



PARTICIPANTE:

**INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

CATEGORIA: APLICAÇÕES DO GLP

TÍTULO:

***BACKUP* DE GÁS NATURAL
COM MISTURAS GLP-AR**



PRÊMIO GLP DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA

*** Edição 2012 ***

PARTICIPANTE: INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CATEGORIA: APLICAÇÕES DO GLP

TÍTULO: **BACKUP DE GÁS NATURAL
COM MISTURAS GLP-AR**

AUTORES: Fernando Cörner da Costa ⁽¹⁾
Edmilson Moutinho dos Santos ⁽²⁾
Murilo Tadeu Werneck Fagá ⁽³⁾

-
- (1) Eng. Mecânico (PUC-RJ), Eng. de Segurança do Trabalho (UERJ), M.Sc. em Processos Químicos e Bioquímicos (Mauá), Doutorando em Energia (IEE – USP), Professor do IBP e Consultor da Ultragaz
- (2) Economista e Engenheiro Eletrotécnico (USP), Mestre em Energy Management and Policy (University of Pennsylvania), Mestre em Planejamento Energético (Unicamp), Doutor em Economia da Energia (Instituto Francês do Petróleo) e Professor Associado do IEE - USP
- (3) Licenciado e Bacharel em Física (F. H. Pedro II), Mestre e Doutor em Física Energética (Institut National Polytechnique de Grenoble), Professor Titular da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie e Professor do IEE – USP.

ABSTRACT

This paper presents the possibilities for the use of propane-air blends as alternative for a natural gas shortage. Different scenarios may lead to NG shortages, especially in emerging markets like Brazil. The authors contextualize the accident occurred at the Trans-border Bolivian-Brazil gas pipeline (Gasbol) in 2008. Due to a severe raining season, Gasbol run out of service and corroborated to the proposed alternative synthetic natural gas in order to avoid business interruption and damage to customers' equipment. The text shows the characteristics, possibilities and limitations of the propane-air blends, under its technical and commercial aspects. And finally the paper presents the conclusions, also mentioning some other alternatives.

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

RESUMO

Este trabalho tem por finalidade apresentar as possibilidades do uso das misturas GLP-ar como alternativa a uma eventual falta de gás natural. Diferentes cenários podem levar a rupturas no suprimento de gás natural. Os autores contextualizam o acidente ocorrido no gasoduto transfronteiriço Bolívia-Brasil (Gasbol) em 2008. Devido a uma estação de chuvas severa, Gasbol saiu de serviço e corroborou esta alternativa de gás natural sintético a fim de evitar lucros cessantes e danos em equipamentos dos consumidores. O texto mostra as características, possibilidades e limitações das misturas GLP-ar sob os aspectos técnico e comercial. E, finalmente, são apresentadas as conclusões, mencionando também outras alternativas.

Palavras-chave: Misturas GLP-ar, gás natural sintético, gás natural.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o objetivo de mostrar as possibilidades do uso de misturas de gás liquefeito de petróleo (GLP) com ar, para atuar como *backup* de gás natural em diversas situações. As alternativas consideradas são tanto a injeção da mistura GLP-ar nas redes de distribuição de gás natural, como a instalação de uma central de *backup* dedicada a um único consumidor, geralmente no segmento industrial.

Estas misturas GLP-ar também são conhecidas como ar-propanado, gás natural sintético (GNS) ou, ainda, gás natural substituto.

Diversos motivos poderiam causar uma eventual restrição ou suspensão na oferta de gás natural em determinadas partes das redes de transmissão e/ou distribuição. Tais motivos podem ser considerados em três grupos:

- Problemas na fonte, como paralisação dos poços de produção, em unidades de processamento de gás natural (UPGNs) ou em terminais de gás natural liquefeito (GNL), devido a problemas técnicos, comerciais, estratégicos ou políticos.
- Restrição parcial ou total do fluxo nas redes de transmissão e/ou distribuição, causada por rompimentos acidentais ou manutenção da tubulação e seus sistemas de compressão.
- Redução da oferta em situações de elevada demanda, em virtude de ocorrências específicas como subdimensionamento da rede em horas-pico ou a necessidade de eventual despacho de usinas termelétricas a gás natural.

A situação que tem ocorrido com maior frequência é o rompimento de tubulações de distribuição, conhecida, no Brasil, como a “síndrome da escavadeira maluca”. A falta de gás ocorre numa área geográfica limitada e por um período de tempo curto. Assim mesmo, as consequências desta interrupção podem ser desastrosas para alguns processos industriais que não disponham

de outro vetor energético, podendo gerar ao consumidor desde lucros cessantes até a perda de equipamentos.

O processo mais sensível é o de fusão de vidro, onde os fornos operam em elevada temperatura e em campanhas de até 15 anos sem interrupção, onde o comissionamento e o descomissionamento são procedimentos críticos, os quais devem respeitar gradientes de temperaturas rigorosamente definidos.

O acidente com gasoduto mais significativo no Brasil ocorreu em 23 de novembro de 2008, no município de Gaspar, no Estado de Santa Catarina, o qual interrompeu o Gasoduto Bolívia-Brasil a partir deste local até sua extremidade sul, no estado do Rio Grande do Sul, prejudicando centenas de empresas e milhares de consumidores (Gazeta do Povo, 2008). O reestabelecimento do fluxo de gás só foi possível no dia 9 de dezembro daquele ano, apesar dos grandes esforços dispensados nesta contingência (Folha de São Paulo, 2008).

As possibilidades para utilização das misturas GLP-ar como *backup* de GN são as seguintes:

- Sistemas dedicados a determinadas indústrias, cuja interrupção do fornecimento de GN tivesse consequências desastrosas em termo de danificação de equipamentos e/ou lucros cessantes.
- Sistemas visando a antecipação do fornecimento quando o GN ainda não está disponível, tanto dedicado a determinado consumidor como por injeção na rede de distribuição.
- Sistemas para injeção em redes na modalidade *peak shaving*.

2. MISTURAS GLP-AR

A necessidade do uso da mistura GLP-ar e não somente GLP, para substituição temporária do gás natural, deve-se ao fato das diferentes características entre esses gases combustíveis. Enquanto o gás natural é um

gás da segunda família, o GLP pertence à terceira família, não sendo, portanto, intercambiáveis entre si. Assim, a solução é a mistura GLP-ar nas proporções corretas para possibilitar sua intercambiabilidade com o gás natural (utilizando-se o princípio da conservação do Índice de Wobbe).

Existe também a possibilidade da instalação de queimadores especiais, dotados de características construtivas não convencionais, para a operação com gás natural ou com GLP. Porém tais queimadores não são adaptáveis a todos os tipos de processos industriais e representam um investimento elevado.

As misturas GLP-ar ou GNS têm por objetivo proporcionar novas características ao GLP, de forma que seja possível sua aplicação direta nos queimadores de gás natural. A filosofia mais utilizada para a determinação das proporções ar-GLP é a da conservação do mesmo Índice de Wobbe do gás natural.

O Índice de Wobbe (W) de um gás combustível é definido como a razão entre seu poder calorífico e a raiz quadrada da densidade relativa ao ar (d_{ar}). Tradicionalmente utiliza-se no cálculo o poder calorífico superior (PCS), fazendo com que sua denominação seja Índice de Wobbe Superior (W_s). Assim,

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

Desta forma, as unidades que representam o Índice de Wobbe, usualmente kcal/m³, kJ/m³ ou BTU/pé³, são as mesmas unidades do poder calorífico; porém os sentidos físicos em cada caso são diferentes. O Índice de Wobbe é proporcional à potência térmica de um gás combustível considerando sua passagem através de um determinado orifício submetido a pressões fixas a montante e a jusante. Por esta razão, este índice é também utilizado nos cálculos de orifícios e injetores de queimadores.

Assim, as principais características do gás natural, do GLP e da mistura GLP-ar (GNS) com mesmo Índice de Wobbe do GN estão indicadas na TABELA 1.

TABELA 1. Características dos gases combustíveis

GÁS	PCS (kcal/m ³)	d _{ar}	W _s (kcal/m ³)
GN	9.400	0,636	11.770
GLP	26.798	1,878	19.555
GNS	14.257	1,467	11.770

OBSERVAÇÕES

- 1^a) m³ considerado a 20°C e 1 atm abs
- 2^a) GLP considerado: 40% propano + 60% butano (molar)
- 3^a) Composição do GNS = 53,2% GLP + 46,8% ar

A TABELA 1 mostra que, igualando-se o Índice de Wobbe Superior do GNS ao do GN, através da diluição do GLP com ar nas proporções anteriormente indicadas, as demais características do GNS apresentam valores significativamente distintos do GN. O PCS se eleva de 9.400 para 14.257 kcal/m³ e a densidade relativa ao ar passa de 0,636 para 1,467.

A filosofia da conservação do Índice de Wobbe do GN no GNS garante:

- I. O funcionamento adequado dos queimadores controlados por pressão, como os do tipo Venturi atmosférico encontrados nos fogões domésticos e comerciais, aquecedores de pequeno porte, bicos de Bunsen e alguns queimadores industriais rudimentares.
- II. A manutenção da mesma faixa de potências dos queimadores em geral.
- III. A capacidade dos cavaletes (ou rampas) de lidarem com as faixas de vazões correspondentes às mesmas potências originais dos queimadores com GN (Reed, 1986).

Porém, considerando-se queimadores industriais, onde as vazões de gás e de ar são controladas por controladores lógicos programáveis (CLPs), as

diferenças entre os poderes caloríficos do GN e do GNS em base volumétrica exigirão o estabelecimento de uma variante no programa para possibilitar uma nova relação estequiométrica GNS-ar, para a ocasião de sua utilização.

Além da nova estequiometria de combustão, outras condições devem ser consideradas para ajustar o modelo de transferência de calor para a carga e, também, as características da atmosfera no interior dos equipamentos (oxidante, neutra ou redutora), visto que apenas a consideração do Índice de Wobbe por si só não é suficiente para tal. A chama oriunda da queima da mistura GLP-ar apresenta uma liberação de calor sob forma de radiação um pouco mais elevada do que a chama do gás natural.

As diferenças significativas entre os poderes caloríficos do GN e do GNS em base volumétrica, por outro lado, pode constituir um empecilho na hipótese da necessidade de se injetar GNS em pontos críticos da rede de distribuição, para complementar a oferta de gás, em determinada situação de pico de demanda. Isso é devido ao fato da medição do consumo ser feita através de medidores volumétricos convencionais, os quais têm como premissa o conhecimento do poder calorífico, da pressão e da temperatura do gás na passagem pelos medidores. Portanto, a injeção complementar de GNS em uma rede de distribuição de GN causaria variações no poder calorífico da mistura em base volumétrica, de forma a tornar impossível a medição da energia fornecida, a menos que fosse possível controlar tais variações com a introdução de outros parâmetros como a densidade ou a composição em cada ponto de medição do consumo de gás para faturamento.

Uma alternativa seria abandonar a filosofia da conservação do Índice de Wobbe, aumentando a diluição do GLP com ar, de forma que essa nova mistura apresentasse o mesmo poder calorífico do gás natural em base volumétrica. É evidente que este novo procedimento apresenta suas próprias limitações, pois a mistura GLP-ar injetada na rede terá um Índice de Wobbe inferior ao do GN. Assim, esta nova mistura seria da ordem de 35% GLP e 65% ar, o que faria o Índice de Wobbe baixar para 8.219 kcal/m³, valor este

significativamente inferior ao do GN (11.770 kcal/m³). Teoricamente esta prática restringiria às injeções de GLP-ar, mantendo-se elevados os teores de gás natural.

Porém, em visita à GASEBA (atual Montevideo Gás) em 2006, o primeiro autor foi informado pelo engenheiro Gustavo Portas que os estudos teóricos e os testes práticos desenvolvidos por esta empresa mostraram que a injeção de volumes de até 50% de GNS na rede de GN não causaram distúrbios nos queimadores, considerando-se os eventos de descolamento e retrocesso da chama, e no índice de pontas amarelas de acordo com o diagrama de estabilidade da chama. Desta forma foi possível renegociar o contrato com o fornecedor, de forma a reduzir a demanda contratada, dimensionada para atender o pico de consumo que ocorre no inverno.

3. FENÔMENOS DE TRANSPORTE E SEGURANÇA

Sempre que se desenvolvem estudos dos fenômenos de transporte de GLP, uma das principais preocupações é o fenômeno da recondensação, ou seja, a propriedade deste gás retornar do estado de vapor para o estado líquido mediante condições de pressão e/ou temperatura. No caso das misturas do GLP com ar, a recondensação deste gás depende das pressões parciais dos seus componentes (Denny, 1962), sendo verdadeiras as seguintes afirmações:

- Quanto mais pobre em GLP for a mistura com ar, menor será sua pressão parcial na mistura e, conseqüentemente, mais baixo será seu ponto de orvalho para uma determinada pressão e vice-versa.
- Quanto mais baixo for o teor da mistura GLP-ar no GN, mais elevada será a pressão que acarretaria a ocorrência do ponto de orvalho do GLP.
- Quanto mais rico em frações leves (propano e propeno) for o GLP utilizado para mistura com ar, mais baixo será seu ponto de orvalho para

uma determinada pressão, ocorrendo o oposto quando o GLP se apresentar mais rico em frações pesadas (butanos e butenos).

Por esta razão, a norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) denominada NBR 15358:2008, em seu item 6.3, estabeleceu o limite máximo de 250 kPa (2,5 bar man) para a pressão de distribuição das misturas GLP-ar em redes de distribuição internas submetidas às temperaturas ambientes. Esse valor limite corresponde a um ponto de orvalho na faixa de 1º a 2ºC para uma mistura GLP-ar com Índice de Wobbe de 11.770 kcal/m³, onde o gás utilizado apresentasse uma composição original de 30% propano e 70% butano.

As boas práticas de engenharia recomendam assumir sempre a hipótese mais desfavorável e uma margem de segurança, que no caso seriam o teor de butano mais elevado e a temperatura de 5ºC superior à mínima histórica para a região considerada. Caso possa ocorrer o fenômeno da recondensação, seja por uma condição de baixa temperatura, teor de butano ou pressão necessariamente superior a 250 kPa, as tubulações deverão ser aquecidas e termicamente isoladas de forma a garantir a não recondensação do GLP na mistura com ar.

Outro ponto digno de atenção é o trecho compreendido entre os vaporizadores e os misturadores GLP-ar, onde o gás se apresenta habitualmente em pressões superiores a 250 kPa, para que não venha ocorrer o fenômeno físico da recondensação.

Considerando agora a mistura GLP-ar sob o ponto de vista da classificação de área, levando em conta a substituição total do gás natural através de uma central de GNS dedicada a uma indústria, tal estudo deverá ser refeito. Isso se deve ao fato da densidade relativa da mistura GLP-ar (com Índice de Wobbe idêntico ao GN) ser 1,467, mais pesada que o ar, no caso do estudo inicial ter considerado apenas a hipótese da utilização do GN cujo valor é inferior a 0,8, portanto mais leve que o ar. Essa diferença de densidades implica em trajetos

opostos da pluma de gás na ocorrência de vazamento e nas tendências ao acúmulo temporário em partes baixas no caso do GNS ou partes elevadas no caso de GN. Portanto poderão ser exigidas alterações nas condições de ventilação do ambiente e na instituição de novo grau de proteção para equipamentos elétricos, bem como na instalação e posicionamento de sensores de presença de gás.

4. MISTURADORES GLP-AR

As filosofias de projeto dos misturadores GLP-ar são classificadas conforme o fornecimento do ar de diluição: misturadores tipo venturi e misturadores a ar comprimido.

4.1 Misturadores de venturi

Como o próprio nome sugere, a admissão do ar nestes misturadores se faz pela depressão causada pelo fluxo de GLP, geralmente em dois ou mais venturi em paralelo. Para que a proporção GLP-ar se mantenha razoavelmente estável, o gás é admitido no venturi em vazões e pressões constantes na modalidade ligado/desligado. Com o objetivo de possibilitar o escalonamento para atender uma ampla faixa de vazões, estes misturadores são dotados de múltiplos venturis com programação tipo cascata (FIGURA 1). Sendo a demanda de gás sempre variável, as condições de operação exigem a instalação de um tanque-pulmão para estabilizar o fluxo, onde pressostatos de mínima e máxima pressões comandam o funcionamento dos venturis, conforme mostra a FIGURA 2.

As restrições a este tipo de misturador GLP-ar são a baixa pressão de trabalho, não ultrapassando 80 kPa (0,8 bar man), e a qualidade da composição da mistura que admite variações – as quais nem sempre são admissível na substituição do GN. As baixas pressões de geração impedem a utilização destes misturadores para a injeção de GNS nas redes de distribuição de GN,

sendo adequados apenas a sistemas de backup geralmente dedicado à indústria.

Quanto à capacidade de geração, os misturadores encontrados no mercado podem atender desde pequenas vazões até milhares de metros cúbicos por hora.

FIGURA 1. Misturador da Ely Energy dotado de 2 venturis.



Fonte: catálogo da Ely Energy

FIGURA 2. Misturador da ALGAS-SDI com 2 venturis e tanque-pulmão para a mistura GLP-ar.



Fonte: foto do 1º autor, em indústria metalúrgica

4.2 Misturadores a ar comprimido

Já esta modalidade de misturador GLP-ar utiliza ar comprimido fornecido por uma central de compressores em pressões até 1.000 kPa (10 bar man). A qualidade do ar comprimido deve atender aos requisitos do fabricante dos misturadores quanto aos teores de umidade e óleo lubrificante. De modo geral, torna-se necessária a instalação de secadores de ar, de forma a baixar seu ponto de orvalho. Além disso, costuma-se instalar um tanque-pulmão de ar comprimido para estabilizar o fluxo e a pressão (*surge tank*).

Antes da entrada deste tipo de misturador é necessário regular as pressões do GLP e do ar comprimido, de forma a garantir uma perfeita proporção entre estes dois fluidos, a qual pode ser estabelecida através de:

- Dispositivos geométricos, com áreas de passagens proporcionais aos fluxos desejados para o ar comprimido e o GLP (FIGURA 3).
- Válvulas controladoras que regulam simultaneamente os fluxos de GLP e ar comprimido; os modelos mais sofisticados exigem sensores de vazão, temperatura e pressão, sendo as correções e a modulação das proporções realizadas com auxílio de PLC.
- Válvula controladora de ar apenas, a qual fornece o ar comprimido de acordo com a demanda de gás da rede, sendo necessárias as informações das vazões de ar e GLP para as devidas correções; esta concepção apresenta a vantagem de que a eventual presença da oleína no GLP, pois não há válvula controladora da vazão de gás (FIGURA 4)

Além do controle dos parâmetros já citados (vazões, temperaturas e pressões), a obtenção da melhor qualidade do GNS exige a instalação de um sistema de controle das proporções gás-ar mais preciso, admitindo até variações significativas nas composições do GLP. É o caso da instalação de equipamentos que analisam a composição do GNS imediatamente após a mistura tornar-se homogênea, como Wobbímetros, calorímetros ou gravitômetros. Como os próprios nomes definem, os dois primeiros

equipamentos indicam o Índice de Wobbe e o poder calorífico respectivamente, enquanto que o gravitômetro informa um valor relativo oriundo da comparação da ação da gravidade sobre o GNS e a atmosfera. O objetivo da determinação destes valores é possibilitar o acionamento de dispositivos para eventual correção das proporções da mistura.

FIGURA 3. Misturador da Alternate Energy operado a pistão.



Fonte: catálogo da Alternate Energy

FIGURA 4. Misturador com apenas válvula controladora de ar comprimido



Fonte: catálogo da Ely Energy

A solução técnica que tem apresentado melhores resultados, em termos de qualidade do GNS, é o controle a partir de Wobbímetros ainda que o GLP possa apresentar variações significativas de composição e densidade. A FIGURA 5 mostra o sistema de controle da Ely Energy, onde se vê o Wobbímetro e PLC integrado, abrigados no interior de contêiner.

FIGURA 5. Sala de controle do misturador, com Wobbímetro e PLC.



Fonte: catálogo da Ely Energy

Os misturadores a ar comprimido possibilitam, geralmente, a produção de GNS em pressões de até 900 kPa (9 bar man), podendo ser majorado este valor no caso de projetos especiais do tipo *tailor made*, como no caso de injeção em redes de distribuição de gás natural.

A FIGURA 6 mostra a central de GNS da empresa CEBRACE, indústria de vidro plano instalada em Barra Velha – SC. Esta instalação está dotada de com 4 (quatro) tanques de armazenagem, totalizando mais de 200 toneladas de GLP, vaporizadores, 2 (dois) misturadores AFC da Ely Energy e o *flare* para possibilitar a partida do sistema sintonizando o sistema de controle da mistura gás-ar antes do seu despacho para os pontos de consumo.

FIGURA 6. Central de GNS na CEBRACE.



Fonte: foto do primeiro autor

O *flare*, que foi projetado pela Krona e possui capacidade para queimar 10 Gcal/h, pode também ser utilizado para os ensaios periódicos dos misturadores, dispensando a necessidade do alinhamento do GNS para o forno. A FIGURA 7 mostra o *flare* em operação durante os minutos necessários para a sintonização do sistema de controle.

FIGURA 7. Flare em operação com GNS



Fonte: cortesia Krona

A FIGURA 8 mostra uma instalação de tanques de GLP e dos misturadores na empresa CONECTA, em Montevidéu – Uruguai, destinada ao fornecimento de GNS como antecipação à chegada do gás natural, sendo portanto o gás injetado diretamente na rede de distribuição para abastecer os consumidores. Esta instalação utilizou misturadores a ar comprimido, marca Ely Energy, com controle por Wobbímetro.

FIGURA 8. Central de GNS na empresa CONECTA.



Fonte: foto do primeiro autor

A FIGURA 9 mostra a instalação do misturador GLP-ar comprimido AFC Blender da Ely Energy na Kraft Foods, considerada de médio porte, com a vista ao fundo dos vaporizadores, situada no estado do Paraná.

E, finalmente, as FIGURA 10 e 11 apresentam uma instalação de grande porte montada na Siderúrgica Votorantim, em Resende – RJ, realizada também pela Ultragaz, compreendendo tanques de armazenagem, sistemas de vaporização com aquecedores de água, compressores de ar, sistemas de regulagem da pressão para ar e gás e misturadores GLP-ar comprimido AFC Blender (Ely Energy), dotada ainda de um sistema de *flare* para partida e ensaios.

FIGURA 9. Misturador GLP-ar comprimido na Kraft Foods



Fonte: Palmieri, 2010

FIGURA 10. Centrais de GLP e ar comprimido na Siderúrgica Votorantim



Fonte: Palmieri, 2010

FIGURA 11. Central de misturadores na Siderúrgica Votorantim



Fonte: Palmieri, 2010

5. MODALIDADES DE NEGOCIAÇÃO

Existem três principais modalidades de negociação, a saber:

- A empresa interessada no sistema de backup faz todo o investimento, ou seja, central de armazenagem e vaporização de GLP, central de ar comprimido, misturador GLP-ar e tubulações de interligação com a rede de GN ou com os pontos de consumo. Desta forma a empresa fica livre para negociar um contrato de abastecimento ou cada abastecimento com as distribuidoras de GLP.
- A distribuidora de GLP faz o investimento total ou parcial mediante um contrato de consumo mínimo mensal de gás (*take-or-pay*)
- A distribuidora de GLP, dispensando a cláusula de consumo mínimo, faz um contrato de locação e manutenção das instalações.

De qualquer forma, trata-se de um investimento significativo que deverá ser remunerado de alguma forma, seja no preço de venda do GLP ou no contrato de locação.

6. CONCLUSÕES

No Brasil, até o momento, o *backup* de GN se restringe a instalações dedicadas a indústrias, as quais julgaram imprescindível a garantia de fornecimento desse vetor energético. Os principais ramos abrangidos são a indústria de vidro, a siderurgia, as indústrias químicas e as de alimentos.

O caso mais crítico é a indústria de vidro, onde consequências desastrosas poderiam ocorrer com a interrupção do fornecimento de GN, como a perda do forno de fusão além dos lucros cessantes diretos e indiretos. As vidreiras cujos fornos de fusão foram convertidos de óleo combustível para gás natural, na maioria dos casos, deixaram o antigo energético como sistema de *backup*. Já as novas indústrias de vidro, que começaram a operar com gás natural, optaram pelo sistema de *backup* com GNS.

Em outros casos, a instalação de GNS opera inicialmente de uma forma contínua enquanto o GN não esteja disponível, passando posteriormente ao estágio de *backup*.

A utilização de queimadores duais GN – GLP pode ser uma solução viável, principalmente na aquisição de novos equipamentos. Mas quando existem muitos queimadores convencionais a serem trocados, esta alternativa se torna onerosa visto que, de qualquer forma, será necessária a instalação da central de armazenagem e vaporização do GLP e a construção da rede interna de distribuição.

As aplicações das misturas GLP-ar como *peak shaving* em redes de GN ainda não existem no Brasil, provavelmente devido à pequena sazonalidade climática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 15358 – *Rede de distribuição interna para gases combustíveis em instalações industriais – Projeto e execução*, 2008, 28 p.

DENNY, L. et alli, *Handbook Butane-Propane Gases*, Chilton Company, USA, 1962, 383 p.

REED, R., *North American Combustion Handbook*, USA, 1986, 332p.

PALMIERI, M.C., COSTA, F.C. – *Gás Natural Sintético como Backup em Processos Industriais* – Palestra na ABRACE Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e Consumidores Livres, julho de 2010.

<http://www.altenergy.com>

<http://www.elyenergy.com>

<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u477253.shtml>

<http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/conteudo.phtml?id=833810&tit=Para-moradores-explosao-em-duto-causou-deslizamento>

<http://www.krona.srv.br>
