



# ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE UM MOTOR ROTATIVO (WANKEL)

## OBJETIVO

Com a crescente preocupação com um planeta mais sustentável e a necessidade de uma Transição Energética mais eficaz, esse trabalho de Iniciação Científica foi desenvolvido, por uma Equipe de alunos de Engenharia Mecânica – UniFacens, que com objetivo principal analisar o comportamento técnico de um Motor Wankel usando injeção de H<sub>2</sub>V (Hidrogênio Verde). Esse trabalho, procurou entender os parâmetros envolvidos através de sensores e simuladores TunerStudio MS, destacando a Fueltech Injepro e placa Speeduino, na busca de motores inovadores e eficazes, que possam reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) e de NO<sub>x</sub> (óxidos de Nitrogênio), colaborando com a transição energética.



Fonte: <https://www.injepro.com/produtos/t4000>

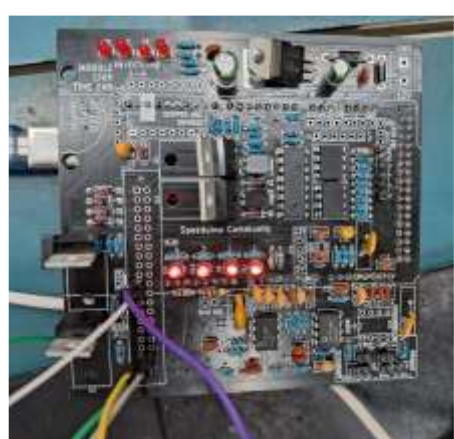
## METODOLOGIA APLICADA

A metodologia do trabalho começou com uma revisão bibliográfica abrangente sobre injeção eletrônica, hidrogênio verde e suas aplicações em motores a combustão interna. Em seguida, planejou-se a seleção do dispositivo de controle dos bicos injetores, escolhendo o Speeduino, uma unidade de controle eletrônico aberta e configurável. Os parâmetros do sistema foram ajustados para controlar a combustão do motor, atendendo às necessidades específicas do hidrogênio verde.

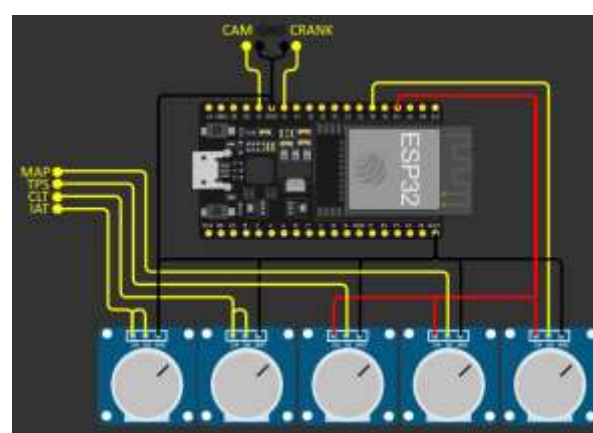
Devido ao orçamento limitado, adquiriu-se o kit do Speeduino modelo 0.4.3d. Após a montagem do dispositivo, o Arduino Mega 2560 foi adquirido para programar e controlar o sistema. Durante o período de espera pelos componentes, foi realizado o aprendizado sobre a programação e o uso adequado do dispositivo.

Para calibrar os parâmetros e visualizar os dados do Speeduino, utilizou-se o software Tuner Studio, desenvolvido pelo grupo EFI Analytics. Recursos modificados disponibilizados pelo grupo Speeduino foram utilizados para tornar o dispositivo compatível com o software, ampliando as opções de modificação disponíveis.

O controlador ESP8266 opera com a tensão de 3.3V. Portanto, é recomendável utilizar um amplificador operacional para elevar a tensão do sinal de saída do CAM e do CRANK, mantendo a mesma frequência, para garantir o funcionamento correto.



Fonte: Autoria Própria



Fonte: Autoria Própria

## RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo do presente estudo foi adaptar um sistema de injeção eletrônica para o uso do hidrogênio verde. Devido à impossibilidade de fabricar o motor, o grupo realizou simulações para obter estimativas precisas sobre a calibração. Foram calculados os parâmetros do motor, incluindo a capacidade volumétrica, a relação da ignição com a rotação do motor e o gráfico de eficiência volumétrica ideal. Além disso, foram estimados a temperatura de trabalho, a frequência de rotações do motor e a pressão absoluta do sistema. Com esses parâmetros definidos, foi realizada uma simulação de valores controlados para calibrar o programa e garantir o funcionamento adequado da injeção eletrônica.

Portanto pode-se considerar que o objetivo deste projeto foi alcançado com êxito, no entanto, como não foi manufaturado o motor para se ensaiar os resultados, permanecem ainda algumas incertezas tanto quanto em aspecto de calibração quanto em desempenho geral do motor.

Todavia, esta pesquisa mostra que a engenharia reversa do modelo é um horizonte possível e continua bastante promissor, pois reafirmou parte das características descritas pelo fabricante como por exemplo, rendimento do combustível, pico de potência relativamente cedo, 7000 RPM, e densidade energética do motor.

100.0	83	86	88	91	93	96	98	99	100	100	100	100	99	98	94	87
94.0	77	80	82	85	88	91	92	93	99	99	100	100	98	93	89	84
87.5	71	74	76	79	82	85	86	87	93	96	99	97	92	88	85	80
81.0	64	67	69	73	76	79	80	81	87	92	96	93	87	82	80	76
75.0	58	61	63	68	70	73	75	76	82	86	92	90	81	77	75	72
69.0	52	55	57	62	65	68	69	70	76	82	88	86	76	72	70	69
62.5	46	49	51	56	59	62	65	67	73	78	84	82	73	69	67	65
56.5	40	43	45	50	53	56	59	61	67	73	79	77	68	64	62	60
50.0	34	37	39	44	47	50	53	55	61	67	73	71	62	58	56	53
44.0	28	31	33	38	41	44	47	49	55	61	67	65	56	52	50	47
37.5	22	25	27	32	35	38	41	43	49	55	61	59	50	46	44	41
31.5	16	19	21	26	29	32	35	37	43	49	55	53	44	40	38	35
25.0	10	13	15	20	23	26	29	31	37	43	49	47	38	34	32	29
19.0	4	7	9	14	17	20	23	25	31	37	43	41	32	28	26	23
12.5	-2	1	3	8	11	14	17	19	25	31	37	35	26	22	20	17
6.5	-8	-5	-3	2	5	8	11	13	19	25	31	29	20	16	14	11
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500

Fonte: Autoria Própria

A descarbonização é a motivação principal, quando se trata de transição energética, focado na substituição de combustíveis fósseis (carvão e petróleo) por fontes limpas para combater o aquecimento global.

O objetivo é atingir o "Net Zero" (emissões líquidas zero), reduzindo os gases de efeito estufa em setores críticos como transporte e indústria.

## CONTEMPLAÇÃO DOS CRITÉRIOS

O projeto de Iniciação Científica está dentro dos critérios para o Prêmio Educador Sustentável, conforme apresentado:

1. Abordagem sistêmica em sustentabilidade: considerando o setor de transporte (mobilidade) como fundamental para o desenvolvimento de um país, mas esse setor atualmente contribui para a grande quantidade de emissão de gases de efeito estufa (GEE), em especial o CO<sub>2</sub>, para a atmosfera. Esse gás tem grande relevância quando se trata de efeito estufa, contribuindo para as mudanças climáticas. O uso do gás hidrogênio (H<sub>2</sub>V), produzido usando energia renovável (Energia Solar) torna-se muito promissor.
2. Abordagem a partir de problemas reais: o transporte é um setor muito impactante nas questões ambientais (combustíveis fósseis). A utilização do H<sub>2</sub>V em motores a combustão torna-se fundamental para um sistema de transporte mais sustentável.
3. Impacto na aprendizagem dos alunos: a pesquisa envolvida na IC aprofundou o conhecimento do motor Wankel usando H<sub>2</sub>V e de software de simulação das variáveis envolvidas. Assim, esse trabalho colabora para a formação de alunos mais preparados para um mundo mais desafiador, relacionado a inovações tecnológicas e sustentáveis.

## DIFICULDADES E APRENDIZADOS

As principais dificuldades estão relacionadas à construção de um protótipo físico (motor), para análise das variáveis e também o uso de softwares de simulação. Na aprendizagem, podemos citar o desenvolvimento de habilidades práticas dos alunos e professor, principalmente a importância do diálogo e colaboração com a sociedade.

**Nome Docente: Alexandre Guassi Junior**  
**Curso: Engenharia Mecânica**  
**Disciplina: Iniciação Científica**  
**Período: 5º Semestre**  
**Semestre/ano: 4/2025**