



## TÍTULO

Emissão de gases de efeito estufa do ciclo de vida de veículos com Body in White em aços especiais

## AUTORES

Cássio Aurélio Suski  
Edilson José Santos Melo  
Matheus Quintino da Silva

## RESUMO

A busca por sustentabilidade tem promovido a eficiência ambiental na fabricação de veículos. Leis ambientais incentivam melhorias em segurança, economia de combustível e de emissões de gases de efeito estufa. Este trabalho analisa o ciclo de vida de veículos com aços de nova geração (BIW Solution) em comparação aos aços atuais, mostrando uma redução de 15% na pegada de CO<sub>2</sub> e uma economia de 260,40 L de combustível, destacando a importância da redução de peso na mitigação do aquecimento global.

## PALAVRAS-CHAVE

Ciclo de vida, Body in White, Gases de efeito estufa.

## GRANDE ÁREA

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA (10000003)

## ÁREA

GEOCIÊNCIAS (10700005)

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A sustentabilidade e o impacto humano no planeta são temas discutidos sob diversas perspectivas, incluindo econômica, social e ambiental. Green (2012) menciona o "triple bottom line", que abrange eficiência de materiais e análise do ciclo de vida. A "manufatura verde" busca aumentar a eficiência dos recursos e reduzir desperdícios, beneficiando a competitividade das empresas em um mercado consciente (Singh et al., 2021). Haas e Sander (2020) destacam a importância de políticas eficazes no contexto do Acordo Verde Europeu, essenciais para a descarbonização do setor de transportes.

Pesquisas atuais, como as de Athanasopoulou et al. (2018), comparam emissões de

veículos de combustão e elétricos, enquanto outros autores discutem perdas de energia e altas emissões decorrentes do uso de energia não renovável. A redução do peso dos veículos é um aspecto crucial, com leis ambientais pressionando os fabricantes a melhorar a eficiência energética e segurança dos carros.

O "Body in White" (BIW), que forma a estrutura principal dos veículos, pode se beneficiar da adoção de aços avançados de alta resistência (AHSS). A pesquisa analisa a eficiência dos BIWs desenvolvidos com esses aços, visando reduzir a espessura e a massa do veículo, garantindo propriedades mecânicas adequadas e contribuindo para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa.

## **METODOLOGIA**

A metodologia do estudo foi estruturada em quatro etapas: 1) Avaliação da massa do Body in White (BIW) em aços atuais (Baseline) e em aços avançados de alta resistência (Solution); 2) Detalhamento do ciclo de vida do veículo, desde a extração dos materiais até o fim de sua vida; 3) Estimativa das emissões de gases de efeito estufa através de simulações; 4) Comparação das emissões entre os veículos Baseline e Solution.

Na primeira etapa, foi observado que os veículos do segmento B (Baseline) utilizam aços de menor resistência, enquanto o modelo Solution da ArcelorMittal, que usa aços avançados, apresentou uma redução de 26,7 kg na massa do BIW. Esses aços, como o martensítico e dual phase, mantêm ou aumentam a resistência mecânica com menor espessura.

Na segunda etapa, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) considerou as emissões em todas as fases, conforme a norma ABNT NBR ISO 14040. A fase de análise do inventário coletou dados sobre as emissões ao longo do ciclo de vida.

A terceira etapa utilizou o software Ansys GRANTA EduPack para simular as emissões, avaliando a pegada de carbono e o consumo energético.

Finalmente, foram comparadas as emissões de escape dos veículos Baseline e Solution em condições controladas, medindo CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, permitindo uma análise do impacto ambiental das diferentes abordagens.

## **RESULTADOS**

Por meio do relatório Eco Audit, foram obtidas análises de pegada de energia e carbono. As

Pode-se observar a maior contribuição relativa da fase de uso no ciclo de vida do veículo, seguida por material, fabricação, transporte e descarte, totalizando 9,7 toneladas de CO<sub>2</sub>. No caso da Solução BIW, também se observa a maior contribuição relativa da fase de utilização no ciclo de vida do veículo, mas há um aumento na contribuição das emissões de CO<sub>2</sub> da fase de fabricação em relação à fase de material, totalizando 8,2 toneladas de CO<sub>2</sub>. Os dados da Baseline concluem um potencial de fim de vida de 6177,72 MJ de energia e 691,68 kg de CO<sub>2</sub>. Por sua vez, os dados obtidos para o potencial de fim de vida da Solution mostram valores de 5015,44 MJ de energia e 563,09 Kg de CO<sub>2</sub>. É importante destacar que os dados de fim de vida levam em consideração todas as etapas do ciclo de vida do material, incluindo as formas de descarte.

Na comparação da pegada de CO<sub>2</sub> pode-se observar a redução de emissões nas fases de

uso, material, transporte e descarte e um aumento na fase de fabricação, totalizando uma redução de aproximadamente 15% na pegada de CO<sub>2</sub>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa investiga a substituição dos aços no "Body in White" (BIW) dos automóveis por aços de terceira geração, resultando em veículos mais leves e, conseqüentemente, em menor uso de energia e emissões de gases de efeito estufa. Exceto pela fase de fabricação, todas as etapas mostram redução de emissões e consumo de energia, destacando a eficiência dos aços avançados de alta resistência.

A análise indica uma redução de aproximadamente 15% na pegada de CO<sub>2</sub> ao longo da vida útil do veículo, que pode alcançar 278.659,52 km, com uma diminuição de 260,40 L no consumo de combustível. Comparando o veículo com a solução de BIW à linha de base, houve uma redução de cerca de 7% nas emissões.

A pesquisa também sugere a possibilidade de créditos de carbono ao final do ciclo de vida do veículo. Para a linha de base, os valores são 6177,72 MJ de energia e 691,7 kg de CO<sub>2</sub>, enquanto para a solução, são 5015,44 MJ e 563,09 kg, respectivamente.

## LINK DO VÍDEO

<https://www.youtube.com/watch?v=Z06itqCa5x8>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR ISO 14040v. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. 2009. Versão corrigida 2014.

ASHBY, M.; COUTLER, P.; BALL, N.; BREAM, C. The CES EduPack eco audit tool - a white paper. Granta Design Teaching Resources, vol. 2.1 (2012).

BOYD, G. A., 2005, Development of a Performance-based Industrial Energy Efficiency Indicator for Automobile Assembly Plants, ANL/DIS-05-3, Decision and Information Sciences Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL. CETESB. Emissões veiculares no estado de São Paulo. 2017.

DAS, S. The life-cycle impacts of aluminum body-in-white automotive material. Journal of Organometallic Chemistry; 2000:41e4.

GREEN, M. L., ESPINAL, L., TRAVERSA, E., & AMIS, E., 2012. Materials form sustainable development. (G. R. RAO, Ed.) MRSBulletin, 37, 303-308.

KRUPITZER, R. P., HEIMBUCH, R. A., 2005. Revolutionary steels are helping automakers produce stronger, more fuel-efficient and cost-effective vehicle structures., Metalforming.

SONG, YS; YOUN, JR; GUTOWSKI, TG. Life cycle energy analysis of fiber-reinforced composites. Composites: Part A. 2009; 40:1257e65.

VAN DEN BRINK, R. M. M.; VAN WEE, B. Why has car-fleet specific fuel consumption not shown any decrease since 1990? Quantitative analysis of Dutch passenger car-fleet specific fuel consumption. Transportation Research Part D, 2001.

## **AGRADECIMENTOS**

A equipe do projeto agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.