UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HIANNE COELHO DE ALVARENGA PROCÓPIO

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMA HÍBRIDO DE PRODUÇÃO MRP/KANBAN EM UMA INDÚSTRIA ELETRÔNICA

JUIZ DE FORA

2019

HIANNE COELHO DE ALVARENGA PROCÓPIO

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA HÍBRIDO DE PRODUÇÃO CONJUGANDO MRP E KANBAN EM UMA INDÚSTRIA ELETRÔNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D. Sc., Marcio de Oliveira

JUIZ DE FORA

2019

(FICHA CATALOGRÁFICA - BIBLIOTECA UFJF)

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Procópio, Hianne Coelho de Alvarenga.
Proposta de Utilização de Sistema Híbrido de Produção MRP/Kanban em uma Indústria Eletrônica / Hianne Coelho de Alvarenga Procópio. -- 2019.
53 p.

Orientador: Márcio De Oliveira
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2019.

1. Sistema Híbrido de Produção. 2. MRP . 3. Kanban. I. De Oliveira, Márcio, orient. II. Título.

HIANNE COELHO DE ALVARENGA PROCÓPIO

TITULO DO TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 03 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

D. Sc. Márcio de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc., Roberto Malheiros Moreira Filho
Universidade Federal de Juiz de Fora

Eng. Esp., Tiago Ribeiro de Almeida

AGRADECIMENTOS

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de utilização de sistemas híbridos de produção MRP e Kanban em uma indústria eletrônica que hoje utiliza apenas o MRP como sistema de coordenação de ordens. Em um primeiro momento foi apresentada uma revisão bibliográfica acerca dos temas de sistemas de produção puxados e empurrados, tais como MRP e Kanban, bem como suas vantagens e desvantagens, e os conceitos relacionados a sistemas híbridos de produção conjugando estas duas ferramentas. Em seguida, foi apresentada a proposta de utilização do sistema híbrido na empresa em questão, em que foram apresentados os cálculos dos números de cartões, modelo de painel porta-kanban e cartão Kanban, e demais modificações sugeridas. Assim, foi possível realizar uma comparação final e chegar a uma conclusão a respeito das vantagens de se utilizar este tipo de sistema na empresa. Por fim, foi feita uma reflexão final a respeito do trabalho e da proposta utilizada.

Palavras-chave: MPR, Kanban, sistemas híbridos de produção.

ABSTRACT

This paper aims to present a proposal for the use of hybrid MRP and Kanban manufacturing systems in an electronics industry that uses only MRP as an order coordination system. At first, a bibliographical review was presented about the themes of pulled and pushed production systems, such as MRP and Kanban, as well as their advantages and disadvantages, and the concepts related to hybrid manufacturing systems combining these two tools. Then, the proposal of the use of the hybrid system in the company in question was presented, in which the calculations of card numbers, kanban door panel model and Kanban card, and other suggested modifications were presented. Thus, it was possible to make a final comparison and reach a conclusion about the advantages of using this type of system in the company. Finally, a final reflection was made on the work and the proposal used.

Keywords: MRP, Kanban, hybrid manufacturing systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de Produção Kurumim REP3 Fonte: A autora, 2019. 28

Figura 2: Produção x Vendas de março/2018 a março/2019. Fonte: Proveu (2019)..... 29

Figura 3: Mestre de Lotes 04/2019 – visão geral Fonte: Proveu Indústria Eletrônica ... 32

Figura 4: Mestre de Lotes 04/2019 – recorte de parte inferior da planilha Fonte: Proveu Indústria Eletrônica..... 32

Figura 5: Sugestão de cartão Kanban. Fonte: A autora (2019). 39

Figura 6: Sugestão de Painel Porta-Kanban Fonte: A Autora (2019) 41

Figura 7: Layout esquemático do chão-de-fábrica. Fonte: A Autora (2019). 42

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ERP: *Enterprise Resource Planning*

FIT: Folha de Instrução de Trabalho

JIT: Just in Time

MPS: Plano Mestre de Produção

MRP: Planejamento das Necessidades de Materiais

PCP: Planejamento e Controle da Produção

SUMÁRIO.

1. INTRODUÇÃO..... 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12

1.2 JUSTIFICATIVA 12

1.3 ESCOPO DO TRABALHO 13

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 14

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 14

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 15

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 17

2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO EMPURRADA 17

2.1.1 MRP 17

2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO PUXADA 19

2.2.1 JUST IN TIME 19

2.2.2 *KANBAN* 21

2.3 SISTEMAS HÍBRIDOS DE PRODUÇÃO 23

3. DESENVOLVIMENTO..... 27

3.1 O PROCESSO DE PRODUÇÃO 28

3.2 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO 29

3.3 MPS (PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO) 30

3.3.1 CÁLCULO DA COMPOSIÇÃO DOS LOTES 30

3.3.1.1 MESTRE DE LOTES 30

3.4 CÁLCULO DO MRP 33

3.5 SUGESTÕES PARA O KANBAN 34

3.5.1 ESTRUTURA DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA HÍBRIDO 34

3.5.2 CARTÕES KANBAN 35

3.5.2.1 CÁLCULO DOS CARTÕES KANBAN 35

3.5.2.2 SUGESTÃO DE CARTÕES KANBAN 38

3.5.3 PAINEL PORTA-KANBAN 39

3.5.4 OUTRAS MODIFICAÇÕES 42

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A PROPOSTA 43

4. CONCLUSÃO 46

REFERÊNCIAS 47

A) ANEXO A - TERMO DE AUTENTICIDADE ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

B) ANEXO F – DECLARAÇÃO DA EMPRESA ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O setor de Planejamento e Controle da Produção é de extrema importância para as empresas e, atualmente, seu papel vem sendo muito discutido nas organizações, uma vez que, em um cenário competitivo, as empresas possuem objetivos relacionados ao aumento de produtividade e maximização dos lucros.

Neste contexto, as empresas vêm utilizando o já conhecido MRP (Planejamento da Necessidades de Materiais), um sistema empurrado de produção, e discutindo integrá-lo com o JIT (Just in Time), um sistema puxado de produção, através da utilização do Kanban, como uma forma de se maximizar as vantagens de ambos os sistemas.

Estes sistemas de Produção com características empurradas e puxadas, que surgem a partir da integração entre os sistemas MRP e Kanban são denominados Sistemas Híbridos de Produção e são o objeto de estudo e discussão deste trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2007) um sistema de coordenação de ordens gerencia as ordens de produção e compra no chão de fábrica. Gerencialmente falando, a coordenação de ordens possui quatro principais atividades: planejar, controlar, organizar e dirigir; sendo a interseção entre o planejamento, o controle e a organização a atividade vital. Escolher o sistema de coordenação de ordens adequado para a empresa influencia diretamente neste planejamento e controle da produção.

Assim, percebe-se a importância do Planejamento e Controle de Produção (PCP) e dos Sistemas de Coordenação de Ordens na administração de um chão de fábrica. Para Corrêa e Gianesi (1993), embora os sistemas de administração da produção (ou sistemas de coordenação de ordens) possam refletir resultados positivos em todos os principais objetivos estratégicos de desempenho, as maiores vantagens estão relacionadas a melhoria de desempenho e custos e tempos, fatores de importância para as empresas no que se diz respeito à competitividade e sobrevivência no mercado.

Além disso, segundo Benton e Shin (1998), uma tendência atual associada aos principais sistemas de coordenação de ordens, MRP e JIT, é a possibilidade de integrá-los em um sistema híbrido. A justificativa por trás desta abordagem, segundo os autores, é que ambos os sistemas possuem vantagens e desvantagens e suas vantagens podem ser exploradas de forma a aumentar o rendimento do sistema.

Neste contexto, a proposta de realização deste trabalho surgiu a partir da vivência diária na Gerência de Produção e Logística da Proveu Indústria Eletrônica Ltda., uma indústria eletrônica de pequeno porte localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais. Observando o dia-a-dia da empresa e, especificamente, o setor de PCP, surgiu a motivação de se analisar a viabilidade de se implantar novamente um sistema híbrido de produção na empresa, de forma a aproveitar as oportunidades e mitigar os efeitos indesejados de dois dos mais utilizados sistemas de coordenação de ordens, MRP e *Kanban*, no planejamento e controle da produção.

A motivação e o interesse para este trabalho, na empresa, estão ligados diretamente a objetivos financeiros. Dentre os principais benefícios na implantação de sistemas híbridos de produção, que serão discutidos e aprofundados mais à frente no decorrer do trabalho, estão a redução de desperdícios, redução de estoques intermediários e de produtos acabados, e diminuição da carga operacional do setor de PCP; todos ligados diretamente a um cenário de redução de custos. Neste contexto, melhorias de processos e alívio no caixa da empresa entram como fatores motivacionais importantes para a pesquisa e execução deste trabalho.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Este trabalho será desenvolvido com base na indústria eletrônica Proveu Indústria Eletrônica Ltda., localizada na cidade de Juiz de Fora (Minas Gerais), que fabrica equipamentos eletrônicos para controle de frequência e acesso.

Tem-se como pretensão estudar a possibilidade de se reimplantar um sistema híbrido de produção na empresa, utilizando-se de forma simultânea MRP e *Kanban* como sistemas de coordenação de ordens. Serão levantados os dados de previsão de demanda, planejamento de produção, níveis de estoque de matéria-prima e produtos acabados, tanto quanto forem necessários para que seja possível analisar a proposta de reimplantação do sistema híbrido.

O trabalho se limitará a trabalhar apenas com os dados referentes aos equipamentos para controle de frequência, da linha de Registradores Eletrônicos de Ponto (REP), para simplificar os cálculos, uma vez que a produção dos demais equipamentos de controle de frequência e acesso não é significativa e seu faturamento representa uma pequena porcentagem quando comparado à linha REP.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O presente trabalho se propõe a realizar um levantamento da viabilidade técnica e dos possíveis benefícios para o sistema de coordenação de ordens na Proveu Indústria Eletrônica, através da migração para um Sistema Híbrido de Produção, conjugando MRP e *Kanban*.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Este trabalho se inicia com a etapa de revisão bibliográfica, que teve como objetivo buscar teorias dos principais conceitos relacionados aos sistemas de produção puxados e empurrados, bem como sistemas de coordenação de ordens, buscando embasamento comparativo entre eles, listando as principais diferenças, além de vantagens e desvantagens conhecidas. Além disso, esta etapa busca encontrar em artigos científicos aplicações práticas e estudos de caso da utilização de sistemas híbridos de produção em indústrias, preferencialmente de estrutura e porte similares à indústria em questão, para possível antecipação dos benefícios e desafios que serão encontrados ao longo do trabalho.

Posteriormente, foi realizada uma coleta de dados, em que buscou-se informações a respeito do processo produtivo e do processo de cálculo do MRP atualmente. Estas informações serviram de base para que sejam calculados indicadores para o sistema híbrido, tais como número de cartões *Kanban*, dimensionamento do painel porta-kanban, entre outros. Foram coletados dados referentes ao planejamento de produção, cálculo do MRP através do ERP, MPS através de planilha eletrônica, tamanho dos lotes e *leadtimes* de produção dos módulos intermediários.

Com os dados coletados na etapa anterior, foi possível calcular o número de cartões Kanban necessários, além de apresentar uma proposta de painel porta-kanban e um layout

esquemático da configuração do chão de fábrica utilizando o sistema híbrido. Com estas informações, foi possível discutir a proposta de implementação do sistema híbrido e também as principais modificações a serem realizadas na empresa para se adaptar à nova configuração proposta.

Por fim, após apresentados todos os dados referentes à proposta, foi discutida uma conclusão final a respeito da proposta de utilização dos sistemas híbridos na empresa em questão, passando por uma discussão a respeito dos possíveis benefícios a serem valorizados. Além disso, foram realizadas considerações finais envolvendo o trabalho como um todo e também sugestões para trabalhos futuros acerca do mesmo tema.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este Trabalho de Conclusão de Curso é dividido em quatro capítulos principais. O primeiro possui caráter introdutório, e apresenta a introdução ao tema estudado e a contextualização do problema levantado pela pesquisa, através do escopo do trabalho, seus objetivos, justificativa, metodologia e estrutura de tópicos.

O segundo capítulo, por sua vez, traz a fundamentação teórica para a pesquisa e o trabalho realizados. No caso do presente trabalho são apresentados os principais conceitos relativos a modelos de produção puxada e empurrada, programação de produção utilizando MRP e *Kanban* e uma breve comparação entre os dois modelos em sua junção para formar os sistemas híbridos de produção. Além disso, este trabalho apresenta informações comparativas a respeito das metodologias utilizadas através de um aprofundamento feito utilizando publicações recentes sobre o tema, utilização de sistemas híbridos em outras manufaturas, e comparações em âmbito profissional de MRP e *Kanban*.

Em seguida, o terceiro capítulo descreve a proposta de implantação do sistema híbrido na empresa estudada. Inicialmente há uma apresentação da empresa em questão, com uma breve descrição da sua estrutura, seus processos, e outras informações necessárias para compreensão do trabalho. São apresentados os estudos comparativos realizados, bem como os cálculos necessário, e são definidos também quais indicadores serão utilizados para auxiliar no trabalho.

Por fim, o último capítulo aborda as considerações finais sobre os resultados obtido no trabalho, concluindo sobre a proposta da implementação do sistema híbrido novamente na empresa, dado o cenário atual.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será apresentada uma revisão de literatura sobre os sistemas híbridos de coordenação de ordens de produção necessários para embasar o estudo de caso tema deste trabalho. Serão introduzidos conceitos relacionados a Sistemas Empurrados e Puxados de Produção, MRP, JIT, *Kanban* e, por fim, Sistemas Híbridos de Produção.

2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO EMPURRADA

Segundo Slack et al. (2002), sistemas empurrados são aqueles em que uma programação central define as atividades e estas são realizadas sequencialmente de acordo com as instruções centrais. Cada centro de trabalho empurra o trabalho sem levar em consideração se o centro de trabalho seguinte poderá utilizá-lo imediatamente. Os centros de trabalho são coordenados pelo sistema central de planejamento e controle (SLACK et al, 2002).

Atualmente, o mais conhecido sistema de produção empurrada é o MRP (Planejamento das Necessidades dos Materiais). Após os anos 1980 o MRP evoluiu para MRPII (Planejamento dos Recursos da Produção), visando o atendimento de demandas e das necessidades de materiais através de um planejamento centralizado de produção.

2.1.1 MRP

Corrêa e Gianesi (1993) definem o MRP como um sistema hierárquico de administração da produção que transforma planejamentos de longo prazo de produção, agregados em níveis de produtos, em planejamento de fabricação e compra de componentes e materiais. Para Benton e Shin (1998), o MRP funciona como um “organizador central” que transforma o planejamento de produção em etapas específicas para se alcançar a produção esperada. Lee (1993) ainda comenta que um sistema MRP é guiado por estratégias empurradas de produção, ou seja, a produção é realizada através de programações pré-estabelecidas, sem levar em consideração quaisquer alterações na linha, até que o MRP seja executado novamente. Para Corrêa e Gianesi (1993), os sistemas do tipo MRP são mais adequados àquelas empresas cujos objetivos estratégicos prioritários forem guiados pelo cumprimento de prazos e a redução de estoques.

As principais vantagens na utilização do MRP são amplamente discutidas na literatura. Para Corrêa e Gianesi (1993), devido a sua natureza dinâmica e complexa, o MRP é mais indicado para situações em que as estruturas de produtos sejam complexas e as demandas instáveis. Já para Fernandes e Godinho Filho (2010) o sistema consegue absorver maiores flutuações de demanda uma vez que trabalha com níveis mais altos de estoques de produtos acabados. Além disso, os autores comentam que os estoques mais altos, juntamente com o planejamento agregado, permitem que sejam definidos prazos de entrega para os pedidos e que a empresa consiga se orientar para cumpri-los, embasada pelos tempos de produção e *leadtimes* conhecidos.

Por outro lado, algumas limitações conhecidas do MRP também são discutidas na literatura. A primeira diz respeito ao ambiente altamente computadorizado: para Corrêa e Gianesi (1993), uma vez que o esforço e estrutura computacionais requeridos pelo MRP são de grande porte, nem sempre é simples adaptá-lo à realidade de algumas empresas.

A baixa capacidade de adequação à variabilidade dos parâmetros de entrada também deve ser considerada: Corrêa e Gianesi (1993) discutem que, uma vez que todos os cálculos do MRP são baseados nos parâmetros de entrada, quaisquer variações nos mesmos afetam diretamente os cálculos e resultados finais, podendo ocasionar baixa aderência entre os dados reais e os registrados pelo sistema. Benton e Shin (1998) afirmam que a natureza determinística do MRP é conflitante com a imprevisibilidade das operações, uma vez que assume-se que alguns de seus principais parâmetros de entrada, como *leadtimes* e tamanhos de lote podem ser pré-determinados. Karmarkar (1986) comenta ainda que o *timing* da produção depende diretamente dos *leadtimes* assumidos pelo sistema. Assim, inconsistências existentes no planejamento destes *leadtimes* refletem diretamente em falhas no momento da liberação das ordens, gerando excesso de inventário ou perda de prazos. Uma vez que pequenas mudanças nestes parâmetros de entrada podem gerar grandes impactos, Benton e Shin (1998) comentam que a rigidez do MRP pode levar algumas empresas a assumir cenários pessimistas no momento da determinação dos parâmetros, como forma de tentar minimizar o impacto negativo causado pela imprevisibilidade das operações.

Além disso, os altos níveis de controle de estoques também podem ser uma limitação. De acordo com Karmarkar (1986), um dos principais papéis desempenhados por um sistema MRP convencional é o de controle de estoques. Segundo o autor, o tamanho dos

estoques (e, em algumas empresas, a localização física dos mesmos) é controlada em todos os estágios através do sistema. Karmarkar (1986) observa, porém, que há casos em que o controle e o *tracking* dos estoques é requisito e, nestes casos, deve ser mantido para fins de identificação e rastreabilidade.

2.2 SISTEMAS DE PRODUÇÃO PUXADA

Sistemas de produção puxada assim são chamados uma vez que o fluxo de informações é responsável por determinar a produção, enquanto o fluxo de materiais acontece em sentido oposto. Vollmann et al (2006) definem um sistema puxado como aquele em que um centro de trabalho é autorizado a produzir apenas quando foi sinalizado que existe uma necessidade para mais peças num departamento (usuário) a jusante. Todas as movimentações e produção são autorizadas por um sinal de um centro de trabalho posterior.

2.2.1 JUST IN TIME

O Just in Time (JIT) estabeleceu-se como um sistema de produção em que, ao contrário do MRP no qual todo o planejamento de produção é conhecido previamente e apenas executado pelos operadores, no JIT a ideia é que seja produzido apenas o necessário, evitando a formação de estoques e ao mesmo tempo produzindo no exato momento em que o cliente precisa, sem faltas. Segundo Slack et al. (2002) Just in Time significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes, para que não formem estoques, e não depois, para que seus clientes não tenham que esperar. Lee (1993) afirma que o JIT utiliza uma estratégia de produção puxada para controlar a produção e a movimentação de materiais ao longo da linha de produção. Como conhecido, uma estação de trabalho só é autorizada a iniciar sua produção uma vez que a estação subsequente consome sua produção anterior. A produção, então, é puxada ao longo da linha de acordo com a ocorrência de eventos e caso haja alguma parada de produção, não há consumo e produção de novos componentes.

Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que o Just in Time funciona melhor em empresas que possuam um sistema produtivo flexível: tanto as linhas de produção facilmente adaptadas para diferentes produtos, quanto as próprias máquinas, que devem possuir baixos tempos de setup, “compensando” a produção de pequenos lotes, aumentando a velocidade do fluxo e,

assim, permitindo responder rapidamente à demanda. Lee (1993) afirma que as empresas buscam o JIT como uma forma de tentar melhorar o desempenho da sua produção; segundo o autor, muitas empresas consideram o JIT como um caminho para aumentar os lucros, através de redução de *leadtimes*, aumento da responsividade e flexibilidade. Ainda de acordo com o autor, a habilidade da empresa em responder de forma ágil ao mercado é ainda mais importante no cenário atual de incertezas.

Percebe-se assim que o JIT vai muito além de um sistema produtivo: é também uma filosofia de trabalho que deve ser entendida por todos os envolvidos no processo. É muito importante para que o JIT aconteça que as pessoas envolvidas tenham motivação para executar as atividades em uma melhoria contínua, tenham comprometimento e também que sejam capazes de trabalhar de maneira autônoma (VOLLMANN et al., 2006).

As vantagens do Just in Time também são conhecidas e amplamente discutidas na literatura. Corrêa e Gianesi (1993) destacam a redução de custos gerada pela implantação do JIT. Para os autores, as características do sistema favorecem a redução de desperdícios, tais como diminuição de tempos de *setup* e operações desnecessárias de produção, por exemplo. Além disso, a minimização dos estoques buscada pelo JIT contribui diretamente para a redução de custos. Benton e Shin (1998) afirmam que os lotes reduzidos de produção utilizados pelo JIT contribuem não só para a eficiência da produção, mas também reduz os custos associados a ela.

Outra vantagem comumente encontrada na utilização de sistemas JIT é a busca pela qualidade, uma vez que sistemas JIT são orientados para buscar zero defeitos. Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que, como a produção de itens defeituosos implica em parada de produção, o sistema é orientado a eliminar defeitos através do incentivo às análises de causas e treinamentos de verificação de qualidade. Além disso, os reduzidos tamanhos de lotes são facilitadores para minimizar peças defeituosas. Isso se dá, em grande parte, por que o JIT é orientado pela abordagem de "melhoria contínua", conforme explicado por Benton e Shin (1998). Os autores explicam que o sucesso do JIT está diretamente ligado aos conceitos de melhoria contínua e de Total Quality Management (TQM).

Além disso, Corrêa e Gianesi (1993) comentam sobre o impacto do JIT na flexibilidade de resposta do sistema, uma vez que reduz os tempos envolvidos nos processos. Os autores afirmam que a manutenção de baixos estoques também contribui para este

objetivo, pois minimiza os impactos de possíveis alterações nos produtos, por exemplo. Para os autores, a flexibilidade, juntamente com os baixos estoques e redução dos tempos também permitem aumento da velocidade de resposta, pois otimiza os fluxos de produção.

Como todo sistema de produção, e como também especificado para o MRP anteriormente, o JIT apresenta algumas limitações. Corrêa e Gianesi (1993) afirmam que suas principais limitações estão ligadas diretamente à variedade dos produtos e a variações de demanda em curto prazo, uma vez que o JIT exige estabilidade na demanda para realizar um balanceamento adequado dos recursos e do fluxo de materiais. Benton e Shin (1998) afirmam que o fluxo de materiais deve ocorrer o mais suave possível, e isto pode ser facilmente prejudicado caso algumas premissas básicas do JIT, como padronização das tarefas e redução dos tempos de *setup*, não sejam mantidas. Os autores também ressaltam a importância da estabilidade da demanda para manutenção adequada dos estoques intermediários, conforme exigidos pelo JIT.

Além disso, Corrêa e Gianesi (1993) também alertam para o fato de que a redução dos estoques torna as organizações mais suscetíveis a paralisações na produção por fatores não programados, como falhas na administração de mão de obra ou quebras de máquinas, por exemplo.

Por fim, Benton e Shin (1998) afirmam que outra grande limitação referente à implantação de sistemas JIT, principalmente em empresas ocidentais, é cultural: uma vez que entende-se o JIT muito mais como uma filosofia do que como apenas um sistema de produção, questões relacionadas a conscientização dos colaboradores e resistência a mudanças também são observadas neste sistema de produção. Lee (1993) ainda comenta que a utilização do JIT exige uma maior cooperação por parte dos colaboradores e supervisores, o que pode causar pequenos conflitos no dia-a-dia da sua utilização.

2.2.2 *KANBAN*

O Sistema *Kanban*, segundo Tubino (2000), foi desenvolvido na década de 60 pela Toyota, tendo como objetivo simplificar atividades de programação e controle de sistemas de produção. O autor ainda comenta que este sistema foi projetado para ser utilizado dentro da filosofia Just In Time. Slack et al. (2002) chamam a atenção para o fato de que o termo *kanban* costuma ser utilizado equivocadamente para se referir a todo o sistema JIT ou ao seu

planejamento e controle. Os autores definem o *kanban* como uma ferramenta para operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado.

De acordo com Karmarkar (1986), o que categoriza um sistema *kanban* como um sistema puxado é exatamente o mecanismo físico de liberação de ordens. Produções puxadas não utilizam informações sobre demandas futuras, e a produção não é disparada por nenhum requerimento em particular. Tubino (2000) complementa que a produção não começa enquanto um cliente (interno ou externo) do processo solicite a produção de um determinado item.

Shingo (1996) afirma que a principal característica do *Kanban* é que, ao invés de se utilizar um sistema de reabastecimento estimado, é reposto apenas o que foi vendido, reduzindo os estoques. Tubino (2000) comenta que, à medida que um cliente necessite de um item, ele recorre aos estoques em processos nos supermercados *Kanban*, o que aciona o processo para que os itens consumidos sejam fabricados e repostos.

Tubino (2000) explica que o sistema *Kanban* funciona utilizando-se sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica e, para isto, utiliza-se convencionalmente os cartões e painéis porta-*kanban*. Formas de cálculo e definição dos cartões *Kanban* para o estudo em questão serão explicitadas mais à frente, ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Para Tubino (2000), uma vantagem do sistema *kanban* simplifica as atividades de curto prazo desempenhadas pelo PCP, pois delega aos próprios funcionários do chão de fábrica, atividades rotineiras de administração de estoques, sequenciamento, emissão e liberação de ordens de produção. “Os Sistemas *Kanban* são extremamente eficientes na simplificação do trabalho administrativo e em dar autonomia ao chão de fábrica, o que possibilita responder a mudanças com maior flexibilidade.” (SHINGO, 1996)

Outra vantagem associada aos cartões *kanban* é ligada à forma visual de acompanhamento e controle da produção. Tubino (2000) afirma que o acompanhamento visual permite controlar de forma simples o programa de produção, informando de imediato aos superiores o quanto de trabalho é necessário para atender às demandas.

Tubino (2000) discute algumas “regras” básicas de funcionamento de sistemas *kanban*, que são consideradas premissas a serem respeitadas e seguidas, sendo elas:

a) "O processos subsequente deve retirar no processo precedente os itens apenas nas quantidades e tempo necessário": esta regra é o que diferencia o *Kanban* como um sistema puxado. O autor comenta que esta regra limita requisições de itens a apenas às autorizadas pelo *Kanban*, nas quantidades definidas.
b) "O processo precedente deve produzir seus itens apenas nas quantidades requisitadas": já esta regra, segundo o autor, tem como objetivo limitar estoques em processo, evitando excessos, e nivelando os ritmos de produção e garantindo reposição uniforme dos itens.
c) "Produtos com defeito não devem ser liberados": esta regra, segundo o autor, está diretamente ligada à importância da qualidade e dos conceitos de melhoria contínua no sistema, como já discutido anteriormente neste capítulo, no tópico de JIT. O autor ainda complementa que, devido à filosofia JIT, a realização de lotes pequenos de produção não dá margem à existência de itens defeituosos.

2.3 SISTEMAS HÍBRIDOS DE PRODUÇÃO

Vollmann et al. (2006) definem sistemas híbridos de produção como ambientes compostos por sistemas de produção diferentes operando em um processo de beneficiamento onde essa integração de sistemas tem a finalidade de aproveitar os pontos fortes de cada um e reduzir seus pontos fracos. Entende-se como o ponto interessante por trás de uma estratégia híbrida o fato de que os benefícios e vantagens de ambos os sistemas puxados e empurrados são incorporados em um único sistema. Para Karmarkar (1986) os sistemas empurrados contribuem com a utilização detalhada de informações sobre demandas futuras e *leadtimes*, enquanto os sistemas puxados trazem utilizam informações a nível local, descentralizando os controles. Segundo Karmarkar (1986), esta estratégia é mais indicada para processos de manufatura repetitivos, que possuam etapas distintas de compra de matérias-primas, fabricação de módulos, e etapas de montagem. O autor ainda discute que esta estratégia de produção não é adequada para ambientes que trabalhem com produtos personalizados ou sistemas orientados para o cliente, em que a identificação de cada lote por cliente é necessária – uma vez que os cartões *Kanban* são genéricos e não permitem identificações específicas de lotes.

Ao se considerar sistemas híbridos de produção que utilizam MRP e *Kanban*, Vollmann et al. (2006) afirmam que o MRP é excelente para planejamento da produção, embora seja fraco no controle; enquanto o JIT é excelente no controle e fraco no planejamento quando a demanda não é constante. Desta forma, muitas empresas, querendo aproveitar o melhor dos dois sistemas vêm integrando-os em suas fábricas.

O uso da sistemática do JIT, muito mais simples, viria a simplificar a própria utilização do MRP, que, dessa forma, teria de administrar uma quantidade menor de itens, gerar uma quantidade menor de ordens de produção e controlar uma quantidade menor de transações de realimentação de informações para uso do sistema. (CORRÊA E GIANESI, 1993)

Em relação ao funcionamento dos sistemas híbridos que integram MRP e *Kanban*, Karmarkar (1986) afirma que a lógica se dá da seguinte maneira: os parâmetros de entrada são computados no MRP para o planejamento das necessidades brutas, de acordo com os *leadtimes* estimados de produção. O autor explica que, nestes casos, o MRP é utilizado para o cálculo das necessidades brutas, e estas determinam os cartões *Kanban* que liberam a produção de cada item na célula de trabalho. O número total de cartões em uma célula, em qualquer momento (sendo eles cartões na fila, em processo ou produtos acabados) é igual ao planejamento das necessidades brutas para aquela estação de trabalho no *leadtime* estimado. Os cartões, entretanto, não determinam o momento da produção; este controle é feito localmente – desta forma, o controle de materiais em cada célula é feito de forma individual e o supervisor da célula é capaz de decidir em que momento a produção deverá ocorrer.

Um sistema híbrido de produção, segundo Lee (1993), integra então diferentes estratégias de planejamento e sequenciamento em uma única forma, mas deve-se levar em consideração que o JIT funciona melhor em processos com fluxo constante ou balanceados. Para o autor, a demanda por um produto "puxa" a produção da última operação necessária para aquele item que, por sua vez, dispara a necessidade de produção do item anterior, e assim vai sendo feito até que todas as operações necessárias são realizadas para atender a demanda inicial programada pelo MRP. O autor ainda comenta que, neste caso, os sistemas híbridos utilizam os princípios de cumprimento de prazos e explosão de produtos do MRP, e os combina com o sistema puxado do JIT.

Para facilitar a integração entre o MRP e *Kanban*, existem duas ferramentas utilizadas para gerenciar as interfaces entre eles, ambas explicadas por Corrêa e Gianesi (1993). A primeira delas é o *backflushing*, que corresponde ao consumo automático de quantidades-padrão de recursos utilizados na execução de uma ordem de produção, depois que a mesma é finalizada. Na utilização tradicional do MRP para todas as ordens de produção liberadas no sistema uma quantidade pré-definida de recursos é destinada a elas e, após sua finalização, uma série de informações de realimentação são requeridas pelo sistema. Ao utilizar o *backflushing*, a partir do momento em que o sistema entende que um produto acabado foi finalizado, a "baixa" dos recursos é realizada automaticamente. Os autores destacam que, nestes casos, é importante se atentar para as possíveis divergências de estoques que podem ocorrer, causadas por eventos "fora do padrão" como, por exemplo, materiais refugados. Nestes casos, uma atenção especial à sistemática de realimentação do sistema sobre esses itens é fortemente recomendada pelos autores, para que a acuracidade do sistema seja mantida.

A segunda ferramenta citada pelos autores é a possibilidade de utilização de itens-fantasmas, que são os itens na estrutura do produto que são definidos pelo usuário como não produzidos através de ordens de produção, ou itens que não possuem estoques associados. O MRP mantém registros de informações a respeito destes itens, mas no momento da geração e liberação das ordens de produção, o mesmo não "enxerga" estes itens na composição do produto final, não gerando necessidade de materiais para eles.

Para Corrêa e Gianesi (1993), estas ferramentas são bastante úteis quando se decide integrar o MRP o *Kanban*. O *backflushing* se torna necessário pois permite que as operações intermediárias sejam "puxadas", como definido pelo JIT, mas garantindo-se as informações de estoque corretas, sem a necessidade da retroalimentação constante do sistema como o MRP exige. Já os itens-fantasmas são utilizados para evitar que o MRP demande ordens de produção de itens intermediários, controlados pelo JIT através do *Kanban*. Assim, o sistema abrirá apenas ordens de produção para os itens finais.

À medida que os itens finais vão sendo terminados, esta informação vai sendo informada ao sistema que, automaticamente, vai completando a ordem aberta de produtos finais até fechá-la. Ao mesmo tempo, utilizando *backflushing,* o sistema vai dando baixa nos estoques de matérias-primas das quantidades-padrão para completar os produtos finais, sem

necessidade de fazê-lo a cada retirada de material dos estoques de matérias-primas ou componentes. (CORRÊA E GIANESI, 1993)

Dentre os principais benefícios destacadas por Karmarkar (1986) para a utilização de sistemas Híbridos de produção, destacam-se os seguintes:

- Controle local de inventário e redução dos controles de estoques;
- Redução de cálculos computacionais no MRP;
- Aumento da responsividade do sistema;
- Incentivos locais para melhoria de performance;
- Avaliação de desempenho.

O JIT é hoje um dos mais importantes mecanismos de redução de desperdícios, *leadtimes* e melhoria de qualidade, enquanto não prima por sistemas eficazes de planejamento de nível mais alto. Utilizando o MRP e o JIT de forma complementar, estabelecer-se-ia uma simbiose de sistemas que, se bem administrada, poderia proporcionar ao sistema de produção as vantagens de ambos (CORRÊA, GIANESI, 1993).

3. DESENVOLVIMENTO

Este trabalho foi desenvolvido com base na experiência pessoal no setor de Planejamento e Controle de Produção da empresa Proveu Indústria Eletrônica, uma indústria localizada na Zona da Mata, Minas Gerais, atuante no desenvolvimento e fabricação de equipamentos para controle de frequência e acesso.

A empresa nasceu em uma incubadora de empresas do Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia (CRITT) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em 2006. Atualmente possui sede própria.

Atualmente a empresa trabalha com três produtos distintos, sendo dois relacionados a controle de frequência, o REP3 e 373II; e um para controle de acesso, Tupã CP2. O carro chefe da empresa hoje é o REP3, um registrador eletrônico de ponto (REP) da Linha Kurumim, que atende às determinações da portaria 1510/09[1] do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e também às regulamentações do INMETRO. Este equipamento é responsável pela maior parte do faturamento da empresa, e seu processo de produção será o objeto de discussão deste trabalho.

Neste trabalho serão discutidos o processo atual de fabricação do equipamento, as premissas necessárias para o funcionamento do Kanban e serão sugeridas as mudanças necessárias para que seja realizada a adequação da linha produtiva ao Sistema Híbrido de Produção. Em seguida, serão discutidas as principais vantagens e ganhos que poderiam ser obtidos com a transição para o sistema híbrido.

[1] A portaria 1510, de 21 de agosto de 2009, disciplina a utilização de registro eletrônico de ponto pelas empresas e a utilização do Sistema de Registro Eletrônico de Ponto – SREP. Disponível em: <http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/ORGAOS/MTE/Portaria/P1510_09.html/>.

3.1 O PROCESSO DE PRODUÇÃO

O processo de produção na Proveu tem início na etapa de “Submontagem”, em que os módulos intermediários do produto são montados. A etapa seguinte é chamada de “Inspeção e Testes”, e consiste em uma inspeção intermediária de qualidade, com o objetivo de testar os módulos montados e evitar que peças defeituosas sejam liberadas para a montagem final. Nesta etapa também são realizadas etapas de gravação e configuração de alguns módulos, quando necessário. O produto final desta etapa são os módulos prontos em sua configuração final para utilização nos equipamentos.

Em seguida, existe a etapa de “Montagem Final”, em que é preparado o gabinete plástico dos produtos (com a montagem das tampas frontal e traseira, além da blindagem – proteção interna do equipamento), e a incorporação dos módulos prontos. A utilização dos módulos é ditada pela documentação do lote de produção do dia, de acordo com o *mix* de produtos.

Por fim, os equipamentos montados passam pelas etapas de “*Burn-In*”, em que são deixados energizados de um dia para o outro, de forma a simular as condições de uso do produto ainda dentro da fábrica; e “Inspeção Final”, em que são submetidos a uma série de verificações finais de qualidade. Defeitos encontrados nesta etapa são reparados e os equipamentos são submetidos à reverificação posterior. Uma vez liberados, os produtos passam pelas etapas de “Limpeza e Embalagem”, podendo ser armazenados no estoque.

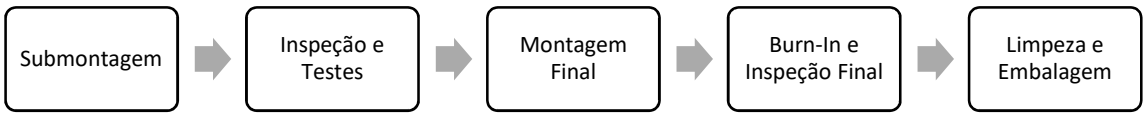

Figura 1: Processo de Produção Kurumim REP3
Fonte: A autora, 2019.

A figura abaixo descreve de forma simplificada o processo.

3.2 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

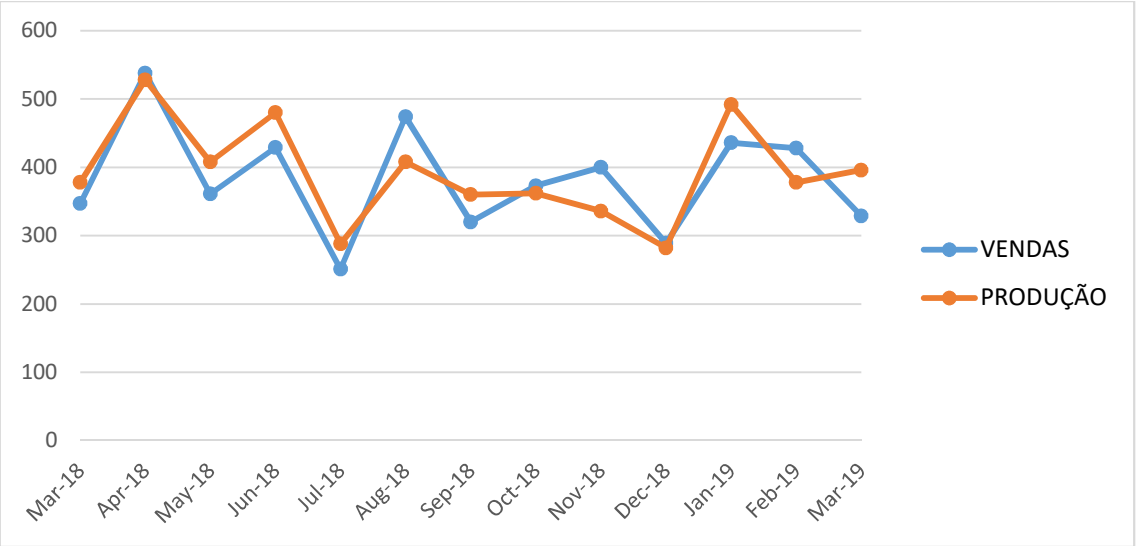

Figura 2: Produção x Vendas de março/2018 a março/2019.
Fonte: Proveu (2019)

O início do planejamento de produção na Proveu se dá com uma reunião entre os representantes dos setores Comercial, Diretoria e Gerência de Produção para previsão de demanda, que será utilizada para calcular as estimativas de vendas. Atualmente não é utilizado nenhum modelo específico para auxiliar na previsão da demanda, apenas uma análise dos dados históricos, considerando brevemente fatores como sazonalidade percebida e perspectivas de mercado. A partir dos dados levantados nesta reunião são definidos os volumes de produção para os meses seguinte e é atualizado o plano de produção com as quantidades que serão produzidas durante os meses do horizonte de planejamento.

Na figura acima é apresentado um gráfico comparativo dos dados de produção e venda dos equipamentos REP3 para os meses de março de 2018 a março de 2019. A Proveu não admite vendas perdidas, então considera-se que as vendas realizadas dentro do mês correspondem à demanda.

Em seguida, é realizado um Plano de Produção de longo prazo, com horizonte de 12 meses, em que se define a quantidade total de produção para todos os produtos. Neste trabalho, conforme mencionado anteriormente, será considerada apenas a Linha Kurumim REP3 a qual corresponde a mais de 90% dos equipamentos produzidos para estoque na Proveu.

Neste momento, são inseridos no ERP Ômega os dados relativos às quantidades que serão produzidas que servem de entradas para o planejamento das necessidades dos materiais (MRP). Uma vez que as necessidades de compra são geradas, o setor de Suprimentos inicia o processo de aquisição de matérias-primas. É importante destacar que o MRP acontece paralelamente ao cálculo do Programa Mestre de Produção (MPS) devido à necessidade de antecipação de compras futuras com o objetivo de ganho de escala.

3.3 MPS (PROGRAMA MESTRE DE PRODUÇÃO)

Corrêa e Gianesi (1998) definem o MPS como uma declaração do que a empresa pretende produzir. Os autores especificam que o programa-mestre não é uma declaração de vendas, pois leva em consideração outros dados, como informações de demanda, disponibilidade de recursos e outros fatores externos.

3.3.1 CÁLCULO DA COMPOSIÇÃO DOS LOTES

Ainda segundo Corrêa e Gianesi (1993), o horizonte de planejamento é definido como a extensão do período futuro que está sendo planejado, sendo o horizonte dividido em um número definido de períodos. Os autores comentam que a divisão de períodos mais comumente encontrada na prática é semanal, enquanto o horizonte é calculado baseado nos *leadtimes* de entrega de materiais, e outros fatores. No caso da Proveu, em específico, o horizonte de planejamento considerado no MPS é de um mês, com períodos diários de produção. No primeiro dia útil de cada mês, após a definição das quantidades a serem produzidas, o setor de PCP é responsável por realizar o MPS e calcular os tamanhos e composição dos lotes de produção diários. Como forma padrão, define-se que os tamanhos dos lotes são fixados em múltiplos de seis, normalmente mantendo-se o padrão de 24 relógios na produção das segundas às quintas-feiras e 18 relógios às sextas-feiras, devido à redução de uma hora no expediente de trabalho. Semanalmente o planejamento mensal é revisado após uma conferência das demandas e níveis de estoques e, caso necessário, os lotes seguintes podem ser reprogramados conforme necessidade. O MPS é realizado na Proveu através de planilhas eletrônicas.

3.3.1.1 MESTRE DE LOTES

O cálculo da composição dos lotes é realizado através de uma planilha eletrônica denominada “Mestre de Lotes”. Nesta planilha são incluídos os dados referentes a posição de

estoque dos produtos, os pedidos firmes de venda, o *mix* de produção baseado nos meses anteriores, a produção em andamento e o plano de produção para o mês.

A linha de produtos Kurumim REP3 é composta de doze modelos diferentes de equipamentos. A Proveu produz para estoque três destes doze modelos, que juntos compõem cerca de 80% do *mix* de produção e das vendas. Assim, o MPS é realizado buscando-se distribuir a produção estimada destes modelos na composição dos lotes ao longo do mês. Pedidos de modelos de REP3 produzidos sob encomenda são notificados previamente pelo setor Comercial e, nestes casos, o PCP ajusta o lote de produção em que será incluído aquele equipamento em específico com o intuito de atender de forma rápida o Comercial e os clientes, sem prejudicar o planejamento da produção ou gerar estoques desnecessários de modelos sem grande saída.

A definição da composição dos lotes baseia-se na ferramenta *Heijunka*, criada no Sistema Toyota de Produção. A programação nivelada (ou *heijunka)* significa manter o *mix* e o volume do fluxo entre os estágios, ainda que por mais tempo. (SLACK ET AL., 2002).

Na figura 3 é apresentada a planilha de "Mestre de Lotes" preenchida para o mês de abril de 2019. Conforme apresentado, a composição dos lotes varia em múltiplos de seis equipamentos, como pode ser visto na linha "Total". As linhas superiores correspondem a cada modelo produzido, sendo a produção programada para as três linhas destacadas em preto, correspondentes aos modelos produzidos para estoque. A produção para estes modelos, então, é nivelada seguindo os princípios do *heijunka*, seguindo a proporção de cada modelo no *mix* de produção.

FOLLOW-UP	Embalado	Embalado	Embalado	Embalado	Embalado	Liberado	Liberado	Previ.	Previ.	Previ.	Previ.	Previ.
LOTE	168I	168J	168K	168L	168M	168N	168O	168P	168Q	168R	168S	168T
INICIO PROD.	11/04/19	12/04/19	15/04/19	16/04/19	17/04/19	18/04/19	22/04/19	23/04/19	24/04/19	25/04/19	26/04/19	29/04/19
FATURAMEN.	15/04/19	16/04/19	17/04/19	18/04/19	19/04/19	22/04/19	24/04/19	25/04/19	26/04/19	29/04/19	30/04/19	01/05/19
REP3 BR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 PX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 BIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 MAX BR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 MAX PX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 MAX BR PX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 BR NT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 PX NT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REP3 BIO NT	0	0	9	0	12	12	0	0	6	6	6	6
REP3 MAX BR NT	0	0	0	9	6	6	0	0	6	0	0	3
REP3 MAX PX NT	12	12	9	9	0	0	18	18	6	12	12	9
REP3 MAX BR PX NT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	12	12	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18

Figura 3: Mestre de Lotes 04/2019 – visão geral
Fonte: Proveu Indústria Eletrônica

Modelo	Estoque	Lote	Mix	Difer.		Estoque	Processo	Pedidos	Dispon.
REP3 BR	0	0	0,08%	0,08		0	0	0	0
REP3 PX	0	0	0,00%	0,00		0	0	0	0
REP3 BIO	0	0	0,42%	0,42		0	0	0	0
REP3 MAX BR	0	0	0,00%	0,00		0	0	0	0
REP3 MAX PX	0	0	0,17%	0,17		0	0	0	0
REP3 MAX BR PX	0	0	0,00%	0,00		0	0	0	0
REP3 BR NT	0	1	1,34%	0,74		0	0	0	0
REP3 PX NT	0	0	0,84%	0,84		0	0	0	0
REP3 BIO NT	46	11	34,42%	0,08		39	12	5	46
REP3 MAX BR NT	23	0	11,39%	2,47		8	15	0	23
REP3 MAX PX NT	79	5	50,59%	0,01		72	9	2	79
REP3 MAX BR PX NT	0	1	0,75%	0,15		0	0	0	0
	148	18	100,00%	4,96		119	36	7	148

Figura 4: Mestre de Lotes 04/2019 – recorte de parte inferior da planilha
Fonte: Proveu Indústria Eletrônica

A primeira linha que aparece na figura 3, “Follow up”, corresponde a uma identificação de status dos lotes representados pelas colunas: os mesmos podem estar apenas especificados, liberados para produção, embalados ou apenas previstos. Em seguida, há a linha de “Lote”, em que são identificados os lotes produzidos em cada dia. A Proveu utiliza uma numeração sequencial para cada mês (por exemplo, abril de 2019 equivale ao mês 169, maio ao mês 170, e assim sucessivamente) e, para cada dia de produção, é acrescido uma letra ao número do mês. As próximas duas linhas representam as datas previstas de início da produção e faturamento, respectivamente.

O cálculo da composição, então, é realizado através da ferramenta de otimização do Excel denominada Solver, porém seu funcionamento não é essencial para o desenvolvimento da proposta, e não será detalhado neste trabalho. É importante ressaltar que o Solver utiliza no cálculo o *mix* completo de produção, considerando os percentuais de relevância de todos os

modelos de REP3 disponíveis. Porém, como a política de estoques da Proveu determina que apenas três dos doze modelos são produzidos para estoque, sendo os outros produzidos apenas em casos de pedidos firmes, é realizado um trabalho manual pelo PCP para "adequação" da solução ótima para a política de estoques utilizada. Neste caso, todas as sugestões de produção de modelos sob demanda não são consideradas e as quantidades são distribuídas manualmente entre os modelos para estoque, de forma a manter a quantidade total de produtos acabados planejada para o mês. A figura 4 apresenta a seção do Mestre de Lotes em que são dispostos os resultados dos cálculos do Solver, sendo que as três linhas destacadas em amarelo correspondem aos modelos em questão, produzidos para estoque. Conforme mencionado, todas as sugestões fora destas três opções são remanejadas durante o mês.

3.4 CÁLCULO DO MRP

O Planejamento das Necessidades de Material é realizado através do ERP Ômega, que reúne as informações importadas após a reunião de previsão de demanda, posição de estoque dos produtos acabados, módulos intermediários e matérias-primas e, combinado aos dados de explosão dos produtos (equivalente a *Bill of Materials* (BOM – Lista de Materiais)) e aos *leadtimes* de entrega e estoques de segurança, e tem como saída as necessidades de compras de cada matéria-prima. Estas necessidades de material são "vistas" como Requisições de Material dentro do sistema, a serem tratadas diretamente pelo setor de Suprimentos.

Uma vez que as requisições de compra são transformadas em pedidos de compra, as quantidades de matérias-primas empenhadas ficam disponíveis no ERP como "Pedidos de Compra" aguardando a chegada do material na empresa e a entrada da nota fiscal para que o material fique disponível no estoque de matérias-primas.

Com as matérias-primas disponíveis no Ômega e munido do MPS calculado anteriormente, com a composição dos lotes definidas, o setor de PCP é capaz de sequenciar e liberar as ordens de produção necessárias para executar a produção. No ERP são cadastrados os roteiros de todos os produtos e os mesmos são explodidos a nível de módulos intermediários e componentes. No momento em que é realizado o MRP, então, ficam disponíveis informações relativas a quantidade de módulos intermediários que serão necessários para realizar a produção prevista no mês e, assim, a quantidade de matérias-

primas necessárias. As necessidades de matérias-primas são transformadas em requisições de compra, e as necessidades de módulos intermediários em ordens de produção pelo PCP, sendo sequenciadas à medida que os lotes de produtos acabados são apontados.

3.5 SUGESTÕES PARA O KANBAN

3.5.1 ESTRUTURA DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA HÍBRIDO

O Kanban, como aprofundado no capítulo de revisão de literatura, é um operador do planejamento de controle da produção em sistemas puxados que consiste em utilizar sinalizações visuais para controlar a produção e movimentação de matérias-primas e estoques intermediários ao longo da fábrica.

No caso da Proveu, fatores como o fluxo reduzido de caixa e a necessidade de ganhos de escala em compras de matérias-primas chave para a produção, como as compras realizadas através de importações, não incentivam a empresa a trabalhar com sistemas puxados em sua totalidade, pois a importância da antecipação da demanda e do planejamento de longo prazo da produção são essenciais para alcançar ganhos de escala importantes para a empresa Neste contexto, surge a proposta de se trabalhar com o planejamento de produção empurrado – através da utilização de previsões de demanda e de planejamento de longo prazo para cálculo das necessidades de material; mas operacionalizando a produção como um sistema puxado de produção, objetivando aproveitar as vantagens dos sistemas puxados e, especificamente, do Kanban, já citadas anteriormente neste trabalho.

Em termos práticos, a proposta gira em torno de transformar as etapas diárias de controle do PCP, como o sequenciamento, liberação e apontamento de ordens de produção de módulos intermediários em processos controlados pelo Kanban. Assim, as informações de planejamento de longo prazo do PCP seriam utilizadas para empurrar a fabricação de produtos acabados e, a partir destas, a própria produção seria responsável por puxar a fabricação dos módulos, através de supermercados Kanban dispostos ao longo da linha de produção.

No ERP Ômega, seria necessário utilizar os conceitos mencionados na sessão 2.3, *backflushing* e itens-fantasma. Os itens definidos como produzidos apenas através dos cartões Kanban (módulos intermediários) devem ser marcados no ERP como itens-fantasma, de forma que continuem sendo vistos na composição dos produtos no sistema e também nas

ordens de produção dos produtos acabados, mas não sendo consumidos no apontamento das mesmas. Com isso, seu controle de estoque (e de suas matérias-primas relacionadas) passa a ser realizado através dos cartões Kanban o que torna estes itens puxados no sistema, uma vez que o MRP não gera necessidade de material para os mesmos. E, utilizando o *backflushing*, busca-se garantir que as informações de retroalimentação do sistema sejam entendidas de maneira adequada, de forma que os dados relativos aos estoques de matérias-primas e seus consumos estejam coerentes, através da baixa automática dos mesmos no momento dos apontamentos das ordens de produção dos produtos acabados. Assim, mesmo sem a abertura de ordens de produção dos módulos intermediários no ERP, o simples apontamento dos produtos acabados já realimenta o sistema com os consumos das matérias-primas, de forma que as posições de estoque das mesmas estejam disponíveis e atualizadas no sistema para consulta e para os planejamentos seguintes.

3.5.2 CARTÕES KANBAN

Tubino (2000) explica que o sistema *Kanban* funciona utilizando sinalizações para ativar a produção e movimentação dos itens pela fábrica e, para isto, utiliza-se convencionalmente os cartões e painéis porta-*kanban*. Moura (1989) explica que o Kanban de produção é uma forma de controlar a produção. Um sistema de manufatura usa um kanba de produção para controlar os processos precedentes contra a produção em ritmos mais rápidos, que podem ser consumidos pelos processos subsequentes. Cada vez que um contenedor é transportado para o processo subsequente, ele pode começar a produzir um novo item tal como um Kanban de produção independente (MOURA, 1989).

A proposta para este trabalho é que os cartões Kanban substituam as ordens de produção de módulos intermediários, de forma que a própria produção, no momento em que receba as informações da quantidade de equipamentos prontos que deve produzir, com suas respectivas composições, seja capaz de sinalizar a necessidade de produção de módulos intermediários para suprir esta demanda – empurrada pelo setor de PCP.

3.5.2.1 CÁLCULO DOS CARTÕES KANBAN

Segundo Tubino (2017), o número de cartões Kanban pode ser calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$Nk = \frac{DxNdx(1+S)}{Q}$$

Em que *D* corresponde à demanda diária média para o item, *Nd* os dias de atendimento da demanda; *S* um percentual de segurança a ser definido pela empresa e *Q* o tamanho do lote de produção.

Para o caso da Proveu, foram obtidos os seguintes valores de *Nk* para os módulos intermediários:

CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**	***Nk***
10136	MODULO CONEXAO DE ENERGIA KURUMIM REP3	1
10137	MODULO DE CONEXAO TCP/IP KURUMIM REP3	1
10138	MODULO IMPRESSOR KURUMIM REP3	2
10139	MODULO PRINCIPAL KURUMIM REP3	3
10140	MODULO PRINCIPAL KURUMIM REP3 – PX	3
10141	MODULO BIOMETRICO KURUMIM REP3	1
10143	MODULO PITCP KURUMIM REP3	3
10168	MODULO PROXIMIDADE PROVEU – REP3	2
10170	MODULO LEITOR DE BARRAS – CIS KURUMIM REP3	1

Tabela 1: Dimensionamento dos cartões Kanban
Fonte: A autora, 2019.

Os valores referentes às demandas diárias por módulo, bem como o tamanho padrão dos lotes foram calculados utilizando-se os dados reais da empresa, porém não serão divulgados neste trabalho por questões de confidencialidade dos dados.

Os valores obtidos para o número de cartões apresentados na Tabela 1 são coerentes com a realidade da empresa e com as premissas de funcionamento do Kanban. Os itens que possuem menores *leadtimes* de fabricação e/ou maiores lotes de produção podem ser alocados em um número menor de cartões Kanban, como é o caso dos módulos que apresentaram apenas um cartão. Para estes módulos, apesar de toda vez estarem na linha vermelha do painel porta-kanban (cujo funcionamento será explicitado mais adiante neste trabalho), estes possuem uma "folga" maior em relação aos demais módulos, devido à facilidade/velocidade de produção dos mesmos e aos lotes maiores, o que permite que sejam dimensionados para apenas um cartão sem prejudicar o funcionamento do sistema e sem que haja risco de falta de

disponibilidade do módulo no supermercado para os clientes finais (no caso, a etapa de Montagem Final da produção).

Já com os itens que foram dimensionados com mais cartões Kanban, sendo três o maior número atingido no caso, o raciocínio é análogo: são itens que possuem maiores *leadtimes* de produção e, ao mesmo tempo, lotes menores (ambos devidos a vários fatores, como maior complexidade do processo produtivo, maior custo, etapas mais longas de fabricação e testes). Para estes casos, considera-se que os riscos relacionados a produção e disponibilização dos mesmos é maior, dimensionando então um número maior de cartões de forma a suprir quaisquer imprevistos, sem que o restante do sistema produtivo seja comprometido.

Uma adaptação realizada nos cálculos para a Proveu em relação ao cálculo tradicional dos cartões Kanban diz respeito ao dimensionamento dos lotes (Q). Tubino (2017) explica que, de forma geral, deve-se procurar trabalhar com lotes menores possíveis, com o intuito de que os itens alocados nos supermercados tenham giro. Além disso, o autor ainda salienta que alguns outros fatores de chão de fábrica podem ser utilizados para balizar os tamanhos dos lotes de produção, como tamanho físico dos contenedores, tamanho dos lotes dos equipamentos fornecedores, dinâmica de consumo, entre outros fatores.

Neste contexto, entende-se que o dimensionamento dos cartões Kanban segue as premissas da manufatura enxuta, dentre elas, a de redução de desperdícios, incluindo a diminuição de estoques em processo. Assim, costuma-se trabalhar com os lotes Kanban em fatores proporcionais às necessidades de utilização nos produtos acabados, “de forma a manter uma proporcionalidade entre a armazenagem e consumo dos itens no supermercado” (TUBINO, 2017).

Para alguns itens apresentados foi necessário dimensionar os tamanhos dos lotes Kanban garantindo uma “folga” maior na produção, produzindo uma quantidade não múltipla dos valores necessários nos produtos acabados. Esta adaptação precisou ser realizada devido às características de produção dos módulos em questão: são itens com maiores *leadtimes* de produção, e que envolvem na sua fabricação etapas de gravação e configuração que, a partir de um certo ponto, caso sejam encontrados defeitos, não há a possibilidade de correção no momento, obrigando o montador a descartar o módulo completo. Assim, diferentemente de outros módulos em que a aparição de defeitos durante a sua fabricação permite a correção

rápida, não prejudicando a quantidade final entregue para estes módulos específicos o *leadtime* de entrega da peça ficaria defasado em relação ao restante do lote.

Como o Kanban originalmente procura sempre trabalhar com lotes pequenos, em quantidades múltiplas, não há na literatura uma solução pré-formatada para casos como o citado acima em que quantidades maiores são necessárias, por questões particulares do processo produtivo. A decisão do que se fazer nesses casos, então, torna-se gerencial, a ser avaliada diretamente pelos supervisores de produção que devem decidir entre utilizar as quantidades sobressalentes para próximos cartões ou realoca-las para outras funções dentro da produção.

No caso da Proveu, duas hipóteses são consideradas: pode ser criado um supermercado próximo para itens sobressalentes devido a margem de segurança, até que haja quantidade suficiente para completar um cartão. Nestes casos, quando completada a quantidade de itens conforme o tamanho do lote, estes voltariam para o supermercado de módulos montados como um lote pronto, alocado a um cartão específico. Outra possibilidade seria manter o estoque sobressalente já como uma quantidade pré-produzida do próximo cartão, ficando a cargo do operador responsável por avaliar a quantidade já pronta e produzir apenas a quantidade faltante, de modo a completar a quantidade padrão de um cartão, que deve ser entregue ao supermercado.

3.5.2.2 SUGESTÃO DE CARTÕES KANBAN

Moura (1989) explica que os cartões de produção comumente apresentam seis informações. Consta no cartão a descrição da peça, fornecendo informações básicas sobre a mesma, e o tamanho do contenedor, indicando o tamanho do lote para este item. Além disso, o cartão pode conter alguma descrição a respeito do centro de trabalho em que a peça é produzida, o local de estocagem do contenedor após finalização da produção, e também as necessidades de materiais para produção daquele cartão. O autor comenta que os cartões podem conter muitas outras informações, de acordo com as necessidades da empresa.

Para a Proveu, é apresentada abaixo uma sugestão de cartão Kanban, seguindo os conceitos básicos apresentados por Moura (1989). Uma adaptação realizada foi a retirada de descrições sobre os centros de trabalho e processos, uma vez que todos os cartões serão

produzidos nos mesmos postos de trabalho, sendo as etapas de Submontagem e Inspeção e Testes.

A figura 5 mostra a sugestão do cartão Kanban para a Proveu.

KANBAN	
Código	Descrição
Lote	Local

Figura 5: Sugestão de cartão Kanban.
Fonte: A autora (2019).

3.5.3 PAINEL PORTA-KANBAN

O painel porta-kanban, segundo Tubino (2017), é utilizado dentro do sistema de programação puxado para sinalizar e sequenciar as necessidades de reposições dos supermercados. O painel é sinalizado com três faixas de cores, verde, amarela e vermelha, que são utilizadas para diferenciar de forma visual a necessidade de reposição de cada item no momento, em que considera-se que quanto mais perto da faixa vermelha, mais urgente é a necessidade de reposição daquele item.

No momento em que o cliente retira um contenedor do supermercado, o mesmo é responsável por fixar seu cartão Kanban na faixa correspondente, sempre da verde para a vermelha. O objetivo é que os cartões nunca cheguem a alcançar a faixa vermelha e, caso alcancem, sejam produzidos rapidamente de forma a abastecer os supermercados o quanto antes. Na produção, a prioridade se dá do vermelho para o verde, deixando a decisão do sequenciamento de produção sob responsabilidade dos próprios montadores, que conseguem diferenciar visualmente qual item deve ser produzido naquele momento, e assim sucessivamente. O aumento de autonomia dos operadores é um dos benefícios mais comentados na implantação de um sistema Kanban de produção.

No caso da Proveu, uma outra adaptação é sugerida para contornar possíveis empates nos cartões nas linhas vermelhas: uma vez que o número de cartões é relativamente pequeno e muitos módulos apresentam apenas um cartão dimensionado, existe a possibilidade de que em

certos momentos haja mais de um módulo com apenas um cartão na linha vermelha. Nestes casos, o operador tem autonomia para escolher qual módulo produzir (entre os que estão na mesma linha de cor), mas não há forma prática de saber se, entre estes cartões, um está aguardando reposição a mais tempo que o outro, ou um tem, por algum motivo, prioridade maior que o outro.

Para evitar estes problemas, a sugestão de priorização é dada através da localização do módulo no painel, sendo: de cima para baixo, devem ser produzidos obrigatoriamente nesta ordem, seguindo a codificação das cores. Ou seja: se existe mais de um módulo que necessita reposição imediata, o operador deve produzir primeiro o módulo que está localizado mais acima no painel, e assim sucessivamente para os demais módulos. Desta maneira, os riscos de falta de material no supermercado diminuem consideravelmente por problemas de priorização.

Na figura 6 abaixo é apresentado um modelo de painel porta-kanban, já utilizando da sugestão mencionada de priorização de cima para baixo:

PAINEL PORTA-KANBAN REP3			
10139 MODULO PRINCIPAL REP3			
10140 MODULO PRINCIPAL REP3 - PX			
10168 MODULO PROXIMIDADE PROVEU REP3			
10143 MODULO PITCP REP3			
10138 MODULO IMPRESSOR REP3			
10141 MODULO BIOMETRICO REP3			
10170 MODULO LEITOR DE BARRAS CIS REP3			
10136 MODULO CONEX DE ENERGIA REP3			
10137 MODULO CONEX TCP/IP REP3			

Figura 6: Sugestão de Painel Porta-Kanban
Fonte: A Autora (2019)

Desta forma, para o exemplo acima, ambos os módulos 10168 (MODULO PROXIMIDADE PROVEU REP3) e 10138 (MODULO IMPRESSOR REP3) possuem a mesma quantidade de cartões. Caso haja uma situação em que ambos estejam com os dois cartões no painel, ocupando as faixas amarelas e vermelhas, sinalizando necessidade de reposição imediata, a regra de priorização definida indica que o módulo 10168 (MODULO PROXIMIDADE PROVEU REP3) deve ser produzido primeiro, por estar mais acima no painel porta-kanban. Em seguida, com a disponibilidade de mão-de-obra, deve ser produzido o módulo 10138 (MODULO IMPRESSOR REP3).

A disposição dos módulos no painel porta-kanban é uma decisão gerencial e deve levar em conta, além dos fatores já mencionados, como tamanho dos lotes e número de dias necessários para a produção do mesmo, indicadores ligados à eficiência dos processos, número de perdas ao longo da produção, disponibilidade de recursos, entre outros.

Através da figura 7 abaixo representa-se de forma esquemática o *layout* proposto para o chão de fábrica. Nesta proposta, o funcionamento se daria da seguinte forma: o montador dos módulos intermediários retira o cartão no painel, produz o módulo de acordo com a quantidade determinada no cartão e, após a etapa de inspeção e testes, aloca o módulo finalizado no supermercado localizado junto com o painel porta-kanban. Em seguida, o montador responsável pela etapa de montagem final retira o lote completo do supermercado, levando-o para a bancada de montagem, e realocando o cartão no painel porta-kanban de acordo com a ordem de prioridade.

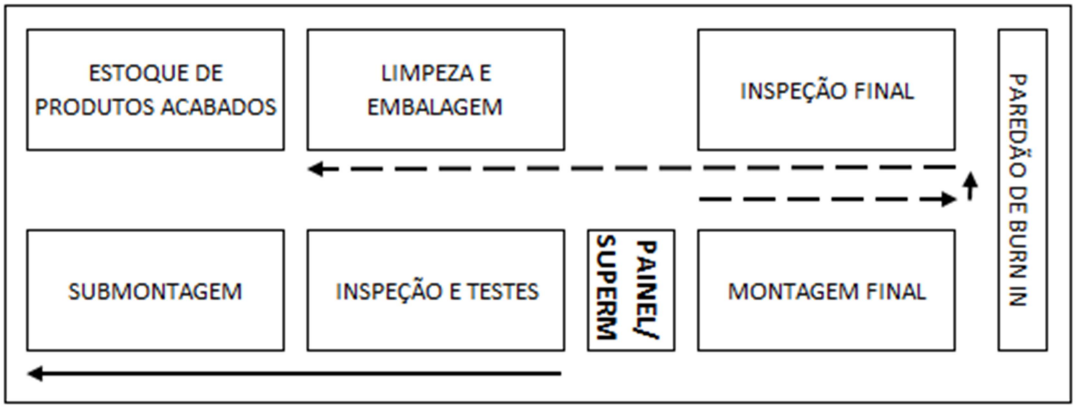

Figura 7: Layout esquemático do chão-de-fábrica.
Fonte: A Autora (2019).

O painel porta-kanban, conforme mencionado anteriormente, seria localizado entre as seções de "Inspeção e Testes" e "Montagem Final", no mesmo local em que seriam armazenados os supermercados de módulos finalizados. As setas representadas em traço contínuo demonstram a parte puxada do sistema de produção, enquanto as setas tracejadas representam a parte empurrada. O painel porta-kanban, como de costume, faz a comunicação entre as duas etapas.

3.5.4 OUTRAS MODIFICAÇÕES

Com a implementação dos cartões Kanban e do painel porta-kanban, não há mais a necessidade das Ordens de Produção sequenciadas através do ERP, uma vez que os módulos intermediários serão puxados pelo setor de Montagem Final.

De forma a garantir o funcionamento adequado de outras funções do PCP, será criado um formulário padrão para anotação de perdas e de outras informações importantes aos processos atuais, que hoje são anotadas diretamente nas Ordens de Produção e tratadas pelo

setor de PCP no momento de apontamento das mesmas. Como sugestão de dados importantes para o formulário de perdas, com a anotação dos seguintes dados: informações referentes ao operador responsável por aquele lote, data e hora de início e fim de cada operação executada, e também as perdas nos processos. As informações de data e hora de início e fim são importantes para o setor de PCP para cálculo dos tempos de produção unitários de cada módulo; e as anotações de perdas são importantes para a acuracidade do estoque, que é controlado através do ERP. Estes dados de perda devem ser retroalimentados no sistema para controle correto dos estoques de matérias-primas.

Além disso, as ordens de produção tradicionais contemplam também as necessidades de matérias-primas para a produção de cada módulo, com suas quantidades, informações que não conseguem ser transferidas para os próprios cartões Kanban. Assim, a sugestão é que a composição de cada módulo seja incluída diretamente nos documentos de apoio de montagem e testes dos módulos, chamados de Folhas de Instrução de Trabalho (FIT). As FITs são documentos impressos contendo detalhamento das operações que devem ser realizadas para a produção e teste de cada um dos módulos, e ficam à disposição dos montadores no chão de fábrica.

3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A PROPOSTA

Uma vez que os cálculos finais sobre o número de cartões Kanban, sua utilização na empresa e as modificações sugeridas na empresa foram calculados e discutidos, pode-se discutir de forma final a proposta de utilização de um sistema híbrido na empresa.

Moura (1989) discute uma experiência vivida pela empresa Yamaha em sua criação de um sistema chamado “MRP Sincronizado”, que combinava o MRP tradicional utilizado na empresa com conceitos e ferramentas do Kanban. O autor cita alguns principais objetivos que levaram ao desenvolvimento desta ferramenta em particular, que se relacionam fortemente com os objetivos propostos neste trabalho.

Em primeiro lugar, o autor discute a necessidade da empresa de se operar com um sistema mais simples a nível de chão de fábrica, que permita pequenos ajustes sem que seja necessário reprogramar o MRP. Além disso, a redução do trabalho operacional neste nível era desejada, buscando-se utilizar os princípios do Kanban de controle de estoques de forma local. A redução de leadtimes e estoques em processo também eram objetivos considerados,

estando diretamente relacionados com a redução de desperdícios, fatores fortes no uso do Kanban. Todos estes objetivos citados por Moura (1989) estão fortemente presentes no caso em questão, em que fatores relacionados a simplificação de processos e redução de desperdícios são de grande interesse da Proveu, como discutido ao longo do trabalho.

Além disso, Moura (1989) ainda comenta que durante a implementação deste modelo pela Yamaha, várias premissas básicas do Kanban foram atendidas, tais como: diminuição dos tempos de setup e leadtimes, busca pelo nivelamento da produção a níveis diários, e utilização de lotes padrão a fim de padronizar os processos produtivos. Todas estas premissas também se mostraram atendidas ao longo do trabalho. As sugestões consideradas ao longo deste trabalho para modificação na linha de produção e algumas alterações propostas no chão de fábrica também estão alinhadas ao discutido na obra de Moura (1989), que cita que a implementação do "MRP Sincronizado" exigiu mudanças tanto físicas quanto de conscientização e treinamento de colaboradores, tanto montadores quanto os responsáveis pela gestão do chão de fábrica.

Moura (1989) também apresenta um outro estudo de caso em que foi implementado o Kanban em um ambiente MRP. O autor neste estudo conclui que que "o kanban usado como controle de puxar provou ser muito mais útil que o sistema convencional de empurrar". Além disso, ainda comenta que os tempos de reposição foram reduzidos de forma significativa uma vez que os lotes se tornaram menores, bem como os tempos necessários de setup. O mesmo é discutido a respeito dos estoques em processo, que diminuíram e foram estabilizados, pois "com o Kanban, o nível máximo de material em processo é fixado pelo número de kanbans" (MOURA, 1989).

Os dados obtidos através da proposta deste trabalho vão de acordo com as premissas de funcionamento dos sistemas híbridos de produção, discutidas na revisão de literatura, e também se assemelham às experiências citadas em aplicações práticas citadas por Moura (1989). Desta forma, a proposta de implantação de um sistema híbrido na Proveu parece promissora e com possibilidade de gerar os benefícios discutidos ao longo do trabalho para a empresa.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de utilização de um sistema híbrido de produção na prática, utilizando como embasamento a realidade da Proveu Indústria Eletrônica.

De acordo com as discussões realizadas ao longo do terceiro capítulo, pode-se concluir que a proposta em questão vai de acordo com as premissas de funcionamento de um sistema híbrido de produção que integra MRP e Kanban, conforme referencial bibliográfico apresentado anteriormente neste trabalho. Foi possível observar também que a empresa possui características compatíveis com as necessidades de um sistema híbrido, favorecendo a implementação do mesmo em um futuro próximo.

Realizando um paralelo com a utilização prévia do mesmo sistema proposto na empresa em questão, deve-se considerar que o cenário atual de demanda é mais enxuto que o anterior. Na época da implementação original do sistema, uma das principais motivações foi o grande aumento de demanda ocasionado pelo lançamento de novas regulamentações técnicas para o setor de controle de ponto. Werpel (2013) apresenta em seu trabalho um estudo de caso a respeito da época em que o sistema híbrido foi utilizado pela primeira vez na empresa, motivado por esta mudança nas regulamentações trabalhistas. Em seu trabalho são discutidos mais detalhes do cenário e também as principais vantagens que foram obtidas na época com a migração entre sistemas.

Entende-se que no cenário atual os níveis de demanda por si só não justificam a migração entre sistemas por este motivo, mas as demais melhorias embasam a aceitação desta proposta. Ao se considerar todas as variáveis, apesar de não ser uma questão de sobrevivência para a empresa, pode-se concluir que a implantação do Kanban junto ao MRP na Proveu traria diversas das vantagens esperadas para a empresa.

REFERÊNCIAS

BENTON, W.; SHIN, H. **Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration.** European Journal of Operational Research, p. 411-440. 1998.

CORRÊA, H.; GIANESI, I. **Just In Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

DING, F.; YUEN, M. **A Modified MRP for a Production System with the Coexistence of MRP and *Kanban***. Journal of Operations Management, p. 267-277. 1991.

FERNANDES, F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial.** 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2010

KARMARKAR, U.S. **Integrating MRP with *Kanban*/pull systems.** Graduate School of Management. University of Rochester. Rochester, New York. 1986.

LEE, C. **A Recent Development of the Integrated Manufacturing System: A Hybrid of MRP and JIT.** International Journal of Operations & Production Management, p. 3-17. 2003.

MOURA, R. **Kanban – a Simplicidade do Controle de Produção.** X ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais – IMAM, 1989

PIRES, C; ALVES, J; LIMA, M. **Sistemas híbridos de planejamento, programação e controle de produção: um estudo de caso.** ENEGEP, Fortaleza, 2006.

PYKE, D.; COHEN, M. **Push and Pull in Manufacturing and Distribution Systems.** Journal of Operations Management, p.24-29. 1990.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** (E. Schaan, Trad.) 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual do Planejamento e controle da produção.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

VOLLMANN et al. **Sistema de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

WERPEL, G. **A utilização do *Kanban* e MRP em uma indústria eletrônica com sistema híbrido de produção.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, *digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.*
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 03 de julho de 2019.

HIANNE C. DE ALVARENGA PROCOPIO	201049105
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Hianne Coelho de Alvarenga Procópio	09657203651
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

ANEXO – DECLARAÇÃO DA EMPRESA

Declaro para os devidos fins, que Hianne Coelho de Alvarenga Procópio, funcionária da empresa Proveu Indústria Eletrônica, possui autorização para divulgar o nome da empresa Proveu bem como dados não confidenciais na elaboração de seu trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Juiz de Fora, 03 de julho de 2019

Andreia M Santos

Responsável da Empresa

(carimbo da empresa)

Andréia Miranda dos Santos
GERENTE DE PRODUÇÃO E QUALIDADE
PROVEU INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.