

Received:
August 11, 2021

Accepted:
September 14, 2021

Published:
October 29, 2021

Application of Organometallic Coating in Automotive Fuel Tanks as an Ecodesign Strategy: A Case Study

Edson Silva¹ , Mariana Costa Laktim² , Sebastiana Lana³ , Rita de Castro Engler⁴ 

¹ Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Belo Horizonte, Brasil

Email address

eds.silv@gmail.com (Edson Silva) – Corresponding author.

marilaktim@gmail.com (Mariana C. Laktim)

sebastiana.lana@gmail.com (Sebastiana Lana)

rita.engler@gmail.com (Rita C. Engler)

Abstract

The environmental sustainability aspect has increasingly become a decision factor in the choice of products or services by society and concomitantly has been more valued in the business and academic environment. The search for efficiency in the use of resources and the need to increase competitiveness are on the agenda of all areas of the automotive industry, including with regard to pollution caused by emissions of gases from combustion, but also in relation to recycling, lifetime and the effects of the use of heavy metals in vehicle manufacturing. Product development considering ecodesign presents itself as an important alternative to contribute to sustainability - environmental dimension. Currently, it is possible to find automotive tanks with organometallic coating to replace tinned ones and polymer tanks. This article aims to evaluate the ecological gains of ecodesign for fuel tanks in a supplier company in the automotive segment. As a methodology, a case study was carried out through a semi-structured questionnaire in the application of organometallic coating as an alternative to an eco-efficient product. The results indicated a greater efficiency in the use of organometallic coating as an ecological alternative due to the cleaner production process and the non-use of toxic metals in its composition. It is concluded that the adoption of ecodesign practices in the development of products such as organometallic coating in automotive fuel tanks allows obtaining environmental improvements without giving up other aspects, in addition to being an important competitive advantage.

Keywords: Ecodesign, Automotive Industry, Fuel Tank, Organometallic.

1. Introdução

O aspecto sustentabilidade ambiental está cada vez mais se tornando um fator decisivo na escolha de produtos ou serviços pela sociedade e, concomitantemente mais valorizado no meio empresarial e acadêmico. O impacto dessa “onda verde” já pode ser percebido no segmento automotivo por meio de várias alternativas de produtos mais sustentáveis oferecidos atualmente aos consumidores.

A constante busca da eficiência no uso de recursos e a necessidade de aumentar a competitividade industrial estão na pauta de todas as áreas. Incentivos à inovação e ao

desenvolvimento científico e tecnológico são estratégicos para a transição a modelos mais sustentáveis de produção (CNI, 2012), tanto para as montadoras de veículos quanto para sua cadeia de fornecimento.

A indústria e o mercado automotivo nacional posicionam-se entre os maiores do mundo. Estão estabelecidos no país os mais importantes grupos automotivos presentes no cenário global desde fabricantes de veículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus) e produtores de máquinas agrícolas (tratores, colheitadeiras, outros produtos). O complexo industrial automotivo é composto por indústria fornecedora de autopeças e fabricantes de veículos e máquinas agrícolas, além

de desenvolvida engenharia automotiva nacional e quadro de pessoal altamente qualificado. Na ponta do mercado, setores de comercialização e de serviços cobrem todo o país (CNI, 2012).

Por ser um dos setores da economia em que competição é mais acirrada, a indústria automotiva enfrenta grandes desafios. Uma de suas peculiaridades é o desenvolvimento e lançamento de novos produtos no mercado de forma rápida e assertiva. As montadoras e fornecedores são constantemente desafiados a fornecer produtos com qualidade assegurada, baixo custo e efetividade na entrega (Suzuki, 2007).

Além disso, a sustentabilidade tem se tornado um tema recorrente a pauta de reuniões estratégicas das empresas automotivas visando a adequação quanto aos novos desafios, não só no que diz respeito à poluição causada pelas emissões dos gases provenientes da combustão, mas também, em relação à reciclagem, tempo de vida e o uso de metais pesados na fabricação de veículos (Saliba, 2013).

De acordo com um estudo realizado pela *Strategic Alliance for Steel Fuel Tanks – SASFT* e publicado por Mould et al. (2005), o aço de baixo carbono foi a escolha global pela maioria dos fabricantes no século 20 para a fabricação de tanques de combustíveis. Chapas de aço revestidas com 90% chumbo e 10% estanho, chamadas de *terne coated steel*, foram largamente utilizadas, devido ao baixo custo e efetiva proteção contra a corrosão causada pelo ambiente externo (umidade, pedras, salinidade) e interno (gasolina e diesel) (Saliba, 2013). Mas, segundo Luciano (2013), é possível encontrar tanques automotivos com recobrimento organometálico em substituição aos estanhados. Esses tanques, considerados ecológicos devido ao seu processo produtivo e a não utilização de metais tóxicos em sua composição, são produzidos a partir do aço de estampagem extra-profunda (EEP).

Diante do exposto, esta pesquisa, por meio de um estudo de caso, busca ampliar o saber relativo às áreas de conhecimento de aplicação do *ecodesign* em empresas do segmento automotivo e assim avaliar os ganhos ecológicos de uma empresa fornecedora de tanques combustíveis por meio de um estudo de caso. Isso permitirá uma maior competitividade e adequação para a realidade atual, que demanda principalmente produtos ecoeficientes.

1.1. Questões ambientais na indústria automotiva

Principalmente nas últimas duas décadas, percebe-se consumidores de veículos mais exigentes em relação ao desempenho, sem, contudo, descartar aspectos como confiabilidade, qualidade, segurança, conforto, economia, estilo, preço competitivo e responsabilidade ambiental quanto aos materiais utilizados na confecção do veículo e sua reciclabilidade.

Um veículo projetado deverá ter agregado a sua concepção não só os quesitos necessários para sua utilização ao longo de sua vida útil, mas também deverá ser previsto o destino de cada componente quando da sua inutilização, no seu final de vida útil, isso não acontecia no início do século passado, quando os consumidores, em sua maioria, buscavam no automóvel, apenas um meio de locomoção individual (Manzini e Vezzoli, 2008).

Embora, ainda não seja possível dizer que a indústria automotiva tenha uma produção totalmente limpa, nota-se, principalmente a partir das últimas décadas diversas empresas mudando suas práticas de gestão de produção devido à forte pressão política e de outras partes interessadas para terem uma consciência ambiental em suas indústrias (Mannberg et al., 2014). Com isso, surgem oportunidades para investimento e desenvolvimento em tecnologias limpas e *design* para a sustentabilidade, capazes de amenizar consideravelmente os níveis de poluição como o uso de combustíveis alternativos (gás natural, biodiesel, etanol), motores elétricos e peças que possam ser recicladas futuramente (Jasinski; Meredith; Kirwan, 2015).

Um automóvel é composto de diversos produtos, isto é, de 20 a 25 mil peças feitas de diversos materiais e fornecedores. Os metais representam em média 70% de um automóvel, mas há também em média mais de 50 tipos de plásticos, além dos vidros, os têxteis e tintas que são associadas a diferentes tecnologias e processos produtivos (De Medina, 2001).

1.2. Ecodesign

O *ecodesign* é um conceito que inclui as prioridades relativas a sustentabilidade humana no atual cenário dos negócios, cujo objetivo é a redução do impacto ambiental durante o desenvolvimento de produtos e utilização da

criatividade para gerar produtos e processos mais eficientes sob o ponto de vista ambiental (Karlsson e Luttopp, 2006).

O *ecodesign* pode ser entendido como a designação europeia equivalente ao Design-for-the-Environment (DfE) dos EUA, que significa reduzir o impacto ambiental de produtos e serviços durante todo o seu ciclo de vida.

Para Sampaio et al. (2018), o *ecodesign* pode ser conduzido com base em três percursos principais:

1) Eficiência, buscando por meio da tecnologia tornar os produtos ambientalmente mais limpos e recicláveis.

2) Suficiência, buscando tornar produtos mais biológicos e biodegradáveis.

3) Eficácia, com forte ênfase na redução da intensidade material dos produtos existentes, por meio da desmaterialização combinada com maior conteúdo de conhecimento e informação nos produtos. Assim, suas principais estratégias incluem:

a) a redução na quantidade e variedade de materiais;

b) a substituição de materiais, a redução na quantidade de componentes;

c) o uso de dispositivos mecânicos e elétricos mais eficientes;

d) a eliminação ou redução na quantidade de embalagem do produto;

e) o uso de materiais que eliminam ou reduzem a necessidade de limpeza ou manutenção entre outras.

1.3. Motivações para implantação do *ecodesign*

O *ecodesign* apresenta uma estrutura organizada de forma que as empresas possam integrar a maioria dos aspectos relacionados ao desenvolvimento sustentado, como, por exemplo, prevenção da poluição e produção limpa, oferece a oportunidade de as empresas aprimorarem o seu desempenho ambiental, podendo obter pelo menos cinco benefícios:

1) redução do impacto ambiental de seus produtos/processos;

2) obtenção de uma perspectiva sistemática;

3) motiva o desenvolvimento de bons projetos de produto e impulsiona a inovação;

4) reduz custos;

5) atende as necessidades/desejos dos consumidores (Romeiro Filho *et al.*, 2010).

Vieira, Alves e Roque (2013), enfatizam que os fatores de motivação constituem desafios e oportunidades que a exigência da qualidade ambiental oferece ao mercado e, acrescentam outros três fatores relevantes:

1) cumprimento da legislação ambiental;

2) aumento da qualidade do produto;

3) melhoria da imagem do produto e da empresa.

1.4. O recobrimento organometálico como alternativa sustentável

A função primária de um tanque de combustível é armazenar o combustível que será fornecido para o motor na proporção correta. O sistema de combustível deve assegurar a estanqueidade em qualquer condição de operação, permitir o fácil reabastecimento pelo usuário e indicar a quantidade de combustível no reservatório. Todo o sistema deve atender os requisitos físicos e mecânicos que assegurem a máxima segurança do usuário (Suzuki, 2007).

Segundo Suzuki (2007), os principais componentes do tanque de combustível são: o reservatório, gargalo de reabastecimento, bomba de combustível, filtro de combustível, válvula anti-refluxo, cinta de fixação, linhas de alimentação e retorno. A figura 1 ilustra um tanque de combustível comum.



Figura 1 – Tanque de combustível (Luiza, 2021).

O substrato do tanque de combustível metálico é de aço baixo carbono e possui baixa resistência à corrosão. Para melhorá-la, deve-se empregar revestimentos protetores, tanto na superfície interna como na superfície externa. O material deve possuir boa soldabilidade e deformabilidade (Saliba, 2013). A superfície interna do reservatório deve resistir ao meio combustível,

como por exemplo, gasolina, etanol, diesel e biodiesel, no entanto a superfície externa deve resistir ao meio atmosférico e a eventuais defeitos na superfície, como arranhões provocados por batidas de pedras Alvarado (1996) *apud* (Saliba, 2013).

A galvanização por imersão a quente nesse tipo de aço tem surgido como uma poderosa técnica de proteção contra a corrosão, e, conseqüentemente, contra falhas devido à corrosão. Para a indústria automotiva, os aços recobertos são frequentemente do tipo *galvannealed* (GA) que consiste de várias fases intermetálicas Fe-Zn obtidas por meio de tratamento térmico, após o processo de galvanização (Saliba, 2013).

Segundo Suzuki (2007), como os aços são suscetíveis à corrosão, os tanques metálicos devem ser pintados externamente (geralmente por eletrodeposição catiônica – KTL) e internamente devem receber uma camada de estanho com um revestimento polimérico. O estanho não é um metal pesado, nem tóxico. A tinta também não contém metais pesados, mas durante o processo produtivo é gerado um volume muito alto de efluentes que devem ser tratados, aumentando o custo de produção e a quantidade de resíduos (Saliba, 2013; Suzuki, 2007).

Saliba (2013), acrescenta que testes de desempenho são realizados em cada lote do material para verificar a conformidade do produto em relação aos padrões de qualidade do fabricante e das montadoras, tais como testes de resistência à abrasão, resistência à umidade, resistência à água, resistência à gasolina, testes de aderência e testes de corrosão acelerados. Geralmente, esses testes tentam simular e quantificar possíveis danos ao tanque durante sua vida útil.

1.4. O revestimento organometálico como alternativa sustentável

De acordo com Suzuki (2007), o programa *Low Emission Vehicle* (LEV) criado pelo governo norte americano, diminuiu a tolerância para as emissões evaporativas de hidrocarbonetos em tanques automotivos e com isso a indústria automotiva e siderúrgica, vêm buscando várias alternativas de sistemas de aços pré-pintados e pós-pintados para atender às especificações ambientais e melhorar a sua conformação mecânica e resistência. Ainda segundo o autor, a impermeabilidade inerente do aço é ideal para

limitar as emissões evaporativas dos tanques e torná-los totalmente recicláveis no final de sua vida útil, favorecendo o meio ambiente. Suzuki (2007), acrescenta que os tanques de combustíveis 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.

Antes do processo de conformação dos tanques, o aço recebe uma camada de zinco através do processo de galvanização à quente seguida de tratamento térmico (*galvannealed*) e em seguida é recoberto mecanicamente com uma tinta organometálica. Após a cura da tinta, o aço recoberto recebe uma camada de cera lubrificante para adequar o coeficiente de atrito durante o processo de estampagem. O lubrificante é retirado por lavagem em água quente após a estampagem dos semicorpos, também conhecidos como *shells* (Luciano, 2013).

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 (Suzuki, 2007).

A figura 2 ilustra as camadas de formação de um tanque de combustível com revestimento organometálico.

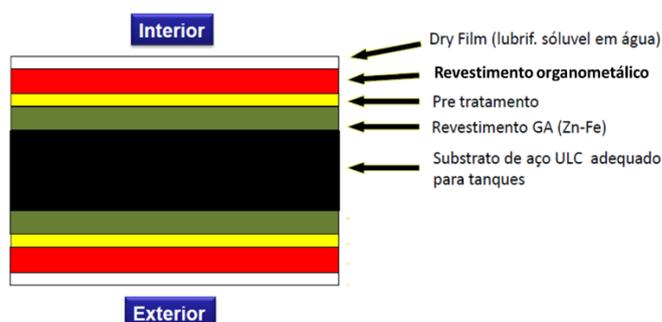


Figura 2 – Camadas na formação do aço para estampagem (Carvalho et al., 2009).

2. Metodologia

A metodologia de pesquisa adotada caracteriza-se como um estudo de caso exploratório e qualitativo, pois envolveu levantamento bibliográfico e documental, bem como entrevistas não padronizadas e discussão com especialistas da área (Gil, 1998).

O objetivo principal da pesquisa foi avaliar os ganhos ecológicos do *ecodesign* para tanques de combustíveis na empresa Aethra.

Inicialmente foi realizado um estudo bibliográfico sobre o conceito de *ecodesign*, a indústria automotiva e suas questões ambientais e as aplicações de aço galvanizado para tanques de combustíveis. Em seguida, foi feito contatos telefônicos com especialistas da empresa Aethra a fim de convidar a empresa a participar da pesquisa. Após uma consulta interna e o aceite do convite, foi elaborado pelos autores um questionário semiestruturado contendo dezoito perguntas abertas para a coleta de fontes de evidências. Um especialista em desenvolvimento de produtos de uma montadora de automóveis foi convidado para validar o entendimento do questionário conforme o tema da pesquisa.

Após o ajuste de algumas perguntas, o questionário foi enviado por correio eletrônico – *e-mail* (28/09/20) e destinado a dois especialistas da empresa Aethra. A coleta de dados ocorreu uma semana depois no dia 09/10/20. Em seguida procedeu-se com a análise dos dados.

Cabe ressaltar que também foram feitos contatos telefônicos com os especialistas do grupo Aethra para o esclarecimento de dúvidas pontuais dos pesquisadores acerca das respostas.

Observações diretas e análise de documentos compuseram as demais fontes de evidências coletadas.

A seguir, caracteriza-se a empresa pesquisada e se discute a motivação e os resultados da aplicação *ecodesign* para tanques de combustíveis.

3. Resultados e discussões

3.1. Estudo de caso: a empresa pesquisada

A Aethra Automotive Systems é uma empresa brasileira com origem mineira. Com experiência acumulada ao longo de quatro décadas, é uma das maiores fornecedoras de serviços e produtos de alta tecnologia para a indústria automotiva do Brasil e do mundo.

Com destacada sofisticação tecnológica em seus processos produtivos, a Aethra possui cinco mil funcionários em treze unidades produtivas.

Possui certificação de qualidade (IATF 16949:2016), (ISO: 9001:2015) e de gestão ambiental (ISO 14001:2004).

Considerada pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), como empresa modelo quanto

ao seu compromisso com o meio ambiente e, ao fornecer produtos ecologicamente corretos, o grupo demonstra conformidade com a legislação ambiental em vigor e em sincronismo com a tendência mundial de fomento ao desenvolvimento sustentável.

Tal reconhecimento também se deu em 2010 pela montadora FCA por meio do programa SUPER “*Best in Class*”.

Outro reconhecimento de grande destaque foi uma menção honrosa recebida pela Aethra devido à confecção de taques de combustíveis ecológicos que ocorreu no ano em 2012, na feira internacional de fornecedores – *Internationale Zuliefererbörse (IZB)*.

De acordo com os entrevistados, em 2004, a engenharia da Aethra (empresa Vesta) iniciou as pesquisas no mercado norte americano para aplicação do revestimento organometálico em sistemas de combustíveis, isto é, em reservatórios (*fuel tanks*) e bocais de combustíveis (*fuel filler pipe*).

Para o tanque de combustível utiliza-se a tecnologia de pré- pintura, ou seja, a bobina é pintada antes da estampagem e posterior soldagem do reservatório. Já os bocais são pós- pintados, isto é, após a conformação e soldagem ele recebe a pintura.

A primeira aplicação para um cliente foi em 2006 e desde 2018 todos os clientes já utilizam seus tanques de combustíveis com recobrimento organometálico.

A principal motivação para o desenvolvimento de taques de combustíveis ecológicos, segundo um entrevistado, “[...] se deu em função da responsabilidade ambiental assumida pela empresa com a geração de valor para a sociedade, bem como uma aposta estratégica em inovação como um fator-chave de sucesso”.

Segundo, outro entrevistado, dentre os ganhos ecológicos com a utilização do recobrimento organometálico, destaca-se:

- 1) Os reservatórios e bocais por serem em aço, intrinsecamente, não são permeáveis e com isto as emissões atendem às exigências mais restritas mundialmente, como o PZEV (“Partial Zero Emission Vehicle”) – legislação Californiana. Além do Euro 5 e 6, PL7 – Proconve;
- 2) Reciclabilidade – Esta tecnologia permite que os produtos sejam cem por cento recicláveis – processo limpo;

- 3) A propriedade de resistência às corrosões químicas e atmosféricas são bastante elevadas. Exemplo: a garantia de resistência em “salt spray” é de no mínimo 2.000h;
- 4) Não necessita a adição de cromo;
- 5) Protege a parte externa do tanque contra agentes corrosivos, calor, umidade e cria uma barreira física;
- 6) Evita o contato da metal base com o combustível, não permitindo assim, reação deste com o zinco do revestimento;
- 7) É resistente a todos os combustíveis atualmente utilizados;
- 8) O processo por estampagem não afeta a integridade da camada da tinta ou sua adesão ao revestimento metálico;
- 9) Elimina a necessidade de pós pintura ou aplicação de PVC;
- 10) É resistente a combustíveis corrosivos e aos gases quentes do escapamento evitando a deformação;
- 11) Atua como lubrificante na estampagem;
- 12) Permite maior flexibilidade de design nos tanques de aço.

Segundo os entrevistados, com os ganhos ecológicos enumerados, a Aethra confirma que a estratégia sustentável adotada em 2004 e os investimentos realizados, além de trazerem vantagem competitiva para a empresa, também beneficiam os clientes e a sociedade.

4. Considerações finais

A cultura da sustentabilidade já é uma realidade crescente em todos os setores da indústria automotiva, em razão de uma sociedade cada vez mais esclarecida quanto aos impactos ambientais dos produtos deste segmento, bem como da oportunidade de vantagem competitiva para aquelas organizações que se adaptarem o quanto antes.

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os ganhos ecológicos do *ecodesign* para tanques de combustíveis na empresa Aethra Automotive Systems por meio da aplicação do recobrimento organometálico.

Dentre os elementos capazes de sustentar a implementação do *ecodesign* na empresa estudada, destaca-se a política ambiental, o envolvimento da alta gerência, metas ambientais no planejamento estratégico, os treinamentos voltados sobre responsabilidade ambiental para todos os colaboradores, uma cultura ecológica sempre em

desenvolvimento e a constante busca por novas tecnologias que permitam soluções mais sustentáveis em projetos, processos, produtos e serviços.

A aplicação do revestimento organometálico para a fabricação de tanques de combustíveis ecológicos foi garantida pela inovação tecnológica desenvolvida pela empresa Vesta (grupo Aethra).

Atualmente todos os clientes da Aethra recebem os tanques revestidos em organometálico e dessa forma a empresa cumpre um importante papel social em fornecer produtos de alta eficiência e qualidade assegurada, além da demonstração de proatividade frente a problemas ambientais futuros e a busca pela excelência ambiental em aquisição de matérias-primas, fabricação de produtos, distribuição e reciclagem.

Este artigo evidenciou a diminuição do impacto ambiental com a adoção de revestimentos organometálicos em tanques de combustíveis para o processo e o produto. O uso de práticas de *ecodesign* no desenvolvimento de novos produtos e processos permite a obtenção de melhorias ambientais sem abdicar de fatores como: qualidade, conforto, estilo, desempenho entre outros esperados pelo consumidor.

Estima-se que a frota mundial de automóveis seja de 1 bilhão. Assumindo que 92% desses veículos possuam tanques plásticos (não recicláveis), a o final da vida de um automóvel, esses tanques são compactados em 50% de seu tamanho e descartados no meio ambiente e aterros sanitários, lixões ou até oceanos. A quantidade total desses resíduos seria a equivalente a uma montanha de 1, 2 mil quilômetros (Aethra, 2020).

Assim, enfatiza-se que, a utilização de revestimento organometálico em tanques de combustíveis automotivos metálicos destaca-se como uma alternativa ecoeficiente para os clientes e a sociedade, além de assegurar um meio ambiente ecologicamente mais equilibrado.

Referências

Aethra Automotive Systems, 2020. *Full Service*. Disponível em: <<http://www.aethra.com.br/>> [Acessado 03 Outubro 2020].

CNI – Confederação Nacional da Indústria, 2012. *Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores*. Indústria automobilística e sustentabilidade. Brasília: CNI.

- Carvalho, J.E.R., Fonseca, F.A.V., Misurelli Junior, J.C.E., Silva, S.C.A., Oliveira, M.P., Moraes, J.J. e Bastos, M.P., 2009. *Aço pré-pintado CSN para aplicação em tanque de combustíveis*. ABM Arena de Inovação e Negócios. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/fabianatarabal/20090715-64congresso-bh-fabiano-fonseca>> [Acessado 12 Outubro 2020].
- Gil, A.C., 1998. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Jasinski, D., Meredith, J. and Kirwan, K., 2015. *A comprehensive review of full cost accounting methods and their applicability to the automotive industry*. Journal of Cleaner Production, 108, pp.1123-1139.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.040>
- Karlsson, R.; Luttrupp, C., 2006. *EcoDesign: what's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue*. Journal of cleaner production, 14(15-16), pp.1291-1298.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.010>
- Luciano, M.A., 2013. *Avaliação da resistência à corrosão de tanques automotivos com revestimento organometálico*. Doutorado. Engenharia Química. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Luiza, M., 2021. *Tanque Combustível Fiat Argo Siena Palio W Gas. 47L e Outros - IGASA*. Disponível em: <<https://a-static.mlcdn.com.br/618x463/tanque-combustivel-fiat-argo-siena-palio-w-gas-47l-e-outros-igasa/cwbautopecas/2015/36f233f4d110dc14e4906b19b1ee4412.jpg>> [Acessado 11 Agosto 2021].
- Mannberg, A., Jansson, J., Pettersson, T., Brännlund, R. and Lindgren, U., 2014. *Do tax incentives affect households' adoption of 'green' cars? A panel study of the Stockholm congestion tax*. Energy Policy, 74, pp.286-299.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.029>
- De Medina, H.V., 2011. *Eco-design na Indústria Automobilística: O conceito de carro urbano Eco-design in Automotive Industry: concept-cars for urban use*. In: 2º Congresso Internacional em Pesquisa em Design 2011, pp.15-18.
- Romeiro Filho, E., Ferreira, C.V., Miguel, P.A.C., Gouvinhas, R.P. e Naveiro R.M., 2010. *Projeto do Produto*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Saliba, P.A., 2013. *Caracterização e resistência à corrosão atmosférica de chapas planas de aço galvanizado com revestimento organometálico usadas na fabricação de tanques de combustível automotivos*. Mestrado. Engenharia Química. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Sampaio, C.P., Ferroli, P.C.M., Santos, A., Chaves, L.L., Engler, R.C., Lepre, P.R., Librelotto, L.I., Lopes, C.S.D., Martins, S.B., Nunes, V.G.A. e Trein, F.A., 2018. *Design para Sustentabilidade: Dimensão Ambiental*. Curitiba: Insight Editora.
- Strategic Alliance for Steel Fuel Tanks (2020). *Evaluation of the corrosion durability of steel systems for automobile fuel tanks*. Disponível em: <www.sasft.org>. Acesso em: 02/10/20.
- Mould, P., Burton, T., Daley, R., Itonaga, S., Kikuchi, T., Jokela, S., Luciani, M., McCosby, M., Paul, D., Sakiyama, T., Schwerzel, G., Sheffield, R., Tarrance, G. and Warnecke, W., 2005. *Evaluation of the Corrosion Durability of Steel Systems for Automobile Fuel Tanks*. SAE Technical Paper Series. pp.1-32.
<https://doi.org/10.4271/2005-01-0540>
- Suzuki, C.E.T., 2007. *Estudo comparativo de alternativas para o desenvolvimento, projeto e fabricação de tanques de combustível para automóveis de passageiros dentro da General Motors do Brasil*. 2007. Mestrado. Engenharia Automotiva. Universidade de São Paulo.
- Vieira, C., Alves, J., Roque, M., 2013. *Manual Prático de Ecodesign: Certificação Ambiental*. Leça da Palmeira: Associação Empresarial de Portugal (AEP).