

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

Razão Automóvel

Gasolina 95 vs 98

15/10/2024

Nota introdutória

O objetivo deste relatório é expor algumas das diferenças que existem entre as gasolinas 95 RON e 98 RON tendo em conta aspetos mecânicos e funcionais dos veículos, assim como a legislação vigente e as recomendações dos fabricantes.

Em suma, a gasolina a ser usada é aquela que é recomendada pelo fabricante no manual de utilizador ou, em carros mais antigos que não podem usar E10 (5 a 10% de Etanol), gasolina E5 (até 5% de Etanol) compatível com o RON recomendado. Por via das limitações de alguns veículos em usar gasolinas com mais de 5% de Etanol a ACEA disponibiliza uma [lista](#) de compatibilidade entre os veículos dos vários fabricantes e as gasolinas E10. De notar que, à data de 2024 e em Portugal ([de acordo com as análises da ENSE](#)), as gasolinas disponíveis são gasolinas E5 (95 e 98 RON), no entanto o mesmo não é verdade para outros países, nem é garantido que em datas posteriores à emissão deste relatório esta afirmação continue a ser válida. Recomenda-se a consulta dos [relatórios da ENSE](#) para verificar a % de Etanol nas gasolinas.

Os conteúdos apresentados neste documento são baseados na análise e interpretação científica dos resultados apresentados em artigos de literatura especializada nos temas discutidos, assim como em legislação vigente e recomendações emitidas por entidades especializadas, tal como apresentado na secção intitulada “Referências”.

15 de Outubro de 2024,

Pedro M.T. Marques

Gasolina 95 RON vs 98 RON

1. O que é a gasolina 95 e a gasolina 98? E o que significam os números?

Os números 95 e 98 referem-se ao RON (*Research Octane Number*). No entanto, para os compreender melhor, é necessário clarificar primeiro algumas questões do funcionamento dos motores de combustão interna.

2. Motor de combustão interna: os 4 tempos, a eficiência do ciclo Otto, a taxa de compressão e o avanço de ignição e pré-ignição.

a. Como funciona um motor Otto a quatro tempos?

Para compreendermos a necessidade de se classificar as gasolinas quanto ao RON é necessário primeiro abordar os princípios funcionais de um ciclo Otto.

Estes são os 4 tempos num ciclo Otto:

- Admissão: admissão da mistura ar-combustível, através das válvulas de admissão quando há um movimento descendente do pistão;
- Compressão: compressão da mistura ar-combustível. Há um movimento ascendente do pistão;
- Expansão: ignição por faísca e expansão dos gases. Há um movimento descendente do pistão;
- Escape: expulsão dos gases queimados, através das válvulas de escape. Há um movimento ascendente do pistão.

Este ciclo repete-se a cada 720° de rotação (2 voltas) por cada pistão. O espaçamento angular entre cada um dos tempos é de 180°.

b. Qual o rendimento de um motor Otto?

O rendimento η_t do ciclo de Otto ideal é função da taxa de compressão (CR) [1]:

$$\eta_t = 1 - \left(\frac{1}{CR}\right)^{\gamma-1}$$

Onde:

- CR é a taxa de compressão;
- γ é uma constante dependente da mistura ar-combustível que é cerca de 1,27 [1].

O aumento da taxa de compressão aumenta o rendimento do motor, Figura 1.

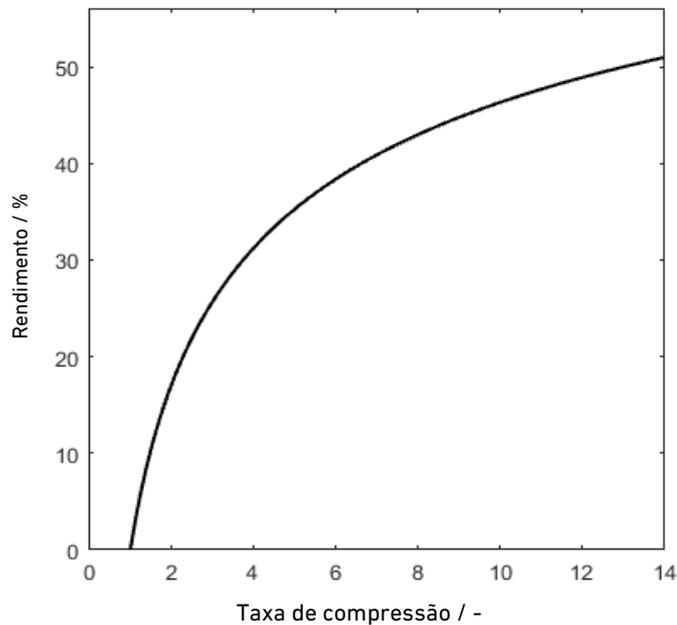


Figura 1: Rendimento vs Taxa de compressão do ciclo Otto, ($\gamma = 1.27$).

c. O que é a taxa de compressão?

A taxa de compressão é a razão entre o volume livre total dentro do cilindro (incluindo a parte da câmara de combustão que está na cabeça do motor) quando este está no ponto morto inferior (PMI), e o volume livre total no ponto morto superior (PMS).

Esta é a definição de taxa de compressão geométrica. Na realidade, a taxa de compressão efetiva pode ser inferior, pois há motores que recorrendo a tecnologias como VVT (*Variable Valve Timing*) permitem que se escape alguma da mistura de volta para o coletor de admissão durante a compressão, baixando assim a taxa de compressão efetiva (ciclo Atkinson) [1].

d. Porque é que não podemos aumentar a taxa de compressão indefinidamente?

Idealmente seria tentador aumentar sempre a taxa de compressão quando a ideia é aumentar o rendimento de um motor de combustão interna que segue o ciclo Otto. Na realidade, quando aumentamos a taxa de compressão tipicamente o limite passa a ser o combustível, sendo a razão a pré-ignição [1].

Além disso, não nos podemos esquecer que o que foi apresentado anteriormente é também puramente teórico e simplificado relativamente à realidade. Sendo assim, existem perdas e fatores que são também determinantes na definição da eficiência de um motor [1]:

- Perda de calor da câmara de combustão para o exterior através das paredes dos cilindros para os sistemas de arrefecimento;
- A combustão não ocorre de forma instantânea, mas sim ocorre ao mesmo tempo que o pistão se está mover;

- A combustão não se dá de forma perfeita, não sendo possível aproveitar todo o combustível;
- Perdas internas por atrito nos vários pontos de contacto entre superfícies que dependem do lubrificante usado.

Avanço de ignição

Tal como mencionado anteriormente, a combustão não ocorre de forma instantânea, mas sim ao mesmo tempo que o pistão se está mover. Deste modo é preciso incendiar a mistura antes do ponto morto superior no movimento de compressão [1].

O objetivo do avanço da ignição é então permitir que a chama iniciada pelo arco eléctrico da vela de ignição se inicie em avanço relativamente ao ponto morto superior (PMS), para que passado o PMS, esta possa acompanhar o pistão à medida que este se move pressurizando o cilindro (expansão) e otimizando-se assim o aproveitamento da energia libertada pela mistura consumida [1].

e. O que é a pré-ignição?

A pré-ignição é a ignição da mistura combustível num ponto ou uma zona da mistura para lá da frente de propagação da chama que é provocada de forma deliberada [2], Figura 2.

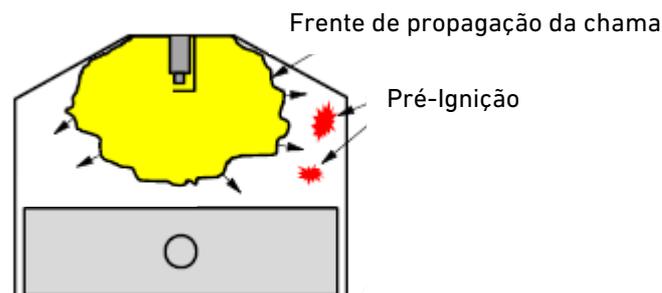


Figura 2: Representação esquemática da pré-ignição, adaptado de [2].

A existência de condições favoráveis a este fenómeno deve-se principalmente à não homogeneidade da mistura que enche o cilindro e das condições dentro do próprio cilindro (não homogeneidade de temperatura e pontos quentes). A libertação espontânea e descontrolada desta energia química cria ondas de pressão que, por sua vez, criam condições favoráveis à pré-ignição da mistura noutros pontos. A interação destas ondas de pressão com as paredes do cilindro e os componentes associados cria um ruído muito característico. Nestas condições, as pressões dentro do cilindro sobem para valores muito elevados, podem facilmente duplicar. Isto cria condições desfavoráveis que podem provocar o aumento do consumo de combustível, aumento de emissões poluentes, diminuição de desempenho e eficiência (tipicamente associados aos métodos de mitigação da pré-ignição), mas também pode ter consequências severas, tais como a completa ruína mecânica do motor (destruição de pistões, cabeça e bloco) [2,3].

O óleo como elemento que participa ativamente na combustão, também tem um papel na prevenção de alguns fenómenos de pré-ignição.

Desde o início do século XX (1910 a 1940) que os investigadores se aperceberam que existem relações entre o par combustível-motor e a pré-ignição, taxa de compressão, desempenho e eficiência [4]. Uma maneira de melhorar a resistência à pré-ignição seria melhorar o combustível existente.

3. Voltando à escala RON, e aos números 95 RON e 98 RON.

Esta é uma escala baseada num teste num motor padrão (4 tempos, carburador, compressão variável) comparando a resistência à pré-ignição de um combustível a ser testado à de um combustível padrão. O combustível a ser avaliado é testado neste motor padrão de 1 cilindro em condições controladas (de acordo com a norma ASTM D2699, [5]) para se perceber o comportamento deste no que à pré-ignição diz respeito. Depois define-se a mistura do combustível padrão, tal que o comportamento desta passa a ser equivalente ao combustível testado. Por fim, baseando-se nas percentagens em volume da mistura padrão equivalente, que confere semelhante proteção contra a pré-ignição, define-se o valor do RON. Além do RON também existe o MON (Motor Octane Number). O MON é bastante semelhante ao RON, mas as condições de teste para obtenção do MON são mais severas e, por isso, o MON é tipicamente mais baixo que o RON [6]. A Tabela 1 mostra alguns dos parâmetros usados na definição do RON e MON de um combustível.

Na União Europeia usa-se a norma ISO 5164 em vez da ASTM D2699, no entanto, a norma ISO é uma mera adaptação da norma ASTM para o formato das normas ISO. O mesmo pode-se dizer das normas ISO 5163 e ASTM D2700.

Tabela 1: Condições de funcionamento do motor de referência nos ensaios para determinar o RON e o MON, adaptado de [7].

Parâmetro	RON (ASTM D2699)	MON (ASTM D2700)
Temperatura do ar na admissão	52°C	38°C
Temperatura da mistura na admissão	-	149°C
Aspiração	Atmosférica	Atmosférica
Temperatura do fluido de arrefecimento do motor	100°C	100°C
Avanço de ignição	13° bTDC	14-16° bTDC
Taxa de compressão	4-18	4-18

Em Portugal e na União Europeia, usamos a escala RON para distinguir os diferentes combustíveis disponíveis.

Noutras regiões geográficas do globo usam-se outras escalas. Por exemplo, nos Estados Unidos da América, um combustível tem um nível de octanas que aparentemente é mais baixo. Isto não é devido ao facto de a gasolina vendida lá ter necessariamente um nível de octanas mais baixo, mas porque lá se usa uma maneira diferente de identificar os diferentes combustíveis. Lá usa-se a escala AKI (*Anti-Knock-Index*) que é uma média entre

o RON e o MON. Uma vez que o MON é sempre mais baixo que o RON, lá os combustíveis aparentam ter um nível de octanas mais baixo, mas é apenas uma questão de diferentes métodos de classificação [4].

RON e MON mais elevados significam maior resistência à pré-ignição. Como o teste para definir o RON é menos severo do que aquele que define o MON, estabeleceu-se um parâmetro $S = RON - MON$ que dá uma indicação da sensibilidade do combustível às condições de funcionamento [1].

Deste modo, os investigadores desta área têm usado um parâmetro chamado OI (*Octane Index*) para definir as “octanas” de um combustível. Este parâmetro depende da sensibilidade do combustível S e de um fator K que pode ser correlacionado com as condições de funcionamento de um motor [1].

$$OI = RON - K \times S$$

Este parâmetro é útil não só para definir um valor de “octanas” mais representativo da realidade, como permite variar as condições de funcionamento e mapear o OI do combustível em função destas mesmas condições. Por outro lado, é possível determinar qual o valor de OI necessário para maximizar a performance de um motor (*ONR – Octane Number Requirement*) [1].

O rendimento de um motor a WOT (*Wide Open Throttle*), assim como o binário máximos, para uma dada velocidade angular (rpm) são tipicamente função do avanço de ignição. Valores mais baixos ou mais elevados do que este óptimo resultam numa diminuição do rendimento e binário [0].

Normalmente, o avanço máximo que é possível está limitado pela pré-ignição da mistura e não coincide com o seu ponto ótimo, será menor. Deste modo, consegue-se estabelecer uma relação direta entre a eficiência máxima do motor e o OI (*Octane Index*) do combustível usado. Porém, isto não significa que o uso de uma gasolina com um maior OI garante automaticamente maior rendimento e desempenho [1]. Estas questões raramente são unidimensionais.

O avanço de ignição do motor não é apenas o único fator que contribui para a necessidade de gasolinas com maior OI. O aumento da taxa de compressão é historicamente um dos fatores responsáveis pelo aumento do OI dos combustíveis ao longo dos tempos, Figura 3.

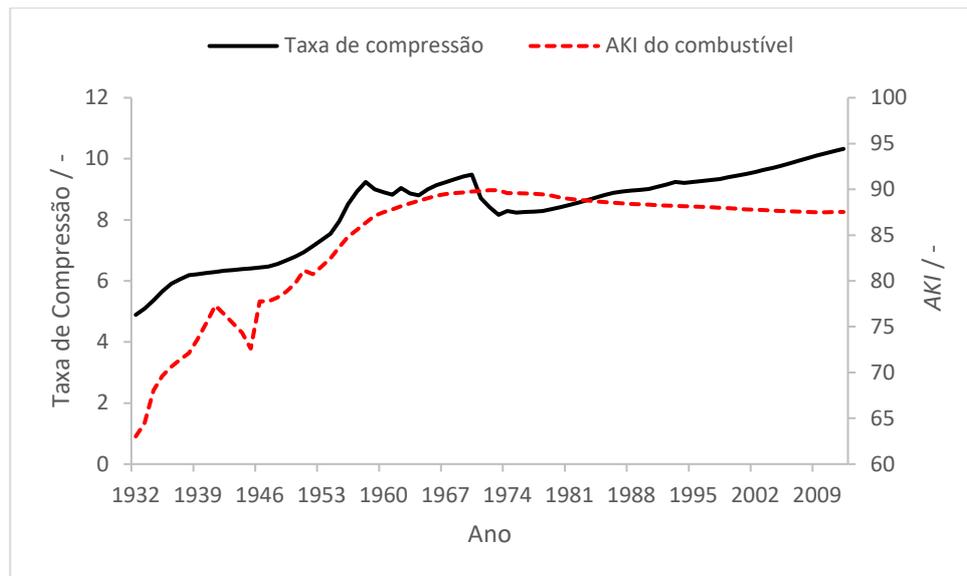


Figura 3: Andamento da taxa de compressão e do parâmetro AKI com o tempo, adaptado de [4].

Na Figura 3, podemos observar que as taxas de compressão e o OI ($AKI = (RON + MON)/2$) dos combustíveis foi aumentando ao longo do tempo e de forma proporcional até 1970 e 1980. Entre 1953 e 1969 a potência disponível nos veículos duplicou em média (127 HP para 284 HP), mantendo-se a massa média dos veículos. A partir daqui, com a proibição do uso de compostos de chumbo nas gasolinas e de outros compostos que sucederam o chumbo, assistiu-se a uma estabilização do OI das gasolinas disponíveis. No entanto, as taxas de compressão continuaram a aumentar [4]. Este aumento só foi possível porque houve melhorias tecnológicas muito significativas. Com o aparecimento da era digital (dos computadores baratos e acessíveis a todos), surgiram ferramentas de cálculo mais rápidas e fidedignas que permitiram uma melhor compreensão dos fenómenos nos motores de combustão interna. Além disso, começaram-se a usar sistemas de controlo nos motores baseados em computação digital e sensorização que permitiram e ainda permitem um controlo mais fino sobre o motor, permitindo que estes trabalhem mais perto do limite, com todas as vantagens que isso tem ao nível de emissões, rendimento e sem qualquer risco [4].

4. Gasolinas 95 vs 98: o que acontece quando usamos o produto recomendado?

Existem alguns estudos onde se investiga o uso de gasolinas com níveis de OI acima e abaixo do recomendado. Estamos a falar de estudos em ambiente controlado em motores e veículos, mantendo-se os parâmetros para a gasolina recomendada. Existem estudos, como é evidente, em que a electrónica (ECM) é deliberadamente afinada para tirar sempre máximo partido das gasolinas quando se altera o OI, mas esses não são representativos da realidade da maioria dos consumidores. Pelo que nos focaremos naqueles em que se fazem experiências mantendo o tudo e apenas mexendo na gasolina.

5. O que acontece se eu usar 98 RON num motor que recomenda 95 RON?

Muita gente acredita que usar gasolina 98 é sempre melhor que usar gasolina 95 RON. Se é mais cara é sempre melhor, certo? Existem crenças, associadas ao uso de gasolina 98 RON, assumindo-se que esta aumenta sempre a potência disponível do motor e que promove um melhor funcionamento geral e conserva a mecânica do motor.

Na realidade, os estudos mostram que tipicamente o mais eficaz em termos desempenho, consumo e emissões, é mesmo usar a gasolina recomendada pelo fabricante. Estes estudos cobrem várias tecnologias de injeção, desde os carburadores até PFI (*Port Fuel Injection*) e GDI (*Gasoline Direct Injection*) [8, 9, 10].

Em veículos mais antigos carburados ou com injeção à porta, se usarmos uma gasolina teoricamente mais nobre (com OI maior) do que o recomendado, é possível que alteremos o perfil de emissões, de consumo e performance disponível. No entanto, os resultados dependem do motor veículo/motor analisado, podendo variar desde o não acontecer nada a haver degradação do perfil de emissões, consumo e performance disponível.

Verificou-se também que em certos veículos com GDI e Turbo, mais tecnologicamente avançados, é por vezes possível encontrar benefícios em termos de potência, consumo e emissões usando gasolinas com OI mais elevado. Nestas situações, o ECM (*Engine Control Module*) tenta sempre otimizar-se para tirar partido de todas as potencialidades do combustível. Isto também tem uma razão de ser. Os motores contemporâneos sobrealimentados com GDI são também os mais avançados ao nível dos computadores e sensores que comandam os parâmetros de funcionamento do motor. São também suscetíveis à ocorrência de pré-ignição severa, e daí talvez a necessidade também de um sistema de gestão do motor capaz de responder rapidamente e adaptar-se.

Resumindo, usando 98 RON quando o recomendado é 95 RON, corremos o risco de não estar a tirar total partido do combustível e por isso a gastar dinheiro desnecessariamente.

6. O que acontece se eu usar uma 95 RON num motor que recomenda no mínimo 98 RON?

Tipicamente, o ECM vai detectar problemas de pré-ignição (se na condução acontecerem) e adaptar-se, normalmente retardando a ignição e enriquecendo a mistura. Isto significa que o motor vai funcionar mais longe do seu ponto ótimo e vamos ter uma diminuição da potência disponível, um aumento do consumo de combustível e aumento da emissão de poluentes.

Se os problemas de pré-ignição não forem detectados, ou se o ECM não se adaptar adequadamente, podem ocorrer problemas mecânicos catastróficos e a falha mecânica de componentes críticos do motor [3,11]:

- Danos nos segmentos;
- Zonas de fusão de material no topo dos pistões;
- Fissuração dos pistões;
- Dano nas juntas de vedação entre a cabeça do motor e o bloco;
- Danos estruturais no motor.

7. Existe, de facto, diferença entre a gasolina 95 RON e a 98 RON?

A composição das gasolinas em Portugal está, naquilo que é importante, estipulada em Diário da República, no Decreto-Lei nº 152-C/2017 de 11 de Dezembro e em consonância com as diretivas da União Europeia. Aqui definem-se os valores limites (mínimos e máximos) para os diferentes compostos que podem constar das gasolinas, assim como os valores limites de RON e MON. Os métodos para aferir os limites impostos estão também especificados.

O Decreto-Lei nº 152-C/2017 de 11 de Dezembro prevê duas designações para as gasolinas “Euro Super” e “Super Plus” que são, em muitas coisas, semelhantes. No entanto, se são previstas duas designações para as gasolinas, estas têm diferenças. Algumas destas diferenças estão apresentadas na Tabela 2, salientando-se os níveis dos parâmetros RON e MON e a % Etanol.

O mesmo decreto lei prevê também os mecanismos necessários para garantir que as gasolinas à venda correspondem às especificações impostas.

Em Portugal, a [ENSE – Entidade Nacional para o Sector Energético, E.P.E. \(ENSE\)](#) é a entidade responsável pela constituição, gestão e manutenção das reservas estratégicas nacionais de petróleo e produtos petrolíferos, assumindo a qualidade de Entidade Central de Armazenagem. A ENSE é, ainda, a entidade competente de fiscalização e supervisão de todas as áreas do setor energético.

Tabela 2: Principais diferenças entre as gasolinas Euro Super e Super Plus

		Euro Super	Super Plus
Cor	-	violeta	azul
RON	-	95 (mínimo)	98 (mínimo)
MON	-	85 (mínimo)	87 (mínimo)
% Etanol	% v/v	5,0 % (máximo)	10,0 % (máximo)

A ENSE disponibiliza no seu website uma [base de dados](#) com todos os relatórios de análise que fez a combustíveis e que podem ser consultados. Os últimos relatórios disponíveis remontam a 2018.

É interessante verificar nesta base de dados (para 2024) que a Gasolina Simples 95 tem % Etanol a rondar os 4 %, enquanto que a Gasolina 98 tem níveis de etanol bastante mais baixos, normalmente abaixo de 1,50 %.

Os resultados da atividade reguladora da ENSE são reportados à EEA (*European Energy Agency*). Esta entidade europeia sumariza os dados de cada país apresentando um relatório com o sumário dos dados recebidos por cada um dos estados membros. Efectivamente, em Portugal, temos gasolina E5 Euro Super e E5 Super Plus de acordo com o relatório, [ETC CM Report 2024/02](#) [12]. O conteúdo das gasolinas em Portugal tem menos de 5% de Etanol. [Noutros países](#) [12], as coisas parecem ser diferentes em termos de % de Etanol nos combustíveis.

8. Recomendações de uso em veículos

A compatibilidade de combustíveis E10 (até 10 % Etanol) com veículos é um tópico que pode preocupar alguns, e bem. Efectivamente, a ACEA (The European Automobile Manufacturers' Association) [divulga uma lista](#) [13] onde apresenta a compatibilidade de veículos existentes com os combustíveis E10. Existem limitações ao uso destes combustíveis em carros mais antigos, pois alguns têm certos materiais incompatíveis com o etanol, que os degrada. Esta degradação pode ocorrer em toda a linha no que ao sistema de alimentação de combustível

no motor diz respeito, desde entupimentos até ao perigo de fugas de combustível por dissolução de tubos constituídos por elastómeros que são solúveis pelo etanol.

Em carros onde a compatibilidade com a E10 não é verificada, a gasolina E5 deve ser utilizada. Parafraseando a ACEA: “The EU Fuel Quality Directive requires that member states of the European Union and countries within the European Economic Area (EEA) that introduce E10 petrol should ensure that sufficient volumes of a lower ethanol content petrol – ie up to 5% ethanol by volume (‘E5’) – is available for older vehicles that are not compatible with the use of E10 petrol”.

9. Qual devo usar em cada situação?

O recomendado pelo fabricante no manual de utilizador ou, em carros mais antigos que não podem usar E10, gasolina E5 compatível com o RON recomendado, tal como [recomendado pela ACEA](#).

Conclusão

Neste relatório foram expostas algumas das diferenças que existem entre as gasolinas 95 RON e 98 RON tendo em conta aspetos mecânicos e funcionais dos veículos, assim como a legislação vigente e as recomendações dos fabricantes.

A principal conclusão a tirar é que a gasolina a ser usada é aquela que é recomendada pelo fabricante no manual de utilizador ou, em carros mais antigos que não podem usar E10 (5 a 10% de Etanol), gasolina E5 (até 5% de Etanol) compatível com o RON recomendado. Por via das limitações de alguns veículos em usar gasolinas com mais de 5% de Etanol a ACEA disponibiliza uma [lista](#) de compatibilidade entre os veículos dos vários fabricantes e as gasolinas E10. De notar que, à data de 2024 e em Portugal ([de acordo com as análises da ENSE](#)), as gasolinas disponíveis são gasolinas E5 (95 e 98 RON), no entanto o mesmo não é verdade para outros países, nem é garantido que em datas posteriores à emissão deste relatório esta afirmação continue a ser válida. Recomenda-se a consulta dos [relatórios da ENSE](#) para verificar a % de Etanol nas gasolinas.

Referências

- [1] Duleep, K., "The Benefits of Increasing Fuel Octane Number on Gasoline Engine Efficiency: A Literature Review," SAE Technical Paper 2017-01-2237, 2017, doi:10.4271/2017-01-2237.
- [2] Zhi Wang, Hui Liu, Rolf D Reitz, Knocking combustion in spark-ignition engines, Progress in Energy and Combustion Science 61 (2017) 78-112.
- [3] Arsham J. Shahlari and Jaal B. Ghandhi, A Comparison of Engine Knock Metrics, SAE International, doi:10.4271/2012-32-0007
- [4] Derek Splitter, Alexander Pawlowski and Robert Wagner, A Historical Analysis of the Co-evolution of Gasoline Octane Number and Spark-Ignition Engines, DOI:10.3389/fmech.2015.00016
- [5] ASTM D2699-23, <https://www.astm.org/d2699-23.html>, consultado em 15/10/2024
- [6] ASTM D2700-22a, <https://www.astm.org/d2700-22a.html>, consultado em 15/10/2024
- [7] Chongming Wang, Soheil Zeraati-Rezaei, Liming Xiang, Hongming Xu, Ethanol blends in spark ignition engines: RON, octane-added value, cooling effect, compression ratio, and potential engine efficiency gain, Applied Energy, Volume 191, 2017, Pages 603-619, ISSN 0306-2619, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.01.081>.
- [8] Cenk Sayin, Ibrahim Kilicaslan *, Mustafa Canakci, Necati Ozsezen, An experimental study of the effect of octane number higher than engine requirement on the engine performance and emissions, Applied Thermal Engineering 25 (2005) 1315–1324.
- [9] Shuai, S., Wang, Y., Li, X., Fu, H. et al., "Impact of Octane Number on Fuel Efficiency of Modern Vehicles," SAE Int. J. Fuels Lubr. 6(3):2013, doi:10.4271/2013-01-2614.
- [10] Mingsheng Wen and Chuanqi Zhang and Zongyu Yue and Xinlu Liu and Yong Yang and Fang Dong and Haifeng Liu and Mingfa Yao, Effects of Gasoline Octane Number on Fuel Consumption and Emissions in Two Vehicles Equipped with GDI and PFI Spark-Ignition Engine, Journal of Energy Engineering, 146, 6, 04020069, 2020, 10.1061/(ASCE)EY.1943-7897.0000722.
- [11] Xudong Zhen, Yang Wang, Shuaiqing Xu, Yongsheng Zhu, Chengjun Tao, Tao Xu, Mingzhi Song, The engine knock analysis – An overview, Applied Energy 92 (2012) 628–636.
- [12] ETC CM Report 2024/02, Fuel quality monitoring in the EU in 2022 Fuel quality monitoring under the Fuel Quality Directive, Giorgos Mellios (EMISIA S.A), Evi Gouliarou (EMISIA S.A), Stephanie Schilling (EEA), <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cm/products/etc-cm-report-2024-02>, consultado em 15/10/2024
- [13] E10 petrol Vehicle compatibility list 2021 update, December 2021, ACEA, <https://www.acea.auto/publication/e10-petrol-fuel-vehicle-compatibility-list-2021-update/>, consultado em 15/10/2024

MAIS DE 35 ANOS
A CONVERTER
CONHECIMENTO
EM VALOR

INEGI - Instituto de Ciência e Inovação
em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial

Campus da FEUP | Rua Dr. Roberto Frias, 400 | 4200-465 Porto | Portugal
T. +351 22 957 87 10 | inegi@inegi.up.pt

www.inegi.pt

