.



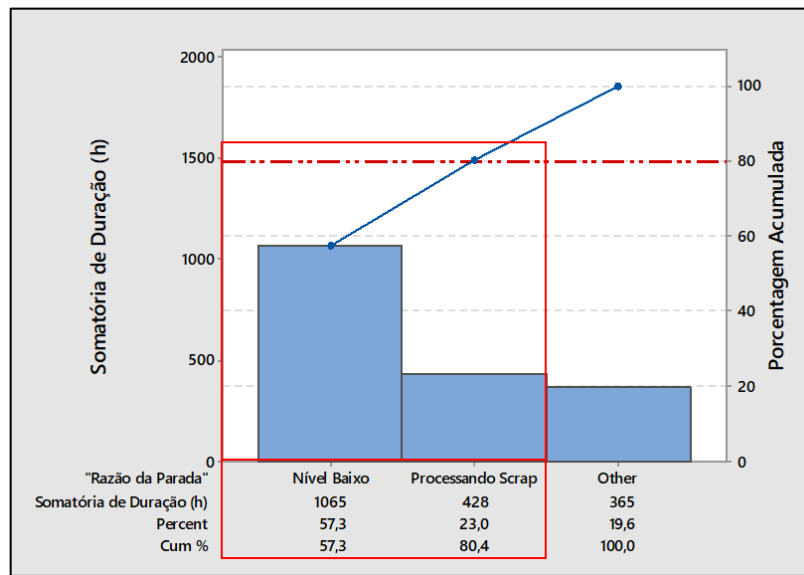
Fonte: Do próprio autor

Tabela 33 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	1145,3	68,04%	68,04%	13,07%
Limpeza	259,8	15,43%	83,47%	2,97%

Fonte: Do próprio autor

Figura 47 – Diagrama de Pareto F1 – FY16 – “Operação”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 34 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F1, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	1064,8	57,33%	57,33%	12,16%
Processando Scrap	428,0	23,04%	80,37%	4,89%

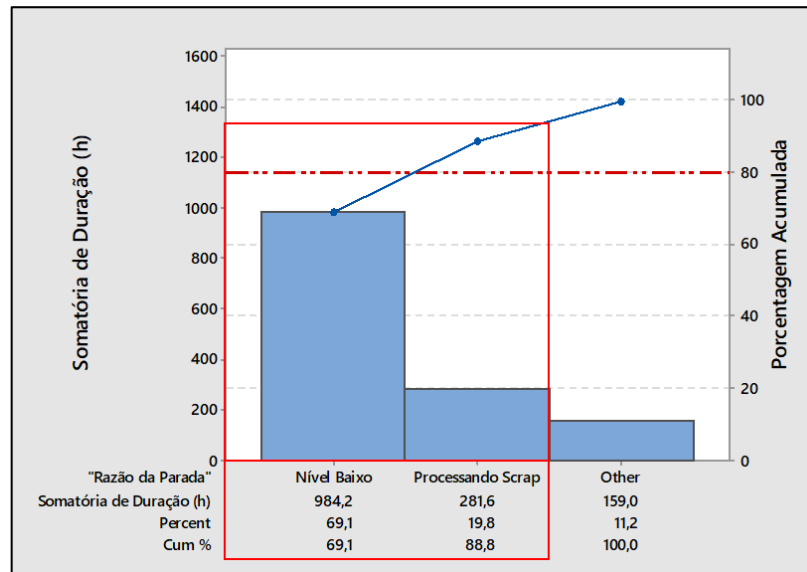
Fonte: Do próprio autor

5.2.4 Forno 2 (F2)

Para o forno 2, assim como para o F1, o TP predominante foi “Operação”, sendo ele o enfoque da análise.

A figura 48 representa o diagrama referente ao FY14, a figura 49 é referente ao FY15 e a figura 50 é referente ao FY16 e as tabelas 35, 36 e 37 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 48 – Diagrama de Pareto F2 – FY14 – “Operação”.



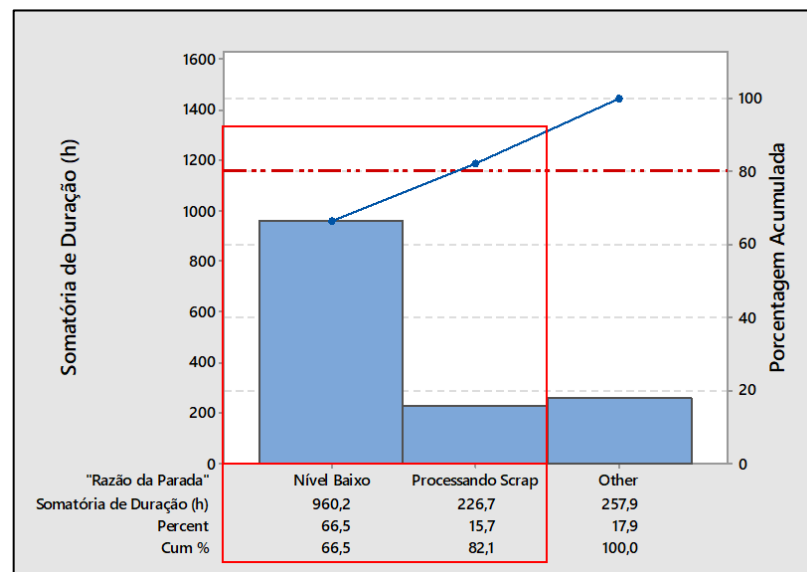
Fonte: Do próprio autor

Tabela 35 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2, FY14 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	984,2	69,08%	69,08%	11,23%
Processando Scrap	281,6	19,76%	88,84%	3,21%

Fonte: Do próprio autor

Figura 49 – Diagrama de Pareto F2 – FY15 – “Operação”.



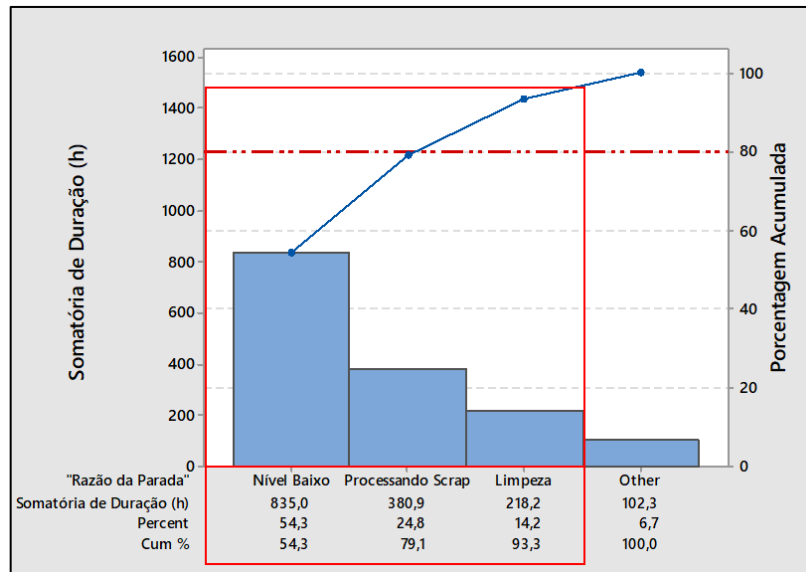
Fonte: Do próprio autor

Tabela 36 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	960,2	66,46%	66,46%	10,96%
Processando Scrap	226,7	15,69%	82,15%	2,59%

Fonte: Do próprio autor

Figura 50 – Diagrama de Pareto F2 – FY16 – “Operação”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 37 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F2, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	835,0	54,34%	54,34%	9,53%
Processando Scrap	380,9	24,79%	79,14%	4,35%
Limpeza	218,2	14,20%	93,34%	2,49%

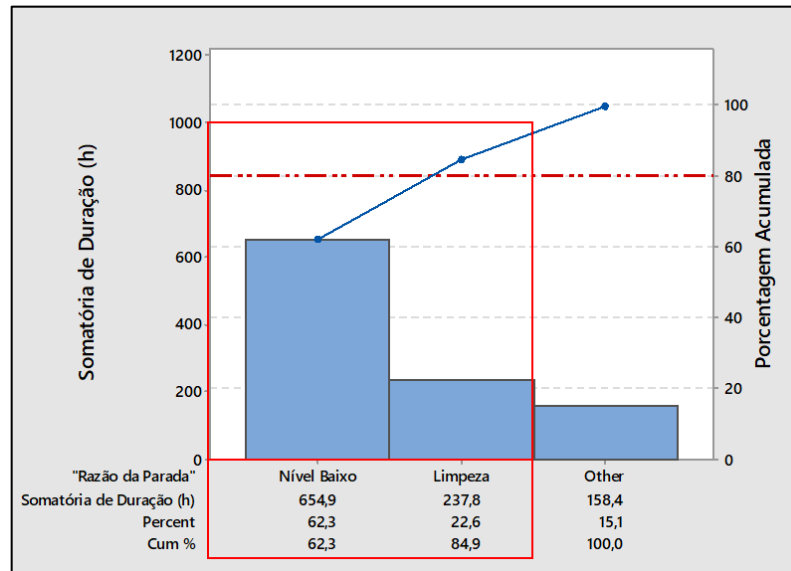
Fonte: Do próprio autor

5.2.5 Forno 5 (F5)

Para o forno 5, assim como para os F1 e F2, o TP predominante foi “Operação”, sendo ele o enfoque da análise.

A figura 51 representa o diagrama referente ao FY15 e a figura 52 é referente ao FY16 e as tabelas 38 e 39 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 51 – Diagrama de Pareto F5 – FY15 – “Operação”.



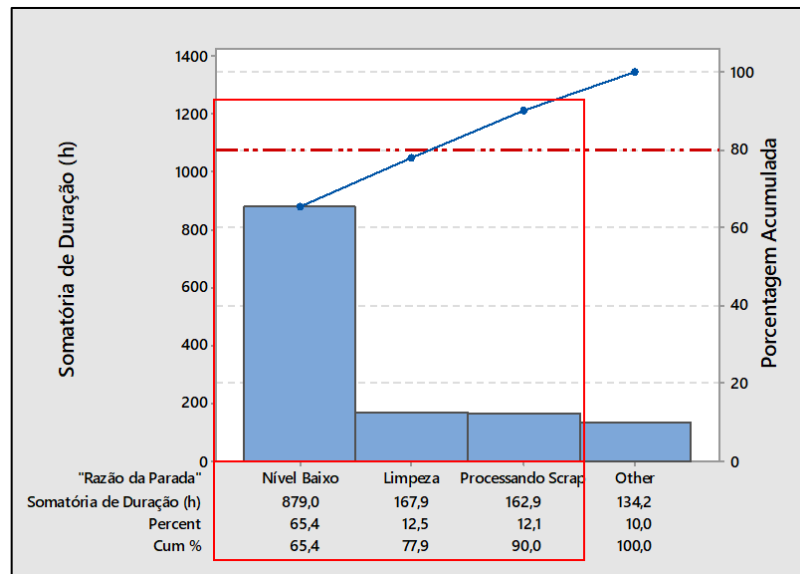
Fonte: Do próprio autor

Tabela 38 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	654,9	62,30%	62,30%	7,48%
Limpeza	237,9	22,63%	84,93%	2,72%

Fonte: Do próprio autor

Figura 52 – Diagrama de Pareto F5 – FY16 – “Operação”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 39 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F5, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	879,0	65,40%	65,40%	10,03%
Limpeza	167,9	12,49%	77,89%	1,92%
Processando Scrap	162,9	12,12%	90,01%	1,86%

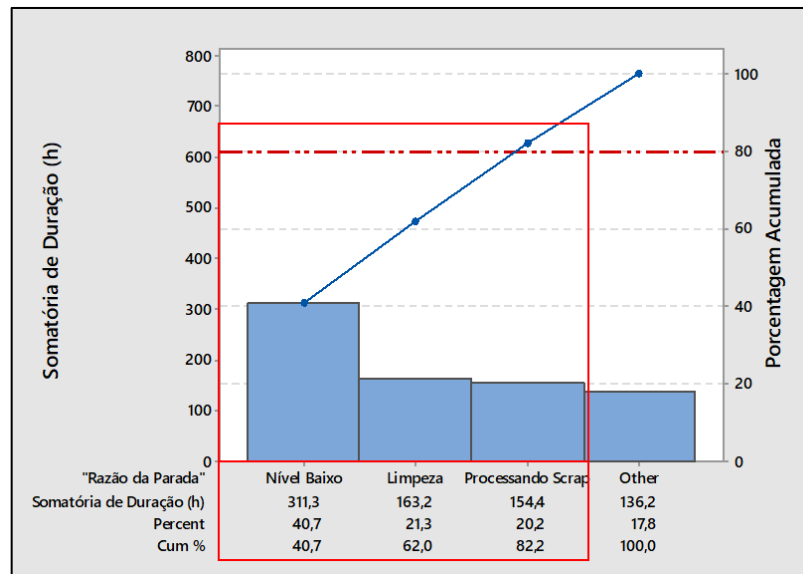
Fonte: Do próprio autor

5.2.6 Forno 6 (F6)

Para o forno 6, assim como para os F1, F2 e F5, o TP predominante foi “Operação”, sendo ele o enfoque da análise.

A figura 53 representa o diagrama referente ao FY15 e a figura 54 é referente ao FY16 e as tabelas 40 e 41 mostram os dados das principais RP de cada diagrama.

Figura 53 – Diagrama de Pareto F6 – FY15 – “Operação”.



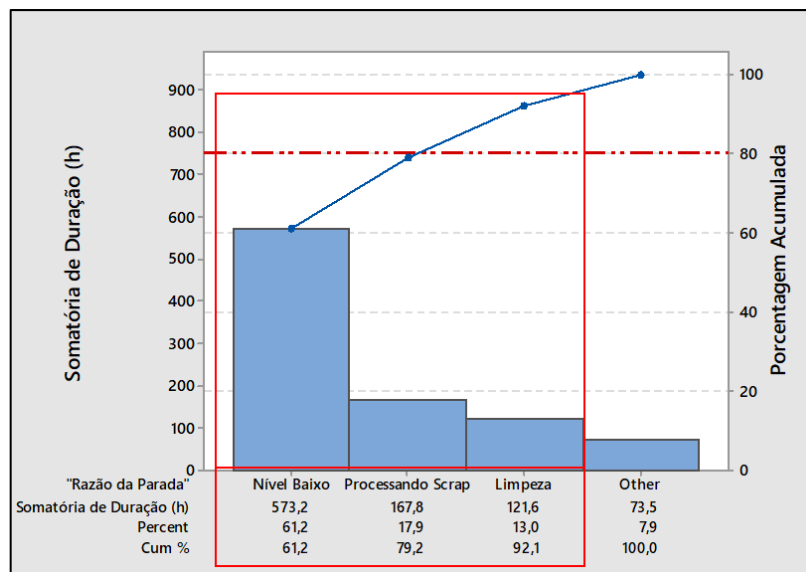
Fonte: Do próprio autor

Tabela 40 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6, FY15 e “Operação”) e influência no GU (%)

"Razão da Parada"	Duração (h)	Porcentagem do Total do Downtime	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	311,3	40,68%	40,68%	3,55%
Limpeza	163,2	21,33%	62,01%	1,86%
Processando Scrap	154,4	20,18%	82,19%	1,76%

Fonte: Do próprio autor

Figura 54 – Diagrama de Pareto F6 – FY16 – “Operação”.



Fonte: Do próprio autor

Tabela 41 – Dados de análise do diagrama de Pareto (F6, FY16 e “Operação”) e influência no GU (%)

“Razão da Parada”	Duração (h)	Porcentagem do Total do <i>Downtime</i>	Porcentagem Acumulada	Influência no GU (%)
Nível Baixo	573,2	61,23%	61,23%	6,54%
Processando Scrap	167,8	17,93%	79,16%	1,92%
Limpeza	121,6	12,99%	92,14%	1,39%

Fonte: Do próprio autor

5.3 ANALISE DOS RESULTADOS

A partir dos resultados apresentados, uma análise das principais causas de parada que afetam a GU é feita a seguir.

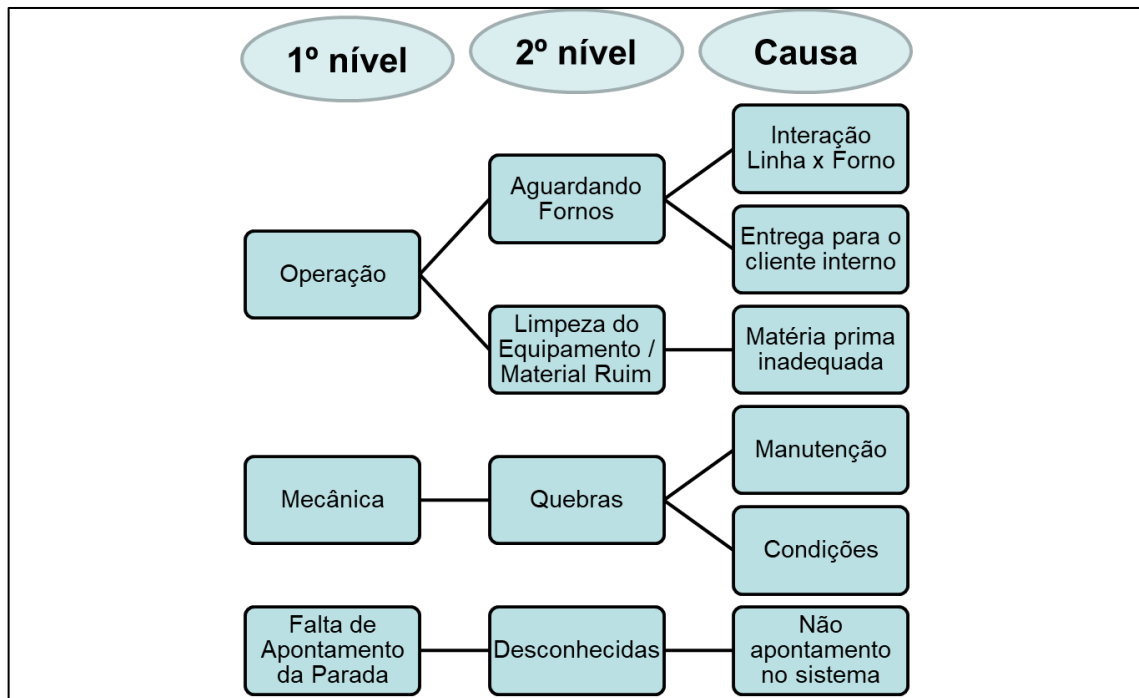
Nas LPs, os principais TPs, nos anos fiscais do estudo (Figuras 20, 21, 22, 23 e 24), foram “Operação”, “Mecânica” e FAP.

Tendo como principais RPs (Figuras de 36 a 44):

- Em “Operação”: “Aguardando Fornos”, “Limpeza do Equipamento” e “Material Ruim”;
- Em “Mecânica”: Quebras mecânicas nos equipamentos;
- Em “FAP”: Não possui uma “Razão da Parada”.

Após extensa análise e pesquisa junto a empresa, foram levantadas as causas para as ocorrências de *Downtime* que são mostradas na figura 66.

Figura 55 – Fluxograma de classificação de parada e suas causas - LP.



Fonte: Do próprio autor

Nos fornos, os principais TPs, nos anos fiscais do estudo (Figuras de 25 a 34), foram “Operação” e FAP.

Tendo como principais RPs (Figuras de 45 a 54):

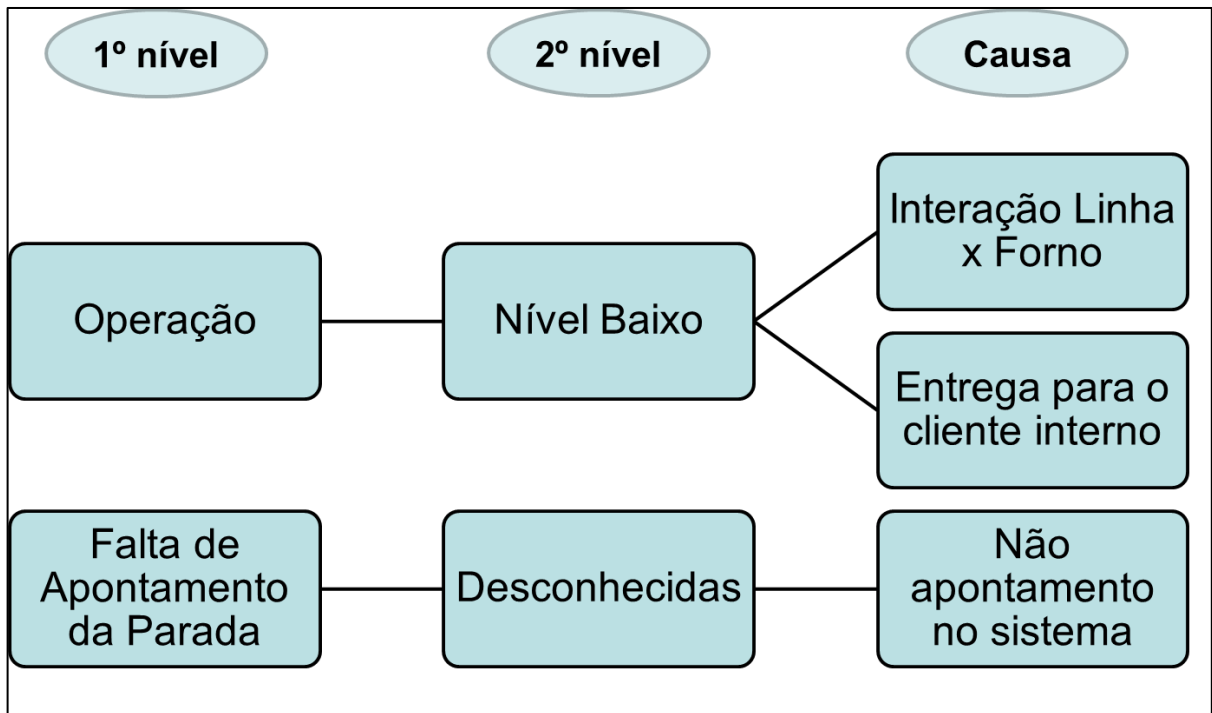
- Em “Operação”: “Nível Baixo”, “Processando Scrap” e “Limpeza”;
- Em “FAP”: Não possui uma “Razão da Parada”.

As paradas por “Processando Scrap” e por “Limpeza” são paradas que ocorrem após a RP “Nível Baixo”. Em “Nível Baixo”, os fornos ficam com o nível de metal líquido no mínimo possível. Com isso, é necessário inserir material extra, para ajudar as LPs recuperarem o nível do forno, surgindo assim a parada por “Processando Scrap”. Devido a esse material extra colocado diretamente nos fornos, uma limpeza extra é fundamental, causando a parada por “Limpeza”.

Portanto, solucionando as paradas por “Nível Baixo”, as RPs “Processando Scrap” e “Limpeza” deixarão de acontecer.

Após análise e pesquisa junto a empresa, foram levantadas as causas para as ocorrências, ilustradas no fluxograma da figura 56.

Figura 56 – Fluxograma de classificação de parada e suas causas - Fornos.



Fonte: Do próprio autor

As RPs “Aguardando Fornos” e “Nível Baixo” são causadas por dois motivos “Interação Linha x Forno” ou “Entrega para o cliente interno”.

A causa “Interação Linha x Forno” foi levantada devido à preocupação dos volumes de produção de saída das LPs e entrada dos fornos não possuírem o mesmo valor. Após revisão dos cálculos e medições práticas, foi observado que o material vindo da LP supre as necessidades dos fornos e os fornos tem capacidade de processar todo o cavaco vindo da LP. Portanto, a “Interação Linha x Forno” não é uma causa para “Aguardando Fornos” e “Nível Baixo”.

“Entrega para o cliente interno” surge devido a problemas no fluxo do produto para o cliente interno. Em “Aguardando Fornos”, a LP está parada, pois os fornos estão cheios e não conseguem mais receber material, devido a não transferência do seu produto final para o cliente interno. Em “Nível Baixo”, os fornos estão com metal líquido no mínimo possível, agora pelo excesso de transferência do produto ao cliente. Em ambos os casos, o problema é a falta de planejamento da produção do cliente.

As RPs por “Limpeza do Equipamento” e “Material Ruim” ocorrem devido ao fornecimento inadequado de matéria prima.

As paradas pelas RPs que compõe “Quebras” surgem quando há alguma quebra ou necessidade de manutenção corretiva nos equipamentos sem prévio planejamento.

5.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS

Com os apontamentos das causas levantadas, propõe-se algumas soluções para eliminar ou diminuir suas ocorrências.

Na causa “Entrega para o cliente interno” (figuras 55 e 56), foi observado que o controle de entrega do produto para o cliente interno não possui uma ferramenta de controle. Além disso, a qualidade do produto é de extrema importância, se o cliente interno não estiver satisfeito com o produto entregue, ele rejeita, com isso, o fluxo do processo é atrasado.

Uma ferramenta que vincula ambas as necessidades é o indicador de desempenho OTIF (*On Time In Full*). Essa ferramenta age tanto no problema do tempo de entrega, como também na qualidade do produto.

O OTIF é caracterizado por, como descreve Oliveira e Araújo (2009):

- *On Time*: entregas de produtos com hora, ou janela de horas, e local, previamente combinado com o cliente;
- *In Full*: especificações acordadas com o cliente devem estar corretas.

Com essa ferramenta, o planejamento da produção saberá exatamente todos os dados de qualidade e entregas, já combinados com o cliente, minimizando possíveis atrasos ou rejeições que possam ocorrer, consequentemente a causa “Entrega para o cliente interno” será melhorada.

A causa da parada “Quebras” (Figura 55) é devida a manutenção corretiva não planejada ou quebra de um equipamento e devido à falta de gerenciamento da manutenção.

A manutenção tem uma forte responsabilidade na disponibilidade dos equipamentos tornando fundamental a implementação de uma gestão de qualidade. As ferramentas de controle e gestão são diversas e cabe ao gestor implementar as mais viáveis. Além disso, para prevenir manutenções não planejadas, a manutenção preditiva é a mais utilizada, por ter um planejamento mais simples e um custo inicial mais baixo (OLIVEIRA; SILVA, 2013). Manutenção preditiva é uma série de atividades da manutenção com o objetivo de acompanhar as variáveis e parâmetros que mostram o desempenho e condições dos equipamentos, visando definir se há necessidade ou não de intervenção (OTANI; MACHADO, 2008).

Todos os equipamentos têm um plano de manutenção preventivo e preditivo já estabelecidos pelos fabricantes e gestores da manutenção. Com isso, o enfoque nos mesmos e sua atualização constante, colaboram para a diminuição ou até extinção de quebras e manutenções corretivas não planejadas.

A empresa em questão acredita que as paradas de manutenção corretivas são menos significativas do que as paradas de manutenção preventiva ou preditiva.

Isso não é verdade, pois o tempo consumido nas paradas não planejadas, além de consumir o tempo proposto das paradas planejadas, consomem em média 5% (Tabelas 8, 10, 11 e 12) a mais.

FAP é uma parada sem características, com isso, a tratativa não é na parada em si, mas sim no porquê do não preenchimento das informações no sistema. Após análise junto aos funcionários, pode-se aferir a dificuldade no preenchimento das informações no sistema. Portanto, um maior treinamento do sistema para todos os colaboradores se faz necessário estabelecendo metas para o total saneamento do problema.

Outra questão relevante relacionada ao não preenchimento dos motivos das paradas é a falta de padronização das informações contidas nos campos “Equipamento”, “Tipo da Parada” e “Razão da Parada”. Isto causa confusão aos colaboradores que preferem não preencher as informações de parada do que colocar dados errados no sistema. Com isso, um estudo sobre as informações contidas no sistema juntamente com os colaboradores que utilizam a ferramenta é necessário. Assim, as informações serão de consenso e conhecimento de todos diminuindo a falta de preenchimento.

Os quadros de 12 a 17 mostram, hipoteticamente, que os valores de GU poderiam atingir as metas propostas pela empresa, se as soluções sugeridas aqui tivessem sido implementadas nos anos fiscais analisados.

Quadro 12 – Compilação de dados LP1 e indicação de resultado GU

FY	"Tipo da Parada"	% GU perda ("Tipo da Parada")	Principais "Razão da Parada"	% GU perda ("Razão da Parada")	% GU (Real)	Aumento do %GU (Sem perdas indicadas)	%GU (Sem perdas indicadas)	Meta
FY14	Mecânica	7,75%	Quebras	6,43%	73,58%	9,36%	82,94%	76,00%
	Operação	6,39%	Aguardando Fornos	2,93%				
FY15	Operação	8,69%	Aguardando Fornos	5,38%	75,54%	5,38%	80,92%	76,00%
FY16	Operação	8,33%	Aguardando Fornos	4,68%	69,73%	8,29%	78,02%	76,00%
	Mecânica	4,42%	Quebras	3,61%				

Fonte: Do próprio autor

Quadro 13 – Compilação de dados LP2 e indicação de resultado GU.

FY	"Tipo da Parada"	% GU perda ("Tipo da Parada")	Principais "Razão da Parada"	% GU perda ("Razão da Parada")	% GU (Real)	Aumento do %GU (Sem perdas indicadas)	%GU (Sem perdas indicadas)	Meta
FY15	Operação	5,57%	Aguardando Fornos	3,77%	74,00%	7,75%	81,75%	77,00%
	Mecânica	4,82%	Quebras	3,98%				
FY16	Operação	10,58%	Aguardando Fornos	7,27%	75,60%	11,38%	86,98%	77,00%
	Mecânica	4,82%	Quebras	4,11%				

Fonte: Do próprio autor

Quadro 14 – Compilação de dados F1 e indicação de resultado GU

FY	"Tipo da Parada"	% GU perda ("Tipo da Parada")	Principais "Razão da Parada"	% GU perda ("Razão da Parada")	% GU (Real)	Aumento do %GU (Sem perdas indicadas)	%GU (Sem perdas indicadas)	Meta
FY14	Operação	20,54%	Nível Baixo	14,59%	70,54%	18,23%	88,77%	75,00%
			Processando Scrap	3,64%				
FY15	Operação	19,22%	Nível Baixo	13,07%	70,43%	16,04%	86,47%	75,00%
			Limpeza	2,97%				
FY16	Operação	21,20%	Nível Baixo	12,16%	68,71%	17,04%	85,75%	75,00%
			Processando Scrap	4,89%				

Fonte: Do próprio autor

Quadro 15 – Compilação de dados F2 e indicação de resultado GU

FY	"Tipo da Parada"	% GU perda ("Tipo da Parada")	Principais "Razão da Parada"	% GU perda ("Razão da Parada")	% GU (Real)	Aumento do %GU (Sem perdas indicadas)	%GU (Sem perdas indicadas)	Meta
FY14	Operação	16,26%	Nível Baixo	11,23%	74,56%	14,45%	89,01%	75,00%
			Processando Scrap	3,21%				
FY15	Operação	19,22%	Nível Baixo	10,96%	72,79%	13,55%	86,34%	75,00%
			Processando Scrap	2,59%				
FY16	Operação	17,54%	Nível Baixo	9,53%	73,05%	16,37%	89,42%	75,00%
			Processando Scrap	4,35%				
			Limpeza	2,49%				

Fonte: Do próprio autor

Quadro 16 – Compilação de dados F5 e indicação de resultado GU

FY	"Tipo da Parada"	% GU perda ("Tipo da Parada")	Principais "Razão da Parada"	% GU perda ("Razão da Parada")	% GU (Real)	Aumento do %GU (Sem perdas indicadas)	%GU (Sem perdas indicadas)	Meta
FY15	Operação	12,00%	Nível Baixo	7,48%	80,84%	10,20%	91,04%	87,50%
			Processando Scrap	2,72%				
FY16	Operação	15,34%	Nível Baixo	10,03%	75,44%	13,81%	89,25%	87,50%
			Processando Scrap	1,92%				
			Limpeza	1,86%				

Fonte: Do próprio autor

Quadro 17 – Compilação de dados F6 e indicação de resultado GU

FY	"Tipo da Parada"	% GU perda ("Tipo da Parada")	Principais "Razão da Parada"	% GU perda ("Razão da Parada")	% GU (Real)	Aumento do %GU (Sem perdas indicadas)	%GU (Sem perdas indicadas)	Meta
FY15	Operação	8,73%	Nível Baixo	3,55%	81,80%	7,18%	88,98%	87,50%
			Limpeza	1,86%				
			Processando Scrap	1,76%				
FY16	Operação	10,69%	Nível Baixo	6,54%	82,40%	9,85%	92,25%	87,50%
			Processando Scrap	1,92%				
			Limpeza	1,39%				

Fonte: Do próprio autor

O índice de GU poderia aumentar segundo as porcentagens mostradas na tabela 42.

Tabela 42 - Aumento do GU por área e por ano fiscal

-	LP1	LP2	F1	F2	F5	F6
FY14	9,36%	-	18,23%	14,45%	-	-
FY15	5,38%	7,75%	16,04%	13,55%	10,20%	7,18%
FY16	8,29%	11,38%	17,04%	16,37%	13,81%	9,85%

Fonte: Do próprio autor

As paradas não planejadas devidas a “Limpeza do Equipamento” e “Material Ruim” são resultantes de fornecimentos inadequados de matéria prima, sendo, portanto, necessário um maior controle de qualidade junto aos fornecedores. A partir disso, pode-se almejar um aumento suplementar de mais 1% no índice GU por ano.

6 CONCLUSÕES

Esse estudo identificou as maiores paradas não planejadas nas duas linhas de processamento (LP1 e LP2) e nos quatro fornos (1, 2, 5 e 6) que compõem as linhas de produção da empresa de reciclagem analisada em três anos fiscais (FY14, FY15 e FY16) para se obter soluções que melhorassem o Grau de Utilização destas linhas.

Os principais TP em LP1 e LP2 foram “Operação”, “Mecânica” e FAP (paradas que não possuem apontamentos). As RPs mais impactantes em “Operação” foram “Aguardando Fornos”, “Limpeza do Equipamento” e “Material Ruim”. Em “Mecânica”, todas as RPs foram relacionadas a quebras e/ou necessidade de manutenção corretiva em partes mecânicas dos equipamentos.

Os fornos 1, 2, 5 e 6 possuíram as mesmas características de paradas. Em TP, a principal foi “Operação”, tendo como RPs “Nível Baixo”, “Processando Scrap” e “Limpeza”.

A causa das paradas por “Aguardando Fornos”, “Nível Baixo”, “Processando Scrap” e “Limpeza” foram relacionadas a falta de planejamento da produção em relação ao cliente interno. Para as RPs do TP “Mecânica”, as causas foram relacionadas a gestão da manutenção e condições dos equipamentos.

A solução proposta para melhorar o planejamento da produção em relação ao cliente interno foi a aplicação da ferramenta de qualidade OTIF. Para tratar as quebras mecânicas, foi proposto a implementação de ferramentas de gestão da manutenção e enfoque na manutenção preventiva, e, para FAP, treinamento para os colaboradores que usam o sistema e revisão dos dados contidos no PCS.

A partir das soluções propostas, o índice de GU poderia aumentar em média 12% por ano e por ano fiscal (Tabela 42).

Portanto, solucionando as paradas não planejadas nos próximos anos é esperado um atingimento das metas estabelecidas para o índice de Grau de Utilização.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, C. W.; LEITE, M. S. A. Contratação por desempenho em serviços de manutenção: o caso da CST Arcelor Brasil. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 3, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v8i3.130> > Acesso em: 20 out. 2017.
- ANTONY, J.; BAÑUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/13683040210451679> >. Acesso em: 26 out. 2016.
- ANTONY, J. et al. Six sigma in service organizations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. **International journal of quality & reliability management**, v. 24, n. 3, p. 294-311, 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/02656710710730889> >. Acesso em: 26 out. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Confiabilidade e manutenibilidade: **NBR ISO 5462**. Rio de Janeiro, 1994.
- BATALHA, M. O. **Introdução à engenharia de produção**, 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 303p.
- BITITCI, U. S.; SUWIGNJO, P.; CARRIE, A. S. Strategy management through quantitative modelling of performance measurement systems. **International Journal of production economics**, v. 69, n. 1, p. 15-22, 2001. Disponível em: < <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86398> > Acesso em: 16 out. 2017.
- BOURNE, M. et al. Designing, implementing and updating performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/01443570010330739> > Acesso em: 19 out. 2017.
- BUSSO, C. M.; MIYAKE, D. I. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Produção**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 205-225, 2013. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/prod/2012nahead/aop_0001_0398.pdf >. Acesso em: 26 out. 2017.
- CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total**. Minas Gerais: QFCO, 1992. 229p.
- CAVALCANTI, P. S. **Sistemas de medição de desempenho**: revisão sistemática da literatura e análise bibliométrica. 2016. 91f. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2016. Disponível em: < http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1412692_2016_completo.pdf > Acesso em: 15 out. 2017.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção E Operações**: Manufatura E Serviços: Uma Abordagem Estratégica. São Paulo: Atlas, 2004. 690p.

CORDEIRO, J. V. B. M. Reflexões sobre a avaliação do desempenho empresarial na era da informação: uma comparação entre a gestão do capital intelectual e o Balanced Scorecard. **Revista FAE**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 61-76, 2002. Disponível em: < <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/475/370> >. Acesso em: 30 set. 2017.

CRUZ, J. S. S. Uma proposta de modelo para análise prospectiva da competitividade. **Revista Contábil**, UFRN, Natal, RN, v.1, n.1, p. 1-21. 2009. Disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/5573/4519> > Acesso em: 30 set. 2017.

DEMING, W. E. **Qualidade: A revolução da Administração**. Rio de Janeiro, Brasil, 1990. 367p.

DUTRA, A. **Metodologia para avaliar e aperfeiçoar o desempenho organizacional: incorporando a dimensão integrativa à MCDA construtivista-sistêmico-sinérgica**. 2003. 320f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2003. Disponível em: < <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86398> > Acesso em: 15 out. 2017.

FERNANDES, D. R. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. **Revista da FAE**, v. 7, n. 1, 2004. Disponível em: < <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/430/326> >. Acesso em: 01 out. 2017.

FILHO, J. V. C.; MARTINS, Ricardo S. **Gestão logística do transporte de cargas**. 1. ed., São Paulo: Atlas, 2001. 304p.

FLEISCHER, J.; WEISMANN, U.; NIGGESCHMIDT, S. **Calculation and optimisation model for costs and effects of availability relevant service elements**. In: CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING, 13., 2006, p. 675-680. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.420.9892&rep=rep1&type=pdf> >. Acesso em: 25 out. 2016.

GAGNON, S. Resource-based competition and the new operations strategy. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 19, n. 2, p. 125-138, 1999. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/01443579910247392> >. Acesso em: 25 out. 2016.

GHALAYINI, A. M.; NOBLE, J. S. The changing basis of performance measurement. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 8, p. 63-80, 1996. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/01443579610125787> > Acesso em: 12 out. 2017.

HAGEMEYER, C.; GERSHENSON, J. K.; JOHNSON, D. M. Classification and application of problem solving quality tools: A manufacturing case study. **The TQM Magazine**, v. 18, n. 5, p. 455-483, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/09544780610685458> >. Acesso em: 26 out. 2016.

HAPONAVA, T.; AL-JIBOURI, S. Identifying key performance indicators for use in control of pre-project stage process in construction. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 58, n. 2, p. 160-173, 2009. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/17410400910928743> >. Acesso em: 26 out. 2016.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. **Relevance lost**: the rise and fall of management accounting. 1st ed., Boston: Harvard Business School Press, 1991. 269p.

JURAN, J. M. et al. **Quality control handbook**, 5th ed. Estados Unidos da América: McGraw-Hill, 1998. 1728p.

KAPLAN, R. S.; COOPER, R. **Cost & effect**: using integrated cost systems to drive profitability and performance. 1st ed., Boston: Harvard Business Press, 1998. 358p.

KOTLER, P. **Administração de marketing**: administração, planejamento, implementação e controle. 5. ed., São Paulo: Atlas, 1998. 726p.

LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 18, n. 5, p. 495-507, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/01443579810206334>>. Acesso em: 26 out. 2016.

LOHMAN, C.; FORTUIN, L.; WOUTERS, M. Designing a performance measurement system: A case study. **European Journal of Operational Research**, v. 156, p. 267-286, 2004. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00918-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00918-9)> Acesso em: 19 out. 2017.

MACHADO JÚNIOR, J. A.; ROTONDARO, R. G. Mensuração da qualidade de serviços: um estudo de caso na indústria de serviços bancários. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.10, n.2, p.217-230, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v10n2/a07v10n2.pdf>> Acesso em: 20 out. 2017.

MOREIRA, D. A. **Dimensões do Desempenho em manufatura e serviços**. 1. ed., São Paulo: Pioneira, 1996. 114p.

MOUTINHO, B. L. F.; SANTOS, I. E. A. **Gestão à vista**: contexto, teoria, aplicação e estudo de caso. 2016. 91f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRJ, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2016. Disponível em: <http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1412692_2016_completo.pdf> Acesso em: 15 out. 2017.

NEELY, A. The performance measurement revolution: why now and what next?. **International journal of operations & production management**, v. 19, n. 2, p. 205-228, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/01443579910247437>> Acesso em: 15 out. 2017.

NEELY, A. The evolution of performance measurement research: Developments in the last decade and a research agenda for the next. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1264-1277, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/01443570510633648>> Acesso em: 19 out. 2017.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. **International journal of operations & production management**, v. 15, n. 4, p. 80-116, 1995. Disponível em: < <https://doi.org/10.1108/01443579510083622> > Acesso em: 20 out. 2017.

OLIVEIRA, J. C. S.; SILVA, A. P. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 8, nº 3, jul-set/2013, p. 53-69. Disponível em: < <http://www.gepros.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/1021/501> > Acesso em: 05 nov. 2017.

OLIVEIRA, R. R.; ARAÚJO, R. B. Otimizando os processos logísticos pela implantação do otif com lean seis sigma. **Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, v. 5, n. 4, 2009. Disponível em: < <http://www.leansixsigma.com.br/acervo/3011530.PDF> > Acesso em: 01 nov. 2017.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, v. 4, n. 2, 2008. Disponível em: < <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/proposta.pdf> > Acesso em: 30 nov. 2017.

PARMENTER, D. **Key Performance Indicators, Developing, Implementing and using Winning KPI**. 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. 320p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. 750p.

PINHEIRO, A. L. S. O sistema ERP e as organizações. **Revista Novo Enfoque**, v. 8, n. 9, 2006. Disponível em: < http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoco/webroot/files/08/0_9.pdf > Acesso em: 15 out. 2017.

SARI, R. P. Integration of Key Performance Indicator into the Corporate Strategic Planning: Case Study at PT. **Inti Luhur Fuja Abadi, Pasuruan**, East Java, Indonesia. Agriculture and Agricultural Science Procedia, v. 3, p. 121-126, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.024> > Acesso em: 22 out. 2017.

SCARTEZINI, L. M. B. **Análise e Melhoria de Processos**, Goiás, Brasil, 2009. Disponível em: < <http://siseb.sp.gov.br/arqs/GE%20B%20-%20An%C3%A1lise-e-Melhoria-de-Processos.pdf> > Acesso em: 10 out. 2017

SENGE, P. **A quinta disciplina**. 29. ed. São Paulo: Best Seller, 2013. 644p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3. ed, São Paulo, 2009. 728p.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 701p.

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. X. **Indicadores da qualidade e do desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996. 100p.

TOCCHETTO, M. R. L.; PEREIRA, L. C. **Seleção de indicadores ambientais para indústria com atividade galvânica**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, v. 28, 2004. Disponível em: < <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2004-gsa-0900.pdf> > Acesso em: 12 out. 2017.

TOFLER, A. **Powershift: as mudanças do poder**. 6. ed. São Paulo: Record, 2003. 613p.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2009. 196p.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de desenvolvimento sustentável: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**. v. 2, n. 1, 2004. Disponível em: < <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cadernosebape/article/view/4873> > Acesso em: 15 out. 2017.

VASCONCELOS, D. S. C. et al. **A utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção**: estudo de caso da indústria têxtil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXIX ENEGEP, 2009. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_stp_091_621_14011.pdf>. Acesso em: 26 out. 2017.