



## Dimensionamento de uma Rede de Ar Comprimido em uma Indústria de Envase e Distribuição de GLP

Leonardo Brasil Bastos<sup>1</sup>  
leobb@hotmail.com

Flávia Gonçalves Domingues Ferreira<sup>2</sup>  
flavia.domingues@estacio.br

**Resumo:** O ar comprimido é uma importante forma de energia, amplamente utilizada no campo industrial e usada em vários processos e equipamentos. É o resultado da compressão do ar, complementada por um processo para fornecer o melhor desempenho para o equipamento. Este trabalho desenvolveu o dimensionamento de uma rede de distribuição de ar comprimido para atendimento a uma indústria de envase e distribuição de GLP, localizada no município de Ipojuca. O objetivo geral deste estudo é projetar uma rede de distribuição de ar comprimido para atendimento aos requisitos de pressão e fluxo necessários para o correto funcionamento dos equipamentos que serão implantados na nova planta da empresa. Para realizar este trabalho, é necessário fazer uma base teórica e coletar informações na indústria, por exemplo: definição dos equipamentos que utilizarão ar comprimido, definir o comprimento total das redes primárias, secundárias e de alimentação bem como a selecionar as singularidades. Com essas informações, foi possível determinar o layout da rede de ar comprimido, o diâmetro das linhas de ar comprimido, a capacidade do tanque de armazenamento de ar e a verificação do tipo de compressor apropriado. Concluímos que um sistema de fornecimento de ar comprimido bem dimensionado pode atender às necessidades dos equipamentos, fornecendo bom desempenho e prolongando a vida útil das máquinas pneumáticas

**Palavras-chave:** AR COMPRIMIDO; DIMENSIONAMENTO; TUBULAÇÕES

**Abstract:** Compressed air is an important form of energy, widely used in the industrial field and used in various processes and equipment. It is the result of air compression, complemented by a process to provide the best performance for the equipment. This work developed the dimensioning of a compressed air distribution network to serve a LPG filling and distribution industry, located in the city of Ipojuca. The general objective of this study is to design a compressed air distribution network to meet the pressure and flow requirements necessary for the correct functioning of the equipment that will be installed in the company's new plant. To carry out this work, it is necessary to make a theoretical basis and collect information in the industry, for example: definition of the equipment that will use compressed air, define the total length of the primary, secondary and supply networks, as well as to select the singularities. With this information, it was possible to determine the layout of the compressed air network, the diameter of the compressed air lines, the capacity of the air storage tank and the verification of the appropriate compressor type. We concluded that a well-sized compressed air supply system can meet the needs of the equipment, providing good performance and extending the life of pneumatic machines.

**Keywords:** COMPRESSED AIR; PIPES; SIZING

<sup>1</sup>Graduandos do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Estácio do Recife.

<sup>2</sup>Docente do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Estácio do Recife.



## Introdução

Silva (2002) afirma que o ar da atmosfera é uma mistura de gases composto de 78% de Nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases. O ar comprimido é o ar condensado que armazenou energia sob pressão e, portanto, em condição de realizar trabalho. Durante a compressão é gerado calor e quando o ar comprimido se expande, ocorre o resfriamento. O ar comprimido é uma forma importante de energia, produzido pela compressão do ar ambiente composto de oxigênio, nitrogênio e outros gases. O ar comprimido existe em indústrias de diferentes setores, como: alimentos, máquinas metálicas, móveis, etc.

A compressibilidade é a característica em que o ar diminui seu volume quando sujeito a forças opostas, isto é, forças que aumentam a pressão e diminuem o volume ocupado. Essa propriedade física pode ser a mais importante para a pneumática, pois a energia pneumática é gerada pela compressão do ar e, em seguida, essa energia é convertida em trabalho pelos atuadores pneumáticos (FIALHO, 2004).

Outra propriedade é a elasticidade permitindo que quando a força que causa a redução de volume é interrompida, o ar pode retornar ao seu volume original (CORADI, 2011).

Fialho (2004) explica que expansibilidade é uma característica do ar que o proporciona a adquirir a forma do recipiente que o mantém, ocupando completamente seu volume e alterando sua forma com o mínimo esforço.

Sabe-se que o ar comprimido era usado ao fundir estanho, ferro, chumbo e prata. No entanto, só após a segunda metade do século XIX que o ar comprimido ganhou importância industrial (PARKER, 2006).

O ar comprimido tem sido amplamente utilizado na indústria, sendo usado como energia em processos que requerem movimento, força ou uso simultâneo em máquinas e pneumáticas. O ar comprimido é amplamente utilizado como condutor de energia na indústria, é extremamente eficiente e insubstituível em muitos campos, além de proporcionar segurança no trabalho e também sendo operado com flexibilidade para racionalizar o trabalho.

Fialho (2004) comentou que, com o desenvolvimento da indústria automotiva, a propagação de ar comprimido no Brasil ocorreu na década de 1960. As peças precisam ser produzidas em massa, para isso esta operação dar-se de forma repetitiva, reduzindo assim os custos e o tempo de produção, sendo a chamada automação industrial.

Metalplan (2010) apontou que para um sistema de ar comprimido ser eficaz deve-se primeiro definir o tipo de compressor mais adequado para executar a atividade. O compressor é selecionado de acordo com a vazão e a pressão. Levando em consideração os critérios de vazão e pressão. O compressor é uma máquina industrial cujo objetivo é aumentar a energia do gás aumentando a pressão. O compressor suga a atmosfera e a comprime, aumentando sua pressão para um determinado valor durante a operação (CORADI, 2011).

A rede de distribuição de ar comprimido inclui todos os tubos que saem do tanque de armazenamento de óleo e passam pelo secador, que juntos guiam o ar comprimido para vários pontos de consumo. É importante definir um layout para mostrar a rede de distribuição principal, derivações e pontos de consumo, facilitando assim a escolha do tipo de rede de distribuição a ser implementada com a rota mais curta possível para reduzir a perda de carga e o custo (CORADI 2011).

Neste trabalho desenvolveram-se as especificações de um sistema de ar comprimido para indústria de envase e distribuição de GLP, localizada no município de Ipojuca / PE.

Esta indústria está em processo de modernização de sua linha produtiva e, portanto necessita de um novo sistema de fornecimento de ar comprimido que atenda sua nova planta assim como ampliações futuras.

## Metodologia

### Métodos utilizados

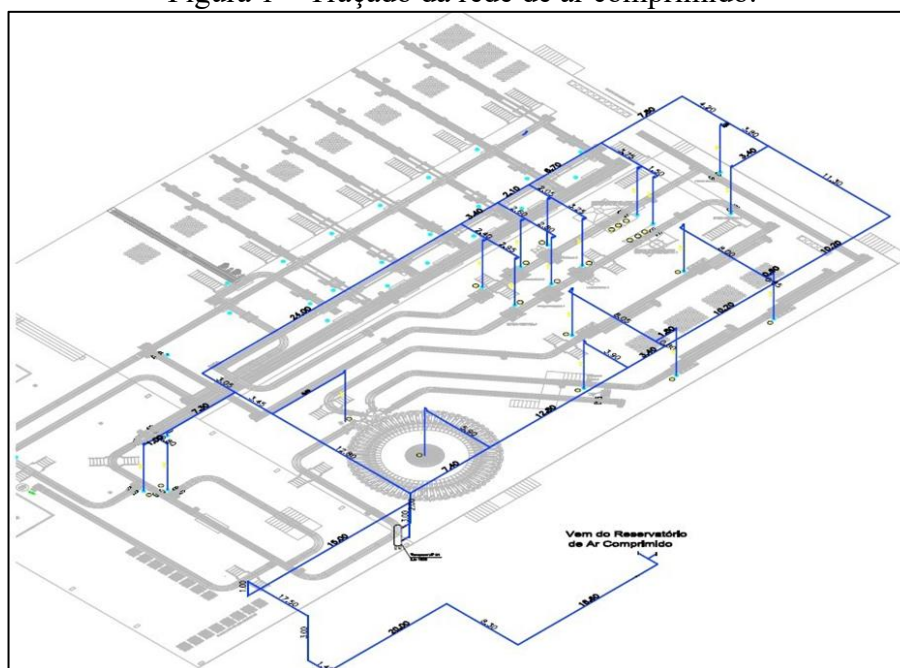
Utilizou-se o meio de levantamento de dados fornecidos pela empresa necessários para a verificação do compressor e do volume do reservatório, ambos pertencentes a empresa, e o dimensionamento da rede de distribuição, dentre eles podemos destacar:

- Foram informados os equipamentos que consomem ar comprimido;
- Foi informado a localização dos equipamentos na nova planta;
- Foi definido em reunião um acréscimo de 20% ao consumo total de ar para ampliações futuras, tomando como premissa a projeção de crescimento da empresa para os próximos 10 anos;
- Foi estabelecida a pressão de regime em 8 Kgf/cm<sup>2</sup>;
- Foi estabelecida a queda máxima de pressão em 0,3 Kgf/cm<sup>2</sup>.

### Dimensões da tubulação

A partir do layout fornecido pela empresa com a localização dos equipamentos e visitas ao local foi possível realizar um projeto mostrando o traçado da rede de distribuição e alimentação em perspectiva isométrica (Figura 1), onde se determina o comprimento linear da rede principal sendo de 216,4 m.

Figura 1 – Traçado da rede de ar comprimido.



Fonte: Próprio Autor (2020).



### Vazão do sistema

A empresa nos forneceu informações referente a cada ponto de consumo, com seus respectivos dados de vazão conforme mostrado na Figura 2, também nos foi informado a pressão de 6 Kgf/cm<sup>2</sup> como sendo a pressão de trabalho dos equipamentos.

Figura 2 – Consumo de ar comprimido

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	
		UNIDADE	TOTAL
Sistema de tara nVision	1	8,1	8,1
Posto tarefação nVison	1	2,48	2,48
Carrossel Flexspeed IFC 66	1	32,1	32,1
Inlet/Outlet (Flexspeed)	1	31,5	31,5
Máquina de ajuste de peso EWC	1	2,1	2,1
Detector de vazamento ET3-GD-L1	1	66,9	66,9
Detector de O'rings ET3-PT-L1	1	62,8	62,8
Detector de vazamento ET3-GD-L2	1	66,9	66,9
Detector de O'rings ET3-PT-L2	1	62,8	62,8
Etiquetadora 1	1	35	35
Lacradora 1	1	15	15
Termo retrátil 1	1	3,6	3,6
Etiquetadora 2	1	35	35
Lacradora 2	1	15	15
Termo retrátil 2	1	3,6	3,6
Bomba de tinta 1	1	18,6	18,6
Agitador pneumático 1	1	16	16
Pistolas 1	6	5	30
Bomba de tinta 2	1	18,6	18,6
Agitador pneumático 2	1	16	16
Pistolas 2	6	5	30
Dispositivos de pintura 1	1	3,6	3,6
Dispositivos de pintura 2	1	3,6	3,6
<b>TOTAL</b>			<b>579,3</b>

Fonte: Próprio Autor (2020).

### **Resultados e Discussão**

Esta rede transporta e distribui o ar comprimido desde o compressor até o local de consumo. Para seu dimensionamento foram coletados dados a partir de layouts da localização dos equipamentos apresentados pela empresa e obtidos através de medições no local. Assim de posse destes dados, apresentados na Tabela 1, é possível o correto dimensionamento da rede principal.



Tabela 1 – Especificação da rede principal

ESPECIFICAÇÕES DA REDE	VALORES	UNIDADES
Comprimento linear da rede	216,4	m
Pressão de regime	8	Kgf/cm <sup>2</sup>
Perda de carga	0,3	Kgf/cm <sup>2</sup>
Demanda total de ar do sistema	695,2	m <sup>3</sup> /h

Fonte: Próprio Autor (2020).

Também é necessário determinar e quantificar as singularidades para o cálculo do comprimento equivalente que será adicionado ao comprimento linear da rede. Analisando o traçado escolhido para a tubulação é possível determinar as singularidades para este projeto e com a especificação do diâmetro comercial conseguimos identificar no anexo B os comprimentos equivalentes das singularidades, estas dimensões serão mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Comprimento das singularidades da rede principal

SINGULARIDADES		COMPRIMENTO EQUIVALENTE	
DISCRIMINAÇÃO	QUANTIDADE	UNIDADE ( m )	TOTAL ( m )
cotovelos 90° RL	15	1,2	18
Tês de fluxo em linha	14	1,6	22,4
Tês de fluxo em ramal	1	4,8	4,8
COMPRIMENTO TOTAL EQUIVALENTE (m)			75

Fonte: Próprio Autor (2020).

Após a determinação do comprimento equivalente das singularidades é necessário soma-lo ao comprimento linear da tubulação. Desta forma obtem-se o valor de 291,4 m. A linha secundária selecionada para o cálculo apresenta as características mostradas no tabela 4 a demanda de ar neste caso será a soma das vazões dos equipamentos detector de vazamentos 1 e 2, especificados na Tabela 3, este valor é de 133,8 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 3 - Especificação da rede secundária

ESPECIFICAÇÕES DA REDE	VALORES	UNIDADES
Comprimento linear da rede	8,85	m
Pressão de regime	8	Kgf/cm <sup>2</sup>
Perda de carga	0,3	Kgf/cm <sup>2</sup>
Demanda de ar do sistema	133,8	m <sup>3</sup> /h

Fonte: Próprio Autor (2020).



## Verificação do compressor

Para a verificação do compressor foram utilizados os valores de vazão e pressão de regime já calculados. A análise dos dados foi realizada após a conversão das unidades de vazão para pés cúbicos por minuto e pressão para libra por polegada, desta forma temos os seguintes valores: vazão de 409,2 pcm (pés cúbicos por minuto) e pressão de 113,8 psi (libra por polegada).

## **Conclusões**

O dimensionamento do sistema de geração e distribuição do ar comprimido é preciso pois a empresa está em processo de ampliação e modernização de sua linha produtiva com a implantação de novos equipamentos e alterando o layout atual.

Partindo desta premissa foi coletado dados sobre máquinas pneumáticas e analisamos as linhas de distribuição e suprimento dos locais a serem instalados. Um projeto para um sistema eficiente de geração e distribuição de ar comprimido garantindo capacidade suficiente ao projeto e permitindo expansão futura. Como sabemos, sub dimensionamento pode resultar em um fornecimento de ar insuficiente, o que leva a uma diminuição no desempenho da máquina, o que, por sua vez, leva a uma diminuição da capacidade produtiva.

Por outro lado, o super dimensionamento do sistema levará a um custo implantação elevado e desnecessário. A seleção de compressores e tanques de armazenamento de ar é de suma importância e garantirá um suprimento suficiente e de qualidade de ar comprimido e aumentando a segurança do sistema. A seleção incorreta significa produção insuficiente de ar e pode aumentar o consumo de eletricidade. Vale ressaltar que a definição do layout da rede pneumática combinada com o diâmetro dos tubos encontrados deve ajudar a alimentar as máquinas de maneira equivalente e em quantidades suficientes.

Portanto, devido ao uso de componentes que permitem que o ar tenha as características estipuladas, um sistema corretamente dimensionado pode gerar ar comprimido de alta qualidade. Dimensionamos um sistema que poderá fornecer fluxo e pressão suficientes que atendam às necessidades dos equipamentos e dispositivos pneumáticos, gerando bom desempenho e prolongando a vida útil dos dispositivos pneumático.

## **Referencias**

CORADI, F. E. **Análise energética e econômica na rede de distribuição de ar de uma indústria de autopeças**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, 2011.

FIALHO, A. B. **Automação pneumática: Projetos, dimensionamento e análise de circuitos**. 2º. ed. São Paulo: Érica, 2004.

METALPLAN. **Manual de ar comprimido**. 4ª Ed. 2010.

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

SILVA, E. C. N. PMR2481 – **Sistemas Fluidomecânicos. Apostila Pneumática**. Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2002.