

Aplicação do gerador de hidrogênio em motores a combustão

ANDERSON L. G. BUENO*, GUILHERME DOS S. SIMÕES**, ALEX RIBEIRO***, FRANCISCO PEREIRA****, LEILA RODRIGUES*****

Considerado o combustível do futuro, o hidrogênio é abundante, não agride o meio ambiente e os especialistas o consideram como a grande fonte de energia do mundo civilizado já na primeira metade do século 21, quando se imagina que as reservas conhecidas de petróleo, carvão e gás estarão em baixa e o acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera, atingirá níveis alarmantes. Neste contexto, a proposta deste trabalho consiste na aplicação de um gerador capaz de produzir hidrogênio através do processo de eletrólise, utilizando-o como aditivo no sistema de admissão de ar em um motor de combustão interna. Os resultados observados durante os testes em laboratório evidenciam o potencial energético do hidrogênio e a possibilidade de utilizá-lo como futuro substituto do petróleo, sendo assim, a proposta apresentada foi capaz de atender a finalidade para a qual a mesma foi destinada.

INTRODUÇÃO
O uso de hidrogênio para melhorar o desempenho de motores já tem sido estudado desde o início do século 20. Ao se adicionar pequenos volumes de hidrogênio no processo de combustão é possível reduzir o consumo de combustível e a emissão de gases poluentes, além de melhorar de forma significativa o desempenho dos motores. Ainda existem obstáculos a serem vencidos, tais como seu armazenamento e distribuição, que hoje limitam as aplicações práticas

dessa tecnologia em larga escala para curto e médio prazo. Conforme CGEE (2011), devido às perspectivas de um prazo relativamente curto para o esgotamento das reservas de petróleo em nível mundial, há a necessidade urgente de reestruturação da matriz energética (MME, 2010). O hidrogênio apresenta-se como um dos combustíveis mais promissores no longo prazo, porém não é uma fonte primária de energia, e para ser produzido necessita da utilização de outras formas de energia em processos artificiais. Para Souza Filho (2008), uma das melho-

res alternativas para o aproveitamento desta energia de forma limpa existente no hidrogênio, seria através do processo de eletrólise da água, pois é um processo relativamente simples onde não é gerado nenhum resíduo, seja ele em estado sólido, líquido ou gasoso que venha a ser prejudicial ao meio ambiente, ajudando desta forma, na redução do consumo de combustíveis de origem fóssil. Embora não se trate de uma novidade do ponto de vista científico e já existam diversos estudos relacionados à aplicação do hidrogênio como combustível, ainda são encontrados diversos limitadores para as aplicações práticas dessa tecnologia em larga escala. Considerando os elevados custos para geração e distribuição de energia, além dos danos causados ao planeta por conta do aquecimento global, que ocorre justamente por conta da queima de combustíveis fósseis, existe uma grande necessidade pela busca de métodos que permitam aplicações inovadoras do hidrogênio como combustível de modo que possamos preservar não só o meio ambiente em que vivemos, mas também o planeta para gerações futuras.

OBJETIVOS
Produzir e utilizar o gás hidrogênio como fonte alternativa de combustível em um motor quatro tempos movido a combustão interna e, apresentar os primeiros

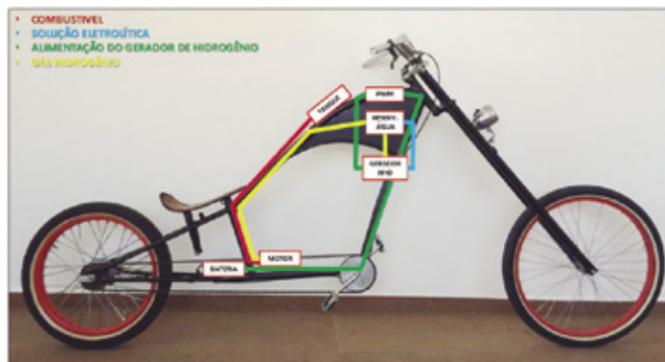


Figura 1 - Arquitetura proposta



Figura 2 - Protótipo

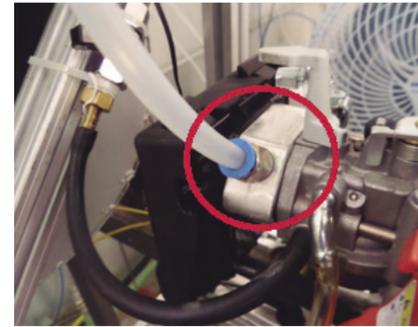


Figura 3 - Adaptador com engate rápido

resultados obtidos durante os testes com o protótipo em laboratório.

ARQUITETURA PROPOSTA
(Ver figura 1) – Arquitetura proposta.

PROTÓTIPO
Para atender os objetivos propostos neste trabalho foi construído um protótipo baseado na arquitetura proposta, sendo constituído basicamente de um motor quatro tempos e de um gerador de hidrogênio (figura 2).

Conforme o projeto se desenvolvia, também surgia a necessidade de se fazer adaptações. Ao motor foi acoplado um bico com engate rápido para injeção de hidrogênio (figura 3), peça de alumínio usinada a partir de um molde retirado da junta de interface entre o carburador e o filtro de ar, solução esta que possibilitou a injeção do gás hidrogênio diretamente no sistema de admissão do motor.

Também foi incorporado ao projeto um filtro corta chamas e outro filtro de controle de umidade, garantindo assim que somente o gás hidrogênio seja injetado na câmara de combustão. É importante citar que o filtro de umidade é constituído basicamente por uma mangueira acrílica e de sílica gel, que possui como característica principal a mudança de cor, de azul para rosa sempre que os níveis de umidade estiverem saturados, indicando assim a necessidade de substituição por outro.

Outro componente relativamente simples, porém, fundamental para os propósitos do trabalho foi o odômetro digital, sua função é registrar dados como velocidade e distância percorrida, de forma que estes parâmetros pudessem ser utilizados para determinar a autonomia do motor antes e após a injeção do hidrogênio.

Durante os testes em laboratório foi

utilizada uma fonte 12V para alimentar o gerador de hidrogênio. Essa decisão garantiu que os níveis de tensão de entrada do gerador não oscilassem, de modo a causar variações que pudessem influenciar os resultados. Desta forma, foi possível garantir as mesmas condições de produção e injeção de hidrogênio no motor em todos os testes.

RESULTADOS E CONCLUSÃO

Todo o trabalho foi fundamentado em pesquisas científicas e testes de bancada foram realizados no laboratório de Propulsão, Combustão e Energia Professor Feng, localizado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

Ao testar o protótipo em um laboratório especializado em propulsão surgiu a oportunidade de ir além dos objetivos iniciais propostos neste trabalho e, desta forma também foi possível analisar os gases produzidos antes e após a aplicação do hidrogênio.

Para tal, foi utilizado o analisador de gases MULTIGAS TM 2030 MKS, que é capaz de analisar diferentes tipos de gases a partir de informações previamente armazenadas em sua memória. Este aparelho possui uma espécie de cordão umbilical que

é acoplado diretamente à saída do escapamento, os gases então são direcionados a uma câmara de análise espectral que trabalha com nitrogênio, congelando as moléculas dos respectivos gases. Simultaneamente o aparelho emite um fecho de luz infravermelho que atravessa cada uma das moléculas congeladas, possibilitando a medição do comprimento de onda de cada uma delas com alto grau de precisão, a partir de então, o próprio analisador compara os dados obtidos com os dados de sua biblioteca, permitindo, assim, uma análise quantitativa de cada um dos gases.

Embora tenham sido analisados uma va-



Figura 4 - Tela de setup do analisador

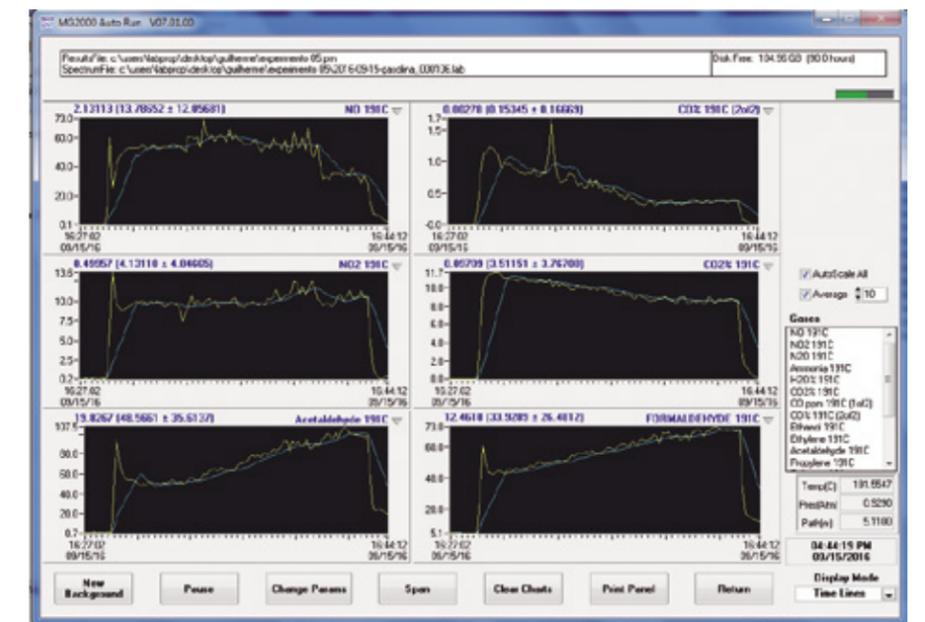


Figura 5 - Análise dos gases em tempo real

riedade de gases, para atender os objetivos do trabalho serão apresentados apenas os dados dos gases considerados mais nocivos à saúde e meio ambiente, neste caso, CO2 e NOx. A figura 4 apresenta a tela de setup do analisador e a figura 5, a análise dos gases em tempo real.

Os resultados observados após a injeção do hidrogênio como aditivo na gasolina são apresentados a seguir:

- NO (ppm) - redução de 18%.
- NO2 (ppm) - aumento de 32%.
- NOx (ppm) - redução de 7,016%, este gás é resultado da combinação entre o NO e NO2.
- CO2 (ppm) - redução significativa de 17,38% quando comparado à gasolina.

Em relação à autonomia do motor, para cada teste realizado foi utilizado um volume de 100ml de gasolina. A princípio, os primeiros testes foram realizados somente com gasolina, justamente com o propósito de se conhecer as características do motor testado, e somente após ter conhecimento destes dados foram iniciados os testes com injeção de hidrogênio que apresentando uma economia de aproximadamente 13%.

- Consumo médio com gasolina - 9.550km/100ml de gasolina.
- Consumo médio com gasolina mais hidrogênio - 10.810km/100ml de gasolina.

É importante ressaltar que os testes não consideram a aplicação de carga no motor e o volume de hidrogênio injetado (200ml/min) depende da corrente aplicada durante o processo de eletrólise. E, neste caso, o sistema testado foi limitado a apenas 4 amperes. Sendo assim, em face das limitações do sistema, ao se utilizar o hidrogênio em maiores proporções, poderá ocorrer uma redução significativa da emissão de poluentes e consequentemente uma melhoria da qualidade do ar. Em números absolutos, uma pessoa que enche o tanque de seu veículo semanalmente poderia ter uma economia em torno de 20 reais ao utilizar o hidrogênio como fonte suplementar de combustível. Ou seja, o hidrogênio pode beneficiar não só o meio ambiente, como também a saúde financeira de quem o utiliza.

Desta forma, pode-se concluir que os resultados obtidos com a primeira versão do protótipo são considerados satisfatórios, mostrando que a proposta apresentada neste trabalho atendeu aos objetivos previstos para esta fase, de acordo com a aplicação para a qual se destina.

SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS

Através deste breve estudo foi possível observar a versatilidade do hidrogênio tanto em sua obtenção quanto em sua utilização.

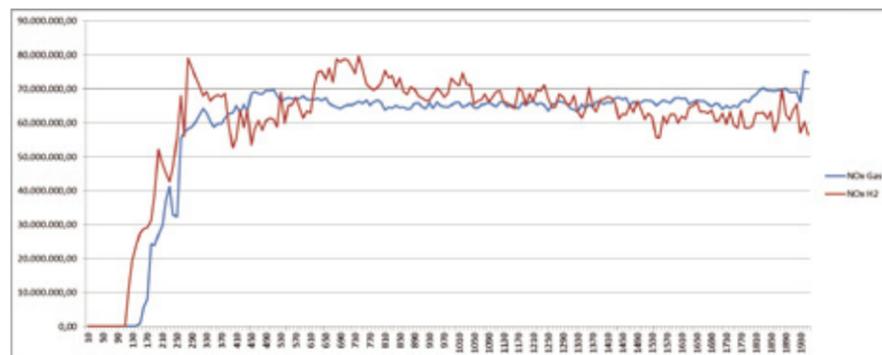


Figura 6 - Emissão de gases NOx

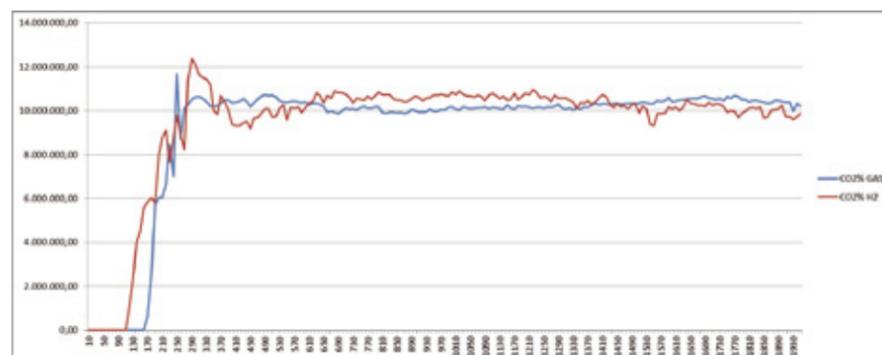


Figura 7 - Emissão de gases CO2

Sendo assim, destaca-se a importância de se avançar e aprimorar estes estudos, a fim de que num futuro próximo seja possível viabilizar sua produção de forma sustentável. Como a produção de hidrogênio por eletrólise da água depende do uso da energia elétrica, sugerimos o estudo de melhorias que possibilitem a geração de energia de forma que esta seja capaz de sustentar o sistema de produção de hidrogênio, garantindo assim volume e quantidade suficiente para alimentação do motor de forma que seja possível reduzir ainda mais o consumo de gasolina.

* **Anderson L.G. Bueno**, Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos (ETEP Faculdades)
E-mail: anderson_bueo_sjc@hotmail.com

** **Guilherme dos S. Simões**, Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos (ETEP Faculdades)
E-mail: guilhermesimoess@gmail.com

*** **Alex Ribeiro**, Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos (ETEP Faculdades)
E-mail: z_alex_r@hotmail.com

**** **Francisco Pereira**, Orientador, Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos (ETEP Faculdades)
E-mail: fcpereira@hotmail.com

***** **Leila Rodrigues**, Co-orientador, Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos (ETEP Faculdades)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BOTTON, J.P. - Líquidos Iônicos como Eletrólitos para Reações Eletroquímicas. 2007, 174 pag. TESE (Ciências dos Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, abril de 2007.
- [2] CGEE (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDO ESTRATÉGICO - BRASIL - ORG.) - Hidrogênio Energético no Brasil - Subsídios para Políticas de Competitividade: 2010 - 2025, Tecnologias críticas e sensíveis em setores prioritários - Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 68p. (Série Documentos Técnicos, 7). Disponível em: <www.cgee.org.br/publicacoes/hidrogenio.php>. Acesso em: 29 de março de 2016.
- [3] CONEM - 2010. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - Estudo de Motores à Combustão Interna Alimentados com Combustível Aditivado Com Hidrogênio. Disponível em: http://www.abcm.org.br/anais/conem/2010/PDF/CON10-0196.pdf
- [4] LONGO, V.A.M. ET AL. - Produção Biológica de Hidrogênio. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, setembro de 2008.
- [5] MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Brasília. "Brasil recebe primeira frota de ônibus a Hidrogênio", Ministério de Minas e Energia. Disponível em http://www.mme.gov.br. Acesso em abril de 2016.
- [6] PINESCHI, S.A.A. - 2013. Dissertação de Mestrado. "Desenvolvimento de sistema compacto de produção de gás rico em hidrogênio". 2013, pp 185.
- [7] SALIBA-SILVA, M.A.; LINARDI, M. - Hidrogênio Nuclear - Possibilidades para o Brasil. Centro de Células a Combustível e Hidrogênio, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN-CNEN/SP) São Paulo, 2009.
- [8] SILVEIRA, VANDER FÁBIO - Avaliação da Injeção de Gás HHO em um Gerador a Gasolina para Fins de Energização Rural. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, 2012. 66 p.
- [9] SOUZA, SAMUEL NELSON MELEGARI DE - Aproveitamento de Energia Hidroelétrica Secundária para a Produção de Hidrogênio Eletrolítico. 1998. 211 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação de Planejamento de Sistemas Energéticos, Departamento de Engenharia Térmica e Fluidos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.
- [10] TOLMASQUIM, M.T. - 2003. Fontes Renováveis de Energia no Brasil. 2003.
- [11] UNILA, XXXX. Universidade Federal da Integração Latino Americana - Métodos e Eletrólitos Utilizados na Produção de Hidrogênio. Disponível em: https://unila.edu.br/sites/default/files/files/William%20Bartolomeu%20de%20Medeiros.pdf
- [12] VLASSOV, D. - 2008. Fundamentos da Combustão. 2008.



Conecte-se

Fique por dentro:

- ° Cursos
- ° Encontros
- ° Seminários
- ° Palestras
- ° Discussões técnicas
- ° Notícias da engenharia

Siga o IE pelo:

