

Aumento da produtividade do processo de usinagem de Hub com insertos de alto avanço: um estudo de caso

Alex Carvalho Ferreira (Faculdade de Engenharia de Minas Gerais - FEAMIG) alex.ferreira@iscar.com.br

Márcio Alexandre Martins (FEAMIG)) marcio.alexandre@vale.com

Mário Duval e Cruz (FEAMIG) mariodcruz@hotmail.com

Matheus Souza Vilela (FEAMIG) matheus.vilela@outlook.com

Gabriela Fonseca Parreira (FEAMIG) gabriela.fonseca@feamig.br

Resumo

Esse artigo apresenta um estudo que foi realizado em campo, em uma linha de produção/usinagem de peças Hub: um componente mecânico onde se conectam as “hélices” ou “pás” de equipamentos do tipo Turbina Eólica ou Aero Gerador de energia proveniente da energia cinética do vento, bem assim, o nível de produtividade dessas peças. O estudo foi realizado em uma empresa de usinagem, ou seja, em campo, nos moldes de um estudo de caso onde, a partir de uma simples tomada de decisão gerencial foi possível aumentar a eficiência de produção de peças Hub, reduzir os custos e o índice de perdas no processo e, conseqüentemente, colocou a empresa em uma posição mais competitiva no mercado. Os resultados do estudo indicaram ser possível aumentar a produção de peças Hub, sem haver necessidade dos gestores de produção investir em novos equipamentos ou aumentar a mão-de-obra no processo avaliado.

Palavras chave: Processos Produtivos, Eficiência, Lucratividade, Usinagem, Hub.

Increased Hub productivity process applying high advance inserts: a case study

Abstract

This paper presents a study that was carried out in the field, in a production / machining line of Hub parts: a mechanical component where "propellers" or "blades" are connected, in Wind Turbine or Aero type equipment. Wind kinetics, as well as the productivity level of these parts. The study was carried out in a machining company, that is, in the field, in the form of a case study where, from a simple management decision, it was possible to increase the efficiency of Hub parts production, reduce costs and index of losses in the process and, consequently, put the company in a more competitive position in the market. The results of the study indicated that it is possible to increase the production of Hub parts without the need of the production managers to invest in new equipment or increase the workforce in the evaluated process.

Key-words: Productive Processes, Efficiency, Profitability, Machining, Hub.

1. Introdução

A importância de se realizar uma gestão eficiente da produção se pode dizer que cresce na mesma medida em que aumentam a concorrência por mercado, complexidade do produto e a

responsabilidade de sua aplicação. Quando essa competitividade é observada a nível global, a persistência de falhas de qualquer natureza pode resultar perdas no processo e até comprometer a sobrevivência do negócio.

Geralmente, a indústria concentra esforços no aumento contínuo de seu desempenho, atuando em fatores como qualidade, custo e logística de distribuição, em busca de perenidade e de resultados que possam satisfazer os objetivos de seus acionistas e seus clientes, em geral.

Segundo Bariani (2006) deve-se aumentar a eficiência de recursos, efetivar a aplicação de maquinário e equipamentos, eliminar desperdícios através da melhoria contínua, de modo a sempre buscar o que há de melhor no que tange a qualidade e, como consequência, satisfazer os clientes e aumentar a lucratividade. Sendo assim, é importante que os processos sejam cada vez mais robustos, visto que, o cliente final não está disposto a pagar por aquilo que não agrega valor ao produto por ele adquirido.

O item fabricado é o Hub, um componente de geradores eólicos de eletricidade responsável pela conexão das pás de suas hélices ao eixo de rotação de turbina. A parcela de seu processo de fabricação que foi estudada consiste, basicamente, na remoção do excesso de material de uma peça metálica bruta de aproxima 18 toneladas, resultando num produto acabado com cerca de 15 toneladas. De 6 unidades imputadas pelo cliente semanalmente, a empresa se viu capaz de entregar somente 4, mesmo com utilização total da então capacidade produtiva, observando-se uma necessidade de ganhos de produtividade da ordem de 34%.

Após a oportunidade de melhoria ter sido identificada, essa foi tratada com a maior potencialidade possível, até que o atendimento da demanda e, conseqüente, o aumento de satisfação da empresa fosse alcançado em termos de produção e redução de custos.

Nesse contexto, o objetivo geral desse estudo foi elaborar uma proposta de melhoria, com vistas aumentar a produtividade do processo de produção do Hub sem se investir em equipamentos ou aumentar a mão-de-obra.

2. Referencial teórico

2.1 Gestão de processos

O sistema de ações interrelacionadas de forma dinâmica e que estão orientadas para a transformação de elementos em algum produto é denominado processo. A gestão organizacional teve como origem uma ciência pautada no estudo da divisão do trabalho, divisão esta proposta por Adam Smith e praticada pela forma taylorista que defendia uma forma de organização racional das atividades, onde se buscava aumentar a produtividade pela eficiência operacional. Nesse contexto, a atenção era a chave para o método do trabalho, para os tempos e movimentos necessários à execução da tarefa. (SILVA; MORITZ, 2012)

Com a evolução tecnológica e a busca incessante por inovações nos processos para garantir lucro, produtividade e qualidade, as empresas tendem investir em ferramentas de gestão. O guia BPM CBOK (2009) define a Gestão de Processos de negócio ou BPM – *Business Process Modeling* como “uma abordagem para identificar, desenhar, executar, medir, monitorar e controlar processos de negócio, automatizados ou não”. O objetivo é alcançar resultados alinhados e consistentes às estratégias da organização, com ajuda de tecnologia, agregando valor, melhorias e inovações na Gestão de Processos em seu todo.

Para Thieves Júnior (2001), estruturar a organização em consonância a seus processos pode requerer mudanças na postura administrativa. Mas as mudanças devem ser gradativas e atentar para a cultura organizacional, isso para se evitar conflitos com quem procura por

mudanças a curto prazo. Também: a Gestão de Processos deve favorecer o trabalho sistêmico e integrado, e os funcionários devem ter uma visão ampliada de seus papéis na organização.

Hammer (1998) corrobora com as ideias de Thieves Júnior (2001), e ressalta que a passagem de uma organização tradicional à Gestão de Processos é muito complexa, uma vez que o corpo organizacional precisa aprender a pensar de uma maneira diferente para uma melhor compreensão do negócio e assumir mais responsabilidades e, principalmente trabalhar em equipe em um processo.

Para Machado et. al. (2009), a escolha de um determinado método de processo depende de uma gama de fatores, e mesmo assim, na maioria das vezes, o produto final é o resultante de de uma junção de variados processos.

O processo produtivo industrial, segundo Contador (2004) é o caminho que se percorre da entrada de insumos à saída do produtos, portanto gerir um processo produtivo demanda gerir todos os recursos envolvidos durante a execução do processo. Para Ritzman; Krajewski (2004), o “[Gestão de Processos] é a seleção dos insumos, das operações, dos fluxos de trabalho e dos métodos que transformam insumos em resultados”.

2.2 Indicadores de desempenho de processos

Os indicadores de desempenho de processos, também denominados *Key Performance Indicator* (KPI) tem como finalidade mensurar o desempenho das tarefas executadas e a determinação da premissa se a empresa tem conseguido ou não atingir seus objetivos e metas estipuladas. Os indicadores são aferidos por meio de um índice que avalia o desenvolvimento processual como um todo ou mesmo em partes e objetivam quantificar, simplificar, analisar e comunicar os fenômenos podendo ser do tipo: de eficácia, de eficiência, de qualidade, de lucratividade, de rentabilidade, de capacidade, e de produtividade.

Os Indicadores de eficácia trata a relação entre os resultados alcançados ou pretendidos, onde o maior foco dos indicadores de eficácia é o produto. É o indicador que aponta a melhor forma de agir com vistas ao lucro empresarial. Esse indicador é dado pela fórmula: $Eficácia = \frac{\text{Resultado desejado}}{\text{Resultado obtido}}$;

Os Indicadores de eficiência refere-se à redução de custos, por meio da técnica de mensuração dos recursos aplicados. A eficiência consiste em fazer o melhor método, sem, contudo, utilizar muitos recursos, onde $Eficiência = \frac{\text{Quantidade produzida}}{\text{pela Quantidade instalada}}$.

Os Indicadores de qualidade mostram a relação entre a produção e as saídas sem nenhum defeito ou inconformidade. Quanto maior a porcentagem aproveitada, tanto maior é a qualidade do produto. Para Calculá-lo: $Qualidade = \frac{\text{Quantidade de peças produzidas}}{\text{não conforme dividida pela quantidade de peças conforme}}$.

Os indicadores de lucratividade são obtidos pela fórmula: $Lucratividade = \frac{\text{Total de vendas}}{\text{dividido pelo Lucro obtido}}$. É um indicador que mensura a relação percentual entre o total das vendas e a lucratividade. Quanto maior a venda, maior a porcentagem de lucratividade.

Os Indicadores de rentabilidade apresentam uma análise da porcentagem entre o investimento e o lucro. Assim, se uma empresa investe x e tem 2x de lucro, sua rentabilidade é de 100%, onde $Rentabilidade = \frac{\text{Lucro}}{\text{dividido pelo Investimento}}$.

Os Indicadores de capacidade, também conhecidos por capacidade, medem o tempo de produção versus a quantidade de produtos, ou seja, x produto em y tempo. Assim: $Capacidade = \frac{\text{número de horas trabalhadas}}{\text{x capacidade de produção}}$.

Os Indicadores de produtividade tratam da eficiência. Estão inseridos nos processos e referem-se à utilização dos recursos para a geração de produtos e serviços. É a relação entre os recursos utilizados para uma determinada produção e as saídas geradas por ela. O aferimento do que se passa dentro dos processos e das atividades envolvidas nesses permite identificar os problemas e preveni-los para que esses não causem prejuízos financeiros ou qualquer outro tipo de lesão aos clientes. (SEBRAE, 2016)

Para Martins (1999), a eficiência da produção industrial é proveniente, em grande parte, da redução do custo da mão de obra, a qual era fator dominante no início do século, quando se avaliava o custo por meio do tempo gasto no processo produtivo. Também é possível medir a produtividade pela relação entradas (*Input*) e saídas (*output*). Assim: $\text{Produtividade} = \text{Output} / \text{Input}$. (ALMEIDA, 2003)

King (2007) afirma que a produtividade é “uma atitude do coração”. Para os japoneses, a alta produtividade está diretamente ligada a uma atitude mental que lidera uma ação prática, resultando em melhorias e benefícios para empreendedores, gestores, intra-empresários e trabalhadores. Neely; Gregory (1995) afirma que a análise e a mensuração de desempenho podem ser definidas como processo de se quantificar uma ação, e que a mensuração é o processo de quantificação ou aquilo que provoca o desempenho do processo.

2.3 Mapeamento de processos

O Mapeamento de Processo é uma ferramenta que permite uma das atividades inerentes a um processo e a interrelação entre elas. Por meio do mapeamento de processo torna-se mais fácil diagnosticar o problema, onde esse se encontra para saná-lo e buscar melhoria contínua. Para Soliman (1998), o mapeamento de processo é uma técnica onde se detalha as etapas do processo, com foco nos elementos que influenciam diretamente no seu comportamento.

Villela (2000) menciona que um mapeamento de processo indica as atividades, as informações e restrições de precisam ser observadas simultaneamente. Para Rother; Shook (2000), o mapeamento de processos é uma forma de situar as atividades de valor e não valor em um processo de produção.

De Mello (2008) aborda que a literatura traz algumas técnicas de mapeamento dando diferentes tratamentos a cada uma delas, o que se torna ainda mais importante a correta interpretação dessas técnicas imprescindível e fundamental para se obter sucesso no processo de mapeamento. Segundo Peinado; Graemil (2007), para se mapear um processo, primeiro é necessário reconhecer as etapas do fluxo de processo.

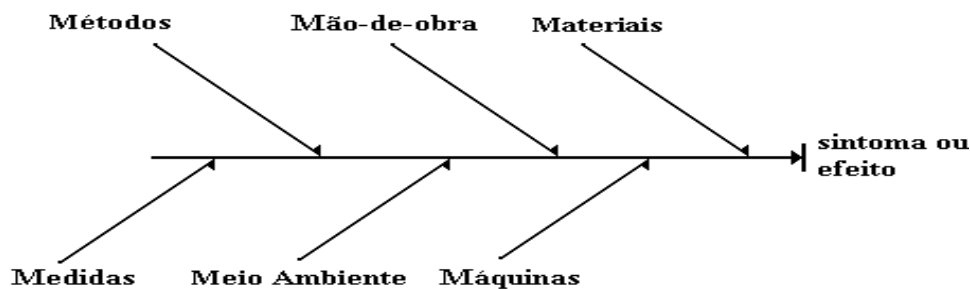
2.4 Ferramentas para identificação e solução de problemas

As ferramentas da qualidade, além de ajudar a identificar os acontecimentos em um processo, também apontam as prováveis causas. Para Paladini (2004), as ferramentas são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação para viabilizar a implantação da Qualidade Total.

2.4.1 Ishikawa ou Diagrama de causa e efeito

O Diagrama de Causa e Efeito é um método que possibilita o detalhamento do processo de forma que as ações a serem tomadas sejam mais eficazes. (CAMPOS, 2004)

Para Paladini, (2004), o Diagrama de Causa e Efeito (FIGURA 1) é uma ferramenta gráfica utilizada para analisar problemas que devem ser corrigidos e podem utilizados em processo sem que há perdas, falhas, desperdícios, riscos de qualidade com o objetivo de identificar os possíveis modos de falha e corrigi-los.



Fonte: Os autores (2017).

Figura 1 - Diagrama causa efeito

2.4.2 Os 5 por quês

O objetivo dessa ferramenta é possibilitar que se chegue à causa raiz do problema. Para Ries (2014, p. 153) “Trata-se de um método simples e eficaz, perfeito para a tomada de decisão ágil que as pequenas empresas tanto necessitam hoje em dia”, mediante a aplicação de 5 interações sobre o porquê do problema. Por exemplo:

- Problema: Os clientes estão reclamando muito dos atrasos nas entregas;
- Porque há atrasos? Porque o produto nunca sai da fábrica no momento que deveria;;
- Porque o produto não sai quando deveria? Porque as ordens de produção atrasam;
- Porque estas ordens atrasam? Porque o cálculo das horas de produção são irreais;
- Porque o cálculo das horas está errado? Porque o *software* é ultrapassado;
- Porque estamos usando este software? Porque o engenheiro responsável ainda não recebeu treinamento no *software* mais atual. (RIES, 2014)

Ammerman (1998) sugere utilizar os 5 Porquês sempre que se depararem com qualquer falha. Para Ammerman (1998), nem sempre é preciso usar as 5 perguntas. Podem ser mais ou menos. O importante é chegar à causa raiz do problema.

2.5 O processo de usinagem

O processo de usinagem surgiu em meados do século XVIII. Estima-se que o processo era manual, onde se removia materiais para produzir ferramentas das mais simples às mais difíceis. Com o passar do tempo deu-se o nome ao processo de usinagem. Para Santos; Sales (2007), a evolução da usinagem ocorreu mesmo no século XX com o aprimoramento de materiais para ferramentas de corte, revestimento para ferramentas, máquina-ferramenta e também no campo de materiais com a usinabilidade melhorada.

Para Machado et. al. (2009), a partir de 1940, os processos não convencionais de usinagem começaram a ganhar importância pela eficácia de produzir peças de geometria complexa em materiais de difícil usinabilidade, garantindo assim acabamento de altíssima qualidade e tolerâncias estreitas, o que deu origem ao fresamento. O Hub é uma peça fundida e pesa aproximado 17 toneladas. Essa peça conecta três “hélices” ou “pás” em uma turbina aeólica que gira por força do vento e gera energia elétrica.

3. Metodologia de pesquisa

A construção dessa pesquisa segue dois pilares: um em relação aos fins, e o outro, em relação aos meios. Quanto aos fins, a pesquisa foi exploratória e explicativa. A exploratória porque o que a pesquisa foi realizada mediante um estabelecimento de critérios, métodos e técnicas à sua elaboração, isso porque um dos pesquisadores convive com o fenômeno que foi estudado. É uma pesquisa de caráter explicativa porque os pesquisadores buscaram identificar e explicar as causas do fenômeno. Este tipo de pesquisa é o mais propenso a erros, uma vez que interpreta-se a realidade e o objeto de estudo, dando um caráter subjetivo à pesquisa, mas é,

também, a que costuma envolver ações de ordem prática. (VIANNA, 2001)

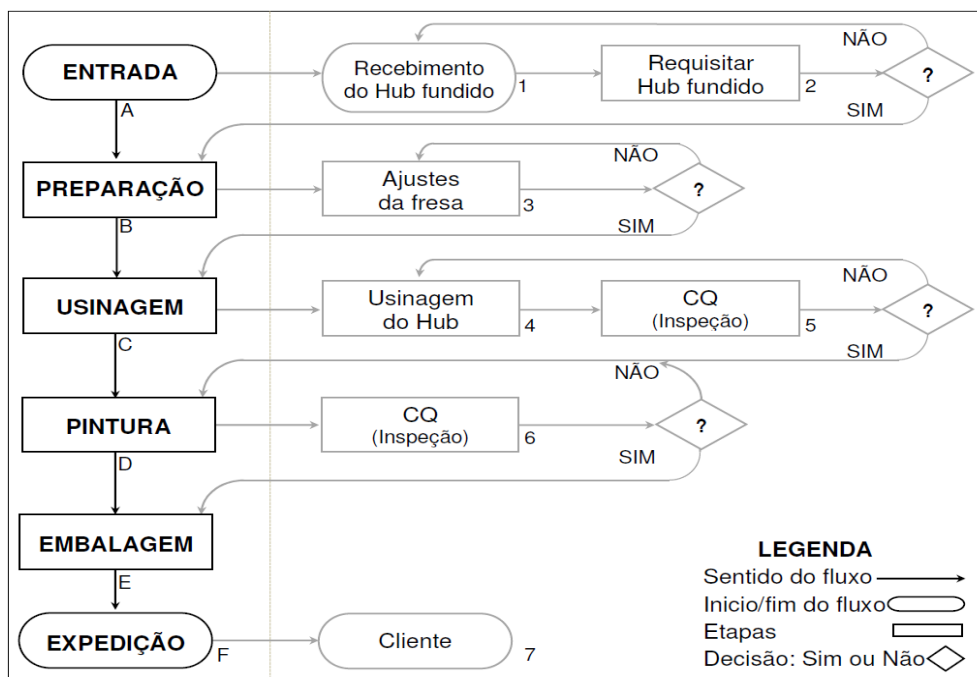
Quanto aos meios, foi um estudo de caso, em campo, onde os fenômenos foram vistos de modo profundo. No estudo de campo estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, e se busca a interação de seus componentes, por exemplo, e pode ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias, quanto descritivas e explicativas. (Gil, 2002)

O estudo foi realizado em uma célula de usinagem onde se processa 4 peças Hub por semana; o desafio: produzir 6 peças/semana. Para atingir esse objetivo o processo, ou seja, o fluxo de processo de produção de peças Hub foi observado, alguns trabalhadores foram entrevistados e, também, alguns documentos do setor de produção foram consultados. O objetivo foi coletar os dados e as informações pertinentes à produção de peças Hub.

4. Apresentação e análise dos resultados

4.1 Mapeamento do processo

O processo foi mapeado (FIGURA 2), com objetivo identificar as partes que mais tem demandado o uso de recursos no processo. Após se detalhar o processo, observou-se um gasto de 1800 minutos para se processar peças, e também foi possível identificar as causas da baixa produção na célula de usinagem. Uma vez identificada a falha ou o problema, aplicou-se o diagrama de Ishikawa com objetivo detalhar os motivos da ocorrência do problema.



Fonte: Os autores (2017).

Figura 2 - Mapeamento do processo de produção de Hub, sob estudo

A Figura 2 apresenta de “A” a “E”, as etapas do fluxo de processo de produção, e a sequencia se “1” a “7”, o Mapeamento, ou seja, o que se realiza em cada etapa. Assim:

A1 - Recebimento do Hub fundido no setor de produção. A peça é estocada. Em A2 a peça de Hub é requisitada pelo setor de produção/usinagem. Se não estiver disponibilizada, a requisição retorna para A1. Ao contrário é disponibilizada para a etapa B;

B3 - A peça fundida é colocada e é devidamente ajustada na fresa/usinagem. Se a peça apresentar algum problema é retornada aos ajustes. Se estiver em condições de ser usinada, então passa-se á etapa C;

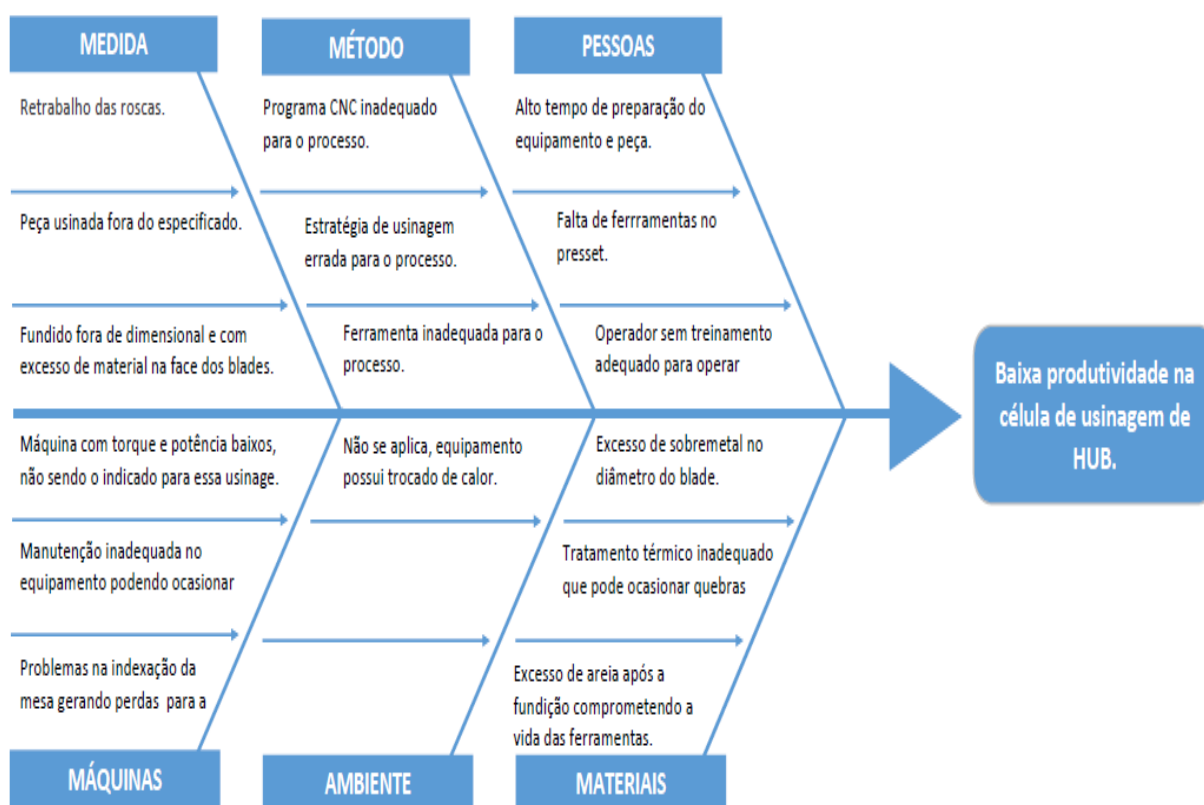
C4 - Executa-se a usinagem da peça. Em C5 a peça é inspecionada. Se estiver sem anomalias passa-se à etapa D. Do contrário, a peça é retornada à etapa C4. O problema foi detectado nessa etapa, ou seja, em C4, onde a peça/Hub é usinada;

D6 - Nessa etapa a peça recebe uma pintura, e é novamente inspecionada. Se apresentar anomalia na pintura, a peça é retornada à etapa D. Se não, é transferida à etapa E;

E - Nessa etapa a peça é embalada e, na sequência, é disponibilizada para o cliente (F7).

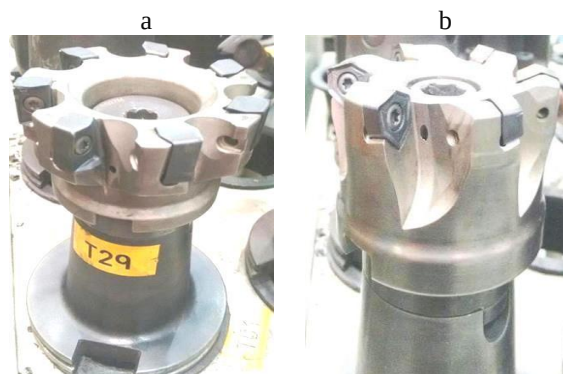
4.2 Causas do problema

O problema identificado foi a baixa de produtividade em uma célula de produção, ou seja, a célula de usinagem de Hub. Diante isso, um apontamento das causas (FIGURA 3) foi estruturado nos moldes de um diagrama de causas e efeito.



Fonte: Os autores (2017)
Figura 3 - Diagrama de Causas e Efeito.

A Figura 3 apresenta o Diagrama de Causas (6), e o Efeito desencadeado na célula de usinagem, onde ocorre uma baixa produtividade de peças Hub. Dois fatores que podem estar comprometendo a produção/usinagem das peças Hub: o torque e a potência da fresa foram indicados no fator “Máquinas” como possíveis causas do gargalo ou problemas da linha de produção. Estima-se que se o torque e a potência da fresa estivessem em baixo nível operacional, então afetam diretamente a capacidade de usinagem. A fresa em uso apresentava, além do torque, também apresentava baixa potencia operacional, e isso resultava em peças de alto custo e tempo operacional. Nesse contexto, para que o tempo de usinagem fosse reduzido, a potência e o torque da fresa foram elevados e, como proposta à melhoria, um realinhamento do ângulo de usinagem para 17 graus foi implantado. As operações de usinagem (FIGURA 4) realizadas pelo novo realinhamento foram monitoradas por 60 dias e como resultado observou-se várias melhorias.



Fonte: os autores (2017)

Figura 4 - Ferramenta sem (a), e com (b) inclinação de 17 graus de alívio/usinagem

A Figura 4 apresenta o resultados da operação/usinagem antes, ou seja, sem que a ferramenta de usinagem fosse alinhada e depois, ou seja, após o realinhamento do ângulo de usinagem para 17 graus proposto nesse estudo. Após o realinhamento do ângulo para 17 graus fez-se um comparativo entre variáveis (TABELA 1), antes e depois das operações em linha de produção:

Variáveis observadas	ANTES	DEPOIS	%
Avanço/usinagem	840mm/min.	7809mm/min.	Avançou 927%
Tempo de processamento	1800min.	1440min.	Reduziu 20%
Peças produzidas	4	6	Aumentou 50%
Tempo total de operação	1815:09min.	1455:09min.	Reduziu 19,83%

Legenda: mm (milímetros) min. (minutos)

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 1 - Comparativo entre o antes e o depois de implantar a nova ferramenta de usinagem

Observa-se na Tabela 1 as variáveis entre o antes e o depois da implantação do novo ângulo à usinagem de peças Hub. Das variáveis, o avanço da usinagem ocorria, em média, 840 mm/min., inicialmente. Com o uso da nova ferramenta para usinagem, o avanço passou para 7809 mm/min, isso devido ao novo ângulo de alívio de 17 graus. Resultado: o tempo de processamento baixou de 1800 minutos para 1440 minutos de usinagem, impactando em uma redução de tempo de 20% na usinagem total.

Os ganhos financeiros, nessa situação envolveram os custos de hora máquina, ferramentas, investimento necessários, turnos de trabalho e demanda anual do produto. foi calculado uma redução em torno de 20% no custo de fabricação o que totaliza R\$ 140072,73 por ano.

Em relação a vida útil do equipamento, observou-se que essa se manteve, mas devido ao número maior de arestas de corte (6 arestas contra 4 arestas), a ferramenta proposta como item de melhoria apresentou ganho de 50%. O tempo total de operação caiu de 1815:09 minutos para 1455:09 minutos, ganho de 20%, o que representou um ganho real de produtividade próximo a 25%. O custo total da usinagem por peça caiu 20%. Ao mensurar os custos da usinagem observou-se uma redução de gastos próximo a 21% totalizando R\$ 16363,64. O tempo de *set-up* se manteve, o custo da usinagem teve uma redução 20% ou R\$ 180.000,00. Somando com a redução dos custos das ferramentas observou-se uma redução total de R\$ 196363,64 no período avaliado.

5. Conclusão

A proposta inicial dessa pesquisa foi verificar se é possível, mediante a gestão de processos,

aumentar a produtividade da organização se essa passa por momentos de restrição de investimento em recursos humanos e em relação à aquisição de novos equipamentos, sobrevivendo desse cenário, a pergunta que serviu como norte à realização desse estudo.

Para atingir o objetivo geral desse estudo, ou seja, para se ter condições de elaborar e apresentar uma proposta à melhoria do processo pesquisado, sem a necessidade de se investir tanto em mão-de-obra, quanto na aquisição de máquinas e equipamentos novos, em um processo de produção de Hub, que é um componente destinado a conectar “hélices” ou “pás” em uma turbina aeólica.

Para atingir os objetivos desse estudo, inicialmente o processo de produção foi mapeado e, na sequência, as informações e os dados pertinentes ao nível de produtividade no processo de produção de Hub foi coletado em documentos do setor de produção da empresa. Além disso, após o levantamento das informações necessárias, fez-se um acompanhamento do processo de produção com objetivo testar a implantação de uma nova ferramenta para usinagem de peças. Os testes realizados mostraram que a nova ferramenta para usinagem avançava, em média, 840mm/min., e gastava-se um tempo médio de 1800minutos nas operações para se usinar 4 peças/Hub por semana.

A terceira abordagem abrangeu a apresentação de uma proposta que fosse capaz de elevar a produtividade de produção de Hub, e reduzir custos operacionais. Quanto a essa, a sugestão que foi apresentada aos multiprofissionais envolvidos no processo de produção foi um realinhamento do ângulo de corte/usinagem da fresa, ou seja, que a ferramenta fosse inclinada para 17 graus, e isso foi realizado. Os novos indicadores foram: se antes o avanço de corte/usinagem era de 840mm/min., passou a ser 7.809mm/min.; se antes eram gastos 1800min. nas operações de corte/usinagem, passou a ser 1440min.; antes a produção semanal era de 4 peças/Hub, com a inclinação do ângulo para corte/usinagem a produção semanal passou a ser de 6 peças/semana. Isso, em termos gerais representou um ganho real à empresa de 24,74% de redução de tempo na operação de usinagem; 21% na redução de gastos operacionais; em termos de redução de custo na usinagem, o valor chegou a 20%, enfim, a pesquisa revelou que, no geral, a empresa, com a implantação da nova ferramenta de corte na fresa conseguiu deixar de gastar, em comparação ao método anterior, o valor: R\$196.363,64, mas isso só foi possível após a proposta ter sido admitida pela empresa.

Das ferramentas aplicadas em áreas da qualidade, a utilização das denominadas Mapeamento de Processo e o Diagrama de Causa e Efeito foram determinantes à identificação do problema, e consequente elaboração da proposta à melhoria que foi apresentada.

Diante esse cenário, se o objetivo geral delineado para esse estudo era verificar se era possível aumentar a produtividade do processo de produção do Hub, porém sem investir em equipamentos ou aumentar a mão-de-obra no setor de produção/usinagem de peças Hub, então os resultados indicaram que sim, ou seja, se a empresa de fato adotar a inclinação de 17° de alívio no processo de usinagem de peças Hub, os ganhos financeiros tenderão a ser significativos na atividade.

Como recomendação, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas na linha de produção, com o propósito de acompanhar a evolução ou a permanência dos resultados ora alcançados.

Referências

ALMEIDA, D. P. *Racionalização industrial*. 2003 (MIMEO).

AMMERMAN, M. *The root cause analysis handbook productivity process*. 1998.

BARIANI, L., Del'ARCO JUNIORS, A. P. *Utilização da tecnologia da informação por grupos integrados de*

manufatura para o controle de indicadores de produção enxuta. Revista Ciências Humanas, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 67-79., jan./jun. 2006.

BUSINES PROCESS MANAGEMENT COMMON BODY OF KNOWLEDGE (BPM CBOK). 2009. Versão 2.0, 325p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5798.htm>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

CAMPOS, Vicente Falconi. *Controle da Qualidade Total* (no estilo japonês). 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.

CONTADOR, José Celso. *Gestão de operações: engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

DE MELO, A. E. N. S. *Aplicação do mapeamento de processo e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos*. Itajubá: UNIFEI, 2008.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAMMER, Michael. *Empresa voltada para processos*. HSM Management, n. 9, ano 2, jul/ago, 1998.

KING, N. C. O. *Desenvolvimento de um processo para análise da Produtividade Sistêmica*. Curitiba: PUC – PR, 2007.

MACHADO, A.R. et al. *Teoria da usinagem dos materiais*. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

MARTINS, R. A. *Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso*. 1999. 269 f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

NEELY, A.; GREGORY, M. *Performance measurement system design*. International Journal of Operations & Production Management, v. 15, 1995. Disponível em: <<http://www.jgbm.org/page/11%20Anbalagan%20Krishnan.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

PALADINI, Eduardo Pacheco. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2004.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. Curitiba: UnicenP, 2007.

RIES, Eric. *A startup enxuta*. E-Book. São Paulo: Kindle, 2014.

RITZMAN, L; KRAJEWSKI, L. J. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROTHER, M; SHOOK, J. *Learning to See*. MA, USA: The Lean Enterprise Institute, 2000.

SANTOS, S. C.; SALES, W. F. *Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais*. São Paulo: E. Artliber, 2007.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). *MPE: indicadores para controle e gerenciamento da indústria*. 2016. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/mpe-indicadores-para-controle-e-gerenciamento-da-industria,68bc438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 20 de maio de 2017.

SILVA, Djalma João da; MORITZ, Gilberto de Oliveira. *Sistemas de informações e gestão por processos: bases para o gerenciamento sistêmico da administração do Tribunal de Justiça de Santa Catarina*. 2012. Disponível em: <<http://www.funjab.cursoscad.ufsc.br/cejur/wp-content/uploads/2012/05/Livro-RH-TJ-Volume-1-Artigo-6.pdf>>. Acesso em: 22 de março de 2017.

SOLIMAN, F. *Optimum level of process mapping and least cost business process re-engineering*. International Journal of Operations & Production Management, v.18, n. 9/10, p.810-816, 1998.

THIEVES JÚNIOR, Juarez Jonas. 2001. *Workflow - Uma tecnologia para transformação do conhecimento nas organizações: estudo de caso no Conselho Estadual de Educação de Santa Catarina – CEEE*. SC. Florianópolis: Insular, 2001.

VIANNA, I. O. de. *Metodologia do trabalho científico: um enfoque prático da produção científica*. 1ª ed. São Paulo: EPU. 2001.

VILLELA, C. S. S., *Mapeamento de processo como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional*. 2000. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.