



**11º SIMPÓSIO
DE SUSTENTABILIDADE**

**14-15-16
MAIO - 2024**



O IMPACTO DA TECNOLOGIA TURBO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA COM USO DA FUEL TECH

LOPES, Maizy dos Santos¹
HERINGER, Eudiman²
MADUREIRA, Eduardo Miguel Prata³

RESUMO

Este estudo investiga o impacto da tecnologia turbo na performance dos carros de arrancada, examinando suas implicações no desempenho dos veículos e nas estratégias de competição adotadas pelas equipes. Os carros de arrancada, projetados para alcançar velocidades máximas em distâncias curtas, têm testemunhado uma revolução tecnológica com a crescente adoção dos sistemas de sobrealimentação. O presente trabalho busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como a tecnologia de injeção eletrônica influencia os carros de arrancada atuais? Sendo assim, o objetivo desta investigação foi explorar o impacto da tecnologia FuelTech nas corridas de arrancada, propondo uma análise de como esses sistemas avançados estão redefinindo os padrões de desempenho e competitividade nas pistas. Apresentaremos também os benefícios e as vantagens que a FuelTech oferece aos competidores. A metodologia utilizada é de cunho bibliográfico, apresentando uma revisão da literatura acerca da temática da tecnologia turbo, sendo realizada uma entrevista com um piloto de arrancada, seguida de uma proposta de análise qualitativa dos dados obtidos. Os turbocompressores, ao comprimir o ar admitido nos motores, proporcionam um aumento significativo na potência e no torque disponíveis, oferecendo aos pilotos uma vantagem crucial nas largadas e nas retas. Ao compreendermos o papel da tecnologia turbo nos carros de arrancada, seremos capazes de apreciar plenamente sua influência na evolução contínua do esporte automobilístico de alta performance e na busca por tempos de aceleração cada vez mais rápidos.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia turbo. Carros de arrancada. Turbo compressores.

1. INTRODUÇÃO

Nos cenários altamente competitivos das corridas de arrancada, cada milissegundo e cada ajuste no desempenho do veículo podem fazer a diferença entre a vitória e a derrota. Nesse contexto de extrema exigência e busca incessante por desempenho máximo, a tecnologia assume um papel crucial, impulsionando os limites do que é possível em termos de velocidade e potência. As largadas ou “puxadas” são em duplas, e divididas por categorias de carros que conseguem separar os limites de velocidade, e preparação do carro. Segundo Ferraz (2022),

[...] a preparação de um carro para competições de arrancada vai desde as modificações no motor, até alterações na estrutura do veículo. Em relação ao novo conjunto de peças do motor, todos os componentes devem estar dimensionados corretamente, além do fato de que para que tudo funcione em sintonia, os ajustes de injeção eletrônica devem estar muito bem calibrados, pois todo o funcionamento do motor gira em torno de uma combustão bem-feita, com destaque para os parâmetros de avanço de ignição e de mistura ar/combustível. O turbocompressor é outro componente que merece uma atenção especial no projeto, pois boa parte do ganho de potência vem dele, responsável pela sobre alimentação. Ademais, sabe-se

¹ Acadêmica de Administração do Centro Universitário FAG. E-mail: mslopes2@minha.fag.edu.br

² Mestre em Aplicações Militares e Professor do Curso de Administração do Centro Universitário FAG. professor.eudiman@gmail.com

³ Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. Professor do Centro Universitário FAG. E-mail: eduardo@fag.edu.br



que a quebra do conjunto é bem comum no esporte, visto que os motores são impostos a altas pressões de trabalho (FERRAZ, 2022, p. 45).

Uma das empresas líderes nessa busca por excelência é a FuelTech, uma referência no desenvolvimento de sistemas de injeção eletrônica e gerenciamento de motores de alta performance. A FuelTech não apenas se estabeleceu como uma potência tecnológica, mas também se tornou sinônimo de inovação e sucesso nas pistas de corrida ao redor do mundo.

Com seus sistemas avançados de injeção eletrônica e gerenciamento de motores, a FuelTech oferece uma gama impressionante de recursos projetados especificamente para atender às demandas rigorosas das corridas de arrancada. Desde o controle preciso da mistura ar/combustível até o ajuste fino da pressão do turbo, os sistemas da FuelTech proporcionam aos competidores uma vantagem competitiva inigualável, permitindo-lhes extrair o máximo desempenho de seus veículos.

Nesta pesquisa, exploraremos o impacto da tecnologia FuelTech nas corridas de arrancada, analisando como esses sistemas avançados estão redefinindo os padrões de desempenho e competitividade nas pistas. Investigaremos os benefícios e as vantagens que a FuelTech oferece aos competidores, bem como os desafios técnicos e as inovações contínuas que estão impulsionando o esporte automobilístico de alta performance para novos patamares.

O objetivo principal desta pesquisa é analisar o impacto da tecnologia turbo na indústria automotiva, com foco no uso da Fuel Tech, investigando como essas tecnologias têm influenciado o desempenho, eficiência e competitividade dos veículos, além de identificar quais mudanças nos veículos que utilizam o turbo compressor e a injeção programável.

Figura 1 – Linha de arrancada



Fonte: A autora (2023).



2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIA TURBO

A tecnologia turbo, também conhecida como sobrealimentação, é um sistema de aumento de potência em motores de combustão interna. Baseia-se na utilização de um dispositivo chamado turbo compressor, que comprime o ar admitido no motor antes de entrar na câmara de combustão. Essa compressão aumenta a quantidade de oxigênio disponível para a combustão, resultando em um aumento significativo na potência e no torque do motor. O funcionamento do turbo compressor, seus componentes e os princípios básicos da tecnologia turbo serão abordados nesta seção. De acordo com Heywood (apud ANDREOLI, 2009),

[...] o propósito dos motores de combustão interna é a produção de trabalho a partir da energia química que o combustível tem. Ao contrário de motores de combustão externa, nos motores de combustão interna esta energia é liberada por queima ou oxidação do combustível dentro do motor. Ambas a mistura ar-combustível antes da combustão quanto os resíduos da queima são fluidos que realizam o trabalho. A saída de potência desejada virá das transferências de trabalho envolvidas provindas diretamente destes fluidos e dos componentes mecânicos do motor (HEYWOOD, 1988 *apud* ANDREOLI, 2009, p. 21).

Carros equipados com tecnologia turbo têm estabelecido recordes impressionantes de velocidade e aceleração em competições de arrancada ao redor do mundo, demonstrando o impacto significativo dessa tecnologia no desempenho.

Fabricantes de turbo e equipes de corrida continuam a explorar novas técnicas de otimização e inovações na aplicação de tecnologia turbo em carros de arrancada, visando melhorias contínuas no desempenho.

2.2 CARROS DE ARRANCADA

Os carros de arrancada são veículos especialmente projetados para competições de curta distância, como *drag Racing*, nas quais o objetivo é alcançar a maior velocidade possível em um curto espaço de tempo. Esses veículos são altamente modificados e otimizados para acelerações rápidas, apresentando uma série de características distintivas, como chassis reforçado, pneus especiais e motores de alta potência. Nesta seção, serão discutidos os principais aspectos técnicos e as estratégias



de competição adotadas pelos carros de arrancada. É importante ressaltar que a arrancada não é o mesmo que os “rachas”, famosos por sua irresponsabilidade. Segundo Lilian (*et al.* 2023):

Arrancada ou Drag Racing é uma competição onde dois veículos (carros ou motocicletas) tentam cobrir um determinado percurso, em linha reta, no menor tempo possível, partindo com o carro parado. Diferente da irresponsabilidade de alguns motoristas que ainda teimam em tirar “rachas” na rua, a Arrancada é um esporte onde pilotos bem preparados e em local apropriado competem oficialmente (LILIAN *et al.* 2023, p. 3).

Os carros de arrancada usam transmissões especiais, como transmissões automáticas de alto desempenho ou caixas de câmbio sequenciais, para maximizar a entrega de potência às rodas. A suspensão é ajustada para otimizar a transferência de peso durante a aceleração. A aerodinâmica é adaptada para proporcionar estabilidade e reduzir o arrasto durante a aceleração. Isso inclui spoilers, asas e difusores otimizados para alta velocidade em linha reta. Os pneus *slicks* de alta aderência são essenciais para maximizar a tração em arrancadas. As rodas são projetadas para serem leves e resistentes para minimizar a inércia.

O procedimento de um motor modificado ou preparado para alta potência e torque, muitas vezes com componentes internos reforçados, cabeçotes trabalhados e sistemas de resfriamento aprimorados. Tornou-se necessário a utilização de turbo alimentadores ou compressores mecânicos para aumentar a potência do motor, Upgrade para sistemas avançados de injeção eletrônica programável, como os oferecidos pela Fuel Tech, para controle preciso da mistura ar/combustível e ajuste fino da entrega de potência. Teve também a substituição da transmissão por uma mais robusta e com relação de marchas adequada para acelerações rápidas, instalação de uma suspensão ajustável para otimizar a transferência de peso durante as arrancadas e garantir aderência máxima dos pneus, jaula de proteção que é implementação de uma jaula de proteção (*roll cage*) para segurança do piloto e conformidade com regulamentos de segurança. Todas as modificações devem ser realizadas de acordo com os regulamentos das competições de arrancada. É fundamental garantir a segurança do piloto e do público ao implementar modificações significativas no veículo. As mudanças devem ser planejadas e executadas por profissionais qualificados e experientes em preparação de carros de competição.

2.3 TECNOLOGIA FUELTECH E INJEÇÃO ELETRÔNICA AVANÇADA

A FuelTech é reconhecida mundialmente por seus sistemas avançados de injeção eletrônica, projetados para proporcionar controle preciso e otimizado sobre o funcionamento dos motores de alta performance. Esses sistemas incorporam tecnologias inovadoras, como mapeamento de combustível

e ignição em tempo real, controle de pressão de turbo e compensação de altitude, permitindo ajustes finos que maximizam o desempenho do motor em uma variedade de condições de corrida.

Figura 2 – FT600 SFI



Fonte: FuelTech (2024)

2.4 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DA FUELTECH EM CARROS DE ARRANCADA

A aplicação da tecnologia FuelTech em carros de arrancada oferece uma série de benefícios significativos para os competidores. Os sistemas avançados de injeção eletrônica e gerenciamento de motores permitem ajustes precisos que otimizam o desempenho do veículo, resultando em tempos de aceleração mais rápidos, maior velocidade máxima e uma dinâmica de condução aprimorada. Além disso, a FuelTech oferece recursos de monitoramento em tempo real, permitindo que pilotos e equipes ajustem os parâmetros do motor durante as corridas para maximizar o desempenho e a confiabilidade.

Os sistemas da FuelTech são projetados para integração com uma variedade de outros componentes de alta performance, como sensores de pressão, sistemas de ignição avançados e controles de transmissão. Isso permite um controle completo sobre o funcionamento do veículo. A FuelTech permite um controle preciso da pressão do *turbocharger*, otimizando o *boost* em diferentes situações de condução. Isso contribui para uma entrega de potência mais suave e eficiente, especialmente em carros *turbocharged*.

A empresa responsável pela FuelTech oferece suporte técnico especializado para os seus produtos, auxiliando os pilotos na configuração e otimização dos sistemas. Isso é crucial para extrair o máximo desempenho e resolver problemas técnicos rapidamente.



2.5 DESAFIOS E INOVAÇÕES CONTÍNUAS

Apesar dos inúmeros benefícios oferecidos pela tecnologia FuelTech, sua aplicação em carros de arrancada também apresenta desafios únicos. A natureza extremamente exigente das corridas de arrancada requer sistemas altamente confiáveis e resistentes a condições adversas, como altas temperaturas, vibrações e impactos mecânicos. Projetar carros com aerodinâmica otimizada para alcançar altas velocidades em linha reta, ao mesmo tempo em que mantém estabilidade e controle, é um desafio importante. Ajustar os sistemas eletrônicos, como injeção de combustível, controle de *boost* e transmissão, para maximizar o desempenho e a confiabilidade requer habilidades avançadas de engenharia e experimentação.

Um dos principais desafios é gerenciar a enorme potência gerada pelos motores modificados e garantir que essa potência seja transferida eficazmente para o solo sem perda de tração, especialmente durante a largada. A implementação de sistemas eletrônicos sofisticados, como os oferecidos pela FuelTech, permite um controle preciso sobre todos os aspectos do desempenho do motor e do chassi.

A parceria entre fabricantes de peças de alto desempenho, como *turbochargers* e sistemas de injeção, e equipes de corrida é essencial para impulsionar a inovação e resolver desafios específicos do esporte. Com um foco crescente na sustentabilidade, espera-se que as inovações futuras na indústria automotiva também se concentrem em maximizar a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa parte de uma proposta de revisão bibliográfica sobre os carros de arrancada e a aplicação da tecnologia turbo na indústria automotiva, pois é preciso pensar no desenvolvimento do carro e, também, dos seus benefícios que com tudo isso podemos ter um planejamento com uma dimensão mais ampla, incluindo projetos de análise do motor do carro.

Para procedimentos de coleta de dados, aplicamos uma entrevista com piloto de arrancada de Cascavel que utiliza turbo compressor e uso da Fuel tech no carro. De acordo com Martins (2018), “a entrevista é um método de coleta de dados que permite ao pesquisador um relacionamento direto com o grupo estudado. Ela, como qualquer base de dados, se torna mais eficiente quando o universo de respostas obtidas se torna maior” (MARTINS, 2018, n.p.).



Os dados coletados foram analisados qualitativamente, utilizando-se técnicas de análise temática para identificar padrões e tendências relacionadas ao impacto da tecnologia turbo na indústria automotiva.

A entrevista exploratória possui o objetivo de analisar como a injeção eletrônica poderá ser utilizado nos carros, podendo ser envolvido em reparos de motor.

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

4.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO AUTÓDROMO INTERNACIONAL DE CASCAVEL

A entrevista foi realizada com um piloto de arrancada de Cascavel, este evento acontece uma vez por mês na cidade. O piloto realiza diversas oportunidades de teste para o carro, incluindo checagem de pista e funcionamento do veículo.

De acordo com Ferraz (2022),

[...] as provas de arrancada são muito importantes para o desenvolvimento e descoberta de novas tecnologias acerca dos motores a combustão, pois, além de estimular os preparadores a estarem sempre um passo à frente do rival, as competições levam os motores ao limite. Para se ter ideia, a maioria dos carros vão para as competições com motores e peças reservas, visto que as quebras são muito comuns (FERRAZ, 2022, p. 13).

Essa combinação resulta em uma melhor eficiência energética, uma vez que mais energia é extraída do mesmo volume de combustível. Isso se traduz em motores menores com desempenho comparável ou superior aos motores maiores aspirados naturalmente, reduzindo assim o consumo de combustível e as emissões de gases poluentes.

4.2 ENTREVISTA COM PILOTO DE ARRANCADA ANDERSON ANGONESE

Anderson Angonese, 33 anos, participa de arrancada desde 2008, participou de desafios de arrancada locais “Área 45” e metropolitano.



ENTREVISTA:

1. Como a Fuel Tech influencia o tempo de reação e a aceleração inicial do seu carro?
 - “Com o uso da injeção programada, consegue-se calibrar a mistura de ar- combustível que vai para dentro do motor, assim podendo se ter uma aceleração constante em que o carro não apresente falhas”.
2. Como a tecnologia é aplicada no seu carro?
 - “Com o uso da injeção programável pode-se obter vários recursos para melhorar o desempenho do carro, sensores presentes no motor, como rotação, vácuo, pressão de turbo, temperatura do ar, tensão da bateria e, também, outros dados”.
3. Como a Fuel Tech contribui para melhorar a confiança e constância em uma competição?
 - “Oferecendo um gerenciamento completo e avançado para os projetos que buscam a alta performance, na arrancada por exemplo encontram-se funções como pro-nitro, saída para troca de marca, pacote *Bracket Racing*, saída para acionamento de *Line Lock* de freio, e controle de alinhamento”.
4. Como a Fuel Tech ajuda a minimizar os riscos de quebra do motor?
 - “Valorizando a segurança no motor, por isso as Ecus Powe FT possuem diversas proteções e alertas que permitem proteger seu equipamento em situações críticas”.
5. Qual a diferença dos pneus utilizados no seu carro para os convencionais?
 - “São pneus *slick* que são os mais utilizados pois são projetados e desenvolvidos com a superfície lisa, garantindo assim o máximo de aderência possível”.
6. Como é feito a preparação e manutenção do seu carro para garantir um desempenho melhor?
 - “Os motores sempre são revisados com grande frequência, pois assim pode-se garantir ou até mesmo evitar quebras indesejadas”.

4.3 DISCUSSÃO E RESULTADOS

O processo criado entre a tecnologia e injeção programável é aplicado em carros de várias maneiras para melhorar o desempenho, eficiência, segurança e conforto. A tecnologia Fuel Tech envolve o uso de injetores de combustível posicionados diretamente dentro da câmara de combustão do motor, em vez de injetar o combustível na entrada de ar como nos sistemas de injeção convencionais. Os injetores de combustível são controlados eletronicamente para pulverizar o combustível em pequenas gotas diretamente na câmara de combustão, onde é misturado com o ar

comprimido proveniente do turbocompressor. A injeção direta permite uma mistura mais precisa e controlada de ar e combustível, otimizando a eficiência da queima dentro dos cilindros. Isso resulta em uma combustão mais completa e eficiente.

Com a Fuel Tech, o combustível é injetado diretamente na câmara de combustão, resultando em uma resposta mais rápida do motor. Isso significa que os pilotos podem contar com uma entrega de potência mais imediata ao pressionar o pedal do acelerador, tornando a condução mais previsível e consistente em situações de competição onde cada fração de segundo conta.

Ao fornecer uma mistura precisa de ar e combustível em todas as condições de operação, a Fuel Tech ajuda a evitar misturas excessivamente ricas ou pobres que possam levar ao superaquecimento ou à detonação prejudicial do motor. Além disso, a pulverização direta do combustível na câmara de combustão contribui para um resfriamento ativo das superfícies internas do motor, controlando as temperaturas de operação e reduzindo o risco de superaquecimento, especialmente em motores turboalimentados.

Um dos impactos observados com uso de pneus de arrancada que são utilizados no carro diferem dos convencionais em vários aspectos importantes, proporcionando melhor desempenho, segurança e durabilidade. Em comparação com os pneus convencionais, os pneus do carro são especialmente projetados para otimizar o equilíbrio entre aderência, conforto e eficiência.

Figura 3 – Pneu *slick*



Fonte: Regis Racing (2024)



**11º SIMPÓSIO
DE SUSTENTABILIDADE**

**14-15-16
MAIO - 2024**



Além da manutenção regular, os proprietários podem investir em *upgrades* e melhorias para melhorar o desempenho e a aparência do carro. Isso pode incluir a instalação de pneus de alto desempenho, sistemas de escape esportivos e outras modificações que atendam às preferências individuais do proprietário. Em resumo, a preparação e manutenção adequadas do carro são essenciais para garantir um desempenho ideal, prolongar a vida útil dos componentes e garantir a segurança do motorista e dos passageiros. Ao seguir um plano de manutenção regular e cuidados preventivos, os proprietários podem desfrutar de um carro confiável e com excelente desempenho por muitos anos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia turbo, aliada aos sistemas de injeção eletrônica avançada da FuelTech, tem desempenhado um papel crucial na melhoria do desempenho, eficiência e competitividade dos veículos automotivos. A capacidade de controlar precisamente a mistura ar/combustível, a pressão do turbo e outros parâmetros-chave do motor permite que os fabricantes produzam veículos com desempenho excepcional e menor impacto ambiental. Apesar dos benefícios significativos oferecidos pela tecnologia turbo e pela FuelTech, sua implementação também apresenta desafios únicos. A complexidade dos sistemas de injeção eletrônica avançada requer habilidades técnicas especializadas para instalação, calibração e manutenção adequadas. No entanto, esses desafios são superados pelas oportunidades de inovação contínua e aprimoramento tecnológico, que impulsionam a evolução constante da indústria automotiva.

A tecnologia turbo, combinada com os sistemas de injeção eletrônica eficientes da FuelTech, tem contribuído para a redução das emissões de poluentes e para a melhoria da eficiência energética dos veículos. Esses avanços são essenciais para enfrentar os desafios ambientais globais e promover uma indústria automotiva mais sustentável no futuro. À medida que a tecnologia turbo e os sistemas de injeção eletrônica continuam a evoluir, é provável que seu impacto na indústria automotiva cresça ainda mais.

O desenvolvimento de novas tecnologias, como a eletrificação e a automação oferece oportunidades adicionais para aprimorar o desempenho, a eficiência e a segurança dos veículos, enquanto enfrenta os desafios emergentes da mobilidade sustentável. Em resumo, a combinação da tecnologia turbo com a Fuel tech representa uma evolução significativa na indústria automotiva, proporcionando ganhos substanciais em eficiência, desempenho e sustentabilidade. Essas inovações



estão moldando o futuro dos motores a combustão, tornando-os mais poderosos, econômicos e ecológicos do que nunca.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, Alexandre Giordani. **Injeção eletrônica programável para automóveis**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Porto Alegre. 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/24297> Acesso em 19 abr. 2024.

FAAFTECH. **INJEÇÃO eletrônica**: o que é, como funciona e para que serve. Faafttech, [s.l.], 2021. Disponível em: <https://faaftech.com/blog/injecao-eletronica-o-que-e-como-funciona-e-para-que-serve/>. Acesso em: 1 abr. 2024.

FERRAZ, Vinícius Prudente. **Projeto de preparação de um motor ICE de um gol G4 para competições de arrancada**. 2022. Acesso em: 19 abr. 2024.

FT EDUCATION. **Como funciona uma FuelTech**. FT Education, [s.d.]. Disponível em: <https://www.fteducation.com.br/blog/como-funciona-uma-fueltech>. Acesso em: 12 abr. 2024.

FUEL TECH. (2023). **Advanced Engine Management Systems for Motorsports**. Disponível em: www.fueltech.com/reports/advanced-engine-management. Acesso em: 12 abr. 2024.

FUELTECH. (2023). **FuelTech Electronic Fuel Injection Systems**: Performance and Applications. Acesso em: 23 mar. 2024.

FUELTECH. **FuelTech Brasil**. Disponível em: <https://fueltech.com.br/pages/fte>. Acesso em: 27 mar. 2024.

LILIAN, Djessica; BALTHAZAR, Alexandre; PENAZZI, Maria Emília. Clube automotor. Biblioteca Digital de TCC-UniAmérica, 2022.

MARTINS, Everton. **Entrevista**: técnica de coleta em pesquisa qualitativa. Blog PPEC. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/blog/index.php/2018/08/15/entrevista/#:~:text=A%20entrevista%20%C3%A9%20um%20m%C3%A9todo,respostas%20obtidas%20se%20torna%20maior>. Acesso em 10 abr. 2024.

REGIS RACING. **Regis Racing**. [S.l.]: [s.n.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.regisracing.com.br/>. Acesso em: 21 mar. 2024.

WEBMOTORS. **Principais carros das provas de arrancada**. Webmotors, [s.d.]. Disponível em: <https://www.webmotors.com.br/wm1/noticias/principais-carros-das-provas-de-arrancada>. Acesso em: 21 mar. 2024.



APÊNDICE

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Como a Fuel Tech influencia o tempo de reação e a aceleração inicial do seu carro?
2. Como a tecnologia é aplicada no seu carro?
3. Como a Fuel Tech contribui para melhorar a confiança e constância em uma competição?
4. Como a Fuel Tech ajuda a minimizar os riscos de quebra do motor?
5. Qual a diferença dos pneus utilizados no seu carro para os convencionais?
6. Como é feito a preparação e manutenção do seu carro para garantir um desempenho melhor?