



# ANÁLISE CRÍTICA DE VIABILIDADE ECONÔMICA NO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA FABRICAÇÃO DE DISPOSITIVOS ODONTOLÓGICOS

D.J.Queres<sup>1</sup>; N.E.Yamada<sup>1</sup>

1- Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - Professor Jessen Vidal  
Av. Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 - Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP,  
CEP: 12247-014, Brasil  
Telefone: (12) 3905-2423  
[\\*diogo.queres@gmail.com](mailto:diogo.queres@gmail.com)

**RESUMO:** Atualmente a indústria nacional é responsável pela fabricação e fornecimento de aproximadamente 90% dos produtos e insumos utilizados no setor de saúde de reabilitação odontológica, mais especificamente, implantes dentários e seus componentes. Este mercado tem uma perspectiva de crescimento de 15% ao ano na próxima década. Partindo deste princípio, este artigo tem o objetivo de fazer uma análise crítica do impacto gerado por uma tomada de decisão feita por uma empresa do setor, no processo de compra de máquinas CNC de alta produção para abastecer a sua cadeia produtiva. A análise será fundamentada através do uso de ferramentas de gestão de capacidade produtiva a partir de seus indicadores de desempenho, comparando os processos de fabricação de três produtos de demanda dependente, entre dois equipamentos de preços e características diferentes e ainda mostrar a melhor escolha de investimento entre eles.

**PALAVRAS-CHAVE:** análise, indicadores de desempenho, capacidade produtiva, máquina CNC

**ABSTRACT:** Nowadays the national industry is responsible for about 90% of manufacturing and supplying products and stuffs that are used in the health area of odontologic rehab, mainly, dental implants and its components. This market has a yearly increasing perspective of about 15% in the next decade. Looking for this scenario, this article that has been made from a real case and has a goal of make a critical analysis of the consequences caused by a decision to buy high-production CNC machine, used to supply this market. The analysis will be based on the productive capacity management tools, using their performance indicators, comparing the manufacturing process of three dependent-demand products between machines from different prices and technical features and even to provide the best investment choice between both.

**KEYWORDS:** analysis, key performance indicators, productive charge, CNC machine

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a indústria nacional é responsável pela fabricação e fornecimento de aproximadamente 90% dos produtos e insumos utilizados no setor de saúde de reabilitação odontológica, mais especificamente, implantes dentários e seus componentes. Este mercado tem uma perspectiva de crescimento em média de 15% ao ano na próxima década. Segundo Diário da Indústria e Comércio (2017), o número de implantes dentários utilizados no Brasil em 2016 foi de aproximadamente 2,2 milhões de unidades. O mercado nacional já é um dos maiores do mundo ficando apenas atrás dos Estados Unidos, que atinge uma marca de 2,5 milhões de unidades. O



crescimento do mercado de implantes dentários é um fenômeno mundial e a ascensão do setor é uma realidade. De acordo com a Abimo (2018), o mercado mundial do setor passará de US\$ 3,2 bilhões em 2010 podendo alcançar a US\$ 15,9 bilhões em 2025.

A perspectiva de crescimento está associada a fatores como, desconforto, constrangimento, reabilitação social, conscientização dos cuidados com a saúde bucal e as melhorias na perspectiva de qualidade de vida atingindo maior longevidade. Segundo Crogo (2014), o número de pessoas com problemas dentários também é um fator que chama a atenção, pois no Brasil, de acordo com pesquisa nacional de saúde bucal do Ministério da Saúde, em média aos 28 anos de idade há uma perda de 5 dos 32 dentes. Os números não param, aos 42 anos o índice de falhas sobe para 35%, já na população acima dos 50 anos o índice chega a 50% de perda.

Partindo deste cenário socioeconômico, é correto afirmar ainda que, em um horizonte de planejamento de longo prazo, os retornos de investimento no setor têm uma alta probabilidade de êxito. Acrescenta-se ainda que, é esperado um ambiente de mercado mais competitivo. Sendo assim, a busca por processos mais eficientes é de suma importância. Investir somente tendo como referência uma demanda subdimensionada de curto prazo, pode custar novos investimentos em aumento de capacidade produtiva. Investimentos de capacidade produtiva podem gerar custos de grande impacto financeiro, portanto, uma análise prévia de ambiente externo é fundamental.

## 1.1 Objetivo

O objetivo deste artigo tem o foco de direcionar a uma futura tomada de decisão no processo de aquisição de equipamentos para produção de dispositivos odontológicos. Apontando através de uma análise crítica do impacto gerado por uma tomada de decisão de investimento entre dois equipamentos para o segmento feito por uma empresa do setor. Esta análise é fundamentada de acordo com estudos de capacidades produtivas e estudos de tempos de processos de usinagem em máquinas CNC de alta produção. Por fim, calcular os efeitos de escolha em cada equipamento e analisar as vantagens de acordo com os custos de oportunidade a eles associados obtidos através da métrica do indicador ROI. Ademais, levar a um direcionamento a respeito de qual escolha de equipamento seria o mais vantajoso economicamente diante do contexto geral dos itens em observação, sem deixar de levar em consideração os fatores externos de mercado.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

As máquinas CNC são os equipamentos mais adequados para a fabricação de produtos odontológicos atualmente. A sigla CNC significa Comando Numérico Computadorizado. Este tipo de equipamento recebe uma programação do perfil da peça a ser fabricado, a partir de um sistema de coordenadas cartesianas associado a uma interface computadorizada. Deste modo, a atividade produtiva das peças é executada de modo totalmente automatizado (MECÂNICA INDUSTRIAL, 2018). As máquinas em questão analisadas, são mais especificamente, centros de torneamento automáticos de cabeçote móvel (COSA INTERMÁQUINAS, 2018). A análise será fundamentada pelos dados coletados através de indicadores de desempenho obtidos por meio de ferramentas de gestão de capacidade produtiva.

Estes dados foram gerados a partir de dois processos produtivos em equipamentos de diferentes características, responsáveis pela fabricação de três produtos de demanda dependente. Produtos de demanda dependente são aqueles que estão diretamente associados a outros itens e são considerados os subitens, ou ainda, os “itens filho”, numa estrutura de produto, onde o produto principal, também é conhecido como “item pai”. Este último, necessita de mais elementos para chegar no estágio de



produto acabado. Uma demanda dependente pode ser facilmente calculada, pois está diretamente associada a um item que já tem sua demanda pré-programada em plano mestre de produção.

No caso dos itens de demanda independente, estes não são facilmente obtidos através de um planejamento de produção exato, pois estão inertes a vários fatores externos e comportamento de mercado. Deste modo, a demanda independente é obrigatoriamente gerada através de cálculos baseados em análises de previsões. Pode-se afirmar então que, assumir um planejamento produtivo baseado em previsões é passível de desvios e/ou incertezas (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

O setor produtivo da empresa opera atualmente em 3 turnos de 8 horas, durante 5 dias da semana e considera seu calendário mensal produtivo com 21 dias úteis, ou seja, a empresa fornece um total de 504 horas mensais de disponibilidade produtiva. Essa disponibilidade de horas produtivas, são direcionadas para 15 centros de torneamento automáticos CNC de cabeçote móvel, que são responsáveis pela fabricação de 1200 itens de acordo com o catálogo de vendas. Pode-se observar com estes dados que, existe um alto índice de *set-ups* para conseguir atender os pedidos demandados. De acordo com Peinado; Graemi (2007), *set-up* é uma atividade em determinado período onde é realizada a preparação e/ou configuração do equipamento para a troca do *mix* de produtos em uma estação de trabalho.

Deste modo, observando a quantidade de itens totais e a relação de máquinas disponíveis, seria necessário em média 80 *set-ups* diferentes para abastecer o estoque com todos os produtos, ou seja, neste contexto cada máquina seria responsável por executar quase 7 *set-ups* por mês em média. Diante deste retrospecto, pode-se esboçar que há uma grande perda no grau de utilização, que é o resultado expresso em forma de índice percentual. Este corresponde a quantidade de utilização de uma estação de trabalho em relação a sua capacidade disponível, por decorrência das mudanças de configuração das máquinas para alterar o *mix* de produtos (PEINADO; GRAEMI, 2007).

Neste caso, mesmo levando em consideração o cenário mais otimista, é evidente a perda de horas para fabricação, sendo assim, os processos produtivos necessariamente têm que ser ao máximo eficientes e eficazes. Segundo Chiavenato (2014), o conceito de eficiência na produção diz respeito a conseguir utilizar os recursos disponíveis de uma melhor forma possível, ou seja, aproveitar ao máximo da disponibilidade. Já o conceito de eficácia, se baseia no atingimento dos objetivos requisitados em um processo, ou seja, cumprir com as metas. O papel da gestão da produção consiste em buscar a junção dos dois conceitos para atingir o que se dá o nome de excelência, buscando a melhor forma de aproveitamento produtivo, ou seja, procurar o processo mais adequado possível para o cenário produtivo.

## 2.1 Capacidade Produtiva

Em termos de gestão da produção, a capacidade produtiva pode ser compreendida de forma quantitativa que um determinado recurso ou processo é capaz de produzir algo, em máximo volume de atividade em determinado período sob condições operacionais normais (CORRÊA; CORRÊA, 2013).

A capacidade produtiva é um fator essencial para projetar um fluxo de processos. Em poucas palavras, compreender os conceitos sobre a gestão de capacidade produtiva é, na prática, o conhecimento de potencial produtivo que pode ser extraído dos recursos transformadores. Assim, direcionar o processamento de insumos para obtenção de produtos acabados. Suas decisões têm impactos estratégicos importantes. Neste artigo aborda-se uma sistemática que está diretamente ligada a este princípio de gestão da produção. Sendo estes princípios como o tempo de ciclo, capacidade disponível, capacidade efetiva, capacidade realizada, índice de utilização e índice de eficiência. Um dos principais pilares para o estudo da gestão de capacidades vem de um parâmetro de base essencial, o tempo de ciclo.

O tempo de ciclo é obtido através da quantidade de tempo que um produto gasta para ser transformado em um processo produtivo. Este fator serve de base para dimensionar os dados de capacidade de uma unidade operacional e gerar indicadores. As unidades de tempo mais comuns utilizadas são os segundos e minutos, mas, dependendo do grau de complexidade dos produtos em alguns casos, o tempo de ciclo pode levar horas.

Conhecendo o tempo de ciclo, pode-se então chegar a quantidade de produtos que são fabricados por hora, ou seja, a quantidade de saídas de um processo em determinado período. Este é um dado relevante para o estudo de capacidades. A Equação 1 é utilizada para obter este dado de capacidade de peças por hora que determinado centro de trabalho é capaz de executar (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

$$\text{Quantidade de peças por hora} = \frac{1h \times 60 \text{ min} \times 60 \text{ seg}}{\text{tempo de ciclo (seg)}} \quad (1)$$

A capacidade disponível, também conhecida como capacidade teórica ou de projeto, é um produto entre a quantidade de peças produzidas por hora e o total de horas disponíveis para produzir determinado processo. Considera-se o processo sem perdas neste caso. A Equação 2 é utilizada para obter este dado, que resulta na quantidade máxima de peças que seu processo será capaz de executar durante as horas disponíveis. (PEINADO; GRAEMI, 2007).

$$\text{Capacidade disponível} = \text{quantidade de peças por hora} \times \text{horas disponíveis} \quad (2)$$

A capacidade efetiva mede a produtividade de um processo em determinado período, mas leva em consideração as possíveis perdas no decorrer do mesmo. Essas perdas podem ser planejadas com antecedência, pois são inerentes ao processo em algumas ocasiões.

Alguns exemplos de perdas planejadas são, trocas de *set-ups*, trocas de turno e manutenção preventiva. Uma linha produção jamais irá produzir sem que não haja paradas produtivas em algum momento. Assim como, a produção jamais será maior do que a capacidade disponível. Pode-se obter este dado de capacidade efetiva através da Equação 3 (PEINADO; GRAEMI, 2007).

$$\text{Capacidade efetiva} = \text{horas disponíveis} - \text{horas planejadas} \quad (3)$$

A capacidade realizada ou alcançada como também é conhecida, é o dado real de produção. Além das horas perdidas planejadas, há também as perdas não planejadas. Tais como queda de energia elétrica, falta de matéria prima, manutenção corretiva, entre outras, por exemplo.

Estes são os fatores que definem a capacidade realizada e geram o valor real de produtividade em determinado período. A capacidade realizada, leva em consideração todas as horas de máquina parada. Este dado é obtido através da Equação 4 (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

$$\text{Capacidade realizada} = \text{capacidade efetiva} - \text{paradas não planejadas} \quad (4)$$

O índice de utilização é um indicador percentual que mede o grau de utilização dos recursos disponíveis para fabricação de produtos. Este indicador está associado com a capacidade realizada e a capacidade disponível. Portanto, é uma margem de produtividade que será obtida através da real execução dos processos produtivos. Leva-se em consideração todas as horas perdidas. Este índice é obtido através da Equação 5 (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

$$\text{Índice de utilização} = \frac{\text{capacidade realizada}}{\text{capacidade disponível}} \times 100 \quad (5)$$

Ademais, o índice de eficiência produtiva indica a margem de capacidade produtiva real em relação a capacidade de produção efetiva. Ou seja, a produção realizada com base no período em que se considera as perdas planejadas. O índice de eficiência é obtido através da Equação 6 (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2018).

$$\text{Índice de eficiência} = \frac{\text{capacidade realizada}}{\text{capacidade efetiva}} \times 100 \quad (6)$$

Acrescenta-se ainda, o conceito de variação percentual, que muitos economistas utilizam ao tratar de questões desta natureza. O método de abordagem simplificado de variação percentual mais utilizado, é obtido através da Equação 7 (O'SULLIVAN; SHEFFRIN; NISHIJIMA, 2004).

$$\text{Variação Percentual} = \frac{\text{Variação absoluta}}{\text{Variação inicial}} \times 100 \quad (7)$$

Para os cálculos de retorno sobre investimento, um dos indicadores mais utilizados no ambiente de mercado para análises do gênero, é o conhecido ROI, (do inglês, Return on Investment). A métrica do ROI expressa uma margem de retorno em taxa percentual que determinada aplicação obteve em relação a um período. Este indicador pode afirmar entre ganhos e perdas de um investimento, podendo ser aplicado desde pesquisas tecnológicas, compra de equipamentos ou ainda aplicações em títulos de renda fixa. A Equação 8 é utilizada para obter o indicador de retorno sobre investimento, que expressa o ganho quando o resultado é positivo ou perda quando o resultado é negativo, sobre o valor investido (BLOG DE VALOR, 2016).

$$\text{ROI} = \frac{(\text{Ganho obtido} - \text{Investimento})}{\text{Investimento}} \times 100 \quad (8)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Comparação entre maquinário específico da linha de produtos analisados

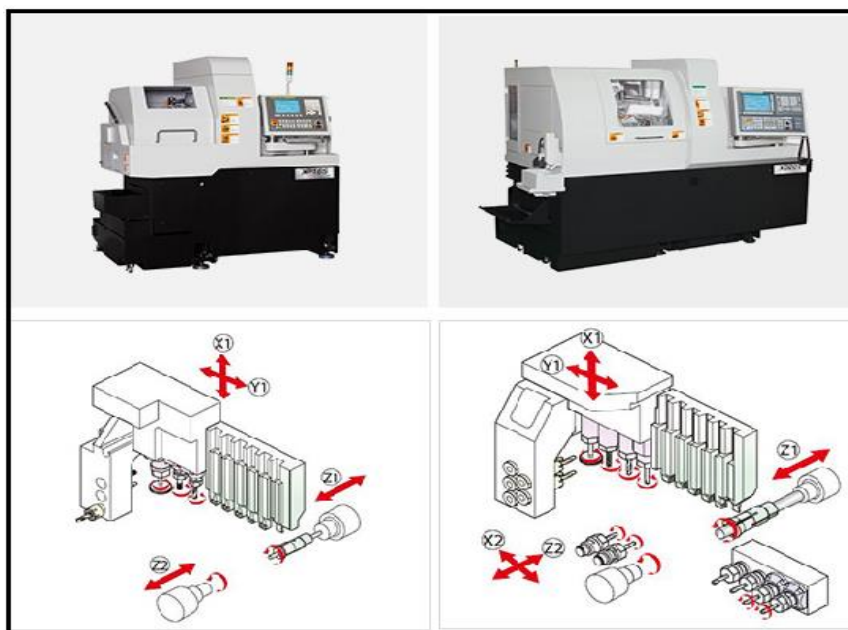
O maquinário geralmente utilizado neste tipo de processo produtivo de produtos odontológicos, é o torno de comando numérico computadorizado (CNC) de cabeçote móvel, que é um segmento mais específico no ramo da usinagem. Neste caso, conhecido como microusinagem (USINAGEM BRASIL, 2016). A microusinagem consiste na fabricação de peças de tamanho bastante reduzido, tais como parafusos e componentes que atendem, na maioria dos casos, o setor de próteses odontológicas e indústria médica em geral. Alguns parafusos utilizados em próteses chegam a ter dimensões de 4.50mm de comprimento por 1,40mm de diâmetro, tal especificação é bastante incomum comparado a usinagem tradicional.

No setor fabril analisado, foi realizado um investimento de três unidades do equipamento XP16, cada um orçado aproximadamente em R\$145.000,00 por um fabricante sul coreano. Estes foram direcionados para um novo setor produtivo, com objetivo de atender uma linha de fabricação de

produtos de demanda dependente, que são os três produtos sob análise e que através deste artigo estabelecem a nomenclatura dos produtos A, B e C.

Na unidade principal da empresa, existe outro modelo de máquina do mesmo fabricante, o XD20 que tem um preço de aproximadamente R\$650.000,00 e que consiste de maior quantidade de recursos disponíveis. A Figura 1 mostra que, o equipamento XD20 possui uma maior quantidade de eixos de movimentação comparado ao equipamento XP16.

Tal componente, é denominado como eixo X2. Sendo este, o principal fator de diferenciação na produtividade entre as duas máquinas, pois ele é capaz de realizar usinagem simultânea da parte posterior da peça sem que haja ociosidade na espera pelo término da primeira parte do processo, que seria a parte frontal do produto.



**Figura 1:** Comparação entre os maquinários - XP16 (à esquerda) e XD20 (à direita)

Essa característica é fundamental na redução e/ou eliminação do fator de restrição de tempo gerado entre etapas. Ou seja, no torno XP16 há uma perda de tempo operacional na usinagem gerada por limitações de recursos, fazendo com que o tempo de ciclo seja mais elevado. Enquanto que, no XD20, este fator de restrição é bastante reduzido, devido a possibilidade de usinagem simultânea. Sendo assim, é correto afirmar que no XD20 o tempo de ciclo do mesmo produto será bem menor usando as mesmas estratégias de usinagem e parâmetros de corte.

A relação entre a tomada de decisão de qual equipamento escolher, tem impacto direto nos resultados dos indicadores de eficiência produtiva e nos custos de produção de cada item. Teoricamente, quanto mais rápido for o lead time do processo produtivo, menor será os custos de produção, maior será a redução dos níveis de estoques e o ganho de flexibilidade no *mix* de produtos é aumentado. Pois atendendo as demandas com maior velocidade, é possível mudar a configuração do *set-up* e assim produzir itens diferentes que podem estar em situações críticas, gerando gargalos em outros centros produtivos dentro da mesma planta produtiva. Ou ainda, gerar horas disponíveis para desenvolvimento de novos produtos.

Pode-se afirmar então que, um equipamento de maior eficiência reduz a necessidade de um novo investimento a curto prazo, caso haja um aumento na demanda dos produtos em questão. Porém,

o comportamento de mercado já sinaliza com clareza este aumento de demanda com antecedência, como visto anteriormente.

Teoricamente, as possibilidades de produção aumentam de forma considerável e seus benefícios são proporcionais à melhor escolha. Vale ressaltar que, o custo operacional e de manutenção e mão de obra deste equipamento é exatamente o mesmo entre os dois casos. A adição de um eixo a mais não tem impacto no custo de manutenção e operação considerável. Novamente, outra variável que sinaliza que a melhor escolha seria o investimento no equipamento mais completo, exceto pelo fator preço.

Com base nos dados de tempos de ciclo coletados nos processos A, B e C nos dois equipamentos, obtidos de acordo com o cronômetro de tempo de ciclo do próprio comando numérico, será estabelecido a nomenclatura de ciclo restrito para os processos no equipamento XP16 e ciclo sem restrição para o equipamento XD20. Dando seguimento na análise, pode-se observar a variação de potencial produtivo gerado pelo tempo adicional da restrição sobre o ciclo de melhor condição. A Tabela 1 representa a comparação entre os processos dos itens A, B e C, nos dois cenários produtivos possíveis. O regime de trabalho adotado no setor produtivo da empresa é de 21 dias úteis por mês, com 3 turnos de 8 horas, com base nesses dados os apontamentos são os seguintes:

**Tabela 1.** Apontamento de dados de tempos de ciclos entre processos e variação percentual gerada pela restrição em relação ao ciclo de melhor condição

Produtos	Ciclo restrito	Ciclo sem	Tempo gerado	Variação de
	(Em segundos)	restrição	pela restrição	potencial
	XP16	XD20	(Em segundos)	produtivo
				(Margem
				percentual)
A	102	59	43	72,88%
B	69	43	26	60,47%
C	65	39	26	66,67%

Seguindo a mesma linha de raciocínio, agora aplicando a mesma sistemática e observando o lead time de lotes de peças desse grupo de itens, que possui uma quantidade pré-estabelecida de 1500 unidades por lote. Os processos A, B e C comparados nos dois equipamentos distintos, pode-se observar o tempo de conclusão em horas no lead time com restrição e o lead time sem a restrição. Pode-se ainda perceber que a diferença entre os dois processos, revela que há uma possibilidade de alcance de um ganho de horas disponíveis se o processo sem restrição for aplicado. A variação percentual gerada pelo ganho de horas sobre o ciclo sem restrição também é um fator relevante. A Tabela 2 representa essa análise.

**Tabela 2.** Apontamento de dados do lead time entre processos, ganho de disponibilidade e variação percentual gerada pela restrição em relação ao lead time sem restrição

Produtos	Lead time com restrição (Horas/lote)	Lead time sem restrição (Horas/lote)	Ganho de disponibilidade (Horas/lote)	Variação de tempo de entrega (Margem percentual)
	XP16	XD20		
A	42,5	24,6	17,9	72,88%
B	28,8	17,9	10,8	60,47%
C	27,1	16,3	10,8	66,67%

Ademais, a Tabela 3 representa o comparativo agregado de produção mensal entre os dois equipamentos em que estão sob análise. Partindo deste cenário, é possível afirmar que, se a diferença de produtividade entre os processos for multiplicada pelas horas de ganho de disponibilidade, fornecidas de acordo com a Tabela 2, chega-se um ponto interessante, onde, o ganho mensal agregado de disponibilidade gera uma quantidade de 399,6 horas somando os 3 itens.

Este ganho é um fator relevante, principalmente de redução de custo, que ao optar pelo equipamento sem restrição para os processos, pode-se converter este ganho de carga horária em outras frentes, tais como, redução de jornada de turno, reduções de estoques devido a economia no lead time, carga horária para desenvolvimento de novos produtos, reduções de mão de obra e manutenção.

**Tabela 3.** Apontamento de dados de produtividade mensal em lotes por processos e ganho de horas disponíveis alcançáveis com o processo mais eficiente.

Produção mensal em lotes de 1500un	Valores atuais (Quantidade de lotes/mês)	Valores potenciais alcançáveis (Quantidade de lotes/mês)	Ganho mensal agregado em horas por item (Horas)	Ganho de horas disponíveis total (Horas)
	XP16S	XD20		
A	12	21	161,3	
B	18	28	108,3	
C	19	31	130,0	
				399,6
<b>Total</b>	49	80	399,6	399,6



Acrescenta-se ainda que, de acordo com os dados gerados nas comparações através das análises de cenários possíveis, chega-se ao resultado da carga de capacidade disponível mensal do ciclo com restrição e sem restrição. Neste ponto, há um apontamento comparativo do total de quantidades unitárias dos 3 produtos. Também é possível chegar ao valor da margem de ganho relativo comparado ao processo com restrição. Este valor de diferença produtiva, gera uma taxa expressiva de 65,93% a mais no total de produção agregado mensal. A Tabela 4 representa estes dados.

**Tabela 4.** Apontamento de dados baseados na capacidade produtiva disponível mensal

Produtos	Capacidade disponível com restrição (unidades)	Capacidade disponível sem restrição (unidades)	Diferença de capacidade entre processos (unidades)	Ganho relativo ao processo restrito (margem percentual)
	XP16	XD20		
A	17.788	30.753	12.965	72,88%
B	26.296	42.195	15.899	60,47%
C	27.914	46.523	18.609	66,67%
<b>Total Agregado</b>	71.998	119.471	47.473	65,93%

### 3.2 Análise de vantagens e retorno de investimento - ROI sobre XD20

Adotando uma linha de raciocínio de análise de vantagens e para cálculos de retorno de investimento, observando os dados de acordo com o maquinário mais produtivo, o XD20. É correto afirmar que seu valor de investimento é bem superior ao cenário menos produtivo abordado pela máquina XP16. Porém, a maximização de potencial produtivo gera um aumento total de 65,93% no agregado mensal de capacidade produtiva dos três itens. Isso significa que, com os mesmos parâmetros de corte e estratégias de usinagem iguais nos dois equipamentos, o fato do equipamento XD20 ser capaz de trabalhar de modo simultâneo, faz com que o processo se torne mais competitivo e eficiente.

Tal melhoria pode ser entendida em várias frentes, como redução estoques, pois diminui a necessidade de *buffer* para atender futuras demandas; a redução de mão de obra, pois é visto que o equipamento é mais produtivo e pode operar com menos unidades; se for manter uma demanda fixa para ambos os cenários, serão possíveis jornadas de trabalho reduzidas para atingir as metas.

Ademais, a flexibilização para possível produção de outros itens, logo que sobrar horas disponíveis e a possibilidade de geração de gargalos também é reduzida.

O Sistema de Gestão da Qualidade da empresa em questão, exige uma meta de índice de eficiência produtiva mensal dos equipamentos de no mínimo 80%. Sabe-se que no ambiente

produtivo mesmo nas melhores condições, a produção jamais atinge 100% de sua capacidade projetada. Portanto, para os cálculos mais próximos da situação real, será considerado a meta mínima de eficiência produtiva de acordo com o Sistema de Gestão da Qualidade. Neste caso a taxa de 80% de eficiência produtiva representa o pior cenário produtivo aceitável de acordo com as diretrizes do Sistema de Gestão da Qualidade. A defasagem de 20% diz respeito a todas as perdas programadas e não programadas, incluindo as peças que não atendem o padrão de qualidade e geram os refugos.

A Tabela 5 representa a relação de produtividade e possibilidades de ganhos para atingir o valor investido para aquisição do equipamento XD20. Assim, entende-se como retorno sobre receita líquida mensal, que após a quitação do equipamento ou retorno sobre investimento, tal valor agrega-se às receitas líquidas mensais da empresa. Este valor corresponde a 65,93% adicionais em ganho líquido se comparado ao processo no equipamento XP16.

Levando em consideração o valor de investimento de R\$650.000,00 no equipamento XD20 para cada processo, os dados de valores para o retorno de investimento ROI foram considerados através das receitas líquidas totais dos produtos dentro de um período de 12 meses de operações. O valor líquido por produto é resultado das receitas subtraindo todos os custos envolvidos na empresa, ou custos totais. Nesta análise não estão sendo considerados valores de taxa básica de juros e inflação. A Equação 8, expressa o cálculo do ROI.

**Tabela 5.** Demonstração de retorno financeiro e custo de oportunidade de receitas líquidas

Produtos	Oportunidade produtiva adicional no pior cenário com 80% de eficiência (Unidades)	Lucro líquido por produto (Valores em Reais)	Oportunidade de receita líquida mensal no pior cenário com 80% de eficiência produtiva (Valores em Reais)	Custo total investido nas 3 máquinas
A	10.372	R\$10,50	R\$108.906,00	R\$650.000,00
B	12.719	R\$9,00	R\$114.471,00	R\$650.000,00
C	14.887	R\$11,00	R\$163.757,00	R\$650.000,00
<b>Totais</b>	37.978		R\$387.134,00	R\$1.950.000,00
<b>Lucro líquido total em 12 meses com 80% de eficiência produtiva</b>			R\$4.645.608,00	

$$ROI = \frac{(4.645.608,00 - 1.950.000,00)}{1.950.000,00} \times 100 = 138,23\% \quad (9)$$

#### 4. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se então, através desta análise embasada na metodologia apresentada, que este artigo obteve êxito em sua proposta, pois o objetivo deste era a comparação e apontamento do melhor entre os dois equipamentos. As análises levam a comprovação de que a melhor tomada de decisão seria



adquirir o equipamento XD20, pois é o que melhor aborda a sistemática em termos de aproveitamento e maximização de resultados considerando também os aspectos de crescimento de mercado.

O valor de investimento adotado no XP16 é, de fato, inferior e há uma atratividade devido a este aspecto. Mas ao tomar a decisão em optar pelo mesmo, é correto afirmar que após o retorno financeiro do investimento, haverá um custo mensal de oportunidade associado a ele no valor estimado de R\$ 387.134,00. Este resultado é a representação adicional de valor total agregado dos itens em lucro líquido que o XD20 consegue alcançar se for adquirido. Este valor, representa um aumento de 65,93% no faturamento mensal deste cenário produtivo com base em 80% no índice de eficiência, que seria o cenário de pior condição ou de meta mínima aceitável pelo Sistema de Gestão da Qualidade.

A taxa de 138,23% obtida pelo cálculo do ROI, aponta o retorno que o valor aplicado nos 3 processos obteve dentro de um período orçamental de 12 meses de operações. Ou seja, o retorno estimado pelo ROI é alcançado em aproximadamente 8 meses de operações e após este período, há ainda um ganho líquido adicional de 38,23% no mesmo período orçamental. Portanto, é coerente direcionar a tomada de decisão pela compra do equipamento XD20 para este fluxo produtivo.

Segundo O' Sullivan; Sheffrin; Nishijima, (2004), o custo de oportunidade pode ser entendido como uma ideia que, para se obter algo é necessário haja uma perda de parte ou sacrifício de outra coisa. Neste caso, o valor de retorno adicional de R\$ 387.134,00, possível com o equipamento XD20, é entendido como custo de oportunidade mensal que se perde na tomada de decisão pela escolha do equipamento XP16, ainda não considerando valores de rendimentos se esse dinheiro for aplicado.

## 5. REFERÊNCIAS

ABIMO, Mercado de implantes carece de instrumentos regulatórios. Disponível em <https://abimo.org.br/?noticias=mercado-de-implantes-carece-de-instrumentos-regulatorios> Acesso em: 27/08/2018

BLOG DE VALOR ANDRE BONA, Retorno sobre investimento (ROI): O que é e como calcular? Disponível em <https://andrebona.com.br/retorno-sobre-investimento-roi-o-que-e-e-como-calcular/> Acesso: 08/09/2018

CROGO, Industria nacional já atende 90% do mercado nacional de implantes dentários. Disponível em <http://www.crogo.org.br/index.php/noticias/295-industria-nacional-ja-atende-90-do-mercado-de-implantes-dentarios> Acesso em: 27/08/2018

COSA INTERMÁQUINAS, Torneamento. Disponível em: <http://www.cosa.com.br/intermaquinas/index.php/produtos/torneamento> .Acesso em 19/08/2018

CHIAVENATO, I. *GESTÃO DA PRODUÇÃO uma abordagem introdutória*. 3ª edição ed. Manole, 2014.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. *Administração de Produção e de Operações – Edição Compacta*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

DIARIO DA INDUSTRIA E COMERCIO, Neodent é referência no setor de implantes dentários no Brasil, Disponível em <http://www.diarioinduscom.com/neodent-e-referencia-no-setor-de-implantes-dentarios-no-brasil/> Acesso em: 27/08/2018

MECÂNICA INDUSTRIAL, O que é usinagem CNC. Disponível em: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/689-o-que-e-usinagem-cnc/> Acesso em: 19/08/2018



V Congress of Industrial  
Management and Aeronautical  
Technology

Fatec  
São José dos  
Campos  
Prof. Jessen Vidal

CPQ  
Centro  
Paula Souza



GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO

O'SULLIVAN, A.; SHEFFRIN, S.; NISHIJIMA, M. *Introdução à Economia - Princípios e Ferramentas*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

PEINADO, J.; GRAEMI, A. R. *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. 1. ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

USINAGEM BRASIL, A microusinagem na indústria médica e de miniaturas. Disponível em <http://www.usinagem-brasil.com.br/10708-a-microusinagem-na-industria-medica-e-de-miniaturas/pa-1/> Acesso em: 30/08/2018