

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

IAN GUSTAVO TOMELIN FUSI

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE DADOS  
BUSCANDO A OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE FUNDIÇÃO

Joinville

2021

IAN GUSTAVO TOMELIN FUSI

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE DADOS  
BUSCANDO A OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE FUNDIÇÃO

Trabalho apresentado como requisito para  
obtenção do título de bacharel no Curso de  
Graduação em Engenharia Automotiva do  
Centro Tecnológico de Joinville da  
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Dr. Modesto Hurtado Ferrer

Joinville

2021

IAN GUSTAVO TOMELIN FUSI

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE DADOS  
BUSCANDO A OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS DE FUNDIÇÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Automotiva, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 23 de setembro de 2021.

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Modesto Hurtado Ferrer  
Orientador  
UFSC - Joinville

---

Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira  
Membro  
UFSC - Joinville

---

Eng. Jonathan Todeschini da Cruz  
Membro  
Grupo Randon

Dedico este trabalho a Deus e minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito uma pessoa melhor e profissional.

Aos meus pais, irmãos, familiares e minha namorada, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização da graduação. Momentos difíceis, na qual se transformaram em aprendizado e amadurecimento para a vida, sem nunca em hipótese alguma me abandonaram, sempre fazendo de tudo para que fosse possível a concretização deste sonho.

Ao professor Modesto, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

A todos da empresa Menegotti, pelo fornecimento de dados, estatísticas e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho, bem como ao meu Gerente Luciano e meu coordenador Jonathan, que me incentivaram sempre a buscar a inovação dos processos, me dando a liberdade para assim executá-las com sabedoria e confiança.

Aos meus colegas de curso, Gabriel, Filipe, Felipe, Guilherme, Pedro, Marcus, Kevin, Danilo, Alessandro, Galvan, Renato e Octávio, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

“A falta de empenho, dedicação e sacrifício durante o processo é o prejuízo, estresse e esforço em dobro amanhã.”  
(IAN GUSTAVO TOMELIN FUSI, 2021).

## RESUMO

A cada ano que passa a indústria e seus processos evoluem constantemente. Com o advento das tecnologias, as empresas buscam ainda mais a implantação de meios de melhoria de seus processos e serviços, bem como a constante busca por uma qualidade excepcional de seus produtos. Um dos pilares desta revolução tecnológica, chamada de indústria 4.0 é o Big-Data, utilizado como base no desenvolvimento do sistema explanado por este trabalho. Assim, partindo-se da necessidade de melhorias de assertividade nas ações tomadas, na busca incessante de reduzir desperdícios e controlar defeitos, buscou-se facilitar o acesso a informações pertinentes a estudos e gerenciamento de processos de produção, sem que fosse necessária uma elevada demanda técnica computacional de programação pelos usuários em si. O desenvolvimento partiu da estruturação de dados existentes, além do convívio diário com os processos e problemas enfrentados pelos colaboradores. Na qual, por meio da criação de cadastros de processos, centralizando as informações em um só lugar, facilitou a possibilidade da implantação de uma análise global de todo o processo produtivo relacionado ao item. Tendo como benefício a utilização do sistema em qualquer parte do chão de fábrica, obtendo as principais informações na palma de sua mão. A melhoria apresentada com a criação do sistema de análise e gerenciamento, obtém-se para uma análise padrão de vazamento, para um item específico, uma otimização no tempo médio das análises para cada usuário em mais de 95%.

**Palavras-chave:** Estruturação de dados. Indústria 4.0. Big Data. Análise de processos. Gerenciamento de processos.

## ABSTRACT

Over the years, the industry and its processes constantly evolve, and it is everyone's duty to follow this development. With the advent of technologies, companies are looking even more for the implementation of ways to improve their processes and services, as well as the constant search for an exceptional quality of their products. One of the pillars of this technological revolution, called industry 4.0 is Big-Data, used as the basis for the development of the system explained in this work. Thus, starting from the need for assertiveness improvements in the actions taken, in the incessant search to reduce waste and control defects, we sought to facilitate access to information relevant to studies and management of production processes, without the need for a high demand computational technique of programming by the users themselves. The development started from the structuring of existing data, in addition to the daily contact with the processes and problems faced by employees. In which, by creating process records, centralizing information in one place, it facilitated the possibility of implementing a global analysis of the entire production process related to the item. With the benefit of using the system anywhere on the factory floor, getting key information in the palm of your hand. The improvement presented with the creation of the analysis and management system, is obtained for a standard leak analysis, for a specific item, an optimization in the average analysis time for each user in more than 95%.

**Keywords:** Data structuring. Industry 4.0. Big Data. Process analysis. Process management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparativo mensal e interanual da produção brasileira de fundidos .....	22
Figura 2 - Distribuição setorial de vendas.....	23
Figura 3 - Diagrama de Fases estável e metaestável.....	25
Figura 4 - Fluxograma das etapas de produção de peça em ferro fundido ..	29
Figura 5 - Seções mínimas recomendadas em peças fundidas .....	30
Figura 6 - Curva de análise térmica de ferros fundidos com ou sem inoculação .....	33
Figura 7 - Ciclo de melhoria continua do sistema de gestão da qualidade ...	41
Figura 8 - Etapas da revolução industrial .....	44
Figura 9 - Os 3 "Vs" do Big Data .....	48
Figura 10 - Ciclo da tomada de decisão .....	49
Figura 11 - Banco de dados disponíveis para integração.....	56
Figura 12 - Estruturação dos dados na plataforma.....	57
Figura 13 - Fórmula condicional de pesquisa de informação .....	58
Figura 14 - Tipos de aparência de tela .....	59
Figura 15 - Ordem das colunas de cadastro.....	59
Figura 16 - Tela de cadastro de dispositivos .....	60
Figura 17 - Criação de tela filtro .....	61
Figura 18 - Tela de filtro.....	61
Figura 19 - Exemplo de fórmula condicional de filtro .....	62
Figura 20 - Exemplo de gerenciamento de dados .....	63
Figura 21 - Exemplo de análise de dados .....	64
Figura 22 - Tipos de apresentação gráfica .....	65
Figura 23 - Geração de um relatório diário .....	66
Figura 24 - Exemplo de formatação de formulário.....	66
Figura 25 - Planilha de programação da usinagem .....	68
Figura 26 - Dados não estruturados retirados do sistema ERP.....	69
Figura 27 - Excesso de planilhas de gerenciamento .....	70
Figura 28 - Mensagem de somente leitura .....	72
Figura 29 - Criação de cópias de arquivos .....	72

Figura 30 - Consulta simples de análise química .....	73
Figura 31 - Abertura de chamado para o setor de TI.....	75
Figura 32 - Pesquisa de refugio .....	77
Figura 33 - Dados dos circulantes na fábrica .....	77
Figura 34 - Circulantes por linha.....	78
Figura 35 - Gráfico do histórico de circulantes .....	79
Figura 36 - Indicadores diários .....	82
Figura 37 - Dados de areia verde não estruturados .....	82
Figura 38 - Gráfico dos parâmetros de areia verde .....	83
Figura 39 - Temperaturas de vazamento do metal líquido .....	84
Figura 40 - Gráfico de cada aferição de temperatura .....	85
Figura 41 - Gráfico de composição química .....	86
Figura 42 - Análise de vazamento .....	87
Figura 43 - QR CODE.....	88
Figura 44 - Filtro da análise de vazamento.....	89
Figura 45 - Gerenciamento anterior do plano de ação .....	90
Figura 46 - Gerenciamento do plano de ação .....	90
Figura 47 - Relatório enviado por e-mail.....	91
Figura 48 - Tela de cadastro do plano de ação .....	92
Figura 49 - Acompanhamento das OF'S.....	93
Figura 50 - Acompanhamento mensal do refugio.....	94
Figura 51 - Gerenciamento das reclamações de clientes.....	95
Figura 52 - Gerenciamento de retrabalho.....	96
Figura 53 - Gerenciamento de industrialização .....	97
Figura 54 - Gerenciamento de bloqueios de produtos.....	98
Figura 55 - Gerenciamento da programação da fundição .....	100
Figura 56 - Programação por máquina .....	101
Figura 57 - Programação usinagem .....	102
Figura 58 - Cadastro de entrada de medições .....	103
Figura 59 - Gerenciamento da entrada de medições.....	104
Figura 60 - Gestão dos dispositivos de controle .....	105
Figura 61 - Mapeamento de dispositivos .....	106
Figura 62 - Dispositivos fixos nos setores da fábrica.....	106
Figura 63 - Cadastro de saída de dispositivos.....	108

Figura 64 - Cadastro da análise da prévia.....	109
Figura 65 - Dados da prévia .....	110
Figura 66 - Filtro geral .....	111
Figura 67 - Análise geral.....	112
Figura 68 - Segurança do sistema.....	113

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crescimento de colaboradores em relação a junho de 2021.....	23
Tabela 2- Faixa de concentração para as diferentes classes dos ferros fundidos.....	28
Tabela 3 - Banco de dados inicial para cadastro .....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

a.C. – Antes de Cristo

C – Elemento químico Carbono

d.C. – Depois de Cristo

EUA – Estados Unidos da América

ERP – Sistema de gestão integrado

Fe – Elemento químico Ferro

GPS – Sistema de posicionamento global

IATF – Força tarefa automotiva internacional

IQF – índice de qualidade de fornecimento

ISO – Organização internacional de normalização

IoT – Internet das coisas

IU – Experiência do usuário

kg – Quilograma

M2M – Máquina à Máquina

Mpa – Megapascal

NIST – Instituto nacional de padrões e tecnologia

OF – Código do lote, ordem de fabricação

PDCA – Planejar, fazer, executar e checar

PDF – Formato de documento portátil

PNP – Passa ou não passa

QR CODE – Código de resposta rápida

RTU – Resistência a tração úmida

SQL – Linguagem de consulta estruturada

TI – Tecnologia da informação

TIC – Tecnologia da informação e telecomunicações

VBA - Virtual Basic for Applications

5W2H – Ferramenta dos 5 porquês

3D – Formato tridimensional

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1. OBJETIVOS .....	18
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1. FUNDIÇÃO .....	20
<b>2.1.1. História</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1.2. Fundição no Brasil</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.3. Generalidades sobre ferros fundidos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.4. Principais tipos de ferros fundidos</b> .....	<b>26</b>
<b>2.1.5. Etapas do processo de fundição</b> .....	<b>28</b>
<u>2.1.5.1. Desenho da peça</u> .....	<u>30</u>
<u>2.1.5.2. Projeto e fabricação do modelo</u> .....	<u>31</u>
<u>2.1.5.3. Confecção do molde</u> .....	<u>31</u>
<u>2.1.5.4. Confecção do macho</u> .....	<u>31</u>
<u>2.1.5.5. Fusão</u> .....	<u>32</u>
<u>2.1.5.6. Vazamento</u> .....	<u>32</u>
<u>2.1.5.7. Desmoldagem</u> .....	<u>33</u>
<u>2.1.5.8. Rebarbação e limpeza</u> .....	<u>34</u>
<u>2.1.5.9. Controle de qualidade de peças fundidas</u> .....	<u>34</u>
<b>2.1.6. Etapas do processo de fundição</b> .....	<b>36</b>
2.2. FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS NA INDÚSTRIA DA FUNDIÇÃO .....	37
<b>2.2.1. Melhoria contínua</b> .....	<b>38</b>
<b>2.2.2. Lean Manufacturing</b> .....	<b>38</b>
<b>2.2.3. Six Sigma</b> .....	<b>39</b>
<b>2.2.4. Integração entre o Lean Manufacturing e o Six Sigma</b> .....	<b>39</b>
<b>2.2.5. As normas da ISO 9001</b> .....	<b>40</b>
2.3. AS FASES DA INDUSTRIALIZAÇÃO .....	41
<b>2.3.1. Primeira revolução industrial</b> .....	<b>41</b>
<b>2.3.2. Segunda revolução industrial</b> .....	<b>42</b>

<b>2.3.3. Terceira revolução industrial .....</b>	<b>43</b>
<b>2.3.4. Quarta revolução industrial .....</b>	<b>44</b>
<u>2.3.4.1. Internet das coisas .....</u>	<u>45</u>
<u>2.3.4.2. Impressão 3D .....</u>	<u>46</u>
<u>2.3.4.3. Computação em nuvem .....</u>	<u>46</u>
<u>2.3.4.4. Fábricas inteligentes.....</u>	<u>46</u>
<u>2.3.4.5. Cyber segurança .....</u>	<u>47</u>
<u>2.3.4.6. Big Data.....</u>	<u>47</u>
<b>2.3.4.6.1 Big data no processo decisório .....</b>	<b>48</b>
<b>2.3.4.6.2 Ferramentas de manipulação e análise de dados .....</b>	<b>49</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>51</b>
3.1. FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DOS MÉTODOS .....	52
3.2. BANCO DE DADOS .....	52
<b>3.2.1. Dados existentes .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.2. Dados inexistentes.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.3. Estruturação dos dados .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.4. Importação por sistema de armazenamento em nuvem .....</b>	<b>54</b>
3.3. SISTEMA DE AUXÍLIO AO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES .....	54
<b>3.3.1. Sincronização dos dados com a ferramenta de desenvolvimento .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3.2. Cadastramento de dados inexistentes .....</b>	<b>56</b>
<u>3.3.2.1. Banco de dados inicial para cadastramento.....</u>	<u>56</u>
<u>3.3.2.2. Estruturação dos dados de cadastro.....</u>	<u>57</u>
<u>3.3.2.3. Formulação condicional para interligação de dados existentes .....</u>	<u>57</u>
<u>3.3.2.4. Aparência gráfica do cadastramento.....</u>	<u>58</u>
<b>3.3.3. Banco de dados secundários com base em filtros .....</b>	<b>60</b>
<u>3.3.3.1. Fórmulas condicional para criação de um banco de dados filtrado.....</u>	<u>62</u>
<b>3.3.4. Análise ou gerenciamento dos dados existentes .....</b>	<b>62</b>
<u>3.3.4.1. Gerenciamento dos dados .....</u>	<u>62</u>
<u>3.3.4.2. Análise dos dados .....</u>	<u>63</u>
<b>3.3.4. Exportação de um relatório de análise.....</b>	<b>65</b>
<b>4. APRESENTAÇÃO DE DADOS .....</b>	<b>67</b>
4.1. FALTA DE ESTRUTURAÇÃO DE DADOS .....	67
4.2. EXCESSO DE MEIOS DE CONTROLE.....	70
4.3. CONSTRUÇÃO ERRÔNEA DE PLANILHAS DE CONTROLE.....	71

4.4. PLANILHAS JÁ ABERTAS, IMPOSSIBILITANDO A EDIÇÃO DOS DADOS.....	71
4.5. IMPOSSIBILIDADE DE ANALISES ESSENCIAS DENTRO DA INDÚSTRIA ....	72
4.6. FALTA DE MECANISMOS DE CONTROLE DE PROCESSOS .....	73
4.7. DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO POR PARTE DO SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	74
4.8. FALTA DE ACESSO DENTRO DO CHÃO DE FÁBRICA .....	75
4.9. FALTA DE SEGURANÇA NA EDIÇÃO DOS DADOS .....	76
4.10. MECANISMOS DE PESQUISA E ANÁLISE DE FORMA SIMPLIFICADA, PARA TODOS OS NÍVEIS TÉCNICOS .....	76
<b>5. ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>80</b>
5.1. INDICADORES DIÁRIOS.....	81
5.2. ANÁLISE DE AREIA VERDE .....	82
5.3. ANÁLISE DA TEMPERATURA DAS PANEAS .....	84
5.4. ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA .....	86
5.5. ANÁLISE DE VAZAMENTO .....	87
5.6. PLANO DE AÇÃO DA REUNIÃO DE REFUGO.....	89
5.7. ACOMPANHAMENTO DE OF'S .....	92
5.8. ACOMPANHAMENTO DO REFUGO MENSAL .....	93
5.9. RECLAMAÇÕES DE CLIENTES .....	94
5.10. GERENCIAMENTO DOS ITENS EM RETRABALHO .....	96
5.11. ACOMPANHAMENTO DOS PRODUTOS EM INDUSTRIALIZAÇÃO.....	97
5.12. GERENCIAMENTO DOS BLOQUEIOS DE PRODUTOS.....	98
5.13. PROGRAMAÇÃO DA FUNDIÇÃO .....	99
5.14. PROGRAMAÇÃO DA USINAGEM.....	100
5.15. ENTRADA DE MEDIÇÕES, LABORATÓRIO DE METROLOGIA.....	102
5.16. CONTROLE DOS DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO.....	105
5.17. LISTA DE PRODUTOS .....	108
5.18. ANÁLISE DA PRÉVIA DE PRODUÇÃO.....	109
5.19. ANÁLISE GERAL DA PRODUÇÃO .....	111
5.20. SEGURANÇA DE ACESSOS .....	113
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>114</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>116</b>
<b>ANEXO A – DEFEITOS DE FUNDIÇÃO .....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO B – FLUXOGRAMA PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS .....</b>	<b>124</b>

<b>ANEXO C – PROGRAMA PARA ESTRUTURAÇÃO DE DADOS.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO D – TABELA DE DADOS NÃO ESTRUTURADOS .....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO E – TABELA DE DADOS ESTRUTURADOS .....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO F – CÓDIGO VBA PARA GERAÇÃO DE ANÁLISE GRÁFICA .....</b>	<b>134</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo vem passando por diversas transformações, que resultaram em grandes avanços, que continuam a crescer de maneira exorbitante. A tecnologia, cada vez mais é um instrumento fundamental dessas transformações, transcendendo para inúmeros aspectos da vida humana, segundo Schwab (2016), a sociedade está por enfrentar uma mudança tão profunda, que da perspectiva da história humana, nunca houve um momento tão promissor, uma revolução que impactará na forma de se relacionar, trabalhar e no estilo de vida da humanidade. Testemunhando-se o surgimento de tecnologias que interligam os mundos físico, digital e biológico, com impactos não só na indústria, mas em todos os segmentos sociais e econômicos, desafiando nossos conceitos sobre o que é ser humano e buscando assegurar a sustentabilidade social e econômica do sistema capitalista. Esse movimento é causado pela quarta revolução industrial que está em curso.

A quarta revolução vem para mudar alguns paradigmas existentes nas três primeiras revoluções. A mesma tem como objetivo realizar melhorias dos processos por meio de uma rede de conexões e tecnológicas que são oriundas da internet das coisas, inteligência artificial, dados nas nuvens, big data, robotização e tantas outras interfaces, ou seja, é a presença da tecnologia na vida do ser humano em todas as formas possíveis, gerando informações constantes que são armazenadas em banco de dados que futuramente serão analisados e com isso detectar um novo padrão de consumo, auxiliando a nova gestão das empresas tecnológicas atuais.

Desta forma, as empresas devem se adaptar as mudanças provenientes da constante evolução da indústria e seus processos produtivos, na qual um atraso na implantação de alguma melhoria, afetam diretamente a competitividade existente nos dias atuais uma regressão de certa forma quanto as exigências dos clientes. Todavia, a constante busca pela redução de desperdício, otimização de tempo, e melhoria contínua dos processos, são as mais visadas pelas grandes empresas, a fim de aumentar a lucratividade e qualidade de seus produtos.

A busca por informações, por partes dos analistas e colaboradores, estão cada vez mais sendo recorrentes, porém uma dificuldade e exigência de nível técnico computacional pode dificultar o processo. Todavia, de modo a auxiliar o trabalho diário diversos meios são criados pelos próprios usuários, ajudando em suas tarefas diárias,

porém ocorre uma descentralização de informações, bem como um duvidoso banco de dados, por preenchimentos errôneos subsequentes.

Na indústria metalúrgica estudada, que se baseia na fundição de ferro fundido cinzento e nodular, observou-se uma grande carência de informações centralizadas, de fácil acesso e posteriores manipulação, etapas de extrema importância para que seja feita análises claras e concisas. A presença de muitos dados não estruturados causa uma imensa dificuldade por parte do analista, pois primeiramente antes de qualquer análise e gerenciamento, faz-se a necessidade de estruturá-los, demandando um elevado nível de códigos de programação.

Encontrar erros em tabelas, erros de ortografia que impedem de obter um bom gerenciamento e análise dos dados é comum. Muitas das vezes a incidência de alguma planilha aberta e a espera de incessantes minutos ou até horas para que a outra pessoa tenha terminado seu trabalho, salvo e fechado a planilha. Pode-se até em casos específicos apresentar erros de formatação e códigos, onde o hardware não suporta a operação e acaba fechando a tarefa. A demora de implementação e dificuldade em um novo módulo ou alteração, é um fator de grande impacto no tempo de trabalho ou dificuldade que um usuário venha a encontrar.

A fim de resolver os problemas enfrentados pelas indústrias e seus colaboradores, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema para um gerenciamento de dados, obtenção de análises práticas e intuitivas, mostrando grande valia para a tomada de ação dentro do processo produtivo, com auxílio da plataforma Appsheet.

Por meio do desenvolvimento, as análises dos parâmetros em processos de fundição que envolvem a etapa de vazamento do metal líquido, sendo está de maior relevância para a qualidade final do produto, podem se tornar de apenas uma situação específica para algo do cotidiano de todos, pela facilidade de pesquisa envolvida. Além de que, a presença de uma análise global de todos os parâmetros e informações pertinentes ao produto em questão, são apresentados em uma mesma tela, ao mesmo tempo. Tornando a tomada de decisão mais ágil e efetiva.

## 1.1. OBJETIVOS

Para resolver a problemática da descentralização e não estruturação de dados, uma exigência técnica computacional por parte do colaborado na manipulação

das informações, uma recorrente busca por soluções cada vez mais ágeis aos problemas, propõe-se os seguintes objetivos.

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Desenvolver um sistema de análises e gerenciamento de dados, aplicável em indústrias de fundição, de fácil acesso para os usuários, visando a otimização do gerenciamento de tarefas diárias, bem como o acesso em diversas plataformas e locais.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Estudar as características do processo de fundição e identificar os principais parâmetros de controle;
- Acompanhar diariamente reuniões de tomadas de ação contra defeitos gerados durante a produção;
- Realizar diversas formulações e códigos para otimizar o tempo de trabalho;
- Entender o real impactos da alteração dos parâmetros envolvidos na produção do item, verificando a contribuição para o aparecimento de defeitos em peças fundidas feitas de ferro fundido;
- Realizar gerenciamentos dos processos e análises relacionadas a estes, através de diversos meios distintos;
- Programar e entender o desenvolvimento de softwares, a fim de otimizar o trabalho de todos;
- Entender a dificuldade dos colaboradores com as tarefas diárias executadas;
- Entender o porquê de análises demoradas e errôneas por partes dos colaboradores, buscando auxiliar nas etapas de tomada de decisão dos responsáveis diretos;
- Auxiliar as decisões assertivas dos usuários, por meio de gráficos intuitivos.
- Centralizar as informações em uma só rede de dados, de modo que elas interajam entre si, afim de otimizar o tempo e beneficiar o usuário.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os processos de fundição têm um importante papel no desenvolvimento da indústria, na fabricação dos diversos equipamentos utilizados no nosso dia-a-dia. Dentre esses processos, destaca-se a fundição de peças em ferro fundido cinzento ou nodular.

Assim, de modo a dar um adequado embasamento das principais características do material, processo de análise, importância da utilização das ferramentas da qualidade, além da incorporação e concepção de estratégias relacionadas à indústria 4.0, o texto a seguir foi dividido em três partes principais: em sua primeira parte faz referência aos ferros fundidos e suas principais características, seus processos durante a fabricação, bem como os defeitos originados por diversos fatores divergentes do ideal. A seguir, faz-se a abordagem das ferramentas da qualidade em seus diversos métodos de análises. E, por fim, são apresentados os pilares da indústria 4.0 para uma nova era da análise e gerenciamento de dados.

### 2.1. FUNDIÇÃO

#### 2.1.1. História

Acredita-se que o processo de fabricação de peças metálicas por meio de preenchimento, com metal líquido, seja conhecido desde 5000 a.C., embora não haja consenso, quando se produzia objetos em cobre fundido por meio de moldes em pedra lascada. Esta suposição, para que tenha sido o cobre o metal utilizado como primeiro a ser fundido pelo ser humano, foi feita devido ao seu baixo ponto de fusão. Já em 3300 a.C., com as técnicas de fundição mais evoluídas, surgiu uma nova liga denominada Bronze, na qual era formada com a adição de estanho ou arsênio ao cobre. Desta forma pode-se produzir armas e armaduras de alta resistência, pelo fato de dureza do metal ter sofrido um aumento. (ROSSITTI, 1993).

Porém, apesar do minério de ferro estar presente em abundância na natureza, o primeiro conhecimento de um item em fundido de ferro, é relativamente recente, por volta de 600 d.C., sendo este um tripé de 275 kg produzido na China (LOPER, 2003). Segundo Ribeiro (2008), a utilização de ferro fundido aconteceu por volta de 1000

a.C., onde os chineses já produziam peças com este processo em temperaturas mais elevadas, obtidas em fornos de carvão sobrado por foles.

As primeiras peças em ferro fundido tinham baixa resistência à fratura, esta característica só foi alterada quando se introduziu o carvão durante o processo de fusão, desta forma, conferindo maior resistência à peça final. Contudo, no período romano, datado em 250 a 100 a.C., a metalurgia do ferro era amplamente conhecida, sendo esta aplicada na fabricação de machado, ferramentas e armamentos (RIBEIRO, 2008).

Os processos de fabricação de produtos obtidos através da fusão de ferro fundido e ferro fundido branco não sofreram grandes evoluções ao longo dos séculos subsequentes (LOPER, 2003). Contudo, as inovações dos processos produtivos foram feitas no século XVII, por meio da adição de carbono ao ferro (incarbonização), o que futuramente daria origem ao aço (RIBEIRO, 2008).

Deste modo, as civilizações antigas foram caracterizadas de acordo com seu nível de desenvolvimento e conhecimento sobre os metais, passamos então, pela idade da pedra, idade do bronze e idade do ferro (CALLISTER, 2002).

### **2.1.2. Fundição no Brasil**

A história de produção de fundidos no Brasil iniciou por volta de 1580, onde surgiu a primeira casa de fundição em São Paulo, na qual era destinada a fundição de ouro, produto extraído das minas do Jaraguá e seus arredores. Porém, somente a partir do século XVII que o ferro fundido passou a ser utilizado nas casas de fundição. Por muito tempo o maior fomento para o desenvolvimento das fundições, ocorreu devido a demanda por portos e ferrovias. Sendo assim, nos pátios das ferrovias e portos estavam as metalurgias mais bem equipadas do país. Cenário que foi modificado com a chegada da indústria automotiva e construção civil em Brasília, onde criou novos ares para o setor de fundição e um importante papel no desenvolvimento da indústria nacional (BETHELL, 2002).

Segundo a ABIFA (2021), entre janeiro e julho de 2021, a indústria brasileira de fundição produziu 1,250 milhão de toneladas, rendendo assim ao período citado o título de melhor semestre desde 2014, onde produziu 1,368 milhões de toneladas. No ano subsequente a 2014 a produção caiu para apenas 1,158 milhões de toneladas, seguindo de sucessivas recuperações até 2020.

Fazendo uma comparação com 2020, a alta demanda gerada pelo setor é de mais de 28,8%, sendo que em 2019 foi de 7,3%. Sabe-se das peculiaridades atreladas à pandemia, para esses indicadores (ABIFA, 2021).

De acordo com Roberto João de Deus, diretor executivo da ABIFA, em comentário à revista de julho (ABIFA, 2021), onde relatou que é na fundição o início de tudo, na qual ela reflete exatamente o que se passa com os demais setores dependentes a ela, a exemplo do automotivo, bens de capital, infraestrutura etc. Ou seja, se ocorre um crescimento da fundição, é porque a indústria está prosperando (ABIFA, 2021).

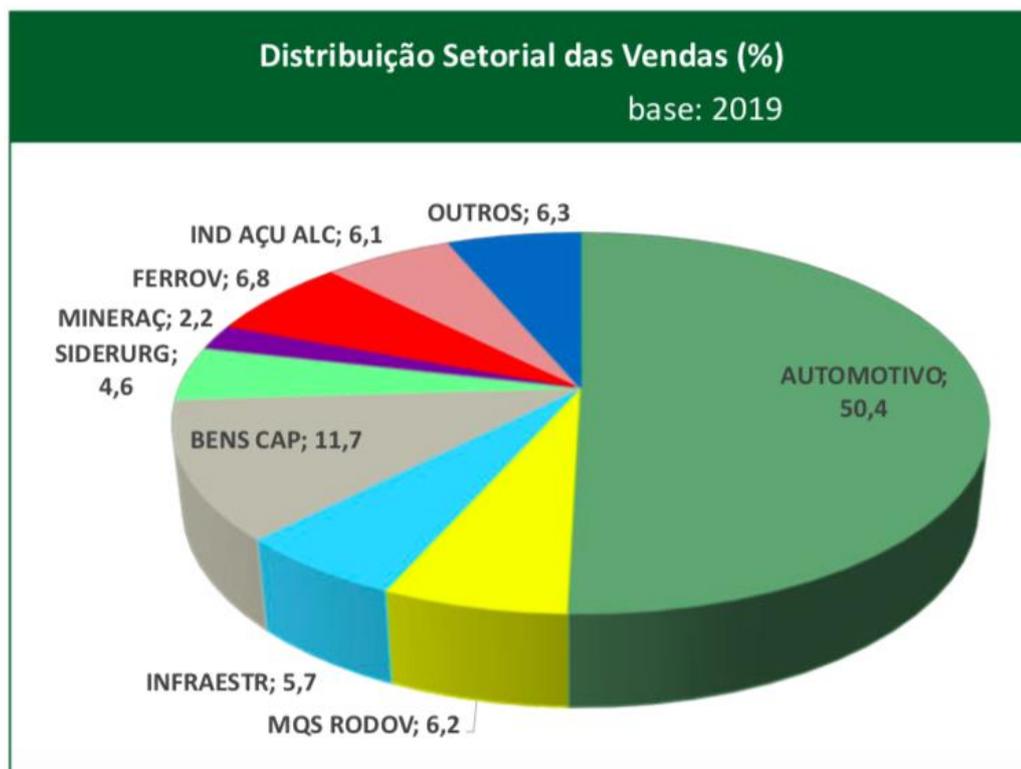
Figura 1 - Comparativo mensal e interanual da produção brasileira de fundidos

Metal	Jun/21 (t)	Mai/21 (t)	Jun / Mai 21 (%)	Jan-Jun/21 (t)	Jan-Jun/20 (t)	Jan-Jun 21/20 (%)
Ferro	178.230	177.170	0,6	1.004.993	738.047	36,2
Aço	23.317	22.759	2,4	132.590	130.449	1,6
Não ferrosos	18.368	18.541	(0,9)	108.173	98.392	9,9
Cobre	2.865	2.878	-	15.963	10.984	45,3
Zinco	98	98	-	588	588	-
Alumínio	14.984	15.145	(1,1)	89.103	84.301	5,7
Magnésio	420	420	-	2.520	2.520	-
<b>Total</b>	<b>219.914</b>	<b>218.470</b>	<b>0,7</b>	<b>1.245.756</b>	<b>966.888</b>	<b>28,8</b>

Fonte: ABIFA (2021).

Segundo a ABIFA (2021), somente em julho de 2021 foram produzidas mais de 49,9% de peças quando se compara com o mesmo mês em 2020, confirmado com os dados mostrados na Figura 2, na qual, a alta demanda de fundidos no mercado interno se deve principalmente ao bom desempenho dos seus principais mercados consumidores.

Figura 2 - Distribuição setorial de vendas



Fonte: ABIFA (2021).

O mercado interno, no primeiro semestre de 2021, absorveu 1,07 milhões de toneladas de peças fundidas, mais de 26% em relação a 2020. Já quando se fala do mercado externo, tem-se uma quantidade de 177.981 toneladas. Quando colocado em valores o resultado da soma é de 369,707 milhões de dólares, ou seja, mais de 44,5% em relação ao mesmo período de 2020 (ABIFA, 2021).

Tabela 1 - Crescimento de colaboradores em relação a junho de 2021

	Junho 2019	Junho 2020	Mai 2021	Junho 2021
Quantidade	56.671	52.010	60.882	61.500
Crescimento – Junho 2021	8,5%	18,2%	1,0%	-

Fonte: ABIFA (2021).

Para obter uma perspectiva de futuro investimento por parte de empresários, pode-se levar em consideração os dados da Tabela 1, na qual observa-se um

crescente número de empregados no setor, todavia, aumentando a confiança no setor.

### 2.1.3. Generalidades sobre ferros fundidos

Quando comparado os ferros fundidos entre seus semelhantes, define-se o ferro fundido do tipo cinzento como sendo o mais utilizado, seguido pelo ferro fundido vermicular, sendo este último caracterizado por diversas propriedades de interesse para a indústria em geral (CHIAVERINI, 1987).

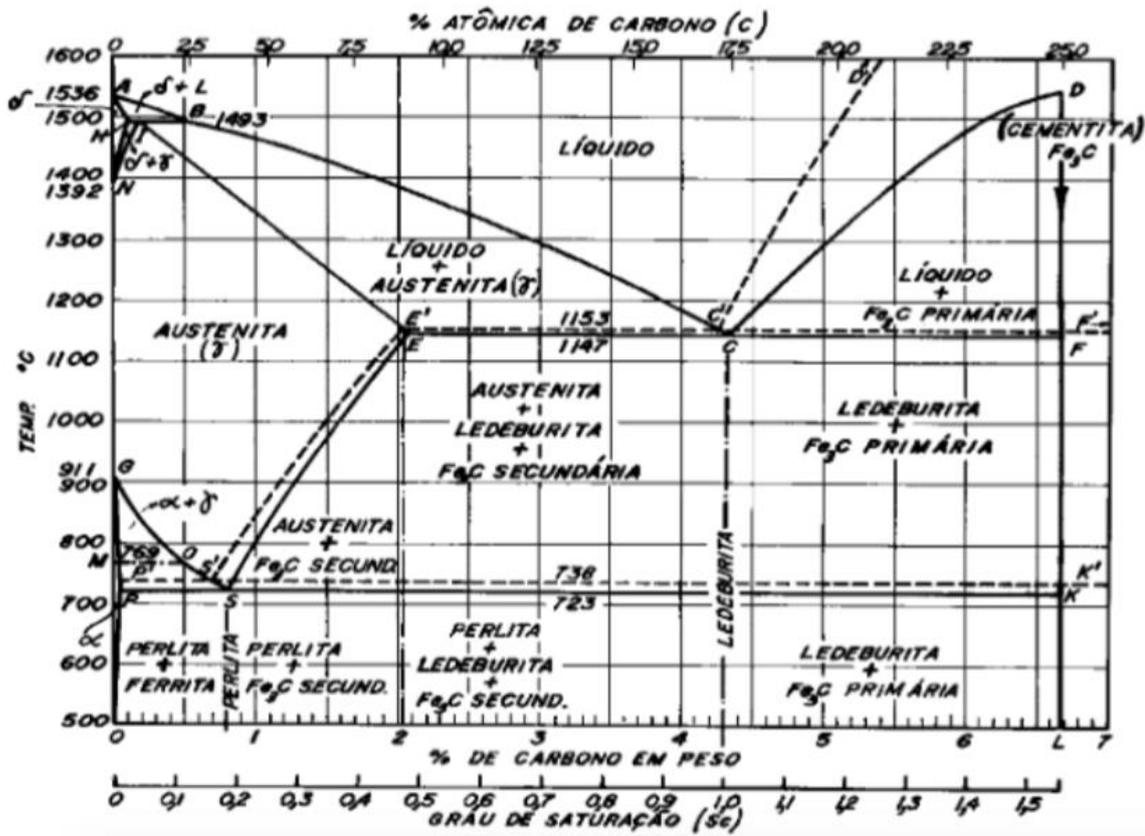
Do ponto de vista do estudo de materiais, o ferro fundido é constituído basicamente de alguns elementos principais em sua composição, como, ferro, silício e carbono.

Por se tratar de um fundido que contém concentrações de carbono acima de 2%, além de apresentar ponto de fusão mais baixo que o aço, tornando-se a melhor escolha em processos de fundição (CHIAVERINI, 2002).

Para que possa ser entendido o processo de solidificação de ferros fundidos, faz-se necessário utilizar o diagrama de fases. Sendo que, para definir o equilíbrio entre o ferro e a cementita, utiliza-se o diagrama metastável  $Fe - Fe_3C$ . No entanto, para definir o equilíbrio entre o ferro e grafita, recorre-se ao auxílio do diagrama estável  $Fe - C$  (CHIAVERINI, 2002), ambos representados pelo diagrama da Figura 3.

Segundo Hughes (1968), quando observado o sistema ferro-carbono, tem-se uma diferença de 7°C entre as temperaturas de equilíbrio eutético estável e metaestável. Todavia em decorrência da presença de silício, níquel e cobre, na qual tem propriedades grafitizantes, ou seja, tem a característica de ampliar a faixa entre as temperaturas dos pontos eutéticos. No entanto, os elementos como, vanádio, cromo, manganês, tungstênio e molibdênio, promovem a formação de carbonetos, tornando a diferença de temperatura mais estreita.

Figura 3 - Diagrama de Fases estável e metaestável



Fonte: Callister (2008).

De acordo com Kersay (1985), quando se estuda a solidificação do ferro fundido nodular utiliza-se o diagrama estável, no entanto para o estudo de ferros fundidos brancos se utiliza do diagrama metaestável.

Para entender as diferenças nas microestruturas que são encontradas nos ferros fundidos, Chiaverini (2002) apresenta um breve significado para cada uma das fases presentes:

Perlita, mostra-se em formato de lâminas finas dispostas alternadamente, apresenta uma mistura de 88,5% de ferrita e 11,5% de cementita, sendo assim, as propriedades mecânicas são dispostas entre as particularidades das mesmas presentes em sua mistura.

Austenita, possui estrutura cristalina CFC, constituída de uma solução sólida de carbono e ferro gama, existe em temperaturas entre 727°C e 1495°C. Quando se refere a solubilidade de carbono no ferro, tem sua máxima de 2,11% em 1148°C. Quando se refere as suas características, tem-se uma grande resistência ao desgaste,

apreciável tenacidade, boa resistência mecânica, não é magnética, além de ser a constituinte mais densa dos aços.

Ferrita, estável abaixo dos 910°C, apresenta uma estrutura ao se cristalizar no sistema CCC. Formada por uma solução sólida de carbono e ferro em estado puro. Pode ser chamado também de ferro alfa, sendo este um exemplo de material ferromagnético. Quanto a sua característica mecânica, pode-se ao comparar com os demais constituintes que a ferrita é pouco dura, com dureza Brinell em torno de 80.

Grafita, este constituinte ao contrário dos demais também pode ser encontrado nos aços comuns, além de ser tipicamente característico dos ferros fundidos. Formado praticamente por carbono puro, sendo este disposto em camadas, assumindo diversas formas, tamanho e disposições. Tem-se como característica a baixa resistência mecaniza e dureza.

Cementita, por fim é um constituinte extremamente duro e quebradiço, pode aparecer isoladamente nos ferros fundidos, sendo esta em quantidade predominante, originando os ferros fundido branco. Pode ser encontrado também em camadas de forma alternada com ferrita, formando assim a perlita. A cementita é um carboneto de ferro,  $Fe_3C$  (contendo 6,67% de carbono em sua composição).

#### 2.1.4. Principais tipos de ferros fundidos

A classificação dos ferros fundidos é normalmente determinada pelas suas particularidades em função de sua composição e microestruturas encontradas em cada caso. Desta forma, são classificadas em 6 classes distintas, são elas, ferro fundido branco, ferro fundido cinzento, ferro fundido maleável, ferro fundido mesclado, ferro fundido vermicular e ferro fundido nodular (CHIAVERINI, 2002).

- **Ferro fundido branco**, são ferros que apresentam o carbono de forma combinada  $Fe_3C$ , em quase toda sua estrutura, devido a presença de teores inferiores a 1% de silício, são obtidos através do resfriamento rápido. Suas principais características são a alta dureza e elevada resistência ao desgaste e pouca ductibilidade, o que restringe muito sua utilização por parte da engenharia. A denominação ferro branco é em decorrência da coloração esbranquiçada apresentada nos pontos onde ocorre uma fratura. É utilizado como matéria prima para a produção de ferro fundido maleável, através de tratamento térmico.

- **Ferro fundido cinzento**, é a forma mais antiga e comum de ferro fundido, e umas das que apresentam o menor custo de fabricação. Em sua composição apresenta alta concentração de silício, podendo haver outros, como o manganês, cromo e cobre que irão entregar outras características exigidas. Sua microestrutura é composta por carbono na forma livre, grafita em forma de veios, em morfologia de lamelas de carbono na forma combinada, cementita. Sua matriz pode ser ferrita ou perlita. Possuem uma faixa de limite de resistência à tração variando de 100 a 400 MPa, sem alongamento expressivo, além de apresentar uma excelente usinabilidade. Apresentam uma excelente condutividade térmica, parâmetro este que permite o uso em componentes que estão sujeitos a fadiga térmica. Além de que, se destacam pela capacidade de atenuação de vibrações, através da transformação deste tipo de energia resultante em energia térmica, propriedade esta que faz com que o uso de ferros fundidos cinzentos em bases de equipamentos, bem como em aplicações que apresentam restrições de ruídos.
- **Ferro fundido maleável**, pode ser obtido por meio do ferro fundido branco, apenas passando pela etapa de tratamento térmico, para obter a microestrutura onde a cementita se decompõem em grafita e austenita. Este tipo de ferro tem como destaque a característica de melhor usinabilidade, quando comparada aos ferros fundidos cinzentos e brancos. A ductibilidade também é um dos pontos positivos deste tipo de material, onde apresenta um alongamento que supera os 10%. Tem como aplicação a produção de conexões para tubulações hidráulicas, sapatas de freio, conexões para linhas de transmissão elétrica entre outros.
- **Ferro fundido vermicular**, podendo ser chamado de ferro fundido de grafita compacta. Sua metalografia apresenta grafita em forma de estria, lembrando vermes. Para obter este tipo de material, se faz o uso de elementos de liga que evitam esferoidização da gráfica presente em sua estrutura. Tem como característica a ductibilidade intermediária ao ferro fundido cinzento e nodular, possuem resistência a tração com os ferros dúcteis e maleáveis, além de apresentar uma maior

condutividade térmica, melhor resistência a choques térmicos e uma menor oxidação em altas temperaturas.

- **Ferro fundido nodular**, este tipo de ferro fundido apresenta uma grafita em forma de nódulos ou esferas que podem ser obtidos através da adição em pequenas quantidades de certos elementos de liga como magnésio ou cério em sua composição. A diferença provida por este tipo de liga quando comparada ao ferro cinzento se deve muito pela forma de sua grafita, onde a característica principal é sua ductibilidade, que pode ser aumentada cerca de 20 vezes e sua resistência chega a dobrar seu valor. Os nódulos têm grande influência para chegar nestes parâmetros mecânicos, já que no ferro cinzento sua grafita apresenta-se em formato de flocos, atuando assim como concentradores de tensão, tendo assim estas características diminuídas em relação as mostradas para o ferro fundido nodular.

Na Tabela 2, podem ser vistos as diversas faixas de concentrações dos elementos de liga presente em cada classe dos ferros fundidos.

Tabela 2- Faixa de concentração para as diferentes classes dos ferros fundidos

TIPO	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)				
	C	Si	Mn	S	P
Branco	1,8/3,6	0,5/1,9	0,25/0,8	0,06/0,20	0,06/0,20
Maleável	2,2/2,9	0,9/1,9	0,15/1,2	0,02/0,20	0,02/0,20
Cinzento	2,5/4,0	1,0/3,0	0,2/1,0	0,02/0,25	0,02/1,00
Nodular	3,0/4,0	1,8/2,8	0,1/1,0	0,01/0,03	0,01/0,10
Vermicular	2,5/4,0	1,0/3,0	0,2/1,0	0,01/0,03	0,01/0,10

Fonte: Adaptado de Chiaverini (1987).

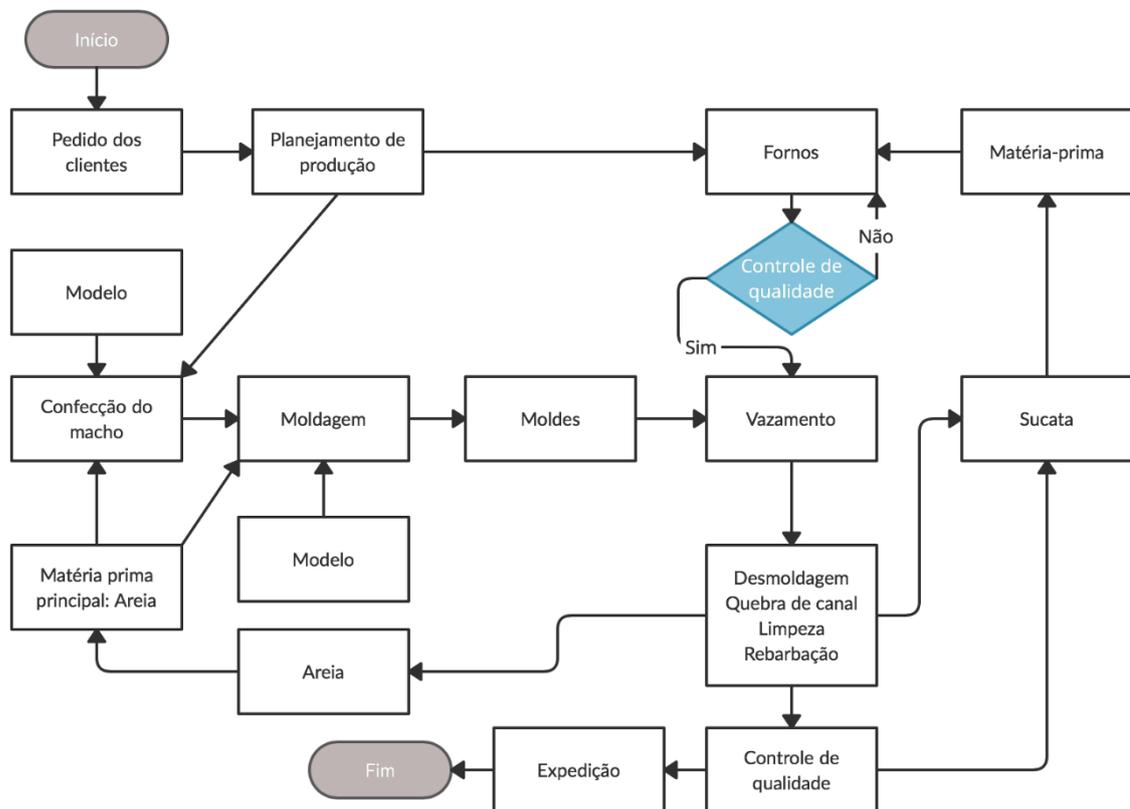
### 2.1.5. Etapas do processo de fundição

A produção de peças fundidas metálicas, utilizando moldes de areia verde, é o mais empregado nas fundições, pois são econômicos, podendo este método ser utilizado na produção de moldes manualmente ou em série para peças metálicas ferrosas e não ferrosas (BALDAM; VIEIRA, 2013).

Para a construção deste molde, utiliza-se uma mistura de areia de sílica, argila e água, onde faz-se a compactação sobre o modelo. Após esta etapa o modelo é retirado, em alguns casos se faz o uso de machos, então os moldes são fechados, travados e enviados para a etapa de vazamento do metal líquido para obtenção da peça final requerida (BALDAM; VIEIRA, 2013).

As etapas do processo de fundição são definidas como sendo, desenho da peça, projeto do modelo, confecção do modelo, confecção do molde, fusão do metal, vazamento do molde, limpeza e rebarbarão e controle de qualidade (CHIAVERINI, 1914). Em adição a estas etapas, Baldam e Vieira (2013) subdividem algumas etapas em, preparação da areia para a moldagem, etapa de moldagem, confecção do machos, fusão do metal líquido, vazamento do metal líquido nos moldes e acabamento das peças a partir da rebarbação e limpeza das peças. Estas etapas em questão são visualizadas na Figura 3.

Figura 4 - Fluxograma das etapas de produção de peça em ferro fundido



Fonte: Adaptado de Baldam e Vieira (2013).

### 2.1.5.1. Desenho da peça

Corresponde em projetar a peça fundida final, levando em consideração todos os fenômenos que podem ocorrer na solidificação do metal líquido escolhido para obtenção do produto, de modo que se deve evitar os defeitos que podem aparecer durante a solidificação no interior do molde, os defeitos que devem ser considerados são, estruturas dendríticas, tensões de resfriamento e espessura das paredes. Recomenda que se deve proporcionar adequadamente as secções das peças, evitando cantos vivos (CHIAVERINI, 1914).

Vale considerar uma espessura mínima de paredes, pois paredes muito finas não enchem bem de metal líquido, além de gerar pontos mais duros, por acontecer um resfriamento mais acelerado, na Figura 5 tem-se algumas recomendações a respeito das seções mínimas das peças fundidas. Prever a conicidade para a melhor confecção do molde, onde é sugerido um “ângulo de saída” de 3 graus (CHIAVERINI, 1914).

Figura 5 - Seções mínimas recomendadas em peças fundidas

Liga	Secção Mínima, em mm			
	Fundição em areia	Fundição em molde metálico	Fundição sob pressão	
			Grandes áreas	Pequenas áreas
De alumínio	3,175 a 4,76	3,175 em áreas pequenas	1,905	1,143
De cobre	2,38	3,175 em áreas pequenas	2,54	1,524
Ferros fundidos cinzentos	3,175 a 6,35	4,76 em áreas pequenas	—	—
De chumbo	—	—	1,905	1,016
De magnésio	4,00	4,00 a 4,176	2,032	1,27
Ferro maleável	3,175	—	—	—
Aço	4,76	—	—	—
De estanho	—	—	1,524	0,762
Ferro fundido branco	3,175	—	—	—
De zinco	—	—	1,143	0,38

Fonte: Chiaverini (1914).

#### 2.1.5.2. Projeto e fabricação do modelo

O processo de moldagem ou modelação consiste em construir uma réplica do item que se deseja como produto final, então o modelo tem a finalidade de gerar uma cópia das formas e dimensões que a peça apresenta no molde de fundição, este molde é composto pelo modelo da peça, modelo dos canais de alimentação e modelos dos massalotes (BALDAM; VIEIRA, 2013).

Segundo Chiaverini (1914), para uma produção seriada o material mais comumente utilizado é o alumínio, por se tratar de um material de fácil usinabilidade e leveza.

Deve-se prever na construção do molde a contração do metal em sua solidificação, em outras palavras, o modelo deve ter dimensões maiores que a peça inicial. Esta margem dimensional a ser considerada depende do metal e liga a ser fundida (CHIAVERINI, 1914).

#### 2.1.5.3. Confeccção do molde

O Molde é um recipiente que podem conter uma ou mais cavidades, com a forma da peça a ser fundida, onde o metal fundido é despejado. O material do molde é refratário obtido a partir do modelo que, depois de retirado, deixa a cavidade no formato da peça. Desta forma pode-se dizer que o molde é o negativo do modelo, geralmente são constituídos de areia verde, areia, seca, areia-cimento, areia de macho. Porém a areia verde é a mais utilizada na indústria (BALDAM; VIEIRA, 2013).

Inicialmente o molde deve preencher uma série de requisitos, devem apresentar resistência suficiente para suportar o peso do metal líquido, não deve acontecer a erosão do material na hora do vazamento do metal líquido, além de garantir que sejam gerados a menor quantidade possível de gases, evitando assim erosão e contaminação do metal (CHIAVERINI, 1914).

#### 2.1.5.4. Confeccção do macho

Para que seja feita a confeccção dos machos, as areias devem apresentar alta resistência após estufadas (secas), alta dureza, alta permeabilidade e inalterabilidade. Seus componentes, além de areia natural e água, podem ser adicionados alguns tipos

de aglomerantes, como, resinas, piche, silicato de sódio, óleos, dentre outros (CHIVERINI, 1914).

#### 2.1.5.5. Fusão

Para realizar a fusão do metal pode existir os seguintes tipos de fornos, como Forno a cadinho, forno elétrico a indução, forno de indução a cadinho, forno elétrico a arco, forno cubilô e forno a vácuo. Vale a ressalva que o procedimento após a fusão total da carga metálica, faz-se da retirada de amostras e feita uma análise da composição química do material e temperatura do metal líquido. Se após estas análises o resultado não atender as especificações do material pretendido, se deve realizar uma correção, caso ocorra a impossibilidade, é realizado o descarte do material. Todavia, se aprovado faz se a retirada de escória que se forma sobre o banho e o metal está pronto para iniciar o vazamento (BALDAM; VIEIRA, 2013).

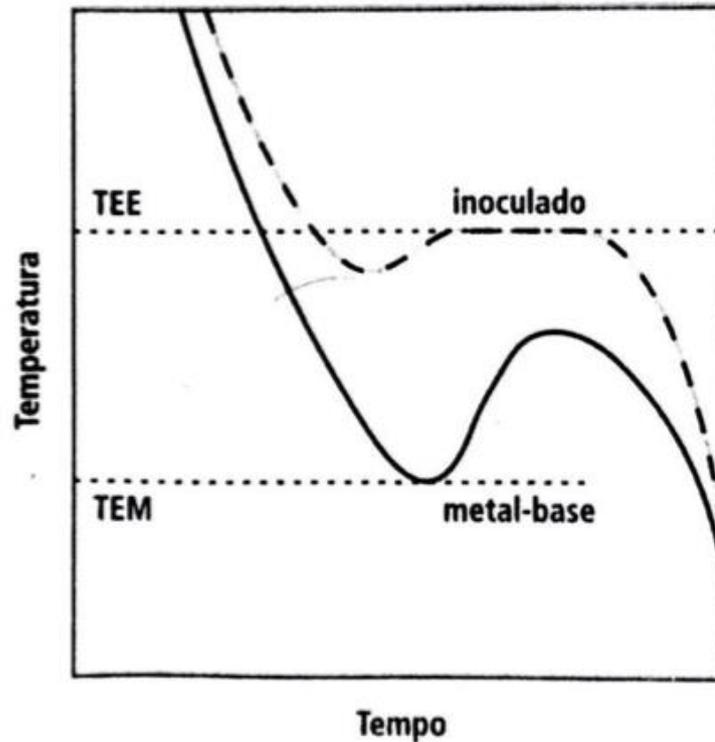
#### 2.1.5.6. Vazamento

Segundo Baldam e Vieira (2013), o processo de vazamento consistem no transporte do metal líquido devidamente tratado, aprovado, sendo despejado numa altura pequena dentro de um funil de vazamento alimentando assim o molde que irá originar a peça desejada.

Esta operação de transporte da panela vazadora até que se inicie o processo de vazamento pode ser feita de maneira manual, ou utilizando do auxílio de talhas, pontes rolantes em produções não seriadas, ou em equipamentos automatizados de vazamento, que tem a finalidade de produzir um grande volume de peças por hora.

O processo de solidificação dos ferros fundidos cinzentos ocorre por processos de nucleação e crescimento, podendo este ser monitorados através de curvas de análises térmicas, como na Figura 6, inicialmente com a solidificação da fase primária, sendo seguida pela solidificação da sua fase eutética. Quando não é desejável obter a presença de cementita, utiliza-se a inoculação, na qual é uma ferramenta muito utilizada devido a redução do afastamento do equilíbrio, produzindo um resfriamento acelerado, diminuindo o risco da temperatura do líquido situar-se abaixo da temperatura metaestável (GUESSER, 2009).

Figura 6 - Curva de análise térmica de ferros fundidos com ou sem inoculação



Fonte: Guesser (2009).

Além de o metal estar em contato com o ar nesta etapa, o vazamento é um momento de grande turbulência no metal líquido. Deve-se reduzir a turbulência afim de evitar o arraste de escória, gases e resíduos do molde (BRADASCHIA, 1974).

Na panela, a turbulência pode ser diminuída mantendo-se o funil de vazamento cheio e pouca altura da panela de vazamento em relação ao molde (BALDAN; VIEIRA, 2013).

#### 2.1.5.7. Desmoldagem

A desmoldagem é um processo que ocorre após passado um tempo suficientemente necessário para que a peça em questão resfrie. Após este período de tempo se inicia o processo em questão, que consiste na separação da peça da areia do molde. Os processos podem ser feitos de maneira manual ou mecânica, a primeira se trata em deixar as caixas caírem no chão ou em um poço para realizar o desmolde, já no segundo processo, faz-se o emprego de processos vibratórios, onde as caixas são posicionadas sobre uma mesa vibratória ou sustentadas por um suporte com vibradores (BALDAM; VIEIRA, 2013).

Em linhas gerais, a areia que foi separada cai sobre transportadores que fazem a utilização de correias, para que esta posteriormente seja reutilizada. No percurso, existem correias magnéticas que fazem a separação de resíduos metálicos, deixando-as assim prontas de certa forma para serem reutilizadas, então são encaminhadas para silos de estocagem (CHIAVERINI, 1914).

#### 2.1.5.8. Rebarbação e limpeza

Segundo Chiaverini (1914), as peças após a desmoldagem passam por uma limpeza primeiramente chamada de grosseira, onde se faz a retirada de canais e alimentadores. No caso dos ferros fundido pode-se utilizar martelos e marretas, desde que só corte os canais e não danifique a peça.

Após o processo de limpeza grosseira as peças seguem para um processo de retirada de todos os vestígios de areia remanescentes do molde, então pode se realizar o jateamento abrasivo, hidro jateamento, limpeza vibratória, limpeza utilizando abrasivos ou nos casos mais simples, se realiza uma limpeza manual com escova de aço (BALDAM; VIEIRA, 2013).

#### 2.1.5.9. Controle de qualidade de peças fundidas

Afim de garantir as exigências dos clientes, as empresas metalúrgicas devem garantir uma ótima qualidade de seus produtos, entregando os pedidos das peças fabricadas com a qualidade estipulado junto aos clientes e de acordo com as normas nacionais e internacionais vigentes e exigidas pelos clientes (BALDAM; VIEIRA, 2013).

A inspeção das peças fundidas tem como principal objetivo rejeitar as peças defeituosas e garantindo através de diversos métodos de inspeção, bem como preservar a matéria prima e a mão de obra utilizada da fundição (CHIAVERINI, 1914).

Segundo Soares (1987), o controle de qualidade ao ponto de vista metalúrgico, tem como finalidade o controle das propriedades e da estrutura dos materiais metálicos.

Dentro das diversas formas de inspeção final, Chiaverini (1914), compreende as seguintes etapas presentes neste processo:

- **Inspeção visual:** faz o emprego apenas para detecção de defeitos visíveis ao ser humano, na qual verifica nas peças resultantes das operações de moldagens, os posicionamentos de machos, vazamento de metal incompleto, limpeza e acabamento (BALDAM; VIEIRA, 2013).
- **Inspeção dimensional:** uma peça de fundição pode ter suas dimensões obtidas por processos de metrologia convencional, ou pode ser classificada como aceite ou rejeitada. Esta inspeção pode ser feita de maneira amostral, ou seja, realizado em uma pequena porcentagem do lote de peças fabricadas, ou dependendo do instrumento de medição 100% das peças, como no caso de calibradores PNP. Estas análises podem ser feitas já na prévia da produção evitando assim o desperdício caso haja alguma não conformidade (BALDAM; VIEIRA, 2013). Vale ressaltar que a organização deve determinar o que precisa ser medido e monitorado, garantir os métodos para estes processos, além de analisar e realizar uma avaliação para assegurar que os resultados sejam válidos. Todos estes métodos se fazem presentes de acordo com os procedimentos propostos por cada indústria e avaliada por um auditor da norma IATF, um dos métodos mais utilizados é através do uso de indicadores. Os indicadores são uma forma comum, simples e muito eficiente de monitorar, medir, avaliar e analisar processos (IATF 16949, 2016).
- **Inspeção metalúrgica:** este processo de inspeção segundo Baldam e Vieira (2013) é uma das etapas de maior complexidade e longo período de tempo quando comparadas as demais, pelo fato de envolver análise química (espectrômetro, analisadores de carbono), exames de metalografia (para observar se a estrutura obtida é a esperada pela especificação do produto em questão, utiliza-se o auxílio do microscópico), ensaios mecânicos (onde pode-se obter a dureza Brinell da peça, através de durômetros), ensaios destrutivos (como por exemplo os ensaios de tração e escoamento), defeitos internos (utilizando ultrassom defeito e velocidade), entre outros.
- **Análise química:** realizada após a fusão do metal em amostras retiradas do banho metálica e coquilhas. O vazamento do material produzido pela fusão do metal só segue em seu processo se os

resultados das amostras estejam dentro da faixa de normalidade baseada na composição química requerida pelo cliente. De acordo com Baldam e Vieira (2013) pode ser utilizada para análise química a espectrometria de emissão, onde a amostra é analisada numa câmara de evaporação através do comprimento das ondas emitidas pelo processo de difração.

- **Exame metalográfico:** nada mais é do que um ensaio destrutivo, por ser realizado numa amostra retirada do banho metálico ou uma amostra retirada diretamente da peça fabricada. Nele se pode fazer a observação da microestrutura cristalina do material por meio de um microscópio ótico. São exames rápidos, econômicos e seguros para avaliação de qualidade da peça final ou em início de produção (BAPTÍSTA; SOARES; NASCIMENTO, [18--]).
- Ensaio mecânicos: da mesma forma que anteriormente são ensaios destrutivos, realizados num corpo de prova com formato predefinido, sendo que este corpo de prova pode ser uma amostra retirada do metal na hora da fusão ou uma amostra retirada diretamente da peça fundida. A determinação das propriedades mecânicas da peça fundida fabricada só é possível através destes tipos de ensaios, resistência a tração por exemplo (BALDAM; VIEIRA, 2013).
- Ensaio não destrutivos: são ensaios que não causarão dano à aplicação da peça final, ou seja, a peça após a realização deste ensaio ela poderá ser utilizada normalmente. Os ensaios não destrutivos mais aplicados na fundição de peças são ensaio de dureza, condutividade elétrica (BALDAM; VIEIRA, 2013).

#### **2.1.6. Etapas do processo de fundição**

Toda produção de peças fundidas apresenta diversas variáveis, por suas inúmeras etapas e parâmetros de fabricação. O aparecimento qualquer etapa do processo de produção de uma peça, seja na construção do modelo, preparação do molde, fusão e lingotamento da peça, pode resultar em rejeição total da peça fundida, o que claramente é desfavorável à fundição do ponto de vista econômico. Porém alguns defeitos são estipulados e aceite pelos clientes, desde que atenda aos

requisitos de aplicação e não afete a funcionalidade da peça (MELLO; RIZZO; SANTO, 1996).

Os defeitos de fundição são subdivididos em sete classes básicas a partir da localização e da possível causa de sua origem, e são distribuídos nas classes: A, B, C, D, E, F e G, todavia seus defeitos estão correlacionados com as classes na tabela do Anexo A, bem como suas causas principais. (ROWLEY *et al.* 1974).

- Na classe A estão presentes todos os defeitos que apresentam saliências metálicas, em que de alguma forma altere ou não sua geometria;
- Na classe B os defeitos conhecidos como porosidade ou cavidade;
- Na classe C estão as descontinuidades ou trincas;
- Na classe D estão os defeitos superficiais;
- Na classe E estão os defeitos que geram peças incompletas;
- Na classe F estão os defeitos dimensionais;
- Na classe G estão presentes as inclusões.

Ainda pode-se atribuir os defeitos de fundição que foram gerados por ordem metalúrgica, devido a parâmetros de areia de moldagem e defeitos relacionados com a moldabilidade da peça (BALDAM; VIEIRA, 2013).

## 2.2. FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS NA INDÚSTRIA DA FUNDIÇÃO

A qualidade por definição tem múltiplos significados, um deles é dominado pela caracterização do produto e a ausência de falhas, pode-se compreender como um conjunto de características do produto que satisfaz a as necessidades dos clientes, levando assim a satisfação dos mesmos em relação ao produto (JURAN; GRZYNA, 1991).

Trata-se de um serviço ou produto que, saia conforme as especificações, sem defeitos, com baixo custo e que transmita segurança ao cliente, sem contar é claro que os prazos e quantidades pré-estabelecidas devam ser cumpridas.

Existem diversos modos a analisar a qualidade de um produto, sendo os principais pontos observados, o desempenho, confiabilidade, durabilidade, assistência técnica, estética, característica, a qualidade percebida e a conformidade quanto as especificações (MONTGOMERY, 2013).

Segundo Peinado e Graeml (2007), para avaliar, estudar e apresentar soluções para eventuais falhas que possam afetar o desempenho dos processos na cadeia produtiva, podem ser utilizados alguns métodos, chamados de ferramentas da qualidade. São ferramentas simples de serem aplicadas, no entanto quando utilizadas com sabedoria se tornam um instrumento poderoso para a eliminação de problemas.

Existem sete ferramentas da qualidade que podem auxiliar no desenvolvimento de melhoria contínua de processos, produtos e serviços de fundição, segundo Carpinetti (2012) são elas, diagrama de dispersão, gráfico de pareto, histograma, diagrama de causa e efeito, fluxograma, folha de verificação e gráfico de controle.

### **2.2.1. Melhoria contínua**

Apesar de amplamente utilizado pelas empresas, esta prática envolve um conhecimento profundo, tem como significado um compromisso de melhorar continuamente o processo em todas as etapas, tratando-se, portanto, de um ideal. No entanto, este objetivo nunca é alcançado por nenhuma empresa do mundo, pois sempre tem algo a se melhorar (LIKER, 2006).

A melhoria contínua é uma filosofia japonesa, conhecida como *Kaizen*. Criada por Taichi Ohno ficou reconhecida mundialmente após ser implementada no sistema Toyota de produção. Sendo esta, um contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia afirma que o nosso modo de vida merece ser constantemente melhorado, seja no trabalho, na sociedade ou em casa. A aplicação do *Kaizen* produz efeitos positivos em pouco tempo de aplicação e com um baixo investimento para o tornar real, já que envolve a cooperação entre as pessoas indicadas pelos gestores da empresa (IMAI, 1994).

### **2.2.2. Lean Manufacturing**

Em resumo, *Lean Manufacturing* significa eliminar desperdícios e as atividades onde não se agrega algum valor, melhorando o fluxo de trabalho. Qualquer que seja o ramo de negócios das empresas, esta ferramenta é a mais adequada à redução de custos, à melhoria da qualidade e redução dos prazos de entrega. Para

atingir estes objetivos propostos pela ferramenta, tem-se o foco na eliminação de sete tipos básicos de desperdícios (WERKEMA, 2006):

- Defeitos nos produtos;
- Excesso de produção de mercadorias desnecessárias;
- Estoque de mercadorias à espera de processamento ou consumo;
- Processamento desnecessário de materiais;
- Movimento desnecessário de pessoas;
- Transporte desnecessário de materiais;
- Espera.

### **2.2.3. Six Sigma**

Trata-se de uma estratégia gerencial que utiliza ferramentas quantitativas para aumentar a lucratividade e o desempenho das empresas, através de uma melhoria da qualidade dos processos e produtos. Tendo como consequência a satisfação dos clientes e consumidores (WERKEMA, 2006).

Segundo Rojas *et al* (2000), esta ferramenta foi criada pela empresa Motorola, em 1987, como uma forma de reduzir a alta variabilidade que existia em seus processos produtivos e tentar diminuir assim a ocorrência de peças defeituosas em suas plantas ao redor do mundo. Esta organização sempre buscou se diferenciar dos demais competidores, por produtos de qualidade e preços menores.

A metodologia está baseada em seis principais pilares básicos: foco no cliente, decisões sempre baseadas em dados e fatos, a atuação sobre os processos, gestão proativa, participação de todas as áreas e busca pela perfeição. (ROJAS, *et al.*, 2000).

### **2.2.4. Integração entre o Lean Manufacturing e o Six Sigma**

Ambas as ferramentas, *Six Sigma* e *Lean Manufacturing*, apresentam como objetivo principal a melhoria nos processos e produtos, a redução de falhas e desperdícios, e por fim o aumento de produtividade. A aplicação de ambas as ferramentas e a integração entre si se dá de forma natural. Desta forma, elas se

completam mutualmente e de maneira a potencializar os resultados. O nome dado a esta integração é conhecido como *Lean Six Sigma*. (WERKEREMA, 2006).

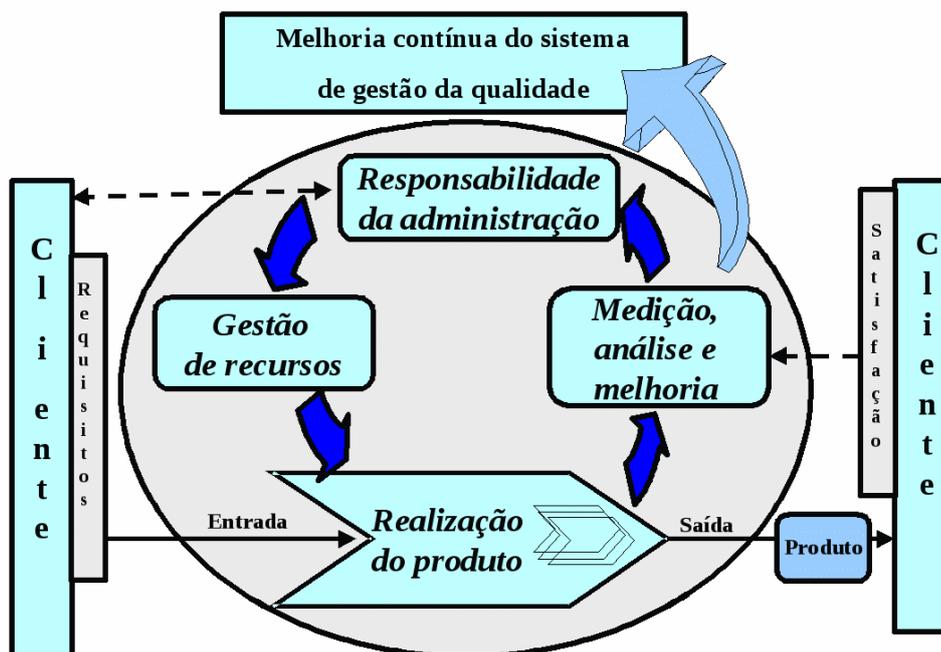
### **2.2.5. As normas da ISO 9001**

Segundo Gnidarxic (2009), a implementação da norma NBR ISO 9001:2008 é uma iniciativa adotada por diversas empresas nacionais, onde tem como objetivo a melhoria da organização por meio de um processo de desenvolvimento. O propósito é seguir a melhoria da eficácia do sistema de gestão da qualidade, com foco no atendimento e satisfação do cliente. Com isso, a norma pode trazer um novo nível de progresso a empresa, as tornando confiáveis, uma vez que todas as transações estejam interligadas e um sistema de gestão de documentos eficazes, de maneira que o relacionamento com clientes, fornecedores, acionistas e colaboradores funcione eficazmente.

A norma se baseia nos seguintes princípios: Foco no cliente, liderança, envolvimento das pessoas, abordagem de processo, abordagem sistêmica, melhoria contínua, abordagem factual para tomada de decisões e benefício mútuos nas relações com os fornecedores. Ainda apresenta alguns requisitos que devem ser atendidos, como, um sistema de gestão da qualidade, responsabilidade da direção, geração de recursos, Realização do produto, Medição, análise e melhoria (GNIDARXIC, 2009).

A ISO 9001 foi estruturada para condicionar a gestão da organização em harmonia com o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), este ciclo logico pode ser vista pela Figura 7.

Figura 7 - Ciclo de melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade



Fonte: Adaptado de ISO 9001 (2008).

A norma coloca os requisitos sem prescrever como devem ser atendidos, deixando a decisão por conta de quem irá adota-la. Isso confere à norma um vasto campo de aplicabilidade, seja para todos os tipos e portes de empresas (COSTA NETO, 2007).

## 2.3. AS FASES DA INDUSTRIALIZAÇÃO

### 2.3.1. Primeira revolução industrial

O processo de industrialização, até meados do século XVIII, tinha como principal força motriz dos meios de produção, a força animal e humana. Tendo em vista sanar todas estas limitações estabelecidas, foram criadas novas formas de tecnologia, ascendendo assim a primeira revolução industrial, (MIRANDA, 2012).

James Watt, teve extrema importância na impulsão e caracterização da primeira revolução industrial, pois através da criação do motor a vapor, dinamizou as relações de tempo e espaço conhecidas até então. A sua criação impulsionou os meios tecnológicos da humanidade, possibilitando a migração das fábricas, que até então tinham que ficar as margens dos rios e afluentes, para próximas dos centros

comerciais, tendo como consequência destas mudanças um aumento na produção, contudo no lucro destas indústrias (DATHEIN, 2003).

A criação de máquinas programáveis, trazendo consigo a automação, foi outro grande feito da primeira revolução industrial. Dentre elas destaca-se o tear programável de Joseph Jacquard, conhecida como a primeira máquina programável, trouxe a possibilidade de criar peças têxteis com maior rapidez e menos falhas, trazendo consigo uma enorme revolução na indústria têxtil (COSTA, 2008).

### **2.3.2. Segunda revolução industrial**

A segunda revolução industrial teve como maior característica o surgimento da eletricidade, da química, melhoria nos meios de transporte, transição do ferro para o aço e pouco tempo depois avanços na comunicação foram explorados. Estas mudanças impactaram diretamente a economia. Estes processos impulsionaram a criação de novos tipos de motores, sendo eles os elétricos e a combustão, além de novos materiais e processos de fabricação, de grandes empresas, do telegrafo sem fio e rádio (ALMEIDA, 2005).

Um dos grandes precursores da segunda revolução industrial foi Taylor, com a organização taylorista, na qual dividia o trabalho em concepção, planejamento, direção e controle (realizado pela gerência “científica”) e o trabalho de execução pela massa assalariada. Tinha-se também a fragmentação do trabalho, simplificação e esvaziamento do conteúdo do trabalho, tendo está a noção de posto de trabalho, estrutura de cargos e salários. Era realizado a análise de tempos e movimentos, cronometragem e padronização das formas de trabalhar, umas das características deste movimento era ter como padrão um operário trabalhos monótonos e repetitivos (FRANCO, 2011).

Em contradição com o movimento taylorista, Henry Ford defendia a ideia de coletividade, surgindo a primeira linha de montagem em série do mundo com a produção do Ford modelo T, mudando assim a forma com que as fábricas realizavam seus processos, em relação a produção em massa e otimização de tempo (FRANCO, 2011).

### 2.3.3. Terceira revolução industrial

A terceira revolução industrial, também conhecida como revolução informacional, teve início no pós-guerra mundial, em meados do século passado, e se intensifica nos anos de 1970 e 1980 com o desenvolvimento dos computadores. A revolução se iniciou com a descoberta da utilização de energia nuclear do átomo nos Estados Unidos. Nesta época houve a substituição do trabalho humano pelo computador e implementação do autosserviço, na qual ouve uma crescente transferência de uma série de operações das mãos dos colaboradores para o próprio usuário do sistema (SINGER, 1996).

O desenvolvimento de circuitos eletrônicos e integrado, nesta revolução industrial, tais elementos transformaram a forma de comunicação e como as informações são compartilhadas devido a entrada do serviço de internet. Novos produtos marcaram esta etapa da história, como os computadores, sistemas de GPS, caixa eletrônico, telefone celular, tecnologia automotiva, *softwares*, satélites de comunicação, entre outros (ALMEIDA, 2005).

Segundo Ferreira (1993), a terceira revolução foi responsável por alterar os modelos de industrialização seguidos na segunda revolução industrial, Taylorista e Fordista, modificando-se para a influência do modelo Toyotista japonês, por meio da hierarquia que apontava incluir cada vez mais o trabalhador no processo. Druck (1999) completa mostrando as quatro características fundamentais:

- 1- Um sistema de emprego eficaz e que garantisse benefícios para os empregados;
- 2- Um sistema de gestão e organização no modelo (*Just in Time*), na qual se deve produzir apenas na quantidade exata da demanda, com placas que tem o intuito de comandar a reposição do estoque e trabalho em equipe;
- 3- Um sistema de representação sindical, que é quando os sindicatos por empresa são integrados à política de gestão do trabalho. Tem-se como última característica um sistema de relação hierarquizadas entre empresas de grande porte e as de médio e pequeno.

Figura 8 - Etapas da revolução industrial



Fonte: Kaegermann (2013).

#### 2.3.4. Quarta revolução industrial

De acordo com Kagermann (2013), a quarta revolução industrial, chamada por muitos de indústria 4.0, já está ocorrendo. As bases para esta nova era surgiram em 2011, a partir de uma iniciativa de empresas, políticos e acadêmicos alemães, que tinham como intuito manter a posição da indústria nacional como uma das mais competitivas do mundo.

Nesta época o grupo em questão identificou que a Tecnologia da Informação e Telecomunicações (TIC) era o grande responsável por fornecer suporte para a modernização das linhas de produção desde a década de 80 e que seria extremamente estratégico contar com esse apoio no futuro (KAGERMANN, 2013).

Para Moreira (2017), a Alemanha não foi o único país a identificar um grande potencial dessa tecnologia. Os termos “Produção Inteligente”, “Fabricação Inteligente” ou “Fábrica Inteligente” passam a ser usados na Europa, na China e nos EUA, fazendo referência especialmente à rede digital de produção para criar sistemas de fabricação inteligente (KAGERMANN, 2013).

Com o advento da indústria 4.0, as empresas se tornaram capazes de customizar seus produtos e serviços de forma lucrativa, de acordo com as características exigidas pelos clientes. Nessas organizações haverá redução de trabalho e maior flexibilidade de produção, já que alterações nos produtos poderão

ser realizadas a qualquer momento e falhar serão identificadas ainda na fase de produção. Como consequência, haverá uma melhoria dos processos produtivos, na engenharia de produto, na cadeia de suprimentos e no gerenciamento do ciclo de vida (KAGERMANN, 2013).

Segundo Schwab (2016), a indústria 4.0 apresenta três classes de impulsionadores tecnológicos, são eles:

- Classe Física: Estão os veículos autônomos, a manufatura aditiva com a impressora 3D, a robótica avançada e os novos materiais, sendo este último mais leves, fortes, recicláveis e adaptáveis;
- Classe Digital: Faz referência à *Internet das Coisas* e os sensores;
- Classe Biológica: Refere-se ao sequenciamento genético e à biologia sintética.

Esta fase se caracteriza, segundo Kagermann (2013), em *Internet das Coisas*, impressão 3D, computação em nuvem, fábricas inteligentes, *cyber* segurança e *Big Data*.

#### 2.3.4.1. Internet das coisas

A mecanização, eletricidade e TIC trouxeram como resultado as três primeiras revoluções industriais. Agora, a IoT no ambiente de produção está dando origem à uma quarta revolução industrial, com isso, torna-se possível a criação de redes que abrangem todo o processo de produção e transforma as fábricas em um ambiente inteligente (KAGERMANN, 2013).

Segundo Valente (2011), é a tecnologia em sua totalidade a ponto de não precisar de intervenção humana direta, ou seja, é a integração dos objetos com os humanos, tendo em vista deixar os objetos ainda mais inteligentes e com autonomia. Tem como paradigma criar uma ponte entre os acontecimentos do mundo real e as suas representações no mundo digital.

A indústria 4.0, está trazendo a IoT, para as empresas, com as máquinas interagindo entre si (M2M), coletando e analisando dados, podendo armazená-los em nuvem, permitindo assim, que possam identificar e solucionar problemas sem a interferência humana, tomando decisões eficientes sozinhas.

Este processo M2M é um método de comunicação entre máquinas que estão conectadas por redes sem fio, sem a interação direta com seres humano com eficiência e qualidade. Neste mecanismo podem desenvolver outras duas modalidades diferentes: *Machine to Mobile* ou *Mobile to Machine*, que seriam o mesmo mecanismo de comunicação das máquinas com equipamentos móveis, como *tablets*, *smartphones* entre outros (LEE, BAGHERI e KAO, 2015).

#### 2.3.4.2. Impressão 3D

A impressão 3D tem como objetivo criar um objeto físico por meio de um modelo digital em três dimensões, este método foi decorrência da inovação tecnologia. Este desenvolvimento se deu em meados de 1980 com o nome de “prototipagem rápida” pois, a priori, só eram produzidos protótipos rápidos e baratos, hoje em dia já se faz possível a fabricação de inúmeros projetos e peças (TAKAGAKI,2012).

#### 2.3.4.3. Computação em nuvem

A computação em nuvem é um novo modelo de armazenamento de dados no qual não existe restrição de quantidade e serviços, permitindo assim ao usuário acessá-lo, independente do lugar e momento, em qualquer tipo de plataforma, só é necessário um terminal conectado à “nuvem” (SILVA, 2010).

Segundo o Instituto Nacional de Normas e Tecnologia (NIST), a Computação em Nuvem é um modelo que permite acesso de forma conveniente e sob demanda a um conjunto de recursos computacionais compartilhados (por exemplo redes, servidores, unidades de armazenamento, aplicativos e serviços) que pode rapidamente ser garantido e disponibilizado com mínimo esforço de gestão ou interação com os provedores de serviço” (MELL; GRANCE, 2011).

#### 2.3.4.4. Fábricas inteligentes

É a correlação entre os trabalhadores, máquinas, produtos e matérias-primas. Trabalhando e concomitante com a comunicação entre si por meio da internet

avançada. Os robôs serão o fator chave nessa transição e implementação. Uma fábrica inteligente deve combinar tecnologia de computação especial como facilitador para resolver problemas no chão de fábrica com os elementos existentes (YOON, *et al*, 2013).

#### 2.3.4.5. Cyber segurança

A internet é cada vez mais presente em nossas vidas, com o surgimento dos *smartphones*, redes sociais, bancos disponibilizando contas e transações *online* a segurança precisa, sobretudo, ser reforçada. Segurança cibernética, entre outros conceitos, consiste na arte de assegurar a existência e afimco da sociedade da informação de uma nação, garantindo e protegendo, no espaço cibernético, seus ativos de informação e suas infraestruturas críticas, (BRASIL, 2015).

#### 2.3.4.6. Big Data

Segundo o Oxford English Dictionary, *Big Data* é o conjunto de informações extremamente grandes que podem ser analisadas em um computador, para revelar parentescos e associações, geralmente associados com o comportamento humano e interações.

Pode-se definir ainda como sendo, o conjunto de informações cujo tamanho é além da capacidade das tradicionais ferramentas de *database* em capturar, guardar, administrar e analisar. Sua definição é intencionalmente subjetiva e incorpora o quão grande esse conjunto de dados precisa se para ser considerado “*Big Data*” (MCKINSEY, 2011).

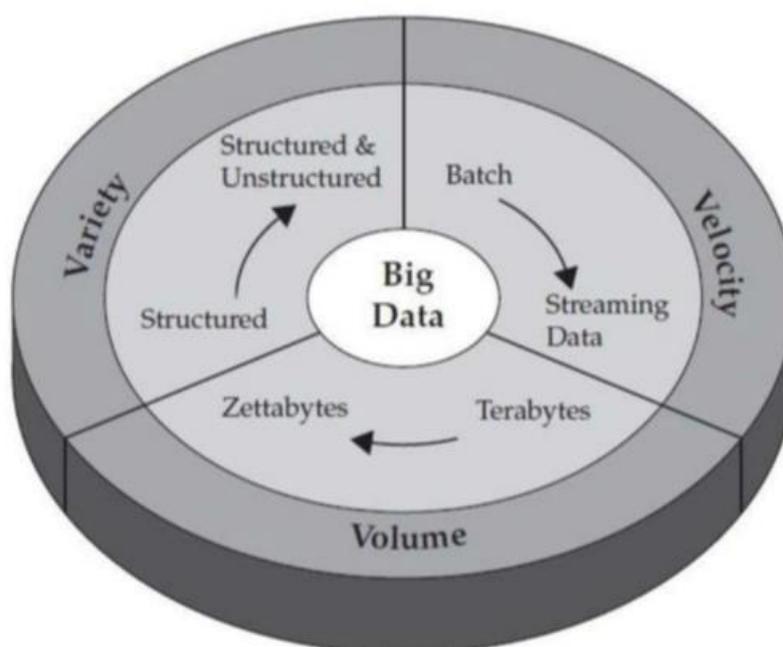
Além do volume de dados, outra importante característica é a sua forma ou, como é chamada entre os estudiosos, variedade. O modo como estes dados podem ser encontrados na rede, podem ser estruturados ou não-estruturados. A dimensão variedade, faz respeito às características do tipo de dado relativo à sua respectiva fonte, tais como: mensagens, leituras de sensores, câmeras de segurança, celulares, entre outros (DAVENPORT, 2012).

De fato, o ideal para a organização é que as informações estejam as mais estruturadas possíveis, ou seja, devem estar organizadas e checadas, em colunas e linhas, facilitando sua análise. Em contrapartida, em formatos não estruturadas, trata-

se de informações dispersas, as empresas deverão analisá-las, separá-las revelando sua veracidade e relevância, e organizando-as assim em estruturas de fácil visualização. Entretanto, essa é a dificuldade atual, de modo que, grande parte dessas informações coletadas estão neste formato não estruturado (ZIKOPOULOS, *et al*, 2012).

As três características que mais comumente são citadas em estudos, chamadas de os 3 'Vs' do *Big Data*, volume, variedade e velocidade. É interessante verificar as inter-relações entre essas 3 dimensões: A velocidade de criação das informações oriundas de múltiplos canais (variedade) gera um volume cada vez maior de dados (ZIKOPOULOS, *et al*, 2012).

Figura 9 - Os 3 "Vs" do Big Data



Fonte: Zikopoulos, *et al* (2012).

#### 2.3.4.6.1 *Big data no processo decisório*

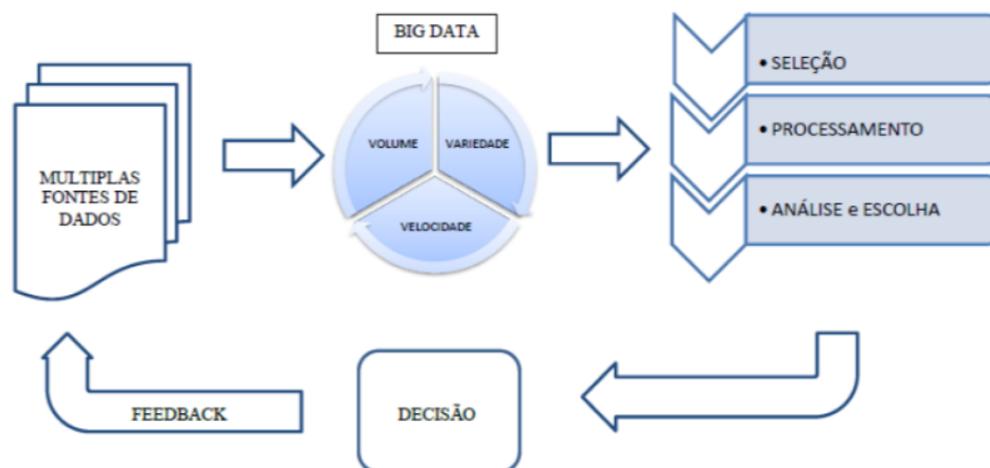
McAfee e Brynjolfsson (2012) expõem a mudança que o *Big Data* trouxe para a administração da decisão, pois não se pode administrar o que não se pode medir. Isso posto, os administradores podem conhecer mais sobre seus negócios, ou seja, traduzir diretamente em conhecimento, para a melhor tomada de decisão e desempenho. Segundo Oliveira (2012), “a tomada de decisão refere-se à conversão de informações em ação”.

Oliveira (2012) evidencia a diferença entre dados e informação da seguinte forma: Dados é qualquer elemento identificado em sua forma bruta, por si só, não conduz nenhuma afirmação. Já informação, é o dado trabalhado que permite ao executivo tomar decisão.

O processo gestão de *Big Data* tem como entrada o conhecimento das múltiplas fontes de dados, e suas são relevantes desde a geração até o processamento dos dados (MAÇADA E FREITAS, 2014). O grande problema é a definição das informações que devem ser geradas e, principalmente, a forma de integrá-las e de utilizá-las (OLIVEIRA, 2012).

Desta forma, cabe às organizações a tarefa de selecionar, processar, analisar e escolher os dados que irão gerar as informações com veracidade e oportunidade para poder contribuir para com o processo decisório (MAÇADA E FREITAS, 2014). Esse movimento é cíclico, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Ciclo da tomada de decisão



Fonte: Maçada e Freitas (2014).

#### 2.3.4.6.2 Ferramentas de manipulação e análise de dados

A tendência das empresas atuais é a busca pela troca das abordagens tradicionais de desenvolvimento de *software*, em favor de agilidade para que os programadores possam construir e atualizar rapidamente seus projetos. Os desenvolvedores por sua vez estão assim utilizando cada vez mais plataformas do

tipo *low-code* (baixo-código) para organizar componentes de aplicativos, incluindo dados e lógica, por meio de interface do tipo “arrasta e solta” (CLINT, 2019).

A ferramenta, além de trazer o uso de uma interface gráfica para o usuário, também acabou com a necessidade de criar estruturas, vincular banco de dados distintos e fazer outras tarefas que, na maioria das vezes, são necessários quando utilizado em outras plataformas de desenvolvimentos mais complexas, onde exige que estas etapas sejam codificadas com algum tipo de linguagem e lógica de programação (CBS, [Ca. 2020]).

Segundo Clint (2019), as ferramentas de desenvolvimento do tipo *Low-Code* diferem-se das do tipo *No-Code* (sem código), por sua vez utilizada pelos desenvolvedores cidadãos, são eles, os analistas de negócios, que muitas vezes apresentam pouca ou nenhuma experiência em programação, porém que estão bem informados sobre os processos de negócio e fluxo de trabalho. CBS ([Ca. 2020]) complementa a afirmação, na qual plataformas *No-Code* permite a pessoas sem conhecimento de programação de desenvolver produtos, como um aplicativo, website ou jogos eletrônicos. Deste modo, criar soluções e inovações, que dependendo do caso nunca sairiam do “papel” por falta de conhecimento técnico. Além do qual, com o desenvolvimento destas ferramentas, tornou-se possível que uma companhia receba um software ou um programa rapidamente. Isso tudo sem ter que aguardar anos para o desenvolvimento do sistema.

### 3. METODOLOGIA

O método utilizado, possui uma abordagem qualitativa que consiste na análise descritiva de cenários e estudo de caso. Deste modo, foi desenvolvido um sistema de apoio a decisão baseado em dados secundários e primários, utilizado para isso o programa Appsheet. Todavia, através de uma triangulação, na qual durante a fase de coleta de dados, é comum que os métodos não tenham uma relação forte. Contudo, essa relação é estreitada durante a fase de análise e conclusão dos resultados.

Uma análise qualitativa, tem como base descobrir e entender um cenário de forma geral, utilizando informações individuais. Tanto a análise qualitativa quanto a análise quantitativa utilizam a rotulagem e codificação de todos os dados para reconhecer as semelhanças e diferenças do que está sendo investigado. A análise de dados qualitativos tende a ser mais complexa e detalhada do que a análise de dados quantitativos, porém os resultados são mais compensatórios, quando utilizado conhecimento e tecnológicas de análise.

Cruzar informações é essencial para que se possa filtrar dados soltos e desnecessários. Conhecer quais são os temas mais notáveis e recorrentes, comparando informações semelhantes e contrastantes. Desta forma as análises se tornam eficazes e produtivas, sempre realizando correlações com dados secundários obtidos por outros bancos de dados.

A metodologia foi baseada no modelo de tomada de decisão proposto por Simon (1976) em que o processo de tomada de decisão inicia-se com a busca pela informação, o que exige o uso da inteligência, já que é preciso analisar quais informação são relevantes para o estudo (diferenciando de primária e secundária). O segundo passo é o design da informação, ou seja, o seu tratamento, de modo a facilitar a elaboração de alternativas e deixando o mais intuitivo e prático possível para o usuário. O terceiro e último passo é a escolha da alternativa que se afigura como a mais interessante para a decisão ser tomada, quais informações e métodos de visualização correta para cada tipo de análise, filtro de dados, de modo a simplificar as imensas informações existentes nos bancos de dados, apresentando apenas as informações pertinentes a cada análise específica.

### 3.1. FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DOS MÉTODOS

Para agilizar o processo de criação de um sistema de análise partiu da utilização de um fluxograma, presente no Anexo B, com uma pequena adaptação do autor Simon (1986). Já que em um desenvolvimento as ideias devem estar bem claras, a fim de se tornar mais fácil e pratica todo seu processo. Todos as etapas presentes no fluxograma apresentam uma real importância, funcionando como um verdadeiro castelo de cartas, onde cada peça em seu devido lugar é possível obter com o êxito a função a qual foi proposta inicialmente.

### 3.2. BANCO DE DADOS

Para realizar qualquer tipo de análise deve-se partir de algo, um banco de dados, onde através deste conjunto de informações estruturadas, consiga-se gerar qualquer tipo de análise utilizando outra ferramenta em conjunto.

Estes bancos de dados estão presentes em diversos sistemas utilizados nas empresas, porém nem sempre estão em fácil acesso de todos, ou de maneira estruturada e pronta.

Desta forma como ponta pé inicial para o desenvolvimento do sistema, foi necessário observar o conjunto de dados que a empresa em questão possui, e de que maneira eles estão apresentados, a partir desta primeira análise foi encontrado os dados inexistentes e necessário, para que fosse possível obter algumas análises e gerenciamento de tarefas, dados estes que tiverem que ser construídos, em forma de cadastro dentro do sistema ou em planilha de Excel. Algumas informações existentes puderam sofrer algum tipo de modificação ou complemento de informações para que então ficassem mais robustas.

#### 3.2.1. Dados existentes

Alguns dados são preenchidos e cadastrados diariamente dentro da empresa por seus colaboradores, para que seja formado um histórico, controlar os processos, dados estes utilizado em auditorias, ou para a realização de análises futuras. Porém

muitas das vezes estes dados não estão apresentados de maneira adequada, ou de fácil análise de todos, demandando assim algum conhecimento computacional.

Para facilitar estes processos, os dados existentes foram exportados no formato .xlsx ou em .csv, podendo ser editados e visualizados via Excel.

### **3.2.2. Dados inexistentes**

Todavia, em algumas circunstâncias não existem cadastros nos sistemas padrões das indústrias, ou até mesmo levaria tempo para que fossem criados pelo setor responsável pelas edições no sistema padrão.

Então por meio do Excel, foram criados documentos, onde cada coluna apresenta os tipos de dados que devem ser cadastrados, ou os que devem se interligar a outro banco de dados que apresente dados correlacionados, que se completam entre si. Para que já se iniciem estruturados, sem que fosse necessária uma posterior formatação destas informações.

### **3.2.3. Estruturação dos dados**

Quanto mais organizados os dados se apresentam, melhor e mais fácil a análises destes se torna, porém nem sempre eles estão dispostos em colunas e linhas, com seu formato e tipo de informação especificado corretamente, são elas data, hora, número, texto, porcentagem, entre outros.

Com isso, foi criado um programa em Excel para manipular estes dados não estruturados e exportar na maneira correta, para que a partir daí importados por algum meio de armazenamento em nuvem. Sendo assim, poderia ser utilizado na criação do sistema. No Anexo C, se pode observar o código utilizado para obter a modificação de dados não estruturados para estruturados. Os dados mostrados pela tabela do Anexo D, foram obtidos pelo sistema da empresa, que demonstra a composição química, obtido pelo espectrômetro, e exportado em formato .xlsx e de modo não estruturado da maneira correta. Dados estes que usando o código em questão transformam os dados na tabela do Anexo E, que estão estruturados e prontos para gerar alguma análise válida.

Análise esta que não se era possível realizar anteriormente, justamente por esta característica de formatação dos dados. Sendo necessário uma demanda de

tempo e conhecimento para que fosse tirado algum proveito de todo este conjunto de informações. Otimizar a informação é de extrema importância, não a deixando apenas como forma de consulta de uma única informação, que para o caso em questão de apenas uma composição química de uma corrida (queima de uma moeda coquilhada).

#### **3.2.4. Importação por sistema de armazenamento em nuvem**

Para a possibilidade de integração entre sistemas, computadores, *smartphones* e *tablets*, a utilização de um servidor na nuvem é necessário. Desta forma, no desenvolvimento em questão foi utilizado o Google Drive, provedor este que tem integração por diversos meios a outros sistemas e de fácil acesso. A importação foi realizada em duas etapas, a primeira obtenção do banco de dados externo (sistema da empresa), estruturar conforme tópico anterior, e por segundo realizar a sincronização por meio de um sistema próprio do Google Drive, onde os dados sempre estão em constante atualização, em tempo real, 24 horas por dia. Desta forma não se necessita desprender tempo desnecessário para a importação manual de cada dado que fosse atualizado ou algum banco de dados novamente importado e feita a operação de estruturação.

Os dados criados pela inexistência dentro do sistema da empresa, utilizado como padrão, é feita a alocação deste arquivo dentro do armazenamento em nuvem, desta forma, através do sistema desenvolvido atualiza e guarda os dados cadastrados e editados no mesmo local, sempre mantendo a sincronização e de fácil exportação caso necessário.

### **3.3. SISTEMA DE AUXÍLIO AO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES**

Na criação do desenvolvimento do sistema e aplicativo *mobile*, fez-se o uso do *software* AppSheet, *software* que é do tipo *No-Code*. Essa plataforma possibilita a inovação de qualquer pessoa em qualquer lugar, permitindo que os usuários utilizem seus próprios dados (por exemplo, Excel, Google Drive, SQL, entre outros). Os aplicativos podem ser personalizados com interface do usuário (IU)/experiência do usuário (UX na sigla em inglês), fluxos de trabalho/geração de relatórios, entre outros.

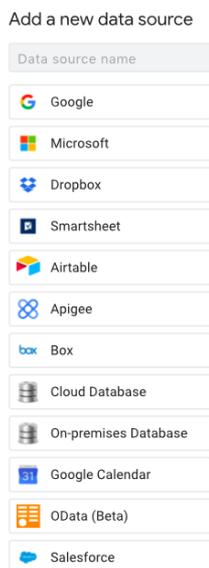
Existem diversas ferramentas de desenvolvimento, porém com um amplo estudo de caso e necessidade, sendo esta plataforma a mais adequada para exercer as funções necessárias para a análise e gerenciamento dos processos de fundição. Algumas etapas durante a criação, como o estabelecimento de relações entre dados, ou mesmo a criação de filtros dentro do sistema, mostrando assim apenas um conjunto de informações pré-estabelecidas pelo usuário. Até mesmo, a introdução de um sistema de cadastro próprio limitando o acesso dos usuários com seus devidos módulos, conforme o seu cargo e função dentro da empresa, trazendo uma segurança de informação necessária nos dias de hoje. Estas configurações demandam algum conhecimento no desenvolvimento de sistemas, pois apresenta uma linguagem de código própria, que muito se assemelha a linguagem *Python*. Desta forma tem-se a plataforma como sendo, uma junção entre *No-Code* e *Low-Code*.

### **3.3.1. Sincronização dos dados com a ferramenta de desenvolvimento**

Os dados utilizados pelo sistema, devem partir de um armazenamento em nuvem de escolha do usuário, conforme Figura 11, na qual apresenta os serviços disponíveis para a integração, de modo que, o utilizado no desenvolvimento do sistema foi o Google Drive. É de extrema importância a escolha de um servidor estável para a integração, pois é de acordo com ele que irá fazer com que o sistema seja rápido e confiável.

Estes dados por sua vez, que possam sofrer qualquer mudança, tanto pelo sistema, quanto pelo próprio usuário ao importar uma nova versão dos dados, bem como alguma modificação manual, é sincronizado instantaneamente, permitindo assim que usuário sempre esteja com a versão mais atual, sem que haja alguma análise errônea.

Figura 11 - Banco de dados disponíveis para integração



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.2. Cadastramento de dados inexistentes

O cadastramento de dados que por sua vez sejam relevantes a algum estudo, e não são encontrados pelo sistema ERP da indústria, deve-se realizar algumas etapas.

Vale ressaltar que, diferentemente de outros meios, na qual demandaria um longo período de tempo e testes para o desenvolvimento desta tela de cadastro, pelo método demonstrado a seguir, se transcorrem alguns minutos até sua conclusão.

#### 3.3.2.1. Banco de dados inicial para cadastramento

Utilizando o Excel como base, o banco de dados parte na estruturação de linhas e colunas, onde cada coluna será destinada a alguma característica que se deseja incluir no cadastro por parte do usuário. Cada linha será preenchida então pelos dados que o usuário irá inserir no sistema, desta forma facilitando um pós-processamento de dados.

Tabela 3 - Banco de dados inicial para cadastro

Nº	RESPONSAVEL PELA ENTREGA	DISPOSITIVO	DESCRIÇÃO	LOCAL	REGISTRO MENEGETTI	NOME SOLICITANTE	LOCALIZAÇÃO	SETOR	DIA	HORA INICIO	MINUTO INICIO	HORA FINAL	MINUTO FINAL	RESPONSAVEL PELO RECEBIMENTO	ESTADO NO RECEBIMENTO	OBSERVAÇÃO
----	--------------------------	-------------	-----------	-------	--------------------	------------------	-------------	-------	-----	-------------	---------------	------------	--------------	------------------------------	-----------------------	------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes dados por sua vez preenchidos e renomeados com a descrição do cadastro é realizada a importação dentro do banco de dados na nuvem. Para posterior integração.

### 3.3.2.2. Estruturação dos dados de cadastro

Partindo da premissa que os parâmetros anteriores foram cumpridos e separados pela formatação ideal de linhas e colunas. Faz-se, então, a interligação dos dados informando a plataforma do caminho para o armazenamento em nuvem, após esta tarefa é feita a formatação dos dados de acordo com seu tipo dentro da plataforma, a Figura 12 demonstra as colunas pré-estabelecidas anteriormente, bem como seu tipo de dados a serem preenchidos, sendo estes, números, texto, caixa de seleção, lista de dados, sim ou não, data, entre outros. Vale a ressalva, de que é necessário uma coluna específica para determinar a referência da linha, como se fosse um número de identidade, neste caso chamado de “\_RowNumber”.

Figura 12 - Estruturação dos dados na plataforma

NAME	TYPE	KEY?	LABEL?	FORMULA	SHOW?	EDITABLE?	REQUIRE?	INITIAL VALUE	DISPLAY NAME	DESCRIPTION	SEJ
1	_RowNumber	Number	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	= Number of this row
2	Nº	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	=	=
3	OF	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	=	=
4	ITEM	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	=
5	CLIENTE	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	= ANY(SELECT(produ	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	=	=
6	QUANTIDADE	Number	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	=
7	MOTIVO	Enum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	=
8	NOME SOLICITANTE	Text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	=
9	OPERAÇÃO	Enum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	=
10	TIPO DE CONTROLE	Enum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	=	=	=
11	DIA	Date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	=	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	= TODAY (	=	=

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.2.3. Formulação condicional para interligação de dados existentes

Alguns dados já estão presentes nos demais bancos de dados importados, desde modo, seu preenchimento novamente seria desnecessário e demandaria um tempo. Sendo assim utiliza-se ferramentas de formulação condicional, como demonstrado pela Figura 13, nesta fórmula em questão faz uma breve pesquisa do dispositivo adicionado pelo usuário e traz, por meio de outro banco de dados,

chamado "CALIBRAÇÃO", a descrição do dispositivo em questão, sem que haja a necessidade de um novo cadastramento, sem contar que pode estar em desacordo com o real, ou até caso haja alguma atualização dos dados da descrição primária, os dados cadastrados anteriormente estariam desatualizados, causando assim uma análise errônea futuramente.

Figura 13 - Fórmula condicional de pesquisa de informação

App Formula for column DESCRIÇÃO (Text)

```
LOOKUP([_THISROW].[DISPOSITIVO], "CALIBRAÇÃO", "SisCalibracao",  
"DesMaquina")
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dependendo do caso pode se limitar o preenchimento de algum dado, por exemplo, não preencher datas passadas, ou a informação já vem preenchida antes do cadastro, até mesmo evitar que seja cadastrado dados em duplicidade, para isso utiliza-se as fórmulas condicionais para que sejam processadas as informações no momento do cadastro pelo usuário.

#### 3.3.2.4. Aparência gráfica do cadastramento

A aparência do programa pode ser disposta de várias formas, são elas: por calendário, tabela, em linhas com informações principais, galeria, em detalhes, mapa, gráfico de colunas, formulário, e cartas de imagem, e todos estes juntos em uma única tela. Porém para a formação de uma tela de cadastro tem-se como ideal o tipo formulário, conforme Figura 14.

Figura 14 - Tipos de aparência de tela

The screenshot shows a configuration panel for a view named 'CADASTRO SAÍDA DE DISPOSITIVOS'. At the top, there are 'Copy' and 'Delete' buttons. The 'View name' is set to 'CADASTRO SAÍDA DE DISPOSITIVOS'. Under 'For this data', a dropdown menu is set to 'Plan1 3'. Below this is a 'View type' section with a grid of icons: 'calendar', 'deck', 'table', 'gallery', 'detail', 'map', 'chart', 'dashboard', 'form' (highlighted in blue), 'onboarding', and 'card'.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao formar o cadastro, deve-se estipular as colunas necessárias que devem aparecer para o usuário ao cadastrar o item, algumas colunas que de alguma forma são preenchidas por banco de dados secundário com informações correlatas, não se faz necessário ao usuário visualizá-las, conforme Figura 15.

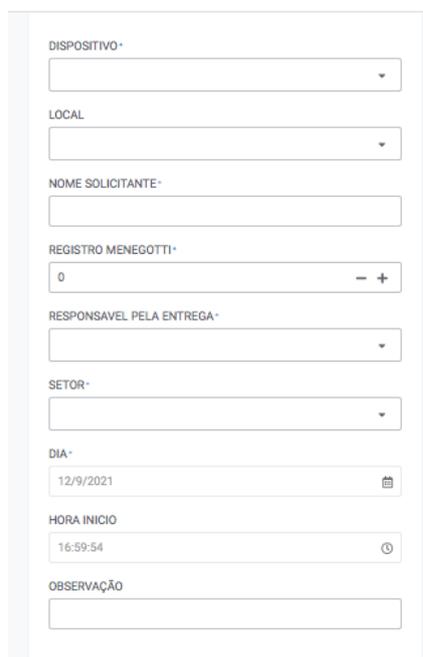
Figura 15 - Ordem das colunas de cadastro

The screenshot shows a 'Column order' configuration panel. It includes a description: 'Display columns in a different order than they appear in the original data.' Below this is a list of columns, each with a three-dot menu icon on the left and a trash icon on the right. The columns listed are: '\_RowNumber', 'DISPOSITIVO', 'DESCRIÇÃO', 'IMAGEM', 'LOCAL', 'NOME SOLICITANTE', 'REGISTRO MENEGOTTI', 'RESPONSAVEL PELA ENTF', 'LOCALIZAÇÃO', and 'SETOR'.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta forma, após realizar o salvamento e depuração do programa, a tela de cadastro fica da forma mostrada pela Figura 16, onde conforme estipulado pela formatação condicional, o dia e a hora são preenchidos automaticamente sem a possibilidade de edição.

Figura 16 - Tela de cadastro de dispositivos



The image shows a web form for device registration. The fields are as follows:

- DISPOSITIVO\*: A dropdown menu.
- LOCAL: A dropdown menu.
- NOME SOLICITANTE\*: A text input field.
- REGISTRO MENEGOTTI\*: A numeric input field with a value of '0' and minus/plus buttons.
- RESPONSAVEL PELA ENTREGA\*: A dropdown menu.
- SETOR\*: A dropdown menu.
- DIA\*: A date input field showing '12/9/2021' with a calendar icon.
- HORA INICIO: A time input field showing '16:59:54' with a clock icon.
- OBSERVAÇÃO: A text input field.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.3. Banco de dados secundários com base em filtros

A utilização de um banco de dados secundário ou auxiliar, ajuda a eliminar dados que não tem relevância para determinado estudo, análise ou gerenciamento de alguma tarefa. Para que seja feita a filtragem dos dados é necessário a criação de uma tela parecida com o cadastro anterior, porém com o tipo de detalhe, mostrado pela Figura 17.

Para o filtro em questão os dados que fazem relevância para a análise, são o item, um intervalo de datas (estipulado pela data inicial e data final), além de um *QR Code*, este último implementado para utilização em etiquetas presentes em caixas, na qual apenas ao realizar *scanner* do *QR Code* (ferramenta disponível apenas em dispositivos *Mobile*) é possível obter todas as informações pertinentes a este processo em questão, realizando uma filtragem precisa.

Figura 17 - Criação de tela filtro

**FILTRO GERAL**  
data: FILTRO GERAL type: detail

**View name**  
The unique name for this view.  
FILTRO GERAL

**For this data**  
Which table or slice to display.  
FILTRO GERAL  
View Definition

**View type**  
What kind of view this is.  
calendar deck table gallery detail map chart  
dashboa form onboard card

**Position**  
Where the button to access this view is located.  
left most left center right right most menu ref

**View Options**

**Use Card Layout**  
Use a card view to layout the header items.

**Main image**  
The image column to show at the top of each slide.  
\*\*auto\*\*

**Header columns**  
Columns to highlight at the top of each slide.  
Add

**Quick edit columns**  
Which columns can be edited directly in the slide.  
ITEM  
DATA I  
DATA F  
QR CODE  
Add

Fonte: Elaborado pelo autor.

A parte visual da tela filtro fica de acordo com a Figura 18, de fácil visualização e manuseio por parte do usuário, essencial na produtividade da indústria, a presença de apenas filtros de dados importantes traz consigo esta característica.

Figura 18 - Tela de filtro

**FILTRO GERAL**

ITEM  
4992

DATA INICIAL  
2/2/2021

DATA FINAL  
16/4/2021

QR CODE OF

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.3.1. Fórmulas condicional para criação de um banco de dados filtrado

A parte primordial para realização de uma filtragem de dados com excelência, se inicia na formulação condicional dos dados, pois de nada adianta esta etapa não ser eficiente. Dados em excesso ou em falta não tornam a análise bem-sucedida. A formulação demonstrada pela Figura 19 filtra o banco de dados de composição química inicial, com todos os dados para um banco de dados secundário, auxiliado pelos dados inseridos na tela filtro, Figura 18.

Figura 19 - Exemplo de fórmula condicional de filtro

```
AND( (contains([item], if(any(item[item
of])="",ANY(item[item]),ANY(item[item of])))), (contains([codOF],
ANY(item[of]))), (contains([linha], ANY(item[linha]))),or(
ISBLANK(ANY(item[data inicial])) , AND( [dataEsp] >= ANY(item[data
inicial]), or( ISBLANK(ANY(item[data final])), [dataEsp] <= ANY(item[data
final])))) )
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A utilização de condições do tipo “E” e “OU” são essenciais neste tipo de código, por se tratar de diversas variáveis, dentro de cada variável é utilizado condições do tipo “contém” para pesquisar e mostrar apenas as informações que apresentam algum vestígio do que se procura.

### **3.3.4. Análise ou gerenciamento dos dados existentes**

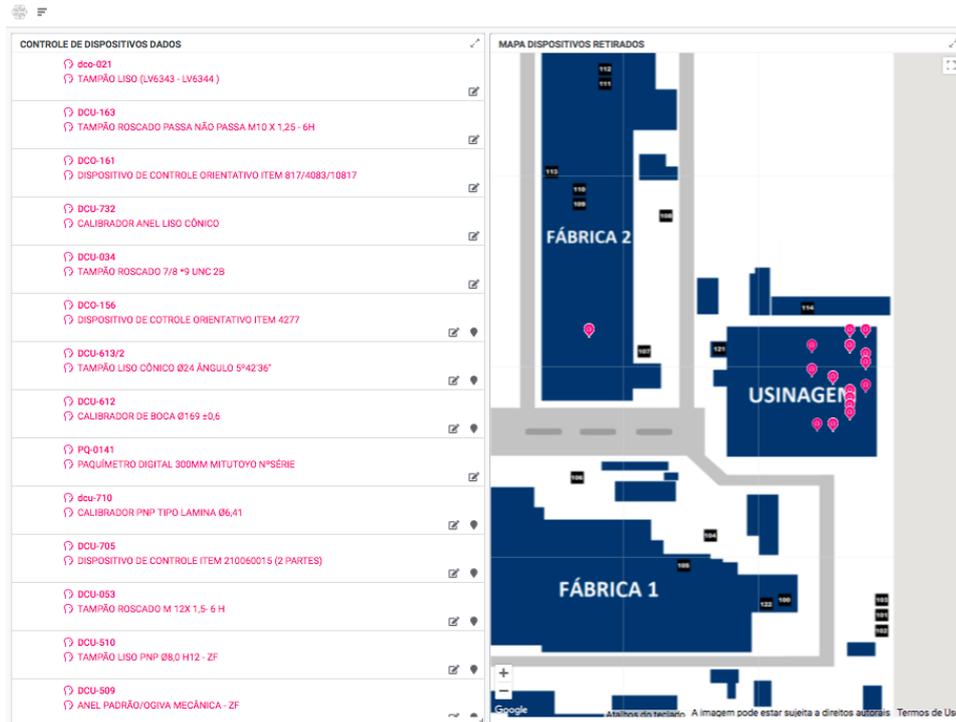
O sistema proposto, pode ser dividido em duas funções, gerenciamento dos dados cadastrados ou em análise gráfica das informações geradas pelos bancos de dados e demais módulos do sistema.

#### 3.3.4.1. Gerenciamento dos dados

O gerenciamento se faz da utilização de dados cadastrados, manipulando-os para que seja possível uma busca detalhada de alguma informação necessária para alguma tarefa, como no exemplo demonstrado pela Figura 20, onde pode-se visualizar no *layout* da empresa o local os dispositivos que foram retiradas da sala de metrologia

saíram para realizar alguma inspeção de qualidade de algum produto, ou até mesmo para casos de auditoria que se faz necessário prestar informações aos auditores, o uso desta ferramenta é essencial para o bom gerenciamento dos dispositivos de controle. Demais funções deste método serão discutidas posteriormente.

Figura 20 - Exemplo de gerenciamento de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

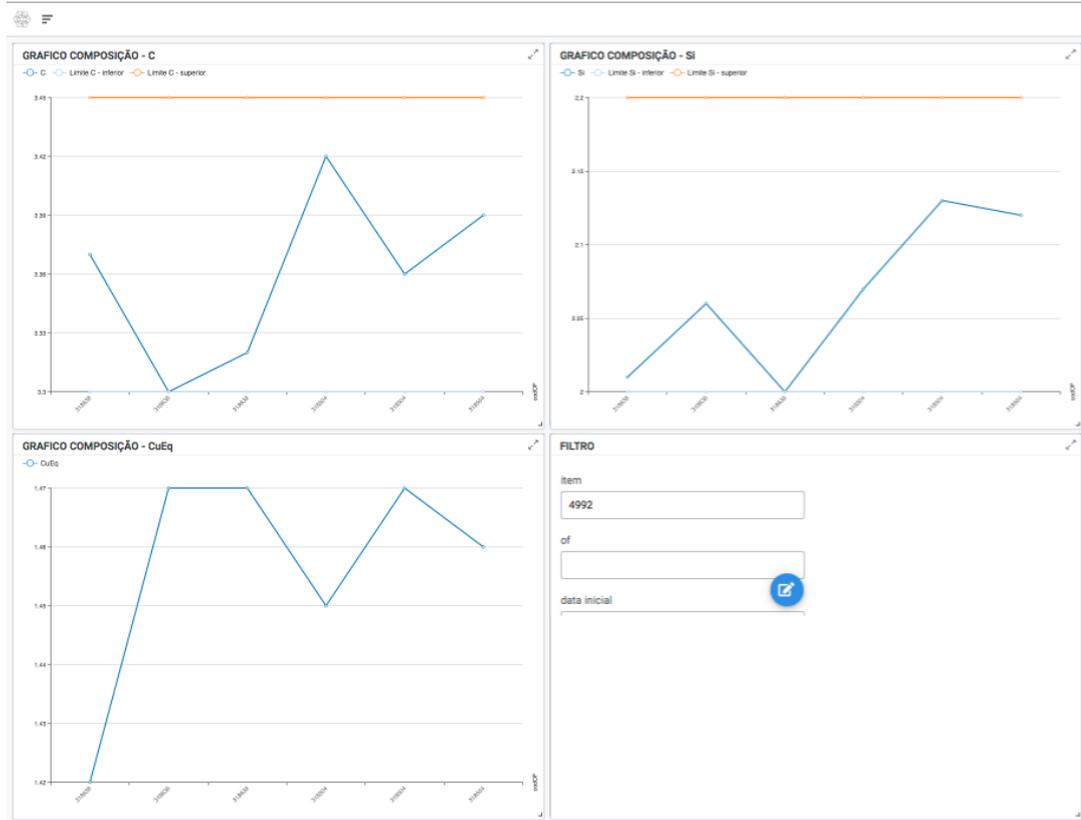
### 3.3.4.2. Análise dos dados

Já a análise dos dados de processos fabris, bem como tarefas diárias, pode ser utilizada para tomar ação sobre algo, de maneira a verificar as diversas informações existentes de forma clara e concisa, esta tarefa deve ser a mais completa, rápida e simples possível de se obter por parte do usuário. Já que com a decorrência desta otimização, tem-se como benefício uma redução da carga horária do colaborador destinada a resolução de algum trabalho, que faz referência a análise, além de uma maior assertividade em suas decisões, trazendo consigo benefícios para ambos, empresa e funcionário.

Para a formação da análise foi utilizado gráfico juntando algumas informações a respeito de algo, conforme Figura 21 que demonstra a composição química do item 4992 durante todo o período existente no banco de dados, informações essas

preenchidas pelo filtro. Nos gráficos pode-se observar a composição química do elemento carbono, bem como o limite superior e inferior aceitável, informações estas especificadas pela engenharia e presente no banco de dados.

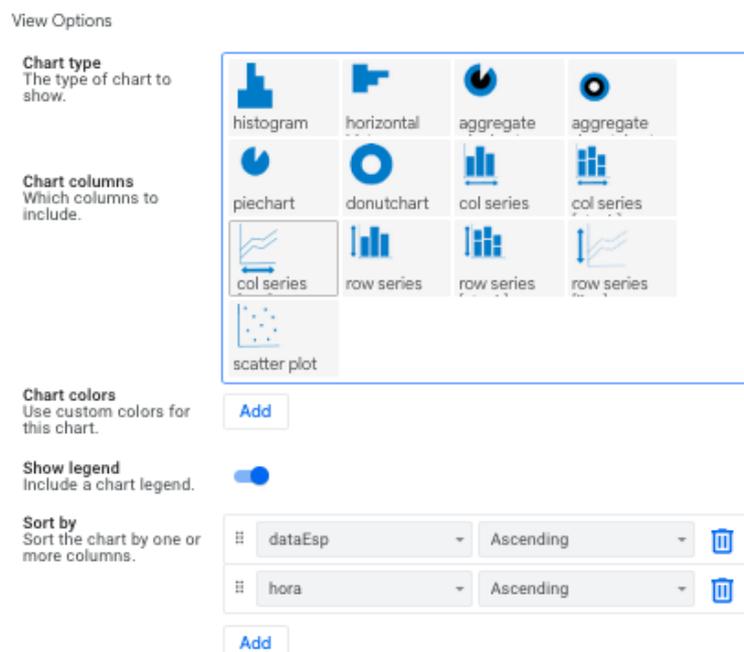
Figura 21 - Exemplo de análise de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

No presente trabalho serão visualizadas diversas formas de análise, porém todas partem da mesma premissa de visualização do tipo gráfico, editada na plataforma AppSheet, dentro do tipo tem-se diversos modos de visualização gráfica, são elas, histograma, em colunas, dispersão, pizza, entre outras (Figura 22).

Figura 22 - Tipos de apresentação gráfica



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.4. Exportação de um relatório de análise

Visto que sempre era gerado algumas informações manuais, foi criado então um método de automatização de tarefas, umas delas é por meio de envio de relatórios diários automáticos, a configuração se dá conforme Figura 23, na qual foi selecionado o tipo de tarefa a ser executada, frequência de execução, banco de dados primário, bem como algumas condições de execução.

Figura 23 - Geração de um relatório diário

The screenshot shows a configuration page for a workflow rule named 'refugo'. The interface includes the following sections:

- Rule name:** 'refugo' (Unique name for this workflow rule).
- At these times...:**
  - Schedule:** Weekly
  - Day of the week:** Sun, Mon, Tue, Wed, Thu, Fri (checked), Sat
  - Time:** 8:00 am
  - Time zone:** Central Brazilian Standard Time
- \_for table...:**
  - Table name:** FILTRO PLANO (View Definition)
  - Create report:** ForEntireTable
  - Bypass Security Filters?** (unchecked)
- If this is true...:**
  - Condition:** =

Fonte: Elaborado pelo autor.

O relatório foi produzido em formato em Word, onde cada informação presente no banco de dados deveria ser transposta para o formulário padrão, através de alguns códigos próprios da plataforma, no caso expresso pela Figura 24, como mostrado pelo código condicional da coluna “Item”, na qual, apenas serão mostrados os itens que apresentarem atraso, ou seja, status igual a 0% e que a data presente no campo “Quando?” esteja no dia atual ou em alguma data passada.

Estes relatórios são enviados diariamente para as reuniões de refugo, reunião que trata da resolução dos defeitos gerados durante a fundição do produto e seus processos, separados por fábrica 1 e 2 dentro da empresa Menegotti, atual Castertech.

Figura 24 - Exemplo de formatação de formulário

MENEGOTTI FUNDAÇÃO E USINAGEM		5W 2H (Plano de Ação Refugo)								Documento: RSMF - 452		
										Elaboração: <<today>>	Revisão: 00	
										Responsável: Qualidade		
Descrição do Problema:											Status Geral	Fábrica
Objetivo do plano de ação:												1
Item	Data de Abertura	Histórico	O que? (What)	Por que? (Why)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Setor	Como? (How)	Status	Ações	Refugo após ação	
<<Start: Filter( plano de ação, (and( fábrica)=1, [status]=0, or( Quando? (When)=today(), <<When? (When)=<<today()>>))>>><<Item>>	<<[Data de Abertura]>>	<<[Histórico]>>	<<[O que? (What)]>>	<<[Por que? (Why)]>>	<<[Quem? (Who)]>>	<<[Quando? (When)]>>	<<[Setor]>>	<<[Como? (How)]>>	<<[status]>>	<<[ações]>>	<<[Refugo após ação]>><<[Status]>>	
Elaboração: Ian Gustavo Tomelin Fugis						Aprovação: Simone Storte						

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4. APRESENTAÇÃO DE DADOS

A busca constante por melhorias nos processos e qualidade produtiva, sem contar com a redução de desperdício e aumento de lucro, são os pilares do gerenciamento interno de uma empresa. No entanto, durante o período de estudos dentro da empresa metalúrgica, onde realizou-se este trabalho, diversos problemas puderam ser encontrados, dificultando a análise e tomadas de decisão, dentre eles pode se destacar:

- Falta de estruturação de dados;
- Excesso de meios de controle, decentralizando as informações;
- Construção errôneas de planilhas de controle;
- Planilhas já abertas, impossibilitando a edição dos dados;
- Impossibilidade de análises essenciais dentro da indústria;
- Falta de mecanismos de controle de processos;
- Dificuldade de implementação por parte do setor de tecnologia da informação;
- Falta de acesso dentro do chão de fábrica;
- Falta de segurança na edição dos dados;
- Mecanismos de pesquisa e análise de forma simplificada, para todos os níveis técnicos.

### 4.1. FALTA DE ESTRUTURAÇÃO DE DADOS

Diversos mecanismos de pesquisa e cadastros presentes, tanto no ERP da empresa, quando por planilhas feitas pelos colaboradores, para auxiliá-los em seus projetos ou trabalho, foram feitas muitas vezes sem seus bancos de dados estarem estruturados. Desta forma faltando dados importantes para a geração de análises e gerenciamento dos dados da melhor maneira. Muitos controles de processos se encontram até mesmo com informações desorganizadas. Como por exemplo a planilha de programação de produção utilizada na usinagem.

Figura 25 - Planilha de programação da usinagem

03/set		Máquina	Item	Seq OP.	Em Processo	Bruto em estoque	OF	SEQ	SET-UP	Peças/Hora*	Horas Prog	Programação	Peças Boas					Refugadas	Atend. %	Motivo	Observação			
														1°	H	2°	H	3°	H					
03/set	GROB 1	10005134	1	0	4	326965				3,5	21,6	76	17	5	15	4	16	5		63%				
		210040053	1	0	0	326906				3,5		76	14	4	0	16	5			49%				
		210040134	1	0	316	400112/400113	7° Engenharia	SET-UP		1,9	17,0	0	0	0	0	0	0	0						
		210040052	1	0	0	400067	8°	SET-UP		1,9		32	1	1	13	7	0			43%				
	GROB 2	210040009	1	0	128	326904				4,6	21,6	100	52	11	37	8	20	4	2		109%			
		210040010	1	0	946	400116	9° Engenharia	SET-UP	#VALOR!		0,0	#VALOR!	0	1	0	0	0							
	Heller	210040140	1	0	305	326980				3,1	17,1	67	26	8	22	7	20	6	2+2		102%			
		210040139	1	0	1	326980				3,1		53	5	2	24	8	0				55%			
		210060018	1	0	2	400068	6° lugar da 140	SET-UP		3,1	2,0	6	0	3	1	0	0				48%			
		210040061	1	0	6	400111				3,1		53	27	9	0	15	5				79%			
	C YCM	210040014	1	0	8,9	400026				#VALOR!	17,1	0	53	0	55	0	0	0	2+2					
	C. DOOSAN	210040059	1	0	2339	326908				18,9	21,6	408	148	8	168	9	84	4			98%			
	DR2	10014993	1	0	0	326966				8,8	17,1	151	78	9	51	6	39	4	2+4		111%			
	DR3	210020056	1	0	300	326979				5,0	17,1	86	47	9	45	9	16	3	3		126%			
	DR4	210020076	1	0	698	326909				9,7	8,0	78	72	7	0	0	0	0	3		93%			
		210040099	1	0	0	400115	3° Engenharia	SET-UP		9,0	8,0	72	0	0	72	8	0	4			100%			
	T Doosan	10024247	1	0	487	400069				12,7	17,1	217	84	7	105	8	0	6			87%			
	TYCM	210020041	2	4	0	326354					4,5	0	66	0	66	0	0	0	2					
	G280	210040085	1	0	29	326913				6,0	21,6	130	43	7	43	7	22	4	1		83%			
	D800	210060001	1	0	6	326983				14,6	4,5	66	64	4	0	0	0	0			98%			
		10004933	1	0	131	400071	2°	SET-UP		18,5	8,0	148	0	112	6	0	0	2			76%			
	Robodril 1	210010012	1	0	1993	400110				18,2	21,6	393	163	9	89	5	62	3	1+1		80%			
	Robodril 2	210010098	1	0	793	326978				13,5	21,6	291	170	13	98	7	61	5	1+1+4		113%			
	Robodril 3	210020033	1	0	4571	326408				72,0	21,6	1556	628	9	660	9	342	5	8+1		105%			
Robodril 4	210040065	1	0	0	326912				14,5	4,5	65	0	0	0	55	4	1			84%				
	210020056	2	239		326979	1°	SET-UP	#VALOR!		17,1	0	56	0	72	0	0	0	1+4						
Balanceamento	210040085	2	26	29	326913				14,2	10,0	142	0	141	10	0	0	0	1		100%				
Furadeira	1	26							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0							
Chaveteira	1	266687							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0							
											320,3	#VALOR!	1814	121	1892	119	768	57						
04/set																								
		Máquina	Item	Seq OP.	Em Processo	Bruto em estoque	OF	SEQ	SET-UP	Peças/Hora*	Horas Prog	Programação	Peças Boas					Refugadas	Atend. %	Motivo	Observação			
														1°	H	2°	H	3°	H					
04/set	GROB 1	210040052	1	175	0	400067				1,9	13,0	25	8	4	10	5	6	3			97%			
		210040134	1	0	316	400112/400113				1,9		25	0	10	5	0	0				49%			
		210040010	1	0	946	400116				#VALOR!	13,0	#VALOR!	25	0	38	0	34	0						
	Heller	210060018	1	0	2	400068				3,1	13,0	40	18	6	12	4	14	5			109%			
		210040140	1	0	305	326980				3,1	17,1	40	18	6	5	2	13	4			89%			
		210040139	1	0	1	326980				3,1	17,1	40	5	2	7	2	13	4			62%			
		210040061	1	0	6	326982				3,1		40	0	0	0	0	0	0			0%			
	C YCM	1	0								0	0	0	0	0	0	0							
		1	266687							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	C. DOOSAN	210040059	1	0	2339	326908				18,9	13,0	246	74	4	0	86	5				65%			
	DR3	210020056	1	0	300	326979				5,0	17,1	86	0	0	14	3	3	3			16%			
	DR2	10014993	1	0	0	326966				8,8	17,1	151	0	10	1	38	4	4			32%			
	DR4	1	0							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	T. DOOSAN	1	266687							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	TYCM	1	266687							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	G280	210040136	1	0	0	400198				5,4	0,0	0	0	0	0	6	1	1						
	D800	1	0							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	Robodril 1	210010012	1	0	1993	400110				18,2	13,0	237	0	20	1	64	4				35%			
	Robodril 2	210010098	1	0	793	326978				13,5	13,0	175	132	10	41	3	62	5			134%			
	Robodril 3	210020033	1	0	4571	326408				72,0	21,6	1556	0	0	0	408	6				26%			
	Robodril 4	210020056	2	239		326979				#VALOR!	13,0	0	56	0	60	0	47	0						
	Montagem	1	239							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	Furadeira	1	266687							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
	Chaveteira	1	266687							#VALOR!		0	0	0	0	0	0	0						
											181,0	#VALOR!	336	31	213	24	805	43						

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se observar pela Figura 25, que existem muitas células mescladas e linhas em branco, impossibilitando o uso de filtros e demais tipos de fórmulas condicionais para realizar algum tipo de análise e uso de código em VBA com um nível de conhecimento básico, para a realização de tarefas simples. Este é um exemplo que nem sempre a parte estética irá ajuda nos processos de formação de dados e gerenciamento de processos, por muitos estes dados estão organizados, porém pelo contrário.

Figura 26 - Dados não estruturados retirados do sistema ERP

	QtdePC	QtdeKG	QtdeNCPC	QtdeNCKG	PercentPeca	PercentKG
<b>TOTAL</b>	<b>46.158,00</b>	<b>69.746,40</b>	<b>1.732,00</b>	<b>3.237,69</b>	<b>3,62%</b>	<b>4,44%</b>
<b>&gt;14-DISA</b>	<b>40.073,00</b>	<b>45.803,24</b>	<b>1.106,00</b>	<b>1.597,47</b>	<b>2,69%</b>	<b>3,37%</b>
>10020 - Rechupe no Ultrassom	0,00	0,00	27,00	52,92	0,07%	0,11%
>10107 - Prévia	0,00	0,00	16,00	59,12	0,04%	0,12%
>104 - Perda no Processo Produtivo	0,00	0,00	202,00	292,05	0,49%	0,62%
>107 - Peças cortadas	0,00	0,00	8,00	36,07	0,02%	0,08%
>12 - Empenamento	0,00	0,00	10,00	4,82	0,02%	0,01%
>14 - Molde Vazado	0,00	0,00	3,00	17,93	0,01%	0,04%
>16 - Excesso de Rebarbação	0,00	0,00	113,00	37,09	0,27%	0,08%
>18 - Macho Quebrado	0,00	0,00	54,00	70,72	0,13%	0,15%
>20 - Rechupe Visual	0,00	0,00	77,00	114,44	0,19%	0,24%
>21 - Inclusão de Escoria	0,00	0,00	134,00	190,27	0,33%	0,40%
>22 - Ferro Frio	0,00	0,00	18,00	25,18	0,04%	0,05%
>25 - Quebrado no Manuseio	0,00	0,00	7,00	22,33	0,02%	0,05%
>29 - Vazamento Incompleto	0,00	0,00	21,00	78,08	0,05%	0,16%
>30 - Fraturado Canal de Ataque	0,00	0,00	74,00	72,15	0,18%	0,15%
>55 - Olho de Peixe	0,00	0,00	25,00	58,42	0,06%	0,12%
>7 - Inclusão de Areia	0,00	0,00	246,00	301,10	0,60%	0,64%
>8 - Molde Quebrado	0,00	0,00	29,00	42,11	0,07%	0,09%
>801 - Amassado na Cunha	0,00	0,00	32,00	106,29	0,08%	0,22%
>803 - Amassado na quebra de canal	0,00	0,00	10,00	16,39	0,02%	0,03%
<b>&gt;201-LORAMENDI</b>	<b>3.549,00</b>	<b>19.149,75</b>	<b>194,00</b>	<b>932,50</b>	<b>5,18%</b>	<b>4,64%</b>
>104 - Perda no Processo Produtivo	0,00	0,00	21,00	102,45	0,56%	0,51%
>107 - Peças cortadas	0,00	0,00	1,00	9,33	0,03%	0,05%
>16 - Excesso de Rebarbação	0,00	0,00	1,00	1,80	0,03%	0,01%
>18 - Macho Quebrado	0,00	0,00	8,00	41,70	0,21%	0,21%
>20 - Rechupe Visual	0,00	0,00	9,00	69,96	0,24%	0,35%
>21 - Inclusão de Escoria	0,00	0,00	6,00	7,20	0,16%	0,04%
>22 - Ferro Frio	0,00	0,00	22,00	84,14	0,59%	0,42%
>25 - Quebrado no Manuseio	0,00	0,00	2,00	5,50	0,05%	0,03%
>266 - Teste ENG - Perda no Processo	0,00	0,00	2,00	1,94	0,05%	0,01%
>268 - Teste ENG - Peça não faturável	0,00	0,00	4,00	40,08	0,11%	0,20%
>271 - Teste ENG - Corte de peças	0,00	0,00	3,00	30,02	0,08%	0,15%
>274 - Teste ENG - Dimensional Fora do Esp	0,00	0,00	39,00	241,33	1,04%	1,20%
>29 - Vazamento Incompleto	0,00	0,00	3,00	16,62	0,08%	0,08%
>30 - Fraturado Canal de Ataque	0,00	0,00	31,00	59,54	0,83%	0,30%
>38 - Baixo Grau de Nodularização	0,00	0,00	11,00	91,08	0,29%	0,45%
>7 - Inclusão de Areia	0,00	0,00	14,00	41,91	0,37%	0,21%
>801 - Amassado na Cunha	0,00	0,00	16,00	86,10	0,43%	0,43%
>9 - Molde Esmagado	0,00	0,00	1,00	1,80	0,03%	0,01%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 26, demonstra outro exemplo de dados não estruturados, estes por exemplo gerados no formato de árvore, trazendo um enorme problema para a análise destes dados, sendo necessário um enorme esforço e conhecimento técnico para obter algum proveito sem ser de forma manual. Já que a utilização de códigos em VBA, por exemplo, para organizar estes dados, demanda de um nível técnico avançado e amplo conhecimento, sendo este muitas vezes escasso na indústria.

## 4.2. EXCESSO DE MEIOS DE CONTROLE

A falta de interfaces dentro do sistema, que abrangem toda a etapa do processo e desejo do usuário, dos mais variados níveis técnicos, é difícil de ser encontrada, ou até mesmo leva-se tempo até que seja implementado algum sistema de acordo com todas as necessidades do cliente, na qual, estas necessidades estão em constante evolução, pois todos os dias novas oportunidades e problemas surgem.

Figura 27 - Excesso de planilhas de gerenciamento

 BLOQUEIO DE PRODUTOS	28/09/2020 13:00	Microsoft Excel Mac...	1.056 KB
 BRUTO-USINADO	20/04/2021 16:46	Microsoft Excel Mac...	59 KB
 BURTO-USINADO	20/04/2021 15:51	Microsoft Excel Mac...	75 KB
 caixas	19/05/2021 17:20	Microsoft Excel Mac...	97 KB
 caixas	19/05/2021 13:48	Microsoft Excel Wor...	21 KB
 calendario	25/11/2020 07:39	Microsoft Excel Mac...	18 KB
 Cópia de Pasta1	18/12/2020 16:43	Microsoft Excel Mac...	60 KB
 custo	22/02/2021 14:04	Microsoft Excel Mac...	10 KB
 custo	26/04/2021 10:07	Microsoft Excel Wor...	11 KB
 CUSTOS INDUSTRIALIZAÇÃO - Cópia	21/06/2021 08:28	Microsoft Excel Mac...	8.238 KB
 CUSTOS INDUSTRIALIZAÇÃO	29/01/2021 09:44	Microsoft Excel Mac...	4.369 KB
 dados usinagem	22/04/2021 09:15	Microsoft Excel 97-...	243 KB
 demonstrativo consulta de reclamações	28/09/2020 12:45	Microsoft Excel Wor...	17 KB
 DISPOSITIVOS	10/05/2021 13:54	Microsoft Excel Wor...	117 KB
 DUREZA	17/05/2021 16:28	Microsoft Excel Wor...	11 KB
 forno	08/10/2020 13:23	Microsoft Excel Mac...	1.030 KB
 Inclusão de areia - mecânica	12/11/2020 12:44	Microsoft Excel Mac...	26 KB
 INCLUSÃO DE AREIA	29/09/2020 12:58	Microsoft Excel Wor...	45 KB
 item	25/02/2021 14:27	Microsoft Excel Wor...	1.331 KB
 ITEM2	02/03/2021 10:13	Microsoft Excel Wor...	396 KB
 itens	10/12/2020 10:19	Microsoft Excel Wor...	410 KB

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, os colaboradores constroem seus próprios “sistemas”, através de planilhas, normalmente utilizando o programa Excel, porém o grande número de planilhas, sem uma interconexão entre elas deixam as informações presas. Isto é, estes dados poderiam ser compartilhados com outros programas, fazendo parte de um grande conjunto de dados, tornando as análises ricas de informação. A maioria das empresas e funcionários nem imaginam o poder de informação que possuem, porém, não utilizadas em seu máximo. A modo de exemplo na Figura 27, se observa um excesso de planilhas de controle, e possivelmente algumas delas poderiam ter algum dado que se somaria a outros, tirando maior proveito dos dados. Até mesmo

um preenchimento que não seria necessário, pois a informação já existe em algum banco de dados, sendo necessário apenas uma correlação simples, facilitando e tornando mais rápido a tarefa à ser realizada.

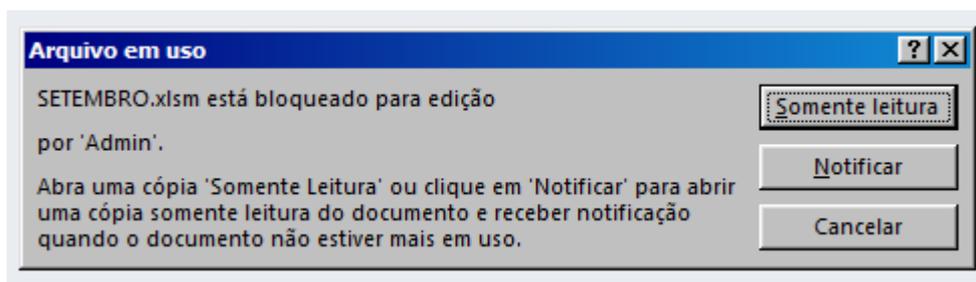
#### 4.3. CONSTRUÇÃO ERRÔNEA DE PLANILHAS DE CONTROLE

Em adição aos problemas encontrados anteriormente, a criação de planilhas de controle de forma errônea é um grande problema para análises posteriores. Pelo simples fato de que muitas vezes no momento da criação, não é pensado que em um futuro pode-se tirar proveito dos dados de outra forma, diferente da proposta inicialmente. Desta forma, a criação de condições simples de formatação, por exemplo em datas, impossibilitando o cadastro de datas diferentes da atual, ou criar uma lista suspensa com o nome dos fornecedores, impossibilitando a escrita errada dos seus nomes. Ocorre alguns casos de nomes de fornecedores escritos de formas diferentes para expressar a mesma informação, este acontecimento no momento de uma análise causa um enorme transtorno, tendo que renomear alguns dados preenchidos inicialmente, gerando um retrabalho.

#### 4.4. PLANILHAS JÁ ABERTAS, IMPOSSIBILITANDO A EDIÇÃO DOS DADOS

Geralmente, quando é uma planilha de gerenciamento, com acesso de diversas pessoas, é comum se deparar com a mensagem exemplificada pela Figura 28. Mensagem esta que impossibilita a pessoa responsável pela edição de realizar as modificações necessárias para o bom andamento de seu trabalho e tarefa diária, até mesmo podendo ser está a tarefa de mais de uma pessoa ao mesmo tempo, tendo elas que se alinhar, quando a edição e cadastro de informações, para que no momento que um estiver com ela aberto o outro deverá fecha-la.

Figura 28 - Mensagem de somente leitura



Fonte: Elaborado pelo autor.

Problema este que impossibilita a agilidade do processo, ou até mesmo a criação de cópias de documentos, gerando duplicidades, até o ponto de uma sobrecarga desnecessária no servidor (Figura 29 - Criação de cópias de arquivos

Figura 29 - Criação de cópias de arquivos

 Cópia de Programação Usinagem 2021	14/09/2021 07:51	Microsoft Excel Wor...	2.631 KB
 Programação Usinagem 2021	14/09/2021 07:22	Microsoft Excel Wor...	2.673 KB

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.5. IMPOSSIBILIDADE DE ANALISES ESSENCIAS DENTRO DA INDÚSTRIA

Muitas pesquisas não podem ser feitas dentro dos sistemas ERP da empresa, como consequência do desconhecimento da real função da tela, ou por não ter a vivência diária do processo que ela executa, por parte do TI. Um problema que interfere diretamente em umas das mais importantes análises dentro dos processos de fundição, a verificação das composições químicas das panelas, na qual carrega o metal líquido pronto para iniciar o processo de vazamento no molde, gerando assim o produto desejado.

Essa dificuldade é expressa inicialmente pela Figura 30, na qual não se consegue pesquisar os itens específicos diretamente pelo ERP, desta forma, deve-se gerar uma pesquisa ampla, exportar os dados para uma posterior manipulação de seus dados no Excel, por exemplo. Vale a ressalva que a pesquisa nesta tela, devido a sua infinidade de dados é demorada, tornando somente a pesquisa, em uma análise de 3 meses, em torno de duas horas. Após a exportação destes dados, deve-se recorrer ao Excel, necessitando algum conhecimento prévio para a execução, para

então gerar os gráficos necessários para formalizar uma análise de composição química.

Com isso, aliado a outras informações, pode ser tomado ações para a redução de refugo e evitar defeitos de fundição provindos de possíveis elementos químicos fora da especificação imposta pela engenharia, ou até mesmo com estas análises estipular seus limites inferiores e superiores de cada elemento, aliado com a menor ocorrência de defeitos, chegando assim a um ideal.

Figura 30 - Consulta simples de análise química

Cod_OF	dataEsp	hora	corrida	Liga	Forno	C	CAt	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mc
400516	13/09/2021	00:25	94PA	D	01	3,3320		2,0450	0,2640	0,0270	0,0790	0,0220	0,0590	0,
400516	13/09/2021	00:38	94PA	D	01	3,2760		2,0520	0,2650	0,0240	0,0800	0,0230	0,0580	0,
400515	13/09/2021	02:25	95PA	D	01	3,4120		2,1700	0,3160	0,0310	0,0780	0,0220	0,0580	0,
400511	13/09/2021	02:45	95PA	D	01	3,3750		2,0370	0,3130	0,0240	0,0730	0,0220	0,0570	0,
400563	13/09/2021	05:16	96PA	E	01	3,2920		2,1560	0,2620	0,0230	0,0760	0,0200	0,0510	0,
400563	13/09/2021	05:25	96PA	E	01	3,2910		2,1730	0,2590	0,0230	0,0770	0,0200	0,0500	0,
400564	13/09/2021	05:37	96PA	D	01	3,2980		2,0310	0,2570	0,0210	0,0760	0,0200	0,0480	0,
400564	13/09/2021	08:06	97PA	D	01	3,3320		2,0270	0,2660	0,0240	0,0990	0,0170	0,0450	0,
400565	13/09/2021	08:06	97PA	D	01	3,3320		2,0270	0,2660	0,0240	0,0990	0,0170	0,0450	0,
400565	13/09/2021	11:28	98PA	D	01	3,3740		1,9730	0,2420	0,0220	0,0960	0,0160	0,0410	0,
400566	13/09/2021	11:29	98PA	D	01	3,4060		1,9750	0,2370	0,0210	0,0950	0,0160	0,0400	0,
400566	13/09/2021	12:38	98PA	D	01	3,3830		2,1330	0,2350	0,0200	0,0900	0,0160	0,0380	0,
400509	13/09/2021	15:59	99PA	C	01	3,3680		1,9530	0,3600	0,0210	0,0870	0,0160	0,0400	0,
400509	13/09/2021	16:21	99PA	C	01	3,3820		2,0360	0,3860	0,0200	0,0830	0,0180	0,0410	0,
400516	13/09/2021	01:11	02PA	D	02	3,2880		2,1690	0,2860	0,0270	0,0810	0,0210	0,0530	0,
400516	13/09/2021	01:38	02PA	D	02	3,3330		2,1930	0,2730	0,0250	0,0810	0,0240	0,0540	0,
400513	13/09/2021	03:22	03PA	D	02	3,3570		2,1500	0,2860	0,0250	0,0890	0,0210	0,0510	0,
400512	13/09/2021	03:47	03PA	D	02	3,4060		2,1200	0,2660	0,0230	0,0700	0,0200	0,0530	0,

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a conclusão destas etapas citadas, levando em consideração desde a pesquisa, manipulação e análise, em torno de 4 horas de trabalho, na melhor das hipóteses, fazendo necessário conhecimento avançado por parte do usuário que executa estas tarefas, impossibilitado na maioria das vezes de ser realizado por este último fator, ou a disposição de um tempo somente para sua realização, já que o colaborador exerce outras funções dentro da indústria.

#### 4.6. FALTA DE MECANISMOS DE CONTROLE DE PROCESSOS

A constante evolução dos sistemas de controle, aliado com a demanda de controle de produções e processos, nem sempre caminham em conjunto com as necessidades específicas que surgem em cada etapa, por exemplo com o advento da tecnologia, aliado à internet das coisas, o mapeamento de dispositivos de controle em tempo real, faz se necessário nos dias de hoje. Pelo simples fato de envolver um elevado custo agregado na aquisição dos equipamentos, bem como na seu posterior controle e cuidados necessários.

Este controle, em conjunto com auditorias externas, imposta pela norma IATF, é de obrigação da indústria, produtora de itens automotivos. Na qual, todos os itens que fazem a liberação de algum processo ou produto devem estar em dia com sua calibração e cuidado. Deste modo, o bom gerenciamento dos dispositivos faz-se necessário, processo na qual nem sempre os sistemas ERP estão adequados a suprir as necessidades do setor de metrologia, como no caso da indústria em estudo.

Não só o controle de dispositivos se torna necessário para a qualidade final dos produtos, pois desde o início deve se garantir um processo estável e adequado. Desta forma, a análise da prévia (primeira peça do lote a ser fabricado) é de extrema importância, este controle quando bem executado previne possíveis defeitos provindos de todo o processo, realizando a contenção de imediato.

Porém um histórico para que seja realizada alguma consulta, ou até mesmo um documento provando que tal processo pode se iniciar, de acordo com a fabricação bem sucedida desta prévia, deve estar disponível aos colaboradores que exercem papel direto a este processo, o que não ocorre em muitas indústrias. Um *check-list*, fotos, observações, bem como assinaturas dos responsáveis pela aprovação, tornam o processo mais seguro, bem como a formação de um plano de ação posterior para controle de defeitos.

#### 4.7. DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO POR PARTE DO SETOR DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A falta de convívio com as etapas e processos, por parte do setor de TI, impossibilita a melhoria significativa do sistema utilizado, onde a melhor ferramenta para a melhoria continua é a vivencia na área, entender as dificuldades e observar o real motivo por trás da situação. Com isso, os colaboradores que exercem as funções devem abrir chamados para o setor de TI para que resolva problemas ou a

possibilidade de melhoria por parte do sistema. Porém, como demonstrado pela Figura 31, na qual foi aberto 44 chamados, dentre elas algumas mudanças no sistema de forma recorrente, sendo solicitado a correção de problemas que impactam diretamente no processo produtivo, bem como nas tarefas propostas pelo cargo exercido. Este exacerbado número de chamados solicitados, só não se tornou maior pelo fato de que muitas vezes fui chamado ao setor de TI, para que em conjunto com os técnicos resolver os problemas e mudanças solicitadas. Sendo assim, comprovando que a convivência com os problemas diários, melhoram de forma significativa a percepção dos processos e possibilidades de melhoria.

Figura 31 - Abertura de chamado para o setor de TI

Cria um chamado +	
Chamados	Número
Chamado esperando sua aprovação	0
Novo	0
Processando (atribuído)	5
Processando (planejado)	0
Pendente	0
Solucionado	0
Fechado	44
Excluído	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.8. FALTA DE ACESSO DENTRO DO CHÃO DE FÁBRICA

A impossibilidade de obter informações importantes em horas oportunas, pode acarretar em decisões errôneas por parte do envolvido, já que as mesmas podem ser tomadas com base na expertise e não em dados concretos da real situação. Esta decisão por exemplo pode até modificar o caminho mais curto para a realização do problema, perdendo assim um histórico de dados e parâmetros, pois se for modificado um ferramental por exemplo, os dados de composição química e areia

em vazamentos antigos podem ser mascarados pela geração de um novo fluxo de enchimento, parâmetros de espessura de parede e organização de massalotes.

Desta maneira, a possibilidade de acesso a informação dentro do chão de fábrica ou em qualquer lugar que se faz necessário, é imprescindível nos dias de hoje, ainda mais com o advento da quarta revolução industrial com a implementação das redes de dados moveis, auxiliando a utilização de *smartphones* por parte dos usuários. Sendo assim, ter estas informações na palma da mão podem evitar possíveis transtorno e defeitos originados por uma má decisão tomada.

#### 4.9. FALTA DE SEGURANÇA NA EDIÇÃO DOS DADOS

A segurança das informações geradas, é um dos tópicos mais importantes nos dias atuais, sendo imprescindível sua utilização desde os mais básicos sistemas de controle, como por exemplo planilhas.

O desuso de recursos que garantem tal preenchimento de dados, bem como a modificação errônea, ou até mesmo a exclusão de informações, podem ser irreversíveis. Não obstante, a utilização de senhas, bloqueios de dados, criação de backup, ou até mesmo a geração de um rastro digital para com o programa, sendo esta última, o nome do colaborador a modificar os dados. São detalhes simples, porém pouco utilizados e que faz uma grande diferença em um futuro, quando ocorrer tais problemas, e realmente ocorrem com frequência na indústria.

#### 4.10. MECANISMOS DE PESQUISA E ANÁLISE DE FORMA SIMPLIFICADA, PARA TODOS OS NÍVEIS TÉCNICOS

Em muitos sistemas ERP a realização de algumas pesquisas requer um breve conhecimento e treinamento por parte dos envolvidos, deixando esta função aos seus superiores imediatos fornecer tal treinamento. Por exemplo na Figura 32, na qual se faz necessário para a busca da quantidade de refugo gerado pela fábrica nas datas estipuladas pelo filtro presente, porém nesta tela apresenta diversas informações que podem ser adicionadas a pesquisa, mas nem sempre se faz o uso delas. Sendo assim, muitas vezes o excesso de informação nos traz problemas, onde o básico já é o suficiente para o bom gerenciamento do processo. Sem contar que o acesso a informação nestes casos se limita muito ao nível técnico do colaborador.

Figura 32 - Pesquisa de refugo

**Consulta de Principais Refugos Detalhado**

Data Início: 01/09/2021      Divisão: Fundição Usinagem Macharia  
 Data Fim: 30/09/2021      Visualização: Tree View Grid  
 Produto:      Cód OF:      Cód. Motivo

**Consulta**

Setor Moldagem     Mês     Cód. Motivo  
 Cód. Produto     Data Apontamento     Origem  
 Cód. OF     Data Moldagem     Cód. Cliente  
 Sequencia     Hora Moldagem     Classificação  
 Ano     Escala     Tipo Caixa

Considerar Refugos em Terceiros     Considerar Somente  
 Considerar Refugos de Inventário     Considerar Somente  
 Considerar Refugos Peça Cortada     Considerar Somente  
 Considerar Refugos Perda Processo     Considerar Somente  
 Considerar Refugo de Amostra     Considerar Somente  
 Considerar OFs SOP     Considerar Somente  
 Considerar Refugo de Ordem de Retrabalho     Mostrar Custo

A quantidade e quilos produzidos é referente ao total finalizado da OF.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Análises complicadas, que requer uma certa expertise técnica relacionada a pacotes Office, em muitos casos é de interesse de muitos gestores, para que se possa tirar proveito de dados, gerando análises diárias para um acompanhamento específico de algum processo. Como no caso apresentado pela Figura 33, onde apresenta os dados referentes aos circulantes da fábrica por linha.

Figura 33 - Dados dos circulantes na fábrica

OF	Produto	Seq. Op	Operação	Qtde Aberta	Peso Aberto	Unidade	Moldagem
324496	210040094-0	2	34-CHAVETAR - USINAGEM		56	79,52	Usinagem
325310	210040101-0	4	34-CHAVETAR - USINAGEM		32	122,24	Usinagem
325652	210010015-0	2	32-TORNEAR - USINAGEM		155	167,40	Usinagem
325691	210040098-0	2	34-CHAVETAR - USINAGEM		33	46,86	Usinagem
326354	210020041-0	2	32-TORNEAR - USINAGEM		4	23,16	Usinagem
302012	210040141-0	3	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		6	26,40	Usinagem
325652	210010015-0	3	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		22	23,76	Usinagem
326061	210020056-0	3	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		366	969,90	Usinagem
326341	210040027-0	3	3118-GALVANIZAÇÃO NEGRA		109	366,02	Usinagem
326474	210010012-0	2	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		3	5,39	Usinagem
326573	210020021-0	2	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		83	1.130,46	Usinagem
326703	210060004-0	2	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		18	446,78	Usinagem
326908	210040059-0	2	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		1.216	376,96	Usinagem
326966	010014993-0	2	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		43	249,40	Usinagem
327048	210040104-0	2	9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM		11	165,88	Usinagem
327054	210040027-0	3	3118-GALVANIZAÇÃO NEGRA		13	43,65	Usinagem
326662	010004365-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		61	43,92	Fundição I
326712	010010112-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		35	26,95	Fundição I
326732	010005016-0	3	2014-REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA		619	4.073,02	Fundição II
326745	010004158-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		3	36,90	Fundição I
326749	010005032-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		9	152,73	Fundição I
326782	102061247-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		75	292,50	Fundição I
326784	210040110-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		53	123,49	Fundição I
326834	102061065-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		35	277,20	Fundição I
326837	010005032-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		12	203,64	Fundição I
326896	010004659-0	2	1701-QUEBRAR CANAL		18	124,92	Fundição I
326000	210010080-0	3	607-JATEAR GANCHEIRA		410	1.197,20	Fundição I
326780	210030031-0	3	9900-OLEAR		713	420,67	Fundição I
324991	210020201-0	4	9990-ULTRASSOM/DUREZA		159	147,87	Fundição II

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta informação está bruta e precisa-se gerar a quantidade por linha e tipo de controle (quebra de canal, pintura interna, controle, entre outros), conforme Figura 34, estes dados poderiam ser obtidos manualmente pelo analista, porém levaria por volta de 2 horas da montagem dos dados até a finalização de um relatório adequado, além do fato de que desta forma pode ter a ocorrência de erros operacionais durante o processo de coleta dos dados e soma das quantidades para cada tipo de controle.

Figura 34 - Circulantes por linha

Moldagem MECÂNICA	
	Circulante
Quebra Canal	3.040
Rebarbação Robo	0
Rebarbação 3º	6.179
Tratamento Térmico 3º	951
Pintura 3º	2.387
Pintura Interna	0
Controle	1.688
Qualidade - Ultrassom	0
<b>Total Fundição</b>	<b>14.246</b>

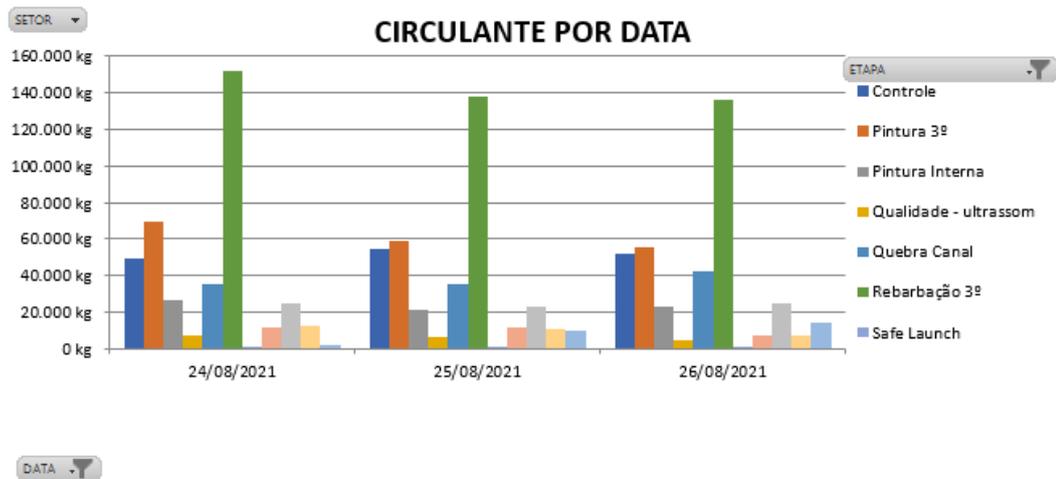
Circulante Usinagem	
	Circulante
Usinagem 3º MECÂNICA	1.601
Usinagem 3º DISA	6.984
Usinagem 3º LORAMENDI	0
Usinagem MECÂNICA	473
Usinagem DISA	15.988
Usinagem LORAMENDI	6.010
Safe Launch MECÂNICA	0
Safe Launch LORAMENDI	26
Safe Launch DISA	132,978
<b>Total Usinagem</b>	<b>31.216</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todavia, o uso de ferramentas computacionais auxilia e muito em análises diárias, ou seja, cotidianas e padronizadas. Então para o caso a cima mencionado, foi criado um código em VBA para Excel (Anexo F), na qual reduz este tempo de análise e finalização do relatório, com o envio de e-mail para os responsáveis em torno de 3 minutos, uma redução drástica no tempo de trabalho.

Com tudo, está análise bem como o gráfico mostrado na Figura 35 - Gráfico do histórico de circulantes só seria possível com um nível de conhecimento técnico avançado, indisponível muitas das vezes nas indústrias. Pois o gráfico mostra a evolução ao longo do tempo do total de circulantes por tipo de controle, ou seja, foi necessário um bando de dados auxiliar com um histórico gerado a cada dia, não disponível no sistema ERP, sendo indispensável a criação dos códigos citados. Sua inexistência tornaria a análise inviável, sem tal nível de conhecimento, pois a demanda de tempo para somente uma análise, deixaria o analista apenas na função desta única tarefa diariamente.

Figura 35 - Gráfico do histórico de circulantes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta não é a única análise que demanda um bom conhecimento técnico para sua realização, se for tomar como base um estudo de composição química, parâmetros de areia durante a moldagem e temperatura de vazamento, tem-se um grande problema. Pois estes dados não se encontram no mesmo banco de dados e telas de pesquisa. Além de que nos parâmetros de areia não apresenta os itens que foram moldados naquele momento, ou seja, impossibilitando a análise por parte de um usuário comum do sistema.

Desta forma, teria que unir todos os dados em um só banco e utilizar de algum código computacional para formatação dos dados e gerar alguma análise válida, supondo que não se obtém dos supostos códigos escritos, a análise manual levaria horas para realizar o estudo de apenas 1 item, agora imagine para dezenas que são produzidas durante um dia, na qual apresenta algum tipo de defeito que poderia ser evitado, desta maneira, a análise é pouco utilizada de forma macro na indústria estudada.

## 5. ANÁLISE DE DADOS

Na busca incessante por resolver quaisquer problemas que possam ser encontrados nas etapas de produção, do início até a concepção do produto final, é um dos maiores desafios da indústria, focando ao máximo a redução de desperdícios, otimizar os processos, porém sem perder a qualidade final do seu produto. Todavia, os problemas enfrentados, na qual foram discutidos no tópico anterior, exerce uma influência direta nos resultados finais de produção, onde a melhoria contínua, *lean manufacturing*, *six sigma*, ferramentas que são empregadas nas indústrias. Desta forma, sem uma análise de causa, facilidades operacionais, previsão de possíveis variações e defeitos, não há possibilidade de melhoria.

Todavia, com a intenção de otimizar a utilização e emprego destas ferramentas da qualidade, foi desenvolvido um sistema para realizar um gerenciamento e análise dos processos de produção, na qual é subdividido em diversos módulos. Diversos banco de dados são utilizados, por meio de importação do ERP da empresa via armazenamento em nuvem, ou por criação própria dentro do sistema, por parte dos usuários. Porém estes dados podem ser analisados em conjunto, graças a implementação de fórmulas de correlações, por seus bancos de dados estarem estruturados.

Os módulos presentes no sistema são os seguintes, na qual serão explanados posteriormente sua real importância para a resolução de um problema e consequência da utilização:

- Indicadores diários;
- Análise de areia verde;
- Análise da temperatura das panelas;
- Análise de composição química;
- Análise de vazamento;
- Plano de ação da reunião de refugo;
- Acompanhamento de OF'S;
- Acompanhamento do refugo mensal;
- Reclamações de clientes;
- Gerenciamento dos itens em retrabalho;

- Acompanhamento dos produtos em industrialização;
- Gerenciamento dos bloqueios de produtos;
- Programação da fundição;
- Programação da usinagem;
- Entrada de medições, laboratório de metrologia;
- Controle dos dispositivos de medição;
- Lista de produtos;
- Análise da prévia de produção;
- Análise geral da produção;
- Segurança de acessos.

Cada módulo criado tem importantes tarefa a serem executadas, porém todas tem o intuito de otimizar os processos, bem como criar um histórico, para posteriores análises de causa, sejam elas de redução de desperdício, melhoria contínua do processo, redução de defeito, aumento de qualidade operacional e de seus produtos fabricados, auditorias, dentre outros motivos. Vale ressaltar que estes processos não estavam presentes na indústria testada de forma completa, sendo que muitas destas análises, cadastros e banco de dados eram inexistentes até então. Sem contar de que através do sistema, as informações mais importantes do sistema fabril estão na palma de sua mão, através de um *smartphone* ou *tablet*.

### 5.1. INDICADORES DIÁRIOS

O acesso a informação sempre que necessário é primordial dentro da indústria, bem como previsto em requisitos de normas. Porém os indicadores enviados por e-mail diariamente nem sempre estão nas mãos do usuário, sendo necessário o uso de um computador, mas nunca no chão de fábrica.

Por estes motivos, foi armazenado os relatórios enviados pelos responsáveis no armazenamento em nuvem padrão utilizado, onde por meio deste o sistema desenvolvido se conecta com o armazenamento, possibilitando que o usuário acesse os indicadores, em formato PDF, em todo lugar que tenha acesso a rede de dados, apresentado da seguinte forma, como na Figura 36.

Este modulo resolve um dos problemas da falta de acesso de dados no chão de fábrica, citado anteriormente.

Figura 36 - Indicadores diários



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2. ANÁLISE DE AREIA VERDE

Para que fosse possível gerar a análise da areia verde, foi necessário estruturar os dados da tabela abaixo, da mesma forma que o código do Anexo C, porém com ênfase na geração dos dados para areia verde ao invés da composição química, o mesmo será realizado posteriormente para a temperatura de vazamento, pelos mesmos motivos, de não apresentar dados estruturados.

Figura 37 - Dados de areia verde não estruturados

GRUPO	VARIAVEL	UNIDADE	DATA	HORA	VALOR	LIMITE INF	PREVENTI	CORRETIV	LIMITE SU	PREVENTI	CORRETIV	STATUS
VICK ENSAIOS A VERDE	COMPACTABILIDADE	%	08/04/2021	06:00	49	45	46	0	50	49	0	N
VICK ENSAIOS A VERDE	PERMEABILIDADE	AFS	08/04/2021	06:00	121	70	72	0	120	118	0	F
VICK ENSAIOS A VERDE	RTU	N/cm <sup>2</sup>	08/04/2021	06:00	0,25	0,24	0,25	0	0,34	0,33	0	N
VICK ENSAIOS A VERDE	RCV	N/cm <sup>2</sup>	08/04/2021	06:00	19,7	18	19	0	24	23	0	N
VICK ENSAIOS A VERDE	TEMPERATURA MÁX.	°C	08/04/2021	06:00	43	0	0	0	50	48	0	N
VICK ENSAIOS A VERDE	UMIDADE	%	08/04/2021	06:00	4,1	3,3	3,4	0	4,1	4	0	P

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da importação dos dados para o armazenamento em nuvem e posterior integração com a plataforma, é possível iniciar a construção do sistema de análise para a areia verde, e demais estudos.

É feita por meio de um *dashboard* a colocação de todos os gráficos referentes aos parâmetros de areia verde no momento do vazamento, demonstrado pela Figura 38, na qual apresenta os limites inferiores e superiores especificados para cada item

no momento da moldagem, estes parâmetros são retirados pelos analistas algumas vezes por dia, para que seja realizado posteriores análises, segundo procedimentos, no laboratório de areia, até o cadastramento dos parâmetros encontrado no ERP da empresa.

As análises por meio do usuário do sistema podem ser feitas de forma simples, sendo apenas necessário por meio de uma filtragem rápida, com o código do item, OF, ou por um intervalo de datas. Filtro este que auxiliam na verificação apenas dos dados pertinentes ao usuário, em qualquer lugar que esteja, já que uma vez sincronizado os dados, podem ser vistos de maneira *off-line*.

Figura 38 - Gráfico dos parâmetros de areia verde



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tomada de decisões com base nas análises dos parâmetros de areia verde, podem ser feitas em alguns segundos. Para o caso específico apresentado, do item 4992, pode-se observar alguns parâmetros fora do especificado, como por exemplo a umidade a cima do limite superior, podendo causar por exemplo o aparecimento de gases na peça fundida.

### 5.3. ANÁLISE DA TEMPERATURA DAS PANELAS

O módulo em questão, conta com a mesma tratativa dita anteriormente, porém com foco na temperatura de vazamento. A temperatura de vazamento é verificada com auxílio de um pirômetro de contato, na qual após a aferição da temperatura da panela, que será inserida dentro da câmara vazadora, após a verificação se faz o cadastro no ERP da empresa por parte do operador.

Após os dados preenchidos, exportados, formatados, estruturados e importados para o sistema de gerenciamento, é possível tirar proveito do banco de dados, o qual contém informações primordiais para as diversas possibilidades de defeitos encontrados no produto final.

Figura 39 - Temperaturas de vazamento do metal líquido



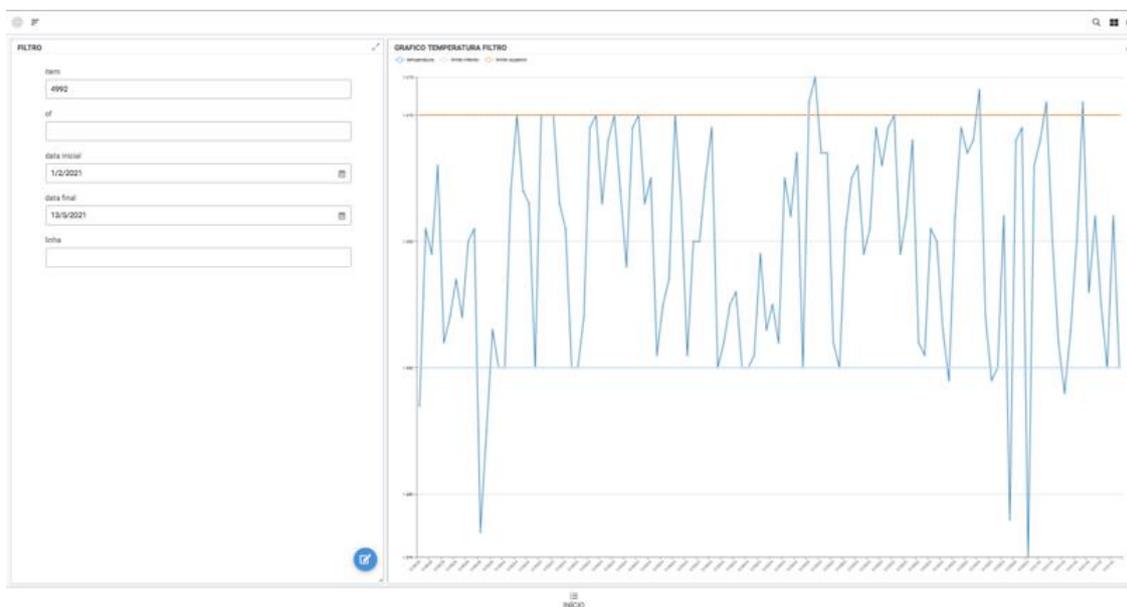
FILTRO	TEMPERATURA	COMPOSIÇÃO	AREIA	
codOF	dataEsp	hora	Liga	Linha
210040130	1.418,1333			
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	21:08:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
315067	28/2/2021	22:27:00	LIGA G2	DISA
314393	19/2/2021	15:12:00	LIGA G2	VICK

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 39, em forma de tabela, escolhida dentro da plataforma para ser o a apresentação para este tipo de informação neste caso, auxilia para demonstrar qual

foi a temperatura média do item em questão na faixa de datas estipulado, ou para todos os dados presentes no banco de dados.

Figura 40 - Gráfico de cada aferição de temperatura



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o auxílio dos dois modos de visualização (Figura 39 e Figura 40), pode-se tirar proveito da análise, para observar em conjunto com os defeitos apresentados na produção referente, qual a relação da temperatura de vazamento do metal. Desta forma, estipular as faixas superiores e inferiores, se estão de acordo, ou até mesmo verificar a capacidade do processo e operadores, por exemplo no gráfico acima pode-se observar algumas temperaturas na mínima e outras extrapolando a máxima, elevando assim as possibilidades da ocorrência de defeitos e se isso se comprovar (rechupes com temperatura na máxima e ferro frio com temperatura na mínima, dentre outras), assume-se que uma das possíveis causas é o processo de fabricação, já que a temperatura de vazamento não estava de acordo com o especificado.

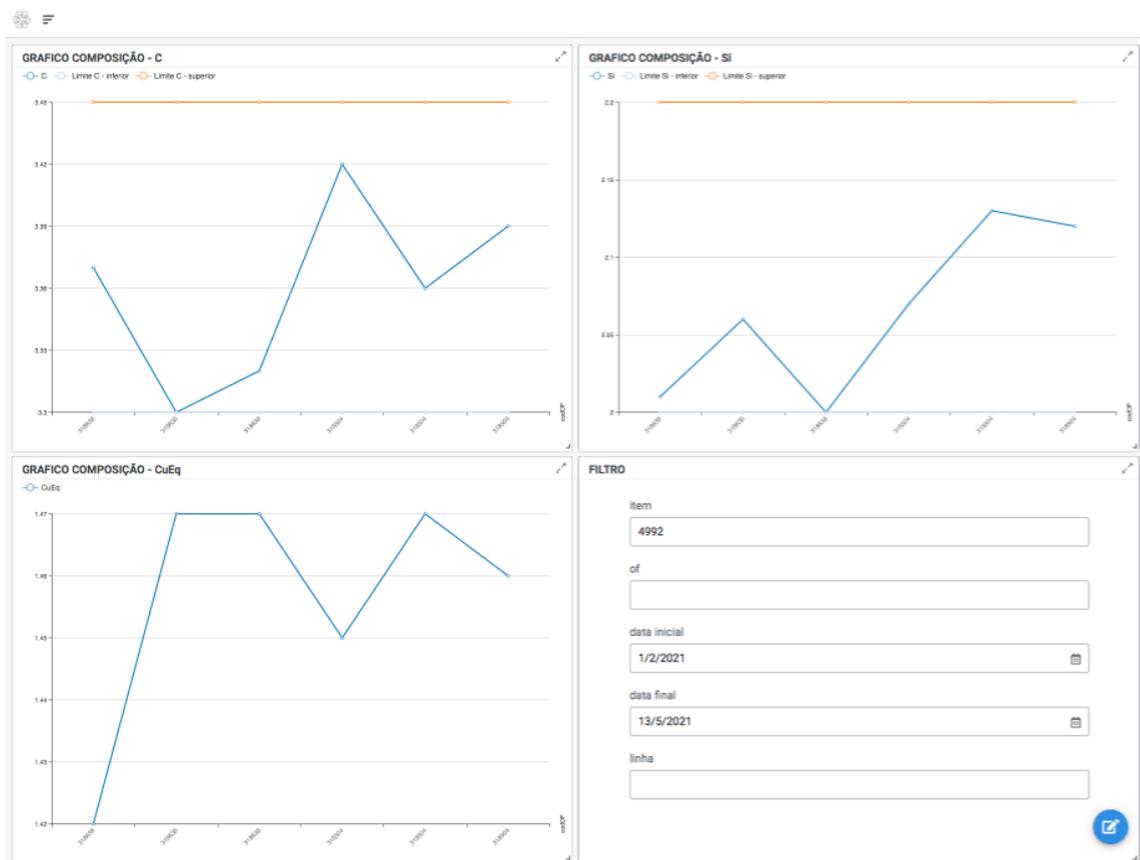
A análise, feita de forma simples e prática, gerando uma redução de mais de 90% no tempo de execução desta tarefa, otimização necessária no momento atual vivido pelas empresas.

## 5.4. ANÁLISE DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Tendo em vista os procedimentos anteriores de processo dos dados, se iniciam com as análises realizadas pelo espectrômetro por parte do técnico, obtendo os resultados de composição química da moeda coquilhada, parâmetro de composição química no momento de vazamento do metal liquido, originando posteriormente o produto final.

Contudo, essa análise pode ser considerada umas das mais importantes dentro do processo produtivo e garantia de qualidade, pois se bem controlada diversos defeitos são evitados. No processo produtivo apresenta inúmeros motivos e variáveis que os influenciam, porém quanto mais correto e padronizado as especificações na produção, menos variáveis tem-se em uma possível análise de causa.

Figura 41 - Gráfico de composição química



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 41, demonstra o gráfico de composição química para o item 4992, nas datas de 01/02/2021 até 13/05/2021, demonstrando que as composições

químicas se mantem entre as faixas permitidas, porém um pouco próxima da mínima em alguns casos. Desta forma caso ocorra algum defeito originado do material pode se tomar como uma possível variável a ser estudada.

O estudo citado, foi analisado em alguns segundos como os demais, novamente reduzindo o tempo de estudo em mais de 90% na melhor das hipóteses, devido ao longo período de pesquisa, manipulação através de códigos computacionais (Anexo C) e conhecimento técnico envolvido por que realiza a tarefa.

## 5.5. ANÁLISE DE VAZAMENTO

A fim de unir todas as análises anteriores e agilizar o processo de gerenciamento, análise de possíveis causas e controle do processo. Fez-se a criação da tela de análise de vazamento, demonstrada pela Figura 42, onde todos os gráficos de temperatura e composição são relacionados entre si pelo número da OF, e aliado a este dado os parâmetros de areia pelo código do item. Através da junção destes fatores se é possível criar o *dashboard*.

Figura 42 - Análise de vazamento



Fonte: Elaborado pelo autor.

O módulo nos auxilia e muito na redução de tempo de trabalho, pois diferente dos módulos anteriores, para a formação de uma análise concreta para um único item se gastaria longas horas, aproximadamente 6 a 8 horas de trabalho, se for possível a

presença de algum integrante com amplo conhecimento técnico em programação ou manipulação de dados, caso contrário o estudo se torna improvável na empresa estudada.

Desta forma, apenas com o código do item e faixa de datas, tem-se a análise de todos os parâmetros em menos de 5 segundos, tempo expressivo e de grande ênfase na busca de otimização de processos, além de democratizar o acesso a informação em todos os níveis técnicos de experiência em programação e análise de dados.

Figura 43 - QR CODE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Afim de otimizar ainda mais a pesquisa por parte dos operadores, analistas e engenheiros, pode-se utilizar do *scanner* de um QR CODE, ilustrado na Figura 43, possibilitando o encontro de informações sem a necessidade de obtê-las no exato momento ou ter que realizar outra pesquisa para iniciar a análise.

A tela por fim que deve ser preenchida pelo usuário, Figura 44, apresenta os seguintes dados, código do item, OF (que pode ser inserida através do QR CODE), faixa de datas e linha de moldagem. Sendo assim, informações tranquilas e práticas de serem cadastradas, sem dificuldade alguma, pois na maioria dos casos o excesso de informações para se chegar ao mesmo resultado, leva o caos ao processo, e dificuldade por parte de todos.

Figura 44 - Filtro da análise de vazamento

The screenshot shows a web application interface for filtering leak analysis data. At the top, there is a search bar with a magnifying glass icon and a refresh button. Below the search bar, there are three tabs: 'FILTRO' (selected), 'GRAFICO TEMPERATURA FILTRO', and 'GRAFICO COMI'. The main area contains several input fields for filtering:

- 'item': A text input field.
- 'of': A text input field containing the value '317212', with a blue grid icon to its right.
- 'data inicial': A text input field.
- 'data final': A text input field.
- 'linha': A text input field.
- 'Item': A text input field containing the value '210040131', with a blue edit icon to its right.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A integração entre os bancos de dados é formada através do filtro e geração de bancos auxiliares com os resultados consequentes de cada informação inserida pelo usuário no filtro, já que o mesmo se utiliza de diversas fórmulas condicionais.

## 5.6. PLANO DE AÇÃO DA REUNIÃO DE REFUGO

As ferramentas citadas anteriormente, presente nos módulos do sistema desenvolvido, poder ser de grande valia para as reuniões de refugo diárias, presentes na indústria, na qual por meio desta se trata a resolução dos problemas e defeitos enfrentados para os itens que apresentarem taxa de refugo (quantidade de defeitos pela quantidade produzida) acima da estipulada em meta pela gerência.

A resolução e controle das ações definidas em reunião, são por meio da ferramenta da qualidade 5W2H, na qual por meio desta é definido as seguintes informações que serão preenchidas, “Item”, “data de abertura”, “histórico (dia da produção)”, “o que?”, “por quê?”, “quem?”, “quando?”, “setor responsável”, “como?”, “status”, “número de ações”, “refugo após ação”, a Figura 45 demonstra como era manuseado e gerenciado os dados anteriormente.

Figura 45 - Gerenciamento anterior do plano de ação

Nº	Item	Data de Abertura	Histórico	O que? (What)	Por que? (Why)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Setor	Como? (How)	Status	Ações	Refugo após ação
294	21001046	02/06/2021	01/06/2021	Inclusão de Escória OF 321872 9,29%		Maicon	10/09/2021	engenharia	avaliar alimentação	100%	1	SEM ACOMPANHAMENTO
315	21005042	25/06/2021	01/06/2021	Material Fora do Especificado OF 322840 100%	reprovado no teste de tração	Maicon	11/09/2021	engenharia	analisar características do dia/ realizar amostra	100%	1	NÃO EFETIVO
336	21006026	03/08/2021	01/08/2021	Rechufe Visual OF 325435 96,77%	desvio do padrão	Maicon	07/09/2021	engenharia	redefinir massa lote e pescoço/ realizar amostra	100%	1	NÃO EFETIVO
337	21002072	03/08/2021	01/08/2021	Rechufe Visual OF 325540 99,86%	desvio do padrão	Maicon	15/09/2021	engenharia	redefinir massa lote e pescoço/ realizar amostra	100%	1	NÃO EFETIVO
328	14421	04/08/2021	01/08/2021	Gases Metal OF 325529 10,99%	umidade da areia	Maicon/ Wilson	15/09/2021	engenharia/ produção	verificar os parâmetros de areia durante próxima produção/ leitura da OF e coleta de parâmetros	100%	1	NÃO EFETIVO
329	4971	05/08/2021	01/08/2021	Ferro Frio/ Gases Metal OF 326031 80,3%		Maicon	14/09/2021	engenharia	adicionar saída de gás na peça	100%	1	SEM ACOMPANHAMENTO
341	40130	09/08/2021	01/08/2021	Inclusão de Área OF 324983 9,67%	desvio do padrão	Wilson	14/09/2021	produção	avaliar couro usado na vedação, relação da borboleta	100%	1	SEM ACOMPANHAMENTO
348	21001052	17/08/2021	01/08/2021	Ferro Frio OF 326239 3,2%		Maicon	17/09/2021	engenharia	acompanhar próxima produção (hist 8,07%) realizar amostra	0%	1	
349	5043	18/08/2021	01/08/2021	Inclusão de Área OF 326254 22,38%		Wilson/Almir	26/09/2021	produção	diminuir tempo de moldagem/ acompanhar próximo lote	0%	1	
350	21002032	18/08/2021	01/08/2021	Rechufe Visual OF 326284 50,5%		Maicon	25/09/2021	engenharia	avaliar alteração para replicar canal de alimentação da 210020323	0%	1	
351	4864	20/08/2021	01/08/2021	Rechufe Visual OF 326441 7,99%	desvio do padrão	Sandro/Maicon	20/09/2021	engenharia	verificar composição/ acompanhar produção	0%	1	
352	21000341	23/08/2021	01/08/2021	Rechufe Visual/ Forjado Canal de Ataque OF 326522 4,25%	Desvio do Padrão	Maicon	15/09/2021	engenharia	alterar sistema de alimentação, replicar alimentação da 21000340	100%	1	
353	21002048	23/08/2021	01/08/2021	Inclusão de Área/ Inclusão de Escória OF 326518 5,98%		Maicon	30/09/2021	engenharia	acompanhar próxima produção (hist 2,93%)	0%	1	
354	3814	26/08/2021	01/08/2021	Inclusão de Área OF 326544 13,99%	desvio do padrão	Daniel/Samuel	30/09/2021	manutenção	realizar manutenção na hidráulica da moldagem mecânica	0%	1	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deste modo, com a intenção de otimizar o preenchimento e controle destes dados, fez-se a criação de um banco de dados totalmente novo, com as informações acima mencionadas. Neste módulo, é possível realizar diversas integrações com outras pesquisas, já que o código do item seria nosso ponto de interconexão entre os demais bancos, bem como realizar algumas análises futuras de sua eficiência por meios gráficos.

Figura 46 - Gerenciamento do plano de ação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através deste gerenciamento, consegue-se gerar relatórios diários dos planos em atraso (Figura 47), bem como o que está programado para vencer no dia de envio,

relatório enviado por e-mail de forma automática para todos os envolvidos nas reuniões. Desta forma, a otimização de tempo e aumento da produtividade operacional ambas as partes, na qual ficam sempre antenados nas ações pendentes e em execução, sendo possível o acesso em qualquer parte da fábrica.

Figura 47 - Relatório enviado por e-mail

NEOACTIV		SW 2H (Plano de Ação Refugo)							Documento: RDMF - 402		
									Elaboração: 13/09/2021	Revisão: 00	
									Responsável: Qualidade		
Descrição do Problema:										Status Geral	Fábrica
Objetivo do plano de ação:										1	1
Item	Data de Abertura	Histórico	O que? (What)	Por que? (Why)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Setor	Como? (How)	Status	Ações	Refugo após ação
sistêmico	2/24/2021	1/2/2021	Bolo Quebrado	areador	Manutenção	3/14/2021	manutenção	arrumar areador	0%	1	
210040128	3/17/2021	1/3/2021	Inclusão de Areia OF 317298 27,84%	na sivaliação na prévia	Heleno	3/27/2021	manutenção	evidência da aferição direta do colocador do macho	0%	1	
210040110	3/17/2021	1/3/2021	Inclusão de Areia OF 317296 10,16%	na sivaliação na prévia	Heleno	3/27/2021	manutenção	evidência da aferição direta do colocador do macho	0%	1	
210020300	3/26/2021	1/3/2021	Sinterização de Areia OF 314315 16,57%	macho pintado	Sandro	4/15/2021	engenharia	verificar pintura	0%	1	
210060026	3/26/2021	1/3/2021	Rechupe Visual OF 317643		Malcon	4/30/2021	engenharia	simulação magma	0%	1	
4259	4/7/2021	1/4/2021	Gases Metal OF 318366 35%	umidade alta	Sandro	4/15/2021	engenharia	adição de areia/ diminuição do exaustor/ mandar evidencia	0%	1	
5099	4/7/2021	1/4/2021	Moide Explosivo OF 318429 5,26%	umidade alta	Sandro	4/15/2021	engenharia	adição de areia/ diminuição do exaustor/ mandar evidencia	0%	1	
5043	4/6/2021	1/4/2021	Fristuroo Canal de Ataque OF 318270 16,82%		Malcon	3/13/2021	engenharia	acompanhar próxima quebra	0%	1	
210030006	4/19/2021	1/4/2021	Sinterização de Areia OF 318976 13,94%	umidade de areia alta	Sandro	4/29/2021	engenharia	baixar umidade de areia	0%	1	
210020316	4/19/2021	1/4/2021	Inclusão de Areia OF 319169 8,8%	verificar cause	Malcon	4/29/2021	engenharia	verificar na cause e stuar	0%	1	
sistêmico		1/4/2021	Moide Emagado OF 319358 31,11%	metal na régua	Robson	4/20/2021	produção	verificar e limpar AMC (orientar)	0%	1	
210020089	4/21/2021	4/1/2021	Moide Quebrado OF 318885 6,1%		Malcon	3/10/2021	engenharia	verificar com o cliente se podemos aumentar o ângulo de saída	0%	1	
4921		4/1/2021	Moide Quebrado OF 319366 6,09%	investigar	Vilson	3/2/2021	produção	verificar dimensão do defeito	0%	1	
210020260		4/1/2021	Materiais Fora do Especificado OF 319304 35,6%		Geovani	4/28/2021	qualidade	verificar análise de espectro e registros	0%	1	
4117	4/22/2021	1/4/2021	Rechupe Visual OF 319367 23,2%		Malcon	3/2/2021	engenharia	avaliar a temperatura e alimentação	0%	1	
210040137	4/27/2021	1/4/2021	Moide Explosivo OF 27,86%	umidade elevada	Sandro	4/27/2021	engenharia	controle semanal	0%	1	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O cadastro se dá pela tela expressa pela Figura 48, informações simples e práticas, realizada apenas pela pessoa credenciada ao cadastro e atualização dos dados. As informações são sempre sincronizadas na com o armazenamento em nuvem, impedindo assim que elas se percam, ou até mesmo a criação de cópias em planilhas, problema causado quando mais de uma pessoa tenta salvar algum dado ao mesmo tempo. A centralização de processo é algo fundamental na indústria da quarta revolução industrial, sendo que com o auxílio do *Big Data* elas se tornam plausíveis.

Figura 48 - Tela de cadastro do plano de ação

Fábrica\*

Item\*

Data de Abertura\*

dd/mm/yyyy

Histórico\*

14/9/2021

O que? (What)\*

Por que? (Why)

Quem? (Who)

Quando? (When)

dd/mm/yyyy

Setor

Como? (How)

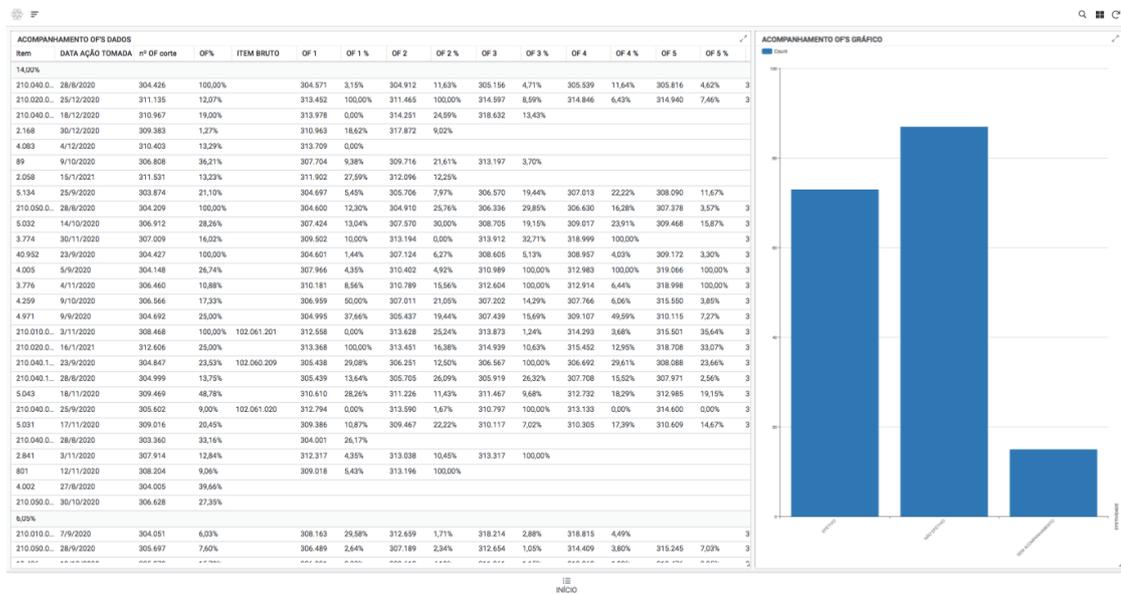
Cancel Next

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.7. ACOMPANHAMENTO DE OF'S

Em adição ao modulo anterior, tem-se um posterior acompanhamento dos processos e itens em que foi realizado alguma forma de melhoria durante a tomada da qualquer ação cadastrada na reunião de refugo diária. Sendo assim, conforme visualizado pela Figura 49, tem-se o item em questão, bem como a data da ação tomada, a OF de corte (OF da apresentação do defeito), sua posterior porcentagem de refugo, logo após tem-se o acompanhamento de mais 5 produções com suas respectivas taxas de refugo, para que desta forma se pode acompanhar o andamento das produções. Vale a ressaltar, que o acompanhamento é realizado por ordem de linha, isto é primeiramente observa-se a linha com maior meta de refugo de 14%, até que chegue na menor meta.

Figura 49 - Acompanhamento das OF'S



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por este gerenciamento, se pode obter através do gráfico tipo barra, a quantidade de itens gerenciados, que apresentaram em algum momento a ocorrência de defeitos que se sobressaíram a meta, ou por escolha do comitê de refugio, e que tiveram seu cadastro no plano de ação. Contudo, a quantidade então é separada por efetivo, não efetivo e sem acompanhamento, na qual este último representa que não foi realizado uma produção posterior a OF de corte.

Dados com relevância, já que uma vez realizando o acompanhamento pode-se obter a relação das efetividades das ações, sendo assim reconhecer se as ações e atitudes tomadas pelos responsáveis são realmente eficientes, ou os mesmos devem realizar tratativas diferentes para chegar ao máximo a 100% de efetividade.

De acordo com os dados apresentados, após as ações serem executadas os itens em sua maioria se mantem acima da meta estipulada, sendo assim a ineficiência se sobressai.

## 5.8. ACOMPANHAMENTO DO REFUGO MENSAL

Em cooperação as ações tomadas na reunião de refugio, por todos relacionados a qualidade e engenharia de produto e processos, tem-se o módulo de acompanhamento de refugio por linha de moldagem, isto é, o princípio onde tudo

acontece, pois, a partir destes dados que o plano de ação é preenchido, ou até mesmo as análises de vazamento são executadas.

Figura 50 - Acompanhamento mensal do refugo

DEFEITO MM					DEFEITO DISA					DEFEITO LORAMENDI					DEFEITO USINAGEM				
LINHA	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK	LINHA	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK	LINHA	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK	Column_1	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK
>7-MOLDAGEM MECA.	25.849	64.746,57	2.974	9.292,09	>14-DISA	362.042	582.067,23	13.560	27.144,06	>201-LORAMENDI	230.242	777.451,77	15.163	56.959,53	TOTAL	100.772	186.944,54	1.248	4.795,21
>7 - Inclusão de Areia	0	0,00	749	1.858,66	>21 - Inclusão de Escov.	0	0,00	1.713	3.057,52	>20 - Rechepe Visual	0	0,00	3.128	12.423,55	>3 - Possibilidade	0	0,00	145	799,71
>21 - Inclusão de Escov.	0	0,00	223	737,54	>20 - Rechepe Visual	0	0,00	769	2.975,94	>21 - Inclusão de Escov.	0	0,00	1.944	6.756,94	>20 - Rechepe Visual	0	0,00	205	732,28
>104 - Perda no Proce.	0	0,00	351	728,10	>104 - Perda no Proce.	0	0,00	1.802	2.874,14	>29 - Vazamento Inco.	0	0,00	1.000	3.742,93	>305 - Diâmetro Interm.	0	0,00	120	494,16
>20 - Rechepe Visual	0	0,00	87	711,16	>7 - Inclusão de Areia	0	0,00	1.802	2.874,14	>7 - Inclusão de Areia	0	0,00	771	3.494,51	>327 - Ajuste Máquina.	0	0,00	89	478,63
>29 - Vazamento Inco.	0	0,00	171	642,34	>8 - Molde Quebrado	0	0,00	1.102	2.227,24	>104 - Perda no Proce.	0	0,00	806	2.557,57	>354 - Falha de Máqui.	0	0,00	48	323,77
>11 - Deslocamento	0	0,00	268	541,93	>801 - Amassado na ...	0	0,00	954	2.223,03	>12 - Trincado	0	0,00	779	2.436,42	>322 - Posição do Furo	0	0,00	33	240,57
>50 - Gases Metal	0	0,00	64	483,79	>29 - Vazamento Inco.	0	0,00	355	1.106,00	>25 - Quebrado no Ma.	0	0,00	609	2.156,06	>307 - Diâmetro Exter.	0	0,00	50	227,91
>14 - Molde Vazado	0	0,00	70	441,57	>25 - Quebrado no Ma.	0	0,00	355	1.031,09	>8 - Molde Quebrado	0	0,00	593	2.045,67	>332 - Posição do Furo	0	0,00	105	233,62
>8 - Molde Quebrado	0	0,00	98	437,84	>77 - Material Fora do ...	0	0,00	392	921,20	>801 - Amassado na ...	0	0,00	524	1.902,67	>44 - Falta de Material	0	0,00	39	146,62
>22 - Ferto Frio	0	0,00	87	428,76	>10107 - Prévia	0	0,00	461	821,59	>10020 - Rechepe no ...	0	0,00	222	1.859,34	>304 - Diâmetro Interm.	0	0,00	36	133,09
>30 - Fraturado Canal ...	0	0,00	147	330,40	>10020 - Rechepe no ...	0	0,00	236	757,85	>271 - Teste ENG - Cor.	0	0,00	252	1.778,61	>50 - Gases Metal	0	0,00	26	119,35
>16 - Excesso de Reba...	0	0,00	110	317,15	>30 - Fraturado Canal ...	0	0,00	491	732,02	>271 - Teste ENG - Cor.	0	0,00	415	1.626,79	>306 - Diâmetro Exter.	0	0,00	35	118,61
>801 - Amassado na ...	0	0,00	50	297,32	>22 - Ferto Frio	0	0,00	348	707,89	>11 - Deslocamento	0	0,00	908	1.482,28	>302 - Ovalização do ...	0	0,00	34	87,67
>25 - Quebrado no Ma.	0	0,00	49	285,81	>255 - Teste ENG - Re.	0	0,00	346	693,84	>10107 - Prévia	0	0,00	512	1.425,72	>2 - Modelo Defeituoso	0	0,00	13	67,39

ITENS MM					ITENS DISA					ITENS LORAMENDI					ITENS USINAGEM				
LINHA	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK	LINHA	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK	LINHA	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK	Column_1	QdePC	QdeKG	QdeNCP	QdeNCK
>7-MOLDAGEM MECA.	25.849	64.746,57	2.974	9.292,09	>14-DISA	362.042	582.067,23	13.560	27.144,06	>201-LORAMENDI	230.242	777.451,77	15.163	56.959,53	TOTAL	100.772	186.944,54	1.248	4.795,21
>210050080 - R97904.	259	3.936,80	75	1.140,00	>10004132 - 2001000.	1.229	2.408,84	617	1.209,32	>210010025 - MDA 03.	17.442	43.605,00	1.572	3.930,00	>10004992 - GE03000.	1.473	10.738,17	76	564,04
>10004239 - 2001004.	100	2.197,00	40	878,80	>10004132 - 2001000.	1.229	2.408,84	617	1.209,32	>210050039 - 105436.	122	1.952,00	202	3.232,00	>210020030 - SUPOR.	370	5.624,00	26	395,20
>10005032 - 1000000.	275	4.666,75	50	848,50	>210022286 - 90001.01.	1.340	3.146,00	401	942,35	>210010024 - MDA 09.	8.896	16.012,80	1.484	2.671,20	>210020040 - 447536.	455	2.220,40	68	331,84
>210040131 - R94038.	71	1.420,00	42	840,00	>210022286 - 1040C.	158	1.324,04	96	804,48	>210030016 - 270308.	7.098	22.713,60	762	2.438,40	>210040104 - SUPPG.	0	0,00	19	286,52
>10005031 - 1000000.	272	4.388,92	25	421,50	>210010058 - 212870.	9.769	17.096,75	436	763,00	>210022209 - GEHAE.	560	4.407,20	299	2.353,13	>210020056 - 447531.	646	1.711,90	107	263,55
>10005026 - 1000000.	488	1.556,72	131	417,89	>10004827 - 1725 - G.	526	3.397,96	111	717,06	>102061206 - BRUTO ...	207	1.179,90	329	1.879,30	>210006009 - 116881.	191	1.312,17	39	267,93
>10004954 - 1000000.	515	4.668,48	44	398,86	>10014288 - 08.102.S.	158	1.646,36	66	687,72	>102061112 - BRUTO ...	529	7.855,65	126	1.871,10	>10014993 - GR02390.	3.033	17.591,40	39	226,20
>100060108 - BRUTO ...	28	385,36	22	302,79	>210022225 - FRONT ...	270	1.933,20	93	665,88	>102060514 - BRUTO ...	2.655	34.896,70	119	1.563,66	>210040126 - ARM - K.	1.701	5.802,41	53	180,73
>210040031 - BRUTO ...	339	3.217,11	28	265,72	>210020215 - CARCA.	1.735	4.892,70	210	592,20	>102060505 - BRUTO ...	239	4.011,91	99	1.533,51	>210040048 - CVT272.	63	864,86	17	177,14
>210040099 - R02383.	243	3.602,70	14	208,60	>10004964 - 1000000.	414	3.182,66	76	584,44	>10002039 - 151515L.	735	1.087,80	973	1.440,04	>210010013 - RE4000.	1.320	2.244,00	84	142,80
>10005043 - 1000000.	360	1.696,60	44	207,24	>10005099 - 8204 - C.	4.376	7.264,16	330	547,80	>210030017 - 270308.	8.498	23.349,30	505	1.384,75	>210020041 - 447536.	172	995,80	24	138,96
>10004953 - 1000000.	118	1.569,67	22	199,43	>210050090 - 105654.	1.344	8.924,16	77	571,28	>210020087 - 200100.	11.810	21.021,80	773	3.375,94	>210050002 - 102550.	647	1.715,20	52	137,85
>210040022 - BRUTO ...	235	1.315,80	35	183,76	>10004421 - 2010009.	250	650,00	185	481,00	>210020187 - C30002.	5.236	47.281,08	144	3.306,32	>210040001 - 10PNA.	476	3.223,20	19	128,63
>10023582 - 1025503.	926	2.629,94	65	184,60	>102061100 - BRUTO ...	2.776	26.372,00	50	478,00	>210040145 - R04038.	137	2.712,60	65	1.287,00	>10005111 - 211331 ...	575	984,98	61	104,49

Fonte: Elaborado pelo autor.

De antemão, estes dados referentes a Figura 50, são originados da pesquisa demonstrada pela Figura 32, porém o acesso a tela padrão nem sempre está disponível a todos a qualquer tempo e lugar, então de forma a simplificar e deixar sempre os dados a vista para qualquer consulta, o módulo em questão auxilia em todo o processo de estudo de caso e acesso a informação.

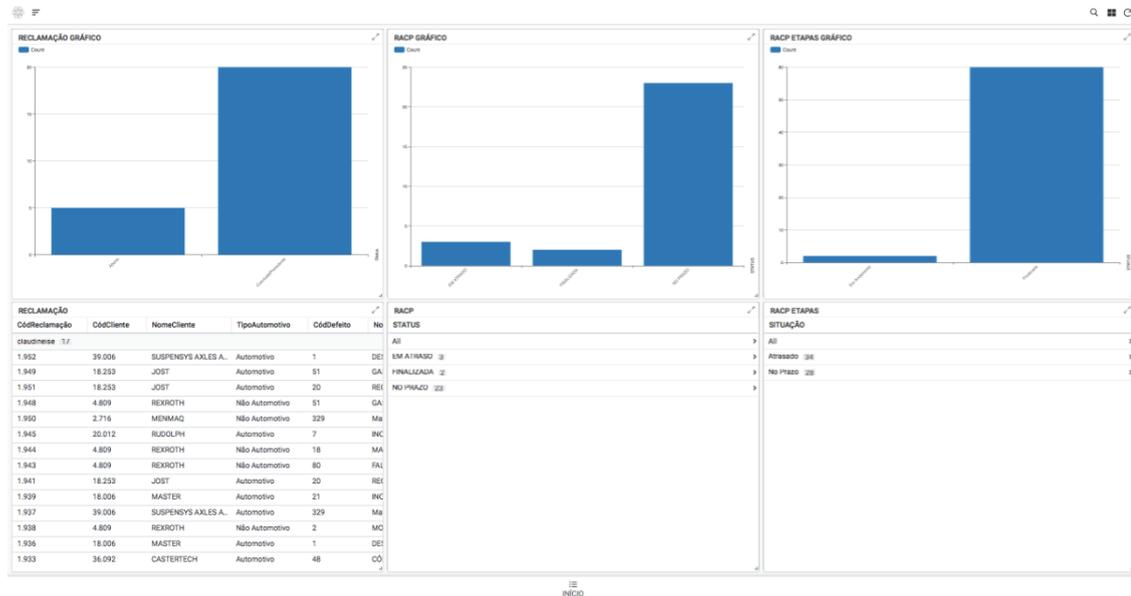
A importação deste módulo para dentro do sistema, tem uma grande importância de forma a auxiliar os diversos outros módulos, já que seu banco de dados como dito anteriormente se faz necessário para obter diversas informações secundária aos outros, explanada posteriormente.

### 5.9. RECLAMAÇÕES DE CLIENTES

Em decorrência aos descumprimentos de especificações impostas pelos clientes, na qual mesmo executando todas as ferramentas da qualidade de forma a buscar excelência, sempre irá ocorrer a possibilidade de chegar itens defeituosos no cliente, porém se busca ao máximo reduzir estas ocorrências, desta forma o bom

acompanhamento do processo de produção é fundamental e essencial para se aproximar ao máximo do 100% de satisfação.

Figura 51 - Gerenciamento das reclamações de clientes



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gerenciamento destas reclamações é realizado pelo módulo expresso pela Figura 51, na qual apresenta o número de reclamações abertas desde o início do ano, bem como as concluídas e as que ainda não foram. Estas reclamações são subdivididas em apenas reclamações informais, onde não se necessita a realização de um plano de ação exigido pelo cliente, e as ações chamadas de RACP, na qual o cliente exige uma apresentação dos resultados e comprovação das ações.

No módulo em questão consegue-se obter informações referentes ao nome do responsável pela ação geral e os responsáveis por cada etapa pertencente a ação geral. Desta forma a análise se dá a nível do setor gerencial, cobrando os envolvidos com suas pendências, já que no módulo pode-se observar seu status, se está em dia, atraso ou concluída.

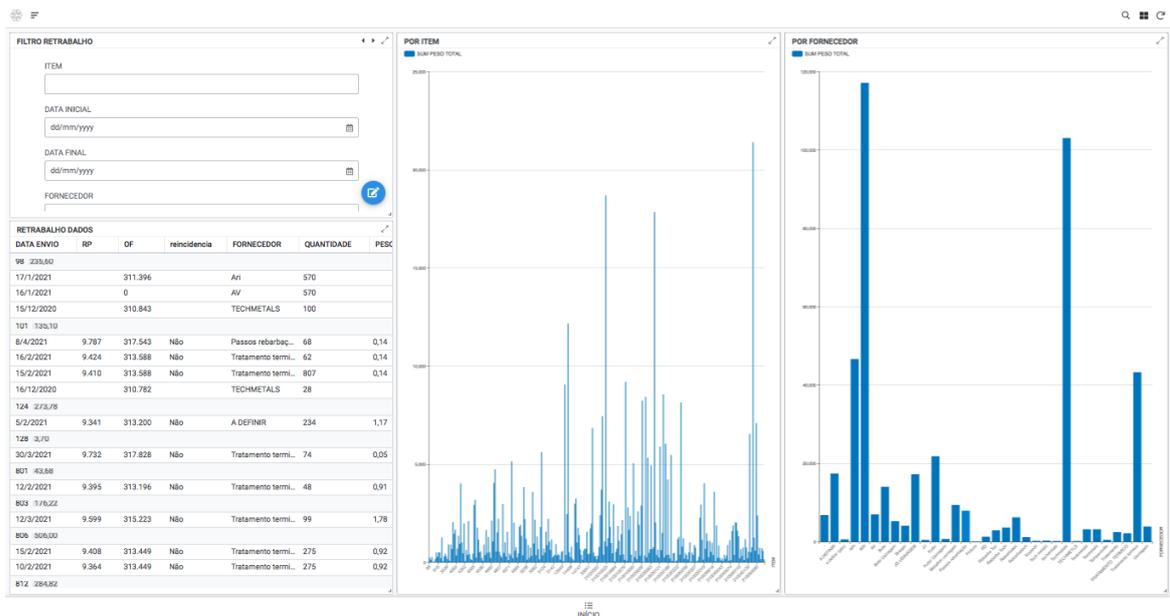
O auxílio destes dados, torna possível a resolução do problema de falta de sistema de controle, bem como uma falta de nível técnico para manusear tais informações e gerar relatórios bem-sucedidos.

## 5.10. GERENCIAMENTO DOS ITENS EM RETRABALHO

Um das etapas que mais existiam dados descentralizados, por contar com a presença de diversas planilhas, era sem dúvida o controle de retrabalho, juntamente com o de industrialização, trazendo consigo diversos problemas de excesso de dados similares, informações desconexas, percebido pela execução de pesquisas, que tinham como objetivo o mesmo final, apresentavam divergências.

De forma a centralizar e otimizar os dados e um melhor gerenciamento, bem como utilizar os defeitos motivadores da realização de um retrabalho por parte de empresas terceirizadas, em outras análises, como por exemplo mostrar um top 10 defeitos. Estudo e dados que não existe no ERP atualmente.

Figura 52 - Gerenciamento de retrabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

No módulo representado pela Figura 52, tem-se um gerenciamento tanto de uma lista de retrabalhos enviados para cada respectivo terceiro, bem como um gráfico dos itens enviados por seu peso, e outro gráfico com o fornecedor por peso. Assim pode-se observar tanto o item que deveria ser tomada alguma ação, pois necessitasse atuar na redução dos defeitos que impactaram o retrabalho, além de observar o fornecedor mais produtivo de certa forma.

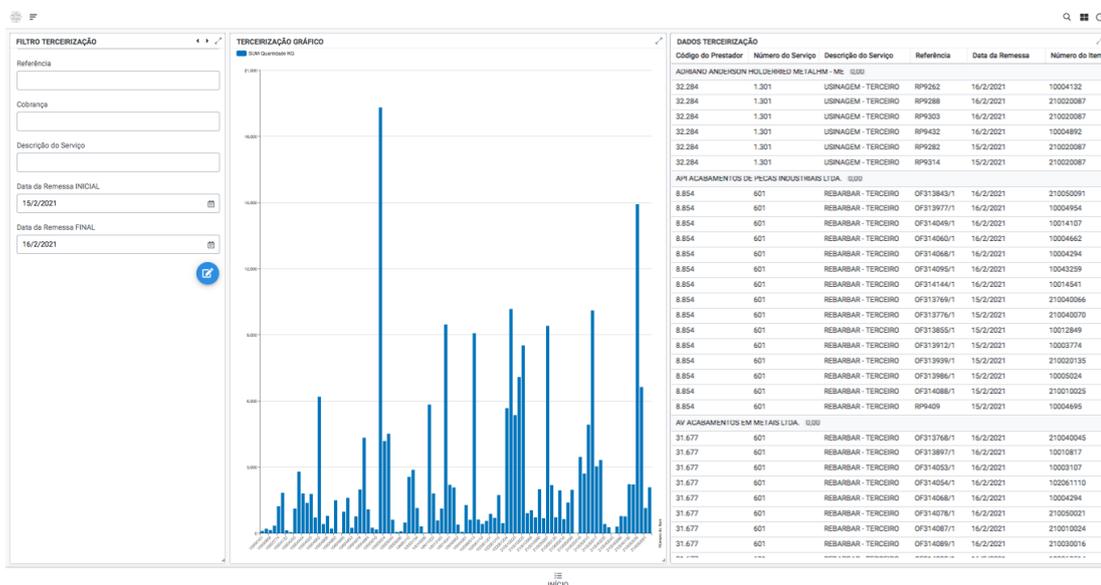
Tela a qual, pode-se modificar para que o fornecedor tenha acesso e controlar tudo que foi enviado para ele, protegendo os demais dados dos demais terceiros, desta forma integrando não só a empresa, mas seus agregados, trazendo benefícios para ambos, pela utilização da internet das coisas.

## 5.11. ACOMPANHAMENTO DOS PRODUTOS EM INDUSTRIALIZAÇÃO

Um das etapas que faz a função do IQF dentro da indústria é o gerenciamento dos fornecedores e os processos executados por eles, como, processos de rebarbação, pintura, operações de usinagem, tratamento térmico, entre outros.

Além do objetivo de auxiliar o trabalho de manipulação e otimização dos dados brutos do ERP da empresa, gerado pelo setor comercial, o empecilho envolvendo o responsável da área por não se encontra normalmente em sua estação de trabalho, tendo o acesso ao servidor da empresa. Logo, a possibilidade da obtenção dos trabalhos executados em todo instante e lugar é imprescindível.

Figura 53 - Gerenciamento de industrialização



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta maneira a Figura 53, pertencendo ao módulo de gerenciamento de industrialização buscou resolver o problema de acesso, tornando possível assim a visualização de todos os produtos enviados no ano, seu prazo de entrega, saldo

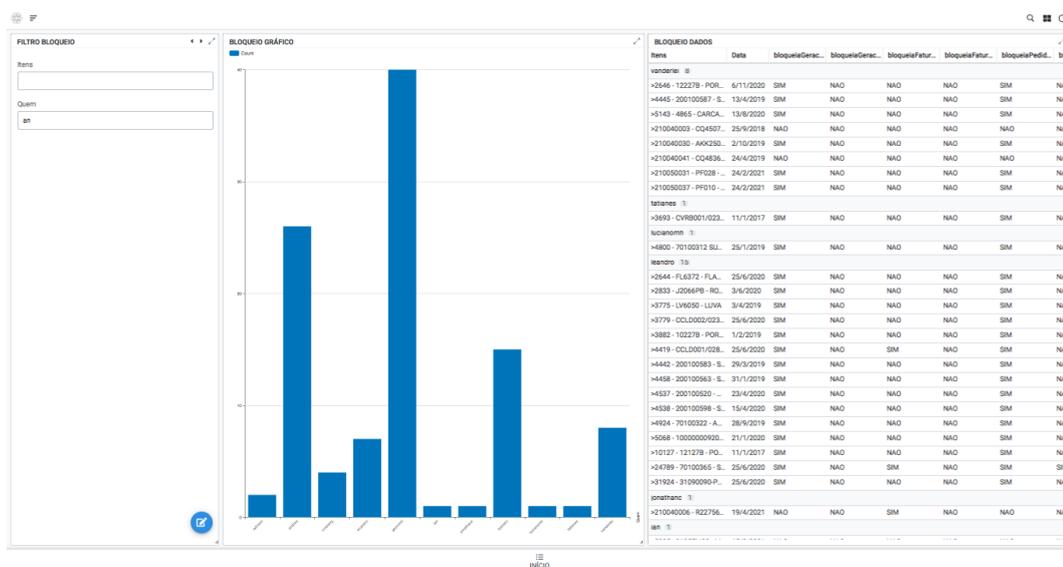
restante no fornecedor, se é um serviço com cobrança ou sem, além de demonstrar se é um serviço pertencente ao processo padrão ou retrabalho. Ferramenta auxiliada pelo *smartphone*, na qual resolve a enorme demanda de deslocamento exercido por este colaborador.

## 5.12. GERENCIAMENTO DOS BLOQUEIOS DE PRODUTOS

A tela a seguir surgiu com uma enorme demanda pela modificação de uma tela por parte do TI no ERP da empresa, porém diversas vezes não foi executado a solicitação com êxito. A fim de corrigir este problema e otimizar a análise dos produtos, obtendo o tempo que o item está bloqueado sem alguma ação para que o mesmo seja desbloqueado, ou se o mesmo for descontinuado mudar a tratativa de bloqueio para inativo.

Estudos propostos pelo gerente da qualidade em algum momento, para que o mesmo fosse cobrado dos reesposáveis pelo bloqueio, desta forma a Figura 54, exemplifica a solicitação, na qual apresenta um filtro por responsável pelo bloqueio e item, um gráfico de colunas, na qual apresenta o responsável no eixo das abscissas e a quantidade total de itens bloqueados no eixo das ordenas, e a lista de todos os itens agrupadas por responsável.

Figura 54 - Gerenciamento de bloqueios de produtos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gerenciamento que não só auxilia para a cobrança pelo desbloqueio, mas verificar em reuniões de refugo diária ou em algum momento em específico se o item já foi bloqueado e não irá produzir novamente até a resolução de algum problema em específico relacionado ao item.

### 5.13. PROGRAMAÇÃO DA FUNDIÇÃO

A organização dos processos e auxílio no conhecimento por parte dos envolvidos da programação diária é fundamental nos dias de hoje, pensando nisso foi otimizado o processo de gerenciamento dos dados de programação da fundição e da usinagem.

Inicialmente, tendo em vista que a programação da fundição é enviada por e-mail em formato PDF, maneira a qual não é possível nenhuma análise de dados, muito menos um gerenciamento por parte dos colaboradores na qual exercem alguma função relacionada a informação enviada.

Desta forma foi proposto, conforme a Figura 55, um gerenciamento por meio de um calendário, na qual é possível visualizar a programação dividida por dias, semanas ou meses, do item que será produzido. Vale a ressalva, aliando os dados obtidos pelo acompanhamento de refugo mensal, a visualização para cada item, da informação de taxa de refugo média no mês, bem como seu principal defeito até então. Informação a qual pode ser de grande valia aos líderes de processo, preocupando-se sempre em evitar ao máximo a recorrência do mesmo. Sem contar, que por meio de calendário é possível a organização para um possível acompanhamento, normalmente requisitado ou um meio de tomada de ação, discutida em reunião de refugo diária, onde por parte do responsável, estabelece como ação de contenção estabelecida para a resolução ou identificação dos problemas gerados para item em questão.

Figura 55 - Gerenciamento da programação da fundição

PROGRAMAÇÃO CALENDÁRIO							PROGRAMAÇÃO DADOS									
Day	Week	Month	março 2021				TODAY	ITEM	DESCRIÇÃO	DIA	OF	LINHA	LIGA	CLIENTE	QUANTIDADE DE M...	QUA
do	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	sáb	5116	HZ33154 - HUB	17/3/2021	-	14-DISA	D	JOHN DEERE - HORIZ.	1.000	1.000	
	01	02	03	04	05	06										
	07	08	09	10	11	12										
	14	15	16	17	18	19										
	21	22	23	24	25	26										
	28	29	30	31												

Fonte: Elaborado pelo autor.

Banco de dados inexistente até então, abrindo assim uma infinidade de análises e otimização de processos, com diversas ferramentas da qualidade disponíveis.

#### 5.14. PROGRAMAÇÃO DA USINAGEM

Da mesma forma que o módulo anterior, porém com o diferencial de ter que gerenciar diversas máquinas de usinagem ao mesmo tempo, apresenta-se então a presença de um *layout* fabril, com a localização e o item em processo em cada uma das máquinas, tentando integrar o mundo das fábricas inteligentes.

Para os colaboradores que vivenciam o processo diariamente é comum localizar as máquinas de forma simples e automática, porém para pessoas que irão fazer alguma auditoria escalonada específica, a procura de uma máquina, na qual produz algum item requerido no momento, é necessário o emprego de algum tempo na realização desta tarefa.

A Figura 56, busca corrigir e acelerar o processo de busca por determinado item em específico dentro do setor de usinagem. Nesta tela pode-se obter informações

rápidas do item que está sendo usinado no momento, bem como a máquina relacionada. Posteriores informações podem ser adicionadas facilmente em questão de minutos.

Figura 56 - Programação por máquina

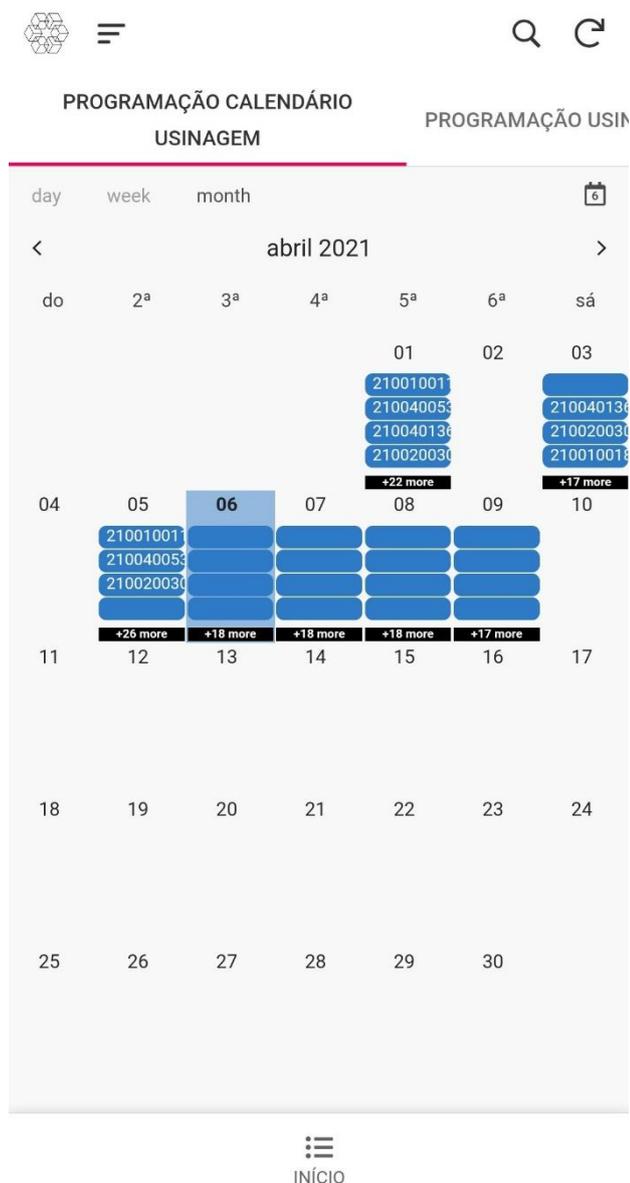


Fonte: Elaborado pelo autor.

Se for necessário obter informações mais detalhadas e precisas, conta-se com a tela de dados de produção, alinhada com o calendário, na qual pode-se obter a lista programada dos itens que serão fabricados ou que foram anteriormente.

Diferentemente do proposto por algumas indústrias, na qual muitas vezes esquecem da parte visual e prática, são métodos que auxiliam no dia a dia do colaborador, desta forma, quanto menos tempo o mesmo passar pesquisando algo para obter alguma informação e dar foco realmente para a resolução dos problemas, os benefícios obtidos são visíveis no curto prazo.

Figura 57 - Programação usinagem

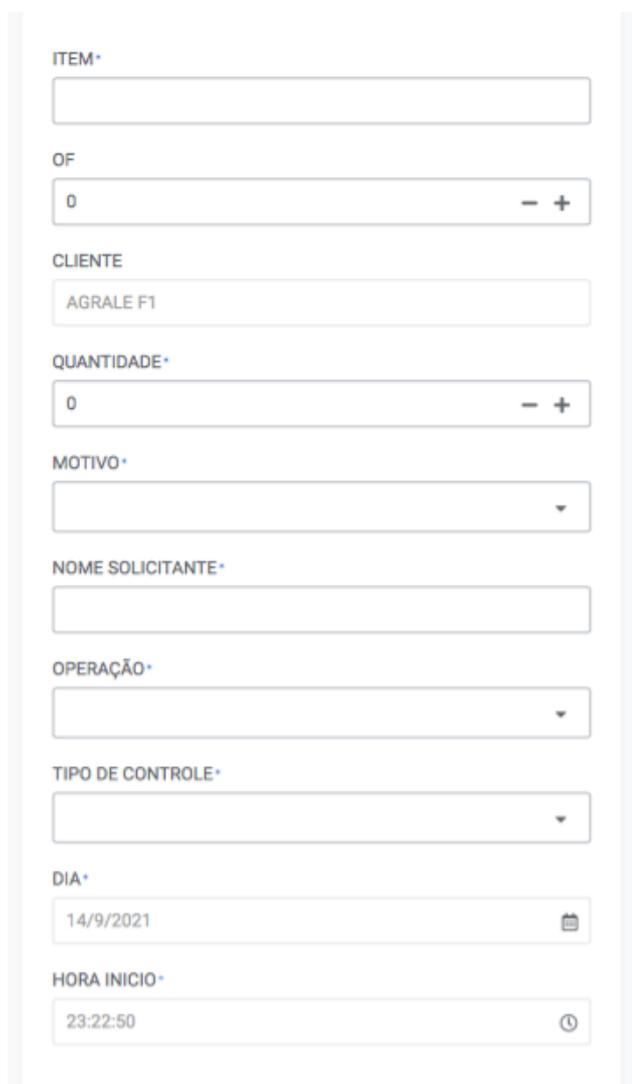


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.15. ENTRADA DE MEDIÇÕES, LABORATÓRIO DE METROLOGIA

O gerenciamento das medições realizadas dentro do laboratório de metrologia, se iniciaram de forma a preencher manualmente em uma folha A4, o item e operação que deveriam ser medidas, processo arcaico para os dias atuais, com o advento de diversas inovações tecnológicas na área. Desta forma fez-se a criação de um método de controle por planilhas, porém com o problema de muitas das vezes a impossibilidade de edição em mais de um computador, preenchimentos errôneos, ou até mesmo exclusão de dados, fato a qual nossas análises são comprometidas.

Figura 58 - Cadastro de entrada de medições



Formulário de cadastro de entrada de medições. O formulário contém os seguintes campos:

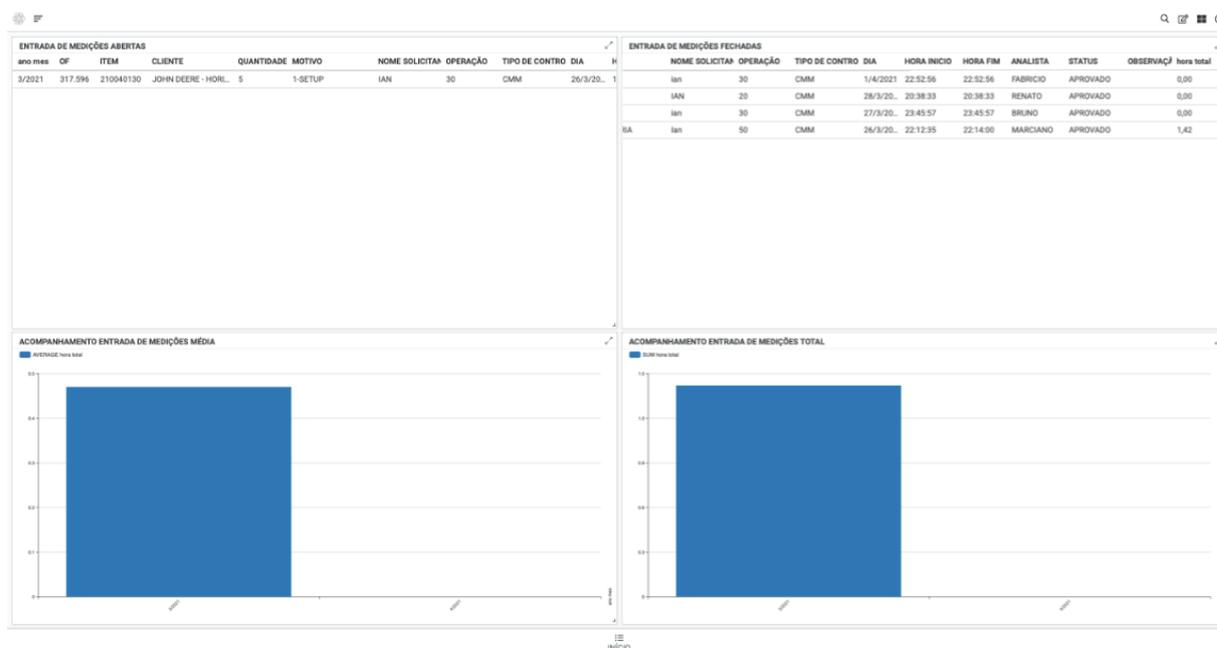
- ITEM\* (campo de texto)
- OF (campo de texto com valor 0 e botões - e +)
- CLIENTE (campo de texto com valor AGRALE F1)
- QUANTIDADE\* (campo de texto com valor 0 e botões - e +)
- MOTIVO\* (campo de texto com seta para baixo)
- NOME SOLICITANTE\* (campo de texto)
- OPERAÇÃO\* (campo de texto com seta para baixo)
- TIPO DE CONTROLE\* (campo de texto com seta para baixo)
- DIA\* (campo de texto com valor 14/9/2021 e ícone de calendário)
- HORA INICIO\* (campo de texto com valor 23:22:50 e ícone de relógio)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que fosse possível estruturar e tornar os dados cada vez mais confiáveis, foi criado o módulo em questão, onde o cadastramento é feito, com base no exemplo expresso pela Figura 58, onde foi realizado o bloqueio na edição de diversos dados, como o dia e hora de início e fim da medição, dados que servem como parâmetro de cumprimento de contrato imposto pela diretoria ao setor de metrologia e qualidade, parâmetro que o tempo médio de medição de *setup* não pode ser superior ao estipulado, caso contrário sofre um decréscimo na pontuação final do setor no mês vigente.

Além de contar com outras informações que são inseridas por meio de caixa de seleção, evitando o preenchimento errôneo, levando a uma ineficiência das análises futuras.

Figura 59 - Gerenciamento da entrada de medições



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 59, trata de um bom gerenciamento dos dados apenas necessários, sendo eles, as medições que devem ser realizadas, sendo elas ordenadas por prioridade, logo após as medições já realizadas no dia, além de contar com os gráficos necessários para o cumprimento do contrato, para que seja utilizado pelos responsáveis da área e seus colaboradores, nela pode-se observar o tempo médio das medições de setup e todo o tempo que foi gasto para realização das medições no mês.

Tela que pode ser alterada conforme a demanda do setor e responsáveis, além de apresentar o diferencial da inserção de agilidade na obtenção das prioridades e entradas destas medições, bem como a baixa da mesma, concluindo assim o trabalho e cada vez mais reduzir o tempo entre as etapas do processo, muito auxiliado pela abertura em qualquer meio, ou seja sem que haja a necessidade de fechamento de planilhas e aberturas em outros computadores.

## 5.16. CONTROLE DOS DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO

Gerenciamento e controle estipulados por norma, e devem ser cumpridas de alguma forma, porém nem sempre é a utilizada pelas empresas é a melhor e mais interativa possível, para tornar o trabalho de qualquer analista o mais fácil e completo possível.

Figura 60 - Gestão dos dispositivos de controle

CALIBRAÇÃO DADOS ATIVOS						CALIBRAÇÃO DADOS INATIVOS						DISPOSITIVOS CALIBRAÇÕES					
SisCalibraço	Máquina	DesMáquina	ÚltimaCalib	ProxCali	Faixa	SisCalibraço	Máquina	DesMáquina	ÚltimaCalib	ProxCali	Faixa	SisCalibraço	Máquina	Descrição	ATIVOT	OBS.	ALOCADO NO DISPOE
CALIBRAÇÃO PENDENTE 9																	
SU-0003	1001.	MEDIDOR DE DIÁ.	5/15/2012 12:00...		0	BA-015	9856	BALANÇA	5/15/2012 12:00...		5	DC-126	100417	DISPOSITIVO PARA...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-197	99202	DISPOSITIVO DE...	1/30/2019 12:00...		6	SU-0003	98304	MEDIDOR DE DIÁ.	5/15/2012 12:00...		0	DC-127	100418	DISPOSITIVO PARA...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-198	99203	TAMPAO ROSCA...	1/29/2021 12:00...		2	PEN-006	98949	PENERIA PARA A...	1/31/2012 12:00...		2	RL-0059	99461	RELOGIO COMPAR...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-001-2	1002.	ESFERA DUROM...	8/7/2019 12:00...		1	RL-0001	98316	RELOGIO COMPA...	5/29/2015 12:00...		0	RL-0068	99566	RELOGIO APALPA...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-515	99498	TAMPAO LISO P...	2/21/2019 12:00...		1	PEN-029	29	PENERIA PARA A...	2/11/2009 12:00...		1	RL-0082	99461	RELOGIO COMPAR...	ATIVO	ATENÇÃO	
RL-0055	99015	RELOGIO COMPA...	3/25/2020 12:00...		0	RL-0091	98477	RELOGIO APALP...	8/11/2015 12:00...		4	DCU-138	98910	TAMPAO ROSCADO H...	INATIVO		
RL-0055	99457	RELOGIO COMPA...	3/25/2020 12:00...		1	RL-0095	98481	RELOGIO APALP...	8/11/2015 12:00...		1	DCU-528	99230	ANEL PADRAO/DIPOS...	INATIVO		
DCU-538	99790	TAMPAO LISO P...	8/12/2018 12:00...		1	RL-0044	98428	RELOGIO APALP...	8/12/2015 12:00...		4	RL-0027	98374	RELOGIO COMPARADO...	ATIVO	DCU-481	
TA-002	99450	TRACADOR DE A...	12/11/2013 12:0...		1	PAD-002	98488	PADRAO DE DUR...	8/14/2015 12:00...		2	RL-0028	98375	RELOGIO COMPARADO...	ATIVO		
CALIBRADO 3243																	
DC-087	99525	DISPOSITIVO TA...	5/27/2020 12:00...		1	DCU-539	98830	CALIBRADOR DE...	1/23/2017 12:00...		6	RL-0032	99379	RELOGIO COMPARADO...	ATIVO		
DCU-102	99007	DISPOSITIVO DE...	5/27/2020 12:00...		2	DCU-451	98427	PADRAO MEDID...	4/22/2015 12:00...		1	RL-0034	99381	RELOGIO COMPARADO...	ATIVO		
RL-0048	99437	RELOGIO COMPA...	5/27/2020 12:00...		1	DCU-482	99667	PADRAO MEDID...	4/22/2015 12:00...		3	RL-0047	99430	RELOGIO APALPADOR...	ATIVO		
RL-0066	99478	RELOGIO COMPA...	5/27/2020 12:00...		1	DCU-483	99669	PADRAO MEDID...	4/22/2015 12:00...		3	RL-0062	99464	RELOGIO COMPARADO...	ATIVO		
RL-0100	99722	RELOGIO COMPA...	5/27/2020 12:00...		1							RL-0109	99920	RELOGIO COMPARADO...	ATIVO		
DCU-525	99817	DISPOSITIVO DE...	4/28/2020 12:00...		6							ENVIADO PARA CALIBRAÇÃO					
TOR-006	1002.	TORQUIMETRO D...	2/2/2021 12:00...		4							PQ-0013	98359	PAQUÍMETRO DE PROFUN...	ATIVO		
BA-012	98116	BALANÇA LABO...	1/12/2021 12:00...		5							VR-0002	86693	REFRIGERADOR DE RAIO	INATIVO		
BA-045	1000.	BALANÇA ELETR...	1/12/2021 12:00...		3							DCU-543	99848	DISPOSITIVO DE CONTROL...	ATIVO		
DCU-658	1000.	DISPOSITIVO DE...	1/20/2020 12:00...		2							CALIBRADO					
DCU-666	1000.	TAMPAO ROSCA...	8/20/2020 12:00...		2							UV-001	100220	ULTRASSOM - MEDID...	ATIVO	PRECISA...	
DCU-660	1000.	PADRAO DE ZER...	1/21/2020 12:00...		2							BA-023	99054	BALANÇA ELETR...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-758	1004.	CALIBRADOR DE...	1/21/2021 12:00...		9							BA-036	100116	BALANÇA CAPACI...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-759	1004.	CALIBRADOR DE...	1/21/2021 12:00...		9							BA-047	100117	BALANÇA CAPACI...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-760	1004.	CALIBRADOR DE...	1/21/2021 12:00...		9							BA-049	100119	BALANÇA CAPACI...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-762	1004.	CALIBRADOR DE...	1/21/2021 12:00...		9							DU-003	9801	DURIMETRO BRIT...	ATIVO	ATENÇÃO	
DCU-762	1000.	CALIBRADOR TA...	1/24/2020 12:00...		7							BA-045	100085	BALANÇA ELECTRONIC...	ATIVO		
RL-0042	1003.	RUGOSIMETRO P...	5/21/2019 12:00...		2							DCU-232	99280	CALIBRADOR DE BOCA...	INATIVO		
DCU-761	1004.	DISPOSITIVO DE...	1/25/2023 12:00...		2							SU-0002	100400	MEDIDOR DE DIAMET...	ATIVO		
DCU-761/1	1004.	DISPOSITIVO PA...	1/25/2023 12:00...		2							SU-0006	100406	MEDIDOR DE DIAMET...	ATIVO		
MIC-002	99985	MICROSCOPIO M...	4/22/2020 12:00...		4							AI-001	9831	ANALISADOR DE UMID...	ATIVO		
MIC-003	99956	MICROSCOPIO B...	4/22/2020 12:00...		5							BA-008	9878	BALANÇA DA MACHAR...	ATIVO		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pensando nisto, afim de tornar o controle dos dispositivos mapeados em todas as instâncias dos processos a qual eles estão relacionados, fez-se a criação de uma única tela para que fosse possível através de um *dashboard* rico em informações (Figura 60), realizar com êxito a tarefa proposta ao analista dimensional.

Nela se pode observar, todos os itens ativos e inativos presentes na fábrica, sendo separados entre si, além de um demonstrativo do local onde se encontram no momento e seus respectivos *status* quanto a sua calibração, se a mesma se encontra no prazo, no mês de calibração, ou vencida.

Figura 61 - Mapeamento de dispositivos



Fonte: Elaborado pelo autor.

A parte primordial do mapeamento e gerenciamento dos dispositivos é fazer com que qualquer pessoa saiba o exato local para realizar qualquer serviço relacionado ao dispositivo, uma possível calibração, ajuste ou manutenção. Trabalho se não for bem executado pode ocorrer o risco de que o dispositivo fique perdido, dependendo do local do armazenamento, ou até mesmo o atraso de uma calibração, já que a empresa terceira não consegue encontrar o dispositivo em questão, evento já ocorrido com balanças na empresa.

Figura 62 - Dispositivos fixos nos setores da fábrica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sem dúvida um dos maiores avanços praticado pelo sistema desenvolvido, já que além do mapeamento, tem-se acesso a diversas informações sobre o dispositivo, como a visualização de certificados de calibrações passadas, faixas de medição, descritivo técnico, código, e por fim deixar alguma observação para o setor responsável caso perceba alguma divergência nos resultados durante sua utilização.

Os dispositivos que ficam aos cuidados do laboratório de metrologia, como tampões lisos, calibradores de rosca, paquímetros, micrômetros, súbitos, ogivas, dentre outros, podem ser retirados do setor para serem utilizados em algum controle específico dentro da fábrica. Visto a resolver o problema de controle de entradas e saídas, fez se um cadastramento para monitorar a localização exata do mesmo, caso seja de interesse de algum colaborador, ou em auditorias.

Gerenciamento, que auxilia com o extravio e avaria do dispositivo, sabendo a que centro de custo recorrer para o ressarcimento do dispositivo em questão, ou até mesmo uma cobrança por parte da supervisão ao colaborador. Todavia, é possível obter informações dos dispositivos enviados para terceiros por este módulo, muito interessante para a pessoa responsável pelo IQF da empresa, ou até mesmo a solicitação de devolução caso necessário, obtendo assim um controle do patrimônio da empresa.

Figura 63 - Cadastro de saída de dispositivos

---

DISPOSITIVO\*  
 PQ-0054 

---

DESCRIÇÃO  
 PAQUIMETRO DIGITAL

---

LOCAL 

---

NOME SOLICITANTE\*

---

REGISTRO MENEGOTTI\*  
 0  

---

RESPONSÁVEL PELA ENTREGA\* 

---

SETOR\* 

---

DIA\*  
 06/04/2021

---

Cancel Save

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.17. LISTA DE PRODUTOS

De maneira a auxiliar os demais módulos do sistema, em todas as informações relacionadas a cada item do catálogo previsto pela empresa, fez-se a importação do ERP da empresa dos dados relacionados aos produtos.

Sendo assim, a agilidade no cadastramento dos itens, ou algum serviço, faz-se a inserção automática dos dados, tornando o processo mais prático ao usuário.

Com tudo a importação facilita ao colaborador uma pesquisa prática e rápida das informações necessárias em toda parte da empresa, pois normalmente, por mais que a pessoa tenha anos de experiência dentro da mesma indústria, algum código e especificação podem ficar no esquecimento de alguns, então como forma de auxiliar, foi realizado a adição de uma foto do produto, para que a informação seja visual, confrontando com a peça vista no momento da dúvida ou em uma procura na fábrica.

## 5.18. ANÁLISE DA PRÉVIA DE PRODUÇÃO

Gerenciamento que não se tinha um controle estabelecido de certa forma é o apresentado por este módulo, na qual em muitos casos um simples *chck-list* da condição inicial da peça em produção já se consegue evitar uma série de problemas e ocorrências originadas na produção completa do produto.

Figura 64 - Cadastro da análise da prévia

FÁBRICA*	OPERAÇÃO	RECHUPE VISUAL
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>
ITEM*	DEFEITOS AÇÃO IMEDIATA*	GASES
<input type="text"/>	Parar a máquina e realizar a correção mediante o defeito encontrado	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>
OF*	ESMAGAMENTO	OUTROS
<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
QUANTIDADE PROGRAMADA*	FERRO FRIO	AÇÕES REALIZADAS
<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
QUANTIDADE DE PRÉVIAS REALIZADAS*	DESLOCAMENTO	FOTO 1*
<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
TURNO*	MOLDE QUEBRADO	FOTO 2
<input type="button" value="1º TURNO"/> <input type="button" value="2º TURNO"/> <input type="button" value="3º TURNO"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
DATA*	DATA CORRETA	FOTO 3
<input type="text" value="14/9/2021"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
HORÁRIO*	VAZAMENTO INCOMPLETO	FOTO 4
<input type="text" value="20:28:58"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
AVALIADO POR*	GRAVAÇÕES LEGÍVEIS	FOTO 5
<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
COD. MENEGOTTI*	DEMAIS DEFEITOS*	FOTO 6
<input type="text" value="0"/>	Retirar segunda prévia para avaliação com o histórico do item	<input type="text"/>
LIDER*	INCLUSÃO DE AREIA	FOTO 7
<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
QUALIDADE	INCLUSÃO DE ESCÓRIA	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="N/OK"/>	<input type="text"/>
ENGENHARIA		<input type="text"/>
<input type="text"/>		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desta maneira, criou-se um cadastro, conforme Figura 64, na qual se faz a utilização de diversos passo a passo durante o cadastramento, além do que é possível a inserção de fotos de cada problema apresentado, ou até mesmo uma prova de que as cavidades dos moldes estão de acordo com o especificado, a possibilidade de um ferramental inadequado, tudo pode ser anexado como evidência nesta etapa.

Figura 65 - Dados da prévia

```

ITEM
210040130
FABRICA
1
OF
318670
DESCRIÇÃO
SUPPORT - KK62201
QUANTIDADE PROGRAMADA
300
QUANTIDADE DE PREVIAS REALIZADAS
2
TURNO
2º TURNO
DATA
6/4/2021
HORARIO
19:41:43
AVALIADO POR
lan
COD. MENEGOTTI
725
LIDER
Fabiano moraes
DEFEITOS AÇÃO IMEDIATA
Parar a máquina e realizar a correção mediante o defeito encontrado
ESMAGAMENTO
OK
FERRO FRIO
OK
DESLOCAMENTO
OK
MOLDE QUEBRADO
OK
DATA CORRETA
OK
VAZAMENTO INCOMPLETO
OK
GRAVAÇÕES LEGÍVEIS
OK
DEMAIS DEFEITOS
Retirar segunda prévia para avaliação com o histórico do item
INCLUSAO DE AREIA
N/OK
INCLUSAO DE ESCORIA
OK
-----

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, para posteriores análises e pesquisas se obtém um histórico das previas retiradas na produção dos itens, para fim de alguma ação que seja necessária a atuação durante as reuniões de refugo, já que em diversos momentos acompanhados, a falta de dados, relatórios, fotos e liberação propriamente dita ficam sem ter uma conclusão exata, deixando por parte da confiança nos operadores avaliar e informar caso algo anormal ocorra.

Nos dias de hoje, vale novamente ressaltar, informações sempre são bem-vindas, a fim de proteger todos os envolvidos no processo, bem como agilizar todo um processo de melhoria contínua do processo, e diminuir todas as possíveis causas de desperdício e a não qualidade de um produto.

## 5.19. ANÁLISE GERAL DA PRODUÇÃO

Por fim, o módulo com mais interconexões do sistema desenvolvido, tendo como objetivo em uma única análise, com apenas duas informações, de código do item e faixa de datas, obter diversas análises, realizando o englobamento de todos os dados cadastrados e importados para o sistema, com o intuito de obter uma análise rica em detalhes e situações.

Figura 66 - Filtro geral

A imagem mostra a interface de usuário de um sistema web. No topo, há uma barra de navegação com três opções: 'FILTRO GERAL' (destacado com uma linha vermelha), 'TEMPERATURA GERAL' e 'COMPOSIÇÃO GEF'. Abaixo, há um formulário com os seguintes campos:

- ITEM: 5016
- DATA INICIAL: 03/01/2021
- DATA FINAL: (campo vazio)

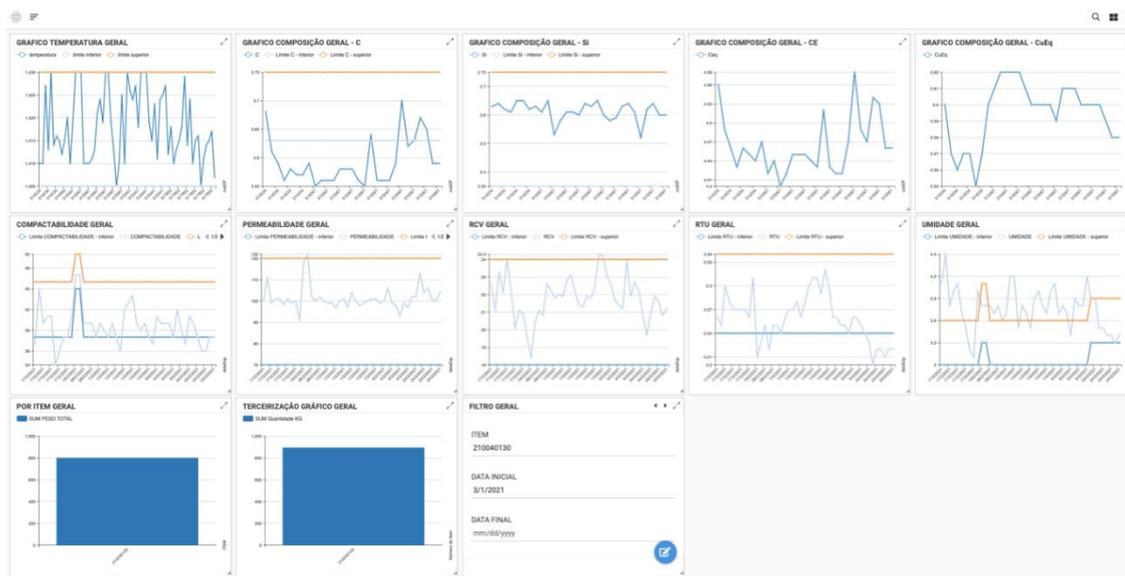
No rodapé, há um ícone de menu e o texto 'INÍCIO'. Um ícone de edição (lápis) está visível no canto inferior direito da área principal.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se obter todos os parâmetros de vazamento para o item escolhido, da mesma forma que no módulo análise de vazamento, além de obter a taxa de refugo do item, a quantidade de reclamações relacionado a eles, posteriormente a prévia das produções pertencentes faixa de datas, bem como demais informações de interesse

por parte dos envolvidos, desta forma com a conexão de dados obte-se umas das ferramentas da indústria 4.0 o *Big Data*.

Figura 67 - Análise geral



Fonte: Elaborado pelo autor.

As indústrias atuais, com sistemas de análises simplificadas, porém com ricos detalhes, pode ajudar e muito na otimização de processos e redução de desperdício, aumentando assim sua competitividade perante as demais indústrias e lucro.

Para a Figura 67 por exemplo, os parâmetros de areia verde apresentam faixas abaixo da especificada nos dados técnicos do produto moldado, além do qual neste caso em específico ocorreu certas inclusões de areia como defeito, muito provável que foi causado por estas discrepâncias dos parâmetros de RTU e compatibilidade, possível atuação para evitar defeitos futuros, seriam a um melhor controle dos parâmetros de areia, afim de evitar estas anormalidades. Vale ressaltar que a umidade neste dia estava acima do limite superior, possivelmente ela tenha influência direta na alteração dos demais fatores apresentados. Análises simples que podem ser realizadas em instantes por uma básica pesquisa, otimizando o tempo do analista em horas.

## 5.20. SEGURANÇA DE ACESSOS

A fim de proteger os dados pertencentes a empresa e seus colaboradores, a integração de uma segurança informacional é de extrema importância e necessária. Desta forma, ao início do sistema o colaborador insere seus dados referentes a sua matrícula dentro da empresa e sua senha de segurança (Figura 68).

Então a partir deste momento, os módulos são liberados conforme a tarefa executada por cada usuário, sendo alguns módulos indisponíveis por não fazer parte do processo ou simplesmente por uma questão de segurança no cadastramento.

Figura 68 - Segurança do sistema

Registro Menegotti\*

Senha\*

cadastro contate o suporte

login para teste

E-MAIL\*

Fonte: Elaborado pelo autor.

A utilização de maneira errônea por parte de quem não tem algum treinamento específico para executar tal operação, pode colocar tudo a perder em algumas análises, controle de tarefas e execução de ações num futuro.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de *softwares* na indústria em geral, tem como intuito auxiliar nas tarefas diárias e gerenciamento de todo o processo produtivo, comercial e corporativo a qual a empresa está inserida. Porém muitas das vezes os sistemas ERP em questão não estão apresentados da melhor maneira possível aos usuários comuns (sem conhecimento técnico computacional), ou não englobam todas as tarefas impostas ao colaborador e análises específicas, de relevância, à redução de problemas e otimização de resultados.

Visando solucionar os diversos problemas apresentados pelas empresas, partiu-se de uma metodologia para a criação de um sistema de desenvolvimento fácil e ágil para os usuários, tendo como base dados existentes pela empresa, muitas das vezes sendo necessário a estruturação dos mesmos, ou criando algum banco de dados, que antes era inexistente, sendo pertinente a algum gerenciamento e análise específica.

Todavia, através da criação e utilização de algum módulo em específico, ou de forma conjunta, os problemas enfrentados muitas das vezes sem solução por um baixo nível técnico dos envolvidos, ou pelo desconhecimento de tais dados e sua importância, quando interligados com outros bancos, trouxeram uma nova perspectiva as análises diárias dentro da empresa estudada.

Dentre os mais variados problemas, destacasse a restrição da utilização e consulta de dados somente com auxílio de um computador, localizado geralmente em sua estação de trabalho. Contudo, foi corrigida de forma efetiva, através da utilização de um *smartphone*, possibilitando o acesso de todos os módulos pertencentes ao usuário, com apenas a sincronização dos dados sempre que necessário, por uma rede de dados ativa. A partir desta sincronização, sua utilização se dá por qualquer parte do globo terrestre, portanto em visitas técnicas, ou acompanhamentos dos processos em clientes ou na própria empresa. O auxílio de dados, gerenciamento e análises se torna possível e disponível, sem a descentralização de informações e perdas de dados por esquecimento ou desorganização.

A presença de diversos meios de controle, criadas pelos próprios colaboradores, foi solucionado com a presença de diversos mecanismos de controle, de maneira centralizada e disposta em evitar os cadastramentos errôneos por parte

de todos os usuários, sem contar que com a possibilidade de centralização de todas as informações, a posterior criação de análises complexas e interligadas por meio de seus bancos de dados estruturados se torna real e disponíveis.

Diante do exposto, foi possível comprovar com a utilização do sistema, a sua importância para as empresas que buscam uma melhoria contínua de processos, auxiliado pelo *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*. Na qual, seus colaboradores, auxiliados pelas ferramentas explanadas pelo tópico 5. ANÁLISE DE DADOS, deste presente trabalho, podem otimizar suas tarefas diárias, além de tornar real diversas análises práticas, com um enorme potencial produtivo e técnico.

Vale a ressalva que o objetivo de maior valia para a indústria em questão, foi executada com êxito, ao otimizar o tempo do analista e engenheiro na análise global de todos os processos e parâmetros envolvendo a produção de algum item em específico, portanto, sendo possível a alocação do restante do tempo para o que realmente importa, que é a contenção e correção de defeitos provenientes de alguma anomalia processual. Otimização que foi em torno de 95% do tempo, ou até mesmo uma novidade para o colaborador, por nunca ter realizado tal análise, por apresentar uma dificuldade inicial.

Para um posterior estudo, faz-se a sugestão de otimizar ainda mais os processos, com a incorporação de dados e gerenciamentos relevantes, bem como a adição de um maior número de análises no módulo análise geral, bem como uma possível adição da imposição do defeito possível com base nos dados, auxiliando os usuários mesmo antes de realizar uma análise referente a algum item. Vale a ressalva para um teste de vulnerabilidade de sistema, afim de estipular os níveis de segurança existentes no sistema, bem como auxiliar em uma possível melhoria de segurança dos dados.

A rastreabilidade de informações e geração de certificados da qualidade, em conjunto com os dados existentes, é uma sugestão válida para futuras monografias, já que segundo norma exigida para a qualificação de produção para alguns clientes, faz referência a obrigatoriedade da existência destes quesitos pela empresa.

A melhoria gráfica e adição de modelos estatísticos, afim de verificar a estabilidade de algum processo, por exemplo a composição química durante as produções, é válida, afim de auxiliar aos líderes de setores quanto ao seu processo, dentre outras informações referente a qualidade e controle operacional.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 9001/2008: Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Novembro de 2009.

ALMEIDA, P. R. **O Brasil e a nanotecnologia: rumo à quarta revolução industrial**. 2005. Espaço Acadêmico, Maringá, a. VI, n. 52, set. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FUNDIÇÃO (ABIFA) - **Fundição & matérias-primas**, ano XXIV – Julho 2021, nº238. São Paulo, ABIFA: 2021.

BALDAM, R. L.; VIEIRA, E.A. **Fundição: Processos e tecnologia correlatas**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2013.

BAPTÍSTA, A. L. B; SOARES, Â. R.; NASCIMENTO, I. A. **O ensaio metalográfico no controle da qualidade**. [S.l.: s.n., 18--].

BRADASCHIA, C. **Fundição de Ligas não ferrosas**, 3. Ed. São Paulo: ABM,1986.

BRAGA, Wendel; SILVA, A. Carlos; ALVES, L. H. Dias. **Stack Moldink: Uma solução para melhoria de qualidade e produtividade na produção de peças de pequeno porte e grandes séries fundidas em moldes de areia**. In **Tecnologia em Metalurgia e Materiais - ABM**. São Paulo. n 4, p.22-25, abr. - jun. 2005.

BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional. **Estratégia de segurança da informação e comunicações e de segurança cibernética da administração pública federal 2015-2018**: versão 1.0. Brasília, DF. 2015.

BETHELL, Leslie (org.). **História da América Latina**. Vol. V: de 1870 a 1930. 161 Trad. de Geraldo Gerson de Souza. São Paulo: Edusp; Imprensa Oficial SP; Brasília, DF: Funag, 2002.

CALLISTER Jr, W D. **Ciência e engenharia dos materiais uma introdução**, 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CBS. **Quais são os impactos do Low-Code nas empresas?**. Brasil: CBS: Companhia Brasileira de Desenvolvimento de Softwares, [ca. 2020]. Disponível em: <https://www.cbds.com.br/blog/low-code/>. Acesso em: 3 set. 2021.

CHIAVERINI, V.– **Aços e ferros fundidos**. Associação Brasileira de Metais, São Paulo, 517p. –1987.

CHIAVERINI, V, 1914 - **Tecnologia mecânica: Processos de Fabricação e Tratamento**. 2. Ed. – São Paulo, McGraw-Hill, 1914.

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**, 7ª ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM, 2002.

CLINT, Clint. **Desenvolvimento low-code: o modelo lego para construção de software: Ferramentas de arrastar e soltar permitem flexibilidade para desenvolvedores**. Computer World, 12 fev. 2019. Disponível em: <https://computerworld.com.br/plataformas/desenvolvimento-low-code-o-modelo-lego-para-construcao-de-software/>. Acesso em: 3 set. 2021.

COSTA NETO, P. L. O. **Qualidade e competência nas decisões**. São Paulo: Edgar Blucher, 2007

Costa, **Eli Banks Liberato da**. **Jacquard’s invention and computers: some remarks concerning the origins of programming activity during the 19th century**. 2008. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

DATHEIN, RICARDO. **Inovação e Revoluções industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX**. Publicações DECON Textos Didáticos 02/2003. DECON/UFRGS, Porto Alegre, fevereiro 2003.

DAVENPORT, T. H.; BARTH, P.; BEAN, R. **How “Big Data” is Different**. **MIT Sloan Review**, 30 de Julho, 2012.

FERREIRA, C. G. **O fordismo, sua crise e o caso brasileiro**. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

FRANCO, T. **Alienação do trabalho: despertencimento social e desrenraizamento em relação à natureza**. Caderno CRH, Salvador, v. 24, n. 1, p. 169-189, 2011.

GNIDARXIC, P. J. **A Qualidade e o conhecimento como fatores para a melhoria de processos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Paulista, São Paulo, 2008.

GUESSER, W. L. **Propriedades mecânicas dos ferros fundidos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

HUGHES, I.C.H. **A review of solidification of cast irons with flake graphite structures**. In: **The iron and steel institute**. The solidification of metals, London, 1968.

IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 6ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994.

INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE. IATF 16949: **rules for achieving and maintain IATF recognition**. São Paulo: IATF, 2016.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1991. v. 1.

KAGERMANN, H., W. WAHLSTER, and J. HELBIG, eds., **Recommendations for Implementing the strategic initiative industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**, Frankfurt, 2013.

KARSAY, SI. **Ductile iron –Productin and pratice**. American Foundry Society, USA, 1985.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H.-A. **A Cyber-Physical Systems architecture for Industry**. Elsevier B.V., Amsterdã, v. 3, n. 2015, p. 18-23, Janeiro 2015.

OXFORD English Dictionary. Disponível em: <<https://en.oxforddictionaries.com>> Acesso em: 08 de setembro de 2021.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota, Os 14 Princípios de Gestão do maior Fabricante do Mundo**. São Paulo: Bookman, 2006.

LOPER, J.R.; CARL, R. **Cast irons – Essential alloys for the future**. In: LXV Congresso Mundial de Fundição, Coreia do Sul, out. 2002. Foundryman, v. 96, parte 11, nov. 2003.

MAÇADA, Antônio C. Gastaud; FREITAS, José C. da Silva Junior. **Processo Decisório no Contexto de Big Data: Estudo de Caso em Uma Empresa do Varejo**. XVII SemeAd (Seminários em Administração). Outubro, 2014.

MCAFEE, A; BRYNJOLFSSON, E. **Big Data: The Management Revolution**. Harvard Business Review October, 2012.

MCKINSEY. **Big data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity**. Global Institute. Maio de 2011.

MELLO, M. de I. N. M; RIZZO, E. M. da S; SANTOS, R. G. dos S. **Análise da influência do teor de hidrogênio e da contração na forma de microporosidades durante a solidificação da liga Al-4,5%Cu**. In 51o congresso anual da ABM. São Paulo, p.609-620. 1996.

MELL, P.; GRANCE, T. **The NIST definition of cloud computing**. 2011.

MIRANDA, F. S. M. P. **A Mudança do Paradigma Econômico, a Revolução Industrial e a Positivização do Direito do Trabalho**. Revista Eletrônica Direito, v. 3, n. 1, p. 11-12, 2012.

MONTGOMERY D.C., RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada à Engenharia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC. 2004.

MOREIRA, Leandro. **Indústria 4.0: estudo da cadeia produtiva da madeira no paraná**. Curitiba, Universidade Tecnológica do Paraná, 2017.

OLIVEIRA, D.P.R. **Sistemas de Informações Gerenciais: estratégicas, táticas, operacionais**. Editora Atlas S.A. São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, T. M. N. De. **Eco-estratégia empresarial no setor metal-mecânico da escola técnica Tupy**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.

PEINADO, J. GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

RIBEIRO, R.A.C. **Desenvolvimento de novos materiais cerâmicos a partir de resíduos industriais metal – mecânicos**. Dissertação – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

ROJAS, R. R., CORTES, A. O., RITA, A.P. **Six Sigma in Paving Process**. In:

**INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND MANAGEMENT**

**TECHNOLOGY**, 2010, Cairo. Anais... Cairo, 2010. p.612-616.

ROSSITTI, S. M. **Processos e variáveis de fundição**. Grupo Metal, maio de 1993.

ROWLEY, M. T. et al. **International Atlas of Casting Defects**. Des Plaines: American Foundrymen's Society, 1974.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, F. H. R. **Um estudo sobre os benefícios e os riscos de segurança na utilização de Cloud Computing**; Artigo científico de conclusão de curso apresentado no Centro Universitário Augusto Motta, UNISUAM-RJ, 2010.

SIMON, H. **Administrative Behavior: A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organization**, New York: Free Press. 1976.

SINGER, P. **Desemprego e exclusão social**. São Paulo em perspectiva, São Paulo, v. 10, p.1, 1996

SOAREZ, J. C. M. **Manual CNI. Controle de qualidade na indústria Metalúrgica**. 3. ed.- Rio de Janeiro. 1987.

TAKAGAKI, Luis Kotti. **Tecnologia da Impressão 3D**. Revista Inovação Tecnológica, São Paulo, Julho/dez.2012.

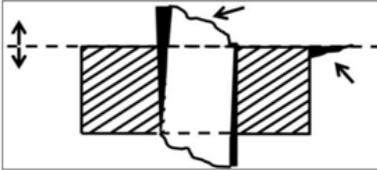
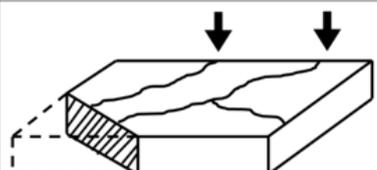
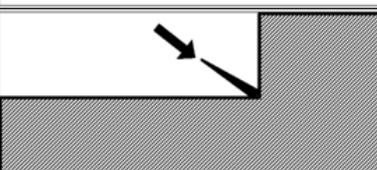
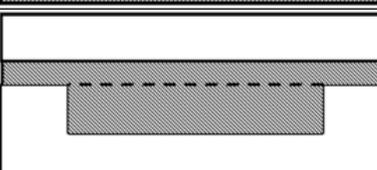
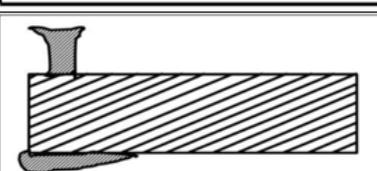
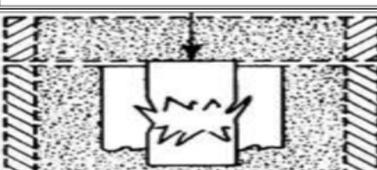
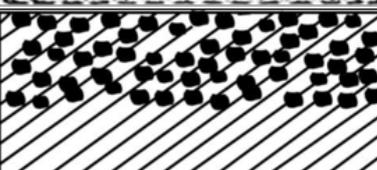
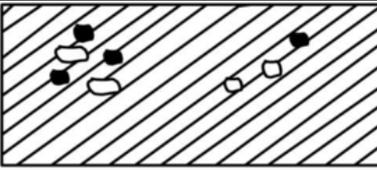
VALENTE, B. A. L. **Um middle ware para a Internet das coisas**. Tese (Doutorado) — Sistemas Integrados de Bibliotecas Repositórios, Lisboa, 2011.

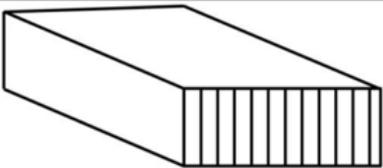
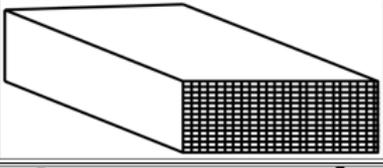
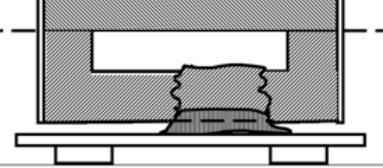
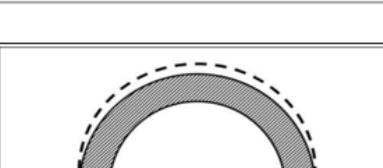
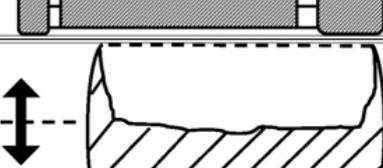
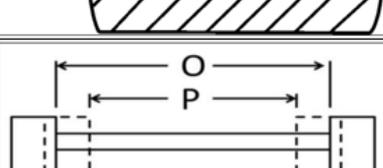
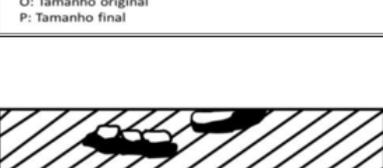
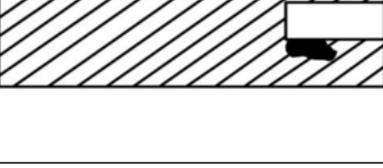
WERKEMA, C. **Lean Sei Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. 1. ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006. v.4.

YOON; SHIN e SUH, **A conceptual framework for the ubiquitous factory**. International Journal of Production Research, vol.50, no. 8, Taylor & Francis, pp.2174–2189, 2012.

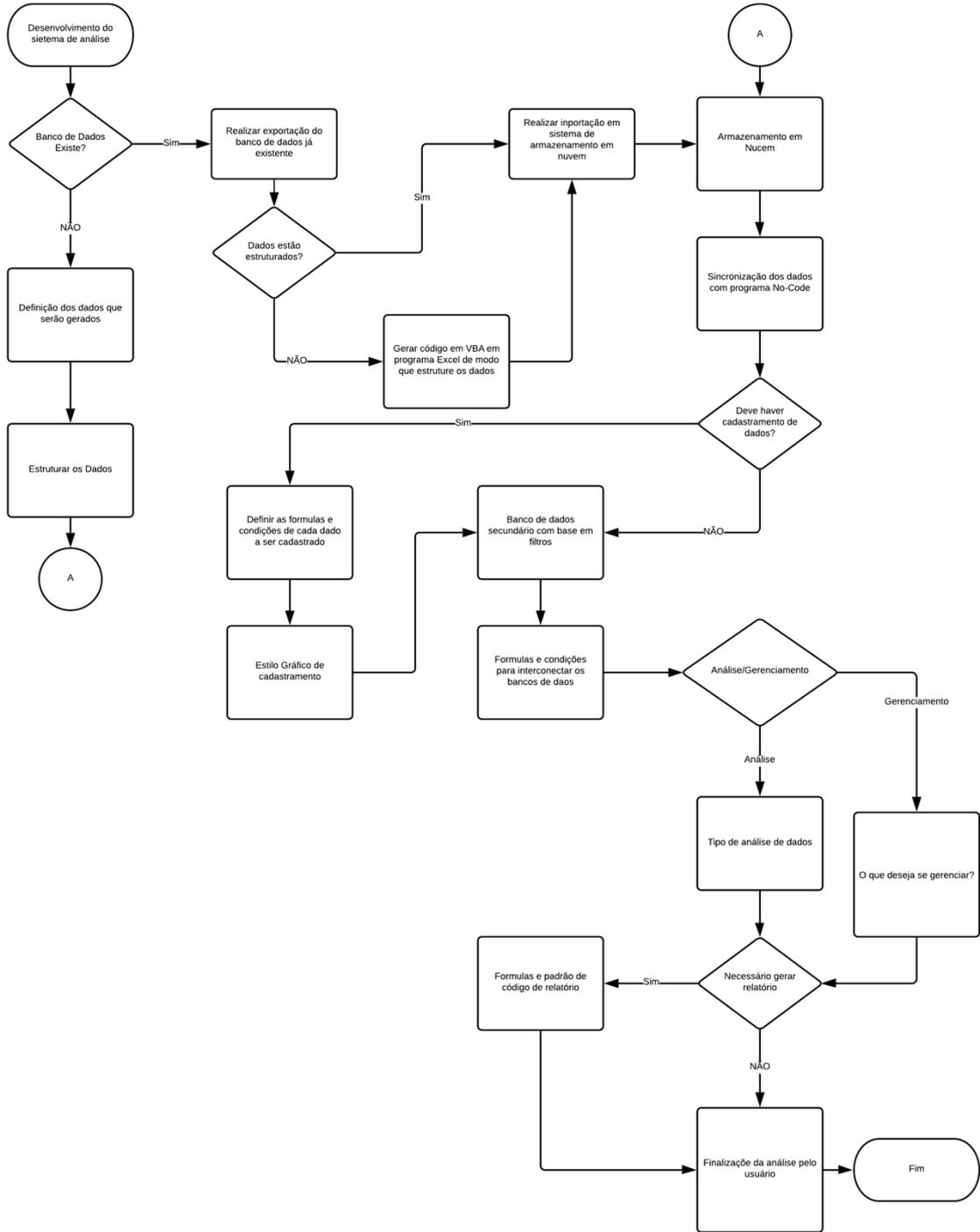
ZIKOPOULOS, Paul et al. **Understanding Big Data – Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data**. McGraw-Hill, New York, 2012.

## ANEXO A – Defeitos de fundição

TIPO	CARACTERÍSTICAS	DEFEITO	POR QUÊ	EXEMPLO
A	Saliências Metálicas	Rebarbas Metálicas	São defeitos em que a peça não se altera geometricamente, normalmente ocorrem nas junções do molde e o macho presente nas peças, ou na de divisão entre a caixa superior e inferior do molde	
		Veimento	São defeitos em que a peça não se altera geometricamente, ocorre devido a formação de veios perpendiculares à face da peça fundida. Normalmente relacionado às trincas nas fazes dos moldes	
		Rebarba de Ângulo	São defeitos em que a peça não se altera geometricamente, ocorrem na forma de lâmina metálica situada em cantos dos moldes que divide o ângulo em duas partes. Normalmente realinados à trincas no molde ou macho, originadas durante o manuseio do molde	
		Levantamento do Molde	São defeitos em que a peça sofre alteração de geometria, apresenta rebarbas planas, geralmente com maior espessura, de perfil horizontal, na apartação do molde. Geralmente relacionado com a força gerada pelo metal líquido nas paredes do molde e ao fechamento incorretos das caixas inferiores e superiores do molde, causando um aumento da espessura da peça	
		Erosão de Areia	São defeitos em que a peça sofre alteração de geometria, aparecem de forma desigual, geralmente grosseira nas faces das peças, normalmente ocorre o desprendimento da areia do canal de ataque, formando assim inclusões por parte deste desprendimento. Está relacionada a baixa coesão da areia do molde ou macho, sistema de canais mal projetado	
		Macho Quebrado	São defeitos em que a peça sofre alteração de geometria, ocorrem na forma de rebarba com aspecto de ruptura e estão situadas nas partes internas das peças na qual se faz a utilização de machos. Os defeitos são geralmente vistos nas partes inferiores da peça na forma de inclusões de areia	
B	Cavidades	Porosidade Concentrada	conhecidos como porosidades, bolhas ou gases. Possui aspecto de paredes lisas, forma esférica e interna a massa metálica das peças. As cavidades maiores surgem isoladamente uma das outras, porém as cavidades menores são bem agrupadas. Estão relacionadas às causas endógenas de origens metalúrgica, nativas do metal ou exógenas advindas dos constituintes dos machos e moldes, aprisionados no interior da peça mecanicamente. A falta de permeabilidade do molde também pode contribuir para formação de bolha no interior do metal fundido, pois os gases formados durante o vazamento podem não escapar através da areia.	
		Porosidade Dispersa		
		Rechupes	Ocorrem na forma de vazios internos em uma peça fundida resultante da contração de volume que ocorre durante a solidificação. Podem ocorrer no formato de vírgulas, dispersadas na peça metálica, abertas ou fechadas. Ocorre próximo a face da peça. Está relacionada à baixa concentração de Carbono, grande concentração de Nitrogênio, com pouca resistência do molde, altas temperaturas, contração volumétrica, desprendimento de gases pelo molde	

C	Descontinuidades	Trincas à Frio	Ocorrem no formato de trinca da peça metálica, são visíveis, que divide a peça em fragmentos não oxidados. Este defeito é de difícil relação, pois pode ser de choque térmico devido à troca de calor metal molde durante a contração, impacto durante a desmoldagem das peças. Porosidade excessiva nas regiões crítica da peça	
		Trincas à Quente	Ocorrem na forma de descontinuidade da peça metálica, são visíveis e que divide a peça em partes oxidadas, não sendo possível dizer se existiu encolhimento durante seu arrefecimento. Está relacionado a choque térmico devido à desmoldagem prematura do molde ou a movimentações bruscas e batidas	
D	Superfície Defeituosa	Esmagamento	São pequenos, sem a mudança no restante da peça metálica fundida. Esta relacionada com deformação de parte da face do molde, devido a movimentação inadequada do molde, excesso de peso na tampa, travamento muito forte do molde, falta de planicidade do molde durante o vazamento do metal líquido	
		Expansão de areia	São defeitos que ocorrem nas superfícies horizontais dos moldes, de pouca espessura ligada a peça metálica no formato de filete metálico. Abaixo desse defeito a superfície da peça apresenta uma pequena depressão. Na região superior do molde, esses defeitos estão relacionados com a condensação de umidade existente no interior do molde e pouca resistência da areia e possível dilatação do molde. Na parte inferior do molde esses defeitos estão relacionados condensação de umidade provocada pela lâmina de metal que desce o canal de ataque, favorecendo a pouca resistência à compressão no fundo molde	
E	Peças Incompletas	Falta de Enchimento	Ocorrem geralmente nas arestas das peças metálica de forma arredondada e brilhante. Está relacionada a pouca fluidez do banho metálico, devido à baixa temperatura de vazamento ou a alta pressão proveniente da associação de gases no interior do molde com a elevada velocidade durante o vazamento	
		Falta de Metal	Ocorrem geralmente na parte superior da peça metálica, possui formas levemente arredondadas. Estão relacionadas a quantidade insuficiente de metal líquido vazado no molde, devido a falta de metal na panela de vazamento, e interrupção no vazamento	
		Molde Vazando	Geralmente ocorrem nas superfícies superiores das peças fundidas. Possuem forma côncava e se prolongam até o topo do molde, com aspecto de rebarbar. Estão relacionados à falta de vedação entre o molde inferior e superior. Ocorrem com maior incidência em peças com grandes espessuras	
F	Dimensões ou Forma Incorreta	Defeito Devido à Contração	Ocorrer num único local ou longo de toda peça (BRAGA, 2011). Estes defeitos são repetitivos e ocorrem principalmente em partes da peça que possuem espessuras diferentes. Estão relacionados com a forma geométrica da peça, técnica de moldagem incorreta, contração irregular devido a uma desmoldagem antecipada	
G	Inclusões	Inclusões Endógenas	São de ordem metalúrgica na forma de Sulfetos, Óxidos, Silicatos e Aluminatos, ou seja, inclusões não metálicas como FeS, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . As inclusões endógenas adicionadas intencionalmente ao banho metálico, a fim de se obter efeitos benéficos nas peças fabricadas são tratadas como precipitados	
		Inclusões Exógenas	Na forma de inclusões, provem de fonte externa e não metálica. Podem ser de escória, erosão do refratário das paredes do forno ou panela de vazamento ou dos canais de vazamento ou ainda areia solta que não foi removida na etapa de preparação e pintura do molde da peça. Esses defeitos possuem aparência lisa e ocorrem nas regiões superiores das peças ou nas partes inferiores dos machos das peças, de forma irregular, com aspecto de escória.	

### ANEXO B – Fluxograma para desenvolvimento de sistemas



## ANEXO C – Programa para estruturação de dados

```

Sub TRASNSFORMARPARAESTRUTURADO()
' import excel file
Plan8.Visible = True
Dim importFileName As Variant
Dim importWorkbook As Workbook
Dim importSheet As Worksheet
Dim importRange As Range
Dim celulas As Object
Dim celulass As Object
Dim answer As Integer
answer = MsgBox("Realmente deseja importar os dados de composição?", vbYesNo + vbQuestion, "Empty sheet")
  If answer = vbNo Then
    Plan8.Visible = False
  Exit Sub
  End IF
'IMPORTAR ARQUIVO NÃO ESTRUTURADO
  importFileName = Application.GetOpenFilename(FileFilter:="Arquivo do Excel (.xls; .xlsx), *.xls;*.xlsx", Title:"Escolha um
arquivo do Excel")
  If importFileName = False Then Exit Sub
  Application.ScreenUpdating = False
  ' SE SELECIONAR O ARQUIVO NÃO ESTRUTURADO
  Set importWorkbook = Application.Workbooks.Open(importFileName)
  Set importSheet = importWorkbook.Worksheets(1)
  With Application
    .ScreenUpdating = False
    .EnableEvents = False
  End With
  F = 0
  Dim celula As Object
  Dim C As Object
'VERIFICAR SE O ARQUIVO É VERDADEIRO
  For Each celula In importSheet.Range("C1:C5")
    If celula.Value = "UNIDADE" Then
      F = celula.Row
    End If
  Next celula
  If F = 0 Then
    MsgBox "Arquivo incorreto"
    importWorkbook.Close
    Sheets("INÍCIO").Select
    Plan8.Visible = False
  Exit Sub
  End If
'INÍCIO DA ESTRUTURAÇÃO DE DADOS
  Windows(ThisWorkbook.Name).Activate
  importWorkbook.Worksheets(1).Select
  lin = 1
  Do While Not IsEmpty(Range("A" & lin))

```

```

lin = lin + 1
Loop
Windows(ThisWorkbook.Name).Activate
Plan8.Select
linha = 1
Do While Not IsEmpty(Range("A" & linha))
linha = linha + 1
Loop
a = 0
For Each celulas In importSheet.Range("D2:D" & lin - 1)
Windows(ThisWorkbook.Name).Activate
If celulas.Value = Plan8.Range("B" & linha - 1).Value And celulas.Offset(0, 1).Value = Plan8.Range("c" & linha - 1) Then
a = celulas.Row - 13

End If
Next celulas
'COMEÇAR A COLAR AS VARIÁVEIS
If a = 0 Then
B = linha
Else
B = linha - 1
End If
If a = 0 Then
a = 2
End If
importSheet.Range("D" & a & ":E" & a).Copy
Plan8.Range("B" & B).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
For Each celula In importSheet.Range("D" & a & ":D" & lin - 1)
L = celula.Row
DES = importSheet.Range("N" & L)
TAM = Len(DES)
Item = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
of = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
If celula = Plan8.Range("B" & B) And celula.Offset(0, 1).Value = Plan8.Range("C" & B).Value And of = Plan8.Range("A" &
B).Value Then
For Each coluna In Plan8.Range("H1:U1")
If celula.Offset(0, -2).Value = coluna.Value Then
L = celula.Row
H = coluna.Column
importSheet.Range("F" & L).Copy
Plan8.Cells(B, H).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
importSheet.Range("G" & L).Copy
Plan8.Cells(B, (2 * H) + 8).Select

```

```

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
importSheet.Range("J" & L).Copy
Plan8.Cells(B, (2 * H) + 9).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
importSheet.Range("M" & L).Copy
Plan8.Cells(B, H + 44).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
'MODIFICAR A DESCRIÇÃO
DES = importSheet.Range("N" & L)
TAM = Len(DES)
Item = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
of = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
SETOR = Left(DES, InStr(DES, "+") - 1)
ligaS = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
Status = Left(DES, InStr(DES, "+") - 1)
MATERIAL = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
PANELA = Left(DES, InStr(DES, "+") - 1)
CORRIDA = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
'colar
Plan8.Range("D" & B) = Item
Plan8.Range("A" & B) = of
Plan8.Range("W" & B) = Status
Plan8.Range("E" & B) = ligaS
Plan8.Range("BN" & B) = MATERIAL
Plan8.Range("F" & B) = SETOR
Plan8.Range("G" & B) = PANELA
Plan8.Range("BO" & B) = CORRIDA
Range("V" & B).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-14]+(RC[-13]/3)"
Range("BP" & B).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-52]+10*RC[-51]+1.2*RC[-54]+0.5*RC[-58]"
End If
Next coluna
Else
B = B + 1
L = celula.Row
importSheet.Range("D" & L & ":E" & L).Copy

```

```

Plan8.Range("B" & B).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
For Each coluna In Plan8.Range("H1:U1")
If celula.Offset(0, -2).Value = coluna.Value Then
L = celula.Row
H = coluna.Column
importSheet.Range("F" & L).Copy
Plan8.Cells(B, H).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
importSheet.Range("G" & L).Copy
Plan8.Cells(B, (2 * H) + 8).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
importSheet.Range("J" & L).Copy
Plan8.Cells(B, (2 * H) + 9).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
importSheet.Range("M" & L).Copy
Plan8.Cells(B, H + 44).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
'descrição
DES = importSheet.Range("N" & L)
TAM = Len(DES)
Item = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
of = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
SETOR = Left(DES, InStr(DES, "+") - 1)
ligaS = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
Status = Left(DES, InStr(DES, "+") - 1)
MATERIAL = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
DES = Mid(DES, InStr(DES, "+") + 2, InStrRev(DES, "+") - (InStr(DES, "+") + 2))
TAM = Len(DES)
PANELA = Left(DES, InStr(DES, "+") - 1)
CORRIDA = Right(DES, TAM - InStrRev(DES, "+") - 1)
'colar
Plan8.Range("D" & B) = Item
Plan8.Range("A" & B) = of
Plan8.Range("W" & B) = Status

```

```

Plan8.Range("E" & B) = ligaS
Plan8.Range("BN" & B) = MATERIAL
Plan8.Range("F" & B) = SETOR
Plan8.Range("G" & B) = PANELA
Plan8.Range("BO" & B) = CORRIDA
Range("V" & B).Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-14]+(RC[-13]/3)"
Range("BP" & B).Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "=RC[-52]+10*RC[-51]+1.2*RC[-54]+0.5*RC[-58]"
End If
Next coluna
End If
Next celula
'FECHAR ARQUIVO
importWorkbook.Close

```

```

Dim cel As Object
Plan8.Select
lin = 1
Do While Not IsEmpty(Range("B" & lin))
    lin = lin + 1
Loop
Plan8.Select
'ORGANIZAR
For Each celula In Plan8.Range("A2:A" & lin)
If celula <> "" Then
numero = Str(celula.Value)
celula.Activate
ActiveCell.FormulaR1C1 = numero
Else
End If
Next celula
For Each celula In Plan8.Range("d2:d" & lin - 1)
If celula <> "" Then
numero = Str(celula.Value)
celula.Activate
ActiveCell.FormulaR1C1 = numero
Else
End If
a = celula.Offset(0, 2).Text
If a Like "**DISA*" Or a Like "**LORAMENDI*" Then
Else
celula.Offset(0, 2) = "VICK"
End If
Next celula

```

```

ActiveWorkbook.Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Sort.SortFields.Add Key:=Range("B1") _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal

```

```

With ActiveWorkbook.Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Sort
    .SetRange Range("A2:BP" & lin)
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("F6").Select
MsgBox "Composição importadas com sucesso"
Plan8.Visible = False
    Worksheets("INÍCIO").Select
' EXPORTAR ARQUIVO PARA NUVEM
Dim importFileName As Variant
Dim importWorkbook As Workbook
Dim importSheet As Worksheet
Dim importRange As Range
Dim celulas As Object
Dim celulass As Object
Dim k As Worksheet
' ABRIR ARQUIVO PADRÃO PARA EDIÇÃO
importFileName = "W:\Qualidade\BANCO DE DADOS\DADOS ANÁLISE.xlsx"

' if user pressed cancel buton: exit
If importFileName = False Then Exit Sub

Application.ScreenUpdating = False

' if user selected a excel file, open it
Set importWorkbook = Application.Workbooks.Open(importFileName)
Set importSheet1 = importWorkbook.Worksheets(1)
Set importSheet2 = importWorkbook.Worksheets(2)
Set importSheet3 = importWorkbook.Worksheets(3)

With Application
    .ScreenUpdating = False
    .EnableEvents = False
End With

Dim celula As Object

Windows(ThisWorkbook.Name).Activate
Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Visible = True

importWorkbook.Worksheets(2).Activate
importWorkbook.Worksheets(2).Select
Cells.Select
Selection.Clear

'COMEÇAR A IMPORTAR
Windows(ThisWorkbook.Name).Activate

```

```

Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Select
linha = 1
Do While Not IsEmpty(Range("A" & linha))
linha = linha + 1
Loop
Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Range("A" & 1 & ":BP" & linha).Copy
importWorkbook.Worksheets(2).Activate
importWorkbook.Worksheets(2).Range("A1").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
'ORGANIZAR FORMATAÇÃO
importWorkbook.Worksheets(2).Select
lin = 1
Do While Not IsEmpty(Range("A" & lin))
lin = lin + 1
Loop
Range("B1").Select
Selection.AutoFilter
ActiveSheet.Range("$A$1:$BP$" & lin).AutoFilter Field:=2, Operator:= _
xlFilterValues, Criteria2:=Array(0, "12/23/2020")
ActiveSheet.Range("$A$1:$BP$50011").AutoFilter Field:=2, Operator:= _
xlFilterValues, Criteria2:=Array(0, "12/23/2020")
Rows("2:2").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Delete Shift:=xlUp
Selection.AutoFilter
'SALVANDO DADOS E EXPORTANDO
importWorkbook.Save
importWorkbook.Close
Worksheets("IMPORTAÇÃO COMP").Visible = False
MsgBox "Dados exportados com sucesso"
Windows(ThisWorkbook.Name).Activate
Workbooks("ANÁLISE.xlsm").Close SaveChanges:=True
End Sub

```

## ANEXO D – Tabela de dados não estruturados

GRUPO	VARIÁVEL	UNIDADE	DATA	HORA	VALOR	LIMITE IMPREVENTI	CORRETIV	LIMITE SUJ	PREVENTI	CORRETIV	STATUS	ELEMENTOS
COMPOSI	%		11/03/2021	20:01	0,001	0	0	0,01	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITI	%		11/03/2021	20:01	0,011	0	0	0,03	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIn	%		11/03/2021	20:01	0,006	0	0	0,02	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIs	%		11/03/2021	20:01	2,49	2,35	0	2,65	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIS	%		11/03/2021	20:01	0,009	0	0	0,018	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIP	%		11/03/2021	20:01	0,03	0	0	0,07	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITINI	%		11/03/2021	20:01	0,014	0	0	0,1	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITImo	%		11/03/2021	20:01	0,001	0	0	0,01	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITImn	%		11/03/2021	20:01	0,31	0	0	0,4	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITImg	%		11/03/2021	20:01	0,048	0,036	0	0,055	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIcu	%		11/03/2021	20:01	0,1	0,05	0	0,15	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITICr	%		11/03/2021	20:01	0,035	0	0	0,1	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIAI	%		11/03/2021	20:01	0,008	0	0	0,015	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415
COMPOSITIC	%		11/03/2021	20:01	3,62	3,6	0	3,73	0	0	0/N	11-03-2021 + FUND. 02 + LORAMENDI + APROVADO + 02 + 118 + NODULAR + LIGA F + 317133 + 14415

## ANEXO E – Tabela de dados estruturados

(Continua)

codOF	dataEsp	hora	item	Liga	Linha	Panela	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
317133	11/03/2021	20:01	14415	LIGA F	LORAMENDI	2	3,62	2,49	0,31	0,03	0,009	0,014	0,035	0,001	0,1

(Continua)

Sn	Al	V	Mg	Ti	Ceq	Situação	Limite C inferior	Limite C superior	Limite Si inferior	Limite Si superior	Limite Mn inferior	Limite Mn superior	Limite P inferior	Limite P superior	Limite S inferior
0,006	0,008	0,001	0,048	0,011	4,45	APROVADO	3,6	3,73	2,35	2,65	0	0,4	0	0,07	0

(Continua)

Limite S superior	Limite Ni inferior	Limite Ni superior	Limite Cr inferior	Limite Cr superior	Limite Mo inferior	Limite Mo superior	Limite Cu inferior	Limite Cu superior	Limite Sn inferior	Limite Sn superior	Limite Al inferior	Limite Al superior	Limite V inferior	Limite V superior	Limite Mg inferior
0,018	0	0,1	0	0,1	0	0,01	0,05	0,15	0	0,02	0	0,015	0	0,01	0,036

(Conclusão)

Limite Mg superior	Limite Ti inferior	Limite Ti superior	C - status	Si - status	Mn - status	P - status	S - status	Ni - status	Cr - status	Mo - status	Cu - status	Sn - status	Al - status	V - status	Mg - status	Ti - status	Material	corr ida	CuEq
0,055	0	0,03	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	NODULAR	118	0,357

## ANEXO F – Código VBA para geração de análise gráfica

```

Sub geraranalise()

Dim importFileName As Variant
Dim importWorkbook As Workbook
Dim importSheet As Worksheet
Dim importRange As Range
importFileName = Application.GetOpenFilename(FileFilter:="Arquivo do Excel (.xls; .xlsx), *.xls;*.xlsx", Title:="Escolha um
arquivo do Excel")
If importFileName = False Then Exit Sub
Application.ScreenUpdating = False
    Set importWorkbook = Application.Workbooks.Open(importFileName)
    Set importSheet = importWorkbook.Worksheets(1)
With Application
    .ScreenUpdating = False
    .EnableEvents = False
End With
Dim celula As Object
Dim C As Object
For Each celula In importSheet.Range("B1:B50000")
If celula.Value = "Produto" Then
f = celula.Row
End If
Next celula
    If f = 0 Then
        MsgBox "Arquivo incorreto"
        importWorkbook.Close
        Sheets("INÍCIO").Select
        Sheets("DADOS").Visible = False
        Exit Sub
    End If
Windows(ThisWorkbook.Name).Activate
Worksheets("DADOS").Select
Cells.Select
Selection.ClearContents
Set wsDestino = ThisWorkbook.Sheets("DADOS")
' copy from import sheet
Set importRange = importSheet.Range( _
importSheet.Range("A1"), _
importSheet.Range("W" & importSheet.Rows.Count).End(xlUp) )
importRange.Copy Destination:=wsDestino.Range("A1")
Application.CutCopyMode = False
importWorkbook.Close
Dim lin As Long
lin = 2
Worksheets("DADOS").Select
Do While Not IsEmpty(Range("A" & lin))
lin = lin + 1
Loop
'adicionar na importação

```

```

Plan2.Range("x1") = "MOTIVO"
Plan2.Range("y1") = "LOCAL"
For Each cel In Range("e2:e" & lin)
If "1701-QUEBRAR CANAL 607-JATEAR GANCHEIRA" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Quebra Canal"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "1301-USINAGEM - TERCEIRO" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Usinagem 3º"
Range("y" & cel.Row) = "USINAGEM"
Else
If "601-REBARBAR - TERCEIRO" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Rebarbação 3º"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "1306-RECOZIMENTO 1357-TÊMPERA - USINADO 1305-ALÍVIO DE TENSÕES 1315-NORMALIZAÇÃO - FUNDIDO 1317-
AUSTEMPERAR - TERCEIRO 3117-AUSTÊMPERA - FUNDIDO 1303-FOSFATIZAÇÃO" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Tratamento Térmico 3º"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "1302-PINTURA - TERCEIRO 1313-GALVANIZAÇÃO 3118-GALVANIZAÇÃO NEGRA" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Pintura 3º"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "650-PINTAR - IMERSÃO 9908-ENSAIO PARTICULAS MAGNÉTICAS" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Pintura Interna"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "9910-VIDEOSCÓPIO 9901-CONTROLAR A QUALIDADE FINAL 9903-RECONTROLE - FUNDIDO 9992-CONTROLE DE
RECEBIMENTO 9912-CONTROLE DE RECEBIMENTO 9902-CONTROLAR A QUALIDADE 610-JATEAR - SOMENTE 606-
JATEAR 9905-CONTROLE COM DISPOSITIVO 9994-CONTROLE COM DISPOSITIVO 9900-OLEAR 609-JATEAR -
JATEAMENTO DIRIGIDO 611-REBARBAR - INTERNO" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Controle"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "9907-ULTRASSOM 9990-ULTRASSOM/DUREZA 9991-DUREZA 100%" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Qualidade - ultrassom"
Range("y" & cel.Row) = Range("s" & cel.Row)
Else
If "32-TORNEAR - USINAGEM 33-FRESAR - USINAGEM 34-CHAVETAR - USINAGEM 1210-BALANCEAR VERTICAL 9921-
LAVAR/ESTAMQUEIDADE/EMBALAR 20-INSPECAO TRIDIMENSIONAL 100% 9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM 9913-
RECONTROLE - USINADO 1511-MONTAGEM COMPONENTES USINAGEM 9802-EMBALAR" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Usinagem Interna"
Range("y" & cel.Row) = "USINAGEM"
Else
If "9911-SAFELAUNCH" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Safe Launch"
Range("y" & cel.Row) = "USINAGEM"
Else
If "2014-REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA" Like "*" & cel & "*" Then
Range("x" & cel.Row) = "Rebarbação Robo"

```

```
Range("y" & cel.Row) = "USINAGEM"  
End If  
Next cel  
Plan2.Select  
Columns("m:m").Select  
ActiveWorkbook.Worksheets("DADOS").Sort.SortFields.Clear  
ActiveWorkbook.Worksheets("DADOS").Sort.SortFields.Add Key:=Range("m1"), _  
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal  
With ActiveWorkbook.Worksheets("DADOS").Sort  
    .SetRange Range("A2:Y50000")  
    .Header = xlNo  
    .MatchCase = False  
    .Orientation = xlTopToBottom  
    .SortMethod = xlPinYin  
    .Apply  
End With  
Plan9.Visible = True  
Plan12.Visible = True  
Plan13.Visible = True  
Plan14.Visible = True  
Plan15.Visible = True  
Plan16.Visible = True  
Plan17.Visible = True  
Plan18.Visible = True  
Plan19.Visible = True  
Plan20.Visible = True  
Plan21.Visible = True  
Call QUEBRA  
Call robo  
Call rEBARB3  
Call TRATA  
Call PINTURA3  
Call PINTURAI  
Call CONTROLE  
Call QUALIDADE  
Call SAFE  
Call USINAGEMI  
Call USINAGEM3  
Plan9.Visible = False  
Plan12.Visible = False  
Plan13.Visible = False
```

```
Plan14.Visible = False
Plan15.Visible = False
Plan16.Visible = False
Plan17.Visible = False
Plan18.Visible = False
Plan19.Visible = False
Plan20.Visible = False
Plan21.Visible = False
Plan1.Select
    Sheets("DADOS").Visible = False
    Worksheets("INÍCIO").Select
With Application
    .ScreenUpdating = False
    .EnableEvents = False
End With
Dim A, b, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, w
Dim linha As Integer
Worksheets("CIRCULANTE").Visible = True
Sheets("CIRCULANTE").Select
Range("D7:D16").Select
Selection.ClearContents
Range("E7").Select
Selection.ClearContents
Range("D22:D31").Select
Selection.ClearContents
Range("E22").Select
Selection.ClearContents
Range("D37:D46").Select
Selection.ClearContents
Range("E37").Select
Selection.ClearContents
Range("h7:h9").Select
Selection.ClearContents
Worksheets("DADOS").Visible = True
Sheets("DADOS").Select
linha = Worksheets("DADOS").Range("A50000").End(xlUp).Row
A = 0
b = 0
d = 0
e = 0
f = 0
g = 0
h = 0
i = 0
j = 0
k = 0
l = 0
m = 0
n = 0
o = 0
p = 0
```

q = 0

w = 0

A = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "=MOLDAGEM MECANICA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1701-QUEBRAR CANAL", "607-JATEAR GANCHEIRA"))  
 p = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "=USINAGEM INTERNA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1701-QUEBRAR CANAL", "607-JATEAR GANCHEIRA"))  
 b = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 Array("MOLDAGEM MECANICA", "USINAGEM INTERNA"), \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "1301-USINAGEM - TERCEIRO"))  
 d = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 Array("MOLDAGEM MECANICA", "USINAGEM INTERNA"), \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "601-REBARBAR - TERCEIRO"))  
 e = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "=MOLDAGEM MECANICA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1306-RECOZIMENTO", "1357-TÊMPERA - USINADO", \_  
 "1305-ALÍVIO DE TENSÕES", "1315-NORMALIZAÇÃO - FUNDIDO", "1317-AUSTEMPERAR - TERCEIRO", "3117-AUSTÊMPERA - FUNDIDO", "1303-FOSFATIZAÇÃO"))  
 m = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "=USINAGEM INTERNA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1306-RECOZIMENTO", "1357-TÊMPERA - USINADO", \_  
 "1305-ALÍVIO DE TENSÕES", "1315-NORMALIZAÇÃO - FUNDIDO", "1317-AUSTEMPERAR - TERCEIRO", "3117-AUSTÊMPERA - FUNDIDO", "1303-FOSFATIZAÇÃO"))  
 f = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "USINAGEM INTERNA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1302-PINTURA - TERCEIRO", "1313-GALVANIZAÇÃO", "3118-GALVANIZAÇÃO NEGRA"))  
 q = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "MOLDAGEM MECANICA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1302-PINTURA - TERCEIRO", "1313-GALVANIZAÇÃO", "3118-GALVANIZAÇÃO NEGRA"))  
 g = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "=MOLDAGEM MECANICA", \_  
 Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("650-PINTAR - IMERSÃO", "9908-ENSAIO PARTICULAS MAGNÉTICAS"))  
 o = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_  
 "=USINAGEM INTERNA", \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("650-PINTAR - IMERSÃO", "9908-ENSAIO PARTICULAS MAGNÉTICAS"))

h = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

"=MOLDAGEM MECANICA", \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("9910-VIDEOSCÓPIO", "9901-CONTROLAR A QUALIDADE FINAL", \_  
"9903-RECONTROLE - FUNDIDO", "9992-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9912-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9902-CONTROLAR A QUALIDADE", \_

"610-JATEAR - SOMENTE", \_

"606-JATEAR", "9904-CONTROLAR QUALIDADE-PORTÃO DA QUALI", \_

"9905-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9994-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9900-OLEAR", "609-JATEAR - JATEAMENTO DIRIGIDO", "611-REBARBAR - INTERNO"))

n = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

"=USINAGEM INTERNA", \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("9910-VIDEOSCÓPIO", "9901-CONTROLAR A QUALIDADE FINAL", \_  
"9903-RECONTROLE - FUNDIDO", "9992-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9912-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9902-CONTROLAR A QUALIDADE", \_

"610-JATEAR - SOMENTE", \_

"606-JATEAR", "9904-CONTROLAR QUALIDADE-PORTÃO DA QUALI", \_

"9905-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9994-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9900-OLEAR", "609-JATEAR - JATEAMENTO DIRIGIDO", "611-REBARBAR - INTERNO"))

i = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

Array("MOLDAGEM MECANICA", "USINAGEM INTERNA"), \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("9907-ULTRASSOM", "9990-ULTRASSOM/DUREZA", "9991-DUREZA 100%"))

j = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

"=MOLDAGEM MECANICA", \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("32-TORNEAR - USINAGEM", "9914-PORTÃO DA QUALIDADE - USINADO", "33-FRESAR - USINAGEM", "2-LIBERAÇÃO DA QUALIDADE", \_

"34-CHAVETAR - USINAGEM", "1210-BALANCEAR VERTICAL", "9921-LAVAR/ESTAMQUEIDADE/EMBALAR", "20-INSPECAO TRIDIMENSIONAL 100%", \_

"9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM", "9913-RECONTROLE - USINADO", "1511-MONTAGEM COMPONENTES USINAGEM", "9802-EMBALAR"))

k = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

"=USINAGEM INTERNA", \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("32-TORNEAR - USINAGEM", "9914-PORTÃO DA QUALIDADE - USINADO", "33-FRESAR - USINAGEM", "2-LIBERAÇÃO DA QUALIDADE", \_

"34-CHAVETAR - USINAGEM", "1210-BALANCEAR VERTICAL", "9921-LAVAR/ESTAMQUEIDADE/EMBALAR", "20-INSPECAO TRIDIMENSIONAL 100%", \_

"9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM", "9913-RECONTROLE - USINADO", "1511-MONTAGEM COMPONENTES USINAGEM", "9802-EMBALAR"))

l = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

Array("MOLDAGEM MECANICA", "USINAGEM INTERNA"), \_

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "=" & "9911-SAFELAUNCH"))

w = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" & linha), \_

```

Array("MOLDAGEM MECANICA", "USINAGEM INTERNA"), _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, "2014-REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA"))

Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(0, 0) = A + p
Worksheets("CIRCULANTE").Range("d7").Offset(1, 0) = w
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(2, 0) = d
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(3, 0) = e + m
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(4, 0) = f + q
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(5, 0) = g + o
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(6, 0) = h + n
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(7, 0) = i
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(8, 0) = j + k
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D7").Offset(9, 0) = l
Worksheets("CIRCULANTE").Range("h7") = b
Plan5.Visible = True
Plan5.Select
linhas = 0
linhas = Plan5.Range("A50000").End(xlUp).Row + 1
linhass = 0
For Each cell In Plan5.Range("A2:A" & linhas)
If cell = Date - 1 And cell.Offset(0, 3) = "MOLDAGEM MECANICA" And cell.Offset(0, 1) = "Quebra Canal" Then
linhass = cell.Row
End If
Next cell
If linhass <> 0 Then
linhas = linhass
End If
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(0, 2) = A + p
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(1, 2) = b
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(2, 2) = d
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(3, 2) = e + m
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(4, 2) = f + q
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(5, 2) = g + o
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(6, 2) = h + n
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(7, 2) = i
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(8, 2) = j + k
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(9, 2) = l
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(10, 2) = w
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(11, 2) = A + b + d + e + f + g + h + i + j + k + l + m + n + o + p + q + w
For x = 0 To 11
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 0) = Date - 1
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 3) = "MOLDAGEM MECANICA"
Next x
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(0, 1) = "Quebra Canal"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(1, 1) = "Usinagem 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(2, 1) = "Rebarbação 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(3, 1) = "Tratamento Térmico 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(4, 1) = "Pintura 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(5, 1) = "Pintura Interna"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(6, 1) = "Controle"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(7, 1) = "Qualidade - ultrassom"

```

```

Plan5.Range("A" & linhas).Offset(8, 1) = "Usinagem"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(9, 1) = "Safe Launch"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(10, 1) = "REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(11, 1) = "TOTAL"
'DISA
A = 0
  b = 0
  d = 0
  e = 0
  f = 0
  g = 0
  h = 0
  i = 0
  j = 0
  k = 0
  l = 0
  m = 0
  n = 0
  q = 0
  w = 0
A = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1701-QUEBRAR CANAL", "607-JATEAR GANCHEIRA")))
b = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "1301-USINAGEM - TERCEIRO"))
d = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "601-REBARBAR - TERCEIRO"))
e = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1306-RECOZIMENTO", "1357-TÊMPERA - USINADO", _
"1305-ALÍVIO DE TENSÕES", "1315-NORMALIZAÇÃO - FUNDIDO", "1317-AUSTEMPERAR - TERCEIRO", "3117-
AUSTÊMPERA - FUNDIDO", "1303-FOSFATIZAÇÃO")))
f = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1302-PINTURA - TERCEIRO", "1313-GALVANIZAÇÃO", "3118-
GALVANIZAÇÃO NEGRA")))
g = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("650-PINTAR - IMERSÃO", "9908-ENSAIO PARTICULAS
MAGNÉTICAS")))
h = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
  "=DISA", _

```

```

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("9910-VIDEOSCÓPIO", "9901-CONTROLAR A QUALIDADE FINAL", _
"9903-RECONTROLE - FUNDIDO", "9992-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9912-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9902-
CONTROLAR A QUALIDADE", _
"610-JATEAR - SOMENTE", _
"606-JATEAR", "9904-CONTROLAR QUALIDADE-PORTÃO DA QUALI", _
"9905-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9994-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9900-OLEAR", "609-JATEAR -
JATEAMENTO DIRIGIDO", "611-REBARBAR - INTERNO"))
i = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
"=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("9907-ULTRASSOM", "9990-ULTRASSOM/DUREZA", "9991-DUREZA
100%")))
j = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
"=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("32-TORNEAR - USINAGEM", "9914-PORTÃO DA QUALIDADE -
USINADO", "33-FRESAR - USINAGEM", "2-LIBERAÇÃO DA QUALIDADE", _
"34-CHAVETAR - USINAGEM", "1210-BALANCEAR VERTICAL", "9921-LAVAR/ESTAMQUEIDADE/EMBALAR", "20-
INSPECAO TRIDIMENSIONAL 100%", _
"9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM", "9913-RECONTROLE - USINADO", "1511-MONTAGEM COMPONENTES
USINAGEM", "9802-EMBALAR"))))
l = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
"=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "=" & "9911-SAFELAUNCH"))
w = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
"=DISA", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "=" & "2014-REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA"))
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(0, 0) = A
Worksheets("CIRCULANTE").Range("h8").Offset(0, 0) = b
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(2, 0) = d
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(3, 0) = e
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(4, 0) = f
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(5, 0) = g
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(6, 0) = h
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(7, 0) = i
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(8, 0) = j
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(9, 0) = l
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D22").Offset(1, 0) = w
Plan5.Select
linhas = 0
linhas = Plan5.Range("A50000").End(xlUp).Row + 1
linhass = 0
For Each cell In Plan5.Range("A2:A" & linhas)
If cell = Date - 1 And cell.Offset(0, 3) = "DISA" And cell.Offset(0, 1) = "Quebra Canal" Then
linhass = cell.Row
End If
Next cell
If linhass <> 0 Then
linhas = linhass

```

End If

```

Plan5.Range("A" & linhas).Offset(0, 2) = A
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(1, 2) = b
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(2, 2) = d
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(3, 2) = e
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(4, 2) = f
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(5, 2) = g
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(6, 2) = h
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(7, 2) = i
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(8, 2) = j
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(9, 2) = l
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(10, 2) = w
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(11, 2) = A + b + d + e + f + g + h + i + j + l + w
For x = 0 To 11
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 0) = Date - 1
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 3) = "DISA"
Next x
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(0, 1) = "Quebra Canal"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(1, 1) = "Usinagem 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(2, 1) = "Rebarbação 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(3, 1) = "Tratamento Térmico 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(4, 1) = "Pintura 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(5, 1) = "Pintura Interna"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(6, 1) = "Controle"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(7, 1) = "Qualidade - ultrassom"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(8, 1) = "Usinagem"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(9, 1) = "Safe Launch"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(10, 1) = "REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(11, 1) = "TOTAL"
A = 0
b = 0
d = 0
e = 0
f = 0
g = 0
h = 0
i = 0
j = 0
k = 0
l = 0
m = 0
n = 0
w = 0
A = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
"=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), Array("1701-QUEBRAR CANAL", "607-JATEAR GANCHEIRA")))
b = Application.Sum(Application.SumIfs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha), Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
"=LORAMENDI", _

```

```

Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, "1301-USINAGEM - TERCEIRO"))
d = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, "601-REBARBAR - TERCEIRO"))
e = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, Array("1306-RECOZIMENTO", "1357-TÊMPERA - USINADO", _
"1305-ALÍVIO DE TENSÕES", "1315-NORMALIZAÇÃO - FUNDIDO", "1317-AUSTEMPERAR - TERCEIRO", "3117-
AUSTÊMPERA - FUNDIDO", "1303-FOSFATIZAÇÃO")))
f = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, Array("1302-PINTURA - TERCEIRO", "1313-GALVANIZAÇÃO", "3118-
GALVANIZAÇÃO NEGRA")))
g = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, Array("650-PINTAR - IMERSÃO", "9908-ENSAIO PARTICULAS
MAGNÉTICAS")))
h = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, Array("9910-VIDEOSCÓPIO", "9901-CONTROLAR A QUALIDADE FINAL", _
"9903-RECONTROLE - FUNDIDO", "9992-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9912-CONTROLE DE RECEBIMENTO", "9902-
CONTROLAR A QUALIDADE", _
"610-JATEAR - SOMENTE", _
"606-JATEAR", "9904-CONTROLAR QUALIDADE-PORTÃO DA QUALI", _
"9905-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9994-CONTROLE COM DISPOSITIVO", "9900-OLEAR", "609-JATEAR -
JATEAMENTO DIRIGIDO", "611-REBARBAR - INTERNO")))
i = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, Array("9907-ULTRASSOM", "9990-ULTRASSOM/DUREZA", "9991-DUREZA
100%")))
j = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, Array("32-TORNEAR - USINAGEM", "9914-PORTÃO DA QUALIDADE -
USINADO", "33-FRESAR - USINAGEM", "2-LIBERAÇÃO DA QUALIDADE", _
"34-CHAVETAR - USINAGEM", "1210-BALANCEAR VERTICAL", "9921-LAVAR/ESTAMQUEIDADE/EMBALAR", "20-
INSPECAO TRIDIMENSIONAL 100%", _
"9801-CONTROLE FINAL - USINAGEM", "9913-RECONTROLE - USINADO", "1511-MONTAGEM COMPONENTES
USINAGEM", "9802-EMBALAR")))
l = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _
    "=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha, "=" & "9911-SAFELAUNCH"))
w = Application.Sum(Application.SumIifs(Worksheets("DADOS").Range("H2:H" & linha, Worksheets("DADOS").Range("S2:S" &
linha), _

```

```

"=LORAMENDI", _
Worksheets("DADOS").Range("E2:E" & linha), "=" & "2014-REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA"))
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(0, 0) = A
Worksheets("CIRCULANTE").Range("h9").Offset(0, 0) = b
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(2, 0) = d
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(3, 0) = e
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(4, 0) = f
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(5, 0) = g
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(6, 0) = h
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(7, 0) = i
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(8, 0) = j
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(9, 0) = l
Worksheets("CIRCULANTE").Range("D37").Offset(1, 0) = w
Plan5.Select
linhas = 0
linhas = Plan5.Range("A50000").End(xlUp).Row + 1
linhass = 0
For Each cell In Plan5.Range("A2:A" & linhas)
If cell = Date - 1 And cell.Offset(0, 3) = "LORAMENDI" And cell.Offset(0, 1) = "Quebra Canal" Then
linhass = cell.Row
End If
Next cell
If linhass <> 0 Then
linhas = linhass
End If
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(0, 2) = A
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(1, 2) = b
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(2, 2) = d
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(3, 2) = e
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(4, 2) = f
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(5, 2) = g
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(6, 2) = h
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(7, 2) = i
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(8, 2) = j
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(9, 2) = l
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(10, 2) = w
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(11, 2) = A + b + d + e + f + g + h + i + j + l + w
For x = 0 To 11
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 0) = Date - 1
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 3) = "LORAMENDI"
Next x
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(0, 1) = "Quebra Canal"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(1, 1) = "Usinagem 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(2, 1) = "Rebarbação 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(3, 1) = "Tratamento Térmico 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(4, 1) = "Pintura 3º"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(5, 1) = "Pintura Interna"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(6, 1) = "Controle"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(7, 1) = "Qualidade - ultrassom"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(8, 1) = "Usinagem"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(9, 1) = "Safe Launch"

```

```

Plan5.Range("A" & linhas).Offset(10, 1) = "REBARBAÇÃO INTERNA ROBOTIZADA"
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(11, 1) = "TOTAL"
Worksheets("INÍCIO").Range("B5") = "Atualizado em " & Date
Worksheets("INÍCIO").Select
Worksheets("DADOS").Visible = False
Plan5.Visible = False
Worksheets("CIRCULANTE").Visible = False
MsgBox "Itens atualizados com sucesso"
Dim sPara As String
Dim sMsg As String
Dim sAssunt As String
Dim PdfCaminho As String
Dim PdfNome1 As String
Dim PdfNome2 As String
Dim PdfNome3 As String
With Application
    .ScreenUpdating = False
    .EnableEvents = False
End With
Plan5.Visible = True
Plan23.Visible = True
Plan5.Select
linhas = 0
linhas = Plan5.Range("A50000").End(xlUp).Row + 1
linhass = 0
l = 0
For Each cell In Plan5.Range("A2:A" & linhas)
If cell = Date - 1 And cell.Offset(0, 3) = "MOLDAGEM MECANICA" And cell.Offset(0, 1) = "Quebra Canal" Then
linhass = cell.Row
End If
Next cell
If linhass <> 0 Then
linhas = linhass
End If
l = Plan3.Range("M7")
For x = 0 To 10
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 4) = l
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 3) = "MOLDAGEM MECANICA"
Next x
linhas = 0
linhas = Plan5.Range("A50000").End(xlUp).Row + 1
linhass = 0
l = 0
For Each cell In Plan5.Range("A2:A" & linhas)
If cell = Date - 1 And cell.Offset(0, 3) = "DISA" And cell.Offset(0, 1) = "Quebra Canal" Then
linhass = cell.Row
End If
Next cell
If linhass <> 0 Then
linhas = linhass
End If

```

```
I = Plan3.Range("M9")
For x = 0 To 10
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 4) = I
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 3) = "DISA"
Next x
linhas = 0
linhas = Plan5.Range("A50000").End(xlUp).Row + 1
linhass = 0
I = 0
For Each cell In Plan5.Range("A2:A" & linhas)
If cell = Date - 1 And cell.Offset(0, 3) = "LORAMENDI" And cell.Offset(0, 1) = "Quebra Canal" Then
linhass = cell.Row
End If
Next cell
If linhass <> 0 Then
linhas = linhass
End If
I = Plan3.Range("M11")
For x = 0 To 10
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 4) = I
Plan5.Range("A" & linhas).Offset(x, 3) = "LORAMENDI"
Next x
Plan6.Visible = True
    Plan6.Select
    ActiveSheet.ChartObjects("Gráfico 7").Activate
    Plan7.PivotTables("Tabela dinâmica1").PivotCache.Refresh
    ActiveSheet.ChartObjects("Gráfico 5").Activate
    Plan8.PivotTables("Tabela dinâmica1").PivotCache.Refresh
    MsgBox "Gráfico atualizado com sucesso"
    Plan6.Visible = False
End Sub
```