

# Análise de Big Data aplicada à indústria automóvel: melhoria do design e segurança dos veículos

Luís M. Barata<sup>1</sup>[0000-0002-6471-4681], Tomás Marques<sup>1</sup>, Miguel Gonçalves<sup>1</sup>,  
Eurico Lopes<sup>2</sup>[0000-0002-1818-8203], and Arminda G. Lopes<sup>3</sup>[0000-0002-1969-9937]

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal `luis.barata@ipcb.pt` |  
`{tomas.marques,g.miguel}@ipcbcampus.pt`

<sup>2</sup> Instituto Politécnico de Castelo Branco - Unidade de Investigação QRural,  
Portugal `eurico@ipcb.pt`

<sup>3</sup> ITI/LARSyS: Funchal, Madeira, Portugal

**Abstract.** Este artigo mostra como a análise de Big Data afeta a indústria automóvel, no sentido de melhorar o design e a segurança dos veículos. Primeiro introduz conceitos e os métodos de inclusão e exclusão de vários estudos relacionados. De seguida, são mostrados os resultados de cada estudo apresentado. Para finalizar é feita uma discussão, onde os resultados dos estudos são interpretados. São discutidas ainda limitações dos estudos e implicações para a aplicação prática.

**Keywords:** Big Data · Análise de Big Data · Segurança dos veículos · Design dos veículos · Big Data na indústria automóvel.

## 1 Introdução

Nos dias de hoje, os dados são gerados a partir de múltiplas fontes e em grandes quantidades. Com as grandes quantidades de informação a serem geradas, vários setores estão dependentes da análise destes dados. Com isto nasceu o termo de Big Data. Big Data é um termo geral que descreve o facto de haver uma grande quantidade de dados a serem produzidos todos os dias, e estes necessitam de ser geridos, controlados, analisados e usados [?].

A Big Data trouxe grandes oportunidades e potencial para vários setores, no entanto, apresenta vários desafios, como é o caso da produção de grandes volumes de dados, que com o passar do tempo perdem o seu valor e causam espaço desnecessário. Para isso é necessário haver um tratamento dos dados, sendo este processo denominado de *data analysis*. A *data analysis* é o processo que de limpeza, alteração e processamento de dados brutos, ou seja, que ainda não foram processados, e extração de informações acionáveis e relevantes [?]. Este processo permite às organizações retirar *insights* valiosos e monitorizar padrões que podem afetar positivamente ou negativamente o negócio. O processo de *data analysis* é utilizado em serviços políticos, públicos, saúde eletrónica (*E-health*), IoT, transporte e logística e na indústria automóvel [?] [?]. O processo

de *data analysis* integra-se no campo da *Data analytics*. Este campo usa dados e ferramentas para realizar decisões de negócios.

Dentro da indústria automóvel existem fases de teste, verificação e validação do desenvolvimento do produto, onde grandes volumes de dados de medição são extraídos a partir dos veículos de teste [?]. Estas fases e processos são essenciais para criar condições de fabricação corretas e permitem encontrar possíveis defeitos na fabricação dos automóveis, que posteriormente são corrigidos. Deste modo, o uso de Big Data fornece uma vantagem competitiva pois permite realizar uma análise extremamente eficiente e profunda de potenciais melhorias [?]. Desta forma, Big Data tem várias aplicações na indústria automóvel, entre elas: a conectividade entre veículos e veículo inteligente; veículos autónomos; *supply chains* mais inteligentes; *insights* automatizados de modo a melhorar o design e produção; agilidade e precisão na venda dos veículos [?].

Na conectividade entre veículos e veículo inteligente há uma combinação entre IoT e Big Data. Os veículos conectados oferecem vários benefícios aos utilizadores como a capacidade de gestão da mobilidade onde existem aplicações que permitem mostrar o caminho ideal ao destino do utilizador, informações de tráfego e ainda otimizar os consumos de combustível. Para além disso, dão mais segurança e prevenção a colisões, entre outros. A partir destes veículos conectados há todo um ecossistema de serviços que recebem dados com estas aplicações. Estes serviços posteriormente utilizam estes dados para criar vários *insights* como por exemplo em estatísticas de manutenção e desgaste de peças [?].

Os veículos autónomos têm a capacidade de transportar pessoas, sem a necessidade de um condutor. As organizações têm vindo a apostar nesse conceito e a torná-lo cada vez mais real. Isto permite reduzir as taxas de acidentes, danos, reduzir o congestionamento do tráfego, aumentar a eficiência do combustível, entre outras. As *supply chains* mais inteligentes é uma das aplicações de Big Data mais importantes para as empresas. Estas necessitam de saber que peças comprar, o custo das mesmas, o seu local de fabricação de modo a que no final possam obter lucro na venda do veículo [?].

Nos *insights* automatizados de modo a melhorar o design e produção existem dados relacionados a experiências reais de condução. Estas estão divididas em vários grupos de clientes, preferências de utilizador, entre outros. Desta forma, as empresas conseguem produzir veículos mais seguros e personalizados para os diferentes grupos de clientes. Para finalizar, a Big Data ajuda a aumentar a agilidade e precisão na venda dos veículos através do estudo do histórico financeiro e das preferências dos clientes [?].

Entre as aplicações referidas, o artigo irá ser focado na utilização de Big data para a melhoria dos designs e segurança dos veículos. Sendo assim, o artigo está organizado da seguinte maneira: a secção 2 apresenta a metodologia do artigo, os critérios e métodos utilizados para identificar e seleccionar os estudos incluídos na revisão sistemática. A secção 3 apresenta uma revisão sistémica de vários estudos que têm como foco a Big Data na indústria automóvel. A secção 4 apresenta uma discussão da revisão sistémica, onde são refletidos os

estudos apresentados na literatura, os estudos são divididos em categorias e são enunciadas as dificuldades da utilização de Big Data na indústria automóvel. Para finalizar a secção 5 contém uma conclusão ao estudo.

## 2 Métodos

### 2.1 Conceção da metodologia de investigação

O objetivo deste documento é analisar sistematicamente o aumento da aplicação de *Big Data analytics* na indústria automóvel, mais concretamente o impacto positivo no design e segurança dos veículos. Para além disso, são discutidas as oportunidades e desafios que ainda são enfrentados nas várias dimensões da aplicação de Big Data no campo da indústria automóvel.

Com base neste tema e objetivo da pesquisa, os estudos alvo serão escolhidos e analisados, e o processo detalhado de escolha dos estudos é descrito na secção 2.2. De seguida, na secção 2.3, os estudos relevantes serão analisados para agrupamento de palavras-chave, isto permite entender os problemas atuais de pesquisa e pontos críticos da literatura relevante, com o intuito de preparar o trabalho base para uma melhor classificação da literatura e por outro lado tentar esclarecer o estado atual da pesquisa.

### 2.2 Análise da Literatura

Na análise realizada à literatura é possível verificar um padrão no tempo de publicação. Podemos verificar na figura 1, pelo número de referências, que ao longo dos anos a atenção pela Big Data tem vindo a crescer e a aplicação da mesma está-se a tornar cada vez mais importante. A análise da literatura de vários artigos e outros que, de alguma forma, partilham características relacionadas ao tema deste artigo, têm sido mais relevantes nestes últimos anos.



**Fig. 1.** Gráfico da quantidade de referências citadas a Big Data por ano.

Na secção seguinte é feito um levantamento de vários estudos relacionados com o tema foco deste artigo, Big Data aplicada à indústria automobilística, mais concretamente na melhoria do design e da segurança.

### 3 RESULTADOS

Em [?] os autores tinham como objetivo monitorizar e alertar previamente sobre o processo de condução de maneira a ter uma solução eficaz que se melhora a segurança na condução e reduzisse a taxa de acidentes. Para tal, os autores analisaram quais eram os principais pontos que afetam a segurança rodoviária e baseando-se neles foi feita a escolha dos sensores usados. Tendo maioritariamente incluídos nesses pontos pessoas, veículos e a estrada em si. Em que as pessoas se referem principalmente aos condutores, devido às habilidades de condução do mesmo, a condução sob o efeito, condução enquanto cansado entre outros fatores subjetivos. Os veículos referindo-se ao estado do veículo em si, ou seja, se este cumpre as condições básicas para uma condução segura tais como o estado dos pneus, o funcionamento do motor, entre outros. E as estradas referindo-se às condições destas, se estão cobertas por neve ou gelo, e se apresentam obstáculos. Seguindo estes fatores, os autores escolheram então os respetivos sensores que incluem maioritariamente sensores de deteção de álcool, sensores de vídeo e infravermelho, um sistema OBDII (é um sistema que permite efetuar o diagnóstico do carro), radar ultrassónico, entre outros. A estrutura do sistema inclui então 2 partes, em que uma é o sistema terminal interno e outra o sistema de Big data sobre a segurança de veículos. O Sistema terminal interno é responsável pela monitorização em tempo real e a gravação do estado de funcionamento dos veículos e do ambiente que o rodeia através dos sensores. E o sistema de Big data é responsável pelo processamento, análise e aplicação dos dados. Ao mesmo tempo, um sistema de monitorização inteligente da segurança dos veículos vai enviar um alerta sobre algum aspeto que não cumpra os requisitos de segurança. Esta informação vai também ser transmitida para eventuais autoridades relevantes em tempo real de forma a reduzir riscos de segurança. Em relação a Big Data o sistema estava conectado ao sistema de Big Data da polícia de trânsito da cidade dos autores de maneira a realizar um teste em conjunto para os autocarros urbanos e veículos que transportam mercadorias perigosas. O próximo passo definido pelos autores é analisar e minerar os dados, e realizar uma investigação detalhada e julgamento sobre o comportamento do condutor e as condições da estrada, de maneira a melhorar ainda mais a quantidade de avisos antecipados e fornecer uma base científica para a tomada de decisões para a gestão de trânsito.

Rai et al. [?] têm como objetivo usar uma abordagem de um design robusto para a redução de lesões na cabeça durante uma colisão de veículos, minimizando o valor *Head Injury Criteria* (HIC) de um acabamento duro interior. É falado sobre os fatores que influenciam o valor de HIC(d), sendo estes divididos em três: controlo, ruído e fatores de sinal. Os fatores de controlo são aqueles que o designer tem algum controlo se não total e pode escolher qualquer valor dentro de um intervalo. Estes fatores têm impactos diretos na performance ou no estado de resposta. Para que não haja risco para os ocupantes, o valor de HIC deve de ser muito abaixo de 1000. Neste artigo a Big Data é utilizada no sentido de que é feita *Data analysis* para identificar fatores de alta contribuição de acabamentos interiores duros. Neste caso, de modo a chegar aos melhores níveis para os fatores de controlo, é utilizado o método de análise de variância (ANOVA) de *Data*

*analysis*. São efetuadas então duas análises separadas para identificar os fatores de controlo que têm influência na média ou variação dos valores de HIC(d).

Para Luckow et al. [?], os autores investigam as características de aplicações de dados automobilísticos para perceber a variedade das fontes, os requisitos de volume e velocidade e obter uma compreensão de como estes requisitos podem ser operados a partir da plataforma *Hadoop* e das ferramentas baseadas na mesma. O artigo fala de várias aplicações da Big Data na indústria automobilística como veículos conectados e sistemas de transporte inteligentes, onde através de sensores são produzidos dados em que uma fração destes é retida e usada para serviços telemáticos como a previsão de tráfego, avisos de segurança, diagnóstico de veículos e serviços baseados em localização. Os autores referem ainda que a Big Data pode ser utilizada na fabricação e qualidade no sentido de que as máquinas têm a capacidade de otimizar operações globais através do uso dos dados gerados no processo de produção. É referido ainda que a fusão destes dados com outras fontes de dados, como dados de diagnóstico de campo e dados de engenharia, permitem entender e prevenir problemas de qualidade na planta. Outra aplicação é o uso da Big Data em *Deep Learning* na análise de imagem/vídeo, neste caso permite desenvolver a condução autónoma, otimizar o processo de fabricação e monitorização de problemas de qualidade. É referido que a plataforma *Hadoop* e as suas ferramentas podem ser utilizadas na gestão de processamento e execução, estruturas SQL que permite a consulta de dados colunares derivados de fontes de dados menos estruturadas, análise avançada onde são usadas abstrações de *dataframe* que expõe dados em um formato tabulado para o utilizador e suporta a expressão eficiente de *data transformations* e *analytics*. Para finalizar, os autores referem ainda que a plataforma e as suas ferramentas podem ser utilizadas na governança e segurança dos dados.

No caso de Jeon et al. [?], os autores propuseram um sistema que guarda dados de sensor, gerados de um veículo através de um sistema de Big Data e da análise do output em tempo-real para prever o deslizamento do veículo. Os autores usam o modelo *Map/Reduce* ao mesmo tempo, armazenam grandes quantidades de dados extraídos de sensores que medem a causa para o derrape do veículo. O sistema é composto por um sistema de base de dados *MongoDB*, que guardava os dados gerados pelos sensores do carro, um sistema de *Hadoop Map/Reduce*, que é usado para analisar os dados armazenados em *MongoDB*, e para finalizar um centro de controlo que controla o veículo. Quando um sinal, que vem do sistema de *Hadoop Map/Reduce*, é transmitido ao centro de controlo, ele controla imediatamente o veículo, impedindo-o de deslizar.

Para Yongqiang et al. [?], os autores utilizam *Big Data analysis* e cálculos de modo a calcularem a proteção dos ocupantes de um veículo. Foram realizados 60 testes para 20 modelos de veículos de modo a estudar e a analisar as lesões causadas aos ocupantes, baseado no método do teste de “treno”. Os autores apresentam uma breve introdução deste método, referem que é o teste usado com mais frequência na implementação do GB 11552-2009 “os acessórios internos do carro de passageiros” e ainda processam a explicar como o método funciona. Na secção seguinte os autores analisam os resultados da proteção dos ocupantes,

mais concretamente os resultados das lesões da cabeça, tronco e dos membros inferiores. Os autores concluíram que nas futuras versões estas lesões devem ser consideradas.

No caso de Liu & You [?], é falado sobre o impacto que aplicações de Big Data tiveram na inovação tecnológica da indústria chinesa de veículos elétricos. Os autores referem que a partir dos resultados obtidos querem promover o desenvolvimento de tecnologias Big Data, construir um poder de tecnologia de Big Data e ainda construir uma maneira de integrar a tecnologia de Big Data com a indústria automobilística de energia e ainda fornecer sugestões para o desenvolvimento destas indústrias. Na segunda secção são analisados os *Status Quo* do desenvolvimento da indústria automobilística de energia e do desenvolvimento da Big Data chinesa. Os autores referem ainda as fontes dos dados, sendo selecionadas empresas listadas de 2012 a 2020 na indústria automobilística de energia. A partir desta lista e considerando a integridade e validade dos dados da amostra, foram eliminadas empresas identificadas por ST e \*ST, empresas com dados anormais ou incompletos e foram eliminados negócios que não envolvem veículos elétricos. De seguida, construíram um modelo e selecionaram variáveis para a fórmula. Para finalizar, foram realizados vários testes. Testes de estabilidade para verificar se os dados da amostra eram estáveis para uma posterior análise. Testes de “multicolinearidade” que se referem à relação de influência mútua entre umas variáveis explicativas, onde o grau dessa influência irá afetar os resultados finais da pesquisa. É feita uma análise de regressão *Stepwise* que tem como vista a influência mútua de múltiplas variáveis que afetam o índice de inovação tecnológica destas empresas. No final é possível verificar que existe uma relação positiva entre o índice de desenvolvimento de Big Data e a capacidade de inovação tecnológica dos veículos elétricos.

No estudo de Prehofer & Mehmood [?] foi feito com o objetivo de recolher os vários tipos de dados gerados por um veículo, de maneira a ser possível utilizá-los em aplicações que auxiliem a condução no geral. Para isto os autores começaram por mostrar a partir de um dataset de dados obtidos pelo OBD-II de 3 carros elétricos diferentes, uma avaliação entre a energia gasta relativamente à energia necessária para o veículo se deslocar. Essa avaliação foi formalizada num conceito chamado VSP (vehicle specific power), que basicamente estima a energia necessária para a deslocação de um veículo num modelo físico dependendo também da velocidade, aceleração e estado da estrada. Os autores para mostrarem o potencial da análise da Big Data apresentaram alguns exemplos da aplicação da mesma. Uma possibilidade é o cálculo do VSP para diferentes viagens considerando a temperatura média da mesma, visto que os autores analisaram também que esta afeta a performance do veículo. Outra seria o cálculo de fases de travagem e aceleração, que precisaria de calcular a inclinação da estrada a partir do GPS ou de mapas de alta-precisão, que necessitaria de ser calculada de dentro do veículo ou através de Edge Computing, que, no entanto, poderia apresentar alguns erros de conectividade.

Najada & Mahgoub [?], apresenta um método para selecionar uma trajetória “segura-ótima” em veículos autónomos. A trajetória é calculada a partir do

uso de *Big Data mining* e *Big Data analysis* de acidentes da vida real e de veículos conectados em tempo real. O método proposto pelos autores é derivado do trabalho anterior dos mesmos, onde propuseram um sistema que visa prevenir ou diminuir os acidentes de trânsito como também os congestionamentos. O método é direcionado a veículos completamente automatizados, sendo o veículo o responsável por decidir qual a trajetória a seguir em todos os casos. Os autores explicam o funcionamento do mesmo, ditando os passos que o utilizador deve seguir para que o sistema funcione. Para finalizar, os autores criam vários cenários como exemplos do funcionamento do sistema na escolha das trajetórias.

## 4 Discussão

Nesta secção irá ser feito uma discussão geral sobre o tema deste artigo, usando por base a secção anterior. Será feita uma reflexão sobre os estudos apresentados na literatura. Para finalizar serão analisados os principais desafios da aplicação de Big Data na indústria automobilística.

Na secção anterior foram mostrados vários estudos que com métodos com utilidade diferentes criados para melhorar a segurança dos veículos e o seu design. É possível verificar que existe uma grande variedade de estudos e com utilidades completamente diferentes, no entanto, quase todos usam sensores para poderem obter os dados que necessitam. Pelo que podemos identificar uma grande relação existente entre IoT e a Big Data. Ainda é possível verificar que parte dos métodos envolvem a utilização de tecnologia e são métodos de segurança ativa e passiva, ou seja, métodos que reduzem a possibilidade de ocorrer um acidente e métodos que protegem os ocupantes do veículo dos efeitos de um embate [?], que acabamos por considerar como segurança física. Para além disso, há estudos que tentam criar aplicações que permitem reduzir o perigo rodoviário e outros. Sendo assim, iremos dividir os estudos em três categorias e iremos falar sobre os seus desafios e outros pontos críticos.

### 4.1 Design

Na indústria automobilística o design do veículo no geral é uma das partes essenciais para assegurar a segurança dos passageiros, que embora tenha sido aperfeiçoada ao longo dos anos continua a ser um dos principais focos na indústria. Atualmente com novas tecnologias e constantes inovações a serem desenvolvidas para ainda mais assegurar a segurança dos passageiros. Nessas novas inovações muito provavelmente é feito o uso de Big Data, como por exemplo Yongqiang et al. [?] mostrou como pode ser usado este conceito para avaliar o nível de segurança que certas abordagens no design oferecem. Também Rai et al. [?], faz uso de Big Data para analisar e identificar que fatores dos acabamentos interiores duros influenciam na média ou na variação dos valores de HIC (*Head Injury Criteria*).

## 4.2 Segurança Física

Para além do design do veículo, o uso de sistemas físicos extra cuja função seja desde auxiliar a condução até intervir na ocorrência de alguma anomalia, já é algo comum nos veículos atuais. Agora com a possibilidade de usufruir de sistemas baseados em Big data podemos prever o futuro surgimento de sistemas que sejam capazes de intervir na maior parte de situações consideradas perigosas, isto já se pode notar nos carros de condução autónoma que usufruem de tais sistemas. Como por exemplo o sistema desenvolvido por Jeon et al. [?] que através de uma base de dados em *MongoDB* foram capazes de desenvolver um sistema que consegue em tempo real assumir o controlo do veículo de maneira a impedi-lo de deslizar.

## 4.3 Aplicações

As aplicações são muitas vezes essenciais para auxiliar os utilizadores na condução. Os artigos encontrados durante a revisão sistémica que envolvem as aplicações apresentam ideias de uso, pelo que os autores não puderam implementá-las. Chen et al. [?], tinham o objetivo de monitorizar e alertar previamente o processo de condução para que a segurança na condução fosse melhorada, pelo que não passa de uma aplicação. Luckow et al. [?], propõe o uso da plataforma Hadoop e das ferramentas baseadas nesta para operar os dados automobilísticos. Já Liu & You [?], falam sobre como a Big Data influenciou a indústria de veículos elétricos chineses, onde é calculada, através de fórmulas, a regressão *Stepwise* que é posteriormente analisada. No caso de Prehofer & Mehmood [?], os autores usaram dados obtidos de 3 carros elétricos com o objetivo de fazer uma avaliação entre a energia gasta e a energia necessária para o veículo se deslocar, fazendo assim o uso de Big Data. Finalmente Najada & Mahgoub [?], mostram a ideia de uma aplicação em veículos autónomos para que estes sejam capazes de escolherem a trajetória “segura-ótima”. Esta trajetória é calculada a partir do uso de *Big Data mining* e *Big Data analysis* de acidentes da vida real e de veículos conectados em tempo real. Os autores propuseram a ideia e vários cenários de exemplo de funcionamento do sistema.

## 4.4 Desafios da Big Data na indústria automobilística

A Big Data traz grandes vantagens para a indústria automobilística, no entanto, apresenta alguns desafios da sua utilização que serão referidos de seguida. O primeiro problema “é que tipo de dados devem ser extraídos?”. Neste caso a tendência é acumular todos os dados, no entanto, é bastante importante analisá-los pois os dados não são úteis sem contexto e aplicação. As empresas têm o risco de ficarem inundadas com a quantidade dos dados devido ao crescimento da venda de carros conectados, perdendo potencialmente a oportunidade de conectar esses dados com o resto [?]. Outro problema é o uso desses dados para melhorar as experiências dos clientes. Como é que os dados podem ser



utilizados para criar melhores experiências aos clientes, desde informação ao entretenimento de modo a criar uma relação e fidelidade dos clientes com a marca [?]. O terceiro desafio incide em como podem ser utilizados os dados para criar novos serviços e parcerias. As indústrias podem utilizar os dados para melhorar os serviços de reparo, criar aplicações inovadoras, como por exemplo prevenção de colisões em tempo real [?]. O quarto desafio refere-se ao facto de como as empresas protegem os dados para ganhar a confiança dos clientes. As indústrias automobilísticas necessitam de prestar atenção em como compartilham os dados. Pode ser útil para os clientes a partilha dos seus dados com empresas de seguros, mas pode ser prejudicial a partilha de dados que possam afetar adversamente os custos [?]. O quinto desafio é o controlo dos dados. Com grandes volumes de dados, a grande velocidade e com muitos tipos de dados, torna-se difícil para as empresas controlarem todos estes dados. Isto leva-nos para o sexto desafio [?]. O sexto desafio envolve a integração dos dados extraídos. Isto devido à grande quantidade e variedade de dados que vêm de vários sensores que são de baixo nível e o tipo de informação de alto nível, utilizada para os modelos preditivos. Isto requer que sejam realizadas a bordo fusões e integração de dados [?]. O sétimo e último desafio envolve os dados de comunicação. Os utilizadores utilizam aplicações de *streaming* de música, vídeo, entre outros, e necessitam de usar Internet móvel (conhecidos pelos utilizadores como dados móveis). No entanto, a largura de banda oferecida por estas redes torna-se inadequada para a transmissão de grandes volumes de dados [?].

## 5 Conclusão

A indústria automobilística é uma das indústrias fundamentais da sociedade moderna. É também das principais causas de morte ao redor do mundo, portanto estudos feitos de maneira a entender as várias questões de segurança que estão associadas ao fabrico, manutenção e operação de veículos. Adicionalmente com o surgimento de novas tecnologias no âmbito das engenharias, começam também a surgir soluções que usufruem de Big Data para desenvolver novas técnicas que permitam aumentar a segurança dos veículos. Sendo assim, este artigo serve para analisar e comparar situações atuais de uso da Big Data em relação ao desenvolvimento de tais técnicas, dividindo-as em 3 categorias, Design, Segurança física e aplicações. E finalmente, os desafios presentes no uso da Big Data nesta indústria, como que dados devem ser extraídos, o uso desses dados, como podem ser usados, entre outros. Mesmo depois de uma extensa revisão, este estudo apresenta certas limitações. Principalmente, a falta de estudos ou artigos que tratem deste assunto, que muito provavelmente está relacionado com a privacidade deste tipo de estudos por parte dos fabricantes. Tendo também limitações relacionadas com a comunicação e tratamento dos dados gerados por um veículo devido a serem quantidades enormes de dados em apenas uma pequena viagem, tornando a transferência deste como também o tratamento destes em processos complexos e demorados.

## References

1. The automotive industry's big data challenge (part 2) – re-imagining corporate innovation with a silicon valley perspective, retrieved April 23, 2023, from <https://corporate-innovation.co/2016/02/11/the-automotive-industrys-big-data-challenge-part-2/>
2. Big data na indústria automotiva: estudo de dados - blog da ccm, retrieved April 23, 2023, from <https://blog.ccmtecnologia.com.br/post/big-data-na-industria-automotiva-estudo-de-dados>
3. Escola de condução invicta - equipamentos de segurança, retrieved April 23, 2023, from [https://www.invicta.pt/codigo/equipamentos\\_seguranca.asp](https://www.invicta.pt/codigo/equipamentos_seguranca.asp)
4. Four data challenges posed by the connected car - dataconomy, retrieved April 23, 2023, from <https://dataconomy.com/blog/2018/09/04/four-data-challenges-posed-by-the-connected-car/>
5. What is data analysis? process, types, methods and techniques, retrieved April 23, 2023, from <https://www.simplilearn.com/data-analysis-methods-process-types-article>
6. Camilli, R., Duisberg, A.: Big data and the automotive industry
7. Chen, M., Tang, X., Tang, H.: Design and implementation of a new intelligent vehicle safety monitoring system based on multi-source sensors. ACM International Conference Proceeding Series (2021). <https://doi.org/10.1145/3474198.3478186>
8. Jeon, J., Lee, W., Cho, H.J., Lee, H.: A big data system design to predict the vehicle slip. In: ICCAS 2015 - 2015 15th International Conference on Control, Automation and Systems, Proceedings. pp. 592–596 (2015). <https://doi.org/10.1109/ICCAS.2015.7364987>
9. Johanson, M., Belenki, S., Jalminger, J., Fant, M., Gjertz, M.: Big automotive data: Leveraging large volumes of data for knowledge-driven product development. In: 2014 IEEE International Conference on Big Data. pp. 1201–1210 (2014). <https://doi.org/10.1109/BigData.2014.7004298>
10. Knauf: Big data na fabricação de componentes automotivos, retrieved April 23, 2023, from <https://knaufautomotive.com/pt-br/como-usar-efetivamente-big-data-na-fabricacao-automotiva/>
11. Liu, X.X., You, J.W.: Research on the impact of big data application on technological innovation of chinese new energy vehicle industry. In: Proceedings - 2021 2nd International Conference on Big Data Economy and Information Management, BDEIM 2021. pp. 323–327 (2021). <https://doi.org/10.1109/BDEIM55082.2021.00071>
12. Luckow, A., Kennedy, K., Manhardt, F., Djerekarov, E., Vorster, B., Apon, A.: Automotive big data: Applications, workloads and infrastructures. In: Proceedings - 2015 IEEE International Conference on Big Data, IEEE Big Data 2015. pp. 1201–1210 (2015). <https://doi.org/10.1109/BIGDATA.2015.7363874>
13. Najada, H.A., Mahgoub, I.: Autonomous vehicles safe-optimal trajectory selection based on big data analysis and predefined user preferences. In: 2016 IEEE 7th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference, UEMCON 2016 (2016). <https://doi.org/10.1109/UEMCON.2016.7777922>
14. Pevec, D., Vdovic, H., Gace, I., Sabolic, M., Babic, J., Podobnik, V.: Distributed data platform for automotive industry: A robust solution for tackling big challenges of big data in transportation science. In: ConTEL 2019 - 15th International Conference on Telecommunications, Proceedings (2019). <https://doi.org/10.1109/CONTEL.2019.8848542>
15. Prehofer, C., Mehmood, S.: Big data architectures for vehicle data analysis. In: Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2020. pp. 3404–3412 (2020). <https://doi.org/10.1109/BIGDATA50022.2020.9378397>

16. Rai, B., Singh, N., Ahmed, M.: Robust design of an interior hard trim to improve occupant safety in a vehicle crash. *Reliability Engineering & System Safety* **89**(3), 296–304 (2005). <https://doi.org/10.1016/j.res.2004.09.003>
17. Sambandam, R.K., Jayaraman, S.: Self-adaptive dragonfly based optimal thresholding for multilevel segmentation of digital images. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* **30**(4), 449–461 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.11.002>
18. Yongqiang, W., Manli, L., Chao, C.: Big data analysis and calculation on occupant protection based on intelligent sled test system in passenger car. pp. 953–957 (2023). <https://doi.org/10.1109/TOCS56154.2022.10015916>