

Desenvolvimento compósitos poliméricos para Placas Bipolares

Resumo

Hodiernamente, há um grande problema com as altas taxas de gases do efeito estufa lançados na atmosfera. E isso se deve, em partes, ao fato que a matriz elétrica de transporte mundial tem como base combustíveis fósseis, grandes contribuintes para o aquecimento considerável do mundo, além de causar problemas de saúde aos moradores das grandes metrópoles. Portanto, convém buscar novas formas de fornecer energia para veículos automotivos a fim de mitigar esse problema. Entre as diversas maneiras de fornecer energia ao veículo, se destaca as células a combustível, que possuem eficiência energética semelhante às baterias de lítio e possuem potencial para se tornarem mais leves. Entre os modelos mais famosos de células a combustível temos as PEMs e as DEFCs. Os modelos DEFCs são mais interessantes para estudo já que não dependem de armazenamento de gás, o que pode simplificar o projeto. Todavia tais células a combustível possuem um grande gargalo tecnológico e nesse ponto necessita-se de estudos. Tendo isso em vista, esse projeto busca reduzir esse gargalo realizando síntese e caracterização de novos materiais condutores para placas bipolares, baseados em polímero-nanotubos de carbono/grafeno. Dessa forma, avançaremos em busca de solucionar o problema do século, o aquecimento global.

1. Introdução

É de 9 de agosto de 2021 o sexto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) contendo a projeção científica mais precisa sobre o aumento da temperatura média do planeta. A temperatura da Terra excederá nos próximos 20 anos o limite de 1,5 °C, definido no Acordo de Paris como uma variação média segura para conter as consequências catastróficas para o meio ambiente e para o estilo de vida da sociedade atual [1]. O alarme do IPCC vem acompanhado de diretrizes quantitativas sobre as ações para restringir o aquecimento no intervalo de 1,5 a 2,0 °C até 2050. Ênfase é dada na imediata e contínua necessidade dos 197 países signatários em reduzir a uma taxa de 7,6% por ano até 2030 as emissões causadas pela queima dos combustíveis fósseis.

Quatorze por cento é a contribuição global do setor de transporte para a emissão dos gases de efeito estufa envolvendo primariamente o transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo, de tal forma que 95% da energia mundial de transporte tem origem nos combustíveis à base do petróleo. Diante de uma demanda energética crescente e da alta participação dos combustíveis fósseis na matriz de energia, a substituição dos motores mecânicos pelos elétricos se torna mandatória para os 6 maiores emissores globais de gases de efeito estufa, a saber, China (30%), Estados Unidos (13%), União Europeia (9%), Índia (7%), Rússia (5%) e Japão (3%). O Brasil se insere na sequência da lista no grupo dos 10 países cuja contribuição se encontra entre 1 e 2%; e apesar de parecer pequena, quando a emissão de CO₂ per capita é comparada, a contribuição brasileira é superior (10%) à média mundial (7%) [2]. Vale ressaltar que enquanto os países desenvolvidos estabeleceram suas diretrizes de expansão da matriz

energética em meio à crise ambiental, o Brasil não possui um plano efetivo de transição energética.

As consequências climáticas devido ao aquecimento global são desproporcionais ao percentual de emissão de cada país; e apesar da relativa pequena contribuição brasileira, os efeitos das mudanças globais do clima trarão prejuízos sem precedentes para a matriz energética dos países emergentes. Para contrabalançar o desnível econômico/ambiental, o Fundo Internacional do Clima, no programa E-motion, destinou recentemente 850 milhões de dólares para investimentos em infraestrutura na América Latina visando, entre outras atividades, à construção de postos de abastecimento de eletricidade para massificar e baratear as vendas dos veículos elétricos. A expansão sustentável da matriz energética brasileira requer investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento. O setor sucroalcooleiro relata a alta correlação na temperatura média regional com a produtividade anual de álcool e açúcar, e a preocupante redução de produtividade ao longo dos últimos anos só encontra paralelo nas mudanças climáticas irreversíveis como a baixa incidência de chuva, também prevista no relatório do IPCC. Similarmente, a crise hídrica atual registra os piores níveis dos reservatórios das hidrelétricas do país devido a períodos extensos de seca podendo recorrer a racionamento de energia e o acionamento de termelétricas que causam o aumento das emissões de CO₂ [3]. Neste cenário, a diversificação de vetores energéticos é crucial para garantir o abastecimento de energia e a segurança geopolítica.

São três os vetores energéticos verdes mais visados para a diversificação da eletrificação do setor de transporte: *i*) íons lítio; *ii*) hidrogênio; e *iii*) etanol. Os dois primeiros itens estão sendo amplamente desenvolvidos pelos países do hemisfério norte; enquanto que a construção de uma economia do etanol só encontra motivação em países com grande área territorial, condições climáticas ideais de plantio e matéria prima com maior teor de açúcar recuperável (ATR), características das quais o Brasil é líder mundial. Três rotas básicas de implementação de cada vetor energético que serão aplicadas ao Brasil até 2030 são representadas na **Figura 1**, onde se nota claramente a vantagem estratégica brasileira no uso do etanol como combustível renovável. Os países desenvolvidos, além de necessitarem de um sistema de propulsão à base de tais vetores, terão que realizar investimentos de grande porte para superar gargalos tecnológicos para a produção e distribuição dos vetores energéticos ao longo do território de cada país. Atualmente, o mercado global de hidrogênio, até então liderado pelos Estados Unidos, Europa e Japão, encara um cenário de diversificação de tecnologias buscando a massificação das vendas de veículos elétricos movidos a hidrogênio, e a previsão é para daqui a 8 anos (2030) estas tecnologias escalarem de milhares para milhões de unidades vendidas. O Brasil possui infraestrutura instalada para produção e distribuição do etanol de forma que é possível concentrar os esforços no desenvolvimento somente no sistema de propulsão elétrica. Com os valores das autonomias dos carros movidos a eletricidade e a combustão disponíveis no mercado, pode-se comparar o custo da autonomia para cada veículo com os dados atuais de energia elétrica (R\$0,73/kWh) e dos postos de etanol (R\$3,90/L). O custo de dirigir um carro elétrico é R\$11/100 km *versus* os R\$39/100 km do carro a etanol. Desta forma, até 2030, o projeto de diversificação do portfólio de vetores energéticos nacional depende exclusivamente de um veículo de propulsão eficiente que possa reduzir o custo da autonomia e se manter competitivo no mercado.

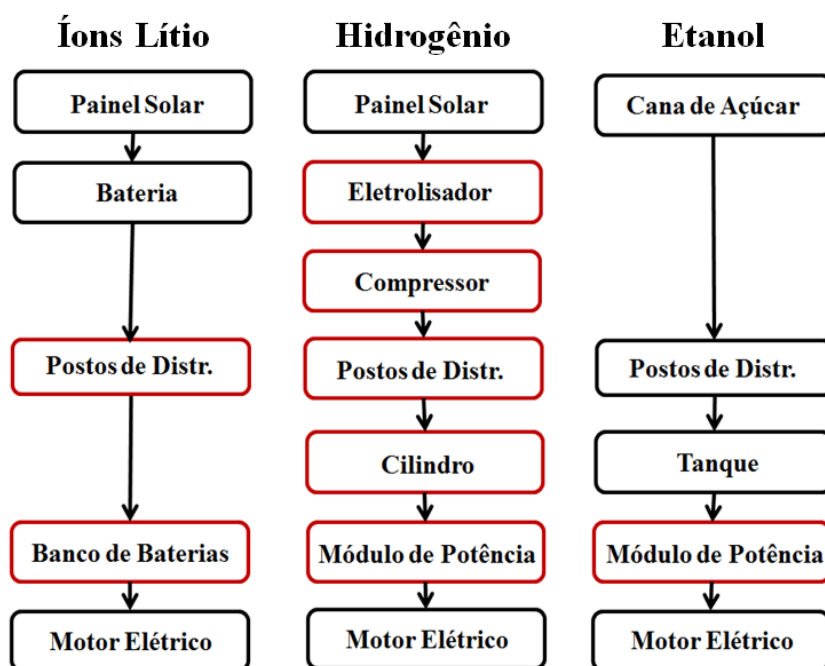


Figura 1. Representação esquemática dos sistemas energéticos verdes para cada tipo de tecnologia. Os retângulos destacados em vermelho representam as áreas que requerem grandes esforços de investimentos em infraestrutura.

Somente no setor de energia do Brasil, 47% das emissões de gases de efeito estufa são provenientes do setor de transporte. Para realizar a substituição do sistema energético das aplicações veiculares, faz-se necessário que o projeto de engenharia de propulsão veicular incorpore os requisitos de responsabilidade ambiental e socioeconômica, tornando tal desenvolvimento em mobilidade um dos mais desafiadores desta transição energética sendo imprescindível congregando áreas multidisciplinares da engenharia para maximizar: *i*) a eficiência; *ii*) a autonomia; e *iii*) a carga transportada (peso mínimo do sistema de propulsão). Os dispositivos eletroquímicos considerados os mais promissores envolvidos na corrida tecnológica internacional para a eletrificação de veículos automotores são: *i*) as baterias de lítio; *ii*) as células a combustível a hidrogênio (PEM - do inglês *Proton Exchange Membrane*); e *iii*) as células a combustível a etanol (DEFC – do inglês *Direct Ethanol Fuel Cell*). Os dispositivos eletroquímicos são conhecidos por possuírem a maior eficiência de conversão energética. É estimado que as baterias de lítio sejam capazes de gerar eficiência superior a 70% do tanque-à-roda de um veículo com emissão local zero de poluentes [4]. Porém, dentre os sistemas de propulsão limpos, as baterias representam o sistema mais pesado e a sua aplicação é limitada a veículos de passeio, sendo que nos veículos de distribuição, principalmente nos de carga pesada, o peso das baterias pode alcançar até 30% do peso total do veículo tornando o projeto inviável [5]. Desta forma os veículos de distribuição só encontram solução na PEM, que garante uma eficiência atual de conversão de 65% e emissão de poluentes zero (fonte-à-roda) quando o hidrogênio é produzido a partir da eletrólise da água [6]. Apesar de a PEM ser mais leve do que as baterias de lítio, nas aplicações em caminhões o peso somente do cilindro de hidrogênio ultrapassa uma tonelada, e a alternativa mais promissora para o sistema de propulsão veicular que permite a eliminação do cilindro de hidrogênio é a partir do

desenvolvimento do uso do etanol como combustível (o etanol possui alta densidade de energia e pode ser armazenado em qualquer contorno estampado do chassi do veículo).

De uma forma simplificada, a unidade central de um sistema de propulsão é composta pelo tanque de combustível, o combustível e o módulo de potência (conversor de energia química do combustível em energia elétrica). Para uma dada potência, devido à dependência da resistência de rolamento com o peso do veículo, uma alta eficiência do tanque-à-roda requer um sistema de propulsão leve para maximizar a carga transportada. Por regulamentações de segurança, o peso do hidrogênio contido no cilindro se restringe a 5% do peso do cilindro, e esta característica intrínseca do combustível gasoso é uma limitação permanente para a escalabilidade e aplicação deste sistema. Por outro lado, o principal gargalo tecnológico da DEFC é a baixa densidade de potência relativa à da PEM, o que torna o módulo de potência até 6 vezes mais pesado. No entanto, tal limitação é extrínseca ao dispositivo e pode ser superada atuando na ciência e engenharia dos materiais empregados, que é o principal escopo deste projeto.

2. OBJETIVOS

Síntese e caracterização de materiais condutores inovadores de polímero-nanotubos de carbono/grafeno para a fabricação placas bipolares para a construção de módulos DEFC.

1. METODOLOGIA

Desenvolvimento materiais para Placas Bipolares

- Desenvolvimento dos (nano)compósitos poliméricos condutores

Inicialmente serão produzidos os (nano)compósitos condutores. Diferentes sistemas poliméricos serão explorados, com foco em termoplásticos de engenharia e avançados, como por exemplo poliamidas. Os polímeros serão misturados com (nano)partículas de negro de fumo, nanotubos de carbono e/ou grafeno por extrusão de dupla rosca. As amostras serão preparadas em diferentes composições com o intuito de alcançar o limiar da percolação elétrica, e ao mesmo tempo maximizar as propriedades mecânicas. A condutividade e a constante dielétrica dos (nano)compósitos serão caracterizadas por espectroscopia de impedância elétrica (EIS). Para isso, as amostras serão prensadas a quente na forma de filmes. O ideal da espessura dos filmes é a espessura final desejada da placa bipolar, em torno de 300 a 100 μm .

2. RESULTADOS ESPERADOS

O principal resultado esperado nesta proposta de pesquisa aplicada é o desenvolvimento de uma rota sistemática para produção de materiais compósitos de alto desempenho para aplicação em placas bipolares.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IPCC et al. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC, [s. l.], v. 1, n. 1, 27 fev. 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.
- [2] SEEG. Gases de Efeito Estufa E SUAS IMPLICAÇÕES PARA AS METAS DE CLIMA DO BRASIL 1970-2019. [S. l.], 2020. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.
- [3] VERDÉLIO, Andreia. Termelétricas entram em operação com a chegada da seca. Termelétricas, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1, 31 jul. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-07/termeletricas-entram-em-operacao-com-chegada-da-seca>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- [4] ROCHA BARROS, Leandro. OPORTUNIDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS POR TIPO DE SERVIÇO LOGÍSTICO. Orientador: Márcio de Almeida D'Agosto. 2021. 4 p. Dissertação (Mestrado) - Mestrando do COPPE UFRJ, [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.pet.coppe.ufrj.br/images/Disserta%C3%A7%C3%A3o_vers%C3%A3o_final_-_Leandro_Rocha_Barros.pdf. Acesso em: 21 jun. 2022.
- [5] MANUFATURA DIGITAL. Veículos elétricos. In: MANUFATURA DIGITAL. Veículos elétricos: novidade na produção de baterias. [S. l.], 29 mar. 2022. 1º Parágrafo. Disponível em: <https://www.manufaturadigital.com/novidades-baterias-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- [6] ELLERN, M ARA; VICENTE BOCCUZZI, CYRO; ETT, GERHARD; YUKIO SAIKI, GERSON; JANÓLIO, GILBERTO. DESENVOLVIMENTO E ENSAIOS DE UMA CÉLULA A COMBUSTÍVEL DE POLÍMERO SÓLIDO (PEMFC) PARA GERAÇÃO ESTACIONÁRIA. ETDE, [S. l.], p. 4, 1 jul. 2004. Disponível em: <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21247671>. Acesso em: 21 jun. 2022. [6]