



---

# Abstract

Electric Vehicles are one of the current research subjects in the insurance sector, raising new challenges and risks that must be acknowledged by actuaries so that insurers are better prepared for the future. With the technological development and governmental measures that have been implemented in the countries, there has been a significant increase in sales of Electric Vehicles worldwide in recent years.

In this thesis, the aim is to understand the evolution of the Fidelidade's automotive portfolio risk aligned with the growth of Battery Electric Vehicles and Plug-In Hybrid Vehicles in the portfolio. The work will first discuss the evolution of these vehicles in the world and in particular in Portugal, covering some of the new risks and advantages they are posing to the insurance sector. Furthermore, a characterization of risk variables, such as the Claim Frequency and the Average Claim Cost, will be carried out for Battery Electric Vehicles and Plug-In Hybrid Vehicles in comparison to other vehicle types in the portfolio. The Chain Ladder Method and Thomas Mack Standard Error will be applied to the case study in order to analyze the Ultimate Claim Costs for these vehicles. The Box-Jenkins Methodology will then be studied, with the objective of fitting a Time Series Model (ARIMA and SARIMA) to the new vehicle entries in the portfolio. Lastly, a Risk Predictive Model will be developed, using the Time Series Model Forecasts and the Company's Internal Risk Models.

With this study, it will be demonstrated that, in future years, it is expected that these vehicles will continue to increase their representation in the portfolio, while other types of vehicle will decrease its proportion. Moreover, it will be concluded that, according to the predictive risk model and the Electric Vehicle growth, the values of the risk variables in the automotive portfolio are expected to rise.

**Keywords:** Electric Vehicles, Insurance Risk, Chain Ladder Method, Thomas Mack Standard Error, Box-Jenkins Methodology, Time Series, ARIMA Model





---

# Resumo

Os Veículos Elétricos são um dos temas de investigação atuais no setor segurador, apresentando novos desafios e riscos que deverão ser reconhecidos pelos atuários de modo a que as seguradoras se preparem devidamente para o futuro. Com o desenvolvimento tecnológico e as medidas governamentais que têm sido implementadas nos países, tem-se constatado um aumento significativo das vendas de Veículos Elétricos a nível mundial nos últimos anos.

Nesta tese, pretende-se compreender a evolução do risco da carteira automóvel da Fidelidade alinhado com o aumento de Veículos Elétricos a Bateria e Veículos Híbridos *Plug-In* na carteira. O trabalho começará por abordar a evolução destes veículos no mundo e em particular em Portugal, descrevendo alguns dos novos riscos e vantagens que estes estão a constituir para o setor segurador. Adicionalmente, será realizada uma caracterização de variáveis de risco, como a Frequência de Sinistros e o Custo Médio de Sinistros, para os Veículos Elétricos a Bateria e os Veículos Híbridos *Plug-In*, em comparação com outros tipos de veículos na carteira. O Método de *Chain Ladder* e o Erro Padrão de *Thomas Mack* serão aplicados ao caso de estudo com o objetivo de analisar os Custos com Sinistros *Ultimate* para estes veículos. De seguida, será estudada a Metodologia de *Box-Jenkins*, visando o ajustamento de um Modelo de Séries Temporais (*ARIMA* e *SARIMA*) para as novas entradas de veículos na carteira. Por fim, será desenvolvido um Modelo Preditivo de Risco, utilizando as Previsões do Modelo de Séries Temporais e os Modelos de Risco Internos da Empresa.

Através deste estudo, será demonstrado que, em anos futuros, é expectável que a representatividade destes veículos continue a aumentar, enquanto que a proporção de outros tipos de veículo na carteira diminuirá. Além disso, será concluído que, de acordo com o modelo preditivo de risco e com o crescimento de Veículos Elétricos, é expectável que os valores das variáveis de risco da carteira automóvel aumentem.

**Palavras-chave:** Veículos Elétricos, Risco Segurador, Método de *Chain Ladder*, Erro Padrão de *Thomas Mack*, Metodologia de *Box-Jenkins*, Séries Temporais, Modelo *ARIMA*