

Del circuito al mercado: Evaluando la sostenibilidad de la Fórmula E y su impacto en Brasil

*Do Circuito ao Mercado:
Avaliação da Sustentabilidade da Fórmula E e Seu Impacto no Brasil
From Circuit to Market:
Assessing the Sustainability of Formula E and Its Impact in Brazil*

Celso Jacobavicius¹

celso.jacobavicius@fatec.sp.gov.br

Claudia Vieira de Souza Daroncho²

claudiavs@gmail.com

Celio Daroncho¹

celio.daroncho@fatec.sp.gov.br

**1 – Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Zona Leste
2 – Unidade de Pós-graduação do Centro Paula Souza – UPEP CPS**

Resumo:

Inserir aqui o resumo, em fonte Calibri tamanho 10. Respeitar o recuo a partir da segunda linha do resumo. O resumo deve ter entre 100 e 200 palavras.

Palavras-chave: Inserir aqui de 2 a 4 palavras-chave, separadas por ponto e vírgula (;).

Abstract:

The demand for urban mobility continues to increase and the changing landscape has profound repercussions on a wide range of issues, such as health, safety, water, transport and energy consumption. For this reason, to achieve sustainable urbanization, cities must generate better employment opportunities, expand the necessary infrastructure, ensure equal access to services, preserve natural resources within the city and surrounding areas. In this context, even in motorsport (particularly in the FIA), future trends are beginning to orient towards sustainability issues and there is a growing interest in assessing the sustainability profile of racing vehicles. Environmental protection and eco-mobility represent the main challenge facing Formula E, offering electric vehicles (EVs) designed to combine technology, innovation and sustainability, as well as enable the transition to low-carbon smart cities in the near future. To date, sustainability issues in Formula E have been dealt with exclusively at system level (i.e. logistics and management, travel, infrastructure and so on), but there are no component-level studies. Technological development related to the field of racing performance also has the potential to drive innovation, thereby supporting the continuous improvement of the electric powertrain in terms of efficiency, performance, and optimized use of materials such as rare earths for electric motors and active materials for batteries. The objective of the paper is the development and implementation of a customized methodological approach to assess the environmental impacts of the entire Life Cycle (CV) of a Formula E electric motor. At the same time, the results provide useful indications to improve product development from the perspective of ecodesign and ensure the transfer of technology from high-performance racing cars to commercial vehicles.

Keywords: Formula E; motorsport; electric motors; innovation; sustainability; popularity.

Resumen:

Recebido
Received
Recibido
28 ago. 2024

Aceito
Accepted
Aceptado
01 out. 2024

Publicado
Published
Publicado
14 mês. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>

e_ISSN
2965-3339

DOI
10.29327/2384439.3.1-4

São Paulo
v. 3 | n. 1
v. 3 | i. 1
e31235
Out./Dez.
Oct./Dec.
Oct./Dic.
2024



A demanda por mobilidade urbana continua a aumentar e a paisagem em transformação tem profundas repercussões em uma variada gama de questões, como saúde, segurança, água, transporte e consumo de energia. Por esta razão, para alcançar a urbanização sustentável, as cidades devem gerar melhores oportunidades de emprego, expandir a infraestrutura necessária, garantir acesso igualitário aos serviços, preservar os recursos naturais dentro da cidade e áreas circunvizinhas. Neste contexto, mesmo no automobilismo (particularmente na FIA), as tendências futuras começam a se orientar para questões de sustentabilidade e há um crescente interesse em avaliar o perfil de sustentabilidade dos veículos de corrida. A proteção ambiental e a eco mobilidade representam o principal desafio enfrentado pela Fórmula E, oferecendo veículos elétricos (VEs) projetados para combinar tecnologia, inovação e sustentabilidade, bem como permitir a transição para cidades inteligentes de baixo carbono num futuro próximo. Até hoje, as questões de sustentabilidade na Fórmula E foram tratadas exclusivamente em nível de sistema (ou seja, logística e gestão, viagens, infraestrutura e assim por diante), mas não existem estudos em nível de componentes. O desenvolvimento tecnológico relacionado ao campo de desempenho em corridas também tem potencial para impulsionar a inovação, apoiando assim a melhoria contínua do powertrain elétrico em termos de eficiência, desempenho e uso otimizado de materiais, como terras raras para motores elétricos e materiais ativos para baterias. O objetivo do artigo é o desenvolvimento e implementação de uma abordagem metodológica personalizada para avaliar os impactos ambientais de todo o Ciclo de Vida (CV) de um motor elétrico da Fórmula E. A coleta de dados primários é funcional para aumentar o conhecimento e o inventário relacionados à aplicação específica. Ao mesmo tempo, os resultados fornecem indicações úteis para melhorar o desenvolvimento do produto sob a perspectiva do ecodesign e garantir a transferência de tecnologia dos carros de corrida de alto desempenho para os veículos comerciais.

Palabras clave: Fórmula E; automobilismo; motores eléctricos; innovación; sostenibilidad; popularidad.

1. INTRODUCCIÓN

La Fórmula E se ha convertido en una fuerza innovadora y disruptiva en la industria del automovilismo, promoviendo la sostenibilidad y la tecnología de vehículos eléctricos. Este fenómeno está atrayendo tanto a los entusiastas del automovilismo como a los fabricantes de automóviles, ofreciendo una combinación de competición deportiva, innovación tecnológica y conciencia medioambiental. Aunque ha ganado popularidad mundial, especialmente en términos de impacto ambiental positivo en comparación con la Fórmula 1, la Fórmula E aún enfrenta desafíos de reconocimiento y aceptación, particularmente en Brasil. Históricamente, la innovación en el automovilismo siempre ha encontrado resistencia, pero la Fórmula E, desde su creación en 2014, ha ido ganando relevancia poco a poco, principalmente debido a sus coches totalmente eléctricos que ofrecen una solución sostenible al automovilismo. Sin embargo, la competencia aún enfrenta obstáculos, como limitaciones tecnológicas y sesgos culturales.

El impacto ambiental de los automóviles de combustión es significativo, contribuyendo al calentamiento global y a los problemas de salud pública. La Fórmula E, por el contrario, promueve una alternativa más sostenible, con vehículos eléctricos que regeneran energía y utilizan materiales reciclables, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. El mercado del automóvil se está adaptando, y muchos fabricantes se asocian con la Fórmula E, ya que actúa como laboratorio de innovaciones que eventualmente se aplicarán a los automóviles de producción comercial.

La popularidad de la Fórmula E en Brasil ha crecido, impulsada por las transmisiones de televisión, las asociaciones locales y la promoción de la sostenibilidad por parte de personas influyentes y celebridades. Sin embargo, la competencia con modalidades tradicionales como la Fórmula 1 y la necesidad de educar al público sobre los beneficios de los vehículos eléctricos siguen siendo desafíos. La integración del periodismo deportivo con la Fórmula E es fundamental para aumentar su visibilidad e importancia. Los estudios demuestran que la estructura de las emisiones puede influir en la percepción del público, destacando la sostenibilidad y la innovación tecnológica.

A pesar de las dificultades financieras enfrentadas durante la pandemia, la Fórmula E continúa creciendo en audiencia e impacto, atrayendo a una audiencia cada vez más grande y diversa. Para consolidar su posición, es crucial que la Fórmula E continúe promoviendo la sostenibilidad en sus transmisiones y eventos, educando e involucrando al público en torno a los beneficios de los vehículos eléctricos y las prácticas ecológicas.

Según [1], la Fórmula E se ha convertido en un fenómeno en la industria del automovilismo contemporáneo, demostrando ser una competición disruptiva que desafía las convenciones establecidas de la industria del automovilismo tradicional. Su enfoque innovador del automovilismo y el uso de la tecnología de vehículos eléctricos han generado un interés cada vez mayor entre los entusiastas y los actores de la industria. La Fórmula E juega un papel importante en este momento histórico, ofreciendo una opción para combinar la competitividad

deportiva con la innovación tecnológica y la sostenibilidad ambiental.

La industria automovilística se enfrenta a varios retos del siglo XXI, desde los cambios en las preferencias de los consumidores por la movilidad sostenible hasta la creciente concienciación medioambiental. A medida que los autos eléctricos se vuelven más populares y varios fabricantes de automóviles se convierten en inversores, el diseño, la producción y la percepción de los vehículos de competencia cambian, sin embargo, la visibilidad y popularidad de la Fórmula E aún no es la esperada, especialmente en Brasil.

El objetivo de este estudio es desarrollar e implementar un enfoque metodológico personalizado para evaluar los impactos ambientales a lo largo de todo el Ciclo de Vida (CV) de un motor eléctrico utilizado en la Fórmula E. Este estudio tiene como objetivo recopilar datos primarios para enriquecer el inventario ambiental y aumentar el conocimiento específico sobre la aplicación de motores eléctricos en vehículos de carreras. Además, los resultados pretenden ofrecer pautas para mejorar el desarrollo de productos basados en el ecodiseño y facilitar la transferencia de tecnologías de alto rendimiento de los coches de carreras a los vehículos comerciales.

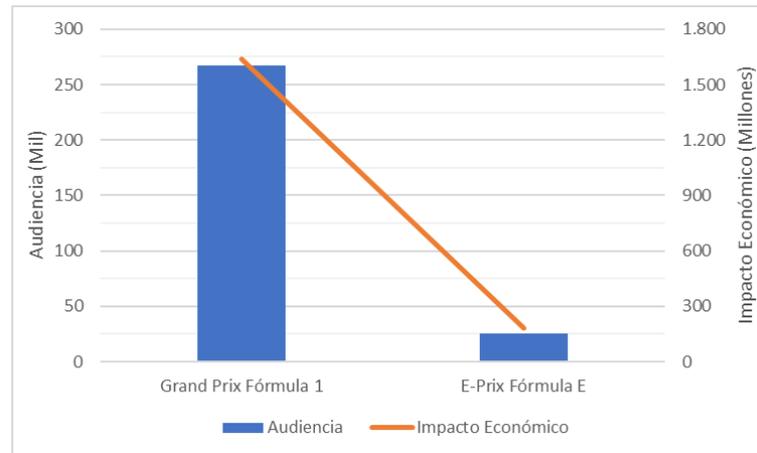
El estudio se justifica ante el escenario de evidente preocupación por el uso de los recursos naturales, la escasez de recursos no renovables, los altos costos de obtención y producción de estos insumos y también se basa en el aumento de popularidad por su atractivo ecológico.

2. DESARROLLO

En los últimos años, la creciente popularidad de la Fórmula E como una serie innovadora y sostenible en el mundo del automovilismo ha despertado un gran interés entre los entusiastas de las carreras y los defensores del medio ambiente por igual, hechos clave para resaltar su importancia no solo como deporte de alto rendimiento, sino también como una forma de impulsar la adopción de tecnologías limpias y promover la conciencia sobre los problemas ambientales apremiantes [1].

Sin embargo, como se puede observar en la Figura 1, la Fórmula E aún no es tan reconocida en comparación con la Fórmula 1 [2]. Comparando los datos económicos de 2023, cuando se disputaron estas competencias en la ciudad de São Paulo, es evidente que la Fórmula E aún no ha conquistado el espacio que le corresponde.

Figura 1 Comparación de la Audiencia e de los Impactos Económicos entre la Fórmula 1 y la Fórmula E en 2023, en São Paulo [2]



2.1 Innovación y Fórmula E

El concepto de innovación se puede considerar muy amplio, pero [3] trae un concepto muy interesante: la innovación es un nuevo commodity, es decir, puede ser un método de producción sin precedentes, productos de mejor calidad, y es crucial que toda innovación se introduzca en el mercado. A partir de este concepto de innovación y sus evoluciones, es posible identificar este proceso también en el deporte, afectando a aspectos sociales, económicos, tecnológicos y organizativos. En este contexto, la Fórmula E, surgida en 2014, se ha ido destacando poco a poco, sobre todo en términos de innovación, [4] presenta un estudio que demuestra que la Fórmula E es la Fórmula 1 con vehículos 100% eléctricos y da un parámetro importante de influencia de la importancia social y deportiva de la sostenibilidad.

Según [1], el intento de llevar la electrificación al automovilismo no es reciente, Camille Jenatzy fue la pionera en estos intentos en 1898, en 1913 Henry Ford y Thomas Edison hicieron un nuevo intento de desarrollar un auto de carreras eléctrico, sin embargo, debido a la falta de apoyo tecnológico y conflictos comerciales, el proyecto no salió adelante. A partir de entonces, el petróleo comenzó a influir cada vez más en las empresas y a transformar la vida de la sociedad, reduciendo el ya escaso espacio para la notoriedad de la tecnología del coche eléctrico [1].

En 1950, con la creación del primer campeonato mundial de Fórmula 1, los fabricantes de automóviles ya se dedicaban a la producción de vehículos con propulsión a gasolina, haciendo de la competición un medio importante para la promoción comercial y cultural de este modelo de propulsión [5]. La Fórmula E surge en el año 2014 como una gran disrupción dentro del automovilismo mundial, en ese año la competencia generó muchos comentarios y mensajes importantes sobre la sustentabilidad, el emprendimiento y las habilidades comerciales, además, la polémica respecto al caso de las emisiones contaminantes por parte de la empresa Volkswagen, en el año 2015, colaboró para crear un escenario perfecto para la consolidación de la modalidad [6].

A lo largo de los años, también se han cometido errores que han comprometido la Fórmula E en cuanto a la capacidad energética de las baterías de los coches. En las primeras ediciones, 2014-2018, los pilotos necesitaban hacer una parada y cambiar de coche, ya que las baterías no eran suficientes para el recorrido total, otro problema es el hecho de que los coches no tienen un ruido tan relevante, como sí tienen los coches de Fórmula 1, lo que a veces genera decepción en el público cautivo del automovilismo [7]. [8] hace varias consideraciones sobre los vehículos eléctricos y dice que "los coches eléctricos son simplemente el último gran mito antes de que el desastre ecológico golpee a todos".

2.2 Sostenibilidad

Las emisiones de CO₂ se intensifican por el uso de motores de combustión que están directamente relacionados con el calentamiento global, que aumentan la velocidad y la ocurrencia del derretimiento, el aumento del nivel del mar, la desertificación, los cambios en las precipitaciones y las inundaciones, además de impactar directamente en la salud humana, causando problemas respiratorios, enfermedades cardíacas y otros problemas de salud [1]. A partir de la combustión de combustibles fósiles, la clave para liderar una transición real hacia ciudades inteligentes bajas en carbono es lograr el equilibrio adecuado entre tecnología, innovación y sostenibilidad [4, 9].

En este contexto, la Fórmula 1 tiene un gran impacto ambiental negativo, particularmente en lo que respecta a las emisiones de CO₂, ya que, durante una carrera, cada coche de Fórmula 1 emite aproximadamente 0,5 kg de CO₂ por kilómetro recorrido, teniendo en cuenta que una carrera típica de Fórmula 1 recorre aproximadamente 305 km, hay una emisión por coche de unos 152,5 kg de CO₂ [1, 3]. Con 20 coches compitiendo en una carrera, las emisiones totales pueden alcanzar aproximadamente 3.050 kg de CO₂ durante la propia carrera, o aproximadamente 70.150 kg de CO₂ emitidos solo en carreras en el transcurso de una temporada. Esto no incluye las emisiones de las pruebas, el transporte de equipos, los viajes del equipo, la infraestructura y el acceso de las personas a cada evento [1, 4].

Analizando el contexto mundial, la Fórmula E se destaca como una categoría pionera y exclusiva del automovilismo en promover la sostenibilidad con motores eléctricos y medidas innovadoras con energías renovables y una logística eficiente con el uso de materiales reciclables desde su creación en 2014, contribuyendo directamente a 10 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, además de participar en la iniciativa "Climate Neutral Now" de la ONU para reducir los gases nocivos y lograr la neutralidad climática para 2050, según el tratado de París [1, 4]. En Brasil, la modalidad cuenta con las certificaciones ISO 20121, para eventos sostenibles [10], e ISO 14001, para su sistema de gestión ambiental [11]. A pesar de ello, sigue habiendo contaminación en la extracción y manipulación de materiales de las baterías de los coches eléctricos, lo que en consecuencia contribuye a las emisiones de CO₂.

En la práctica, la categoría cuenta actualmente con la versión de coche Gen3, con una potencia máxima de 350 kW, regeneración de energía de 600 kW, lo que hace

que el coche recupere una gran cantidad de energía demandada durante la frenada. Los motores convierten más del 95% de la energía eléctrica en energía mecánica, mientras que en la Fórmula 1 los motores convierten algo alrededor del 40%, además de producir el 40% de la energía consumida en carrera a través de la frenada regenerativa [1, 4, 9].

En la Tabla 1 se presenta una comparación entre algunos aspectos del rendimiento y las características de la Fórmula 1 y la Fórmula E [12], y se puede observar que muchos ítems acercan las dos categorías.

Tabla 01 comparativa entre los coches de Fórmula E y Fórmula 1 [12]

Característica	Fórmula E	Fórmula 1
Velocidad máxima	320 km/h	340 km/h
Recuperación de energía	Hasta 0,5 MJ por vuelta	2 MJ por vuelta
Largura	5.016,2 mm	5.000 mm
Altura	1.023,4 mm	950 mm
Ancho	1.700 mm	2.000 mm
Batalla	2.970,5 mm	3.050 - 3.150 mm
Peso (sin piloto)	760 kg	798 kg

El objetivo de las carreras sostenibles ha atraído a muchos fabricantes de automóviles y empresas de tecnología, incluidos Citroën, Renault, Mahindra, Audi, BMW, Mercedes-Benz y Faraday Future, y muchos patrocinadores y equipos han migrado a la Fórmula E, con énfasis en cuestiones comerciales, políticas y sociales, lo que hace que la Fórmula E sea vista como el futuro del mercado común del automovilismo. siendo esencial para la transición y popularización de los coches eléctricos [9, 13].

La Fórmula E es una categoría disruptiva en el automovilismo, que redefine los límites de lo que puede ser un deporte, a través de la fusión única de entretenimiento, sostenibilidad, tecnología e innovación, abordando el cambio climático, ofreciendo vehículos eléctricos como solución a la contaminación del aire en los centros urbanos y rompiendo barreras al mercado de vehículos eléctricos. Funcionando como un laboratorio para el desarrollo de la industria automotriz, haciendo que los vehículos eléctricos sean más asequibles y eficientes [6].

2.3 Popularidad y medios de comunicación

La Fórmula E, que es una serie de carreras de coches totalmente eléctricos, con un formato visualmente similar al de la Fórmula 1, destaca por sus credenciales ecológicas y el esfuerzo por posicionarse como una alternativa sostenible en el escenario mundial del automovilismo. Sin embargo, queda una pregunta: ¿podrá la Fórmula E atraer a una audiencia significativa en Brasil, un país apasionado por el automovilismo? Desde sus inicios, la Fórmula E ha ido ganando popularidad en Brasil, la introducción de una carrera en São Paulo en la temporada 2022-2023 fue un hito importante para aumentar la visibilidad y el interés del público

brasileño por el [2]. La popularidad de la Fórmula E en Brasil se puede atribuir a varias estrategias de difusión y participación, entre ellas, las transmisiones en vivo por televisión y plataformas de streaming.

A pesar del crecimiento, la Fórmula E enfrenta desafíos para consolidarse en Brasil. Entre los principales obstáculos se encuentra la competencia con otras modalidades de automovilismo, como la Fórmula 1 y el Stock Car, que ya cuentan con una base de aficionados establecida. Además, la necesidad de educar al público sobre las ventajas de los vehículos eléctricos y la sostenibilidad sigue siendo una barrera. Por otro lado, la Fórmula E tiene numerosas oportunidades para expandir su popularidad en Brasil, ya que la educación y la concienciación al invertir en programas educativos que informan sobre los beneficios de los vehículos eléctricos y la importancia de la sostenibilidad pueden ayudar a construir una base de fanáticos más informada y comprometida. En la expansión a otras ciudades, como la realización de carreras en otras ciudades brasileñas importantes, además de São Paulo, puede aumentar la visibilidad y el interés en la serie. Ciudades como Río de Janeiro y Belo Horizonte, con sus propias preocupaciones ambientales, podrían ser destinos estratégicos y las Innovaciones Tecnológicas y Experiencias Interactivas al integrar las innovaciones tecnológicas en las transmisiones y ofrecer experiencias interactivas a los espectadores, como la realidad aumentada y los eventos virtuales, pueden atraer a una audiencia más joven y comprometida tecnológicamente.

Recientemente, el periodismo deportivo ha evolucionado hacia un modelo híbrido que combina los estilos tradicionales de reportaje con las redes sociales, lo que permite más oportunidades para que los periodistas elaboren historias de manera que utilicen diferentes encuadres, a medida que la información sobre los atletas, los equipos y el deporte en sí se vuelve más fácilmente disponible, y una superposición cada vez más dominante de la cobertura deportiva se vuelve cada vez más dominante. entretenimiento y celebridades.

A pesar de este cambio hacia un modelo híbrido y aunque los productores de medios de comunicación a menudo no eligen intencionalmente ciertos encuadres sobre otros, todavía están limitados por restricciones de tiempo y/o contenido y solo pueden seleccionar un número limitado de historias relevantes. [7] analizó la representación de los esfuerzos de Sostenibilidad Ambiental de la Fórmula E (Environmental Sustainability) en periódicos británicos y flamencos y reveló que la Sostenibilidad Ambiental no constituía un marco dominante, sino que aparecía como parte de otros marcos de la Fórmula E.

Un análisis preliminar de las transmisiones en vivo dio una imagen clara de la estructura recurrente de las transmisiones. Cada uno constaba de tres macro secciones a menudo asociadas con la transmisión en vivo del automovilismo, a saber, una sección previa a la carrera, una sección de carrera y una sección posterior a la carrera. Cada macro sección constituyó una subunidad de análisis para la identificación de encuadres, permitiendo una comparación más detallada de las transmisiones [7].

En cuanto a la estructuración de las transmisiones Formula E, [7] presenta que el análisis reveló ocho estructuras distintas utilizadas en las transmisiones, que

variaban en dominancia en diferentes secciones de la transmisión. Por ejemplo, la estructura de "Strong Eco-Message" fue notable en la sección previa a la carrera de la transmisión de 2014, pero fue menos prominente en las transmisiones posteriores, lo que indica un posible efecto de novedad en lugar de una importancia sostenida. Asimismo, [7] aborda las estructuras dominantes como las estructuras tradicionales del automovilismo, donde las estructuras tradicionales del automovilismo presentan desafíos e incertidumbres, destacando las dificultades e incertidumbres asociadas a la Fórmula E, atrayendo a los aficionados tradicionales del automovilismo. Y el automovilismo adecuado, garantizando la legitimidad del deporte y su valor de entretenimiento, esencial para retener a las audiencias tradicionales y sobre la gestión de conflictos, enfatizando el drama y el peligro inherentes en las carreras automovilísticas y, finalmente, las estructuras no tradicionales como novedades, presentando la Fórmula E como innovadora y tecnológicamente avanzada, creando compromiso con el público, A través de la participación de los fans a través de funciones interactivas, facilitadas principalmente por las redes sociales.

Sobre el rendimiento financiero y el crecimiento de la Fórmula E, que, a pesar del impacto económico de la pandemia de coronavirus, la Fórmula E ha reanudado las inversiones en su futuro. El informe financiero de 2022 indicó unos ingresos récord de 181 millones de euros, aunque las pérdidas también aumentaron hasta los 15,2 millones de euros. La serie ha albergado más carreras que nunca, lo que ha contribuido a mayores ingresos por patrocinios y licencias de carreras.

En cuanto a la expansión de la audiencia de la Fórmula E, como se puede observar en la Tabla 02, y se puede acceder en el [13] para más detalles del desarrollo de la audiencia televisiva de las carreras de Fórmula E creció un 20% en 2022, alcanzando los 381 millones de espectadores en todo el mundo. Los seguidores en redes sociales también aumentaron un 15%, con un aumento significativo de las visualizaciones de vídeos online, lo que refleja la creciente popularidad y presencia digital de la serie Estos datos pueden plantear una idea de que esta popularidad puede verse reflejada en el mercado deportivo y aumentar su penetración.

Tabla 02 Victorias, derrotas y popularidad de la Fórmula E [13]

Año	Ingresos (EUR Millones)	Pérdida (EUR Millones)	Audiencia en línea	Audiencia televisiva (Millones)
2013	0,00	0,23	n/a	n/a
2014	1,43	6,78	n/a	n/a
2015	20,99	62,18	n/a	n/a
2016	56,60	35,29	270.000	192
2017	94,47	20,79	220.000	223
2018	133,44	26,41	368.000	330
2019	161,53	10,56	400.000	411
2020	142,84	0,06	n/a	239 (Extraoficial)
2021	168,72	12,58	n/a	316
2022	181,45	65,00	n/a	381

Para "naturalizar" la Sostenibilidad Ambiental en las transmisiones de la Fórmula E, podría ser beneficiosa la integración de un segmento dedicado a la sostenibilidad en cada transmisión. Este enfoque estaría en línea con la creciente importancia social de la sostenibilidad y atraería a un público más joven y consciente del medio ambiente. [5] discuten en su artículo cómo construir una base de fans apasionados y comprometidos a nivel local y global, no solo durante los días de carrera, sino también entre ellos, bajo una gran incertidumbre; las características de la innovación en servicios (disruptivos/digitales); y las variadas posibilidades y el valor de entrelazar los mundos físico y virtual.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

La investigación se centró en la evaluación detallada de los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida (CV) de un motor eléctrico de Fórmula E, utilizando un enfoque metodológico personalizado. El análisis mostró que, si bien la Fórmula E representa un avance significativo en términos de innovación sostenible en el automovilismo, existen oportunidades para mejorar el desarrollo de motores y su transferencia de tecnología al mercado de vehículos comerciales.

Los resultados muestran que la Fórmula E, con sus motores eléctricos de última generación, tiene un impacto ambiental reducido en comparación con los vehículos de combustión interna, pero aún hay áreas de mejora, como la eficiencia en la producción y la gestión de las baterías usadas. La metodología aplicada ofrece un modelo valioso para evaluar y minimizar los impactos ambientales, que puede adaptarse y aplicarse a otras áreas de la industria automotriz.

Para optimizar la contribución de la Fórmula E a la sostenibilidad y garantizar una transferencia de tecnología efectiva, es crucial que la serie continúe invirtiendo en prácticas de diseño ecológico y mejoras continuas en la eficiencia del motor. La integración de políticas de sostenibilidad y regulaciones ambientales sólidas también jugarán un papel clave.

La investigación sugiere que la Fórmula E debería adoptar un enfoque más sistemático en la comunicación de sus avances ambientales, enfatizando la transferencia de tecnología y el impacto positivo que los motores eléctricos pueden tener en el mercado de vehículos comerciales. Además, se recomienda implementar políticas públicas y marcos regulatorios que fomenten la innovación sostenible y promuevan la integración de tecnologías limpias en el sector automotriz.

Esta alineación entre la metodología de evaluación y los resultados obtenidos refuerza el papel de la Fórmula E como catalizador del cambio sostenible en el automovilismo y ofrece un camino claro para maximizar los beneficios medioambientales y tecnológicos de esta innovación.

REFERÊNCIAS

[1] Del Pero, Francesco; Berzi, Lorenzo; Dattilo, Caterina Antonia; Delogu Massimo. (2021). "Environmental sustainability analysis of Formula-E electric motor". Proceedings

of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering.235(2-3):303-332. DOI: <https://doi.org/10.1177/0954407020971246>

[2] Prefeitura de São Paulo. (2023) Etapa da Fórmula E em São Paulo supera expectativas e tem impacto econômico de R\$180 milhões. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br>. Consultado em 24 mar. 2024

[3] Schumpeter, Joseph Alois. (1983). The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. Transaction Books.London.

[4] Pace, Cristiana. (2019). Low-carbon sustainable transitions in the motorsport industry the case of FIA Formula E. Coventry University. Coventry, UK.

[5] Standaert, Willem & Jarvenpaa, Sirkka. (2016). "Formula E: Next Generation Motorsport with Next Generation Fans". Thirty Seventh International Conference on Information Systems. Dublin, Ireland.

[6] Næss, Hans & Tjønnndal, Anne. (2021). Innovation, Sustainability and Management in Motorsports: The Case of Formula E. Palgrave Macmillan. Cham, Switzerland. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-74221-8>

[7] Robeers, Timothy. (2019). "We go green in Beijing': situating live television, urban motor sport and environmental sustainability by means of a framing analysis of TV broadcasts of Formula E". Sport in Society. 22. 1-31. DOI: <https://doi.org/10.1080/17430437.2018.1558212>.

[8] ARIÈS, Paul. (2003). Les sports mécaniques, une arme de destruction massive. Parangon, Lyon.

[9] Næss, Hans. (2020). "Corporate greenfluencing: a case study of sponsorship activation in Formula E motorsports". International Journal of Sports Marketing and Sponsorship. Vol. 21 No. 4, pp. 617-631. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSMS-09-2019-0106>

[10] ISO. (2024). ISO 20121: Event sustainability management systems - Requirements with guidance for use. Geneva, Switzerland.

[11] ABNT (2024). ABNT NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/slr/cel/N3127.pdf>. Acesso em 24 mar. 2024.

[12] Demartini, Felipe. (2024) Comparativo: carro de Fórmula 1 x Fórmula E. Disponível em: <https://canaltech.com.br/carros/comparativo-carro-formula-1-com-formula-e>. Acesso em 24 mar. 2024.

[13] Bluhn, Tobias. (2022). 2022 Financial report: Formula E revenue & audience grow again, "Vancouver sting" sits deep. Disponível em: <https://e-formula.news/news/formula-e-news/formula-e-news-detail/2022-financial-report-formula-e-sales-audience-grow-again-vancouver-sting-sits-deep-12987>. Acesso em 24 mar. 2024.