



O GÁS COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA SUSTENTÁVEL PARA SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

Thiago Santim⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em 2007 e mestre em Engenharia Civil com especialidade em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em 2010, atualmente é Gerente de Operações na Suez Brasil.

Caio Mario Mutz

Diretor Executivo da Fluxus Soluções em Energia.

Maurício Yamada

Engenheiro Civil pela Anhembi Morumbi em 2014 e Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento pela FATEC em 2011. Atualmente é Engenheiro na Suez Brasil.

Endereço⁽¹⁾ Rua Butantã, 434 - Pinheiros – São Paulo – SP – CEP: 05424-000 – Brasil – Tel.: (11) 995768605 – e-mail: thiago.santim@suez.com

RESUMO

Atualmente, os sistemas de bombeamento presentes nas empresas de saneamento são dependentes da energia elétrica e essa dependência traz algumas limitações e pontos desfavoráveis como aumentos nas tarifas, interrupções e CAPEX elevado. Além disso, um dos principais limitantes é a inexistência de redes de distribuição de energia elétrica em algumas localidades, ou em locais em que a rede existente não comporta a conexão de novas instalações ou a ativação de novos grupos motobomba. Desse modo, o presente trabalho apresenta o gás como alternativa energética viável para os sistemas de bombeamento aplicados ao saneamento, especialmente em um momento de necessidade de expansão devido ao Novo Marco Legal do Saneamento. Entre os benefícios apurados, destaca-se: o aumento da regularidade do bombeamento, tornando o funcionamento 88 vezes mais estável do que os movidos à eletricidade; na construção de novas elevatórias, reduz o investimento em CAPEX na ordem de 40% a 60%, bem como viabiliza implantação mais rápida com menor área construída e economia operacional que pode atingir entre 10% e 30%, dependendo de cada caso.

PALAVRAS-CHAVE: Elevatórias de água a gás, Viabilidade econômica, Consumo de energia

INTRODUÇÃO

O Acionamento de Bombas por Motores a Gás estabelece um novo paradigma operacional nas empresas que utilizam intensamente conjuntos motobomba, com grande aplicabilidade no setor de saneamento ambiental, incluindo os sistemas de água e esgoto.

Tendo em vista as metas ousadas do Novo Marco Legal do Saneamento, que exige a universalização do saneamento básico para todo o país até o ano de 2033, conforme CNN (2022), é necessário considerar que deverá ser implantado um grande número de instalações de bombeamento de água e esgoto em todas as regiões brasileiras.

De acordo com BRASIL (2018, p.7), esse processo de rápida expansão do número de elevatórias, em muitos casos, encontrará um obstáculo que tende a se tornar cada vez mais comum: as limitações da infraestrutura de suprimento de energia elétrica, pois implantar novas instalações de bombeamento, ou mesmo ampliar instalações existentes, significa demandar mais energia elétrica das atuais redes de distribuição, o que já pode se configurar como um gargalo e barreira significativa. Com efeito, já há inúmeros casos em que a limitação de fornecimento de energia elétrica ou a inexistência de redes de transmissão e distribuição impedem ou retardam em anos o cronograma de expansão do saneamento básico, impedindo a conexão de novas estações de bombeamento de água e esgoto.

Além disso, em termos de eficiência energética, ao se partir de uma análise completa do tradicional sistema de acionamento com motores elétricos, incluindo não apenas a eficiência da bomba e do motor elétrico, mas também de componentes intermediários normalmente negligenciados nos estudos de eficiência elétrica de

estações de bombeamento, conclui-se que as perdas individuais desses componentes giram entre 5 e 10% e que, quando somadas, podem chegar a 30%, dependendo da configuração e do estado de conservação do sistema.

O acionamento de bombas por motores a gás surgiu na busca pela eliminação destas perdas e no desenvolvimento de um sistema estável, econômico e seguro. Para alcançar esses objetivos, a solução utiliza o gás como alternativa energética, elimina todos esses componentes intermediários que geram perdas de energia no processo e substitui os motores elétricos tradicionais por motores a gás. A Figura 1 é uma representação gráfica dos dois modelos:

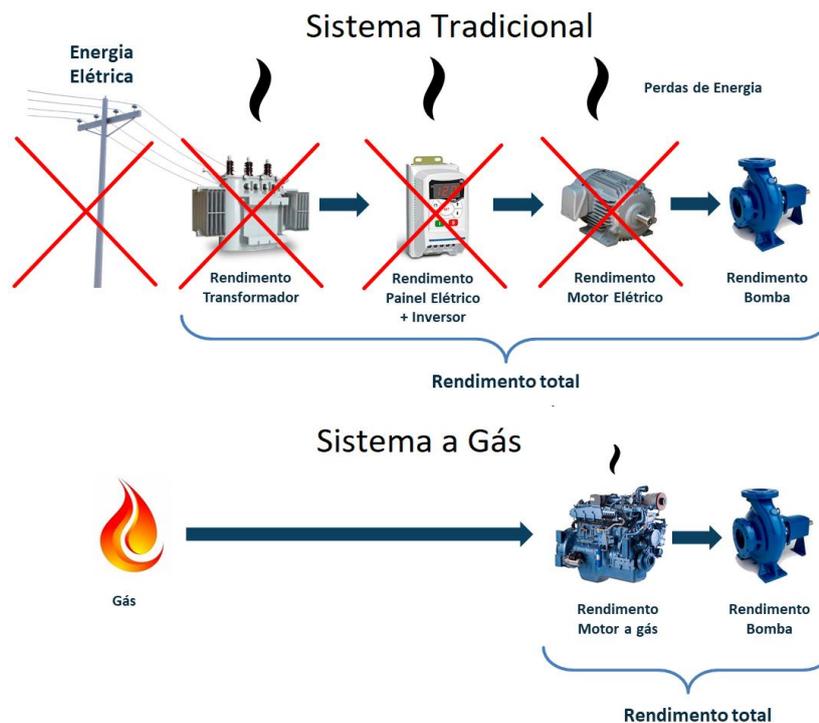


Figura 1 - Comparação entre os sistemas tradicional e acionamento a gás

Além das perdas técnicas é importante considerar o efeito da tarifa do insumo energético utilizado - eletricidade ou gás - pois o custo global de um sistema de bombeamento deve ser medido em termos do indicador R\$/m³ bombeado, no qual o valor da tarifa tem impacto direto na economia financeira final alcançada.

A Sabesp tem sido pioneira na adoção do gás como fonte alternativa para processos de bombeamento. Ainda em 2018 conduziu um experimento piloto, na Estação Elevatória de Água de VI. Alpina, em um conjunto de 125 cv, que funcionou por um ano em condições reais de operação, Figura 2.

Esse teste gerou um extenso relatório técnico, baseado em protocolos internacionais de medição e verificação de eficiência energética e demonstrou a viabilidade técnica e econômica da solução. À época, a economia financeira ficou em torno de 30% em relação a energia elétrica.



Figura 2 - Motobomba acionada por motor a gás natural instalado na EEA VI. Alpina em 2018

Após o projeto piloto bem-sucedido, a Sabesp, de forma proativa, implantou de forma definitiva a primeira estação brasileira alimentada exclusivamente a gás natural, na cidade de Osasco. Essa instalação, denominada Booster Conceição Coroa, Figura 3, foi construída como parte de um contrato de performance de redução de perdas e melhoria de eficiência energética, executado em parceria com a multinacional Suez, que foi a contratada selecionada para esse projeto. Os dados do Booster Conceição são apresentados pela Tabela 01.



Figura 3 - Booster Conceição



Tabela 1 – Dados do Booster Conceição

DADOS FÍSICOS	
Setor de Abastecimento	Booster Conceição
Localização	Av. Victor Civita, 485
Cota da Entrada	836
Diâmetro da Recalque	Ø 300 mm FoFo
Diâmetro da Sucção	Ø 200 mm FoFo
Nº de Ligação / Economia	3.700
Local do Ponto Crítico	Rua Sacerdote Abrão
Somatário de rede total do setor	23 Km
Cota do Ponto Crítico	845
Consumo (m ³ /mês)	1.600 m ³
Vazão média	180 m ³ /h
Perda de água no setor	37%

Atualmente, a aplicação dessa solução está em fase de expansão e já foram licitados projetos de conjuntos motobomba a gás para outras quatro estações de bombeamento da Sabesp, com potências entre 250 e 800 cv, como é o caso da Estação Elevatória João XXIII, localizada na cidade de São Paulo e que sofria com limitações da rede de energia elétrica.

Dentre os problemas enfrentados, cita-se as frequentes quedas de energia, ocasionando falta d'água para milhares de consumidores e impossibilidade de aumento da capacidade de recalque devido a gargalos da infraestrutura de alimentação de energia elétrica.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é oferecer uma alternativa energética, que traz economia financeira e regularidade para os processos de abastecimento de água e coleta de esgoto por meio do uso do motor à combustão alimentado a gás, ligado diretamente à bomba, em uso contínuo ou horário de ponta, nas empresas de saneamento básico.

JUSTIFICATIVA

A energia é um assunto cada vez mais estratégico. Desde pequenos consumidores residenciais, passando pelos setores de comércio, indústria e mesmo políticas nacionais, a busca pela eficiência energética tem sido tema de múltiplos fóruns.

No Brasil, aproximadamente um quinto de toda a energia produzida é destinada ao setor industrial, em especial aos motores elétricos, que representam mais da metade do total consumido pelas indústrias.

Em alguns segmentos, como no caso do saneamento, o percentual energético atrelado aos motores elétricos pode atingir 85% do consumo, sendo um dos principais custos operacionais nas empresas.

Conforme relatório referente ao ano de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018, p. 101 - 103), com amostragem de 5.146 municípios, a energia elétrica representa, em média, 14,5% das despesas dessas empresas, o que a configura como o terceiro maior gasto, perdendo apenas para custos com mão-de-obra própria e serviços de terceiros.

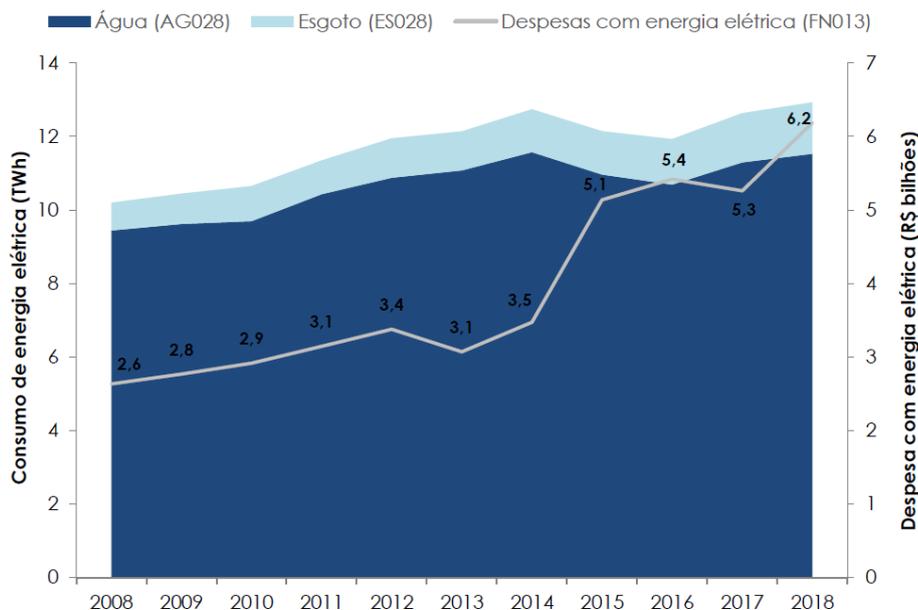


Figura 4: Evolução do consumo com energia elétrica (AG028 e ES028) e despesas com energia elétrica (FN013) dos prestadores de serviços participantes do SNIS de 2008 a 2018.
Fonte: SNIS (2018, p.100)

Em termos tecnológicos, atualmente as estações de bombeamento são equipadas exclusivamente por motores que usam a eletricidade como fonte energética. Nas últimas décadas, muitos esforços foram feitos no sentido de melhorar a eficiência dos motores e demais componentes que compõem o sistema elétrico, tais como transformadores, painéis, inversores, entre outros.

Além do viés financeiro, a qualidade e a regularidade do suprimento de energia elétrica são também preocupações permanentes. As interrupções no fornecimento de energia elétrica via concessionária são inevitáveis. O caminho da eletricidade, desde sua geração nas diversas usinas, passando pela transmissão, elevações e rebaixamentos de tensão até a chegada ao consumidor é bastante complexo e está sujeito a falhas de diversas ordens, como fenômenos naturais, falhas em equipamentos, manutenções preventivas e corretivas etc., que podem comprometer severamente o abastecimento de água na região atendida.

O gráfico da Figura 5 mostra que a regularidade do fornecimento do gás na região metropolitana de São Paulo é 88 vezes mais estável do que o fornecimento de energia elétrica.

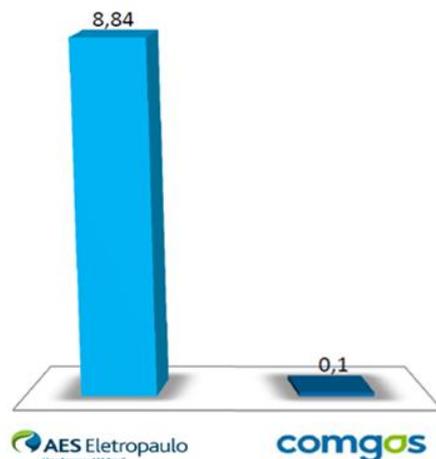


Figura 5 - Tempo de interrupção de energia elétrica x gás natural (horas/cliente.ano).
Fonte: Comgás (2018)



MÉTODO

O método proposto neste artigo pauta-se por modelos de negócios no qual o conceito tecnológico se baseia na inovação na medida que é sustentado no uso do gás como fonte energética alternativa. Para a avaliação, pautou-se pelo *know how* das empresas e da bibliografia disponível.

Sendo assim, devido ao potencial de garantir ganhos econômicos superiores a outras soluções de eficiência energética existentes no mercado, o acionamento de bombas a gás permite sua aplicação por meio de diversos modelos de negócio, tais como:

- **B.O.T – Build, Operate & Transfer** – Neste modelo de negócio, a desenvolvedora é responsável pelo desenvolvimento do projeto, pela instalação dos equipamentos e por sua operação e manutenção durante o período de 5 a 10 anos. Posteriormente, transfere a propriedade dos equipamentos para o cliente. Esse modelo é similar a um sistema de leasing.
- **Venda do Sistema** – Nesse modelo, a desenvolvedora se responsabiliza pelo Projeto e Instalação dos equipamentos. É fornecido treinamento para a equipe técnica do cliente e também há a opção de contratar apenas os serviços de manutenção posteriormente.
- **Remuneração por Desempenho (Performance)** – Neste modelo, a desenvolvedora é remunerada conforme medições de desempenho previamente estabelecidas em contrato. Exemplos desse modelo são: remuneração, conforme economia obtida (similar a modelos ESCO – Energy Saving Company); valor de metro cúbico bombeado etc.

TECNOLOGIA ENVOLVIDA

Os principais itens para a implantação da solução apresentada são: o motor e a fonte de gás. Em primeiro lugar, em relação ao gás, verifica-se que ele tem sido utilizado há muitas décadas, no mundo todo, nas mais variadas aplicações. Desde os mais simples usos, como aquecimento de ambientes domésticos, chuveiros e fogões, passando por aplicações comerciais, hospitalares, industriais e chegando à geração de energia em larga escala via usinas termoelétricas.

Devido a esse amplo leque de utilizações, as tecnologias e as normas associadas à sua aplicação são extremamente maduras e estabelecidas, de modo a oferecer um ambiente de operação com os mais altos níveis de segurança.

Já os motores alimentados a gás natural, são tão antigos quanto os demais tradicionais baseados nos ciclos Otto ou Diesel. Até hoje, os motores a gás continuam sendo fabricados e aprimorados constantemente. Eles são usados nas mais diversas aplicações: desde pequenos geradores de energia, passando por caminhões, barcos, navios, até grandes geradoras de energia. É também uma tecnologia muito bem desenvolvida e segura.

Os motores a gás natural possuem algumas vantagens em relação aos motores a gasolina ou diesel, como maior vida útil, menores emissões e menor custo de manutenção.

Ainda em relação aos motores a gás, existem fabricantes nacionais e internacionais. Os motores utilizados são basicamente “itens de prateleira”, ou seja, itens de catálogo com fabricação em série. No caso de motores de grande porte, também são itens de catálogo, porém fabricados sob demanda. A partir da aquisição do motor, itens acessórios ou complementares, como escapamento, cabine acústica, trocador de calor etc. podem ser adquiridos no Brasil de diversos fornecedores regionais disponíveis em todos os estados.

Quanto ao gás, existe a opção de comprá-lo das concessionárias ou de diversos fornecedores via cilindros de GNL. Além disso, é possível utilizar o biometano ou biogás. Nesse último caso, naturalmente, abre-se outra boa opção às empresas de saneamento, que podem extrair o gás a partir dos processos de tratamento de esgoto. Ainda nesse contexto, vale citar que está em andamento a expansão do mercado livre de gás natural no Brasil, além de outras iniciativas complementares, como o “Novo Mercado de Gás”, que está sendo conduzido pelo Ministério de Minas e Energia.



TENDÊNCIAS

Em 2018, as despesas com energia elétrica dos prestadores de serviço de saneamento participantes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2018) atingiram R\$ 6,19 bilhões, tendo sido consumidos 11,5 TWh com abastecimento de água e 1,4 TWh com esgotamento sanitário. Esta quantidade equivale ao consumo doméstico anual de cerca de 20 milhões de habitantes. É importante ressaltar que os dados históricos do SNIS apontam para uma tendência crescente de consumo energético no setor, que geralmente acompanha os aumentos no consumo per capita e o atendimento com os serviços de água e esgoto.

Outros fatores importantes a serem considerados são o envelhecimento gradual dos sistemas de abastecimento e a falta de medidas de reabilitação e de manutenção preventiva, que têm um impacto negativo na eficiência energética, especialmente nos equipamentos eletromecânicos, que são centros de custos de exploração importantes.

Além do desgaste gradual das infraestruturas, a escassez hídrica, na vertente quantitativa e qualitativa, tem um impacto negativo na economia das concessionárias. Uma redução na quantidade de água disponível requer a utilização de fontes de água mais distantes ou mais profundas, aumentando o consumo energético. E a degradação na qualidade da água requer um tratamento ainda mais intensivo, o que demanda maior consumo de energia, sendo mais oneroso.

Em relação ao gás natural, o Brasil dispõe de recursos significativos dos tipos “convencional” e “não convencional”, com expectativas de incremento na produção líquida no médio prazo, chegando a quase 120 milhões de metros cúbicos por dia (m³/dia) em 2024.

O gás natural é a terceira fonte mais importante na matriz energética mundial, ficando atrás apenas do petróleo e do carvão. A sua participação na oferta de energia primária no mundo apresentou uma tendência crescente a partir da década de 1980, mantendo-se em torno de 21% desde os anos 2000.

No século XXI, a tendência tem sido de franco crescimento, evoluindo de cerca de 2,5 trilhões de m³ em 2000 até valores próximos a 3,5 trilhões de m³ em 2014. Os Estados Unidos são os maiores produtores de gás, seguidos pela Rússia, que juntos detêm quase 40% da produção mundial. Já a produção nacional anual cresceu de 7,5 bilhões de m³ em 2000 para 20 bilhões de m³ em 2014, o que situou o Brasil na 30ª colocação no ranking dos produtores mundiais. O comércio internacional de gás natural movimentou 997 bilhões de m³ no ano de 2014.

Uma das principais alterações do mercado internacional de gás natural nos últimos anos decorreu do evento conhecido como “revolução do shale gas”, ganhando destaque pelo avanço da exploração e produção de gás natural de fontes não convencionais nos Estados Unidos, o que provocou significativa mudança no panorama energético daquele país.

O ganho de participação do gás não convencional na produção dos EUA mudou a indicação de queda do consumo de gás existente no início dos anos 2000, para uma tendência de intenso crescimento. No Brasil, também há perspectiva de aumento expressivo de consumo do gás natural nos próximos anos, conforme relatório de 2019 elaborado em parceria entre a FIRJAN, o SENAI e o SESI e intitulado “Perspectivas do Gás Natural no Rio de Janeiro 2019-2020”. Segundo o relatório, “Hoje, o gás natural está com mais força do que nunca para de fato se concretizar como o energético expoente em nossa matriz” (Firjan et al., 2019).

Sem dúvida, além dos vários fatores internacionais que impulsionam a utilização do gás natural, o “Novo Mercado de Gás” é o grande instrumento do mercado nacional que pretende organizar essa expansão nos próximos anos. Esse programa do Governo Federal que visa à formação de um mercado de gás natural aberto, dinâmico e competitivo, propõe criar condições para redução do preço em toda a cadeia e, com isso, contribuir para o desenvolvimento econômico do País.

Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e desenvolvido em conjunto com a Casa Civil da Presidência da República, o Ministério da Economia, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), o programa abrange medidas para todos os elos da cadeia de valor do gás natural, desde o escoamento da

produção até a distribuição, respeitando a competência dos Estados para a regulação dos serviços locais de gás canalizado. As medidas visam o uso mais eficiente das infraestruturas existentes, a atração de novos investimentos e a promoção da concorrência no mercado de gás natural.

DISCUSSÃO

A simplicidade do sistema de acionamento a gás permite a obtenção de ganhos econômicos nos processos de bombeamento, aliado a menores CAPEX e *paybacks* atrativos. Além disso, ao eliminar diversos componentes que são necessários em quaisquer sistemas baseados em energia elétrica, incluindo os sistemas com fontes solar, hidráulica ou eólica, a tecnologia aqui apresentada oferece maior confiabilidade, facilidade de manutenção, menor demanda de espaço físico e total segurança operacional.

Ambientalmente, o gás é uma fonte energética muito mais limpa do que o carvão ou óleo diesel. No caso do gás natural obtido via concessionária, por exemplo, a sua utilização permite o desligamento de usinas térmicas, muitas das quais utilizam fontes extremamente poluidoras para suas operações. No Brasil, apesar da predominância da geração hidráulica, considerada ambientalmente amigável, ainda há uma parcela significativa da geração que é obtida via termoeletricas.

Além disso, como já mencionado, a fonte de gás pode ser diversa, incluindo o biometano ou biogás, sendo em ambos os casos, 100% renovável.

De acordo com a EPE – Empresa de Pesquisa Energética do Governo Brasileiro, o Brasil possui uma matriz energética diversificada e com mais fontes renováveis do que a média mundial e mesmo assim, por volta de 56% da produção energética brasileira vem de fontes não renováveis, estando entre elas, a lenha e o carvão, conforme apresentado pela Figura 6.

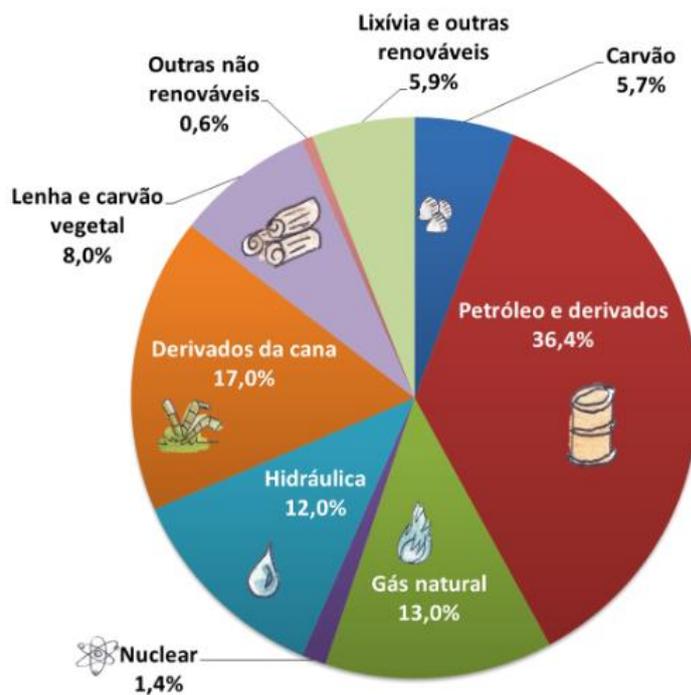


Figura 6: Matriz Energética Brasileira. Fonte: EPE (2020)

Também, como demonstrado na Figura 6, entre as fontes utilizadas no Brasil, o gás natural aparece com 13% de participação, sendo usado inclusive como combustível para várias Usinas Termoeletricas. Dessa forma, podemos comparar a eficiência energética global para o acionamento de uma bomba hidráulica a partir de um ponto definido de entrega de gás natural, entre duas opções:



Opção 1) Utilizar o gás natural para alimentar uma Usina Termoeétrica que produzirá energia elétrica, transportar essa energia até o cliente e passar pelos componentes da instalação chegando até o motor elétrico que converterá a eletricidade recebida em energia mecânica na ponta do eixo.

Opção 2) Levar o gás natural até o cliente, com perdas de eficiência nos gasodutos/redes entre 5% e 10%, chegando até o motor a combustão que converterá o gás em energia mecânica.

Há uma variação de rendimentos para cada um desses componentes, conforme a tecnologia aplicada, mas para efeitos de cálculo aproximado, temos as referências abaixo:

- **Usina Termoeétrica:** conforme concepção e grau tecnológico de cada usina, é possível estimar uma faixa média, bastante representativa, situada entre 30% e 42% de eficiência energética.
- **Linhas de Transmissão e Distribuição:** as perdas que ocorrem entre a geração, passando pelas linhas de transmissão e distribuição até a chegada ao cliente estão situadas entre 12% e 20% no Brasil.
- **Instalação Elétrica do Cliente:** composta basicamente por cabine primária, transformador, cabos, painéis, inversor de frequência e motor elétrico. Considerando todas as perdas acumuladas, a eficiência total da instalação pode ser estimada entre 70% e 90%.
- **Motor a gás natural:** eficiência térmica típica entre 35% e 45%.

A comparação entre as opções é apresentada esquematicamente na Figura 7:

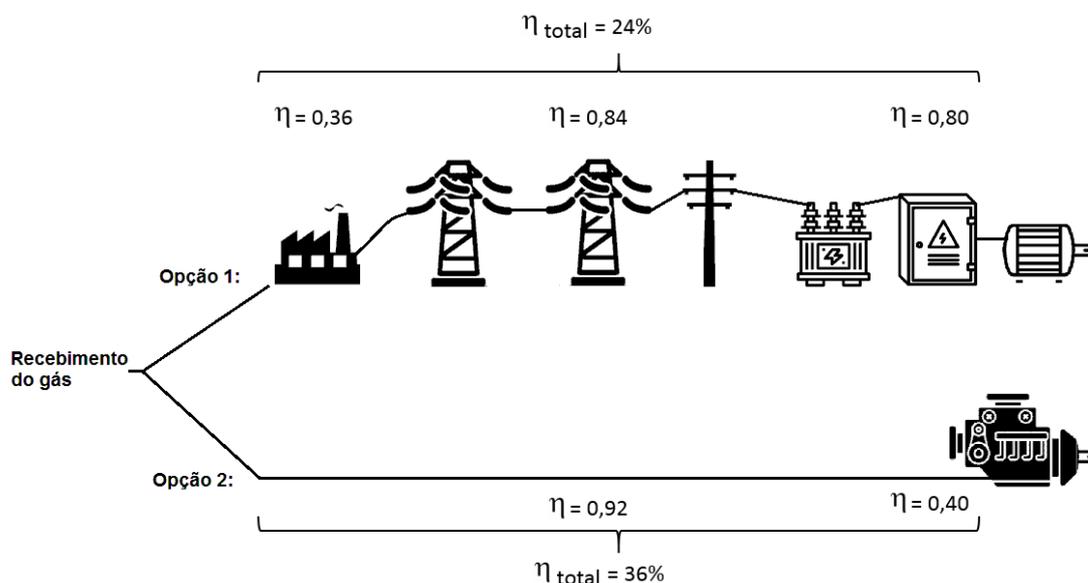


Figura 7 - Opções estratégicas para o uso do gás natural

Embora os valores utilizados no cálculo ilustrativo acima possam variar um pouco para mais ou para menos, conforme tecnologia aplicada em cada caso particular, nota-se que, de forma geral, a opção de gerar a energia motriz diretamente no ponto de consumo pode melhorar substancialmente a eficiência energética global do processo.

Em suma, de um ponto de vista macro energético, a utilização do acionamento de bombas com motores a gás diretamente acoplados permite a redução da geração de energia termoeétrica em pontos distantes do consumidor e ainda elimina muitas transformações presentes no fluxo energético tradicional elétrico, mostrando-se então, em menor ou maior grau, vantajoso.

CONCLUSÕES

O acionamento de bombas por motores a gás se mostra vantajoso tanto na questão técnica como na questão econômica.

Tecnicamente, o sistema é muito mais simples, portanto, menos sujeito a falhas e alia-se a isso, o fato de que o fornecimento de gás natural é historicamente muito mais estável do que o fornecimento de energia elétrica.

Ainda assim, em instalações críticas, pode-se prover um sistema de contingência por meio da simples instalação de um tanque auxiliar de gás, ou contar com o fornecimento provisório de gás via caminhões tanque.

Além disso, há benefícios ambientais, tanto com o uso do gás natural, como do biogás ou biometano, sendo nos últimos dois casos, totalmente renováveis e benéficos para mitigar efeitos relacionados às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

1. CNN. **Marco do Saneamento tem meta ousada, mas factível.** Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/marco-do-saneamento-tem-meta-ousada-mas-factivel-diz-especialista/#:~:text=O%20especialista%20considera%20que%20a,%E2%80%9Cousada%2C%20mas%20fact%20%C3%ADvel%E2%80%9D>. Data de acesso: 20 de maio de 2022.
2. COMGÁS. **Plano de Negócios – 2018.** Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.arsesp.sp.gov.br/BancoDadosAudienciasPublicasArquivos/OFCR132-19%20-%20PLano%20de%20Negocios%20Comgas.pdf>. Data de acesso: 18 de maio de 2022.
3. EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Séries Históricas.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Compleas>. Acessado em 19 de maio de 2022.
4. BRASIL. Ministério das Cidades. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Eficiência Energética - Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica.* Brasília, SNIS, 2018. 66p.
5. SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Ministério das Cidades. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2018.* Brasília, SNIS, 2018. 186p.