SUBSTITUIÇÃO DOS ÔNIBUS MOVIDOS A DIESEL POR ÔNIBUS NÃO-POLUENTES MOVIDOS A HIDROGÊNIO NA UNICAMP

AMANDA CAROLINA BARBOSA FONSECA[1], BRUNO FINETO[1], MARIANA CARRINO DOMINGUES DE PAULA*[1], RAFAEL SAN MARTINI[1]

[1]Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Mecânica/UNICAMP

*E-mail do autor correspondente: maricarrino@gmail.com

RESUMO: Este estudo tem por objetivo conscientizar os estudantes e a própria UNICAMP de como o marketing da substituição dos ônibus barulhentos e poluentes por ônibus silenciosos e não-poluentes movidos a hidrogênio pode afetar a imagem da universidade, levando em conta o meio-ambiente, as pessoas que sofrem com o alto teor de ruídos e a própria prefeitura da UNICAMP. Este objetivo foi alcançado através de contatos com a Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário, com a EMTU e com a COPPE da UFRJ.

PALAVRAS-CHAVE: marketing, ônibus, não-poluentes, hidrogênio, meio-ambiente.

REPLACEMENT OF DIESEL-POWERED BUSES BY NON-POLLUTING HYDROGEN-POWERED BUSES AT UNICAMP

ABSTRACT: This study's goal is to educate students and UNICAMP itself about how the marketing of silent non-polluting hydrogen-powered buses can improve the image of the university in relation to the following: the environment, people who live with the loud noise and pollution, and the municipality of UNICAMP itself. This goal was achieved through contacts with Pro-Rectory of Academic Development, and with EMTU and COPPE, from UFRJ.

KEYWORDS: marketing, bus, non-polluting, hydrogen, environment.

INTRODUÇÃO

O transporte público menos poluente é parte essencial para o desenvolvimento e seu incentivo à utilização diminui a emissão de poluentes na atmosfera e a poluição sonora.

O ônibus é um dos transportes públicos mais relevantes no Brasil, e segundo a Revista AutoBus (21/06/2010) e o X Challenge Bibendu (Encontro sobre mobilidade sustentável, 2010), umas das tendências para ônibus menos agressivos ao meio-ambiente são os movidos a hidrogênio.

O Brasil estaria num momento difícil para se falar em energia renovável tendo em vista todos os investimentos em petróleo do país, contudo, com a aproximação da Copa do Mundo de 2014, dos Jogos Olímpicos em 2016 e a ambição brasileira de se tornar um dos principais países a utilizar Hidrogênio como combustível, informação obtida no V Workshop Internacional Sobre Hidrogênio e Células a Combustível (WICaC, 2010), procura-se estabelecer um marco para transportes públicos sustentáveis, liderados no Rio de Janeiro pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ) e em São Paulo pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU).

No workshop foi possível desvendar grandes mitos com relação à energia renovável através da eletrólise da água para obtenção de hidrogênio. Constatou-se que esse tipo de energia não só é totalmente aplicável a realidade brasileira, por não ser uma forma de energia cara e pelo país ser tradicionalmente um grande utilizador de energia hidrelétrica vindo a ser um grande produtor de hidrogênio pela eletrólise da água, como também por ser uma das energias mais eficientes.

Como parte desse trabalho, foram entrevistados pesquisadores e engenheiros (Dr. Daryl Wilson, Prof. Dr. Paulo Emílio Valadão Miranda, Eng. Ivan Carlos Regina) para se obter as últimas atualizações sobre os avanços da energia renovável através do hidrogênio e a sua aplicabilidade em combustível para transportes públicos. Foi então verificado que essa é uma energia atual em desenvolvimento e que o Brasil é um dos pioneiros a utilizá-la. Além disso, pretende-se averiguar como a substituição dos ônibus da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) poderia afetar nesse avanço do Brasil e na imagem da própria Universidade, como aconteceu com a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UFRJ).

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiro foi feita uma pesquisa para se conhecer os pólos de investimento e pesquisa no Brasil sobre Ônibus Movido a Hidrogênio. Constatou-se que o Brasil possui o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ) que desde 1999 vêm fazendo pesquisas para desenvolver um ônibus não poluente direcionado ao uso urbano e, entre as formas de combustível não poluente, as baterias de hidrogênio foram desenvolvidas e o primeiro ônibus movido a hidrogênio com tecnologia 100% nacional foi inaugurado em maio/2010 com apoio de Empresas Parceiras, da Prefeitura do Rio de Janeiro e da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Além da COPPE também se averiguou que a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) que há alguns anos tinha o projeto da instalação de ônibus movido a hidrogênio, deu o primeiro passo com a instalação do ônibus não poluente na linha ABD (São Mateus - Jabaquara) no ano de 2009. Contudo, diferente do ônibus do Rio de Janeiro, a tecnologia não é 100% brasileira, toda a fabricação do ônibus é feita em solo brasileiro, mas as células combustíveis de hidrogênio são tecnologia de uma empresa canadense chamada Hidrogenics, a qual instalou uma estação de eletrólise de hidrogênio para reabastecimento dos ônibus da EMTU, que tem ambição de ainda nos próximos anos conquistar uma frota com mais três ônibus movidos a hidrogênio.

Após alguns e-mail e telefonemas, o Eng. Ivan Carlos Regina, gerente de planejamento da EMTU, convidou o grupo E=mc^2 a participar do *V Workshop Internacional sobre Hidrogênio e Células a Combustível* (WICaC, 2010), que ocorreu na Unicamp, em outubro/2010. Nesse workshop, foi possível conhecer além do próprio Eng. Ivan Carlos Regina, o Prof. Dr. Paulo

Emílio Valadão Miranda chefe de pesquisas da COPPE e o Dr. Daryl Wilson, um dos principais nomes quando se trata de Hidrogênio no Mundo e um dos principais homens responsáveis pela tecnologia da eletrólise de água para a produção de hidrogênio desenvolvida pela Hidrogenics que é utilizada aqui no Brasil na estação de reabastecimento do ônibus da EMTU.

A partir de todo esse material obtido no Workshop, foi necessária uma distinção entre os dois tipos de ônibus movido a hidrogênio que estão circulando no Brasil.

No Rio de Janeiro, a tecnologia é 100% brasileira e só foi possível se desenvolver por conta do grande investimento feito pela UFRJ e pelas empresas parceiras da COPPE. Vale ressaltar que além de baterias de hidrogênio que funcionam em regime permanente para otimizar o seu funcionamento e também funcionam em baixa potência em regime permanente para a economia do hidrogênio, o ônibus também utiliza de energia elétrica, carregado durante a noite em períodos de não-pico de utilização de energia, e de um sistema de regeneração de energia cinética. Essas três formas de energia que movem o ônibus são controladas por um barramento inteligente que distribui de forma ideal a energia para o ônibus. Esse ônibus tem desempenho muito melhor se comparado com um convencional movido a diesel, rodando 300 km a cada reabastecimento, mas também é cinco vezes mais caro, entretanto, esse investimento é recuperado com menos de três anos de uso.

Figura 1. *Ônibus da COPPE/UFRJ movido a hidrogênio. Disponível em http://inovabrasil.blogspot.com*

Em São Paulo, a tecnologia não é totalmente brasileira, mas segundo o Eng. Ivan Carlos Regina o objetivo da EMTU é conseguir dominar essa tecnologia no futuro, mas, enquanto isso não acontece, existe uma parceria entre a EMTU e a Hidrogenics numa estação de reabastecimento de hidrogênio. Segundo o Dr. Daryl Wilson, a eletrólise alcançada na estação é de quase 80% de eficiência, produzindo 6 kg de hidrogênio por hora, com custo operacional mínimo, numa média de gasto de $3,50 por equivalente de galão de gasolina e, ainda segundo ele, a melhor forma de se utilizar o hidrogênio é em transportes públicos, pois seu uso dobra a eficiência do motor. E de acordo com o Eng. Ivan Carlos Regina, já existem investimentos para a fixação da tecnologia de baterias de hidrogênio dentro de um processo industrial no Brasil e, sendo o mesmo um dos líderes em produção de energia renovável, o país também almeja alcançar a liderança na produção de hidrogênio e de ônibus híbridos movidos a esse combustível. Com apoio e investimento da Global Environmental Facility (GEF), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e

do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a EMTU instalou o primeiro ônibus movido a hidrogênio do Brasil que roda com duas células combustível em paralelo de 68 kW e peso de 220 kg cada, fazendo o ônibus rodar 300 km com 45 kg de hidrogênio.

Figura 2. *Ônibus da EMTU movido a hidrogênio. Disponível em* http://meutransporte.blogspot.com/2010/07/onibus-hidrogenio-comeca-rodar-em-ate.html

Após a análise de todos esses dados, conversou-se com o Prof. Ennio Peres da Silva do Departamento de Física Aplicada do Instituto de Física da Unicamp responsável dentro da Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários (PREAC) sobre esse assunto de ônibus movido a hidrogênio, que nos encaminhou a um de seus doutorandos Cristiano Pinto, pesquisador nessa área de hidrogênio que nos esclareceu as possibilidades da instalação de ônibus desse tipo na Unicamp como um incentivo a pesquisa e desenvolvimento dessa tecnologia dentro do campus, como aconteceu no Rio de Janeiro, além de ser um grande Marketing para a Universidade e um apelo ao uso de energias renováveis em transportes públicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da pesquisa feita com os atuais desenvolvedores brasileiros da tecnologia do hidrogênio e de uma sucinta revisão bibliográfica, pode-se compreender o funcionamento de dois tipos de ônibus movidos a hidrogênio, praticamente, brasileiros. Os dois ônibus estão ilustrados nas Fig.1 e Fig.2 e seus respectivos folhetos explicativos nas Fig.3 e Fig.4, podendo constatar externamente a semelhança com os ônibus atuais movidos a Diesel.

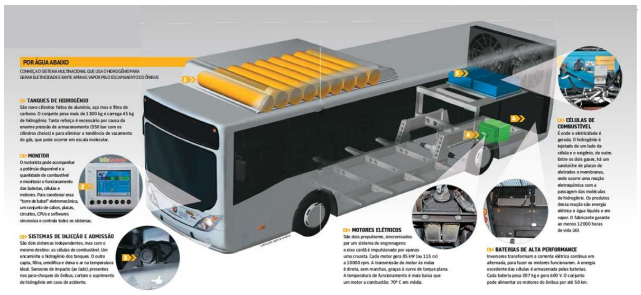

Figura 3. *Folheto explicativo do funcionamento de ônibus movido a hidrogênio da EMTU. Disponível em* http://planetasustentavel.abril.com.br

Em alguns estudos feitos por Araújo (2008), por Ferreira (2007) e por Godoy (2008), apresentaram-se algumas soluções de implantação do hidrogênio no Brasil e a maioria das consequências disso, mas, também, apontaram-se as dificuldades de implantação, chegando a uma conclusão, em alguns casos, de inviabilidade do processo, optando por outros combustíveis menos poluentes. Este fato acontece um pouco neste trabalho, porque mesmo que o ônibus movido a hidrogênio já exista e o Brasil esteja investindo nessa inovação, para o projeto desses ônibus na UNICAMP seria necessário muito investimento

em curto prazo e baixo retorno em longo prazo. Ou seja, para a troca dos circulares internos da UNICAMP ocorrer seria necessário um investimento enorme, então, para início, o mais provável seria um ônibus. Os circulares internos são gratuitos, sendo assim, o jeito de recuperação de investimento seria no marketing, mostrando para o resto do Brasil e para o mundo que uma universidade renomada se preocupa com o meio ambiente, trazendo muitos investimentos nessa área e em todas as outras. Isso seria muito favorável, principalmente, pois em 2014 e 2016 haverá copa do mundo e olimpíadas, respectivamente, e todos os olhos estarão voltados para o Brasil.

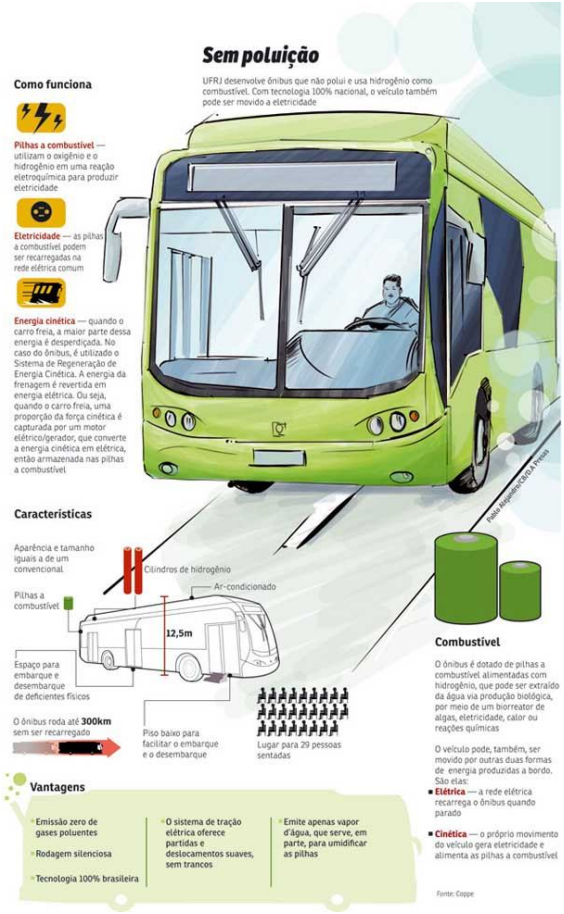

Figura 4. *Folheto explicativo do funcionamento de ônibus movido a hidrogênio da COPPE/UFRJ. Disponível em* http://mazzoni.blog.com

Para curto prazo, devido aos estudos feitos, a implementação de um ônibus parecido com o da EMTU e de uma estação de hidrólise seria possível, mas o ideal, em longo prazo, seria atrair investimentos para o desenvolvimento da tecnologia nos laboratórios especializados da UNICAMP, já que a universidade possui alguns trabalhos e projetos parados nos laboratórios sem investimentos. Então, essa tecnologia promissora poderá ser desenvolvida pela universidade através de uma grande mobilização de investimentos, gerando grandes retornos científicos, mobilização social, menos impactos ambientais e alto marketing nacional e internacional.

CONCLUSÃO

A tecnologia para veículos movidos a hidrogênio ainda é insipiente como qualquer outra tecnologia inovadora e impactante rompendo os mecanismos tradicionais utilizados no cotidiano. A universidade, ambiente onde se propicia o questionamento da sociedade e suas relações, é o berço ideal para que tal tecnologia, mesmo que ainda principiante em uma aplicação de larga escala, possa ser explorada, debatida e estimulada para o desenvolvimento e o usufruto da sociedade. Constatou- se que o custo ainda é o grande empecilho para a criação de um projeto mais realista. Baseado em todas as informações coletadas com os colaboradores, a participação no *V Workshop Internacional sobre Hidrogênio e Células a Combustível* e os dados consultados que relatam a melhor forma de abastecimento das células de hidrogênio (Ferreira,2007) e uso

de ônibus movidos a hidrogênio (Godoy,2008), é visível que as diretrizes mais corretas para a execução desse projeto na UNICAMP é a parceria entre a universidade, empresas privadas e órgãos governamentais de pesquisa energética. A ótima visão da priorização do desenvolvimento desta tecnologia juntamente com o "marketing" do ônibus presente na rotina do meio acadêmico, trará o impacto estimulante para estudantes e pesquisadores sobre a relevância do tema, e também o notório destaque para as empresas interessadas em aplicar seus recursos destinados à pesquisa e desenvolvimento conforme a legislação que regulamenta esta obrigação. A implantação de um ônibus-modelo é necessária para a UNICAMP se consagrar ainda mais por todo o seu avanço promovido e revertido para a sociedade. O projeto tem caráter multidisciplinar, e pode beneficiar diversas faculdades e institutos presentes na universidade, entre eles o Laboratório de Hidrogênio do Instituto de Física "Gleb Wataghin"- IFGW, Faculdades de Engenharia Mecânica - FEM, Elétrica - FEEC, Química - FEQ, o Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais - NEPAM, Instituto de Biologia - IB, Instituto de Economia - IE e qualquer área do conhecimento que se relacione não somente com a parte técnica, mas também aos impactos causados por esta tecnologia que promove a diminuição de um dos mais alarmantes tipos de poluição atual, os gases resultantes da queima de combustíveis fósseis ou biocombustíveis dos veículos. Vale ressaltar que é preciso questionar o projeto como todo, a exemplo de que o hidrogênio a ser consumido pelo ônibus pode ser obtido de diversas maneiras, entre elas métodos que também causam poluentes como a reforma de gás natural (Ferreira,2007), por isso a universidade é fundamental para promover essa pesquisa e debate constante sempre baseando-se em dados experimentais e estatísticos, além da analise crítica no campo das idéias, com a visão social e humana. Conclui-se que o projeto possui uma gama de benefícios para a UNICAMP, e é viável para a nossa realidade, em um momento de crescimento econômico nacional e eventos futuros como olimpíadas e copa do mundo. O desenvolvimento do transporte coletivo de qualidade e eficiência é a chave para as nações que desejam caminhar na vanguarda do conhecimento e sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos engenheiros Dr. Daryl Wilson, Prof. Dr. Paulo Emílio Valadão Miranda, Eng. Ivan Carlos Regina, ao Prof. Ennio Peres da Silva e a seu doutorando Cristiano Pinto pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, D. P. O Uso energético do hidrogênio produzido por fontes renováveis para a aplicação veicular no contexto do mecanismo de desenvolvimento.

FERREIRA, P. F. P. Infra-estrutura para uso energético do hidrogênio: Estações de abastecimento para veículos com células a combustível. 149p. Dissertação de doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos – Faculdade de Engenharia Mecânica -

Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

GODOY, R. A. G. Aproveitamento da energia vertida turbinável da UHE Itaipu para uso em ônibus a hidrogênio: estudo de caso em Foz do Iguaçu. 123p. Dissertação de mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos – Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008. Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2008.

Limpo: estudo de caso na cidade de São Paulo. 227p. Dissertação de doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos – Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Ônibus brasileiro a hidrogênio: Tecnologias renováveis para o transporte urbano no Brasil. São Paulo, Ministério de Minas e Energia, 2008. 92 p.