

APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE CAPACIDADE RRP EM UMA INDÚSTRIA DE CILINDROS HIDRÁULICOS

Giuliano Petrini (Universidade Federal de São Carlos)

giupetrini@yahoo.com.br

**Juliana Keiko Sagawa (Depto. Engenharia de Engenharia de
Produção)**

juliana@dep.ufscar.br



Num cenário industrial cada vez mais competitivo como o atual, os sistemas de gestão de produção são cada vez mais importantes para que uma empresa consiga atuar de forma competitiva no que se refere a custo, pontualidade de entrega e qualidade do produto

Palavras-chave: Capacidade. Planejamento e Controle da Produção. Cilindros hidráulicos.

1. Introdução

Capacidade é o nível máximo que um processo pode atingir ao operar sob condições normais, em um determinado período (SLACK, 2002). O principal motivo pelo qual se faz necessário gerenciar a capacidade é atender a demanda de forma vantajosa.

Sem uma sistemática definida de análise agregada de capacidade, não é possível extrair os benefícios de um sistema de planejamento MRP II e do S&OP (*Sales & Operations Planning*). Além disso, capacidade insuficiente compromete as entregas aos clientes, gerando a necessidade de aumento de estoques em processo e frustração do pessoal de fábrica, que fica sempre pressionado para cumprir as entregas sem ter as condições necessárias (CORRÊA, GIANESI, CAON, 2002).

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2007) o planejamento de capacidade de longo prazo visa subsidiar as decisões do S&OP tendo como objetivos principais:

- Antecipar a tomada de decisão para a geração de recursos que necessitam de prazo maiores para sua obtenção;
- Suportar as decisões de o que e quanto produzir de cada família de produtos, durante situações em que haja capacidade insuficiente de algum recurso, para atender o plano de vendas.

As decisões envolvidas no planejamento de capacidade afetam diretamente o desempenho da organização, no tocante a (SLACK, 2002):

- Custos: Subutilização da capacidade pode aumentar o custo unitário do produto;
- Receitas: Falta de capacidade gera perda de receita, devido ao não atendimento da demanda;
- Capital de giro: Em caso de produção de estoque para atender a demanda, e devido à falta de capacidade, a organização deve financiá-lo, comprometendo o capital de giro;
- Qualidade: Com um mal planejamento da capacidade, a contratação imediata de pessoal novo e a interrupção de trabalho rotineiro aumenta o risco de problemas de qualidade;
- Velocidade de resposta à demanda: Pode ser melhorada, por meio do aumento de estoques ou pelo manutenção de capacidade excedente, em caso de decisão da organização;

- Confiabilidade: Quanto maior o excedente de capacidade maior a confiabilidade de entrega; quanto mais próxima a capacidade da demanda, menor a confiabilidade, uma vez que haverá menos tempo para lidar com as interrupções;
- Flexibilidade: Quanto maior o excedente, maior a flexibilidade de volume; em caso de equilíbrio entre a capacidade e a demanda, será mais difícil de a organização responder a súbitos aumentos de demanda.

Para Brito (2007) o planejamento de capacidade é uma questão pouco observada nas organizações. Muitas vezes, a percepção de necessidade de investimentos aparece tarde e com isso vem a falta de atendimento da demanda que está por vir.

(HAIDER, MIRZA, AHMAD, 2007).

Kim e Goyal (2010) definem que uma capacidade maior do que a demanda pode causar um tipo de custo de oportunidade incorrido pelo tempo ocioso da instalação, associado ao excesso de investimento. Inversamente, uma maior capacidade de produção pode proporcionar a chance de reduzir o custo de manutenção de estoque e o custo operacional da instalação, reduzindo o tempo de operação da instalação. Portanto, é necessário organizar um sofisticado plano de gerenciamento da capacidade, otimizando a operação da instalação de produção.

Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação da análise de capacidade de médio prazo (RRP – *Rough Cut Capacity Planning*) no contexto de um sistema de produção de cilindros hidráulicos.

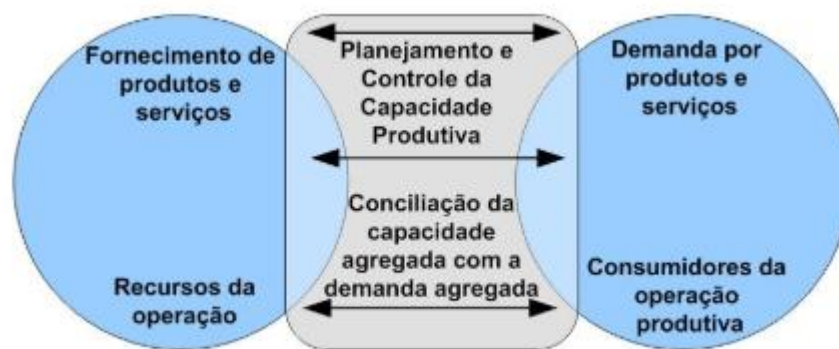
A contribuição desse trabalho é ilustrar a aplicação de um método simples, mas que pode ser replicado em outras indústrias de manufatura. Ainda que generalizações não são permitidas para esse tipo de estudo, as experiências relatadas podem auxiliar outros gestores interessados na implantação dessa prática. Além disso, esse trabalho pode ser utilizado como caso didático em aulas de graduação sobre análise de capacidade.

2. Planejamento de Capacidade

De acordo com Brown, Lamming, Bessan, Jones (2006) e Zeithaml, Bitner(2003) a administração estratégica de capacidade – isto é, atuar sobre as possibilidades de entrada e saídas máximas de um processo em determinado período – auxilia a empresa na tomada de decisões estratégicas vitais, até podendo ser uma delas a de recusar potenciais oportunidades. Portanto gerenciar a capacidade é essencialmente necessário para que decisões fundamentais a nível de negócios sejam tomadas no momento certo. A capacidade também se torna um meio

segundo o qual são criadas barreiras de entradas e saídas nas indústrias. Berry, Vollmann, Whybark (1988) e Fernandes, Godinho Filho (2010) citam que o planejamento da capacidade é a comunicação mais importante entre a alta direção e a manufatura, pois, ela é a base para o atingimento dos objetivos estratégicos da empresa. O planejamento de capacidade no “alto nível”, ou seja, longo prazo, é realizado, normalmente, de forma agregada, não especificando exatamente cada produto, mas sim os agregando em famílias. O objetivo dessa atividade é alinhar a capacidade com o nível de demanda no futuro.

Figura 1 – Definição de planejamento e controle de capacidade produtiva



Fonte: SLACK (2002)

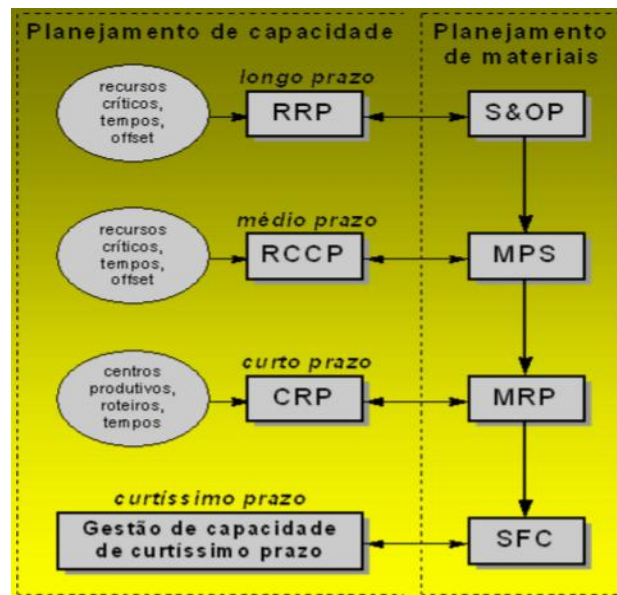
O planejamento de capacidade é o potencial produtivo de um processo, o qual é resultado de uma interação entre espaço físico, recursos humanos, taxa de confiança de fornecedores/clientes, taxa de produção, capacitações do sistema, equipamentos e políticas da empresa (HAYES; PISANO; UPTON; WHEELWRIGHT, 2008).

Segundo Corrêa, Gianesi, Caon (2002), a análise de capacidade pode ser feita em níveis, de acordo com o horizonte de planejamento desejado, a saber:

- Longo prazo, no nível do S&OP, sendo chamado de RRP (*resource requirements planning*);
- Médio prazo, no nível do planejamento mestre de produção, sendo chamado de *roughcut capacity planning* (RCCP). Seu principal objetivo é garantir que o plano mestre (MPS) seja ao menos “aproximadamente viável” em termos de capacidade, permitindo um cálculo rápido, ainda que grosseiro;
- Curto prazo, no nível do MRP, sendo denominado CRP (*capacity requirements planning*), e feito com base no plano de materiais detalhado, ou seja, considerando o plano de produção do MRP. É o nível mais detalhado de planejamento de capacidade tratado pelo sistema MRP II padrão. Tais níveis são

mostrados na Figura 2.

Figura 2 – Níveis do planejamento de capacidade



Fonte: CORRÊA; GIANESI; CAON(2002)

2.1. S&OP e o Planejamento de Capacidade

O S&OP é um processo de negócio crítico e um número cada vez maior de empresas tem implementado, conforme pesquisa feita em empresas nos Estados Unidos (OLIVER WIGHT, 1999).

A APICS (1998), descreve o SO&P como um processo que provê informações e meios de tomar direções estratégicas para o negócio de forma a conquistar vantagem competitiva através de uma integração funcional entre departamentos tais como: Produção, Suprimentos, Desenvolvimento de Produtos, Vendas, Marketing e Alta Direção.

O processo de S&OP é subdividido em cinco etapas:

- Levantamento de dados do estado atual da empresa em relação a vendas, produção, estoques, e o desempenho passado em relação a estes itens;
- Planejamento de demanda, considerando gestão das previsões e a elaboração do plano de vendas;
- Planejamento de materiais e capacidade;
- Reunião preliminar com os envolvidos para identificar problemas e soluções
- Reunião executiva para validação dos planos.

Figura 3 – Relação do planejamento de capacidade com o processo de S&OP



Fonte: CORRÊA; GIANESI; CAON (2002)

Segundo Corrêa, Gianesi e Caon (2007) a responsabilidade de realizar o planejamento de capacidade e materiais é da área de manufatura, devendo ser executado pelo planejamento e apoiado pela produção e suprimentos. O objetivo é elaborar um ou mais planos alternativos de produção para cada família de produtos os quais atendam a demanda, estabelecida pelo plano de vendas, gerando níveis aceitáveis de estoques, definidos pela política de estoques de cada família de produtos, e que sejam viáveis tanto em termos de capacidade como em termos de materiais críticos. Abaixo são citadas algumas das questões tratadas no planejamento de capacidade no nível de S&OP:

- Criação de estoques antecipando a produção para atender alguma demanda futura;
- Necessidade de aumento de capacidade por meio de horas extras, subcontratação, aumento de mão de obra, aquisição de equipamentos, instalação de novas linhas de produção, entre outros;
- Gerenciamento de atrasos (carteira de pedidos) para compatibilizar a demanda com as possibilidades de produção;
- Aquisição de materiais críticos em tempos menores do que os normais (com certeza a custos adicionais) para possibilitar aumentos de volume de produção;
- Desenvolvimento de novos fornecedores para solucionar as limitações de capacidade e fornecimento.

O planejamento de capacidade de longo prazo suporta o planejamento agregado (S&OP), o qual subsidia o próximo nível do planejamento de produção que é a elaboração do programa

mestre de produção(MPS).

3. Metodologia

O trabalho proposto é baseado em uma pesquisa-ação. A pesquisa-ação tem como característica a participação dos pesquisadores ativamente nas atividades do estudo. Conforme Thiollent (2003), podemos citar outros aspectos da pesquisa-ação como: interação entre pesquisadores e pessoas implicadas no estudo realizado; a ordem de prioridade dos problemas que serão pesquisados e soluções; o objetivo de resolver ou esclarecer os problemas da situação observada.

Thiollent (2003) descreve como as etapas de orientação para uma pesquisa-ação:

- Fase exploratória - Levantamento bibliográfico, exemplos para a compreensão, entrevistas com pessoas que possuem experiência prática;
- Fase de definição do problema – análise da fase exploratória, análise da necessidade de solução e formulação (SILVA; MENEZES, 2001);
- Fase de elaboração do plano de ação – Planejamento de ações para solução dos problemas;
- Fase de divulgação dos resultados – Após as ações implementadas, os resultados obtidos.

A metodologia proposta neste trabalho baseia-se na implantação de uma sistemática de análise de capacidade de longo prazo (RRP), com base em Corrêa, Giansi, Caon (2002).

Na primeira etapa foram divididos os produtos em categorias (famílias). Essa definição de categoria foi feita através de entrevistas com o responsável da área de Engenharia, o qual conhece as particularidades de cada item. De qualquer forma, já se usava certa distinção entre os produtos.

Após essa definição, foram verificados os tempos de cada processo para cada componente fabricado *in house*. Em seguida, foram calculados os tempos médios de cada processo para a família de componentes.

Esses tempos foram coletados por meio de cronometragem e também estimados com a utilização da experiência do pessoal de Engenharia de Processo. Outro dado utilizado no cálculo da capacidade foi um indicador de desempenho do processo, para se considerar a eficiência/disponibilidade real dos recursos.

Com o plano de vendas em mãos, o qual vem como previsão dos clientes, e com os dados de

tempo de processo, é possível realizar o cálculo de capacidade de cada recurso considerando-se os componentes fabricados, com uma visão de 12 meses à frente (período que é fornecida a previsão pelos clientes).

O resultado dessa análise é um indicador com o qual é possível prever estouros de capacidade ou ociosidade e, com isso, tomar ações necessárias para o atendimento do plano de vendas.

4. Desenvolvimento da análise de capacidade

A empresa onde se realizou a pesquisa é uma unidade brasileira de uma multinacional fabricante de cilindros hidráulicos. A planta brasileira é fornecedora das montadoras de equipamentos de construção / movimentação de terra, equipamentos agrícolas, empilhadeiras, entre outros.

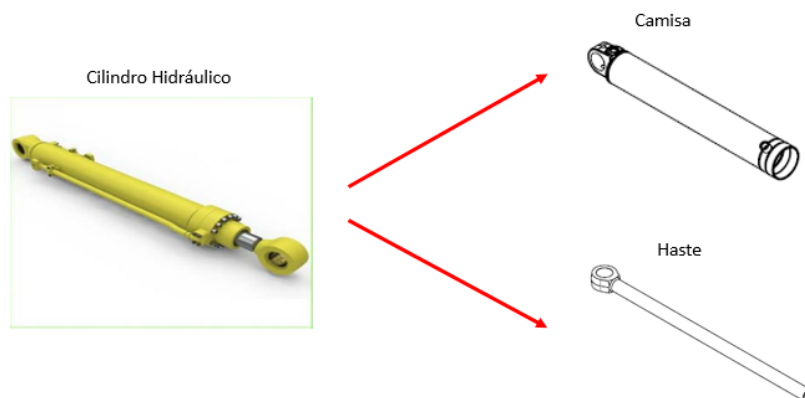
Essa unidade é uma planta recém adquirida pelo grupo, e anteriormente era presidida pelo proprietário. Alguns processos de planejamento de longo prazo não eram priorizados de forma sistêmica, gerando, às vezes, deterioração no desempenho em entregas dos produtos e em outros indicadores.

No caso do planejamento de capacidade, como era feito de modo informal ou baseado nas opiniões do pessoal da direção e gerência, havia sempre o risco de faltar capacidade, gerando decisões de última hora sem uma devida análise. Assim sofria-se muitas vezes com custos altos cobrados por subcontratados contratados sem uma sistemática adequada, ou se prejudicavam as entregas aos clientes conforme mencionado anteriormente.

Devido a esses transtornos gerados pela falta de uma sistemática de análise de capacidade de longo prazo, foi decidido implantar um método para tal análise.

O cilindro hidráulico é composto de diversos itens, porém, os dois principais itens são fabricados internamente. Portanto, o estudo cobriu esses dois itens: camisa e haste. Os outros itens de menor importância são praticamente todos comprados.

Figura 4 – Componentes de um cilindro hidráulico



Fonte: Autor (2018)

Definido o escopo do estudo, foi verificado o plano de vendas do ano fiscal 2018 (abr'17~mar'18) e foram categorizados os itens em famílias. A categorização se baseou em tamanho do cilindro, fluxo de processo similar, cliente e aplicação final do cilindro (segmento). A categorização foi feita em uma reunião liderada pelo pessoal de Engenharia do Produto, porém, com suporte do pessoal de departamento de Processos e PCP. Essa categorização gerou o plano de vendas agregado mostrado na Tabela 1.

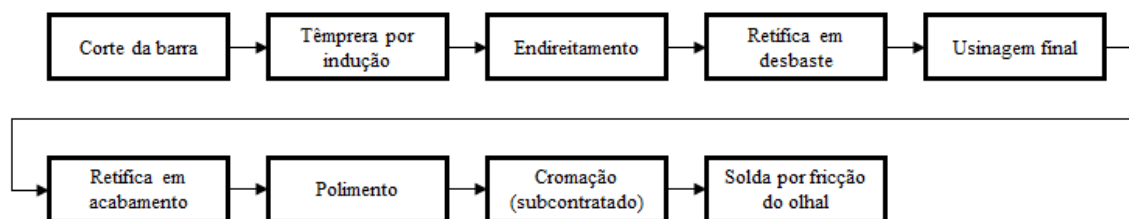
Tabela 1 – Dados do planejamento de vendas por família

SI No	Família	Volume FY18											
		abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18
1	Agricultura A	1216	1535	1468	1228	1309	1038	1585	1392	845	442	1160	1310
2	Agricultura B	871	829	1002	637	951	812	572	759	443	972	1240	1243
3	Agricultura C	223	390	377	307	539	320	276	228	150	15	130	214
4	Construção A	180	188	183	309	185	214	229	205	48	69	173	160
5	Construção B	48	72	80	88	108	100	108	100	60	112	128	136
6	Construção C	4	8	16	28	68	28	20	28	12	60	72	72
7	Construção D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Empilhadeiras	27	27	27	29	29	45	45	63	81	63	63	90
9	Empilhadeiras	0	49	71	105	120	116	116	116	135	131	131	131
10	Carregadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100
11	Agricultura - Sprayer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	200	350
12	Construção E	790	1054	1170	820	1255	935	777	997	866	943	1061	1170
	Total / Mês	3359	4152	4394	3551	4564	3608	3728	3888	2640	2857	4398	4976

Fonte: Autor (2018)

Uma vez tendo a previsão de vendas para o período a ser analisado, foi solicitado ao Departamento de Processos fazer um levantamento de tempos de cada operação necessária para a fabricação de camisa e de haste. Esse levantamento baseou-se nas famílias definidas, pois uma mesma operação realizada numa família de produtos pode ter o tempo bem diferente do que quando realizada em outra família de produtos. A forma com que os produtos foram categorizados resultou em tempos de processo próximos para os itens de cada família.

Figura 5 – Fluxograma do processo de fabricação da camisa e da haste, respectivamente



Fonte: Autor (2018)

Os tempos de processamento de cada produto de uma família podem apresentar diferenças significativas entre si, e deve-se obter um tempo médio representativo para a família analisada. Corrêa, Gianesi, Caon (2002) apresentam o cálculo de fatores globais para cada centro de trabalho, que nada mais são que uma média ponderada dos tempos de processamento dos produtos considerando o volume de produção de cada produto pertencente àquela família.

Para o estudo, demonstra-se na Tabela 2 o cálculo para encontrar o tempo de processamento utilizado para o processo de corte do tubo, considerando todos os produtos da família Agricultura A:

Tabela 2 – Cálculo do fator global a ser utilizado no processo de corte do tubo para a família Agricultura A

	A	B	A * B
Família Agricultura A	Tempo de Ciclo (min)	% do Volume	Fatores de cada Cilindro
Cilindro 1	1,5	8%	0,1
Cilindro 2	2,0	17%	0,3
Cilindro 3	1,8	10%	0,2
Cilindro 4	3,3	30%	1,0
Cilindro 5	3,0	8%	0,2
Cilindro 6	2,5	20%	0,5
Cilindro 7	2,3	7%	0,2
Soma dos Fatores - Fator Global (Média Ponderada em Min)			2,5

Fonte: Autor (2018)

O levantamento desses tempos poderia ser feito através de um sistema de controle de ordens no chão de fábrica, caso existisse um na fábrica em estudo. Como não havia, foram tomados tempos, por meio de cronometragem, de cada processo dos componentes de cada família.

O cálculo para encontrar os fatores globais foi feito para todas as famílias e todos os processos. As quantidades mensais do plano de vendas de cada categoria e o tempo de ciclo de cada família para o processo de corte do tubo da camisa é criada (tabela 3). Uma tabela dessa é feita para cada um dos processos da camisa e da haste.

Tabela 3 – Dados do planejamento de vendas por família com o tempo de ciclo (fator global) de cada família para o processo de corte de tubo

SI No	Familia	Volume FY18												Tempo de Ciclo em Minutos
		abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18	
1	Agricultura A	1216	1535	1468	1228	1309	1038	1585	1392	845	442	1160	1310	2,5
2	Agricultura B	871	829	1002	637	951	812	572	759	443	972	1240	1243	2,5
3	Agricultura C	223	390	377	307	539	320	276	228	150	15	130	214	2,5
4	Construção A	180	188	183	309	185	214	229	205	48	69	173	160	4
5	Construção B	48	72	80	88	108	100	108	100	60	112	128	136	5,5
6	Construção C	4	8	16	28	68	28	20	28	12	60	72	72	5,5
7	Construção D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	Empilhadeiras	27	27	27	29	29	45	45	63	81	63	63	90	3
9	Empilhadeiras	0	49	71	105	120	116	116	116	135	131	131	131	3
10	Carregadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100	4
11	Agricultura - Sprayer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	200	350	3
12	Construção E	790	1054	1170	820	1255	935	777	997	866	943	1061	1170	3,5
	Total / Mês	3359	4152	4394	3551	4564	3608	3728	3888	2640	2857	4398	4976	
	Total / Dia	164	203	214	173	223	176	182	190	129	139	215	243	

Fonte: Autor (2018)

Após todos os tempos terem sido tomados e todas as tabelas construídas, é encontrado o tempo necessário mensal para cada processo, multiplicando-se o tempo de ciclo médio pela demanda de cada categoria. Por fim, é calculado o tempo total necessário para a produção de todas as famílias.

Tabela 4 – Dados da carga de trabalho em minutos por mês para o processo de corte do tubo da camisa

SI No	Familia	abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18
1	Agricultura A	3040	3837,5	3670	3070	3272,5	2595	3962,5	3480	2112,5	1105	2900	3275
2	Agricultura B	2177,5	2072,5	2505	1592,5	2377,5	2030	1430	1897,5	1107,5	2430	3100	3107,5
3	Agricultura C	557,5	975	942,5	767,5	1347,5	800	690	570	375	37,5	325	535
4	Construção A	720	752	732	1236	740	856	916	820	192	276	692	640
5	Construção B	264	396	440	484	594	550	594	550	330	616	704	748
6	Construção C	22	44	88	154	374	154	110	154	66	330	396	396
7	Construção D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Empilhadeiras	81	81	81	87	87	135	135	189	243	189	189	270
9	Empilhadeiras	0	147	213	315	360	348	348	348	405	393	393	393
10	Carregadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	400
11	Agricultura - Sprayer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	600	1050
12	Construção E	2765	3689	4095	2870	4392,5	3272,5	2719,5	3489,5	3031	3300,5	3713,5	4095
	Tempo Total Necessário / Mês	9627	11994	12766,5	10576	13545	10740,5	10905	11498	7862	8827	13172,5	14909,5

Fonte: Autor (2018)

Da mesma forma com que foi encontrado o tempo necessário para o processo de corte do tubo da camisa, foram são construídas outras tabelas com os tempos necessários para cada processo.

Uma vez definidos os tempos necessários para cada processo (ou seja, a carga), é preciso encontrar o tempo disponível de cada processo. Para isso deve-se analisar a tabela a seguir, que traz o tempo disponível do processo de corte do tubo da camisa em cada mês.

Tabela 5 – Dados para cálculo do tempo disponível por mês no processo de corte do tubo da camisa

Nº de Dias / Mês	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Nº de turnos / Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nº de Horas / Turno	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
OEE	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Nº de Setup / Dia	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Tempo de Setup	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tempo Total de Setup	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Tempo disponivel / Dia	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
Tempo disponivel / Mês	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5	13837,5
Utilização	70%	87%	92%	76%	98%	78%	79%	83%	57%	64%	95%	108%	

Fonte: Autor (2018)

Nesse caso foi considerado um número de dias padrão trabalhados por mês (20,5 dias), 1 turno, quantidade de horas disponíveis por turno. Como indicador de disponibilidade do centro produtivoutilizou-se o OEE (Overall EquipmentEfficiency), que também considera o desempenho do processo. O número de *set ups* previsto por dia e o tempo de cada *set up* foram baseados em histórico. O tempo disponível por dia é o resultado da multiplicação da quantidade de horas disponíveis por dia por 60 para encontrar os minutos disponíveis, subtraído o tempo total gasto com *set up*, vezes a quantidade de máquinas disponíveis para esse processo. O resultado disso é o tempo disponível em minutos por dia sem considerar as

ineficiências (OEE). Para se encontrar o tempo real disponível por mês, multiplica-se o valor disponível diário pelo OEE e pela quantidade de dias considerados no mês.

Da mesma forma esse cálculo é realizado para todos os outros processos.

Após essa etapa pode-se fazer a comparação do tempo disponível e do tempo necessário em cada mês para cada processo. A tabela 5 apresenta essa comparação, para o processo de corte do tubo da camisa. Como se sabe, se o valor de utilização é menor que 100% significa que há ociosidade no processo, se o valor é maior que 100%, há falta de capacidade no processo.

Tabela 6 – Cálculo do percentual de utilização por mês do processo de corte do tubo da camisa

abr/17	mai/17	jun/17	jul/17	ago/17	set/17	out/17	nov/17	dez/17	jan/18	fev/18	mar/18
9.627	11.994	12.767	10.576	13.545	10.741	10.905	11.498	7.862	8.827	13.173	14.910
13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838	13.838
70%	87%	92%	76%	98%	78%	79%	83%	57%	64%	95%	108%

Fonte: Autor (2018)

Encontrada a utilização de cada processo para cada mês, colocou-se numa tabela a porcentagem crítica de utilização (a mais alta de cada processo).

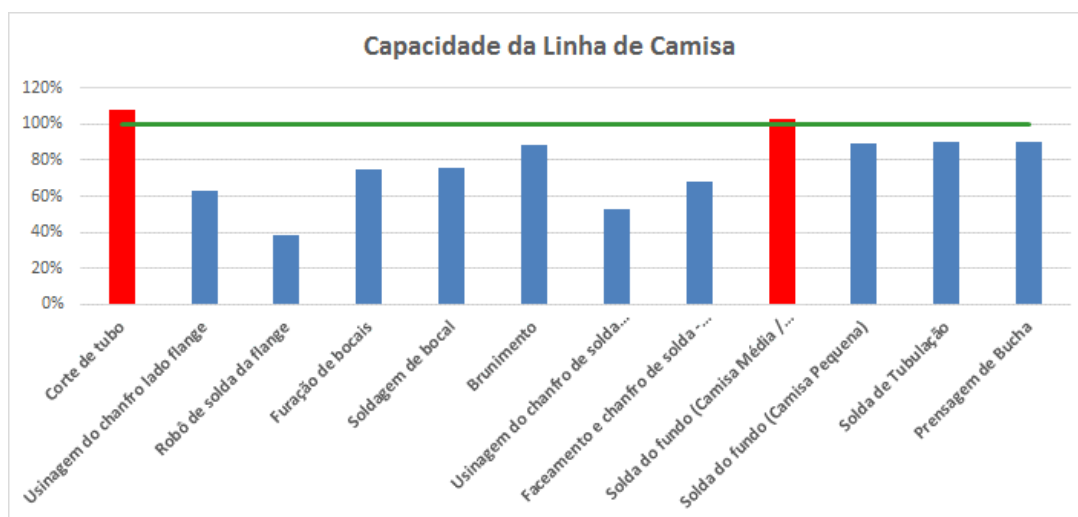
Tabela 7 – Percentual de utilização mais crítico no período analisado por processo, do processo de fabricação da camisa

Sl. No	Maquinas / Processos	FY 18		
		Tempo disponível (min)	Demanda (min)	% Utilização
Linha de Camisa				
1	Corte de tubo	13838	14909,5	108%
2	Usinagem do chanfro lado flange	7841	4928	63%
3	Robô de solda da flange	6457,5	2464	38%
4	Furação de bocais	15682,5	11788	75%
5	Soldagem de bocal	13837,5	10494	76%
6	Brunimento	14637	12995	89%
7	Usinagem do chanfro de solda lado do fundo (Camisa Média / Grande)	15682,5	8268	53%
9	Faceamento e chanfro de solda - (Camisa Pequena)	13776	9351	68%
10	Solda do fundo (Camisa Média / Grande)	7841,25	8052	103%
12	Solda do fundo (Camisa Pequena)	14760	13196,5	89%
13	Solda de Tubulação	22140	20023	90%
14	Prensagem de Bucha	8102,6	7300	90%

Fonte: Autor (2018)

Foi também gerado um gráfico para melhor visualização (Fig. 6).

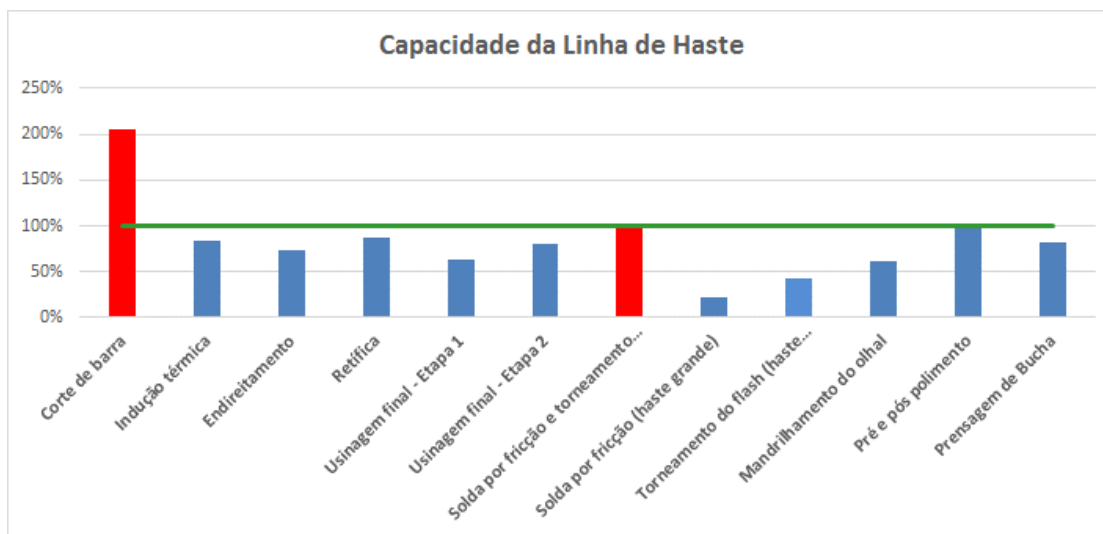
Figura 6 – Gráfico apresentando os percentuais de utilização para o processo de fabricação da camisa



Fonte: Autor (2018)

No caso da linha de camisa pode-se identificar 2 processos críticos em termos de capacidade. O processo relatado foi feito também para a linha de haste, da mesma forma. Os resultados são mostrados na Figura 7.

Figura 7 – Gráfico apresentando os percentuais de utilização e os estouros dos processos de fabricação da haste



Fonte: Autor (2018)

5. Discussões

Como há alguns processos com falta de capacidade nas duas linhas, o responsável pela análise da capacidade, em conjunto com pessoal da Produção definiu algumas ações para atendimento do plano de produção, apresentadas nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Ações para resolver os estouros de capacidade dos processos de fabricação da camisa.

Sl. No	Maquinas / Processos	FY 18	
		% Utilização	Demanda máxima considerada dos meses analisados
Linha de Camisa			
1	Corte de tubo	108%	Processar excedente em hora extra
2	Usinagem do chanfro lado flange	63%	
3	Robô de solda da flange	38%	Damanda será aumentada devido ao estouro da máquina 10
4	Furação de bocais	75%	
5	Soldagem de bocal	76%	
6	Brunimento	89%	
7	Usinagem do chanfro de solda lado do fundo (Camisa Média /	53%	
9	Faceamento e chanfro de solda - (Camisa Pequena)	68%	
10	Solda do fundo (Camisa Média / Grande)	103%	Preparar processo nº 3 para processar o excedente desse equipamento
12	Solda do fundo (Camisa Pequena)	89%	
13	Solda de Tubulação	90%	
14	Prensagem de Bucha	90%	

Fonte: Autor (2018)

Tabela 9 – Ações para resolver os estouros de capacidade dos processos de fabricação da haste

Sl. No	Maquinas / Processos	FY 18	
		% Utilização	Demanda máxima considerada dos meses analisados
Linha de Haste			
1	Corte de barra	205%	Iniciar 2º Turno + hora extra ou Planejar compra de nova máquina. A definir.
2	Indução térmica	83%	
3	Endireitamento	73%	
4	Retífica	87%	
5	Usinagem final - Etapa 1	62%	
6	Usinagem final - Etapa 2	80%	
7	Solda por fricção e torneamento do flash (haste pequena / média)	101%	Preparar processo nº 8 para processar o excedente desse equipamento
8	Solda por fricção (haste grande)	22%	Damanda será aumentada devido ao estouro da máquina 7
9	Torneamento do flash (haste grande)	43%	Damanda será aumentada devido ao estouro da máquina 7
10	Mandrilhamento do olhal	62%	
11	Pré e pós polimento	99%	
12	Prensagem de Bucha	82%	

Fonte: Autor (2018)

Em 2 das ações definidas, o excedente de carga está sendo passado a outro processo, o qual tem sobra de capacidade. Para o outro caso, serão utilizadas horas extras, pois, não seria possível adiantar a produção, nos meses com sobra de capacidade, devido ao risco de oxidação dos materiais quando estocados por determinado tempo. Uma vez validada a ação pela diretoria, o responsável pela análise de capacidade em conjunto com cada responsável pela ação define a data de implantação e fecham o plano.

Esse processo de análise de capacidade foi formalizado como um procedimento padrão na empresa e sua periodicidade de realização é anual, sempre antes do início do ano fiscal. O mesmo sempre é validado pela direção da empresa, pois, há decisões estratégicas (de investimento) envolvidas.

No momento de finalização dessa pesquisa, as ações estavam em curso. Pode-se ver que sem essa avaliação a empresa teria sérios problemas para atender o plano de vendas. A preparação de máquinas para receber o excedente de outros processos leva tempo. Uma vez que elas estejam preparadas para receber esse excedente ainda terão que ser feitas validações dos itens que passarão por elas. Da mesma forma, a preparação para um segundo turno possui uma relativa inércia. São necessários meses de planejamento para que a produção ocorra conforme as expectativas.

As pessoas envolvidas e a direção também estiveram engajadas no processo, e puderam ver o quanto esse planejamento é essencial para evitar decisões de última hora e que envolvem custos significativos.

6. Conclusões

Neste trabalho apresentou-se uma aplicação de uma sistemática de avaliação de capacidade de médio prazo aplicável para qualquer indústria manufatureira. Tal sistemática se mostrou simples e eficaz para antever e solucionar problemas futuros de falta de capacidade, que geram problemas de entregas, custos não planejados, problemas de qualidade, entre outros, gerados por decisões não planejadas.

Como se sabe, o planejamento de capacidade também é útil para se avaliar a ociosidade dos recursos e, com isso, tomar ações necessárias para reduzir essa subutilização, e com isso reduzir custos.

Quanto ao comportamento das pessoas, pode-se verificar que a alta direção disponibilizou mais facilmente os recursos para atender a demanda, uma vez que a análise está baseada em

dados e não em previsões empíricas. E também houve uma grande mobilização do pessoal participante da análise devido à possibilidade de se visualizar os benefícios desse processo em termos de evitar problemas.

Este trabalho buscou contribuir para a literatura ao expor um caso prático de aplicação da análise de capacidade de médio prazo, o qual pode ser utilizado como referência por outros gestores com necessidades semelhantes.

REFERÊNCIAS

APICS Dictionary. **The Association for Operations Management. Dictionary**, Ninth Edition, 1998.

BERRY, W. L.; VOLLMANN, T. E; WHYBARK, D. C. **Manufacturing planning and control systems**. Irwin, 1988.

BRITO, Victor. **Aplicação de simulação como ferramenta de apoio à elaboração de um planejamento estratégico de capacidade**. Centro de Estudos em Logística–COPPEAD/UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.

BROWN, Steve et al. **Administração da produção e operações: um enfoque estratégico na manufatura e nos serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 2007.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. 2010.

KIM, Taebok; GOYAL, Suresh Kumar. **Design of flexible capacity plan for multiple items in a single production facility**. International Journal of Procurement Management, v. 3, n. 2, p. 167-180, 2010.

HAIDER, A.; MIRZA, J.; AHMAD, W. **Lean capacity planning for tool room: An iterative system improvement approach**. Advances in Production Engineering & Management, v. 10, n. 4, p. 169-184, 2015.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D. M.; WHEELWRIGHT, S. C. **Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory physics: foundations of manufacturing management**. 2^a ed. Boston: McGraw-Hill, 2000.

WIGHT, OLIVER. **Oliver Wight Sales & Operations Planning Survey**. 1999. SILVA, E. D.; MENEZES, E.

M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 3.ed., 2001. Disponível em: <http://www.ufsc.br>. Acesso em: 28/07/2017.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 2003.

ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J. **Marketing de serviços: a empresa com foco no cliente**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.