

MYLENA RESENDE AUGUSTO

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA INTELIGENTE
COMO FACILITADORA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO**

João Monlevade

2021

MYLENA RESENDE AUGUSTO

**ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA FERRAMENTA INTELIGENTE
COMO FACILITADORA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DA PRODUÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção no Instituto de
Ciências Exatas e Aplicadas da
Universidade Federal de Ouro Preto.**

Orientadora: Dra. Isabela Carvalho de
Morais

João Monlevade

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

A923a Augusto, Mylena Resende .

Análise da implementação de uma ferramenta inteligente como facilitadora do processo de planejamento e controle da produção. [manuscrito] / Mylena Resende Augusto. - 2021.

46 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Isabela Carvalho de Morais.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Graduação em Engenharia de Produção .

1. Controle de produção. 2. Inteligência competitiva (Administração) - Ferramentas. 3. Planejamento da produção. 4. Processo decisório - Inteligência. I. Morais, Isabela Carvalho de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 658.5

Bibliotecário(a) Responsável: Flavia Reis - CRB6-2431



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ICEA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Mylena Resende Augusto

Análise da implementação de uma ferramenta inteligente como facilitadora do processo de planejamento e controle da produção

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em 18 de agosto de 2021.

Membros da banca

Prof. Dra. Isabela Carvalho de Morais - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dra. Alana Deusilan Sester Pereira - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dra. Luciana Paula Reis - Universidade Federal de Ouro Preto

Isabela Carvalho de Morais, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 26/08/2021, com nota 9,5.



Documento assinado eletronicamente por **Isabela Carvalho de Morais, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/08/2021, às 11:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0212808** e o código CRC **CB7D25AA**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.008806/2021-76

SEI nº 0212808

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

RESUMO

Com a nova era de indústrias 4.0, a competitividade entre as organizações se torna cada vez mais acirrada, necessitando adaptar-se ao novo cenário para manter-se viva no mercado. O uso de ferramentas inteligentes entram como um diferencial estratégico que gera iniciativas capazes transformar o negócio integrando e otimizando digitalmente a operação e garantindo o foco no cliente. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise dos cenários de planejamento e controle da produção de uma siderúrgica e os efeitos que a implementação da ferramenta do *Smart Decision* pode trazer à tomada de decisão. A metodologia de pesquisa utilizada foi do tipo observação participante com caráter qualitativo. Como resultado, a ferramenta possibilitou a otimização do plano de produção, maior visibilidade sobre os *trade-offs* inerentes no processo, reação ágil à eventos e maior acurácia nas entradas dos planos de produção.

Palavras-Chave: Planejamento e controle da produção, ferramentas inteligentes, *Smart Decision*, Indústria 4.0.

ABSTRACT

With the new era of 4.0 industries, the competitiveness between organizations becomes increasingly fierce, needing to adapt to the new scenario in order to stay alive in the market. The use of intelligent tools is a strategic differential that generates initiatives capable of transforming the business by digitally integrating and optimizing the operation and ensuring customer focus. Therefore, this study aims to analyze the planning and production control scenarios of a steel mill and the effects that the implementation of the Smart Decision tool can bring to decision making. The research methodology used was of the participant observation type with a qualitative character. As a result, the tool enabled the optimization of the production plan, greater visibility on the trade-offs inherent in the process, agile reaction to events and greater accuracy in the input of production plans.

Keywords: Production planning and control, smart tools, Smart Decision, Industry 4.0.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxo do processo atual.....	23
Figura 2: Fluxo com <i>Smart Decision</i>	25
Figura 3: Tipo de Carteira	28
Figura 4: Tipo de produto	29
Figura 5: Tipo de material	30
Figura 6: Congelamento da sequência de família ótima.....	35
Figura 7: Ferramenta Livre.....	36
Figura 8: Planejamento congelado + livre.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Participantes e seus respectivos cargos	19
Tabela 2: Ocorrências de alteração de cronograma.....	24
Tabela 3: Programação manual versus ferramenta do <i>Smart Decision</i>	32
Tabela 4: Resultados comprovados	34
Tabela 5: Diferença de tempo entre o planejamento manual e a ferramenta	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Objetivos.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Planejamento e Controle da Produção.....	11
2.2 Foco no Cliente.....	12
2.3 Indústria 4.0.....	13
2.4 Tomada de Decisão	14
2.4.1 <i>Smart Decision</i>	15
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	18
4. RESULTADOS	21
4.1 Cenário atual de planejamento e controle da produção.....	21
4.2 Fluxo com a ferramenta <i>Smart Decision</i>	24
4.2.1 Congelamento da sequência de família ótima	26
4.2.2 Ferramenta livre.....	27
4.2.3 Planejamento congelado + livre	27
4.3 Falhas da ferramenta ao longo do trabalho.....	27
4.4 Dados utilizados para os cenários de planejamento	28
5. ANÁLISE.....	31
5.1 Resultados alcançados com a ferramenta	38
6. CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

Em uma era de ruptura tecnológica, a indústria de manufatura global está passando por uma transformação em direção à manufatura inteligente (FEENEY; FRECHETTE; SRINIVASAN, 2015). A quarta revolução industrial, conhecida também como Indústria 4.0, resultou no desenvolvimento de sistemas mais complexos e mais inteligentes, capazes de remodelar a forma como as organizações trabalham atualmente (BATRAN et al., 2017).

As informações em tempo real, a interconectividade global e o intercâmbio de dados, fez com que o mercado absorvesse novos modelos de negócios para que as empresas sejam capazes de acompanhar o ritmo dinâmico de geração das informações. Esta mudança de paradigma, abrange o *big data*, a *Internet of Things* (IoT), a computação em nuvem e as ferramentas inteligentes, que são capazes de gerenciar dados, fornecer informações rápidas e assertivas, e todos os outros componentes necessários para facilitar os processos produtivos (PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018).

No cenário 4.0 para a inovação, cria-se um novo modelo de negócio com uma necessidade urgente na rápida assimilação das mudanças de mercado e uma boa adaptação às mudanças ambientais, a fim de garantir a sua competitividade. A quarta revolução industrial, provoca uma grande necessidade de organizações bem administradas, com tomada de decisão rápida e de alta qualidade para apoiar sua estratégia geral e cumprir com suas metas financeiras (DAVIS et al., 2012; HAMADA, 2019). Logo, as organizações que não se adequarem as novas perspectivas com o foco no cliente, ficarão obsoletas no mercado.

Garantir o foco no cliente, não é uma tarefa fácil. Para atender seus anseios, as fábricas do futuro tendem a produzir apenas o necessário, quando for necessário e nas quantidades necessárias, com base em decisões assertivas, para garantir a flexibilidade dos processos e atendimento às demandas reais dos clientes. Um processo de tomada de decisão errôneo, pode comprometer os negócios das organizações, seja ele pela falta de previsão, limitação de conhecimento, comportamentos e a incapacidade da mente humana em aplicar a uma decisão todos os aspectos de valor do cliente (LENHARDT, 2019). Assim, a inteligência na hora da tomada de decisão é crucial para a desenvoltura do negócio.

Com a iniciativa de utilização de uma ferramenta inteligente no processo de planejamento e controle da produção, os líderes conseguem identificar com maior agilidade os cenários descritos pelo mercado, garantindo a capacidade de fazer escolhas oportunas, tanto nos processos do trabalho, quanto para as estratégias do negócio. Sem a utilização de uma ferramenta, pode-se perceber que em certas circunstâncias, as decisões tomadas pareciam ser assertivas, porém ao executar a ferramenta, consegue-se prever e identificar novas oportunidades que geram melhores resultados para a organização (GRAZIANO, 2014).

No ambiente organizacional, pode-se perceber a presença de diversas incertezas, tanto no planejamento e controle da produção, quanto nos processos de tomada de decisão. A utilização de ferramentas inteligentes, é uma forte orientação para ajudar a gerenciar decisões complexas, com a sua capacidade de organização dos dados, análise e disseminação das informações. Por isso, as tecnologias da informação são cada vez mais importantes e desejadas pelas empresas, já que a visão do todo fica mais clara e ajuda a fazer a escolha certa em cada situação do negócio (LEITE, 2007).

Considerando este cenário, o trabalho foi desenvolvido em uma das maiores empresas produtoras de aço brasileira, tomando como base as novas forças de trabalho que estão impulsionando a mudança industrial, o crescimento corporativo e a excelência operacional. O setor estudado foi o de planejamento e controle da produção, com o intuito de avaliar a implementação de uma ferramenta inteligente, comparando o planejamento manual, ao planejamento da ferramenta, a qual foi capaz de integrar e otimizar digitalmente as operações da siderúrgica e garantir o melhor atendimento ao cliente.

A escolha da organização se deu a partir da identificação de um processo de planejamento e controle da produção manual e suscetível a erros, que se enquadra em um cenário de oportunidade para abordagem da indústria 4.0. A implementação de uma ferramenta inteligente customizada foi adotada como um diferencial estratégico, a fim de auxiliar na necessidade da siderúrgica em manter o foco no cliente e acompanhar as novas tecnologias integradas no mercado, para que a tomada de decisão possa ser mais adequada, assertiva e agregue valor para as etapas do planejamento.

Dado o problema de pesquisa, foi feita uma análise pré e pós a implementação da ferramenta *Smart Decision*. A contribuição empírica do trabalho é proporcionar uma base para diversas outras empresas que enfrentam os mesmos desafios, servindo como exemplo para solucioná-los ou até mesmo motivá-los a se integrar a nova era de indústrias

inteligentes. Além disso, o presente estudo também apresenta contribuições teóricas para literatura, tendo em vista o escasso número de trabalhos correlatos (BERNTZEN et al., 2018; HAMADA, 2019; ROWSHON, 2019). Por ser uma ferramenta personalizada para cada processo, os artigos disponíveis encontrados não retratavam a mesma utilização da ferramenta se comparado a este estudo.

A estrutura deste trabalho consiste nesta breve introdução, que contextualiza e justifica o problema de pesquisa, traçando os objetivos a serem alcançados. Na segunda seção tem-se o referencial teórico, no qual são abordados os impactos da tomada de decisão, o planejamento e controle da produção, a ferramenta inteligente, a importância do foco no cliente e a nova era da indústria 4.0. Na terceira seção, é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada, seguida pela quarta seção com os resultados encontrados pelo estudo, as análises e considerações finais.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma análise do processo decisório manual versus de uma ferramenta inteligente no planejamento e controle da produção (PCP) de uma siderúrgica. O entendimento destes efeitos se deu pela comparação do planejamento manual com os resultados do planejamento obtido pela ferramenta. A partir disso, os objetivos específicos traçados foram:

1. Mapeamento do processo manual de planejamento e controle da produção;
2. Identificação das principais dificuldades no processo manual;
3. Avaliar o efeito da implementação de uma ferramenta inteligente para tomada de decisão e seus benefícios para o negócio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Planejamento e Controle da Produção

O planejamento e controle da produção (PCP) é o setor responsável por coordenar e auxiliar o sistema produtivo, caracterizado pelo gerenciamento da produção de uma organização. Através dele, são definidas as entradas e saídas do processo, identificando os recursos necessários para a elaboração dos planos de produção. Logo, o setor é responsável pela tomada de decisão, processo fundamental para atingir os objetivos da organização e atender as demandas dos consumidores finais (GUERRINI, 2014).

O planejamento, de acordo com Lustosa (2008), é um equilíbrio entre oferta e demanda e se faz necessário para facilitar as estimativas de vendas, produção, custos, administração geral, desenvolvimento de novos produtos e as finanças relativas aos processos. Sendo assim, a coleta de dados para prever o futuro das demandas é uma ação fundamental para um bom alinhamento entre planejamento de material e demanda dos mesmos, traçando uma boa estratégia para a tomada de decisão.

Para Slack (2009), o planejamento e controle da produção é um processo que objetiva prever e controlar os recursos utilizados na produção, de forma que o cronograma seja seguido, tanto na quantidade certa de material planejado, quanto no tempo gasto. Essa atividade é fundamental para que não ocorra a falta de produtos, o que pode prejudicar o processo de produção.

Entretanto, o PCP também é responsável por otimizar o processo, minimizar custos, recursos e tempo alocado em cada atividade. Tais atividades, devem estar alinhadas aos objetivos das organizações, como qual cliente priorizar, qual recurso alocar, qual o horizonte de data para atendimento ao cliente, padrão de qualidade dos produtos, entre outras, sempre objetivando o foco no cliente, que é o responsável pelos faturamentos e resultados das organizações (MONTOR, 2020).

Corrêa e Giancesi (1993) ressaltam que empresas competitivas no mercado, possuem boas práticas de gerenciamento do planejamento e controle da produção, que são associadas as novas tecnologias aplicadas no processo. Com isso, a maior agilidade e eficiência das atividades é fundamental para atender a satisfação do cliente, que é o principal foco para sustentar qualquer organização.

2.2 Foco no Cliente

Em um ambiente cada vez mais competitivo entre as organizações, o propósito principal de cada uma delas é suprir as expectativas dos clientes, para que mantenha vivo o seu negócio. Além de suprir as expectativas dos clientes, para vencer no mercado atual, deve-se também executar o trabalho de entregar valor e satisfação para os seus consumidores de forma superior que a dos seus concorrentes (COSTA; SANTANA; TRIGO, 2015).

Frente as inquietas mudanças de cenário e grande parcela de produtos semelhantes disponíveis, as empresas voltadas para seus produtos, mudaram o seu foco para os clientes, com o objetivo de atrair, reter e cultivar seus consumidores, por meio da qualidade dos serviços, confiabilidade no produto e satisfação do cliente. O cliente é a engrenagem que faz girar o negócio. A empresa capaz de compreender as suas necessidades, tendências, desejos e valores, possuem um diferencial de mercado (ALBRECHT; BRADFORD, 1992).

De acordo com Sheth, Sisodia e Sharma (2000), existem cinco tendências que reforçam a necessidades de as empresas aderirem o foco no cliente: 1) melhorar a produtividade do marketing: empresas que adotam o marketing centrado no cliente mais cedo e mais agressivamente do que os concorrentes tendem a desfrutar de uma vantagem sustentável; 2) diversidade: cada cliente é único; 3) competitividade: acumula para as empresas que fazem melhor e mais cedo; 4) atendimento ao cliente de forma eficaz e eficiente; 5) avanços acelerados em tecnologia.

De acordo com Shah et al. (2006), as empresas que centralizam o foco no cliente, possuem maiores recompensas tanto financeiras, quando de fidelização dos seus clientes. Isso ocorre devido a sustentação da confiabilidade, que fica difícil de ser quebrada pelos concorrentes. Assim, uma organização orientada ao cliente, tem habilidades superiores em compreender, atrair e manter o valor para os clientes. Para que as empresas do século XXI tenham sucesso no mercado, colocar o foco no cliente se faz necessário e uma forma para auxiliar neste processo é a utilização da indústria 4.0 e suas tecnologias inovadoras como variável auxiliar para tomada de decisão mais assertiva sobre as perspectivas dos clientes.

2.3 Indústria 4.0

O crescimento, a assimilação e o uso de novas tecnologias têm provocado diversas alterações no meio econômico e social. Estas modificações, em rápida disseminação, obtiveram uma proporção e escopos significativos, de modo que diversos estudos científicos têm proposto uma quarta revolução industrial, nomeada de “Indústria 4.0” (GILCHRIST, 2016).

De acordo com Lee, Bagheri e Kao (2015) e Coelho (2016), a Indústria 4.0 é uma visão de indústria baseada em implantação de dispositivos inteligentes e internet das coisas, que envolve as dominantes inovações tecnológicas das áreas de automação, controle e tecnologia da informação, empregadas aos procedimentos de produção. A indústria 4.0 está estreitamente voltada para a melhoria contínua em termos de eficiência e eficácia das operações, em que as máquinas interagem entre si, automatizando e facilitando tarefas para os humanos.

A expressão “Indústria 4.0” conhecida também como *Smart Factories*, representa uma concepção do que uma indústria será no futuro (COELHO, 2016). As perspectivas são de indústrias independentes, integradas a tecnologia de ponta, com ferramentas capazes de se desenvolverem e interpretarem os cenários, sendo mais flexíveis e dinâmicas, conhecidas como ferramentas inteligentes, baseadas em novos conceitos como a Internet das coisas e o *big data*. Outro conceito para indústria 4.0 é o de uma fábrica que gera mercadorias inteligentes, com estruturas que se encaixam de maneira lógica para diferentes propósitos, capazes de reduzir os custos e aumentar a produção por meio de mecanismos inteligentes e em redes de suprimentos inteligentes (COELHO, 2016; DE SÁ CARVALHO; DUARTE FILHO, 2018; SOUSA; MOREIRA; MACHADO, 2009).

Quando se refere à internet presente nas indústrias, no processo produtivo, deve-se imaginar um local em que todas as ferramentas e aparelhos estão interligados por redes e dotados de compartilhamento de informações, essa classificação é identificada como Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*). A partir do crescente volume de dados informativos fornecidos pela rede de comunicação pública, o termo *big data* surgiu como uma ferramenta de armazenamento e tratamento para estes dados (ALBERTIN; ALBERTIN, 2017).

A indústria 4.0 considerada como um avanço nos processos produtivos, possui alguns benefícios que podem ser ponderados e baseados nos impactos nas organizações (GILCHRIST, 2016): (1) redução dos custos; (2) melhoria da segurança; (3) otimização dos processos; (4) diminuição de erros; (5) fim dos desperdícios; (6) clareza nos negócios, entre outros.

A adoção de dispositivos inteligentes conectados à rede proporcionam a comunicação entre os sistemas de produção e os produtos. Esta nova estrutura de produção, baseada nos conceitos de indústria 4.0, irá constituir as fábricas inteligentes do futuro e é a base para garantir o grau de flexibilidade exigido nos mercados atuais. Estes requisitos surgem a partir da tendência de crescimento de produtividade das empresas, do aumento do número de variedade de produtos, necessidade de redução do *setup* de produção e dos tamanhos dos lotes, entre outros (CHENG et al., 2015).

A indústria 4.0 proporcionou que os clientes chegassem às empresas de maneira ágil em busca das suas necessidades. Sendo assim, de forma inversa, as empresas buscam cada vez mais agregar valor para seus consumidores, a fim de captar e estender cada vez mais sua fatia de mercado. Dessa forma, além de chegar até o cliente, as organizações buscam maneiras de aumentar sua influência sobre os compradores, de forma a estabelecer vínculos com os mesmos, adquirindo sua fidelidade ao negócio. Alcançar esse vínculo afetivo, não é uma tarefa simples, é necessário que a organização agregue valor a seu público alvo. No entanto, manter o foco no cliente é o principal requisito para que o negócio fortaleça os vínculos e se sobressaia na tomada de decisão dos consumidores (DOS REIS, 2016).

2.4 Tomada de Decisão

Pode-se tratar como tomada de decisão um processo que consiste em escolher uma ou outra alternativa, dentre um apanhado de opções possíveis para realização de algo, baseando-se nas possíveis consequências presentes e futuras que tal escolha pode causar. Com a inserção dos conceitos de indústria 4.0, surge um novo contexto, no qual a tomada de decisão é apoiada pelas ferramentas inteligentes, que oferece todo o suporte visando maior flexibilidade, adaptabilidade e respostas rápidas (FIALHO, 2017; HEINZLE GAUTHIER; LAUDON; LAUDON, 2001).

A tomada de decisão inteligente é baseada em um combinado de dados integrados e transformados em informações de várias fontes, que são analisadas para melhorar a tomada de decisão e gerar uma resposta oportuna. Essa interconexão fornece uma colaboração entre processos, pessoas e sistemas para permitir uma visão holística de apoio. A tomada de decisão inteligente, aborda um embasamento técnico, eliminando a intuição e a decisão a partir de experiência ou tentativas e erros (BERNTZEN; JOHANNESSEN; EL-GAZZAR, 2018).

De acordo com Ortiz (2019) e Berntzen et al. (2018), a tomada de decisão inteligente é uma consequência da evolução da Internet das coisas, em que o grande fluxo de dados disponível nas redes potencializou a análise de *big data* em tempo real, proporcionando previsões mais assertivas sobre os cenários. A partir da boa performance de análise de dados, permitiu-se automatizar as decisões, minimizar os riscos, evitar erros, aumentar a produtividade e aumentar as receitas das organizações.

Com o auxílio dos sistemas no processamento de dados em tempo real, o planejamento e controle da produção nas organizações alcançam maior acurácia nas entradas de informações, uma maior agilidade na contabilização dos eventos, maior visibilidade sobre os *trade-offs* e garante um plano de produção mais otimizado. Os bons resultados das empresas estão interligados a um bom planejamento, que feito corretamente com o auxílio de ferramentas inteligentes, garante maior confiabilidade nos planos e consequentemente maior competitividade de mercado (GARCIA et al., 2017).

Para dar suporte a esta tomada de decisão inteligente, são utilizadas ferramentas de sistemas de informação, capazes de gerenciar os dados e informações úteis aos gestores das organizações. A partir da ferramenta é possível comparar, analisar, simular e apoiar a melhor alternativa por meio da geração de múltiplos cenários de informações, de acordo com as restrições e particularidades específicas do processo decisório (HEINZLE et al., 2017). A ferramenta analisada no presente trabalho foi a *Smart Decision*, uma plataforma desenvolvida para auxiliar na tomada de decisão, exclusiva da organização que foi implementada na área objeto de estudo deste trabalho.

2.4.1 Smart Decision

O *Smart Decision* é uma nomenclatura dada a uma ferramenta inteligente, com poder ilimitado de dados em tempo real e *insights* para apoiar as decisões. Por meio dela, é

possível melhorar a tomada de decisão do negócio, convertendo os dados em informações trabalhadas e consistentes, com planejamento, monitoramento e previsão em uma única ferramenta. A tomada de decisão torna-se um processo robusto e baseado em dados, combinando informações, tecnologia, modelos e análise de dados (DATAPINE, 2021).

A estrutura também apresenta informações em um conjunto de painéis, apresentando uma análise dinâmica para o modelo ou áreas de negócios específicas, como por exemplo, o planejamento e controle da produção de materiais. Por meio da ferramenta, é possível identificar as necessidades do PCP, mapear os cenários e retornar o melhor dentre as particularidades específicas do negócio (DATAPINE, 2021).

De acordo com a Deloitte (2021), uma das desenvolvedoras do software, a ferramenta é programada de forma personalizada com base nas necessidades e processos de cada cliente. Dentre os seus principais benefícios para as empresas, pode-se citar: planejamento ágil e integrado; metodologias e previsões baseadas em informações instantâneas; redução dos ciclos de planejamento; envolvimento e integração dos negócios; redução de custo de tomada de decisão; maior controle sobre os riscos e consequentemente, vantagem competitiva.

A ferramenta dá o suporte para as organizações que querem se engajar com o atual conceito de indústria 4.0 e soluções inteligentes, capazes de propor soluções ágeis e proporcionar o aumento de produtividade e desempenho, fornecendo ganhos em inovação e soluções disruptivas. A nova força de trabalho com a integração dos sistemas e serviços, impulsiona a mudança industrial, o crescimento corporativo e a excelência profissional (DELOITTE, 2021).

Além disso, a ferramenta aceita vários parâmetros diferentes de acordo com a personalização do usuário, ou seja, consegue-se planejar cenários alternativos apenas modificando os dados de entrada. A ferramenta pode ser usada para a gestão de recursos, análise de diferentes estratégias e adequação dos planos organizacionais de forma a oferecer vantagem competitiva e minimizar possíveis erros de planejamento, simulando demanda, produção e *setups* de produção de forma ágil e assertiva (ROWSHON, 2019).

Apesar dos benefícios que podem ser alcançados com o uso da ferramenta inteligente, de acordo com Silva (2020), existem informações que não podem ser facilmente delegadas à plataforma, sendo improvável que a mesma seja capaz de planejar os cenários e retornar

uma saída viável. Todavia, a estratégia do negócio pode ser alterada em alguns momentos, o que transforma a plataforma em algo mais maleável que gera custos extras e necessidade de desenvolvedores a disposição da organização.

Ademais, a configuração da plataforma pode contar com falhas de atualização e problemas em sua engenharia de software o que pode acarretar coletas de dados desatualizados e conseqüentemente planos que não retratam a realidade da organização. No entanto, por se tratar de uma tecnologia, a plataforma deve ser monitorada e atualizada para evitar qualquer indisponibilidade do sistema e que as possíveis falhas possam ser detectadas brevemente, sem impactar no planejamento da produção que possa impactar negativamente o negócio (DOS SANTOS et al., 2018).

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa utilizada foi do tipo observação participante com caráter qualitativo. Esta metodologia refere-se a uma situação de pesquisa a qual ocorre uma participação dos pesquisadores dentro do ambiente de trabalho pesquisado. Admite-se que a experiência face a face entre o pesquisador com os hábitos dos grupos observados, gera uma interpretação mais profunda das ações, propiciando um estudo de campo envolvido com a coleta de dados no próprio ambiente (SERVA; JAIME JÚNIOR, 1995).

A pesquisa qualitativa, abrange diversos tipos de dados coletados e argumenta os resultados do estudo por meio de análises e percepções. No entanto, o pesquisador vai a campo a fim de adquirir as informações a partir de perspectivas diferentes das pessoas que estão envolvidas no processo e a partir daí, tira suas próprias conclusões. Além do mais, a análise qualitativa busca descrever e compreender situações variadas, mais do que enumerar suas frequências (NEVES, 1996).

O primeiro passo para a pesquisa foi o mapeamento do processo manual de planejamento e controle da produção, identificando os recursos relacionados a maquinários e pessoas, detalhando os processos característicos à atual programação dos produtos. O mapeamento apresentou os *trade-offs*¹ inerentes ao processo e as incertezas sobre o planejamento a longo prazo, o que pode ocasionar futuras revisões de cronograma. Este mapeamento para entender o processo de planejamento manual, foi feito principalmente por meio de análise documental.

A análise documental vem de uma fonte de coleta de dados restrita a documentos. No caso do presente trabalho, foi feita a análise dos planos de produção manuais dos meses de Maio a Julho de 2021. Também foram analisadas as revisões dos mesmos, caso identificadas durante o mês, analisando, identificando e listando os motivos que acarretaram alterações nos planos. Com isso, foram analisados três cronogramas de produção e cinco revisões. A reconstrução dos dados passados, possibilitou entender o processo de planejamento da produção manual e as falhas mais frequentes que acarretam a sua revisão, além de obter indícios para projeções futuras, identificando, organizando e avaliando as informações contidas, contextualizando-as aos fatos em determinados momentos (MOREIRA, 2005; SOUZA, 2007).

¹ Situação de conflito em que se opta por uma escolha em detrimento a outra.

A finalidade principal foi utilizar tais documentos como embasamento para extrair informações complementares à observação direta, que foi realizada nos meses de Abril a Julho de 2021. Como a pesquisadora também é uma colaboradora da organização e está inserida no ambiente de planejamento e nas rotinas, pôde-se perceber e realizar anotações em tempo real dos problemas frequentes encontrados após o fechamento dos planos de produção. De acordo com Bauer e Gaskell (2002), as observações diretas buscam identificar como as atividades são desenvolvidas por intermédio da observação sistemática, ou seja, visa-se entender o processo como um todo.

Tal observação foi realizada no processo de planejamento e controle da produção da empresa, onde foi definido o mix de produção e os recursos que seriam utilizados. A seleção do mix de produção foi feita com base na demanda dos produtos e os clientes prioritários para o atendimento. A área de produção escolhida para aplicar a ferramenta foi a laminação, devido a produção ser gerada a partir da demanda do cliente, sendo este o parâmetro necessário para identificar se a ferramenta é realmente capaz de proporcionar valor para o cliente se comparada à programação manual.

O setor de planejamento e controle da produção é constituído por três pessoas, um especialista, um analista e um estagiário. O grupo de desenvolvedores da ferramenta conta com aproximadamente vinte pessoas, responsáveis pela implementação e análise da consistência dos dados. Tem-se ainda a equipe de TI, responsável pelo suporte à ferramenta.

Assim, para obter uma visão mais especializada sobre este processo, foram realizadas três reuniões não estruturadas (abertas), com dois responsáveis pelos planos de produção (E1 e E4) e dois responsáveis pela implementação da ferramenta (E2 e E3), a fim de entender ao certo as problemáticas que abordam todo o contexto e para falarem sobre a ferramenta. A tabela 1 a seguir, apresenta a relação entre participantes e cargo de atuação na organização.

Tabela 1: Participantes e seus respectivos cargos

Participante	Cargo
E1	Especialista S&OP
E2	Especialista Planejamento Multimodal

E3	Especialista Planejamento Multimodal
E4	Analista S&OP

Fonte: A autora (2021)

As reuniões totalizaram oito horas de duração, sendo a de apresentação da ferramenta a mais longa delas, com quatro horas de duração (*in loco*) e as duas restantes (*online*) com em média duas horas de duração cada. Todas as conversas foram registradas a fim de garantir a integridade dos fatos, os quais geraram três páginas de transcrições e anotações. Foram realizadas também anotações sobre as observações no cenário de trabalho, incluindo os processos, os relatórios e as ferramentas disponibilizadas pela empresa para o planejamento e controle da produção atual. Todo este trabalho de observação foi acompanhado por anotações em um diário de campo e registros de conversas que aconteceram *in loco*.

Após todo o estudo prévio para alinhamento de conceito e entendimento do cenário de planejamento que não utiliza a ferramenta inteligente, foram feitas duas rodadas testes com a plataforma, utilizando a mesma base de dados da programação manual. Os dados utilizados para o presente estudo, foram as demandas dos clientes, extraídas da sistema SAP, que foram analisados e estudados na seção seis deste trabalho (os dados apresentados nesta seção, foram alterados de forma a manter a integridade da empresa). Além da agilidade nos dados, foram identificadas diferentes estratégias possíveis a serem utilizadas pela empresa.

4. RESULTADOS

4.1 Cenário atual de planejamento e controle da produção

O planejamento e controle da produção (PCP) é um setor de extrema importância para a organização. Nele é concentrado todo o fluxo estratégico de produção, envolvendo um ambiente dinâmico e com competitividade acirrada. As atividades exercidas por um PCP exigem o relacionamento com todas as áreas da empresa, desde suprimentos até a logística de entrega do produto final.

Dessa forma, planejar a produção na empresa requer além de planejamento, muita organização, coordenação e controle dos dados, uma vez que tem-se diversas variáveis que devem ser analisadas previamente para que se tenha uma boa gestão da cadeia de suprimentos. Pode-se citar alguns exemplos de variáveis que impactam no processo atual de planejamento e controle da produção na empresa, sendo elas o tamanho da área de estocagem, os recursos de manutenção, os recursos de produção, os produtos disponíveis em estoque, a demanda, os clientes prioritários e os pedidos atrasados.

O tamanho da área de estocagem é considerada uma variável restritiva dado que tem-se um mix de produtos grande, com cerca de 250 tipos de materiais diferentes. Estes materiais são estocados em pilha e o galpão tem restrição de recebimento, o que deve ser considerado no planejamento. Os recursos de manutenção também devem ser considerados, dado que são realizadas paradas programadas durante o mês, a fim de trocar algumas peças no laminador para garantir a qualidade dos produtos. Os recursos de produção determinam o lote mínimo que seja interessante produzir, ou seja, que compense o tempo e custo de preparação na hora de realizar a troca de material na produção (*setup*). Por fim, é preciso considerar e relacionar as variáveis produtos disponíveis no estoque, a demanda atual, os clientes prioritários e os pedidos atrasados, a fim de produzir a quantidade certa para o cliente certo e não gerar estoque de um material e falta de produção em outro.

Dado as restrições do processo, inicia-se a elaboração do planejamento e controle da produção. Esta atividade é realizada ao final de todo mês, quando planeja-se a produção do mês seguinte, tomando como base três variáveis principais: a demanda de produtos, os atrasos de produção e os clientes prioritários. Dado que a atividade ainda é manual, inicialmente é feita uma análise da demanda de todos os materiais na ferramenta SAP (sistema de gestão empresarial).

Após identificar as demandas, é feito o plano mestre de produção, que é um documento em que são calculadas as necessidades de produtos acabados, indicando a quantidade a ser produzida, bem como a data em que o produto deverá estar pronto para que possa atender o cliente. Durante esta etapa, também é definida se terá alguma produção para estocagem, caso seja mais vantagem produzir para estoque do que retornar na produção do material no mês seguinte. Alguns materiais são produzidos bimestralmente e quadrimestralmente devido ao custo de *setup* ser maior do que o custo de estocagem.

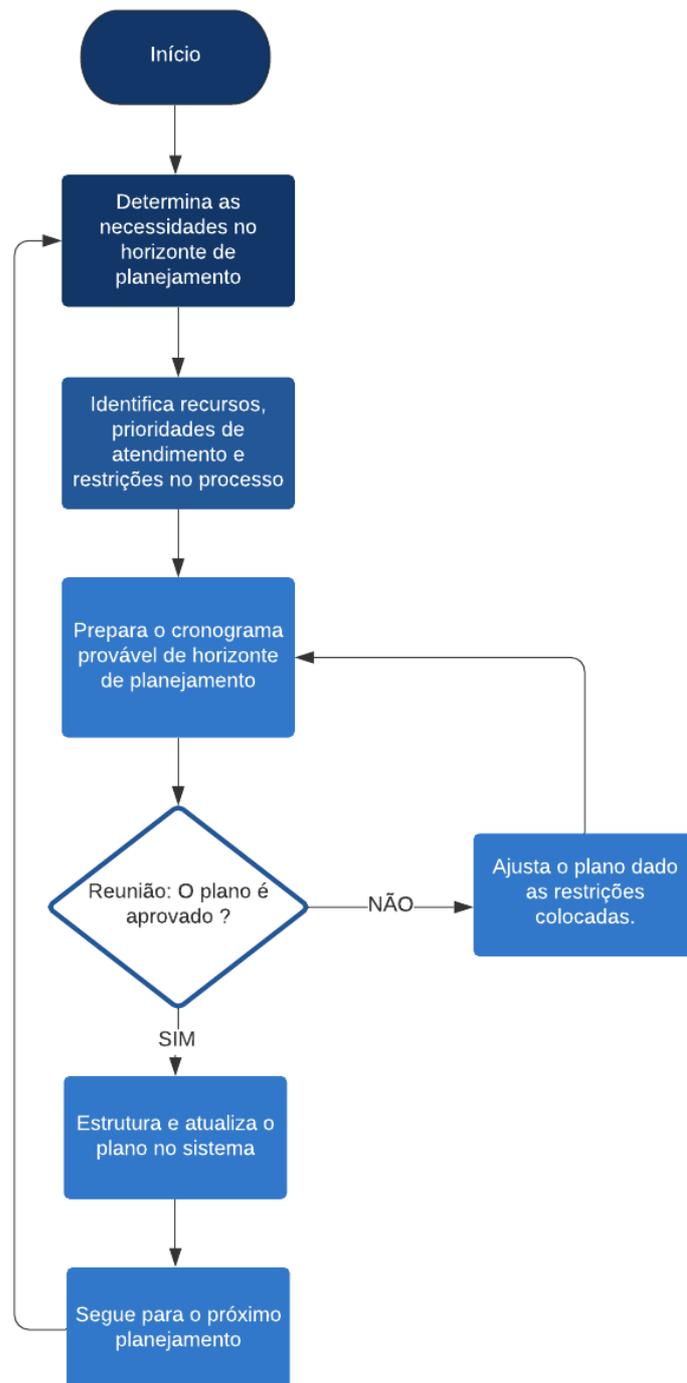
Outra variável importante são os pedidos em atraso. Caso ocorra atraso, a produção é priorizada para que o cliente não seja prejudicado pelo processo. Este estudo é feito por meio dos vendedores e o cliente diretamente, acertando a urgência no recebimento do produto, a data desejada de recebimento e a data em que a empresa pode disponibilizar o mesmo para o cliente. Além do mais, a organização possui um indicador de datas para realizar esse acompanhamento, medindo se as datas foram atendidas, postergadas ou antecipadas.

A última variável analisada inicialmente está relacionada aos clientes que serão priorizados. Esta análise se dá a partir da estratégia da organização, com base na fidelidade do cliente, volume de pedido, localização para entregas, dentre outras variáveis que são acordadas entre os vendedores. Após identificá-los e ter em mãos todas as informações anteriormente citadas, faz-se uma análise do processo do laminador, identificando a sua capacidade de produção no mês vigente.

Tendo em vista a capacidade, inicia-se o processo de preparação do cronograma de produção. No entanto, é detalhado o volume da produção, por material, embasado nas necessidades atuais e futuras. A sequência de produção dos materiais, já é pré definida para otimizar os tempos de câmbio do laminador, ou seja, é utilizada a sequência ótima de produção (ciclo do laminador). Essa prévia de cronograma é apresentada em reunião para as células envolvidas no processo, que são as equipes dos setores laminação, manutenção e logística e tem como objetivo fechar os detalhes como dia de paradas programadas para manutenção, câmbios de materiais e se a sequência dos materiais está a ideal (pode ocorrer testes de troca de sequência). Após esta discussão para a avaliação do plano, caso necessário, são feitos os ajustes e é estruturado o cronograma final, atualizando as datas de produção no sistema SAP para servir de previsão aos vendedores.

Todo este processo é feito manualmente e demanda tempo e disponibilidade de todos os envolvidos. Na figura 1 a seguir, pode-se resumir como é realizado o fluxo de planejamento e controle da produção atualmente.

Figura 1: Fluxo do processo atual



Fonte: A Autora (2021)

Apesar de a validação do plano mensal ser bem estruturada, no decorrer do mês, pode ser necessária a realização de ajustes. Estas revisões de cronograma advêm de diversos motivos, podendo ser desde beneficiar algum atendimento ao cliente, como alguma parada emergencial inesperada, denominada ruptura. Dentre os mais diversos motivos, pode-se citar: falta de área para estocagem, repriorização de atendimento ao cliente, ajuste no volume de produção de cada material, atraso no retorno das paradas programadas, intervenções inesperadas e inclusão de novos materiais ou pedidos.

Contudo, eventos inesperados e não planejados acontecem e podem impactar na produção dos materiais. De acordo com as justificativas anexadas aos cronogramas de produção, foram listados abaixo, na tabela 2, os principais fatores que acarretaram as revisões de produção no horizonte de Maio a Julho de 2021.

Tabela 2: Ocorrências de alteração de cronograma

Mês	Revisão	Motivo
Maio	01	Ajuste em função do volume de produção dos pedidos prioritários.
Maio	02	Ajuste em função das perdas de produção.
Junho	01	Inclusão de novos itens para teste.
Junho	02	Ajustado sequenciamento para otimização da oficina de cilindros
Julho	01	Ajuste em função do mix de produtos X.

Fonte: A autora (2021)

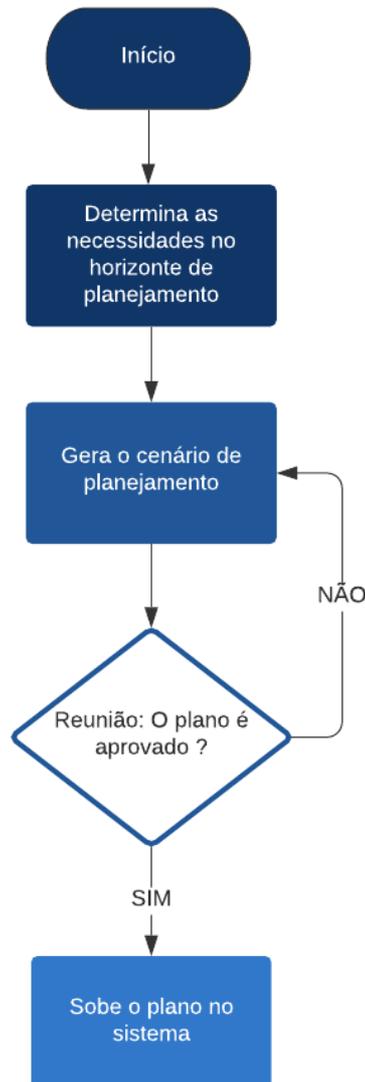
A partir do momento em que é identificada a necessidade de alguma revisão no cronograma, são realizados os ajustes pontualmente. Caso a revisão seja feita devido a alguma ruptura na produção, ou devido a algum outro motivo que impacte o atendimento aos clientes, o processo de planejamento é feito novamente. Toda revisão gera um grande retrabalho, dado que deve-se estruturar o arquivo novamente e atualizar as novas datas no sistema.

4.2 Fluxo com a ferramenta *Smart Decision*

Pode-se perceber no entanto, que o planejamento e controle da produção é um processo manual, repetitivo e que demanda tempo para análise das tomadas de decisão. A

ferramenta surge como uma alternativa ágil para otimizar o processo, deixa-lo mais enxuto e aumentar a sua eficiencia, fazendo uma conexão entre indústria 4.0 e foco no cliente. A figura 2, a seguir, apresenta o novo fluxo (alterado à partir da programação manual, como mostrada na figura 1), com a utilização da ferramenta para auxiliar no planejamento e controle da produção.

Figura 2: Fluxo com *Smart Decision*



Fonte: A Autora (2021)

Com a ferramenta, pode-se perceber que algumas fases do processo são simplificadas, já que a mesma não precisa tomar decisão passo a passo como no processo manual. Nela, as funções já ficam programadas (recursos necessários, clientes prioritários, restrições do laminador), e consegue-se chegar a uma solução ótima com facilidade. Além do mais, a

própria ferramenta é capaz de buscar as demandas no sistema SAP e gerar um arquivo com os dados. Este arquivo é usado como base da programação, nele contém os pedidos vinculados aos clientes e fica disponível para *download*, caso precise ser alterado manualmente.

Após gerado o arquivo de demanda a ferramenta fica disponível para rodar o plano de produção. O resultado do plano do software ajuda a ter uma visão mais clara do negócio, como prazos, produção e entregas, o que viabiliza uma tomada de decisão mais assertiva e confiante, tendo em vista a visão macro que a ferramenta disponibiliza.

A tomada de decisão manual, devida a sua complexidade, não há tempo hábil para realizar comparações de cenários, calcular os prazos e entregas com base na programação. Para fazer estas análises, demandaria ainda mais tempo para relacionar cada material (250 produtos) aos seus clientes, o que fica inviável no processo. No entanto, é feito apenas um cenário no planejamento manual, acreditando ser o melhor. Já a ferramenta realiza esse estudo automaticamente para identificar a programação ideal e é retornado para o usuário todas as informações inerentes ao processo (tempo de câmbio, volume de produção, entregas e data de disponibilidade).

Sendo assim, a ferramenta apresenta três opções de cenários diferentes para rodar o plano, todos eles apresentando a solução ótima de acordo com suas peculiaridades, sendo elas:

1ª : Congelamento da sequência de família ótima;

2ª : Livre;

3ª : Planejamento congelado + livre.

4.2.1 Congelamento da sequência de família ótima

Para o primeiro cenário, é utilizada a premissa de sequenciamento ótimo, no qual a troca de material gera o menor tempo de *setup*. Para que este tempo seja o menor, tem-se uma lista padrão, com a sequência de materiais que se deve produzir, um após o outro, que minimiza o tempo da troca. Este cenário é utilizado para otimização de volume, identificando os clientes prioritários e o volume necessário para atender toda demanda dentro do mês. Esta mesma informação de sequenciamento ótimo é utilizada no planejamento manual.

Neste cenário, o material é produzido em apenas uma campanha no mês, sendo o laminador feito de ciclos de produção (um material após o outro necessariamente). Depois de produzido, o material só é produzido novamente no próximo mês, a fim de otimizar os cilindros e realizar trocas menores no câmbio, tornando-o mais rápido.

4.2.2 Ferramenta livre

No segundo cenário, a ferramenta fica livre para definir o plano de produção, ou seja, é levado em consideração apenas as demandas e as datas dos pedidos. Neste cenário, a ferramenta busca as datas, os clientes prioritários e os volumes de produção e planeja de acordo com as necessidades e prioridades. Sendo assim, não é considerada uma sequência ótima de câmbio, pode ocorrer de produzir o material mais de uma vez no mês, pode ocorrer câmbios maiores que não otimizam a utilização do cilindro por completo.

A ferramenta livre visa atender os clientes próximo a data sem se preocupar com a sequência ótima. Este cenário ainda não está sendo utilizado pela organização, está apenas na fase de teste, dado que falta recursos, como maior número de cilindros e peças para um câmbio não otimizado.

4.2.3 Planejamento congelado + livre

Para o terceiro cenário, a ferramenta conta com o plano que já está pronto, no horizonte que o usuário deseja, ou seja, toma como base o planejamento que está em vigor e toma decisão de novas produções para as semanas seguintes. As semanas seguintes, são planejadas de acordo com a ferramenta livre.

Dada a escolha do cenário, a ferramenta roda a demanda e apresenta o planejamento da produção. Além de apresentar os volumes de produção e a sequência dos materiais, ela também apresenta informações adicionais do plano gerado, bem como indicadores macro, indicadores de tempo, indicadores de faturamento, de câmbio e de datas. Após gerado o arquivo, a ferramenta tem a função de passar as informações para o SAP, atualizando as datas de produção no sistema automaticamente.

4.3 Falhas da ferramenta ao longo do trabalho

Ao realizar as rodadas teste do plano de Julho, a ferramenta apresentou erros ao gerar a demanda e ao rodar os cenários. Primeiramente, ao solicitar as demandas do SAP, a ferramenta apresentou falha ao carregar. Foi necessária a intervenção das pessoas

responsáveis pelo desenvolvimento da ferramenta para entender a falha e ajustar, o que demorou cerca de duas horas.

Com o erro ao baixar a demanda, utilizou-se outra base de dados já disponível para testar se seria possível rodar o plano teste, o que também não foi possível executar. A ferramenta demorou para rodar e retornou a falha na execução, que também foi acionada aos desenvolvedores. Após solucionado o problema pelos profissionais de TI, foi possível gerar a demanda e rodar os três cenários diferentes para o presente trabalho. Não apresentando mais falhas durante esse processo.

4.4 Dados utilizados para os cenários de planejamento

Para obter uma visão realista sobre as diferenças entre o processo de planejamento e controle da produção manual e o planejamento por meio da ferramenta, foram utilizadas as demandas reais do mês de Julho da organização em ambos planos, para que os resultados pudessem ser calculados e relacionados. O planejamento manual foi desenvolvido para ser utilizado, dado que é o método atual de planejamento e para rodar os cenários na ferramenta, utilizou-se a mesma base de dados (as mesmas demandas).

Os dados utilizados, se referem as demandas presentes no sistema SAP, que é o que coordena a produção. No entanto, no processo manual, deve-se buscar item por item no sistema, para que se consiga identificar os pedidos referentes aos materiais (o que deve ser produzido). Já com o uso da ferramenta, a mesma é capaz de gerar um relatório com toda a demanda já agrupada, o que facilita a análise de produção.

Sendo assim o arquivo de dados da ferramenta apresenta a demanda dividida por tipo de carteira (pedido), tipo de produto e tipo de material, como apresentado nas figuras 3, 4 e 5 a seguir. Os dados e títulos foram alterados de forma a manter a integridade da empresa.

Figura 3: Tipo de Carteira

Tipo de Carteira	Atraso +1 Mês	Atraso Último Mês	M0	M1	Total
Comercial 1	0	0	0	0	0
Comercial 2	2	5	4	0	11
Comercial 9	76	52	6	0	134
Mercado Externo	12	47	741	1	801
Mercado Interno	5	89	47	41	182
Demanda Dependente	0	0	45	0	45
Total Demanda	95	193	843	42	1173
Estoque	0	0	1965	0	1965

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Em tipo de carteira, como mostrado na Figura 3, as demandas são agrupadas por grupos de vendas. Nos itens 1, 2 e 3, são apresentadas as demandas das comerciais, que são lojas que vendem para o cliente final e que possuem localizações diferentes, para melhor atendê-los. Os itens 4 e 5, apresentam as vendas no mercado interno e no mercado externo. No mercado externo, está a demanda do produto para exportação e no mercado interno, está as demandas dos clientes intermediários, que são aqueles que revendem o produto. O item 6, demanda dependente, apresenta a demanda por materiais cortados em tamanhos menores. O item 7, apresenta o somatório das demandas anteriores, para que se tenha uma visão macro do total das demandas. O item 8, estoque, apresenta a quantidade de estoque disponível na organização, com ele pode-se tomar uma base, se vai ou não conseguir atender a demanda total.

Nas colunas da Figura 3, tem-se o tempo em que as demandas estão implantadas (a serem atendidas) no sistema. Em atraso + 1 mês, consegue-se identificar pedidos que estão atrasados a mais de um mês. Em atraso último mês, estão as demandas atrasadas do mês passado. Em M0, está apresentado a demanda do mês atual. Em M1 a demanda do mês seguinte. O total apresenta as somas das demandas de determinado grupo de venda ao longo dos meses.

Figura 4: Tipo de produto

Tipo de Produto	Atraso +1 Mês	Atraso Último Mês	M0	M1	Total
PRODUTO PARA REVENDA	0	10	500	8	518
PRODUTO SEMI ACABADO	1	20	44	0	65
PRODUTO PARA ESTOQUE	77	55	98	25	255
PRODUTO SOB ENCOMENDA	11	99	150	0	260
PRODUTO PARA VENDA	6	9	51	9	75

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Para demanda por tipo de produto, figura 4, consegue-se identificar as demandas de cada linha separadamente. Em produto para revenda, está a demanda total dos clientes de mercado (revendedores). Logo após o total das demandas de produtos semi acabados. Em produto para estoque, a ferramenta faz o calculo sob a quantidade de material que poderia ser produzida para estocar, com base no volume alto de demanda e de entrega de determinado produto. Também identificam-se os produtos sob encomenda e os produtos enviados para as lojas que realizam a venda (comerciais).

A organização atualmente, trabalha tanto com material para estoque, quanto com material sob pedido. Este padrão surgiu devido alguns materiais não terem tanta rotatividade no estoque, sendo eles classificados como materiais sob demanda. Os materiais que possuem giro no estoque, foram padronizados como materiais para estoque.

Figura 5: Tipo de material

Tipo de Material	Atraso +1 Mês	Atraso Último Mês	M0	M1	Total
Arroz	2	0	412	0	414
Feijão	5	51	54	0	110
Farinha	25	0	28	35	88
Açúcar	26	55	67	7	155
Macarrão	4	75	150	0	229
Biscoito	26	5	45	0	76
Café	7	7	87	0	101

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

A figura 5, apresenta o terceiro e último resumo de demanda, que é segregado por material. Esta figura, apresenta a demanda total de cada item separadamente. O arquivo de demanda gerado pela ferramenta, além de formar estes três resumos apresentados anteriormente, ele também apresenta outras variáveis que auxiliam a ferramenta na tomada de decisão do plano de produção.

Ao extrair do SAP o arquivo de demanda, a ferramenta também busca os clientes, interligando-os aos seus pedidos, bem como a prioridade de atendimento de cada um deles e também a produtividade horária de cada material. Estas variáveis que são registradas no SAP, são filtradas pela ferramenta por meio da demanda e são utilizadas na hora de rodar o plano.

5. ANÁLISE

De acordo com a organização, o *Smart Decision* é um modelo de inteligência artificial no gerenciamento da produção. Uma plataforma digital, desenvolvida internamente para auxiliar os tomadores de decisão a equilibrar três variáveis básicas na cadeia de produção e comercialização, sendo elas: os pedidos dos clientes, os produtos em estoque e o ritmo de produção. O acompanhamento desses números, antes feito de maneira manual, agora pode se beneficiar de uma plataforma digital inteligente que facilita a integração das variáveis.

Rowshon (2019), ressalta que ao utilizar uma ferramenta inteligente como apoio na tomada de decisão, a organização ganha no gerenciamento dos recursos e na maior visibilidade nos indicadores, já que os planos são mais assertivos e ágeis. Além do mais, a ferramenta tem potencial para integrar as variáveis que afetam o processo de forma a encontrar a solução ótima frente os parâmetros ideias.

No entanto, sabe-se, que a organização tem como objetivo colocar o atendimento ao cliente como prioridade, porém tem-se muitos obstáculos no caminho. A organização atualmente, com a programação manual, sofre com atrasos dos pedidos, com as mudanças diárias na programação (pode-se observar muitas alterações nos pedidos), falta de área de estocagem, atrasos de produção e a falta de visibilidade sobre os *trade-offs* (não é possível prever os impactos da mudança no plano de produção em comercial, logística ou industrial). A empresa também sofre com a complexidade na tomada de decisão, devido à grande quantidade de materiais e restrições de produção, de acordo com dados coletados durante a observação em notas de campo.

Para Heinzle et al. (2017), a tomada de decisão pode ser mais precisa quando apoiada por ferramentas inteligentes, dado que por meio delas, pode-se compreender todo o panorama da situação e identificar a melhor solução para o momento. Quando a tomada de decisão é feita sem o auxílio de uma ferramenta, a subjetividade dos indivíduos pode influenciar na decisão.

Assim, a ferramenta do *Smart Decision* no planejamento e controle da produção, traz uma iniciativa que endereça os pilares principais, sendo eles a visibilidade sobre os *trade-offs*, a otimização do plano de produção, reação ágil à eventos e a acurácia nas entradas do plano. Como pode-se observar na tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Programação manual versus ferramenta do *Smart Decision*

	Programação Manual	Ferramenta <i>Smart Decision</i>
Visibilidade sobre os <i>trade-offs</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa visibilidade. - Apenas programação de um cenário devido a demanda de tempo para desenvolver, analisar e estruturar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidade sobre métricas de atraso, volume, estoque e condições industriais. - Múltiplos cenários de câmbio e impactos. - Mapeamento sobre os impactos de mudança no plano.
Otimização do plano de produção	<ul style="list-style-type: none"> - Análise manual para priorização individual de cada cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Campanhas de produção alocadas de acordo com demandas de clientes e custos/restrições industriais. - Priorização de múltiplos níveis de clientes.
Reação ágil à eventos	<ul style="list-style-type: none"> - Não se aplica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboração de plano com métricas e <i>trade-offs</i> em aproximadamente 10 min. - Definição automatizada do plano e visibilidade sobre impactos para clientes.
Acurácia nas entradas do plano	<ul style="list-style-type: none"> - Subjetividade na tomada de decisão 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso estatístico de dados industriais e comerciais para melhorar variáveis de entrada.

Fonte: A autora (2021)

Pode-se perceber, no entanto, que a ferramenta pode agregar muito no processo de planejamento e controle da produção, devida a grande facilidade que ela tem de poder manipular os dados e a agilidade de obtenção dos mesmos se relacionada ao processo manual. Além do mais, tem-se também a oportunidade de desenhar cenários diferentes em um curto espaço de tempo, que pode gerar *insights* e a escolha do cenário mais adequando para a organização, com projeções sólidas e redução da probabilidade de erros durante a programação manual (CHENG et al., 2015).

Ressalta-se que a ferramenta ainda está em desenvolvimento e não está sendo 100% utilizada, devido a falta de programação de algumas restrições do processo, porém já apresenta grandes avanços para o PCP. A fim de ilustrar estes avanços, para o presente trabalho rodou-se os três cenários com a ferramenta *Smart Decision*, um para comparação com a programação manual e os outros dois para ilustrar as possibilidades de tomada de decisão estratégica que a organização pode optar.

Para os resultados apresentados na tabela 4, foi considerado o cenário de congelamento da sequência de família ótima. Este cenário foi escolhido, uma vez que possui a mesma premissa do planejamento manual (sequência ótima de família), sendo possível a comparação entre ambos. Os outros cenários não foram comparados a programação manual, dado que a ferramenta é livre para escolher e não parte do mesmo princípio da programação manual.

Sendo assim, na tabela 4 a seguir, os resultados comprovados com a ferramenta em operação. Foram apresentadas as cinco principais mudanças no plano *Smart Decision* versus o plano original, sendo elas o volume de produção, o tempo de câmbio, o volume de entregas, os atrasos e o estoque.

Tabela 4: Resultados comprovados

	Programação Manual	<i>Smart Decision</i>	% Melhoria
Produção	X kg/ semana	X – 0,1 kg	- 1%
Câmbio	X horas/ semana	X – 0,8 horas	+ 5%
Entrega	X kg/ semana	X + 3,5 kg	+ 18%
Atrasos	X kg/ semana	X – 5,9 kg	- 42%
Estoque	X kg/ semana	X – 3,6	- 18%

Fonte: A autora (2021)

A primeira linha mostra o volume de produção em quilos por semana e o volume que foi reduzido através da ferramenta. A segunda linha, apresenta o tempo total de câmbio em horas por semana e a redução do mesmo com a ferramenta. A terceira linha, apresenta o volume em quilos de entrega por semana. A quarta linha o volume de atrasos e a quinta linha o volume de estoque em quilos por semana.

Pode-se observar que o volume de produção na ferramenta foi menor e conseguiu-se reduzir os tempos de câmbio, em paralelo, aumentou o número de entregas, reduziu os atrasos e reduziu também os estoques. A ferramenta conseguiu calibrar melhor a tomada de decisão, alterando a programação dos materiais para manter o foco nos clientes. Uma estratégia adotada por ela, foi efetuar o maior giro do estoque e, conseqüentemente, elevar o número das entregas e gerar maior satisfação ao cliente.

A figura 6, a seguir, apresenta o documento de saída (chamado de *output*) da ferramenta *Smart Decision*. Além de retornar informações de volume de produção, tempos de câmbio, entregas, atrasos e estoque, a ferramenta também apresenta outros indicadores que dão embasamento para uma análise fundamentada do plano.

Figura 6: Congelamento da sequência de família ótima

Indicadores Macro									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Faturamento	tons	0	2,502	1,464	1,553	2,295	2,518	2,502	7,830
Atraso	tons	9,433	10,856	10,200	10,614	10,382	15,507	10,856	11,676
Produção	tons	0	938	2,178	1,824	1,588	1,840	938	7,430
Demanda	tons	10,843	2,514	808	1,967	2,063	7,644	2,514	12,482
Estoque	tons	3,360	1,797	2,511	2,782	2,075	1,396	1,797	1,396
Política de Estoque	tons	2,556	2,556	2,751	2,751	2,751	2,751	2,556	2,751

Indicadores de Tempo									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Tempo Total	horas	0.0	60.0	84.0	72.0	84.0	84.0	60.0	324.0
Produção	horas	0.0	39.5	61.8	53.5	59.8	57.0	39.5	232.1
Câmbio	horas	0.0	3.6	2.9	5.3	4.5	3.8	3.6	16.6
Manutenção	horas	0.0	10.0	4.9	6.4	11.9	10.2	10.0	33.4
Outros	horas	0.0	7.0	14.4	6.7	7.8	13.0	7.0	41.9

Indicadores de Câmbio									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Número de Câmbios	#	0	6	5	6	7	7	6	24
Tempo Médio	horas	0.00	0.33	0.29	0.44	0.35	0.29	0.33	0.35
Total	horas	0.0	3.6	2.9	5.3	4.5	3.8	3.6	16.6

Indicadores de Faturamento									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Faturamento	tons	0	2,502	1,464	1,553	2,295	2,518	2,502	7,830
Produção	tons	0	938	2,178	1,824	1,588	1,840	938	7,430
Variação do Estoque	tons	0	-1,564	714	271	-707	-679	-1,564	-400

Indicadores de Datas									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Prometido	tons	1,369	543	74	129	1,778	872	543	2,853
Atendimento Prometido	tons	1,234	387	38	95	1,072	603	387	1,808
Postergado	tons	116	28	3	1	26	48	28	78
Atendimento Postergado	tons	67	19	2	1	1	36	19	39
Oportunidade	tons	6,633	1,569	476	1,773	257	6,716	1,569	9,223
Atendimento Oportunidade	tons	1,837	43	73	41	24	82	43	220

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

O documento de saída do *Smart Decision*, apresenta o resumo do cenário, que são os indicadores apresentados na Figura 6, bem como apresenta os mesmos separados, para cada material, cliente, datas, câmbios, todos detalhados e individuais. Este documento completo possui 13 planilhas, cada uma detalhando cada um dos tópicos apresentados no resumo dos resultados acima.

A figura 7 apresenta o cenário Livre, que também foi rodado no *Smart Decision* para ilustrar as possibilidades de cenários que a ferramenta pode proporcionar. Todos os resultados de saídas são ótimos, ou seja, permite a melhor tomada de decisão sobre os *trade-offs* entre produtos, nível de serviço, níveis de estoque e faturamento, tomando como base as premissas que foram configuradas antes de rodar o plano.

Figura 7: Ferramenta Livre.

Indicadores Macro									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Faturamento	tons	0	2,653	1,497	1,109	3,300	2,958	2,653	8,864
Atraso	tons	9,433	10,717	10,028	10,887	9,649	14,335	10,717	11,225
Produção	tons	0	1,186	2,291	2,012	2,038	2,027	1,186	8,367
Demanda	tons	10,843	2,526	808	1,967	2,063	7,644	2,526	12,482
Estoque	tons	3,360	1,894	2,687	3,590	2,328	1,396	1,894	1,396
Política de Estoque	tons	2,556	2,556	2,751	2,751	2,751	2,751	2,556	2,751

Indicadores de Tempo									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Tempo Total	horas	0.0	48.0	84.0	79.6	84.0	84.0	48.0	331.6
Produção	horas	0.0	39.9	67.9	65.7	66.9	64.5	39.9	265.0
Câmbio	horas	0.0	3.4	2.7	13.2	2.5	3.1	3.4	21.6
Manutenção	horas	0.0	0.1	0.2	3.9	4.1	3.0	0.1	11.3
Outros	horas	0.0	4.6	13.1	-3.2	10.5	13.4	4.6	33.8

Indicadores de Câmbio									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Número de Câmbios	#	0	5	6	10	6	6	5	27
Tempo Médio	horas	0.00	0.38	0.25	0.66	0.23	0.28	0.38	0.41
Total	horas	0.0	3.4	2.7	13.2	2.5	3.1	3.4	21.6

Indicadores de Faturamento									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Faturamento	tons	0	2,653	1,497	1,109	3,300	2,958	2,653	8,864
Produção	tons	0	1,186	2,291	2,012	2,038	2,027	1,186	8,367
Variação do Estoque	tons	0	-1,467	793	903	-1,262	-932	-1,467	-497

Indicadores de Datas									
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	M0	M1
Prometido	tons	1,369	556	74	129	1,778	872	556	2,853
Atendimento Prometido	tons	910	409	38	72	1,675	867	409	2,653
Postergado	tons	116	28	3	1	26	48	28	78
Atendimento Postergado	tons	28	19	2	1	1	37	19	41
Oportunidade	tons	6,633	1,569	476	1,773	257	6,716	1,569	9,223
Atendimento Oportunidade	tons	3,082	98	74	19	49	86	98	228

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Pode-se observar, no entanto, que devido as configurações diferentes dos cenários, cada um possui sua particularidade. O plano livre, produziu os materiais aleatoriamente, produziu o mesmo material mais de uma vez no mês, sem uma sequência ótima, otimizando as variáveis sem um padrão. O plano de sequência ótima, produziu os materiais em ciclo mensal. Pontos de atenção entre os dois cenários que vale ser ressaltado: a produção e o faturamento do plano livre foi maior, muito em função da redução nos tempos de manutenção, que na maioria das vezes são necessárias como preventivas. Este é um detalhe que ainda falta implementar na ferramenta quando ela roda no cenário livre. Além disso, como já era de se esperar, a ferramenta livre prefere reduzir o número de câmbios, produzindo um volume maior de cada produto do que a sequência ideal, que roda o laminador em ciclos mensais.

A última saída do *Smart Decision* busca as datas no sistema do planejamento manual e identifica o que já vai ser produzido e, a partir disso, planeja para o horizonte desejado a frente. No entanto, este cenário foi utilizado também como auxílio para calcular as

diferenças entre o planejamento manual e o planejamento realizado pela ferramenta. A seguir, a figura 8, apresenta o planejamento congelado + livre.

Figura 8: Planejamento congelado + livre.

Indicadores Macro										
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	202132 (02/08)	M0	M1
Faturamento	tons	0	2,195	604	1,230	2,124	2,452	2,364	2,195	8,774
Atraso	tons	9,457	11,230	11,435	12,172	12,241	17,475	16,047	11,230	13,874
Produção	tons	0	574	1,320	2,094	1,644	1,736	2,194	574	8,987
Demanda	tons	10,868	2,558	808	1,967	2,193	7,686	937	2,558	13,591
Estoque	tons	3,367	1,746	2,462	3,326	2,846	2,129	1,959	1,746	1,959
Política de Estoque	tons	2,556	2,556	2,751	2,751	2,751	2,751	2,751	2,556	2,751

Indicadores de Tempo										
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	202132 (02/08)	M0	M1
Tempo Total	horas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.0	0.0	84.0
Produção	horas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.0	0.0	68.0
Câmbio	horas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5
Manutenção	horas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
Outros	horas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	12.4

Indicadores de Câmbio										
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	202132 (02/08)	M0	M1
Número de Câmbios	#	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Tempo Médio	horas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.27
Total	horas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	3.5

Indicadores de Faturamento										
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	202132 (02/08)	M0	M1
Faturamento	tons	0	2,195	604	1,230	2,124	2,452	2,364	2,195	8,774
Produção	tons	0	574	1,320	2,094	1,644	1,736	2,194	574	8,987
Variação do Estoque	tons	0	-1,621	716	864	-480	-716	-170	-1,621	213

Indicadores de Datas										
Indicadores	Unidade	Legado	202127 (28/06)	202128 (05/07)	202129 (12/07)	202130 (19/07)	202131 (26/07)	202132 (02/08)	M0	M1
Otif	tons	2,727	373	255	64	2	7	0	373	327
Atendimento Otif	tons	2,409	24	155	59	0	7	0	24	220
Prometido	tons	1,392	580	74	129	1,908	914	95	580	3,120
Atendimento Prometido	tons	816	370	20	58	976	778	98	370	1,929
Postergado	tons	116	28	3	1	26	48	4	28	82
Atendimento Postergado	tons	32	19	3	1	26	49	3	19	81
Oportunidade	tons	6,633	1,576	476	1,773	257	6,716	254	1,576	9,478
Atendimento Oportunidade	tons	2,641	151	17	7	38	39	121	151	223

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

No entanto, neste cenário, as saídas apresentadas para o mês de Julho, são do planejamento manual e a ferramenta planejou a primeira semana de Agosto (que foi a configuração feita inicialmente). Dessa forma, pode-se perceber que a ferramenta não é capaz de calcular os indicadores de tempo e de câmbio do planejamento feito manualmente, apenas identifica as produções e as relaciona para atendimento aos clientes.

Este cenário além de conseguir mostrar os resultados que serão alcançados nos indicadores macros, indicadores de faturamento e indicadores de datas da programação manual, ele consegue pegar esse horizonte e programar um novo de acordo com a necessidade do usuário. Mesmo não estando 100% implementada, a ferramenta proporciona um estudo prévio do planejamento manual vigente do mês.

5.1 Resultados alcançados com a ferramenta

Com a utilização da ferramenta, pode-se perceber a maior agilidade em montar o plano de produção, cerca de um quarto do tempo em que se gasta no planejamento manual. Isso se deve a ferramenta conseguir identificar as demandas de forma assertiva, ágil e no momento que for solicitada.

O tempo necessário para configurar a ferramenta é de 10 minutos, selecionando o cenário desejado e as informações iniciais, cerca de mais 10 minutos para gerar a demanda e mais 10 minutos para rodar o plano, resultando na saída dos resultados com 30 minutos. Para o planejamento manual, devido ao grande número de materiais disponíveis para produção, demanda mais tempo da equipe: cerca de uma hora para filtrar e analisar as demandas, após identificar as necessidades, mais 30 minutos para identificar as prioridades de produção e mais 30 minutos para montar o arquivo final, o cronograma e mais 10 minutos para subir as ordens para o SAP, como apresentado na tabela 5 a seguir:

Tabela 5: Diferença de tempo entre o planejamento manual e a ferramenta

	Tempo manual	Tempo com a ferramenta	ΔT
Identificar as demandas	1 hora	10 minutos	50 minutos
Finalizar o cronograma	1 hora e 10 min	20 minutos	50 minutos
Tempo total	2 horas e 10 min	30 min	1 hora e 40min

Fonte: A autora (2021)

Este foi um resultado médio entre os tempos observados da programação manual, mas este tempo pode variar conforme a quantidade de variáveis a serem analisadas a cada novo plano de produção, o que não acontece com a ferramenta. A ferramenta conseguiu ser consistente, sem muito desvio nesta média.

Além disso, após rodar as demandas na ferramenta, a mesma disponibiliza o cronograma pronto, sem a necessidade de montar um arquivo para compartilhar com os operadores das outras áreas, bem como é capaz também de subir as ordens no sistema SAP, eliminando mais uma etapa manual do processo, o que também acarreta a redução do tempo.

Além da redução no tempo de planejamento da programação, foi identificada, na saída dos dados, uma oportunidade de identificar o melhor cenário para a organização dentre as possibilidades de planejamento. Isso porque a ferramenta consegue otimizar, de acordo com o plano escolhido, os indicadores de desempenho, fazendo com que possa ser feita uma análise prévia da projeção dos resultados, selecionando o que trouxer o melhor retorno em função dos clientes e do faturamento.

Porém, a ferramenta ainda está em fase de teste, os cenários apresentados no presente trabalho ainda não retratam uma realidade sólida, dado que ainda faltam alguns ajustes finos para que a mesma consiga rodar sem intervenção humana. Alguns exemplos de ajustes que faltam realizar são os tempos de câmbio, a consideração dos parâmetros adicionais de manutenção e as restrições do laminador.

Para esta pesquisa, pode-se perceber que os dados apresentados dão um embasamento do potencial que a ferramenta tem para trazer mais agilidade para o processo e a possibilidade de desenhar cenários diferentes em um curto espaço de tempo, o que para uma programação manual não há tempo hábil para desenvolver e analisar qual seria o melhor. Outro destaque positivo, é que mesmo a ferramenta não estando totalmente implantada, já é possível puxar a demanda dos materiais, o que agiliza o processo de planejamento manual.

6. CONCLUSÃO

Dado o cenário econômico atual, a competitividade entre as organizações é um fator comum e a capacidade de se sobressair entre elas é gerar valor para o cliente. Garantir a eficiência na produtividade e na otimização dos recursos, são controles fundamentais durante esse processo. Para isso, a indústria 4.0, apresenta soluções com impactos significativos, dado que a mesma engloba tecnologias para automação e troca de dados de forma ágil e eficiente.

Pode-se concluir, a partir deste estudo, que o bom planejamento e controle da produção permite o aumento da lucratividade das organizações e a utilização de uma ferramenta inteligente como auxiliar do processo, pode trazer alavancas de valor tanto para o processo em si quanto para o cliente. O mapeamento do processo manual apresentou a menor eficiência do processo, dada a complexidade na tomada de decisão e o número de revisões feitas nos cronogramas devido a falta de visibilidade sobre os *trade-offs*.

Com a utilização da ferramenta *Smart Decision*, foi possível aplicar uma nova forma de trabalhar com maior agilidade na busca dos dados e maior visibilidade sobre os *trade-offs* para a tomada de decisão estratégica. A ferramenta encontra cenários ótimos em um curto espaço de tempo e retorna os resultados que irão ser alcançados pela organização dada a escolha do plano ideal, promovendo vantagem competitiva no mercado.

Além do mais, ao utilizar a ferramenta, alcançou-se melhoras significativas nos indicadores do processo, agregando ao objetivo da organização que é ter o foco no cliente. Com isso, alcançaram-se melhores níveis de serviços, reduzindo os atrasos nas entregas, maior lucratividade e redução dos níveis de estoques. Porém, um ponto negativo é que a ferramenta ainda está em processo de implantação e não está 100% concluída.

Outro ponto a ser ressaltado é que a ferramenta precisa de suporte constantemente, devido a ocorrência de possíveis falhas. Apesar de se ter uma ferramenta completa, ela não pode ser utilizada para tomada de decisão sozinha, precisa-se de competências comportamentais para se ter um equilíbrio entre fator humano e tomada de decisão estratégica para a empresa, sendo o planejador o responsável por decidir qual dos cenários será testado e produzido.

Como fator limitante do presente trabalho pode-se ressaltar as complicações para conseguir o acesso à ferramenta. Foram necessárias várias autorizações para que se fosse

possível rodar os planos de produção e ter acesso ao planos estratégicos da empresa, a fim de realizar a devida análise. Ao rodar a ferramenta, a mesma inicialmente apresentou falhas, que também atrasou o processo de análise. Outro ponto a ser destacado foi as agendas dos entrevistados, a dificuldade em conseguir marcar uma entrevista devido a corrida rotina dos respondentes.

Como sugestão para trabalhos futuros, considera-se a possibilidade de estudar o setor de planejamento e controle da produção já estruturado com a ferramenta 100% implementada, representando os cenários possíveis e estruturados para tomada de decisão. A ferramenta, apesar de apresentar grandes avanços, ela ainda pode ser melhorada, de forma a conseguir escolher automaticamente o melhor cenário, sem a necessidade de um planejador para tomar a decisão final. Além do mais, a organização tem espaço para muitas outras aplicações como esta, em outros setores, dado o processo ainda muito manual e com oportunidade de melhorias.

REFERÊNCIAS

ALBERTIN, Alberto Luiz; DE MOURA ALBERTIN, Rosa Maria. A internet das coisas irá muito além as coisas. **GV EXECUTIVO**, v. 16, n. 2, p. 12-17, 2017.

ALBRECHT, Karl; BRADFORD, Lawrence J. Serviços com qualidade: a vantagem competitiva. In: **Serviços com qualidade: a vantagem competitiva**. 1992. p. 216-216.

BATRAN, Alexander; ERBEN, Agner; SCULZ, Ralf; SPERL, Franzika. **PROCUREMENT 4.0: A survival guide in a digital, disruptive world**. Campus Verlag GmbH, 2017, Frankfurt/New York.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George (org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002.

BERNTZEN, Lasse; JOHANNESSEN, Marius Rohde; EL-GAZZAR, Rania. Smart Cities, Big Data and Smart Decision-making. In: **The Twelfth International Conference on Digital Society and eGovernments**. 2018a. p. 16.

BERNTZEN, Lasse; JOHANNESSEN, Marius Rohde; EL-GAZZAR, Rania. Smart Cities, Big Data and Smart Decision-making-Understanding" Big Data" in Smart City Applications. In: **ICDS 2018, The Twelfth International Conference on Digital Society and eGovernments**. 2018b.

CHENG, Chih-Hong et al. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: **Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering**. 2015. p. 1010-1013.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Tese de Doutorado. 00500:: Universidade de Coimbra.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRPII e OPTC: Um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

COSTA, Ariana de Sousa Carvalho; SANTANA, Lídia Chagas de; TRIGO, Antônio Carrera. Qualidade do atendimento ao cliente: um grande diferencial competitivo para as organizações. **Revista de Iniciação Científica–RIC Cairu**, v. 2, n. 2, p. 155-172, 2015.

DATAPINE. **The smart decision support software.** Disponível em: <https://www.datapine.com/decision-support-system>. Acesso em: 03 mar. 2021.

DAVIS, Jim et al. Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. **Computers & Chemical Engineering**, v. 47, p. 145-156, 2012.

DELOITTE. **Smart Decision:** Unlimited power of data. Data-driven decision-making. The right information available, when you need it. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/ofertas-consultoria/SMART-Decision-Brochure.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

DELOITTE. **Smart Decision:** Unlimited power of data. Optimizing Expenditure. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/ofertas-consultoria/SMART-Decision-Case-study-Optimizing-Expenditure.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

DELOITTE. **Smart Decision:** Unlimited power of data. Reshaping the Cost Model. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/ofertas-consultoria/SMART-Decision-Case-study-Reshaping-the-Cost-Model.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

DE SÁ CARVALHO, Eduardo dos Santos; DUARTE FILHO, Nemésio Freitas. Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. 27, p. 36-51, 2018.

DOS REIS, Ana Cláudia Borges Coutrim et al. Marketing de relacionamento: agregando valor ao negócio com big data. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 15, n. 4, p. 512-523, 2016.

DOS SANTOS, David Coelho; JÚNIOR, Joao Carlos Xavier; DE AQUINO JÚNIOR, Gibeon Soares. IMAM-Uma ferramenta para monitoramento inteligente de sistemas e dispositivos em infraestruturas críticas de IoT. In: **Anais do X Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva**. SBC, 2018.

FEENEY, Allison Barnard; FRECHETTE, Simon P.; SRINIVASAN, Vijay. A portrait of an ISO STEP tolerancing standard as an enabler of smart manufacturing

systems. **Journal of Computing and Information Science in Engineering**, v. 15, n. 2, 2015.

GARCIA-DE-PRADO, Alfonso; ORTIZ, Guadalupe; BOUBETA-PUIG, Juan. COLLECT: COLlaborativE ConText-aware service oriented architecture for intelligent decision-making in the Internet of Things. **Expert Systems with Applications**, v. 85, p. 231-248, 2017.

GILCHRIST, A. (2016). **Introducing industry 4.0.in Industry 4.0** (pp. 195-215).

GRAZIANO, Graziela Oste et al. Coaching e Mentoring como instrumento de foco no cliente interno: um estudo regional em São Paulo. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 13, n. 1, p. 47-59, 2014.

GUERRINI, Fabio Muller; BELHOT, Renato Vairo; JUNIOR, Walter Azzolini. Planejamento e controle da produção. **Projeto e operação de sistemas. 1ª Ed. Editora Elsevier. Rio de Janeiro**, 2014.

HAMADA, Tomomi. Determinants of decision-makers' attitudes toward Industry 4.0 adaptation. **Social Sciences**, v. 8, n. 5, p. 140, 2019.

HEINZLE, Roberto; GAUTHIER, Fernando Alvaro Ostuni; FIALHO, Francisco Antonio Pereira. Semântica nos sistemas de apoio a decisão: o estado da arte. **Revista da UNIFEFE**, v. 1, n. 8, p. 225-248, 2017.

LAUDON, K.C.; LAUDON, J.P. **Gerenciamento de Sistemas de Informação**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. 433 p

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A. **A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems**. Manufacturing letters, n. 3, p. 18-23, 2015.

LEITE, Fabiano Luiz Caldas. **Utilização de business intelligence para gestão de área operacional de agências bancárias: um estudo de caso**. 2007. Tese de Doutorado.

LUSTOSA, Leonardo Junqueira; DE MESQUITA, Marco Aurélio; OLIVEIRA, RODRIGO J. **Planejamento e controle da produção**. Elsevier Brasil, 2008.

MONTOR, Bruno Ribeiro; BERTACI, Moacir José. Planejamento e controle de produção. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 578-589, 2020.

MOREIRA, Sonia Virgínia. Análise documental como método e como técnica. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação. São Paulo: Atlas**, p. 269-279, 2005.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração, São Paulo**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

ORTIZ, Guadalupe et al. Real-time context-aware microservice architecture for predictive analytics and smart decision-making. **IEEE Access**, v. 7, p. 183177-183194, 2019.

PICCAROZZI, Michela; AQUILANI, Barbara; GATTI, Corrado. Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3821, 2018.

ROWSHON, Md Kamal et al. Modeling climate-smart decision support system (CSDSS) for analyzing water demand of a large-scale rice irrigation scheme. **Agricultural water management**, v. 216, p. 138-152, 2019.

SERVA, Maurício; JAIME JÚNIOR, Pedro. Observação participante pesquisa em administração: uma postura antropológica. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 64-79, 1995.

SHAH, Denish et al. The path to customer centricity. **Journal of service research**, v. 9, n. 2, p. 113-124, 2006.

SHETH, Jagdish N.; SISODIA, Rajendra S.; SHARMA, Arun. The antecedents and consequences of customer-centric marketing. **Journal of the Academy of marketing Science**, v. 28, n. 1, p. 55-66, 2000.

SILVA, Sarah Santana Faustino et al. CHATBOT: análise da eficácia da plataforma em São José dos Campos. **Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, v. 3, n. 1, p. 58-75, 2020.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUSA, Flávio RC; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C. Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios. **II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI)**, p. 150-175, 2009.

SOUZA, Jacy Aurélia Vieira de; FREITAS, Maria Célia de; QUEIROZ, Terezinha Almeida de. Violência contra os idosos: análise documental. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 60, n. 3, p. 268-272, 2007.