



COMPARATIVO TÉCNICO DE UNIDADES MOTRIZES: FÓRMULA 1 X FÓRMULA E

CARISSIMI, M;

FLACH, A. M;

Palavras chave: Fórmula1, Fórmula E, sustentabilidade.

RESUMO

A Fórmula E surgiu como um conceito revolucionário no automobilismo mundial, sendo iniciada em setembro de 2014, além de ser a primeira categoria onde os carros são movidos totalmente a eletricidade. O projeto visa também desenvolver novas tecnologias para o futuro, já que a tendência é os futuros veículos sejam totalmente elétricos, visto que as políticas de redução da emissão de CO₂ proveniente de veículos a combustão estão sendo cada vez mais severas, o que também é um incentivo para a fabricação de veículos livres de emissões poluentes, e com propostas de leis para descarbonização total na União Europeia até 2050, é inevitável encontrar meios soluções para melhorar as tecnologias atuais para utilizar nas próximas gerações de veículos. Com este crescente apelo às energias limpas, a Fórmula 1, um dos mais tradicionais campeonatos de esporte a motor, cedeu a essa tendência, alterando a regra de motores de seus bólidos, instaurando, assim, a era híbrida na Fórmula 1, que surgiu em 2014, substituindo os motores V8 naturalmente aspirados de 800cv para um motor V6 1.6L de 600cv aliado a um motor híbrido de 160cv, proibindo o reabastecimento e delimitando um limite de kg de combustível a ser usado por hora, ou seja, um controle de emissões e poluentes liberado na atmosfera. Mesmo com grande





diferença orçamentária (a Fórmula-e tem teto orçamentário de 15 milhões de reais por equipe, e na Fórmula 1, o orçamento chega a 900 milhões de reais), os carros da Fórmula E se destacam pela proposta inovadora, ganhando cada vez mais notoriedade e adeptos a cada temporada que passa, tendo a próxima geração de seus carros com estreia marcada para a temporada 2018-2019, onde a grande inovação são as baterias, que terão seu tempo de duração dobrado.

INTRODUÇÃO

O intuito deste artigo é enaltecer como duas unidades de potência, tão distintas entre si, conseguem entregar um nível satisfatório de desempenho para os dois campeonatos de monopostos mais competitivos e populares da atualidade, sendo estes a FIA Fórmula-e e Fórmula ONE World Championship. Será mostrado também como os motores de ambas as categorias funcionam, bem como suas tecnologias e dados de desempenho. A Fórmula E surgiu como um conceito revolucionário no automobilismo mundial. A categoria teve sua primeira temporada iniciada em setembro de 2014. Além de ser a primeira categoria na qual os carros são movidos totalmente a eletricidade. O projeto visa também desenvolver novas tecnologias para o futuro, já que a tendência é os futuros veículos sejam totalmente elétricos, visto que as políticas de redução da emissão de CO2 proveniente de veículos a combustão estão sendo cada vez mais severas, o que também é um incentivo para a fabricação de veículos livres de emissões poluentes, e com propostas de leis para descarbonização total na União Europeia até 2050, é inevitável encontrar meios de melhorar as tecnologias atuais para utilizarmos nas próximas gerações de veículos. Com este crescente apelo às energias limpas, a Fórmula 1, um dos mais tradicionais – e longínquos – campeonatos de esporte a motor cedeu a essa tendência, alterando a regra de motores de seus bólidos, instaurando assim a era híbrida na Fórmula 1, que surgiu em 2014, levando a substituir os motores V8





naturalmente aspirados para um motor V6 1.6L aliado a um motor híbrido, proibindo o reabastecimento e delimitando um limite de kg de combustível a ser usado por hora, ou seja, um controle de emissões. No futuro, a tendência é que esse embate de gerações resulte em apenas uma categoria dominando. A Fórmula 1 se adequará aos novos tempos e adotará carros também elétricos para sobrevivência da categoria, e ao novo mundo, ou sucumbirá às inovações da já consolidada Fórmula E?

METODOLOGIA

- Análise do sistema de propulsão adotado por cada equipe da fórmula e na temporada 2017-2018;
- Análise detalhada de cada componente do motor híbrido da F1 (CPU, MGU-H, MGU-K, turbo), bem como cada um influencia no desempenho do carro;
- Diferenças dos motores e das caixas de câmbio da Fórmula 1 e da Fórmula E;
- Comparações entre os dois mundos, que estão se desenvolvendo e centralizando suas tecnologias com uma preocupação em comum, a sustentabilidade;
- Perspectivas sobre o futuro do automobilismo, sobrevivência da F1 e F-e.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fórmula E:

O regulamento permite que cada equipe desenvolva seu propulsor e caixas de câmbio. Como recarregar a bateria levaria muito tempo,





na metade de cada etapa o pit stop baseia-se na troca de carros, onde o piloto troca seu carro com pouca bateria para um completamente carregado no menor tempo possível.



Dimensões:

5m x 1.8m x 0.95m

Peso mínimo:

896 kg (incluindo o piloto), sendo 320 kg apenas a bateria, e o motor pesando em torno de 30 kg.

Potência Máxima: 200kw, o equivalente a 270 cv.

Modo de corrida 150kw, o equivalente a 202.5 cv.

Aceleração: 0 a 100km/h em 3 segundos.





Velocidade máxima aproximada: 225 km/h.

Equipes:

Renault e.dams: Usa um motor elétrico colocado em posição transversal atrás de bateria. Isto permite poupar a caixa de forças externas e perdas de potência devido a fricção. Neste caso, a caixa de duas velocidades possui uma única velocidade, reduzindo o peso e o centro de gravidade, e permitindo ao piloto concentrar-se exclusivamente no volante.

ABT Schaeffler Audi: motor elétrico em posição longitudinal e uma caixa de três velocidades em posição transversal. Com este sistema, é possível manter o motor a funcionar na rotação ideal, obtendo ganhos de desempenho se tratando em velocidade.

DS Virgin: Utiliza um motor elétrico transversal normal. Em vez de uma única relação de caixa, a transmissão tem agora uma caixa de duas velocidades.

Mahindra: A Mahindra preocupou-se bastante em reduzir o peso e tornar o sistema mais compacto. Utilizam um motor transversal (que na prática são dois motores de fluxo axial numa única caixa) e uma transmissão de duas velocidades.

Dragon: adota um sistema igual ao da Mahindra.

Venturi: motor longitudinal, mas adotando um novo inversor e alguns materiais novos na cablagem (conjunto dos cabos). A caixa possui duas velocidades.

Andretti: Usa um sistema convencional de posição longitudinal com o inversor fora da caixa, que passa a ser de três velocidades.

Jaguar: Adota um sistema compacto que agrega o motor elétrico em posição longitudinal e a caixa de duas velocidades na mesma caixa. No entanto, não sobrou espaço para o inversor de potência, pelo que este fica montado em cima da bateria.





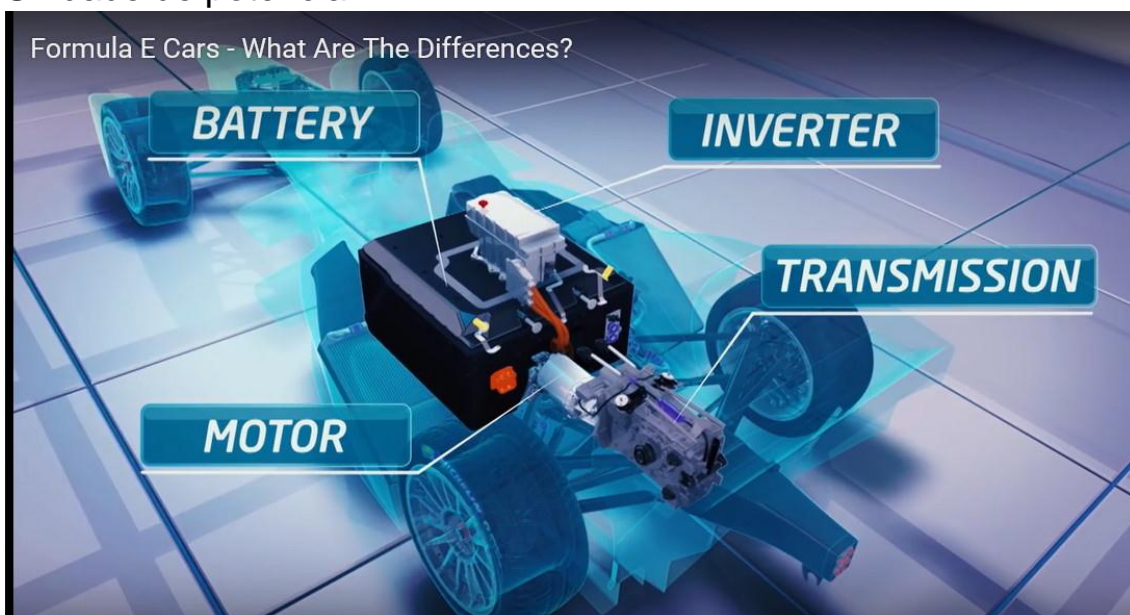
NEXTEV: dois motores de fluxo axial, e uma caixa com uma única relação. O sistema é mais leve, mas não o suficiente para englobar o inversor, que fica montado em cima da bateria, prejudicando o centro de gravidade.

Techeeta: mesmo sistema usado pela Renault e.dams.

FanBoost:

Durante a corrida os pilotos escolhidos por votação popular no site oficial recebem por um período de cinco segundos um aumento na potência máxima de 150kw a 180kw (aumento de 30kw ou 40.5 cv).

Unidade de potência:



-Inversor(inverter): É um dispositivo que transforma corrente elétrica alternada fixa (corrente e tensão) em corrente elétrica CA variável controlando a potência consumida pela carga através da variação da frequência entregue pela rede.





Câmbio:

Câmbio borboleta (paddle shift), quando possui mais de uma velocidade.

Número de marchas: Varia de acordo com a equipe.

O carro não emite som tradicional dos carros de corrida, pois é movido à bateria, tendo o som que é característico desses carros acrescentado artificialmente para que os carros não ficassem sem emitir nenhum ruído.

*O regulamento não permite o uso de telemetria.

Fórmula 1:



Dimensões





5.2m x 1.8m x 1.25m.

Peso mínimo

702 kg (incluindo o piloto) – sem combustível, que acrescentaria mais 100kg em corrida.

Potência Máxima

760 cv, sendo 600 do motor a combustão e mais 160 do sistema de Recuperação de energia (ERS).

RPM

15 mil giros (as equipes usam um limitador para 12 mil giros nas corridas, para evitar quebras).

Sistema de Recuperação de Energia (ERS)

Os carros contêm um sistema de recuperação de energia que se recarrega nas freadas. Os pilotos podem usar por 33 segundos por volta, o que dá uma potência de 160 cv extra.

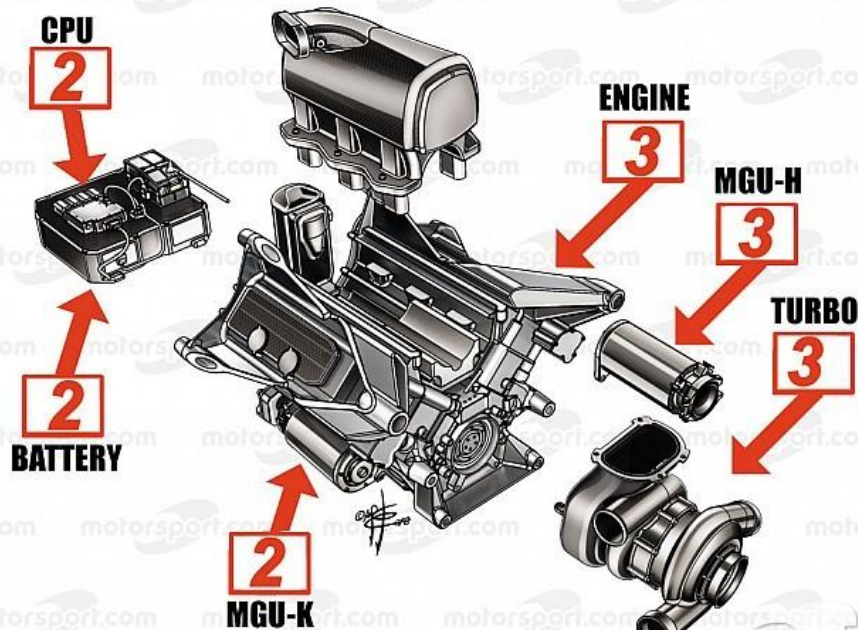
Aceleração: 0 a 100km/h em 2,6 segundos.

Velocidade máxima: em torno de 370 km/h.

Unidade de potência: Motor 1.6 L Turbo com 45 kgfm e pressão do turbo limitada a 3.5 bar.

Funcionamento da Unidade de Potência:



GIORGIO
PIOLA

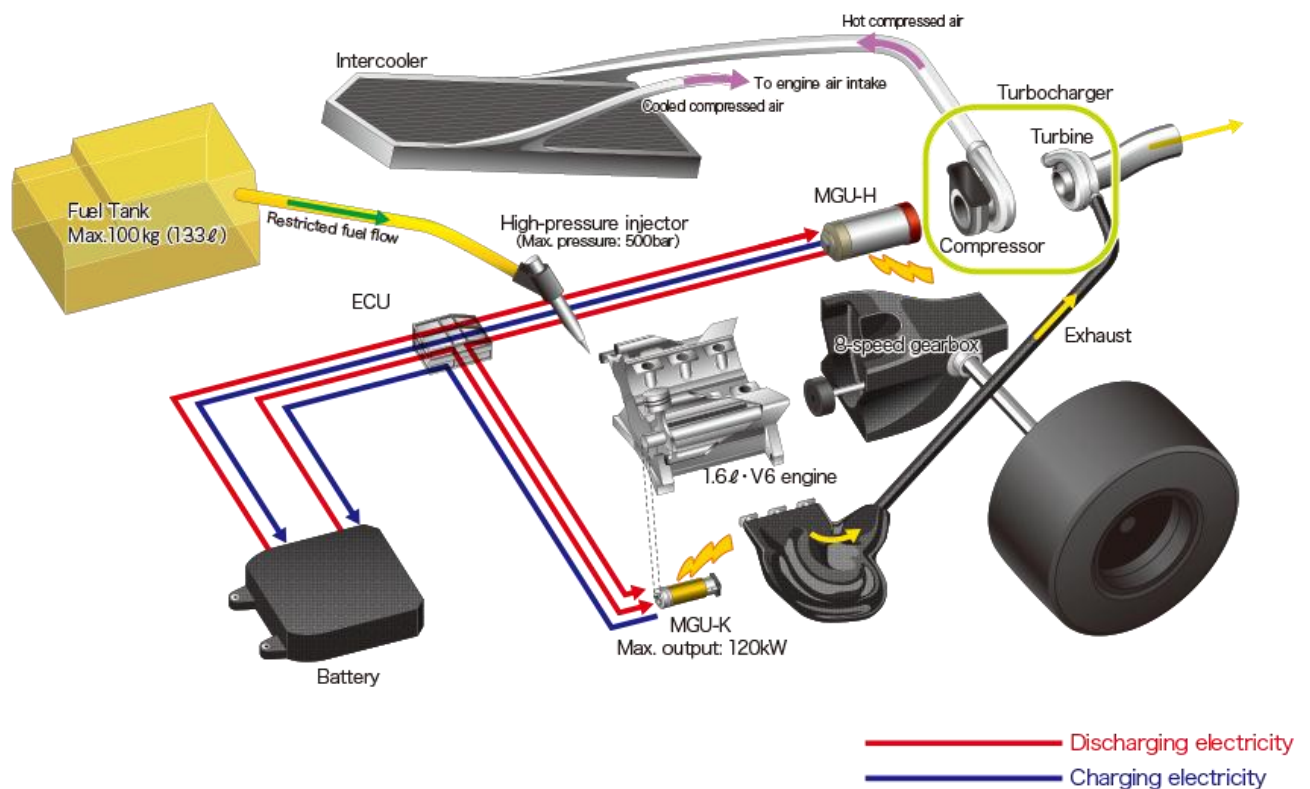
Na tentativa de buscar tecnologias mais eficientes e que proporcionassem um impacto ambiental menor, foram feitas mudanças enormes na forma de construção dos motores da maior categoria do automobilismo mundial. Os motores V8 2.4L naturalmente aspirados, capazes de gerar 800cv foram substituídos por unidades de potência híbridas, com um motor V6 1.6L de 600 cv aliado a um motor elétrico capaz de gerar 160cv.

A rotação da turbina gera energia elétrica, onde o MGU-H recupera energia do eixo da turbina e armazena para aumentar ou diminuir a velocidade da própria turbina de acordo com a necessidade do motor para evitar, assim, o turbo lag, que ocorre quando a velocidade rotacional da turbina reduz. Quando volta a aceleração, a turbina leva algum tempo para voltar a sua rotação máxima de 100.000rpm, sendo este intervalo o lag. O MGU-H gira a turbina através da eletricidade, compensando este intervalo e mantendo a velocidade próxima da ideal. Quando não utiliza para ganhos de desempenho, utiliza para recarregar a bateria.





Já a MGU-K é responsável por armazenar a energia proveniente das frenagens, recuperando até 3x mais energia cinética que o antigo sistema KERS adotado na era V8, fornecendo assim energia suplementar, os 160cv de energia elétrica. O correto funcionamento desse sistema é primordial para o desempenho pleno de um carro de Fórmula 1, já que as baterias geram muita força eletromagnética, o que pode gerar falha na precisão dos milhares de sensores existentes nestes carros.



Câmbio: borboleta (paddle shift), com marchas sequenciais em oito velocidades.

É um câmbio automatizado (ou seja, possui os mesmos mecanismos da caixa manual, porém controlado por módulos eletrônicos) com seletor sequencial de alta precisão.





Ele usa embreagem multidisco, uma tecnologia voltada especificamente para veículos de alto desempenho: ao usar mais de um disco, formados por placas de fibra de carbono, bronze sinterizado ou aço, consegue suportar a transmissão de toda a força do motor sem gerar as famosas “patinadas” que uma embreagem de disco único proporcionaria. Molas helicoidais pressionam os discos e são responsáveis por desengrenar a árvore de transmissão do virabrequim.

Entretanto, seu uso só se dá na largada, dentro dos boxes ou quando é necessário colocar o bólido em “ponto morto” para rolá-lo com facilidade, mesmo desligado. As trocas sequenciais durante as voltas são gerenciadas por um seletor de marchas, comandado eletronicamente. É aí que mora a grande diferença do câmbio da F1 para qualquer outro: o seletor tem como função possibilitar as trocas sem desacoplar a embreagem principal. Quando o volante dá o comando para subir ou reduzir marcha através das borboletas, o seletor engrena a árvore na escala selecionada, permitindo que o carro mantenha duas velocidades engrenadas simultaneamente (primeira e segunda, segunda e terceira, terceira e quarta e assim sucessivamente) em um período de milésimos de segundo, o que elimina o espaço entre as trocas em que não há transferência de torque e potência ao diferencial e às rodas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas categorias possuem duas propostas distintas, mas visando algo em comum: sustentabilidade, apesar de não concorrerem por um espaço em comum. Mesmo com grande diferença orçamentária (a Fórmula-e tem teto orçamentário de 15 milhões de reais por equipe, e na Fórmula 1, o orçamento varia de 400 milhões a 900 milhões de reais por temporada), os carros da Fórmula E se destacam pela proposta inovadora, ganhando cada vez mais notoriedade e adeptos a cada temporada que passa, tendo a próxima geração de seus carros com estreia marcada para a temporada 2018-2019, onde a grande inovação serão as baterias, que terão seu tempo de duração dobrado. O grande problema dos carros elétricos, em modo geral, são justamente as baterias, que





não tem acompanhado os ganhos de performance dos motores, tendo sempre um baixo tempo de autonomia. Na Fórmula E, as montadoras tem a oportunidade de melhorar todas as deficiências que encontram em seus carros, de modo que os dados coletados sirvam para testes posteriores em seus futuros carros de rua. O automobilismo, em sua essência, sempre serviu como laboratório para ganhos em performance e excelência tecnológica, agora sendo utilizado visando a sustentabilidade e a eficiência energética. Esta tendência também é vista nos carros movidos a combustão, já que a Fórmula 1 adotou um novo motor, que preza pelo consumo limitado de combustível, uma quantidade menor de emissões, mas sem perder o desempenho visto em modelos anteriores que eram maiores e mais poluentes. A Mercedes-AMG foi a equipe que obteve a maior porcentagem de eficiência térmica, em torno dos 50%, o que significa que ele aproveita mais energia do que aquela que se dissipa. E se esta questão é importante nos modelos de produção, ganha ainda mais preponderância na Fórmula 1, onde é primordial aproveitar cada gota de gasolina para obter a máxima eficiência -e potência-disponível. Isso se tornou particularmente importante na F1 moderna, onde há limitação de fluxo de combustível a 100 kg de gasolina por hora. A marca dos 50% é muito maior do que os 29% de eficiência que os antigos motores V8 naturalmente aspirados atingiam. Já nos carros elétricos, a eficiência dos motores elétricos é muito alta, já que a taxa de perdas em motores elétricos é mínima. Uma das vantagens da Fórmula E é que suas provas são organizadas em vias urbanas, com baixo custo para organização. Logo, qualquer localidade do mundo pode sediar uma etapa da Fórmula E. Isso ajuda na popularidade da categoria, promovendo-a por todos os cantos do mundo, e o fato de os carros praticamente não gerarem nenhum ruído auxilia para a vinda de novos expectadores, chamando para o autódromo até mesmo aqueles que não gostam do barulho normalmente gerado pela corrida de carros a combustão. Já na Fórmula 1, é necessário autódromos e circuitos de alto padrão de segurança e normas impostas pela categoria, o que já envolve um custo maior ainda, e nem todos os países possuem circuitos desses padrões. Além disso, A Fórmula E está criando diversos projetos para desenvolvimento de novas tecnologias, assim como criando





categorias de base de veículos elétricos para atrair novos adeptos para a categoria, sejam eles estudantes ou pilotos. Para projetos futuros, planeja-se criar uma categoria de carros autônomos totalmente elétricos para disputarem no mesmo final de semana que a Fórmula e, a ROBORACE, que visa aprimorar a parte eletrônica dos carros, e também a criação de uma categoria de carros de Turismo elétricos, com a mesma finalidade de desenvolvimento de tecnologias, em carros muito semelhantes ao carros elétricos já vistos nas ruas nos dias atuais. Para acompanhar essa crescente onde veículos e energias limpas, o mundo do esporte a motor está se reinventando, e tendo uma preocupação com o impacto ambiental que jamais foi visto no mundo do automobilismo, abrindo mão de motores mais potentes em prol de um impacto menor na poluição, e investindo em outras áreas do carro para obter grandes níveis de performance, com o auxílio de centrais eletrônicas para maximizar a performance do motor, visto como exemplo a atual era híbrida da F1, onde motores elétricos auxiliam o motor a combustão para compensação do motor mais fraco, e um novo pacote aerodinâmico, conseguiu obter tempos de volta muito próximos de carros de outras eras que usavam motores muito maiores e mais potentes (V12, V10 e V8)

Por ora, Fórmula 1 e Fórmula E convivem em universos distintos, sem uma atrapalhar o sucesso da outra. Mas, a médio prazo, a Fórmula E deverá mesmo tornar-se a nova Fórmula 1. Afinal, não haverá justificativa para se gastar centenas de milhões de euros no desenvolvimento de motores a gasolina, quando todos os carros de estrada passarem a ser elétricos.





REFERÊNCIAS:

<https://br.motorsport.com/formula-e/news/confira-as-diferencas-tecnicas-entre-f1-e-formula-e/612767/> acessado em 05/08/2018 às 19:52

<https://www.redbull.com/br-pt/10-diferencas-entre-a-f1-e-a-formula-e> acessado em 05/07/2018 às 19:05

<http://htesports.com.br/2016/01/hte-sobre-rodas-5-entenda-os-motores-hibridos-da-f1/> acessado em 08/08/2018 às 16:38

<https://www.autosport.pt/velocidade/formula-e/formula-e-como-funcionam-os-motores-de-todas-as-equipas/> acessado em 05/08/2018 às 20:35

<https://www.flatout.com.br/como-funcionam-os-novos-motores-da-formula-1/> acessado em 05/08/2018 às 17:07

<http://projetomotor.com.br/como-funciona-o-complexo-sistema-de-cambio-automatizado-da-f1/> acessado em 05/08/2018 às 17:55

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2013-0035+0+DOC+XML+V0//PT> acessado em 06/08/2018 às 10:02

<http://info.fiaformulae.com/sustainability> acessado em 06/08/2018 às 11:27

<https://www.redbull.com/br-pt/sera-que-a-formula-e-e-a-formula-do-futuro> acessado em 06/08/2018 às 13:34





<https://br.motorsport.com/f1/news/motor-mercedes-atinge-marca-notavel-dinamometro-952436/1646222/> acessado em 06/08/2018 às 14:00

<https://gq.globo.com/Motor/noticia/2018/02/como-um-novo-carro-pode-fazer-formula-e-ficar-mais-proxima-de-seu-sonho-eletrico.html> acessado em 06/08/2018 às 14:27

<http://www.fiaformulae.com/en/news/2018/january/introducing-the-gen2-formula-e-car/> acesso em 06/08/2018 às 15:21

<http://www.racecar-engineering.com/articles/f1-toro-rosso-str13-technical-analysis/> acesso em 13/08/2018 às 17:15

