

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDSON AMADO DA SILVA JUNIOR

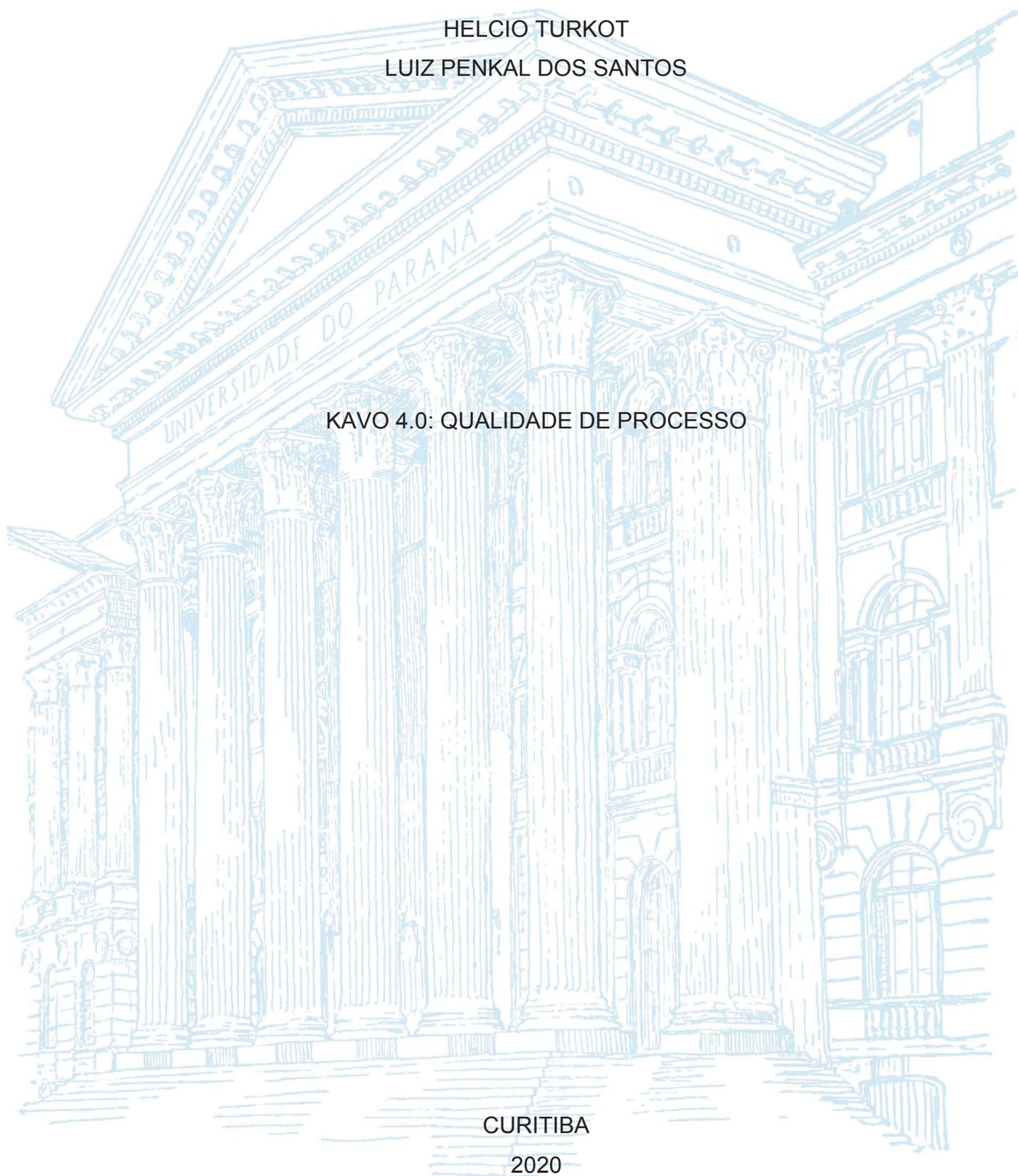
HELICIO TURKOT

LUIZ PENKAL DOS SANTOS

KAVO 4.0: QUALIDADE DE PROCESSO

CURITIBA

2020



EDSON AMADO DA SILVA JUNIOR
HELICIO TURKOT
LUIZ PENKAL DOS SANTOS

KAVO 4.0: QUALIDADE DE PROCESSO

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia industrial 4.0, Setor de tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Industrial 4.0.

Orientador(a): Prof. Dr Pablo Devid Valle

TERMO DE APROVAÇÃO

EDSON AMADO DA SILVA JUNIOR

HELICIO TURKOT

LUIZ PENKAL DOS SANTOS

KAVO 4.0: QUALIDADE DE PROCESSO

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Industrial 4.0 Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Industrial 4.0.

Prof(a). Dr Pablo Deivid Valle

Orientador(a) – Departamento Engenharia Mecânica, UFPR

Prof(a). Dr Alessandro Marques

Departamento Engenharia Mecânica, UFPR

Prof(a). Dr Fernando Deschamps

Departamento Engenharia Mecânica, UFPR

Prof(a). Dr Christian Scapulatempo Strobel

Departamento Engenharia Mecânica, UFPR

Prof(a). Dr Marcio Fontana Catapan

Departamento Engenharia Mecânica, UFPR

Curitiba, 08 de fevereiro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos familiares, pelas horas de afastamento que tivemos nestes meses que nos solicitaram ausência e dedicação na elaboração destes estudos e no desenvolvimento deste projeto.

Agradecemos também aos nossos mestres que nos orientaram e nos conduziram neste início de jornada que a Quarta Revolução Industrial esta nos convidando a evoluirmos como profissionais e como pessoal interconectadas.

RESUMO

O objetivo desta monografia é de resolver os problemas de perda de produtividade por “lead-time” do controle de medição e falta de integração dos sistemas de gestão de produção da empresa KaVo do Brasil, atuante na fabricação de equipamentos odontológicos.

Palavras-chave: Industria 4.0, Sistema de Visão, Qualidade em Processo. I4.0

ABSTRACT

This monograph is about solve problems of loss of productivity due to "lead-time" of the measurement control and lack of integration of the production management systems of the company KaVo of Brazil, active in the manufacture of dental equipment.

Keywords: Industry 4.0. Vision systems. Quality in processes. I4.0

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo geral	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 METODOLOGIA.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 GARGALOS DE PRODUÇÃO.....	12
2.2 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS APLICADA A METROLOGIA	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
5.1 PRINCIPAL RESULTADO.....	31
5.2 VANTAGENS	31
5.3 RISCOS.....	31
5.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo a apresentação de um projeto de melhoria de processo na linha de produção da célula de usinagem e setor de metrologia da empresa KAVO do Brasil na cidade de Joinville, SC. A Kavo é uma empresa líder de mercado no ramo de instrumentos odontológicos oferecendo produtos que proporcionam ao paciente conforto e segurança e ao profissional maior confiança e comodidade.

Este projeto foi executado por profissionais qualificados, sendo um gestor de qualidade da empresa, um matemático industrial e um gestor industrial, todos alunos do curso de pós-graduação em Engenharia Industrial 4.0 e o projeto será utilizado como pré-requisito para a obtenção do título de especialista.

Para a base teórica do estudo desses fenômenos serão usados os livros e artigos indicados na revisão bibliográfica. Também foram realizadas várias análises do processo produtivo in loco, desde as células de produção até a medição no setor de metrologia. Um estudo detalhado da produção irá mostrar o fluxo dos materiais em processo, os recursos usados, seu layout e o arranjo físico atual. Dessa forma poderemos observar o gargalo e os processos que consomem mais recursos serão analisados e explanados.

1.1 JUSTIFICATIVA

A melhoria de processo a ser realizada, consiste na atualização do atual sistema de produção para uma nova filosofia, conhecida como Indústria 4.0. Esta nova filosofia visa a digitalizar, virtualizar e reduzir a interferência humana nos processos de produção com o auxílio da tecnologia, com o objetivo de melhorar a qualidade do produto e otimizar a capacidade produtiva dos itens em questão deste estudo.

O sistema atual possui 4 centros de usinagem, onde as peças a serem usinadas são adicionadas ao processo de forma manual e o Operador abastece e desabastece o equipamento. O contato entre o Setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) e o Operador é realizado também de forma manual, através de folhas impressas (Ordens de Produção) que contém a programação de cada turno de produção e suas respectivas metas diárias de fabricação, além dos dados técnicos dos produtos a serem fabricados. A logística entre a sequência de máquinas apresenta e seus gargalos que também serão solucionados.

Serão postas as tecnologias de comunicação entre seus respectivos players, onde a velocidade, assertividade e retroalimentação das informações possibilitará a geração de ganho em velocidade e produtividade durante as operações das células de usinagem e entre a metrologia, que fica no Setor de Qualidade.

Portanto, com esta implementação, a empresa irá ganhar em qualidade, redução de gastos com mão de obra (horas extras), menos perdas de lotes de peças e retrabalhos, fazendo com que a empresa continue líder de mercado com produtos que sejam sinônimos de qualidade, comodidade e segurança.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem o objetivo a aplicação dos conceitos adquiridos durante a pós graduação em engenharia industrial 4.0 para a otimização de um processo produtivo utilizando sistemas de visão para medições no processo com o objetivo de aumento de qualidade dos produtos e redução de desperdício de recursos.

1.2.2 Objetivos específicos

Têm-se por objetivos específicos o aumento de OEE do processo abordado neste trabalho, bem com a melhoria do fluxo produtivo.

1.3 METODOLOGIA

Com a implementação da melhoria do processo, as peças irão ser adicionadas ao sistemas na programação de produção de forma automática e sequenciadas de forma autônoma nas operações dos centros de usinagem, futuramente serão movimentadas com o auxílio de robôs autônomos industriais, com isto, o processo diminuirá consideravelmente o número de quebra de ferramentas e dispositivos, as quais são motivadas por peças trocadas colocada pelo operador de forma equivocada, onde o tempo de ciclo também será reduzido.

Para garantir a qualidade do produto será adicionado um sistema de medição por visão automatizado, onde serão realizadas as medições dimensionais

dos produtos de forma autônoma, evitando assim as perdas dos lotes produzidos e consequentemente os retrabalhos nos produtos, visto que este sistema fará as sinalizações e correções necessárias para garantir a qualidade das peças.

Para a virtualização dos dados do sistema de produção, serão implementadas ferramentas de predição (machine learning) entre a automação/produção e o sistema SAP, no qual o PCP fará de forma automatizada o envio via Sistema SAP dos documentos para a Produção para a visualização em uma tela (andon board) das informações necessárias para cada setor. Com esta integração entre a Produção e o Sistema SAP, os distintos setores envolvidos da empresa poderão acompanhar a produção e criar novos métodos de acompanhamento em tempo real das ações e poderão esboçar novas reações caso seja necessário alterar ou simular novos cenários durante os processos.

Esta melhoria será implementada em um período de 3 anos, iniciando durante o segundo ano do curso de pós-graduação, através do desenvolvimento do planejamento e projeto de análise de viabilidade. Muitos dados ainda não são possíveis de serem exibidos neste documento, como por exemplo o ganho final do projeto, pois a equipe encontra-se ainda em fase de experimentação nos itens de maior volume, os quais serão replicados a todos os itens e posteriormente aos processo de planejamento e levantamento da linha de produção, onde há a pretensão de ganhos consideráveis.

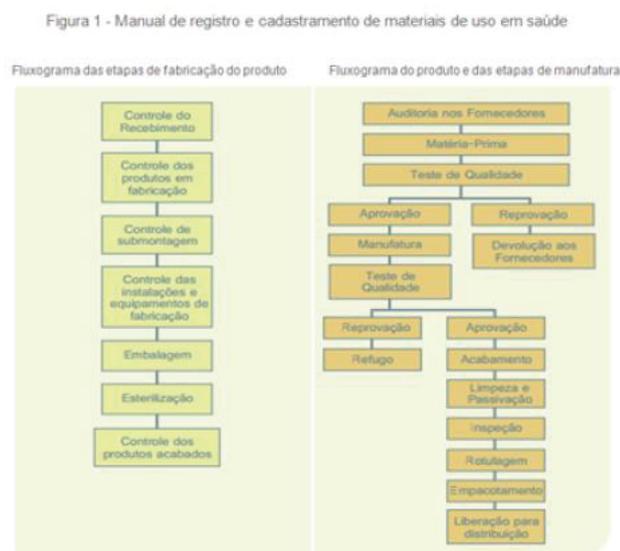
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 GARGALOS DE PRODUÇÃO

O presente estudo tem como objetivo explicar a restrição na produção de materiais cirúrgicos e equipamentos médicos da KaVo do Brasil, multinacional, situada em Joinville. Como teórico para estudo desse fenômeno será usado o livro Manual da Teoria das Restrições do autor James F. Cox III. Também foram realizadas análises do processo produtivo in loco. O estudo detalhado da produção irá mostrar o fluxo do material em processo, os recursos usados, o layout e o arranjo físico. Dessa forma o gargalo e os processos que consomem mais recursos serão analisados. Buscando reduzir seus impactos no processo produtivo.

Verifica-se que em todo processo de fabricação, é necessário saber como fazer. Para isso tem a Instrução de Trabalho (IT), que aponta todas as tarefas, materiais e recursos usados na fabricação. Por se tratar de materiais cirúrgicos e equipamentos médicos, esses produtos devem ter registro com Certificado de Boas Práticas de Fabricação e Controle de Produtos para Saúde expedidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Todo processo de fabricação do produto como as etapas de manufatura seguem as exigências da Anvisa, conforme abaixo na figura 1:

FIGURA 1— Fluxogramas de produção



Fonte: Site da Anvisa: manual de registro e cadastramento de materiais de uso em saúde.

Os produtos fabricados pela se classificam por famílias com: articulados, semi-articulados, cortantes, semi-cortantes e equipamentos médicos. Para a Anvisa se enquadram em equipamento de apoio médico-hospitalar: Equipamento, aparelho ou instrumento de uso médico, odontológico ou laboratorial, destinado a fornecer suporte a procedimentos diagnósticos, terapêuticos ou cirúrgicos. Há alguns fatores de grande relevância para entender a produção, entre eles: o fluxo dos materiais, os recursos usados, o layout e o arranjo físico. O estudo detalhado desses objetos poderá apontar para perdas no processo, possíveis gargalos e por fim suas restrições.

Percebe-se que no processo produtivo, tudo que não agrega valor ao produto gera custos que impedem a competitividade. Tanto o fluxo como os recursos podem não estar sendo usados de forma eficaz. Isso levará a uma baixa produtividade, devido ao aumento do lead time e dos diferentes recursos que podem ser gargalos. Os produtos (bens) são produzidos em um sistema de produção. Um sistema de produção consiste em uma série de etapas sucessivas desempenhadas por diferentes recursos. Todas as etapas ou operações devem ser finalizadas em uma sequência específica para obter o produto (COX III, 2002 p. 28).

Se os produtos levam a produção a observar todos os recursos disponíveis, tudo que possa restringir os recursos e assim por dizer o fluxo deve ser analisado. De acordo com Cox III (2002 p. 28), um recurso restritivo limita toda a produção global do sistema. Essa limitação da capacidade se traduz em perdas, pois todos os recursos não gargalos na produção dependem do recurso gargalo. Para a fábrica produzir e vender bens e serviços é preciso ver onde está o gargalo, pensar nas possíveis mudanças no fluxo dos materiais e agir nessas mudanças de forma a melhorar o processo. Como a produção na mão segue um sequência lógica, por se tratar de encomendas de clientes como distribuidoras, médicos, hospitais e materiais fabricados para Congressos Médicos.

Cada Ajustador faz uma tarefa específica e diferente do outro Ajustador quase sempre. Isso torna as Fresadoras como gargalos, pois são 3 recursos para 6 operadores e muitas vezes todos precisam dos recursos ao mesmo tempo. Outro fator que ocorre é que as peças depois de passarem pelos Tornos e serem

processados nas Bancadas, Solda, Furadeira ou Fresadora voltam para realização de outra tarefa. O que acaba sendo um setup a mais no tempo em que o Torno deveria estar produzindo outro produto. Observando a produção de perto com seus fluxos, recursos e a restrição que neste caso podem ser naturais dos processos com o acabamento como um recurso que consome muito tempo, ou mesmo com outros recursos como os Tornos 1 e 2, e as Fresadoras 1, 2 e 3.

Podemos ver que há a necessidade do Gerenciamento das Restrições, conhecendo e compreendendo a produção: O gerenciamento de restrições é uma nova abordagem que planeja e controla a produção e venda de produtos e serviços. Esta abordagem reconhece o poderoso papel que a restrição (o recurso limitante) desempenha na determinação da saída do sistema de produção como um todo. Através do conhecimento e da compreensão profunda dos conceitos de GR, os gerentes podem perceber melhorias imediatas no resultado de suas organizações e, através de uma abordagem focalizada de aprimoramento contínuo, podem planejar para suprir também as necessidades futuras (COX III, 2002 p. 28,29).

Abordaremos agora o fluxo que os materiais seguem na produção que geralmente inicia-se nos Tornos, mas que podem começar também pelas Fresadoras. Esse fluxo passa pelo Torno Mecânico 1 ou Torno Mecânico 2, ou pelas Furadeiras Fresadora 1, Furadeira Fresadora 2 ou pela Fresadora Universal 3 não necessariamente por essa ordem. Depois de passarem por estes recursos e serem usinadas no Torno Mecânico e Fresadoras, simultaneamente ou não, esses materiais chegam as Bancadas 1, 2, 3, 4 e 5.

Nesse ponto de processamento nas bancadas as peças recebem ajustes com limas, furos passantes e cegos, furos roscados, soldas e montagens finais. Esses materiais podem ser soldados com Solda Tig ou Solda Prata, devendo voltar a uma das bancadas. Outro recurso além da Solda é a Furadeira de Bancada 1, que é usada pelos Ajustadores e que pode aliviar o uso das Fresadoras 1, 2 e 3. Pois furos que não exigem muita precisão e peças que são furadas na montagem usam esse recurso. O processo seguinte é o acabamento nas Politrizes 1 e 2 com lixas expansivas e feltro abrasivos e lisos, que oferecem ao aço inox um acabamento mais fino, polido e escovado permitindo a esterilização e assepsia dos materiais acabados. Há também os materiais que são usados diretamente na cirurgia e que

não podem refletir com a iluminação da mesa cirúrgica, estes após o acabamento polido, vão para a Jateadeira 1, onde são jateados com microesfera de vidro e ficam fosqueados.

O acabamento em todos os materiais no processo de fabricação se torna o gargalo da produção. Além dos Tornos Mecânicos 1 e 2, tem as Fresadoras 1, 2 e 3. Este estudo da produção procura evidenciar esse gargalo, com acabamento em processo manual como maior tempo. Para posteriormente buscar melhorias não só no acabamento, mas em outros setores da produção, melhorando o fluxo dos materiais em processo e utilizando melhor os recursos. Outros fatores também contribuem para elevado tempo para o acabamento. A tolerância a fadiga com o ambiente das Politrizes com muito pó gerado no atrito da peça com a lixa ou feltro. Também o aquecimento do material que precisa ser resfriado devido seu atrito constante com lixa ou feltro, evitando queimaduras e acidentes que tal tarefa possa acarretar ao trabalhador. Além do pó, da umidade e do aquecimento das peças, há também a baixa luminosidade que acabam gerando cansaço desnecessário ao trabalhador.

A baixa luminosidade não se restringe apenas ao setor de acabamento, mas é um problema em toda a produção. Na produção ocorrem outros problemas, entre eles ferramentas necessárias como brocas, fresas de topo, bits para os Tornos, machos e cocientes para abrir rosca, entre outras ferramentas que ficam trancadas e as pessoas responsáveis não ficam de prontidão na produção, gerando perda de produção com longos setup. Também ocorre que os pedidos descem do comercial, passam pela engenharia e quando chegam a produção com o Controle de Produção (CP), descobrem que não tem a matéria prima para tal produto. Desenhos técnicos é um outro problema, pois com a falta de normatização e padronização, os produtos eram modificados por falta de ferramentas específicas para a tarefa como: brocas, rasgos ou até mesmo roscas. Solucionando um problema, para realizar uma tarefa, mas trazendo consigo inúmeros problemas devido as mudanças no desenho original sem nenhum motivo.

Outro problema na produção é a falta de manutenção preventiva nas máquinas e equipamentos. A manutenção só é feita de forma corretiva e isso atrasa

os pedidos e todo o processo de produção que já tem suas restrições por ser todo artesanal. A falta de comunicação entre a engenharia e a produção, acarreta várias falhas entre o que precisa ser fabricado e o que realmente está sendo fabricado. Não há um quadro de produção (Kanban) mostrando o que está sendo fabricado também para a engenharia. Esse quadro ajudaria até a entender o fluxo das peças, o que é gargalo e não gargalo e até mesmo as paradas forçadas por urgências; de cirurgias em hospitais. Não deixando os clientes sem os produtos. Já que todo material cirúrgico ou equipamento médico tem acabamento polido obrigatório para evitar contaminação em cirurgia e é feito manualmente.

A tendência natural é a elevação do tempo de processo nesse recurso. Para melhorar os recursos disponíveis e minimizar seus efeitos na produção, o gargalo terá que ser analisado como uma restrição para a produção. Para usar bem os recursos é necessário planejamento e controle da produção. Segundo Cox III (2002, p. 29), o planejamento e o controle do processo de produção é uma parte importante na administração. Dessa forma não há como administrar a produção se não houver planejamento e controle de todo processo. O sistema de produção é composto de reconstruções, métodos, práticas e releituras de situações cotidianas que não estão funcionando bem. Através da busca incessante por melhorarias no chão de fábrica, as pequenas mudanças visualizadas e apontadas por aqueles que produzem, passam a ser de grande valia para administrar a produção. Quando determinamos por que as coisas não funcionam e criamos novos métodos, a arte do gerenciamento torna-se ciência. Como ciência, a administração da produção pode ser estudada de maneira objetiva, pode sujeitar-se a testes e seus resultados podem ser relatados a outros. Este processo científico leva tempo e, logicamente, as explicações, os testes e os resultados são construídos um sobre o outro em um corpo complexo de conhecimento. (COX III, 2002, p.29).

Para ajudar a diminuir os tempos nos materiais em processo será necessário verificar não só o fluxo dos materiais e os recursos usados. Mas também o layout e arranjo físico da produção que podem consumir muito tempo, com materiais em processo, transporte excessivo e estoques.

Compreende-se como layout a disposição ou o modo como às máquinas, equipamentos, ferramentas, insumos, produtos acabados e a mão de obra, são ou

estão organizados dentro da indústria. Essas melhorias podem resultar em maior produtividade, redução de desperdícios e perdas de tempos traduzidas no lead-time, possibilitando aumentar a lucratividade da empresa, onde todos os processos devem se relacionar harmoniosamente. Entretanto, mudanças no layout são trabalhosas e podem ocasionar elevação de custos. Nesse sentido, o problema recai sobre a reestruturação que se pode fazer no layout existente para avaliar se há necessidade de um novo arranjo. As áreas de produção precisam passar por algumas mudanças na maneira de execução das atividades, passando por revisões constantes.

A movimentação excessiva, a falta de padronização no processo, o espaço físico limitado e falta do uso de 5S, são fatores bloqueadores de melhoria. Entende-se por 5S: Seiri (Senso de Utilidade), Seiton (Senso de arrumação), Seiso (Senso de limpeza), Seiketsu (Senso de asseio pessoal) e Shitsuke (Disciplina, consciente, autodisciplina). Para Barbosa (1993, p. 22)

A competição na área de produtos manufaturados vem crescendo e, com isso, as empresas de todos os setores passaram a enfrentar novos desafios para se manter competitivas. Segundo Daniels (1996) esse fenômeno decorre de fatores como: globalização, aumento do grau de exigências e sofisticação requerido pelos consumidores, redução do ciclo de vida dos produtos, rápido avanço tecnológico, entre tantos outros fatores. Para Muther (1986), o arranjo físico ou layout pode ser definido como o estudo do posicionamento relativo dos recursos produtivos, homens, máquinas e materiais, ou seja, é a combinação dos diversos equipamentos/máquinas, áreas ou atividades funcionais dispostas adequadamente. De acordo com Slack et al. (1999) definir um arranjo físico é decidir onde colocar todas as instalações, máquinas equipamentos e pessoal da produção.

Ainda segundo ele, existem quatro tipos de arranjos físicos: a) Arranjo posicional ou por posição fixa, sendo que nesse tipo de layout o produto a ser trabalhado se concentra fixo e os trabalhadores e ferramentas movimentam para realizar os processos. A característica aqui é a existência de pequena variedade de produtos em pequenas quantidades. Esse tipo de processo produtivo se desenvolve em áreas restritas, de forma artesanal como: construções de navios, aviões e grandes equipamentos. b) Arranjo físico funcional ou por processo, neste tipo de

layout os recursos são organizados de acordo com as funções a serem desempenhadas e de suas necessidades comuns. Como característica existe uma grande variedade de produtos em pequenas quantidades.

As peças se movem de acordo com as operações, o que permite a criação de departamentos com operações do mesmo tipo feitas na mesma área. Como exemplo verifica-se a usinagem como departamento e o torno, fresa e ajustagem como áreas. c) Arranjo físico linear ou por produto, já neste tipo layout os equipamentos ou recursos são dispostos de acordo com a sequência de processamento, o que facilita o controle do processo e minimiza o manuseio de materiais, ou seja, o material passa pelas operações e existe um único produto fabricado em grande quantidade. d) Arranjo físico celular, para este tipo de layout o material em processo é direcionado para operação onde ocorrerão várias etapas de seu processamento.

A célula concentra todos os recursos necessários para isso e pode ter os seus equipamentos organizados por produto ou por processo. Com a célula procura-se confinar os fluxos (movimentação de materiais) a uma área específica, reduzindo assim os efeitos negativos de fluxos intensos através de longas distâncias. Considerando os modelos de arranjo físicos apresentados, a concepção ou planejamento do sistema de produção segue influenciado essencialmente pelo fluxo do trabalho, o qual deve ser racional evitando-se que os deslocamentos, sejam de pessoas ou materiais, quando necessários ocorram por distâncias reduzidas, outro aspecto a ser considerado quando da elaboração do arranjo físico, trata-se do conforto e da segurança que deve ser proporcionada aos trabalhadores.

Primeiro por se tratar de uma empresa que começou apenas comercializando materiais cirúrgicos e posteriormente com a necessidade de concertos e manutenção desses materiais, criou-se a produção que não só concertava, mas também fabricava. Em segundo lugar a empresa era em uma pequena loja e depois foi para um lote próprio. Sendo ampliada de forma desordenada e não em forma de galpão, mas de prédio.

Então a produção passou a ter 29 metros quadrados, com área de produção, de acabamento e de gravação de materiais acabados. A matéria prima não fica na produção, ela se concentra cerca de 3 metros de distância. Onde ficam armazenados, insumos e toda matéria prima usada na fabricação. Pensar em uma fábrica requer um pensamento enxuto, onde se gasta menos energia e trabalho para se produzir com maior eficiência. O fluxo dos materiais em processo e os recursos usados foram analisados na . Outro objeto de análise, foi o layout e o arranjo físico da produção. De acordo com Muther (1986), os problemas de arranjo físico estão relacionados a dois elementos básicos: produtos (P) e quantidades (Q), ou seja, quanto de cada item ou produto deve ser produzido.

Isto se deve ao fato de que as instalações físicas de uma indústria são organizadas com a finalidade de permitir a produção de alguns tipos determinados de produtos em certa quantidade e, da melhor forma possível, ou seja, o de menor custo, o de maior qualidade, etc. Além desses dois elementos básicos, Muther (1986) inclui mais outros três elementos: o roteiro (R) do processo que procura a eliminação de operações desnecessárias através de uma combinação de operação ou mudança de seqüência ou com o melhoramento dos processos. Determinando a melhor seqüência de movimentação de material em processo, utilizando um diagrama de fluxo denominado de Carta de Processo; o serviço (S) de apoio para suprir as atividades que não são diretamente ligadas ao processo produtivo, mas torna-se muito importante num contexto amplo, no tocante ao mantimento de todo processo de manufatura; o tempo (T) dimensionado para produzir ou quando é para produzir. Enfim, os elementos P, Q, R, S e T são os dados iniciais que darão suporte as soluções do arranjo físico. Conforme Harding (1992), para desenvolver um projeto de layout é necessário seguir cinco etapas:

a) O levantamento consiste em conhecer algumas características da organização, os funcionários, as matérias primas, os equipamentos e os processos utilizados.

b) O planejamento de soluções é a fase onde se estuda de forma passível as modificações, onde são levantadas as possíveis soluções, identificadas às intervenções físicas e projetadas as melhorias que deverão ser observadas.

c) A crítica do Planejamento é a fase que ocorrem as mudanças, que seria a fase de adaptação ou o tempo de acomodação. A implantação ou mudança de um

arranjo físico requer um tempo para aceitação por parte das pessoas envolvidas, então nesta fase a análise crítica do planejamento tem a dupla finalidade de fazer com que a transição seja facilitada através dos entendimentos e, também, permitir o aprimoramento do planejamento desenvolvido.

d) Na implantação são providenciadas as mudanças necessárias para o arranjo físico, incluindo maquinários, divisões, elevações, determinação dos pontos de água e energia, iluminação, sinalização, equipamentos de prevenção de acidentes e sinistros, etc.

e) No controle de resultados sendo está a última fase onde são levantados todos os dados necessários ao desempenho dos setores para que sejam adotados os ajustes quando necessários.

No o arranjo físico utilizado é o funcional ou por processo devido a grandes variedades de produtos e pequenas quantidades. Sendo a produção de pequeno porte o arranjo físico celular atenderia também, pois o fluxo seria menor e recursos estariam melhor posicionados, além de ter os recursos e equipamentos organizados por produto ou por processo. O misto dos dois arranjos físico funcional/processo e arranjo físico celular reduziriam setup, transportes, estoques, desperdícios de tempo, recursos físicos e materiais. Percebe-se então, que o próprio layout e o arranjo físico não esgotam as possibilidades de melhorias contínuas, pelo contrário, eles sempre apontam para ganhos reais nos setores produtivos. Neste caso o estudo e a participação direta do grupo de trabalho com o Kaizen é fundamental para a eficácia das melhorias. O Kaizen consiste numa forma de gestão orientada para a maximização da produtividade e da rentabilidade e que não implica em significativo aumento de custos.

2.2 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS APLICADA A METROLOGIA

Com a necessidade de se garantir a qualidade de seus produtos a indústria vem cada vez mais investindo em técnicas de qualidade para garantir que os mesmos atendam as exigências de seus clientes e dos órgãos reguladores. A qualidade do produto pode assegurar o sucesso da empresa e a segurança de seus usuários. Quando se trata de itens de segurança, por exemplo, atender as especificações técnicas pode evitar acidentes, que na maioria dos casos se tornam

até fatais, ocasionando perda de vidas ou na melhor das hipóteses apenas perdas financeiras.

Uma das medidas para assegurar o atendimento destas exigências técnicas é a inspeção dos produtos que nesta etapa seguira os procedimentos estabelecidos pelo setor de Qualidade.

Dentre as possibilidades possíveis de inspeções está a inspeção de cotas do produto, ou seja, irá verificar se o mesmo está sendo produzido obedecendo as medidas contidas em seu desenho técnico, que na maioria das vezes, como é o caso deste trabalho, é realizado no setor de metrologia.

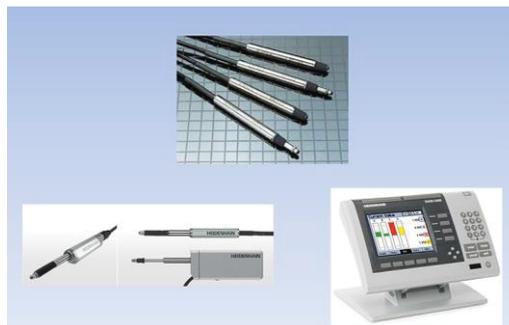
Este tipo de inspeção pode ser realizado com ou sem contato. Quando realizado por contato é comumente utilizado apalpadores e ogivas de medição mecânicos, Figura 2, ou eletrônicos, transdutores, no qual possuem sensores que enviam sinais elétricos a um sistema computadorizado, Figura 3, que os converte em alguma escala de medição no qual pode-se analisar se o produto a ser medido está dentro das dimensões esperadas.

Figura 2- Ogiva de Medição mecânica



FONTE: (<https://www.marposs.com/spa/family/hand-held-gauges>, Acessado em: 01/09/2019 as 12:54)

Figura 3 - Transdutor. de medição eletrônico



(<https://ogivamecanica.com.br/>, Acessado em: 01/09/2019 as 13:21)

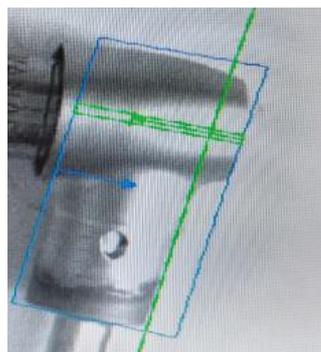
Existem casos em que o produto a ser inspecionado possui dimensões muito pequenas ou complexas, onde uma medição utilizando sistemas com contato não atendem a necessidade, nestas situações utiliza-se sistemas de medições sem contato. Há uma variedade destes sistemas no mercado, onde a escolha depende da aplicação e do grau de precisão exigido. Pode-se, por exemplo, utilizar medições com sensores a laser, Figura [4], ou sistemas ópticos, Figura [5], utilizando sistemas de visão, como é o caso deste trabalho.

Figura 4 - Escaneamento 3D de porta Automotiva



FONTE: (<https://www.creaform3d.com/pt/solucoes-em-metrologia/scanner-optico-cmm-3d-com-montagem-feita-por-robos-metrascan-r>, Acessado em: 01/09/2019 as 14:17)

Figura 5 - Medição da Peça por sistema de Visão

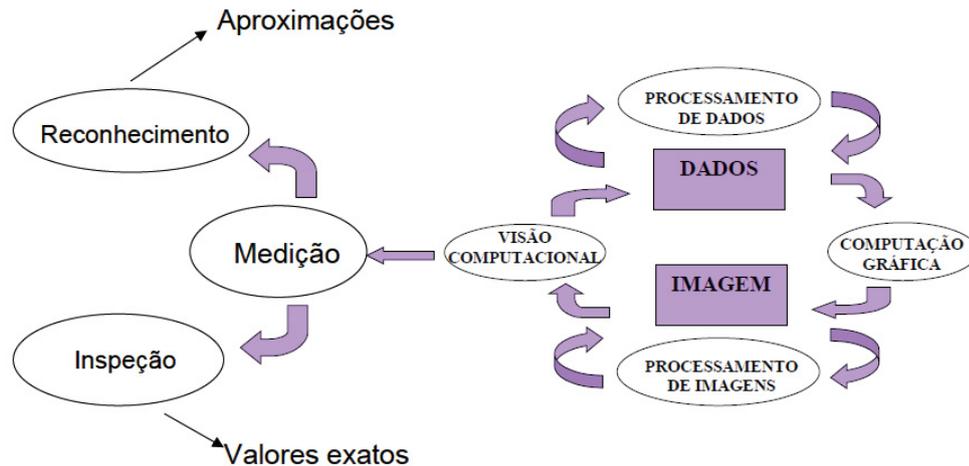


FONTE: (O Autor, 2019)

De acordo com [1], sistemas de visão computacional envolvem técnicas de processamento digital de imagens (PDI). Quando se trata de sistemas de visão aplicados a inspeção, duas abordagens podem ser seguidas. A primeira na utilização para reconhecimentos de padrões no qual se utiliza técnicas de inteligência computacional para determinar se a imagem da peça analisada possui características em comum com alguma imagem já pré-cadastrada. Já na segunda abordagem precisão é fundamental, pois refere-se a inspeção automatizada, no qual

a metrologia por imagem está contida. Segundo [1] A metrologia por imagem consiste no processo automatizado de inspeção/medição, e engloba conceitos de metrologia e visão computacional. A Figura 6 demonstra o conceito do sistema de visão para medição.

Figura 6 - Sistema de visão para medição



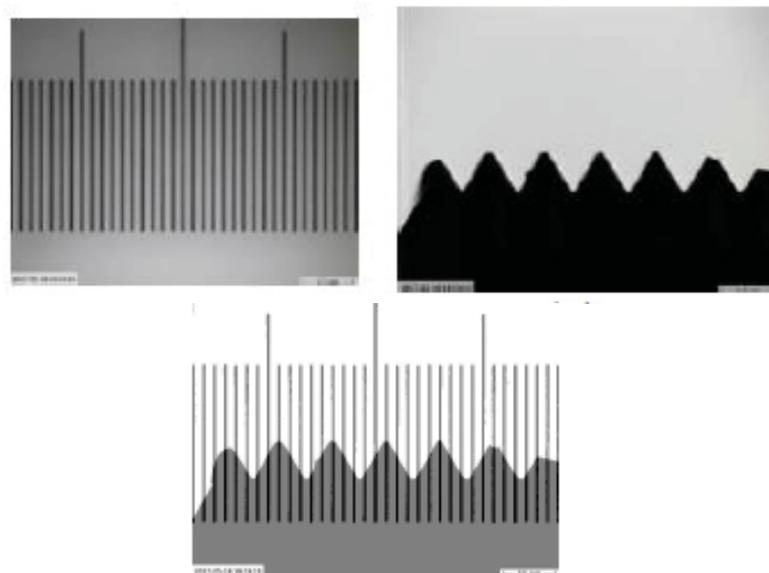
FONTE: (FELICIANO, FLÁVIO F; SOUZA, IGOR L; LETA, FABIANA R)

Também [2] contribui afirmando que o sistema de visão computacional utiliza técnicas de processamento digital de imagens e de Análise digital de imagens (ADI). Onde o PDI utiliza técnicas para capturar, representar e transformar a imagem com auxílio do Computador. Já o ADI é baseada nos níveis de cinza ou nas cores dos objetos capturados. Uma das dificuldades maiores encontradas na Adi é justificada pelo fato de ser multidisciplinar e para se ter uma resposta com um bom nível de aceitação necessita-se de conhecimentos em outros domínios como geometria computacional, visualização científica, estatística e outros.

Quando se faz necessário a análise de peças com dimensões muito pequenas, em conformidade com [3], uma solução adotada pode ser a micro tomografia (μ CT), no qual estudos apontam que a μ CT é o sistema que mais atende os requisitos para medição de peças com dimensões menores que 0.1m. Ainda de acordo com [3], há um conjunto de fatores que podem influenciar no resultado das medidas e para se ter uma boa exatidão o primordial é definir corretamente as bordas do objeto a ser medido, sendo que essas bordas são as regiões no qual o nível de cinza predominantes são razoavelmente distintos.

Conforme [4], uma metodologia que também é bastante difundida é a medição por coordenadas óptica (MMCO), no qual traz a possibilidade de medidas com ampliações maiores em relação a um projetor de perfil. Utilizando esta metodologia, também se pode realizar a fusão de imagens, sendo que uma destas pode ser uma régua graduada, facilitando assim a medição da peça. A FONTE: (OLIVEIRA, JULIO CESAR CORRÊA; VASCONCELLOS, JOÃO FLÁVIO VIEIRA; ASSIS, JOAQUIM TEIXEIRA) exhibe este processo.

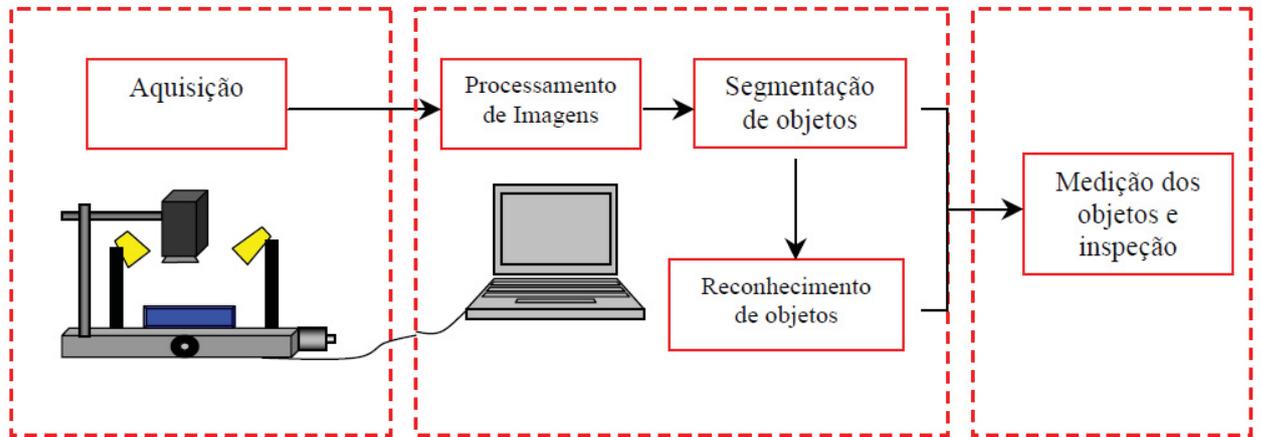
Figura 7 - Fusão de imagens, régua graduada (à esquerda), elemento roscado (centro), imagem sobreposta (Direita)



FONTE: (OLIVEIRA, JULIO CESAR CORRÊA; VASCONCELLOS, JOÃO FLÁVIO VIEIRA; ASSIS, JOAQUIM TEIXEIRA)

Analisando as metodologias de inspeções por sistema de visão computacional abordadas nesta fundamentação teórica, pode-se inferir que as mesmas segundo [1], podem ser divididos nas seguintes etapas: Aquisição, Pré-processamento, segmentação do objeto, reconhecimento do objeto de interesse e medição. Estas etapas são demonstradas na Figura 8.

Figura 8 - Etapas de um sistema de medição por imagem



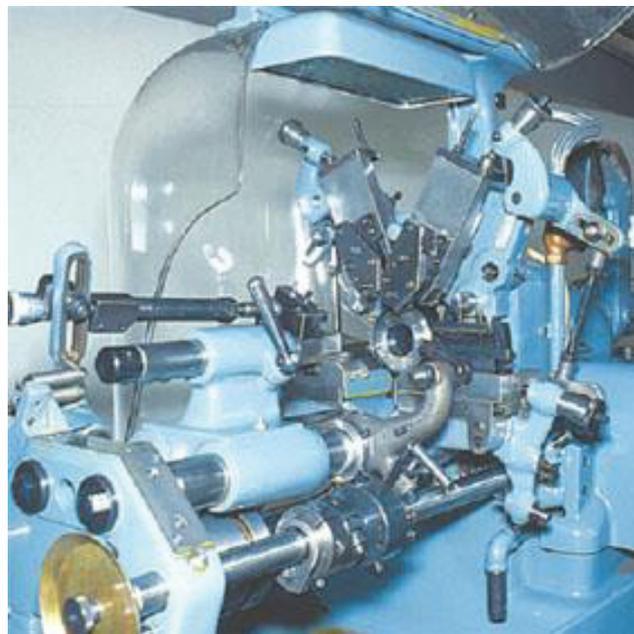
FONTE: (FELICIANO, FLÁVIO F; SOUZA, IGOR L; LETA, FABIANA R)

3 MATERIAL E MÉTODOS

Atualmente, após o recebimento dos pedidos na carteira de vendas, o PCP inicia os cadastros das requisições internas e externas para compra dos materiais, tudo de forma manual e com documentação física. A fabricação de mais de 40 modelos de produtos, geram mais de 200 Ordens de Produção semanais, como consequência, geram gargalos em várias fazem de gestão administrativa e/ou operacional dentro dos setores envolvidos.

Posteriormente, quando as Ordens de Produção chegam ao Setor de Usinagem, este por sua vez faz as requisições de materiais ao estoque, onde a matéria prima (latão, aços inox etc.) é separada em enviada para se iniciar os processos de preparação para a fabricação. Logo em seguida as barras laminadas de MP são cortadas dentro dos padrões pré-definidos de cada processo de usinagem, pois alguns itens são enviados para máquinas ferramenta de torneamento mecânico (Traub).

Figura 9– Torno Automático Traub



FONTE: www.tornoautomatico.com.br

Após as primeiras etapas de produção, onde as MP são preparadas para a usinagem CNC, essas seguem para as células de máquinas CNC Chiron, onde iniciam-se os processos de usinagem deste estudo de caso.

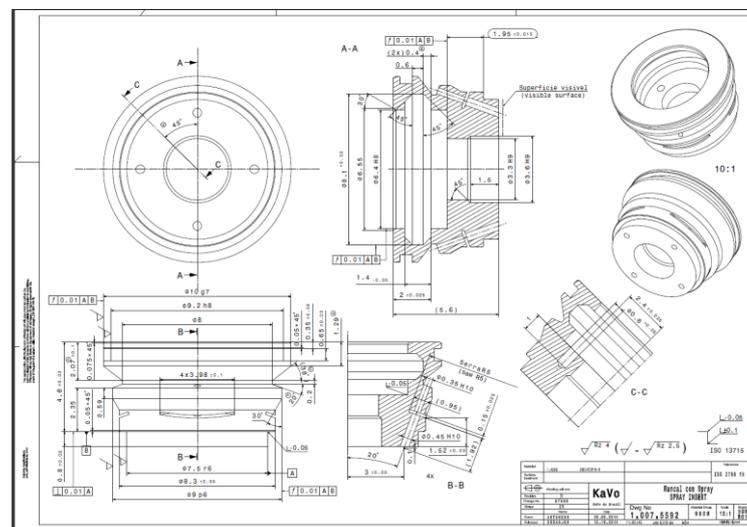
Figura 10– Torno CNC Chiron FZ08 FX



(www.chiron.de)

Os itens estudo são conhecidos como Cabeça de Turbina, que fazem parte do Kit de Canetas Pneumáticas de uso do Dentistas, esses produtos têm até 25 variações dimensionais e conseqüentemente 25 códigos (SKU) de produção diferentes. Mas ficaremos atentos somente no item 1.007.5592, que se trata de um componente similar em todos os modelos e obviamente gera uma maior demanda de produção.

Figura 11 – 1.007.5592 – Mancal com Spray



Fonte: (Autor, 2019)

Esta série de SKU's são preparados e usinados dentro da programação prevista pelo PCP, posteriormente, seguem para o Setor de Metrologia que faz a conferência dimensional das cotas listadas no Plano de Controle Dimensional de cada SKU.

Figura 12 – Linha de Usinagem Chiron – KaVo do Brasil



Fonte: (Autor, 2019)

Após o setup de produção, um lote de amostragem é enviado para a metrologia, para que sejam conferidas as cotas principais de cada SKU, conforme o Plano de Controle.

Figura 13 – Célula de Metrologia – KaVo do Brasil



FONTE:(Autor, 2019)

Este processo atualmente é um dos gargalos de produção desta linha de produtos, pois depende de sequenciamento de produção e posteriormente da ordem cronológica para se iniciar os procedimentos de medição dentro do setor de metrologia, em alguns casos, o tempo de espera chega a 35 minutos.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Nossa proposta consiste em implantar soluções de integração (Sistemas Integrados) nos vários softwares de gestão que estão em operação na planta da KaVo do Brasil em Joinville, onde há ainda falta de integração e comunicação lógica entre as plataformas de gestão e até um certo refinamento nas informações.

Após a integração serão modelados alguns Bancos de Dados para a geração de BI (business intelligence), onde o novo Big Data ofertará novas informações e personalizará com a mesma base de dados a padronização das informações para todos os setores envolvidos. Após esta fase, o Machine Learning nos proporcionará nos métricas e possibilidades de simulação e todos os cenários necessários e indicados pela alta gestão.

Na operação de produção, ofertamos uma célula de medição que ajude a atenuar o gargalo de medição das peças.

Figura 14– Nova célula de Metrologia – KaVo do Brasil



FONTE: (Autor, 2019)

Esta célula já está em operação, validando os novos planos de controle conforme a sua especificação técnica, auxiliando significativamente na redução do tempo de espera da produção que aguarda a liberação de cumprir os planos de fabricação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 PRINCIPAL RESULTADO

Aumento do OEE do setor de usinagem e do setor de metrologia.

5.2 VANTAGENS

Baixo investimento, possibilitando se ajustar os valores dentro do orçamento industrial, aplicando as verbas destinadas a melhoria de continua (kaizen) que estão previstas nos orçamentos trienais da empresa.

5.3 RISCOS

As propostas de melhoria foram consideradas de baixo risco, visto que os itens de Plano de Controle mais rígido continuaram no equipamento atual e somente os itens mais flexíveis tiveram a migração para a nova célula de medição.

As novas integrações dentro dos sistemas de gestão serão assumidas pelos Setor de TI interno da empresa, portanto a confiabilidade e assertividade das manipulações dos bancos de dados e suas respectivas integrações estão dentro do esperado e sob total controle.

5.4 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As implantações já estão em andamento desde meados de 2019, estão dentro do cronograma pré-definido pela Gestão Industrial e serão concluídas até 2021, portanto nossas propostas estarão sendo implantadas dentro do prazo definido.

REFERÊNCIAS

- [1] UNIVESIDADE FEDERAL FLUMINENSE, PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA SET 2016, VISÃO COMPUTACIONAL APLICADA À METROLOGIA DIMENSIONAL AUTOMATIZADA: CONSIDERAÇÕES SOBRE SUA EXATIDÃO. FELICIANO, FLÁVIO F; SOUZA, IGOR L; LETA, FABIANA R.
- [2] UNIVERSIDDE DE SANTA CECÍLIA, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA, JUN 2017. ESTUDO PARA MEDIÇÃO DE PEÇAS ATRAVÉS DE IMAGENS UTILIZANDO LÓGICA PARACONSIENTE ANOTADA: LOPES, RAQUEL GALHARDO DE CARVALHO. MARIO, MAURÍCIO CONCEIÇÃO. FILHO, JOÃO INÁCIO DA SILVA.
- [3] REVISTA DA UNIVERSIDADE VALE DO RIO VERDE, TRÊS CORAÇÕES, V.12, N.2, P.258-267, DEZ. 2018. DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL UTILIZANDO MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA APLICAÇÕES EM METROLOGIA. OLIVEIRA, JULIO CESAR CORRÊA; VASCONCELLOS, JOÃO FLÁVIO VIEIRA; ASSIS, JOAQUIM TEIXEIRA.
- [4] II CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA ÓPTICA (CBMO), METROLOGIA 2017, FORTALEZA, CE. METROLOGIA DIMENSIONAL DA FUSÃO DE IMAGENS. YAMANAKA, DOUGLAS MAMORU; CASTANHO, MANUEL ANTÓNIO PIRES; SAITA, MARCELO TADAO.
- [5] XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015.
- [6] XV II ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA “A Engenharia de Produção e as novas tecnologias produtivas: indústria 4.0, manufatura aditiva outras abordagens avançadas de produção” Joinville, SC, Brasil, 2017. 3 de outubro 2017
- [7] PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO, Leonardo Lustosa, Rio de Janeiro, Elsevier, 2018
- [8] ALINHAMENTO ENTRE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, CUSTO E INDICADORES DE DESEMPENHO: Um estudo de caso. Revista Produção, 2017
- [9] MANUAL DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES, James F. Cox III, 2015
- [10] ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES – Uma abordagem prática, Marco Antonio de Araújo, Brasport, 2019