

ESTUDO TEÓRICO E PRÁTICO DA CÉLULA DE HIDROGÊNIO PEM FC

Állan Willian Pimentel de Almeida¹; Audrey Novelli Gonçalves¹; Bruno Pralon Santos¹; Cassiano Silva Cardoso¹; Gabriel Baptista Carvalho¹; Luiz Fernando dos Reis²

1. Acadêmico de Engenharia Mecânica na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória;
2. Especialista em Física, docente na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.

RESUMO

O homem está constantemente em busca de novas formas de obter energia de produção limpa, ou seja, ecologicamente correta, sendo ainda de baixo custo e alto rendimento. Pensando nisso, ainda em 1838, o cientista Willian Grove publicou na revista inglesa "The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science" um artigo no qual abordava a criação de uma espécie de bateria que funcionava a hidrogênio. Ideia desenvolvida através dos anos até chegar à década de 50, foi quando houve grandes avanços, alcançando algo parecido com o que temos hoje. Inclusive ainda na década de 50 a NASA deu início ao uso de células de hidrogênio em seus foguetes. Na década de 70 surgiu a Proton Exchange Membrane, ou PEM, com ela foi possível a construção das células modernas devido as suas características, como a de produzir diretamente energia elétrica e possuir alto rendimento. A célula PEM FC é uma célula de hidrogênio que possui o funcionamento através de membrana eletrolítica, ela é capaz de gerar energia elétrica diretamente com a passagem de elétrons através dela de um lado para o outro. Os elétrons são retirados através de um processo de eletrólise em água, assim como o hidrogênio. O artigo possui por objetivo estudar células PEM FC com o uso de pesquisa literária e testes práticos com a finalidade da sua aplicação em motores elétricos. Com nossos estudos foi possível constatar a viabilidade e vantagens de uso da célula de hidrogênio PEM FC.

Palavras-chave: Célula de Hidrogênio. PEM FC. Alto rendimento.

ABSTRACT

The man is constantly looking for new ways to get energy of clean production, in other words, environmentally correct, still being low cost and high yield. Thinking about it, in 1838, the scientist William Grove published in the British magazine "The London and Edinburgh Philosophical Magazine and Journal of Science" an article which addressed the creation of a kind of battery that ran on hydrogen. The idea was developed through the years until get in the 50s, when there was great progress, reaching something like what we have today. Still in this decade, NASA initiated the use of hydrogen cells in their rockets. In the 70s came the Proton Exchange Membrane, or PEM. With it was possible the construction of modern cells due to their characteristics, such as directly produce electricity and have high performance. PEM FC cell is a cell of hydrogen that has run through the electrolyte membrane. It is capable of generating electricity directly with the passage of electrons through it from one side to the other. Electrons are removed through a process of electrolysis of water molecule. The article has the objective of studying PEM FC cells with the use of literary research and practical tests for the purpose of its application in electric motors. With our study we determined the viability and use of advantages of PEM FC hydrogen cell.

Keywords: Hydrogen cell. PEM FC. High efficiency.

INTRODUÇÃO

Em nossa pesquisa abordamos a Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEM FC, ou ainda, célula de combustível com membrana de troca de prótons. Célula essa que utiliza como combustível o hidrogênio e produz como resíduo água, também possui alto rendimento.

Qual a diferença entre essa célula para as demais? Como funciona? A diferença básica está na membrana de prótons, com ela é possível produzir diretamente energia elétrica sem a necessidade de algo a mais. Funcionando a partir de um processo de eletrólise no qual coloca-se água em contato a um ânodo e um cátodo e, através de corrente elétrica, é feita a separação dos elétrons que irão fornecer os elétrons necessários para a reação da membrana e produção de energia elétrica. A vantagem de se utilizar a célula de hidrogênio é que além de ser uma fonte limpa de energia é sustentável, o rendimento deste é cerca de 40-60%, sua instalação se adapta ao meio, é de baixo ruído e poluição e não é limitada ao ciclo de Carnot.

“O hidrogênio tem a mais alta energia por unidade de peso comparativamente com qualquer combustível, uma vez que o hidrogênio é o elemento mais leve e não tem os pesados átomos do carbono. É por esta razão que o hidrogênio tem sido usado intensamente nos programas espaciais onde o peso é crucial. Especificamente a quantidade de energia liberada durante a reação de hidrogênio é cerca de 2,5 vezes do poder de combustão de hidrocarboneto (gasolina, gásóleo, metano, propano, etc.), assim, para satisfazer um consumo energético, a massa de hidrogênio necessária é apenas aproximadamente uma terça parte da massa de um hidrocarboneto”. (SANTOS).

Para demonstrar o poder calorífico do hidrogênio, segue a Tabela 1.

Tabela 1 – Poder Calorífico de Diferentes Combustíveis

Combustível:	Valor do Poder Calorífico Superior a (25°C a 1 atm)	Valor do Poder Calorífico Inferior (a 25°C e 1atm)
Hidrogênio	141,86 KJ/g	119,93 KJ/g
Metano	55,53 KJ/g	50,02 KJ/g
Propano	50,36 KJ/g	45,6 KJ/g
Gasolina	47,5 KJ/g	44,5 KJ/g
Gasóleo	44,8 KJ/g	42,5 KJ/g
Metano	19,96 KJ/g	18,05 KJ/g

Fonte: Elaboração própria.

Apesar de o hidrogênio ser um ótimo combustível devido ao peso e valor energético, temos desvantagens relacionadas aos custos. O sistema para funcionamento da célula possui alto custo, já que utiliza membrana de troca de prótons e metais como platina, que juntos possuem alto custo.

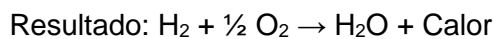
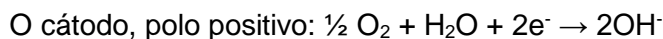
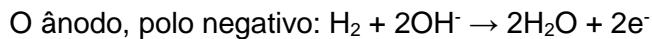
De acordo com Franchi (2009), a célula de hidrogênio funciona perfeitamente em baixas temperaturas, entre 60 a 140°C, por isso alguns autores como Santoro (2004) alcançaram em seus experimentos uma faixa de 60 a 90°C devido a estas temperaturas poderem ser consideradas uma vantagem, já que seu funcionamento é mais rápido que outras tecnologias. Porém, devido a essa característica, se faz necessário o uso de platina como catalisador e de hidrogênio de alta pureza, componentes que trazem à tona sua desvantagem. Entretanto, em contrapartida, consegue-se obter alto rendimento, de 40% a 60%. Se comparado a carros elétricos ainda temos a vantagem da autonomia, pois um grande empecilho ainda existente em carros elétricos é sua autonomia de rodagem e dificuldade de abastecimento, problema não presente em um carro a célula PEM FC.

Temos como objetivo estudar a aplicação da célula PEM FC energeticamente em automóveis devido a problemas de rendimento e ambientais.

DESENVOLVIMENTO

A célula de hidrogênio é um transdutor eletroquímico, transformando energia química em elétrica. A partir da eletrólise da água, há uma separação do gás hidrogênio e oxigênio, podendo o hidrogênio ser usado para diversos fins, entretanto, nosso objetivo será gerar energia tendo como resíduo água.

Pilhas comuns armazenam energia elétrica, já a célula a combustível é um dispositivo contínuo de conversão de energia química para elétrica, a ideia é obter a energia liberada diretamente na forma de energia elétrica, fazendo com que o rendimento aumente. A reação se dá pela seguinte forma:



Células PEM FC possuem diversas camadas responsáveis pelo seu funcionamento, são elas: ânodo, cátodo, MEA e camada difusora de gás (GDL).

O MEA (Membrane Electrode Assemblies), também conhecido como conjuntos de eletrodo e membrana, é responsável pela produção elétrica. Constitui-se de camadas finas intercaladas, normalmente entre 50 a 175 micrômetros de espessura, com o intuito de diminuir a resistência à passagem de prótons, feito em folhas largas para aumentar a superfície de contato. No centro, há a membrana eletrolítica, ou nafion, envolta à membrana existe uma camada catalisadora, composta por platina (geralmente em pó). Junto às cadeias de nafion há cadeias laterais de ácido sulfônico, com o papel de absorver água para então haver livre movimento dos íons de hidrogênio e passagem de elétrons, de um lado para o outro da membrana, sobre a forma de íons de hidrônio. Como ilustrado na Figura 1.

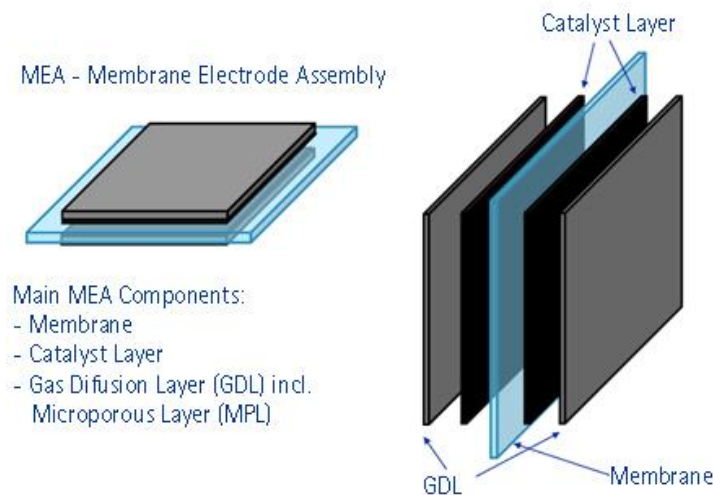


Figura 1 – Ilustração de uma célula a combustível.
Fonte: Merck Performance Materials.

O ânodo e o cátodo são eletrodos em forma de placa, responsáveis pela oxidação e redução respectivamente. O ânodo oxida o combustível, no caso o hidrogênio, gerando assim um íon H^+ com carga positiva e um elétron de carga negativa após a reação. Através de um fio, o íon de H^+ vai para o cátodo enquanto o elétron sai para gerar energia elétrica. Por sua vez, no cátodo ocorre a redução do oxigênio que com a chegada do íon de H^+ , se juntam e formam o rejeito, no caso água, que é jogado para fora do sistema. Assim como sugerido a Figura 2.

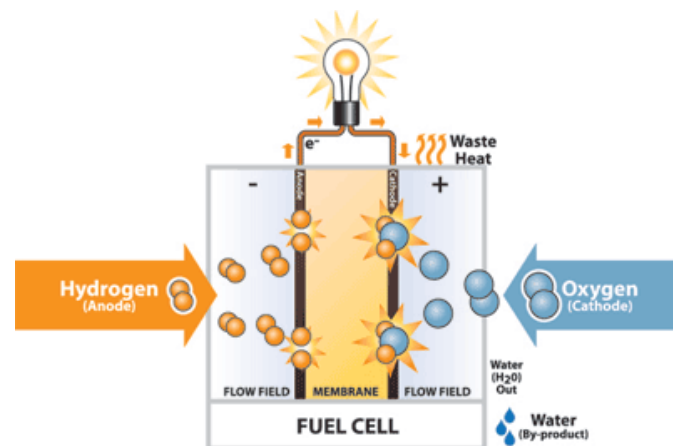


Figura 2 – Ilustração de funcionamento da célula a combustível.
Fonte: Battery Power.

O GDL, ou camada de gás difusora, é uma camada dupla estando dos dois lados da célula, é uma parte vital de um MEA devido sua função de minimizar o alagamento e aumentar o contato eletrônico. É formado por uma camada de carbono macro poroso, geralmente papel carbono, possui o intuito de facilitar a entrada, saída e distribuição dos gases reagentes, isso proporciona, simultaneamente, boa condutividade elétrica e permite que a água seja retirada do sistema. Também há uma segunda camada, junto à camada catalisadora, feita com pó de carvão, junto a um material hidrofóbico, esta camada possui a função de repelir a água do sistema. Com mais uma camada, o campo de canais de fluxo, que é por onde passam os gases a serem difundidos nos eletrodos, a GDL está completa. Essas camadas se repetem nos dois lados da célula. Representação que está contida na Figura 3.

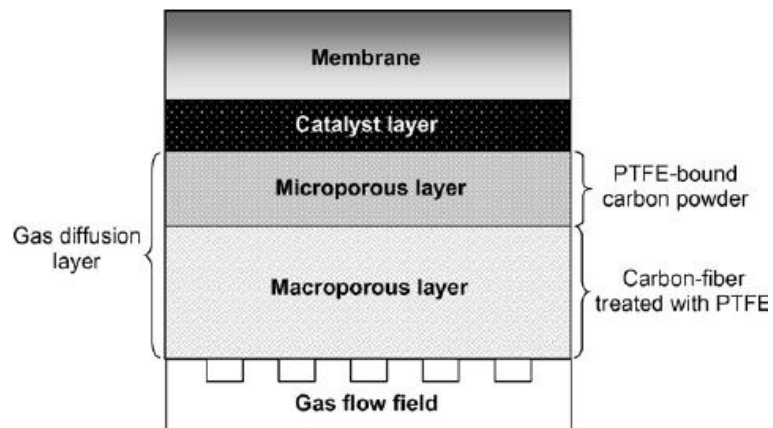


Figura 3 – Ilustração de um GDL.
Fonte: Researchgate.

O diferencial da célula PEM FC está em seu centro, um material plástico e sólido que possui a capacidade de transportar cargas positivas quando está úmido, essa membrana é a membrana de troca de prótons, ou Nafion[®], também chamada de Teflon[®], é um material isolante de elétrons livres, ou seja, isolante elétrico. Possui a capacidade de gerar energia elétrica quando há passagem de elétrons através de si. A célula é esquematizada na Figura 4.

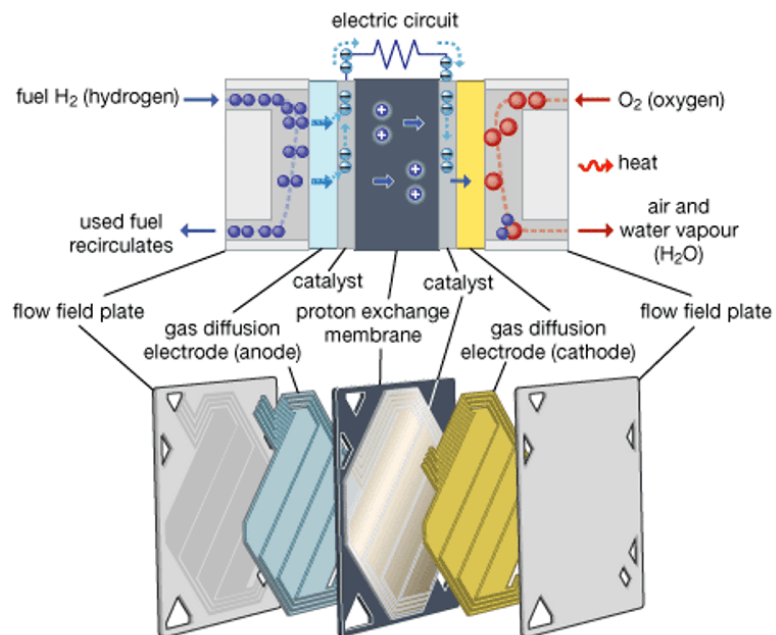


Figura 4 – Composição das células de hidrogênio.
Fonte: Blog Automóveis Elétricos.

Diferente de carros elétricos, um carro funcionando a partir de células PEM FC não possui problemas em autonomia de rodagem e abastecimento, devido ao baixo consumo de água no processo não há necessidade de abastecimento constante. Em questão de autonomia, temos que observar como funcionaria o carro, a célula produziria energia constantemente para recarregar a bateria, o que tornaria necessário uma bateria com menor potência, servindo apenas para ser usada antes da produção energética ser iniciada e após iniciada a

produção haveria sua recarga. Segundo Baran (2012), carros elétricos chegam a ter 500 km de autonomia, o que seria um grande problema em longas viagens.

Para pesquisa, utilizamos um modelo de carro em escala (demonstrado na Figura 5), no qual há uma célula PEM FC de 18 cm² de área, fornecendo energia para carregar uma bateria interna, utilizada para mover o veículo.



Figura 5 – Carrinho movido à energia produzida
Através da célula de hidrogênio.
Fonte: Greenest Technologies.

Fizemos diversos testes para descobrir como obter o melhor rendimento possível de uma célula PEM FC. Entre eles, testes com água de torneira, água destilada, e ainda mistura de ambos os tipos de água com um sal, utilizamos 1,5 gramas de NaCl.

Com o uso de voltímetro, foi possível medir a corrente produzida ao final do processo na célula em cada um dos testes realizados. Após a coleta de dados, foram comparados entre si e entre a corrente elétrica utilizada para eletrolise com o intuito de obter o rendimento final proporcional. Através de estudo teórico, pudemos chegar à conclusão a respeito da viabilidade e vantagem.

Ao término da nossa pesquisa prática e teórica, foi possível constatar que com o uso de um sal junto à água obtém-se maior rendimento, e se combinado com água destilado é ainda maior. Chegamos bem próximo ao rendimento teórico de 60%, rendimento muito maior comparado a um motor à combustão, por exemplo, que possui rendimento entre 22% e 30%, rendimentos esses expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados do experimento

Tipo de fluido	Quantidade de Volts	Rendimento
Água da torneira	1.80V	41,73%
Água destilada	1.85V	50,41%
Água da torneira + NaCl	1.89V	53,65%
Água destilada + NaCl	1.90V	54,47%

Percebemos que o segredo para aumentar o rendimento da célula (sem mudar o metal utilizado, pois isso implicaria em aumento de custo) está em mudar o sal, pois chegamos a obter diferença de até 11,92%, com a adição de sal. Logo, o problema do alto custo foi parcialmente solucionado, acreditamos ainda que com o uso de um sal mais eletrocarregado, com mais elétrons, podemos aumentar ainda mais a eficiência da célula.

CONCLUSÃO

Apesar de possuir alto custo, a célula PEM FC apresenta uma forma viável de obtenção energética devido ao seu alto rendimento energético (comparado com motores a combustão), grande autonomia (comparado com carros elétricos) e fácil implementação, pois produz diretamente energia elétrica, o que tornaria necessário apenas uma bateria para armazenamento da energia gerada, um tanque de armazenamento de hidrogênio e uma fonte primária elétrica para a eletrolise, podendo ser uma simples bateria de baixa potência. Ainda há a vantagem de não haver emissão de poluentes, devido ao rejeito ser água, e possui até a possibilidade de reutilização dessa água para fins diversos. Com baixo custo de manutenção e pouca necessidade de reabastecimento, se torna um dispositivo fácil de lidar. Posto isto, seria de fácil implementação em automóveis de funcionamento elétrico, apenas necessitando o estudo de possíveis modificações em sua mecânica para melhor funcionamento adaptado e melhor eficiência. Porém, ao se levar em consideração o baixo rendimento dos atuais motores automotivos, a utilização da célula PEM FC se torna altamente atrativa.

REFERÊNCIA

NUNES, B. J; DUARTE, A. C. **Projecto dum Sistema de Energia a partir duma Célula de Hidrogênio**. FEUP – Faculdade de Engenharia de Porto. 2005.

CONELHEIRO, L. T. P; Luciano, A. **Desenvolvimento de um sistema gerador de hidrogênio gasoso para utilização como combustível alternativo em veículos automotores**. In: VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. 2012.

COSTA, E. L., et al. **Estudo sobre células a combustível de hidrogênio através da eletrólise da água: um desafio a engenharia nacional**. UFOP – Universidade Federal do Oeste do Pará.

FRANCHI, Thales Prini. **UTILIZAÇÃO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL TIPO PEM COMO ALTERNATIVA NA GERAÇÃO AUXILIAR EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE GRANDE PORTE**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

SANTOS, Fernando Miguel Soares Mamede Dos; SANTOS, Fernando Antônio Castilho Mamede dos. **O COMBUSTÍVEL “HIDROGÊNIO”**. Instituto Superior Politécnico de Viseu. Portugal.

SCHMAL, Martin. **ENERGIA A PARTIR DE HIDROGÊNIO**. COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Química. Rio de Janeiro. 2009.

SANTORO, Thais. **ESTUDO TECNOLÓGICO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL**

EXPERIMENTAIS A MEMBRANA POLIMÉRICA TROCADORA DE PRÓTONS. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares. São Paulo. 2004.

LENZ, André Luis. **Como uma Célula de Combustível e o Hidrogênio Funcionam.** São Paulo, jun. 2013. Disponível em: <<http://automoveiseletricos.blogspot.com.br/2013/06/como-uma-celula-combustivel-e-o.html>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

BARAN, Renato. **A Introdução de Veículos Elétricos no Brasil: Avaliação do Impacto no Consumo de Gasolina e Eletricidade.** COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro. 2012.

LOGÍSTICA NO SISTEMA PORTUÁRIO DO ESPÍRITO SANTO – ES

Carla Mendonça Depollo¹; Celso Ferreira Delocco²; Lorryne Barbosa Pôrto³; Vália Cruz Ribeiro⁴; Leticia dos Santo Sciortino⁵; Daniela Coelho Andrade Vicente⁶.

1. Acadêmica de Engenharia Civil na Faculdade Multivix de Vitória-ES.
2. Acadêmica de Engenharia Mecânica na Faculdade Multivix de Vitória-ES.
3. Acadêmica de Engenharia Mecânica na Faculdade Multivix de Vitória-ES.
4. Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Professora do Curso de Engenharia, da Faculdade Multivix da Serra-ES e de Vitória-ES, da Disciplina de Logística Empresarial.
5. Acadêmica de Engenharia Mecânica na Faculdade Multivix de Vitória-ES.
6. Acadêmica de Engenharia Mecânica na Faculdade Multivix de Vitória-ES.

RESUMO

O presente artigo científico tem como objeto de pesquisa: quais são os problemas da logística portuária do estado do Espírito Santo, bem como suas potencialidades? Para isso, optou-se como objetivo geral averiguar a situação da logística portuária do referido Estado. Na busca por esse conhecimento utilizou-se como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica por possibilitar maior aprofundamento teórico, e estudo de caso por investigar o contexto da realidade pesquisada (GIL, 2010). Recorreu-se a autores como Ballou (2006), Rosa (2010), Novaes (2015), Bowersox e Closs (2001), dentre outros. O estado do Espírito Santo apresenta grande vocação logística considerando sua posição geográfica e infraestrutura disponível (PAZ, 2003). Entretanto, faz-se necessário ampliar e qualificar a infraestrutura atual.

Palavras-chave: Logística. Logística Portuária. Espírito Santo.

ABSTRACT

This scientific article has a research object: What are the port logistics problems in Espírito Santo State, as well as its potential? For this, we choose the general objective to check the situation of port logistics of that state. In the search for this knowledge it was used as methodological procedures literature by enabling deeper theoretical and case study for investigating the researched reality context (GIL, 2010). It appealed to authors like Ballou (2006), Rose (2010), Novaes (2015), Bowersox and Closs (2001), among others. Espírito Santo State has great logistics vocation considering its geographical position and available infrastructure (PAZ, 2003). However, it is necessary to widen and improve the current infrastructure.

Keywords: Logistics. Port Logistics. Espírito Santo.

1 INTRODUÇÃO

A logística existe desde a invenção da humanidade na produção de alimentos junto às margens de rios e próxima às residências dos produtores. Com a necessidade de expansão dos excedentes e ampliação das trocas de mercadorias, com vistas à diversidade de produtos, ela passou a ser fundamental e mais requisitada (BALLOU, 2006). Além disso, a produção em excesso, transformou-se em estoque. (GONÇALVES, 2007 apud BATISTA; SOARES; PASSARELO, 2014)

Historicamente, a logística foi ampliando seu mercado perpassando pelas questões individuais, de guerra e de distribuição de bens e serviços no mercado econômico e financeiro. (BALLOU, 2006; BRASIL, 2015; NOVAES, 2015)

Atualmente, a logística é concebida a partir do conceito de SCM – *Supply Chain Management* (gerenciamento da Cadeia de Suprimento) (NOVAES, 2015; BALLOU, 2006), perpassando da Administração Burocrática para a Administração Gerencial (ROSA, 2010, p. 16). “A logística envolve a integração de informações, transporte, estoque, armazenamento, manuseio de materiais e de embalagem [...]”. (BOWERSOX; CLOSS, 2001)

Diante desse processo sócio-histórico, pretende-se discutir, conhecer e aprofundar a seguinte questão de pesquisa: quais são os problemas da logística portuária do estado do Espírito Santo, bem como suas potencialidades? Para isso, elencou-se como objetivo geral desse estudo averiguar a situação da logística portuária do estado do Espírito Santo. Para alcançar esse objetivo estabeleceram-se como objetivos específicos estudar sobre a concepção de logística; da logística portuária; da logística portuária do estado pesquisado; e conhecer as políticas que adentram a temática.

O presente estudo tem cunho de pesquisa social por ter como objetivo a descoberta de respostas para questões consideradas problemas mediante o emprego de procedimentos científicos. Nele, privilegiou-se a pesquisa exploratória pela finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, por meio de levantamento bibliográfico e estudo de caso, a partir do materialismo histórico que fundamenta o método dialético definido por Marx e Engels que discutem a estrutura econômica (ou infraestrutura) como base de uma superestrutura jurídica e política que correspondem à forma de consciência social ou ideológica. (GIL, 2010)

Segundo Gil (2010, p. 27), “pesquisas exploratórias são desenvolvidas com objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato [...]”. “A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos [...]” (GIL, 2010, p. 50). Já, o estudo de caso caracteriza-se pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de forma de possibilitar a ampliação do conhecimento e seu detalhamento.

De acordo com Yin (2005, p. 32 apud GIL, 2010), o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade. Esse tipo de estudo foi privilegiado devido a explorar situações cujos limites não estão claramente definidos e, também, por possibilitar descrevê-las. Nessa direção, recorreremos a informações sobre o sistema portuário do estado do Espírito Santo via livros, artigos científicos e sites oficiais na internet.

No Brasil, o transporte marítimo corresponde a mais de 90% do transporte internacional (BRASIL, 2015). A partir da década de 70, o governo federal passou a dar mais ênfase para o desenvolvimento dos modos ferroviário e hidroviário, ampliando recursos para a construção e reconstrução da malha ferroviária e dos terminais portuários de minérios e grãos, assim como no desenvolvimento da marinha mercante brasileira (CASTRO, 2011). Já o estado do Espírito Santo tem um complexo portuário que é considerado um dos

maiores da América Latina e movimentam cerca de 45% do Produto Interno Bruto estadual. (ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2015)

2 UM PEQUENO PASSEIO PELO PROCESSO HISTÓRICO DA LOGÍSTICA

A logística, surgiu para otimizar a produção e distribuição de alimentos por meio de transporte que fosse capaz de garantir a movimentação de gêneros por territórios mais distantes, ampliando o mercado e o acesso à diversidade de alimentos para mais pessoas, não sendo mais necessário que a população ficasse confinada ao espaço produtivo. (BALLOU, 2006)

Segundo Novaes (2015), o conceito de logística esteve presente desde a Segunda Guerra Mundial, na qual os generais precisavam de uma equipe que pudesse providenciar o deslocamento de munição, equipamentos, kit de primeiros socorros e suprimentos até o campo de batalha.

A logística é definida como a colocação do produto certo, na quantidade certa, no lugar certo, no prazo certo, na qualidade certa, com a documentação certa, ao custo certo, produzindo no menor custo, da melhor forma, deslocando mais rapidamente, agregando valor ao produto e dando resultados positivos aos acionistas e clientes. Tudo isso, respeitando a integridade humana de empregados, fornecedores e clientes e a preservação do meio ambiente. (ROSA, 2010, p.17)

Sendo que, “a responsabilidade operacional da logística está diretamente relacionada com a disponibilidade de matérias-primas, produtos semi-acabados, no local onde são requisitados, ao menor custo possível”. (BOWERSOX; CLOSS, 2001, p. 20)

A logística nas empresas era confundida como transporte e armazenagem, pois o conceito básico de transporte era somente o deslocamento de materiais. (NOVAES, 2015)

Na década de 60, as indústrias automobilísticas estavam sendo implantadas no território brasileiro, logo, fez-se necessária uma análise para verificar qual meio é mais viável de transportar veículos automotivos que saiam da fábrica de São Bernardo do Campo com destino a Recife, sendo que as rodovias brasileiras, na época, eram precárias. Então, a indústria achou mais viável utilizar o transporte marítimo de cabotagem, que consideravam uma boa alternativa, mas o que as empresas valorizavam era o cumprimento do prazo de entrega para seus clientes. (NOVAES, 2015)

No Brasil, nos anos de 1980, seguindo uma tendência mundial inaugurada por Margareth Thatcher na Inglaterra, nos anos de 1980, foi proposta uma reforma do Estado cujas metas estão sintetizadas no Plano Diretor da Reforma do Estado do Ministério da Administração e Reforma do Estado – MARE, depois extinto. O plano propunha a substituição da Administração Burocrática, baseada nos princípios de Max Weber, pela Administração Gerencial, considerada mais ágil e moderna e que superaria as deficiências da primeira. (ROSA, 2010, p.16)

Historicamente, a logística empresarial já era utilizada pelos indivíduos, mesmo sendo seu estudo considerado novo. Ela é um campo da gestão integrada das áreas de finanças, marketing e produção, que atua na movimentação/armazenagem. (BALLOU, 2006) Atualmente, a logística é pautada de acordo com o moderno conceito de SCM – *Supply Chain Management* (gerenciamento da Cadeia de Suprimento), pois é um termo que capta a essência da logística integrada e inclusive a ultrapassa (NOVAES, 2015; BALLOU, 2006).

Portanto, a logística empresarial vem evoluindo a cada momento e agregando valores de lugar, de tempo, de qualidade e de informação à cadeia produtiva e ao consumidor. (NOVAES, 2015)

O Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior Secretaria de Comércio Exterior no Departamento de Operações de Comércio Exterior Coordenação-Geral de Logística, Regimes Aduaneiros, Crédito e Financiamento em documento orientador compreende a logística como sendo:

[...] atividades de comércio e a necessidade de interação com outras localidades revelam a importância do transporte de mercadorias e pessoas no desenvolvimento de uma região. A zona produtora precisa distribuir seus produtos para a zona de consumo. A utilização racional dos meios de transportes oferecida a preços razoáveis influi significativamente na competitividade dos produtos comercializados. O comércio exterior demanda eficiência na produção e na negociação das mercadorias. A colocação de produtos no mercado externo exige o aproveitamento adequado dos meios de transporte disponíveis [...]. (BRASIL, 2015, p. 01)

Para transportar as mercadorias deve-se observar a natureza da carga transportada, aspectos como: perecibilidade, fragilidade, periculosidade, dimensões e pesos considerados especiais. A carga pode ser classificada em carga geral, a granel, frigorificada, perigosa e neo-granel. A logística de distribuição de mercadorias envolve uma adequada relação entre embalagem e o modal a ser utilizado. Observando-se, também, o grau de exposição a danos físicos, o meio no qual será armazenado e a frequência de manuseio devem ser considerados. Além disso, as características de resistência, tamanho e configuração, considerando o empilhamento máximo e a estabilidade das mercadorias no armazenamento. A partir dessas características, escolhem-se os modais de transporte levando em conta critérios de menor custo, capacidade de transporte, natureza da carga, versatilidade, segurança e rapidez. Diante dos modais, os transportes são classificados em: terrestre: rodoviário, ferroviário e dutoviário; aquaviário: marítimo e hidroviário; e aéreo. (BRASIL, 2015)

No Brasil, o transporte marítimo responde por mais de 90% do transporte internacional. Os portos desempenham um papel importante como elo entre os modais terrestres e marítimos. Tem função adicional de amortecer o impacto do fluxo de cargas no sistema viário local por meio de armazenagem e da distribuição física. Apresenta como vantagens a superioridade em capacidade de carga, carrega qualquer tipo de carga e tem menor custo. Já suas desvantagens são a necessidade de transbordo nos portos, distância dos centros de produção, maior exigência de embalagens; menor flexibilidade nos serviços aliados a frequentes congestionamentos nos portos. (BRASIL, 2015)

2.1 SISTEMA DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA PORTUÁRIA MARÍTIMA: UMA RELAÇÃO NECESSÁRIA PARA A ECONOMIA

Ao fazer uma análise da importância do sistema de transporte eficaz, é necessário comparar a economia de uma nação desenvolvida com uma que está em desenvolvimento. Dessa forma, constata-se que há importância dos transportes no alto nível de atividade para economia (BALLOU, 2006). Entretanto, como o Brasil ainda se encontra em processo de desenvolvimento de sua infraestrutura, conforme se pode verificar no relatório final do Ministério dos Transportes ao reavaliar o Plano Nacional de Logística e Transportes (2012),

o país mostra uma necessidade de muitas intervenções políticas, econômicas e de infraestrutura.

Segundo Ballou (2006), o sistema de transporte vem se desenvolvendo rapidamente, com isso, vem surgindo concorrências diretas e indiretas, uma competição que analisa, ao mesmo tempo, qual seria um transporte mais viável, de baixo custo, rápido e principalmente de alta qualidade. À medida que os avanços tecnológicos vêm se aperfeiçoando, os navios de grande porte vêm apresentando navegações via satélite, radar, batímetros e pilotos automáticos, o que contribuem para um serviço com qualidade e pontualidade.

Para Rosa (2010), o transporte é considerado um indutor principal para o desenvolvimento de qualquer região e país. Ele é um dos elementos importantes para o crescimento social e econômico de um país.

Nesse sentido, com um transporte eficaz e rápido será possível aplicar mercadorias em diversos lugares, seja nas Américas ou em qualquer lugar do mundo. E também significa que essas aplicações terão um custo de produção mais baixo. As opções de serviços disponíveis giram em torno de cinco modais básicos – hidroviário, ferroviário, rodoviário, aeroviário e dutoviário –, diante das quais os serviços de transporte caracterizam desempenho cobrado a um determinado preço. A partir dessas opções, os clientes ou usuários poderão selecionar uma combinação de serviço que lhes favorecem a melhor combinação de qualidade e custo. (BALLOU, 2006)

Os serviços aquaviários são fornecidos em todas as formas legais, tendo como objetivos transportar cargas líquidas em graneleiros e outros de grandes volumes, como carvão e cereais. O transporte aquaviário e, especialmente transportes internacionais, lidam com produtos altamente valorizados e essas cargas são transportadas em contêineres e em navios porta-contêiner. Os valores financeiros em relação às perdas e danos no transporte hidroviário são considerados baixos em relação a outros modais (BALLOU, 2006). Já no sistema modal marítimo, o transporte feito por navios e barcas oceânicas faz necessário que haja portos possíveis para carregamento e a descarga das cargas transportadas. Neste modal são apresentados dois tipos de transporte: a cabotagem e longo curso. A cabotagem realiza transportação entre portos do mesmo país, o longo curso transporta entre portos de diferentes países. (ROSA, 2010)

A política do Governo Federal para o setor de transportes voltado para infraestrutura, nas últimas duas décadas, tem apresentado como características para o transporte de cargas três pilares: o processo de desestatização, o projeto de reorganização portuária e o programa de concessões de rodovias no qual:

[...] projeto de reorganização portuária: além da implementação do projeto de reorganização geral dos portos, foi implantada, também, no subsetor portuário, a abertura à participação de usuários privados, assim como a concessão da administração e exploração de alguns portos menores e de instalações específicas de grandes portos, tais como terminais de contêineres, de automóveis e de movimentação de granéis sólidos; [...]. (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012, p. 20)

Diante do exposto, percebe-se claramente que a política nacional adere e incentiva a privatização na atuação da gestão logística, seja no nível nacional ou estadual. Além disso,

a elaboração e consolidação de uma política mais eficaz ainda caminham morosamente, considerando que sua malha hidroviária nacional conta com apenas: Amazônico 22%, Centro-Norte 13%, Centro-Sudeste 26%, Leste 3%, Nordeste Meridional 27% e Nordeste Setentrional 9% (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012); refletindo sua condição de país em desenvolvimento.

Segundo o relatório final do Ministério dos Transportes (2012), no Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do Plano Nacional de Logística e Transportes, a distribuição modal de transportes no Brasil apresenta a seguinte proporção: 52% rodoviário, 30% ferroviário, 8% cabotagem, 5% hidroviário e 5% dutoviário. Esses percentuais são referentes à participação de cada modal que é estimado em função das quantidades de toneladas-quilômetro-úteis (TKUs) de cada modal.

A partir desses dados, é possível identificar uma imensa distorção entre a malha viária apresentada e a malha necessária para ampliar o desenvolvimento econômico do país comparando com, por exemplo, os Estados Unidos, que apresenta distribuição mais equivalente. Além disso, há grande discrepância na distribuição da malha viária entre as próprias regiões no interior do Brasil (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012; ANTT, 2002 apud PAZ, 2003), o que faz com que uma região seja mais desenvolvida economicamente do que outra. Um ponto importante a ser considerado é a questão do volume de investimento do poder público para os estados que possuem malha hidroviária, considerando o jogo de poder dos representantes políticos bem como dos empresários. (ROSA, 2010)

2.2 LOGÍSTICA PORTUÁRIA NO ESPÍRITO SANTO – ES

O estado do Espírito Santo está localizado na região sudeste do Brasil com uma área territorial de 46.184,1 km². Apresenta excelente potencial na integração de diversos modais de transportes, haja vista suas fronteiras com o Oceano Atlântico e demais estados que compõem sua região, conforme se verifica na figura 01. A sua logística constitui um dos fatores estratégicos para seu desenvolvimento social e econômico local. Devido sua localização, o estado possui um diferencial competitivo do segmento logístico por causa da proximidade com os grandes centros produtores e de produção, afirmando a vocação capixaba para esse setor. (PAZ, 2003)



Figura 01 – Complexo Logístico do estado do Espírito Santo – ES Fonte: Disponível em: <<http://www.blicomex.com.br/infraLog.aspx>> Acesso em: 09 nov. 2015.

Observa-se na figura 01 que o complexo logístico do estado é extenso e muito requisitado, pois segundo o governo do estado do Espírito Santo (2015) seu complexo portuário é um dos maiores da América Latina, sendo de extrema importância para o desenvolvimento local. O estado conta com portos, aeroportos, ferrovias, estradas e empresas que formam um eficiente complexo logístico com capacidade para movimentar os mais diversos tipos de mercadorias.

Constituindo-se responsável por cerca de 9% do valor exportado e por 5% do valor importado pelo país. Já em nível estadual movimenta cerca de 45% do Produto Interno Bruto. Tem uma estrutura que permite a movimentação de diversos tipos de carga. O

complexo portuário é composto por: Porto de Vitória, Porto de Tubarão, Porto de Praia Mole, Porto de Ubu, Portocel, Terminal Vila Velha (TVV) e a Companhia Portuária de Vila Velha.

Segundo o Jornal Folha Vitória (2015), o Espírito Santo é um dos estados que mais cresce no Brasil por causa de sua ampla exportação de café, fruticultura, minério, mármore e granito. E, também, pelo desenvolvimento no segmento de petróleo e gás.

Para os especialistas do setor, a integração logística do Estado depende de muito mais que a dragagem do canal de acesso ao Porto de Vitória. A integração entre modais é fundamental para compensar as perdas causadas pelo fim do Fundap e recuperar a competitividade do Espírito Santo [...] Um cenário que o Palácio Anchieta vem atuando para tornar possível. Um plano de desenvolvimento logístico foi apresentado pelo Governo do Estado. Baseado na integração de investimentos privados e dos governos estadual e federal, o Proedes Logística aposta na criação de corredores logísticos para integrar todas as regiões do Espírito Santo. (VITÓRIA, 2014, p. 01)

Ainda nessa reportagem, em entrevista ao Jornal Folha Vitória, o ex-governador Renato Casagrande afirmou que o estado melhorou sua capacidade de investimento para ter eixos logísticos de integração entre as microrregiões no interior do estado, com os outros estados e com as áreas portuárias para se integrar com o mundo. Que desde 2013, o governo do Estado desenvolve ações voltadas para a integração logística por meio do Proedes¹, para criar um ambiente de alto padrão no setor e promover o desenvolvimento igualitário em todas as regiões. Entretanto, é preciso aumentar a infraestrutura e a iniciativa privada para poder contribuir com investimentos mais rápidos (VITÓRIA, 2014).

Segundo Fonseca (2014 apud VITÓRIA, 2014), diretor da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), a criação de um Porto de Águas Profundas pela iniciativa privada pode ser uma das alternativas para o estado, haja vista o impasse entre autoridades locais e federais.

A Lei dos Portos (12.815, de 5 de junho de 2013) sancionada pelo governo federal estabelece um novo marco regulatório para o setor, abrindo espaço para concorrência entre portos públicos e privados, conforme sinalizava o relatório final do PNLT (2012).

Entretanto, a ausência de estrutura eficiente e eficaz para o transporte e escoamento de cargas sempre foi e continua sendo apontada como um dos principais limites para o dinamismo da economia capixaba. Portanto, investimentos privados são apontados como uma solução para tal questão.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao passear pela história da logística, constata-se que ela existe desde que o mundo é mundo. Inicialmente, sem uma terminologia específica e até mesmo sem conhecer sua especificidade e potencialidades. Porém a partir da própria necessidade humana na produção, estocagem e excedente de alimentos, e também em outros fatos históricos como as estratégias de guerras (BALLOU, 2006) e com a passagem da estrutura econômica do feudalismo para o capitalismo, a logística vem ganhando forças e mais importância no

¹ Proedes – Programa de Desenvolvimento Sustentável do Espírito Santo. Disponível em: <www.es.gov.br/programa_de_deenvolvimento> Acesso em: 10 nov. 2015.

planejamento estratégico e na gestão da política econômica em âmbito mundial. (ROSA, 2010)

O Brasil e especificamente o caso do estado do Espírito Santo se incluem nesse avanço por serem considerados de grande potencialidade em seus complexos portuários, haja vista suas posições territoriais e malhas modais. Além disso, por sua infraestrutura, matérias-primas e produtos.

Como vimos, o complexo logístico portuário do estado do Espírito Santo tem como vantagens a integração de diversos modais, sua localização territorial, a superioridade em capacidade de carga, a proximidade com grandes centros produtores, movimentando mercadorias por meio de cabotagem e de longo curso (PAZ, 2003). Porém, suas desvantagens estão interligadas à necessidade de ampliação de infraestrutura devido ao transbordo nos portos, congestionamento nos centros de produção e nos portos, urgência na drenagem do canal de acesso ao Porto de Vitória, privatização da gestão, dentre outros aspectos. Precisando de mais investimentos na infraestrutura e ampliar a integração da malha de modais dentro e fora do estado, assim como do país.

Portanto, o estado do Espírito Santo tem uma logística portuária que contribui para o desenvolvimento econômico e social tanto a nível estadual quanto nacional, apesar da necessidade de ampliação da infraestrutura atual.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/ logística empresarial**. Tradução Raul Rubenich. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BATISTA, Antônio Carlos Andrade; SOARES, Diego Cordeiro; PASSARELLO, Jhonathan. **X Encontro mineiro de Engenharia de Produção – Logística: organização, transporte, armazenagem e estocagem**. Estudo de caso da companhia portuária de Vila Velha – ES. Juiz de Fora, 2014

BOWERSOX, Donald J.; CLOS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. Tradução Equipe do Centro de Estudos em Logística, Adalberto Ferreira das Neves. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. **Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior secretaria de comércio exterior**. Departamento de Operações de Comércio Exterior Coordenação-Geral de Logística, Regimes Aduaneiros, Crédito e Financiamento Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/secex/logistica/logistica.pdf>. Acesso em: 27 out. 2015^a

_____. **Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013 – Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm. Acesso em: 11 nov. 2015.

CASTRO, Newton de. Privatização e regulação dos transportes no Brasil. In: MARTINS, Ricardo Silveira; CAIXETA-FILHO, José Vicente (Org.). **Gestão Logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2011.

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Porto**. Disponível em:
<http://www.es.gov.br/EspiritoSanto/paginas/portos.aspx>. Acesso em: 09 nov. 2015.

Folha Vitória. Disponível em: <http://www.folhavoria.com.br/economia/blogs/logistica-e-a-solucao>. Acesso em: 09 nov. 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicos de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Plano Nacional de logística e transportes – projeto de reavaliação de estimativas e metas PNLT – relatório final**. Brasília: Secretaria de Política Nacional de Transportes/SPNT/MT, 2012.

NOVAES, Antonio. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 4. ed, 2015.

PAZ, Mivaldo de França. **Um exame das potencialidades e limitações da estrutura logística como fator de competitividade para o estado do Espírito Santo**. Recife, 2003. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Economia, 2003.

ROSA, Rodrigo de Alvarenga. **Gestão logística**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2010.

VITÓRIA. **Medida provisória dos portos**.

<http://www.folhavoria.com.br/economia/blogs/logistica-e-a-solucao/2013/06/03/medida-provisoria-dos-portos-e-celebrada-por-politicos-e-empresarios-capixabas>. Acesso em: 09 nov. 2015.