

ANÁLISE DO CONSUMO DE AR COMPRIMIDO: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Caio Ramos de Menezes (Universidade Federal do Ceará - UFC) E-mail: caiomenezes470@gmail.com
Francisco Ilson da Silva Júnior (Universidade Federal do Ceará - UFC) E-mail: ilson@ufc.br

Resumo: O controle do consumo dos recursos em uma empresa é essencial para o êxito em um ambiente de cada vez mais concorrência. A finalidade deste trabalho foi quantificar o consumo de ar comprimido e analisar se os dispositivos de produção de ar comprimido atendem à demanda necessária, em uma empresa de máquinas agrícolas da cidade de Fortaleza, Ceará, a fim de promover uma maior economia e correto dimensionamento da rede de ar comprimido. Todos os levantamentos de dados foram feitos junto a empresa. Após obtenção de todos os dados referentes à lista de máquinas que utilizam ar comprimido, dispositivos existentes para a geração de ar comprimido e coleta diária do consumo de ar comprimido, observou-se que a quantificação do consumo e a adoção de medidas de adequação da rede são fundamentais para controlar e evitar custos demasiados na produção, tratamento, armazenamento e distribuição do ar comprimido.

Palavras-chave: Consumo, ar comprimido, indústria.

ANALYSIS OF COMPRESSED AIR CONSUMPTION: A CASE STUDY IN A AGRICULTURAL MACHINERY INDUSTRY

Abstract: Controlling the consumption of resources in a company is essential for success in an environment of increasing competition. The purpose of this article was to quantify the consumption of compressed air and analyze if the devices for the production of compressed air meet the necessary demand, in an agricultural machinery company in the city of Fortaleza, Ceará, in order to promote greater economy and correct dimensioning of the compressed air network. All data collections were carried out with the company. After obtaining all the data referring to the list of machines that use compressed air, existing devices for the generation of compressed air and daily collection of compressed air consumption, it was observed that the quantification of consumption and the adoption of measures of adequacy of the network are essential to control and avoid excessive costs in the production, treatment, storage and distribution of compressed air.

Keywords: Consumption, compressed air, industry.

1. Introdução

O ar comprimido é o ar atmosférico, composto de diversos gases como nitrogênio, oxigênio e outros, que após passar por equipamentos que o comprimem elevando sua pressão, é transformado em uma forma de energia que pode ser utilizada como fonte de trabalho para diversos fins, principalmente em processos industriais devido algumas vantagens oferecidas por esta forma de energia, como versatilidade, segurança, baixos custos de operação entre outras (METALPLAN, 2010).

No Velho Testamento, são encontradas referências ao emprego do ar comprimido: na fundição de prata, ferro, chumbo e estanho. A história demonstra que há mais de 2000 anos os técnicos construíam máquinas pneumáticas, produzindo energia pneumática por meio de um pistão. Porém, somente na segunda metade do século XIX é que o ar comprimido adquiriu importância industrial (PARKER, 2006).

Segundo a Eletrobras (2005), no âmbito industrial utiliza-se o ar comprimido, que nada

mais é do que uma forma de obtenção de energia a partir da sucção e compressão do ar atmosférico, elevando sua pressão, que consequentemente permite a realização de trabalho através da expansão do mesmo.

O equipamento responsável por realizar essa elevação de pressão é o compressor, que de acordo com a Parker (2006) são máquinas destinadas a elevar a pressão de um certo volume de ar, admitido nas condições atmosféricas, até uma determinada pressão, exigida na execução dos trabalhos realizados pelo ar comprimido. Podendo ser de dois tipos: Deslocamento positivo ou deslocamento dinâmico.

Compressores de deslocamento positivo admitem o ar e executam a elevação da pressão através da redução gradual de volume, de modo que, após atingir a pressão configurada ocorre seu escoamento para o sistema de tratamento. Já os compressores de deslocamento dinâmico atuam admitindo o ar e realizando um aumento na energia cinética através de rotores, e após ocorre uma redução da área pela presença de difusores, assim, havendo a elevação da pressão.



Figura 1 – a) Compressor rotativo parafuso (deslocamento positivo) b) Compressor alternativo de pistão (deslocamento positivo)

Segundo Parker (2006), o ar atmosférico possui três contaminantes básicos: água, óleo e poeira. Além disso, durante o processo de compressão, o ar comprimido também é contaminado pelo óleo lubrificante do compressor e por partículas sólidas provenientes do desgaste das peças móveis do mesmo. Desse modo, a presença de contaminantes resulta em uma emulsão ácida e abrasiva que compromete o correto funcionamento de um sistema de ar comprimido em qualquer tipo de aplicação.

Portanto, existem filtros e secadores que são elementos responsáveis para realizar o tratamento do ar comprimido, com a intenção de eliminar o máximo possível de contaminantes no sistema e não prejudicar o funcionamento do componente pneumático.



Figura 2 – a) Filtros coalescentes b) Secador por refrigeração

O armazenamento do ar comprimido é feito através de reservatórios que necessitam atender a PMTA e NR-13, e esse reservatório possui como objetivo estabilizar o fluxo de ar, compensar as flutuações de pressão em todo o sistema de distribuição e resfriar o ar auxiliando a eliminação do condensado.

Conforme Parker (2006), o volume do reservatório de ar comprimido vai variar de acordo com o tipo de compressor. Sendo 20% da vazão total do sistema para compressor alternativo de pistão, e de 10 % da vazão total do sistema para compressor rotativo de parafuso.



Figura 3 – Reservatório de armazenamento de ar comprimido

A rede de distribuição de ar comprimido compreende todas as tubulações que saem do reservatório, passando pelo secador e que, unidas, orientam o ar comprimido até os pontos individuais de utilização. De forma que possuem duas funções principais: Comunicar a fonte produtora com os equipamentos consumidores e funcionar como um reservatório para atender às exigências locais (PARKER, 2006).

Segundo Parker (2006), as tubulações devem possuir uma determinada inclinação no sentido do fluxo interior, pois, enquanto a temperatura de tubulação for maior que a temperatura de saída do ar após os secadores, este sairá praticamente seco; se a temperatura da tubulação baixar, haverá, embora raramente, precipitação de água. Sendo essa inclinação de 0,5% a 2% do comprimento da linha de distribuição. Além

disso, as tubulações necessitam ser da cor azul, de acordo com a norma e facilitar a identificação da tubulação para possíveis manutenções e correções de vazamentos.

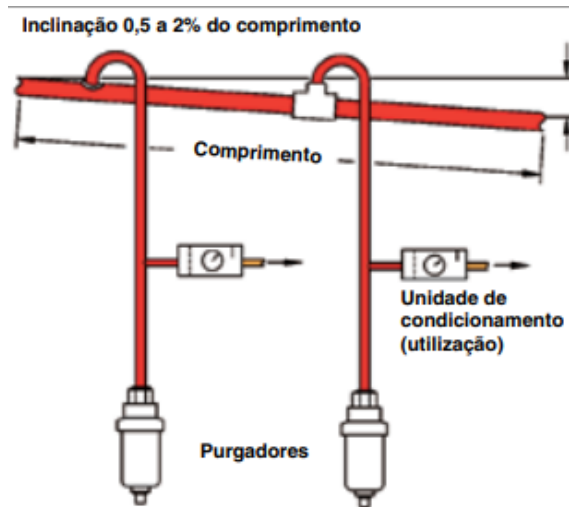


Figura 4 – Inclinação necessário da rede de distribuição de ar comprimido

Portanto, existem uma gama de equipamentos industriais que necessitam do ar comprimido como fonte de energia para seu funcionamento, principalmente na parte de automação, em que os movimentos dos atuadores pneumáticos são controlados por válvulas direcionais com acionamento elétrico. Além desse, existem outros equipamentos como pistolas de pintura, máquinas de corte a plasma e entre outros.



a)



b)

Figura 5 – Exemplos de equipamentos que utilizam ar comprimido a) Máquina de corte a laser b) Pistola de ar pneumática

Desta forma, o presente artigo objetiva identificar, quantificar e analisar o consumo de ar comprimido em toda a planta fabril, de modo, a reiterar se os equipamentos de produção, tratamento, armazenamento e distribuição de ar comprimido existentes estão coerentes com a demanda da indústria analisada. Indústria essa que atua na produção de implementos agrícolas na cidade de Fortaleza, Ceará com mais de 45 anos de existência dentro do seu setor. A empresa projeta, fabrica e vende diversos modelos de reboques agrícolas, máquinas de preparo de solo, colheita e seleção de frutas.

2. Metodologia

Este estudo de caso segue uma abordagem quantitativa, com uma base estabelecida por meio de pesquisa aplicada no setor de industrial, e descritiva, evidenciando as aplicações da teoria apresentada anteriormente.

3. Resultados e Discussões

3.1 Equipamentos que utilizam ar comprimido

Para analisar o consumo de ar comprimido no âmbito industrial se faz necessário, identificar e listar todos os equipamentos que utilizam ar comprimido. Os dados de pressão de trabalho e consumo de ar foram coletados através do manual do fabricante do equipamento, além disso, o cálculo de taxa de utilização, foi feito através de uma proporção em porcentagem das horas médias trabalhadas diárias do equipamento pelas 8 horas trabalhadas durante um turno diário, assim, resultando na porcentagem explícita. Então, o consumo total é o produto entre a quantidade existente do mesmo equipamento, consumo unitário e a taxa de utilização.

Portanto, a Tabela 1 exhibe esses equipamentos, a fim de, explicitar sua função na produção industrial e identificar o consumo total por equipamento.

Tabela 1 – Equipamentos que utilizam ar comprimido na indústria estudada

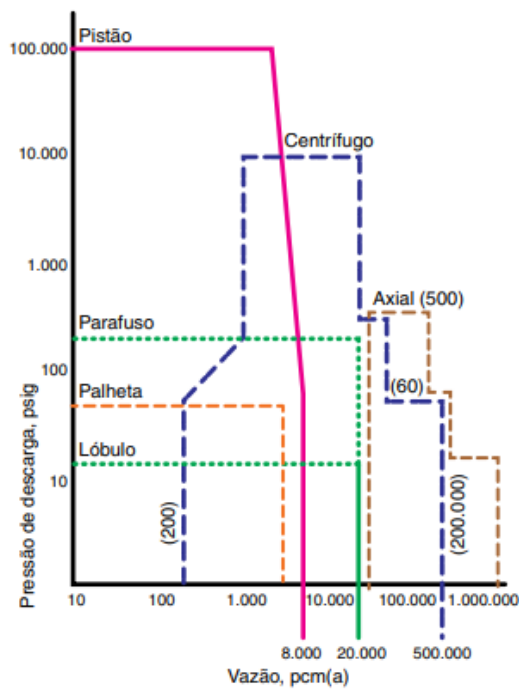
Equipamento	Utilização	Quantidade	Pressão (bar)	Consumo (pcm)	Taxa de utilização	Consumo total (pcm)
Sistema Temac	Dosagem de tinta para pistolas de pintura	1	6	76,28	86,15%	65,72
Cabina de Pintura - Erzinger	Local de pintura de peças metálicas	1	6	75	86,15%	64,62
Lixadeira Pneumática	Remoção de impurezas superficiais nas peças	5	6	15	36,92%	27,69
Pistola de ar - Lubfer	Remoção de impurezas das peças	7	6	6	36,92%	15,51
Bico Limpeza - Reitz	Remoção de impurezas das peças	7	6	6	36,92%	15,51
Laser Welle	Cortar chapas de aço	1	8	17,66	86,15%	15,21
Pistola de pintura Devilbiss	Pintura em peças metálicas	2	6	9,8	61,54%	12,06
Transportador Aéreo - Erzinger	Transporte das peças entre as cabines	1	6 a 8	15	73,85%	11,08
Exaustor do Laser	Sistema de exaustão - Laser	1	8	11,77	86,15%	10,14
Sistema Deltec	Cabines de pintura, secagem, lavagem e cura	1	6	11,77	86,15%	10,14
Spray - Erzinger	Limpeza das peças para recebimento da pintura	1	6	7	86,15%	6,03
Pistola Eletrostática - Wagner PEM	Pintura de peças a pó na Erzinger	2	3	4	61,54%	4,92

X1 (ERZINGER)						
Parafusadeira						
Pneumática						
(Reitz)	Parafusar peças	1	6 a 7	9,9	49,23%	4,87
Plasma 01	Cortar chapas de aço	1	8	4,16	98,46%	4,096
Lixadeira Orbital						
	Remoção de impurezas superficiais nas peças	1	6,2	9	36,92%	3,32
Bico de Limpeza MOD 6 - Arplex						
	Remoção de impurezas das peças	1	6	6	36,92%	2,22
Retífica						
Pneumática (Reitz)	Realizar desbaste de peças	1	6 a 7	8,6	24,62%	2,12
Prensa Excêntrica - Cilindro Pneumático						
	Marcar peças com um decalque	3	6	0,212	86,15%	0,55
Estação de Limpeza do Robô						
	Limpeza da tocha do Robô	1	6	0,22	36,92%	0,08
Automator MF 5090 (Pica-pau)						
	Marcação de peças	1	6	0,6	12,31%	0,07

Fonte: Autoria Própria

Então, temos como somatório o consumo total de ar comprimido dos equipamentos de 275,96 pcm e é necessário uma pressão de regime de 8 bar. Portanto, para dimensionar o tipo de compressor adequado para a produção de ar comprimido, temos que analisar justamente esses dois dados, conforme exibe o gráfico 1.

Gráfico 1 – Tipo de compressor pela pressão de descarga e vazão volumétrica



Visto que o consumo é em torno de 276 pcm e a pressão de descarga de 116 psig, então, os dois tipos de compressores possíveis são o de alternativo de pistão e rotativo de parafuso.

3.2 Compressores existentes na empresa estudada

Para analisar a capacidade produtiva de ar comprimido, se faz necessário identificar e especificar a pressão de regime e a vazão volumétrica dos compressores presentes. De forma, a analisar quanto de ar comprimido, pode ser disponível para a planta fabril, quando esses operam em 100%.

Tabela 2 – Compressores existentes na empresa estudada

Fabricante	Modelo	Tipo	Quantidade	Pressão de regime (bar)	Vazão volumétrica (pcm)
Schulz	4015	Parafuso	2	8	59
Schulz	4040	Parafuso	1	7	165

Fonte: Autoria Própria

De acordo, com os dados fornecidos pela empresa sobre os compressores, foi visto que a capacidade produtiva é de 283 pcm com uma pressão de regime de 8 bar. Pode-se perceber que o consumo dos equipamentos gira em torno de 276 pcm com a taxa de utilização disponibilizada, ou seja, a produção de ar comprimido está apenas com 7 pcm a mais, exibindo que qualquer alteração na taxa de utilização ou entrada de outro dispositivo que utilize ar comprimido pode ser prejudicial a rede de ar comprimido, ocasionando um subdimensionamento na rede.

3.3 Coleta de dados sobre o consumo de ar

Portanto, os dados necessários para analisar o consumo real de ar comprimido foram coletados diariamente, sendo duas vezes ao dia, em horários considerados de “pico”, em que vários equipamentos que utilizam ar comprimido estavam em utilização simultaneamente. De modo, a entender como a capacidade de produção de ar comprimido estava atendendo a fábrica.

O compressor Schulz 4015 possui seu funcionamento no sistema de carga e alívio, em que quando está em carga está funcionando com 100% da sua capacidade e quando está em alívio ele não está operando em sua capacidade máxima. Então, ao realizar a coleta em determinado horário, esse dado era o analisado. Já no compressor Schulz 4040 em seu “display”, possui uma porcentagem a qual indica quanto de vazão está havendo no determinado horário da coleta.

Com a identificação dos valores de consumo total por equipamento, valores de produção máxima de ar comprimido com os compressores disponíveis e a definição da metodologia da coleta de dados do consumo de ar comprimido, pode-se realizar as medições e análises. A tabela 3, exibe a coleta de dados nos compressores em diversos horários de “pico”, a fim de analisar o consumo quando o maior número de equipamentos estão sendo utilizados simultaneamente.

Tabela 3 – Dados de consumo real entre os dias de 16/03/2022 a 02/05/2022

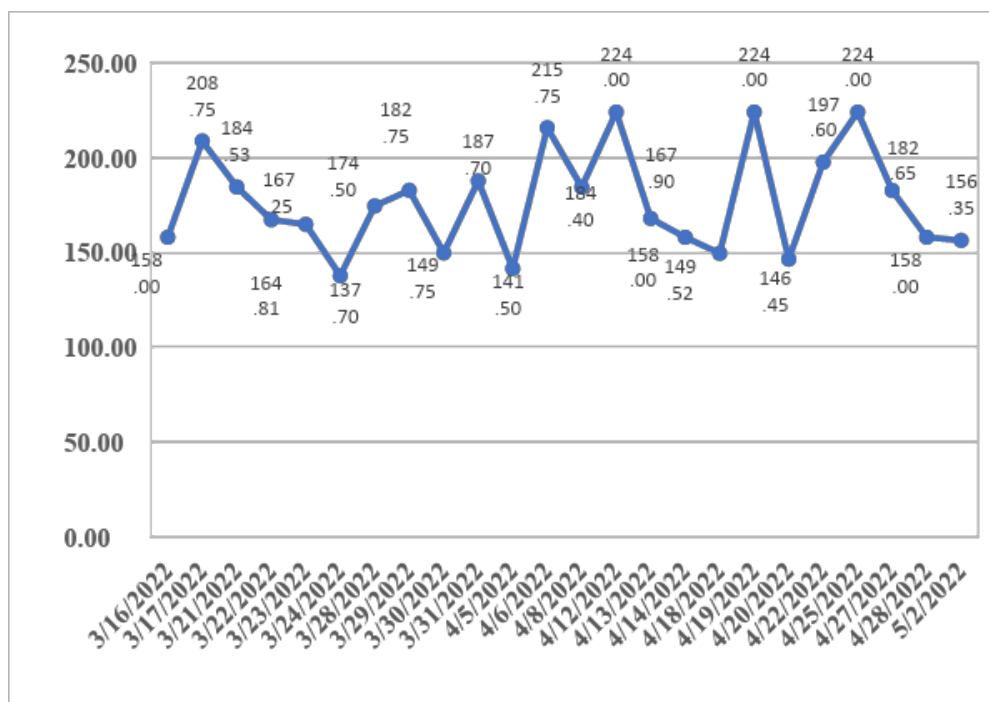
Dia	Turno	Consumo (pcm)	Ocorreu sobrecarga no compressor?
16/03/2022	Manhã	158,00	Não
17/03/2022	Tarde	208,75	Não
21/03/2022	Manhã	184,53	Não
22/03/2022	Manhã	167,25	Não
23/03/2022	Manhã	164,81	Não
24/03/2022	Tarde	137,70	Não
28/03/2022	Tarde	174,50	Não
29/03/2022	Manhã	182,75	Não
30/03/2022	Tarde	149,75	Não
31/03/2022	Manhã	187,70	Não
05/04/2022	Tarde	141,50	Não
06/04/2022	Tarde	215,75	Não
08/04/2022	Manhã	184,40	Não
12/04/2022	Tarde	224,00	Sim
13/04/2022	Tarde	167,90	Não
14/04/2022	Tarde	158,00	Não
18/04/2022	Manhã	149,52	Não
19/04/2022	Tarde	224,00	Sim
20/04/2022	Manhã	146,45	Não
22/04/2022	Manhã	197,60	Não
25/04/2022	Tarde	224,00	Sim
27/04/2022	Tarde	182,65	Não
28/04/2022	Manhã	158,00	Não
02/05/2022	Manhã	156,35	Não

Fonte: Autoria Própria

Então, a tabela 3 exibe 24 dias em que foram coletados os dados do consumo real através do consumo real exibido nos compressores. Além disso, foi percebido que em 3 dias houve sobrecarga de produção de ar comprimido, que resultou no desligamento do compressor, havendo o sessamento na produção do ar comprimido e ocasionando desligamento dos equipamentos que utilizam ar comprimido.

O gráfico 2, exibe uma ideia de como funciona o comportamento do consumo de ar comprimido ao longo do dia, além disso, mostra em destaque os dias em que houveram sobrecarga nos compressores.

Gráfico 2 – Consumo de ar comprimido por dia



Fonte: Autoria Própria

Outro dado importante, mas que não foi possível realizar a coleta, são quais máquinas estão em funcionamento durante a coleta diário do consumo, de modo a entender melhor a taxa de utilização estabelecida, além de verificar a confiabilidade do sistema existente de medição de vazão volumétrica nos compressores.

4. Conclusão

Com a ideia da melhoria constante e progressiva, visando uma maior economia e desempenho dos recursos e equipamentos no âmbito industrial, o trabalho objetivou a quantificação do consumo de ar comprimido e a análise dos dispositivos existentes produtores de ar comprimido para atender a demanda gerada pela indústria estudada.

O ar comprimido é uma importante fonte de energia no âmbito industrial, então se faz necessário, analisar o corretamente o seu dimensionamento, a fim de obter uma melhor performance e maior economia dos recursos. Além de identificar necessidades de melhorias e possíveis falhas em toda a rede de ar comprimido.

Sugere-se à empresa, a revisão dos valores de taxas de utilização para os equipamentos, e se possível, a adoção de telemetria em máquinas de maiores criticidades, a fim de haver um monitoramento real do tempo de funcionamento do equipamento e uma maior confiabilidade nos dados para os cálculos posteriores. Além disso, implantar uma rotina de monitoramento de vazamentos nas linhas de distribuição, através de análises preditivas, pois os vazamentos geram altos custos ao longo prazo, caso não sejam reparados.

Referências

ELETROBRÁS. Eficiência energética em sistemas de ar comprimido. Rio de Janeiro, 2005.

MALDANER, DJONATAN EDUARDO. Dimensionamento de uma Rede de Ar Comprimido Industrial. Faculdade Horizontina, 2016.

METALPLAN. Manual de ar comprimido. 4 ed. 2010.

PARKER TRAINING. Dimensionamento de redes de ar comprimido. Jacareí, 2006. Apostila M1004 BR.

SILVA, E. C. N. Apostila de Pneumática. São Paulo: Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos da Poli (USP), 2002.