

ANÁLISE EVOLUTIVA DOS TANQUES DE COMBUSTÍVEL DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS - DO METAL AO PLÁSTICO

Ramon Maia Brasileiro¹, Luciano da Silva²

¹Pós-Graduando em Engenharia Automotiva – Senai Cimatec, Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Sergipe, Engenheiro de Produto - Ford Motor Company do Brasil

² Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia Mecatrônica, Univesidade Tiradentes/SE

E-mails: ramon.ufcg@gmail.com, trixluc@hotmail.com.

ABSTRACT

With the evolution of plastics materials, many industries began to apply them more intensely on their products. It is no different in automotive industry; this article exemplifies the reasons why through time the companies chose to use plastic materials in fuel tank production. In order to show the evolution of this component, in this paper was performed several comparisons between metal and plastic fuel tanks from the following points: safety, fire resistance, weight, design, process and emissions. We have observed that even the metal and plastics tanks converged in some points and meet all market requirements, automotive industry usually uses plastic material due to the lower price and easier production.

Keywords: Fuel tank, plastic, metal, polyethylene, steel.

RESUMO

Com a evolução dos materiais plásticos, muitas indústrias passaram a aplicá-los mais intensamente em seus produtos. Na indústria automotiva não poderia ser diferente, e este artigo exemplifica os motivos pelos quais ao longo do tempo se optou por utilizar o plástico na produção dos tanques de combustíveis. Com o objetivo de mostrar a evolução deste componente, neste trabalho foram realizadas diversas comparações entre os tanques metálicos e plásticos a partir dos seguintes itens: segurança, resistência ao fogo, peso, forma, processo e emissões. Pudemos constatar que mesmo os tanques metálicos e plásticos convergindo em alguns pontos e cumprirem as exigências de mercado, geralmente as indústrias automotivas optam pelo material plástico pela maior facilidade na produção e menor preço.

Palavras-chaves: Tanque de combustível; plástico; metal; polietileno; aço.

1. INTRODUÇÃO

A substituição pela indústria automobilística de materiais tradicionais por plástico se deu de forma gradativa ao longo de vários anos, mas apenas nas três últimas décadas é que o ritmo dessa substituição se acelerou. Razões diversas, tanto econômicas, quanto tecnológicas, influenciaram o andamento dessa mudança. As crises do petróleo de 1973 e de 1979 trouxeram a conscientização para o problema da escassez de combustível e para a vulnerabilidade do uso indiscriminado de recursos naturais de fontes não-renováveis. Essas crises podem ser consideradas como o momento decisivo da tomada de posição quanto à construção de carros mais eficientes, seguros, confortáveis e que consumissem menos combustível. Pode-se dizer, porém, que somente após a superação de limitações tecnológicas, com o desenvolvimento de polímeros de alto desempenho, é que os plásticos passaram a fazer parte essencial dos automóveis.

Hoje, considerando-se o volume dos materiais, são usados mais plásticos do que aço na construção de um veículo, devido ao grande número de aplicações que os polímeros encontraram nesse produto. A média de 30 quilos de polímeros empregada por veículo, na década de 70, passou a representar cerca de 180 quilos no final da década de 90 e estima-se que nos próximos anos esse valor ultrapasse 200 quilos¹¹.

Os polímeros podem distinguir-se entre si pelo grau de diferenciação, escala de produção e nível de consumo e, conseqüentemente, valor agregado. Assim, de uma forma geral, os materiais poliméricos tem uma classificação em três grandes grupos: polímeros para usos gerais (*commodities*), polímeros para usos específicos (*quasi-commodities*) e polímeros de alto desempenho (*especialidades*).

Polímeros tipo *commodities* são aqueles produzidos em grande escala, têm baixo valor agregado, não apresentam diferenciação, são utilizados para finalidades gerais e são consumidos em grandes quantidades. Os chamados polímeros *quasi-commodities* são, também, produzidos em grande escala, porém em nível mais baixo do que as *commodities*. Entretanto, *quasi-commodities* apresentam desempenhos diferenciados e propriedades que os fazem ser ideais para determinadas aplicações. Polímeros de especialidades são aqueles que apresentam alto desempenho, são produtos específicos, com propriedades bem definidas e incomuns, tem alto valor agregado e são produzidos em escalas de pequeno porte. A Figura 1 é a representação gráfica desta classificação geral proposta.

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

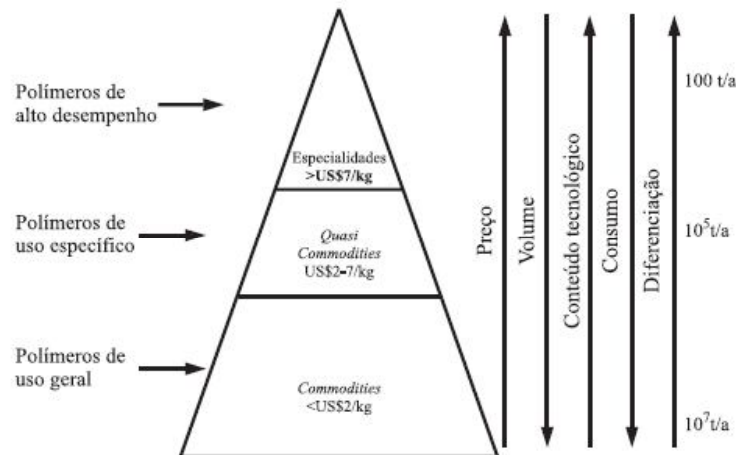


Figura 1 – Classificação dos Polímeros.

Como exemplos de *commodities*, citam-se os polietilenos, o polipropileno, o poli(cloreto de vinila) e o poliestireno. O típico polímero quasi-commodity é o PET, que tem características específicas de plásticos de engenharia e mercado bem direcionado, porém é produzido em grande escala. Poliamidas, ABS, SAN, poliuretanos e policarbonato também podem ser classificados nessa categoria. Entre os polímeros de alto desempenho, podem ser citados o poli(óxido de metileno) (POM) ou poliacetal, politetrafluoroetileno (PTFE), poli(tereftalato de butileno) (PBT), poli(sulfeto de fenileno) (PPS) e polímeros líquido-cristalinos^[2].

Um dos componentes veiculares que podemos tomar como exemplo são os tanques de combustível plásticos fabricados de polietileno de alta densidade, que vem desde então tomando o espaço dos tanques metálicos. A substituição da utilização de tanques de combustível metálicos pelos plásticos ocorreu gradativamente nas montadoras, tendo seu auge nos anos 90 com a implementação de soluções mais eficientes na conformação de plásticos para a aplicação em tanques de combustível. O aumento da complexidade dos projetos de automóveis, o menor custo de produção e a maior facilidade para ter formatos mais complexos foram os principais fatores que contribuíram para as inovações dos tanques de combustível de material plástico.

Neste trabalho iremos abordar as mudanças que ocorreram nos tanques de combustíveis fazendo uma comparação entre as peças metálicas e plásticas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente o mercado está dominado por tanques de combustíveis fabricados em plástico. O primeiro tanque de combustível em material plástico (polietileno) aplicado em automóveis ocorreu em 1967 pela Porsche, no modelo Rally Monte-Carlo. Mas somente em 1976 a Volkswagen foi a pioneira e introduziu um tanque plástico produzido através do processo de sopro moldado em escala de produção, em uma série limitada do “VW-Passat”. Na época a redução de peso foi na ordem de 30% a 40% em comparação ao tanque metálico^[3].

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

Para a fabricação de tanques de combustíveis (principalmente dos reservatórios, como indicado na figura 2) de veículos automotivos geralmente são utilizados dois materiais: chapas de aço e polietileno.

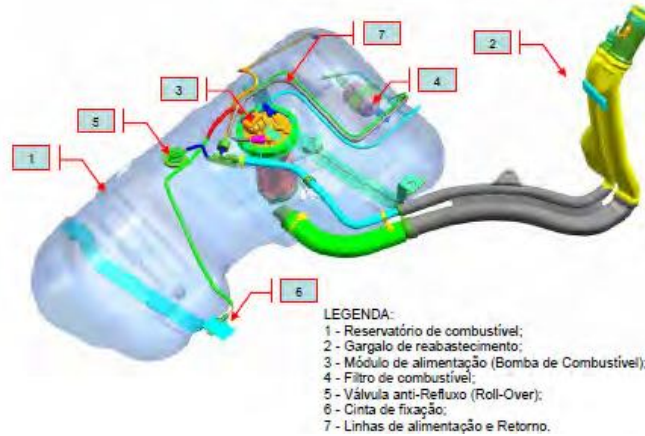


Figura 2 – Tanque de Combustível e seus Componentes Básicos.

2.1 – Chapas de Aço (Baixo Carbono)

Dentro da indústria automobilística as chapas de aço são utilizadas em larga escala desde a estrutura do veículo como o chassi ou o monobloco, até os painéis externos de acabamento como laterais, portas, capô, e tampa do porta-malas, etc. A maior parte do aço utilizado em chapas e folhas para a construção de peças automotivas é de aço baixo carbono e sua aplicação em tanques de combustíveis é utilizada devido às características principais do material: elevada maleabilidade ainda que o custo alto da resistência mecânica para maior facilidade de conformação; boa soldabilidade, essencial no processo de fabricação de tanques; superfícies sem defeitos e características de acabamento.

Aço de baixo carbono é um tipo de metal que contém uma quantidade relativamente baixa de carbono em sua liga. Tipicamente, o teor de carbono varia entre 0,05% e 0,30% e um teor de manganês entre 0,4% e 1,5%. São aços que possuem grande ductilidade, possuem baixa resistência e dureza e alta tenacidade e ductilidade. É usável e soldável, além de apresentar baixo custo de produção. Geralmente, este tipo de aço não é tratado termicamente.

2.2 – Polietileno

Polietileno é um polímero parcialmente cristalino, flexível, cujas propriedades são acentuadamente influenciadas pela quantidade relativa das fases amorfa e cristalina. As menores unidades cristalinas, lamelas, são planares e consistem de cadeias perpendiculares ao plano da cadeia principal e dobradas em zig-zag, para cada 5 a 15nm, embora haja defeitos que são pouco frequentes^[4]. Na figura 3 a seguir podemos ver a estrutura do etileno e a sua cadeia polimérica:

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

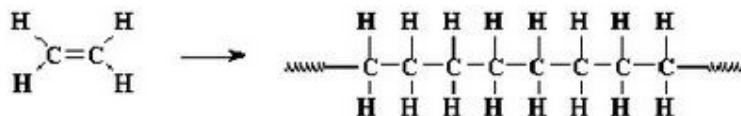


Figura 3 – Estrutura do etileno e a cadeia polimérica do polietileno.

Dependendo das condições reacionais e do sistema catalítico empregado na polimerização, cinco tipos diferentes de polietileno podem ser produzidos: Polietileno de baixa densidade (PEBD ou LDPE); Polietileno de alta densidade (PEAD ou HDPE); Polietileno linear de baixa densidade (PELBD ou LLDPE); Polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM ou UHMWPE) e Polietileno de ultra baixa densidade (PEUBD ou ULDPE).

Para tanques de combustíveis plásticos geralmente o PEAD é o mais utilizado. O PEAD é um plástico rígido, resistente a tração, com moderada resistência ao impacto. Em geral, exibe baixa reatividade química, é estável em soluções alcalinas de qualquer concentração e em soluções salinas, independente do pH e também é relativamente resistente ao calor^[5,6].

2.3 – Processo de Fabricação dos Tanques Metálicos

As propriedades cruciais para um material ser usado na fabricação do tanque de combustível automotivo, mais especificamente na fabricação do reservatório de combustível, são propriedades mecânicas adequadas a esse uso e resistência à corrosão. Em relação às propriedades mecânicas, o material deve possuir boa soldabilidade e deformabilidade. No que diz respeito à resistência à corrosão, a superfície interna do reservatório do tanque deve resistir ao meio combustível, como por exemplo, gasolina, etanol, diesel e biodiesel. A superfície externa deve resistir ao meio atmosférico e a eventuais defeitos na superfície, como arranhões provocados por batidas de pedras^[7]. Os produtores do tanque de combustível metálico já recebem de seus fornecedores as chapas de aço tratadas contra corrosão.

Os tanques de combustível metálicos são fabricados a partir de chapas planas de aço baixo carbono, laminadas a frio e que podem ser pré-pintados, como no caso dos tanques organometálicos. O processo para a fabricação pode ser resumido em seis etapas distintas: Repuxo ou embutimento, estampagem e corte, soldagem das partes superiores e inferiores, soldagem dos componentes do tanque de combustível, pintura, montagem dos componentes e testes de verificação contra vazamentos^[8]. Na figura 4 a seguir está um exemplo de um tanque fabricado com aço carbono:



Figura 4 – Tanque de Combustível Metálico.

O repuxo ou embutimento é uma operação de estampagem onde uma chapa, inicialmente plana, é transformada em um corpo oco sem que haja aparecimento de rugas e trincas. Ela é realizada a frio e, dependendo da característica do produto, em uma ou mais fases de conformação.

A operação de repuxo é efetuada para a conformação das duas metades do tanque de combustível, a parte inferior e a parte superior, deixando sempre um flange no qual serão posteriormente soldadas para formar uma única peça. Em seguida a peça segue para a operação de estampagem e corte, onde são realizados os furos e demais estampagem necessárias para a montagem dos diversos outros componentes do tanque de combustível.

A soldagem por costura, figura 5, consiste de uma série de pontos sobrepostos; é um processo em que o calor causado pela resistência à passagem de uma corrente elétrica na peça é combinado com pressão para produzir a costura. Esta costura consiste de uma série de pontamentos sobrepostos que são formados por eletrodos circulares ou um circular e uma barra, utilizados para transmitir a corrente até a peça. Quando dois eletrodos são utilizados, um ou ambos são conduzidos sobre as chapas. A série de pontos de solda é feita sem a retirada dos eletrodos, embora estes possam avançar de forma contínua ou intermitente. A intensidade de corrente, sua duração, a pressão e a velocidade das peças ou dos eletrodos são controladas e devem ser cuidadosamente escolhidas para produzir uma junta satisfatória; este tipo de soldagem utiliza um ou dois eletrodos na forma de discos, que circulam sobre as peças a serem unidas^[9].

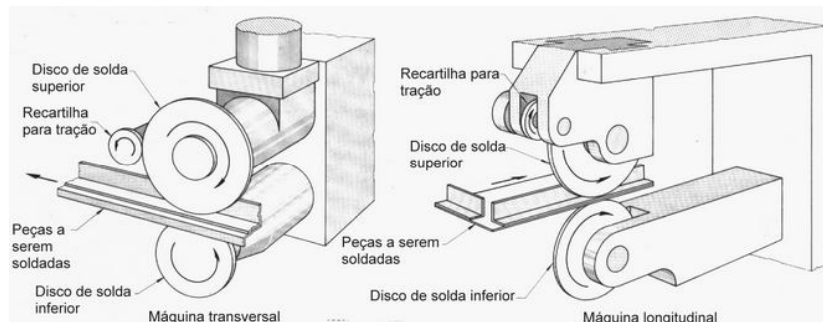


Figura 5 – Processo de Solda por Costura

Após a solda, os tanques então são enviados para o processo de pintura, exemplificado a seguir na figura 6. Esta pintura tem somente a função de acabamento ou aparência, pois as chapas de aço que os tanques são produzidos já possuem proteção contra corrosão. O processo de pintura pode ser manual ou automatizado dependendo do volume de produção. Existem ainda tanques de combustível metálicos que não recebem nenhum tipo de pintura durante seu processo de fabricação são entregues as montadoras diretamente do material de fabricação.



Figura 6 – Pintura de Tanque de Combustível Metálico

O tanque então segue para a soldagem dos componentes como, tubo de enchimento, tubo de ventilação e elementos de fixação. Esta operação pode ser realizada através do processo de solda conhecido como Brazing.

Por último, mas não menos importante temos a verificação de todos os componentes montados no tanque de combustível. Nesta fase é realizado também o teste contra vazamentos do conjunto.

2.4 – Processo de Fabricação dos Tanques Plásticos

O processo utilizado para a fabricação de tanques de combustíveis plásticos é conhecido como extrusão-sopro. Como o tanque de combustível apresentam quatro ou cinco camadas dependendo da sua aplicação de mercado, devido aos requerimentos de de emissões, o processo empregado é a co-extrusão. A moldagem soprada por co-extrusão possibilita combinar materiais com diferentes propriedades para criar um produto final mais adequado para uma aplicação específica. As diversas partes da estrutura podem ser otimizadas para um melhor equilíbrio de propriedade e custo.

Todos os processos de moldagem por sopro consistem de três fases: Plastificação do granulado de resina termoplástica, Produção de uma pré-forma fundida – ou um tubo extrudado ou parison e o sopro do parison (normalmente com ar) no molde, seguido da extração e da operação de rebarbação da peça. como pode-se observar na figura 8 abaixo.

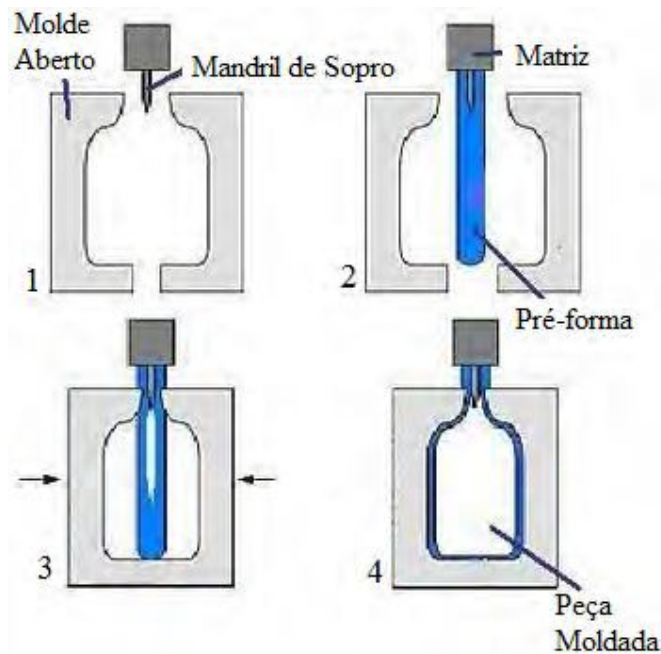


Figura 8 – Detalhamento do Processo de Extrusão-Sopro

Após ser extrudado e soprado, o tanque então segue para a montagem dos seus componentes (bomba de combustível, válvula roll-over, linhas, tubo de enchimento, etc) que podemos ver na figura 9, e por final os testes contra vazamento do conjunto montado.



Figura 9 – Tanque de Combustível Plástico e Seus Componentes

3. DISCUSSÃO

A partir das características de processo, propriedades das matérias-primas e do produto final, metálico ou plástico, temos abaixo uma discussão sobre os principais parâmetros de desempenho de ambos os tipos de tanques de combustível durante a sua vida útil.

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

Segurança: A cada ano a preocupação com a segurança relacionada aos itens que compõem um veículo automotivo aumentaram consideravelmente, com isso os testes tem se mostrado bastante rigorosos para que sejam evitados acidentes graves e situações críticas que possam ocorrer com o veículo. Os tanques plásticos se mostram mais seguros que os metálicos pois não apresentam costuras de solda, o que diminui o risco de falhas, e também possuem uma boa característica de deformação pois em muitos casos retornam a sua forma original após algum impacto. Como os tanques metálicos absorvem muita energia durante o impacto, os pontos de solda se tornam concentradores de tensão e ficam mais suscetíveis a falhas podendo romper e assim ocorrer algum tipo de vazamento de combustível.

Resistência ao Fogo: Com a atual globalização do mercado automotivo, cada vez mais a comunização das peças são vistas na produção das montadoras, isso significa que um mesmo produto é utilizado tanto em regiões muito quentes como em regiões de temperatura negativa e para diversos modelos. A partir deste ponto podemos concluir que para a resistência ao fogo dos tanques, os resultados entre os de materiais metálicos e plásticos ficam muito balanceados. Apesar do tanque plástico atuar como um isolante que retarda o aumento de temperatura do combustível (devido aos aditivos utilizados no processamento do parison) mas mesmo assim irá suavemente deformar e eventualmente vazará combustível. O tanque metálico por sua vez não deforma, contudo a temperatura do combustível aumentará rapidamente, e talvez resulte em uma pressão excessiva do sistema e ocorrerá o vazamento de combustível através de uma trinca no tanque.

Peso: A figura 10 na página a seguir, mostra um gráfico desenvolvido por uma empresa especialista na produção de polímeros mostra que quando o tanque plástico é fabricado com até 6 mm de espessura de parede tem um peso menor do que o tanque metálico. Normalmente as montadoras hoje utilizam 5 mm de parede o peso se torna 30% menor com relação ao tanque metálico.

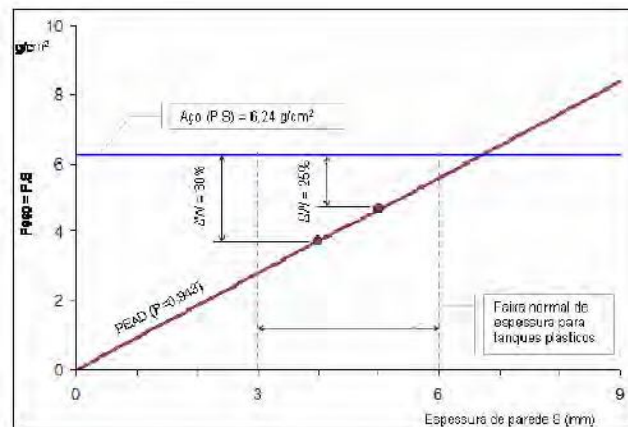


Figura 10 – Tanque de Combustível Plástico.

Forma: Os tanques de combustível plástico têm maior facilidade de atender mais requisitos de espaço e complexidade, pois o material plástico e seu processo de fabricação através de moldes, permitem essas características quando comparadas a um tanque metálico, pois podem

virtualmente se encaixar em qualquer espaço deixado no veículo. Já os tanques de combustível metálicos, necessitam de uma forma geométrica mais regular devido ao seu processo de fabricação de estampagem de chapas de aço e requerem um espaço mais adequado devido a flange existente nos tanques metálicos.

Processos: O custo da matéria prima aplicada no processo de produção de tanques plásticos (polietileno de alta densidade) apresenta vantagem em relação ao custo de chapas de aço de baixo carbono utilizadas no tanque metálico. Isso ocorre porque as chapas de aço recebem um tratamento contra corrosão tanto do combustível quanto ao ambiente durante o uso de veículo. Apesar dos equipamentos de solda e estampagem dos tanques metálicos serem considerados de menor custo relacionando o mesmo número de produção tanto para tanque plástico como metálico, ainda sim se torna mais viável a produção de tanques plásticos, com um maquinário quase que totalmente automatizado, por apresentar um alto volume de produção.

Emissões: O PEAD em si não tem a funcionalidade de evitar a permeabilidade de hidrocarbonetos, assim teve que ser desenvolvido uma solução para que este fenômeno não ocorra. A alternativa mais utilizada é a inserção de uma barreira de EVOH entre as camadas de polietileno, tornando o tanque uma peça multicamada, evitando assim a permeabilidade dos hidrocarbonetos e atendendo a todas as normas governamentais de emissões. Já com os tanque de combustíveis metálicos, precisa se preocupar apenas com os vapores provenientes existentes no sistema como um todo, além das conexões e vedações das peças, também verificadas nos tanques de plástico.

4. CONCLUSÃO

A partir dos tópicos enumerados e discutidos no item acima, podemos concluir que tanto o tanque plástico quanto o tanque metálico, apesar de suas diferenças de materiais e produção, apresentam alguns pontos que convergem e cumprem as exigências de requerimentos e mercado. Como os tanques fabricados em plásticos são mais leves que os de aço, proporcionando maior desempenho, sem corroer seu material e em consequência não contaminando seus componentes, tendo também uma melhor conformação e adequação de projeto de acordo com o espaço disponível no veículo, e podem também utilizar material reciclável cujo processo é muito mais barato do que a reciclagem do aço, geralmente as indústrias automotivas tem como primeira opção a fabricação dos tanque de plástico. Dentre as montadoras que atuam no Brasil, somente uma utiliza o tanque metálico em sua produção de veículos.

REFERÊNCIAS

¹APC (American Plastic Council) - Plastic vehicles: making inroads in the automotive world. Disponível em <www.americanplasticcouncil.org>. Acesso em 1 de Junho de 2015.

V WORKSHOP DE PESQUISA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (PTI)

I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA (SIINTEC)

10 e 11 de setembro de 2015 / Salvador, Bahia, Brasil

²Bomtempo, J. V. – *Innovation et organisation: le cas de l'industrie des polymeres*, Tese de Doutorado, L' École Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris, 1994.

³Garret, T. K. *Automotive Fuels and Fuel Systems*, V1 Gasoline, Partech Press, London, 1991.

⁴Mark, H. M.; Bikales, N. M.; Overberg, C. G.; Menges, G. – *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, John-Wiley & Sons, New York , Volume 6, 1986.

⁵Miles D. C. & Briston, J. H. – *Polymer Technology*, Temple Press Book, London, 1965.

⁶Cowie, J.M.G. – *Polymers: Chemistry and Physics of Moderns Materials*, Blackie Academic & Professional, London (1991).

⁷Alvarado, P. J. *Steel vs. plastics: The competition for light-vehicle fuel tanks*. The Minerals, Metals & Materials Society, 48: 22 – 25, 1996.

⁸Saliba, P.A. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

⁹Sítio da Infosolda – Portal Brasileiro de Soldagem. Tipos de Solda: Soldagem por resistência. Disponível em <<http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital>>. Acessado em 1 de Junho de 2015.