

## Segurança de Sistemas de Oxigênio

O projeto e a operação de sistemas de oxigênio são da responsabilidade dos usuários que devem obter ajuda profissional qualificada para assegurar o uso seguro do oxigênio.

### Escopo

Este relatório técnico oferece uma visão geral das preocupações específicas que devem ser consideradas para manipular oxigênio com segurança. Este relatório está baseado em informações obtidas em numerosos documentos disponíveis nas fontes listadas abaixo e é fornecido como um serviço aos nossos clientes. Nós não somos peritos de oxigênio ou engenheiros consultores.

### Perigos

O oxigênio apresenta perigo de incêndio porque promove combustão. As conseqüências sérias de incêndios ao ar livre, que contém apenas 21% de oxigênio são bem conhecidas. Aumentando a concentração de oxigênio para mais de 21% aumenta muito o perigo de incêndio. Muitos materiais que podem não ser combustíveis na atmosfera queimarão em uma atmosfera enriquecida de oxigênio. Materiais combustíveis tornam-se mais fáceis de inflamar e queimam mais quentes e mais rapidamente. Os incêndios se espalham mais rapidamente, freqüentemente com resultados aparentemente explosivos. Fontes de ignição que não têm nenhum efeito ao ar podem ser de importância crítica em sistemas de oxigênio.

### Sistemas de Incêndio com Oxigênio

São necessários três elementos para criar um incêndio - oxidante, combustível e energia de ignição. Incêndios atmosféricos podem ser prevenidos removendo-se um dos três elementos, mas eles são inseparáveis em um sistema de oxigênio. O oxigênio é contido dentro do sistema, normalmente sob considerável pressão. As válvulas, reguladores, tubulações, conexões e outros componentes que contêm o oxigênio são, na realidade, o combustível. A energia de ignição vem de dentro do sistema, freqüentemente por mecanismos que, normalmente, não causam ignição. Assim, embora o potencial de incêndio de sistemas de oxigênio não possa ser eliminado, eles podem ser evitados através do gerenciamento de riscos baseado em uma análise cuidadosa dos perigos e riscos. O projeto do sistema, a seleção dos componentes, dos materiais de construção, dos métodos de fabricação, bem como a operação e manutenção do sistema devem ser cuidadosamente desenvolvidos para cada propósito específico.

### Cadeia da Ignição

A cadeia da ignição começa quando uma pequena quantidade de energia é libertada em um sistema e incendeia um material com baixa temperatura de ignição ou uma partícula de pequena massa e grande área superficial. Uma vez um pequeno objeto é

incendiado, o calor que gera incendeia materiais maiores com temperaturas de ignição mais altas que geram ainda mais calor até que o fogo se torna auto-sustentável. Quatro mecanismos comuns de ignição estão descritos a seguir.

### Impacto Mecânico

Quando um objeto bate em outro, produz-se calor no ponto de impacto, como quando um martelo golpeia uma superfície. O calor produzido por impacto mecânico pode agir como uma fonte de ignição. Por exemplo, em um sistema de oxigênio, um componente mecânico pode se romper e golpear um recipiente pressurizado, produzindo calor no impacto. Se a superfície do recipiente está contaminada com óleo, este pode se incendiar e pode iniciar uma cadeia de ignição.

### Impacto de Partículas

Pequenas partículas podem ser arrastadas junto com um fluxo de oxigênio, freqüentemente a alta velocidade. Quando as partículas batem em uma superfície do sistema, a energia do impacto é liberada como calor e, por causa de sua pequena massa, as partículas ficam bastante quentes incendiar materiais maiores.

### Atrito.

Quando dois materiais sólidos sofrem atrito, eles geram calor que pode incendiar outros materiais.

### Aquecimento por Compressão.

Quando um gás flui por um orifício de alta para baixa pressão, ele se expande e sua velocidade pode atingir a velocidade de som. Se o fluxo do gás é bloqueado, ele se recomprime para sua pressão original e fica quente. Quanto maior a diferença de pressão, mais alta será a temperatura do gás. Este efeito é familiar a todos que encheram um pneu de bicicleta; à medida que se eleva a pressão no pneu, a bomba se aquece. Em um sistema de oxigênio, a temperatura do oxigênio pode ficar suficientemente alta para iniciar a cadeia de ignição.

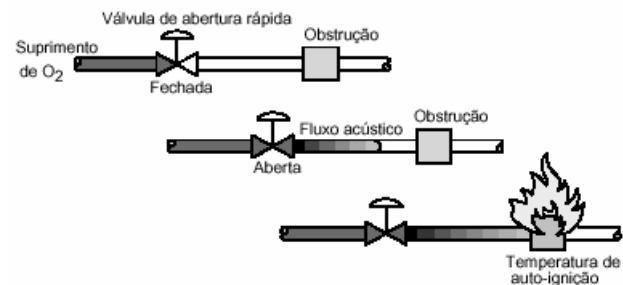


Figura 1

Um exemplo comum de aquecimento por compressão (Fig. 1) em sistema de oxigênio ocorre quando uma válvula (especialmente uma válvula de esfera ou válvula macho de abertura rápida) é rapidamente aberta e o fluxo de gás comprime o oxigênio à jusante contra uma obstrução.

Uma válvula fechada ou um regulador é uma obstrução óbvia, mas frequentemente a obstrução não é óbvia porque existe dentro da própria válvula. Por exemplo, a obstrução pode existir em um assento de válvula que está sendo aberto, na saída de um regulador parcialmente aberto, ou em qualquer outro pequeno orifício. Além disso, o fluxo de gás pode ser obstruído pelo cotovelo de uma conexão.

A cadeia de ignição pode começar se o fluxo de gás contiver partículas de pequenas dimensões ou se ocorrer aquecimento por compressão no assento em polímero de uma válvula, uma vedação em elastômero, ou uma superfície contaminada por um lubrificante ou material orgânico. Tais materiais, por sua vez, podem incendiar uma pequena mola, um fino diafragma, ou um filtro e podem conduzir a uma chama auto-sustentada. O vídeo da ASTM *Segurança para Oxigênio* descreve o mecanismo de aquecimento por compressão, que é uma causa comum, embora frequentemente ignorada, de incêndios com oxigênio.

### Como Evitar Incêndios com Oxigênio

O reconhecimento e identificação de todas estas fontes de ignição e possíveis causas de incêndio não é simples. Porém, a NFPA 53 dá exemplos de sérios incêndios em sistemas de oxigênio que aconteceram em muitas indústrias e aplicações, bem como orientação sobre o que os causou e como eles poderiam ser evitados. A ASTM G128 discute estes perigos, faz considerações sobre projeto e fontes de ignição em maior detalhe enquanto o G88 e o Manual MNL36 fornecem orientação específica para projetos. O ASTM G4 – Grupo de Treinamento em Padrões de Tecnologia – oferece um curso de treinamento sobre o *Controle de Perigos de Incêndio em Sistemas de Manuseio de Oxigênio (Controlling Fire Hazards in Oxygen Handling Systems)* que fornece instruções detalhadas sobre a análise de perigos e administração de riscos para sistemas de oxigênio e ensina o uso de numerosas ferramentas e fontes de informação disponíveis.

Cada uma destas publicações, e muitas mais, focam nos pontos principais para evitar incêndios com oxigênio:

- Projeto de operação e manutenção de sistemas
- Seleção de componentes
- Fabricação de sistemas
- Operação e manutenção de sistemas
- Limpeza de sistemas
- Compatibilidade de lubrificantes
- Compatibilidade de polímeros e outros não-metais
- Compatibilidade de metais

A primeira regra, que é a mais importante para o uso seguro de oxigênio enfatiza:  
*Consulte um perito.* As normas ASTM para sistemas de oxigênio definem um perito da seguinte forma:

*Pessoal técnico qualificado* - pessoal como engenheiros e químicos que, em virtude de sua educação, treinamento, ou experiência, sabem como aplicar princípios físicos e

químicos envolvidos nas reações entre oxigênio e outros materiais.

Embora sistemas de oxigênio apresentem perigos sérios e incomuns, eles são usados com segurança em toda a indústria porque o risco de dano e perda econômica pode ser gerenciado e controlado.

O conhecimento e a tecnologia necessários são bem estabelecidos, documentados e disponíveis através de muitos recursos públicos, alguns dos quais são apresentados neste relatório. O curso da ASTM *Controle de Perigos de Incêndio em Sistemas de Manuseio de Oxigênio* ensina os fundamentos de segurança com oxigênio para projetistas, especificadores e usuários de sistemas e equipamentos.

Pessoas envolvidas com o uso de oxigênio em qualquer aplicação devem tirar proveito de tais recursos.

### Bibliografia

**National Fire Protection Association, Inc.**  
1 Batterymarch Park, Box 9101, Quincy, MA 02269-9101  
[www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)

NFPA 53 Recommended Practice on Materials, Equipment and Systems Used in Oxygen-Enriched Atmospheres

**ASTM**  
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959  
[www.astm.com](http://www.astm.com)

ASTM G128 Standard Guide for Control of Hazards and Risks in Oxygen Enriched Systems

ASTM G88 Standard Guide for Designing Systems for Oxygen Service

ASTM G-4 Standards Technology Training course *Controlling Fire Hazards in Oxygen Handling Systems*

ASTM video *Oxygen Safety*

*Safe Use of Oxygen and Oxygen Systems: Guidelines for Oxygen System Design Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation*, Manual MNL36; H.D. Beeson, W.F. Stewart, and S.S. Woods, Eds. 2000

## Outras Referências

Indicamos abaixo fontes adicionais de informação sobre sistemas de oxigênio, listados por editor. Entre em contato com os editores quanto a listagens atualizadas sobre o assunto.

**American National Standards Institute**  
**11 W. 42nd St., New York, NY 10036** [www.ansi.org](http://www.ansi.org)  
 ANSI/ASME B31.3 Process Piping

**ASTM**  
**100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428-2959**  
[www.astm.com](http://www.astm.com)

ASTM compilation: *Standards Related to Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres* PCN 03.704097.31.

This compilation contains all the standards published by ASTM relating to oxygen safety, as of the date of publication.

ASTM *Annual Book of Standards*, Volume 00.01, Subject Index; Alphanumeric List  
 The annual Index of Standards lists all standards published through the year of issue, including those not yet included in the above compilation.

*Alternatives to Chlorofluorocarbon Fluids in the Cleaning of Oxygen and Aerospace Systems and Components*, STP 1181, C.J. Bryan and K. Gebert-Thompson, Ed., 1993

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, STP 812, B.L. Werley, Ed., 1983

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 2, STP 910, M.A. Benning, Ed., 1986

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 3, STP 986, D.W. Schroll, Ed., 1988

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 4, STP 1040, J.M. Stoltzfus, F.J. Benz, and J.S. Stradling, Ed., 1989

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 5, STP 1111, J.M. Stoltzfus and K. McIlroy, Ed., 1991

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 6, STP 1197, D.D. Janoff and J.M. Stoltzfus, Ed., 1993

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 7, STP 1267, D.D. Janoff, W.T. Royals, and M.V. Gunaji, Ed., 1995

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 8, STP 1319, W.T. Royals, T.C. Chou, and T.A. Steinberg, Ed., 1997

*Flammability and Sensitivity of Materials in Oxygen-Enriched Atmospheres*, Vol. 9, STP 1395, T.A. Steinberg, B.E. Newton, and H.D. Beeson, Ed., 2000

**American Welding Society**  
**550 NW Lejeune Rd., Box 351040, Miami, FL 33135**  
[www.aws.org](http://www.aws.org)

AWS Z49.1 Safety in Welding and Cutting and Allied Processes

**Compressed Gas Association, Inc.**  
**1725 Jefferson Davis Highway, Suite 1004**  
**Arlington, VA 22202** [www.cganet.com](http://www.cganet.com)

CGA Video AV-8 *Characteristics and Safe Handling of Cryogenic Liquid Gaseous Oxygen*

CGA G-4 Oxygen

CGA G-4.1 Cleaning Equipment for Oxygen Service

CGA G-4.4 Industrial Practices for Gaseous Oxygen Transmission and Distribution Piping Systems

CGA P-39 Oxygen-Rich Atmospheres.

*Handbook of Compressed Gases*, 3rd ed., 1989

**European Industrial Gas Association (EIGA)**  
**Publication de la Soudure Autogene**  
**32 Boulevard de la Chapelle, 75880 Paris Cedex 18, France**  
 email: [info@eiga.org](mailto:info@eiga.org)

EIGA 33/86/E Cleaning of Equipment for Oxygen Service

EIGA 6/77 Oxygen Fuel Gas Cutting Machine Safety

EIGA 8/76/E Prevention of Accidents Arising from Enrichment or Deficiency of Oxygen in the Atmosphere

EIGA 13/82 The Transportation and Distribution of Oxygen by Pipelines. Recommendations for Design, Construction and Maintenance

**Factory Mutual Engineering Corp.**  
**Box 9102, Norwood, MA 02062** [www.affiliatedfm.com](http://www.affiliatedfm.com)

**National Fire Protection Association, Inc.**  
**1 Batterymarch Park, Box 9101, Quincy, MA 02269-9101**  
[www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)

NFPA 51 Standard for the Design and Installation of Oxygen-Fuel Gas Systems for Welding, Cutting, and Allied Processes

NFPA 51B Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting and Other Hotwork

NFPA 55 Standard for Storage, Use, and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids in Portable and Stationary Containers, Cylinders, and Tanks

NFPA 99 Standard for Health Care Facilities

*NFPA Health Care Facilities Handbook*

**National Technical Information Service**  
**5285 Port Royal Rd., Springfield, VA 22161**  
[www.ntis.gov](http://www.ntis.gov)

NASA *Safety Standard for Oxygen and Oxygen Systems—Guidelines for Oxygen System Design, Materials Selection, Operations, Storage, and Transportation*. 288 p., 1 January 1996.

NTIS Order Number: N96-24534/5INZ.

**NASA Technical Report Server**  
<http://techreports.larc.nasa.gov/cgi-bin/NTRS>

**Underwriters Laboratories, Inc.**  
**333 Pfingsten Rd., Northbrook, IL 60062** [www.ul.com](http://www.ul.com)

**Seleção de Produtos com Segurança**

Ao selecionar um produto, o projeto de todo o sistema deve ser considerado para garantir sua segurança e performance sem defeitos. A função, compatibilidade de materiais, valores nominais adequados, instalação, operação e manutenção apropriados são de responsabilidade do projetista e do usuário do sistema.

**Cuidado: Não misture ou troque componentes com os de outros fabricantes.**