

## O USO DE AR PROPANADO COMO *BACKUP* DE GÁS NATURAL

Eng. Fernando Córner da Costa, M.Sc.  
Consultor da Cia. Ultragaz S.A.  
krona.fernando@ultragaz.com.br

### RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar as possibilidades do uso de ar propanado como alternativa a uma eventual falta de gás natural. O acidente ocorrido no gasoduto Gasbol em novembro de 2008, devido a uma severa estação chuvosa, corrobora esta alternativa a fim de evitar lucros cessantes e danos a equipamentos. O texto mostra as características, possibilidades e limitações do ar propanado, explorando o assunto recondensação do GLP nas misturas e os aspectos de segurança. Os principais tipos de misturadores são descritos, mostrando seus princípios operacionais, vantagens e desvantagens de cada um e a qualidade da mistura. Por outro lado, este trabalho também lida com assuntos comerciais mostrando as principais opções, como quem faz o investimento e contrato *take-or-pay* com o fornecedor de Gás LP. E, finalmente, este *paper* apresenta suas conclusões, mencionando outras alternativas.

**Palavras-chave:** ar propanado, gás natural sintético, sistemas de backup.

## THE USE OF PROPANE-AIR BLENDS AS NATURAL GAS BACKUP

### ABSTRACT

This paper presents the possibilities for the use of propane-air blends as alternative for a natural gas shortage. The accident occurred at the Gasbol pipeline in november of 2008, due to a severe raining season, corroborate to this alternative in order to avoid business interruption and damage to equipment. The text shows the characteristics, possibilities and limitations of the propane-air blends, exploring the subject recondensation of the LP-Gas in the blends and the safety aspects. The main types of blenders are described, showing the operation principles, the advantages and disadvantages of each one and the blend quality. On the other hand, the paper also deals with commercial subjects showing the main options, as who makes the investment and take-or-pay contract with the LP-Gas deliverer. And finally the paper presents its conclusions, mentioning some other alternatives.

**Keywords:** propane-air blends, synthetic natural gas, backup systems

**Área temática:** Gás Canalizado

## 1. INTRODUÇÃO

A finalidade deste trabalho é apresentar as possibilidades do uso de ar propanado (AP) como alternativa a uma eventual falta de gás natural.

Os motivos que poderiam causar uma eventual falta ou restrição de gás natural poderiam estar na fonte, como movimentos políticos na Bolívia ou problemas em unidades de processamento de gás natural (UPGN), ou nos gasodutos de transporte e redes de distribuição devido a acidentes ou limitação de capacidade. Em novembro do ano passado, o excesso de chuvas causou o desbarrancamento de encostas em Santa Catarina, acarretando no rompimento do gasoduto da TBG e causando a paralisação do abastecimento no sul deste estado e no Rio Grande do Sul, com grandes prejuízos para muitas empresas. Além deste, já ocorreram outros acidentes com consequências locais, o que serve de alerta para a necessidade de uma alternativa, como sistemas de *backup* com ar propanado.

Outra situação seria uma eventual necessidade de despachar termelétricas a gás natural, quando o nível de água das hidrelétricas viessem a atingir níveis críticos, que poderia causar restrições no abastecimento de gás. Os sistemas de *backup* também seriam de vital importância, tanto sob o ponto de vista da complementação energética como da perda de carga nas extremidades das linhas em ramais críticos.

Assumindo-se a hipótese da interrupção do fornecimento, as consequências poderiam ser desastrosas para alguns processos industriais, com elevados prejuízos devidos tanto às perdas de produção (lucros cessantes) como a danos permanentes em equipamentos, como por exemplo fornos de fusão de vidro.

A necessidade do uso de ar propanado deve-se à impossibilidade técnica da utilização direta do Gás LP em substituição ao gás natural, exceto nos casos onde toda a infraestrutura já tenha sido projetada para isso. Entre as alternativas práticas destaca-se a opção do ar propanado, também conhecido por gás natural sintético, gás natural substituto, mistura Gás LP-ar e pela curiosa expressão “Gás LP *light*”.

## 2. AR PROPANADO

O ar propanado é uma mistura de Gás LP com ar, de modo que suas características se tornem mais próximas do gás natural. O método mais comumente utilizado nesta tarefa é o da conservação do Índice de Wobbe (W), onde a mistura de Gás LP com ar é proporcionada de forma que seu índice seja igual ao do gás natural. O Índice de Wobbe é definido como:

$$W = PCS / d_{ar}^{0,5}$$

onde:

PCS = poder calorífico superior

$d_{ar}$  = densidade relativa ao ar

As principais características do gás natural, do Gás LP e do ar propanado estão indicadas na TABELA 1.

GÁS	PCS (kcal/m <sup>3</sup> )	$d_{ar}$	W (kcal/m <sup>3</sup> )
GN	9.400 (*)	0,636 (*)	11.770
Gás LP	26.798 (**)	1,878	19.555
AP	14.257	1,467	11.770

TABELA 1. Características dos gases envolvidos

Fontes: (\*) Website [www.comgas.com.br](http://www.comgas.com.br); (\*\*) Ultragas; cálculos do autor

OBS.:

- 1) m<sup>3</sup> considerado a 20°C e 1 atm abs
- 2) Gás LP considerado: 40% propano + 60% butano (molar)
- 3) Composição do AP = 53,2% Gás LP + 46,8% ar

Observando a TABELA 1, nota-se que o ar propanado, apesar de ter o mesmo índice de Wobbe, apresenta PCS e densidade relativa significativamente diferentes do gás natural.

Apresentando o mesmo índice de Wobbe do gás natural, o ar propanado garante aos queimadores a manutenção da mesma faixa de potências e aos cavaletes dos queimadores a capacidade para o sistema lidar com as vazões. Porém estas premissas são suficientes apenas para equipamentos controlados por pressões, como fogões e aquecedores domésticos.

No caso de equipamentos industriais, onde os sistemas de combustão controlam as vazões de ar e gás através de suas respectivas medições e com auxílio de PLCs, torna-se necessário alterar a programação pois a proporção entre o gás natural e o ar de combustão é significativamente diferente quando se opera com o ar propanado. Ver PCS do GN e do AP na TABELA 1.

Além disso, outros procedimentos devem ser considerados na substituição do gás natural por ar propanado, para ajustar o modelo de transferência de calor da chama para a carga e as características da atmosfera no interior do equipamento (oxidante, neutra ou redutora), os quais não são automaticamente corrigidos apenas com a filosofia da conservação do índice de Wobbe.

Essa divergência significativa entre os poderes caloríficos superiores pode se tornar um empecilho para injeção do ar propanado na rede de gás natural, pois a mistura em proporções variáveis desses gases iria acarretar no fornecimento aos consumidores de um gás com poder calorífico variável, tornando muito difícil a medição do fornecimento de energia através de medidores volumétricos convencionais.

Com respeito à segurança, a densidade relativa do ar propanado, sendo 1,467 (superior a 1,2), exige um reestudo quando à classificação de áreas feita para o gás natural (inferior a 0,8). Em alguns casos medidas adicionais podem ser necessárias, como alterar condições de ventilação, instituir novo grau de proteção para equipamentos elétricos e instalar sensores de gás.

Uma alternativa, sob o ponto de vista da medição, seria dosar a mistura Gás LP-ar de forma que o poder calorífico fosse igual ao do gás natural. Usando as premissas assumidas no cálculo da TABELA 1, o ar propanado de igual PCS do GN seria uma mistura de 35,077% Gás LP e 64,923% ar; porém o novo índice de Wobbe diminuiria para 8.219 kcal/m<sup>3</sup>. Assim, o índice de Wobbe da mistura entre o ar propanado (35-65) com igual PCS e o gás natural poderia variar

entre 8.219 e 11.770 kcal/m<sup>3</sup>, o que restringiria esta prática a misturas com elevadas percentagens de gás natural. Por exemplo, a injeção de até 10% molar de ar propanado (35-65) em mistura com gás natural faria com que o índice de Wobbe estivesse na faixa de 11.415 a 11.770 kcal/m<sup>3</sup>, significando uma variação máxima da ordem de 3%, não havendo nenhuma distorção quanto ao PCS em base volumétrica.

### 3. FENÔMENO DA RECONDENSAÇÃO

Uma das questões que mais preocupa os projetistas, quando se trata de Gás LP, é o fenômeno da recondensação – definido como a propriedade do Gás LP retornar da fase vapor para a fase líquida. A recondensação das misturas Gás LP-ar depende da pressão parcial de cada componente na mistura. Assim as seguintes afirmações são verdadeiras:

- Quanto mais pobre em Gás LP for o ar propanado, menor será sua pressão parcial na mistura e, portanto, mais baixo será seu ponto de orvalho para uma determinada pressão e vice-versa.
- Quanto mais baixo for o teor de ar propanado misturado com gás natural, mais elevada será a pressão que levaria o Gás LP a atingir o ponto de orvalho.
- Quanto mais rico em propano for o Gás LP misturado com ar, mais baixo será o ponto de orvalho para uma determinada pressão.
- Quanto mais rico em butano for o Gás LP misturado com ar, mais alto será o ponto de orvalho para uma determinada pressão.

A norma brasileira da ABNT NBR 15358, no item 6.3, estabeleceu o limite de 250 kPa man (2,5 bar man) como pressão máxima de distribuição do ar propanado em redes internas submetidas às temperaturas ambientes em instalações industriais. Esse valor corresponde aproximadamente a um ponto de orvalho do ar propanado ( $W = 11.770 \text{ kcal/m}^3$ ) da ordem de 1° a 2°C, onde o Gás LP utilizado apresentasse uma composição de 70% butano e 30% propano. Cabe observar que o ponto de orvalho do ar propanado nunca deverá coincidir com a temperatura mínima local. Recomenda-se deixar uma margem de segurança não inferior a 5°C, assumindo-se a hipótese do mais elevado teor de butano possível de estar contido no Gás LP distribuído no local. Pressões

superiores a 250 kPa só serão admitidas caso a rede seja convenientemente aquecida com fonte externa de calor, de forma tal que esteja garantida a não condensação do Gás LP no ar propanado.

Cuidados especiais contra a recondensação devem ser observados no trecho compreendido entre os vaporizadores e os misturadores, antes do Gás LP ser misturado com o ar.

#### **4. MISTURADORES GÁS LP – AR**

Existem basicamente dois tipos de misturadores, os quais são classificados de acordo com o tipo de fornecimento do ar: misturadores de venturi e misturadores de ar comprimido.

Misturadores de venturi:

Nestes misturadores o ar é admitido a partir da pressão atmosférica através da depressão causada pelo fluxo de Gás LP, geralmente em dois ou mais venturis instalados em paralelo. Para que o ar propanado se mantenha com uma composição razoavelmente estável, o Gás LP é admitido no venturi em vazões e pressões constantes. Os venturis operam nas condições ligado/desligado, com programação do tipo cascata. Como a demanda de ar propanado é variável, torna-se necessária a existência de um reservatório-pulmão para estabilizar as condições de fluxo. A programação da entrada sequencial dos venturis é proporcional à demanda, sendo comandada a partir da pressão no reservatório-pulmão.

A restrição ao uso deste tipo de misturador é sua baixa pressão de trabalho, a qual geralmente não ultrapassa 80 kPa man (0,8 bar man), apesar de existirem equipamentos que admitam vazões elevadas da ordem de milhares de metros cúbicos por hora. A qualidade do ar propanado obtido por misturadores de venturi deve ser considerada com restrições, pois este processo de mistura através de venturis não possui muitos recursos de controle. Isso pode resultar em variações na proporção da mistura Gás LP – ar, fazendo com que seja inadequada para alguns tipos de processos onde a composição dos produtos da combustão deva respeitar uma estreita faixa de variações.

### Misturadores de ar comprimido:

Nos misturadores de ar comprimido, como a própria classificação indica, o ar é fornecido por uma central de compressores em pressões de até 10 bar man. O ar comprimido deve atender aos requisitos mínimos exigidos pelo fabricante dos misturadores, no que diz respeito aos teores de umidade e óleo, o que geralmente exige a instalação de secadores para reduzir o ponto de orvalho. Além disso, é comum a instalação de um tanque-pulmão para estabilizar o fluxo de ar comprimido antes da entrada dos misturadores. Assim, reguladas as pressões do Gás LP e do ar comprimido, a proporção entre ambos os fluidos é controlada e o ar propanado é produzido.

Existem várias formas de se estabelecer a proporção entre o Gás LP e o ar comprimido:

- Através de válvula controladora da vazão de ar, que fornece o ar comprimido para diluir o fluxo de Gás LP na medida em que a demanda de gás o exige, sendo necessária a informação das vazões e respectivas correções de temperatura e pressão.
- Através de válvulas controladoras que comandam simultaneamente as vazões de ar comprimido e de Gás LP, sendo necessário a informação das vazões e respectivas correções de temperatura e pressão.
- Através de dispositivos geométricos, com áreas de passagem proporcionais para o ar comprimido e para o Gás LP.

Além dos parâmetros envolvidos na problemática da mistura, as exigências da qualidade do ar propanado implicam na instalação de um sistema de controle mais apurado das proporções entre o Gás LP e o ar comprimido. Os equipamentos controladores podem ser o Wobbímetro, o calorímetro ou o gravitômetro. Os dois primeiros informam valores absolutos do índice de Wobbe e do poder calorífico do ar propanado, respectivamente, e o gravitômetro informa um valor relativo oriundo da comparação do ar propanado com o ar atmosférico. Tais informações são processadas por PLCs que acionam dispositivos mecânicos para uma rápida correção da mistura.

Os misturadores a ar comprimido geralmente possibilitam a produção de ar propanado em pressões de até 900 kPa man (9 bar man), podendo esse valor ser majorado em projetos *tailor made* para condições especiais.

A qualidade do ar propanado controlado por Wobbímetros e calorímetros pode ser considerada muito boa, pois compensa inclusive as possíveis variações da composição do Gás LP. Já o gravitômetro necessita que a composição do Gás LP apresente poucas variações, quando a qualidade do ar propanado é exigida.

## 5. MODALIDADES DE NEGOCIAÇÃO

As principais modalidades de negociação são:

- A empresa interessada no *backup* de gás natural faz todos os investimentos: central de armazenagem e vaporização de Gás LP, central de ar comprimido, misturadores e rede de interligação do ar propanado com a rede de gás natural ou diretamente com os pontos de consumo. Assim a empresa fica livre para negociar o contrato de fornecimento com as distribuidoras de Gás LP ou, até mesmo, negociar independentemente cada abastecimento. Esta última modalidade apresenta a desvantagem da inexistência de contrato que garanta o abastecimento numa situação crítica que seria uma falta de gás natural de grandes proporções.
- A empresa interessada investe em parte da instalação, geralmente a central de ar comprimido, misturadores e rede de interligação, enquanto a distribuidora de Gás LP fornece a central de armazenagem e vaporização sob a modalidade de comodato, mediante um contrato de consumo mínimo de gás (*take-or-pay*), ou cobra um aluguel mensal para dispensar a cláusula do consumo.
- A distribuidora de Gás LP faz todo o investimento, mediante um contrato de consumo mínimo de gás, ou cobra um aluguel mensal para dispensar a cláusula do consumo. Evidentemente, quanto maior for o investimento da distribuidora, maior também será o preço do gás, o consumo mínimo ou o aluguel.

## 6. CONCLUSÕES

O ar propanado é uma ótima opção para se evitar uma eventual interrupção do fornecimento de gás natural, evitando lucros cessantes e danos em equipamentos. Isso é muito importante em países como o Brasil onde suas fontes, redes de transporte e redes de distribuição apresentam restrições, notadamente nas localidades próximas às extremidades das linhas.

Além disso, o ar propanado possibilita a complementação da cota de gás natural quando possam ocorrer restrições em suas fontes, pode operar como *peak shaving* em tramos sobrecarregados e, também, abastecer consumidores com contratos na modalidade interruptível.

Existem outras alternativas como a utilização de queimadores duais, preparados para queimar tanto Gás LP como GN, além de queimadores e cavaletes que podem ser facilmente convertidos de um gás para outro. Outra hipótese seria a utilização de óleo combustível, porém torna-se um pouco mais complicada devido a necessidade de se lidar com outro gênero de energético e suas instalações, por vezes necessitando aquecimento e podendo ainda gerar problemas com as emissões para o meio ambiente.

---

### ABREVIATURAS E SIGLAS

AP:	ar propanado, mistura GLP-ar ou gás natural sintético
$d_{ar}$ :	densidade relativa ao ar
Gás LP:	gás liquefeito do petróleo
GNS:	gás natural sintético, ar propanado ou mistura GLP-ar
PCS:	poder calorífico superior
PLC:	<i>programmable logic controller</i> , ou controlador lógico programável
TBG:	Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A.
UPGN:	unidade de processamento de gás natural
W:	índice de Wobbe ou número de Wobbe

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Reed, R., North American Combustion Handbook, USA, 1986.
  - [2] Denny, L. et alli, Handbook Butane-Propane Gases, Chilton Company, USA, 1962.
  - [3] Williams, A., Lom W., Liquefied Petroleum Gases: A Guide to Properties, Applications and Usage of Propane and Butane, Ellis Horwood Limited, Sussex, England, 1974.
  - [4] Ely Energy, Understanding Synthetic Natural Gas – SNG Academy, Vol. 1, USA, 2004.
  - [5] ABNT NBR 15358 – Rede de distribuição interna para gases combustíveis em instalações industriais – Projeto e execução, 2008.
  - [6] Website: [www.comgas.com.br](http://www.comgas.com.br)
  - [7] Website: [www.krona.srv.br](http://www.krona.srv.br)
-