

## DASHBOARDS APLICADOS NO APOIO A GESTÃO DA PRODUÇÃO EM MATRIZARIAS

### DASHBOARDS SUPPORTING PRODUCTION MANAGEMENT IN MOLD MAKER COMPANIES

Karine Moreira dos Santos\* E-mail: [kmsantos@ucs.br](mailto:kmsantos@ucs.br)

Carlos Alberto Costa\* E-mail: [cacosta@ucs.br](mailto:cacosta@ucs.br)

\*Universidade de Caxias do Sul (UFCS), Caxias do Sul, RS, Brasil.

**Resumo:** Esse artigo discute como o uso de informações geradas no ambiente de chão-de-fábrica de uma matrizaria, pode servir de apoio ao processo de gestão da produção e tomada de decisão nesses tipos de empresas. O trabalho propõe uma abordagem fazendo uso de Dashboards criados através da ferramenta da Microsoft Power BI Desktop®. Para isso, foi realizado um estudo para identificação dos indicadores-chave no apoio para a gestão da matrizaria e definidos 6 painéis de visualização, envolvendo desde visões macro da empresa até a visualização de itens de uma Ordem de Serviço (OS). Para construção dos Dashboards os dados foram extraídos do sistema ERP da empresa, entre eles dados do sistema de apontamento de itens no chão de fábrica, sistema de gestão de materiais e sistema financeiro. A construção dos Dashboards foi fruto de discussões entre os autores desse trabalho, o gestor da matrizaria e a equipe técnica da empresa e percebe-se que esse tipo de ferramenta pode dar aos gestores de matrizarias uma visão mais estratégica de seus negócios. Além disso, utilizar os Dashboards pode servir como porta de entrada para as matrizarias na Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Matrizaria. Gestão da Produção. Dashboard. BI. Tomada de decisão.

**Abstract:** This article discusses how the use of information generated in the shop floor environment of a mold maker company can support the production management process and decision-making in these types of companies. The paper proposes an approach using Dashboards created through the Microsoft Power BI Desktop® tool. A study was carried out to identify key indicators in support the company management and operation with 6 Dashboards defined, varying from macro views of the company to the visualization of items of a Service Order (OS). To build the Dashboards, the data was extracted from the company's ERP system, including data from operation times, material management system and financial system. The construction of the Dashboards was the result of discussions between the authors of this work, the manager of the shop environment and the technical team of the company and it is perceived that this type of tool can provide to managers more strategic view of their business. In addition, using Dashboards can serve as a gateway to mold maker company in Industry 4.0.

**Keywords:** Mold maker company. Production Management. Dashboard. BI. Decision-making.

## 1 INTRODUÇÃO

Com as constantes mudanças das tendências de mercado, somado ao desenvolvimento das indústrias, os tempos de planejamento e produção de moldes

de injeção estão sendo reduzidos (JONG *et al.*, 2015). No Brasil as matrizarias estão perdendo espaço para concorrentes estrangeiros e assim aumentando a concorrência interna. Em função disso o preço de venda e o prazo de entrega passaram a ser vitais nas negociações impactando na redução de custos internos desses tipos de empresas.

Atuar no processo produtivo é uma forma para reduzir custos, contudo existe uma grande dificuldade para planejar e controlar a produção de uma matrizaria, haja vista que esse tipo de indústria trabalha na produção de produtos sob encomenda que atendam as solicitações e especificações do cliente. Um único molde pode conter centenas de componentes, demandando o uso de diferentes equipamentos, gerando variáveis específicas que interferem no planejamento da produção. Assim, a gestão dos itens em produção, bem como a distribuição de carga para as máquinas, torna-se um desafio, exigindo uma adaptação constante do planejamento da produção (LEE; RYU, 2021). Adicionalmente, frente a entrada de novos pedidos, decisões estratégicas devem ser tomadas, analisando a capacidade produtiva da empresa e principalmente o aspecto de efetivo ganho financeiro. Soluções associadas ao plataformas de informações e serviços entre empresas fabricantes de moldes (HUANG *et al.*, 2011) aparecem como soluções, mas mesmo nesses casos a empresas necessitam dispor de um claro planejamento interno de sua produção.

As ferramentas tradicionais utilizadas para planejar e controlar a produção não se mostram muito eficazes nesse cenário de produtos sob encomenda, exigindo o uso de recursos humanos extra para sua constante alimentação em função de mudanças diárias. Isso ocorre, pois, os tempos de produção e custos, na maioria dessas empresas, são estimados com base em moldes já fabricados, podendo não atingir o objetivo esperado (WONGWIWAT; BOHEZ; PISUCHPEN, 2013; SANTOS, 1997).

Alexopoulos, Nikolakis e Xanthakis (2022) abordam a transformação digital em SME's descrevendo as fases desse processo que são alicerçadas na aquisição dos dados de produção. Nesse sentido, o Business Intelligence (BI) pode ser utilizado como uma ferramenta estratégica de apoio a tomada de decisão na gestão da produção (TURBAN *et al.*, 2009), promovendo um acompanhando mais dinâmico do desenvolvimento e da produtividade da empresa, e impactando nas decisões a

serem tomadas. Isso normalmente é feito por meio de Dashboards (painéis de visualização), chamados de painéis frontend (ALEXOPOULOS; NIKOLAKIS; XANTHAKIS, 2022).

As matrizarias evoluíram, são desafiadas a investir em tecnologia para melhorar a qualidade de seus produtos e a sua produtividade, mas ainda atuam com padrões e rotinas operacionais antigas, com conceitos dominantes (SANTOS, 2020). Observa-se que questões associadas ao projeto de moldes em si não são mais relatadas como os principais problemas, mas sim questões associadas ao planejamento da produção, previsibilidade, orçamentos e gestão financeira, como podem ser observados em chamadas dos editais de chamadas da Linha IV do programa ROTA2030 (ROTA2030, 2022).

O Programa ROTA2030 possui como objetivo de elaborar uma política industrial de longo prazo para o setor automotivo e de autopeças, estimulando o investimento e o fortalecimento das empresas brasileiras do setor e sua Linha IV possui como objetivo solucionar as dificuldades de ferramentarias com baixa produtividade e defasagem tecnológica, capacitando a cadeia de ferramental de produtos automotivos para atingir competitividade em nível mundial.

Alinhado com essa perspectiva e contexto, entende-se que muitos dos dados disponíveis nessas empresas são pouco utilizados de forma dinâmica ao apoio de uma visão estratégica. O presente trabalho tem como objetivo mostrar que o conceito de BI, utilizando os Dashboards, pode apoiar à tomada de decisão na gestão estratégica da produção e de custos das matrizarias, permitindo a inserção dessas empresas nos conceitos da Indústria 4.0.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 PCP em produção sob encomenda**

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) em um ambiente sob encomenda necessita de operações detalhadas, realistas e flexíveis, juntamente com um mecanismo de controle, que faça o rastreamento e identificação do status da produção (ANDRADE; FERNANDES, 2018; YEH, 2000). Brandão, Cortes e Siliprande (2008) complementam dizendo que cada empresa necessita de uma configuração adequada para os seus processos.

Conforme Gansterer (2015) o que impulsiona sistemas de PCP que trabalham sob encomenda são os pedidos dos clientes, com o planejamento só começando depois que o cliente aprova o pedido. Inicialmente a empresa fornece um orçamento e fica a cargo do cliente decidir se vai realizar ou não a compra (SANTOS, 1997). Só após o pedido ser efetuado é feita uma análise mais detalhada do produto a ser produzido, ficando a cargo do PCP verificar outras encomendas em andamento, determinando a capacidade da produção (CHIAVENATO, 2008). A programação da produção fica totalmente voltada para a capacidade produtiva e deve ser realizada continuamente de forma integrada entre os diferentes setores da empresa (ANDRADE; FERNANDES, 2018). Assim, soluções devem ser tomadas o quanto antes, frente a dinâmica do mercado e eventuais problemas que possam ocorrer durante a produção (RAVETTI, 2003). As tarefas são distribuídas para um ou mais equipamentos (BRANDÃO; CORTES; SILIPRANDE, 2008), podendo ocorrer mudanças nas alocações ao longo do tempo, devido à instabilidade da demanda (ABOOLIAN; BERMAN; WANG, 2020).

Chiavenato (2008) afirma que o sucesso da produção por encomenda depende muito dos envolvidos de cada contrato, encomenda ou pedido da empresa. O PCP de uma matriz atua desde o processo de venda e aprovação do pedido até a entrega do molde ao cliente. Conforme Alam *et al.* (2003) o planejamento e o controle da produção de moldes de injeção são determinados, de modo geral, pela definição de métodos detalhados capazes de produzir peças distintas de forma econômica e competitiva. O autor ainda complementa dizendo que são definidas sistematicamente tarefas de escolha de sequenciamento de processos, máquinas, ferramentas, parâmetros, etc. Problemas de sequenciamento podem ser resolvidos em empresas que trabalham sob encomenda com o uso de algoritmos. Yang, Lou e Zhou (2005) apresentaram uma solução baseada em modelos de Rede Petri com a utilização de sistemas MRPII. Contudo, isso exige um planejamento ainda mais detalhado dos moldes em produção, pois as restrições dependem das condições de cada empresa, que podem variar conforme a estrutura e a demanda (RAVETTI; 2003).

Os moldes produzidos pelas matrizes variam conforme o produto e devido a essa diferença o setor de PCP dessas empresas sofre com problemas de

otimização (LEE; RYU, 2020; WONGWIWAT; BOHEZ; PISUCHPEN, 2013). Essa diferença de produtos torna os moldes únicos. Conforme Jong *et al.* (2020) cerca de 30-40% dos componentes do molde passam por diferentes sequencias de processamento, com seu próprio roteiro de fabricação. São muitos componentes a serem usinados que podem ficar na espera por máquinas, devido ao número limitado dos equipamentos (ABOOLIAN; BERMAN; WANG, 2020). Ainda, segundo Jong *et al.* (2020), a existência de relações hierárquicas entre os componentes de um molde, devido as conexões de montagem entre componentes, torna esse cenário mais complexo. Muitas das atividades de produção são distribuídas conforme disponibilidade dos equipamentos e as decisões de agendamento de cada máquina são tomadas com base nos componentes que estão aguardando processamento (YEH, 2000). A dependência pela disponibilidade dos equipamentos pode acarretar filas de componentes à espera das máquinas (THURER; GODINHO FILHO, 2012), afetando a qualidade e o ciclo de produção do molde. Aqui pode-se considerar mais dois fatores adicionais para as ferramentarias. O primeiro que se trata dos equipamentos dedicados a produção dos eletrodos, ferramentas utilizadas nas máquinas de eletroerosão e fundamentais para a fabricação de detalhes geométricos das peças (MA *et al.*, 2018). O segundo aborda por exemplo a terceirização de serviços como o tratamento térmico de peças (HUANG; LIU; 2018). Contudo, esses aspectos não serão foco desse artigo.

Para Wongwiwat, Bohez e Pisuchpen (2013) muitas matrizarias baseiam sua manufatura no tempo, sendo que o tempo para o planejamento da fabricação é estimado, normalmente pela experiência na realização de projetos similares (LEE; RYO, 2021; JONG *et al.*; 2015). Assim, várias regras de decisão podem ser definidas, como: primeiro a entrar-primeiro a sair; menor tempo de processamento; menor tempo restante de processamento; data de vencimento mais antiga; folga mínima; e proporção crítica (Jong *et al.*, 2020). Da mesma forma, o uso de redes neurais para identificar peças semelhantes minimizando tempo de planejamento e programação tem sido proposto. Lee e Ryo (2021) propõe uma estrutura para um modelo de recuperação por similaridade baseado nas características geométricas das peças. Contudo, mesmo nesses casos, o PCP das matrizarias sofre com a instabilidade da produção, por depender da demanda. É necessário conciliar o baixo

volume de produtos semelhantes com a grande diversidade de projetos e ainda manter relações diretas com outros setores da empresa, tomando decisões constantemente (LEE; RYO, 2021; BRANDÃO; CORTES; SILIPRANDE, 2008). Conforme o autor Santos (2020), nas décadas de 1970 e 1980 o planejamento da produção, das matrizarias no Brasil, possuía ênfase em comando e controle, na qual uma pessoa dizia como fazer, baseado em estudos, e os demais executavam conforme as horas pré-definidas.

Atualmente os sistemas que estão sendo implementados no PCP das matrizarias, criados para resolver problemas mais complexos, são sistemas APS (Advanced Planning and Scheduling), sugerindo sequenciamento para cada máquina utilizada na produção (SOUSA *et al.*, 2017; YANG; LOU; ZHOU, 2005). Segundo Chen e Ji (2007), modelos de APS consideram restrições de capacidade, sequências de operação, prazos e datas de vencimento, em um ambiente de múltiplas ordens, e geram programações de operações úteis para o chão de fábrica. O sistema disponibiliza cronogramas de início e término de operações. Contudo, para Faé e Erhart (2009), a implantação desses sistemas pode não ser viável, pois demandam alta tecnologia computacional e integração com o sistema gerencial da empresa.

Como opção as empresas partem para um planejamento manual, tornando demorado gerar uma programação que especifique quais recursos de produção devem ser utilizados (CLOY *et al.*, 2011). Nesses casos fazem uso de planilhas eletrônicas, que podem substituir modelos matemáticos, devido a simplicidade da programação (POLON *et al.*, 2006). Assim, trabalham com base em relatórios que mostram a quantidade de peças que devem ser produzidas e as que estão em atraso (VIEIRA; SOARES, 2003). Essas empresas sofrem mais com problemas para visualizar a programação e tomar decisões. Sugere-se no presente artigo uma nova alternativa para esse cenário, fazendo uso do BI para o auxílio na gestão da produção.

## **2.2 BI: Conceitos e aplicações**

O BI é descrito pelo autor Turban *et al.* (2009) como um termo “guarda-chuva” que inclui arquiteturas, ferramentas, bancos de dados, aplicações e metodologias.

Para os autores Pantoja, Parise e De Sá (2017) o BI pode ser definido pela transformação de dados em informações, de forma que auxiliem na tomada de decisão, alcançando vantagens competitivas.

Empresas que buscam a implementação do BI geralmente enfrentam problemas pela falta de integração de sistemas de informação, dificultando na visualização do desempenho organizacional (PRAMONO *et al.*, 2021; LIMA; LIMA, 2011). Desta forma é crucial que as organizações tenham um bom desempenho na transformação de dados em informação e tomem decisões com base nessas informações de forma rápida (BATALHA, 2019; ALEXOPOULOS; NIKOLAKIS; XANTHAKIS, 2022). Assim, as organizações precisam estar capacitadas para lidar com a grande quantidade de dados que são gerados. Lozada (2017) diz que os dados devem ser ordenados e consolidados, não apenas coletados. Para o autor a transformação de dados em informação é um ato que viabiliza a geração de conhecimento.

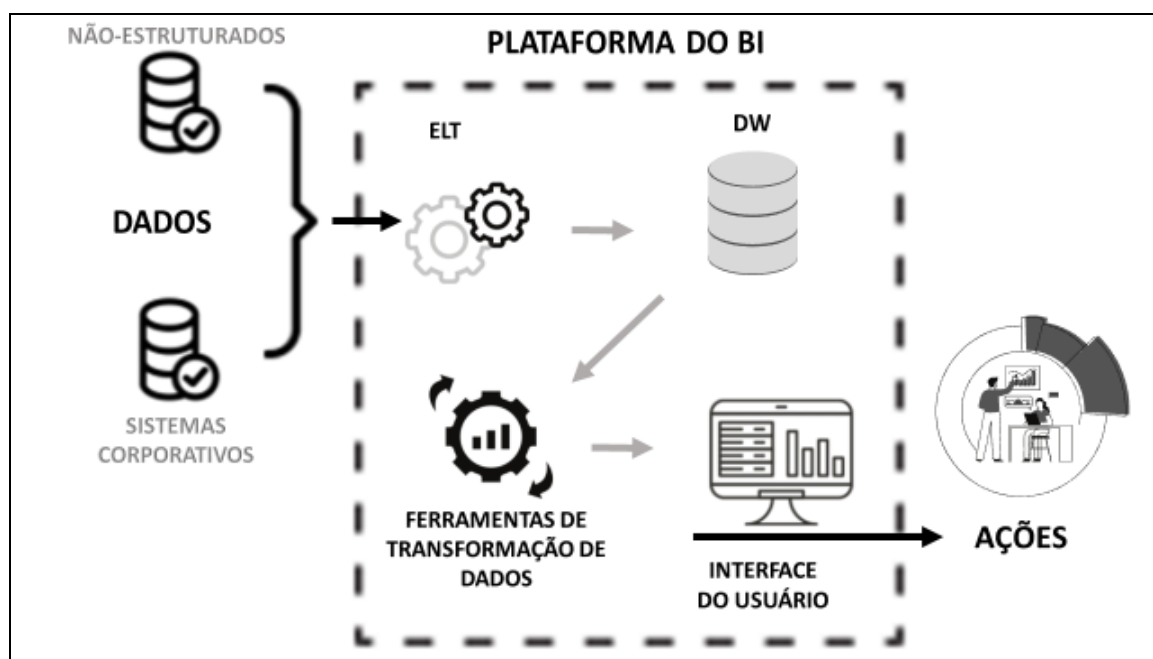
O BI usa banco de dados armazenados em Data Warehouse (DW) que são considerados por Thompson (2004) como a infraestrutura básica para qualquer utilização. Entre as ferramentas utilizadas dentro do conceito de BI, a mais útil, conforme Negash e Gray (2008), é a painéis (Dashboards), também identificada por Turban *et al.* (2009) como a interface de usuário.

O Dashboard é um sistema interativo de visualização de dados de negócio, apresentado de forma simples e intuitiva, organizado de acordo com o modelo dimensional (JWO; LIN; LEE, 2021). Ele deve exibir apenas informações apropriadas que facilitem o trabalho dos tomadores de decisão (HANSOTI, 2010). Segundo Hall (2003), os resultados exibidos podem incluir métricas únicas, análise de tendência gráfica, medidores de capacidade, mapas geográficos, participação percentual, semáforos e comparações de variância. Esses resultados podem estar em diferentes formatos e posicionamentos, devido a possibilidade de criação de cenários alternativos (ARAQUE GONZÁLEZ *et al.*, 2022). Também é possível, através do Dashboard, filtrar, classificar e analisar os dados, possibilitando a manipulação dos mesmos.

Para a criação do Dashboard os dados devem ser coletados, transformados, organizados, analisados, monitorados e por fim, compartilhados por meio das

informações geradas (BEZERRA; PEREIRA; SILVEIRA, 2020). De acordo com Braghittoni (2017), os dados são originados de sistemas corporativos como o ERP (Enterprise Resource Planning), mas também podem ser extraídos na forma de informações não estruturadas, como e-mail ou redes sociais. Esses dados extraídos são trabalhados e transportados para a plataforma de BI por um processo de carga chamado de ELT (Extract, Load, Transform). A Figura 1 esquematiza o processo de transformação de dados em informação, começando pela coleta de dados, passagem pela plataforma BI e o consumo das informações geradas.

**Figura 1** – Processo de transformação de dados



Fonte: Adaptado Braghittoni (2017).

O BI aplicado no apoio a gestão da produção pode resultar em decisões concentradas na otimização da alocação de recursos e redução de desperdícios (ARAQUE GONZÁLEZ *et al.*, 2022; HALL, 2003), melhorando a programação e a otimização dos processos e das pessoas (ENDO *et al.*, 2018). Assim, ele pode conduzir as decisões sobre os ajustes da quantidade e tipos de produtos que devem ser produzidos pela fábrica, e o fornecimento de insumos para os processos de produção com a antecedência necessária (CAETANO, 2020). De forma complementar, também pode solucionar problemas reais, como à falta ou dificuldade de visualização e obtenção de informações da produção (FORTULAN, 2006). E



devido as informações estarem disponível quase que em tempo real, é possível antecipar o planejamento da produção para o dia seguinte (ENDO *et al.*, 2018).

Finalmente o BI aplicado ao PCP permite criar facilmente relatórios e pesquisas específicas relativas às necessidades emergentes de cada gerente ou momento, dando utilidade aos dados gerados no processo produtivo (FORTULAN; GONÇALVES FILHO, 2005). Com a implementação do BI, o autor Caetano (2020) observou que diminuíram os custos excedentes com a produção, e que foi possível gerenciar melhor os pedidos em processo produtivo, permitindo que as entregas fossem realizadas dentro dos prazos estipulados.

### **3 METODO DO ESTUDO**

#### **3.1 Cenário de estudo**

O cenário de estudo desse artigo é uma empresa do ramo de matrizaria, que trabalha com produção de pedidos sob encomenda, localizada na Serra Gaúcha. Trabalha com foco na fabricação de moldes de injeção de alumínio, e tem como principal segmento de atuação o setor automotivo. Está posicionada entre as melhores matrizarias do setor no Brasil. Tem capacidade para produzir moldes de até 10 toneladas, possuindo um parque fabril de 1500 m<sup>2</sup>, com 50 funcionários. A empresa dispõe de todos os recursos necessários para o desenvolvimento e execução dos moldes de injeção de alumínio e oferece qualidade e agilidade no desenvolvimento de produtos e serviços.

Essa pesquisa teve como foco o setor de PCP da empresa. O setor, constituído por um gerente industrial e um auxiliar de PCP, é responsável por alimentar as máquinas da produção diariamente, e determinar as prioridades de trabalho. Atua com base na experiência e utiliza planilhas eletrônicas ou relatórios, como auxílio, para planejar a produção. Toda semana as prioridades dos moldes para fabricação e montagem são atualizadas.

O desafio do setor de PCP é alocar as centenas de componentes de cada molde, em diferentes equipamentos da produção. Os componentes fabricados podem passar por várias etapas de fabricação, podendo gerar filas em alguns equipamentos e ociosidade em outros. Existem componentes que demandam mais tempo de fabricação e que são avaliados em mais detalhes para o planejamento da

produção. O cumprimento dos prazos das entregas também se mostra desafiadores para o setor PCP, que também deve estar ciente dos itens comprados de cada molde, e a disponibilidade dos materiais para os itens fabricados.

Para controle das horas trabalhadas são realizados apontamentos por meio de um sistema de gestão ERP que permite aos funcionários, já vinculados ao seu centro de custo, apontar o início e o fim do serviço realizado. Os centros de custos podem ser formados por uma máquina, por grupos de máquina, ou apenas por trabalhos manuais. Os dados gerados ficam armazenados em um banco de dados e são utilizados para análises macro por meio de relatórios em formato pdf.

Assim, foi percebida a oportunidade de avaliar a implementação de uma ferramenta de BI que pudesse dar utilidade aos dados gerados, para apoio à tomada de decisão tática e operacional na gestão da produção da empresa. Para isso, foi realizado um estudo, de identificação, de quais seriam os indicadores chave de apoio para a gestão da matrizaria.

### **3.2 Metodologia e etapas da pesquisa**

O presente estudo propõe uma metodologia de abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e de natureza aplicada. Trata de aspectos da realidade não quantificados (PRODANOV; FREITAS, 2013), onde o contexto deve ser considerado para a interpretação do fenômeno, familiarizando o pesquisador com o objeto de pesquisa. Assim, a compreensão do cenário ocorre por meio de entrevistas qualitativas pouco estruturadas, com perguntas sem uma ordem rigidamente estabelecida, assemelhando-se com uma conversa (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998). O estudo também é classificado como uma pesquisa documental (PRODANOV; FREITAS, 2013), onde ocorre o tratamento de dados que ainda não receberam nenhum tipo de análise crítica.

A fim de implementar a ferramenta de Dashboard, as etapas seguintes foram propostas: identificação do cenário de atuação do setor de PCP e os desafios enfrentado pela gestão ao planejar a produção; identificação e extração de dados para o DW, com base nos desafios elencados pela gestão; criação do DW; construção dos Dashboards de interesse para a empresa; e validação do Dashboards.

A primeira etapa consistiu na compreensão do cenário do planejamento da produção da matrizaria e os desafios enfrentados pelo setor de PCP e gestão da empresa que influenciam na tomada de decisão. Essa etapa foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, de forma presencial. As entrevistas tiveram participação do gerente industrial, que é o responsável pelo setor de PCP, o auxiliar de PCP e o diretor da empresa. Através dessa etapa foram identificados os elementos que envolvem o planejamento da produção, compreendendo de que forma é realizada a programação na empresa, os recursos utilizados, sejam pessoas, softwares ou equipamentos, e as entradas e as saídas do processo. Também foi possível compreender como são gerados os dados no processo produtivo, elencando os desafios que a empresa possui ao planejar a produção.

Com base nas prioridades da empresa, na etapa seguinte foram identificados e extraídos os dados do banco de dados do sistema de gestão. Essa extração ocorreu por da empresa terceirizada de TI (software house), proprietária do sistema de gestão (ERP). Foram extraídos apenas os dados de importância para a pesquisa, posteriormente trabalhados no DW.

Após a identificação e extração das informações de interesse foi gerado o conjunto de dados num formato de planilha eletrônica. Os mesmos foram tratados em operações de análise, organização e transformação, a fim de adequá-los ao padrão necessário para a etapa de criação do DW. Esse conjunto, estrutura de dados, foi armazenado e utilizado pela ferramenta de trabalho do estudo, o Microsoft Power BI Desktop®, em sua versão gratuita. O tratamento dos dados ocorreu no Power Query®, uma ferramenta de preparação de dados. Após disso, foram gerados os Dashboards. Nessa etapa ocorreu a criação de páginas com as visões pertinentes ao estudo, fazendo utilização de visualizações como filtros, cartões, planilhas, gráficos, entre outros. Os Dashboards foram gerados com base nos indicadores de interesse para a empresa, auxiliando os tomadores de decisão a visualizar de forma mais clara e tomar decisões mais assertivas quanto a gestão da produção.

Após elaborados os Dashboards foram apresentados ao diretor, gerente industrial e o auxiliar de PCP da empresa estudo de caso, além do prestador de serviços de TI, para validação e retorno sobre o que foi demonstrado. Nesta fase,

novas discussões foram trazidas para a equipe resultando em melhorias das visualizações e na inclusão de novas visões.

## **4 RESULTADOS OBTIDOS**

### **4.1 Extração de dados e criação do Data Warehouse**

Para construção do DW, os dados foram extraídos do sistema de gestão ERP, por meio de comandos SQL (Structured Query Language), e após exportados no formato de planilhas eletrônicas (.xls). O período de extração foi de 01/janeiro até 19/maio de 2022. Entre os dados extraídos estão: OS, cliente, centro de custo, data prevista de entrega e valor orçado do molde, tipo de serviço fornecido, horas trabalhadas apontadas por funcionários e centro de custo, bem como as datas dos apontamentos. Também foram extraídos dados referentes a cada item dos moldes, como nomenclatura, material, dimensões, quantidades, custo e data de emissão da nota fiscal.

As planilhas eletrônicas foram importadas para o software Microsoft Power BI Desktop® e com alguns realizados. Entre eles:

- retirada de linhas e colunas em branco;
- criação de novas colunas, através de mesclagem;
- conversão de unidades de medidas, por exemplo, os segundos foram transformados em horas;
- passagem dos meses de forma numérica para texto;
- transformação das datas em ordem cronológica.

No decorrer do trabalho, conforme a necessidade da gestão da empresa, foi necessário acrescentar dados, como o custo referente a hora de cada centro de custo. É importante salientar que todas as alterações realizadas no ambiente do Power Query® ficam em uma árvore, de forma que é possível desfazer alguma operação, se necessário, e fazer atualizações dos dados sem perder o trabalho realizado.

## 4.2 Geração dos Dashboards

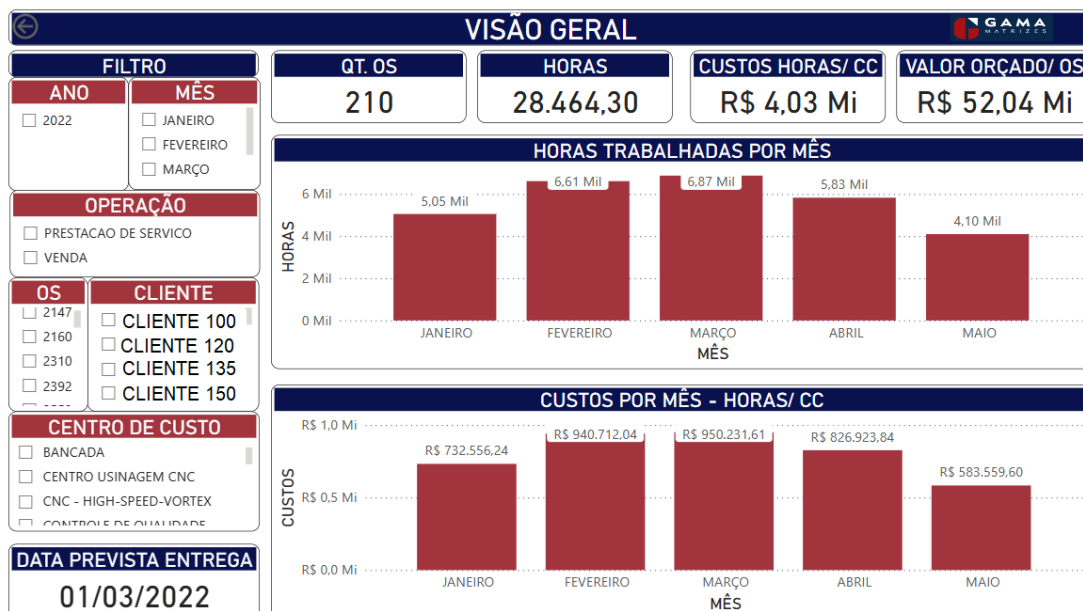
Juntamente com os envolvidos da empresa, durante a realização das entrevistas, foi possível identificar algumas visões de interesse que serviram de base para criação dos Dashboards. Entre as propostas estão:

- visão geral;
- visão geral: custos;
- visão geral: centro de custo;
- visão da produção: centro de custo;
- visão da produção: funcionário;
- visão item.

### 4.2.1 Visão geral

O objetivo do primeiro Dashboard é trazer uma visão geral referente a empresa, visualizando indicadores macros das horas trabalhadas e custos (Figura 2).

Figura 2 – Dashboard visão geral



Fonte: Autor (2022)

Conforme a Figura 2, é possível filtrar, na parte esquerda, o ano, mês, tipo de operação realizada, OS, cliente, e centro de custo. Na parte superior são

apresentados cartões com a quantidade de OS e horas que foram trabalhadas, como também os custos referentes as horas trabalhadas por centro de custo e o valor orçado por OS. Abaixo dos filtros está apresentado o cartão com a data prevista de entrega do molde, data na qual a OS deve ser finalizado na empresa.

Outro intuito desse Dashboard é conseguir visualizar se as horas trabalhadas durante o mês atingiram a capacidade produtiva estabelecida pela empresa. Os gráficos mostram os indicadores de horas trabalhadas e custos por mês. Observa-se, pela Figura 2, que os meses de fevereiro e março foram os que geraram mais horas trabalhadas e conseqüentemente mais custos. É importante ressaltar que podem ter ocorrido afastamentos por conta do COVID-19, impactando nas horas trabalhadas, e deve-se levar em consideração, para o mês de janeiro, o período de férias. Da mesma forma, para o mês de maio os dados foram coletados até o dia 19/maio.

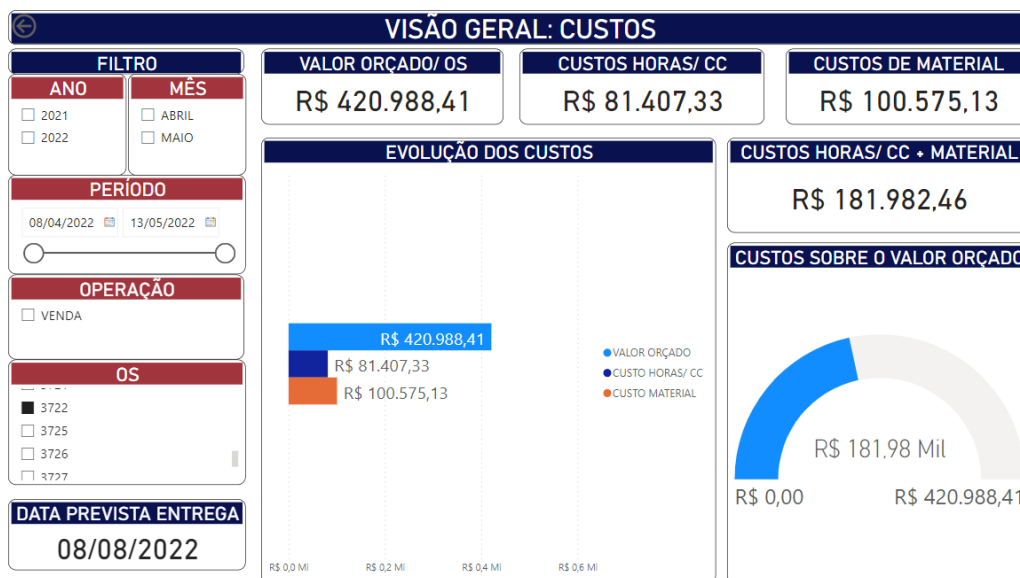
Todo o Dashboard se relaciona de forma dinâmica. Por exemplo, selecionando um mês, através do filtro, é possível visualizar todas as OSs que foram trabalhadas, os clientes atendidos, as horas e custos gerados. Da mesma forma é possível utilizar outro filtro, como o de cliente, e visualizar quais são as OSs trabalhadas, e selecionando uma OS é possível identificar o dia previsto para a entrega do molde.

#### **4.2.2 Visão geral: custos**

O objetivo desse Dashboard é visualizar a evolução dos custos com base no valor orçado do molde. Na Figura 3 a OS 3722 já está selecionada, mostrando os devidos valores referentes a ela e a data prevista de entrega da venda. O diferencial desse painel é que se consegue filtrar por período, bastando selecionar um determinado dia, ou semana, para visualizar o andamento dos custos. Assim, nos cartões na parte superior, são apresentados o valor orçado do molde, os custos referentes as horas apontadas por centro de custos e os custos de material. Dois gráficos foram definidos. Um deles, em formato de barras (Evolução dos custos), mostra o valor orçado do molde e os somatórios dos custos de horas trabalhadas e materiais adquiridos para o molde. O outro indicador, no canto direito inferior, mostra o somatório de custos de horas e de materiais comparado com o valor orçado do

molde. Também pode-se visualizar no cartão, acima do último indicador citado, o somatório desses custos.

**Figura 3** – Dashboard visão geral dos custos



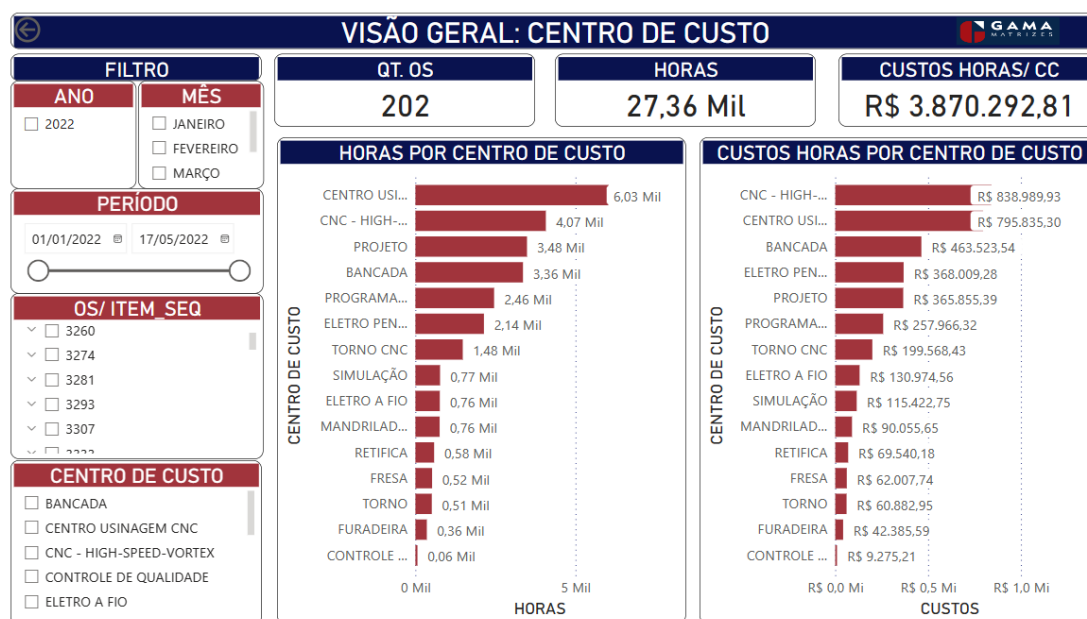
Fonte: Autor (2022).

#### 4.2.3 Visão geral: centro de custo

O Dashboard apresentado na Figura 4, mostra uma visão focada nos centros de custos da empresa, permitindo uma visualização de como a capacidade produtiva de cada centro de custo vem sendo atendida.

Na parte superior são apresentados os cartões de quantidade de OSs, horas trabalhadas e custos horas por centro de custos. Os gráficos em barra apresentam as horas trabalhadas por centro de custo e os custos gerados. Como esperado, pode ser visualizado que os centros de custos associados as máquinas CNC geram mais horas e mais custos a empresa. De forma complementar, observa-se, por exemplo, que apesar do centro de custo Centro de Usinagem CNC possuir mais horas trabalhadas (aproximadamente 6 mil horas) em termos de custos o centro de custo CNC – HighSpeed apresenta valores maiores (aproximadamente 839 mil reais), uma vez que o valor da hora-máquina desse setor é maior. Essa comparação vale para outros centros de custos.

Figura 4 – Dashboard visão geral dos centros de custos



Fonte: Autor (2022).

Nesse painel já começam a ser incluídos os itens por OS, inseridos nos filtros, juntamente com a sequência de cada item. Quando filtrado por item, é possível visualizar por quais centros de custo esse item passou e os custos gerados conforme as horas trabalhadas.

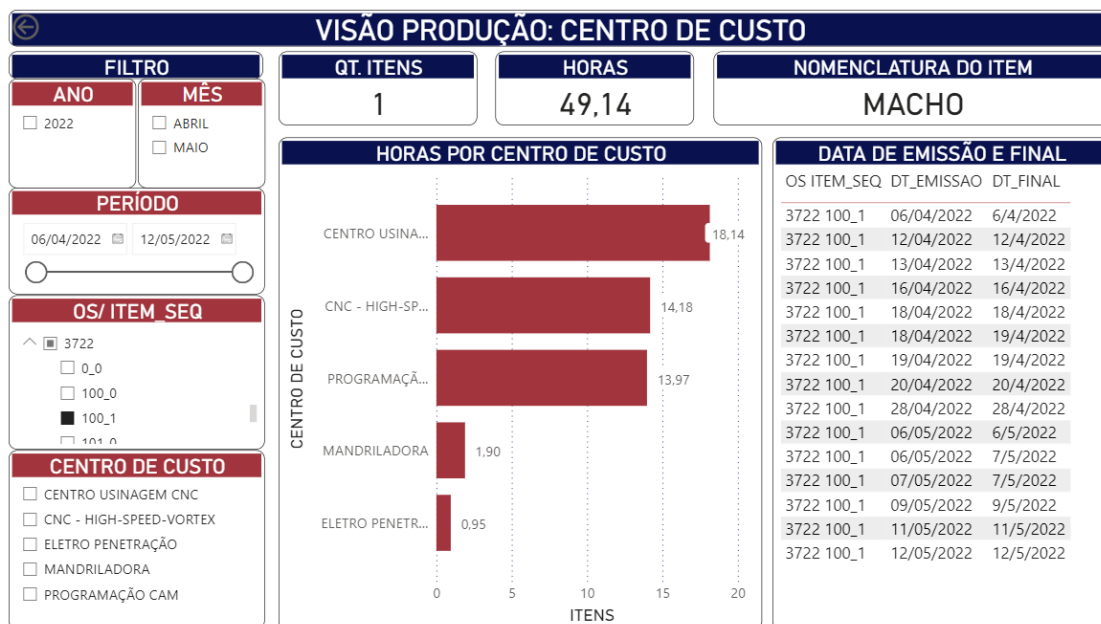
#### 4.2.4 Visão da produção: centro de custo

O setor de PCP precisa constantemente estar rastreando os itens em produção. Assim, por meio desse Dashboard (Figura 5) é possível visualizar por quais centros de custos os itens já passaram, ou estão no momento da consulta.

Na parte superior são apresentados os cartões de quantidade de itens, horas trabalhadas e nomenclatura do item. No gráfico de barras, que mostra as horas trabalhadas por centro de custo, aparecem todos os centros de custos por onde os itens passaram. Na tabela a esquerda, podem ser visualizadas as datas de início e fim da passagem do item pelo centro de custo. Algumas datas possuem um longo espaçamento, pois alguns serviços são terceirizados, como polimento ou tratamento térmico, e não são apontadas, ou seja, não vão para o sistema de gestão.



**Figura 5** – Dashboard visão da produção voltada para os centros de custos



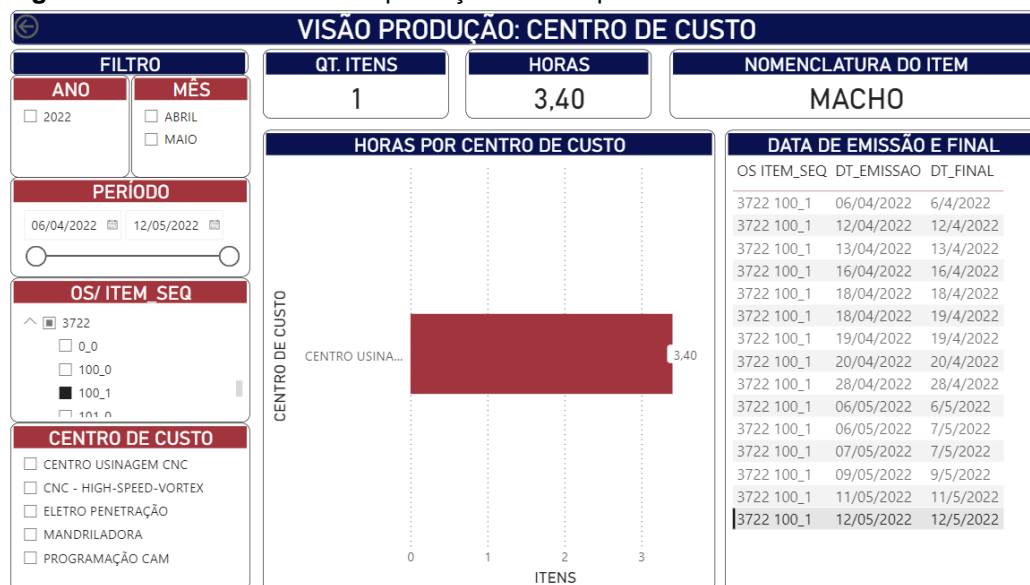
Fonte: Autor (2022).

Na Figura 5, já está selecionado nos filtros a esquerda o item 100, de sequência 1, da OS 3722. Logo, no gráfico de barras, fica visível os centros de custos por onde esse item passou e na tabela de data de emissão e final, aparecem as datas em sequência cronológica. Também fica visível as horas geradas de trabalho desse item e a nomenclatura do mesmo.

Quando selecionado a última data da tabela (12/05/2022), como exemplo demonstrado na Figura 6, dinamicamente aparece, indicado no gráfico de horas por centro de custo, o centro de custo centro de usinagem CNC, último centro por onde o item passou.

Esse Dashboard foi apresentado a um grupo de gestores de empresas do ramo de moldes e matrizes, pertencentes ao projeto ROTA2030 (ROTA2030, 2022), com o intuito de facilitar a rastreabilidade dos itens dos moldes, durante a produção, antes de chegar na montagem. O retorno dessa apresentação foi positivo, argumentando-se que essa pode ser uma das formas de controlar a rastreabilidade de peças dentro de uma matrizaria.

**Figura 6** – Dashboard visão da produção voltada para os centros de custos



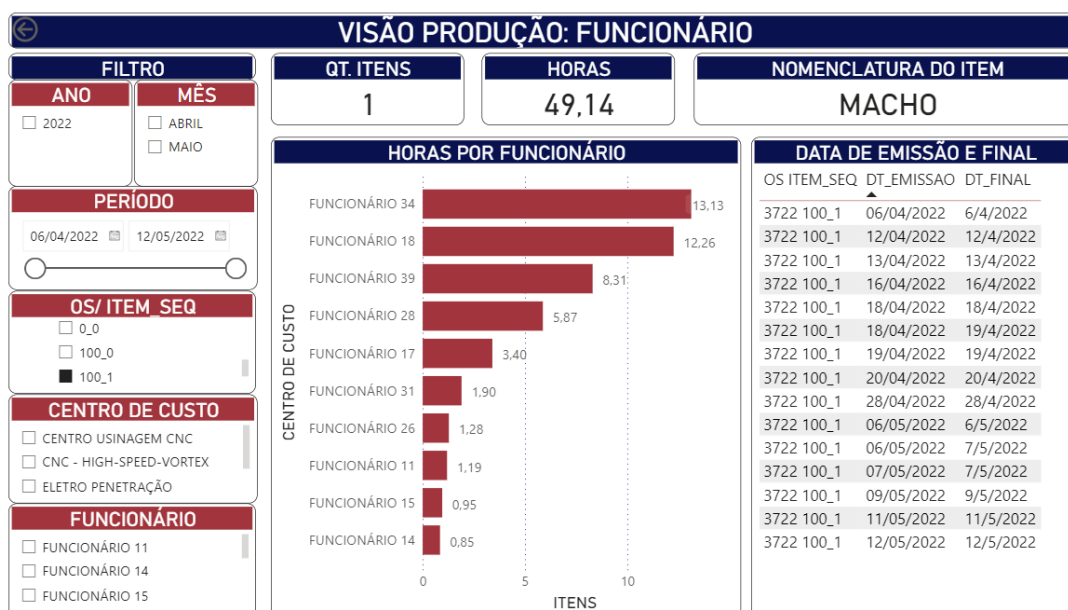
Fonte: Autor (2022).

#### 4.2.5 Visão da produção: funcionário

Esse Dashboard se assemelha ao anterior pela característica de ser possível fazer a rastreabilidade das peças. O diferencial está no gráfico de barras, referente as horas trabalhadas por centro de custo, onde aparecem os funcionários por onde os itens passaram. Os apontamentos de horas trabalhadas são realizados por centro de custo, porém cada funcionário tem sua máquina de trabalho, logo é possível identificar por onde o item passou através do funcionário, tendo conhecimento de que máquina ele trabalha. É importante ressaltar que o funcionário já está vinculado ao seu centro de custo quando realiza os apontamentos.

Na Figura 7 o item 100, de sequência 0, da OS 3722, está selecionado nos filtros a esquerda. No gráfico de barras, que mostra as horas trabalhadas por funcionário, aparecem todos os funcionários que trabalharam nesse macho. No lado direito, aparece em formato de tabela, todas as datas pelas quais esse item passou por alguma máquina na qual o funcionário trabalha, quando entrou e quando saiu.

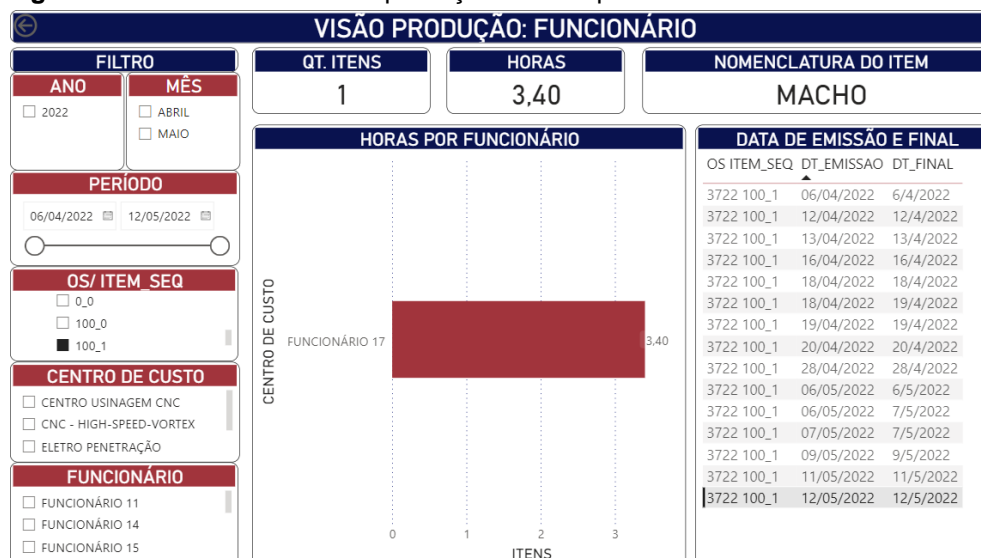
**Figura 7** – Dashboard visão da produção voltada para os funcionários



Fonte: Autor (2022).

Quando clicado na última linha da tabela, que contém a última data, conforme a Figura 8, dinamicamente vincula ao funcionário. Logo se torna possível identificar por onde o item passou visualizando o gráfico de horas por funcionário.

**Figura 8** – Dashboard visão da produção voltada para os funcionários

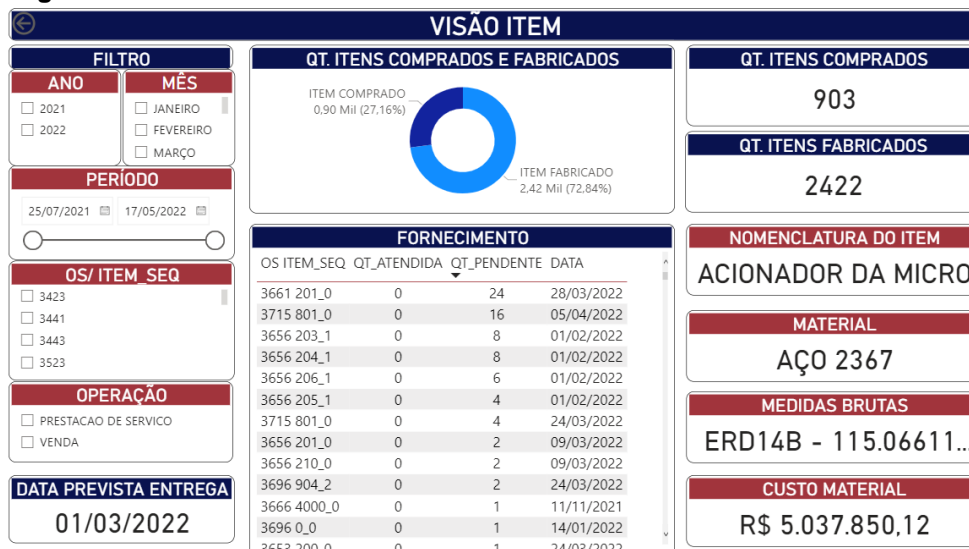


Fonte: Autor (2022)

#### 4.2.6 Visão do item

O Dashboard da visão do item (Figura 9) tem a finalidade de indicar ao setor de PCP que o material está na empresa e disponível para ser manufaturado.

Figura 9 – Dashboard visão do item

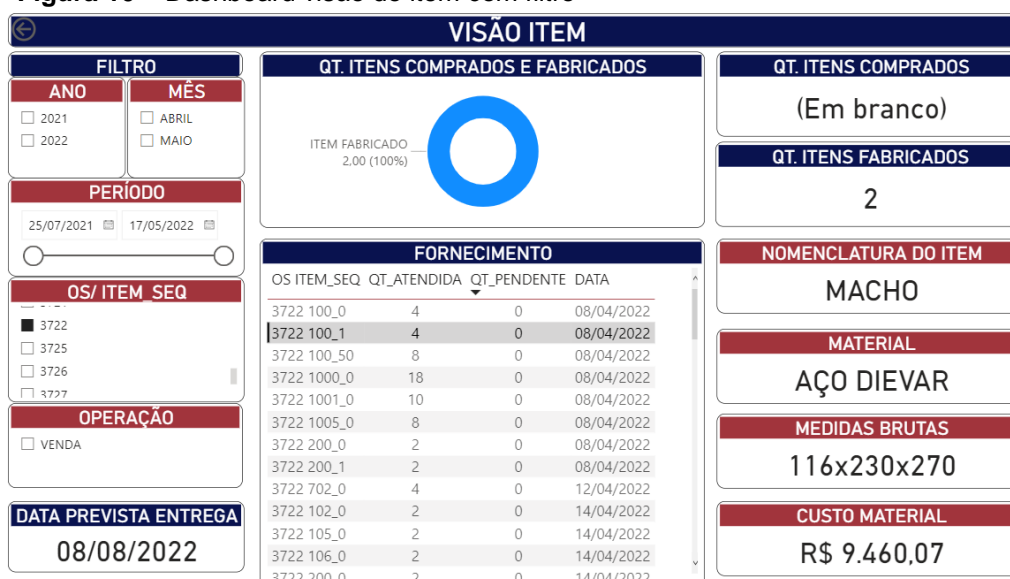


Fonte: Autor (2022).

Além dos filtros e do cartão com a data de previsão da entrega do molde a esquerda, importante para ter um controle de até quando os materiais podem chegar, são apresentados na parte superior a direita, os cartões com as quantidades dos itens comprados e os fabricados.

Mais ao centro, ainda na parte superior, possui um indicador fazendo um comparativo entre a quantidade de itens comprados e fabricados. Destaca-se aqui a terminologia que foi adotada para esse trabalho: itens fabricados trata-se de partes do molde que são compradas como matéria prima (aços) e são transformados na empresa. Esses itens são codificados de 001 a 999. Itens comprados, que são codificados acima de 1.000, são itens utilizados diretamente no molde, como por exemplo, parafusos.

**Figura 10** – Dashboard visão do item com filtro



Fonte: Autor (2022).

Na parte inferior, ao centro, consta uma tabela referente ao fornecimento dos itens. É possível identificar as quantidades atendidas, bem como, as quantidades pendentes, ou seja, se os itens já foram comprados. A data junto a tabela, indica que a nota fiscal do material do item foi emitida e que o mesmo já está na empresa. Na parte inferior, à esquerda, constam cartões que indicam as características dos itens, importantes também para que o PCP possa encaminhar o material aos devidos centros de custo. Nos cartões constam: nomenclatura do item, material, medidas brutas e custo do material. Como mostra na Figura 10, quando selecionado no filtro a OS 3722, e clicado no item 100\_1, na tabela de fornecimento, todos os indicadores ficam direcionados para mostrar sobre essa OS e esse item.

## 5 VALIDAÇÃO DOS DASHBOARDS

Os Dashboards foram apresentados ao diretor, gerente industrial e coordenador de PCP da empresa estudo de caso, além do prestador de serviços de TI, como forma de validação do trabalho realizado. Apontados alguns ajustes e sugestões de complementação foi realizada uma segunda apresentação. As apresentações ocorreram presencialmente com a participação mútua dos envolvidos, onde todos faziam considerações à medida que as visões iam sendo apresentadas.

Durante as apresentações, foi possível visualizar de forma mais crítica, erros de apontamentos. Foi observado situações como apontamentos de itens em aberto, apontamentos em OS's diferentes, apontamentos com centros de custos errados e outros. Eventualmente, os colaboradores não ajustam esses tipos de situações, pois isso demanda mais tempo de deslocamento. Outra questão típica são os tempos de retrabalho que nem sempre são apontados.

Também foi detectado que em algumas situações há uma duplicação das horas trabalhadas por um período devido ao fato de o funcionário trabalhar em mais de uma máquina. Isso ocorre, pois, alguns centros de custos, na qual os funcionários estão alocados, possuem um número maior de máquinas do que de funcionários. Por exemplo, máquinas CNC que passam longos períodos trabalhando sozinhas. Outra situação é quando um funcionário ligado a um centro de custo precisa exercer outras atividades em outros centros de custos, gerando um apontamento errado. Também existem situações onde o funcionário vai embora no final de seu expediente e deixa a máquina trabalhando sozinha. Nesses casos o apontamento deve ser ajustado de forma manual no dia seguinte, o que pode ser esquecido.

Alguns serviços são feitos externamente como o esquadro em itens de maiores dimensões, polimento, tratamento térmico, e até mesmo terceirização de usinagens. Observou-se, com a análise dos dados dos painéis que essas horas não são contabilizadas, bem como os registros de entrada e de saída desses itens que iam para serviços em terceiros, não sendo possível, portanto, visualizar se o item está fora da empresa. Outro ponto que foi observado é que não fica evidente quando um item está finalizado e pronto para a montagem, pois não existe o apontamento dessa situação. Essa informação impacta diretamente no rastreamento para a montagem final do molde. Para todos esses caso, a proposta mais simples seria que todos os serviços externos fossem apontados como operações, com início e fim. Assim todo e qualquer item poderia conter a informação para o seu rastreamento se está dentro ou fora da empresa. Da mesma forma a situação das peças finalizadas e prontas para a montagem. A proposta é inserir um status de apontamento que final, e.g. finalizada, que mostre quais peças de um molde já estão finalizadas, permitindo ao montador do molde identificar os itens ainda em falta ou em atraso.

Um outro ponto observado pelo gestor da empresa com base nos Dashboards gerados e apresentados foi que as horas trabalhadas em cada um dos meses analisados não atingiam à capacidade disponível de horas da empresa, mesmo a empresa tendo que fazer horas-extras em alguns setores, considerados gargalos. Isso mostra o problema típico das empresas de produção sob encomenda, em particular ferramentarias, ou seja, a dificuldade de ajustar o planejamento da produção da empresa. Contudo, isso mostra que talvez uma das estratégias de dimensionar a capacidade produtiva de empresas desse ramo seja por meio de máquinas gargalos e não pelo valor total de horas disponíveis.

Durante as apresentações, foram apontadas sugestões como a realização de apontamentos por máquina e não de forma geral por centros de custos. Também foi levantada a possibilidade do uso de código de barras junto aos desenhos das peças para registro no sistema de gestão da empresa a data de saída do item e de retorno evitando, assim, erros de digitação. Porém isso demandaria um investimento, relativamente baixo, que deve ser avaliado pela gestão. Finalmente destaca-se que o diretor da empresa se mostrou proativamente interessado pelos resultados, participando ativamente por meio de questionamento quanto a fidedignidade das informações e fazendo anotações para poder verificar as causas de possíveis erros, principalmente relacionados com os apontamentos.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo apresentou a aplicação de Dashboards para apoio a gestão da produção e tomadas de decisão em matrizerias. Para tal o trabalho fez uso dos dados extraídos do sistema de gestão ERP da empresa, permitindo a geração de um conjunto de painéis de interesses estratégicos, utilizados como prova do conceito. Salienta-se, que para tal implementação, uma estrutura mínima de dados tem que estar disponível na empresa, pois esses são a base de qualquer Dashboard.

O trabalho gerou um conjunto de 6 painéis que foram validados pela gestão da empresa e que podem efetivamente servir de apoio a tomada de decisões por parte do gestor e de seu corpo técnico. Contudo, os painéis estarão sempre

vinculados a forma de gestão, podendo mudar conforme as prioridades de cada empresa.

Além da contribuição técnica do trabalho, deve-se ressaltar alguns aspectos de importância observados pelos autores deste trabalho. O primeiro está relacionado com a forma como o trabalho conjunto, universidade-empresa, serviu como meio de formação e amadurecimento do gestor da empresa no que tange ao entendimento de como os seus sistemas coletam e armazenam dados que são, de fato, de propriedade da empresa e estão disponíveis para uso em ferramentas complementares como os Dashboards. Isso permite a mudança de um perfil de puro usuário de sistema para um perfil mais crítico com o que mais pode-se extrair dos sistemas e dos dados. Deve-se exaltar aqui a participação e maturidade da software house desenvolvedora do sistema de gestão ERP que deu total apoio ao processo. Um segundo aspecto está relacionado a forma como a iniciação ao tema do uso de Dashboards traz para empresa um aspecto crítico em termos que questionar a forma como muitos procedimentos são realizados. Por exemplo, aparecem de forma evidentes falhas em processos de apontamentos, ausência de informações que poderiam trazer uma grande melhoria na gestão e acompanhamento das OS e itens.

Para projetos futuros propõe-se a integração de dados aos Dashboards. Dados esses extraídos das máquinas da produção, comparando as horas de funcionamento do equipamento com as horas apontadas pelos funcionários. Propõe-se também a aplicação de um status individualizado para os componentes do molde em produção, afim de conseguir indicar se o item está finalizado, dando suporte a montagem do molde. Também propõe-se indicar a finalização da OS para conhecimento da gestão em termos de fechamento de custos.

É muito discutido atualmente, por meio de iniciativas dentro da Linha IV do Programa ROTA2030, como trazer a cadeia de moldes e matrizes para os conceitos de indústria 4.0 e este trabalho mostrou que é possível que pequenos passos podem ser dados por vez, conciliando o amadurecimento dos gestores envolvidos nessa cadeia, com a aplicação de um tipo de tecnologia.



## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores externam o agradecimento a toda equipe da Gama Indústria de Moldes pelo tempo disponibilizado para a troca de ideias e as informações cedidas para os testes realizados. Também ao programa Rota2030, Projeto Melhoria da competitividade das ferramentarias através de Montagem e Tryout mais eficazes de moldes de injeção (Chamada Pública 01/2021) e Projeto Melhoria no projeto de ferramentas de injeção de alumínio (Chamada Pública 02/2020). Finalmente nossos agradecimentos pelas sugestões e contribuições dos revisores.

## REFERÊNCIAS

ABOOLIAN, R.; BERMAN, O.; WANG, J. Responsive make-to-order supply chain network design. **Naval Research Logistics**, [s. l.], v. 68, p. 241-258, 2020. DOI: 10.1002/nav.21940.

ALAM, M. R. *et al.* Process planning optimization for the manufacture of injection moulds using a genetic algorithm. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v. 16, p. 181 – 191. 2003. DOI: 10.1080/0951192021000025742.

ALEXOPOULOS, K., NIKOLAKIS, N., XANTHAKIS, E. Digital Transformation of Production Planning and Control in Manufacturing SMEs-The Mold Shop Case. **Applied Sciences** 12, n. 21, 2022. 10788. DOI: <https://doi.org/10.3390/app122110788>

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

ANDRADE, J. H.; FERNANDES, F. C. F. Barreiras e desafios para melhoria da integração interfuncional entre desenvolvimento de produção e controle da produção em ambiente engineering-to-order. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 3, p. 610 – 625, 2018. ISSN: 1806-9649.

ARAQUE GONZÁLEZ, G. *et al.* Sustainable manufacturing in the fourth industrial revolution: A big data application proposal in the textile industry. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 15, n. 4, p. 614-636. Disponível em: <http://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/3922>. Acesso em: 22 fev 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.3922>

BATALHA, M. O. (org.). **Gestão da produção e operações**: Abordagem integrada. São Paulo, SP: Atlas, 2019. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-8597021288/>. Acesso em: 12 set. 2021.

BEZERRA, B. D.; PEREIRA, L.; SILVEIRA, W. B. Relatórios dinâmicos com o Microsoft Power BI em uma empresa de transportes: auxílio na tomada de decisão. *In: CONGRESSO DE LOGÍSTICA DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA DO CENTRO PAULA SOUZA*, 11., 2020, Bragança Paulista. Anais [...]. Guarulhos: FATEC/ SENAC, 2020. Disponível em: [https://fateclog.com.br/anais/2020/anais\\_fateclog\\_2020\\_2.pdf](https://fateclog.com.br/anais/2020/anais_fateclog_2020_2.pdf). Acesso em: 03 out. 2021.

BRAGHITTONI, R. **Business Intelligence**: Implementar do jeito certo e a custo zero. [s. l.]: Casa do Código, 2017.

BRANDÃO, R. S.; CORTES, J. M. R.; SILIPRANDE, M. D. Proposta de estudo para a resolução do problema de sequenciamento da produção sob encomenda. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, 40., 2008, João Pessoa. Anais [...]. Campos dos Goytacazes: UENF, 2008.

CAETANO, J. A. F. **Implementação de solução de Business Intelligence**: Gestão da produção e de estoque de pedidos na carteira. 2020. 91 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.

CHEN, K.; JI, P. A mixed integer programming model for advanced planning and scheduling (APS). **European Journal of Operational Research**, [s. l.], v. 181, n. 1. p. 515 – 522, ago. 2007. DOI: 10.1016/j.ejor.2006.06.018.

CHIAVENATO, I. **Planejamento e controle da produção**. Barueri, SP: Manole, 2008. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520441978/pagei/d/0>. Acesso em: 12 set. 2021.

CLOY, K. L. *et al.* A hybrid scheduling decision support model for minimizing job tardiness in a make-to-order based mould manufacturing environment. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 1931 – 1941, 2011. DOI: 10.1016/j.eswa.2010.07. 125.

ENDO, G. Y. *et al.* Resultados obtidos com a implantação do Business Intelligence: o caso da empresa Alfa. **Revista Inteligência Competitiva**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 266 – 283, jan./ mar., 2018. DOI: 10.24883/RIC.V8I1.243.

FAÉ, C. S.; ERHART, A. Desafios e tendências na aplicação de sistemas APS no Brasil. **Mundo logístico**, Maringá, p. 52 – 60, 2009. Disponível em: <https://revistamundologistica.com.br/revista/edicoes-anteriores/panorama-empresarial-em-gestao-de-logistica>. Acesso em: 15 nov. 2021.

FORTULAN, M. R. **O uso do Business Intelligence para gerar indicadores de desempenho no chão-de-fábrica**: uma proposta de aplicação em uma empresa de manufatura. 2006. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

FORTULAN, M. R.; GONÇALVES FILHO, E. V. Uma proposta de aplicação de Business Intelligence no chão-de-fábrica. **Gestão & Produção**, v. 12, n. 1, p. 55 – 66, jan./ abr. 2005. DOI: 10.1590/S0104-530X2005000100006.

GANSTERER, M. Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. **International journal of production economics**, v. 170, p. 521 – 528, dez. 2015. DOI: 10.1016/j.ijpe.2015.06.001.

HALL, O. P. Using Dashboard based Business Intelligence systems: An approach to improve business performance. **Graziadio Business Review**, Malibu, v. 6, 2003. Disponível em: <https://gbr.pepperdine.edu/2010/08/using-dashboard-based-business-intelligence-systems/>. Acesso em 17: out. 2021.

HANSOTI, B. N. **Business Intelligence Dashboard in decision making**. 2010. 61 f. TCC (Master of Science in Technology) - Purdue University. West Lafayette, 2010. Disponível em: <https://docs.lib.purdue.edu/techdirproj/15/>. Acesso em: 03 out. 2021.

HUANG, G. Q., QU, T., ZHONG, R. Y., LI, Z., YANG, H. D., ZHANG, Y. F., CHEN, Q. X., JIANG, P. Y., CHEN, X. Establishing production service system and information collaboration platform for mold and die products. **Int J Adv Manuf Technol**, v. 52, p. 1149–1160, 2011. DOI: <https://doi.org.ez314.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00170-010-2762-8>

HUANG, J., LIU, J. Hierarchical Production Planning and Real-Time Control for Parallel Batch Machines in a Flow Shop with Incompatible Jobs, **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2018, 7268578, 12 p. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/7268578>

JONG, W. R. *et al.* The multi-layered job-shop automatic scheduling system of mould manufacturing for Industry 3.5. **Computers & Industrial Engineering**, [s. l.], v. 149, n. 106900, 2020. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106797

JONG, W.R. *et al.* Automatic process planning of mold components with integration of feature recognition and group technology. **Int J Adv Manuf Technol**, v. 78, 807–824, 2015. DOI: <https://doi-org.ez314.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00170-014-6627-4>

JWO, J-S., LIN, C-S., LEE, C-H. An Interactive Dashboard Using a Virtual Assistant for Visualizing Smart Manufacturing, **Mobile Information Systems**, v. 2021, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/5578239>

LEE, H., RYU, K. Product and design feature-based similar process retrieval and modeling for mold manufacturing. **Int J Adv Manuf Technol**, v. 115, p. 703–714, 2021. DOI: <https://doi-org.ez314.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00170-020-06161-5>

LIMA, V.; LIMA, M. Business Intelligence como ferramenta gerencial no suporte ao processo de Business Performance Management. **Gestão e TI**, v. 1, n. 1, p. 111 – 129, jan./ jun. 2011. DOI: 10.5102/UN.GTI.V1I1.1201.

LOZADA, G. **Planejamento e controle da produção avançado**. Porto Alegre: SAGAH, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595021532/pageid/0>. Acesso em: 12 set. 2021.

MA, H. *et al.* A feature-based approach towards integration and automation of CAD/CAPP/CAM for EDM electrodes. **Int J Adv Manuf Technol**, 98, p. 2943–2965, 2018. DOI: <https://doi-org.ez314.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00170-018-2447-2>

NEGASH, S; GRAY, P. Business Intelligence. *In*: BURSTEIN, F.; HOLSAPPLE, C. W. (org.). **Handbook of decision support systems 2: Variations**. Heidelberg: Springer, p. 175 – 193, 2008. ISBN: 978-3-540-48715-9.

PANTOJA, J. P. G.; PARISE, A. C.; DE SÁ, J. A. S. Adaptabilidade do Business Intelligence no meio organizacional: uma abordagem multicascos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. Anais [...]. Belém, UEPA: 2017.

POLON, P. E. *et al.* Utilização de planilha eletrônica na resolução de problemas de planejamento e programação da produção. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34., 2006, Passo Fundo. Anais [...]. Maringá, UEM: 2006.

PRAMONO, S. *et al.* Utilization of Information System in Dies Control for Improvement of Quality and Production Efficiency in Manufacturing Industry. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1096 012074, 2021. DOI: 10.1088/1757-899X/1096/1/012074

PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAVETTI, M. G. **Problemas de sequenciamento com máquinas paralelas e tempos de preparação dependentes da sequência**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2003.

ROTA2030. **Linha IV: ferramentarias brasileiras mais competitivas**. 2022. Disponível em: <https://rota2030.fundep.ufmg.br/linha4/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SANTOS, L. C. **Ferramentaria: a importância de gestão, estratégia e pessoas na construção do futuro**. Laranjal Paulista, SP: Edição do autor, 2020.

SANTOS, S. M. Planejamento fino e controle da produção aplicado em ambientes de ferramentarias. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. Anais [...]. Florianópolis: UFSC, 1997.

SOUSA, T. B. *et al.* Modelagem de empresas de projetos de implantação de sistemas APS: estudos de caso em empresas que trabalham com sistema de  
Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 22, n. 4, p. 3555-3583, 2022

produção sob encomenda. *In*: AHRENS, R. B. **Coletânea nacional sobre engenharia de produção 3: Gestão da Produção**. Curitiba: Atena, p. 408 – 424, 2017. DOI 10.22533/at.ed.2330404.

THOMPSON, O. Business Intelligence success, lessons learned. **Technology Evaluation Centers**, Quebec, [s. v.], 2004. Disponível em: <https://www3.technologyevaluation.com/research/article/business-intelligence-success-lessons-learned.html>. Acesso em: 26 set. 2021.

THURER, M.; GODINHO FILHO, M. Redução do lead time e entregas no prazo em pequenas e médias empresas que fabricam sob encomenda: a abordagem Worload Control (WLC) para o Planejamento e Controle da Produção (PCP). **Gestão & produção**, [s. l.], v. 19, p. 43-58, 2012. DOI: 10.1590/S0104-530X2012000100004.

TURBAN, E *et al.* **Business Intelligence: Um enfoque gerencial para a inteligência do negócio**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

VIEIRA, G. E; SOARES, L. M. Aplicação de um sistema avançado de planejamento e programação da produção à uma empresa de autopeças: um estudo de caso. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. Anais [...]. Curitiba: PUC PR, 2003.

WONGWIWAT, A.; BOHEZ, E. L. J.; PISUCHPEN, R. Production scheduling for injection molding manufacture using Petri Net model. **Assembly Automation**, v. 33, n. 3, p. 282 – 293, 2013. DOI: 10.1108/AA-12-2013-063.

YANG, N.; LOU, Z.; ZHOU, X. Petri net-based workflow modeling for a die and mould manufacturing resource planning system. **Int J Adv Manuf Technol**, v. 26, p. 366–371, 2005. DOI: <https://doi-org.ez314.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00170-003-1994-2>

YEH, C. H. A customer-focused planning approach to make-to-order production. **Industrial Management & Data Systems**, Clayton, v. 100, p. 180 – 187, 2000. DOI: 10.1108/02635570010328693.



Artigo recebido em: 29/08/2022 e aceito para publicação em: 13/02/2023  
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i4.4733>