



**CONFORME SOLICITAÇÃO DO AUTOR, ESTA  
PRODUÇÃO INTELECTUAL POSSUI  
RESTRIÇÃO DE ACESSO**

**CAXIAS DO SUL  
2018**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**RODRIGO STRUCK DA ROSA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE SUSPENSÕES REGENERATIVAS EM VEÍCULOS**  
**COMERCIAIS**

**CAXIAS DO SUL**  
**2020**

**RODRIGO STRUCK DA ROSA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE SUSPENSÕES REGENERATIVAS EM VEÍCULOS  
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Caxias do Sul.

Área de concentração: Projetos e Fabricação.

Linha de Pesquisa: Projeto de Componentes e Sistemas Mecânicos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Costa

**CAXIAS DO SUL**

**2020**

**RODRIGO STRUCK DA ROSA**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE SUSPENSÕES REGENERATIVAS EM VEÍCULOS  
COMERCIAIS**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade de Caxias do Sul.

Área de concentração: Projetos e Fabricação.

Linha de Pesquisa: Projeto de Componentes e Sistemas Mecânicos.

**Aprovado em:** setembro de 2020.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Carlos Roberto Altafani  
Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. Dr. Marilda Machado Spindola  
Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. Dr. Francisco Catelli  
Universidade de Caxias do Sul

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

R788a Rosa, Rodrigo Struck da  
Avaliação da eficácia de suspensões regenerativas em veículos comerciais [recurso eletrônico] / Rodrigo Struck da Rosa. – 2020.  
Dados eletrônicos.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2020.  
Orientação: Carlos Alberto Costa.  
Modo de acesso: World Wide Web  
Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>  
1. Automóveis - Molas e suspensão. 2. Veículos. 3. Engenharia mecânica. I. Costa, Carlos Alberto, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 629.3.027.3

Catálogo na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

## RESUMO

O crescente aumento da frota de veículos híbridos e elétricos existentes no mercado tem estimulado o desenvolvimento de fontes de geração e armazenagem de energia, por parte dos subsistemas veiculares, visando um melhor desempenho e autonomia desses tipos de veículos. A suspensão veicular é um subsistema que pode gerar energia por meio da conversão da energia cinética produzida pelos amortecedores e molas em energia elétrica. Este trabalho apresenta uma avaliação experimental do potencial de geração de energia por meio de suspensões regenerativas aplicadas em veículos comerciais. Para tanto, foram avaliados os princípios de funcionamento e variáveis associados aos tipos de suspensões regenerativas encontradas na literatura. Para a avaliação experimental, uma suspensão veicular comercial do tipo *Full Air* foi selecionada e avaliada quando submetida a um determinado circuito rodoviário. Para coletar os deslocamentos e os esforços na suspensão, os instrumentos LVDT (transdutor de deslocamento variável linear) e os extensômetros foram instalados no amortecedor. O circuito da coleta ocorreu em um trecho de 34,5 km da RS-453, também conhecida como Rota do Sol. Com base nos dados coletados, foi possível calcular a energia dissipada pelo sistema, conhecendo-se então a energia disponível para esse tipo de suspensão quando submetida às condições de rodagem pré determinadas. Como resultado, obteve-se uma energia disponível igual a 4,9 kWh por roda para o trecho percorrido, podendo a energia correspondente ser armazenada em baterias de veículos híbridos ou elétricos de forma constante. Essa energia poderá ser usada na propulsão desses veículos ou para algum sistema elétrico deles.

**Palavras-chave:** Regeneração de energia. Suspensão veicular. Veículos Comerciais.

## ABSTRACT

The growing increase in hybrid and electric vehicles on the market has stimulated the development of sources of energy generation and storage, by the vehicle subsystems, aiming at a better performance and autonomy of these kinds of vehicles. The vehicle suspension is a subsystem that can generate energy by converting the kinetic energy produced by dampers and springs into electrical energy. This paper presents an experimental evaluation of the potential of the power generation through regenerative suspensions applied to commercial vehicles. To accomplish that, the principles of operation and variables associated with the kinds of regenerative suspensions found in the literature were evaluated. For the experimental evaluation, a commercial vehicle suspension of the Full Air type was selected and evaluated when subjected to a certain road circuit. To collect the displacements and efforts on the suspension, the LVDT instruments (linear variable displacement transducer) and strain gages were installed in the shock absorber. The data acquisition was on a 34.5 km of RS-453, a highway also known as Rota do Sol. Based on the data acquisition, it was possible to calculate the energy dissipated by the system and get to know the energy available in the suspension when subjected to these driving conditions. As a result, an available energy of 4.9 kWh per wheel was obtained for the section covered and the corresponding energy can be stored in batteries of hybrid or electric vehicles on a constant basis. This energy can be used in the propulsion of these vehicles or for some of its electrical system.

**Keywords:** Energy Regeneration. Vehicle suspension. Commercial Vehicles.