

## Estudo Exploratório sobre os Veículos Elétricos e a Automação Automobilística

Carlos Matheus de Souza (Faculdade Brasileira Multivix Vitória) [cmsouza1998@gmail.com](mailto:cmsouza1998@gmail.com)

Adan Lúcio Pereira (Faculdade Brasileira - Multivix Vitória) [adanlucio@gmail.com](mailto:adanlucio@gmail.com)

**Resumo:** A automação do setor automobilístico já é uma realidade na sociedade atual, consistindo em automóveis capazes de autogerir-se e chegar à um destino previamente definido, sem a intervenção de seres humanos e de forma precisa e segura. O presente estudo tem o objetivo de elucidar métodos as técnicas básicas de automação em veículos, através de um protótipo construído com o auxílio do Arduino, e evidenciar os principais aspectos que tangem a matriz elétrica de tais veículos, visto a tendência mundial de aderir a esta técnica frente aos combustíveis fósseis. Os resultados mostram a viabilidade do uso das técnicas de automação e o uso da energia elétrica em veículos, visto suas vantagens ambientais e sociais.

**Palavras chave:** Automação, Automóveis, Matriz Elétrica.

## Exploratory Study on Electric Vehicles and Automobile Automation

**Abstract:** Automation of the automotive sector is already a reality in today's society, consisting of automobiles capable of self-managing and reaching a previously defined destination, without the intervention of humans and precisely and safely. The aim of this study is to elucidate methods of basic vehicle automation techniques through a prototype built with the help of Arduino, and to highlight the main aspects that underlie the electric matrix of such vehicles, given the worldwide tendency to adhere to it. technique against fossil fuels. The results show the feasibility of using automation techniques and the use of electric energy in vehicles, considering their environmental and social advantages.

**Key-words:** Automation, Automobiles, Electrical Matrix

### 1. Introdução

A utilização da energia elétrica como fonte de energia para os veículos não representa uma inovação tecnológica. O começo da mobilidade elétrica no mundo é datado do começo século XIX, entrando no mercado e possuindo grande aceitação na segunda metade do século. Ao longo do século XX os veículos elétricos (ou VE) atingiram seu auge, porém logo começaram a competir com os veículos à combustão interna e acabaram entrando em decadência. No atual século, os VE's voltaram a ser destaque devido ao comprometimento mundial frente aos problemas climáticos enfrentados (DELGADO, 2017).

Sabe-se que o aproveitamento de fontes de energias fósseis em diversas atividades não é neutra quando leva-se em consideração seu impacto ambiental, devido a liberação dos gases do efeito estufa. Devido ao fortalecimento das referências técnico-científicas sobre o tema, diversos setores da sociedade têm buscado diminuir seu impacto ambiental através da utilização de sistemas mais "limpos", como é o caso dos Veículos Zero Emissão. Algumas cidades europeias como a Alemanha, por exemplo, através de legislações progressivas, irão proibir os veículos à combustão e será permitido somente a circulação de veículos elétricos ou que não causem impacto ao meio ambiente (ANDRADE, 2018).

Associada a mudança da matriz energética, a autonomia dos veículos também é um dos pontos de estudo correlacionado aos veículos elétricos. Segurança, conforto, resistência e tecnologia embarcada são alguns dos exemplos de motivações para os estudos de veículos autônomos. Estes veículos possuem capacidade de dirigir de forma independente, utilizando elementos tecnológicos integrados e sincronizados (RODRIGUES, 2017).

Com base no exposto, este estudo propõe a exibição dos principais aspectos dos veículos elétricos e dos veículos autônomos. Para isso, utilizou-se além da pesquisa exploratória, a montagem de um protótipo para entendimento da importância da matriz energética dos veículos e dos elementos de automação que podem ser associados aos mesmos.

## 2. Veículos Elétricos

O advento da Revolução Industrial no século XIX influenciou a criação do primeiro veículo elétrico do mundo, criado por Thomas Davenport, visto a necessidade de substituir a mão de obra humana e animal na movimentação de cargas. Porém, as Primeira e Segunda Guerras Mundiais afetaram negativamente esses veículos, visto o baixo rendimento das baterias frente a outras alternativas como petróleo e carvão. Logo após o período de guerras, a Crise do Petróleo em 1970, o início dos debates das questões ambientais e a ampliação da discussão sobre o desenvolvimento sustentável foram alguns dos fatores que fizeram com que os VE's voltassem a ser pauta mundial (AZEVEDO, 2018).

Por definição os veículos elétricos são quaisquer veículos onde a tração é fornecida por um motor elétrico. Pode-se classificá-los em dois grandes grupos: os veículos híbridos e os veículos elétricos puros. A primeira classificação refere-se à combinação do motor a combustão interna com um ou mais motores elétricos, para que haja maior eficiência energética. Já a segunda classificação refere-se aos veículos onde há somente a utilização de motores elétricos alimentados por baterias, células de combustível, placas fotovoltaicas ou conectadas diretamente à rede (OLIVEIRA, 2019).

Além da redução da emissão de gases do efeito estufa e materiais particulados, os veículos elétricos possuem menos peças do que os veículos tradicionais, acarretando no barateamento de sua montagem e manutenções. Os principais componentes destes automóveis são: trem de força (responsável pela conversão de energia, tanto da energia elétrica fornecida pela bateria para energia mecânica, quanto na frenagem, ao realizar a conversão de energia cinética em energia elétrica), baterias (são comumente utilizadas as baterias formada por íons de lítio), sistemas auxiliares (pode-se fazer necessário o uso de um motor elétrico para cada sistema auxiliar presente no veículo para seu correto funcionamento, como é o caso do sistema pneumático responsável pela suspensão de veículo e controle de portas, por exemplo) e conversores/inversores de potência (responsáveis por ajustar a tensão - realizando conversão de corrente alternada para corrente contínua e/ou ajustando a magnitude da tensão para cada um dos componentes presente no veículo) (LIMA, 2019).

Existem diversos tipos de recarga para os veículos elétricos. O mais comum é o carregamento por condução, onde há a ligação física com a rede elétrica através de um plug. Nesta forma de carregamento, deve-se preparar a rede elétrica para três níveis de recarga: Nível I – Normal (utiliza-se corrente alternada e uma tensão de, aproximadamente, 230 Volts, fazendo com que o tempo de carregamento fique entre seis e oito horas para carga completa), Nível II – Semirrápido (usa-se corrente alternada e uma faixa de tensão entre 220 e 240 Volts para realizar a recarga completa entre uma e quatro horas de carregamento) e Nível III – Super-

rápido (pode-se utilizar corrente contínua ou alternada, com níveis de tensão de até 600 Volts para carga completa das baterias em até 30 minutos). Outros dois métodos de carregamento são a indução, onde cria-se um campo eletromagnético que são captadas por receptores acopladas às baterias, e a troca de baterias (CASTRO, 2019).

Uma das empresas de destaque na área é a Tesla Motors, fundada por Elon Musk. O passo inicial da empresa foi a glamourização dos veículos elétricos, fazendo suas primeiras estratégias de marketing voltadas para pessoas com maior nível de influência social. Aliada a esta estratégia, a empresa investiu em diversas conquistas tecnológicas que auxiliaram na expansão da matriz elétrica nos veículos. Pode-se destacar os investimentos no modelo Tesla Roadster, com baterias de ponta e a premissa de ser o veículo mais rápido do mundo. Em 2018 o mundo presenciou o crescimento de 81% do mercado de veículos elétricos quando comparado com o ano anterior, significando a injeção de mais de trezentos e sessenta mil novos VE's em circulação somente nos Estados Unidos. Na figura 1, apresentada abaixo, pode-se observar o modelo Model-3, o carro destaque da Tesla Motors em 2018 (VIANNA, 2019).



Figura 1 – Tesla, Model-3

Ao analisar os veículos movidos à combustão e os veículos elétricos, há alguns pontos de destaque. Considerando viagens longas, a autonomia das baterias utilizadas é um fator crucial na decisão de qual veículo utilizar, visto que, mesmo com a presença de eletropostos ao longo do caminho, alguns usuários podem achar um incômodo a parada para recarga. Para uso cotidiano, quando leva-se em consideração as tarifas de gasolina, por exemplo, os carros elétricos levam vantagem, visto que sua autonomia pode ser de até uma semana (se considerando um trajeto de 41 quilômetros por dia) e tarifas mensais menores. A diminuição de gases e o fato de ser mais silencioso também são outros pontos de destaque dos VE's. Um item de destaque para os veículos a combustão é o preço de aquisição, visto que algumas estimativas apontam que, mesmo que as taxas de exportação sejam zeradas sobre os veículos elétricos, o payback da compra seria feita em aproximadamente 17 anos após a aquisição, se comparado com o valor dos veículos a combustão (SANTOS, 2017).

A inserção de veículos que necessitam de energia elétrica caracteriza a inserção de novas cargas na rede, portanto faz necessário avaliar os impactos do setor de transporte nessas redes. Principalmente em áreas residenciais, estudos mostram que os transformadores que apresentam maior número de consumidores conectados, por exemplo, precisarão de sistemas de controle para alto índice de penetração das novas cargas. Isso ocorre, pois, a infraestrutura existente não está pronta para esta demanda. É preciso preparar-se para este cenário visto

que o tipo de recarga e o número de VE's conectados podem causar a transgressão de limites definidos por norma para os equipamentos de proteção e distribuição de energia (SAUSEN, 2017).

### 3. Veículos Autônomos

A chegada em massa de veículos autônomos será um grande marco para a sociedade. Cerca de 90% dos acidentes que envolvem veículos são causados por erro humano. Estima-se também que aproximadamente 1,25 milhão de pessoas morrem por ano devido esse tipo de acidente. A utilização de veículos capazes de se autodirigir poderá trazer vantagens sociais, visto a diminuição da mortalidade e aumento da segurança de passageiros e pedestres, já que haverá a diminuição ou eliminação do erro humano no processo (RODRIGUES, 2017).

Além da segurança como uma das principais vantagens da automação dos veículos, pode-se destacar também a redução dos gastos, mobilidade urbana (garantia no cumprimento de garantias constitucionais, como a Política Nacional de Mobilidade Urbana do Brasil, por exemplo, visto que indivíduos com dificuldade na utilização dos atuais meios de transporte terão maior facilidade com a adoção de veículos autônomos), redução de congestionamentos (a eliminação do principal causador dos congestionamentos – os acidentes de trânsito – já traria melhora significativa para o trânsito, porém, o uso de centrais integradas para a definição das melhores rotas também são soluções viáveis), alterações na infraestrutura das vias (as atuais áreas de estacionamento, por exemplo, poderiam ser deslocadas para regiões mais distantes, visto que os veículos poderão estacionar sozinhos, e haveria maior aproveitamento das atuais áreas, promovendo assim benefícios socioeconômicos), redução dos tempos de viagem, melhoria na logística e transporte de cargas (SANTOS, 2017).

Pode-se considerar um veículo autônomo, os veículos capazes de realizar comportamentos sem supervisão de ações como mudança de pista/faixa, evitar colisões, paradas de emergência, desvio de obstáculos e controle do tráfego. Algumas empresas, como a Google, estão desenvolvendo projetos para aperfeiçoar seus protótipos. Na figura 2, apresentada a seguir, pode-se observar um dos protótipos desenvolvidos pela empresa citada, capaz de trafegar em trânsito comum, ainda sob supervisão humana, para coleta de dados e melhorar seu funcionamento (MOLINA, 2018).



Figura 2 – Google Self-Driving Car



Antes dos veículos serem inseridos no trânsito comum são necessários testes para que sejam recolhidos dados e o sistema aprenda a responder frente a qualquer tipo de evento. O veículo citado acima, por exemplo, é composto por diversas câmeras interconectadas capazes de ler e construir mapas tridimensionais com informações de semáforos, faixas de pedestres, meio-fio, placas e outros elementos. Além das câmeras, alguns sensores auxiliares auxiliam na identificação de quaisquer objetos que se aproximam do veículo, como pedestres, veículos e outros elementos. Alguns dos modelos mais recentes conseguem identificar objetos a até três campos de futebol de distância. O software embarcado ao veículo, de posse de todas as informações lidas pelos sensores e com base nos dados de trajetória e velocidade, consegue prever o movimento dos objetos ao redor e levantar as melhores trajetórias para atingir o destino final com segurança e maior eficiência (WAYMO, 2019).

### 3.1 Protótipo de Veículo Autônomo

Para entender melhor o funcionamento dos componentes que podem compor um veículo autônomo, concebeu-se um protótipo utilizando o Arduino, uma plataforma de código aberto de baixo custo, com a finalidade de desenvolvimento de sistemas embarcados. A placa possui um microcontrolador e interfaces de entrada e saída. Sua alimentação pode ser feita através de sua entrada USB ou através do pino de alimentação. Há também a *Integrated Development Environment* (IDE), plataforma de desenvolvimento dos códigos processados pelo microcontrolador, que utiliza a linguagem C e possui diversas bibliotecas disponíveis no site oficial. Uma das vantagens do Arduino é a presença de diversos módulos, também conhecidos como *shields*, que possibilitam a versatilidade da placa. Pode-se citar os módulos de comunicação (como o módulo *wi-fi* ESP8266, por exemplo) e os sensores (como o sensor de temperatura LM35, por exemplo) (PORCIÚNCULA et al, 2018).

A premissa básica do protótipo consiste na leitura de uma faixa preta presente em toda extensão de sua rota. Na parte inferior do veículo há dois sensores infravermelhos compostos por um LED negro e um LED claro. O LED claro emite luz e o negro irá absorver a luz, portanto a faixa preta absorverá a luz ao invés de refleti-la, havendo assim a leitura do posicionamento do veículo. Esta associação de módulos infravermelhos permite a simulação de parte da funcionalidade das câmeras presentes nos atuais veículos autônomos, ou seja, é possível fazer a leitura da rota traçada e identificação de possíveis obstáculos no solo.

Fez-se necessário o uso de 4 tipos de componentes para atender a todos os requisitos do projeto. Foram eles: dois motores de corrente contínua (para movimentação das rodas), uma ponte H L298N (usada para controlar o sentido do giro e a velocidade dos motores de corrente contínua), dois módulos TCRT5000 (compostos por dois LED's cada responsável por emitir e detectar luz infravermelha) e um sensor ultrassônico (mede, através de pequenos pulsos de alta frequência, a distância de um objeto com relação ao ponto onde está instalado o módulo). Utilizando os componentes citados em uma placa Arduino UNO, e utilizando fios jumpers, uma *protoboard* e uma bateria (para alimentação), montou-se o circuito apresentado na figura 3.

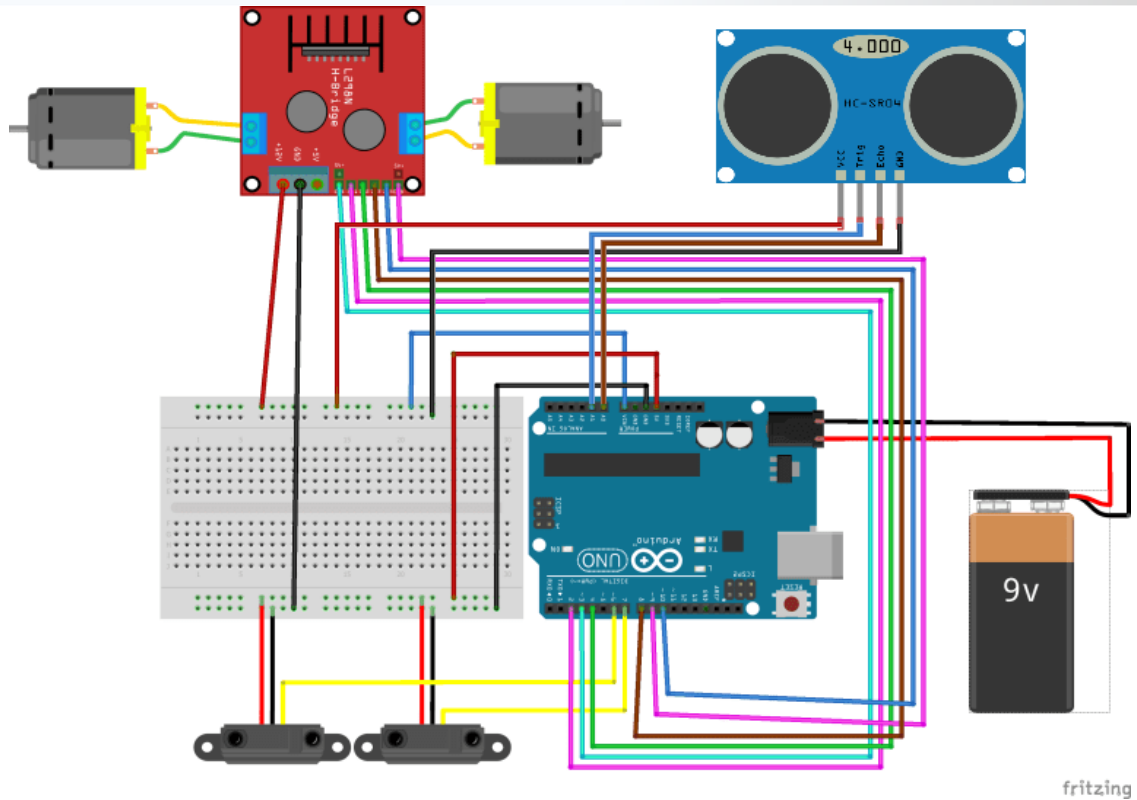


Figura 3 – Circuito Montado

Para atender a premissa do projeto e adequar-se ao projeto apresentado na figura 04, montou-se o protótipo abaixo. Para a montagem utilizou-se, além dos componentes já citados, uma base para acoplamento dos componentes.

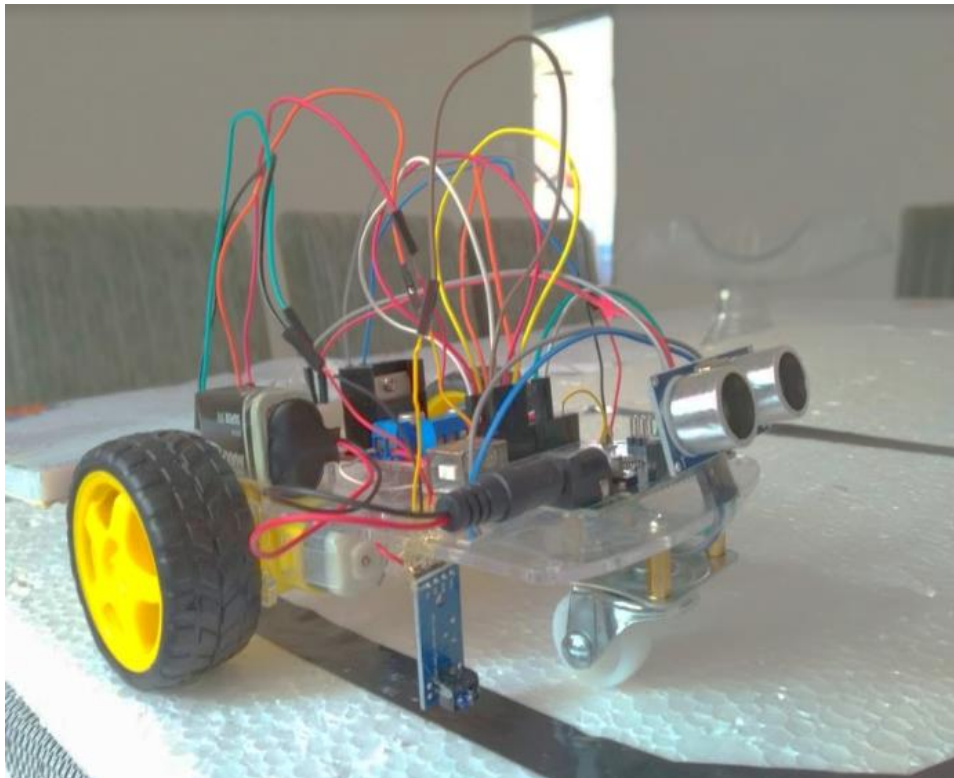


Figura 4 – Protótipo Desenvolvido

Como ponto de partida o protótipo ele toma com referência a faixa preta montada sobre a base de isopor. O “carro” possui um sensor TCRT5000 associado, que realiza diversas leituras da superfície. Quando o sensor da esquerda detecta a faixa preta, por exemplo, é enviada a informação, para a ponte H L298N, de que a roda deve girar mais devagar. Este fluxo é seguido na parte direita do protótipo. O programa busca manter as duas rodas em velocidades iguais, para que o carrinho possa se movimentar em linha reta. Quando o sensor ultrassônico verifica que há um objeto a 10 centímetros do carrinho a velocidade das duas rodas são zeradas, voltando a funcionar somente quando o objeto é retirado do caminho.

Os gastos referentes a este projeto limitam-se aos componentes eletrônicos. A tabela 1, exibido abaixo, evidencia o preço de cada um dos produtos usados para construção deste projeto.

Nome do Componente	Descrição do Componente	Preço do Componente
Placa Arduino UNO R3	Microcontrolador	R\$40,00
<i>Protoboard</i>	Placa com furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos.	R\$8,00
Chassi 2WD (chassi em acrílico, 2 motores DC (3~6v), 2 rodas de borracha, 1 roda boba (Universal), 2 discos de encoder e 1 jogo de parafusos)	-	R\$
Ponte H L298N	Componente responsável pelo controle dos parâmetros dos motores DC.	R\$19,90
Módulo TCRT5000	Componente responsável pela identificação a linha desenhada.	R\$9,90
Sensor Ultrassônico	Componente responsável pela identificação de possíveis elementos na linha que possam colidir com o protótipo.	R\$9,90
Modulo ESP8266	Módulo wireless que permite a integração do Arduino com uma rede <i>wi-fi</i> .	R\$22,90
Resistor	Componente com a finalidade de limitar, diminuir ou dividir a corrente ou tensão em alguma parte do circuito	R\$4,50
Fios <i>Jumper</i>	Fios utilizados para conexões entre a placa Arduino e os demais componentes	R\$3,50
Placa Arduino UNO R3	Microcontrolador	R\$40,00

Fonte: Autores (2019)

Tabela 1 – Custo dos Componentes do Projeto

Ao comparar o funcionamento do protótipo com as atuais tecnologias de automação de veículos percebe-se a importância de tentar prever todas as variáveis que podem impactar o trajeto do veículo, para garantia da segurança de todos os possíveis envolvidos ao longo da trajetória. O uso dos sensores infravermelhos e do sensor ultrassônico são exemplos de tentativa de controle de tais parâmetros. Apesar de serem instrumentos “cegos”, ou seja, usam técnicas rudimentares de diferenciação de objetos, conseguem cumprir a premissa básica do projeto: manter-se na rota correta e evitar a colisão com objetos na pista. Os pontos de melhoria e estudos futuros para este projeto deve ser o estudo da aplicação de dispositivos de geolocalização, para que a rota possa ser melhor calculada e não depender de marcações no solo, e câmeras com maior alcance

(com visão 360° ou uma associação de diversas câmeras, todas integradas com tecnologias de inteligência artificial, responsáveis por prever rotas e identificar os objetos ao redor do veículo).

#### 4. Conclusão

O progresso das tecnologias da matriz energética para os veículos e sua automação é notadamente exponencial. É esperada a gradual substituição dos atuais veículos por esses modelos, estimando o ano de 2030 como o ano de virada para o setor automobilístico.

A automação poderá melhorar de forma significativa a qualidade de serviços e de vida, visto as inúmeras vantagens apresentadas ao longo deste trabalho. Sua associação com o uso dos veículos elétricos ocasionará maior conservação de energia, fazendo com que os benefícios ambientais também sejam maximizados.

Este trabalho possibilitou entender a importância da automação e sua utilização em sistemas de transporte. Com isso, pôde-se perceber a necessidade de desenvolver sistemas que possibilitem a navegação mais segura desses veículos, seja de forma autônoma ou guiada. Para se atingir uma compreensão dessa realidade, definiram-se três objetivos específicos. O primeiro, de identificar as melhores técnicas de construção de um veículo autônomo, através da plataforma Arduino, e o funcionamento dos veículos elétricos. O segundo, de construir um protótipo que simulasse os principais pontos analisados. O terceiro, de entender integração das técnicas de automação e substituição da matriz fóssil dos veículos.

Após montagem do protótipo realizou-se diversos testes a fim de tentar simular possíveis falhas no protótipo montado. Observou-se que o protótipo montado atendeu às especificações relatadas ao longo deste documento: seguir um caminho pré-definido, parando totalmente quando o sensor ultrassônico identifica um objeto a 10 centímetros do veículo, voltando a se movimentar quando o objeto é retirado do trajeto. Como já esmiuçado no tópico de explicação técnica do protótipo, tem-se, de maneira geral, a utilização de três módulos distintos do Arduino para atingir os objetivos definidos. A ponte H L298N, usada no controle do funcionamento dos dois motores de corrente contínua utilizados; dois módulos TCRT5000, responsáveis pela detecção da faixa que delimita o trajeto; e um sensor ultrassônico, responsável pela detecção de objetos na pista.

Conclui-se que o setor de transportes exhibe sua transição nos tempos modernos e a mobilidade elétrica tende a ganhar cada vez mais destaque. Preocupações ambientais serão os principais fatores que irão nortear a evolução tecnológica dos próximos anos, incentivadas por leis (principalmente europeias) de substituição dos atuais veículos à combustão. As tecnologias autônomas serão auxiliares a estes veículos, buscando sempre aumentar sua eficiência e conforto aos utilizadores.

#### Referências

ANDRADE, A. C. Comparação de tecnologias em veículos automóveis. **Revista Neutro à Terra**, Porto, v. 21, p. 29-37, 2018.

AZEVEDO, M. H. **Carros elétricos**: viabilidade econômica e ambiental de inserção competitiva no mercado brasileiro. Ouro Preto, 54 p., 2018. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto.

CASTRO, L. A. F. **Análise de veículos elétricos no setor de logística em centros urbanos**. São Paulo, 133 p., 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE.



COSTA, J. A. F. D. **Análise dos impactos energéticos de veículos autônomos**. Lisboa, 103 p., 2018. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências de Lisboa.

LIMA, G. C. L. S. et al. Mobilidade elétrica: o ônibus elétrico aplicado ao transporte público no Brasil. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**. Ano, v. 41, p. 2, 2019.

CARROS ELÉTRICOS. Rio de Janeiro: FGV Energia. 2017.

MOLINA, C. B. S. T. **Controle veicular autônomo (CVA): um sistema para prevenir acidentes no contexto de veículos autônomos**. São Paulo, 101 p., 2018. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, G. F. L. **Abastecimento de veículos elétricos considerando energia fotovoltaica**. Goiânia, 70 p., 2019. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Goiás.

PORCIÚNCULA, C. B. et al. Constrained Application Protocol (CoAP) no Arduino UNO R3: Uma Análise Prática. **Anais do Workshop Pré-IETF (WPIETF\_CSBC)**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2018.

RODRIGUES, J. C. A imprevisibilidade aceitável na direção autônoma: Porque a ausência de respostas éticas não deve impedir a adoção de veículos autônomos. **Anais do X Congresso de Administração, Sociedade e Inovação (CASI)**. Petrópolis: 2017.

RODRIGUES, L. C. **Fundamentos, tecnologias e aplicações de veículos autônomos**. Paraná, 15 p., 2017. Monografia (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SANTOS, A. C. F. R. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um veículo elétrico versus veículo a combustão**. Santana do Livramento, 70 p., 2017. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Santa Maria.

Santos, L. C. B. D. **Implantação de veículos autônomos no contexto brasileiro: avaliação dos fatores que influenciam no interesse de uso com equações estruturais**. Brasília, 171 p., 2017. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília.

SAUSEN, J. P. et al. **Análise do carregamento de veículos elétricos na curva de carga do transformador de distribuição**. Santa Maria, 101 p., 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.

VIANNA, S. B. et al. **Tesla Motors: A introdução dos veículos elétricos nos EUA, seu impacto para a economia, bem como suas externalidades**. Rio de Janeiro, 34 p., 2019. Monografia (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

WAYMO. **Technology**. Disponível em: <<https://waymo.com/tech/>> Acesso em: 23 set. 2019.