

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

LUÍS FERNANDO RODRIGUES

COLETA E MODELAGEM DE DADOS, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE
INDICADORES DE PRODUÇÃO UTILIZANDO *BUSINESS INTELLIGENCE*.

JARAGUÁ DO SUL

Dezembro de 2022

LUÍS FERNANDO RODRIGUES

COLETA E MODELAGEM DE DADOS, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE
INDICADORES DE PRODUÇÃO UTILIZANDO *BUSINESS INTELLIGENCE*.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau, do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Edson Sidnei Maciel Teixeira, Dr.

JARAGUÁ DO SUL

Dezembro de 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, por meio do programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

Rodrigues, Luís Fernando.

Coleta e modelagem de dados, construção e análise de indicadores de produção utilizando Business Intelligence/ Luís Fernando Rodrigues; orientação de Edson Sidnei Maciel Teixeira. Jaraguá do Sul, SC, 2022.
76 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul - Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .
Inclui Referências.


1. Análise de dados. 2. Business Intelligence. 3. Indústria 4.0.
4. KPI. I. Teixeira, Edson Sidnei Maciel. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Título.

LUIS FERNANDO RODRIGUES

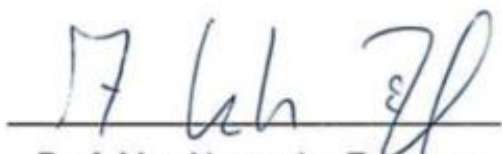
COLETA E MODELAGEM DE DADOS, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE
INDICADORES DE PRODUÇÃO UTILIZANDO *BUSINESS INTELLIGENCE*

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo
indicada.


Jaraguá do Sul, 06 de dezembro de 2022.




Prof. Edson Sidnei Maciel Teixeira, Dr.
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Me. Alexandre Zammar
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Carlos Roberto Alexandre, Esp.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Edilson Hipolito da Silva, Me.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em primeiro lugar à minha esposa, por todo incentivo e dedicação demonstrados nestes anos em que estive em busca da tão sonhada graduação. Esta conquista não é só minha, mas de toda minha família, principalmente minha esposa e filhos. O início deste caminho sem dúvidas surgiu há muito tempo atrás, com as orientações, conselhos e exemplos dados por meus pais. Lembro-me que sempre sem medir esforços para me permitir o acesso à educação, eles estiveram lá me ensinando e apoiando. Quero dizer aos meus pais que o fato de atingir esta graduação, o aluno e profissional que me tornei, somente o consegui por conta de todas as vezes que vi seu esforço, trabalho e honestidade refletindo em condições que me permitiram ir à busca dos meus sonhos, sobretudo com muito trabalho e dignidade.

Aos meus professores, mestres que me acompanharam também nesta pequena parte da jornada eu gostaria de deixar também meu muito obrigado. Tivemos uma intercorrência no meio deste caminho, uma pandemia mundial que afetou todas as agendas e aulas. Mas mesmo assim, com todo profissionalismo e dedicação vocês professores não deixaram de me acompanhar e aos meus colegas. Foi muito bom ouvi-los aprender com suas experiências e compartilhar um pouco das minhas.

Ao meu orientador deste projeto, agradeço encarecidamente pelas horas dedicadas, conversas, o apoio em geral. Sua experiência e profissionalismo tornaram o encerramento desta jornada mais leve e me deram a tranquilidade para executar.

Os levo daqui como amigos, mantendo os contatos para sempre nos atualizarmos com tudo que a Tecnologia e Fabricação Mecânica nos reserva no futuro.

“Creio firmemente em uma lei de compensação. As verdadeiras recompensas são sempre proporcionais ao esforço e aos sacrifícios feitos.”

(Nikola Tesla)

RESUMO

Para um mercado em evolução tecnológica e onde as indústrias estão sempre em busca de estar à frente de seus concorrentes é imprescindível estar atualizado ao tema Indústria 4.0 e análise de dados. Seja para melhoria de processos, aumento da capacidade produtiva ou aumento dos controles de qualidade: a automação, a robotização e a utilização de softwares são estratégias cada vez mais adotadas por empresas que visam o crescimento e mais competitividade. O conceito de Indústria 4.0 é abrangente, mas refere-se, por exemplo, à automatização de processos, como o de coleta e análise de informação, com a menor intervenção humana possível. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a implantação de um sistema de coleta de dados, a partir de ordens de produção e apontamentos de produção em uma linha de produção de uma indústria metalúrgica do Nordeste de SC gerando como saída de dados arquivos no formato *.xlsx ou que poderiam ainda ser coletados diretamente através de software de bancos de dados. Permitindo a modelagem de informação em arquivo de planilha eletrônica para a montagem de um banco de dados em uma ferramenta de visualização gráfica. Desse modo, foi possível a criação de uma base de dados para alimentação de um software de *Business Intelligence* (BI) e analisar estes dados, em relação aos índices de: produtividade, tempo de operação e parada, ciclo, quantidades produzidas e horas apontadas (indicadores de desempenho de produção). A aplicação desta atividade pode propiciar o acompanhamento e a sugestão para tomada de decisões em relação ao processo de produção da empresa. O que pode ser aplicado a qualquer segmento de mercado, eliminando perdas nos processos, paradas desnecessárias, eliminando a necessidade de apontamentos de produção manuais (uso de papel), erros quantitativos e melhorando a previsibilidade de manutenção. Esta pesquisa se classifica como estudo de caso, desenvolvendo um método para coleta de dados de uma linha da produção, onde através de um software que controla os apontamentos de ordens de produção se obteve a geração das saídas de dados em arquivos *.xlsx para criação dos indicadores *KPI – Key Performance Indicators* em ferramenta de *Business Intelligence* (BI). Os resultados deste trabalho destacam a importância da utilização de tecnologias e a adequação à Indústria 4.0, pois os ganhos para as organizações são desde o alinhamento da capacidade produtiva, diminuição de perdas no processo, falhas no apontamento, previsibilidade de atendimento de demanda de vendas e melhor uso de espaço físico (estoque otimizado). Com a análise de dados também pode ser notada melhora no acompanhamento da produção. Com a devida aplicação pode ser constatada a melhora na previsibilidade do tempo de operação (baseado no tempo padrão previsto de engenharia) e tempo de equipamentos e linha parados.

Palavras-Chave: Análise de dados. *Business Intelligence*. Indústria 4.0. KPI.

ABSTRACT

For a market in technological evolution and where industries are always looking to stay ahead of their competitors, it is essential to be update on Industry 4.0 and data analysis. Whether to improve processes, increase production capacity or increase quality controls: automation, robotization and the use of software are strategies increasingly adopted by companies that aim for growth and more competitiveness. The concept of Industry 4.0 is comprehensive, but it refers, for example, to the automation of processes, such as the collection and analysis of information, with the least possible human intervention. Thus, the present work aimed to study the implementation of a data collect system, from production orders and production notes in a production line of a metallurgical industry in the Northeast of SC, generating as data output files in the format *.xlsx or that could be collected directly through database software. After allow the modeling of that information in a spreadsheet file, for the assembly of a database in a graphical visualization tool. In this way, it was possible to create a database to feed Business Intelligence (BI) software and analyze this data, in relation to the indices of: productivity, operating and downtime, cycle, quantities produced and hours indicated (production performance indicators). The application of this activity can provide monitoring and suggestion for decision making in relation to the company's production process. This can be applied to any market segment, eliminating process losses, unnecessary stops, eliminating the need for manual production notes (paper use), quantitative errors and improving maintenance predictability. This research is classified as a case study, developing a method for collecting data from a production line, where through a software that controls the notes of production orders, the generation of data outputs in *.xlsx files for creation of KPI – Key Performance Indicators in a Business Intelligence (BI) tool. The results of this work highlight the importance of using technologies and adapting to Industry 4.0, since the gains for organizations are from the alignment of productive capacity, reduction of losses in the process, failures in the appointment, predictability of meeting sales demand and better use of physical space (optimized inventory). With data analysis, an improvement in production monitoring can also be noticed. With proper application, an improvement in the predictability of operating time (based on the expected standard engineering time) and equipment and line downtime can be verified.

Keywords: Data Analysis. Business Intelligence. Industry 4.0. KPI.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis de desempenho da produção.....	21
Figura 2 - Níveis de desempenho da produção e respectivos impactos.....	22
Figura 3 - Fluxograma para a execução do projeto e coleta de dados para criação de indicadores.....	30
Figura 4 - Base de dados Estamparia original obtida em relatório.....	33
Figura 5 - Base de dados Estamparia original obtida em relatório (continuação).....	33
Figura 6 - Base de dados Estamparia, número de registros.....	34
Figura 7 - Base de dados Usinagem original obtida em relatório.....	35
Figura 8 - Base de dados Usinagem original obtida em relatório (continuação).....	35
Figura 9 - Base de dados Usinagem, número de registros.....	36
Figura 10 - Base de dados Estamparia, com informação do operador por turno.....	37
Figura 11 - Base de dados Usinagem, com informação do operador por turno.....	37
Figura 12 – Fluxo de Preparação da base de dados para a Importação na ferramenta BI.....	38
Figura 13 – Tratamento de dados na ferramenta BI.....	39
Figura 14 – Ferramenta de configuração de agendamento BI.....	40
Figura 15 – Dashboard Tempo de setup previsto X tempo setup realizado Usinagem.....	42
Figura 16 – Filtros para o setor de Usinagem.....	43
Figura 17 – Dashboard Tempo de setup previsto X tempo setup realizado Estamparia.....	44
Figura 18 - Filtros para o setor de Estamparia.....	45
Figura 19 - Dashboard Tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Usinagem.....	46
Figura 20 - Filtros de Centro de trabalho no tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Usinagem.....	47
Figura 21 - Dashboard Tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Estamparia.....	48
Figura 22 - Filtros de grupo de posto de trabalho no tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Estamparia.....	49
Figura 23 - Dashboard Tempo previsto por OP X tempo realizado por OP setor Usinagem e maiores diferenças em tempo excedido.....	50
Figura 24 - Dashboard Maior diferença em relação à OP, tempo real menor que o	

tempo previsto (Usinagem).....	51
Figura 25 - Dashboard Tempo previsto por OP X tempo realizado por OP setor Estamparia e maiores diferenças em tempo excedido.....	52
Figura 26 - Dashboard Maior diferença em relação à OP, tempo real menor que o tempo previsto (Estamparia).....	53
Figura 27 - Dashboard Quantidade prevista versus quantidade executada por grupo de operadores (Usinagem).....	54
Figura 28 - Dashboard Quantidade prevista versus quantidade executada por grupo de operadores (Estamparia).....	55
Figura 29 - Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por grupo de operadores e por turno (Usinagem).....	56
Figura 30 - Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por grupo de operadores e por turno (Estamparia).....	56
Figura 31 - Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por Operação (Usinagem).....	57
Figura 32 - Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por Operação (Estamparia).....	57
Figura 33 - Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 01/07/22 até 31/07/22 (Usinagem).....	58
Figura 34 - Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 25/07/22 até 31/07/22 (Usinagem).....	59
Figura 35 - Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 01/07/22 até 31/07/22 (Estamparia).....	59
Figura 36 - Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 25/07/22 até 31/07/22 (Estamparia).....	60
Figura 37 - Dashboard Eficiência global por operação (Usinagem).....	60
Figura 38 - Dashboard Eficiência global por operação (Estamparia).....	61
Figura 39 - Dashboard Eficiência global por turno no mês (Usinagem).....	61
Figura 40 - Dashboard Eficiência global por turno, dia específico 25/07/22 (Usinagem).....	61
Figura 41 - Dashboard Eficiência global por turno no mês (Estamparia).....	62
Figura 42 - Dashboard Eficiência global por turno, dia específico 25/07/22 (Estamparia).....	62
Figura 43 - Dashboard Qualidade e Produtividade por Centro de Trabalho	

(Usinagem).....	63
Figura 44 - Dashboard Disponibilidade e OEE por Centro de Trabalho	
(Usinagem).....	64
Figura 45 - Dashboard OEE geral do setor de Usinagem.....	65
Figura 46 - Dashboard Qualidade e Produtividade por Centro de Trabalho	
(Estamparia).....	67
Figura 47 - Dashboard Disponibilidade e OEE por Centro de Trabalho	
(Estamparia).....	68
Figura 48 - Dashboard OEE geral do setor de Estamparia.....	69
Figura 49 - Dashboard OEE resumo setor de Usinagem por turnos.....	70
Figura 50 - Dashboard OEE resumo setor de Estamparia por turnos.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina
ERP – *Enterprise Resource Planning*
BI – *Business Intelligence*
KPI – *Key Performance Indicator*
API – *Application Programming Interface*
SQL – *Structured Query Language*
CLP – Controlador Lógico Programável
SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*
MES – *Manufacturing Execution Systems*
CIM – *Computer Integrated Manufacturing*
PCP – Planejamento e Controle de Produção
MTTR – *Mean Time To Repair*
MTBF – *Mean Time Between Failures*
OEE – *Overall Equipment Effectiveness*
OTD – *On Time Delivery*
OLE – *Overall Labor Effectiveness*
OP – Ordem de Produção
ETL – *Extract Transform Load*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivo geral	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 Justificativa.....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 História da Administração da Produção.	18
2.2 PCP e Indicadores de Produção	19
2.3 Indústria 4.0 e inteligência nos negócios.....	23
2.3.1 Quando surgiu o tema Indústria 4.0	23
2.3.2 <i>Business Intelligence</i> aliado à Indústria 4.0.....	24
2.3.3 Indicadores de Produção.....	25
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 Forma de Coleta de Dados	30
3.2 Levantamento de dados	31
3.3 Analisar os dados extraídos	31
3.3 Indicadores escolhidos.....	31
3.4 Desenvolvimento dos indicadores.....	32
4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	33
4.1 Dados primários	33
4.2 Proposta de indicadores.....	40
4.3 Plano baseado em indicadores	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICE A – Autorização para pesquisa.....	76

1. INTRODUÇÃO

Empresas vivem de informação, esta é uma afirmação pertinente. No cenário de alta competitividade e de constantes mudanças no mundo corporativo uma informação bem apurada para a tomada de decisões coerentes pode ser determinante para a sobrevivência e futuro de uma organização.

Segundo Porter (1986) a utilização efetiva da Tecnologia da Informação está diretamente ligada à sobrevivência e a estratégia competitiva das organizações.

Conforme Santos (2018) o objetivo essencial da Indústria 4.0 é tornar as indústrias manufatureiras e afins, como a logística, mais rápidas, mais eficientes e mais centradas no cliente, ao mesmo tempo em que vão além da automação e otimização e detectam novas oportunidades e modelos de negócios. A implantação do conceito de Indústria 4.0 pode ser considerada algo distante para a grande maioria das micro e pequenas empresas, porém mesmo em algumas empresas de médio a grande porte o que vemos, é que a maioria das organizações ainda está nos estágios iniciais dos preparativos para a Indústria 4.0.

Para estruturar uma implantação das automatizações necessárias para o início de um projeto de Indústria 4.0, é necessário definir-se níveis de integração entre os processos. Esses níveis hierárquicos são, respectivamente, o nível de campo (interface com o processo de produção via sensores e atuadores), o nível de controle (regulação de máquinas e sistemas), o nível da linha de processo ou o nível real do processo de produção (que precisa ser monitorado e controlado), e o nível de pedidos (o planejamento global de produção, etc.).

Soluções e tecnologias típicas nesta integração vertical incluem uso de CLP (Controlador Lógico Programável), dispositivos de coleta de dados, que controlam processos de fabricação e estão no nível de controle, softwares denominados SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) que habilitam várias tarefas de supervisão e nível de processo de produção e é comumente utilizado em sistemas de controle industrial, MES (*Manufacturing Execution Systems*) ou sistemas de execução de manufatura para gerenciamento, *Business Intelligence* (BI) para visualização e acompanhamento dos dados. Sendo que alguns destes modelos de software (SCADA e MES, por exemplo) acabam elevando os custos de implantação.

Em uma pesquisa realizada em Janeiro de 2016 pela CNI – Confederação Nacional da Indústria foram levantados alguns dados sobre como está a adoção no

processo da Indústria 4.0 no Brasil. A pesquisa foi realizada em 2.225 empresas, sendo 910 pequenas, 815 médias e 500 grandes. O cenário mapeado concluiu que o Brasil ainda está em um processo lento de familiarização com a Indústria 4.0. Sendo que 57% das empresas desconheciam as tecnologias voltadas para a indústria 4.0, dentro dos 43% que conheciam alguma tecnologia 66% afirmaram não a implantar pelos altos custos de implantação.

Mas é possível começar a falar em Indústria 4.0, mesmo nas menores organizações a partir da implantação dos níveis iniciais, preparatórios para a Indústria 4.0. Mesmo nestes níveis já é possível obter os primeiros frutos com a análise de dados através do uso em ferramentas de BI, como: melhorias em produtividade, diminuição de perdas no processo, visão real da capacidade produtiva (estes são apenas alguns exemplos). De acordo com Santos (2018) esse também é um dos primeiros objetivos dos projetos da Indústria 4.0.

Em outras palavras: economia em custos, o aumento de lucratividade, redução de desperdícios, automatização para evitar erros e atrasos, aceleração da produção para trabalhar mais em tempo real e em função da cadeia de valor global, onde a velocidade é crucial para todos, digitalização de fluxos, sendo capaz de intervir mais rapidamente em caso de problemas de produção e assim por diante.

Um ponto importante dentro do contexto de implantação da Indústria 4.0, que chama atenção é por que o processo se torna tão moroso e de custos elevados para as empresas? Em outras palavras, porque se torna tão inacessível para pequenas e médias empresas e que até mesmo as grandes corporações têm dificuldades para executar os processos de adaptação. Cabe avaliar se existem opções que tragam maior acessibilidade financeira em termos de implantação destas tecnologias e até mesmo qual o profissional/fornecedor de serviço pode oferecer este suporte. Além de possibilitar a visão em tempo real, possibilitar alterações de processo e tomadas de decisões mais assertivas, existem outros benefícios que a organização e sua cadeia produtiva podem atingir?

Desta maneira, pode-se perceber a importância de demonstrar de modo simplificado uma estratégia de integração entre dados extraídos de um apontamento e realizar sua integração com um software de análise de dados (BI) para exibição destes dados e melhoraria sob os processos. Além de possibilitar a visão, os analistas podem sugerir alterações de processo e tomadas de decisões, visando um processo acessível financeiramente à micro e pequenas empresas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Modelagem de dados e construção de *Dashboards* (painéis visuais ou painel de controle) exibindo indicadores de produção para centros de trabalho específicos de uma empresa metalúrgica do Nordeste de SC.

1.1.2 Objetivos específicos

- Coletar dados primários a respeito dos processos apontados nos centros de trabalho estamparia e usinagem da indústria em estudo;
- Analisar os dados de produção e as variáveis quantitativas observadas (ordens de produção, horas, materiais, custos, operadores e tipo de processo), comparando os dados da produção real com os tempos projetados pela engenharia do produto;
- Identificar os principais indicadores de produção que atendam a criação dos *Dashboards* (painéis visuais ou painel de controle) de acordo com a base de dados proposta;
- Desenvolver os indicadores visuais em *Dashboards* para monitoramento da produção.

1.2 Justificativa

Mediante ao aumento significativo das necessidades de atualizações de micro, pequenas, médias e grandes empresas em relação ao tema da Indústria 4.0 bem como aumento da demanda dessas empresas por soluções que facilitem a implantação é observada a necessidade de uma opção para que seja possível atender aos requisitos dessas empresas garantindo qualidade e mantendo a estrutura preparada para os primeiros passos dentro do assunto.

Diante disso, o presente trabalho, apresentará um estudo para uma empresa através de uma base de dados com os apontamentos de processo de estamparia e usinagem, coleta e armazenamento de dados, modelagem e limpeza da base de dados, importação de dados em software BI, verificando informações de ordens de produção X produção real, tempo de processo, quantidade programada, quantidade

produzida visando assim a geração de indicadores OEE para a organização. Com isso, será possível desenvolver painéis *Dashboards* no BI com objetivo de buscar o melhor gerenciamento dos recursos físicos e humanos. Também demonstrar como qualquer empresa pode implantar alguns conceitos na abordagem inicial da Indústria 4.0.

Dessa forma, a realização do trabalho permite a geração de informações sobre o andamento dos processos de manufatura em tempo real (de acordo com o modelo de sincronização e base de dados escolhida), o que permite tomada de decisões mais precisas. Além da visibilidade das informações a empresa pode identificar: gargalos, identificar não conformidades e identificar custos envolvidos com recursos subutilizados (tanto equipamentos quanto recursos de mão de obra).

Do ponto de vista científico, o presente trabalho se justifica a partir da criação de um método capaz de induzir a solução de problemas a partir da cultura de análise de dados e acompanhamento dos indicadores de produção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História da Administração da Produção.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018), a administração da produção trata da forma como as organizações criam e entregam serviços e produtos. Tudo o que se veste, come, usa, lê ou lança na praça, passa por um conjunto de gerentes de produção que, por sua vez, organizaram sua criação e entrega.

Para explicitar, de modo geral, o conceito de administração é importante avaliar sua origem e sua evolução ao longo da história. A função de produção, parte essencial da administração, como conjunto de atividades que levam a transformação de um bem em um outro de maior valor agregado, acompanha o homem desde sua origem. No primeiro estágio as ferramentas eram utilizadas por quem as produzia exclusivamente e, com o passar do tempo, surgiram os artesãos, que começaram a necessitar de ajudantes (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Com a Revolução Industrial (século XVIII), iniciou-se o processo de substituição da força humana pela força da máquina. A força humana, até então, era empregada em oficinas e passaram a ser agrupadas nas primeiras fábricas. Essa verdadeira revolução na maneira como os produtos eram fabricados trouxe consigo algumas exigências, como a padronização dos produtos e seus processos de fabricação; treinamento da mão-de-obra; criação e desenvolvimento de quadros gerenciais e de supervisão; desenvolvimento de técnicas de planejamento e controles financeiros e da produção; e desenvolvimento de técnicas de vendas (MARTINS; LAUGENI, 2005).

De forma complementar, Peinado e Graeml (2007), explicam que a Segunda Revolução Industrial, entre 1850 e 1914, ocorreu quando os conceitos da Primeira Revolução atingiram outros continentes, desencadeando um aumento na concorrência e desenvolvimento da indústria. Essa revolução foi caracterizada pela descoberta do processo de produção do aço tornando a utilização do ferro na fabricação de produtos cada vez menor, e o início da utilização de novas fontes de energia, como petróleo (em substituição ao carvão) e a eletricidade.

O surgimento das linhas de montagem, e a chamada produção em massa, em substituição à montagem artesanal, é atribuída a Henry Ford, que em 1908 teve três novas abordagens: padronizou os componentes e operações (aqui entra a teoria de

Taylor), colocou ritmo no trabalho dos montadores e aproximou os estoques das linhas (TUBINO, 2015). Com o tempo, muitos estudos e conceitos foram criados a fim de conseguir uma melhoria da produtividade com o menor custo possível. A busca constante por melhores métodos de trabalho e processos de produção, atrelados aos conceitos de produção em massa, fez com que se originassem novas técnicas de produção.

A Produção Enxuta, técnica aprimorada na empresa *Toyota Motors Company*, melhorou a flexibilidade dos recursos empregados, adaptando custos (reduzindo) e qualidade (aumentando) para novos patamares. Assim, com o uso massivo dessas técnicas pelas empresas, surgiram novas abordagens com essa mesma intencionalidade, como é o caso do CIM – *Computer Integrated Manufacturing* (Manufatura Integrada por Computador), capaz de realizar uma integração total da organização manufatureira por meio de sistemas de computadores e filosofias gerenciais que melhoram a eficácia da empresa ao utilizarem técnicas sofisticadas com modelagem matemática e simulações de cenários futuros (MARTINS; LAUGENI, 2005).

As informações sobre produção, produtividade, objetivos, porcentagem de refugos, entre outros, estão dispostas em quadros nas instalações fabris e, usualmente, são destinadas aos gestores para a tomada de decisões. Com o avanço da tecnologia, essas informações passaram a ser disponibilizadas em tempo real, com a utilização de painéis eletrônicos conectados a vários terminais de entrada de dados e de leitoras ópticas que monitoram o processo produtivo, recebimento de matéria-prima, expedição de produtos acabados e o ponto dos colaboradores (MARTINS; LAUGENI, 2005).

2.2 PCP e Indicadores de Produção

Para a obtenção dos indicadores em tempo real, faz-se necessário a implantação de um Planejamento e Controle da Produção (PCP). Esse sistema otimiza o processo produtivo e o fluxo de trabalho, planejando com antecedência o necessário para alcançar os objetivos da organização, a partir de previsões de demandas, mobilizando todo e qualquer recurso (CHIAVENATO, 1990; TUBINO, 2017; SLACK, BRANDON-JONES, JOHNSTON, 2018).

No cenário de competitividade do mercado, as empresas costumam reduzir o

consumo de recursos e desperdícios. Isso implica gerenciar tempo, materiais, recursos humanos, recursos tecnológicos e patrimônio. Nesse sentido, Tubino (2017) diz que as empresas são classificadas como sistemas produtivos e por ser um sistema, pode ser planejado e controlado, para que funcione da maneira mais eficiente possível, levando em consideração sua estrutura e sua capacidade.

Outro pilar do PCP é o controle, tanto das ações planejadas, quanto dos processos existentes nos setores da empresa. Para que se possa realizar o controle, Chiavenato (1990) relata que antes se devem estabelecer parâmetros de medição e comparação. Por exemplo, em um processo da produção, um parâmetro de tempo de processo pode ser utilizado para comparar se a alteração na forma como o processo é realizado surtiu efeito positivo, houve uma otimização no trabalho, ou efeito negativo, houve um aumento no tempo do processo, e conseqüentemente perda na produção, podendo gerar gargalo.

O controle, portanto, age para corrigir o desempenho, ou os gargalos nos processos, garantindo que o objetivo proposto, ou planejado, seja atingido. Parte desse controle se volta para o tratamento de custos, níveis de qualidade, velocidade, confiabilidade e flexibilidade que seus clientes requerem. Para isso, desenvolve-se um parâmetro conhecido como produtividade.

O desempenho da produção poderia ser descrito em três níveis: o nível social, que incluía a consideração de fatores sociais e ambientais, bem como os econômicos; o nível estratégico, que incluía consideração de risco, capital e inovação, além da lucratividade; e o nível operacional, que incluía os fatores mais diretamente relacionados à produção: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

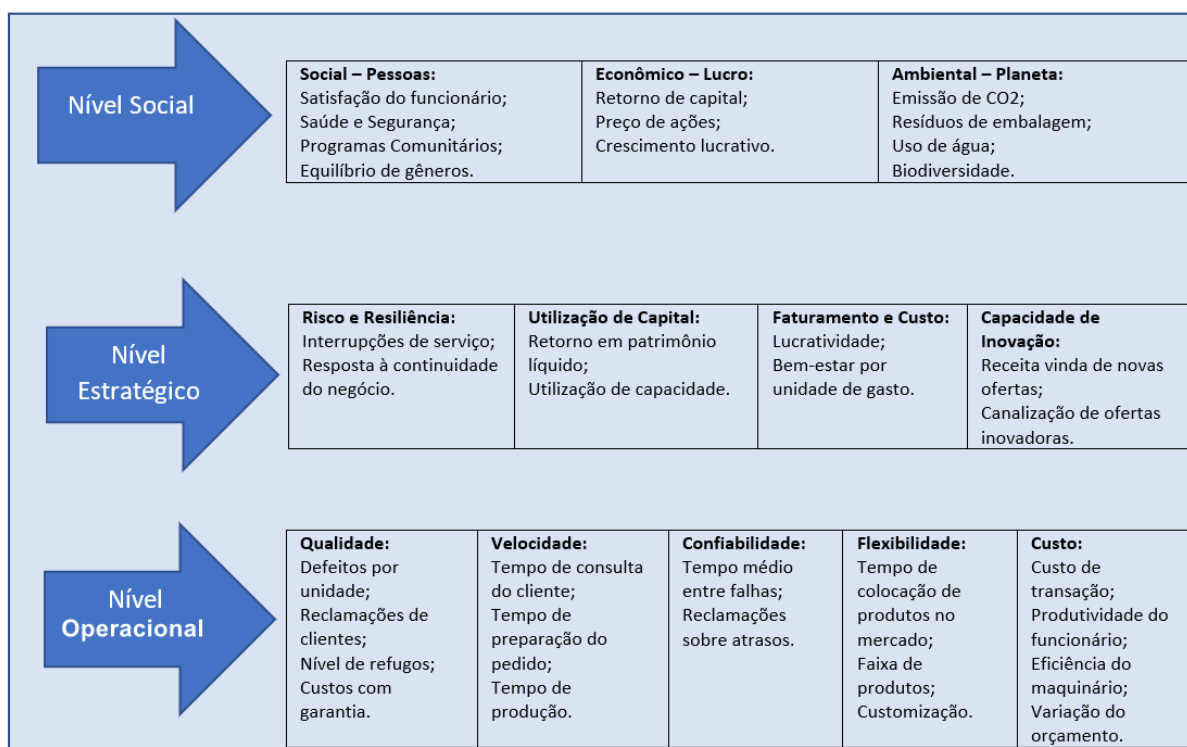
Figura 1 – Níveis de desempenho da produção



Fonte: Slack (2018) adaptada pelo Autor.

Depois de se definir os três níveis de desempenho da produção, é natural que a empresa busque mensurar seus esforços. Essa seria a mensuração do desempenho, um processo de quantificar a ação, assumindo que o desempenho da operação é derivado das ações tomadas por sua administração. Algum tipo de mensuração do desempenho é um pré-requisito para julgar se uma operação é boa, má ou indiferente. Sem mensuração do desempenho, a empresa terá um trabalho maior para exercer controle sobre uma operação de forma contínua, ou avaliar se alguma melhoria está sendo feita (SLACK, BRANDON-JONES, JOHNSTON, 2018).

Figura 2 – Níveis de desempenho da produção e respectivos impactos



Fonte: Slack (2018) adaptada pelo Autor.

Embora existam várias frentes de desenvolvimento da administração da produção, o presente trabalho focou nas medidas de desempenho a Nível Operacional, com ênfase nos cinco objetivos de desempenho a nível físico e de sistemas, são eles: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo.

- **Qualidade:** melhor qualidade de produtos a nível físico, adaptado ao consumidor final. Melhor qualidade de informação em nível de software.
- **Velocidade:** maior agilidade no fluxo de fabricação ou processos. Maior agilidade de tomada de decisões.
- **Confiabilidade:** maior confiabilidade do processo no nível físico. Maior confiabilidade das informações exibidas (informações passam a ser mais fidedignas).
- **Flexibilidade:** maior acessibilidade das informações a nível físico, podendo auxiliar na gestão à vista e tornar dados visíveis às equipes operacionais. Maior acessibilidade à gestão de recursos como equipamentos e pessoas.
- **Custo:** melhor otimização dos recursos físicos no nível de maquinário e pessoas. Melhor adequação dos tempos de processo e redução do custo de operação em alguns destes.

Um dos problemas de conceber um plano de mensuração do desempenho útil é tentar atingir algum equilíbrio entre, por um lado, ter algumas medidas-chave (diretas e simples, mas que podem não refletir a ampla variedade de objetivos

organizacionais), e, por outro lado, ter muitas medidas detalhadas (complexas e difíceis de administrar, mas capazes de apresentar muitas nuances do desempenho).

De modo geral, um equilíbrio é alcançado ao se assegurar que haja um vínculo claro entre a estratégia global da operação, os indicadores de desempenho mais importantes (ou “desempenho-chave”, ou KPI – *Key Performance Indicators*) que refletem os objetivos estratégicos e o conjunto de medidas detalhadas que são usadas para “completar” cada indicador de desempenho-chave. Obviamente, a menos que a estratégia seja bem definida, é difícil “visar” uma faixa estreita de indicadores de desempenho-chave (SLACK, BRANDON-JONES, JOHNSTON, 2018).

2.3 Indústria 4.0 e inteligência nos negócios.

2.3.1 Quando surgiu o tema Indústria 4.0

O tema Indústria 4.0 tem suas origens na Alemanha a partir de discussões de um evento anual realizado na cidade de Hannover (*Hannover Fair*), com foco em inovações e novas tecnologias industriais. A criação do termo é atribuída a um grupo de pesquisadores alemães, que trabalhavam com o tema fábricas inteligentes. Logo em seguida, a proposta foi apoiada pelo governo alemão e com a participação de empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa locais. Dessa forma, por meio de sistemas físicos e virtuais (máquinas e programas de computador), ao longo de toda a cadeia de produção e logística, apresentava possibilidades de uma operação fabril mais autônoma, eficiente e produtiva (SEBRAE, 2018).

Com foco no desenvolvimento, alguns países buscaram avançar com a discussão e investir em *smart factories* de uma forma mais estruturada. Países como Alemanha, Estados Unidos, Japão, China, Reino Unido, Finlândia, Suécia e Noruega lideram o ranking de iniciativas de automação e demais técnicas oriundas da indústria 4.0 (SEBRAE, 2018). No Brasil, as práticas também vêm evoluindo, principalmente em segmentos como equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, entre outros.

As chamadas indústrias inteligentes não são apenas aquelas que possuem um alto grau de automação, mas sim aquelas onde os equipamentos e produtos precisam comunicar-se entre si e desenvolver atividades de forma autônomas,

tomando decisões sem intervenção de operadores, deixando a mão de obra humana na responsabilidade de supervisionar e criar processos coerentes e otimizados (COSTA; STEFANO, 2014). Estas mudanças que estão ocorrendo no ambiente industrial estão contribuindo para a consolidação do que se convencionou chamar de: “quarta revolução industrial” ou simplesmente “INDÚSTRIA 4.0” (CASSAPO, 2016).

2.3.2 *Business Intelligence* aliado à Indústria 4.0

O processo industrial se torna cada vez mais “inteligente” nos dias atuais. Isto está sendo induzido com a ajuda da Tecnologia da Informação no chão de fábrica, impulsionado pelo uso de grande quantidade de dados digitalizados, das inúmeras redes de comunicação e do crescente aumento no poder de processamento computacional. (CALUSSI; HANGAI, 2015).

O setor industrial, por sua vez, busca melhorar suas ineficiências e reduzir custos, justamente por ter a intenção deliberada em otimizar o uso de recursos finitos. Neste sentido, absorve novas tecnologias para melhoria nos processos, impulsionado pela indústria 4.0. Observa-se que no intuito de direcionar novas ações, as empresas adotam o uso de várias tecnologias, dentre elas o *Business Intelligence* (BI) como uma alternativa ao método tradicional, abrindo novas possibilidades para se fazer uma gestão visual de indicadores, mais clara e objetiva (AMORIM, 2020).

O sistema (software), como um produto de *Business Intelligence* (BI), pode ser compreendido como um meio de transformação de dados e teve sua origem nos antigos sistemas de decisões gerenciais e sistemas de gestão integrados conhecidos como ERP - *Enterprise Resource Planning*. Os dados coletados são extraídos, transformados e carregados em estruturas informacionais, adequadamente modeladas, oferecendo assim, desempenho e facilidade ao manipular os dados (BARBIERI, 2011).

Já em 2003, Barreto (2003), afirmava que a inteligência de negócios poderia ser definida como conjunto de conceitos e metodologias, que utilizam a tecnologia da informação para tomada de decisões das empresas. A preocupação com a tomada de decisão, ainda presente na contemporaneidade, induziu a busca e uso da ferramenta de BI para proporcionar uma visão sistêmica de negócio e auxiliar na

distribuição constante dos dados entre os usuários. Com essas informações torna-se possível cruzar dados e visualizar as informações de diversos ângulos analisando os indicadores de desempenho da organização (BATISTA, 2004).

A definição desses indicadores envolve procedimentos de coleta de dados, duração do ciclo de controle e definição dos sistemas responsáveis pela coleta e análise. Deve-se envolver ainda a identificação dos indicadores e a análise de sua relevância, pois é necessário tornar claro, para todos os envolvidos com o processo de medição, quais os vínculos que se está sendo medido, bem como a finalidade do indicador.

Com base nesta definição, os indicadores precisam ter procedimentos de coleta e de processamento dos dados bem definidos e compartilhados com os colaboradores. Além de apresentar consistência entre o objetivo do indicador e a informação fornecida.

No processo de alinhamento de indicadores é importante avaliar se o BI está sendo utilizado para monitorar e controlar processos críticos e se está aliado à estratégia da empresa. Ainda é importante definir se as informações fornecidas pelos indicadores auxiliam na tomada de decisão de fato e se as metas foram estabelecidas de acordo com a realidade atual da empresa. Com o tempo, é natural que a empresa busque novas tecnologias e *benchmarking*, comparando-os com outros similares identificados no mercado como as melhores práticas (GARVIN, 1993).

A efetividade do uso do sistema de indicadores de desempenho está ligada ao interesse da empresa e rotinas criadas para suportar as coletas, análises e processamento das informações. A criação dessas rotinas tem o potencial de estabelecer novos entendimentos e interpretações dos dados da empresa, favorecendo a criação de novos processos (BOURNE, 2000).

2.3.3 Indicadores de Produção

O uso de *Key Performance Indicator* - KPI (Indicadores Chave de Desempenho) é um dos responsáveis por gerar produtos e serviços de qualidade elevada, em menos tempo e com menos despesas – por meio de processos estruturados. O uso de indicadores de produção industrial, por exemplo, é capaz de otimizar o controle de processos e as rotinas de trabalho nesse departamento, tornando-as mais eficientes. Eles são obtidos a partir de parâmetros comparativos

entre o que foi gerado pela organização (um produto ou serviço) e o que foi empregado em termos de recursos para sua produção.

Assim, a partir dessas aproximações de valores, é possível definir de modo mais preciso a quantidade de insumos gastos na produção de cada unidade ou serviço prestado e, até mesmo, a qualidade do produto ou serviços gerados. O IPEA (2013) publicou um estudo, sinalizando essa coerência na correlação de grandezas, deixando evidente que ao estabelecer parâmetros inovadores, as empresas apresentam indicadores de produtividade 20% maiores que aquelas que não investem em inovação, seja por desinteresse, falta de recursos ou simples desconhecimento.

Da mesma forma, em um artigo publicado, a empresa Totvs (2018), firma entendimento de que os indicadores no setor industrial contribuem para a medição de desempenho, eficiência e eficácia das operações fabris, gerando dados e informações estratégicas. Isso também envolve mensurar o tempo de seus processos, uma vez que esse recurso é essencial para o bom funcionamento de uma indústria.

A observação das práticas de mercado, seguidas por empresas da indústria brasileira, apontam para a utilização dos seguintes indicadores: Número de produtos produzidos, Produtividade homem/hora, *Mean Time To Repair* (MTTR), Tempo de inatividade (operação ou equipamento), *Mean Time Between Failures* (MTBF), Horas trabalhadas na produção, Nível de utilização da capacidade instalada, Número de lotes rejeitados, Percentual de retrabalho, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *On-Time Delivery* (OTD), *Lead Time*, *Overall Labor Effectiveness* (OLE).

- **Número de produtos produzidos:** Mensura o número de produtos produzidos em um período específico. Pode ser empregado de forma mais restrita, por exemplo, para descobrir a produtividade de um setor, funcionário ou turno de trabalho em um intervalo de tempo.
- **Produtividade homem/hora:** Esse é semelhante ao anterior. Ele pode ser aplicado medindo-se a quantidade de itens produzidos por colaborador em uma hora. Em indústrias automatizadas, pode-se mensurar a produtividade dos funcionários que controlam os equipamentos.
- ***Mean Time to Repair* (MTTR):** O Tempo Médio Para Reparo calcula a média de tempo gasto para a execução de um conserto depois de ocorrida uma falha. Basicamente, ele mensura o tempo dispendido em uma intervenção. Em geral, essa métrica está ligada à área de manutenção dos equipamentos.
- **Tempo de inatividade:** É uma métrica usada para descobrir o tempo em que os equipamentos ficam inativos, sem produzir. Ela é importante para saber se

a empresa está perdendo dinheiro por causa de sucessivas interrupções devido a falhas ou se o investimento feito em um equipamento foi desnecessário. O resultado pode servir de base para decisões em relação a novas aquisições. Por exemplo, se o indicador está elevado, pode-se verificar se isso não é decorrente de muitas quebras. Nesse caso, talvez seja melhor adquirir uma nova máquina. Por outro lado, se o tempo de inatividade alto é decorrente de o equipamento ficar desligado porque não precisa produzir, então não é necessário comprar mais um.

- **Mean Time Between Failures (MTBF):** O Tempo Médio Entre Falhas indica a média de tempo entre uma falha e outra. É útil para saber, por exemplo, se os equipamentos estão quebrando muito. Isso poderá significar que a produção está exigindo muito deles e há desgaste avançado, ou que está na hora de renovar o maquinário.
- **Horas trabalhadas na produção:** Essa métrica permite entender a quantidade de horas necessárias para a realização de atividades em determinado período (um dia, uma semana, um mês etc.) na produção. O resultado dessa métrica possibilita descobrir se o gasto de horas está além do esperado, por exemplo, com horas extras. O que pode indicar ineficiências no processo e pontos a melhorar.
- **Nível de utilização da capacidade instalada:** É importante saber se as instalações físicas e o maquinário da indústria estão sendo aproveitados plenamente. Por exemplo, permite identificar se há capacidade ociosa. Isso pode ocorrer devido a uma queda na demanda ou ao mal aproveitamento de seus potenciais. Caberá aos gestores tomarem providências para evitar gastos desnecessários com manutenção e potencializar a produção até atingir a capacidade plena.
- **Número de lotes rejeitados/ Quantidade produzida:** Se a quantidade de lotes de produtos com defeitos, perdidos ou com qualidade/quantidade inferior ao padrão estiver elevada, o indicador permite fazer uma análise mais completa do parque fabril em busca das causas disso. Caso contrário, a empresa perderá dinheiro. Neste indicador podem ser avaliados relatórios de Não-Conformidades e a relação destes com os processos ou materiais.
- **Percentual de retrabalho:** Número de peças que necessitam de processos de retrabalho ante ao total produzido pela empresa, pelo centro de trabalho ou pela linha de montagem. Este tipo de medidor garante análise da qualidade dos produtos e mantém clientes satisfeitos, evitando problemas futuros. Trata-se aqui neste indicador de informações importantes para a Gestão da Qualidade aliada ao processo produtivo.
- **Overall Equipment Effectiveness - OEE:** O OEE é um conceito criado por Seiichi Nakajima para avaliar a eficiência de uma operação produtiva

qualquer. O OEE possui 03 (três) pilares principais para avaliar a produção da empresa, das máquinas ou das pessoas.

Os pilares são:

Qualidade = peças perfeitas/ peças produzidas x 100

Produtividade = produção real/ produção prevista x 100

Disponibilidade = tempo de produção/ tempo disponível x 100

Multiplicando os três indicadores temos como resultante o OEE:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Qualidade (\%)} * \text{Produtividade (\%)} * \text{Disponibilidade (\%)}$$

- **OTD – On-Time Delivery (Percentual de Entregas Realizadas no Prazo):** Esse indicador de desempenho da logística tem como objetivo medir a quantidade de pedidos que foram entregues no prazo combinado. Esse sem dúvidas é um dos mais importantes para uma indústria. A dica para medir bem esse indicador de desempenho na logística é conferi-lo diariamente e como benchmark usar um percentual que fique sempre acima de 90%.

$$\text{OTD} = (\text{Total de Entregas no Prazo} \div \text{Total de Entregas}) * 100$$

- **Lead Time:** O Lead Time é o tempo usado para rodar todo o ciclo de produção, desde o pedido do cliente até o recebimento do produto. Esse é um dos grandes KPI da produção e serve principalmente para gerar prazos de entrega precisos, além de outros benefícios, como: clientes mais satisfeitos, controle e melhoria da produtividade geral, identificação de tipos de gargalos no processo produtivo, melhoria de processos, geração de mais resultados com a mesma capacidade produtiva, padronização dos processos, mais confiabilidade para atender demandas de clientes.
- **Eficácia Geral do Trabalho – OLE:** A Eficácia Geral do Trabalho, ou OLE (*Overall Labor Effectiveness*) é um indicador que busca avaliar três variáveis do processo produtivo:

Disponibilidade: tempo em que os colaboradores ficaram disponíveis durante o expediente;

Desempenho: quanto os colaboradores conseguiram produzir durante o expediente;

Qualidade: quanto do que foi produzido está em perfeitas condições para a venda.

Ao multiplicar o resultado das três variáveis, obtém-se o OLE.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou a metodologia de pesquisa de campo para levantar os dados primários do processo produtivo na empresa metalúrgica do Nordeste de SC (nos setores de usinagem de eixos e estamparia). O sistema produtivo da empresa pode ser considerado o de controle puxado de produção, como Slack, Brandon-Jones e Johnston (2018) afirmam, é quando a produção trabalha a partir da entrada de um pedido, com foco na manufatura dos itens essenciais para conclusão das demandas. Além de atuar com itens de linha (produção seriada) atua também no desenvolvimento de itens de aplicação especial. A empresa está localizada no estado de Santa Catarina, com sua produção executada em 03 (três) turnos de trabalho.

No intuito de garantir uma análise sistemática e lógica dos dados obtidos, optou-se por utilizar o método científico a fim de se averiguar alternativas e prospectar soluções (OLIVEIRA, 2011).

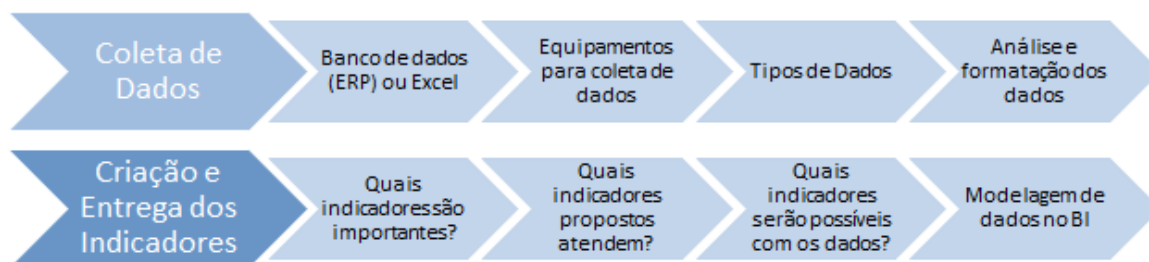
O foco foi dado para a pesquisa do tipo descritiva, seguindo os princípios defendidos por Marconi e Lakatos (2008), por levar em consideração os levantamentos, caracterizações e tratamento de hipóteses. Assim, foi possível inferir possíveis relações de causa e efeito, com o auxílio de dados de 01 (um) mês de produção (ordens de produção, processo de estamparia, processo de usinagem, relatório de apontamento de processo, relatório de não conformidades). Além dessa caracterização, entende-se que este trabalho seja quantitativo, enquadrando-se dentro dos conceitos apresentados por Richardson (1999).

A caracterização pelo emprego da quantificação, tanto em modalidades de coleta de informações quanto no seu tratamento através de técnicas estatísticas, possibilitou o tratamento de dados estruturados (MATTAR, 2001), estatísticos para se gerar os indicadores de desempenho do estudo de caso único (GIL, 2009). O percurso do estudo de caso único envolveu etapas de formulação e delimitação do problema, bem como seleção de amostra, determinação dos procedimentos e modelagem de interpretação (GIL, 2009). A combinação com os dados quantitativos possibilitou a comparação de conjuntos de medidas, modelagem de Dashboards com *Key Performance Indicator* (KPI) experimentais.

O procedimento para a coleta de dados e criação de indicadores de produção

(apontamentos de linha de produção e quantidade de não conformidades) na empresa em estudo pode ser observado na figura a seguir, onde se apresenta um fluxograma (Figura 3) com a classificação dos temas centrais e itens abordados em cada atividade:

Figura 3 - Fluxograma para a execução do projeto e coleta de dados para criação de indicadores.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

3.1 Forma de Coleta de Dados

Para execução do trabalho, foram realizadas extrações de relatórios em software de apontamento de produção já utilizados na referida empresa. A partir daí, foram observadas as possibilidades para integração entre sistemas para a coleta de dados de apontamentos de produção ou relatórios de não conformidades. A empresa utiliza atualmente um software de gestão empresarial (ERP) para controles de estoque, compras, engenharia e apontamentos de produção, além das áreas administrativas. Além do software de gestão utilizado, a empresa também faz uso de um software para distribuição de cargas de trabalho a partir do Planejamento e Controle de Produção (PCP) e controle dos apontamentos de produção. Contudo, mesmo utilizando os sistemas disponíveis de avaliação, observa-se a possibilidade de melhoria em análise de dados e indicadores.

Deste modo, será adotada a integração (a partir de relatórios em planilhas eletrônicas), entre informações extraídas do software de controle dos apontamentos de produção, e leitura destes relatórios para importação dos dados para um banco de dados próprio no software BI. As informações organizadas e estruturadas, a partir das fontes de dados, serviram de base para a construção dos *Dashboards*. Outras possibilidades não aplicadas neste projeto, mas que podem ser estudadas e são aplicáveis em ocasiões de coleta e análises de dados são: a integração entre

sistemas por meio de API, utilização de extração de dados por meio de bancos de dados (por exemplo, SQL, etc.), a utilização de softwares de desenvolvimento como Python ou *Datawarehouse* para maior flexibilidade das análises.

3.2 Levantamento de dados

Neste tópico será abordado o levantamento de dados da empresa, considerando os relatórios disponibilizados pela mesma, para análise comparativa da forma como as informações são apresentadas e que se tem disponível hoje, através de relatórios e consultas geradas nos softwares existentes no setor de Produção e PCP. Na atualidade a empresa utiliza a geração de ordens de produção a partir do PCP, baseando-se no cadastro de ficha técnica existente no software ERP. A estrutura que compõe o produto de venda é elaborada pelo departamento de engenharia da empresa. Os apontamentos de produção ocorrem através da entrada de dados em tela no software de controle de produção. Estes apontamentos normalmente não ocorrem em tempo real, sendo lançadas as informações apenas após a conclusão do lote ou final do período no expediente.

3.3 Analisar os dados extraídos

A partir da coleta dos dados obtidos em relatórios, as variáveis que foram utilizadas para criação dos *Dashboards* e indicadores no software BI são (de acordo com a disponibilidade de fonte de dados): tempo de setup, tempo projetado por item, hora início operação, hora fim de operação, quantidade produzida, operador, turno, número da OP, cód. processo, centro de trabalho, quantidade projetada, quantidade conforme, quantidade não conforme, descrição de processos, eficiência de setup, eficiência global.

3.3 Indicadores escolhidos

Com base nas informações disponíveis na base de dados foram adotados os seguintes indicadores para as construções de *Dashboard* na ferramenta BI: peças produzidas, produtividade turno, produtividade por centro de trabalho, produtividade por processo, qualidade X não conformidade, utilização X disponibilidade, OEE.

3.4 Desenvolvimento dos indicadores

O desenvolvimento dos indicadores em Dashboards (painéis visuais) se utilizou da importação das planilhas eletrônicas para um software BI, de forma sincronizada através de um serviço automatizado. Este serviço possibilita a sincronização cíclica programada de acordo com os períodos desejados pelo usuário da ferramenta, em caso de possibilidade de conexão direta com o banco de dados do software de apontamentos de produção (que não foi o caso disponibilizado neste trabalho). Com a obtenção das informações e a disponibilidade de indicadores de modo mais visível e intuitivo, há possibilidade da instalação de monitores tanto no setor produtivo com os Dashboards, quanto para a avaliação mais dinâmica da equipe por parte de gestores e diretores uma vez que o BI pode ser acessado via web e em dispositivos móveis.

4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1 Dados primários

Nas Figuras 4 e 5 a seguir se exhibe a base de dados original de estamperia com as variáveis disponíveis.

Figura 4 – Base de dados Estamperia original obtida em relatório.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Data	Dia da semana	Grupo de posto de trabalho	Descrição do grupo de posto de trabalho	Posto de trabalho	Descrição do posto de trabalho	Turno	Programa de produção	Início	Fim
28/07/2022		4	202	RANHURADEIRAS	2956	1	12346722	28/07/2022 03:35:48	28/07/2022 10:13:40
28/07/2022		4	202	RANHURADEIRAS	2957	1	12350802	28/07/2022 09:53:32	28/07/2022 15:23:33
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3263	2	12369541	29/07/2022 16:46:53	29/07/2022 17:49:26
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3263	2	12370222	29/07/2022 17:58:27	29/07/2022 18:07:42
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3263	2	12370331	29/07/2022 18:09:30	29/07/2022 18:18:47
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3263	2	12370403	29/07/2022 18:18:47	29/07/2022 19:58:51
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3034	2	12369972	29/07/2022 17:32:06	29/07/2022 18:22:13
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3035	2	12369792	29/07/2022 17:06:52	29/07/2022 19:25:16
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3035	2	12370194	29/07/2022 19:25:18	29/07/2022 20:29:03
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3036	2	12370127	29/07/2022 17:45:55	29/07/2022 19:51:02
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3036	2	12370127	29/07/2022 17:45:55	29/07/2022 19:51:02
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3036	2	12370127	29/07/2022 17:45:55	29/07/2022 19:51:02
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3036	2	12371172	29/07/2022 20:03:22	29/07/2022 22:30:16
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	3036	2	12371172	29/07/2022 20:03:22	29/07/2022 22:30:16
29/07/2022		5	201	PRENSAS RAPIDAS	604	2	12371199	29/07/2022 20:07:36	29/07/2022 22:07:20
29/07/2022		5	201	PRENSAS RAPIDAS	604	2	12372860	29/07/2022 22:51:21	29/07/2022 22:52:03
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	2	12372048	29/07/2022 21:29:56	29/07/2022 22:28:13
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	2	12372048	29/07/2022 21:29:56	29/07/2022 22:28:13
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12373369	30/07/2022 00:00:59	30/07/2022 00:42:28
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12373570	30/07/2022 00:42:47	30/07/2022 01:18:04
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374243	30/07/2022 04:06:48	30/07/2022 04:57:38
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374243	30/07/2022 04:06:48	30/07/2022 04:57:38
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374243	30/07/2022 04:06:48	30/07/2022 04:57:38
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374243	30/07/2022 04:06:48	30/07/2022 04:57:38
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374429	30/07/2022 04:58:09	30/07/2022 06:59:13
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374852	30/07/2022 06:59:26	30/07/2022 07:03:20
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374870	30/07/2022 07:04:05	30/07/2022 07:41:20
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374870	30/07/2022 07:04:05	30/07/2022 07:41:20
29/07/2022		5	206	GRAMPEADEIRAS	660	3	12374870	30/07/2022 07:04:05	30/07/2022 07:41:20

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

A Figura 4 exhibe a base de dados bruta obtida em relatórios reais, ocultando-se a informação da “Descrição do posto de trabalho” conforme o documento de solicitação de autorização para pesquisa no Apêndice 1.

Figura 5 – Base de dados Estamperia original obtida em relatório (continuação).

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Material	Ordem	Operação	Descrição da operação	Centro de trabalho	Primeiro início de operação	Quantidade planejada	Quantidade conforme	Quantidade não conforme	Tempo planejado	Tempo de preparação	Tempo executado	Tempo de preparação
16676070	35089367	0020	RECORTAR DIAM EXT ACABADO	01050315	26/07/2022	954	775	0	02:11:45	00:14:00	02:49:42	00:00:00
14586850	1124521507	0020	RECORTAR DIAM EXT ACABADO	01050315	26/07/2022	1580	1315	0	03:02:46	00:14:00	03:20:15	00:24:22
12330683	1124709688	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050513	01/08/2022	30	30	0	00:53:25	00:03:00	00:45:46	00:00:03
13406394	1124709387	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050513	01/08/2022	3	3	0	00:05:20	00:03:00	00:05:00	00:00:01
13517123	1124709388	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050513	01/08/2022	4	4	0	00:07:07	00:03:00	00:06:33	00:00:06
11586739	1124709416	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050513	01/08/2022	40	40	0	01:10:33	00:03:00	00:47:40	00:00:06
14886847	1124709667	0020	EMPACOTAR E SOLDAR	01050522	01/08/2022	2	2	0	01:00:00	00:07:00	00:47:21	00:02:34
15904913	1124700078	0020	IPACOTAR E PRENSAR ESTATOR	01050521	01/08/2022	2	2	0	01:12:00	00:03:00	01:30:24	00:05:01
16687259	1124700089	0020	IPACOTAR E PRENSAR ESTATOR	01050521	01/08/2022	1	1	0	00:37:00	00:03:00	00:54:58	00:04:13
13375598	1124700735	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050519	01/08/2022	1	1	0	00:07:48	00:04:00	00:04:57	00:00:00
12781801	1124700726	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050519	01/08/2022	1	1	0	00:08:07	00:04:00	00:05:09	00:00:00
12658802	1124700733	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050519	01/08/2022	2	2	0	00:15:37	00:04:00	00:09:54	00:00:00
11077352	1124700961	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050519	01/08/2022	2	2	0	00:15:37	00:04:00	00:08:54	00:00:00
11077359	1124700970	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050519	01/08/2022	2	2	0	00:15:37	00:04:00	00:08:54	00:00:00
10023385	1124711602	0020	ESTAMPAR COMPL E EMPAC	01050107	01/08/2022	680	113	0	00:56:16	00:06:00	00:56:45	00:00:00
10616349	1124702494	0020	ESTAMPAR COMPL E EMPAC	01050107	29/07/2022	2	2	0	00:01:21	00:06:00	00:00:00	00:00:00
12217287	1124709527	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	01/08/2022	1	1	0	00:01:58	00:02:00	00:02:01	00:01:01
12224337	1124709678	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	01/08/2022	3	3	0	00:05:56	00:02:00	00:06:06	00:01:01
15501660	1124725998	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	2	2	0	00:03:57	00:02:00	00:04:19	00:00:00
12222711	1124725977	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	16	16	0	00:31:40	00:02:00	00:35:01	00:00:00
12218829	1124725974	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	2	2	0	00:03:57	00:02:00	00:05:33	00:00:00
12222711	1124725978	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	2	2	0	00:03:57	00:02:00	00:05:33	00:00:00
12348308	1124725980	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	3	3	0	00:06:20	00:02:00	00:08:54	00:00:00
12348304	1124728023	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	4	4	0	00:08:27	00:02:00	00:11:53	00:00:00
12783788	1124725941	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	3	3	0	00:08:38	00:02:00	00:09:26	00:00:00
12216184	1124725973	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	12	1	0	00:01:58	00:02:00	00:02:38	00:00:00
11069146	1124728139	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	1	1	0	00:01:55	00:02:00	00:02:25	00:01:09
11079196	1124728151	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	1	1	0	00:02:06	00:02:00	00:02:29	00:01:09
11079208	1124728149	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	2	2	0	00:03:50	00:02:00	00:04:50	00:01:09
10164310	1124726121	0020	EMPACOTAR E GRAMPEAR	01050505	02/08/2022	2	2	0	00:04:13	00:02:00	00:05:19	00:01:09

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Na Figura 6 a seguir, pode-se observar que o número de registros de apontamento para Estamparia de apenas 01 (um) mês, referência julho de 2022 gerou 12.216 apontamentos. Em relação à amostra de dados obtida, constata-se a existência de registro para 44 (quarenta e quatro) centros de trabalho (ativos) no setor de Estamparia. O volume de horas considerado como disponível para a execução dos cálculos no período em questão foi de 07 (sete) horas úteis por turno, 21 (vinte e uma) horas por dia. Sendo a jornada da empresa representada por 03 (três) turnos de trabalho.

Figura 6 – Base de dados Estamparia, número de registros.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Data	Dia da semana	Grupo de posto de trabalho	Descrição do grupo de posto de trabalho	Posto de trabalho	Descrição do posto de trabalho	Turno	Programa de produção
12199	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	70		2	12294725
12200	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	71		2	12291835
12201	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	71		2	12294961
12202	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	71		2	12294961
12203	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	72		2	12293297
12204	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	72		2	12293297
12205	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	72		2	12294197
12206	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	72		2	12294504
12207	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	72		2	12294504
12208	21/07/2022	4	204	LINHAS DE FABRICACAO	76		2	12294727
12209	21/07/2022	4	205	RENSAS RANHURADEIRAS	79		2	12292024
12210	21/07/2022	4	205	RENSAS RANHURADEIRAS	81		2	12293534
12211	21/07/2022	4	205	RENSAS RANHURADEIRAS	81		2	12293535
12212	21/07/2022	4	205	RENSAS RANHURADEIRAS	81		2	12293961
12213	21/07/2022	4	202	RANHURADEIRAS	92		2	12287646
12214	21/07/2022	4	202	RANHURADEIRAS	471		2	12278794
12215	21/07/2022	4	206	GRAMPEADEIRAS	3036		2	12294433
12216	08/07/2022	5	202	RANHURADEIRAS	1558		2	12162693
12217								
12218								

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Nas Figuras 7 e 8 na sequência se exibe a base de dados original de usinagem com as variáveis disponíveis.

Figura 7 – Base de dados Usinagem original obtida em relatório.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Data	Dia da semana	Grupo de posto de trabalho	Descrição do grupo de posto de trabalho	Posto de trabalho	Descrição do posto de trabalho	Turno	Programa de produção	Início	Fim
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	12367977	29/07/2022 14:33:30	29/07/2022 15:01:55
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	12368338	29/07/2022 15:02:33	29/07/2022 16:05:15
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	12368338	29/07/2022 15:02:33	29/07/2022 16:05:15
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	12368338	29/07/2022 15:02:33	29/07/2022 16:05:15
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12361910	29/07/2022 05:32:50	29/07/2022 06:27:46
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12361910	29/07/2022 05:32:50	29/07/2022 06:27:46
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12363650	29/07/2022 07:53:41	29/07/2022 10:08:54
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12363650	29/07/2022 07:53:41	29/07/2022 10:08:54
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12363650	29/07/2022 07:53:41	29/07/2022 10:08:54
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12365046	29/07/2022 10:09:11	29/07/2022 10:29:16
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	12366241	29/07/2022 11:55:12	29/07/2022 12:48:52
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12368226	29/07/2022 14:51:14	29/07/2022 15:48:32
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12368226	29/07/2022 14:51:14	29/07/2022 15:48:32
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369056	29/07/2022 16:06:24	29/07/2022 16:28:16
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369056	29/07/2022 16:06:24	29/07/2022 16:28:16
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369056	29/07/2022 16:06:24	29/07/2022 16:28:16
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369522	29/07/2022 16:42:02	29/07/2022 17:16:38
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369522	29/07/2022 16:42:02	29/07/2022 17:16:38
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369522	29/07/2022 16:42:02	29/07/2022 17:16:38
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	12369522	29/07/2022 16:42:02	29/07/2022 17:16:38
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	199	)	1	12362032	29/07/2022 05:41:48	29/07/2022 07:01:24
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	199	)	1	12365087	29/07/2022 10:13:08	29/07/2022 12:50:53
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	200	)	1	12363366	29/07/2022 07:31:39	29/07/2022 08:56:13
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	201	)	1	12361770	29/07/2022 05:23:18	29/07/2022 07:30:49
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	201	)	1	12363147	29/07/2022 07:38:14	29/07/2022 12:47:53
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	201	)	2	12368002	29/07/2022 14:34:01	29/07/2022 20:03:09
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	203	)	1	12365847	29/07/2022 11:21:10	29/07/2022 12:57:35
29/07/2022	5	224	FACEADEIRAS	1540	F	3	12364312	29/07/2022 08:53:33	29/07/2022 11:24:52
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502	A	)	12351784	28/07/2022 11:19:03	28/07/2022 11:52:02
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502	A	)	12352187	28/07/2022 11:52:11	28/07/2022 11:56:44

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 8 – Base de dados Usinagem original obtida em relatório (continuação).

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Material	Ordem	Operação	Descrição da operação	Centro de trabalho	Primeiro início de operação	Quantidade planejada	Quantidade conforme	Quantidade não conforme	Tempo planejado	Tempo de preparação	Tempo executado	Tempo de preparação
10335212	1124714676	0005	CORTAR	01060077	01/08/2022	160	80	0	00:25:50	00:02:00	00:19:39	00:02:03
10025191	1124729790	0005	CORTAR	01060077	29/07/2022	1	1	0	00:00:18	00:02:00	00:00:18	00:00:34
10322588	1124714780	0005	CORTAR	01060077	01/08/2022	16	16	0	00:05:02	00:02:00	00:05:03	00:00:34
10025191	1124714786	0005	CORTAR	01060077	01/08/2022	24	24	0	00:07:21	00:02:00	00:07:23	00:00:34
11173113	1124703394	0005	CORTAR	01060003	29/07/2022	1	1	0	00:01:36	00:03:00	00:02:31	00:00:46
14806981	1124703379	0005	CORTAR	01060003	29/07/2022	2	2	0	00:02:59	00:03:00	00:04:43	00:00:46
11158975	1124703869	0005	CORTAR	01060003	29/07/2022	3	3	0	00:07:54	00:03:00	00:09:19	00:01:43
11920079	1124703866	0005	CORTAR	01060003	29/07/2022	1	1	0	00:02:37	00:03:00	00:03:06	00:01:43
14815115	1124703380	0005	CORTAR	01060003	29/07/2022	2	2	0	00:05:16	00:03:00	00:06:13	00:01:43
14401949	1124701899	0010	CORTAR	01060003	29/07/2022	3	3	0	00:05:50	00:03:00	00:07:21	00:00:43
10916221	1124713943	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	28	21	0	00:23:16	00:03:00	00:35:56	00:01:01
11177039	1124713934	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	2	2	0	00:02:07	00:03:00	00:02:16	00:00:51
12041538	1124713771	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	3	3	0	00:03:05	00:03:00	00:03:17	00:00:51
11645412	1124713919	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	5	5	0	00:05:32	00:03:00	00:05:24	00:00:33
13392128	1124713778	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	2	2	0	00:02:07	00:03:00	00:02:04	00:00:33
12407308	1124713775	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	1	1	0	00:01:03	00:03:00	00:01:02	00:00:33
10024227	1124713922	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	3	3	0	00:03:19	00:02:00	00:03:17	00:00:24
15889166	1124713911	0010	CORTAR	01060003	01/08/2022	2	2	0	00:02:12	00:03:00	00:02:11	00:00:24
14114820	1124713904	0010	CORTAR	01060003	01/08/2022	1	1	0	00:01:03	00:03:00	00:01:03	00:00:24
13883972	1124713901	0005	CORTAR	01060003	01/08/2022	5	5	0	00:05:20	00:03:00	00:05:17	00:00:24
14149165	1124703583	0310	TORNEAR COMPLETO	01060009	29/07/2022	30	11	0	00:52:18	00:28:00	00:48:39	00:10:58
10024110	1124703623	0310	TORNEAR COMPLETO	01060009	29/07/2022	417	35	0	02:20:00	00:28:00	02:16:00	00:17:55
11614938	1124703416	0250	R PTE TRAS E ASS ROTOR	01060009	29/07/2022	78	39	0	01:27:25	00:20:00	01:01:16	00:12:49

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Na Figura 9 a seguir, pode-se observar que o número de registros de apontamento para Usinagem de apenas 01 (um) mês, referência julho de 2022 gerou 17.347 apontamentos. Realizar um controle de todos estes apontamentos sem o auxílio de sistemas automatizados pode ser considerado trabalhoso. Em relação à amostra de dados obtida, constatou-se a existência de registro para 44 (quarenta e quatro) centros de trabalho (ativos) no setor de Usinagem. O volume de horas considerado como disponível para a execução dos cálculos no período em questão foi de 07 (sete) horas úteis por turno, 21 (vinte e uma) horas por dia. Sendo a jornada da empresa representada por 03 (três) turnos de trabalho.

Figura 9 – Base de dados Usinagem, número de registros.

	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Turno	Programa de produção	Início	Fim	Material	Ordem	Operação	Descrição da operação
17327	2	12194687	12/07/2022 21:52:58	12/07/2022 22:06:19	11981139	1124519106	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17328	2	12195004	12/07/2022 22:23:36	12/07/2022 22:27:19	16072258	1124534422	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17329	2	12195182	12/07/2022 22:39:01	12/07/2022 22:45:19	10030648	1124519146	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17330	2	12195377	12/07/2022 23:01:31	12/07/2022 23:11:38	16105706	1124519093	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17331	2	12195459	12/07/2022 23:11:42	12/07/2022 23:15:58	10163156	1124519150	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17332	2	12195511	12/07/2022 23:19:07	12/07/2022 23:22:22	15099570	1124534388	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17333	2	12195536	12/07/2022 23:23:01	12/07/2022 23:23:13	13733529	1124534380	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17334	3	12195884	13/07/2022 00:03:05	13/07/2022 01:30:26	15880302	1124536351	2700	TORNEAR DIAMETRO EXTERNO
17335	2	12194617	12/07/2022 21:48:59	12/07/2022 21:58:34	12467536	1124520296	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17336	2	12194746	12/07/2022 22:06:07	12/07/2022 22:46:35	13517652	1124520297	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17337	3	12196176	13/07/2022 00:54:56	13/07/2022 01:28:59	10161972	1124520300	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17338	2	12194070	12/07/2022 20:54:34	12/07/2022 22:24:56	16589671	1124549058	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17339	2	12195033	12/07/2022 22:25:10	12/07/2022 23:03:39	15416469	1124536353	2740	APLICAR CHOQUE TERMICO
17340	2	12194390	12/07/2022 21:25:17	12/07/2022 21:37:44	16322995	1124536318	2920	ENDIREITAR E BALANCEAR
17341	2	12194607	12/07/2022 21:44:37	12/07/2022 21:55:29	15980691	1124536308	2920	ENDIREITAR E BALANCEAR
17342	2	12194697	12/07/2022 21:55:33	12/07/2022 22:13:31	16590439	1124536328	2920	ENDIREITAR E BALANCEAR
17343	2	12195222	12/07/2022 22:43:25	12/07/2022 22:50:04	16615857	1124536330	2920	ENDIREITAR E BALANCEAR
17344	3	12195859	12/07/2022 23:53:53	13/07/2022 00:59:52	13428084	1124536274	2920	ENDIREITAR E BALANCEAR
17345	3	12196306	13/07/2022 01:09:14	13/07/2022 01:27:00	16687604	1124548820	2920	ENDIREITAR E BALANCEAR
17346	2	12195347	12/07/2022 23:00:00	12/07/2022 23:03:08	10027475	1124571169	0310	TORNEAR COMPLETO
17347	2	12193948	12/07/2022 20:41:31	12/07/2022 22:59:50	10027475	1124557013	0310	TORNEAR COMPLETO
17348								
17349								
17350								
17351								

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Sobre a limpeza e preparação dos dados originais presentes na base de dados em planilha eletrônica: um dos primeiros passos foi organizar a formatação do arquivo *. XLSX, organizar as colunas com fonte, espaçamento iguais, para cada coluna de informação realizar a formatação do tipo de conteúdo presente (texto, data, número, valor monetário) bem como se observou a necessidade de inclusão de uma coluna adicional de informação. Para obtenção de uma análise seletiva de operador por turno de trabalho foi incluída a coluna “Operador” (os nomes de operadores e equipamentos foram ocultados por motivos de proteção de dados).

Os dados inseridos para a variável denominada como “Operador” são generalistas e seguem a lógica de 01 (um) operador para cada grupo de posto de trabalho por turno. Esta inclusão da variável permite representar nos indicadores a média de desempenho dos operadores no grupo de trabalho do qual fazem parte. Caso o objetivo da análise fosse obter o desempenho individual por recurso haveria necessidade de obter os dados de operador por posto de trabalho e considerar postos onde podem ser utilizados mais de um recurso ao mesmo tempo.

Como se pôde observar na Figura 9, um dos recursos utilizados na planilha eletrônica para a análise e preparação dos dados foi justamente o uso de filtros. Isto porque, com uso deste recurso foi possível visualizar em cada uma das colunas de informação: a quantidade de variáveis presentes, avaliar se haviam dados nulos/em branco, avaliar períodos/datas distintas e a remoção das informações solicitadas

pelo proprietário da base de dados.

Na Figura 10 a seguir se pode observar a variável do operador que foi inserida na coluna H.

Figura 10 – Base de dados Estamparia, com informação do operador por turno.

A	B	C	D	E	F	G	H
Data	Dia da semana	Grupo de posto de trabalho	Descrição do grupo de posto de trabalho	Posto de trabalho	Descrição do posto de trabalho	Turno	Operador
28/07/2022	4	202	RANHURADEIRAS	2956		1	OPERADOR RANHURADEIRAS 1
28/07/2022	4	202	RANHURADEIRAS	2957		1	OPERADOR RANHURADEIRAS 1
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3263		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3263		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3263		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3034		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3035		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3035		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3036		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3036		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3038		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3038		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3036		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	3036		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	201	PRENSAS RAPIDAS	60		2	OPERADOR PRENSAS RAPIDAS 2
29/07/2022	5	201	PRENSAS RAPIDAS	60		2	OPERADOR PRENSAS RAPIDAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	66		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	66		2	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	66		3	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 3
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	66		3	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 3
29/07/2022	5	206	GRAMPEADEIRAS	66		3	OPERADOR GRAMPEADEIRAS 3

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

O mesmo processo foi executado na inclusão da variável denominada “Operador” para a base de dados de Usinagem. Conforme mostra a Figura 11:

Figura 11 – Base de dados Usinagem, com informação do operador por turno.

A	B	C	D	E	F	G	H
Data	Dia da semana	Grupo de posto de trabalho	Descrição do grupo de posto de trabalho	Posto de trabalho	Descrição do posto de trabalho	Turno	Operador
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	196	7	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	1	OPERADOR SERRAS 1
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	120	SERRAS	197	3	2	OPERADOR SERRAS 2
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	199	)	1	OPERADOR TORNOS HOR. 1
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	199	)	1	OPERADOR TORNOS HOR. 1
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	200	)	1	OPERADOR TORNOS HOR. 1
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	201	)	1	OPERADOR TORNOS HOR. 1
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	201	)	1	OPERADOR TORNOS HOR. 1
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	201	)	2	OPERADOR TORNOS HOR. 2
29/07/2022	5	223	TORNOS HORIZONTAIS	203	)	1	OPERADOR TORNOS HOR. 1
29/07/2022	5	224	FACEADEIRAS	1540	)	1	OPERADOR FACEADEIRAS 1
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502 B	)	1	OPERADOR BALANCEADORES 1
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502 B	)	1	OPERADOR BALANCEADORES 1
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502 B	)	1	OPERADOR BALANCEADORES 1
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502 B	)	1	OPERADOR BALANCEADORES 1
28/07/2022	4	226	BALANCEADORES	2502 B	)	1	OPERADOR BALANCEADORES 1

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

As Figuras 12, 13 e 14 a seguir, exibem as configurações para o tratamento de dados importados em planilhas para a ferramenta de visualização de dados (já dentro da ferramenta BI). Neste caso, a Figura 12 retrata as etapas de preparação e limpeza dos dados na planilha eletrônica.

Figura 12 – Fluxo de Preparação da base de dados para a Importação na ferramenta BI

Utilização de Filtros para avaliação de dados

Formatação de coluna de acordo com o tipo de dado

Colunas calculadas: Qualidade, Produtividade e OEE

Conversão de Horas e Minutos para Decimal

Programa de produção	Início	Fim	Materia	Ordem	Operação	Descrição da operação
12367977	14:33:30	15:01:55	10335212	1124714676	0005	
12368338	15:02:33	16:05:15	10025191	1124729750	0005	
12368338	15:02:33	16:05:15	10322508	1124714780	0005	
12368338	15:02:33	16:05:15	10025191	1124714786	0005	
12361910	05:32:50	06:27:46	11175113	1124703394	0005	
12361910	05:32:50	06:27:46	14806981	1124703379	0005	
12363650	07:53:41	10:08:54	11158979	1124703669	0005	
12363650	07:53:41	10:08:54	11920979	1124703668	0005	
12363650	07:53:41	10:08:54	14815115	1124703380	0005	
12365046	10:09:11	10:29:16	14401049	1124701699	0010	
12366241	11:55:12	12:48:52	10919223	1124713943	0005	
12368226	14:51:14	15:48:32	11177039	1124719834	0005	
12368226	14:51:14	15:48:32	12041538	1124713771	0005	
12369056	16:06:24	16:28:16	11646412	1124713918	0005	
12369056	16:06:24	16:28:16	13392128	1124713778	0005	
12369056	16:06:24	16:28:16	12407308	1124713775	0005	
12369522	16:42:02	17:16:38	10024227	1124713922	0005	
12369522	16:42:02	17:16:38	15889166	1124713911	0010	CORTAR
12369522	16:42:02	17:16:38	10024115	1124713904	0010	CORTAR
12369522	16:42:02	17:16:38	10024115	1124713904	0010	CORTAR
12362032	05:41:48	07:01:24	14148165	1124705583	0310	TORNEAR PTE TRÁS ASS ROTOR
12365087	10:13:08	12:50:53	10024110	1124703623	0310	TORNEAR COMPLETO
12363496	07:31:39	08:56:13	11614938	1124703416	0250	TORNEAR PTE TRÁS ASS ROTOR
12361770	05:23:18	07:30:49	10024115	1124703621	0310	TORNEAR COMPLETO
12363147	07:38:14	12:47:53	10024110	1124703623	0310	TORNEAR COMPLETO

Tempo planejado (h)	Tempo de preparação esperado	Tempo de preparação esperado (h)	Tempo executado	Tempo executado (h)
0.43056	00:02:00	0.03333	00:19:39	0.32750
0.00500	00:02:00	0.03333	00:00:18	0.00500
0.08389	00:02:00	0.03333	00:05:03	0.08417
0.12250	00:02:00	0.03333	00:07:23	0.12306
0.02667	00:03:00	0.05000	00:02:31	0.04194
0.04972	00:03:00	0.05000	00:04:43	0.07861
0.13167	00:03:00	0.05000	00:09:19	0.15528
0.04361	00:03:00	0.05000	00:03:06	0.05167
0.08778	00:03:00	0.05000	00:06:13	0.10361
0.09722	00:03:00	0.05000	00:07:21	0.12250
0.38778	00:03:00	0.05000	00:35:36	0.59333
0.03528	00:03:00	0.05000	00:02:16	0.03778
0.05139	00:03:00	0.05000	00:03:17	0.05472
0.05222	00:03:00	0.05000	00:05:24	0.05000
0.03528	00:03:00	0.05000	00:02:04	0.03444
0.01750	00:03:00	0.05000	00:01:02	0.01722
0.05528	00:03:00	0.05000	00:03:17	0.05472
0.03667	00:03:00	0.05000	00:02:11	0.03639
0.01750	00:03:00	0.05000	00:01:03	0.01750
0.08689	00:03:00	0.05000	00:05:17	0.08636
0.87167	00:28:00	0.46667	00:48:39	0.81083
2.33333	00:28:00	0.46667	02:16:00	2.26667

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Utilização de filtros para avaliação de dados: este recurso permite uma visualização mais clara em cada coluna de dados, sobre o número de variáveis e registros.

Formatação de coluna de acordo com o tipo de dado: a utilização deste recurso na planilha é uma preparação para que nas próximas etapas, a ferramenta BI já possa reconhecer o tipo de dado que está sendo importado. Permite classificar se o dado consiste em um dado do tipo texto (*string*) ou se é um dado de número (*integer*) e também as formatações específicas para casas decimais, datas, moeda, etc.

Conversão de horas e minutos em Decimal: realizar o cálculo de conversão com neste caso, facilita a aplicação de fórmulas e também para a construção dos

indicadores dentro da ferramenta BI, permite um melhor entendimento dos gráficos em suas representações visuais.

Colunas calculadas: Qualidade, Produtividade e OEE: este cálculo pode ser executado tanto dentro do contexto da planilha eletrônica, como também na ferramenta BI (com uso de alguns comandos específicos, exemplo de SQL). A escolha para este projeto foi de executar as fórmulas dentro da própria base no software de edição do arquivo XLSX.

A Figura 13, a seguir, reporta ao processo de ETL (*Extract Transform Load*), a tela exibe dentro do contexto de configuração no BI o local onde são validadas as formatações de cada coluna de informação, ou seja, a confirmação da formatação já inserida na planilha eletrônica para a mesma propriedade no BI.

Figura 13 – Tratamento de dados na ferramenta BI.

Cadastro de Importação

Definição | Colunas | Parâmetros

Programa De Produção	Início	Fim	Material	Ordem	Operação	Descrição Da Operação	Centro De Trabalho
12344722	29/07/2022 03:35	29/07/2022 10:13	16676070	35089367	0020	RECORTAR DIAM EXT ACABADO	01050315
12356802	29/07/2022 09:53	29/07/2022 15:23	14586850	1124521507	0020	RECORTAR DIAM EXT ACABADO	01050315
12369541	29/07/2022 16:46	29/07/2022 17:49	12330683	1124709688	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050513
12376222	29/07/2022 17:58	29/07/2022 18:07	13406394	1124709387	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050513
12376331	29/07/2022 18:09	29/07/2022 18:18	13517123	1124709388	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050513
12376403	29/07/2022 18:18	29/07/2022 18:58	11586739	1124709416	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050513
12369972	29/07/2022 17:32	29/07/2022 18:22	14686847	1124709667	0020	EMPAHOTAR E SOLDAR	01050522
12368792	29/07/2022 17:06	29/07/2022 19:25	15904913	1124700078	0020	EMPAHOTAR E PRENSAR ESTATOR	01050521
12370194	29/07/2022 19:25	29/07/2022 20:29	16687259	1124700089	0020	EMPAHOTAR E PRENSAR ESTATOR	01050521
12370127	29/07/2022 17:45	29/07/2022 19:51	13375598	1124700735	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050519
12370127	29/07/2022 17:45	29/07/2022 19:51	12781601	1124700726	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050519
12370127	29/07/2022 17:45	29/07/2022 19:51	12638802	1124700733	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050519
12371172	29/07/2022 20:03	29/07/2022 22:30	11077352	1124700961	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050519
12371172	29/07/2022 20:03	29/07/2022 22:30	11077358	1124700970	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050519
12371199	29/07/2022 20:07	29/07/2022 22:07	10023385	1124711602	0020	ESTAMPAR COMPL EMPAC	01050107
12372860	29/07/2022 22:51	29/07/2022 22:52	10616349	1124702494	0020	ESTAMPAR COMPL EMPAC	01050107
12372048	29/07/2022 21:29	29/07/2022 22:38	12217287	1124709527	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12372048	29/07/2022 21:29	29/07/2022 22:38	12224337	1124709678	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12373369	30/07/2022 00:00	30/07/2022 00:42	15591660	1124725988	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12373570	30/07/2022 00:42	30/07/2022 01:18	12222711	1124725977	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12374243	30/07/2022 04:06	30/07/2022 04:57	12118829	1124725974	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12374243	30/07/2022 04:06	30/07/2022 04:57	12222711	1124725976	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12374243	30/07/2022 04:06	30/07/2022 04:57	12346368	1124725980	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12374243	30/07/2022 04:06	30/07/2022 04:57	12346304	1124726023	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505
12374429	30/07/2022 04:58	30/07/2022 06:59	12783788	1124725941	0020	EMPAHOTAR E GRAMPEAR	01050505

Pré-visualização dos dados (máx. 50 registros)

Tempo executado (h)

Descrição
Tempo Executado H

Tipo de coluna
Valor

Coluna vinculada
Tempo Executado H

Tipo de valor
Numérico

Formato
Decimal 4

Testar extração

Salvar Cancelar

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

A Figura 14 a seguir mostra a funcionalidade que permite um agendamento para extrações automáticas. Neste caso a extração automática não será aplicada porque o projeto utiliza-se de uma base de dados estática, mas vale destacar que para um cenário de aplicação da análise de dados na indústria as visualizações podem ser sincronizadas em tempo real.

Figura 14 – Ferramenta de configuração de agendamento no BI.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

4.2 Proposta de indicadores

A partir dos dados apresentados, neste tópico são aplicadas as teorias abordadas anteriormente, de acordo com as características e dados fornecidos da empresa, visando obter as melhores soluções para um aumento de produtividade, bem como um aumento na confiabilidade das informações, para que se necessário possam ser executadas as tomadas de decisão embasadas nestes dados. Os métodos serão aplicados na construção dos indicadores em ferramenta BI.

4.3 Plano baseado em indicadores

De acordo com as informações disponibilizadas na base de dados, os indicadores e métricas escolhidos para representação no presente instrumento foram os seguintes:

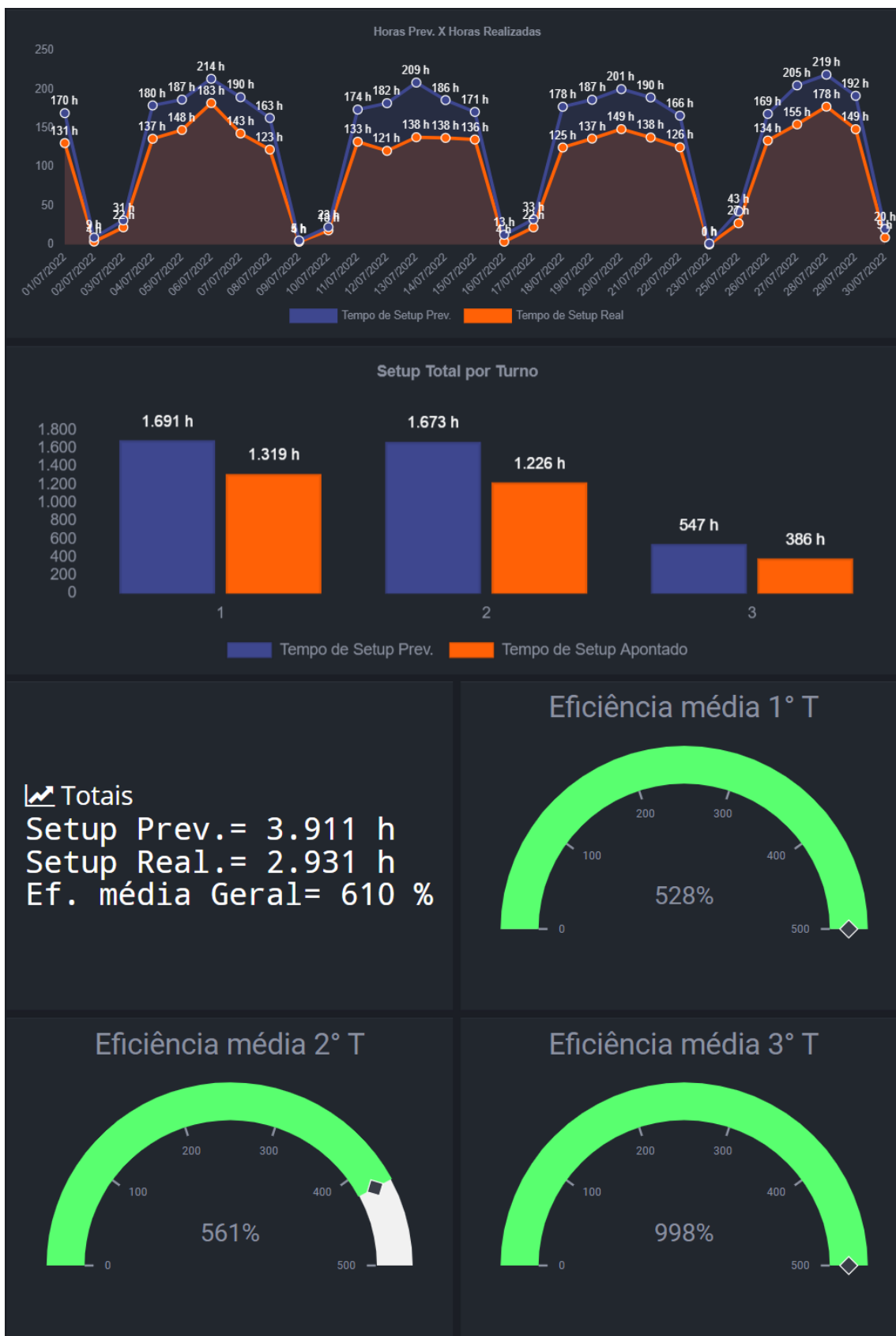
- A. Tempo de setup previsto X tempo setup realizado;
- B. Tempo projetado por operação X tempo realizado por operação;
- C. Tempo projetado por OP X tempo realizado por OP;
- D. Quantidade projetada X produzida por grupo de Operador;
- E. Quantidade Conforme X quantidade não conforme por grupo de operador;
- F. Quantidade Conforme X quantidade não conforme por Operação;
- G. % eficiência Produtiva por grupo de posto de trabalho;
- H. % eficiência Global por tipo de operação;

- I. % eficiência Global por turno;
- J. OEE por centro de trabalho;
- K. OEE por Turno.

Deve ser considerado maior o potencial para desenvolvimento de indicadores e *Dashboards*. Isto varia de acordo com a quantidade de informações disponíveis no banco de dados das empresas e da necessidade de cada caso. Lembrando que para esta análise foi utilizada uma janela de operação de 01 (um) mês e de dois setores/processos essencialmente. Outra informação em relação à janela de operação, é que foi considerado o tempo total de disponibilidade do equipamento como sendo equivalente ao tempo de horas úteis do turno.

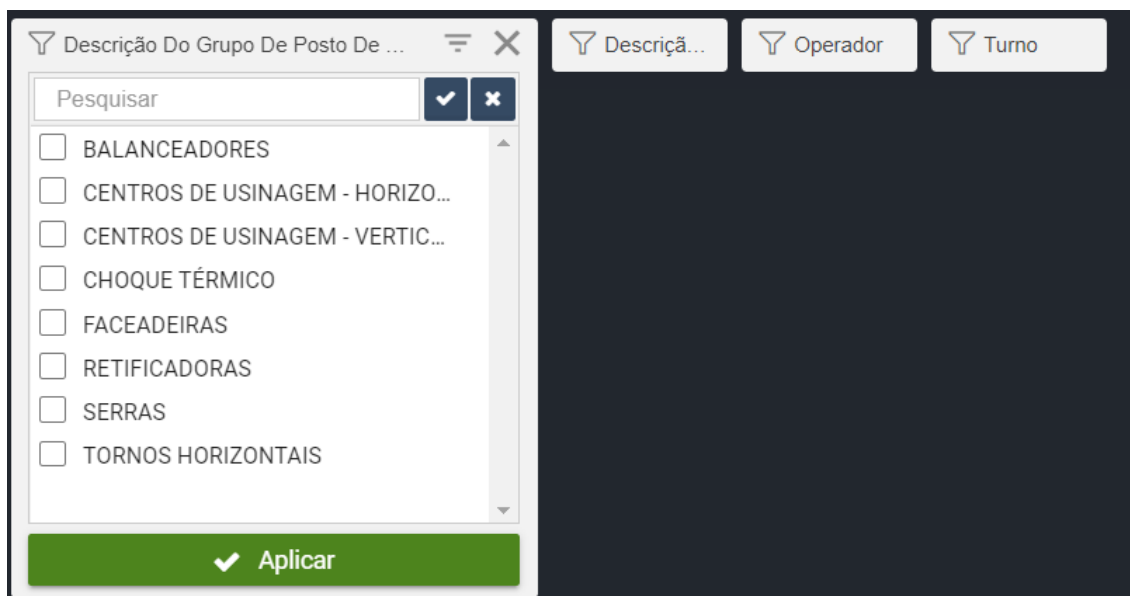
É reconhecido que em muitas ocasiões o tempo de disponibilidade de cada equipamento ou centro de trabalho varia de acordo com as especificidades de cada equipamento, bem como a utilização de determinado equipamento pode variar de acordo com as especificações e exigências de cada componente a ser processado.

Figura 15 – Dashboard Tempo de setup previsto X tempo setup realizado Usinagem.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 16 – Filtros para o setor de Usinagem.



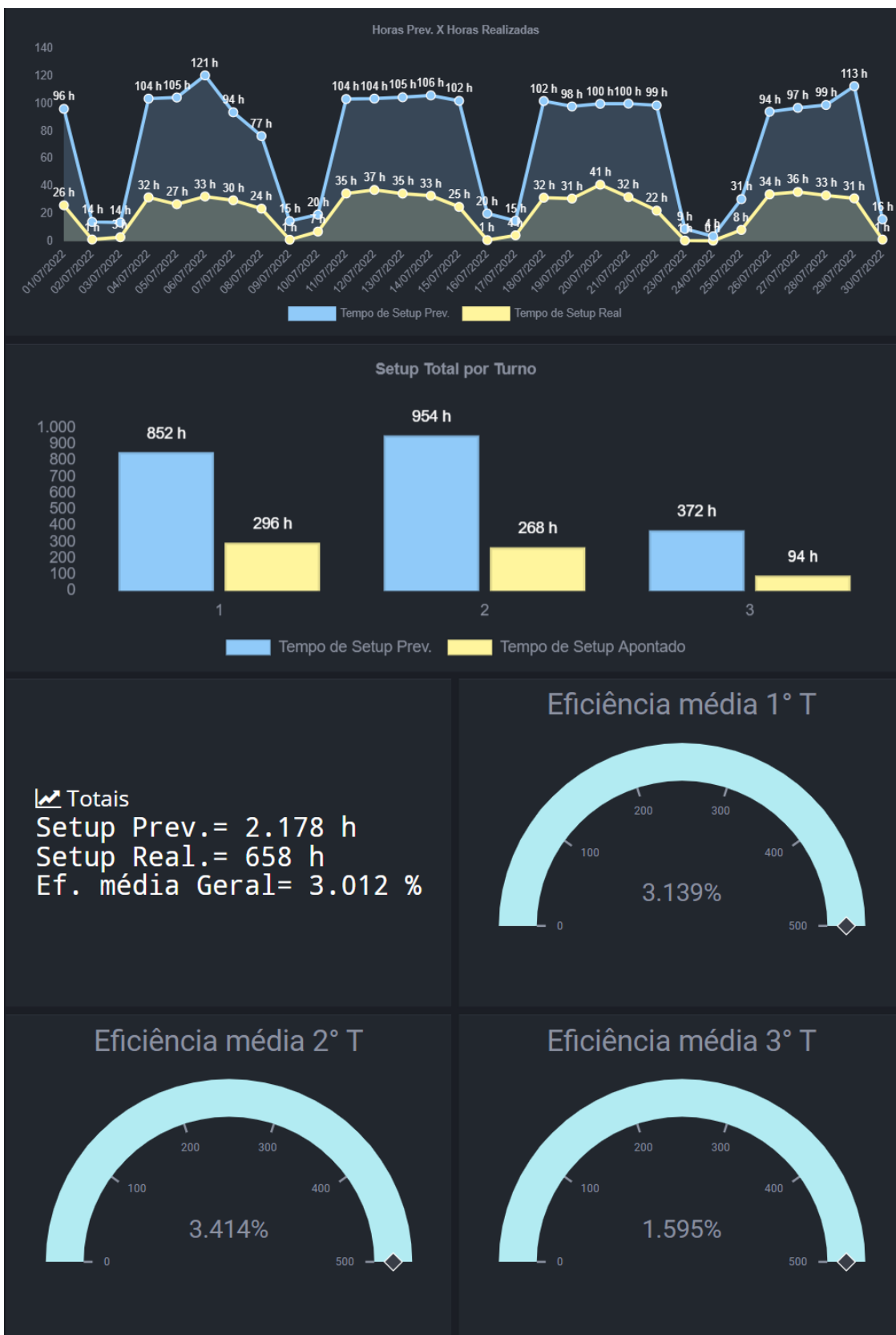
Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

O que se pode observar em relação à Figura 15 é que através do agrupamento dos dados proporcionado pela ferramenta BI é que no setor de usinagem, no que diz respeito ao tempo de setup previsto e tempo realizado, praticamente em todas as situações o tempo realizado é menor que o previsto. E de uma forma que chama atenção ao percentual de eficiência. Desta análise é possível duas considerações: o tempo de setup previsto está superdimensionado na base origem (ERP ou engenharia) ou os tempos de setup realizados não são apontados de modo eficiente. Sugere-se uma revisão nos tempos previstos de setup e deste modo podem ser obtidos números com melhores acurácias e consequentemente redução de custo hora homem.

No que se refere à Figura 16, tem-se evidenciadas as opções de filtros (que são inúmeras) em um software BI. Por exemplo, neste caso se pode filtrar por descrição do grupo posto de trabalho, por operação, por operador e turno para visualização dos dados específicos. Esta funcionalidade permite uma flexibilidade muito interessante para realização das análises mais detalhadas e aprofundadas. Com a utilização de filtros e detalhamentos pode-se atingir um nível mais analítico e de maior rastreio na informação.

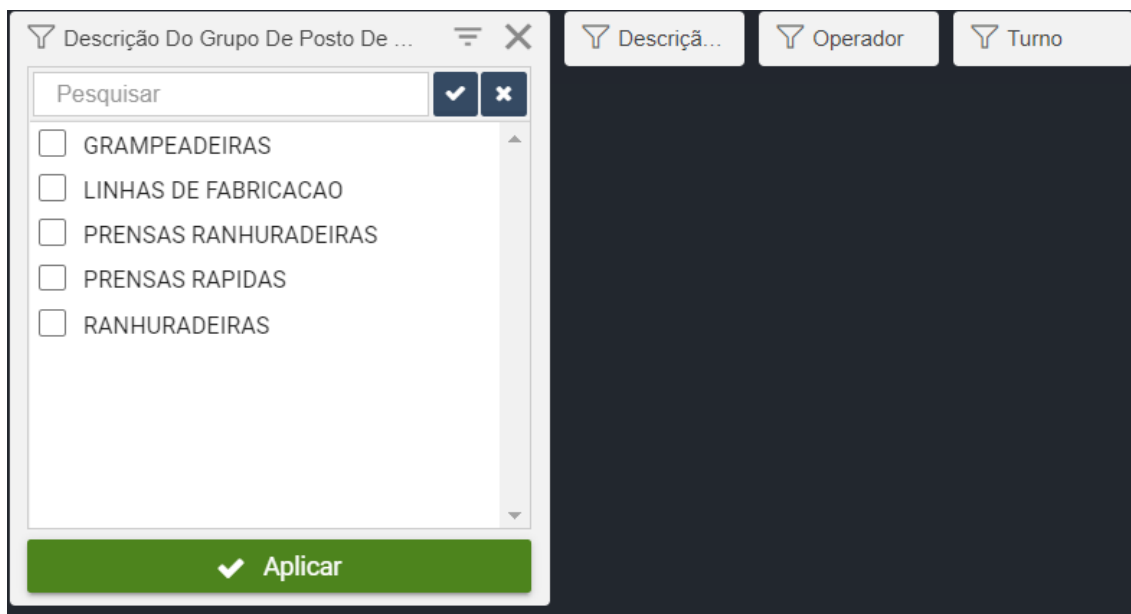
A usabilidade que uma ferramenta BI oferece, pode ser considerado um diferencial ante os outros tipos de software como, por exemplo, os ERP, uma vez que a flexibilidade de análise atinge níveis como uso de dispositivos móveis.

Figura 17 – Dashboard Tempo de setup previsto X tempo setup realizado Estamparia.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 18 – Filtros para o setor de Estamparia.

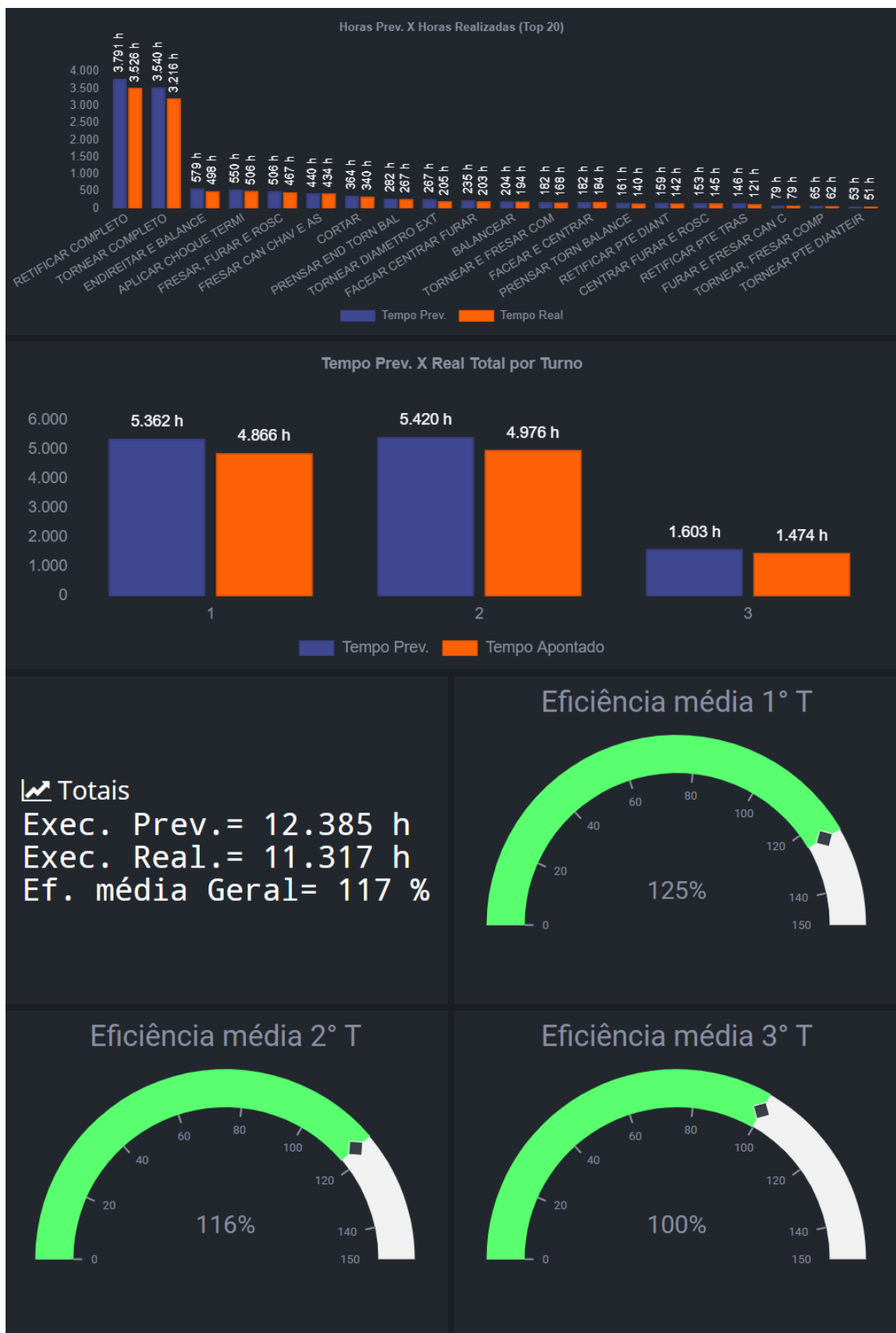


Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

De modo similar ao dado mencionado anteriormente no setor de Usinagem, para o setor de Estamparia a Figura 17 remete a um cenário onde os tempos previstos de setup estão acima do tempo executado de setup. A análise de dados sugere novamente neste caso que há um dimensionamento elevado do número de horas previsto para setup na fonte dos dados (engenharia ou ERP) ou ainda que os apontamentos estejam ocorrendo de forma ineficaz.

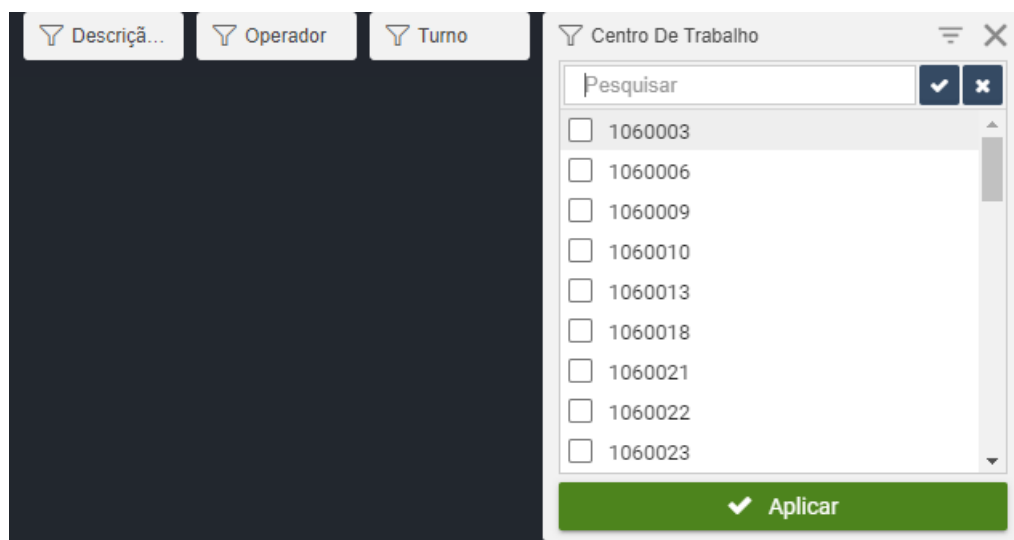
A Figura 18 mostra as opções flexíveis de filtros dinâmicos para análise dos dados de maneira mais específica. Novamente com destaque para a flexibilidade e dinâmica presentes em ferramentas BI, com rastreamento de informações e filtros totalmente dinâmicos.

Figura 19 - Dashboard Tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Usinagem.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 20 – Filtros de Centro de trabalho no tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Usinagem.



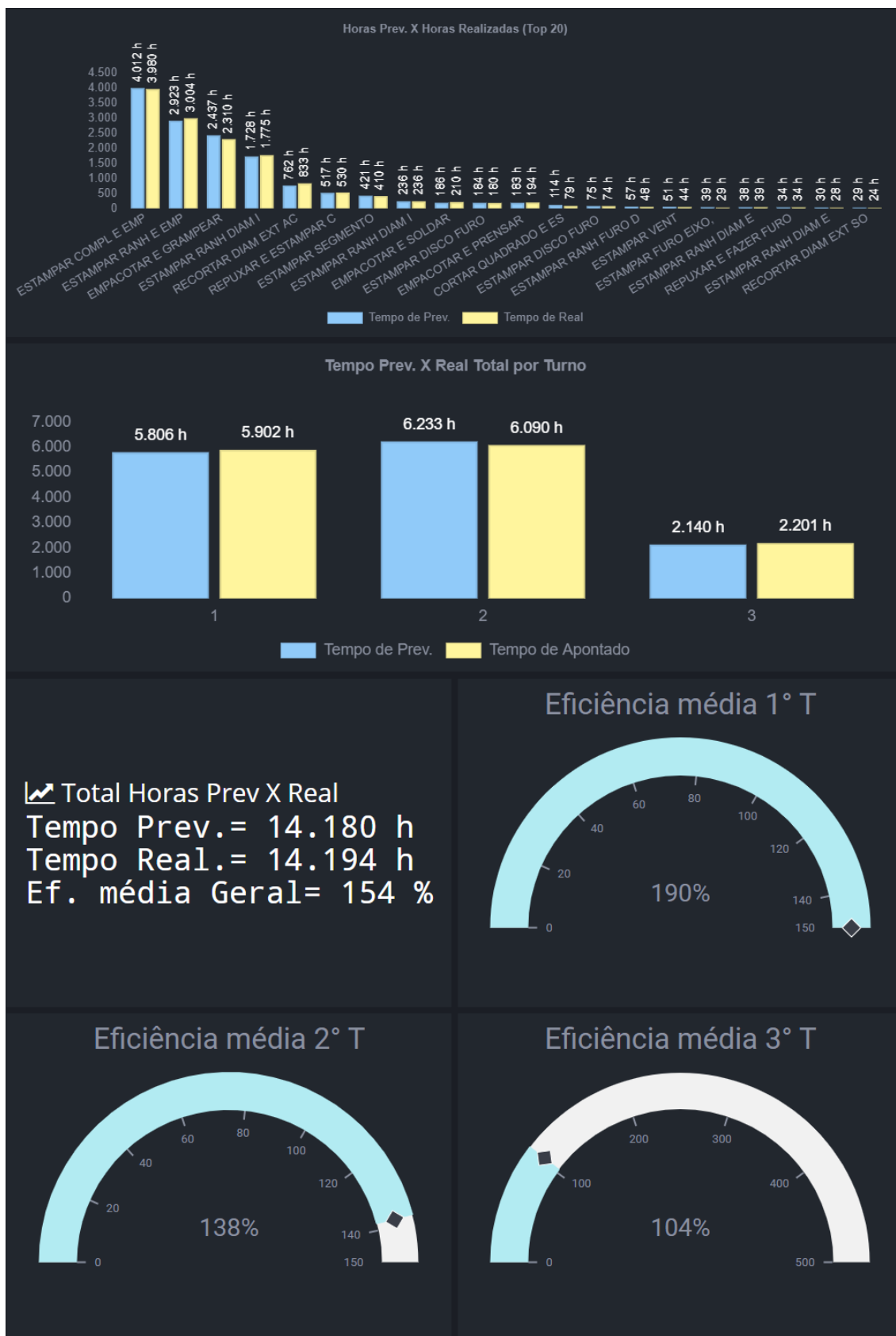
Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Uma observação sobre a Figura 19 permite constatar que os tempos previstos para operações versus tempos realizados no setor de usinagem ficam próximos. Cabe destacar que duas operações (Retificar Completo e Tornear Completo) possuem maioria no volume de horas no que diz respeito ao volume de horas do setor. Ou seja, as duas operações refletem o maior impacto em relação ao HH e cabe aqui uma análise para aperfeiçoar ainda mais estas duas operações.

Outro ponto de reflexão é sobre o percentual médio de eficiência, onde o terceiro turno fica aproximadamente em 100% o que influencia a média geral para ficar em 117%. Neste caso, cabe uma análise sobre os processos executados neste turno, equipamentos utilizados e até mesmo sugestões de avaliação ou treinamentos para melhorar a eficiência.

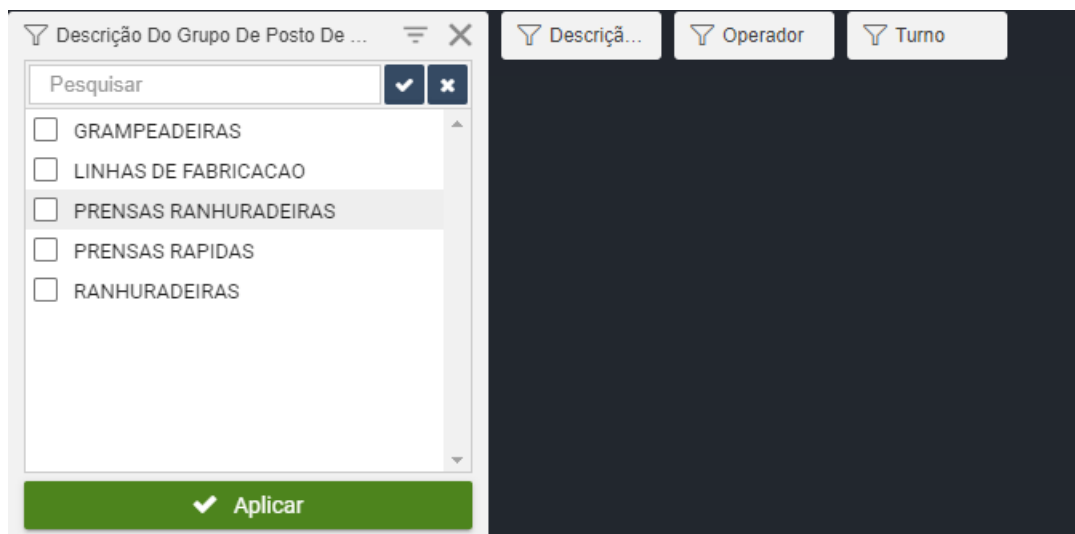
Na Figura 20 podem ser vistos exemplos de filtros flexíveis na ferramenta que possibilitam uma análise ainda mais minuciosa dos dados. Em uma análise comparativa, se pode destacar que os tempos previstos versus realizados de operação possuem uma acurácia mais aprimorada se comparados aos tempos de setup.

Figura 21 - Dashboard Tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Estamparia.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 22 – Filtros de grupo de posto de trabalho no tempo projetado por operação X tempo realizado por operação setor Estamparia.

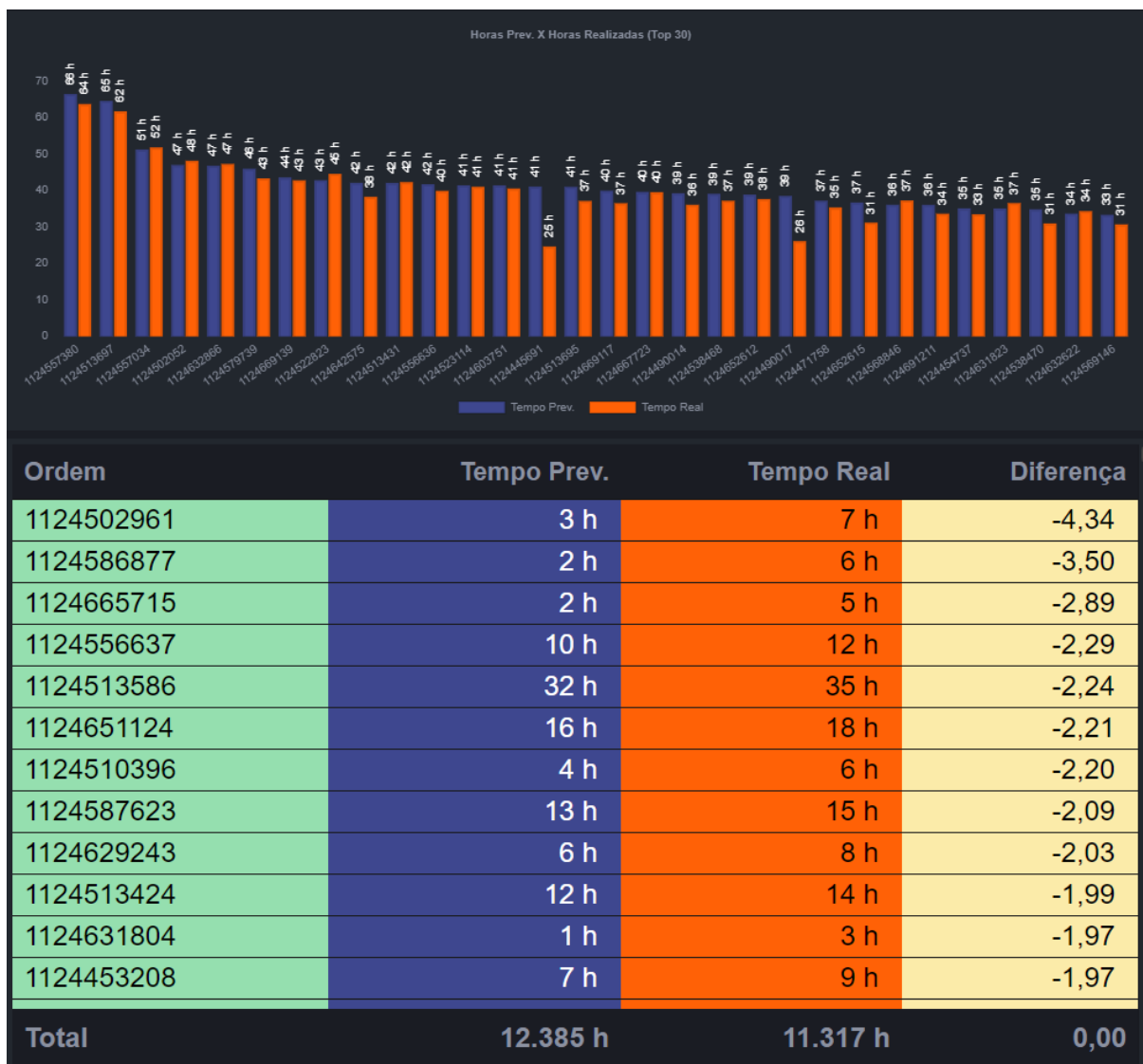


Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

No que se pode observar na Figura 21, destaca-se que o setor de Estamparia possui pelo menos 04 operações principais ou descrições principais em termos de volumes de horas. Pode-se perceber que em algumas ocasiões o tempo previsto de operação foi menor que o tempo apontado na operação. A eficiência média do primeiro turno puxou o indicador de eficiência média geral para cima, enquanto que a eficiência média do terceiro turno o oposto.

Em suma, a sugestão baseada nos dados aqui dispostos é para avaliação por “Grupo Posto de Trabalho” ou ainda por “Operação” e “Operador” para verificar as condições onde houve tempo maior que o previsto. Pode ser feito um estudo caso a caso como também podem ser selecionados períodos específicos através de filtros de data na ferramenta BI. No caso da Figura 22, se pode observar os filtros disponíveis de acordo com a fonte de dados (para fins deste estudo, não estão dispostas imagens com todos os filtros possíveis no software, por motivo de proteção de dados). Estes filtros mais detalhados podem oferecer ao analista uma visão precisa do que ocorreu de fato nas operações e permitem localizar se existe um padrão que permita sugerir a necessidade de treinamento, qualificação ou de ajuste no processo.

Figura 23 – Dashboard Tempo previsto por OP X tempo realizado por OP setor Usinagem e maiores diferenças em tempo excedido.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

A Figura 23 exibe as OP (Ordem de Produção) top 30 em volume de horas no gráfico de colunas, de forma decrescente. Ou seja, permite uma análise no que diz respeito à relevância destas OP no volume total de horas apontadas além de permitir identificar as principais diferenças em horas. Já no caso do gráfico modelo tabela disposto na imagem, podemos observar as OP com maior diferença em número de horas no que diz respeito ao tempo realizado maior que o tempo previsto disposto em ordem crescente.

Figura 24 – Dashboard de Maior diferença em relação à OP, tempo real menor que o tempo previsto (Usinagem).

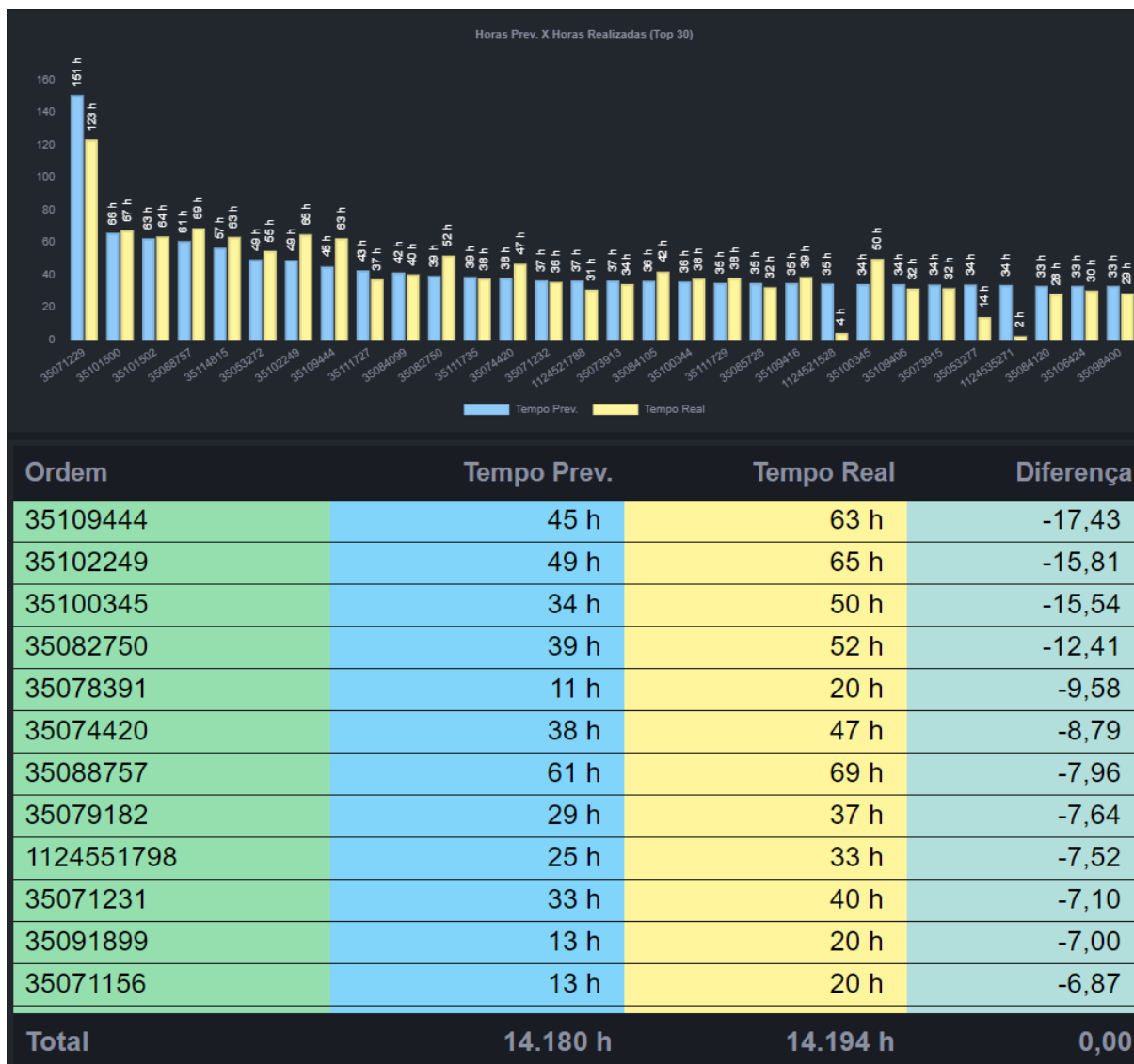
Ordem	Tempo Prev.	Tempo Real	Diferença
1124445691	41 h	25 h	16,42
1124490017	39 h	26 h	12,39
1124579738	26 h	15 h	11,46
1124454762	31 h	21 h	9,98
1124434843	21 h	12 h	8,90
1124455415	21 h	12 h	8,38
1124717066	16 h	9 h	7,77
1124502555	22 h	16 h	6,86
1124472345	13 h	6 h	6,76
1124422686	8 h	2 h	6,33
1124652436	29 h	23 h	6,30
1124642019	15 h	9 h	6,17
Total	12.385 h	11.317 h	0,00

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Na Figura 24 se pode observar de modo decrescente as OP que tiveram a maior diferença em relação ao tempo realizado sendo muito menor que o tempo previsto. O que pode sugerir como fator de análise ou tomada de decisão a averiguação de motivos geradores das diferenças até ações para melhorar a assertividade dos tempos previstos.

Em relação ao setor de Estamparia, demonstrado nas imagens a seguir, se pode constatar que os apontamentos de horas executadas versus horas planejadas divergem em maior volume se comparados ao setor de Usinagem. Na Figura 25 a seguir estão exibidas as OP top 30 em relação ao volume de horas previsto (com várias delas sendo superado no volume realizado), bem como as OP que tiveram a maior diferença (tempo excedido) entre tempo previsto e tempo real.

Figura 25 – Dashboard Tempo previsto por OP X tempo realizado por OP setor Estamparia e maiores diferenças em tempo excedido.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

A análise que pode ser considerada pertinente para o caso, dentro do contexto de principais divergências, novamente remete a uma avaliação dos motivos pelos quais os tempos foram ultrapassados. Dos quais podem ser destacados: dificuldades no processo, problemas com equipamentos, matéria-prima, desempenho do time e qualidade do apontamento de horas executadas.

Figura 26 – Dashboard de Maior diferença em relação à OP, tempo real menor que o tempo previsto (Estamparia).

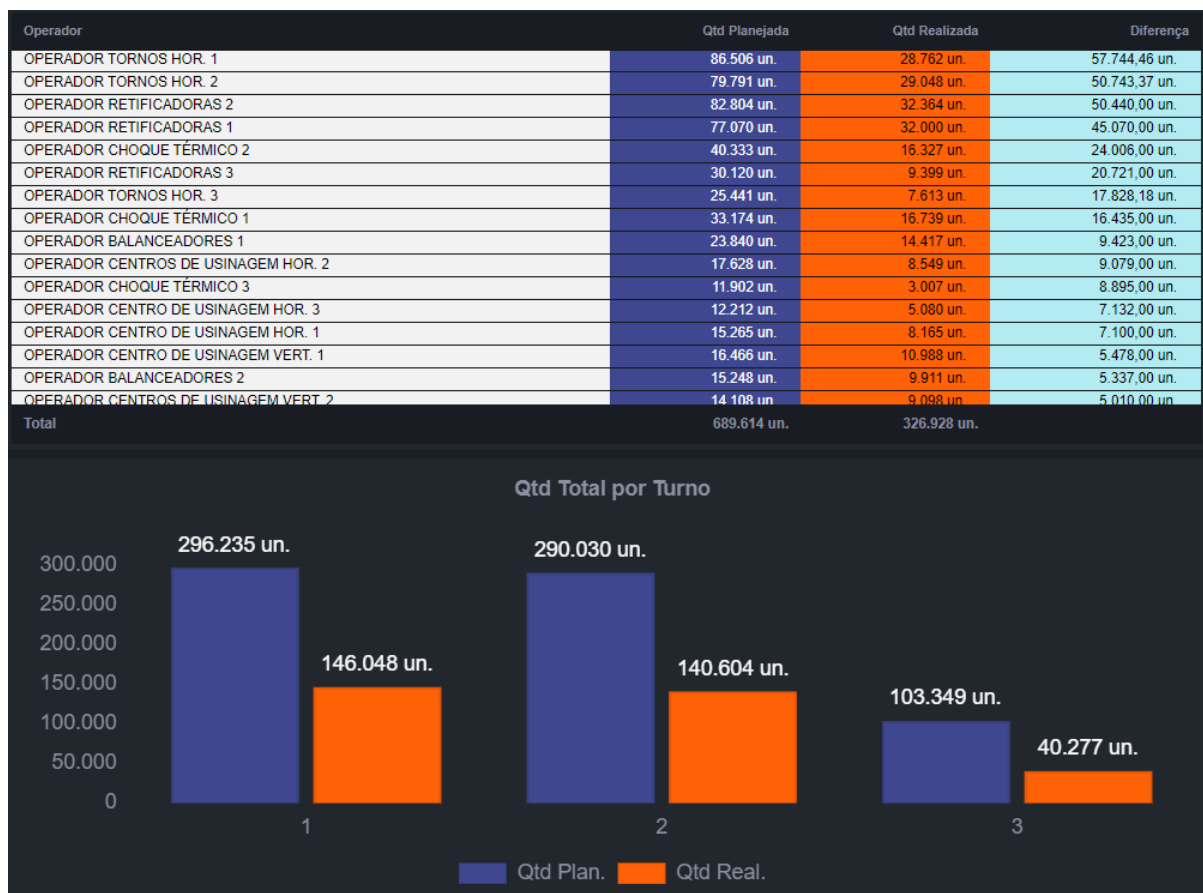
Ordem	Tempo Prev.	Tempo Real	Diferença
1124535271	34 h	2 h	31,54
1124521528	35 h	4 h	30,47
35071229	151 h	123 h	27,26
35053277	34 h	14 h	20,01
1124606183	29 h	18 h	10,99
1124637853	27 h	17 h	10,58
35084103	16 h	6 h	10,10
1124648221	17 h	8 h	9,11
35091890	24 h	15 h	8,88
1124512902	19 h	11 h	8,65
35094462	16 h	8 h	8,17
35073917	22 h	15 h	6,95
Total	14.180 h	14.194 h	0,00

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Na Figura 26, o que se exibe são diferenças consideráveis no volume de horas, que novamente pode indicar problemas no apontamento das horas realizadas ou erros de previsibilidade para os processos da OP.

No caso da análise disposta na Figura 27 a seguir, se pode observar em relação às quantidades de peças programadas as quantidades reais produzidas no setor Usinagem. Com a classificação de “Grupo de Operador” e ao lado da nomenclatura do grupo o seu respectivo turno. A análise possui ordenamento na coluna “Diferença” do maior para o menor. O segundo gráfico na imagem (colunas) mostra a quantidade programada por turno e as respectivas quantidades realizadas.

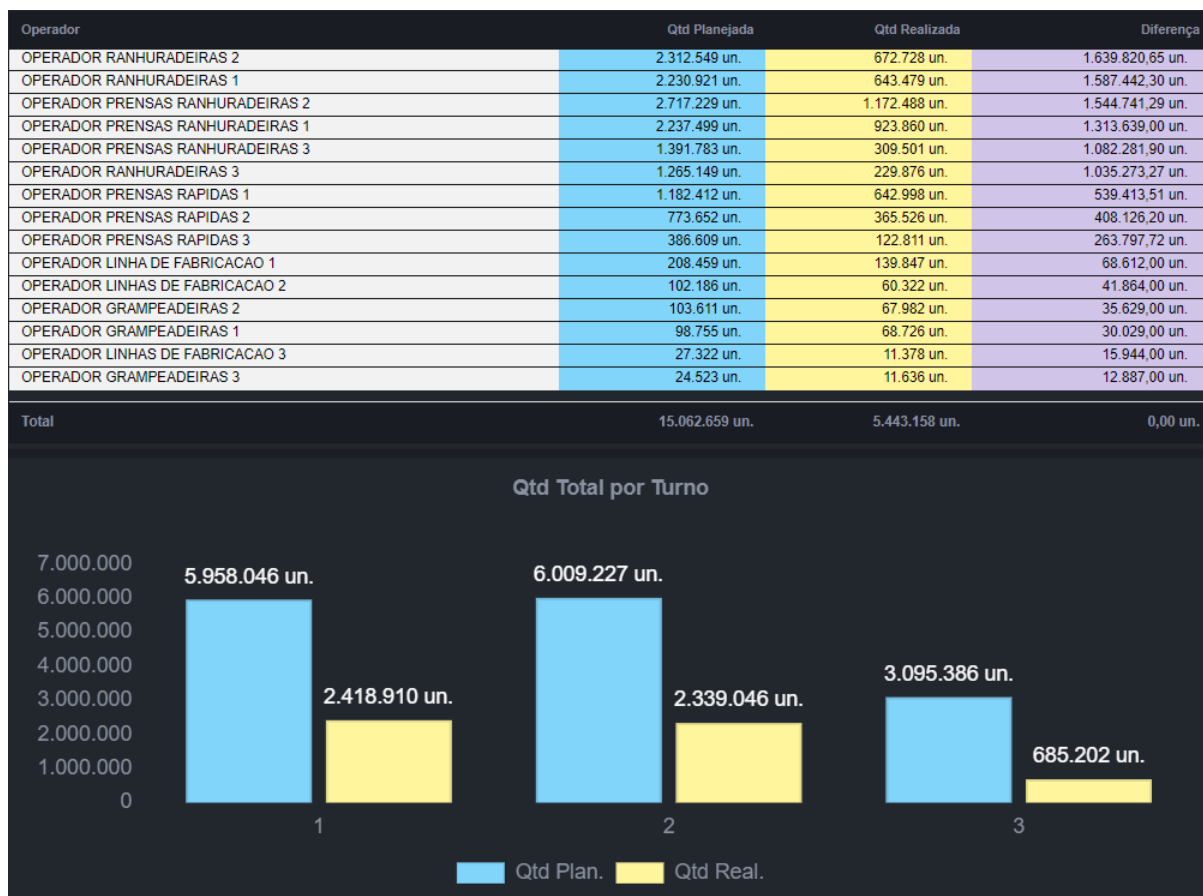
Figura 27 – Dashboard Quantidade prevista versus quantidade executada por grupo de operadores (Usinagem).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

A Figura 28 exibida a seguir mostra a mesma análise informada acima, contudo no que diz respeito aos grupos de operadores para o processo de Estamparia.

Figura 28 – Dashboard Quantidade prevista versus quantidade executada por grupo de operadores (Estamparia).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

A análise que se pode extrair das informações nas Figuras 27 e 28 apontam para uma diferença de quantidades de peças/componentes previstos versus realizados. O que pode indicar desde desvios nos planejamentos de produção até problemas de apontamento de produção.

Outra condição a ser considerada é que a capacidade total do parque fabril não está sendo utilizada, mas pode estar sendo considerada na programação. Estas seriam algumas das hipóteses levantadas com base nos dados da amostra obtida. Cabe aqui uma análise mais aprofundada do que pode ter gerado este descolamento nas quantidades previstas versus realizadas. Este número gera um impacto no indicador global do processo, do setor e da produção como um todo.

Figura 29 – Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por grupo de operadores e por turno (Usinagem).

Operador	Qtd Realizada	Qtd Não Conforme
OPERADOR RETIFICADORAS 1	32.000 un.	5 un.
OPERADOR RETIFICADORAS 3	9.399 un.	3 un.
OPERADOR RETIFICADORAS 2	32.364 un.	1 un.
OPERADOR TORNOS HOR. 1	28.762 un.	1 un.
OPERADOR TORNOS HOR. 2	29.048 un.	0 un.
OPERADOR TORNOS HOR. 3	7.613 un.	0 un.
OPERADOR SERRAS 1	14.140 un.	0 un.
OPERADOR SERRAS 2	16.256 un.	0 un.
OPERADOR SERRAS 3	5.708 un.	0 un.
OPERADOR BALANCEADORES 1	14.417 un.	0 un.
OPERADOR BALANCEADORES 2	9.911 un.	0 un.
OPERADOR BALANCEADORES 3	2.483 un.	0 un.
OPERADOR CENTRO DE USINAGEM HOR. 1	8.165 un.	0 un.
OPERADOR CENTRO DE USINAGEM HOR. 3	5.080 un.	0 un.
OPERADOR CENTRO DE USINAGEM VERT. 1	10.988 un.	0 un.
OPERADOR CENTRO DE USINAGEM VERT. 3	5.691 un.	0 un.
Total	326.928 un.	10 un.

Turno	Qtd Real.	Qtd Não conforme
1	146.048 un.	6 un.
2	140.604 un.	1 un.
3	40.277 un.	3 un.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 30 – Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por grupo de operadores e por turno (Estamparia).

Operador	Qtd Conforme	Qtd Não Conforme
OPERADOR RANHURADEIRAS 1	643.479 un.	1.303 un.
OPERADOR PRENSAS RAPIDAS 2	365.526 un.	1.130 un.
OPERADOR PRENSAS RAPIDAS 1	642.998 un.	456 un.
OPERADOR PRENSAS RAPIDAS 3	122.811 un.	164 un.
OPERADOR RANHURADEIRAS 3	229.876 un.	100 un.
OPERADOR RANHURADEIRAS 2	672.728 un.	95 un.
OPERADOR PRENSAS RANHURADEIRAS 2	1.172.488 un.	85 un.
OPERADOR PRENSAS RANHURADEIRAS 3	309.501 un.	0 un.
OPERADOR GRAMPEADEIRAS 1	68.726 un.	0 un.
OPERADOR GRAMPEADEIRAS 2	67.982 un.	0 un.
OPERADOR GRAMPEADEIRAS 3	11.636 un.	0 un.
OPERADOR LINHA DE FABRICACAO 1	139.847 un.	0 un.
OPERADOR LINHAS DE FABRICACAO 2	60.322 un.	0 un.
OPERADOR LINHAS DE FABRICACAO 3	11.378 un.	0 un.
OPERADOR PRENSAS RANHURADEIRAS 1	923.860 un.	0 un.
Total	5.443.158 un.	3.332 un.

Turno	Qtd Real.	Qtd Não conforme
1	2.418.910 un.	1.759 un.
2	2.339.046 un.	1.310 un.
3	685.202 un.	264 un.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

As Figuras 29 e 30 exibem a análise de quantidades produzidas versus as quantidades de não conformidades. Por grupo de operadores e por turnos. No setor de usinagem os números de não conformidade são praticamente nulos. O que pode representar novamente problemas com apontamentos ou indefinição de tamanho de lote adequado para conferências. Ou ainda, caso as duas possibilidades anteriores sejam superadas, demonstra uma eficiência alta no setor Usinagem.

Em relação à Estamparia, há números mais expressivos para as não conformidades. Porém, ainda assim se estes números de não conformidades forem comparados com as quantidades produzidas passam a ser um percentual baixo.

Figura 31 – Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por Operação (Usinagem).

Operação	Qtd Realizada	Qtd Não Conforme
RETIFICAR COMPLETO	64.775 un.	8 un.
RETIFICAR PTE TRAS E ROL DIANT	20 un.	1 un.
TORNEAR COMPLETO	54.908 un.	1 un.
TORNEAR COMPLETO E FACEAR DIANT	6 un.	0 un.
TORNEAR COMPLETO E USINAR BUCHA	4 un.	0 un.
TORNEAR DIAMETRO EXTERNO	4.062 un.	0 un.
TORNEAR E FRESAR COMPLETO	888 un.	0 un.
TORNEAR PARTE TRASEIRA E POLIA	2 un.	0 un.
TORNEAR PRIMEIRA ETAPA	20 un.	0 un.
TORNEAR PTE DIANT E ASS ROTOR	49 un.	0 un.
TORNEAR PTE DIANT E FRESAR PTE PLANA	19 un.	0 un.
TORNEAR PTE DIANTEIRA	320 un.	0 un.
TORNEAR PTE DIANTEIRA E BROCHAR CHAVETA	767 un.	0 un.
TORNEAR PTE TRAS E ASS ROTOR	1.093 un.	0 un.
TORNEAR PTE TRASEIRA	118 un.	0 un.
TORNEAR ROIAMENTO E GUIA DIANTEIRO	1 un.	0 un.
Total	326.928 un.	10 un.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 32 – Dashboard Quantidade realizada versus quantidade não conforme por Operação (Estamparia).

Operação	Qtd Conforme	Qtd Não Conforme
ESTAMPAR COMPL E EMPAC	2.147.967 un.	1.749 un.
ESTAMPAR RANH E EMP	860.275 un.	1.084 un.
ESTAMPAR RANH DIAM INT E EMPAC	386.564 un.	272 un.
ESTAMPAR RANH E FUROS	1.090 un.	57 un.
RECORTAR DIAM EXT	1.090 un.	41 un.
ESTAMPAR FURO EIXO, VENT E CORTAR QUADRA	20.200 un.	31 un.
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO POL E REB	12.863 un.	28 un.
ESTAMPAR VENT	9.030 un.	24 un.
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO REF RA	56.080 un.	15 un.
CORTAR QUADRADO E ESTAMPAR FURO EIXO	48.289 un.	11 un.
ESTAMPAR RANH FURO DIAM EXT E EMPAC	3.596 un.	8 un.
ESTAMPAR RANH DIAM EXT E EMP	4.019 un.	5 un.
ESTAMPAR RANH	336 un.	4 un.
ESTAMPAR RANH DIAM EXT	1.904 un.	2 un.
ESTAMPAR RANH DIAM INT EMP	12.714 un.	1 un.
ESTAMPAR FURO E EMPACOTAR	10 un.	1 un.
Total	5.443.158 un.	3.332 un.

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

As Figuras 31 e 32 dispostas anteriormente permitem uma análise sobre o tipo de Operação apontado e as não conformidades. Neste caso, a utilização de ferramenta de análise de dados auxilia no entendimento de quais operações oferecem maiores impactos e riscos de desempenho nos setores. Observação: algumas descrições estão incompletas ou abreviadas e já estavam assim desde a base origem dos dados.

Figura 33 – Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 01/07/22 até 31/07/22 (Usinagem).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Podem-se observar na Figura 33 os percentuais de eficiência por posto de trabalho. Considerando o período do mês completo, conforme a amostra de dados obtida. Pode-se perceber um indicador que supera as expectativas em praticamente todos os postos. Mas, na Figura 34 exibida a seguir, se exibe que se forem filtrados períodos específicos, o cenário é diferente. Uma das vantagens de utilização de indicadores em ferramentas BI é que se podem executar análises mais aprofundadas em cada caso, com filtros sempre flexíveis que permitem um rastreo das informações e fontes de alterações ou divergências.

Figura 34 – Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 25/07/22 até 31/07/22 (Usinagem).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 35 – Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 01/07/22 até 31/07/22 (Estamparia).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 36 – Dashboard Eficiência produtiva por grupo Posto de Trabalho no período de 25/07/22 até 31/07/22 (Estamparia).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

De igual modo o que se exhibe e percebe-se são alterações para o setor de Estamparia e seus processos quando o período avaliado é diferente. Com destaque negativo para o posto de trabalho “Prensas Ranhuradeiras”.

Figura 37 – Dashboard Eficiência global por operação (Usinagem).

Descrição Operação	Eficiência Global %
FACEAR	28,09
ENVIAR	29,39
RETIFICAR ASSENTO DA VEDAÇÃO DIANT	44,70
RETIFICAR ASSENTO DA VEDAÇÃO TRAS	51,11
TORNEAR ASS ROTOR	52,27
TORNEAR PARTE TRASEIRA E POLIA	54,72
INSPECIONAR PISTA DE RUN-OUT / MANCAL	57,25
FURAR E ROSCAR	59,47
ENVIAR PARA WEN	60,04
TORNEAR COMPLETO E USINAR BUCHA	61,36
TORNEAR PTE DIANT E FRESAR PTE PLANA	76,40
RETIFICAR 1, 2, E 3. POLIA	79,01
RETIFICAR PISTA DE RUN-OUT DIANTEIRA	79,22
FRESAR CAN CHAV ASS BUCH E FVEN	80,87
RETIFICAR PTE TRAS E DIANT	83,10
TORNEAR SEGUNDA ETAPA	84,34
RETIFICAR PISTA DE RUN-OUT TRASEIRA	84,92
TORNEAR PTE TRASEIRA	88,32
FACEAR CENTRAR E USINAR ASS PLACA	91,78
RETIFICAR ASS POLIA	93,44
FACEAR CENTRAR FURAR ROSCAR E SINETAR	96,54
DESMONTAR E MONTAR REBOLO	98,81
RETIFICAR 1ª 2ª E 3ª POLIA	98,86
RETIF DIAM E FACE P ENCODER E PTE TRAS	99,47
TORNEAR COMPLETO E FACEAR DIANT	101,10
RETIFICAR PTE TRAS ROL GUIA DIANT	101,98
FURAR E FRESAR CANAL INTERNO	102,05
FURAR E FRESAR CAN CHAVETA INTERNO	103,92
CENTRAR FURAR ROSCAR E SINETAR	105,50
APLICAR CHOQUE TERMICO E REBARBAR ALETAS	106,20

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 38 – Dashboard Eficiência global por operação (Estamparia).

Descrição Operação	Eficiência Global %
PINTAR	0,58
ESTAMPAR E EMPACOTAR	56,36
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO	61,43
ESTAMPAR RANH FUROS E EMPAC	83,35
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO POL E REB	101,14
RECORTAR DIAM EXT ACABADO	111,81
EMPACOTAR E SOLDAR	113,51
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO REF VENT RA	121,73
RECORTAR DIAM EXT	127,59
ESTAMPAR RANH E EMPAC	129,70
ESTAMPAR SEGMENTO	136,42
ESTAMPAR FUROS E EMPACOTAR	139,51
ESTAMPAR FURO E EMPACOTAR	143,31
ESTAMPAR RANH FURO DIAM EXT E EMPAC	145,70
REPUXAR E FAZER FUROS Ø6	148,94
RECORTAR DIAM EXT SOBRE MEDIDA	149,80
ESTAMPAR DISCO	155,20
ESTAMPAR VENT	155,39
ESTAMPAR DISCO SEM RANHURA	157,59
ESTAMPAR RANH DIAM EXT	159,97
ESTAMPAR FURO	166,80
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO REF VENT E R	168,58
ESTAMPAR COMPL E EMPAC	176,82
CORTAR QUADRADO E ESTAMPAR FURO EIXO	183,97
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO REF VEN E RA	233,14
ESTAMPAR DISC SEM RANH	235,67
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO E VENT	254,17
ESTAMPAR DISCO FURO EIXO REF RA	257,97
ESTAMPAR RANH	325,76
ESTAMPAR RANH E FUROS	330,57

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

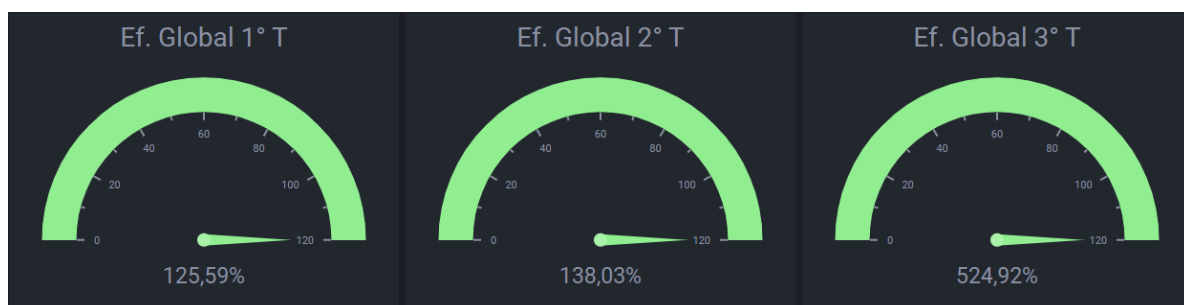
Nas Figuras 37 e 38, as operações com as respectivas eficiências globais (consideradas a eficiência de preparação e a eficiência de execução). Cabe destacar que este indicador já estava presente na amostra de dados original e o estudo não obteve acesso à fórmula para o respectivo cálculo. A escala de cores distingue os valores por faixa em: ruim, regular, bom e muito bom.

Figura 39 – Dashboard Eficiência global por turno no mês (Usinagem).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 40 – Dashboard Eficiência global por turno, dia específico 25/07/22 (Usinagem).

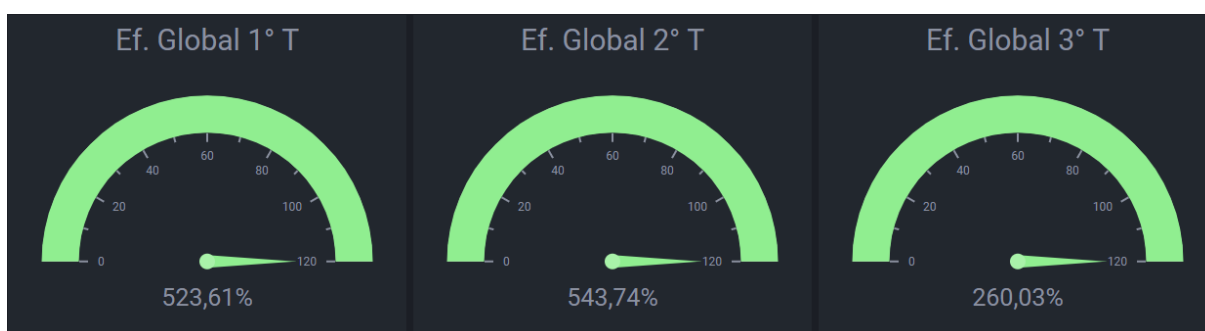


Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Da Figura 39 a Figura 40 (imagens anteriores), as eficiências globais por turnos no mês completo da amostra e também em um dia específico.

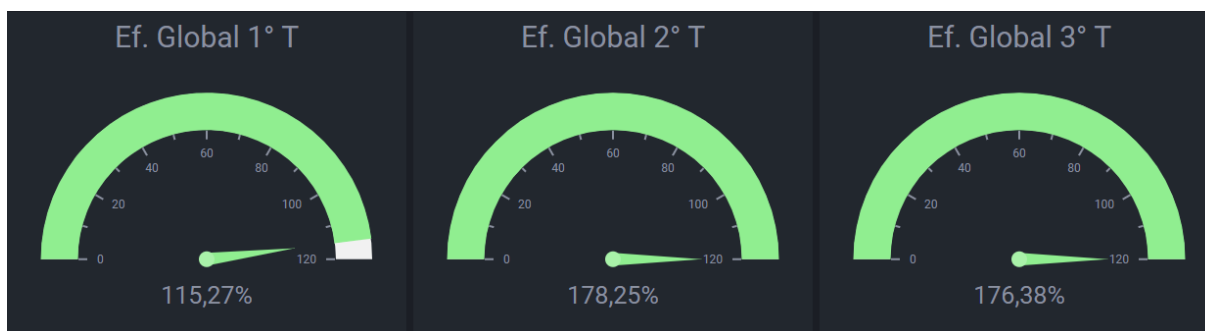
Um ponto de atenção relacionado a estas informações é o que se pode ver a seguir no OEE: que o número considerado como eficiência global não reflete ao cálculo do OEE. Podendo então ser considerado o indicador de eficiência global (mostrado nas Figuras a seguir 41 e 42) um número peculiar ao processo da empresa, com fórmula interna proprietária diferente do OEE.

Figura 41 – Dashboard Eficiência global por turno no mês (Estamparia).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 42 – Dashboard Eficiência global por turno, dia específico 25/07/22 (Estamparia).



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Nas Figuras 43, 44 e 45 posicionadas a seguir se pode observar o indicador de OEE para o setor de Usinagem. Sendo que, em relação à qualidade de fabricação não há variações alarmantes (dentro da base de dados e na amostra presente). Mas os índices de disponibilidade e produtividade são considerados baixos se comparados a índices de classe mundial.

Figura 43 – Dashboard Qualidade e Produtividade por Centro de Trabalho (Usinagem).

Centro De Trabalho - INDICADOR DE QUALIDADE		PERCENTUAL de Qualidade
1060030		99,94%
1060075		99,97%
1060009		99,98%
1060423		99,98%
1060424		100,00%
1060425		100,00%
1060430		100,00%
1060503		100,00%
1060506		100,00%
1061005		100,00%
1061006		100,00%
1061010		100,00%
1061011		100,00%
1061015		100,00%
1061021		100,00%
1061022		100,00%
1060077		100,00%
1060265		100,00%
1060266		100,00%
1060303		100,00%
1060315		100,00%
1060317		100,00%
1060422		100,00%
1060010		100,00%
1060013		100,00%
1060018		100,00%
1060021		100,00%
1060022		100,00%
1060023		100,00%

Centro De Trabalho - INDICADOR DE PRODUTIVIDADE		PERCENTUAL de PRODUTIVIDADE
1060024		14,41%
1060072		22,06%
1061011		25,13%
1060425		25,54%
1060074		25,57%
1060013		25,61%
1060009		27,65%
1060041		28,08%
1060031		29,28%
1060023		42,94%
1061010		44,47%
1060066		48,07%
1060006		48,33%
1060075		49,90%
1061005		50,00%
1060018		53,50%
1061006		56,51%
1061015		57,13%
1060266		60,44%
1060430		60,93%
1060503		61,21%
1060506		61,28%
1061021		62,32%
1060030		63,70%
1060021		63,93%
1060022		64,00%
1060315		64,02%
1060055		64,85%
1060010		66,30%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

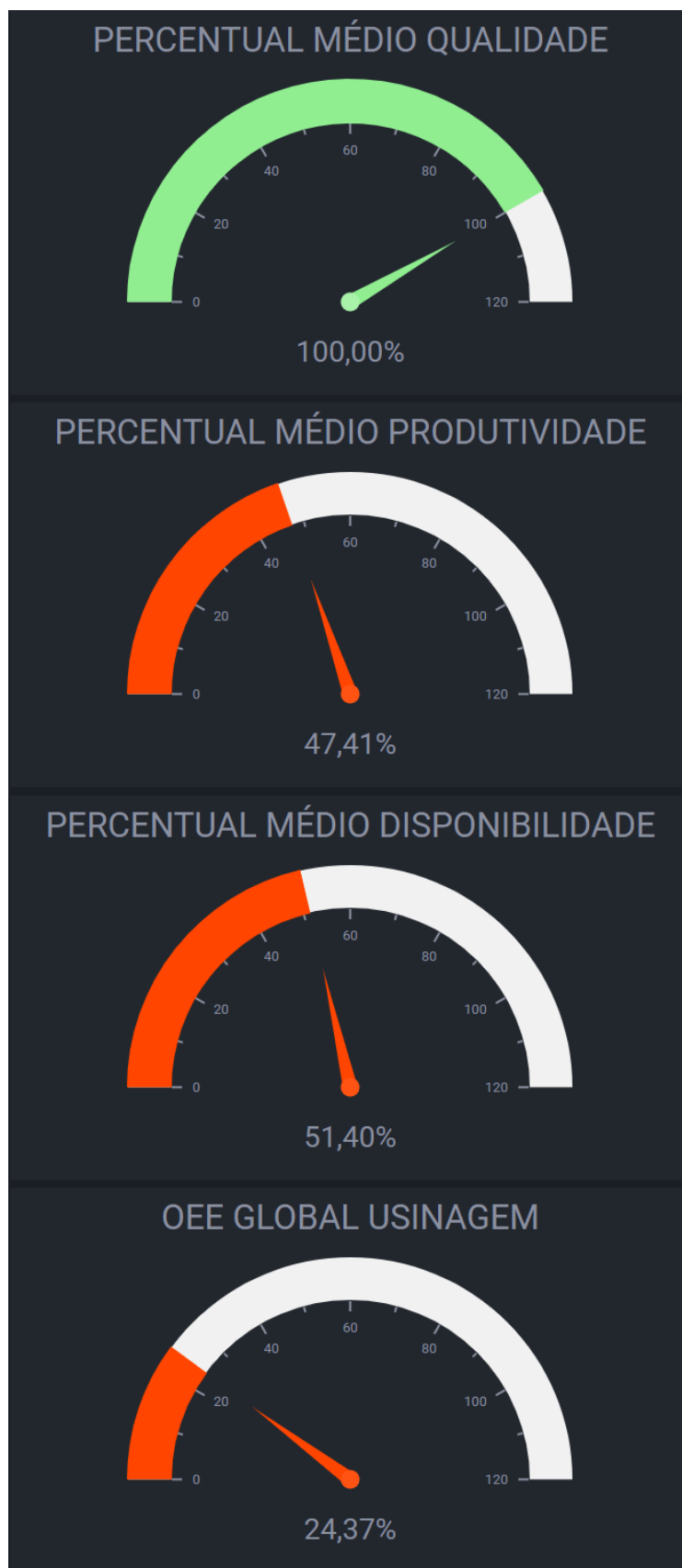
Figura 44 – Dashboard Disponibilidade e OEE por Centro de Trabalho (Usinagem).

Centro De Trabalho - INDICADOR DE DISPONIBILIDADE	PERCENTUAL de DISPONIBILIDADE
1061005	0,03%
1060422	13,36%
1060077	23,86%
1061011	24,42%
1060503	24,62%
1060317	28,14%
1060266	29,21%
1060424	31,72%
1061022	31,77%
1060055	32,91%
1060315	33,28%
1060010	33,82%
1060303	34,48%
1060506	34,89%
1060003	35,00%
1060423	35,10%
1060050	36,49%
1060265	37,25%
1060425	37,76%
1061021	40,68%
1060043	41,60%
1060029	43,17%
1061010	43,22%
1060430	43,65%
1060018	45,10%
1060067	45,15%
1060066	45,36%
1061006	46,11%
1060021	47,08%

OEE por Centro de Trabalho	OEE PERCENTUAL
1061005	0,02%
1061011	6,14%
1060024	7,02%
1060425	9,64%
1060422	11,76%
1060009	14,02%
1060503	15,07%
1060266	17,66%
1061010	19,22%
1060041	20,05%
1060077	20,06%
1060023	21,28%
1060315	21,30%
1060055	21,34%
1060506	21,38%
1060424	21,43%
1060066	21,80%
1061022	21,83%
1060317	21,95%
1060010	22,42%
1060013	23,60%
1060018	24,13%
1060265	25,30%
1061021	25,35%
1061006	26,06%
1060074	26,29%
1060430	26,60%
1060423	26,80%
1060303	28,74%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 45 – Dashboard OEE geral do setor de Usinagem.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Destaca-se novamente que o volume de horas considerado como disponível para a execução dos cálculos no período em questão foi de 07 (sete) horas úteis por turno, 21 (vinte e uma) horas por dia. Sendo a jornada da empresa representada por 03 (três) turnos de trabalho. Dentro do mês em questão 07/2022 na amostra disponibilizada. Para realização desta análise cabe ressaltar que em alguns casos o equipamento pode não ser operado durante o tempo total de um turno ou dentro de todos os turnos da empresa em que poderia ser utilizado, deste modo afetando o indicador.

Para uma análise com maior precisão, alguns parâmetros peculiares à operação da empresa em questão precisariam ser definidos com mais detalhamento para que as configurações do cálculo do OEE sejam aprimoradas. Observando de outra forma se de fato os tempos considerados para todos os centros de trabalho refletem a realidade de operação na totalidade do mês, pode-se afirmar ter identificado problemas de apontamento ou um indicador OEE baixo.

Nas Figuras 46, 47 e 48 posicionadas a seguir se exhibe o indicador de OEE para o setor de Estamparia:

Figura 46 – Dashboard Qualidade e Produtividade por Centro de Trabalho (Estamparia).

Centro De Trabalho - INDICADOR DE QUALIDADE		PERCENTUAL de Qualidade
1050113		97,82%
1050105		99,05%
1050107		99,26%
1050324		99,45%
1050115		99,63%
1050111		99,72%
1050127		99,82%
1050318		99,84%
1050308		99,89%
1050103		99,89%
1050129		99,92%
1050135		99,93%
1050117		99,93%
1050133		99,93%
1050311		99,93%
1050119		99,95%
1050101		99,95%
1050322		99,97%
1050323		99,99%
1050304		100,00%
1050305		100,00%
1050306		100,00%
1050212		100,00%
1050216		100,00%
1050217		100,00%
1050303		100,00%
1050319		100,00%
1050321		100,00%
1050312		100,00%

Centro De Trabalho - INDICADOR DE PRODUTIVIDADE		PERCENTUAL de PRODUTIVIDADE
1050311		11,50%
1050305		17,25%
1050321		24,17%
1050103		26,79%
1050329		27,88%
1050101		29,37%
1050127		34,28%
1050129		35,13%
1050306		35,18%
1050135		35,77%
1050316		35,82%
1050323		36,96%
1050107		37,81%
1050113		38,29%
1050318		39,22%
1050506		40,90%
1050105		41,03%
1050133		42,91%
1050319		43,26%
1050115		43,49%
1050315		43,91%
1050111		43,93%
1050119		44,00%
1050325		44,81%
1050308		45,42%
1050217		48,97%
1050312		53,59%
1050324		54,64%
1050523		59,09%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

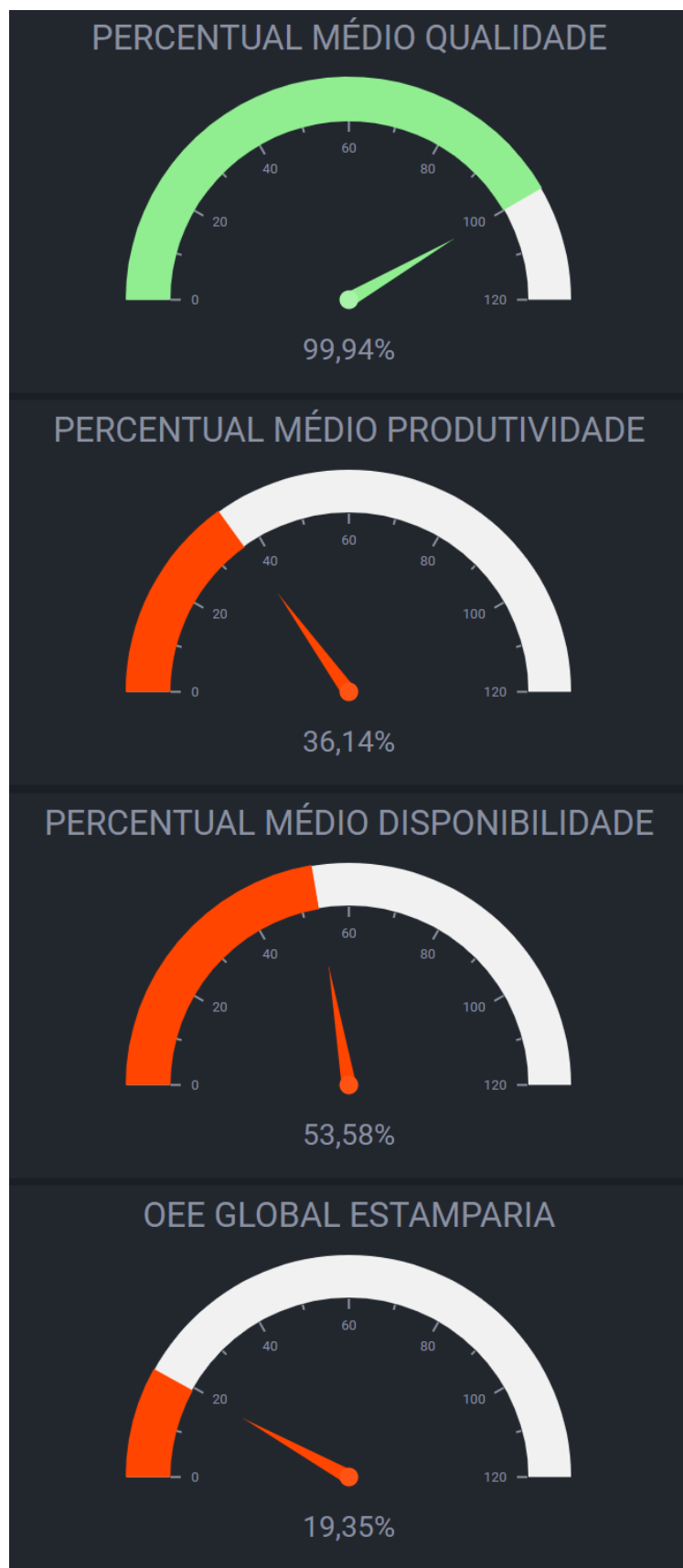
Figura 47 – Dashboard Disponibilidade e OEE por Centro de Trabalho (Estamparia).

Centro De Trabalho - INDICADOR DE DISPONIBILIDADE		PERCENTUAL de DISPONIBILIDADE
1050212		0,02%
1050119		2,12%
1050303		5,14%
1050111		14,24%
1050117		14,46%
1050321		16,09%
1050510		20,40%
1050506		21,64%
1050113		25,48%
1050322		26,05%
1050107		29,87%
1050521		32,18%
1050522		34,47%
1050517		35,20%
1050304		35,40%
1050312		37,94%
1050216		39,11%
1050306		39,76%
1050502		39,89%
1050325		39,95%
1050513		39,97%
1050319		41,43%
1050501		41,96%
1050105		46,00%
1050316		46,74%
1050519		47,44%
1050305		49,25%
1050329		50,29%
1050115		54,28%

OEE por Centro de Trabalho		OEE PERCENTUAL
1050212		0,02%
1050119		0,93%
1050321		3,89%
1050303		3,95%
1050111		6,24%
1050305		8,50%
1050506		8,85%
1050113		9,54%
1050117		10,11%
1050107		11,21%
1050306		13,99%
1050510		14,00%
1050329		14,02%
1050322		15,58%
1050103		16,41%
1050316		16,74%
1050325		17,90%
1050319		17,92%
1050101		17,95%
1050105		18,70%
1050129		19,45%
1050312		20,33%
1050127		20,46%
1050517		21,02%
1050135		21,81%
1050311		21,93%
1050115		23,52%
1050522		24,16%
1050521		24,41%

Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

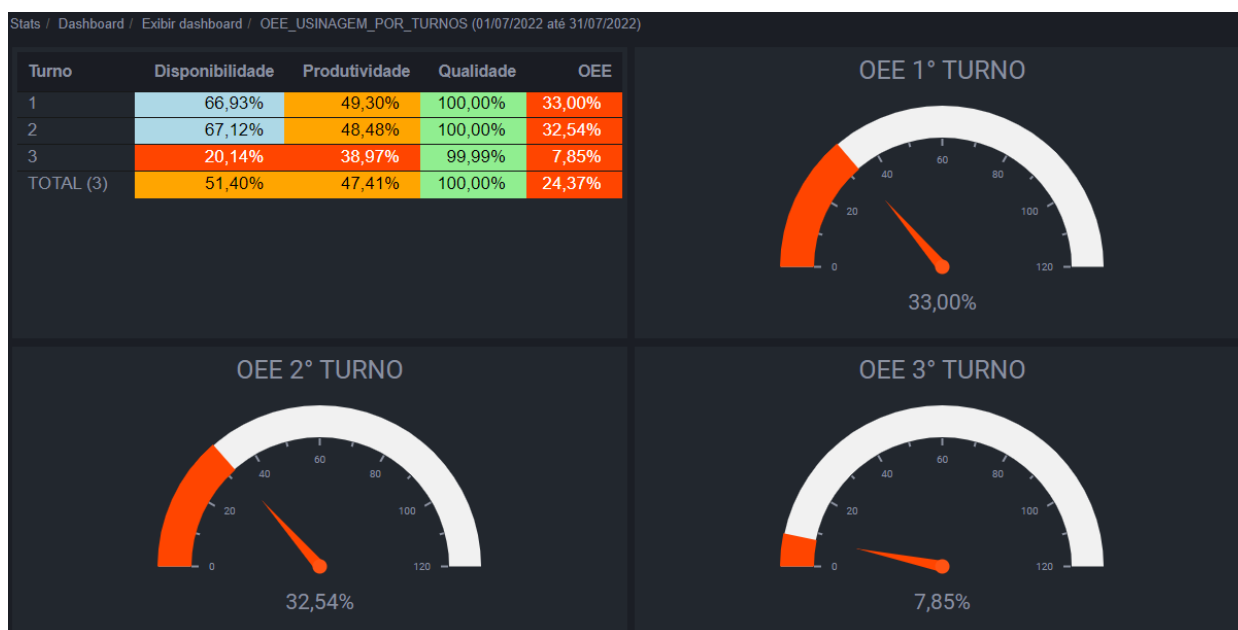
Figura 48 – Dashboard OEE geral do setor de Estamparia.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

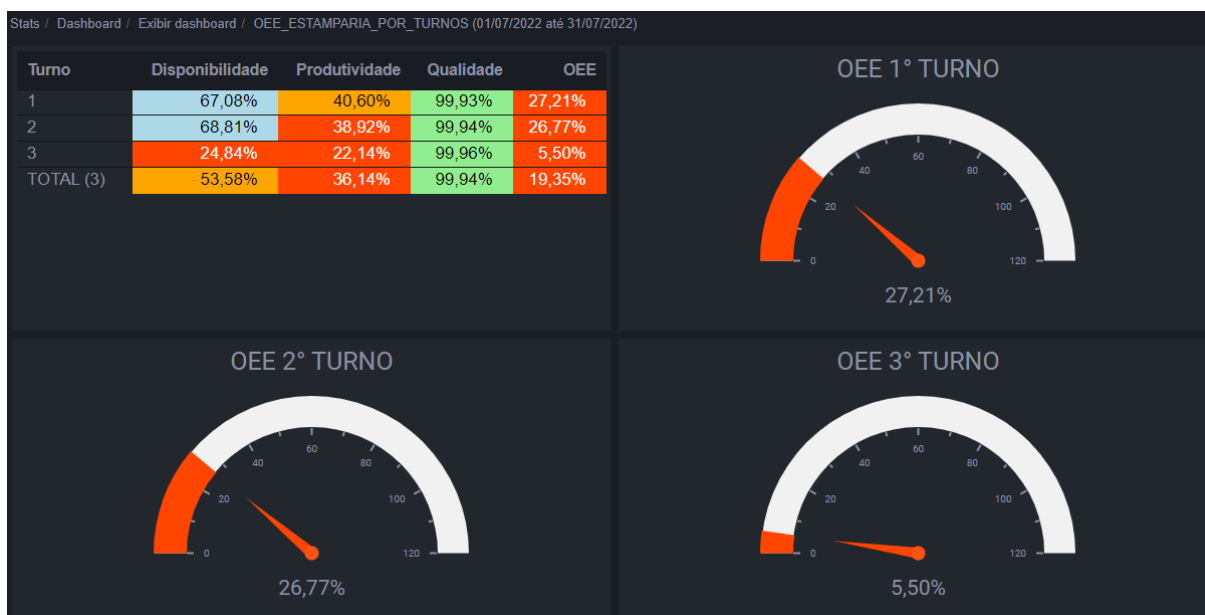
Sendo que, em relação à qualidade de fabricação também não há variações expressivas (dentro da base de dados na amostra presente). Mas se pode observar que os índices de disponibilidade e produtividade são considerados baixos quando comparados a índices de classe mundial. Consideradas também 07 (sete) horas úteis por turno, 21 (vinte e uma) horas por dia. Sendo a jornada da empresa representada por 03 (três) turnos de trabalho. Dentro do mês em questão 07/2022 na amostra disponibilizada.

Figura 49 – Dashboard OEE resumo setor de Usinagem por turnos.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Figura 50 – Dashboard OEE resumo setor de Estamparia por turnos.



Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Nas Figuras 49 e 50 dispostas anteriormente podemos encontrar as informações de OEE por turnos. O que se exhibe nos dados é que o terceiro turno (no cálculo e método apresentado deste estudo) apresenta o menor percentual. Sendo que os índices OEE dos três turnos são “puxados para baixo” influenciados pelo baixo percentual de disponibilidade e de produtividade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação dos indicadores através de *Dashboards* na ferramenta BI para sugestões assertivas e tomada de decisão, além de ser um dos pilares iniciais da Indústria 4.0 garante às empresas um acompanhamento visual e aprimorado de todos os processos que forem monitorados. A diversidade de ferramentas e as possibilidades de integração disponíveis atualmente no mercado remetem a implantações com valores cada vez mais acessíveis deste tipo de tecnologia.

Através da modelagem de dados e construção de gráficos no BI os principais indicadores de produção foram apresentados (considerando que houve uma quantidade de informações e tempo de acesso aos dados de modo limitado). Com base nos indicadores desenvolvidos, se puderam apresentar algumas sugestões que se aplicadas poderiam refletir em melhorias e atualização de processos e dados.

De certo modo, a integração dos dados disponibilizados no período de 01 (um) mês deve ser considerada uma limitação. Pois para que a análise de dados seja mais eficiente e consiga comprovar padrões constantes ou problemas pontuais se faz necessária avaliação de maiores períodos. Outro ponto de melhoria para a implantação de um modelo ideal de *Business Intelligence* na produção está relacionado ao método de integração (neste caso planilha eletrônica). A exportação da planilha eletrônica de um software de apontamentos infere ao processo uma etapa manual e ainda mais uma etapa de formatação dos dados.

O que comumente é feito pelas áreas de tecnologia de informação é a criação de um *Data Warehouse* (Armazém de Dados), ou seja, um repositório central de informações que podem ser analisadas para tomar decisões mais adequadas. Este *Data Warehouse* é acessado em tempo real por meio de integrações entre bancos de dados, tornando a informação instantânea e melhorando a qualidade da análise.

Como recomendação para um trabalho de continuidade ou trabalho futuro, sugere-se justamente a possibilidade de obtenção de uma integração online, com acesso aos dados de uma organização e ainda analisar um período mais extenso de dados. Estes projetos devem levar em consideração os softwares utilizados pela organização em questão, política de acessos à dados, mecanismos de segurança impostos em servidores e modelos de bancos de dados na fonte (software ERP, PCP ou MES) e na ferramenta de visualização (BI).

REFERÊNCIAS

AFONSO, Ismália. Pesquisa inédita da CNI mostra cenário da indústria 4.0 no Brasil. Agência de Notícias da Indústria, Brasília, 30 mai. 2016. Notícias. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/pesquisa-inedita-da-cni-mostra-cenario-da-industria-40-no-brasil/>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

AMORIM, Henrique Almeida. Proposta de um modelo de processo de inovação incremental no nível operacional nas indústrias 4.0: baseado no Business Intelligence na Gestão da Produção. 2020. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <<https://attena.ufpe.br/handle/123456789/39048>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

BARBIERI, Carlos. BI2 Business Intelligence. Modelagem e Qualidade. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BARRETO, Aldo de A. Políticas de monitoramento da informação por compressão semântica dos seus estoques. DataGramZero, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11959/brapci/4032> >. Acesso em: 22 nov. 2022.

BATISTA, Emerson de O. Sistemas de informação. São Paulo: Saraiva, 2004.

CALUSSI, Joana; HANGAI, Luís Antônio. Indústria 4.0: empresas investem em fábricas inteligentes. 2015. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/industria-40-empresas-investem-em-fabricas-inteligentes>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CASSAPO, Felipe. Indústria 4.0 – Indústria em Revista. 10 ed. FIEP, Curitiba, abr. a jun. 2016. p. 14 - 20 Disponível em: <<https://www.sistemafiep.org.br/aindustriaemrevista/edicao-10.html#1>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CHIAVENATO, Idalberto. Iniciação ao planejamento e controle da produção. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

COSTA, Melina; STEFANO, Fabiane. A era das fábricas inteligentes está começando. Revista Exame, São Paulo, 07 ago. 2014. Artigos. Disponível em: <<https://exame.com/revista-exame/a-fabrica-do-futuro/>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

GARVIN, David A.. Construção da organização que aprende (Building a Learning Organization). In: Gestão do Conhecimento / Harvard Business Review (1993). 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia do trabalho científico. 5ª ed.. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MATTAR, Fauze N.. Pesquisa de Marketing. Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, M. F.. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2011. 72 p.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R.. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). Curitiba: UnicenP, 2007.

PORTER, Michael E. Estratégia Competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campos, 1986.

RICHARDSON, Roberto J.. Pesquisa social: métodos e técnicas. 3ª ed.. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, Sandro. Introdução À Indústria 4.0. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=-Q2dDwAAQBAJ>: SSIInvestimentos, 2018.

Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no Estado do Rio de Janeiro – Sebrae/RJ. A moda a caminho do futuro. SEBRAE, Rio de Janeiro, 2018. Notícias. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RJ/Anexos/Industria%204_0%20-%20WEB.PDF >. Acesso em: 22 nov. 2022.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2018.

TUBINO, Dalvio F.. Manufatura Enxuta como Estratégia de Produção: A Chave para a Produtividade Industrial. São Paulo: Atlas, 2015.

TUBINO, Dalvio F.. Planejamento e Controle da Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

APÊNDICE A – Autorização para pesquisa



Solicitação de Autorização para Pesquisa

Jaraguá do Sul, 20 de setembro de 2022.

Eu, **Luís Fernando Rodrigues**, responsável principal pelo projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) denominado preliminarmente de "Coleta de dados e análise dos principais indicadores de produção utilizando Business Intelligence", do Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul - RAU, venho pelo presente, solicitar autorização da [REDACTED] para a realização da coleta de dados de dois Centros de Trabalho (Usinagem e Estamparia) em sua empresa no período de 01/07/2022 a 31/07/2022, com o objetivo de "analisar os dados de forma organizada e criar um plano de indicadores em ferramenta BI". Esta pesquisa está sendo orientada pelo Prof. Edson Sidnei Maciel Teixeira, pesquisador do IFSC.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, solicito autorização para a realizar a coleta de dados que consistirá de **extração de dados do software de apontamentos de Ordens de Produção com a finalidade de aplicar as regras de cálculo dos indicadores desenvolvidos no TCC**. Saliento que as coletas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o nome de um funcionário e da empresa, em qualquer fase do estudo. As imagens serão divulgadas somente nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas, tomando o cuidado de não identificar pessoa, marca ou produto da empresa.

Contando com a autorização desta instituição, agradecemos e coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento.

Luís Fernando Rodrigues - Pesquisador Principal
luis.fr1988@aluno.ifsc.edu.br
47-99723-4141

Autorizo:

