

# Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

---

## Aplicación de Técnicas de Clasificación para Detección de Fugas de Combustible

*Applying classification techniques  
to fuel leak detection*

Juan Lucas González Hidalgo

---

La Laguna, 1 de junio de 2017

D. **Silvia Alayón Miranda**, con N.I.F. 43.812.596-B profesor Titular de Universidad adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como tutor

D. **Marta Sigut Saavedra**, con N.I.F. 43.801.832-B profesor Titular de Universidad adscrito al Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas de la Universidad de La Laguna, como cotutor

## **C E R T I F I C A ( N )**

Que la presente memoria titulada:

*“Aplicación de Técnicas de Clasificación para Detección de Fugas de Combustible.”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. **Juan Lucas González Hidalgo**, con N.I.F. 78.621.366-Y.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 1 de junio de 2017.

## Agradecimientos

Quiero agradecer a todas las personas que han colaborado conmigo y me han prestado su ayuda y atención para que este proyecto salga adelante.

En primer lugar, a mi tutora de proyecto, Silvia Alayón Miranda, por su paciencia conmigo y ayudarme cuando se lo he pedido.

También a mi co-tutora, Marta Sigut Saavedra, por asesorarme y ayudarme activamente en la realización de las tareas más difíciles para mí.

# Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.

## Resumen

*Las fugas subterráneas son un problema muy grave para las estaciones de servicio con tanques soterrados de almacenamiento de combustible, ya que pueden contaminar el entorno.*

*En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se propone el uso de técnicas de Reconocimiento de Patrones para realizar una detección rápida de fugas de combustible. Estos métodos requieren una selección apropiada de las variables más representativas de la situación de fuga.*

*Para realizar este estudio utilizamos datos reales proporcionados por Repsol. Estos datos corresponden únicamente a días sin fuga, ya que no se dispone de datos de días con fuga. Por lo tanto, en este TFG se propone abordar el problema con técnicas de clasificación de una clase. Estos clasificadores son capaces de aprender las características de una clase utilizando exclusivamente datos de muestra de esa clase.*

*Una vez realizados los experimentos, se proponen varias combinaciones “clasificador-grupo de características” como posibles soluciones para el problema planteado.*

**Palabras clave:** Fugas de combustible, estaciones de servicio, conciliación de inventarios, métodos de clasificación.

## Abstract

Leaks below the surface are a very serious problem for service stations with underground fuel storage tanks, as they can pollute the environment.

In this End-of-Grade Work (TFG) we propose the use of Pattern Recognition techniques to perform an early detection of fuel leaks. These methods require an appropriate selection of the variables most representative of the leakage situation.

To carry out this study, we used real data provided by Repsol. These data only correspond to days without leak, since data of days with leakage are not available. Therefore, in this TFG it is proposed to approach the problem with one-class classification techniques. These classifiers are able to learn the characteristics of a class using only sample data of that class.

Once the experiments have been done, several "classifier-group of features" combinations are proposed as possible solutions to the problem.

**Keywords:** *Fuel leaks, Petrol stations, Inventories reconciliation, Classification methods.*

# Índice General

<b>Capítulo 1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 2. Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo 3. Fundamentos de la OCC</b>	<b>5</b>
3.1. Clasificación de patrones.....	5
3.1.1 Definición de clasificación .....	5
3.1.2 Tipos de clasificación.....	5
3.2 Clasificación supervisada de una clase y multi-clase .....	6
3.2.1 Introducción .....	6
3.2.2 Taxonomía de los clasificadores de una clase.....	2
3.3 Estrategias de clasificación elegidas para este trabajo .....	9
3.4 Clasificación utilizada para este trabajo de fin de grado.....	9
<b>Capítulo 4. Descripción de experimentos</b>	<b>12</b>
4.1 Descripción de datos.....	12
4.1.1 Libro de tanques .....	12
4.1.2 Simulación de datos de días con fuga.....	15
4.2 Diseño de los experimentos .....	16
<b>Capítulo 5. Resultados experimentales y análisis</b>	<b>19</b>
5.1 Simulación de fugas constantes.....	19
5.1.1 Resultados de la clasificación .....	19
<b>Capítulo 6. Conclusiones y Lineas abiertas</b>	<b>32</b>
<b>Capítulo 7. Summary and Conclusions</b>	<b>34</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>36</b>
<b>Anexo I. LIBRERÍA DE MATLAB DD_TOOLS Y FUNDAMENTOS DE LOS MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE UNA CLASE</b>	<b>37</b>
<b>Anexo II. Resultados experimentales</b>	<b>47</b>

# Índice de figuras

Figura 3.1. Taxonomía de los clasificadores de una clase.....	9
Figura 4.1. Ejemplo libro de tanques. ....	13
Figura 4.2. Descripción de los datos utilizados. ....	16
Figura 5.1. Gráfica de ejemplo.....	21
Figura 5.2. Gráfica de ejemplo.....	22
Figura 5.3. Gráfica de ejemplo.....	22
Figura 5.4. Gráfica de ejemplo.....	23
Figura 5.5. Gráfica de ejemplo.....	23
Figura 5.6. Gráfica de ejemplo.....	24
Figura 5.7. Gráfica de ejemplo.....	24
Figura 5.8. Gráfica de ejemplo.....	25
Figura 5.9. Gráfica de ejemplo.....	25
Figura 5.10. Gráfica de ejemplo.....	26



# Índice de tablas

Tabla 4.1. Tiempo máximo permitido para la detección de fugas .....	15
Tabla 4.2. Número totales de pruebas.....	17
Tabla 5.1. Comparativa de fuga de combustible por método y FG del tanque Diesel 10.....	27
Tabla 5.2. Comparativa de fuga de combustible por método y FG del tanque Gasolina 95.....	29
Tabla 5.3. Comparativa de fuga de combustible por método y FG del tanque Gasolina 98.....	30



# Capítulo 1.

## Introducción

El almacenamiento subterráneo de combustible presenta un importante riesgo medioambiental debido a que los tanques no pueden inspeccionarse de manera sencilla y las fugas no siempre se detectan a tiempo. Los tanques están enterrados a varios metros de profundidad, por lo que al producirse una fuga es relativamente fácil la contaminación de aguas subterráneas.

El combustible almacenado por las gasolineras origina un producto tóxico e inflamable y clasificado ambientalmente como peligroso. Es por esta razón que las compañías necesitan una aplicación de las medidas oportunas para evitar esta agresión. Los carburantes por sí mismos no pasarían de contaminar el subsuelo situado bajo la plataforma de la gasolinera, pero el agua actúa como medio de transporte transportando los contaminantes a mayores distancias.

En la actualidad, las medidas de control empleadas para la detección de fugas de combustible en tanques se basan en la utilización de sistemas cuyo objetivo es determinar si se ha producido una fuga en el menor tiempo posible (litros/hora).

Existen diversos métodos mecánicos que detectan de manera activa las pérdidas de combustible. Son sistemas automáticos de detección de fugas que hacen saltar una alarma en caso de detectarse determinados niveles de pérdida de combustible.

Si la estación de servicio es muy antigua, no contará en sus instalaciones con estos sistemas mecánicos modernos de medida. En estos casos hay que buscar técnicas que se puedan adaptar a la instalación y conseguir, con un coste moderado, minimizar el riesgo de pérdidas. Estas técnicas intentan estimar las posibles pérdidas de manera indirecta. Para ello, se comprueba el combustible suministrado a los depósitos, el medido por los contadores de los surtidores a lo largo de un día, y finalmente, el combustible almacenado en el depósito al final de ese día. Una vez registradas y comparadas dichas medidas, las técnicas indirectas pueden identificar las posibles pérdidas de producto.

Estos sistemas, sin embargo, no son tan sencillos como parece al estar sometido el producto a factores complejos que hacen que a diario existan diferencias entre el inventario teórico (o cantidad que “debería” de tener cada tanque de producto) y la cantidad que realmente tienen. Es por ello que estos sistemas tratan de distintas maneras de compensar y/o calcular los factores físicos causantes de estas posibles diferencias (evaporaciones, variaciones de volumen por cambios de temperatura,...) para determinar qué diferencia de inventario refleja un comportamiento normal del producto y qué diferencia puede indicar una fuga. Estos sistemas se denominan comúnmente sistemas de conciliación de inventarios.

Dicho de otra manera, la finalidad de un sistema de conciliación de inventarios es determinar el patrón de comportamiento de un tanque y sus tuberías, surtidores, etc. asociados, con objeto de determinar qué diferencias pueden considerarse normales y cuáles no.

En este Trabajo Fin de Grado se han analizado diferentes métodos clasificadores y se han aplicado sobre el problema de la detección de fugas en los tanques de combustible líquido enterrados en las estaciones de servicio. En concreto, se busca determinar si alguno de los métodos estudiados podría ser parte de un sistema de conciliación de inventarios de manera eficiente. El objeto final es proponer una herramienta que ayude a la detección temprana de la fuga de combustible.

# Capítulo 2.

## Antecedentes

El problema de detectar fugas de combustible se afronta en la actualidad bajo diferentes enfoques. En algunos, se utilizan sistemas de sensores para la detección de fugas (Morisawa and Muto, 2012). Otra forma es por medio de las pruebas reguladoras de fugas, que estos tipos de sistemas deben cumplir regularmente, tal y como se refleja en (United States Environmental Protection Agency Pacific Southwest/Region 9, 2003). El inconveniente de estas pruebas es que no se realizan con la suficiente frecuencia. Típicamente, estas pruebas deben ser capaces de determinar, al menos cada 30 días, si el tanque y la tubería están goteando usando métodos de detección de apropiados. Como consecuencia, cuando se detecta una fuga a menudo es demasiado tarde para evitar los daños ambientales y la amenaza para la salud y la seguridad humanas, requiriendo limpiezas difíciles y costosas. Por lo tanto, la detección temprana de las fugas de combustible es crucial, como se explica en (United States Environmental Protection Agency, 2005).

Otra posibilidad consiste en utilizar diferentes métodos, como el análisis de conciliación de inventarios, para detectar el combustible faltante en el tanque, como en (Health and Safety Authority, 2013). Otra posibilidad consiste en utilizar el análisis de conciliación de inventarios, que se comentó en la introducción, como en (Health and Safety Authority, 2013).

Este método se puede aplicar de dos maneras diferentes: mediante el uso de un sistema como el desarrollado por la empresa Veeder Root, que analiza continuamente el nivel de combustible en el tanque, o bien mediante otros sistemas que analizan el inventario diario de cierre de la estación de servicio. Un ejemplo de este último es el desarrollado por la empresa inglesa Fairbanks, que comercializa un producto que detecta fugas de combustible en las estaciones de servicio. Este producto está oficialmente aprobado en varios países, incluyendo España. Como es de esperar, se trata de un producto cerrado en el sentido de que el usuario no conoce el método de detección utilizado. Además de esto, la estación de servicio debe enviar a Fairbanks sus registros de inventario diarios, es decir, sus datos de ventas, antes de que pueda detectar una posible fuga de combustible. Incluso en la versión en línea de este producto, Fairbanks tiene acceso a esta información. Para aquellas estaciones de servicio reacias a compartir sus datos de ventas

con una empresa externa, este inconveniente podría evitarse utilizando el sistema de detección de fugas que se presenta en este Trabajo de Fin de Grado.

Investigadores de la ULL, entre las que se encuentran las tutoras del presente TFG, han realizado un estudio de la aplicación de técnicas de clasificación de dos clases para la detección temprana de fugas de combustible en estaciones de servicio. En él hacen uso de la conciliación de inventarios mediante la aplicación de la teoría de la clasificación de patrones para clasificar los días en que la estación de servicio está operativa como "día sin fuga" o "día con fuga." Los resultados de este estudio están publicados en (Sigut et al., 2014)<sup>[6]</sup>. Además, se ha desarrollado un Proyecto Final de Carrera en el contexto de esta investigación (Magdalena, 2009)<sup>[3]</sup>. En el trabajo desarrollado se analizaron diversos métodos de clasificación que fueron aplicados sobre datos de días sin fuga y con fuga. Estos últimos tuvieron que ser simulados, ya que no se disponían de ellos.

Existen innumerables aplicaciones de reconocimiento de patrones, tanto en campos completamente ajenos al considerado en este Trabajo Final de Grado, como directamente relacionados con la detección de fugas. En (Gabrys and Bargiela, 2000) estas técnicas se utilizan para la detección de fugas e identificación en sistemas de distribución de agua. En (Sato and Mita, 2007) se aborda la detección de fugas en sistemas de abastecimiento de agua con métodos de reconocimiento de patrones aplicados a las señales sonoras, mientras que en (Jiao et al., 2009) se hace uso de un método basado en la correlación para la detección de onda delta-T en un gasoducto enterrado. Finalmente, en (Da Silva et al., 2005) se presenta un método para la detección de fugas en tuberías que utiliza una combinación de herramientas de clustering para la detección de fallos. En este caso se aplica un clasificador basado en un sistema difuso a un GLP (gas licuado de petróleo). Aunque el patrón de reconocimiento se utiliza comúnmente en una amplia gama de aplicaciones, incluso en la detección de fugas, este método no se ha aplicado a la detección de fugas de combustible en las estaciones de servicio.

# Capítulo 3.

## FUNDAMENTOS DE LA CLASIFICACIÓN DE UNA CLASE

### 3.1 Clasificación de patrones.

#### 3.1.1 Definición de clasificación.

La clasificación es la asignación de objetos a clases predeterminadas en base a sus características. Estas características pueden ser de tipo cuantitativo o cualitativo. Al conjunto de estas características se denomina “patrón”. Por lo tanto, la dificultad principal del problema estriba en la capacidad discriminatoria entre clases del conjunto de características elegido.

Podemos definir más formalmente el problema de la clasificación de patrones de la siguiente manera: el objetivo de la clasificación de patrones es asignar una clase o categoría  $C_j$  contenida en un conjunto de clasificaciones alternativas  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_M\}$  a un objeto basándose en su vector de características  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in \mathcal{X}^n$ . El problema de diseñar un clasificador se resume en encontrar un mapa  $D: \mathcal{X}^n \rightarrow C$  que sea óptimo en el sentido que maximice alguna medida de eficiencia deseada  $\delta(D)$ . La clasificación del objeto para el valor observado  $X = x$  supone optar entre  $M + 2$  decisiones. Estas decisiones pueden ser: asignarlo a una de las  $M$  clases, clasificarlo como “dudoso” posponiendo la decisión hasta tener mayor seguridad, o bien clasificarlo como outlier, esto es, que no pertenece a ninguna de las clases.

#### 3.1.2 Tipos de clasificación.

Existen dos tipos de clasificación: la no supervisada y la supervisada.

En la clasificación no supervisada no se conocen las clases a priori y, en esencia, se trata de descubrir agrupamientos de patrones de acuerdo con algún criterio establecido. A este tipo de clasificación se le suele llamar “clustering”. El aprendizaje no supervisado es muy importante cuando se

dispone de muestras sin etiquetas de clase, o cuando el costo de etiquetarlas por un experto es alto.

La clasificación supervisada es un tipo de clasificación donde las clases están predefinidas y se dispone de patrones previamente clasificados (conjunto de entrenamiento), que son la base para el diseño del clasificador. El algoritmo de aprendizaje normalmente comienza con este conjunto de ejemplos correctamente clasificados con el objetivo de encontrar un clasificador que asigne etiquetas de clases, de modo que se minimice el error de clasificación en el espacio de características total. La eficiencia del clasificador se evalúa con un conjunto de ejemplos no vistos previamente (conjunto de test) para obtener una estimación del error de clasificación real.

De cara a la fase de testeo del clasificador, se deben simular datos de la clase 'días con fuga'.

## 3.2 CLASIFICACIÓN SUPERVISADA DE UNA CLASE Y MULTI-CLASE.

### 3.2.1 Introducción.

La clasificación multi-clase es aquella capaz de clasificar patrones en dos o más clases. Para ello es necesario tener en el conjunto de entrenamiento patrones etiquetados representativos de cada una de las clases consideradas en el problema de clasificación.

Con el conjunto de entrenamiento, el clasificador ajusta el conjunto de parámetros que constituye el modelo del clasificador. Luego, para un vector de observación  $x$  sin etiquetar, el clasificador produce una salida  $u(x, \theta)$ . Los posibles valores de esta salida son  $u(x, \theta) \in \{C_1, \dots, C_{N_C}\}$ , donde  $C_i$  es la etiqueta de clase, con  $i = 1:N_C$  ( $N_C$  es el número total de clases existentes).

Alternativamente, para cada clase  $C_i$ , el clasificador puede implementar una función discriminante de valor real  $u_{C_i}(x, \theta)$ , de forma que los resultados con mayor valor de la función corresponden a la mayor probabilidad de pertenencia a una clase  $P(Z \in C_i|x) = P(C_i|x)$ . En este caso, se selecciona la clase con el valor más alto de la función discriminante (1):

$$\gamma(x, \theta) = \underset{i=1, \dots, N_C}{\text{argmax}} u_{C_i}(x, \theta) \quad (1)$$

Si la salida del clasificador se aproxima a la probabilidad de  $P(C_i|x)$ , esta función implementa la regla de decisión de Bayes, que asigna el objeto a la clase con la probabilidad más alta.

Para el problema de la clasificación de dos clases, la función discriminante es (2):



$$u(x, \theta) = P(C_1|x) - P(C_2|x) \quad (2)$$

Para clasificar es suficiente con:

$$\gamma(x, \theta) = \begin{cases} C_1, & \text{if } u(x, \theta) \geq 0, \\ C_2, & \text{if } u(x, \theta) < 0. \end{cases} \quad (3)$$

La función de densidad de probabilidad (FDP)  $P(C_i|x)$  o los parámetros  $\theta$  de la función discriminante se estiman empíricamente usando el conjunto de entrenamiento.

La clasificación de una clase puede ser vista como un tipo especial de clasificación de dos clases, donde sólo están disponibles los datos pertenecientes a una de las clases para entrenar al clasificador (clase objetivo – target class). De la otra clase (clase no objetivo – no target class) no hay datos representativos, o son muy escasos y no forman una muestra estadísticamente representativa de esa clase.

Por ejemplo, la clasificación de una clase puede ser relevante en la detección de fallos de una máquina. El clasificador debe detectar cuando la máquina tiene un comportamiento anormal. Las mediciones del comportamiento normal son fáciles de obtener. Pero, al no ser habitual que la máquina falle, no hay muestras que reflejen un comportamiento erróneo de la misma. Por lo tanto, el conjunto de entrenamiento sólo puede estar compuesto por muestras de la clase “comportamiento normal”.

Como se comentó anteriormente, en el problema de clasificación planteado en este Trabajo de Fin de Grado, el empleado de Repsol sólo ha etiquetado una parte de los datos, correspondientes únicamente a días sin fugas. Por ello, la estrategia Supervisada de Una Clase es ideal para el problema abordado, ya que sólo podemos construir un conjunto de entrenamiento de la clase de la cual tenemos los datos.

En la clasificación supervisada de una clase, el conjunto de entrenamiento sólo contiene los vectores de observación que pertenecen a una clase  $C_1$ , mientras que el conjunto de test tendrá vectores de observación de ambas clases  $C_1$  y  $C_2$ .

Se dan dos tipos de error:

1.  $\varepsilon_I$ ; Un objeto de  $C_1$  se clasifica como que no pertenece a  $C_1$ , esto es un falso negativo.
2.  $\varepsilon_{II}$ ; Un objeto  $C_2$  se clasifica como que pertenece a  $C_1$ , esto es un falso positivo.

Por lo tanto, para estos clasificadores los parámetros de la función de densidad de probabilidad  $P(C_1|X)$  o los parámetros de la función discriminante sólo se pueden evaluar para  $C_1$ . Para hacer posible la clasificación hay que suponer una distribución para la clase  $C_2$ .

### 3.2.2 Taxonomía de los clasificadores de una clase.

La taxonomía de los clasificadores de una clase divide a éstos según el modelo del clasificador, el tipo de datos que manejan y la habilidad del clasificador de trabajar con datos relacionados temporalmente. Esta taxonomía se presenta en la Figura 3.1. La división más significativa para el presente Trabajo Fin de Grado es la primera, la que considera el modelo del clasificador utilizado. Según esta categorización, existen tres tipos de clasificadores de una clase:

#### A) Métodos de densidad:

Estos métodos se basan en la estimación de la función de densidad de probabilidad  $P(X|C_1)$ . En ausencia de conocimiento de la clase  $C_2$  se puede asumir que la función de densidad de probabilidad de esta clase es uniforme, por ejemplo,  $P(X|C_2) = cte$ . La forma específica de la distribución de los valores de las características es a menudo desconocida, por lo que debe ser modelada de alguna manera, por ejemplo, con una mezcla de gaussianas. Se asume que los datos del conjunto de entrenamiento son representativos de la distribución real. En el proceso de clasificación, el valor de la función de densidad de probabilidad de un vector de observación  $X$  se compara con un umbral.

#### B) Métodos de reconstrucción:

En estos métodos se hacen suposiciones sobre la estructura subyacente de los datos. Se supone que los datos son generados por un modelo y los parámetros de este modelo se ajustan en la etapa de entrenamiento. En el proceso de clasificación se calcula el error de reconstrucción  $\varepsilon_{recons}$ . Cuanto mejor sea el ajuste, más probabilidad existe de que los datos hayan sido generados por ese modelo. La función discriminante se puede implementar como  $\frac{1}{\varepsilon_{recons}}$ .

#### C) Métodos de frontera:

Al contrario que los métodos citados anteriormente, los métodos de frontera no estiman la densidad de los datos ni asumen cómo es el proceso de generación de los mismos. Son métodos diseñados específicamente para la clasificación de una clase. En el proceso de clasificación se calcula la distancia entre el vector de observación  $X$  y la frontera que rodea a los vectores de observación del conjunto de entrenamiento.

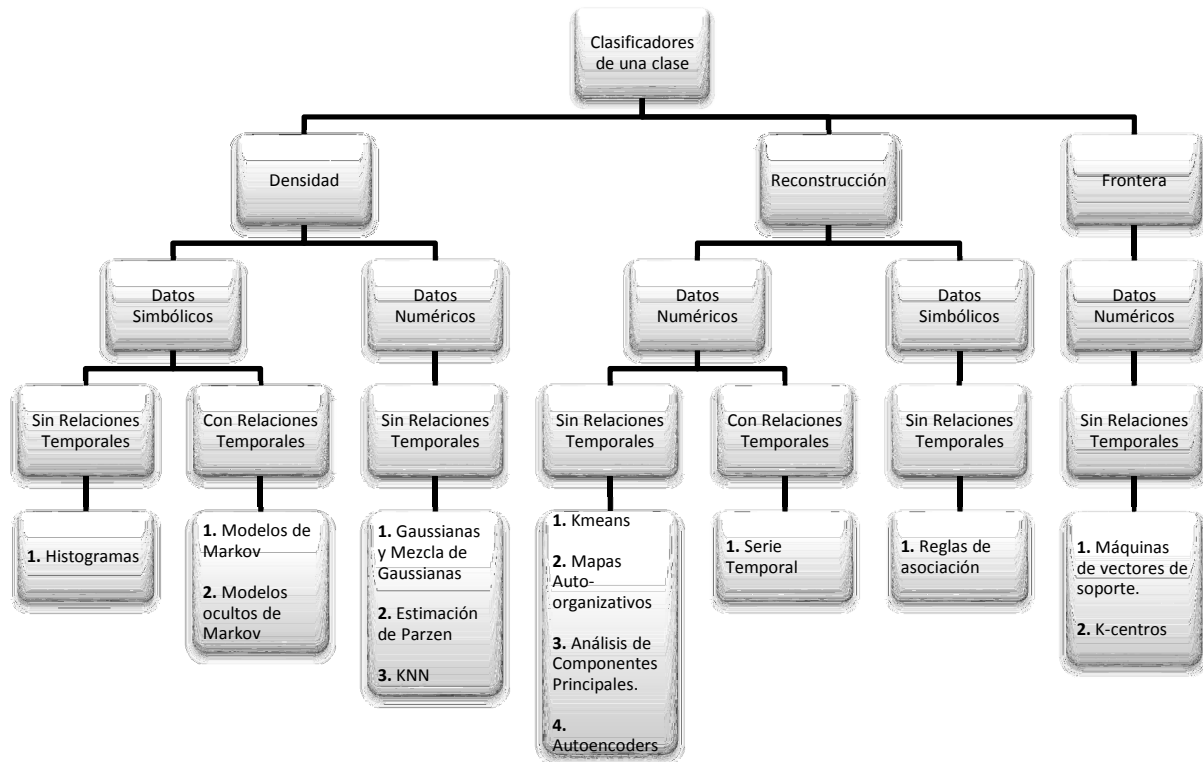


Figura 3.1. Taxonomía de los clasificadores de una clase.

### 3.3 Estrategias de clasificación elegidas en este trabajo de fin de grado.

Para la realización de este Trabajo de Fin de Grado la compañía Repsol ha cedido datos de estaciones de servicio. La empresa ha clasificado los datos como días sin fuga.

Por lo tanto, bajo estas condiciones, en el presente Trabajo Fin de Grado sólo se han podido utilizar métodos de clasificación supervisados de una sola clase (métodos que usan un conjunto de entrenamiento representativo de una única clase).

### 3.4 Clasificadores supervisados utilizados en este trabajo de fin de grado.

Como se comentó anteriormente, en la clasificación supervisada es necesario contar con un conjunto de patrones similares a los que se desea reconocer, que se denomina “conjunto de aprendizaje” o “conjunto de entrenamiento”, para poder ajustar la estructura interna del clasificador.

Los patrones de este conjunto se utilizan a modo de modelos para crear la función discriminante, que clasificará correctamente los patrones del trabajo. Por eso, el conjunto de aprendizaje debe estar constituido por un subconjunto representativo del universo de trabajo.

Cuando la muestra es abundante suele crearse otro conjunto con ella. Este segundo conjunto se utiliza para probar los resultados de las funciones discriminantes calculadas, y se conoce como “conjunto de test”. Es importante que el conjunto de aprendizaje y el de test sean independientes. Esta independencia permite cierta confianza empírica en que el clasificador desarrollado posee la *propiedad de generalización*. Esta propiedad garantiza que un sistema clasifica correctamente patrones que no ha visto durante el proceso de cálculo de funciones discriminantes.

A grandes rasgos, las etapas en la construcción de un clasificador supervisado son: determinación de las clases, elección y test de las características discriminantes, selección de la muestra, cálculo de funciones discriminantes y test del clasificador.

En este Trabajo Fin de Grado se han utilizado los siguientes métodos de clasificación de una clase:

- Métodos de estimación de densidad: Estimación gaussiana, estimación gaussiana robusta, estimación gaussiana de mínima covarianza, estimación de Parzen, K vecinos más cercanos (KNN) y vecinos más cercanos (NN).
- Métodos de reconstrucción: K-means, mapas auto-organizativos (SOM), análisis de componentes principales y autoencoders.
- Métodos de frontera: máquinas de vectores soporte.

En el anexo I se puede encontrar información más detallada acerca de estos métodos.

# Capítulo 4.

## Descripción de experimentos

### 4.1 Descripción de los datos.

El propósito general del proyecto es estudiar la posibilidad de desarrollar un sistema de conciliación de inventarios con un método de Reconocimiento de Patrones. Se pretende que un sistema clasificador de una clase actúe como detector de fugas de combustible en estaciones de servicio.

Los datos utilizados en el presente TFG se corresponden a libros reales de tanques de estaciones de servicio. En este capítulo se explicará en detalle en qué se basa un sistema de conciliación de inventarios y cuáles son los datos recogidos en este tipo de libros.

#### 4.1.1 Libro de tanques

Un libro de tanques es un control de inventario de las cantidades vendidas, compradas y almacenadas en cada tanque, al igual que se realizaría con cualquier otra mercancía.

En la figura 4.1 se muestra un ejemplo de un libro de tanques de una estación de servicio. Concretamente, se trata de una captura de un libro de tanques real de la estación de servicio de Repsol en Añaza.

Hora de Informe: : 07/04/2014 16:40:52										
Tanque: Artí	Día de Inicio	Inicial	(+)Recepciór	(-)Ventas	(-)Pump Tesi	(+/-)Ajustes	(=)Inv Teóric	Actual Dispo	Variación	Variance as%
1: *e+Diesel										
	01/01/2014	20.075,00	0	850,79	0	0	19.224,21	19.227,00	2,79	0,33%
	02/01/2014	19.227,00	0	2.241,76	0	0	16.985,24	16.987,00	1,76	0,08%
	03/01/2014	16.987,00	0	2.380,50	0	0	14.606,50	14.617,00	10,5	0,44%
	04/01/2014	14.617,00	10.002,00	1.357,82	0	0	23.261,18	23.277,00	15,82	1,17%
	05/01/2014	23.277,00	0	1.575,66	0	0	21.701,34	21.710,00	8,66	0,55%
	06/01/2014	21.710,00	0	752,78	0	0	20.957,22	20.965,00	7,78	1,03%
	07/01/2014	20.965,00	0	3.259,97	0	0	17.705,03	17.710,00	4,97	0,15%
	08/01/2014	17.710,00	0	2.879,44	0	0	14.830,56	14.829,00	-1,56	-0,05%
	09/01/2014	14.829,00	9.999,00	2.311,24	0	0	22.516,76	22.532,00	15,24	0,66%
	10/01/2014	22.532,00	0	2.707,57	0	0	19.824,43	19.837,00	12,57	0,46%
	11/01/2014	19.837,00	0	1.604,01	0	0	18.232,99	18.239,00	6,01	0,37%
	12/01/2014	18.239,00	0	859,99	0	0	17.379,01	17.384,00	4,99	0,58%
	13/01/2014	17.384,00	0	2.891,20	0	0	14.492,80	14.500,00	7,2	0,25%
	14/01/2014	14.500,00	9.997,00	1.820,08	0	0	22.676,92	22.634,00	-42,92	-2,36%
	15/01/2014	22.634,00	0	2.147,83	0	0	20.486,17	20.491,00	4,83	0,22%
	16/01/2014	20.491,00	0	2.082,50	0	0	18.408,50	18.414,00	5,5	0,26%
	17/01/2014	18.414,00	0	1.827,81	0	0	16.586,19	16.593,00	6,81	0,37%
	18/01/2014	16.593,00	0	1.587,28	0	0	15.005,72	15.007,00	1,28	0,08%
	19/01/2014	15.007,00	0	485,16	0	0	14.521,84	14.526,00	4,16	0,86%
	20/01/2014	14.526,00	10.000,00	3.144,12	0	0	21.381,88	21.377,00	-4,88	-0,16%
	21/01/2014	21.377,00	0	2.106,83	0	0	19.270,17	19.280,00	9,83	0,47%
	22/01/2014	19.280,00	0	2.455,52	0	0	16.824,48	16.831,00	6,52	0,27%

Figura 4.1. Ejemplo de libros de tanques

En la figura 4.1 se muestran los datos utilizados en este proyecto:

- Columna 1: Nombre del tanque, se indica a qué tanque corresponden los datos.
- Columna 2: Fecha, para llevar un control detallado se apunta la fecha (d/m/año) de los datos.
- Columna 3: Inventario inicial (que es el valor de cantidad de combustible del día anterior)
  - Columna 4: Recepciones diarias en los tanques.
  - Columna 5: Ventas realizadas durante el día.
  - Columna 6: Pump test, es la cantidad de combustible que se saca del tanque y no se devuelve.
  - Columna 7: Ajustes, como por ejemplo cada vez que se haga una calibración, para comprobar el estado de los contadores. Este combustible se cuenta como ventas, pero en realidad retorna al tanque.
  - Columna 8: Inventario teórico real, cantidad de combustible que se podría esperar que existiera en el interior del depósito. Se obtiene mediante la fórmula (4):

$$\text{Inventario Teórico} = \text{Inventario Inicial} + \text{Recepciones} - \text{Ventas} + \text{Ajustes} \quad (4)$$

- Columna 9: Volumen real medido, es el valor medido de nivel real cuando la estación se encuentra en reposo.

- Columna 10: Diferencia de inventario o variación, en el caso en el que los datos están sin adulterar, es la diferencia entre la cantidad de combustible medida en el depósito y la cantidad esperada. Sin embargo, en el caso donde se simula la fuga, el valor que toma es la variación que nosotros le introducimos. Se define como indica la fórmula (5):

$$\text{Variación} = \text{Medición Actual} - \text{Inventario Teórico} \quad (5)$$

- Columna 11: División de la variación entre las ventas. Se define como indica la fórmula (6):

$$\text{Varianza (\%)} = (\text{Variación} / \text{Ventas}) * 100 \quad (6)$$

Una discrepancia entre el inventario teórico y el disponible al final del día no implica necesariamente una pérdida o una ganancia real de combustible. Simplemente puede ocurrir que una serie de factores, tales como la variación de volumen con la temperatura, evaporaciones, etc. sean los causantes de esa diferencia. Por este motivo se pueden producir errores a la hora de clasificar.

El primer problema que se plantea en cualquier proceso de clasificación es la elección de las características. En nuestro caso consiste en decidir qué variables se usarán para clasificar: la diferencia de inventario teórico o variación, la variación acumulada, varianza sobre ventas, varianza acumulada o una combinación de las anteriores. Se han realizado distintas pruebas con distintas combinaciones de estas variables, dado que a priori no se conoce qué variable se comportará mejor. Los resultados obtenidos en estas pruebas se presentarán en el capítulo 5.

Para comprobar qué características son las mejores para clasificar, se han probado varios grupos de características (FG: Features Group) con las medidas manipuladas (simulando una fuga constante), y con cada uno de los clasificadores seleccionados. Estos grupos de características son los siguientes:

Los 4 primeros grupos constan de una característica:

- FG1. Variación (diferencia del volumen teórico y del volumen real)
- FG2. Variación de ventas (división entre la variación y las ventas de ese día)
- FG3. Volumen teórico. Consiste en sumar las recepciones y los ajustes menos las ventas al valor inicial del tanque.
- FG4. Es el resultado entre la variación / Volumen real.

En los tres últimos se eligen dos características:



- FG5. Ventas diarias y variación.
- FG6. Ventas diarias y variación de ventas.
- FG7. Variación y recepciones.

En el siguiente capítulo se ofrecen los resultados experimentales obtenidos con los distintos grupos de características.

En este proyecto se han analizado diversos métodos de clasificación y se han aplicado en el problema abordado de detección de fugas con el objetivo de encontrar un clasificador que pueda ser utilizado de forma eficiente en un sistema de conciliación de inventarios. El clasificador debe clasificar los datos del libro de tanques y detectar cuáles corresponden a fugas reales y cuáles no. Este tipo de sistemas pertenecen a la clase IV<sup>[3][9]</sup>, y han de estar de acuerdo con la Norma EN 13160-5<sup>[7]</sup>, siendo clasificados en la categoría B (DETECCIÓN ESTADÍSTICA DE FUGAS EN REPOSO).

Categoría	Caudal de fuga $l \cdot h^{-1}$	Tiempo máximo de detección
A. Detección dinámica de fugas	4,0	24 h
	2,0	7 días
	0,8	14 días
B(1). Detección estadística de fugas en reposo	4,0	24 h
	2,0	7 días
	0,8	14 días
B(2). Detección estática de fugas	0,4	6 h

Tabla 4.1. Tiempo máximo permitido para la detección de fugas

Para la categoría de detección estadística de fugas en reposo (Categoría B(1)), el sistema debe ser capaz de detectar el caudal de fugas especificado en la Tabla 4.1 con una probabilidad de, al menos, el 95%, mientras que el valor de falsa alarma no debe exceder el 5%.

Para este TFG nos centramos en la detección por días, es decir, 96 l/d.

#### 4.1.2 Simulación de datos de días con fuga

Los datos utilizados en este proyecto son reales y han sido facilitados por la compañía Repsol. En principio, los datos cedidos se corresponden a un funcionamiento normal de la estación (días sin fugas). Como se comentó con anterioridad, los datos representativos de situaciones anormales han sido obtenidos mediante una alteración posterior de los datos originales. Este

procedimiento de manipulación es el indicado por la normativa vigente para estos experimentos, la Norma UNE-EN 13160-3<sup>[8]</sup>, que especifica que inicialmente ha de hacerse un ensayo para fugas manipulando los datos obtenidos de la medición real.

Para la clasificación supervisada se ha creado un conjunto de entrenamiento con datos de 90 días. El conjunto de test consta de 184 datos, de los cuales los 92 primeros corresponden a días sin fugas y los 92 restantes corresponden a días con fuga constante.

En total se ha probado con 12 valores distintos de fuga constante, que van desde los 10 litros/día hasta los 120 litros/día, por lo que cada método se testeó con 12 conjuntos de datos diferentes.

20.987,00	0	883,92	0	0	20.103,08	20.105,00	1,92	0,002172142	9,54986E-05		
20.105,00	0	341,09	0	0	19.763,91	19.765,00	1,09	0,003195638	5,5148E-05		
19.765,00	0	522,41	0	0	19.242,59	19.242,00	-0,59	-0,001129381	-3,06621E-05		
19.242,00	0	729,94	0	0	18.512,06	18.516,00	3,94	0,005397704	0,000212789		
18.516,00	0	1.058,17	0	0	17.457,83	17.463,00	5,17	0,004885793	0,000296055		
17.463,00	0	317,37	0	0	17.145,63	17.146,00	0,37	0,001165832	2,15794E-05		
17.146,00	0	246,55	0	0	16.899,45	16.900,00	0,55	0,002230785	3,25444E-05		
16.900,00	0	423,23	0	0	16.476,77	16.479,00	2,23	0,005269003	0,000135324		
16.479,00	0	912,04	0	0	15.566,96	15.571,00	4,04	0,00442963	0,000259457		
15.571,00	0	666,98	0	0	14.904,02	14.909,00	4,98	0,007466491	0,000334026		
14.909,00	0	1.030,09	0	0	13.878,91	13.879,00	0,09	8,7371E-05	6,48462E-06		
13.879,00	0	489,35	0	0	13.389,65	13.395,00	5,35	0,01093287	0,000399403		
13.395,00	0	440,16	0	0	12.954,84	12.952,00	-2,84	-0,006452199	-0,000219271		
14.678,00	0	308,27	0	0	14.369,73	14.279,73	-90,00	-0,29195186	-0,00630264	Fuga Constante	
14.279,73	0	380,34	0	0	13.899,39	13.809,39	-90,00	-0,236630383	-0,006517305	90	
13.809,39	0	347,64	0	0	13.461,75	13.371,75	-90,00	-0,258888505	-0,006730607		
13.371,75	0	302,2	0	0	13.069,55	12.979,55	-90,00	-0,297816016	-0,006933985		
12.979,55	0	727,24	0	0	12.252,31	12.162,31	-90,00	-0,123755569	-0,00739991		
12.162,31	0	592,92	0	0	11.569,39	11.479,39	-90,00	-0,151791135	-0,007840138		
11.479,39	0	756,33	0	0	10.723,06	10.633,06	-90,00	-0,118995676	-0,008464167		
10.633,06	0	258,98	0	0	10.374,08	10.284,08	-90,00	-0,347517183	-0,00875139		
10.284,08	0	216,63	0	0	10.067,45	9.977,45	-90,00	-0,415454923	-0,009020341		
9.977,45	4.997,00	838,86	0	0	14.135,59	14.045,59	-90,00	-0,107288463	-0,006407705		
14.045,59	0	561,44	0	0	13.484,15	13.394,15	-90,00	-0,16030208	-0,006719351		
13.394,15	0	874,54	0	0	12.519,61	12.429,61	-90,00	-0,102911245	-0,007240774		

Figura 4.2. Fragmento de los datos simulados representativos de una fuga constante de 90 l/día

En los datos simulados, como se aprecia en la figura 4.2, se ha añadido una columna más que representa la división entre la variación y el volumen real. Además, en la columna de variación se ha añadido una fuga constante.

## 4.2 Diseño de los experimentos.

Para evitar que el ajuste de los clasificadores dependa de datos simulados, en el presente TFG se propone el uso de clasificadores de una clase que sean entrenados con datos reales representativos únicamente de días sin fuga, de manera que los datos simulados correspondientes a los días con fuga se emplean sólo para testear.

Se han realizado pruebas con once clasificadores diferentes, todos de una clase y supervisados. Cada clasificador se ha aplicado sobre cada uno de los siete conjuntos de características descritos en la sección 4.1. En el Anexo I se exponen los fundamentos teóricos de los clasificadores empleados.

Tal y como se expuso en la sección 3.4, los 11 clasificadores probados son:

1. Métodos de estimación de densidad: Estimación gaussiana (Gauss), estimación gaussiana robusta (rob\_gauss), estimación gaussiana de mínima covarianza (mcd\_gauss), estimación de Parzen, K-nearest neighbors (KNN) y Nearest Neighbors (NN).
2. Métodos de reconstrucción: K-means, mapas auto-organizativos (SOM), análisis de componentes principales (PCA) y autoencoders.
3. Métodos de frontera: máquinas de vectores soporte (SVDD).

Para cada clasificador y para cada grupo de características se han realizado una media de 20 pruebas variando los parámetros del clasificador empleado en cada caso. El objetivo es determinar qué valores de parámetros son los más adecuados.

Para cada parámetro de los clasificadores se han elegido una media de 4 valores diferentes.

<b>Tipo Clasificador</b>	<b>Número de Parámetros</b>	<b>Número de Pruebas * Grupo de Características</b>
Gauss	2	140
Rob_gauss	2	140
Mcd_gauss	1	28
Parzen	2	140
KNN	3	420
NN	1	28
K-means	2	140
SOM	1	28
PCA	2	140
Autoencoders	2	140
SVDD	2	140

Tabla 4.2. Número total de pruebas realizadas en este TFG

Todo este desarrollo experimental se realiza sobre datos correspondientes a tres tanques diferentes: diésel 10, gasolina 95 y gasolina 98.

# Capítulo 5.

# RESULTADOS

# EXPERIMENTALES Y

# ANÁLISIS

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos con los experimentos realizados, utilizando para la clasificación los 11 clasificadores elegidos, con distintos grupos de características (FG1 - FG7). Es importante destacar que toda la información sobre los clasificadores está disponible en el Anexo I de esta memoria.

## 5.1 Simulación de fuga constante

Para obtener los resultados que se muestran en este capítulo se ha simulado una fuga constante de combustible. Tal como se explicó en el capítulo 4, este tipo de fuga se simula colocando un valor constante igual a la magnitud de la fuga en la columna de variación del libro de tanques.

### 5.1.1 Resultados de la clasificación

Debido al gran número de pruebas que se han realizado, se presentará un caso concreto para explicar el criterio utilizado para analizar los resultados.

Se considera que un clasificador presenta resultados aceptables cuando la clasificación que ha realizado cumple la normativa vigente de detección de fugas, es decir, que es capaz de detectar fugas constantes de 96 litros/día con un margen de error del 5% como máximo.

Para cada grupo de características y para cada conjunto de valores de los parámetros del clasificador, se eligen como los mejores sistemas de clasificación aquellos que cumplen la normativa antes mencionada, respetando o mejorando el margen de error establecido por la norma.

En el ejemplo que se presenta a continuación se utilizan los datos del tanque de combustible Diesel 10 con el conjunto de características FG1, explicados en el capítulo anterior, y el clasificador gaussiano.

En las gráficas siguientes, se representa el error total (%) frente a la magnitud de la fuga (litros). Los errores calculados en este trabajo son:

- Error de entrenamiento: Su valor se calcula pasando el conjunto de entrenamiento como conjunto de test, una vez que el clasificador ha sido entrenado. Tal y como se muestra en ( n<sup>o</sup> formula), este error se calcula dividiendo el número de datos que no pudieron clasificarse (outliers) entre el número total de datos (xt) y multiplicándolo por 100 para calcular el tanto por ciento.

$$\text{errortrain} = 100 * (\text{length}(\text{outlier}) / \text{length}(\text{xt})) \quad (7)$$

Los dos errores siguientes se obtienen al pasar al clasificador ya entrenado el conjunto de test. En el conjunto de test, la mitad de los datos son reales y la otra mitad están simulados considerando una fuga constante.

- Error test 1: Se centra en los falsos positivos (días sin fuga que son clasificados como días con fuga). El conjunto de datos que se utiliza está compuesto únicamente de días sin fuga. Para calcularlo se emplea la fórmula (8):

$$\text{errortest1} = 100 * (\text{length}(\text{outliertest1}) / (\text{N\_Lineas}/2)) \quad (8)$$

donde la variable outliertest1 hace referencia a los que no se pudieron clasificar. Por eso, cuanto más pequeño sea el tamaño del vector outliertest1, mejor. El tamaño del vector outliertest1 se divide entre el número total de datos dividido entre dos, ya que sólo la mitad de éstos corresponden a días sin fuga.

- Error test 2: Hace referencia a los falsos negativos (días con fuga que son clasificados como días sin fuga), El conjunto de datos que se utiliza está compuesto únicamente de días con fuga. Su fórmula es:

$$\text{errortest2} = 100 * (\text{length}(\text{clasetest2}) / (\text{N\_Lineas}/2)) \quad (9)$$

donde la variable clasetest2 hace referencia a los que se pudieron clasificar. Por eso, cuanto más pequeño sea el tamaño del vector clasetest2, mejor. El tamaño del vector clasetest2 se divide entre el número total de datos dividido entre dos, ya que sólo la mitad de éstos corresponden a días sin fuga.

- Error total: Si todos los datos del conjunto de test (tanto los días con fuga como los días sin fuga) se clasifican correctamente, este error es del 0%. Para calcularlo se emplea la fórmula (10):

$$\text{Error}_{\text{test}} = 100 * ((\text{length}(\text{outliertest1}) + \text{length}(\text{clasetest2})) / N_{\text{Lineas}}) \quad (10)$$

Como puede verse, el error total se obtiene dividiendo la suma del tamaño de los vectores outliertest1 y clasetest2 entre el número total de datos del conjunto de test y multiplicando por 100 el resultado para obtener el tanto por ciento.

A continuación se presentan una serie de gráficas que muestran los errores de clasificación obtenidos en algunos de los experimentos realizados. En la cabecera de cada gráfica se indica, por este orden, el método clasificador, el error de entrenamiento, los valores de los diversos parámetros del método, el tanque utilizado, y el grupo de características empleado. Todas estas gráficas se muestran en la figuras 5.1 – 5.10.

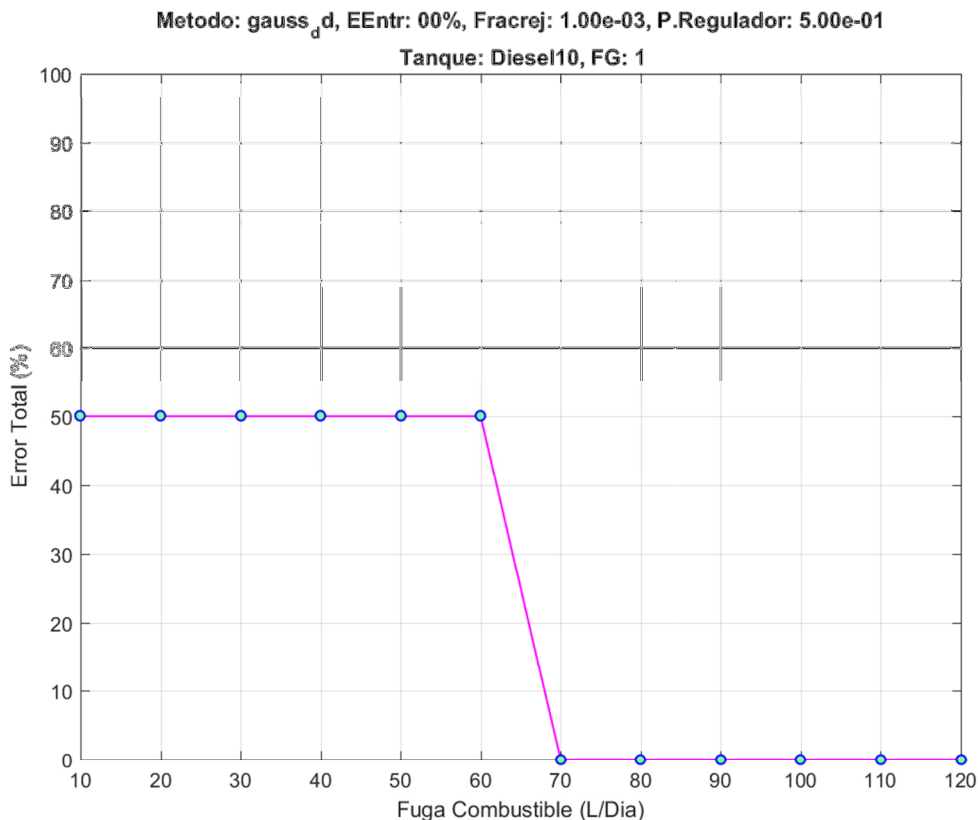


Figura 5.1. Gráfica de ejemplo

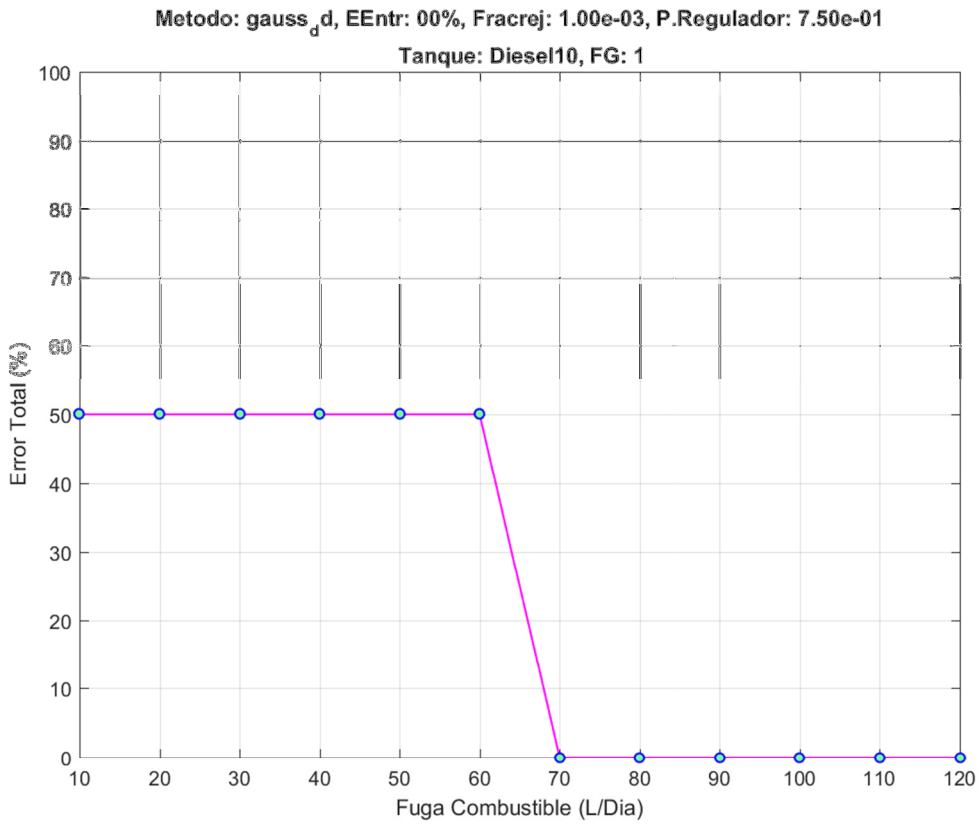


Figura 5.2. Gráfica de ejemplo

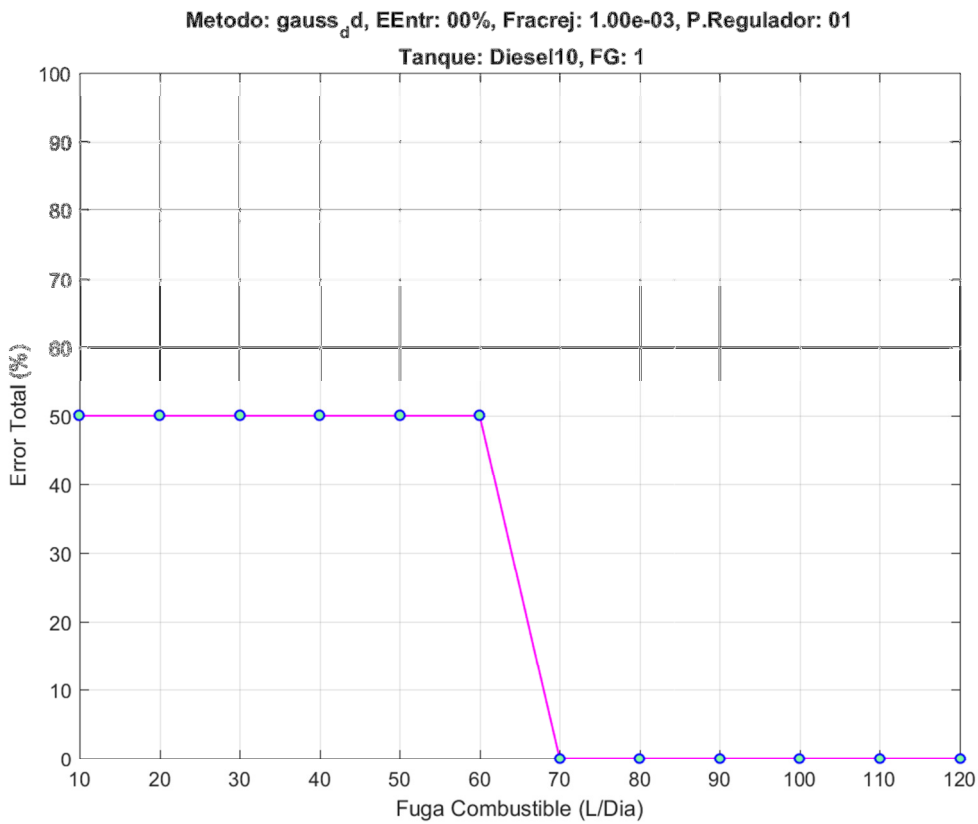


Figura 5.3. Gráfica de ejemplo



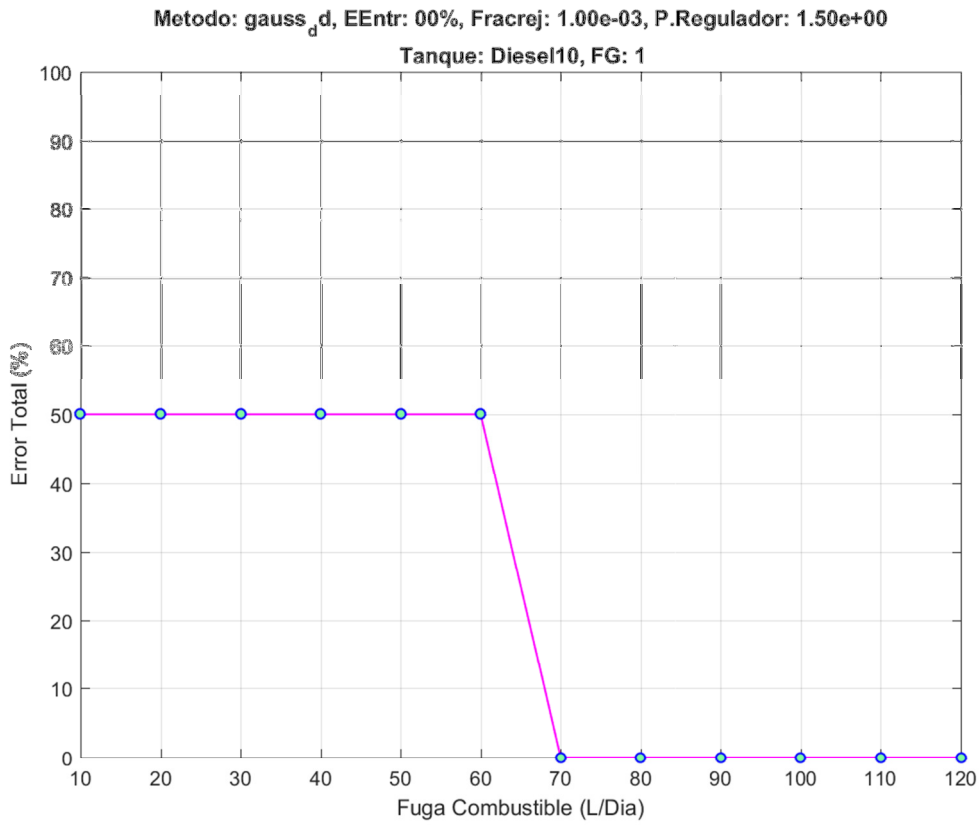


Figura 5.4. Gráfica de ejemplo

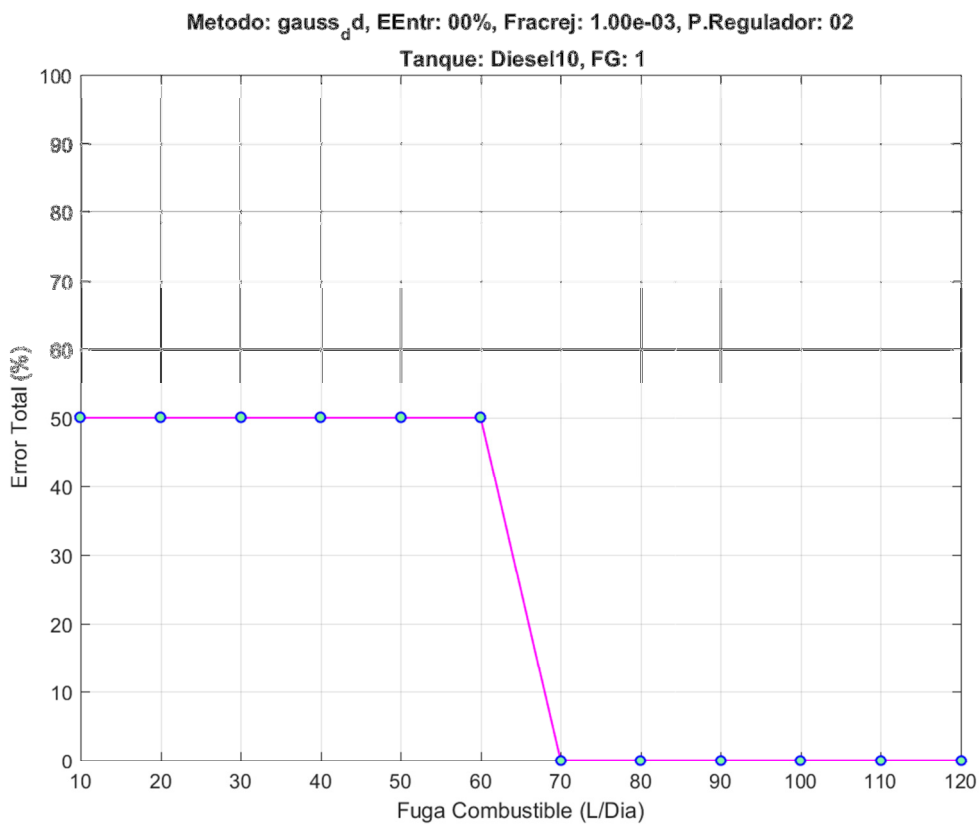


Figura 5.5. Gráfica de ejemplo

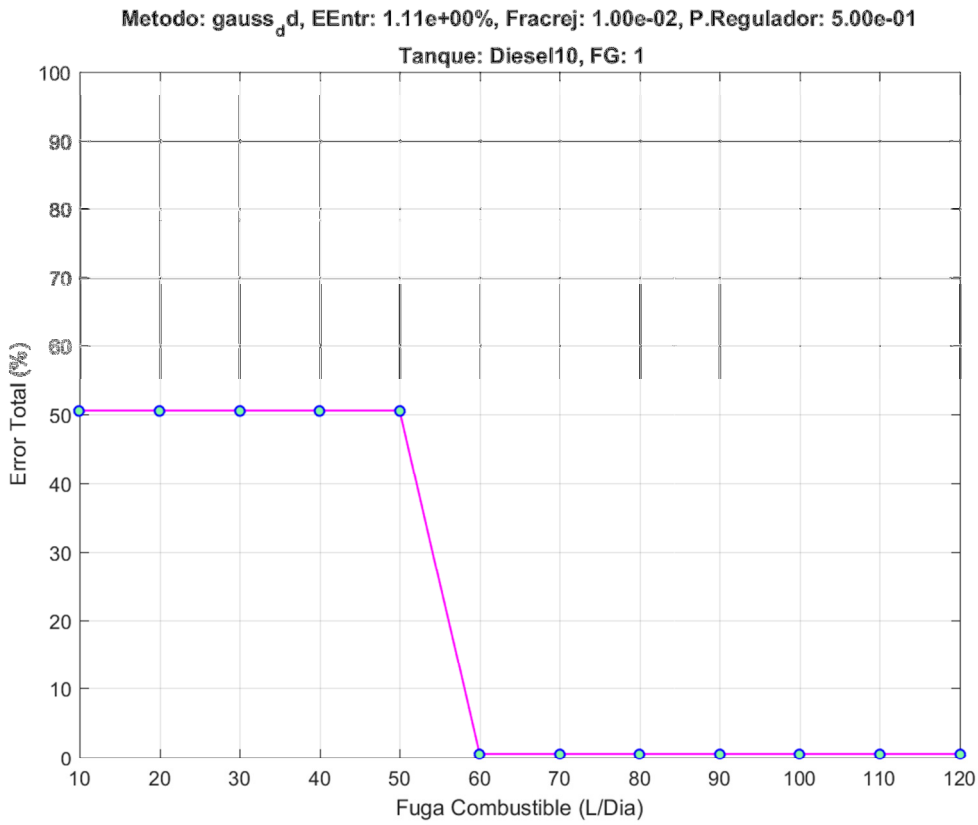


Figura 5.6. Gráfica de ejemplo

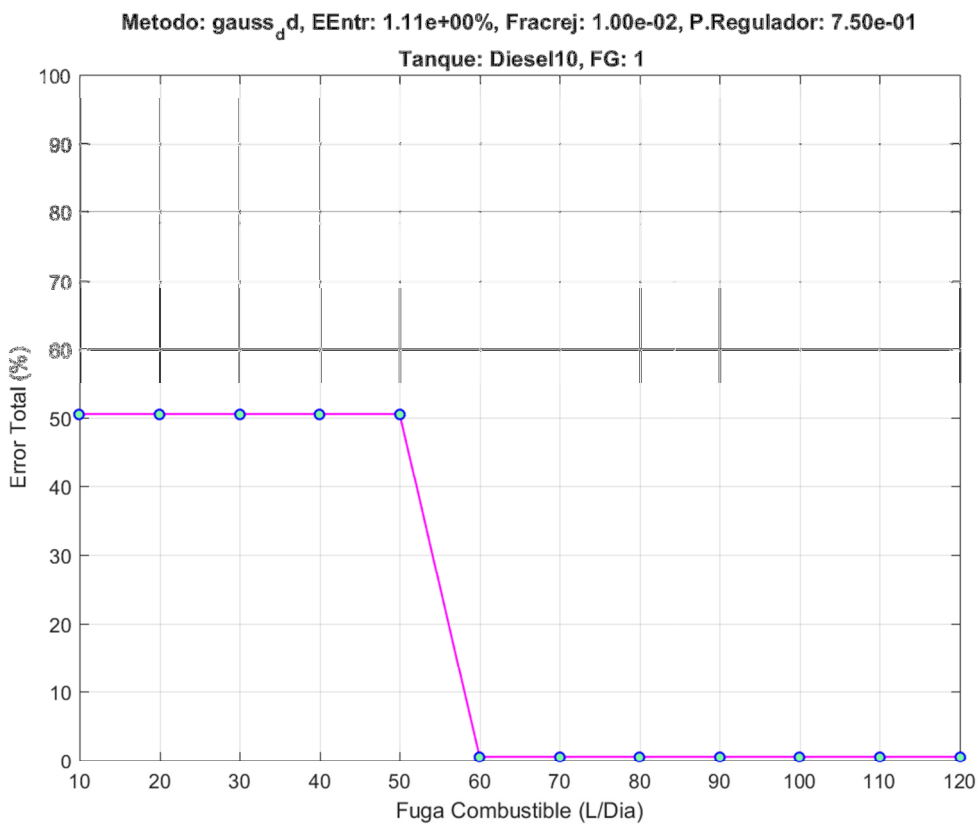


Figura 5.7. Gráfica de ejemplo

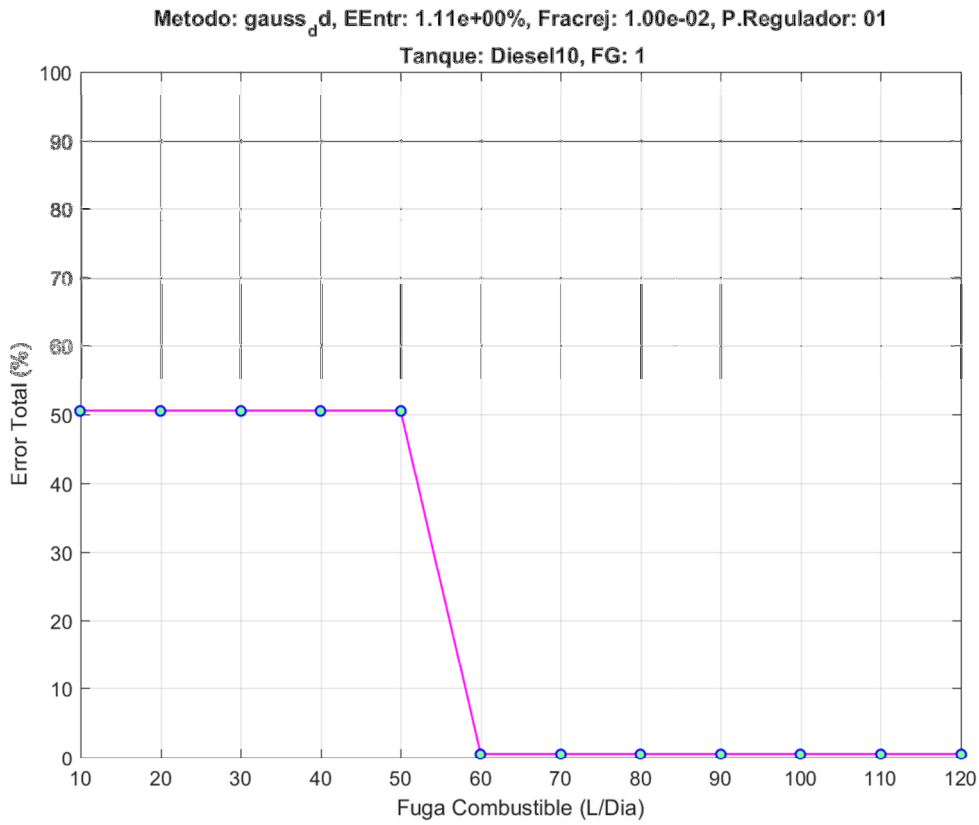


Figura 5.8. Gráfica de ejemplo

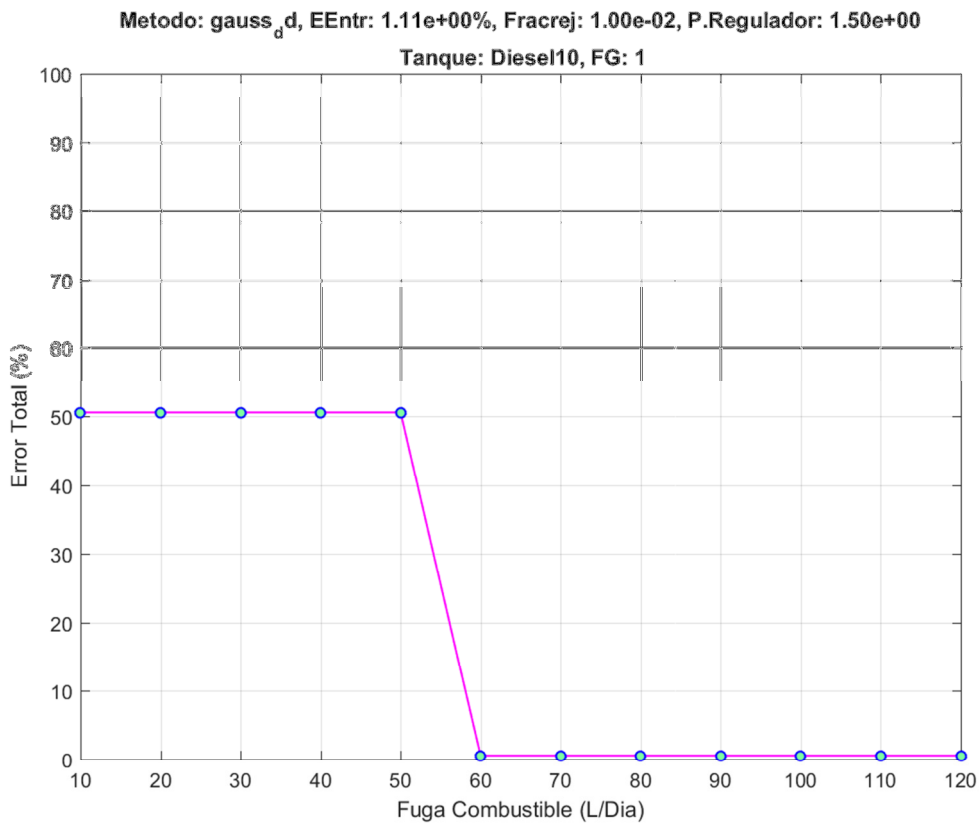


Figura 5.9. Gráfica de ejemplo

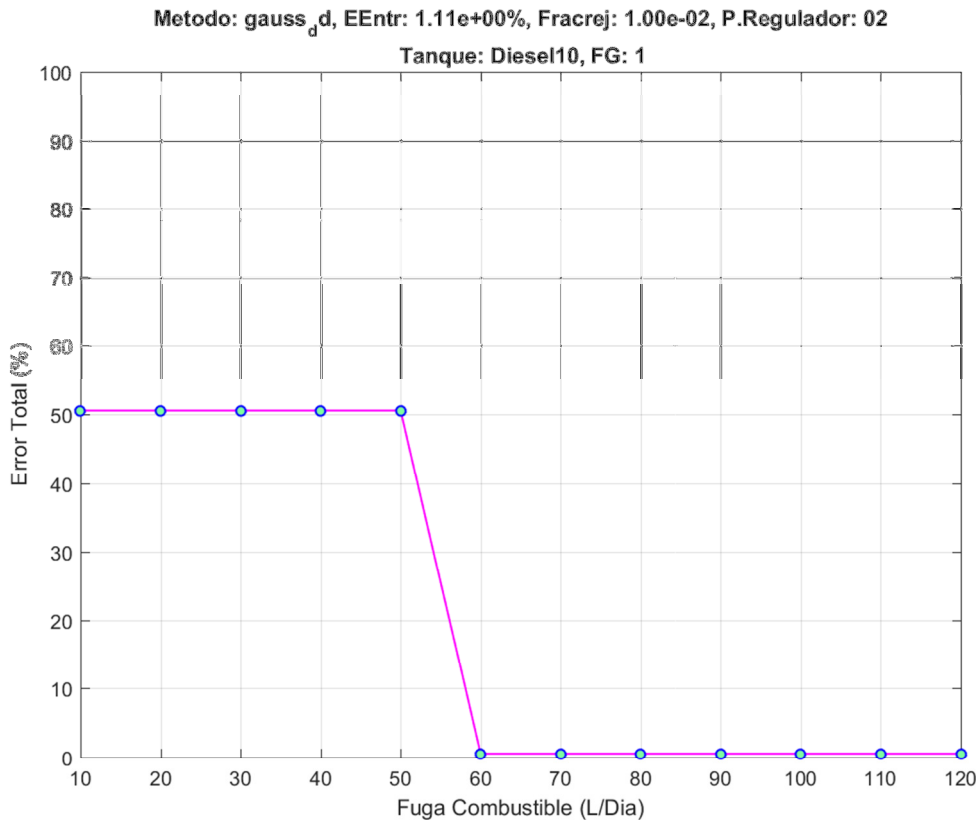


Figura 5.10. Gráfica de ejemplo

De entre todo el conjunto de gráficas que cumplen la normativa, se selecciona aquella que detecta antes la fuga, es decir, para un menor número de litros al día. En el caso de que para un tanque y método de clasificación dados haya varios grupos de características con las que se detecte la misma magnitud de fuga, la opción elegida vendrá dada por los valores de los parámetros del clasificador. En particular, se tomará aquella para la que los parámetros tienen un valor más pequeño.

Analizando las gráficas anteriores (figura 5.1 - 5.10) se observa que a partir de la figura 5.6 se detecta la fuga de combustible a partir de los 60 litros de pérdida por día. Además, en este caso es esa misma figura (5.6) la que corresponden a los valores más pequeños para los parámetros del clasificador gaussiano. Por tanto, es la que se selecciona como el mejor resultado de clasificación.

Del mismo modo que se ha explicado con el ejemplo del clasificador gaussiano, se repite la misma metodología para analizar y comparar los resultados obtenidos con los otros clasificadores y grupos de características.

Todos los resultados experimentales obtenidos y sus correspondientes gráficas se pueden consultar en el anexo II.

En las tablas siguientes se recogen los resultados obtenidos para cada uno de los tanques. En cada fila se muestran los valores mínimos de detección de fuga que corresponden a una combinación de clasificador y

grupo de características, indicándose al final cual fue la detección de fuga más temprana y con qué grupo de característica se produjo. Así como, los valores de los parámetros usados.

En la tabla 5.1 se presenta el tamaño (en litros por día) de la fuga más pequeña que es detectada por cada clasificador para cada grupo de características. En la última columna se facilitan los valores de los parámetros del clasificador. Las dos últimas filas de la tabla muestran qué clasificador funciona mejor con cada grupo de características y para qué parámetros.

En la tabla 5.1 se presentan los resultados de clasificación obtenidos con el tanque diésel 10.

Clasificadores	FG1	FG2	FG3	FG4	FG5	FG6	FG7	Min	Parámetros Fracrej / P.Regulador / Método
Autoenc	70	-	-	50	70	92	70	50 - FG4	0,1 / 4
Gauss	60	-	-	80	-	-		60 - FG1	0,01 / 0,5
Kmeans	60	-	-	80	-	-	70	60 - FG1	0,01 / 1
Knn	60	-	-	20	50	-	40	20 - FG4	0,1 / 5 / Gamma
Mcd_Gauss	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parzen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCA	-	-	-	-	60	-	40 l/día	40 - FG7	0,1 / 0,3
Rob_Gauss	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Som	60			80				60 - FG1	0,01
SVDD	-	-	-	-	-	-	-	-	
Min	60 - Gauss	-	-	20 - Knn	50 - Knn	92 - Autoenc	40 - PCA		
Parámetros Fracrej / P.Regulador / Método	0,01 / 0,5	-	-	0,1 / 5 / Gamma	0,1 / 5 / Delta	0,001 / 4	0,1 / 0,3		

Tabla 5.1. Comparativa de fuga de combustible por Métodos y FG del Tanque Diesel 10 expresado en litros/día.

A la vista de los resultados que se muestran en la tabla 5.1, se encuentra que los grupos de características FG2 y FG3 no permiten obtener resultados de clasificación satisfactorios. También se observa que los métodos NN, Parzen, Rob\_Gauss y SVDD no obtienen ningún resultado viable para el proyecto. Así pues, se concluye que tanto estos grupos de características como estos clasificadores quedan descartados de cara a la detección de fugas en este tanque de combustible.

También se puede afirmar que el método que mejores resultados de clasificación proporciona para los distintos grupos de características es el Autoend, mientras que FG1 y FG4 son los grupo de características que mejor permiten clasificar los datos.

Finalmente, se concluye que la dupla “knn+FG4” es la más adecuada para el fin que se plantea en este TFG, ya que permite detectar fugas a partir de 20 litros al día.

En la tabla 5.2 se presentan los resultados de clasificación obtenidos con el tanque gasolina 95.

Clasificadores	FG1	FG2	FG3	FG4	FG5	FG6	FG7	Min	Parámetros Fracrej / P.Regulador / Método
Autoenc	-	-	-	70	-	-	-	70 - FG4	0,1 / 6
Gauss	50	60	-	70	-	-	-	50 - FG1	0,1 / 0,5
Kmeans	-	-	-	70	-	-	-	70 - FG4	0,1 / 1
Knn	50	60	-	-	-	-	-	50 - FG1	0,1 / 10 / Gamma
Mcd_Gauss	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parzen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCA	-	-	-	-	50	60	90	50 - FG5	0,1 / 0,3
Rob_Gauss	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Som	50	-	-	-	-	-	-	50 - FG1	0,1
SVDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Min	50 - Som	60 – Gauss	-	70 - Gauss	50 - PCA	60 – PCA	90 - PCA	-	-
Parámetros Fracrej / P.Regulador / Método	0,1	0,1 / 0,5	-	0,1 / 0,5	0,1 / 0,3	0,1 / 0,3	0,1 / 0,3	-	-

Tabla 5.2. Comparativa de fuga de combustible por Métodos y FG del Tanque Gasolina 95 expresado en litros/día

Como vemos en la tabla 5.2 que el grupo de característica FG3 no obtienen resultados satisfactorios. También observamos que los métodos NN, Parzen, Rob\_Gauss y SVDD no obtienen ningún resultado viable para el proyecto. Por tanto concluimos que tanto el FG como los métodos quedan descartados como propuesta aceptable para este tanque de combustible.

Por otro lado podemos decir que los métodos Gauss y PCA son los que obtienen resultados admisibles de los distintos FG.

En cuanto a que grupo de características funciona mejor se puede apreciar que el FG1 y el FG4 obtienen el mismo número de resultados.

Para último mencionar que las duplas “SOM+FG1” y “PCA+FG5” son las que mejor resultados han obtenido con una detección de fuga a partir de los 50 litros.

En la tabla 5.3 los resultados de clasificación obtenidos con el tanque de gasolina 98.

Clasificadores	FG1	FG2	FG3	FG4	FG5	FG6	FG7	Min	Parámetros Fracrej / P.Regulador / Método
Autoenc	50	90	-	70	80	70	-	50 - FG1	0,01 / 7
Gauss	70	90	-	80	-	-	-	70 - FG1	0,001 / 0,5
Kmeans	70	90	-	40	-	-	-	40 - FG4	0,1 / 1
Knn	70	70	-	80	90	-	-	70 - FG1	0,001 / 5 / Delta
Mcd_Gauss	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parzen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PCA	-	-	-	-	70	90	80	70 - FG5	0,001 / 0,3
Rob_Gauss	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Som	70	90	-	40	-	-	-	40 - FG4	0,1
SVDD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Min	50 - Autoenc	70 - Knn	-	40 - Kmeans	70 - PCA	70 - Autoenc	80 - PCA		
Parámetros Fracrej / P.Regulador / Método	0,01 / 6	0,1 / 10 / Kappa	-	0,1 / 1	0,001 / 0,3	0,001 / 8	0,01 / 0,3		

Tabla 5.3. Comparativa de fuga de combustible por Métodos y FG del Tanque Gasolina 98 expresado en litros/día.



En la tabla 5.3 nos fijamos que el grupo de características FG3 no obtiene resultados satisfactorios. También observamos que los métodos NN, Parzen, Rob\_Gauss y SVDD no obtienen ningún resultado viable para el proyecto. Por tanto concluimos que tanto el FG como los métodos quedan descartados como propuesta aceptable para este tanque de combustible.

Por otro lado podemos decir que el método Autoenc es el que más resultados admisibles obtiene de los distintos FG.

En cuanto a que grupo de características funciona mejor se puede apreciar que el FG1, FG2 y el FG4 obtienen el mismo número de resultados.

Para último mencionar que la dupla "Kmeans+FG4" es la mejor en cuanto a resultados que se ha obtenido con una detección de fuga a partir de 40 litros.

# Capítulo 6.

## CONCLUSIONES Y LÍNEAS ABIERTAS

En este Trabajo de Fin de Grado se han aplicado técnicas de Reconocimiento de Patrones a un problema medioambiental. En concreto, se han estudiado diferentes clasificadores automáticos para su aplicación en la detección de fugas de combustible en estaciones de servicio. En este estudio se han utilizado datos reales de la estación de servicio de Añaza, que van desde el mes de Enero a Mayo del año 2014, proporcionados por la compañía Repsol.

Todos los datos proporcionados correspondían a días sin fugas. Por lo tanto, en el presente Trabajo Fin de Grado se ha optado por hacer uso de métodos de clasificación supervisados de una sola clase.

El primer problema que surgió fue la elección del clasificador más adecuado para la detección eficiente de fugas para cada uno de los tanques. Se considera que la detección es eficiente cuando cumple la normativa EN 13160-5, tal y como se explica en el capítulo 4. Se han realizado pruebas con 11 clasificadores de una clase, todos ellos supervisados.

El siguiente problema fue determinar qué conjunto de características permitía obtener el mejor resultado de clasificación. Cada grupo de características fue probado con cada uno de los clasificadores elegidos.

Dado que únicamente se disponía de datos correspondiente a días sin fugas, fue necesario generar datos representativos de días con fugas de manera simulada. Para ello se han seguido las recomendaciones de la norma UNE-EN 13160-3, tal y como se explica en el capítulo 4.

Para terminar, se ha seleccionado la combinación clasificador-grupo de características que ofrece una clasificación más eficiente, entendiendo como tal la que detecta fugas menores.

En el caso del tanque diesel 10, se ha encontrado que la mejor dupla es el clasificador K – Vecinos más cercanos (KNN) con el grupo de características 4, ya que detecta la fuga de combustible a partir de los 20 litros/día. Para el tanque gasolina 95 existen dos duplas posibles: una es la

combinación del clasificador de Mapas Auto - Organizativos (SOM) con el grupo de características 1, y la otra es el método Análisis de Componentes Principales (PCA) con el grupo de características 5. Ambas combinaciones detectan la fuga de combustible a partir de los 50 litros/día. Para el tanque gasolina 98 la mejor dupla es el clasificador K-means con el grupo de características 4, ya que detecta la fuga de combustible a partir de los 40 litros/día.

A modo de conclusión, en este TFG se ha demostrado que los clasificadores de una clase son aplicables al problema de la detección de fugas de combustible en estaciones de servicio. No obstante, existen diferentes posibilidades de continuación y mejora de este trabajo: estudiar otros grupos de características y otras estrategias de clasificación, considerar otro tipo de fugas (por ejemplo, fugas aleatorias), y aplicar técnicas de reducción de características.

Desde un punto de vista más personal, el presente Trabajo de Fin de Grado me ha permitido familiarizarme con las técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación automática. Además, he aprendido habilidades propias de un proceso de investigación: búsqueda de información y estudio de artículos científicos, realización de experimentos, interpretación de datos experimentales, extracción de conclusiones, etc.

# Capítulo 7.

## Summary and Conclusions

In this End-of-Grade Work, Pattern Recognition techniques have been applied to an environmental problem. In particular, different automatic classifiers have been studied for their application in the detection of fuel leaks in petrol stations. In this study, real data from the Añaza service station were used, ranging from January to May 2014. These data have been provided by the Company Repsol.

All data provided corresponded to days without leakage. Therefore, in the present Work End of Degree the option chosen has been to make use of supervised classification methods of a single class.

The first problem that arose was the choice of the most suitable classifier for the efficient detection of leaks for each of the tanks. Detection is considered efficient when it complies with EN 13160-5<sup>[7]</sup>, as explained in Chapter 4. Tests have been carried out with 11 classifiers of one class, all of which are supervised.

The next problem was to determine which set of characteristics allowed to obtain the best classification result. Each group of features was tested with each of the chosen classifiers.

Given that data were only available for days without leakage, it was necessary to generate representative data of leakage days in a simulated manner. To this end, the recommendations of standard UNE-EN 13160-3<sup>[8]</sup> have been followed, as explained in chapter 4.

Finally, the combination 'classifier-group of characteristics' that offers the most efficient classification results has been selected, understanding that it is the one that detects the smallest leak of fuel.

In the case of the diesel 10 tank it has been found that the best pair is the classifier K - Closest Neighbors (KNN) with group of characteristics 4, since it detects the leakage of fuel from the 20 liters / day. For gasoline tank 95 there are two possible pairs: one is the combination of the classifier of Self - Organizing Maps (SOM) with group of characteristics 1, and the other one is the Principal Components Analysis (PCA) method with group of characteristics 5. Both combinations detect the leakage of fuel from 50 liters / day. For the 98 petrol tank, the best pair is the K-means classifier with characteristic group 4, since it detects the leakage of fuel from 40 liters / day.

In conclusion, in this TFG it has been demonstrated that one-class classifiers are applicable to the problem of fuel leak detection at service stations. However, there are different possibilities for continuation and improvement of this work, such as: study other groups of characteristics and other classification strategies, consider other types of leaks (for example, random leaks), and apply characteristics reduction techniques.

From a more personal point of view, this End-of-Grade Work has allowed me to familiarize with pattern recognition and automatic classification techniques. In addition, I have learned the skills of a research process: search for information and study of scientific articles, conducting experiments, interpreting experimental data, extracting conclusions, etc.

# Bibliografía

[1] Arya, S., D. M. Mount, N. S. Netanyahu, R. Silverman, and A. Y. Wu. “An Optimal Algorithm for Approximate Nearest Neighbor Searching in Fixed Dimensions”, *Journal of the ACM*, 45 (6): 891–923, Noviembre 1998.

[2] Librería DD\_TOOLS. [http://prlab.tudelft.nl/david-tax/dd\\_tools.html](http://prlab.tudelft.nl/david-tax/dd_tools.html)

[3] Magdalena M. (2009). APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES A LA DETECCIÓN DE FUGAS EN INSTALACIONES MECÁNICAS DE ESTACIONES DE SERVICIO MEDIANTE ESTUDIOS DE CONCILIACIÓN DE INVENTARIOS. Proyecto Fin de Carrera. Ingeniería Técnica Industrial, esp. Electrónica Industrial. Universidad de La Laguna.

[4] Matlab. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)

[5] O Mazhelis, “One-Class Classifiers: A Review and Analysis of Suitability in the Context of Mobile-Masquerader Detection”, *South African Computer Journal*, 36:29-48 2006.

[6] Sigut M., Alayón S., Hernández E. (2014). Applying pattern classification techniques to the early detection of fuel leaks in petrol stations. *Journal of Cleaner Production*, 80, 262-270.

[7] Norma EN 13160-5. <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0058060#.WSbjZus1-Uk>

[8] UNE-EN 13160-3. <https://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0058058&PDF=Si#.WSbjies1-Uk>

[9] EN 13160 Clase IV. <http://www.sgb.de/es/productos/informacion/en-13160/clase-iv.html>

**Anexo I.  
LIBRERÍA DE MATLAB  
DD\_TOOLS Y FUNDAMENTOS  
DE LOS MÉTODOS DE  
CLASIFICACIÓN DE UNA  
CLASE**

## I.1 DD\_TOOLS. LIBRERÍA DE MATLAB PARA CLASIFICACIÓN DE UNA CLASE.

La “dd\_tools” es una librería (toolbox) de Matlab<sup>[4]</sup> que proporciona herramientas, clasificadores y funciones de evaluación para la clasificación de una clase. La librería “dd\_tools” es una extensión de la librería “PRTools”. Esta librería ha sido diseñada por D.M.J. Tax<sup>[2]</sup>. A continuación, se describen los fundamentos básicos de la librería.

### I.1.1 ETIQUETAR EL CONJUNTO DE LOS DATOS DE ENTRADA.

Para poder usar las funciones de esta librería es necesario procesar previamente el conjunto de datos con el que se trabaja. Todos los clasificadores de una clase implementados en esta librería requieren que los datos de entrada estén etiquetados como “target” (dato que pertenece a la clase) o como “outlier” (dato que no pertenece a la clase). Para etiquetar el conjunto de datos se usa esta función:

*gendatoc*: Etiqueta un conjunto de datos con las etiquetas *xt* (“target”) y *xo* (“outlier”). Alguno de los dos subconjuntos de datos puede estar vacío.

```
x = gendatoc(xt, xo);
```

```
x = gendatoc(xt, []);
```

### I.1.2 CLASIFICADORES DE UNA CLASE.

La librería tiene implementados varios clasificadores de una clase y los comandos que se emplean hacen uso de las siguientes variables:

- **A**: conjunto de los datos a clasificar. En la fase de entrenamiento el usuario debe guardar en **A** los valores del conjunto de entrenamiento. En la fase de test se debe guardar en **A** los valores del conjunto de test.
- **FRACREJ**: Error máximo permitido en la clasificación de la clase objetivo (Fracción permitida de falsos negativos).
- Parámetros del clasificador, si los tuviera.



## I.2 MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE UNA CLASE

### I.2.1 MÉTODOS DE DENSIDAD.

#### MODELO DE GAUSSIANAS

Este método asume que los datos se distribuyen según una distribución normal o según la mezcla de varias gaussianas<sup>[5]</sup>.

Una gaussiana se define como:

$$P_G(X, \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2} \times | \Sigma |^{\frac{1}{2}}}} \times e^{\left( -\frac{1}{2} (x-\mu)^T \times \Sigma^{-1} \times (x-\mu) \right)} \quad (1)$$

Siendo  $\mu$  la media y  $\Sigma$  la matriz de covarianza.

El método de gaussianas no es computacionalmente costoso, pero es muy sensible al ruido del conjunto de entrenamiento, ya que este ruido puede introducir un sesgo significativo en la matriz de covarianza. También es un método muy sensible a la presencia de outliers.

La bondad de los resultados de clasificación de este método depende de si los datos siguen las distribuciones asumidas.

A continuación se muestra cómo se realiza la llamada a la función dentro del Matlab, explicando el significado de los parámetros de entrada.

#### **Función Matlab Gaussiana:**

`gauss_dd(A, FRACREJ, R)`

R: Parámetro para regular la matriz de covarianza.

#### **Función Matlab de Mínimo determinante de covarianza:**

`mcd_gauss_dd(A,FRACREJ)`

## **Función Matlab Gaussiana Robusta:**

`rob_gauss_dd(A,FRACREJ)`

## **ESTIMACIÓN DE PARZEN.**

El modelo de Parzen no hace una suposición específica de la distribución de los datos<sup>[5]</sup>. La densidad se calcula directamente a partir de la formación de datos:

$$p(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{V} \varphi\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (2)$$

donde  $N$  es el tamaño del conjunto de datos y  $V$  es el volumen de la región con una forma de hipercubo con longitud de borde  $h$ . El valor de  $h$  debe preverse con antelación. La función de núcleo  $\varphi(v)$  es una función de ventana que debe satisfacer  $\varphi(v) > 0$  y  $\int \varphi(v) dv = 1$ . La ventana de Parzen es definida de la siguiente manera:

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1 & \text{if } |v_j| < \frac{1}{2}, j = 1, \dots, n_f \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

Otro núcleo usado comúnmente es el de Gauss, para el que se tiene:

$$p(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{(2\pi h^2)^{n_f/2}} \exp\left(-\frac{\|x-x_i\|^2}{2h^2}\right) \quad (4)$$

La ventaja de este método es la capacidad para aproximar una distribución arbitraria, cuya forma paramétrica se desconoce. La fase de aprendizaje es trivial, ya que consiste en el almacenamiento de los valores en los vectores de observación.

El método, sin embargo, requiere que el parámetro  $h$  sea especificado cuidadosamente. Los valores muy grandes sobreestiman la densidad, y los valores muy pequeños no permiten reflejar correctamente las características de la distribución que se calcula. La sensibilidad al ruido depende del valor de este parámetro  $h$ .

## Función Matlab:

parzen\_dd(A, FRACREJ)

## VECINOS MÁS CERCANOS (NN – NEAREST NEIGHBORS) Y K VECINOS MÁS CERCANOS (KNN).

El método de vecinos más cercanos (Nearest-Neighbors - NN) trabaja con un conjunto de datos  $S$  en un espacio  $M$  y un punto  $q \in M$ , donde se debe encontrar el punto más cercano del conjunto de datos  $S$  a  $q$  <sup>[1]</sup>.

El método K-Nearest-Neighbors (KNN) es una variante del NN. En dicho método, para dos o más clases,  $K$  es una constante definida de antemano y cada vector de observación se etiqueta con una clase. Cuando un dato llega sin etiquetar se clasifica observando el número de vecinos  $K$  más cercanos a ese punto y se le asigna la etiqueta del más frecuente.

Un ejemplo de este algoritmo se muestra en la Figura 1. Existen dos clases etiquetadas, la azul y la roja. Suponiendo que  $K = 3$  (círculo con la línea sólida) y llega un nuevo dato (verde), se le asigna a la clase roja porque hay dos valores de dicha clase y uno solo de la azul. En cambio, si  $K = 5$  (círculo con la línea discontinua) se asignaría a la clase azul, ya que esta vez hay tres valores azules y dos rojos.

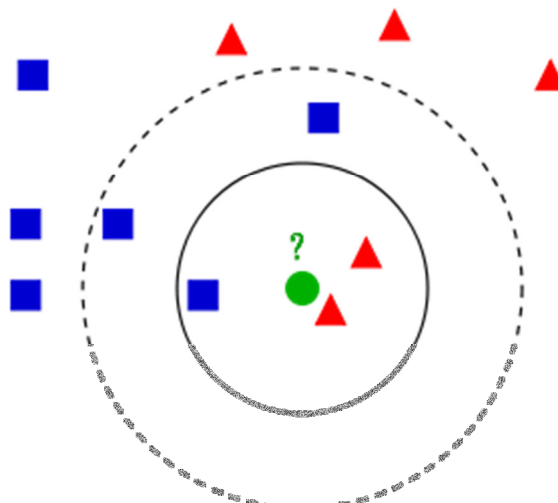


Figura 1. KNN

Para una sola clase el KNN calcula la densidad de probabilidad en base al número de vectores de observación existentes en una región con un cierto volumen. El número de observaciones  $K$  se fija de antemano, y permite que los vectores de observación más cercanos en la zona a crecer estén incluidos. El método calcula la densidad de la siguiente manera:

$$p(x) = \frac{K}{NV_K} \quad (5)$$

donde  $V_K$  es el volumen de la zona más pequeña con centro en  $x$ , con  $K$  vectores de observación más próximos a  $x$ .

La ventaja del KNN es su capacidad para estimar distribuciones arbitrarias. Es preciso indicar el valor de  $K$ , teniendo en cuenta que los valores demasiado grandes o demasiado pequeños de este parámetro dan lugar a un exceso de entrenamiento o a mucho ruido, respectivamente.

### **Función Matlab de Nearest Neighbours:**

`nndd(A, FRACREJ)`

### **Función Matlab de K-Nearest Neighbours:**

`knndd(A, FRACREJ, K, METHOD)`

$K$ : Número de vecinos

*METHOD*: Método para calcular la distancia del conjunto de datos a los vecinos. Puede ser:

- a) Kappa: distancia a los  $K$  vecinos más cercanos.
- b) Delta: distancia media a los  $K$  vecinos más cercanos.
- c) Gamma: raíz de la distancia media a los  $K$  vecinos más cercanos.

## I.2.2 MÉTODOS DE RECONSTRUCCIÓN.

### K-MEANS Y MAPAS AUTO-ORGANIZATIVOS.

El K-means y los mapas auto-organizativos (Self-Organizing Maps – SOM) son ejemplos de métodos de agrupamiento (clustering) donde se asume que los datos se agrupan y pueden ser descritos por un conjunto de vectores  $\mu_k$  [5].

El número de vectores, tanto en K-means como en SOM, debe ser elegido de antemano y durante la clasificación el error de reconstrucción se calcula como:

$$\varepsilon_{reconstr} = \min_k \|x - \mu_k\|^2 \quad (6)$$

#### **Función Matlab:**

kmeans\_dd(A, FRACREJ, K)

K: Número de centroides.

El SOM es un tipo de red neuronal artificial que utiliza un mapa para describir los datos. En la construcción del mapa todos los datos conservan las relaciones de distancia y de vecindad en el espacio asignado.

Un mapa auto-organizativo se compone de nodos o neuronas. Asociado con cada neurona hay un vector de pesos, de la misma dimensión de los vectores de entrada, y una posición en el mapa. La configuración usual de las neuronas es un espacio regular de dos dimensiones, en una rejilla hexagonal o rectangular. El SOM describe un mapeo de un espacio de mayor dimensión a uno de menor dimensión. El procedimiento para ubicar un vector del espacio de los datos en el mapa es encontrar la neurona con el vector de pesos más cercano (menor distancia) al vector del espacio de los datos.

#### **Función Matlab:**

som\_dd(A, FRACREJ, K)

K: Tamaño del mapa.

## ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS – PCA).

El método de Análisis de Componentes Principales (PCA) es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Intuitivamente la técnica sirve para hallar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlas por importancia. El método trabaja con datos distribuidos en un espacio lineal y busca el subespacio que calcule la varianza de los datos de la mejor manera posible<sup>[5]</sup>.

El PCA está enfocado a explicar la estructura de la varianza y covarianza interna de los datos con dimensionalidad  $n_f$  en términos del conjunto de variables (componentes principales). Las componentes principales  $x'_i$  representan la proyección de las variables originales sobre los autovectores  $e_i = (e_{i1}, \dots, e_{in_f})$ ,  $i = 1, \dots, n_f$  de la matriz de covarianza  $\Sigma$  ordenados de acuerdo con los autovalores decrecientes  $\lambda_i$  de la matriz de covarianza:

$$x'_i = e_i^T (x - \mu) = e_{i1}(x_1 - \mu_1) + \dots + e_{in_f}(x_{n_f} - \mu_{n_f}) \quad (7)$$

Cuanto mayor es el autovalor de la componente principal, mayor es su varianza.

A la hora de clasificar considerando una sola clase, el error de reconstrucción puede ser calculado como la distancia de Mahalanobis desde el vector de observación a su media en el espacio:

$$\varepsilon_{reconstr} = \sum_{i=1}^{n_f} \frac{x'_i}{\lambda_i} \quad (8)$$

El uso del método PCA en clasificación de una clase se justifica cuando la dimensionalidad de los datos analizados por el clasificador es alta. El único parámetro que puede ser necesario especificar es el número de componentes principales. El PCA, es sensible al ruido y los outliers, ya que pueden distorsionar la estimación de las varianzas.

**Función Matlab:**

pca\_dd(A, FRACREJ, N), pca\_dd(A, FRACREJ, VAR)

*N*: Dimensión de la componente principal.

*VAR*: Fracción de la varianza.

## **AUTOENCODERS.**

Los autoencoders son un tipo especial de red neuronal que está capacitada para reproducir sus características de entrada en la salida<sup>[5]</sup>.

El error de reconstrucción (9) se calcula como la distancia entre la salida de la red neuronal  $f_{auto}$  y la entrada  $x$ :

$$\varepsilon_{reconstr} = \|f_{auto}(x) - x\|^2 \quad (9)$$

El autoencoder aprende la estructura interna de los datos. En clasificación, sólo los vectores de observación cuya estructura es similar a la estructura aprendida por la red, se reproducen por el autoencoder.

La ventaja de los autoencoders es su flexibilidad. Dicha flexibilidad se utiliza para aprender automáticamente y verificar la estructura de los datos. Al ser una red neuronal, los autoencoders son sensibles a los outliers.

### **Función Matlab:**

autoenc\_dd(A, FRACREJ, N)

*N*: Número de neuronas.

## **1.2.3 MÉTODOS DE FRONTERA.**

A continuación se explicarán brevemente los clasificadores de una clase basados en métodos de frontera empleados en este Trabajo de Fin de Grado.

## **SVDD.**

El SVDD (Máquina de Vectores Soporte) es un método de frontera que abarca el conjunto de entrenamiento con una hiperesfera alrededor del objetivo. Al introducir los núcleos, este inflexible modelo pasa a ser mucho más potente y puede dar excelentes resultados cuando se utiliza un núcleo adecuado.

Es posible optimizar el método para rechazar una fracción predefinida de los datos objetivos. Esto significa que para diferentes tasas de rechazo, cambia la forma del límite.

### **Función Matlab:**

`svdd(A, FRACREJ, SIGMA)`

SIGMA: Sigma del Kernel Gaussiano.

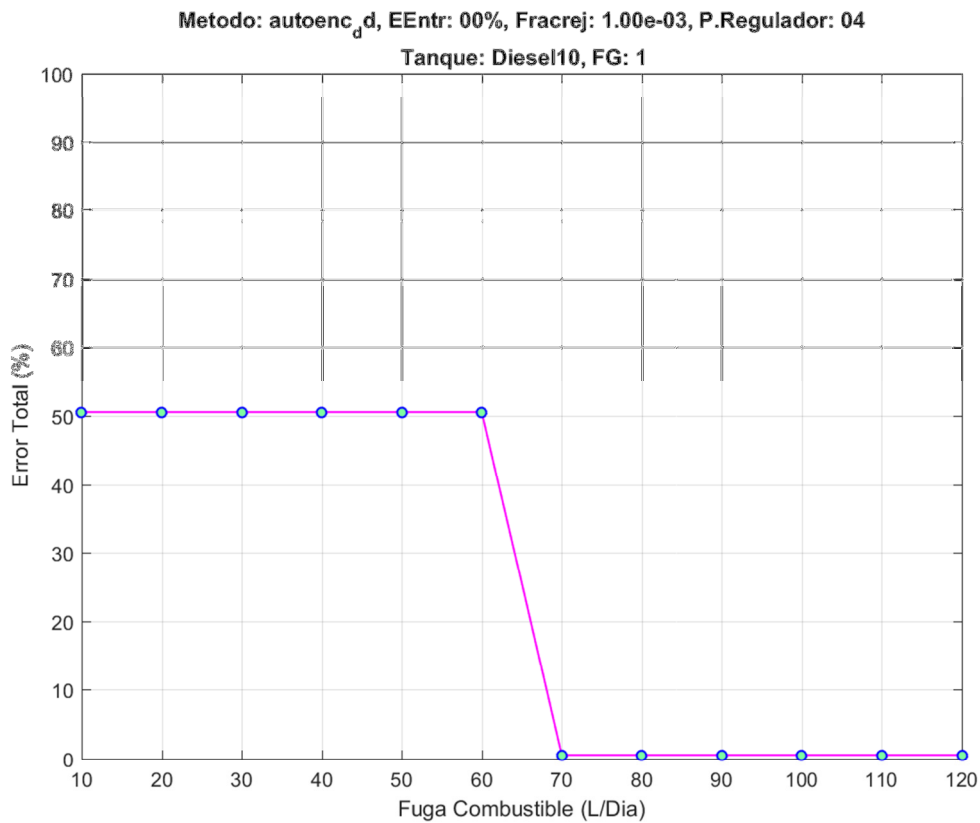


# **Anexo II.**

## **Resultados experimentales**

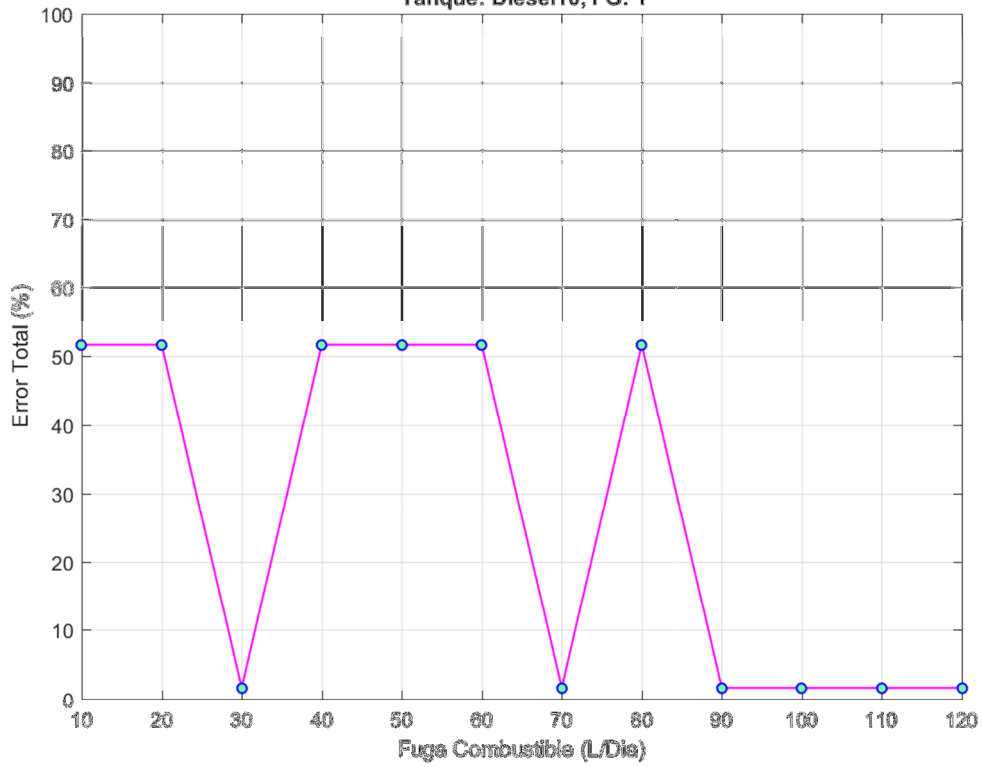
En el presente anexo se muestran todos los resultados experimentales obtenidos en el transcurso del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado que cumplieron la normativa vigente. Se ordenan por tanque, grupo de características y, por último, clasificador empleado.

En la cabecera de cada gráfica se indica el método clasificador, el error de entrenamiento, los valores de los diversos parámetros del método, el tanque utilizado, y el grupo de características analizado.



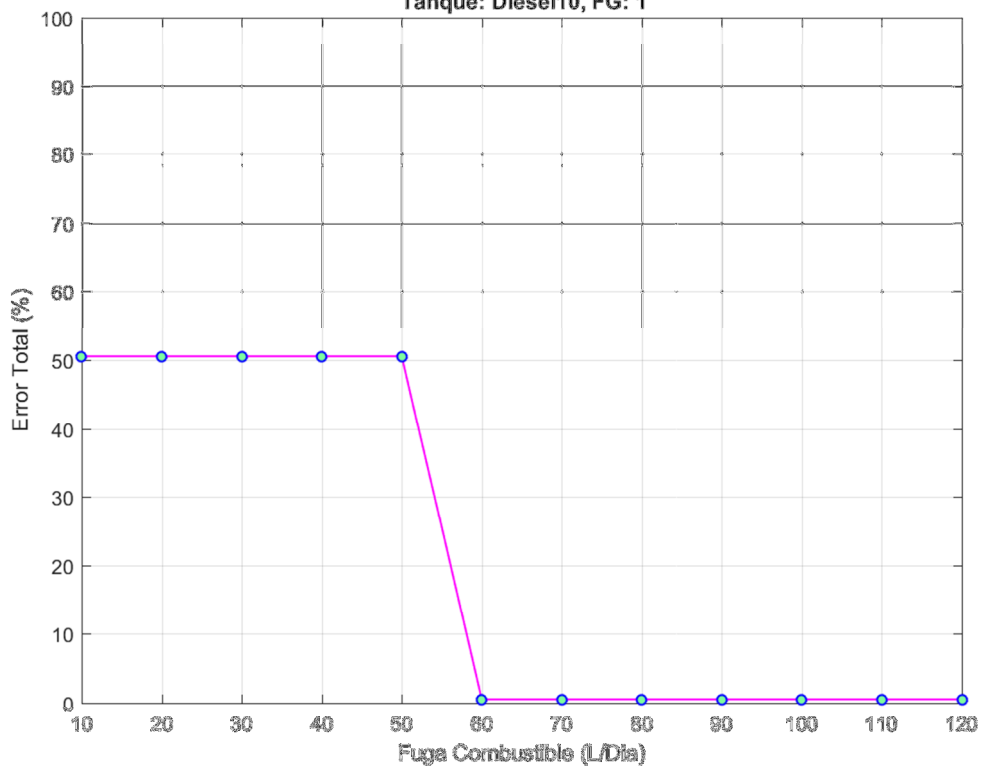
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 1



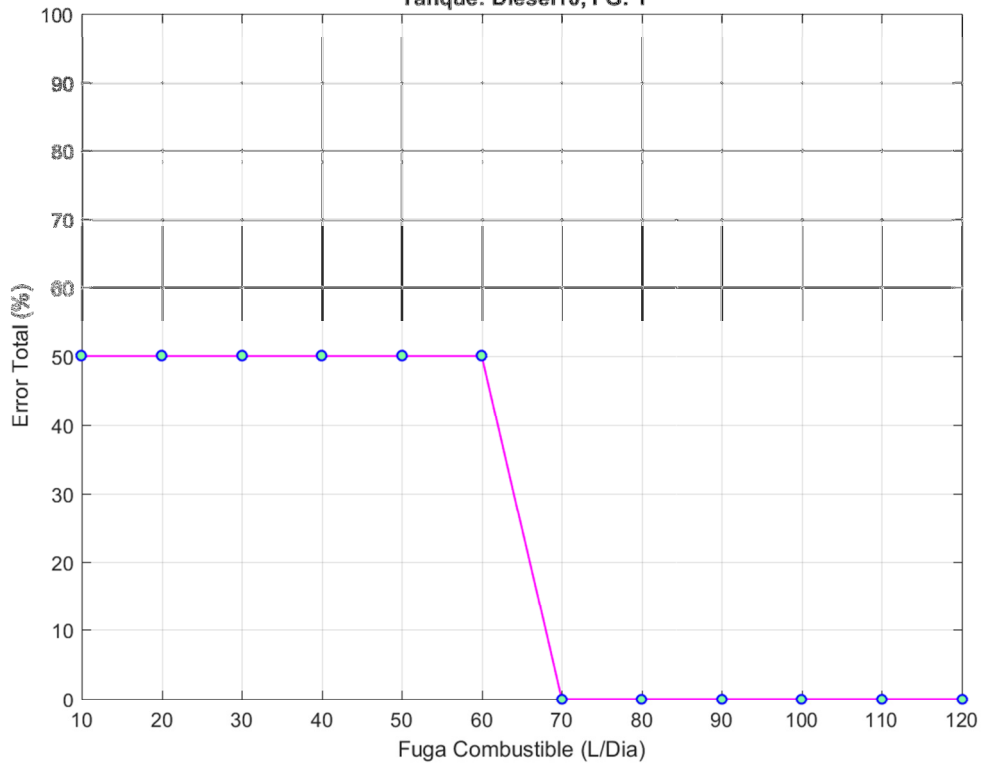
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

Tanque: Diesel10, FG: 1



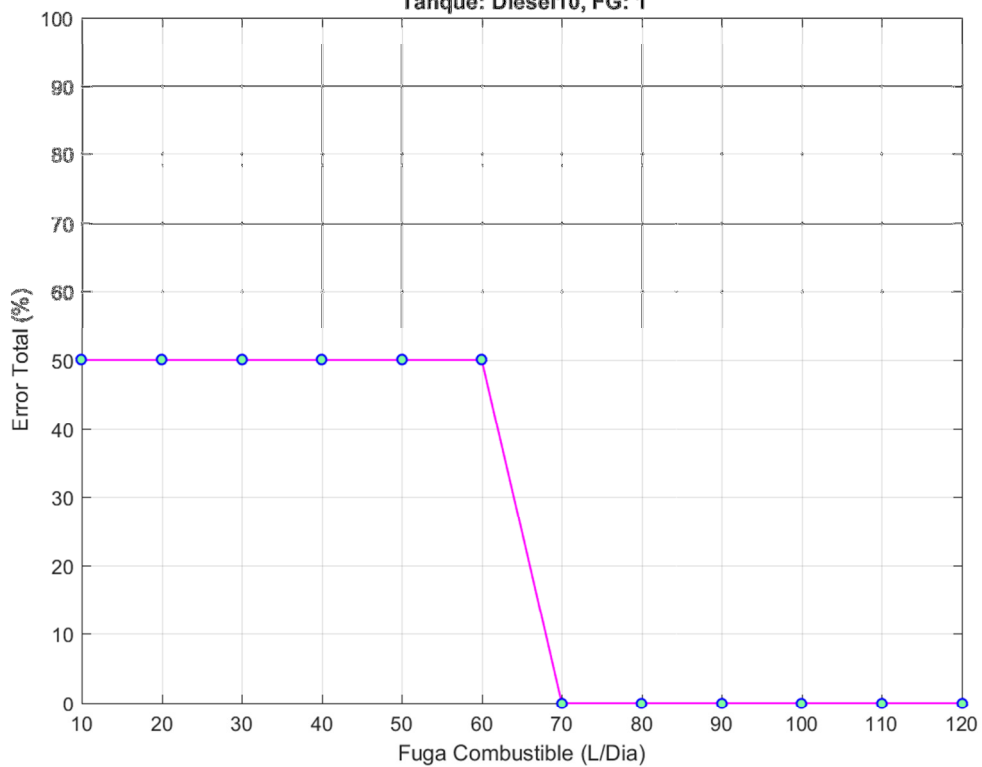
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Diesel10, FG: 1



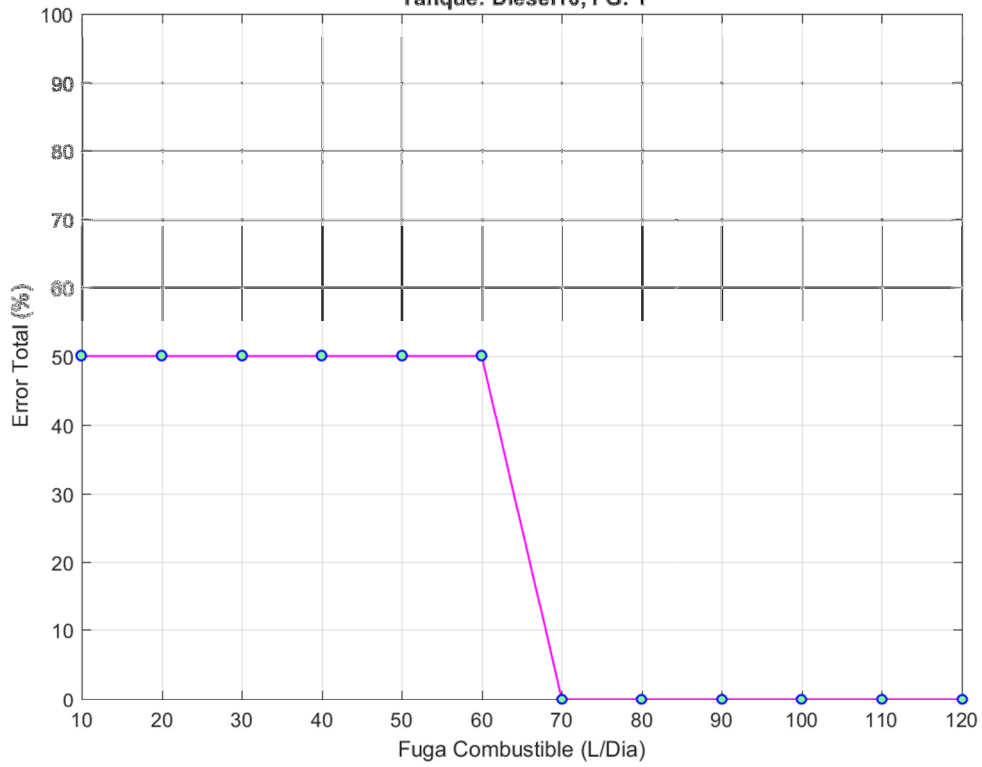
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Diesel10, FG: 1



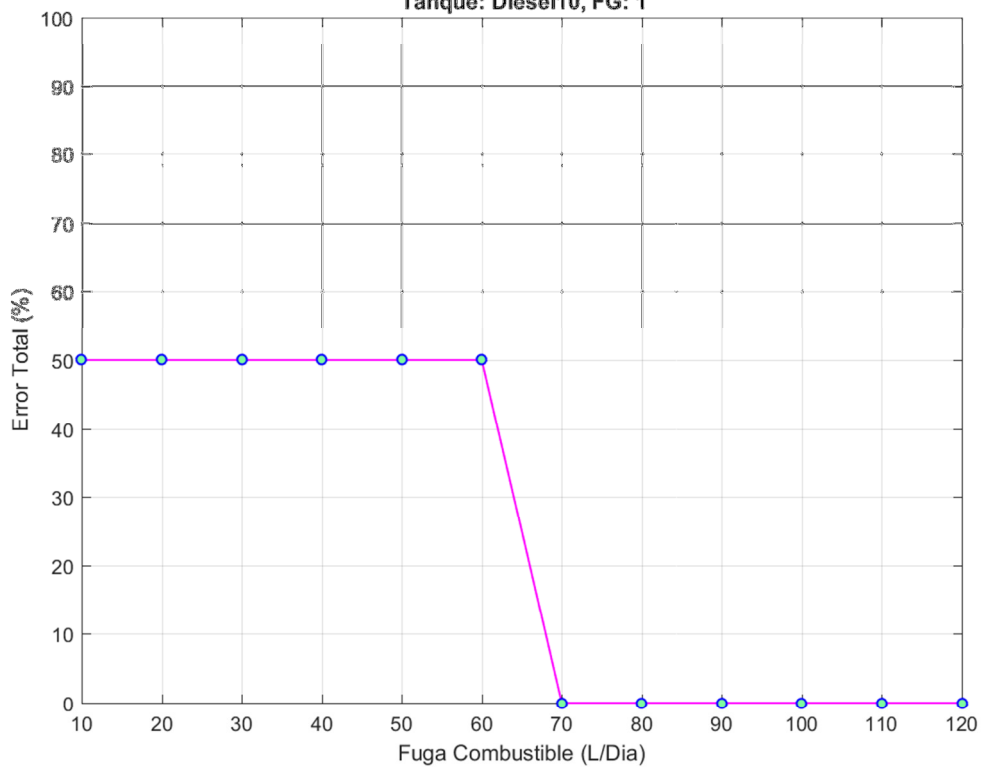
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 1



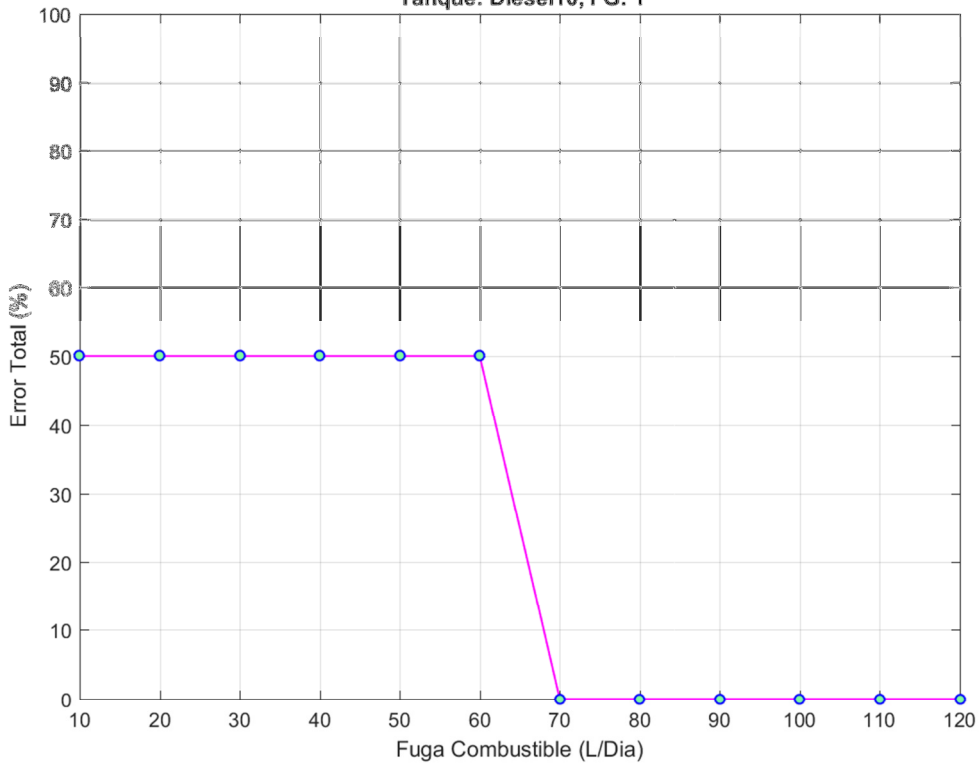
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Diesel10, FG: 1



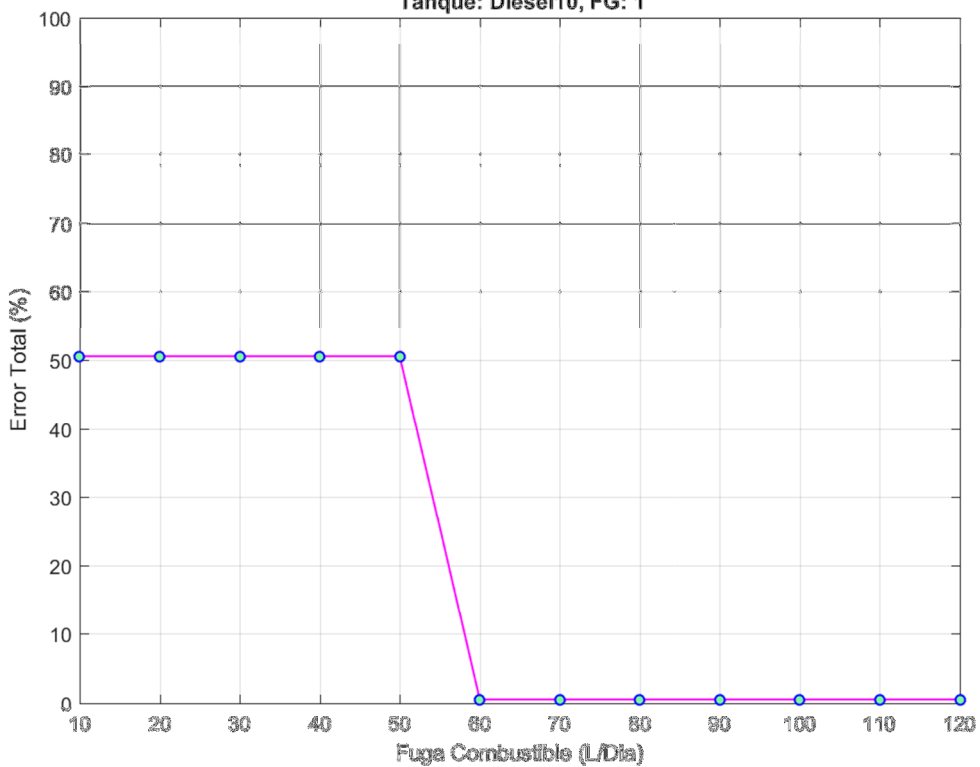
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 1



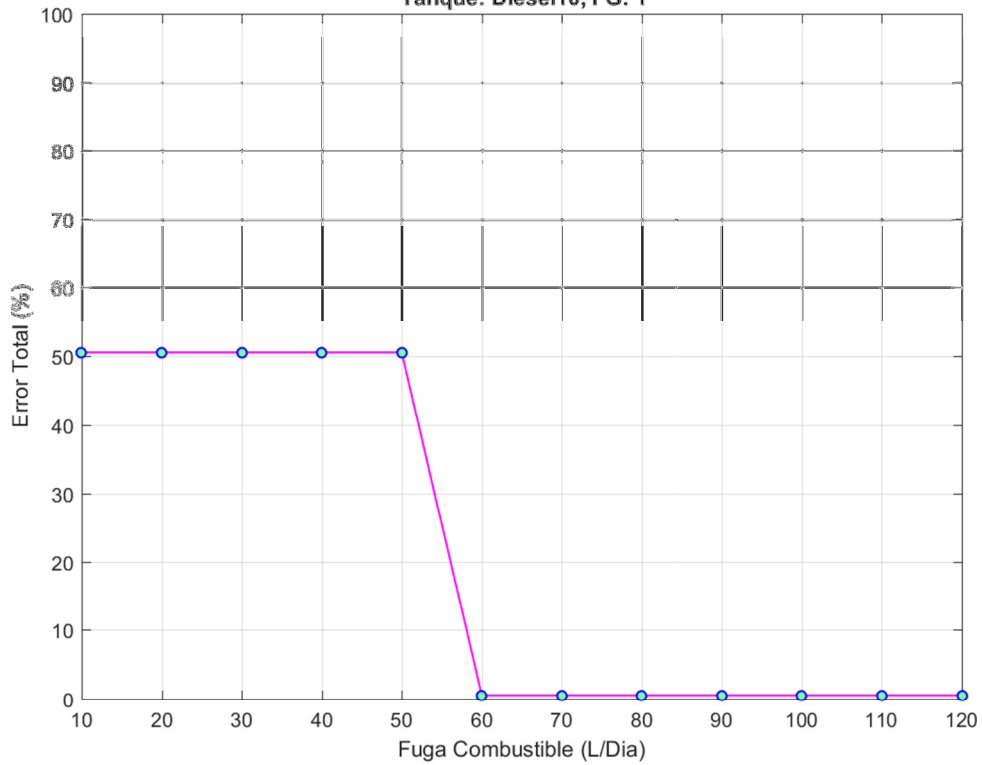
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Diesel10, FG: 1



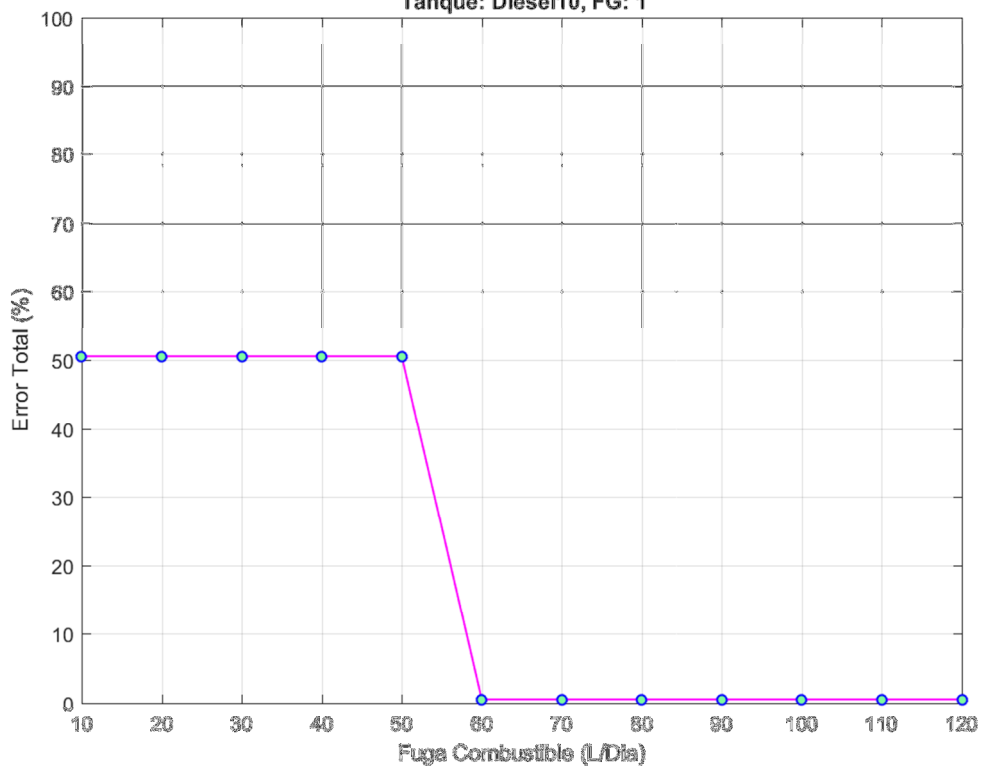
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Diesel10, FG: 1



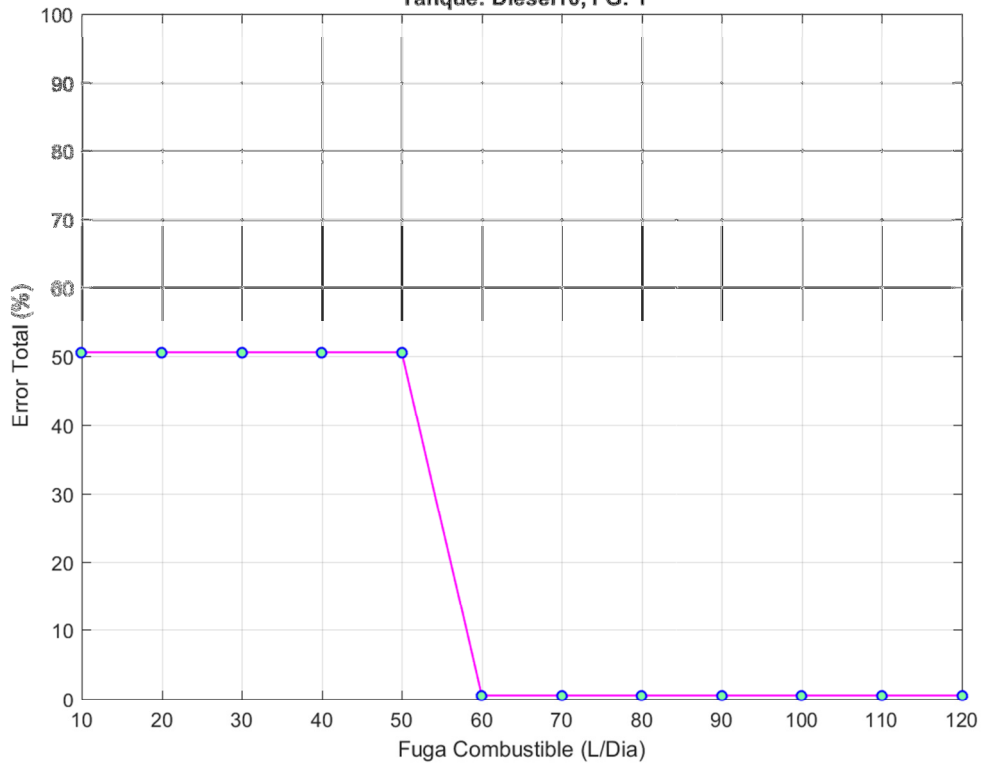
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 1



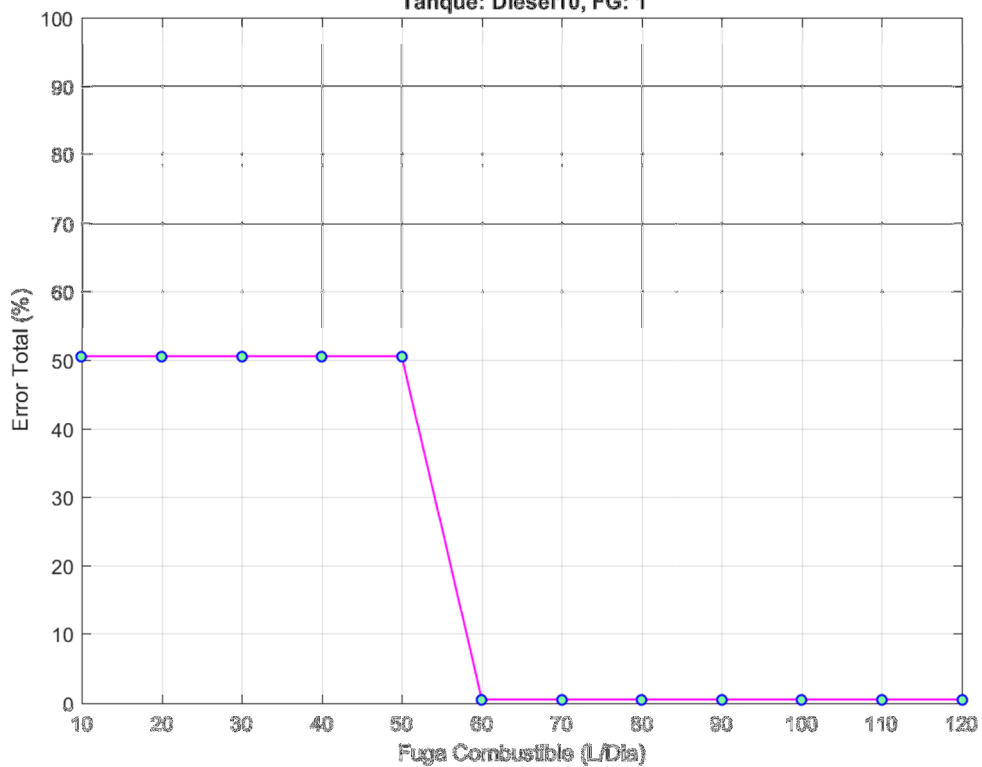
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Diesel10, FG: 1



Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

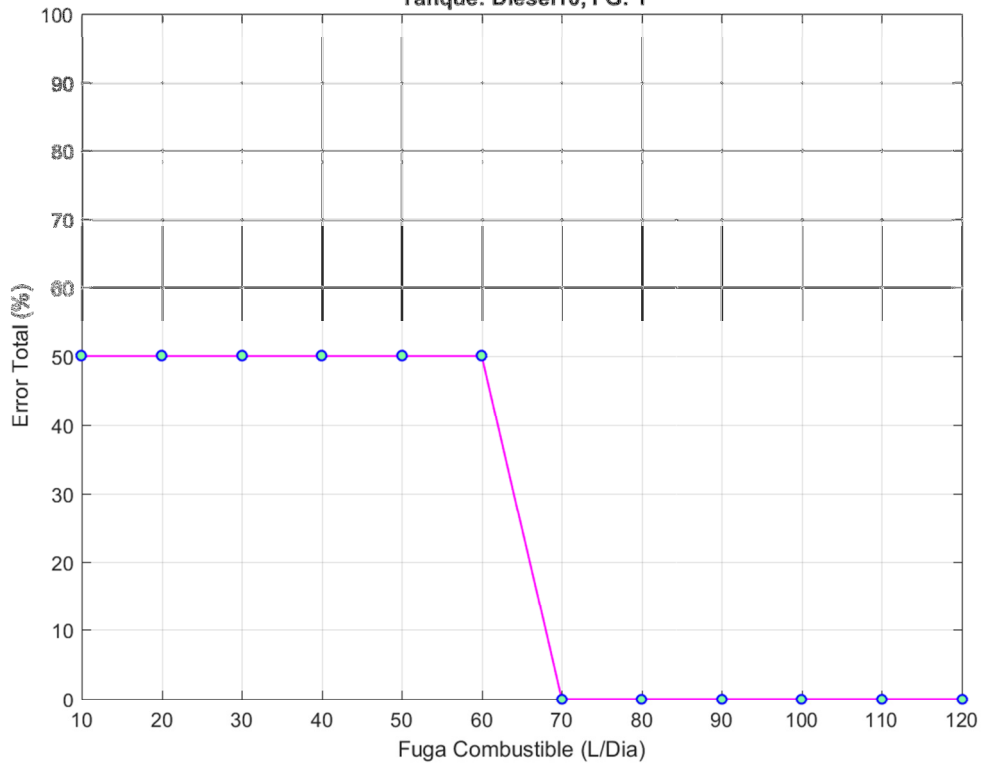
Tanque: Diesel10, FG: 1





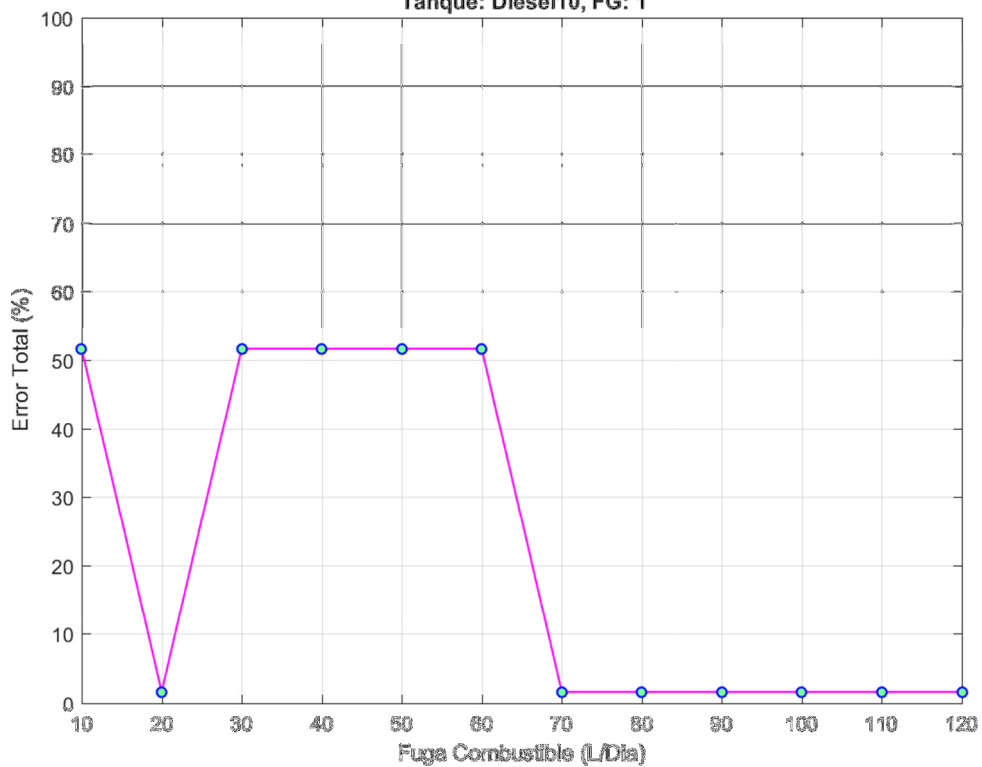
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 1



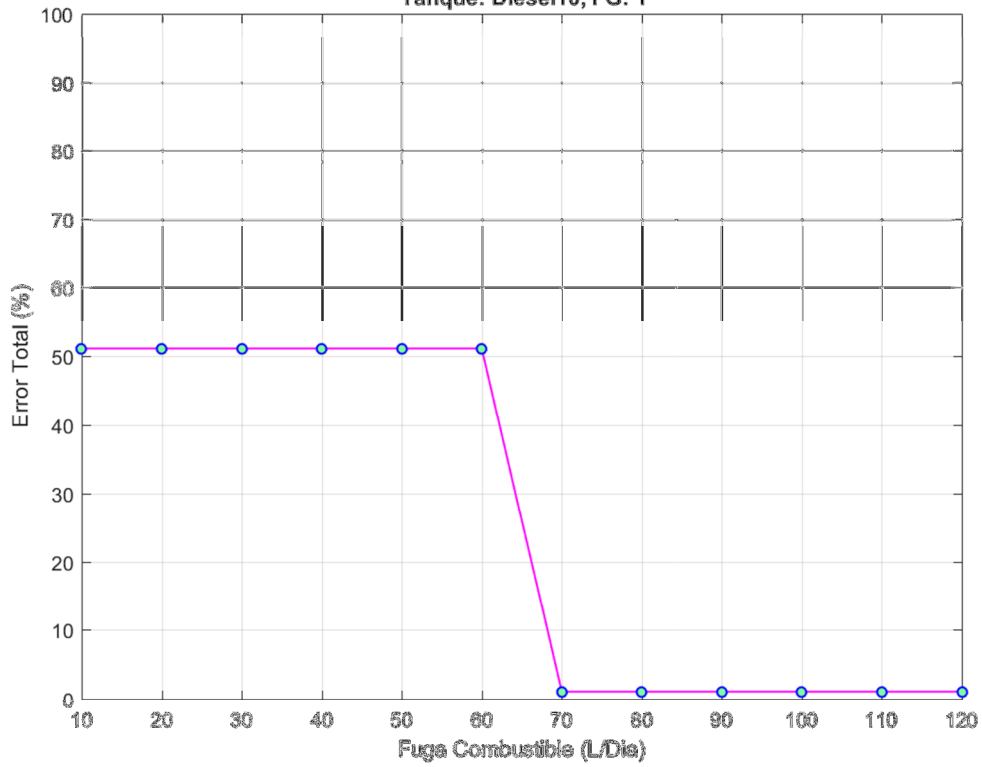
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 1



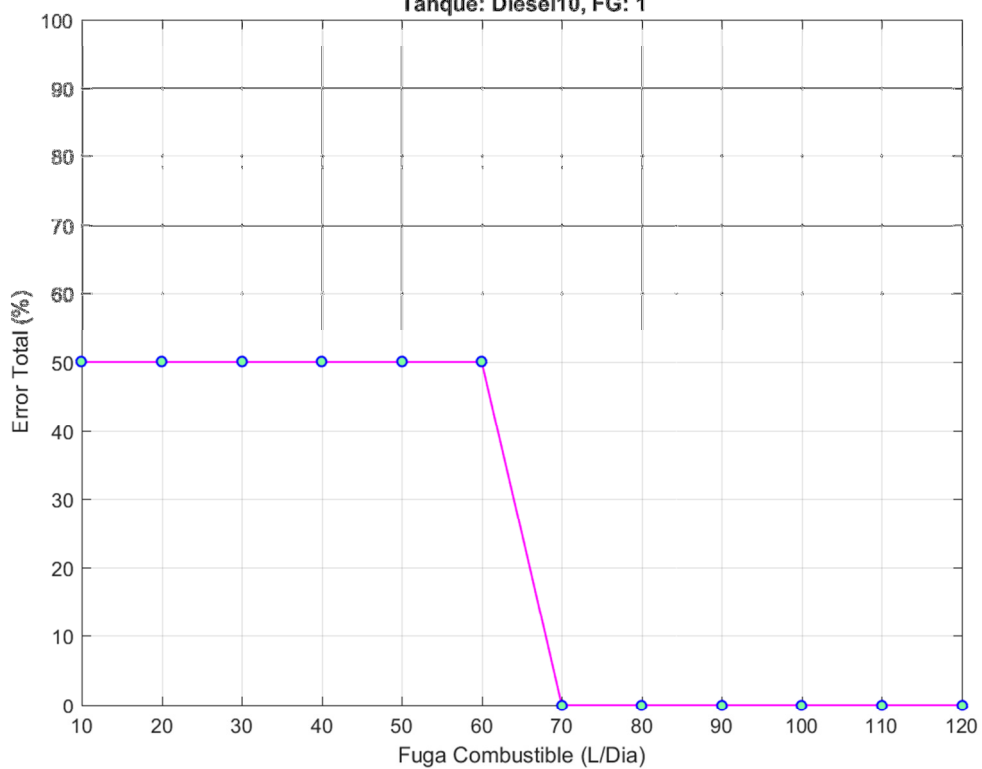
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 03

Tanque: Diesel10, FG: 1



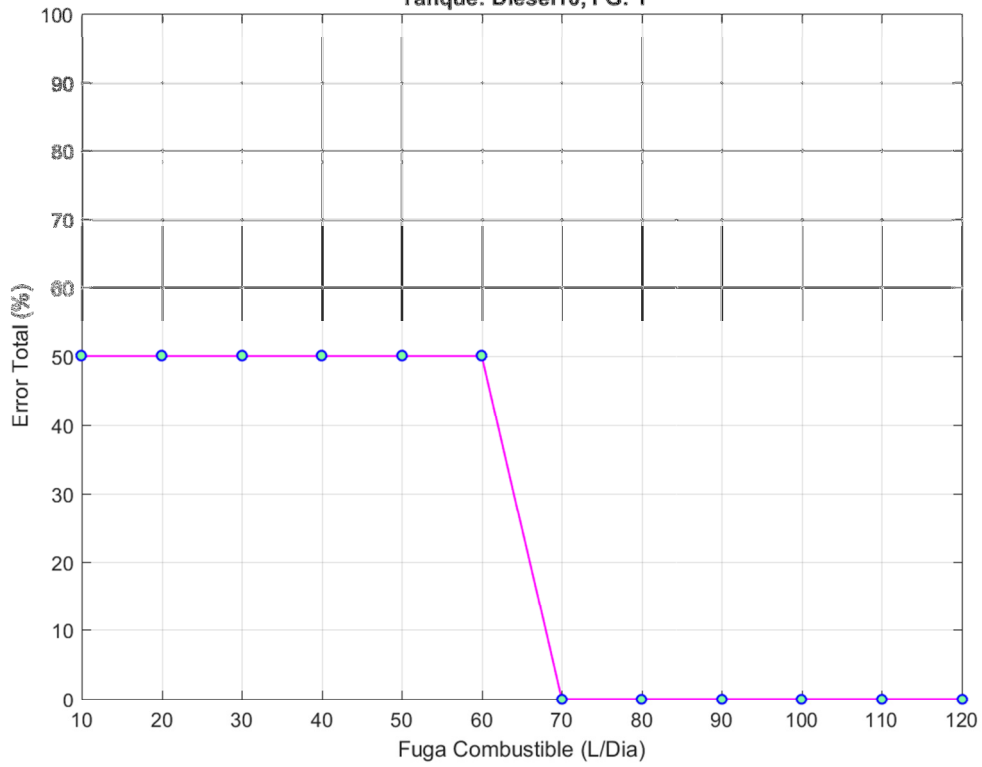
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 1



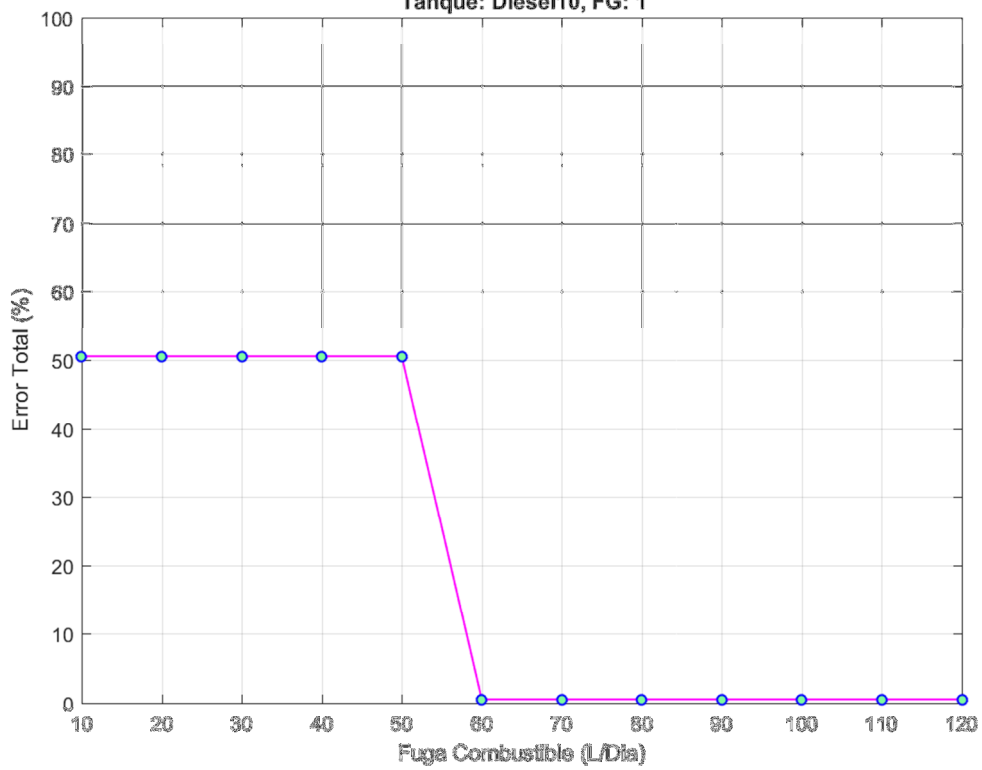
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Diesel10, FG: 1



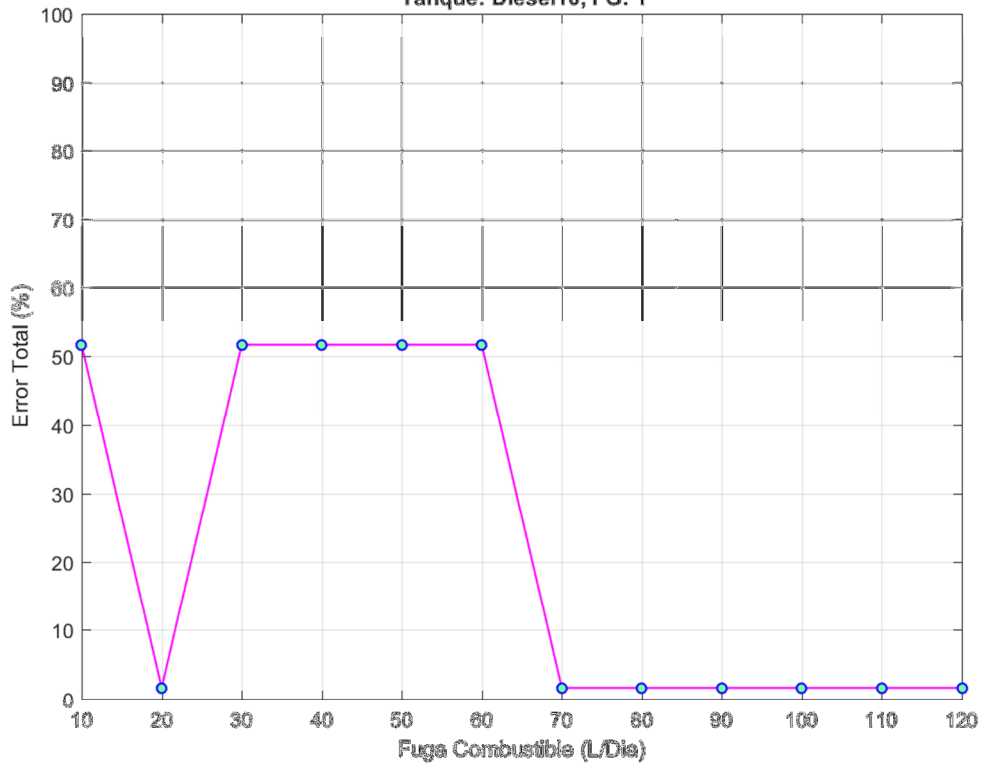
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 1



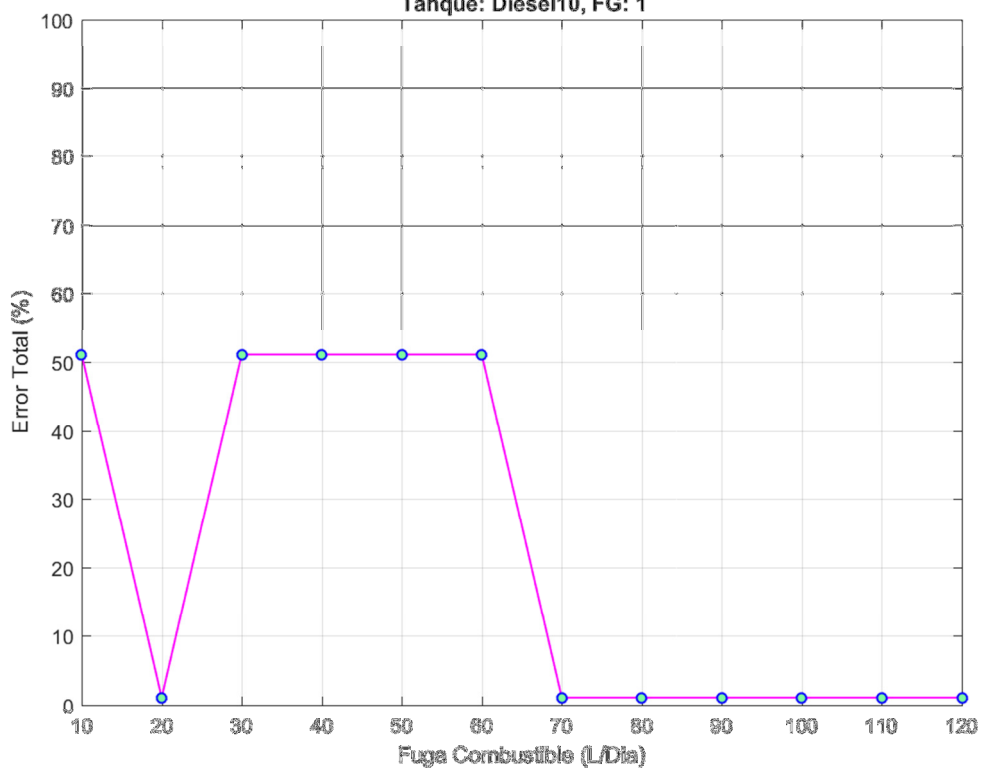
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 1



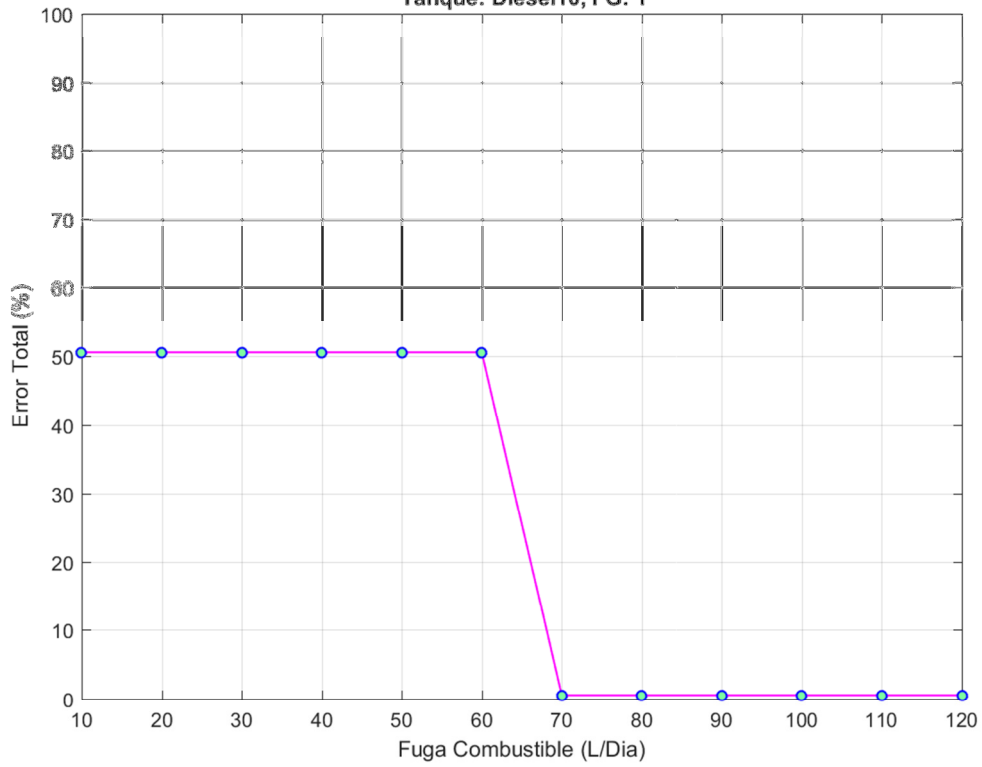
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 03

Tanque: Diesel10, FG: 1



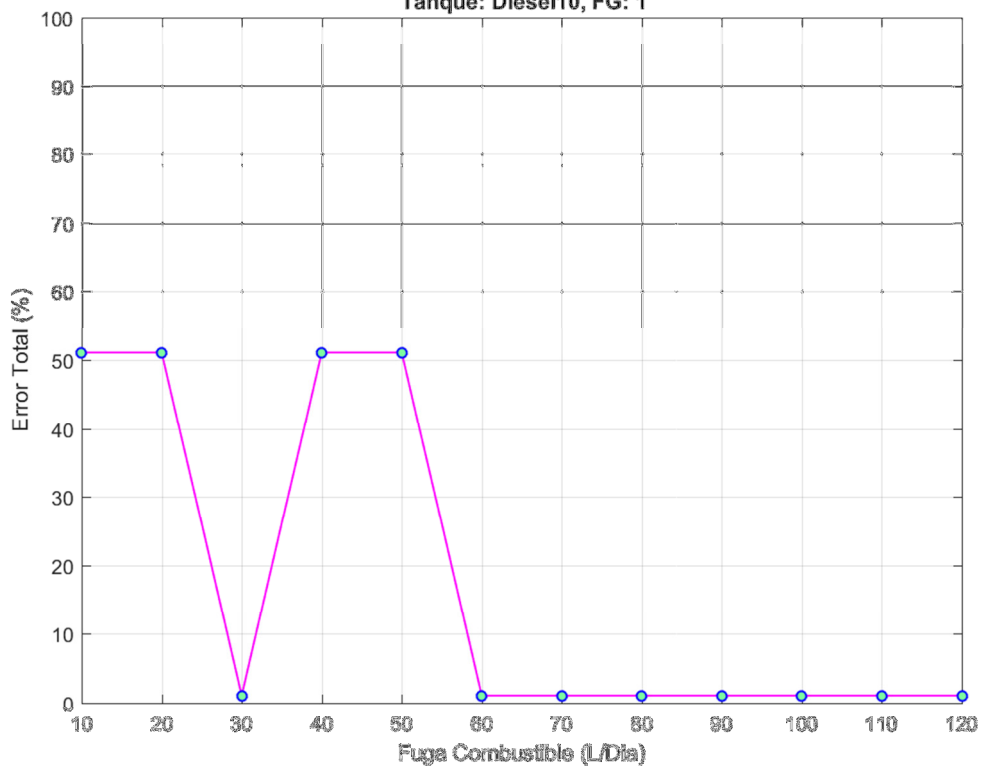
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 1

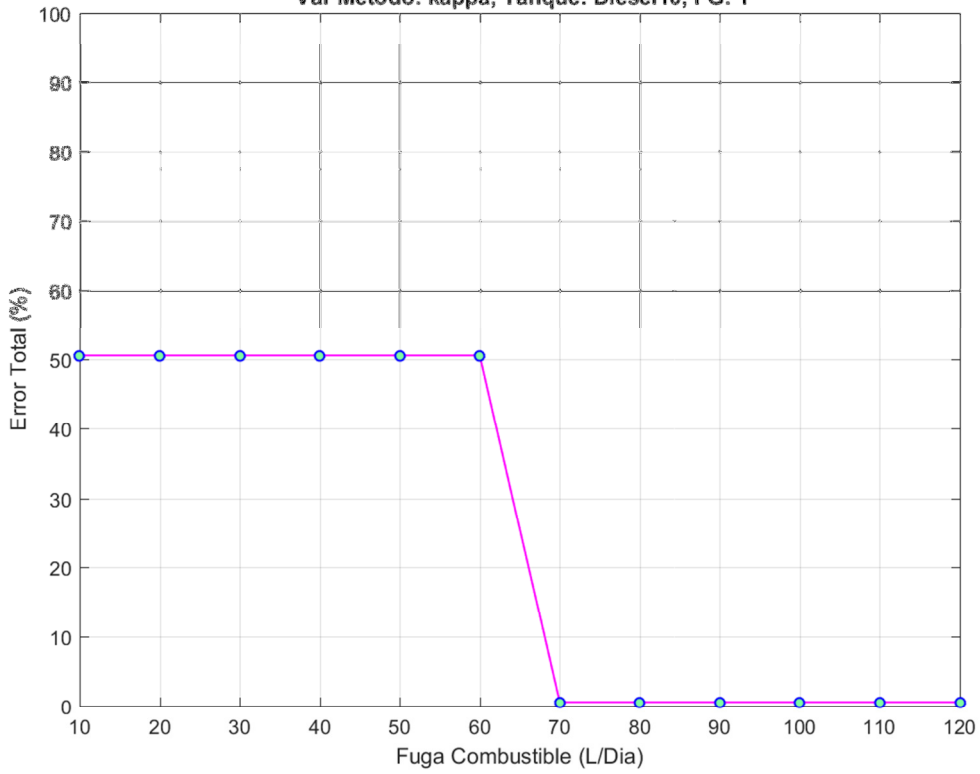


Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

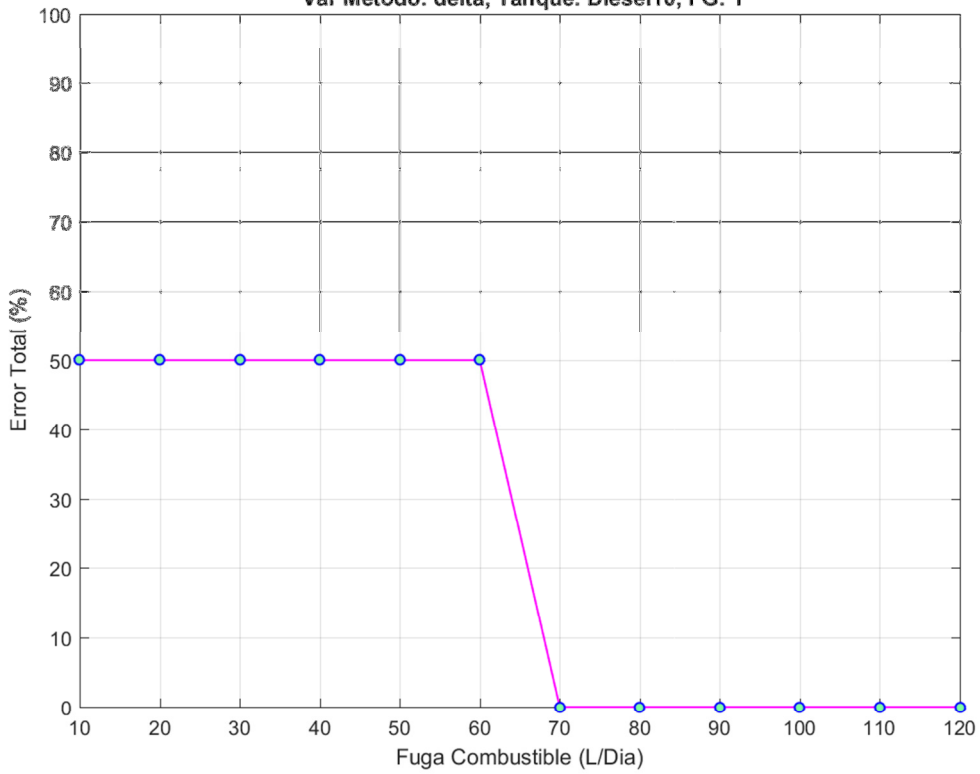
Tanque: Diesel10, FG: 1



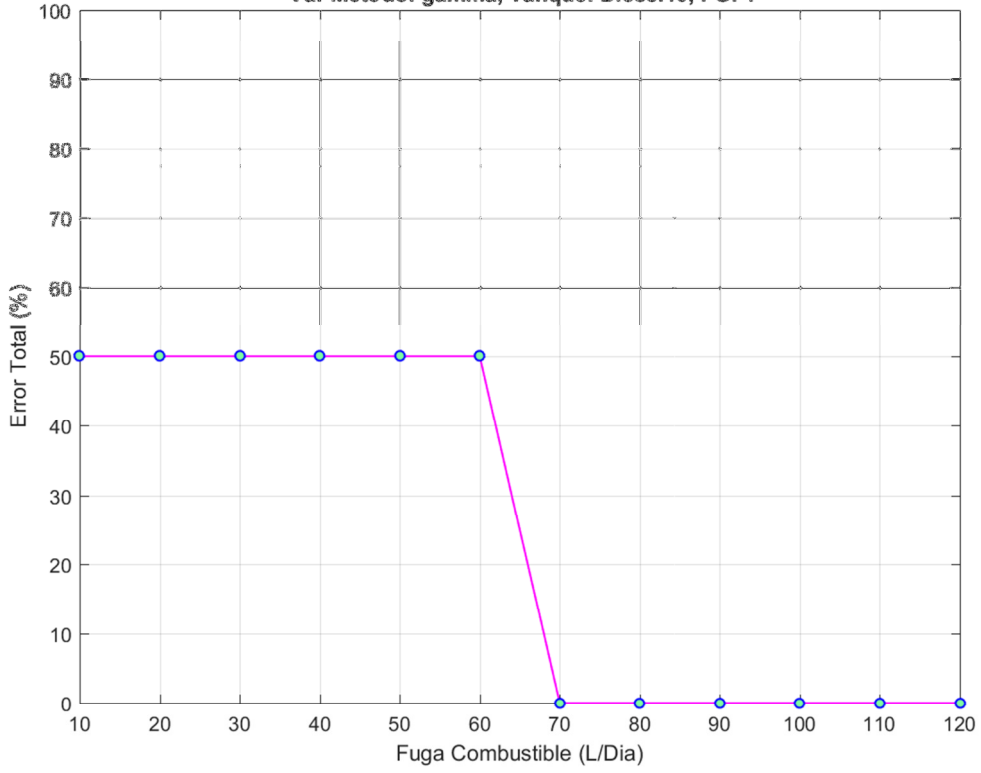
Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 1



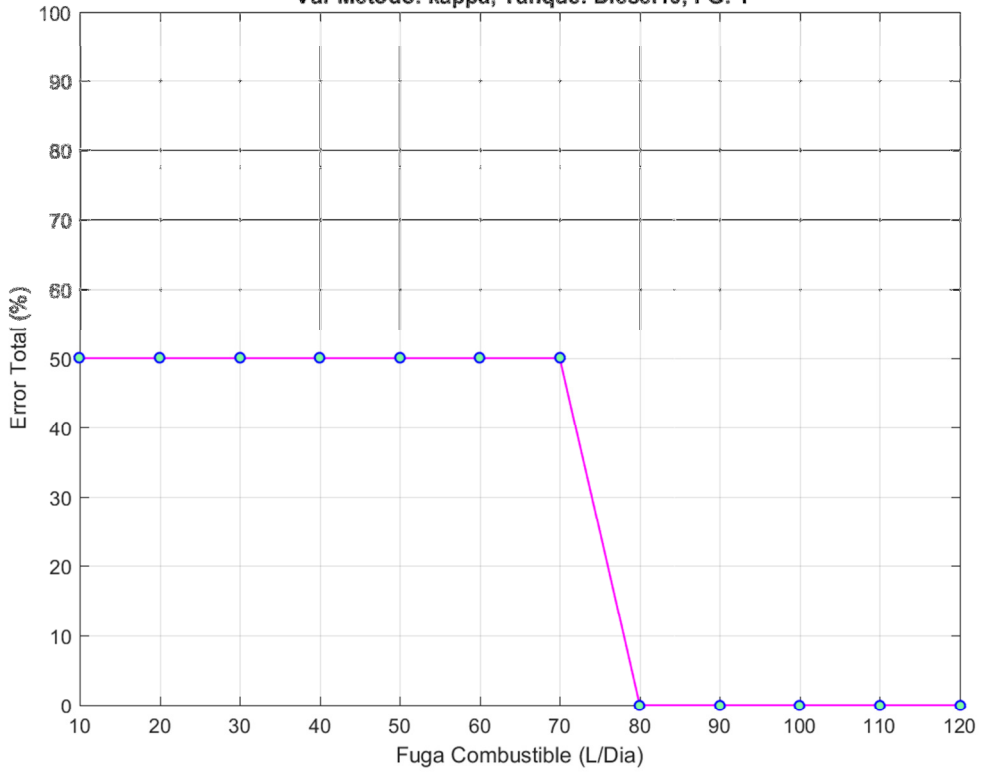
Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 1

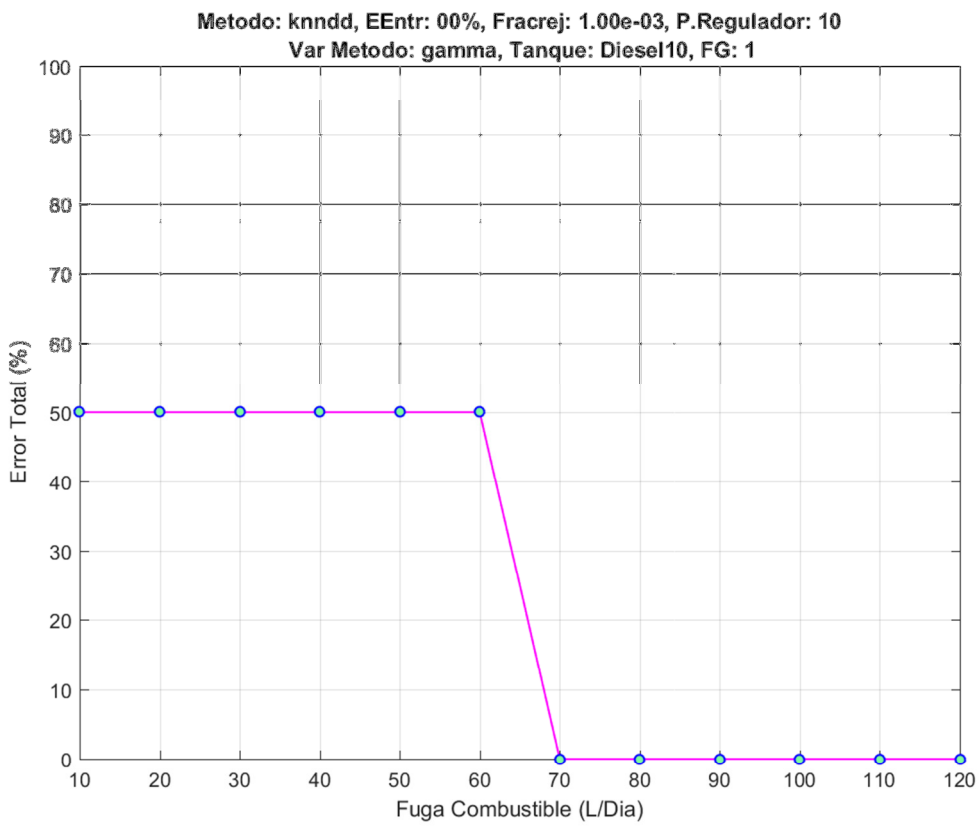
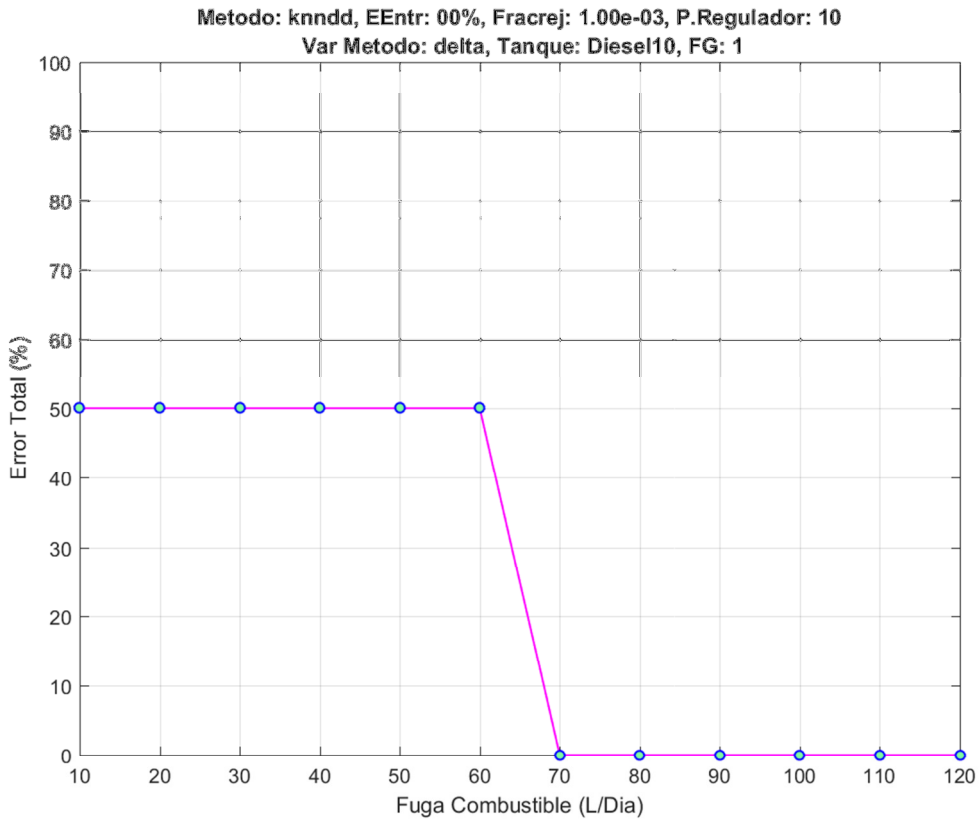


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 1

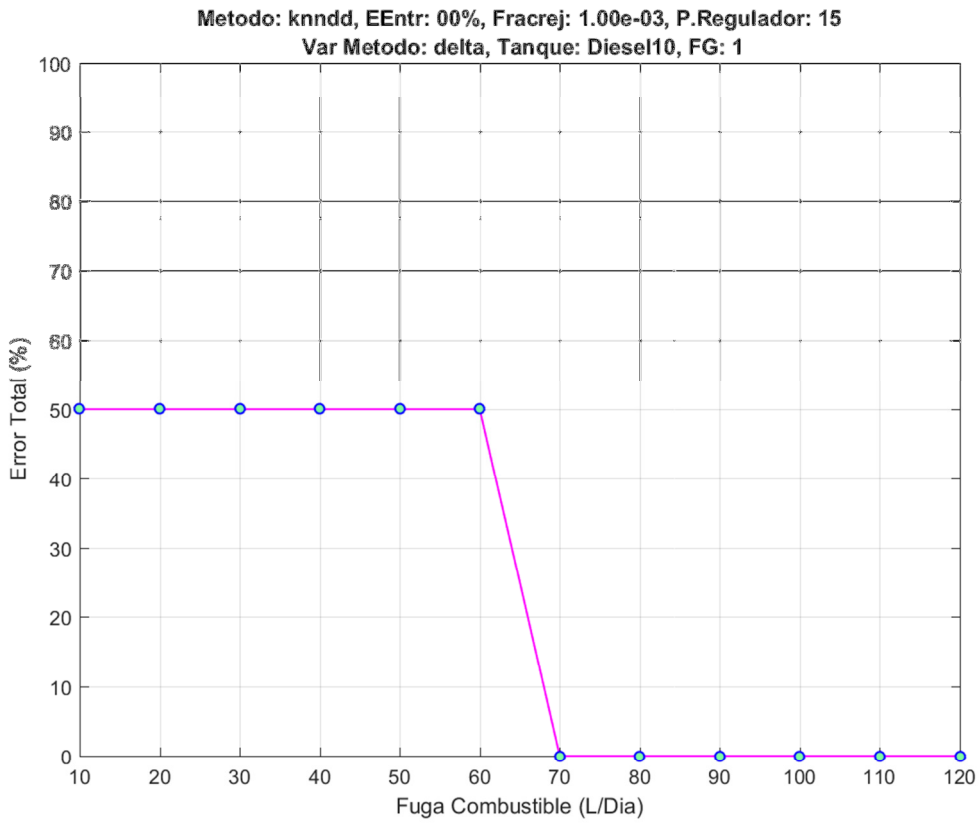
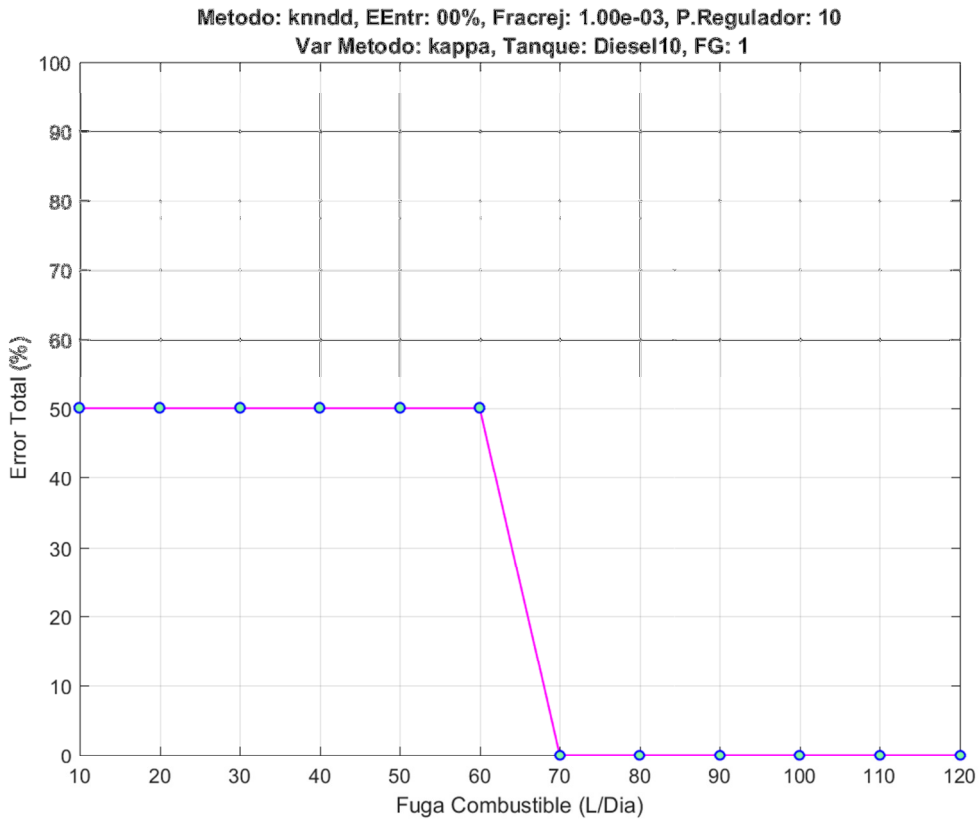


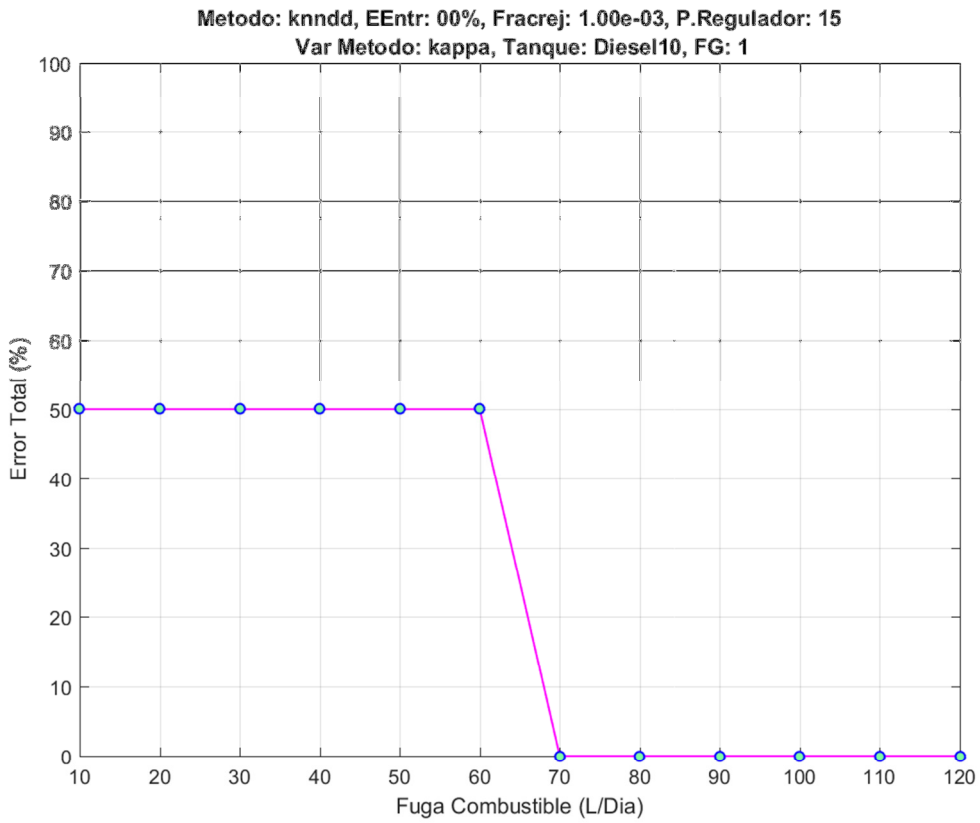
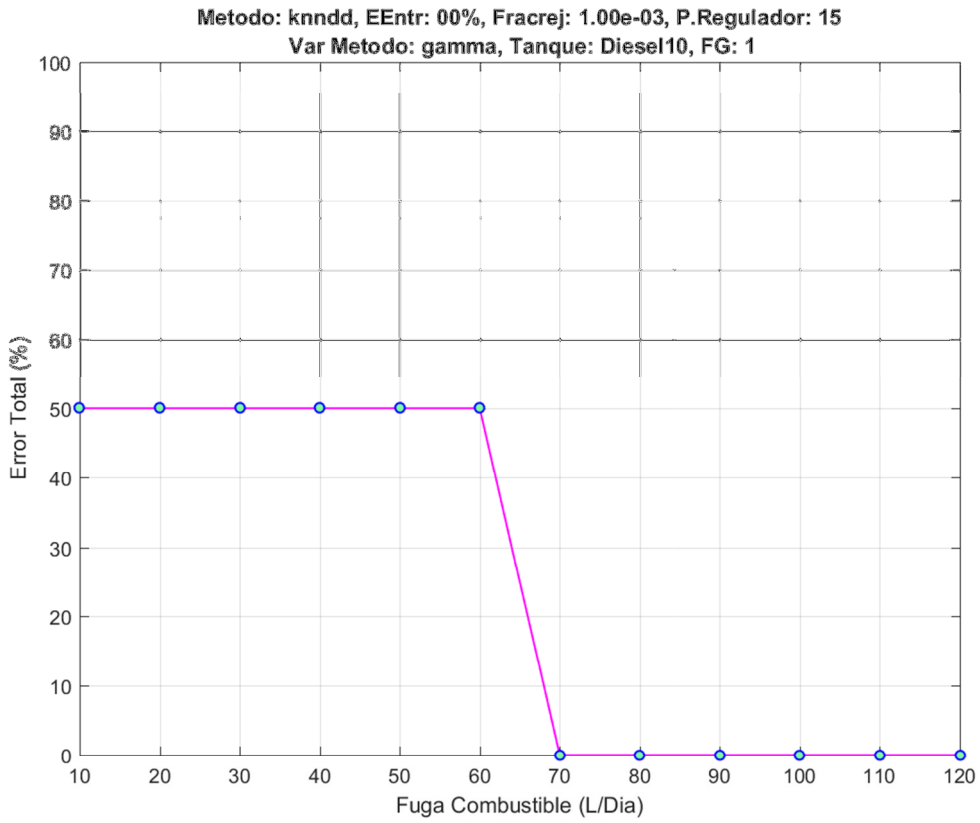
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 1



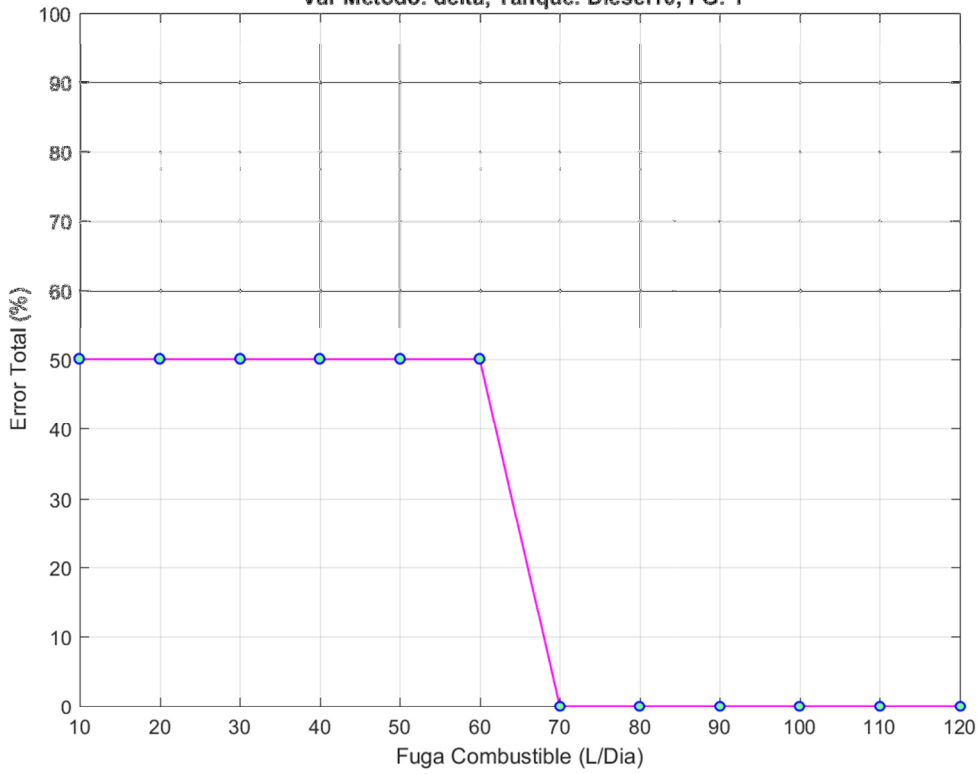




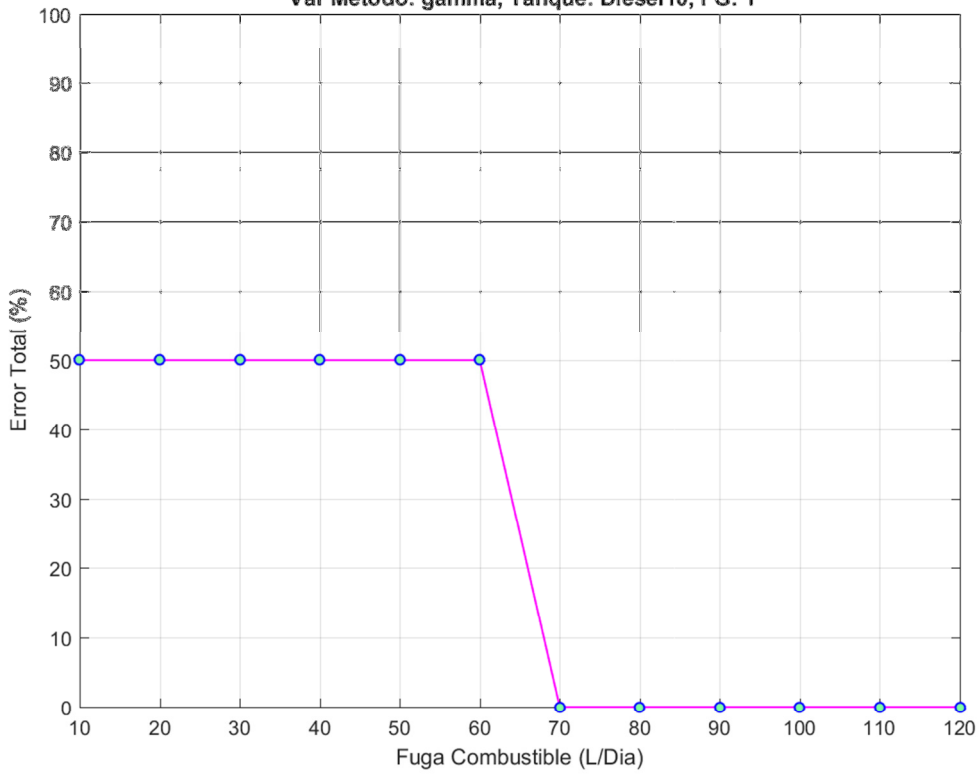


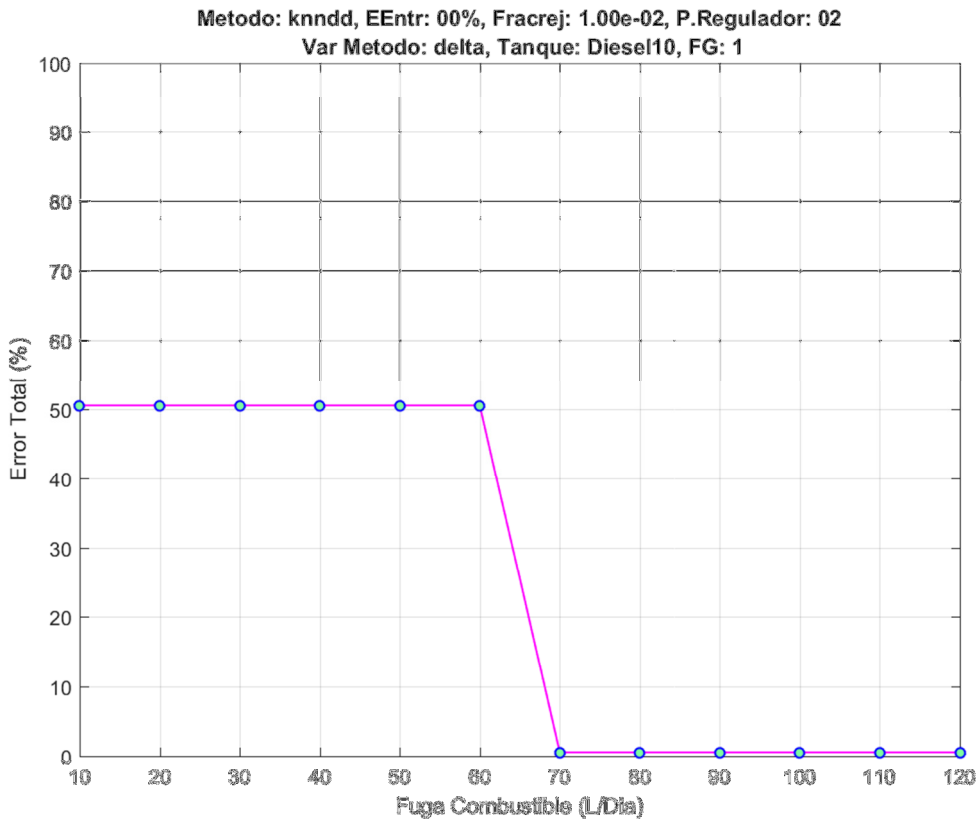
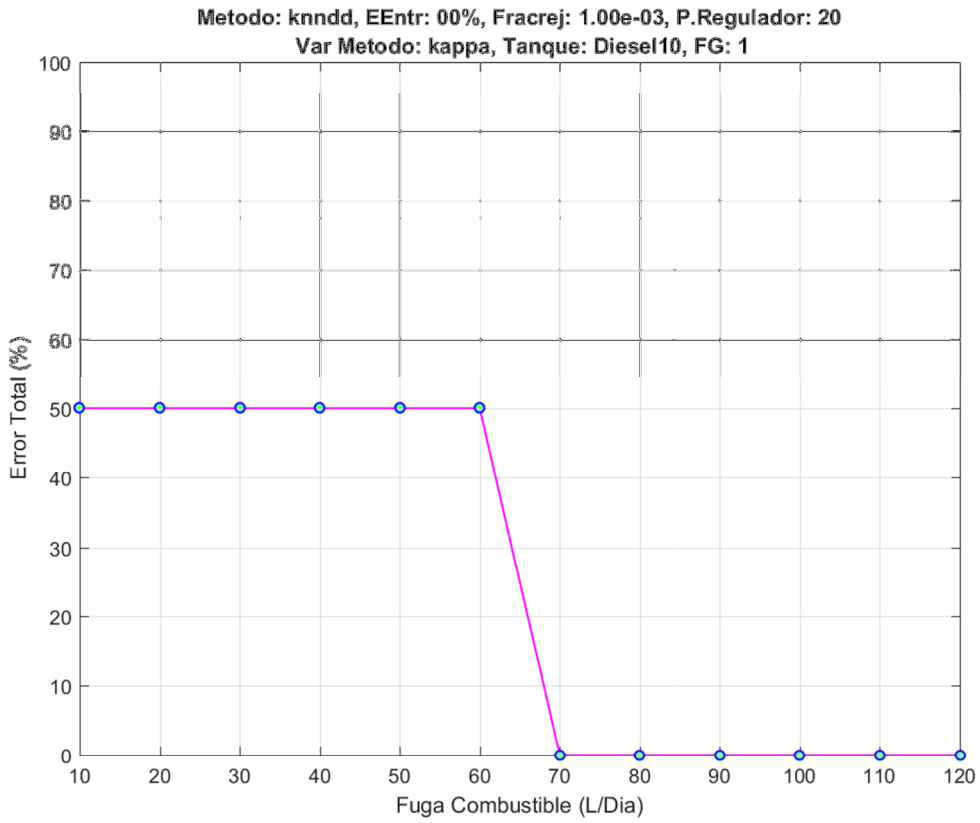


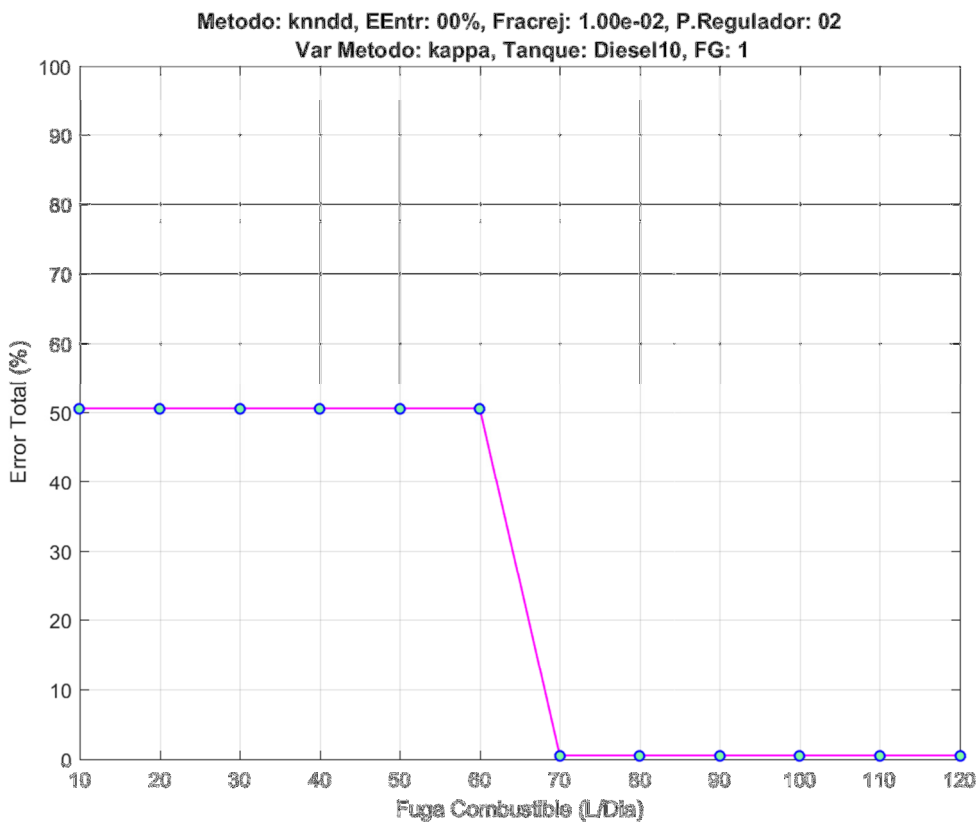
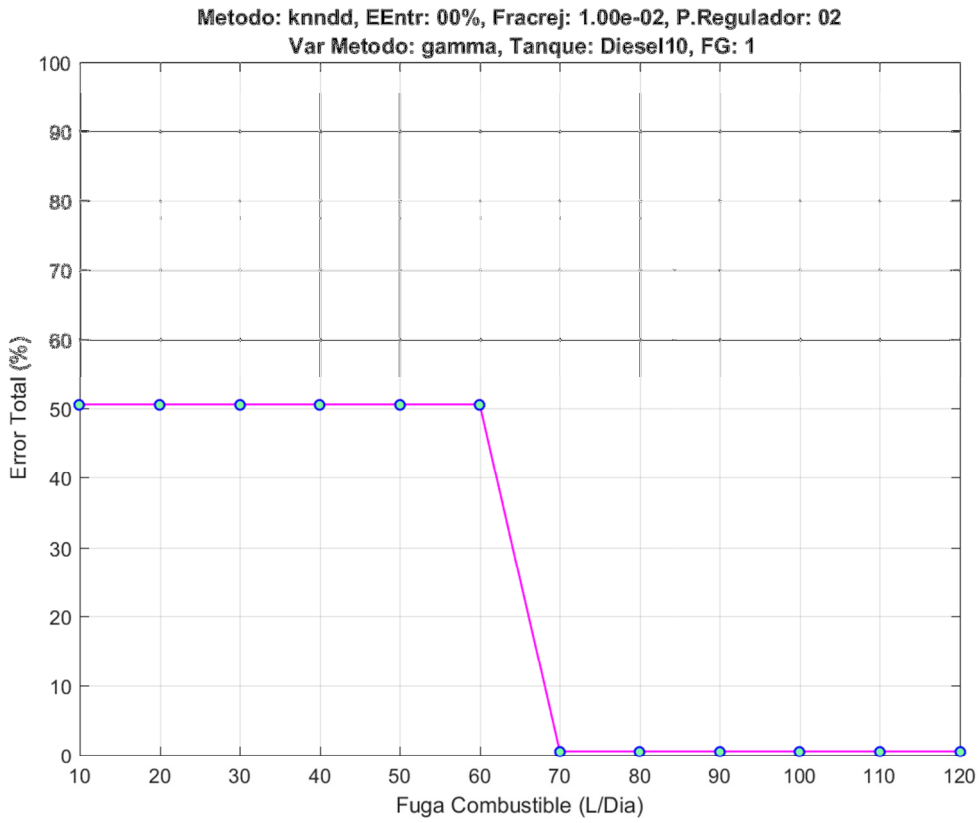
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 1



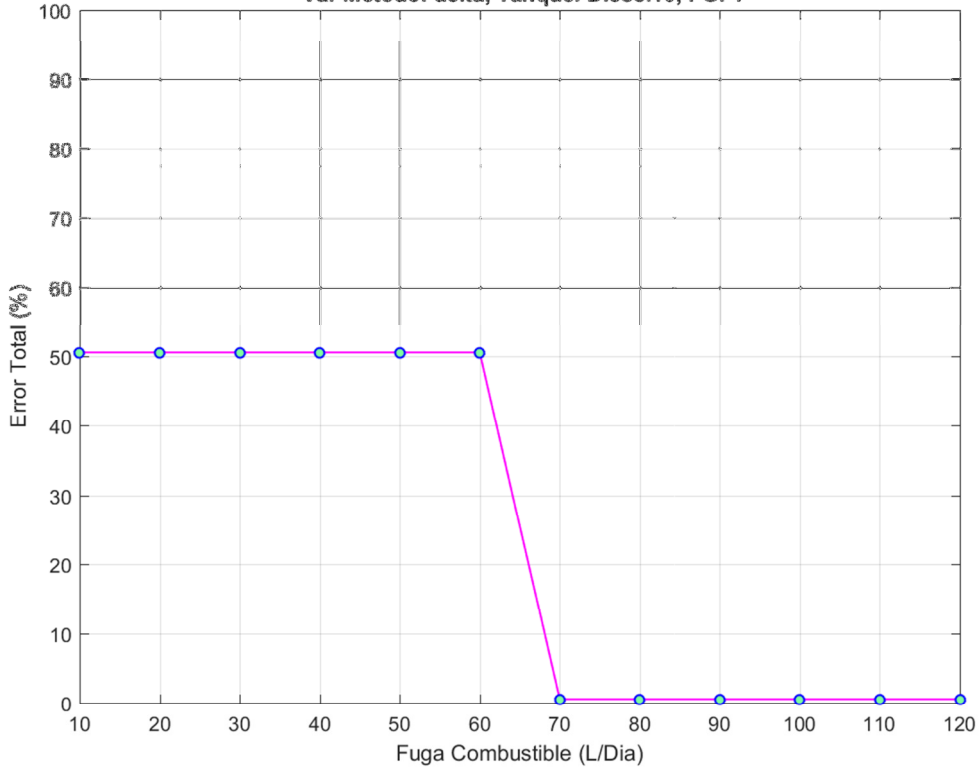
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 1



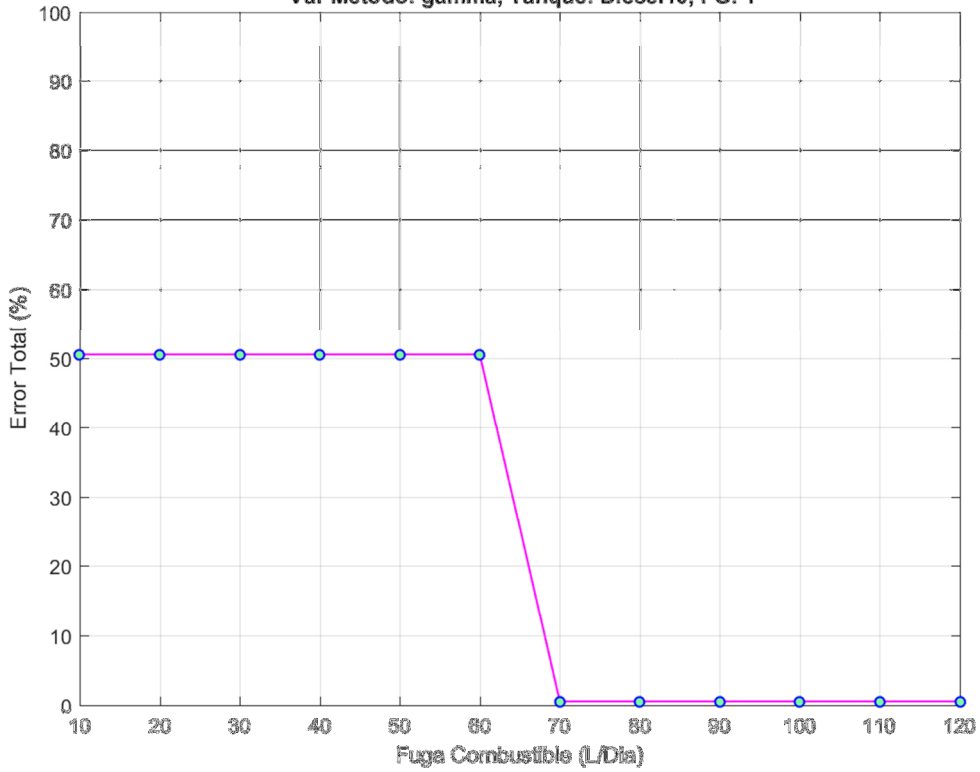




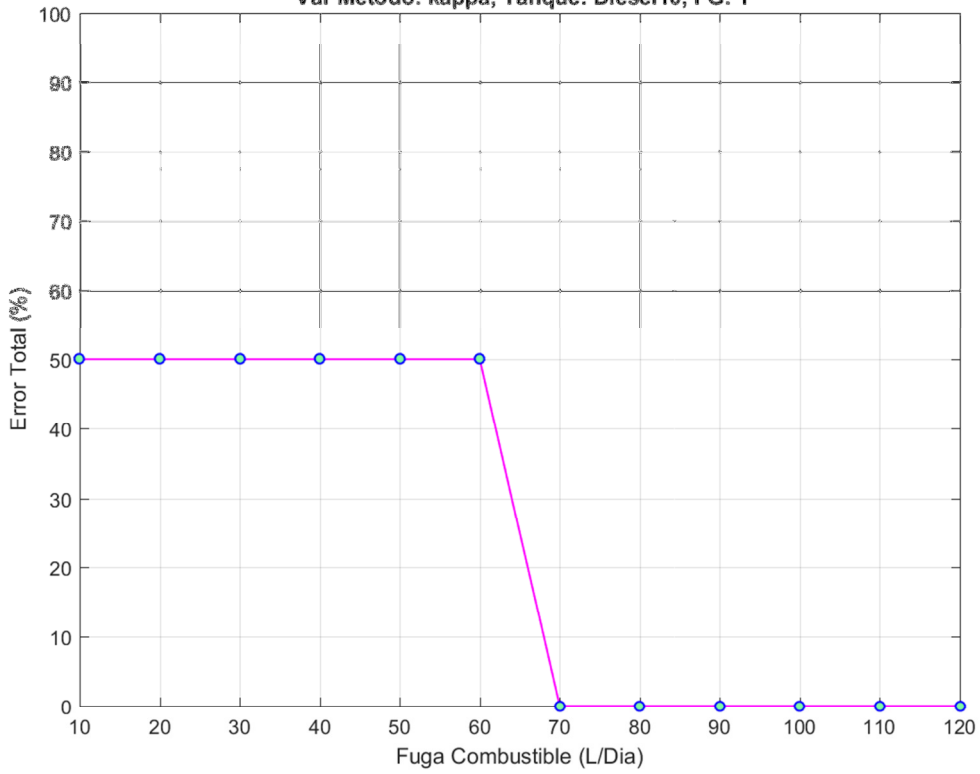
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 1



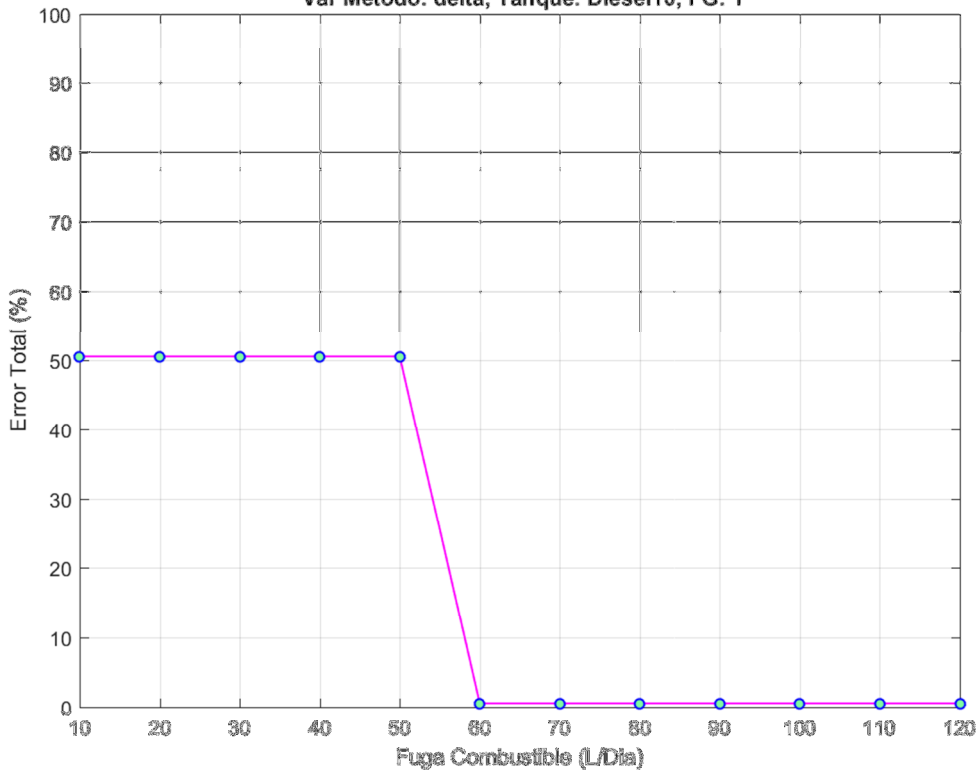
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 1



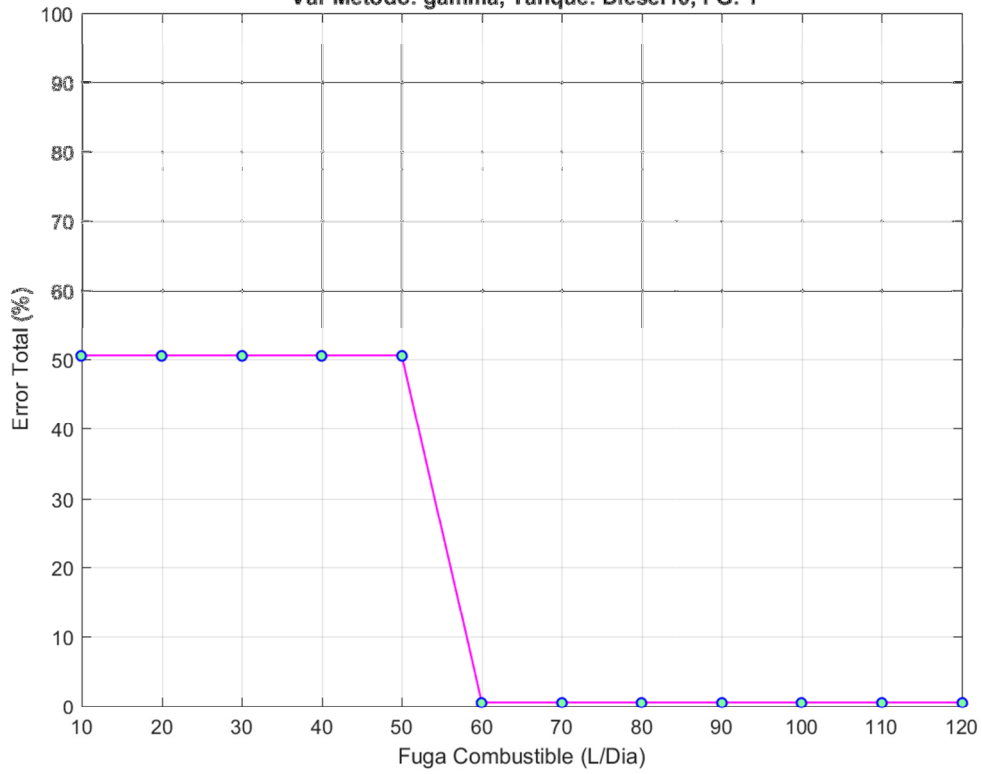
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 1



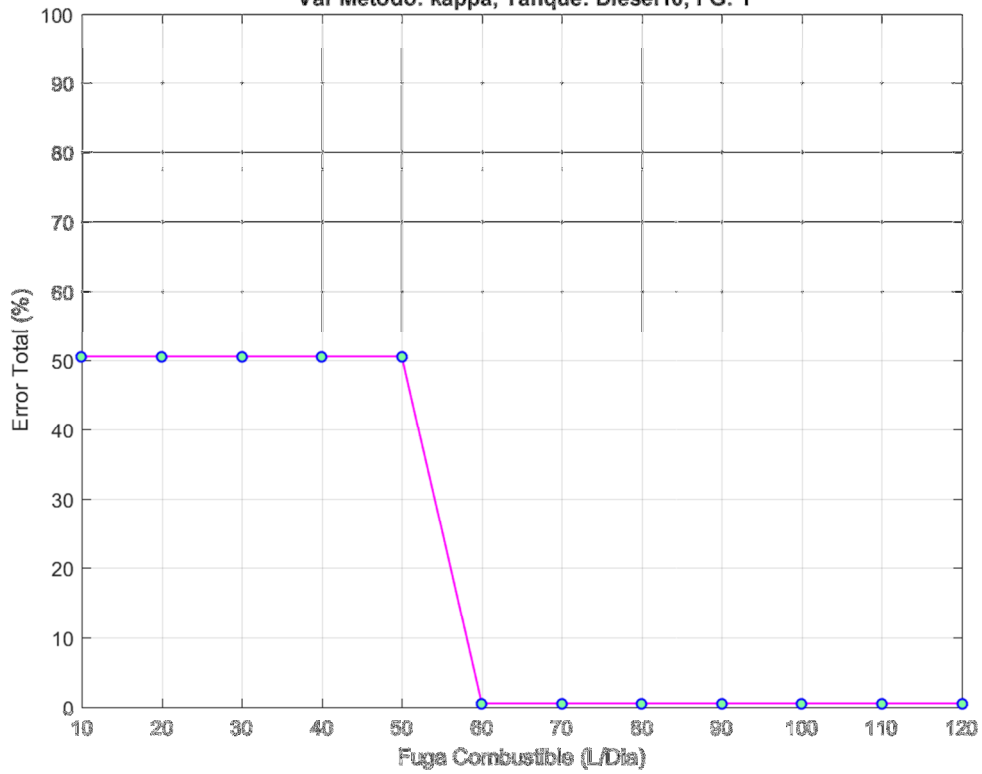
Metodo: knnnd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 1



Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 1

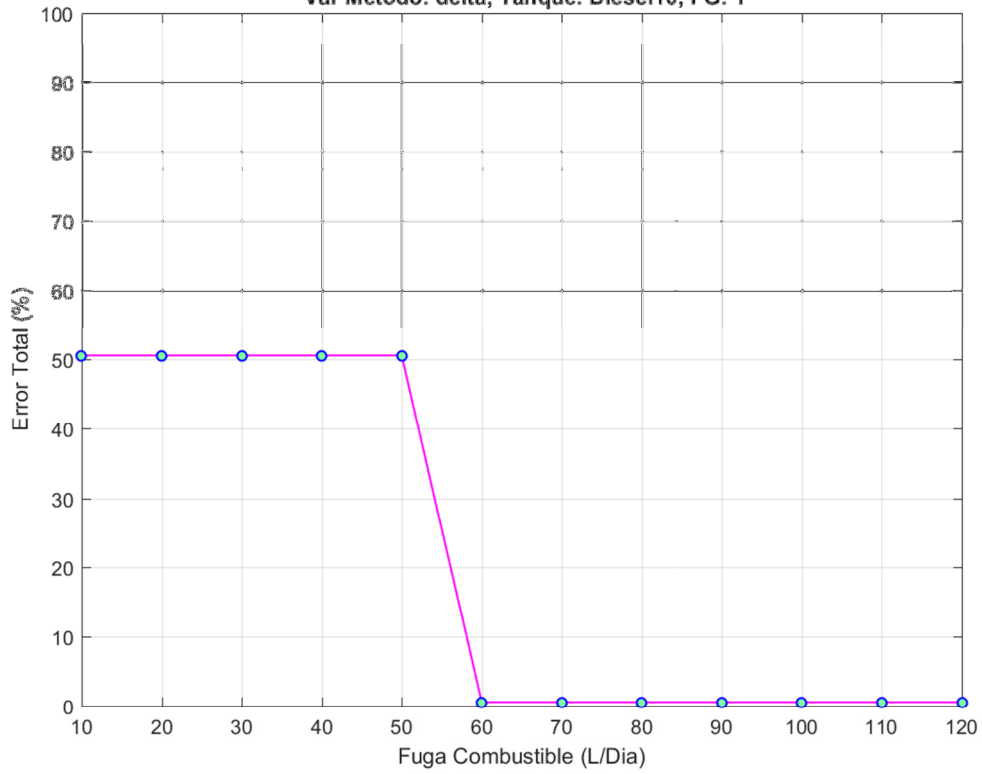


Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 1

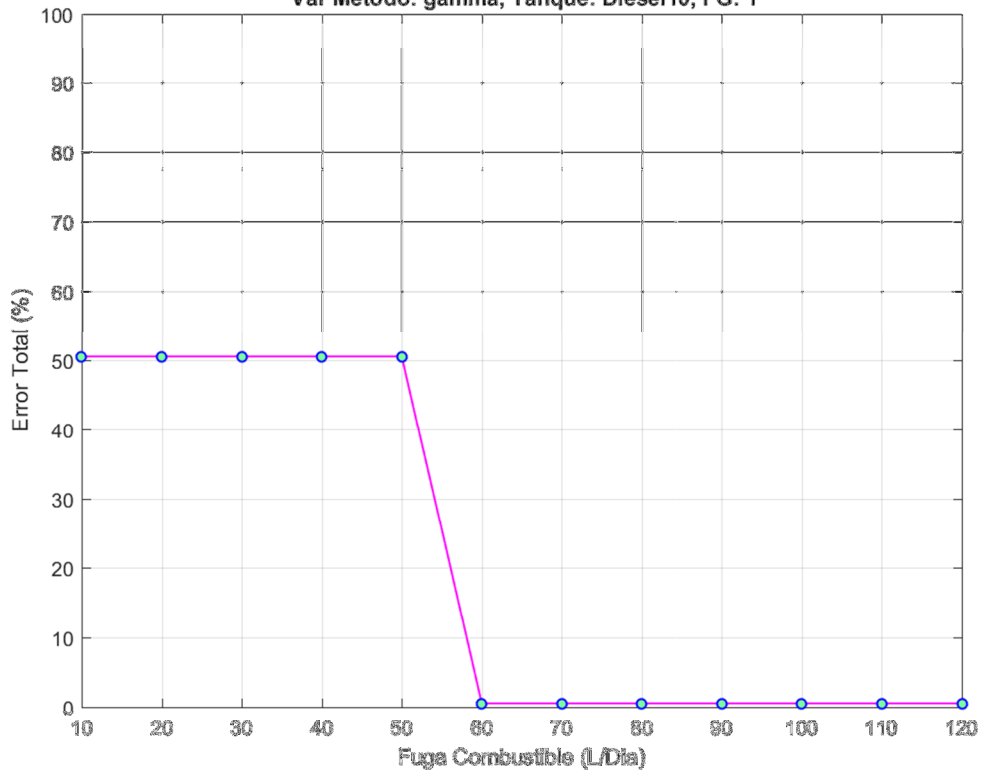




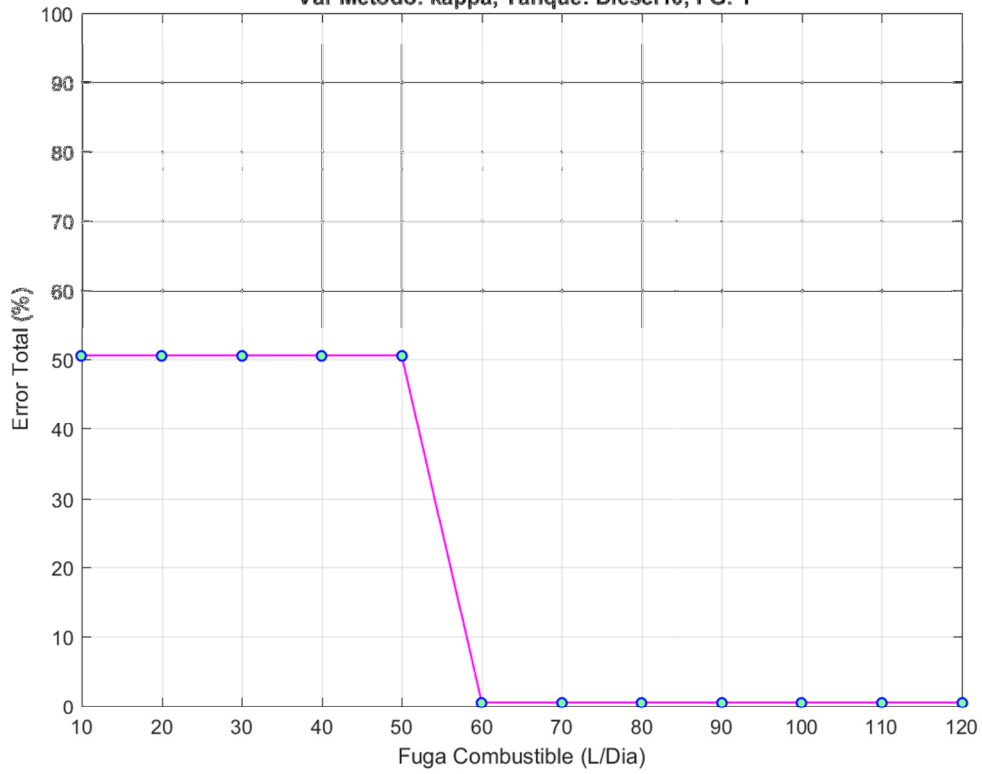
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 1



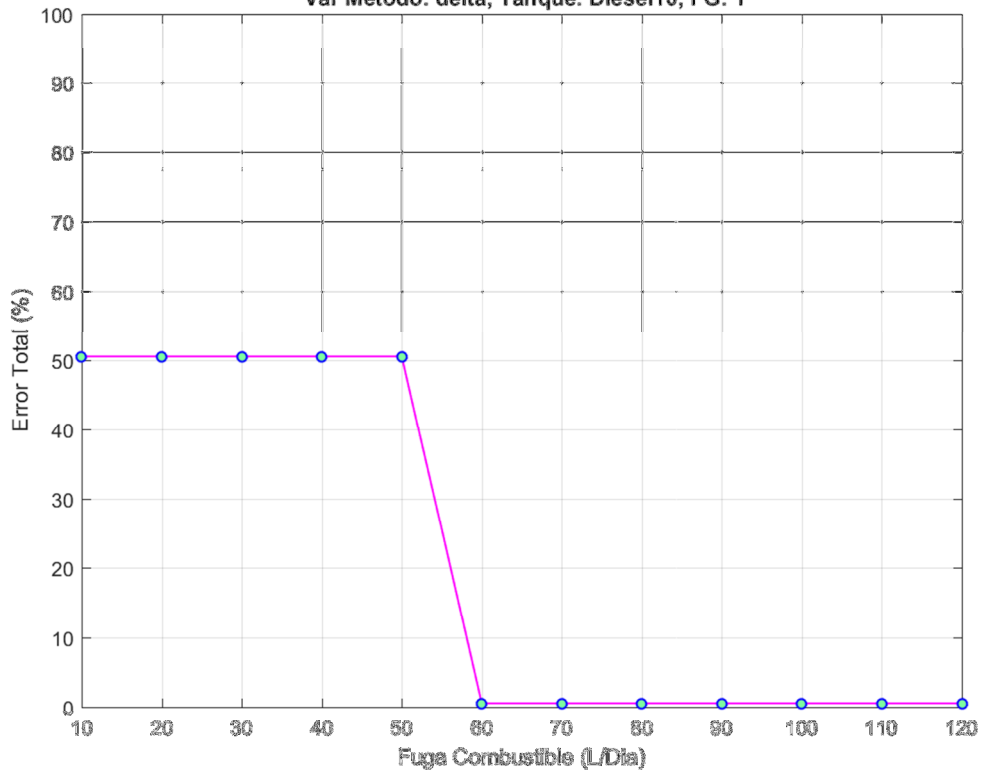
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 1



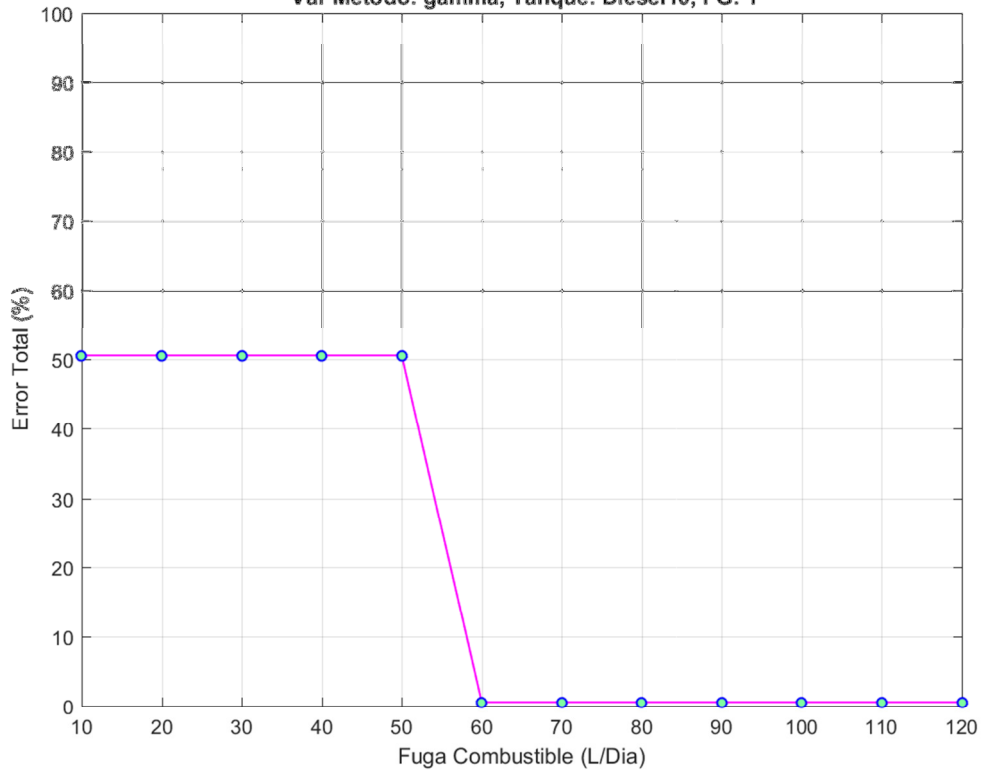
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 1



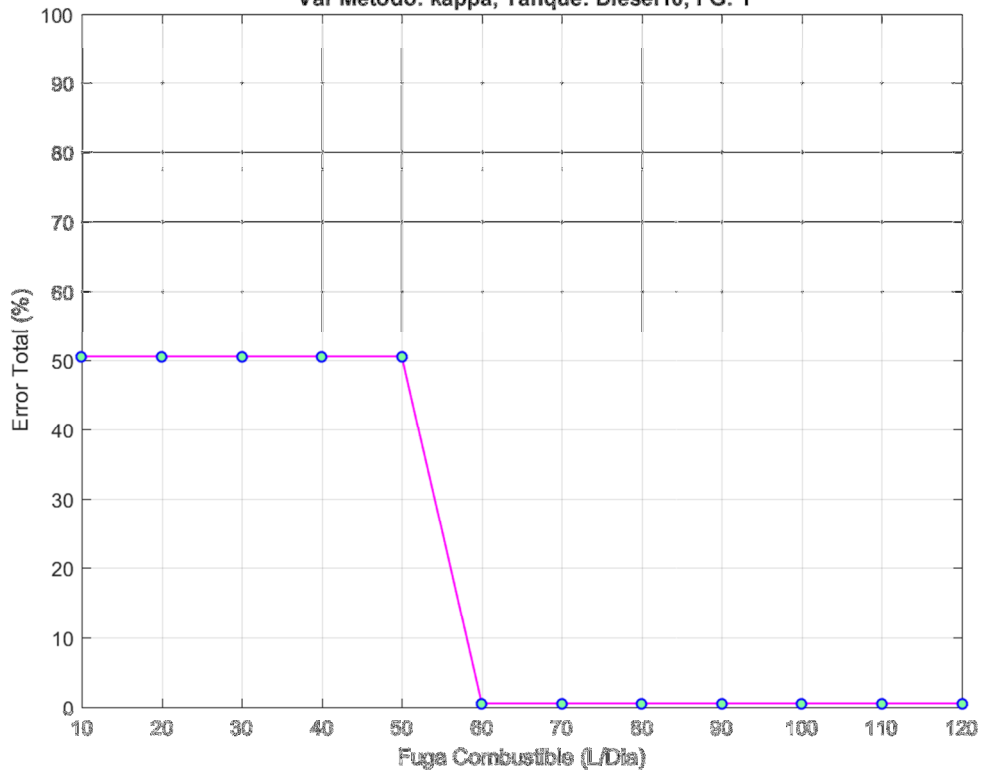
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 1

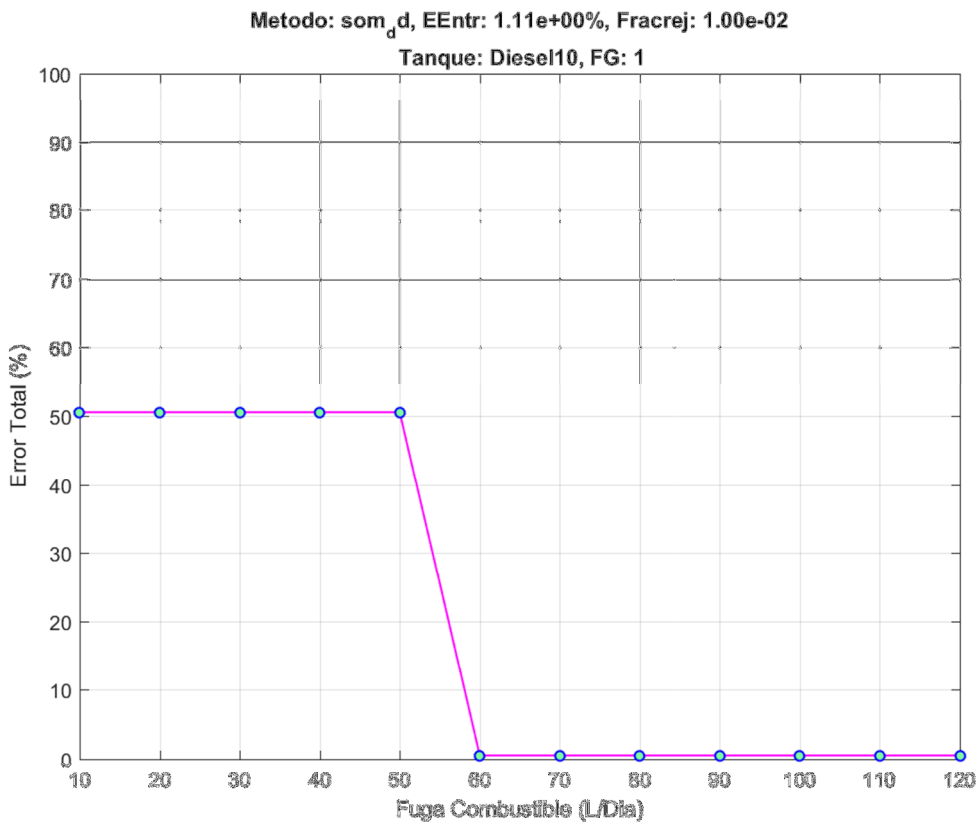
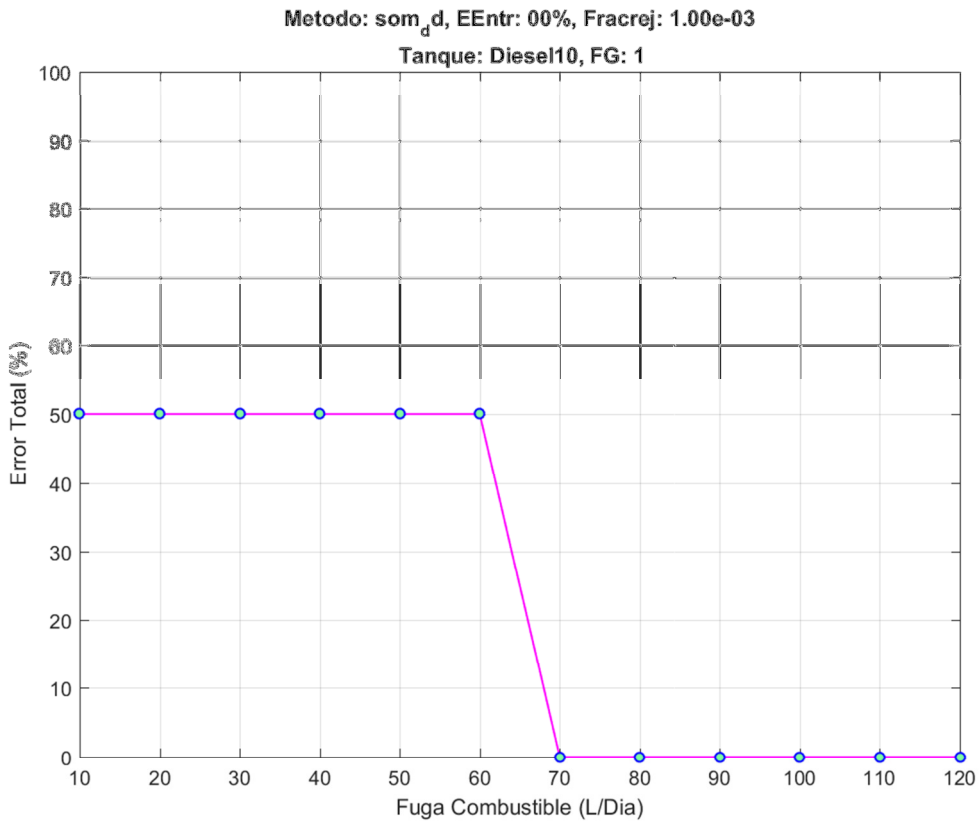


Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 1



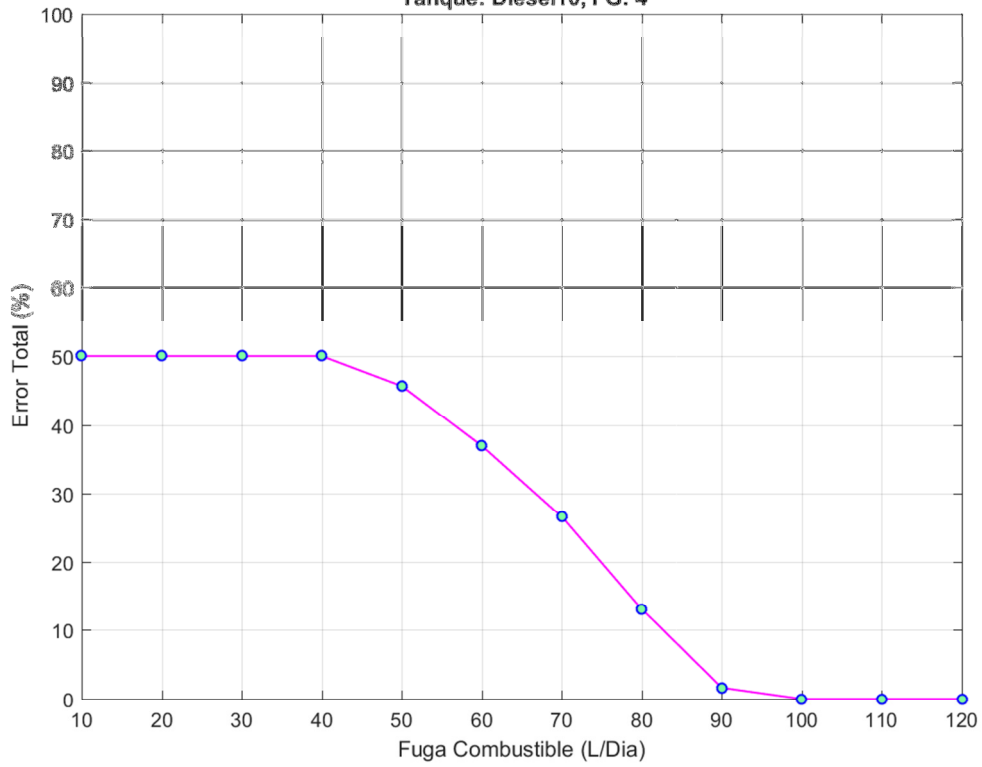
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 1





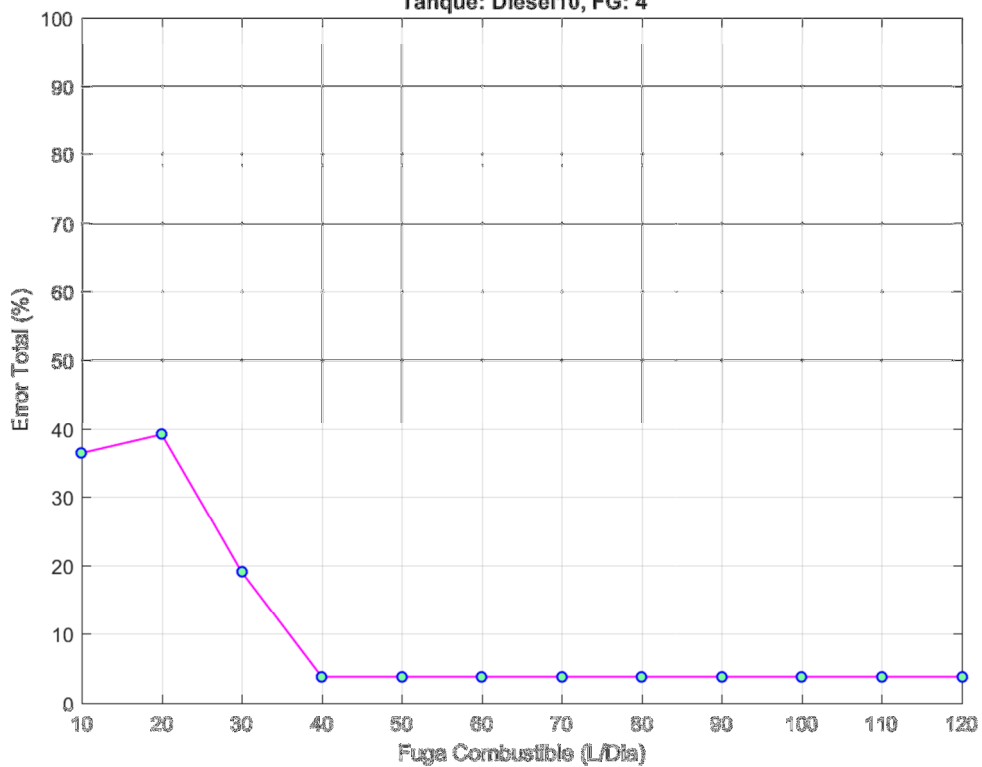
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 4



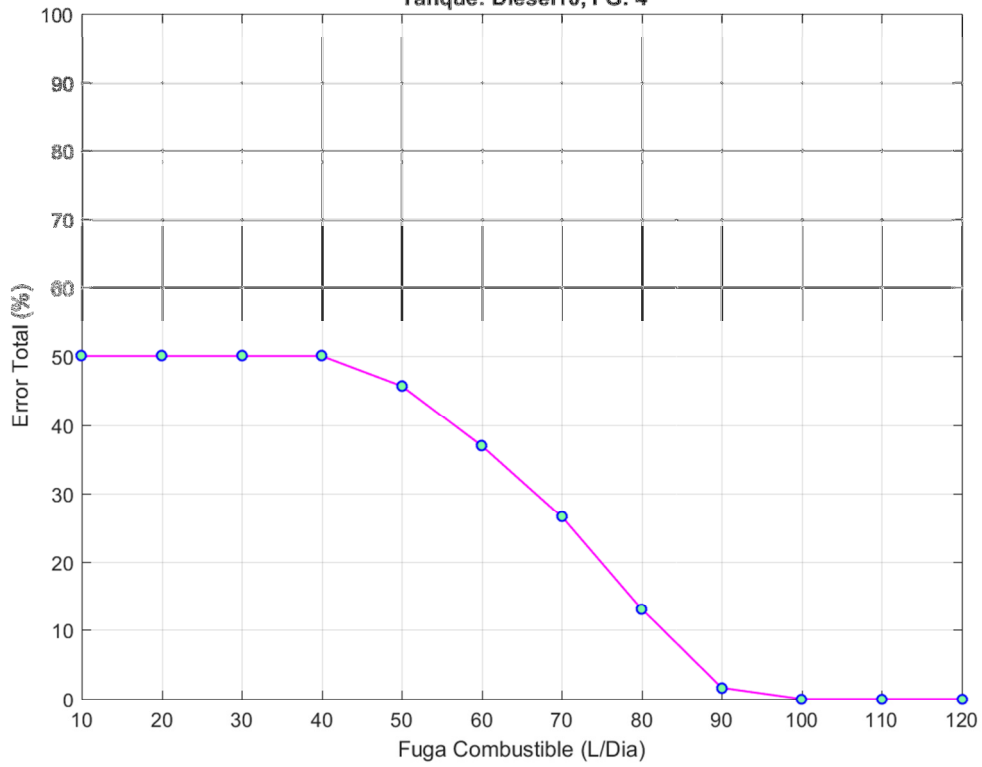
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 08

Tanque: Diesel10, FG: 4



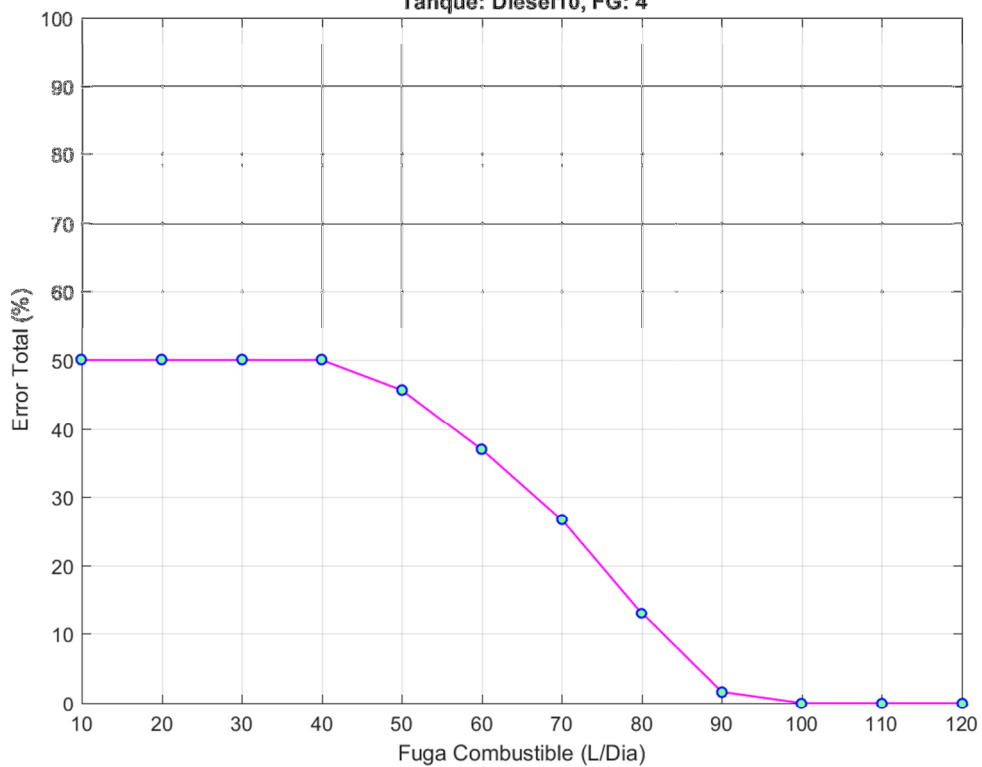
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Diesel10, FG: 4



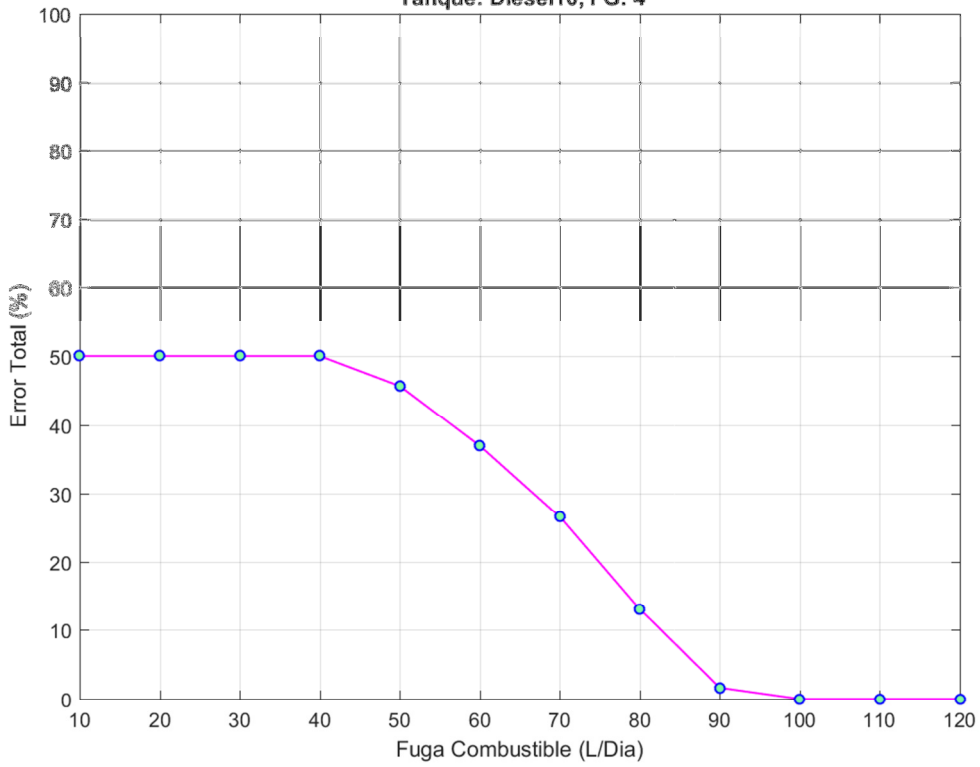
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Diesel10, FG: 4



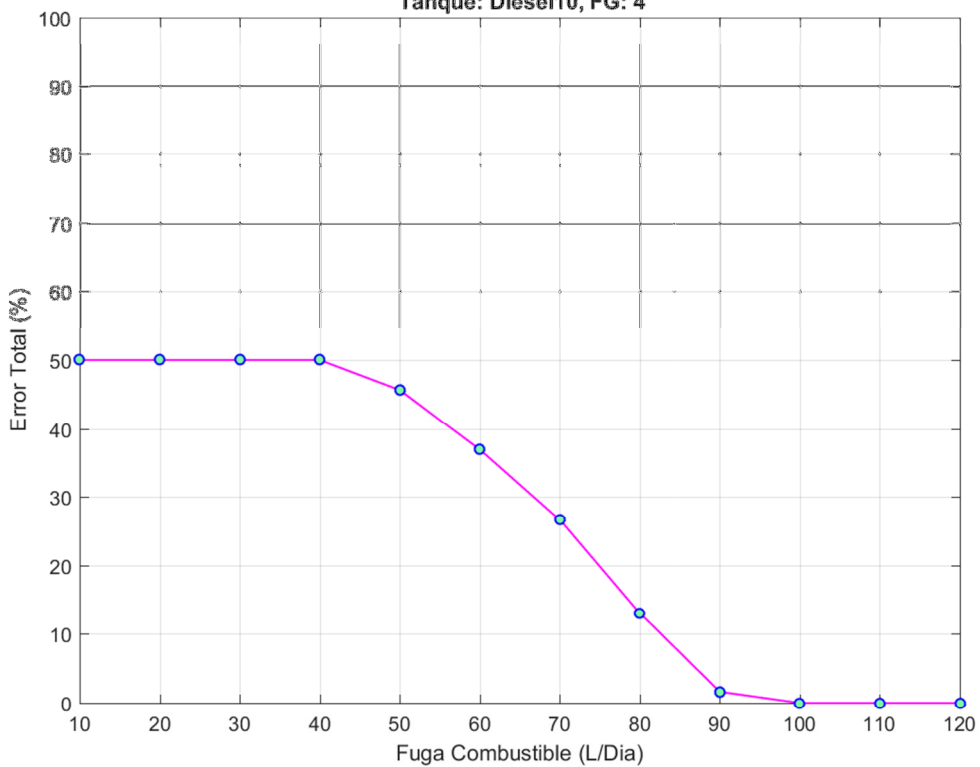
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 4



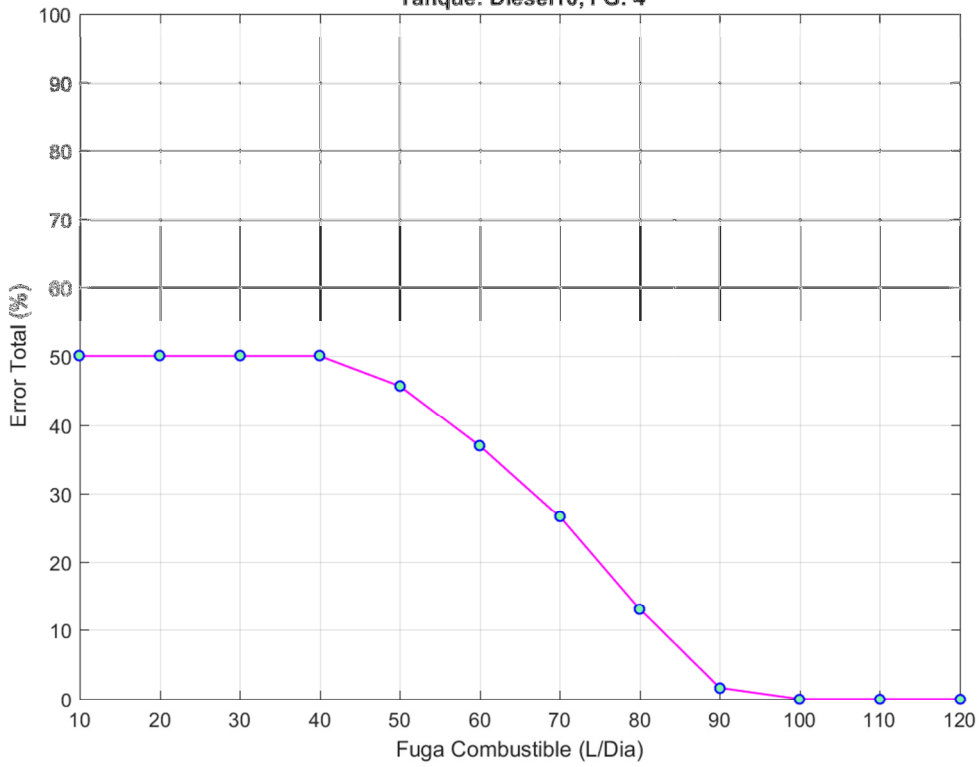
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Diesel10, FG: 4



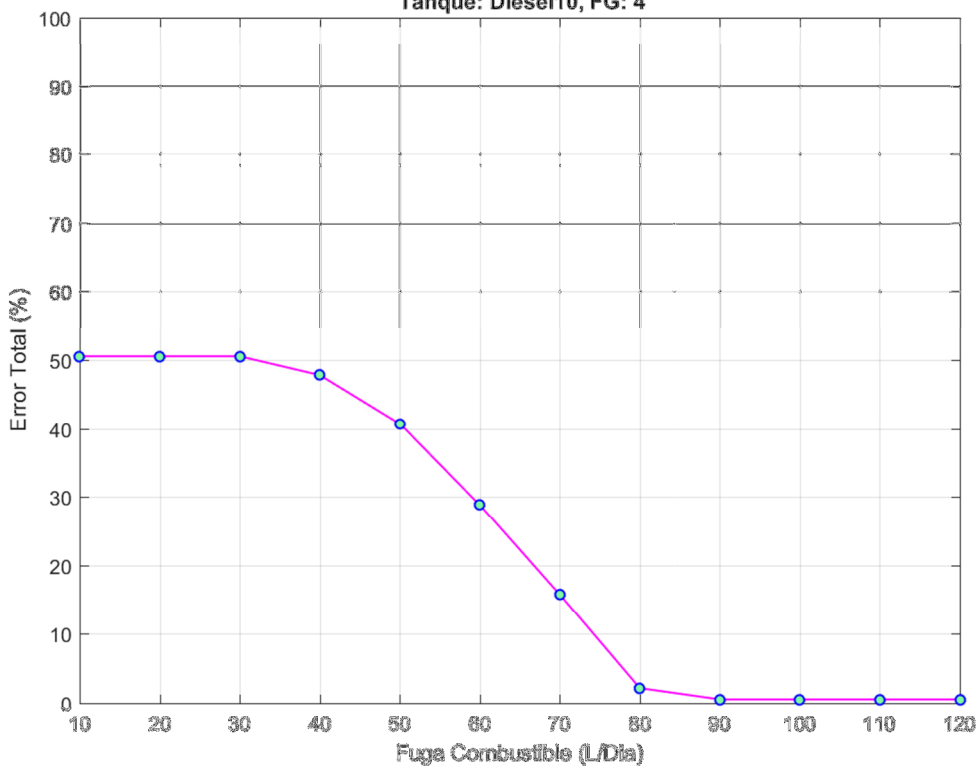
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 4



Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 5.00e-01

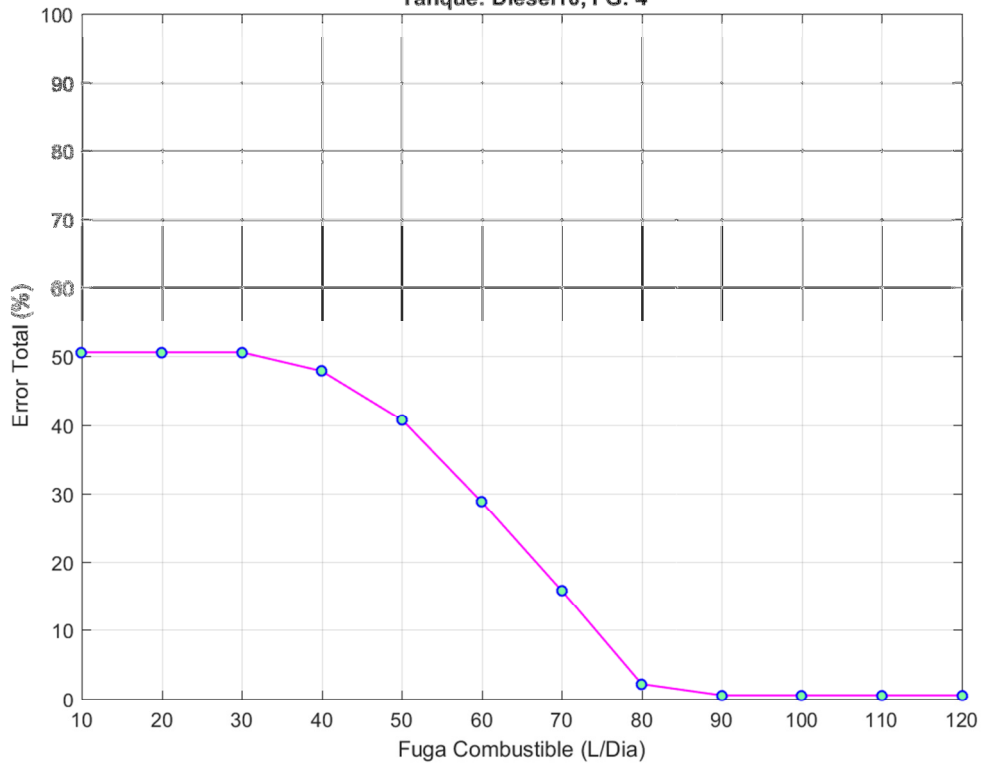
Tanque: Diesel10, FG: 4





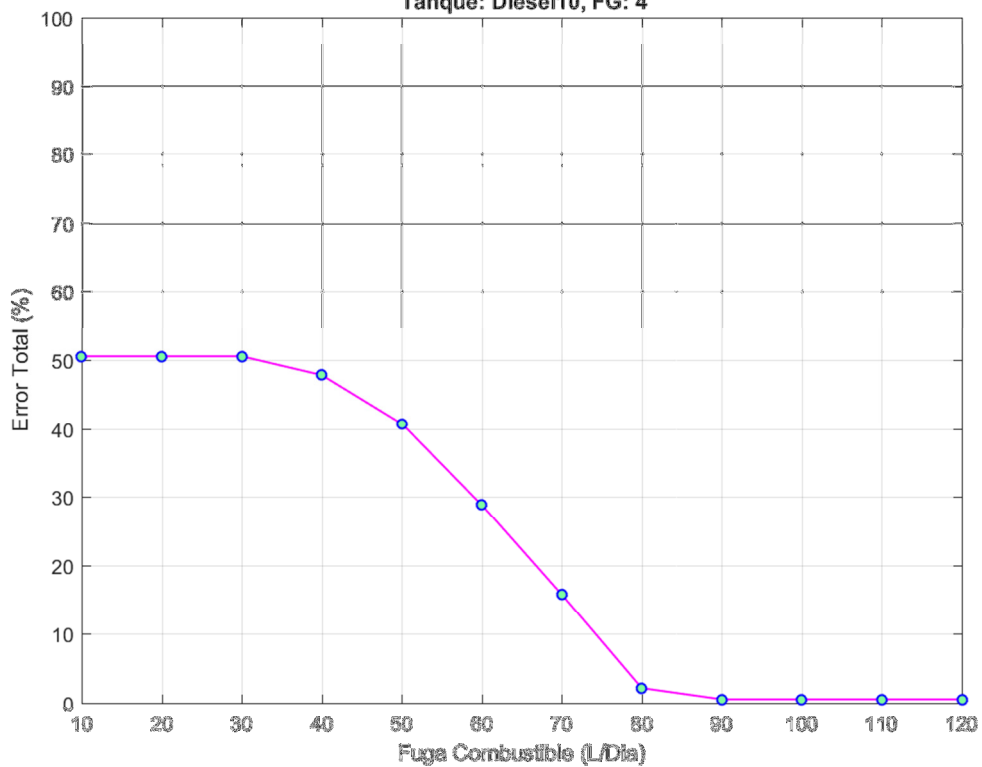
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Diesel10, FG: 4



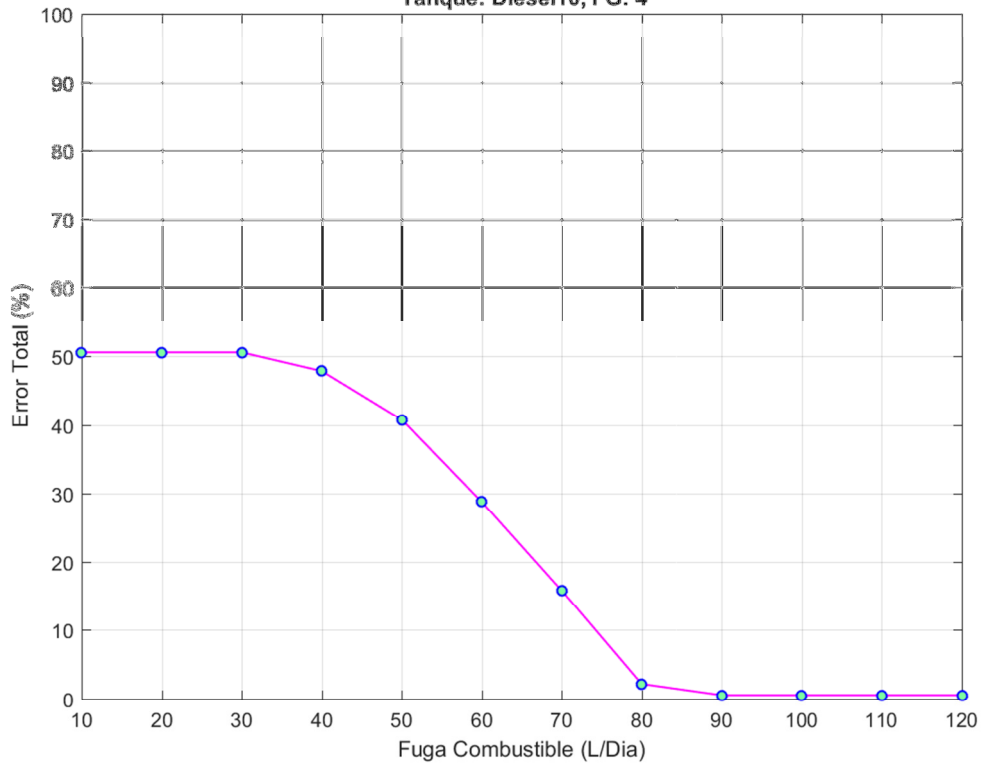
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 4



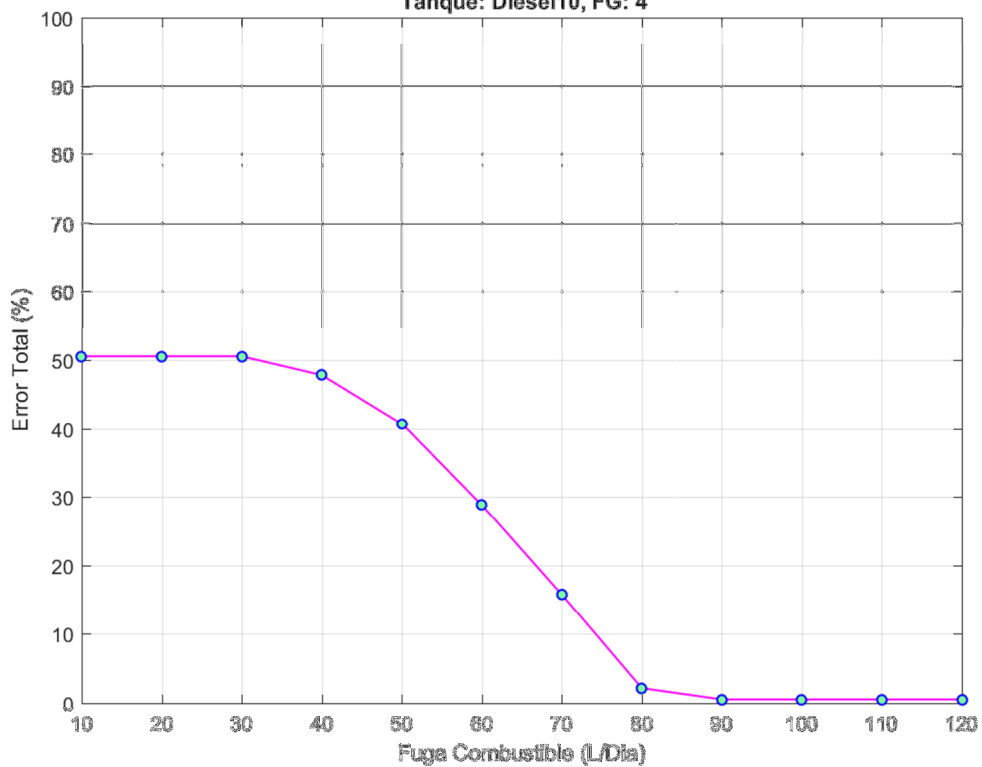
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Diesel10, FG: 4



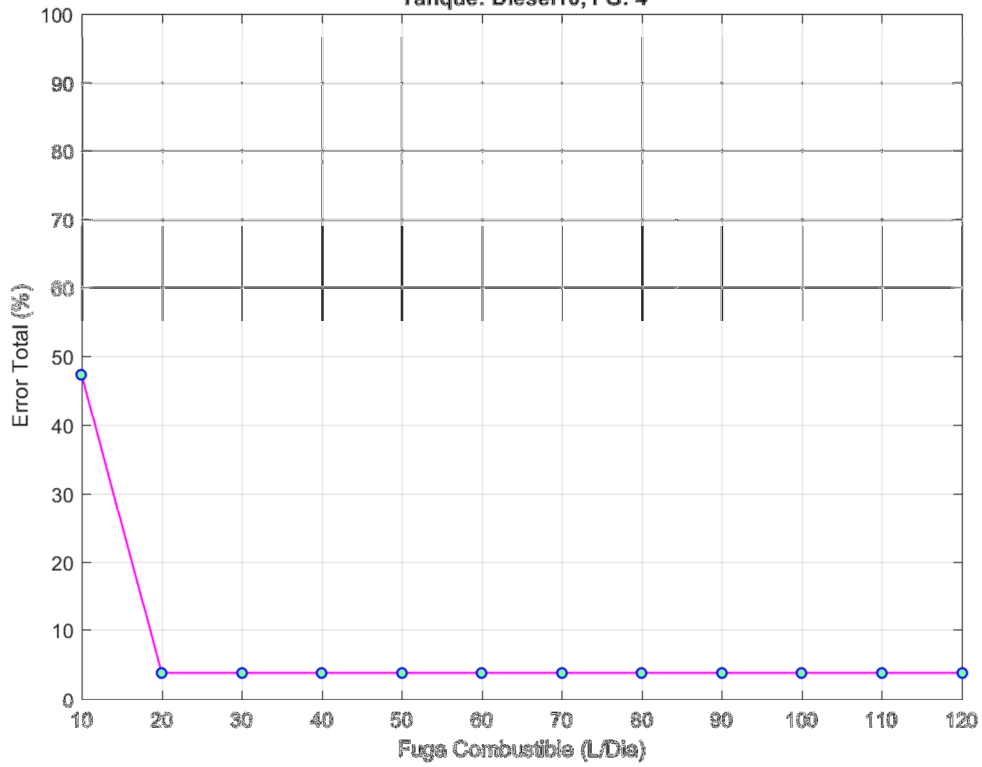
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 4



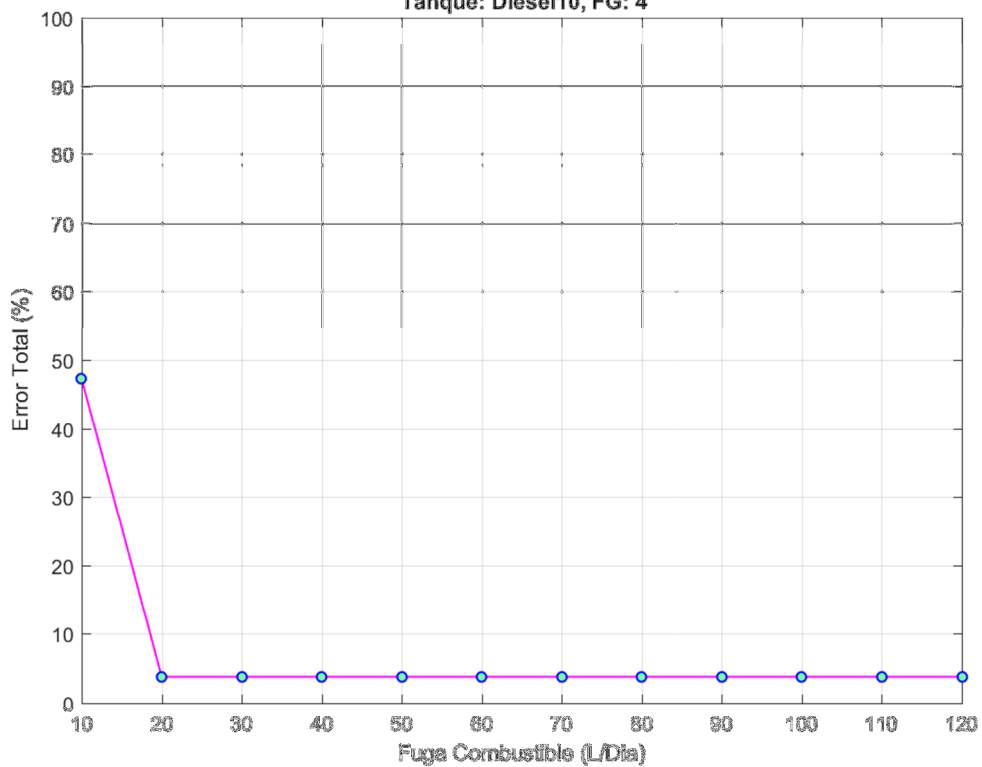
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Diesel10, FG: 4



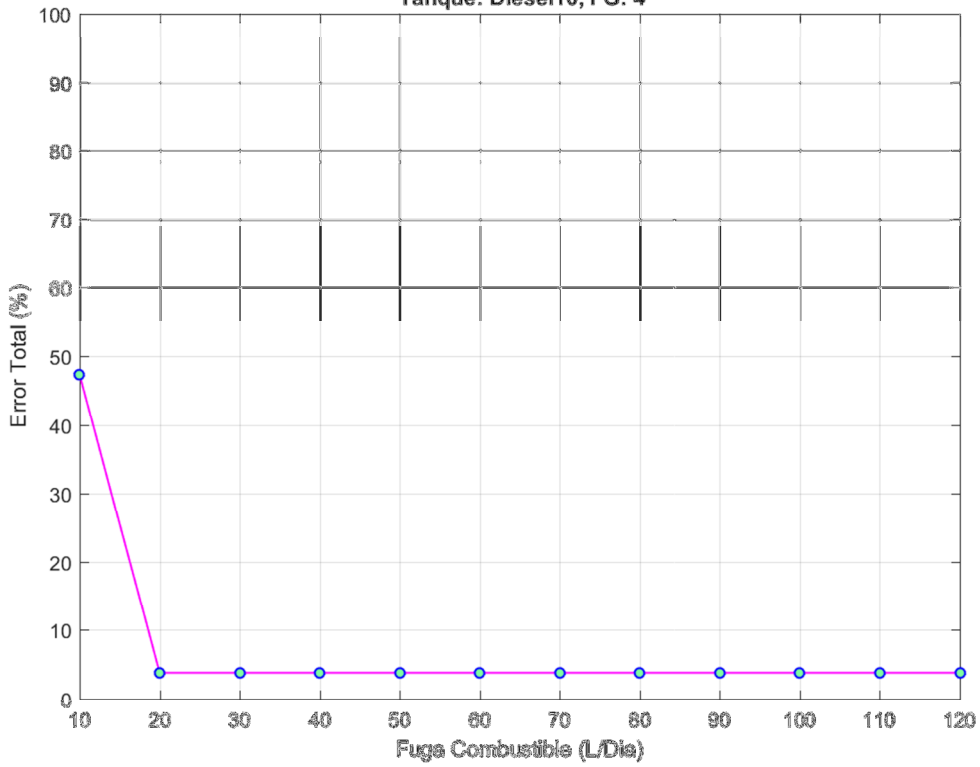
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Diesel10, FG: 4



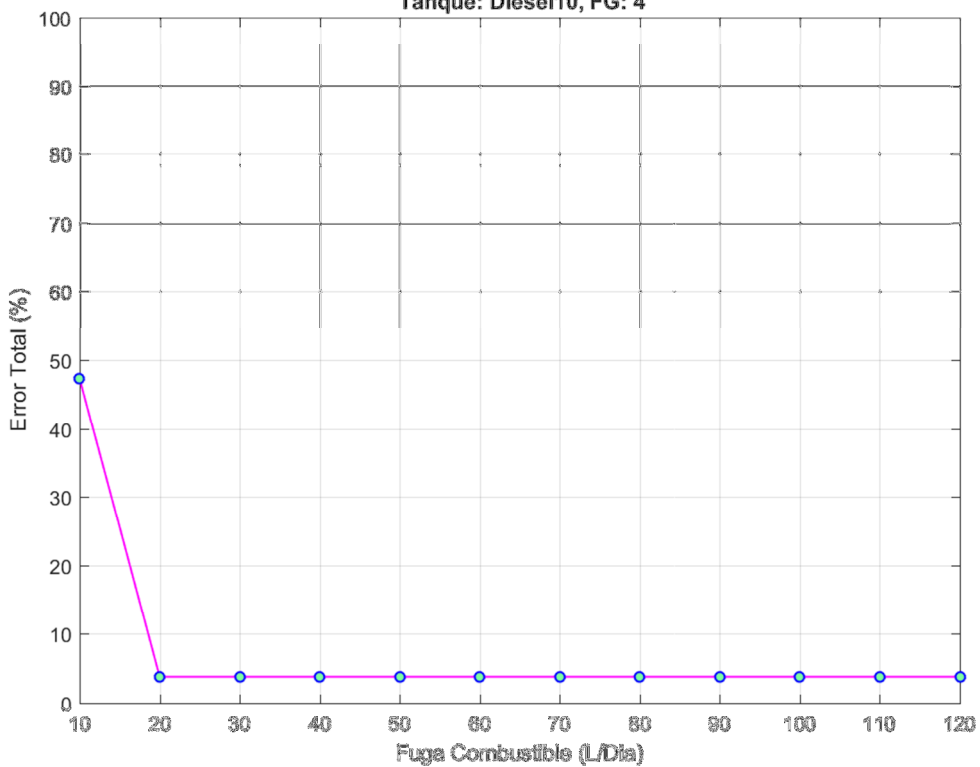
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 4



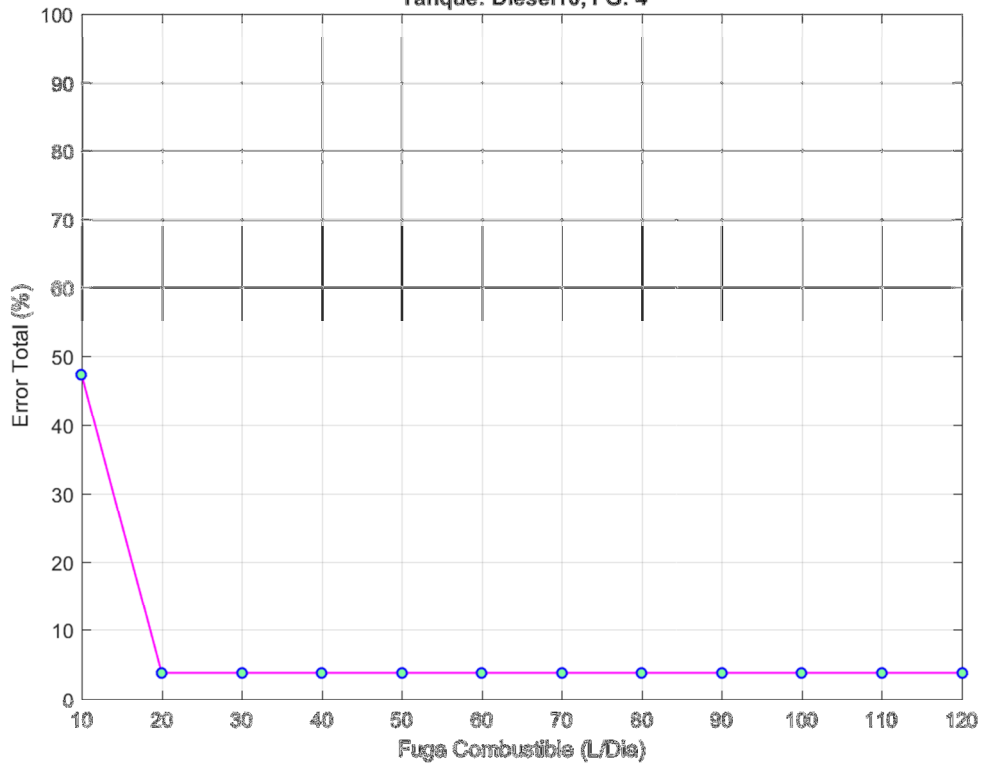
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Diesel10, FG: 4



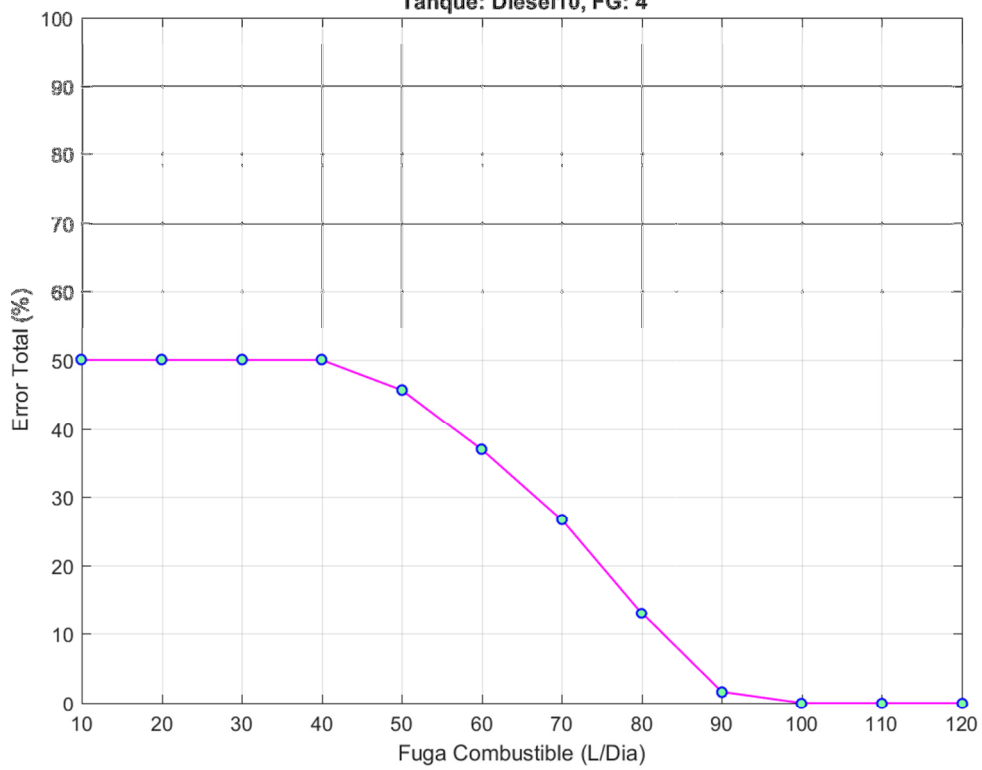
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 4



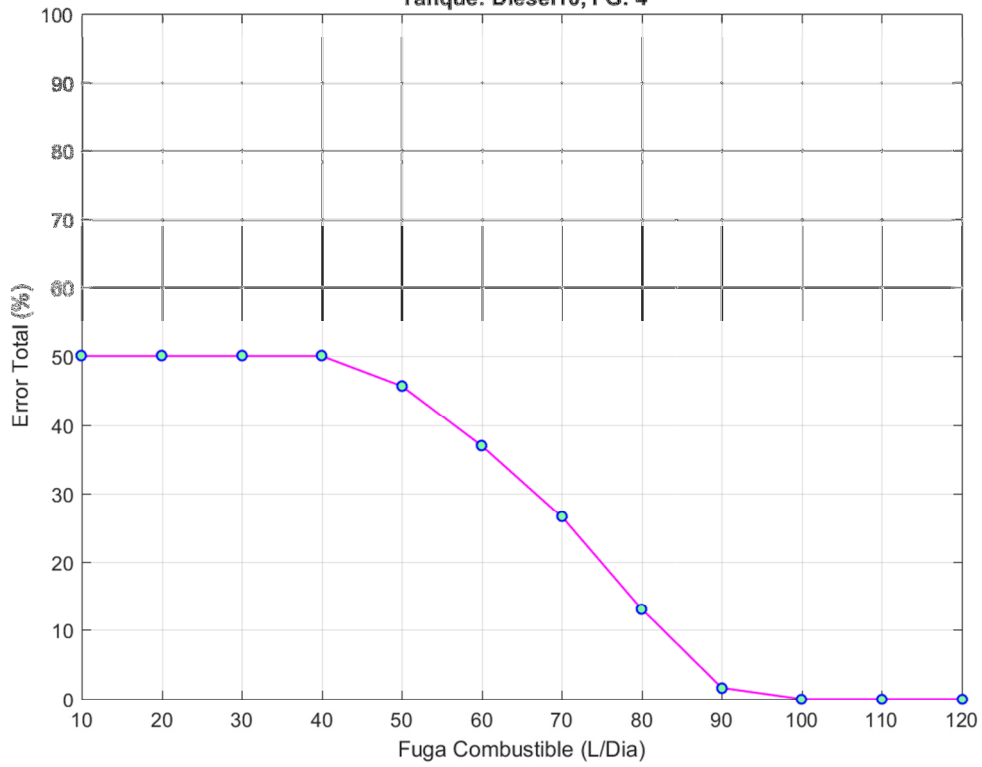
Metodo: kmeans\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 4



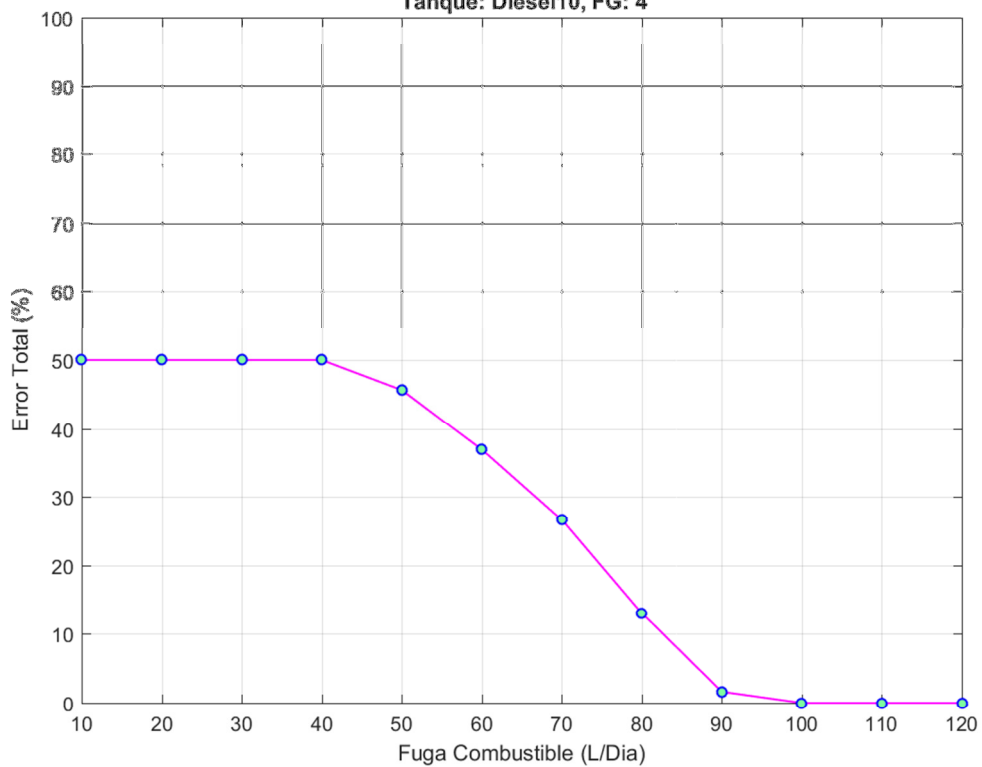
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 4



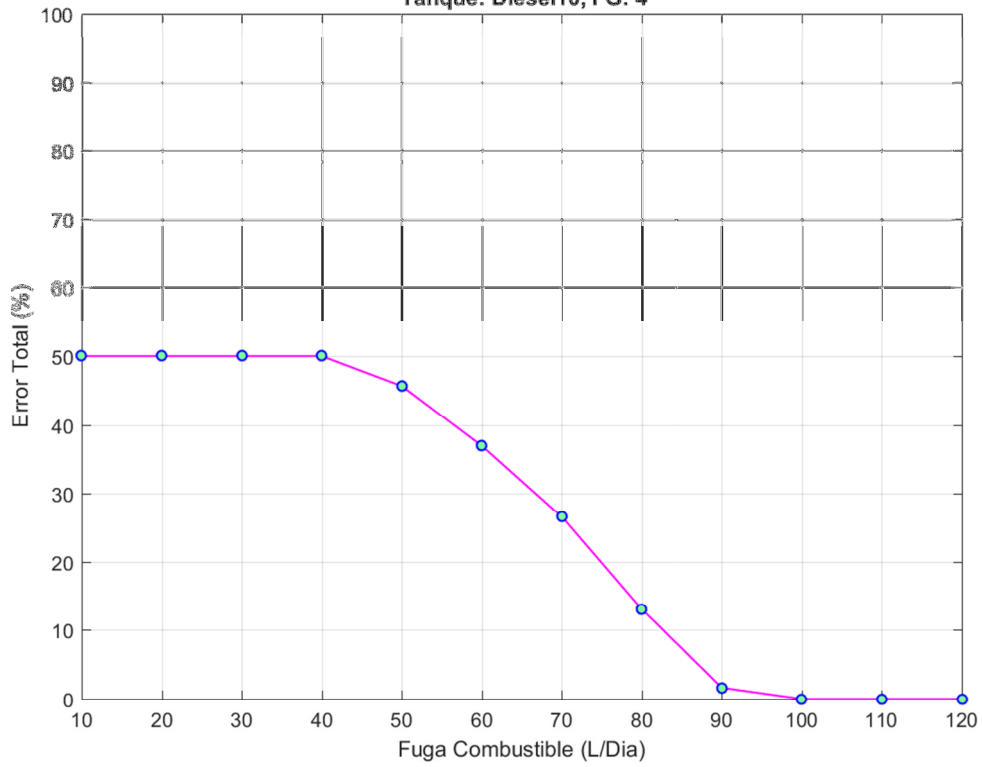
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 03

Tanque: Diesel10, FG: 4



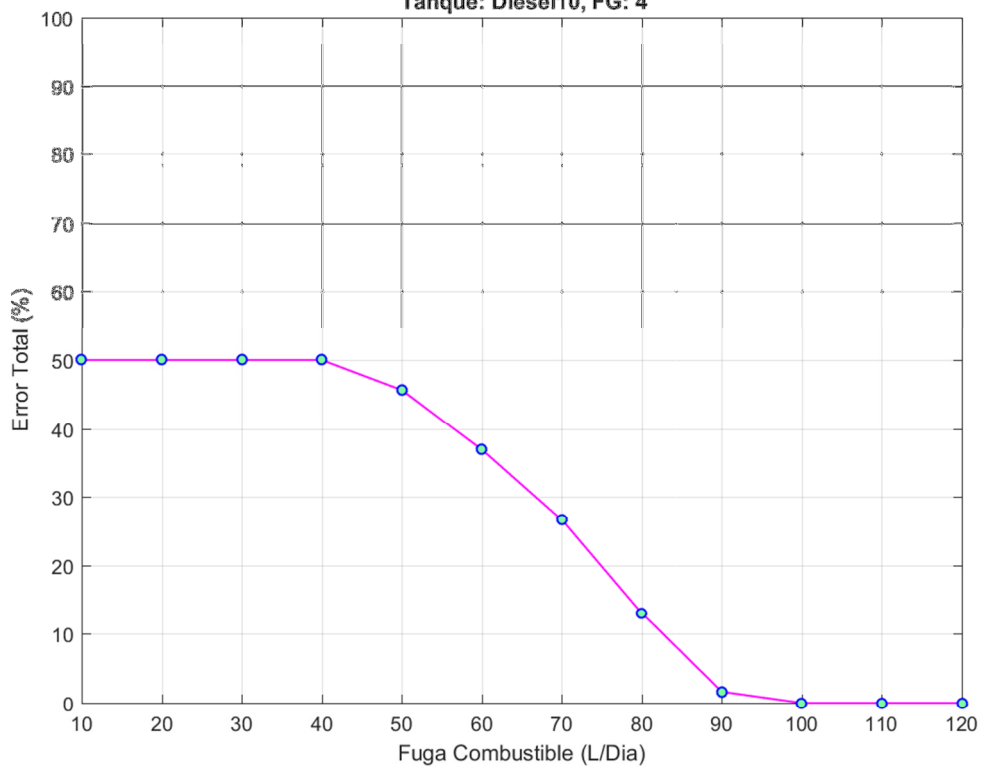
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 4



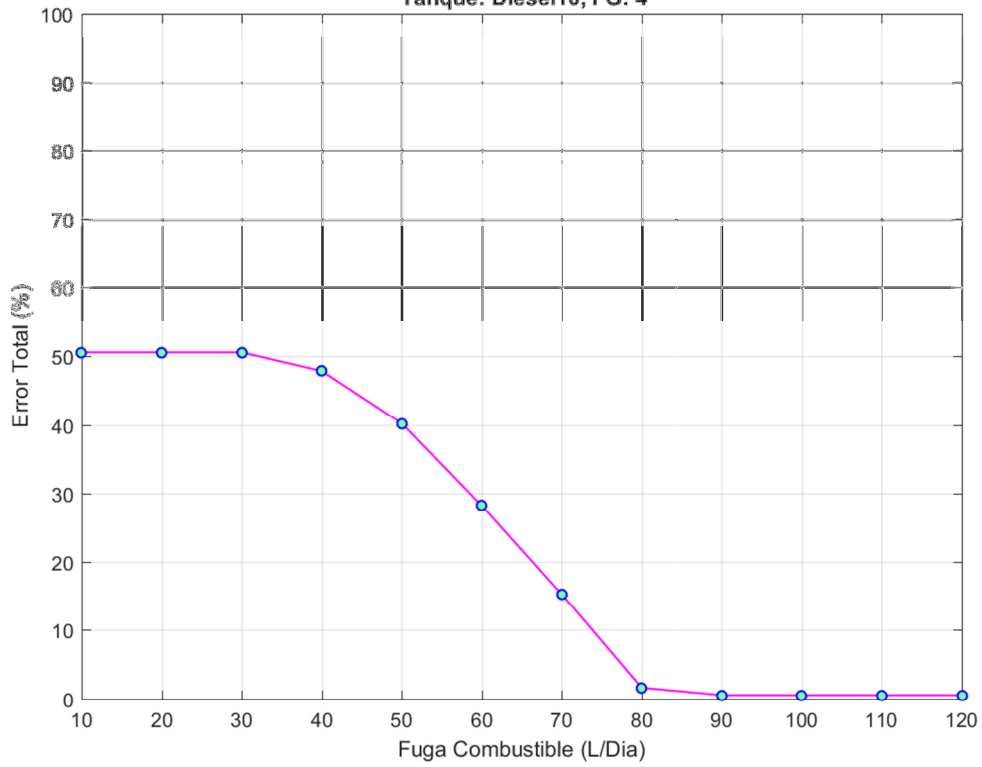
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Diesel10, FG: 4



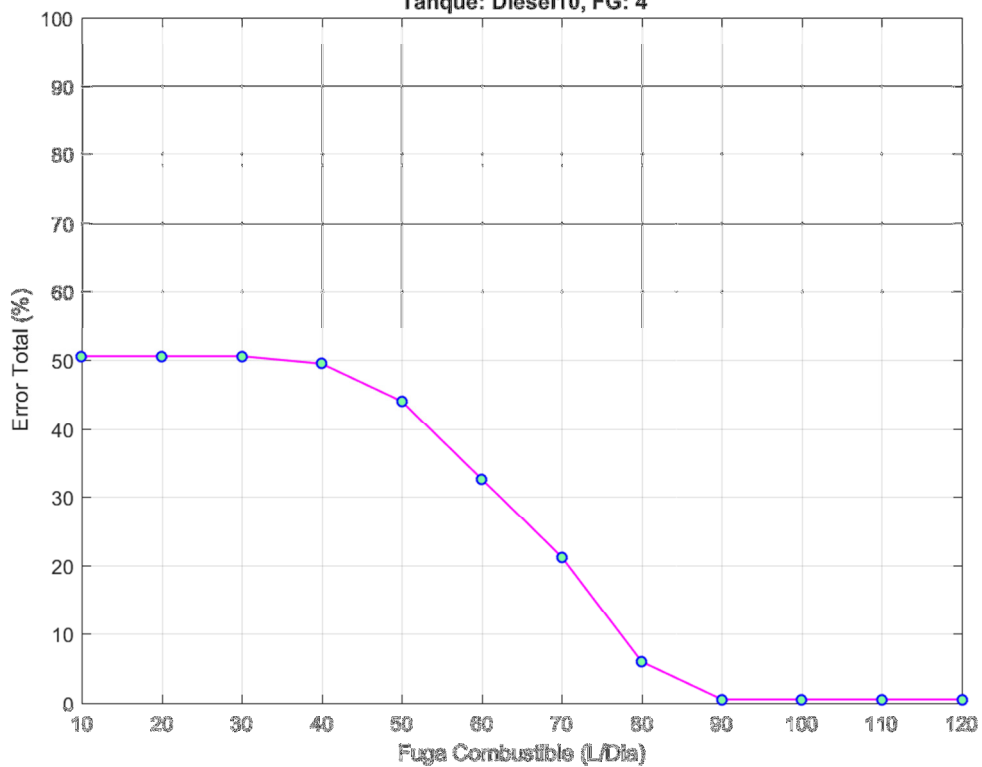
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 4



Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

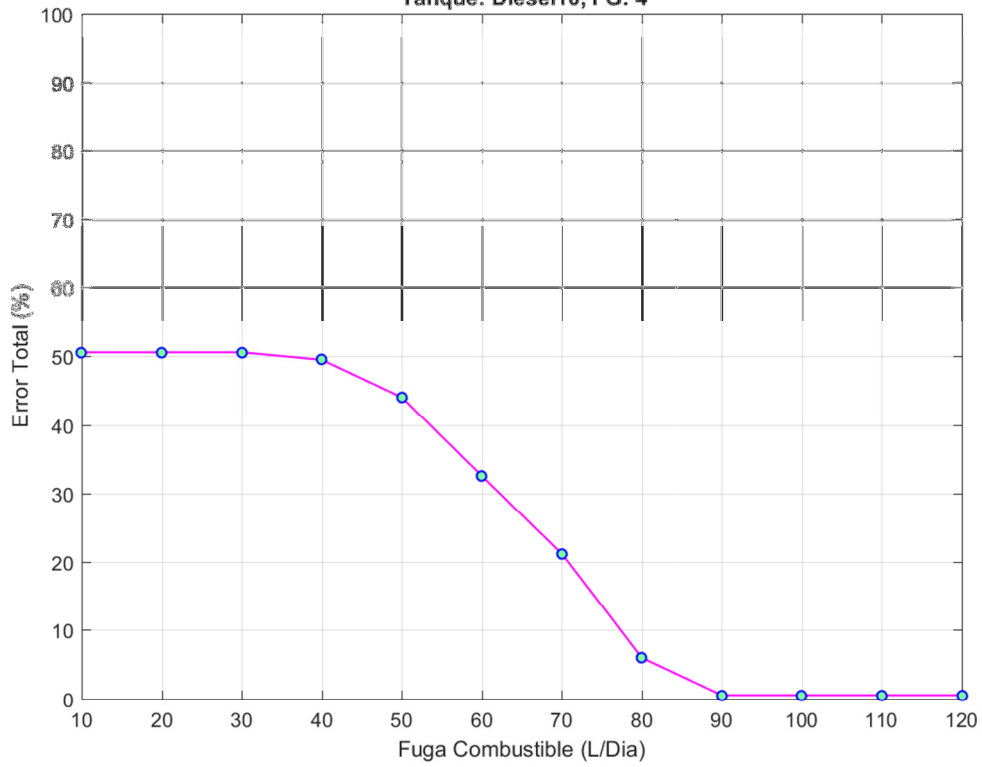
Tanque: Diesel10, FG: 4





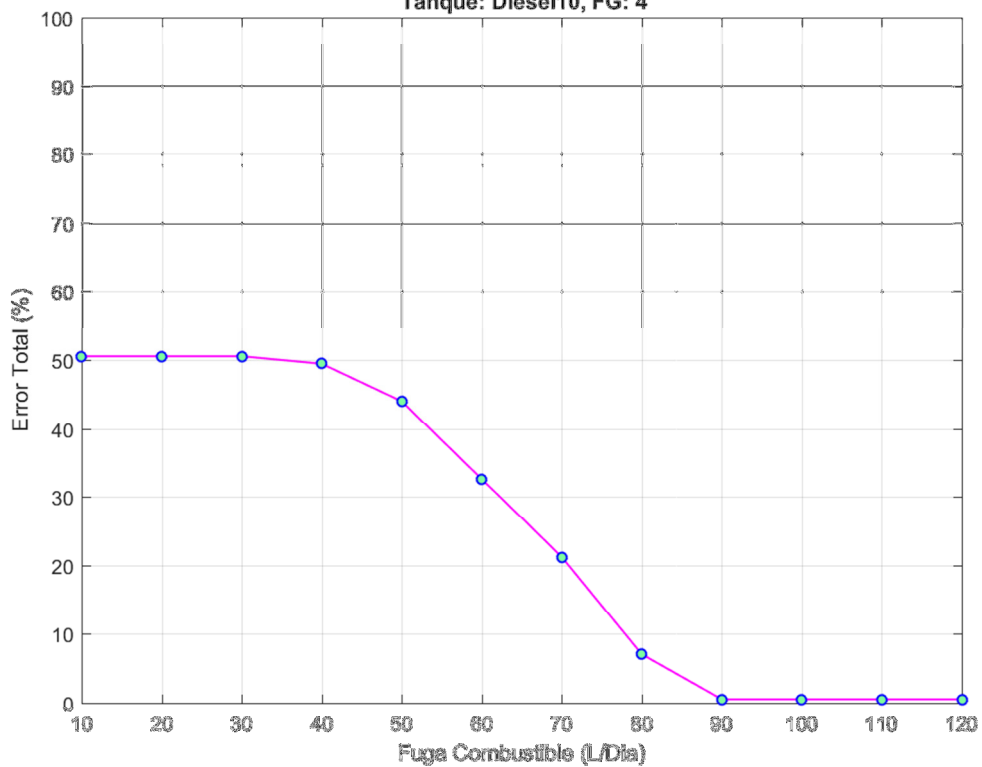
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 03

Tanque: Diesel10, FG: 4



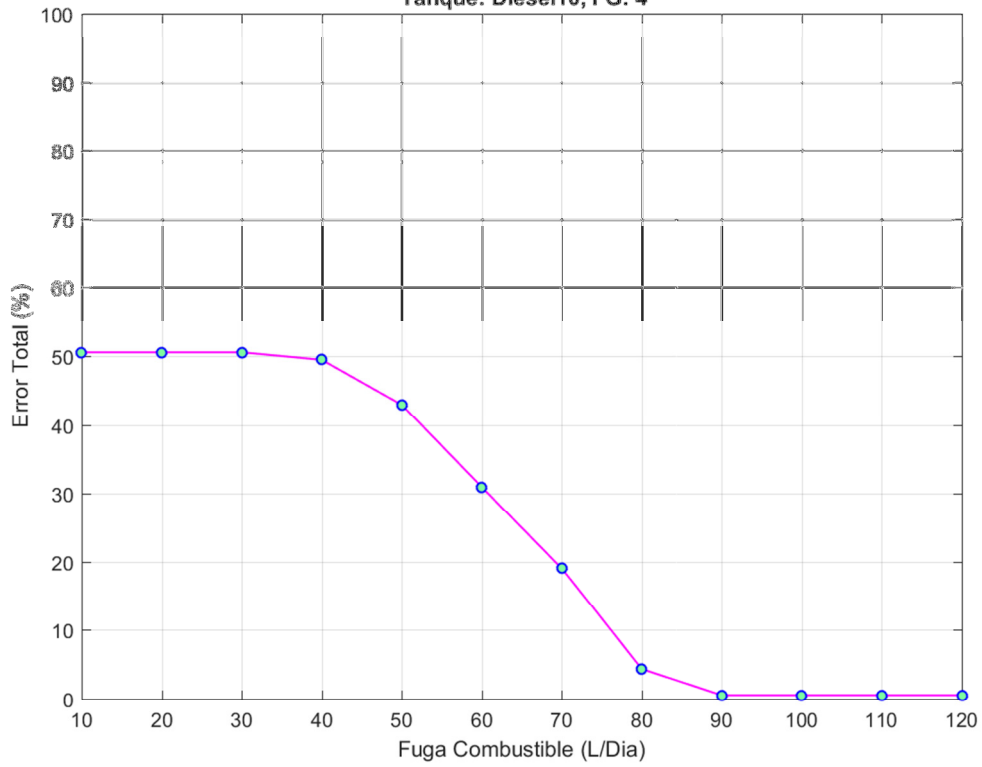
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 4



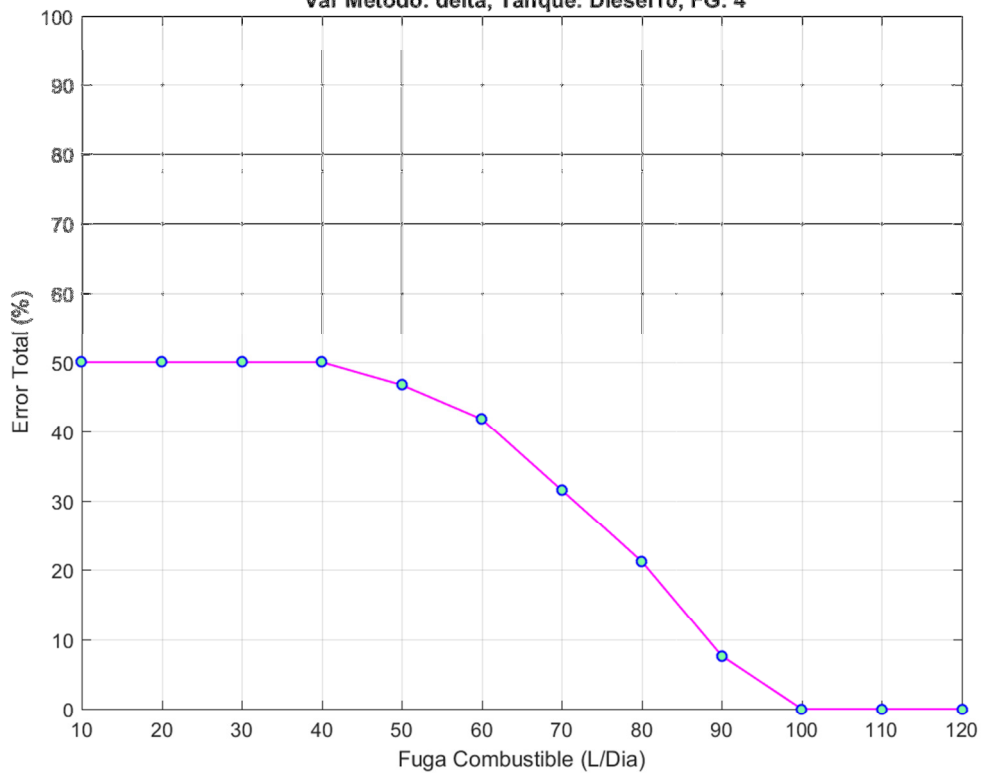
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

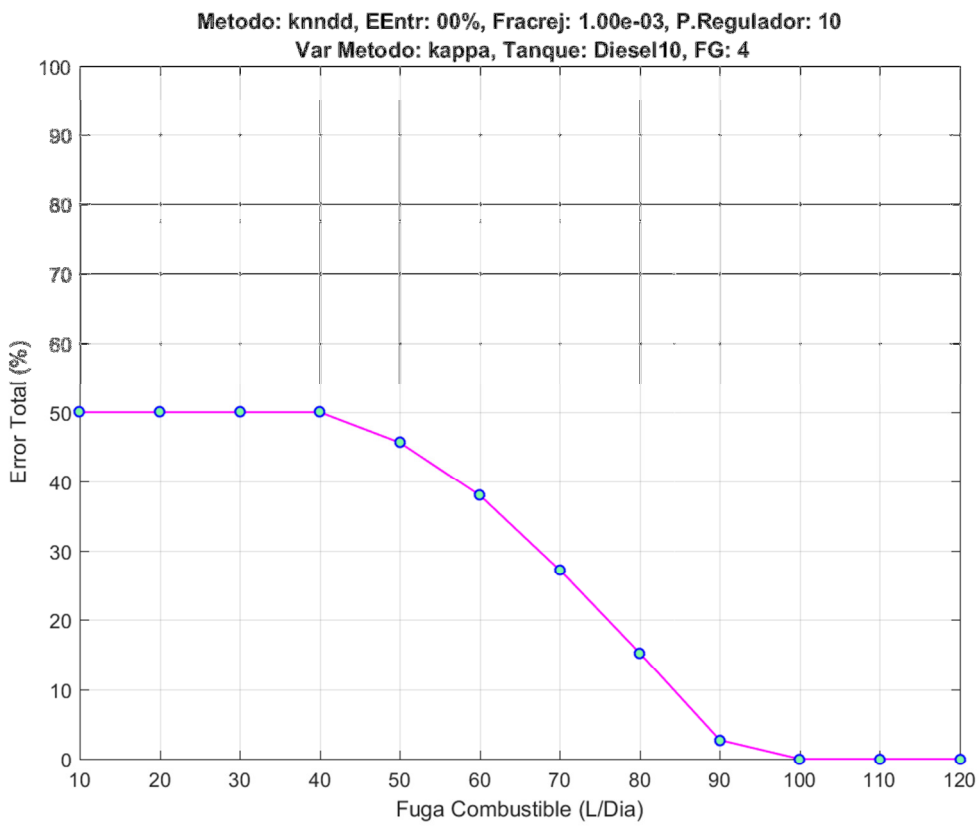
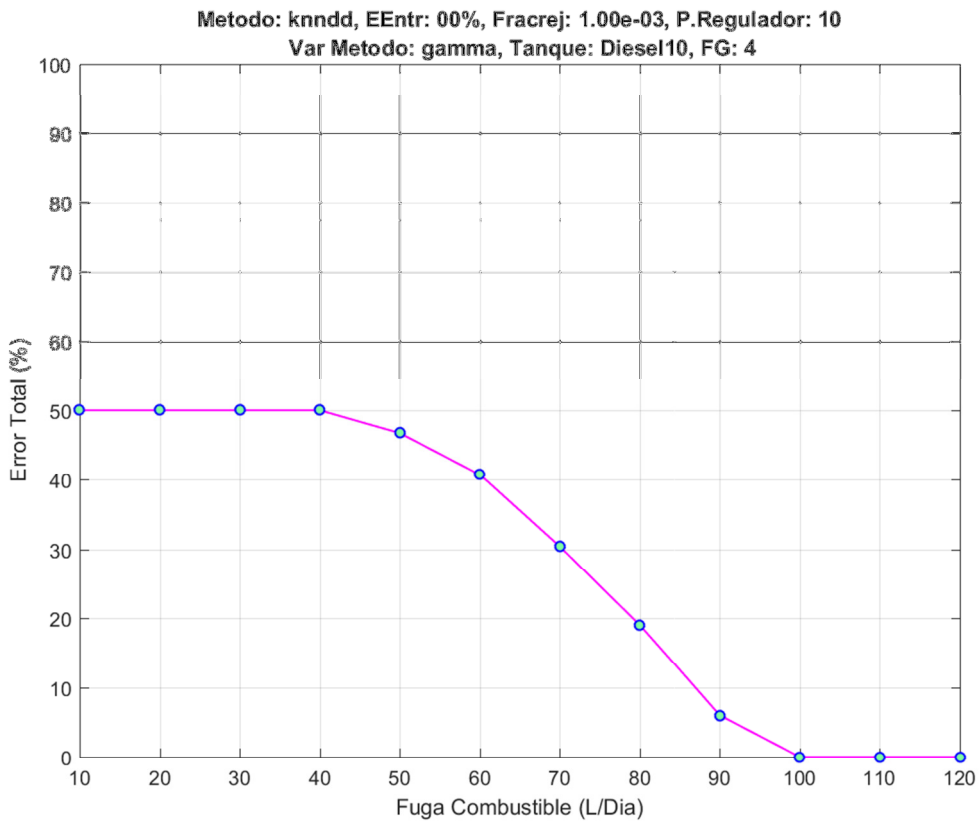
Tanque: Diesel10, FG: 4



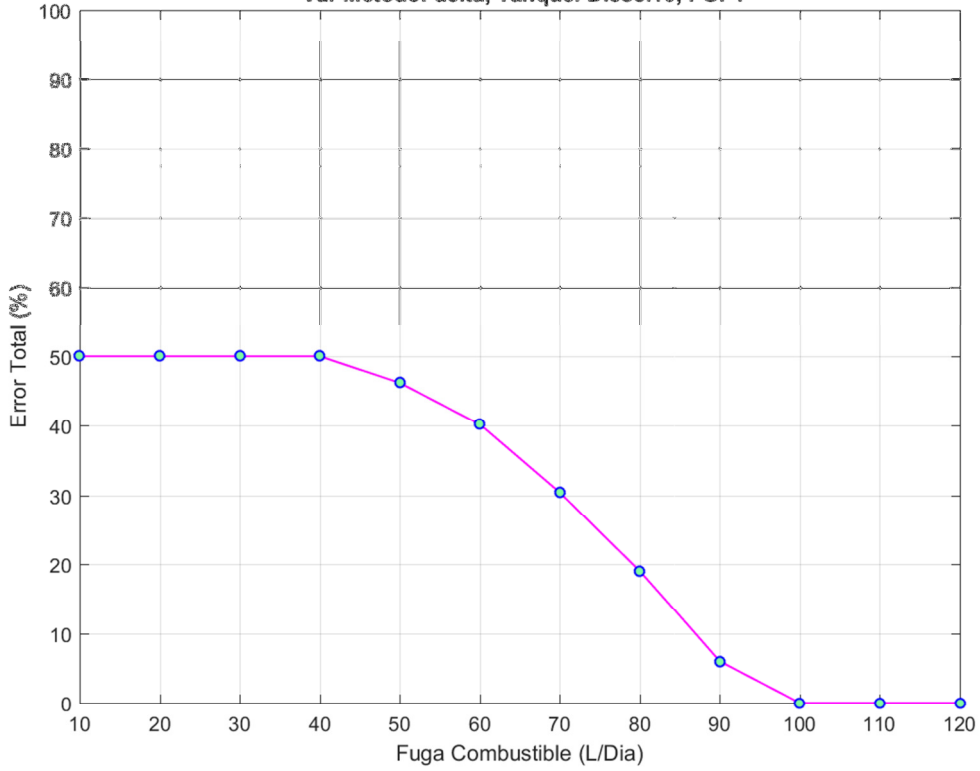
Metodo: knn<sub>dd</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10

Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4

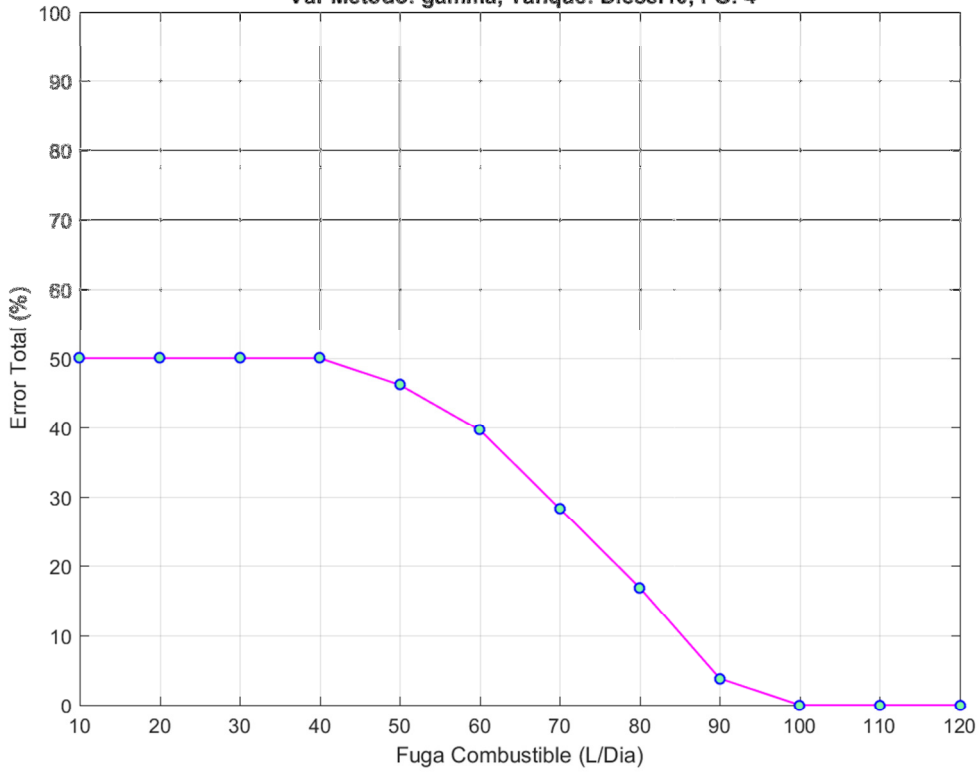




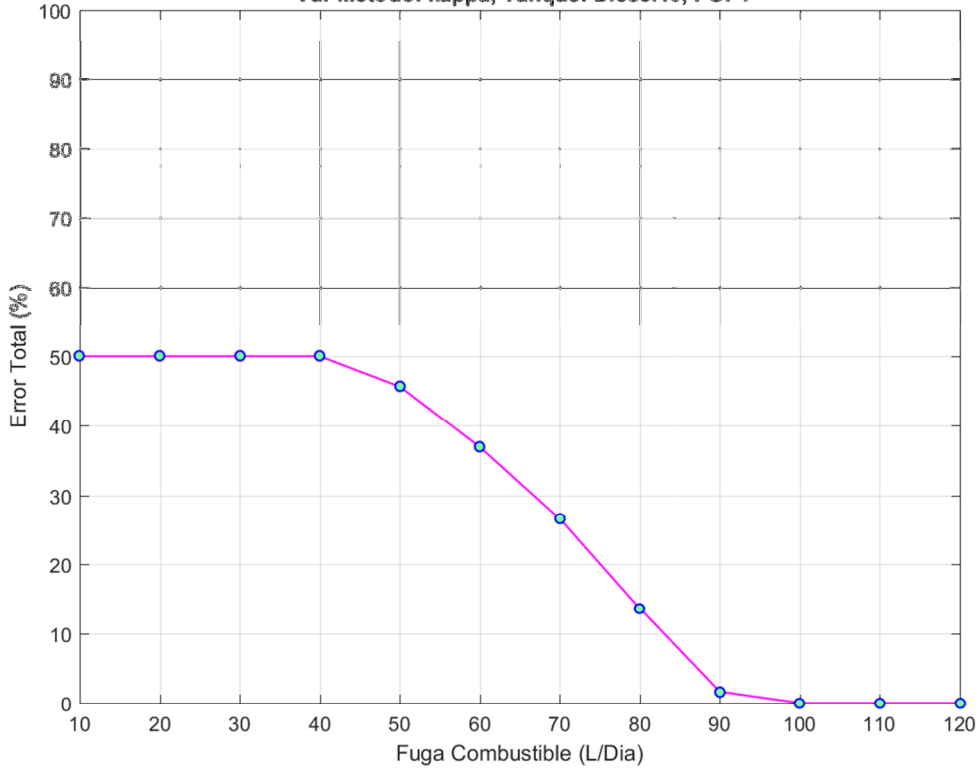
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



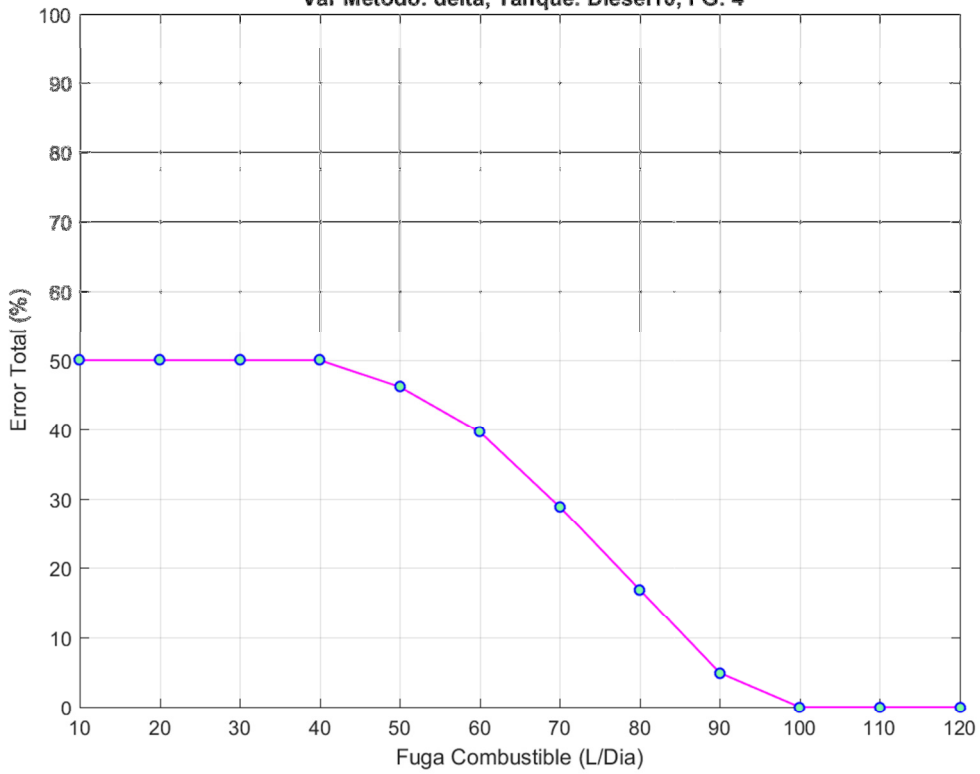
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



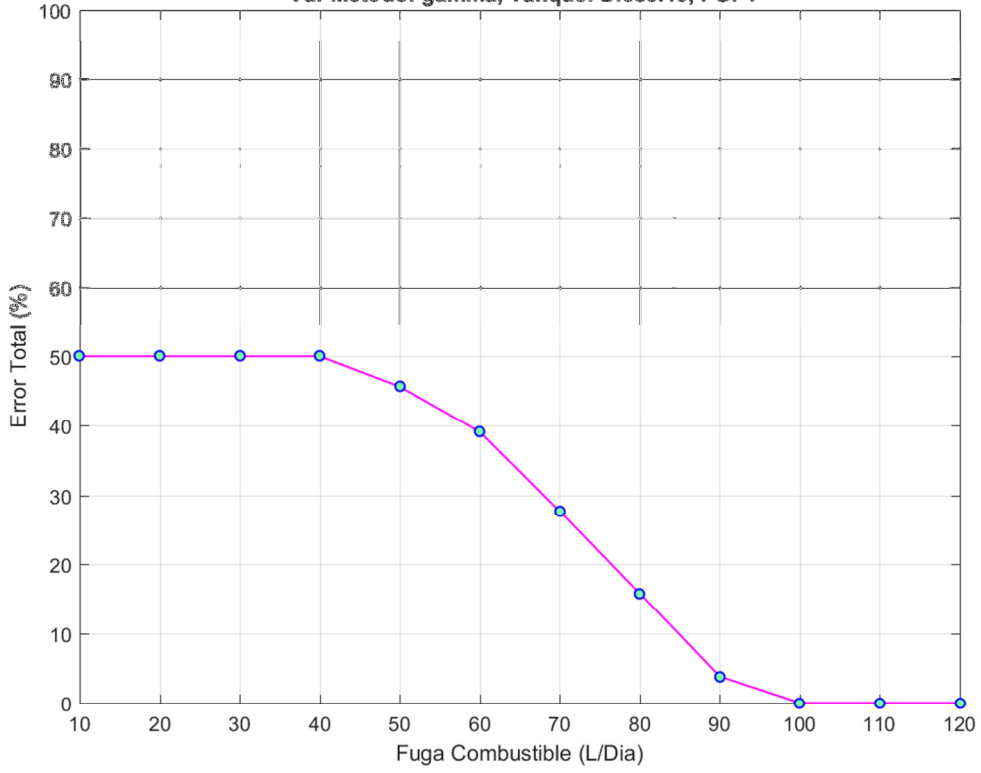
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4



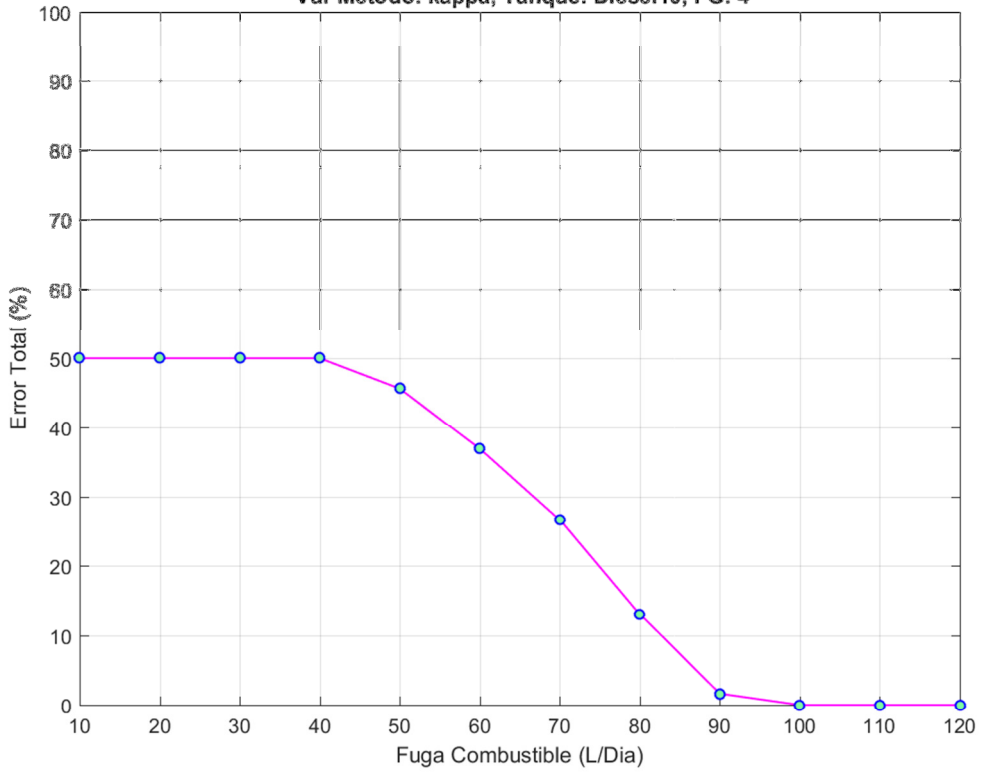
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



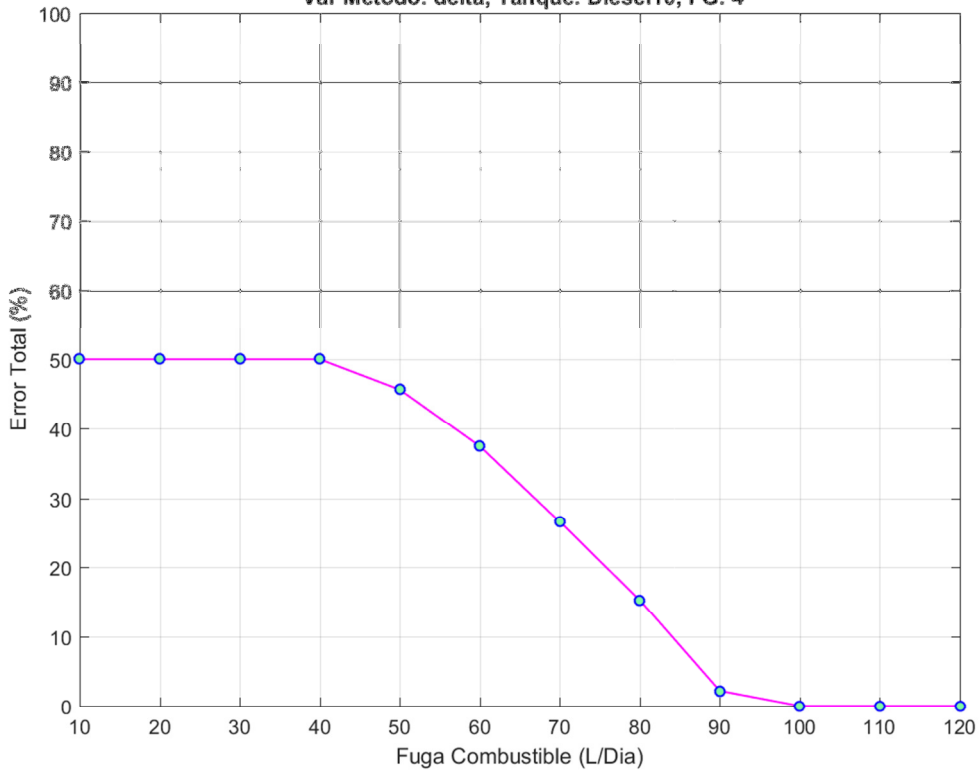
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



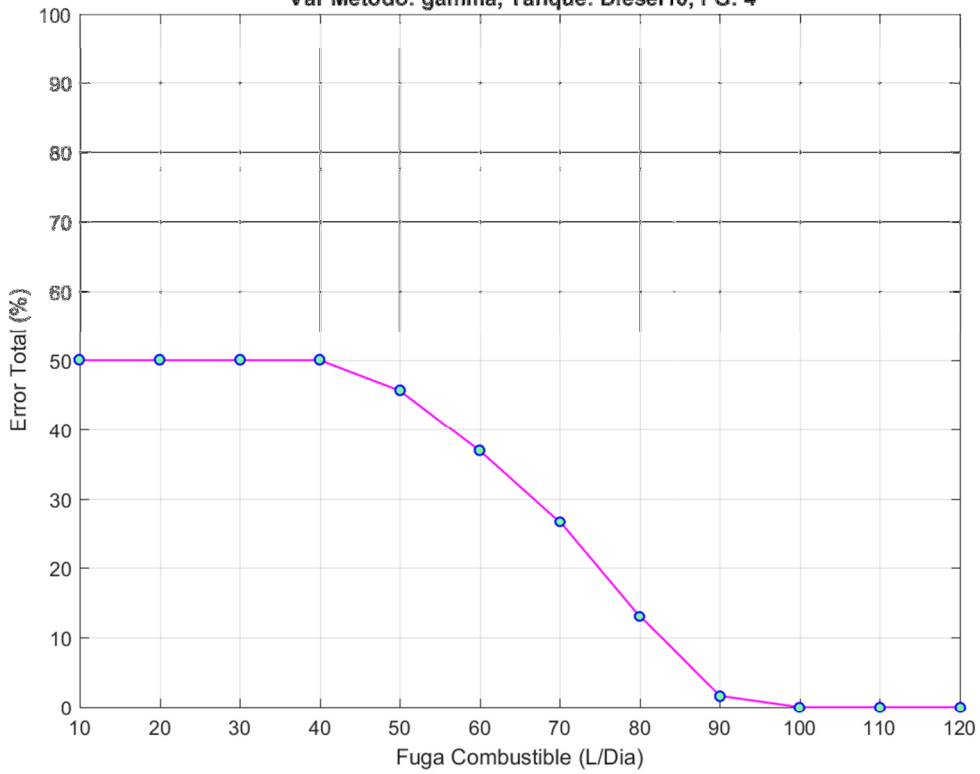
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4



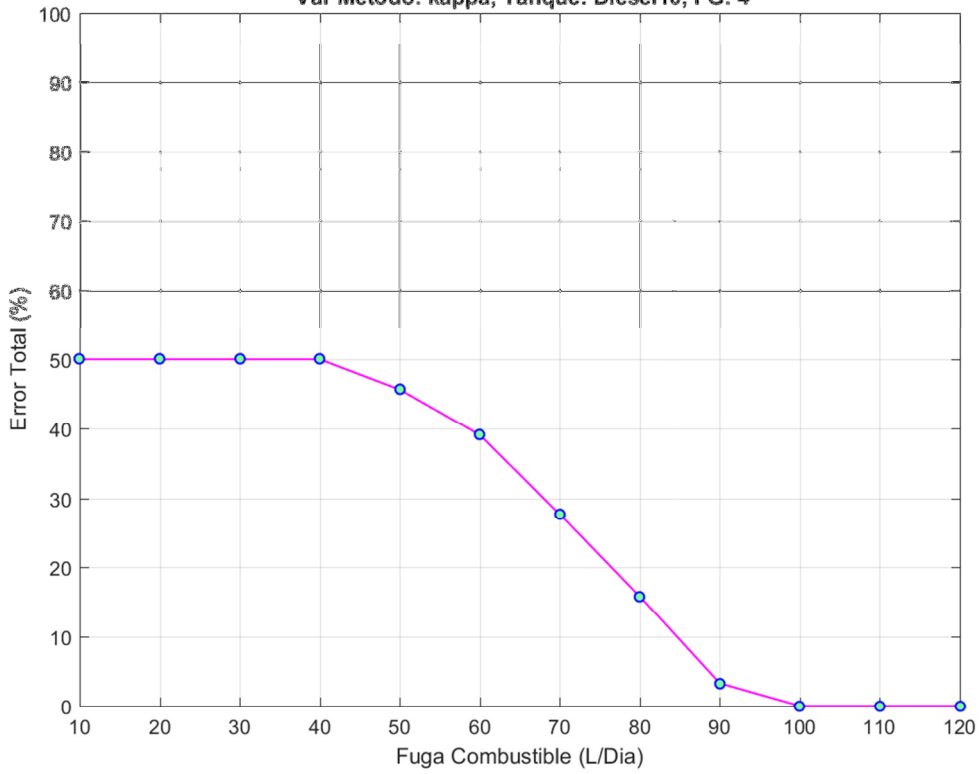
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



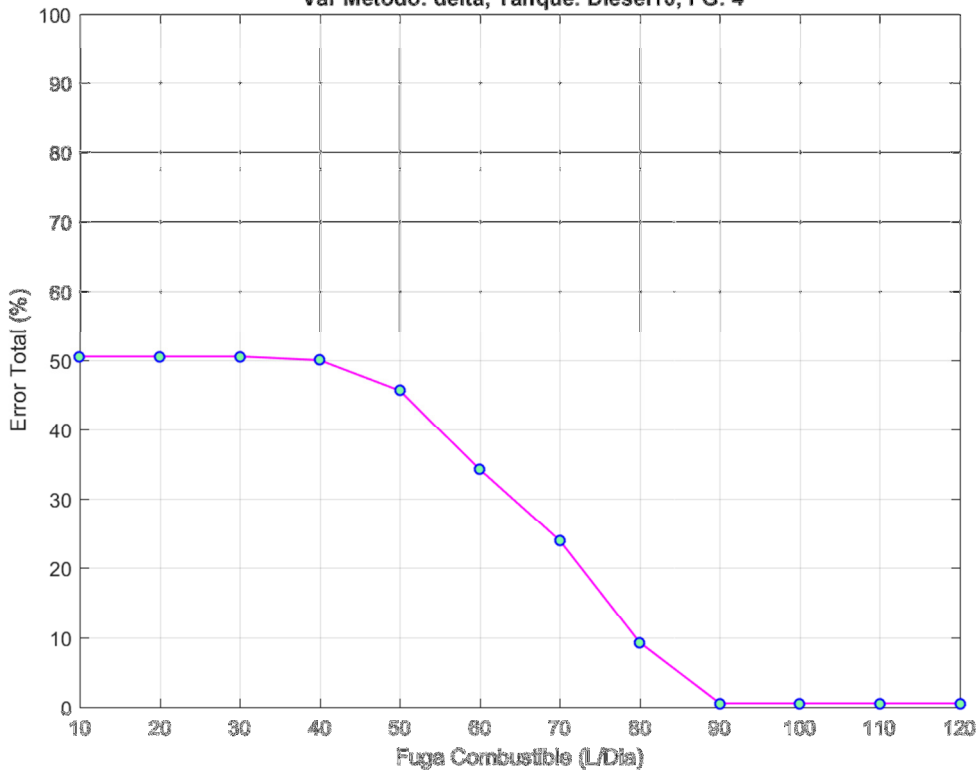
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4

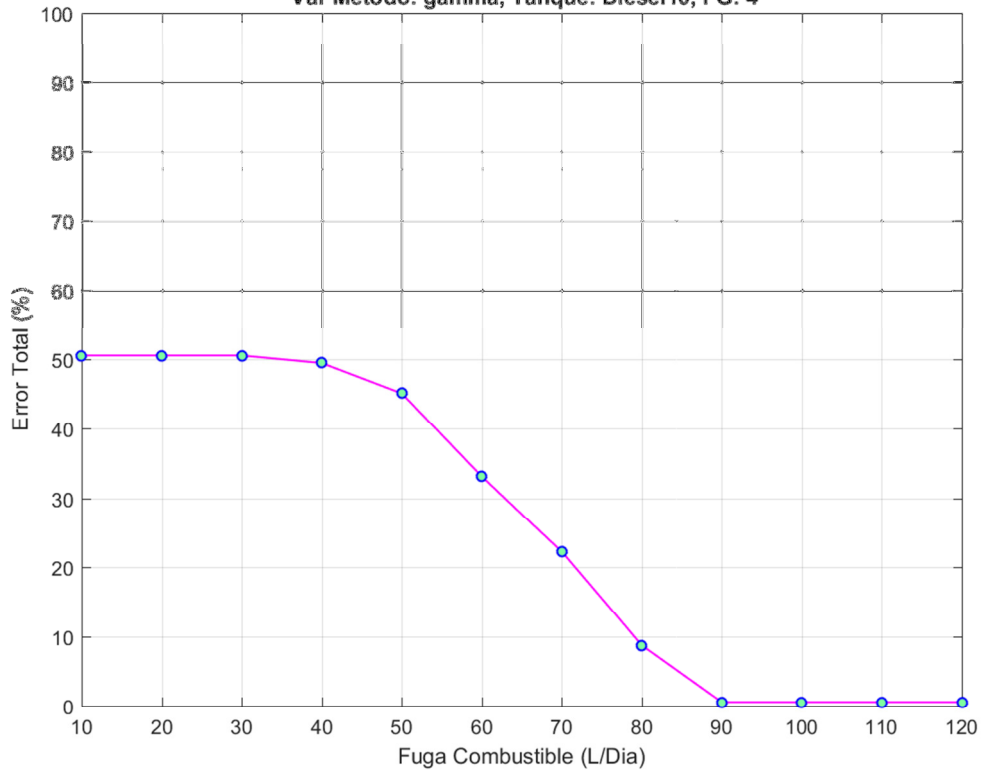


Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4

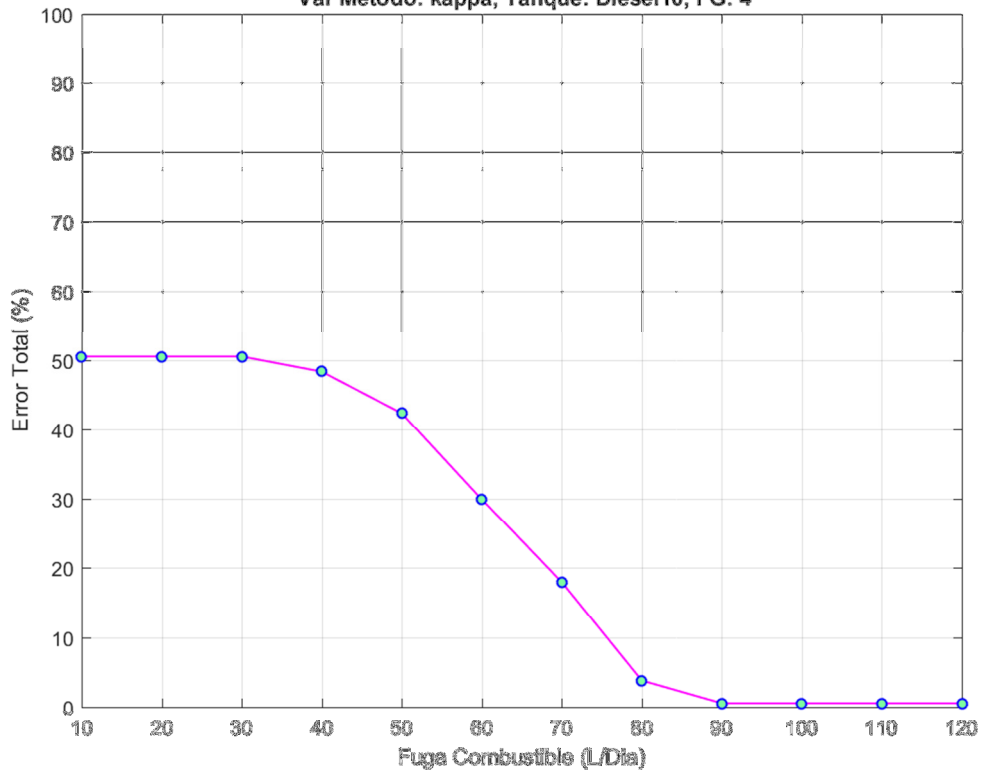




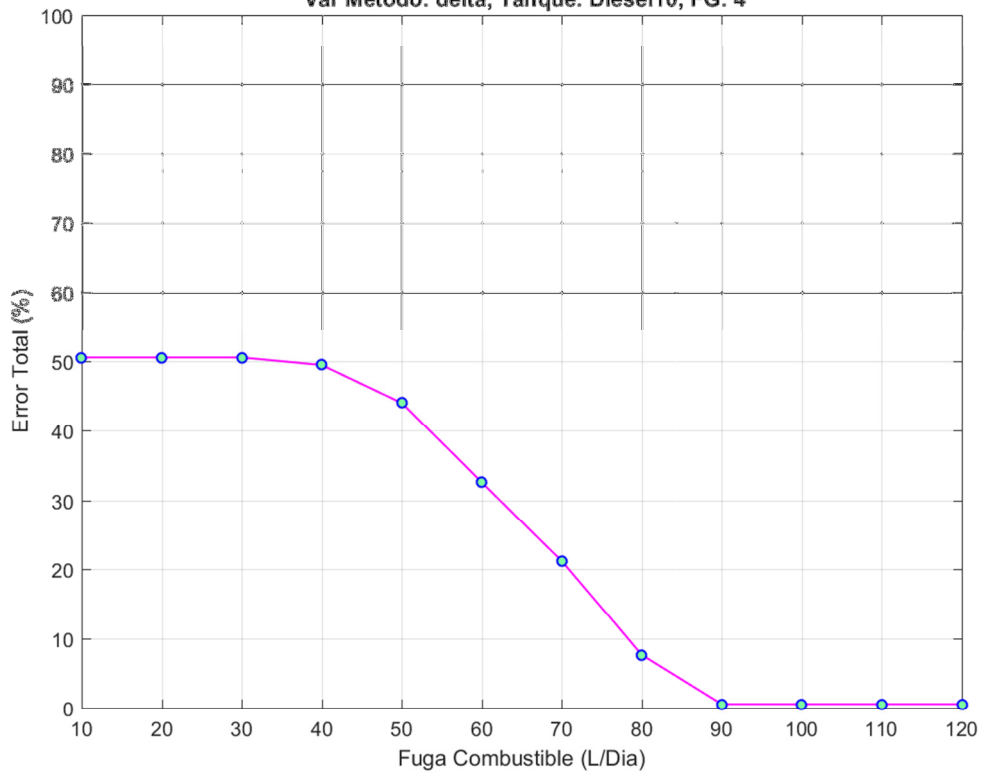
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



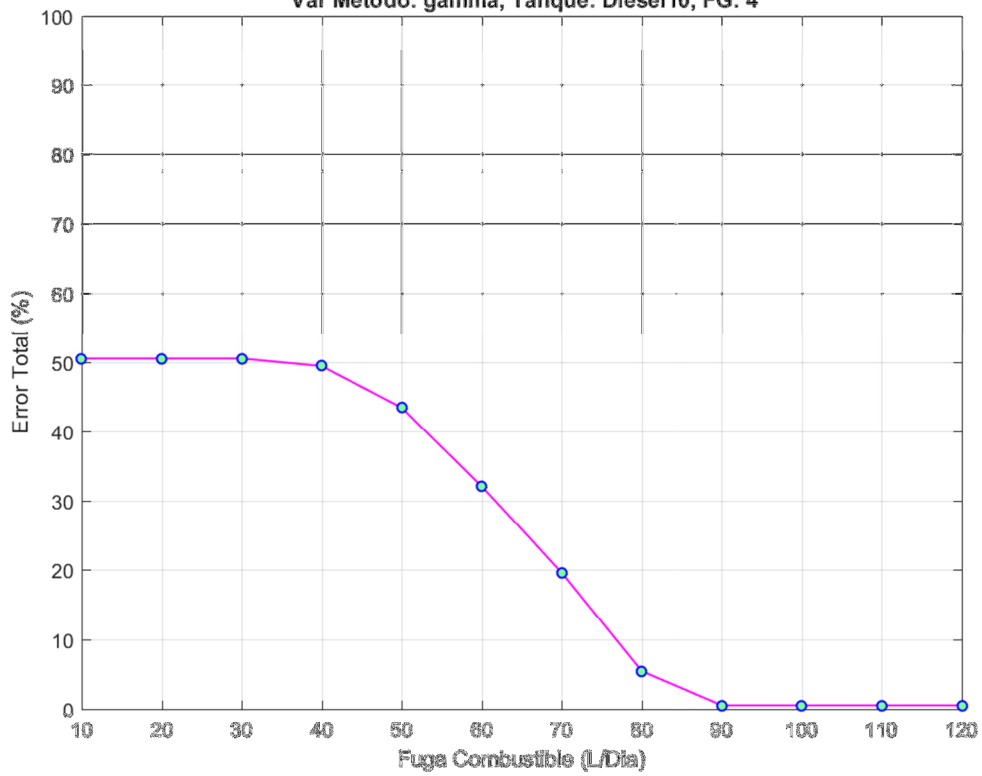
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4



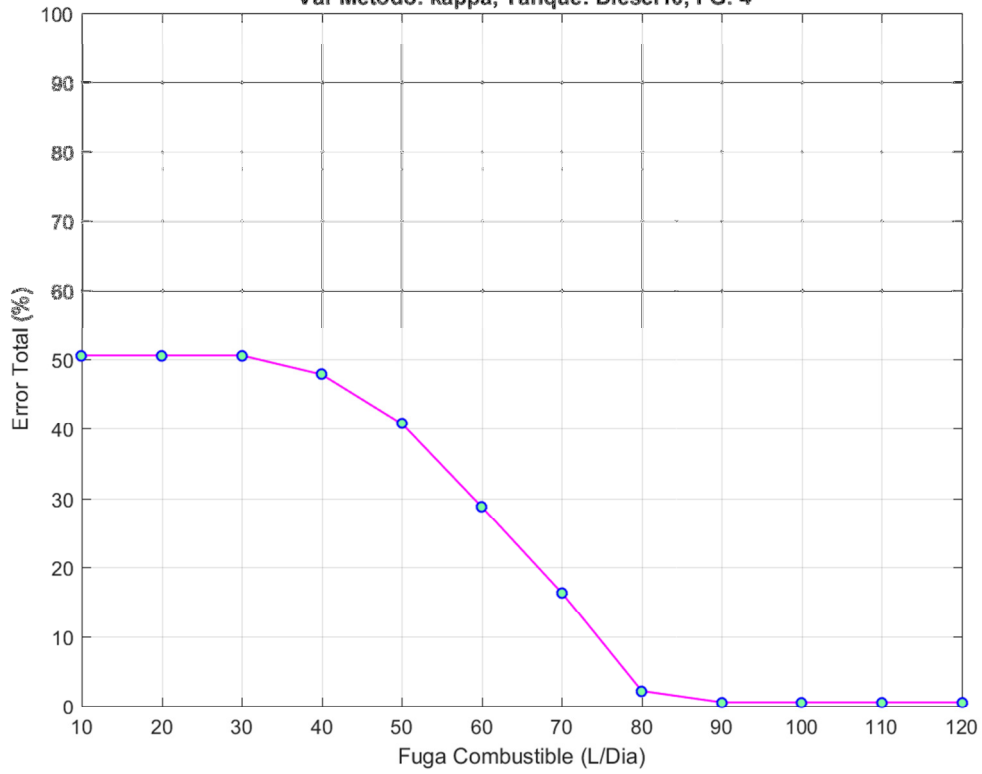
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



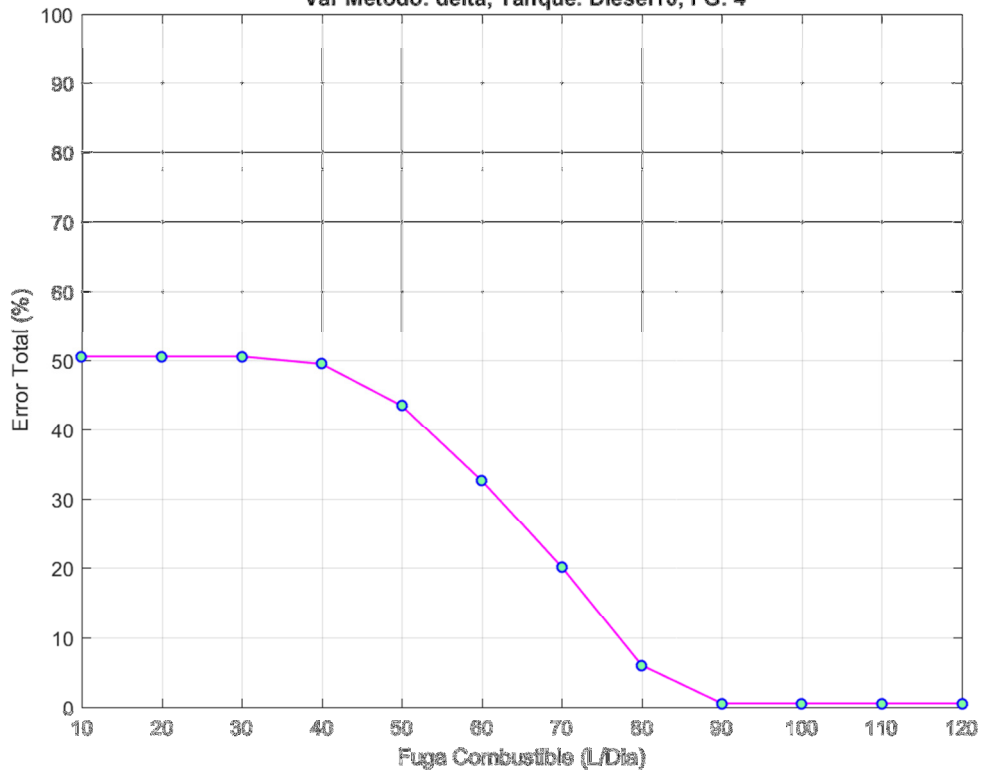
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



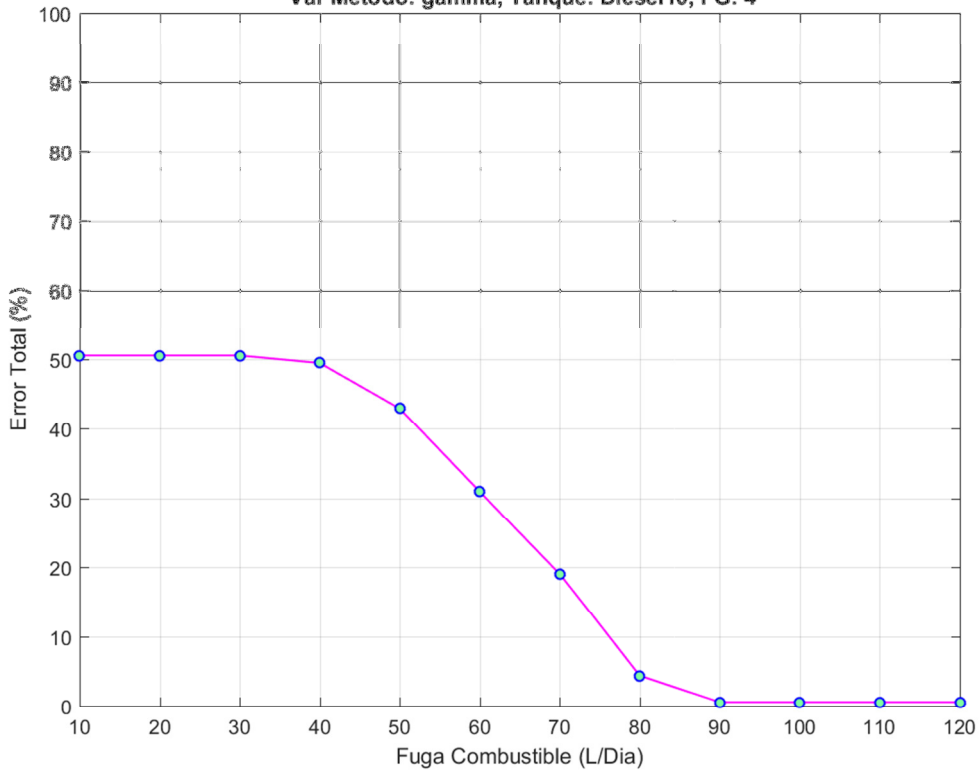
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4



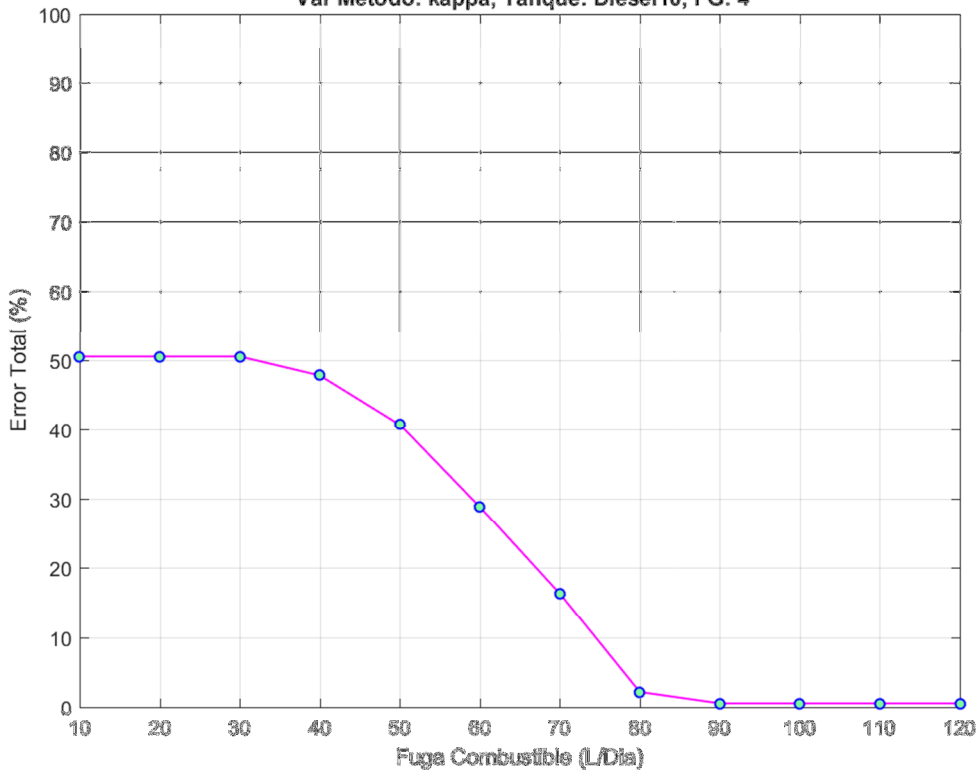
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



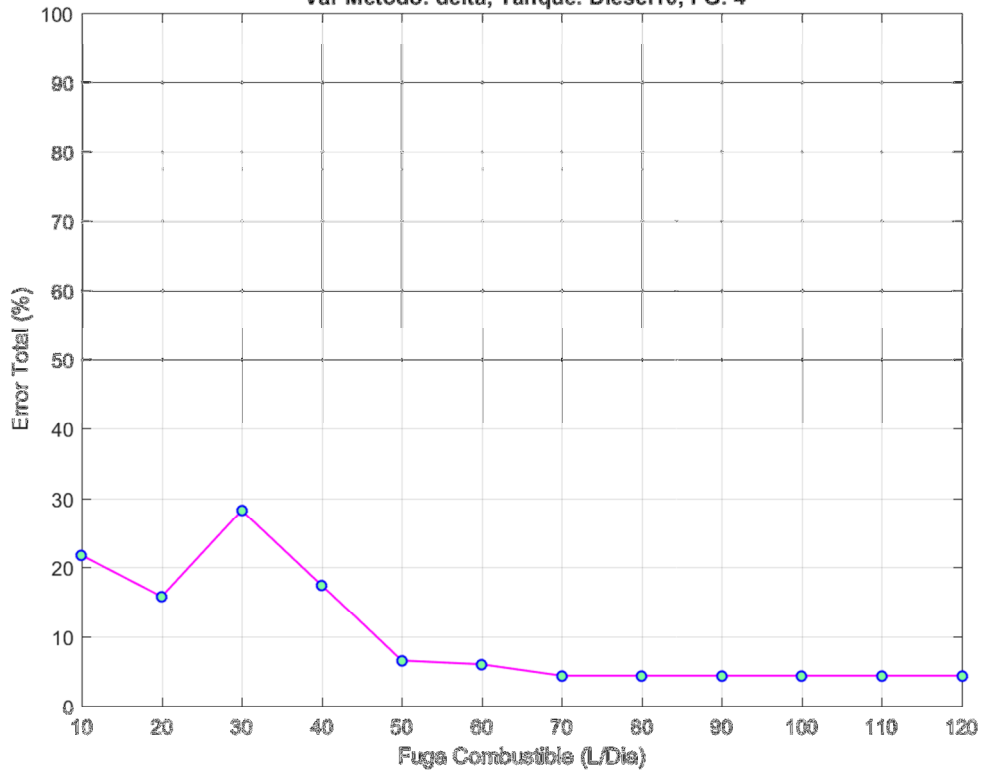
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



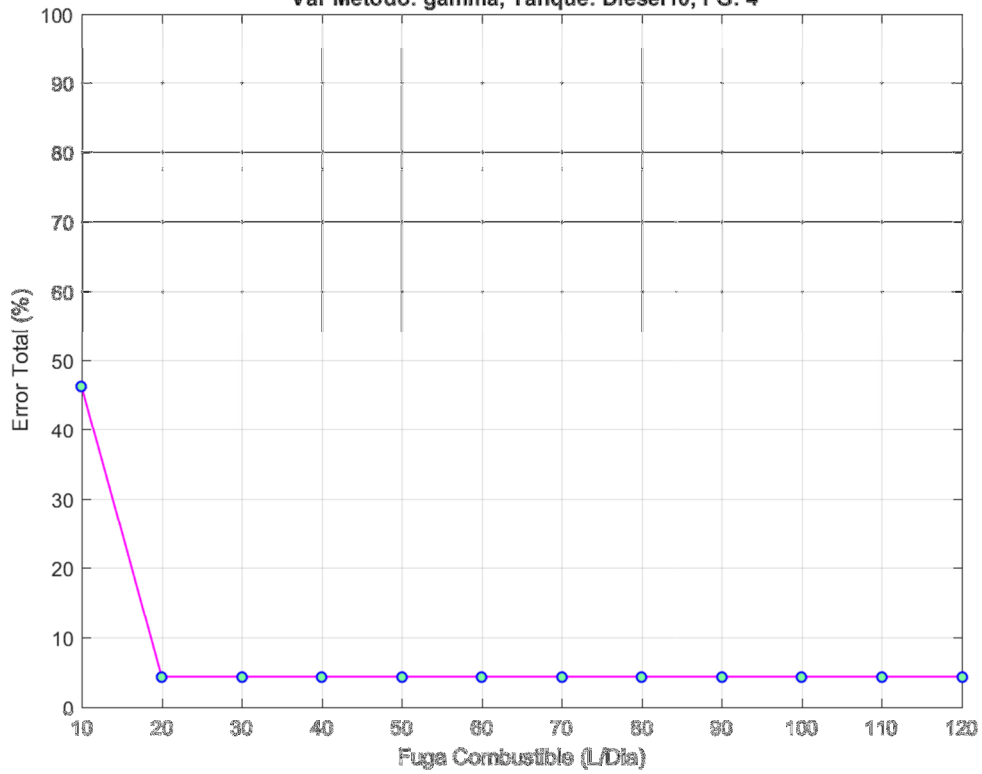
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4



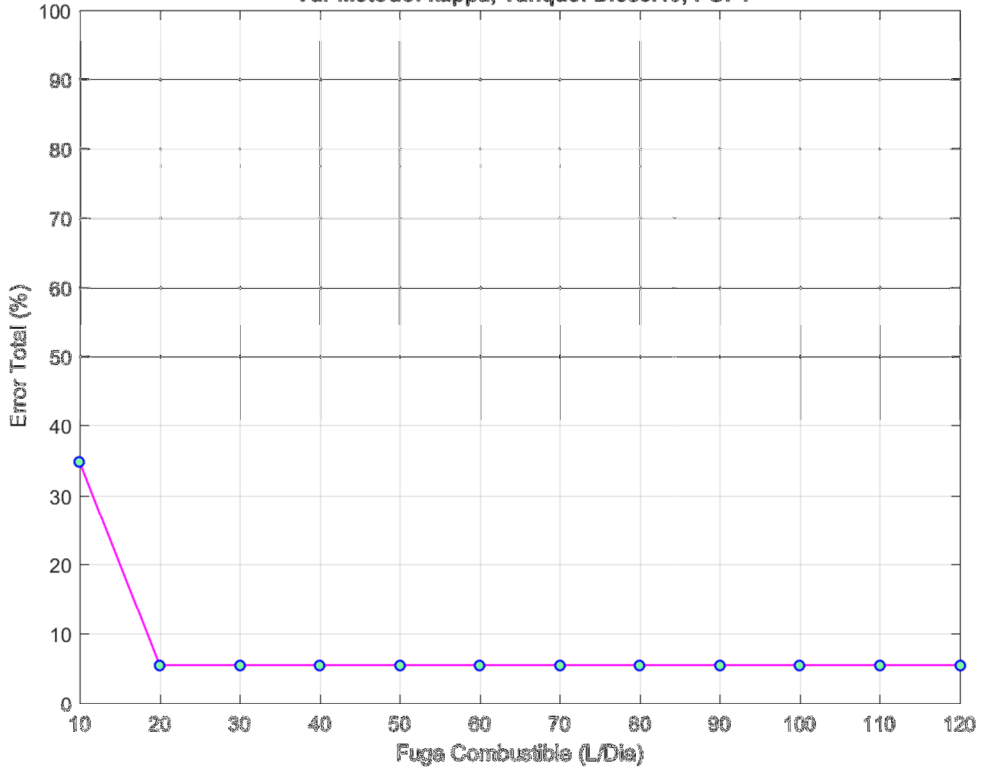
Metodo: knn, EEntr: 6.67e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



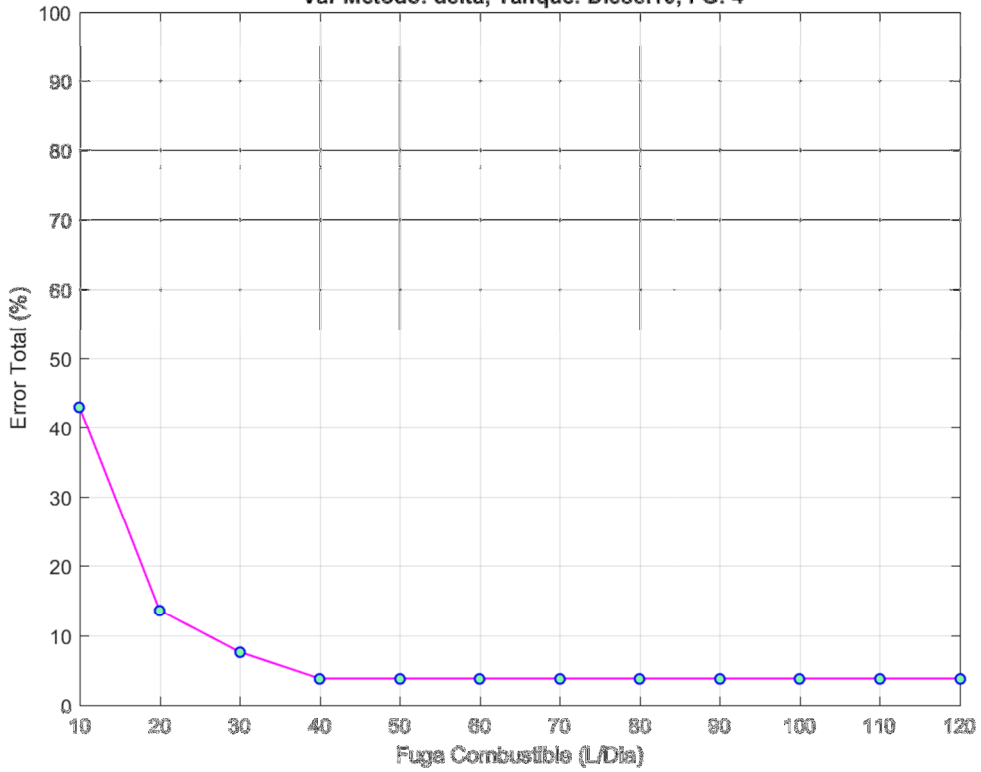
Metodo: knn, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 4



Metodo: knnndd, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 4

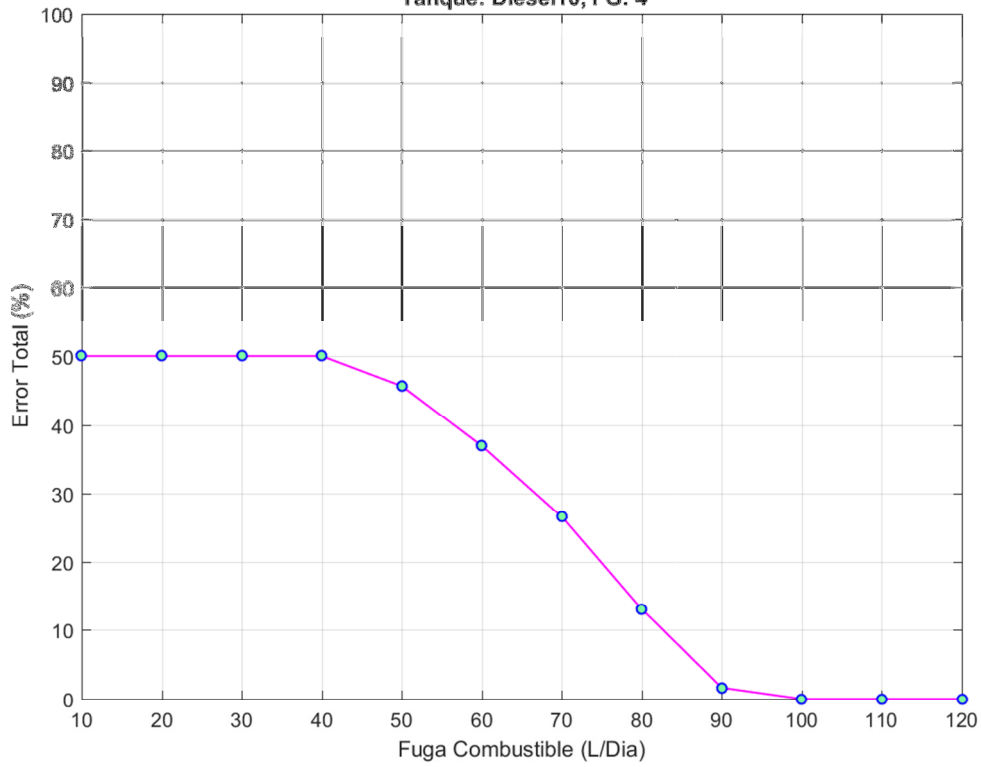


Metodo: knnndd, EEntr: 7.78e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 4



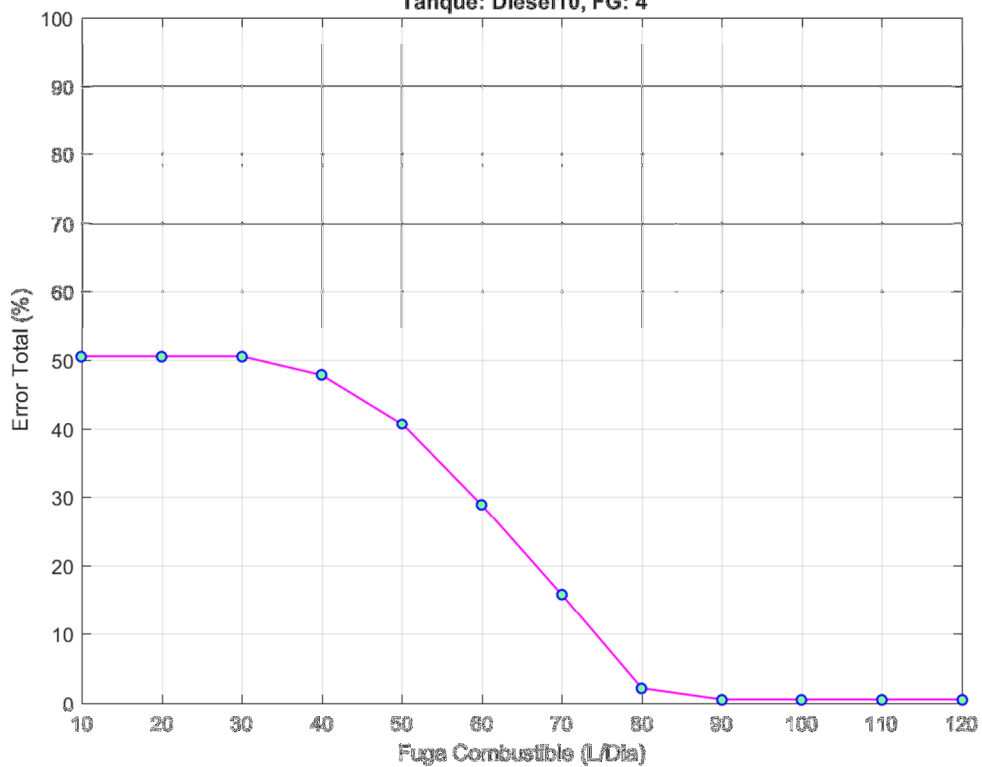
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03

Tanque: Diesel10, FG: 4



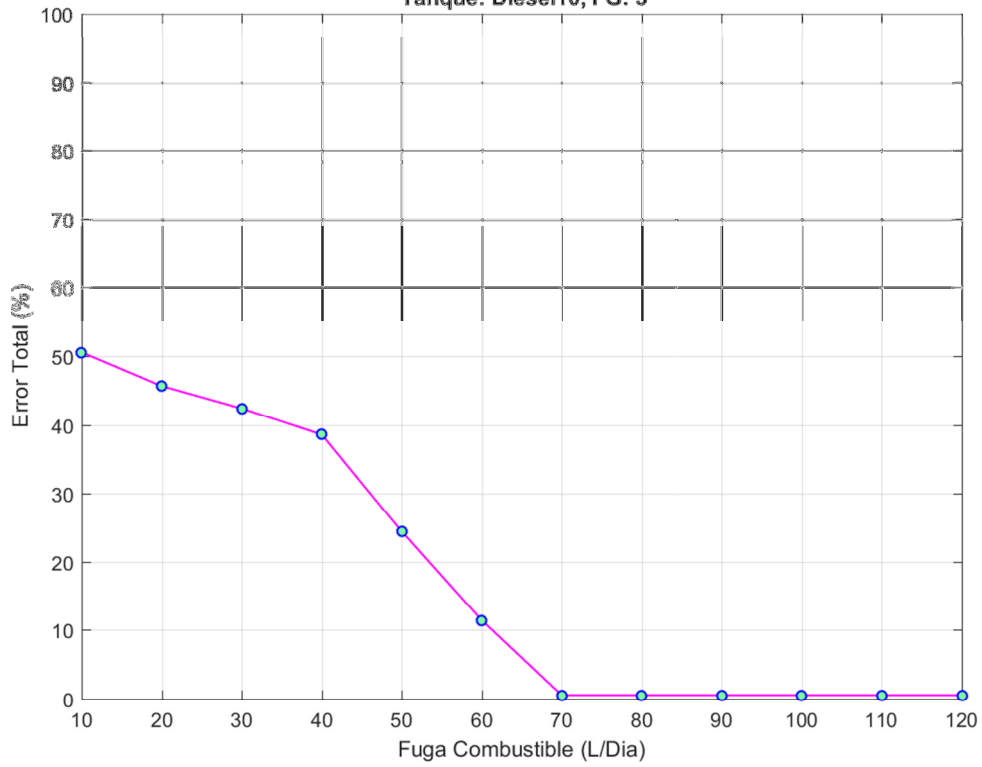
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02

Tanque: Diesel10, FG: 4



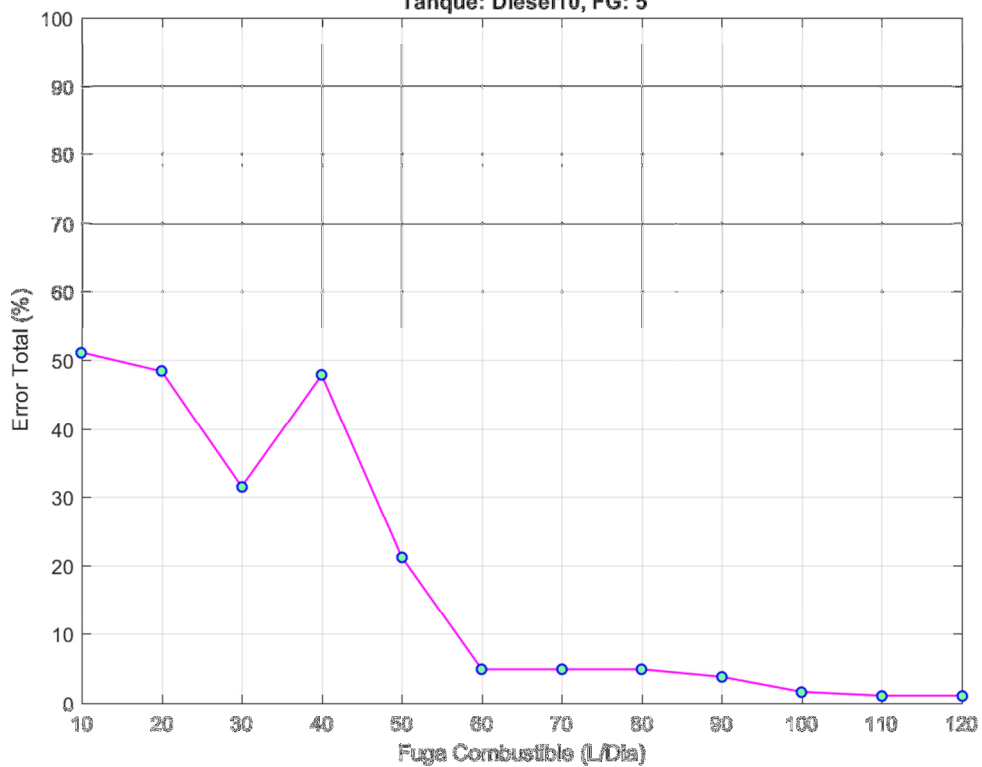
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Diesel10, FG: 5



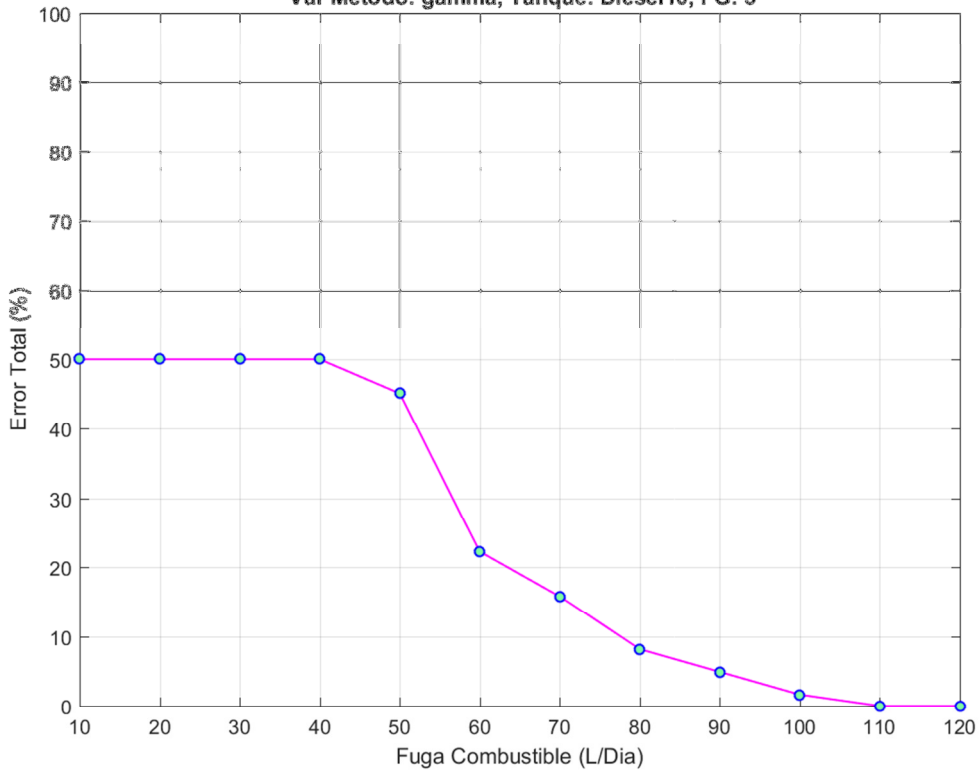
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 08

Tanque: Diesel10, FG: 5

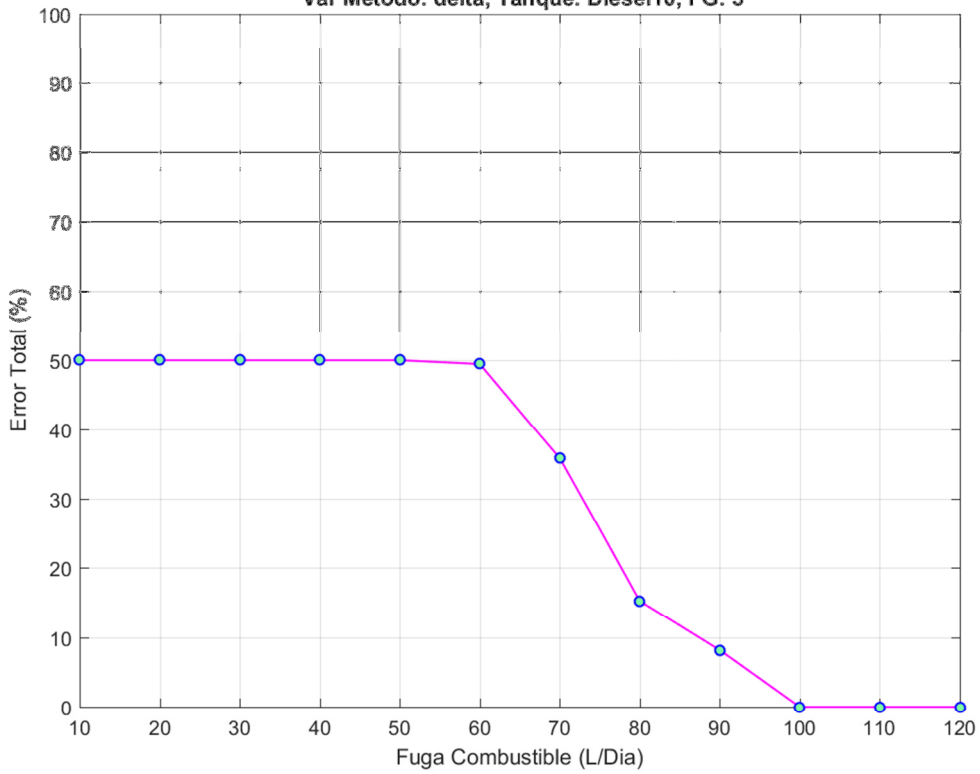


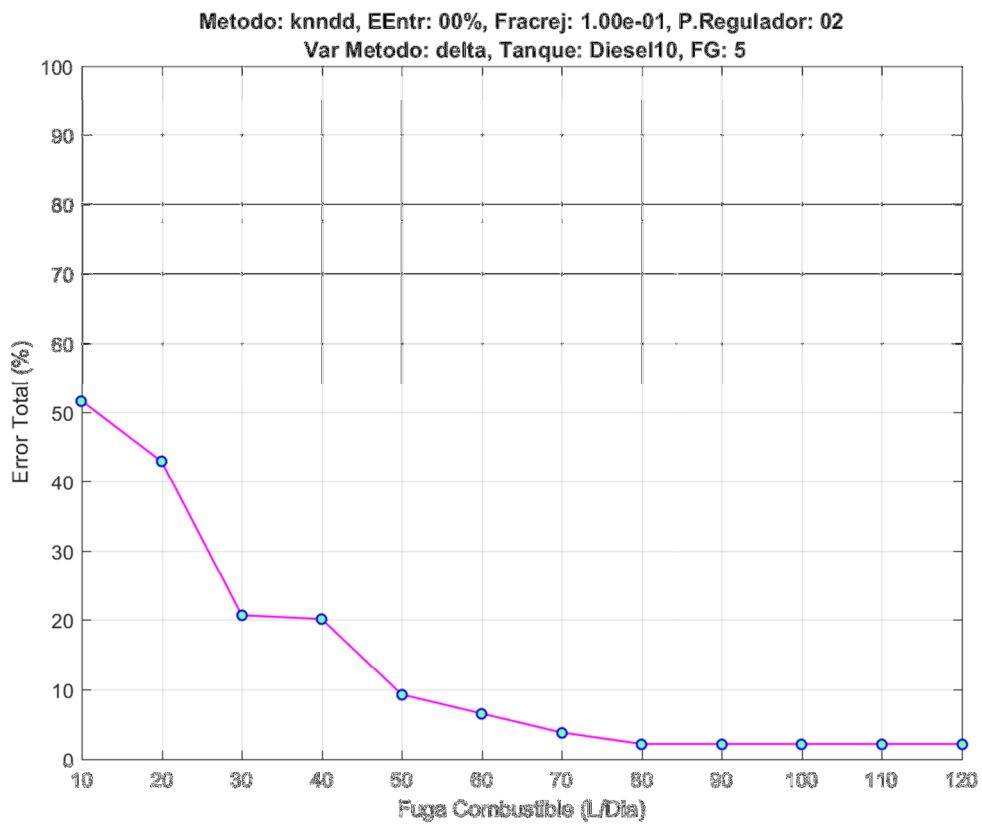
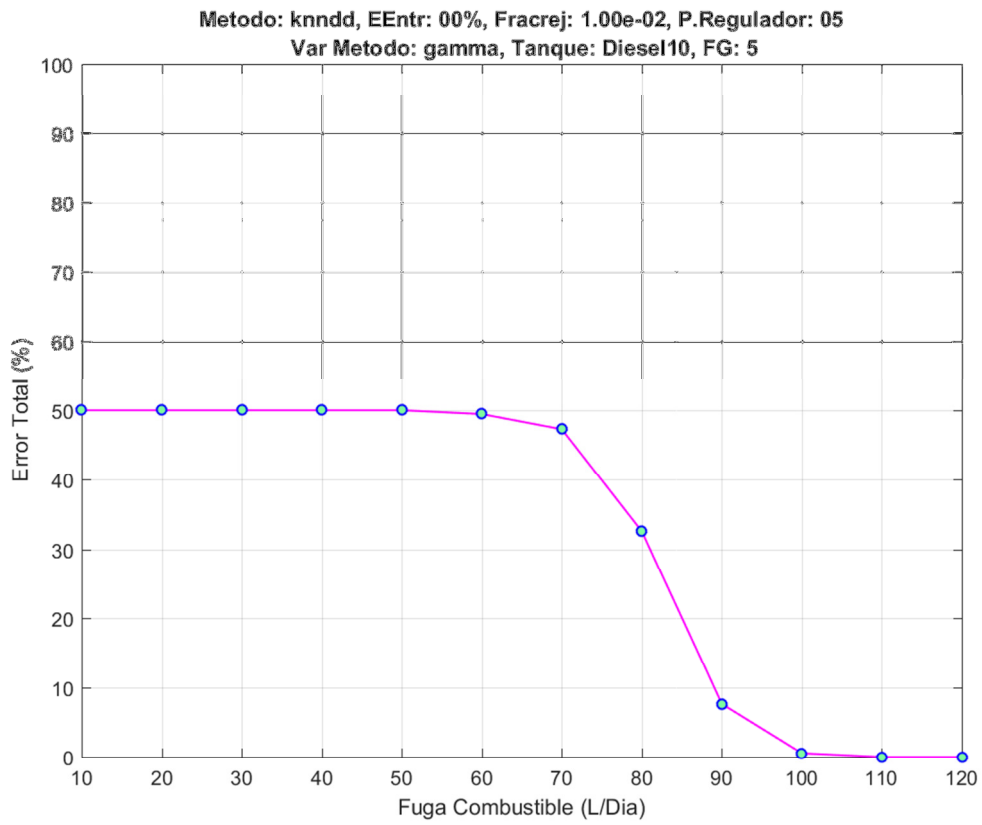


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 5

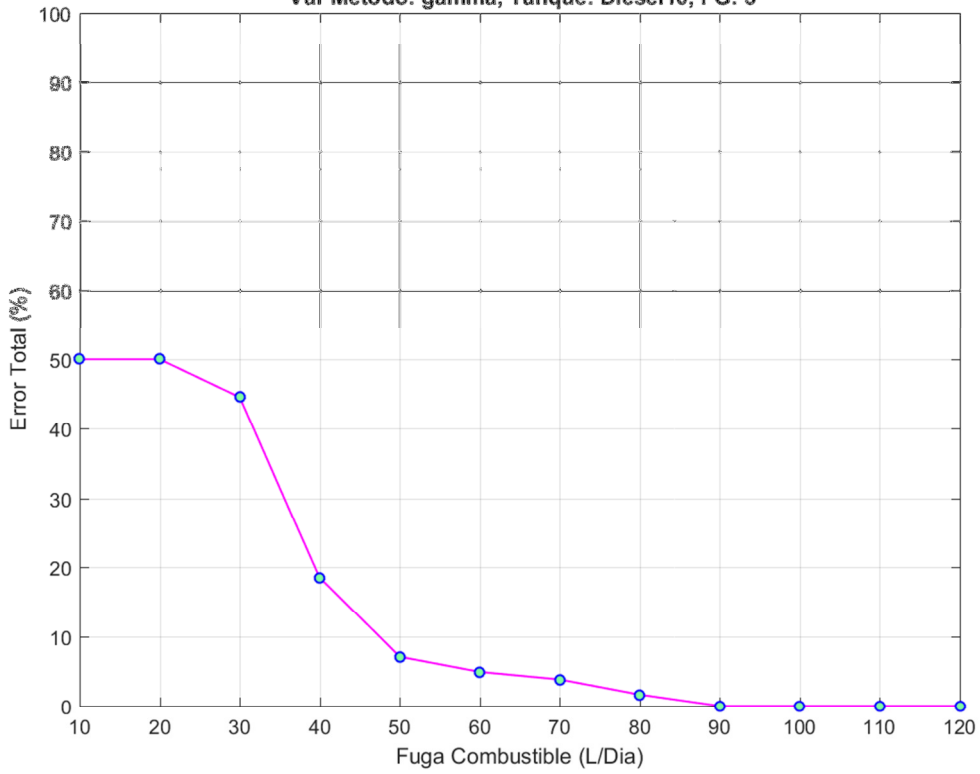


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 5

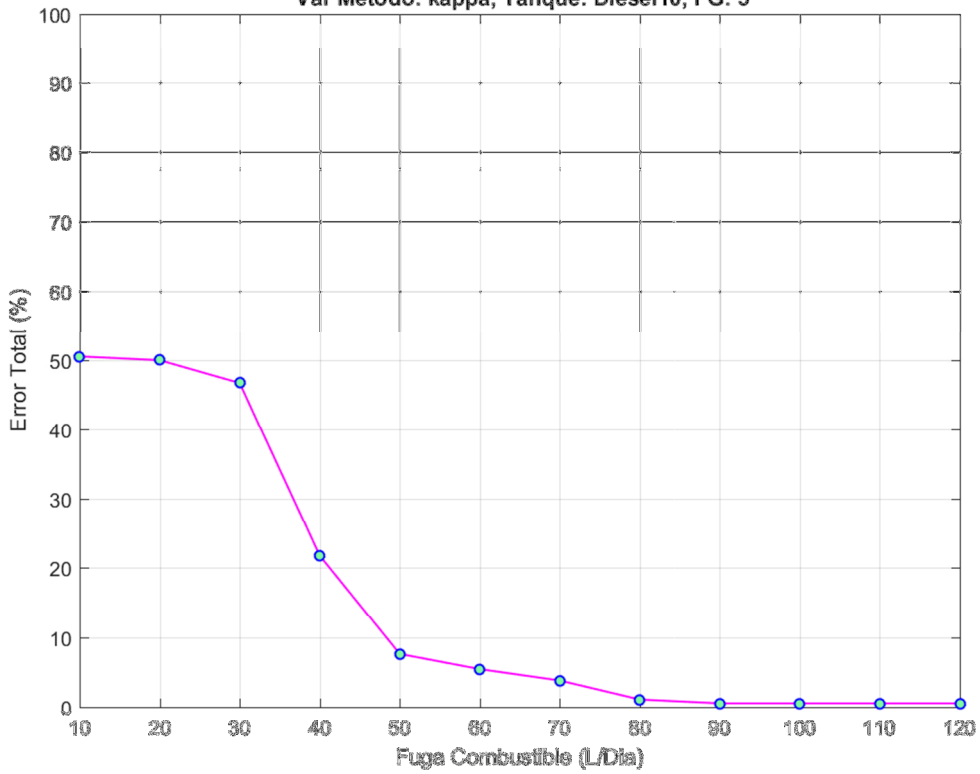




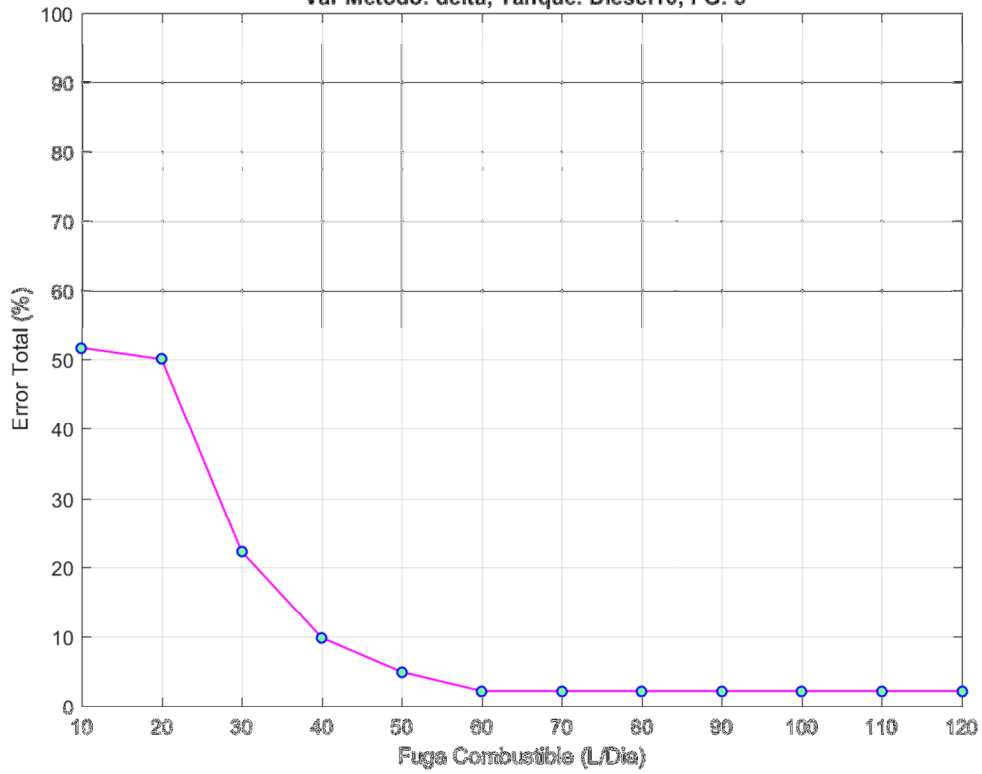
Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 5



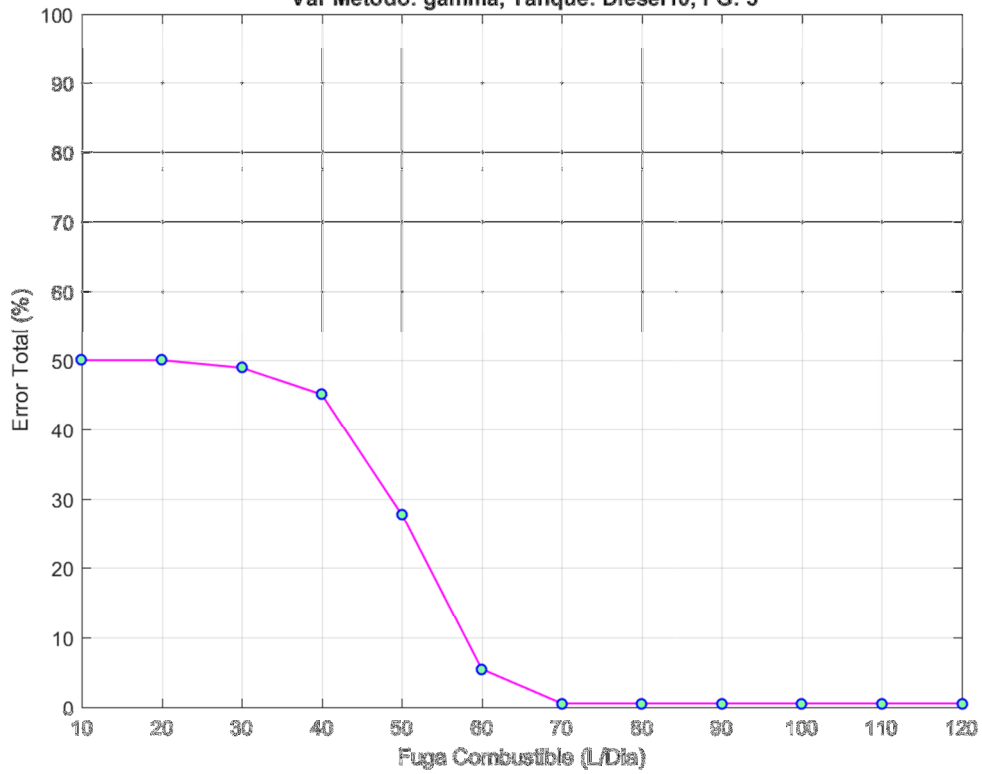
Metodo: knnndd, EEntr: 2.22e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 5



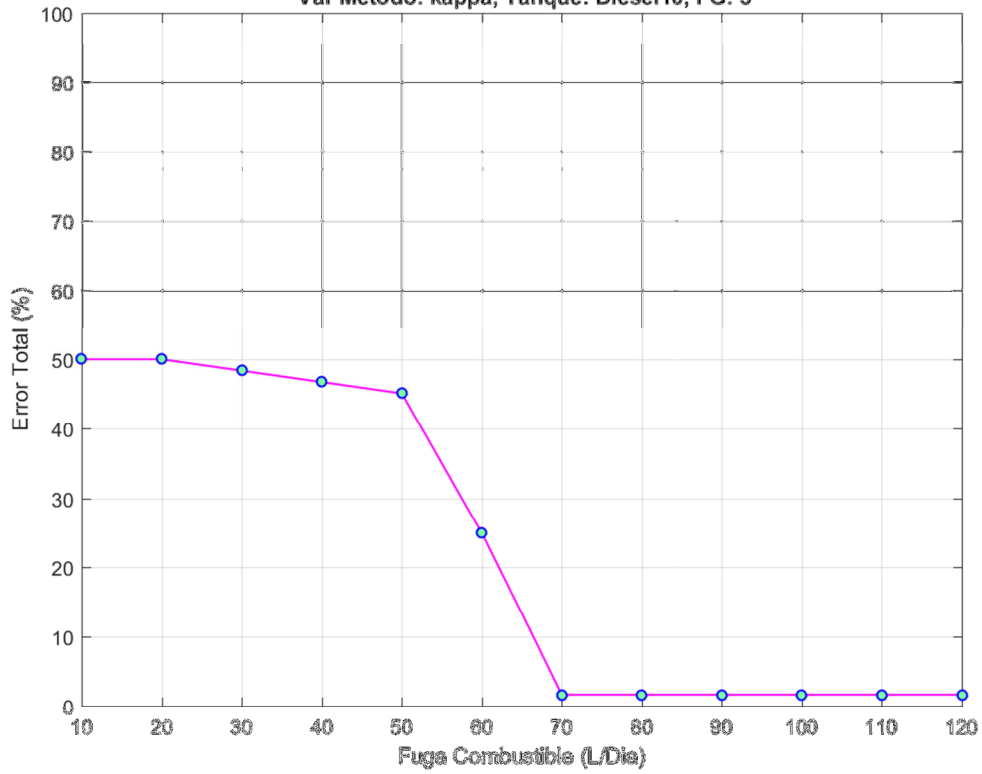
Metodo: knnnd, EEntr: 7.78e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 5



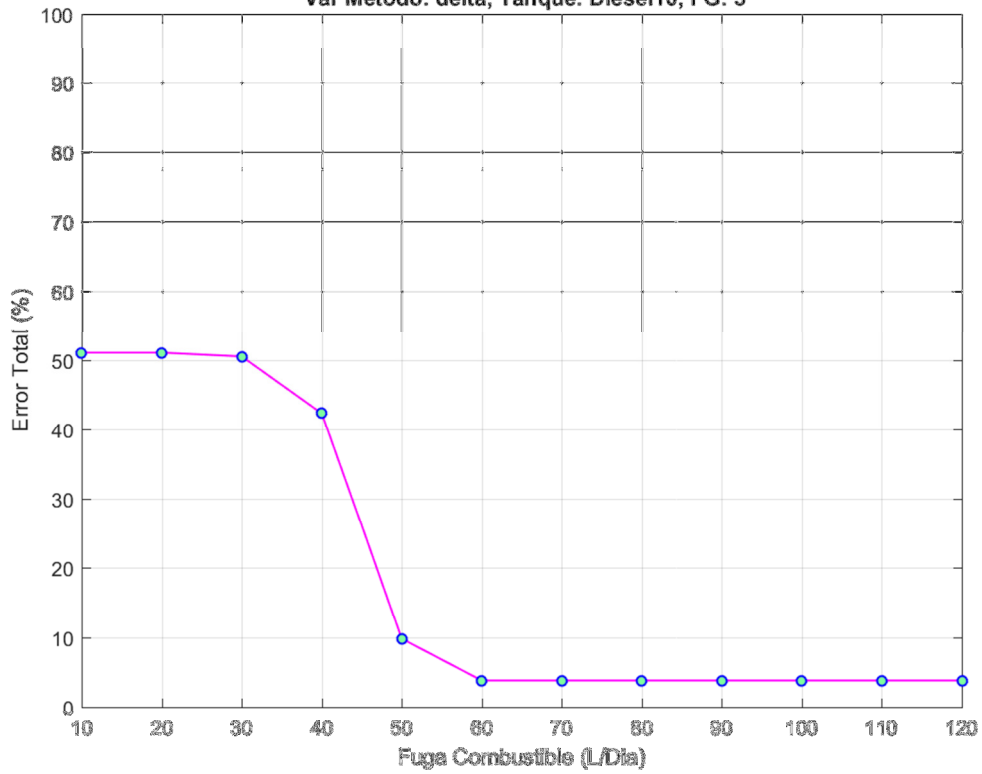
Metodo: knnnd, EEntr: 2.22e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 5



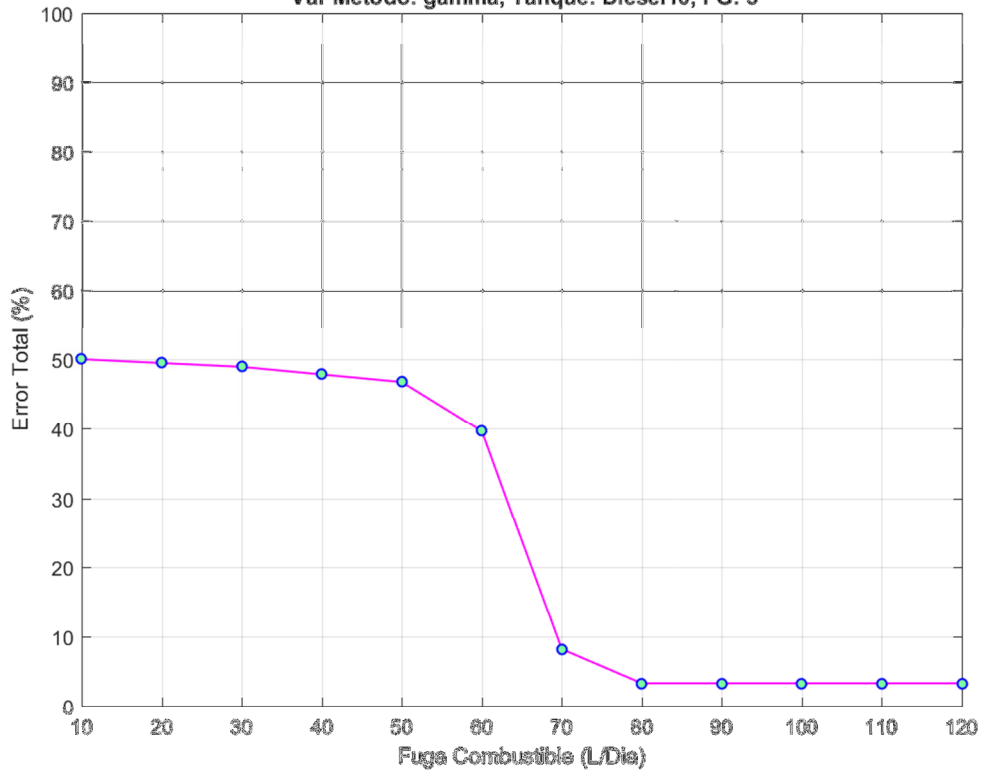
Metodo: knnnd, EEntr: 6.67e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 5



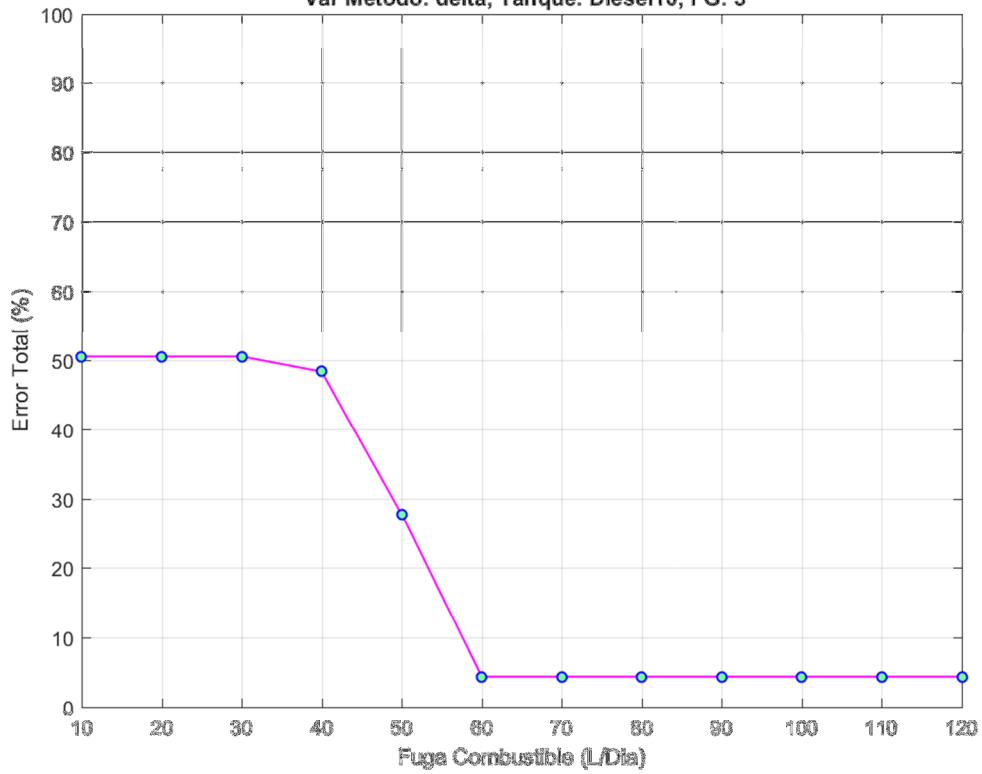
Metodo: knnnd, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 5



Metodo: knnndd, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 5

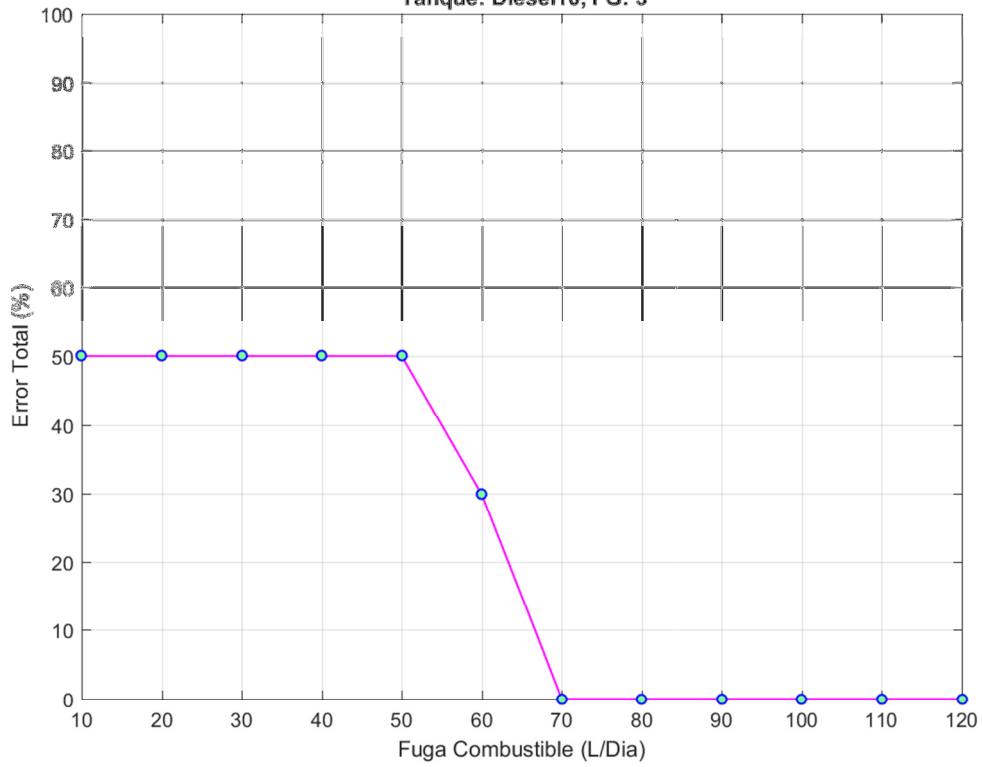


Metodo: knnndd, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 5



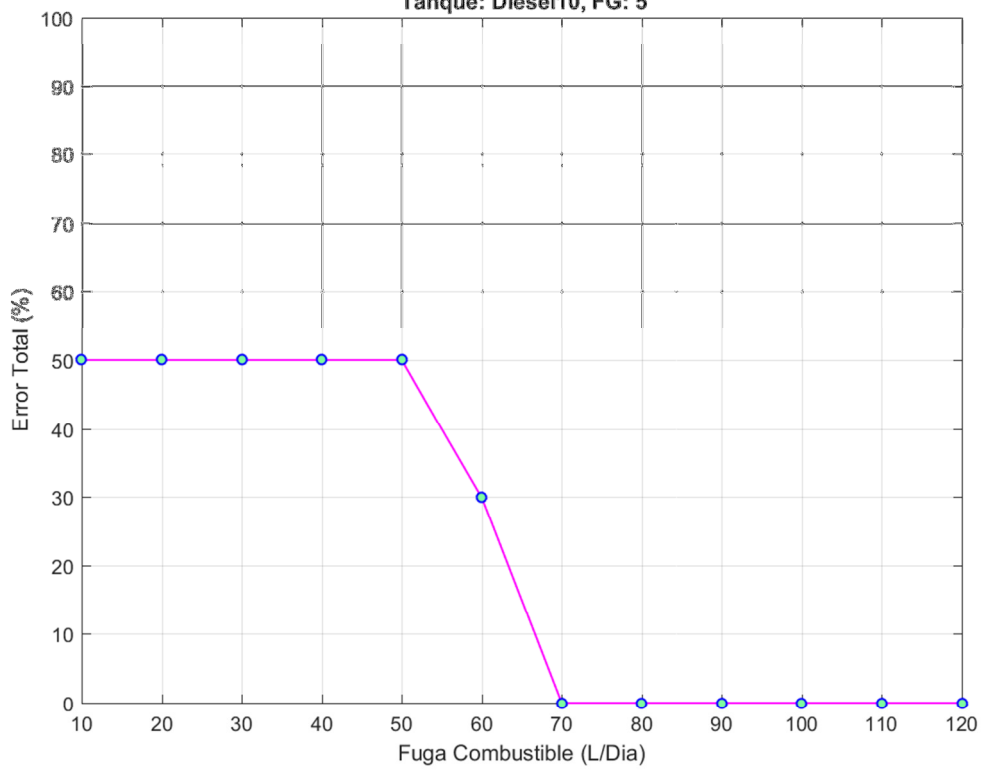
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



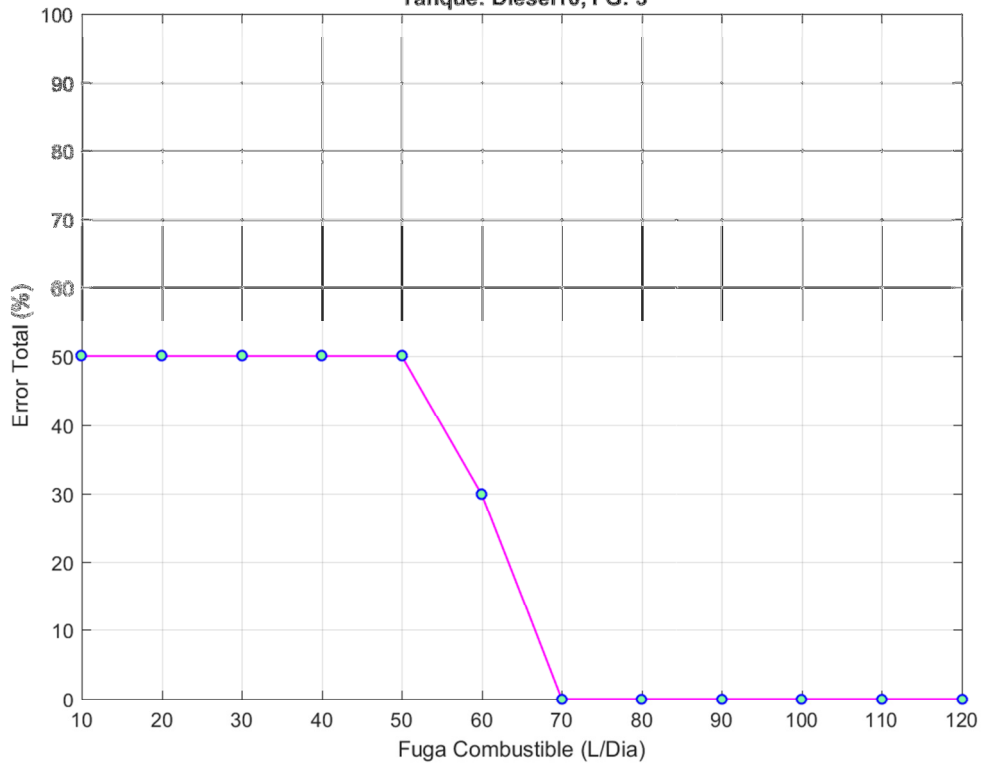
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



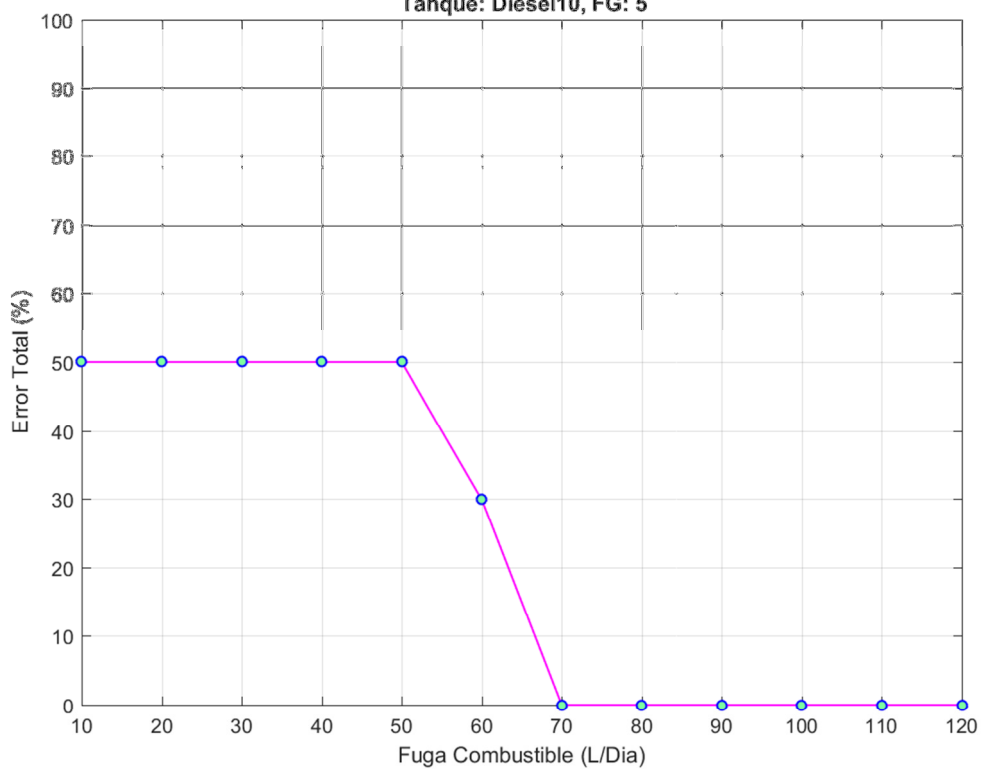
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

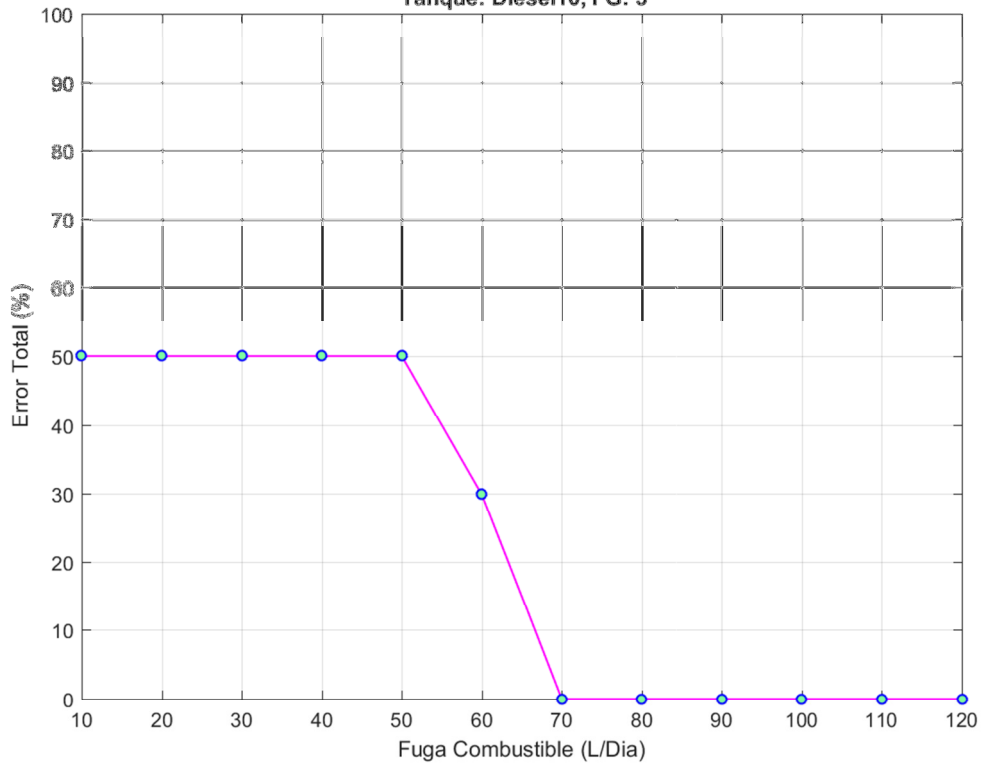
Tanque: Diesel10, FG: 5





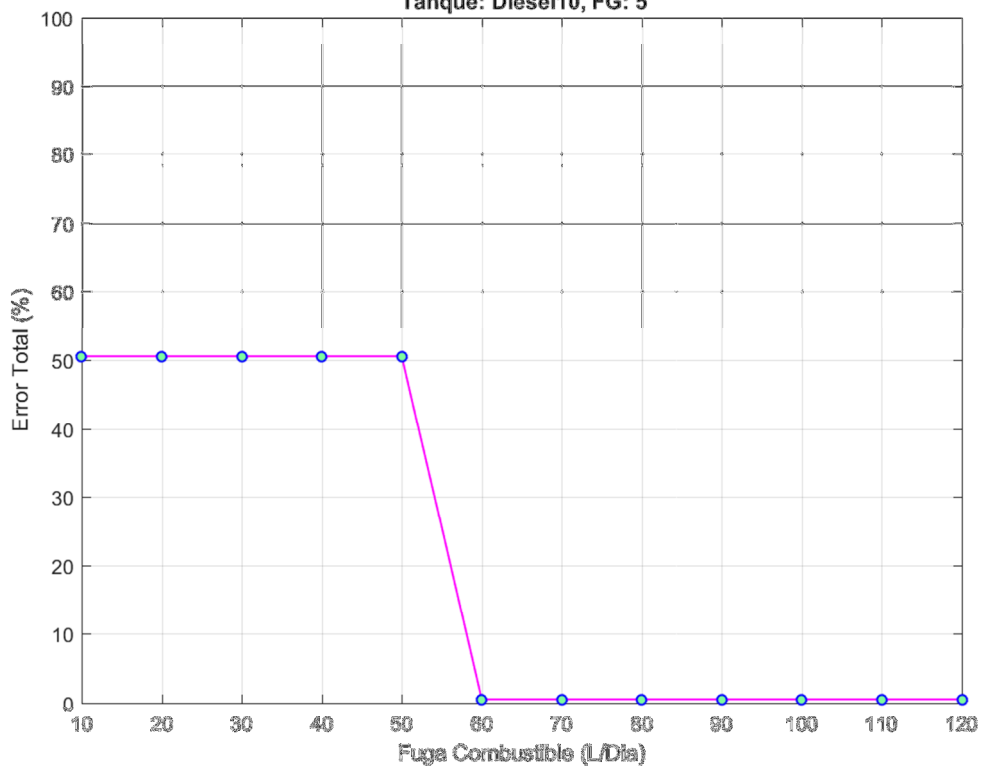
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 5



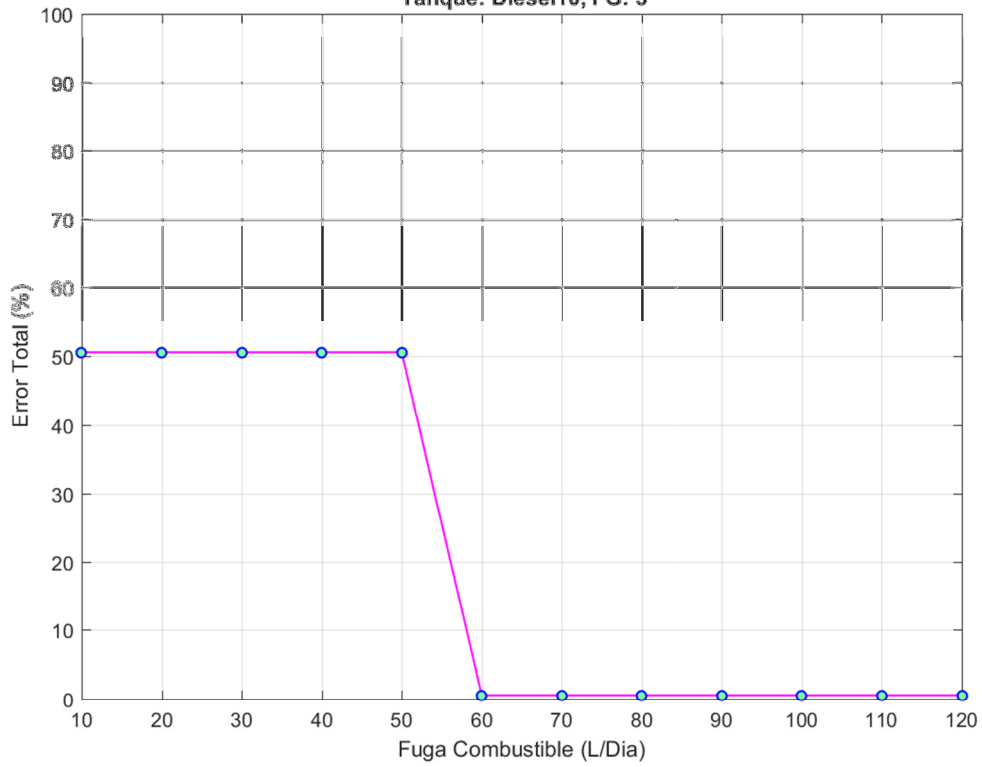
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



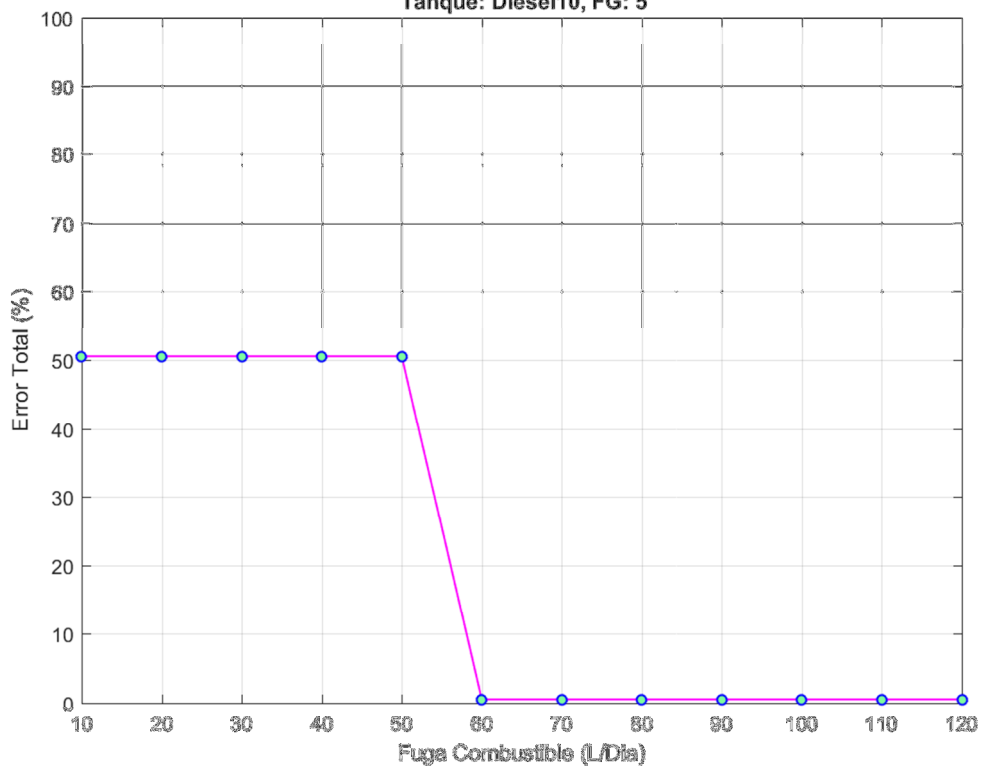
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



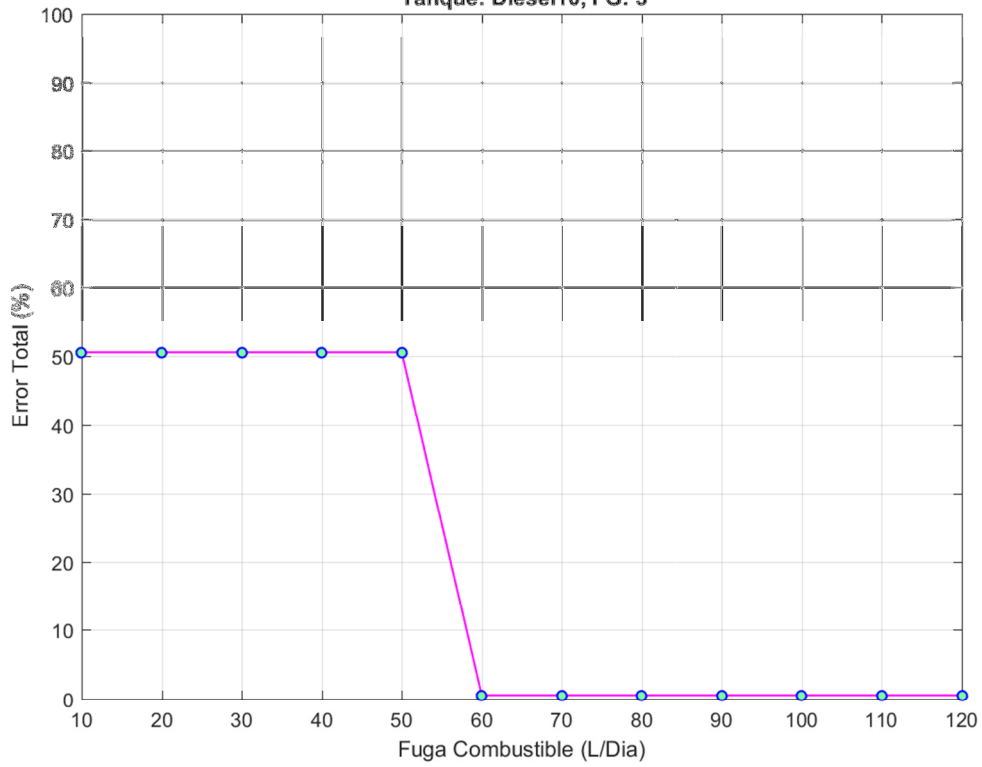
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



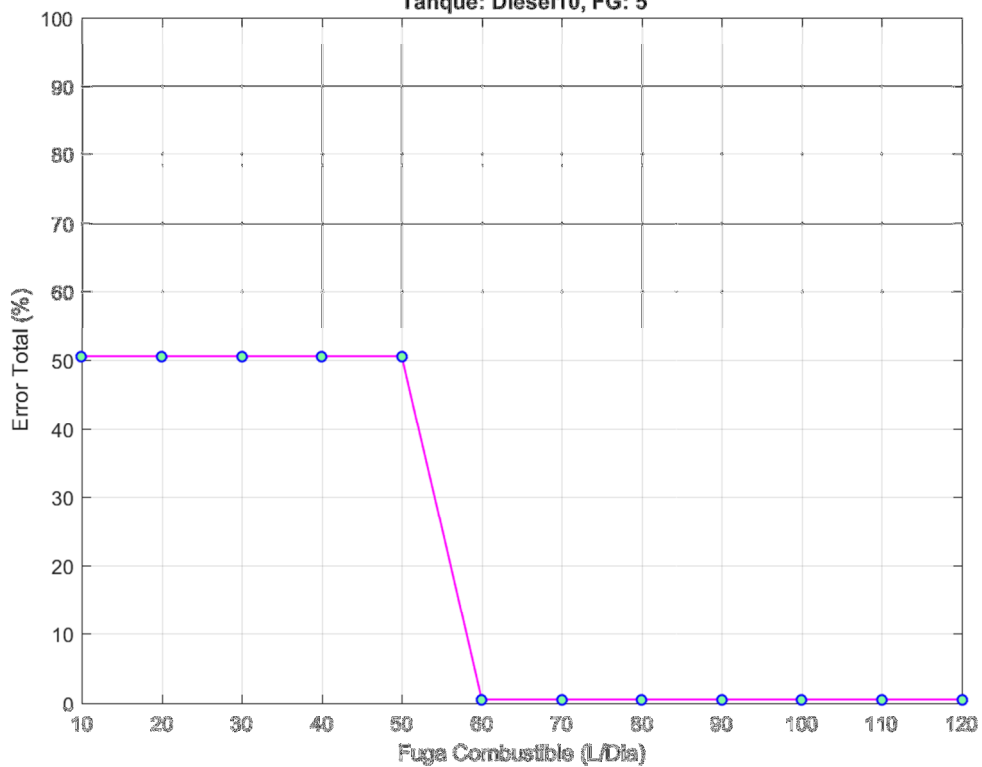
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 5



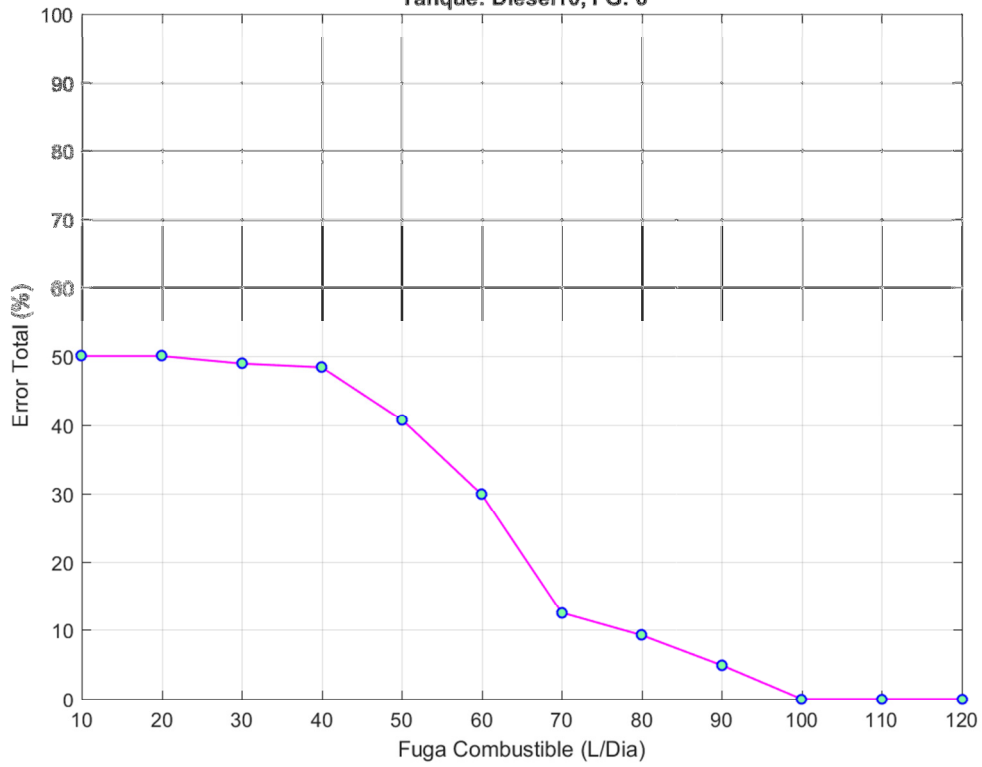
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 5



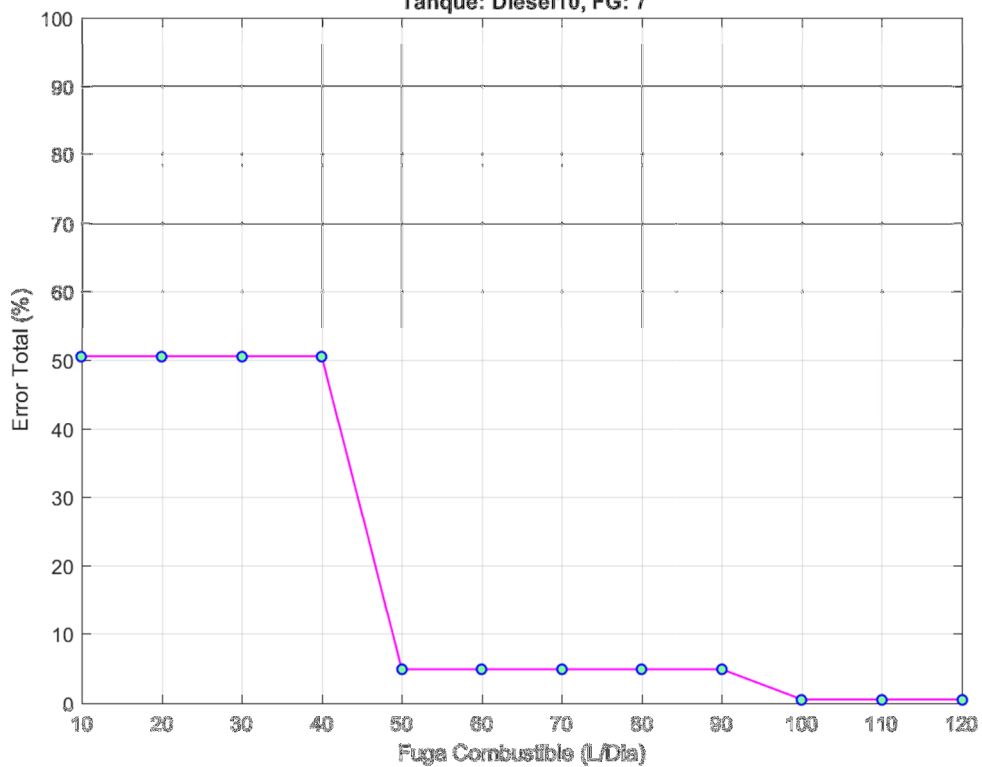
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 6



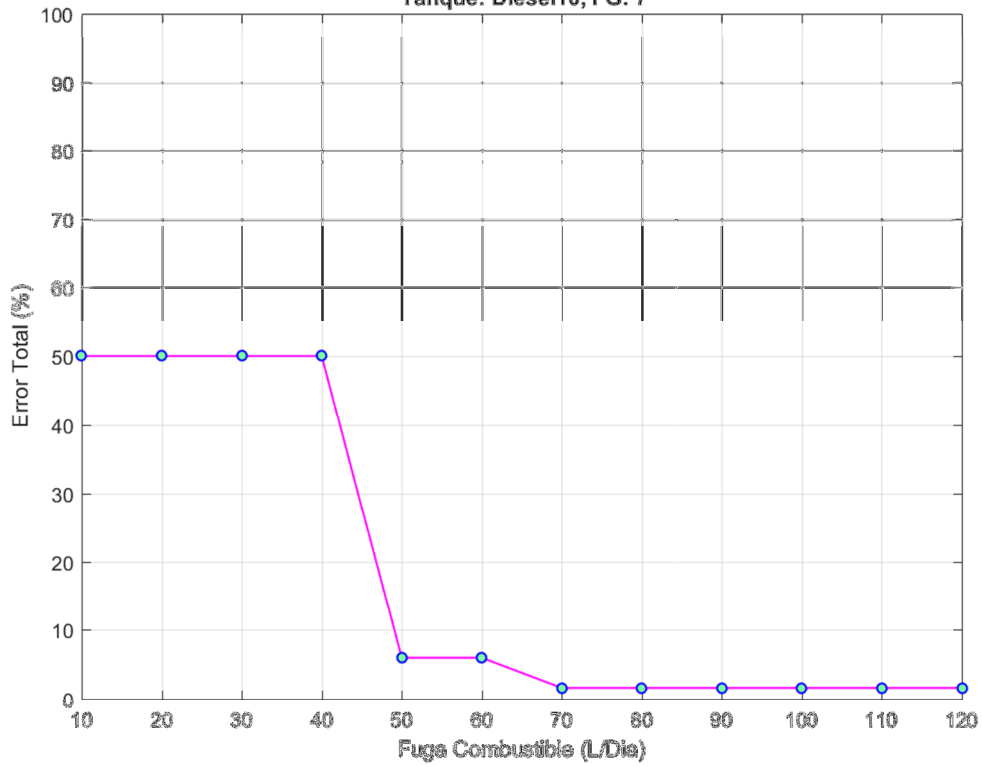
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 06

Tanque: Diesel10, FG: 7



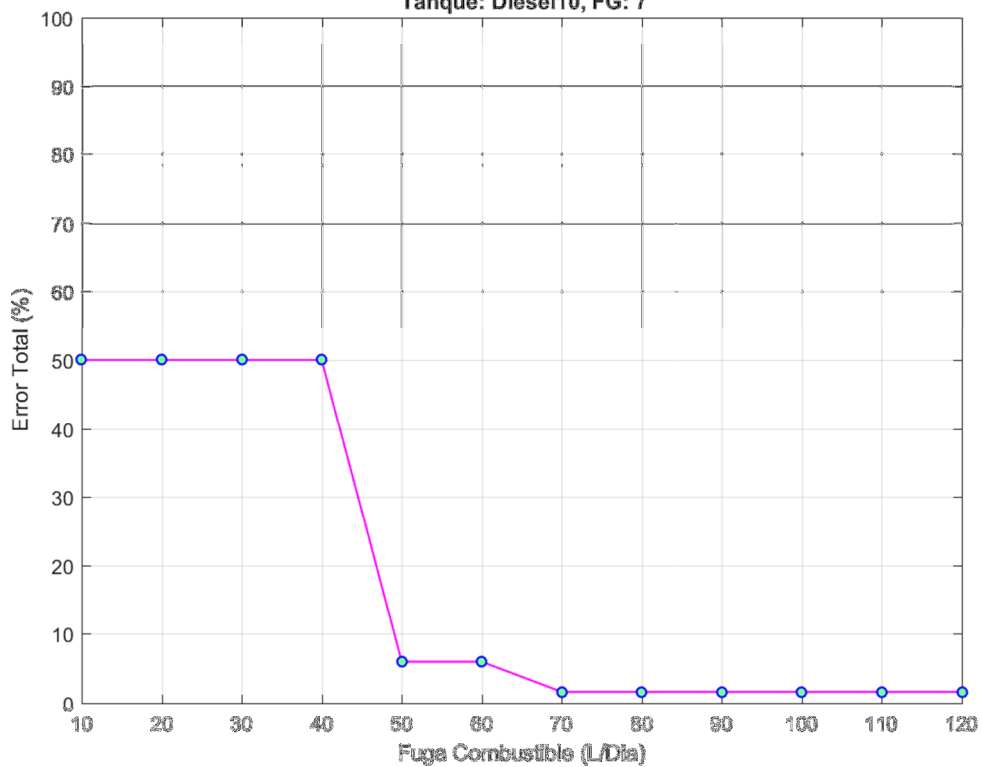
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 7



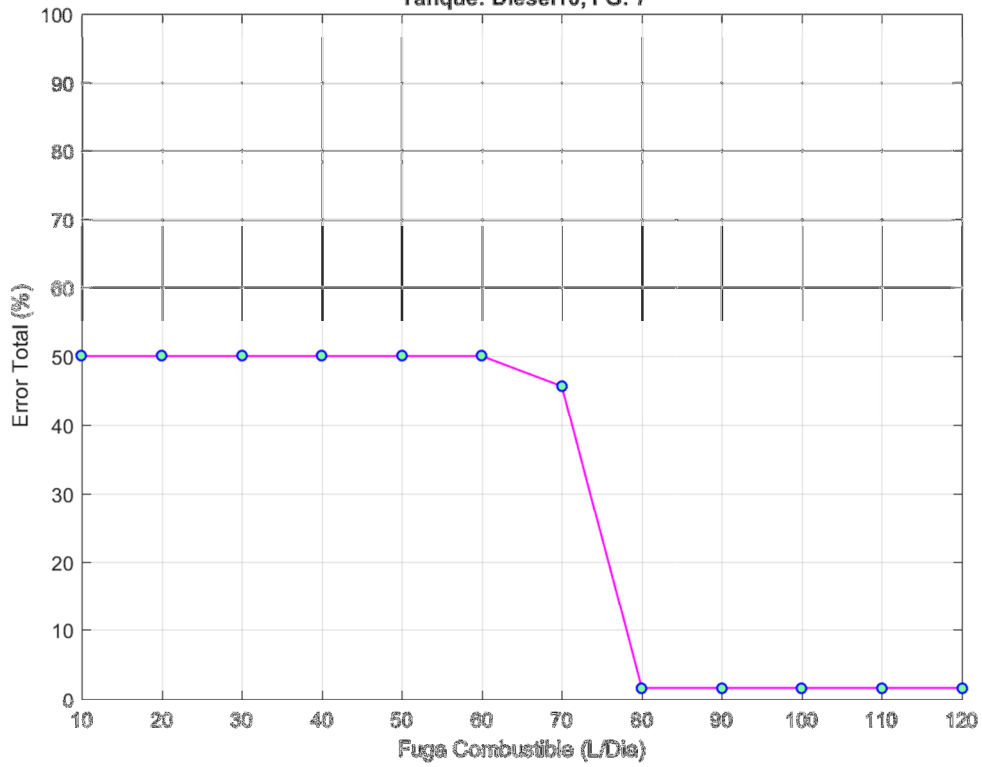
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 03

Tanque: Diesel10, FG: 7



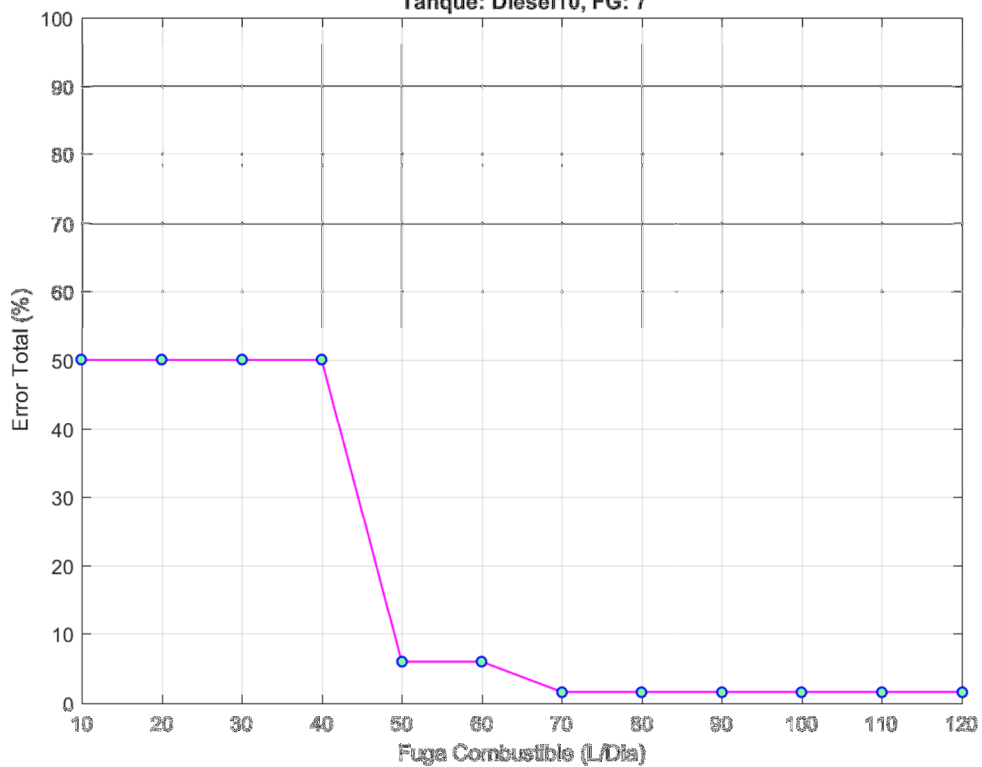
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 7



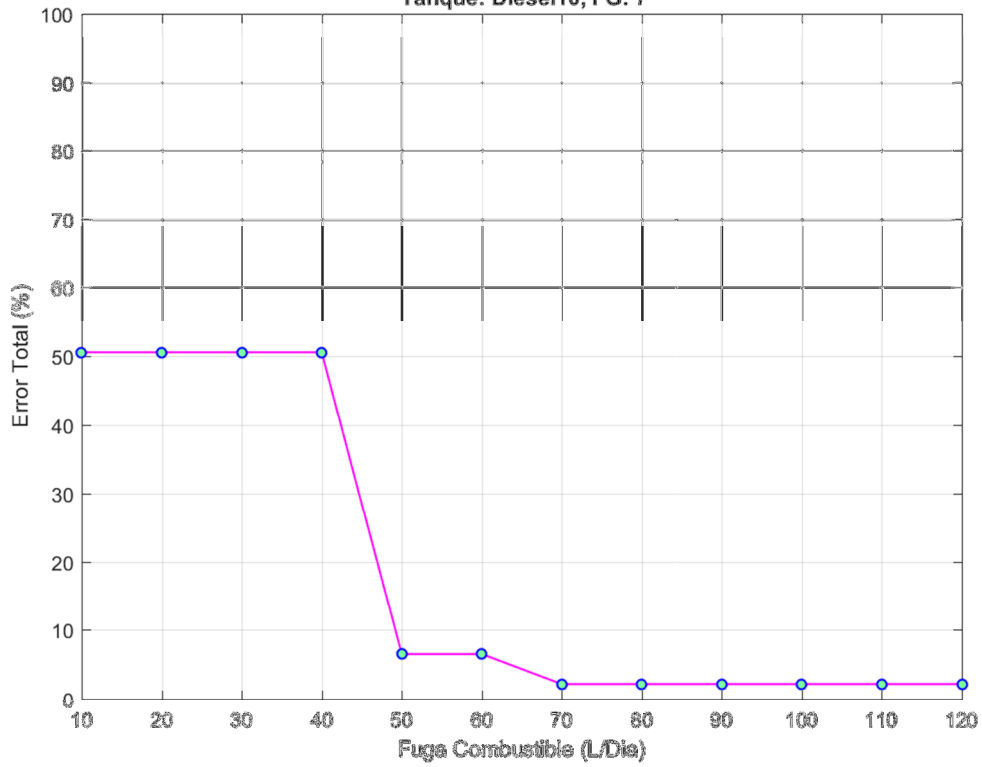
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Diesel10, FG: 7



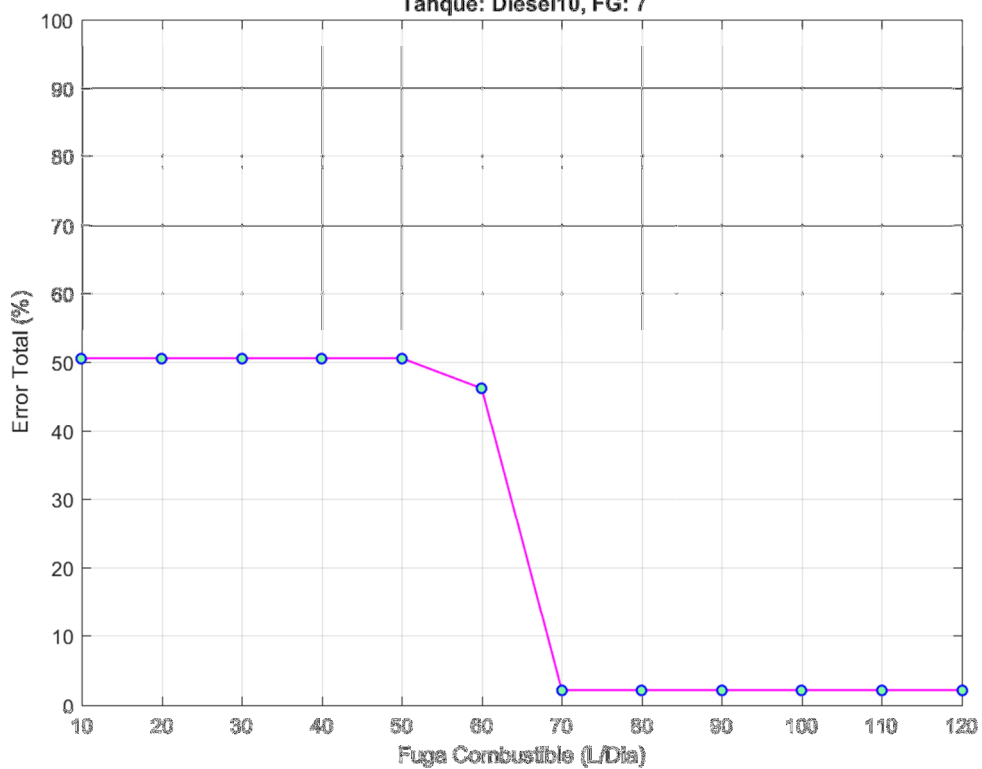
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Diesel10, FG: 7



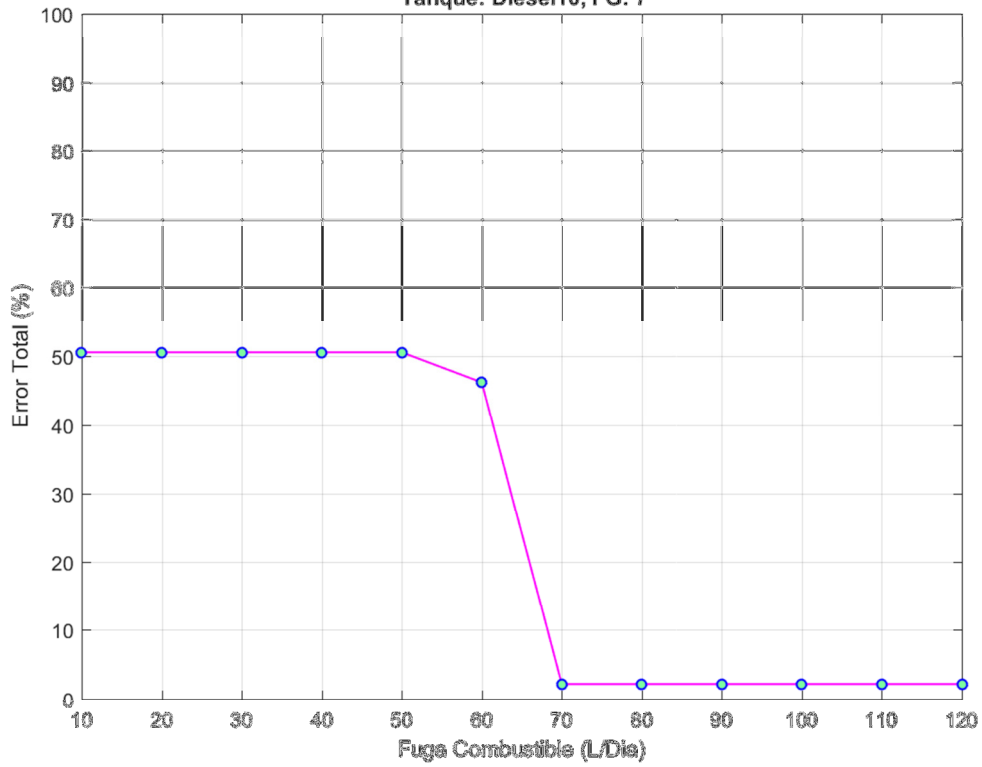
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 03

Tanque: Diesel10, FG: 7



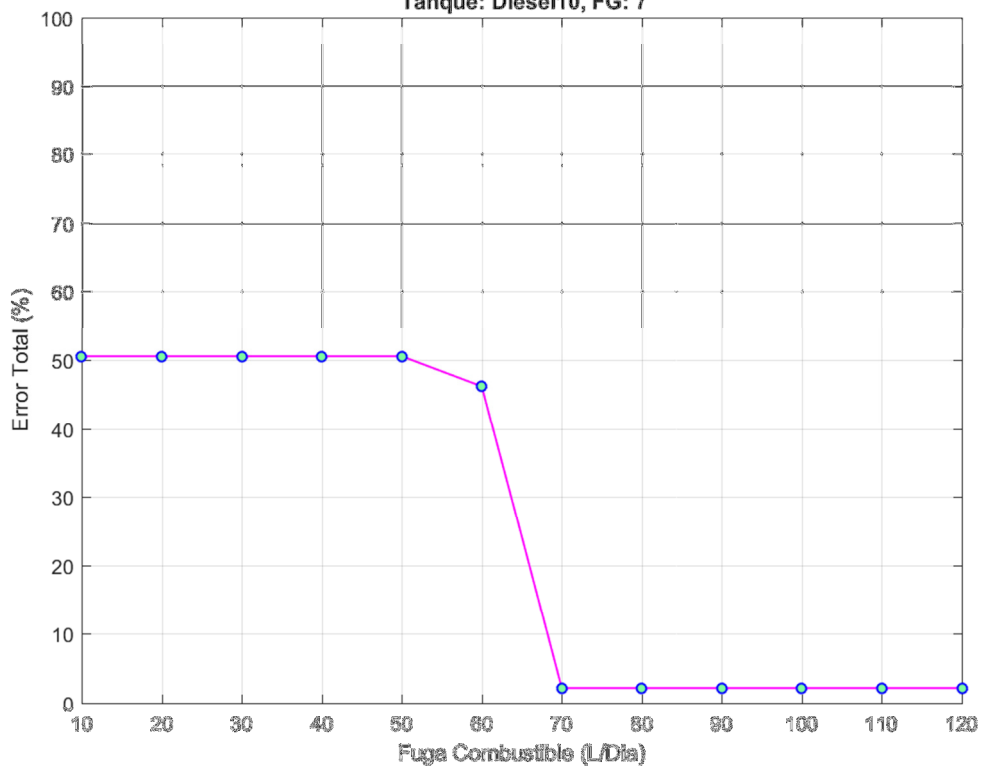
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Diesel10, FG: 7



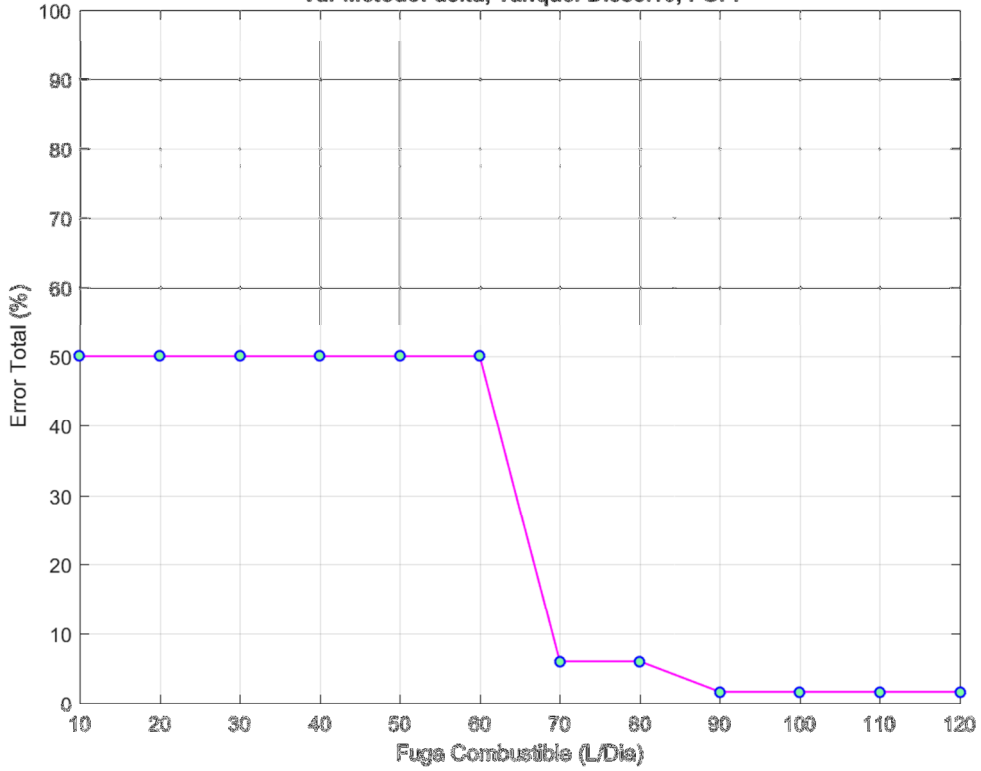
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

Tanque: Diesel10, FG: 7

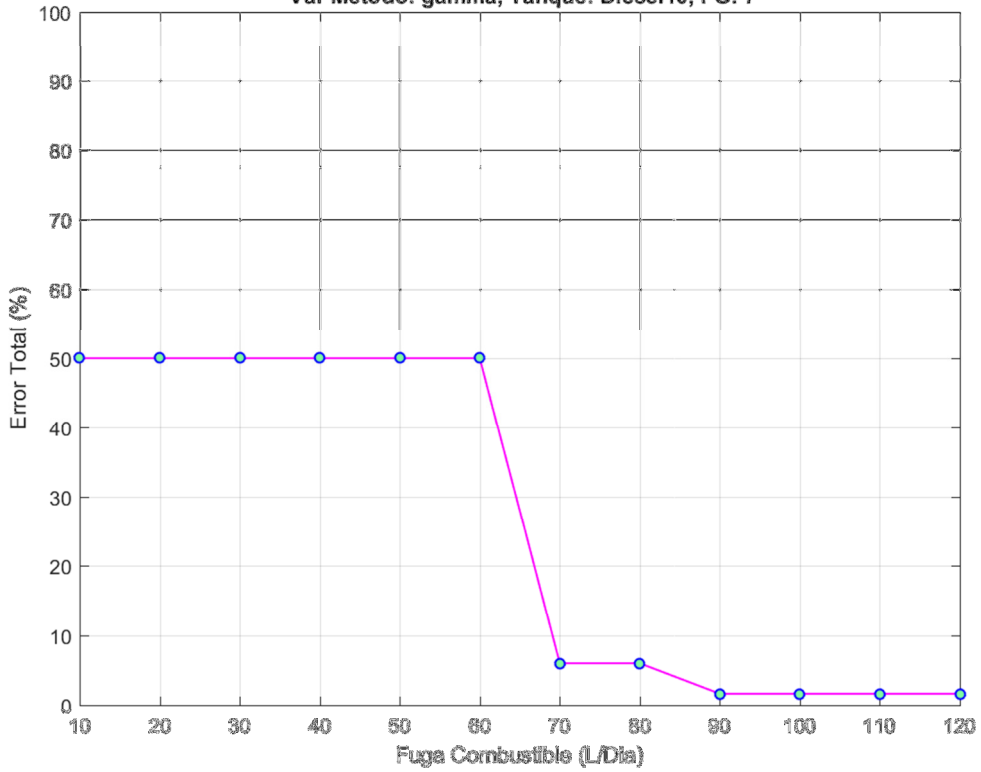




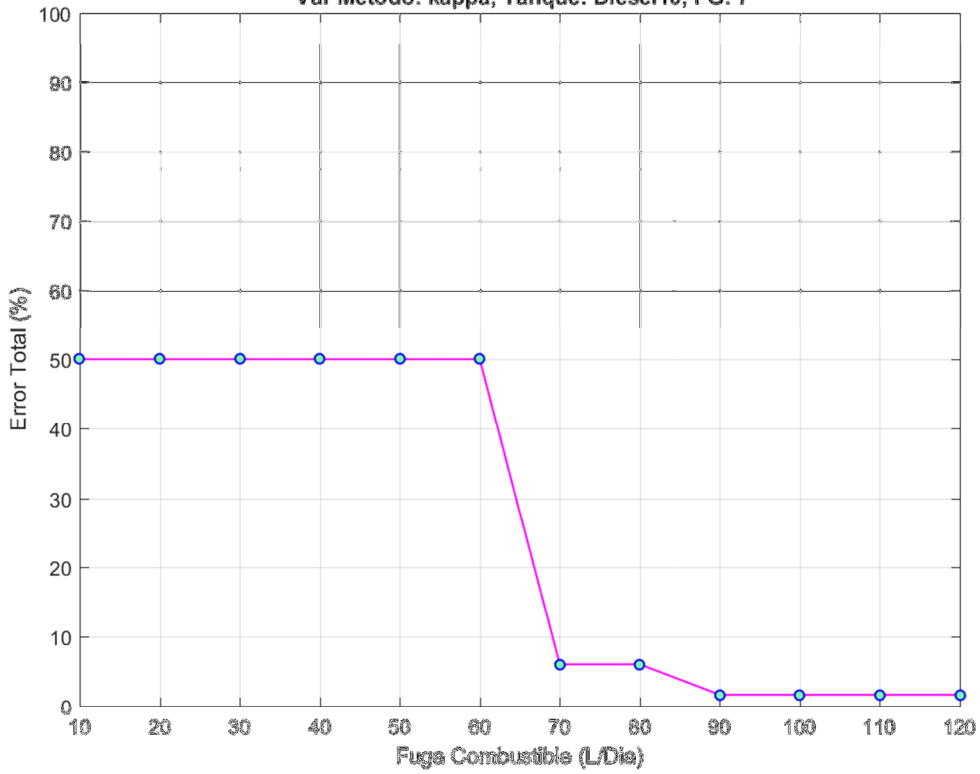
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 7



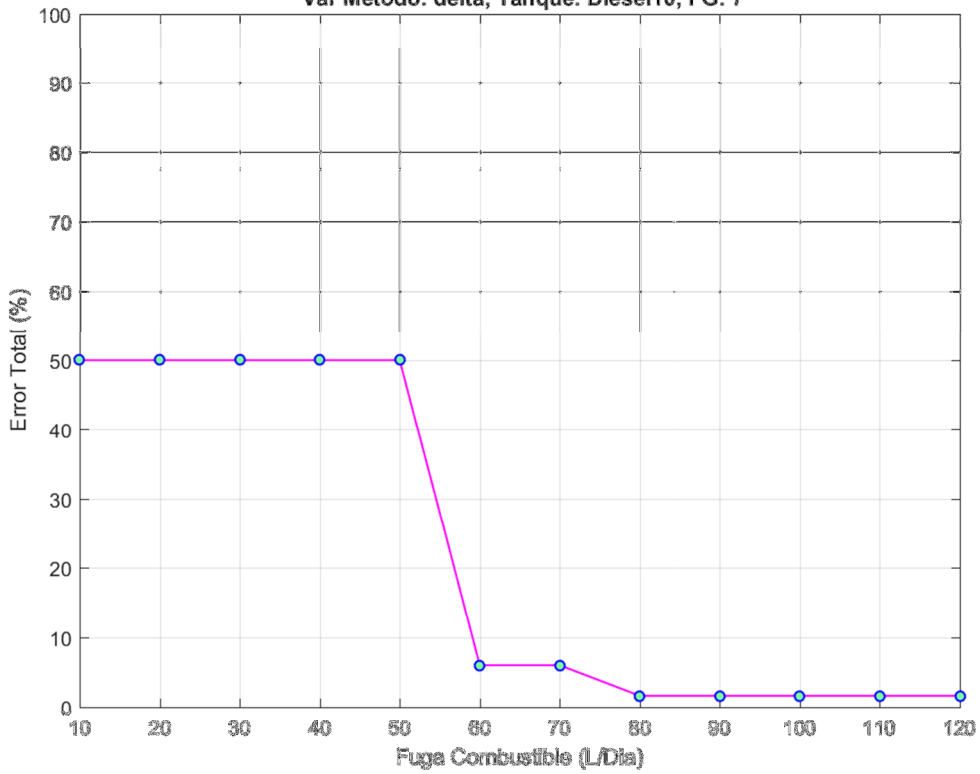
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 7



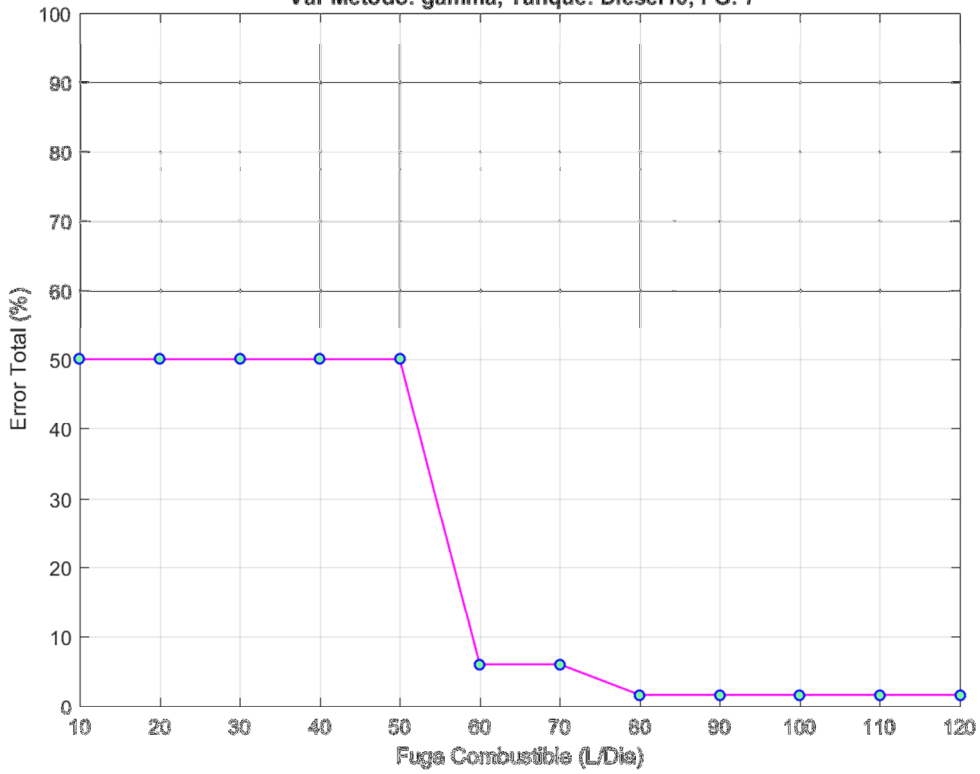
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 7



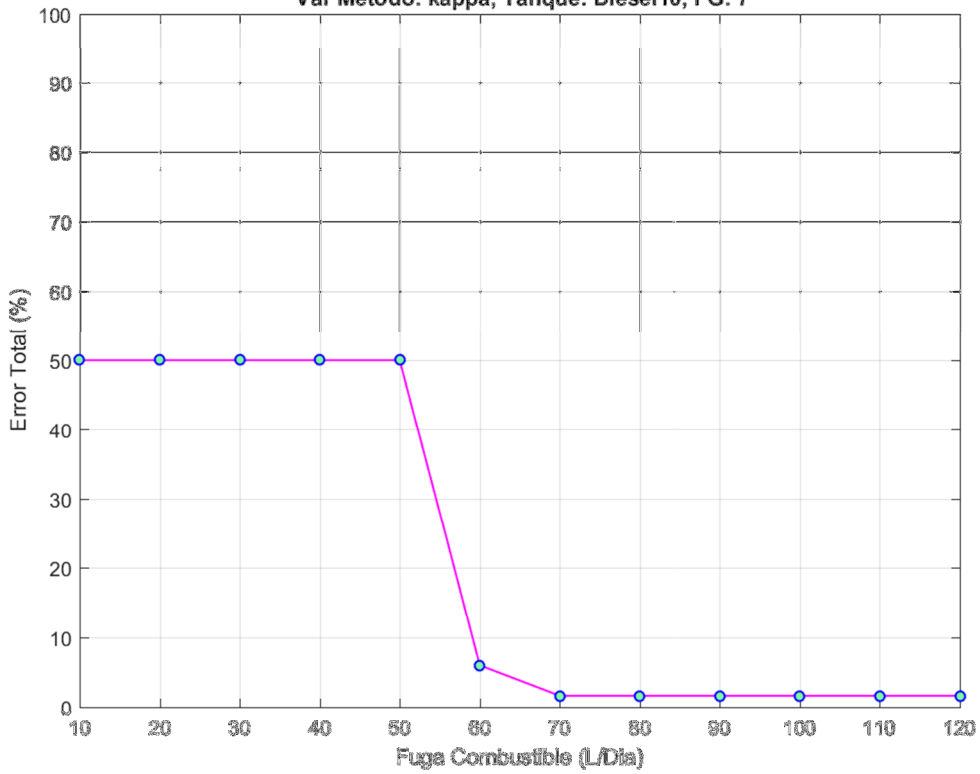
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 7



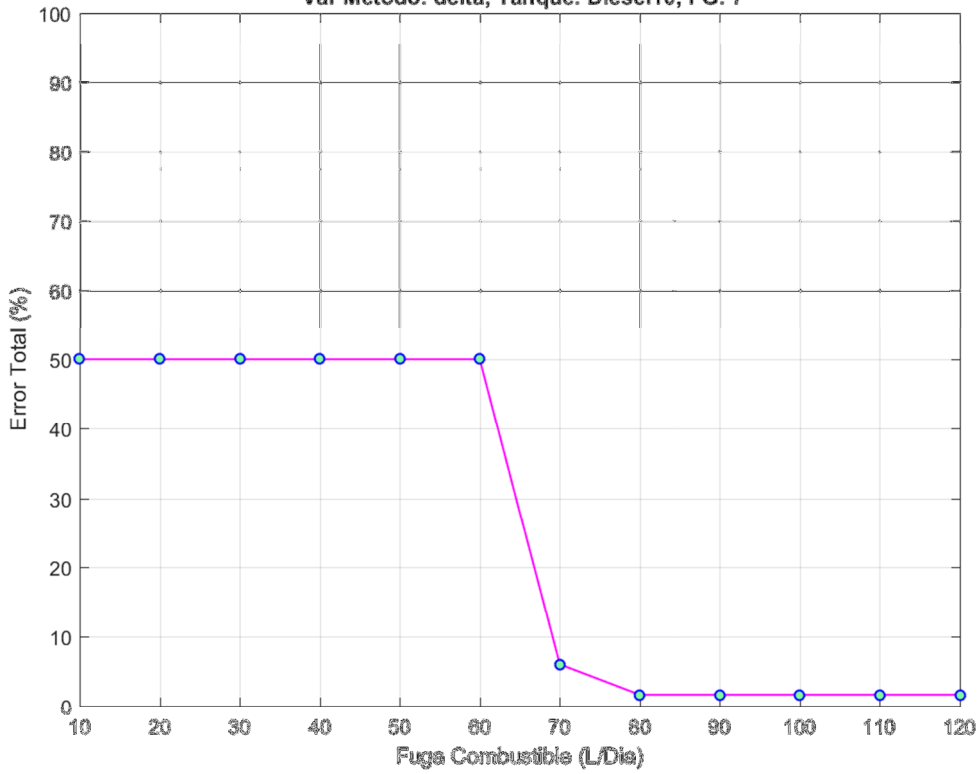
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 7



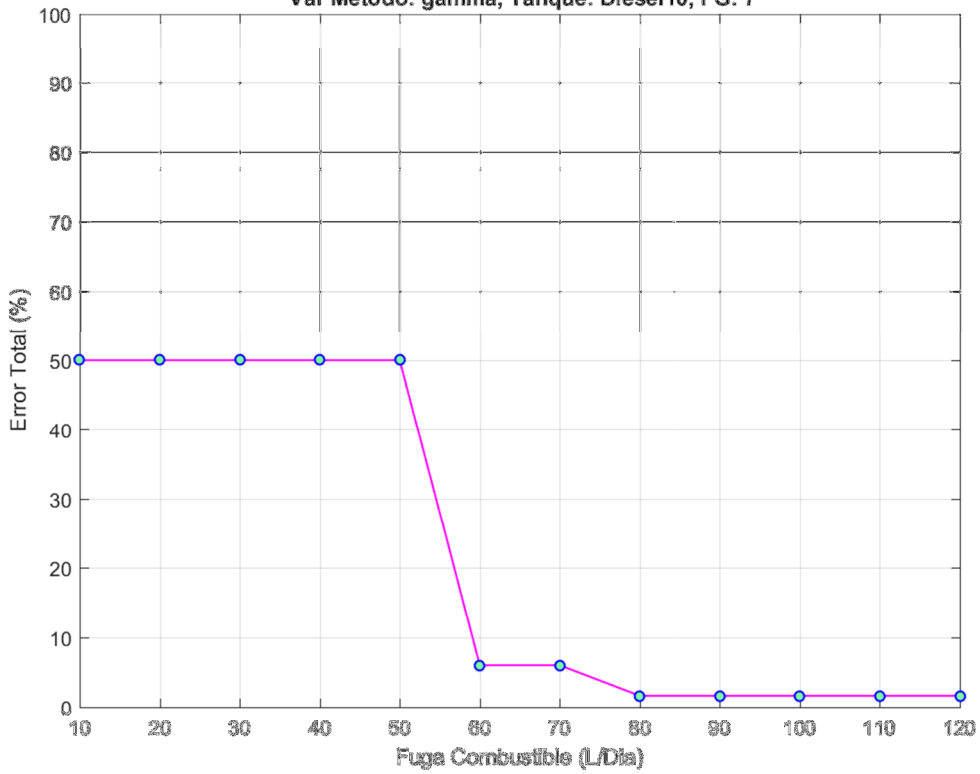
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 7



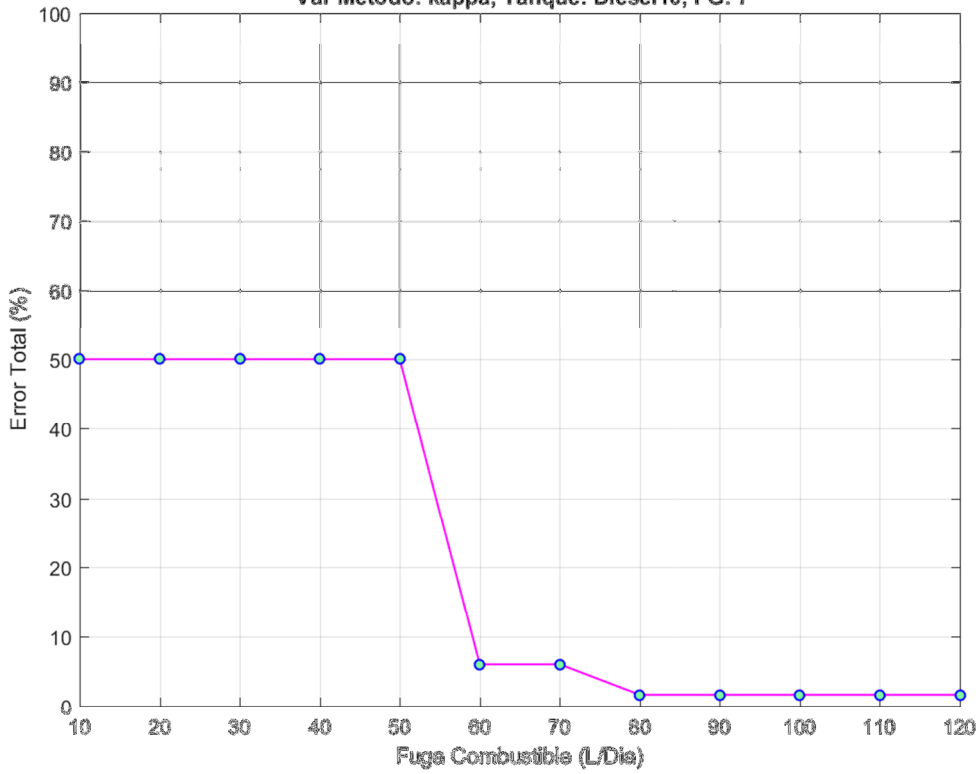
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 7



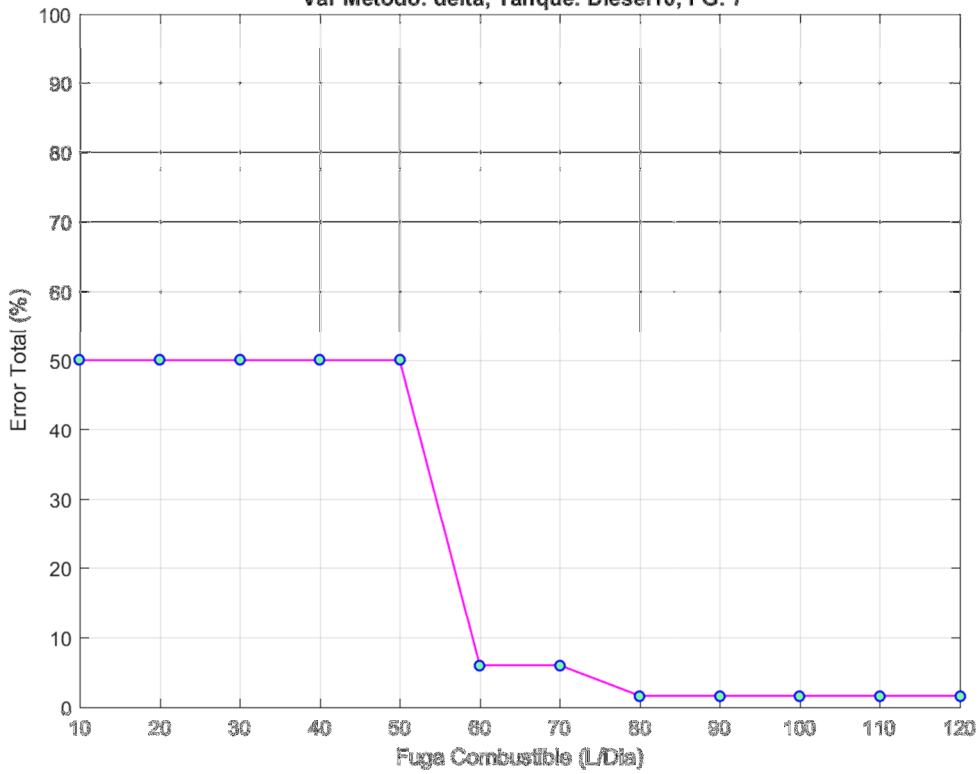
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 7



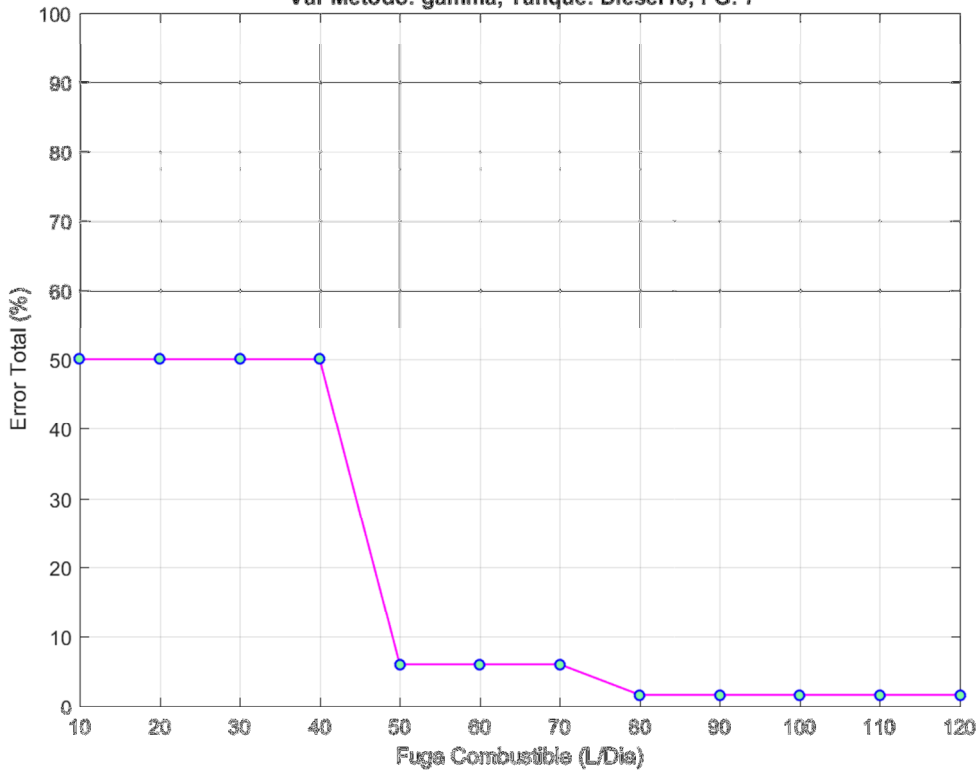
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 7



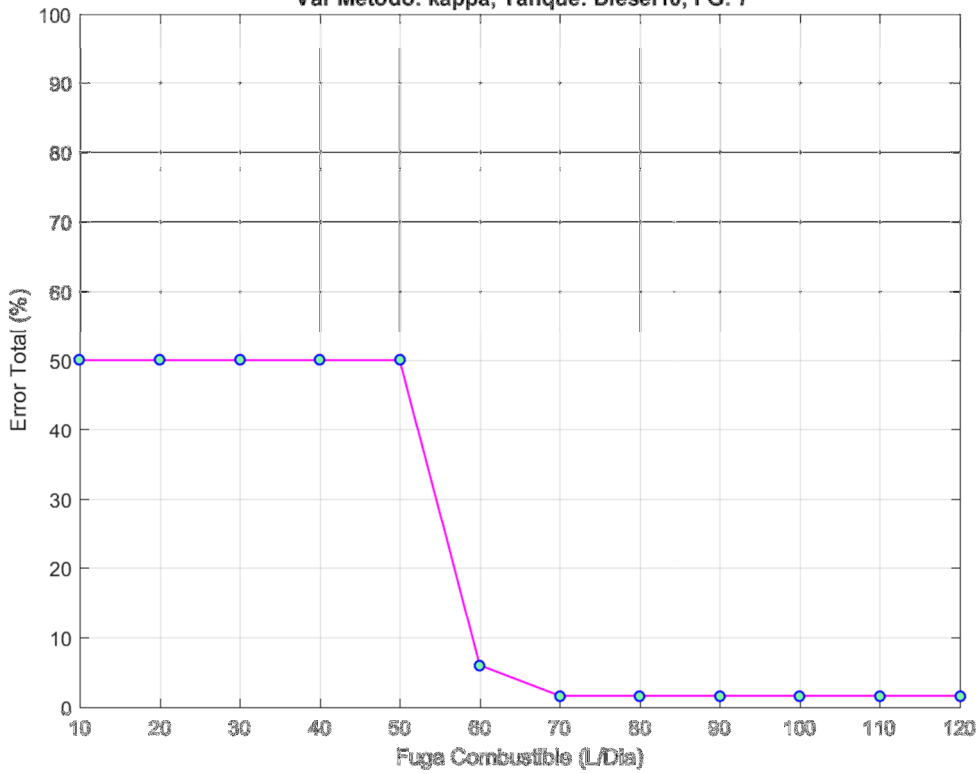
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 7



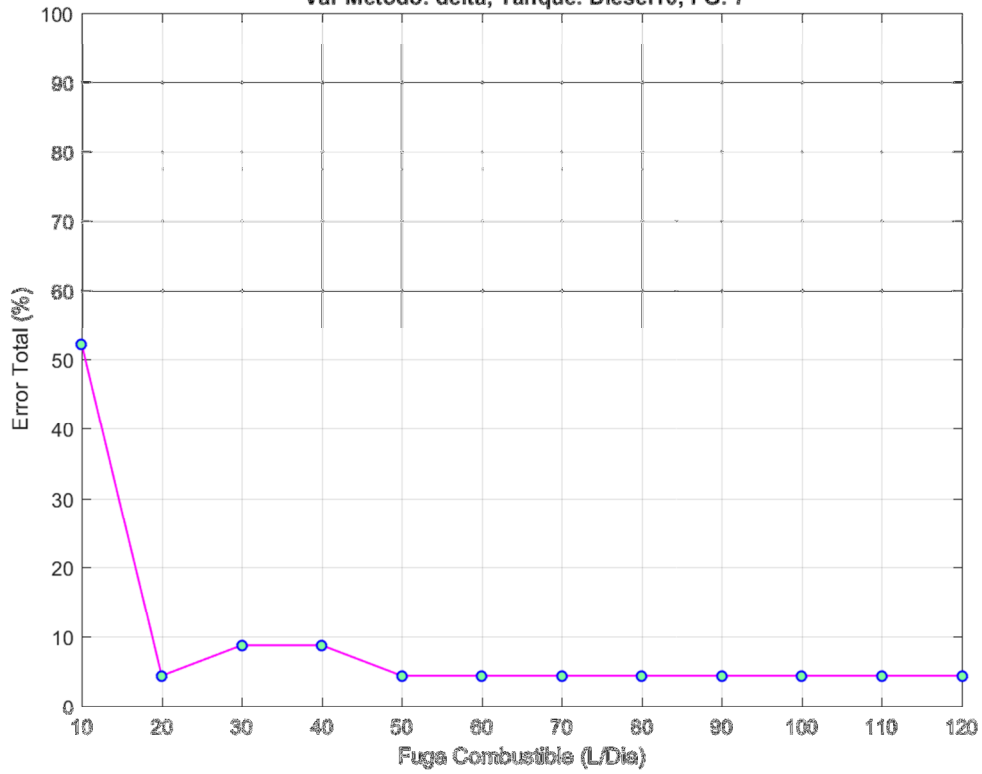
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 7



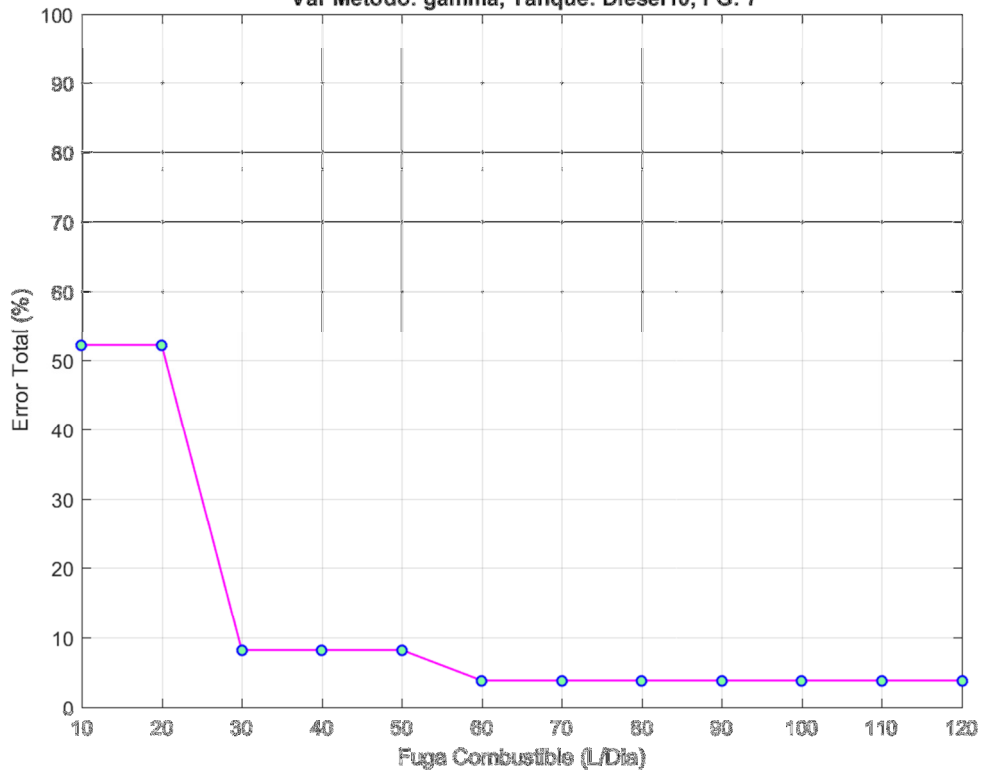
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 7



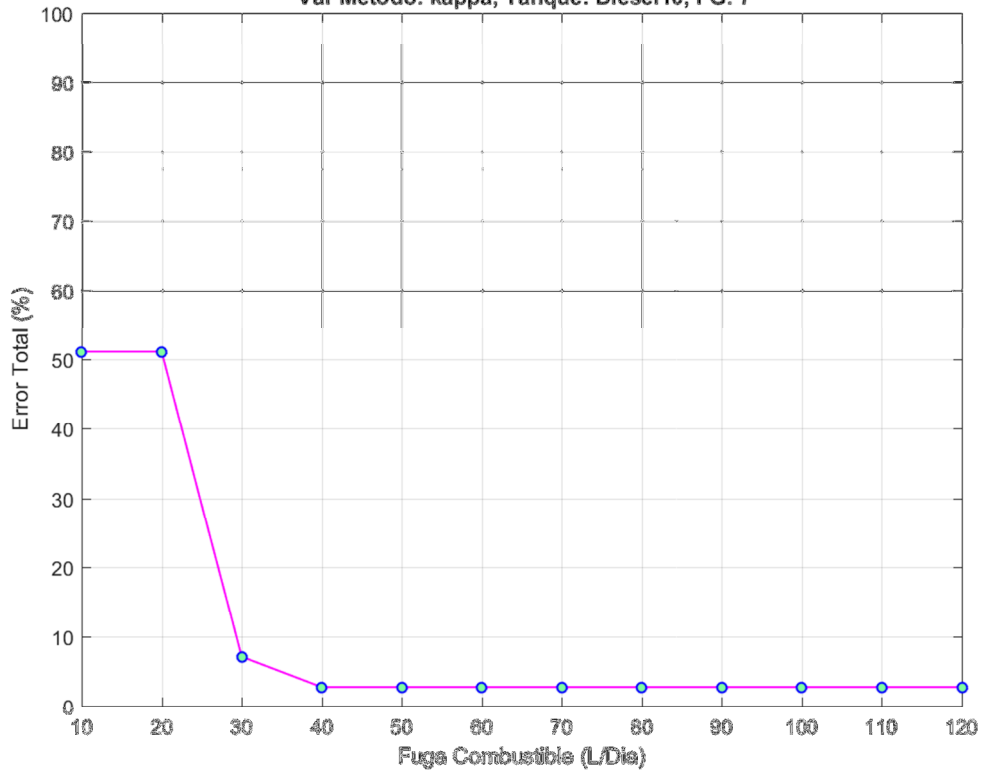
Metodo: knnnd, EEntr: 5.56e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Diesel10, FG: 7



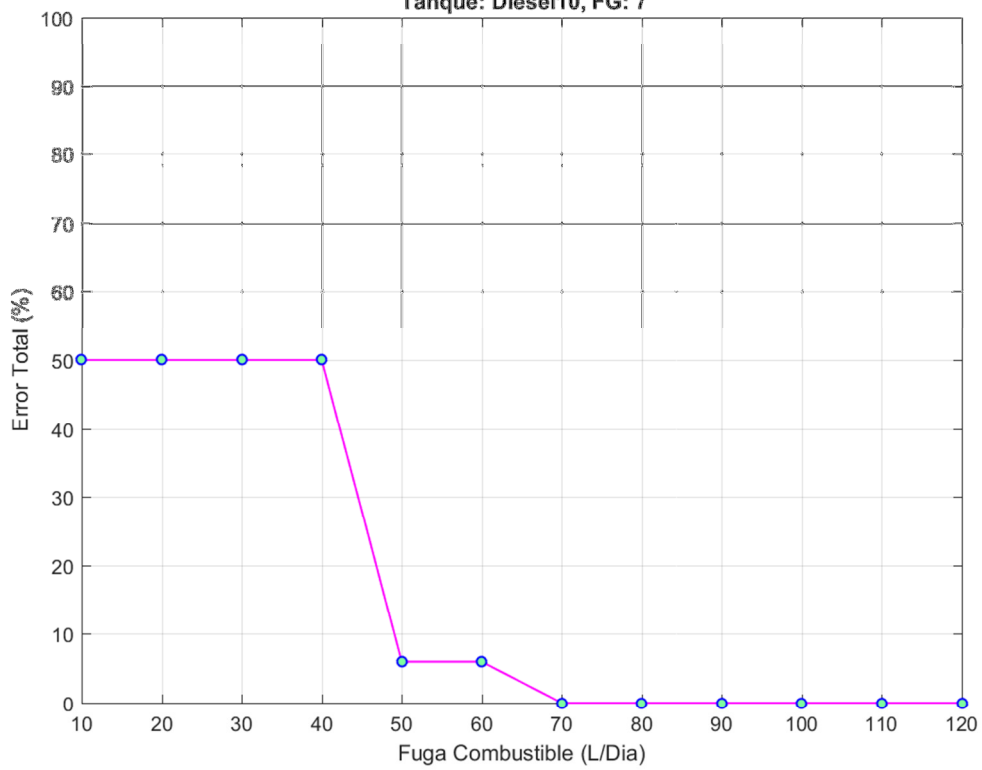
Metodo: knnnd, EEntr: 2.22e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Diesel10, FG: 7



Metodo: knn<sub>dd</sub>, EEntr: 4.44e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Diesel10, FG: 7



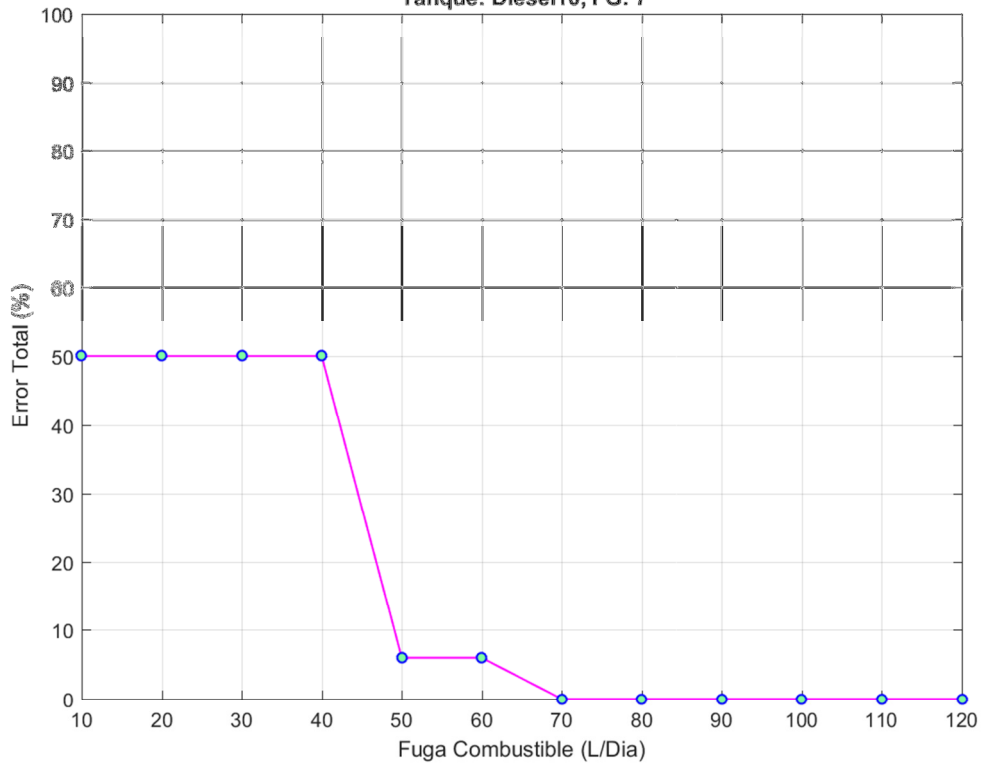
Metodo: pca<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 3.00e-01  
Tanque: Diesel10, FG: 7





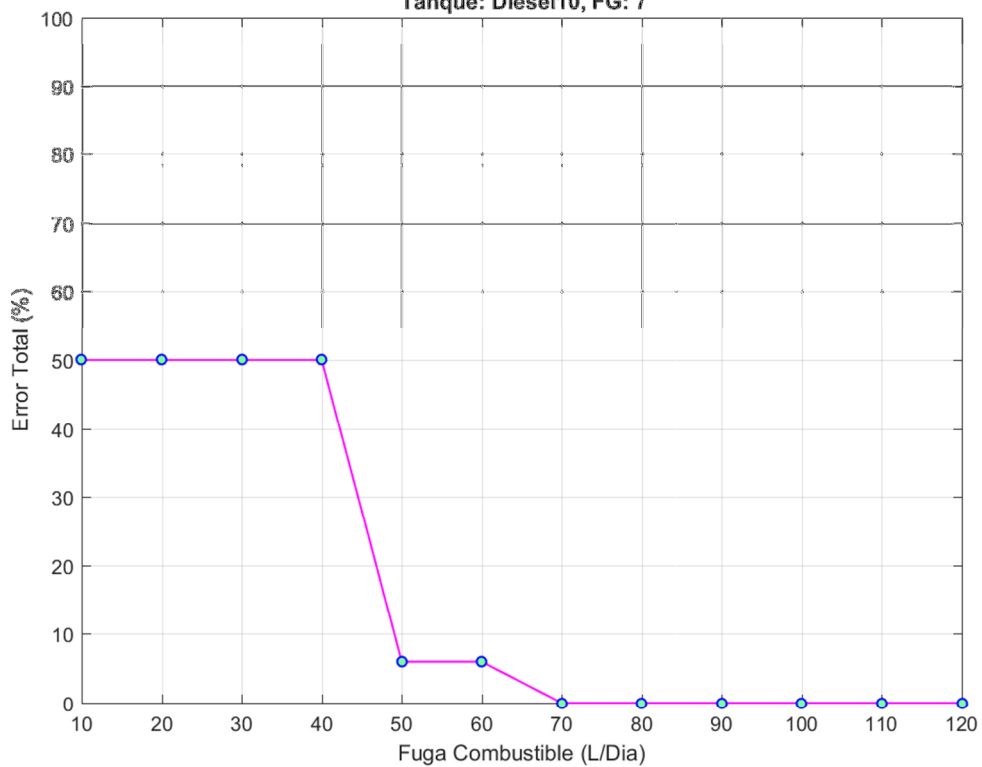
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



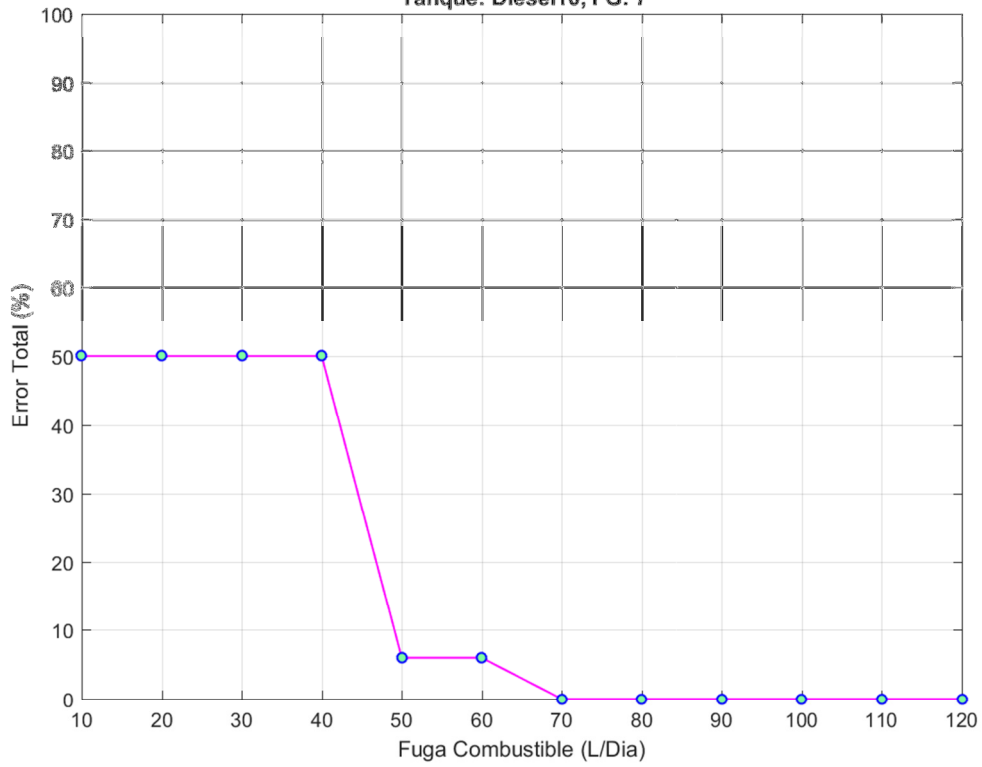
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



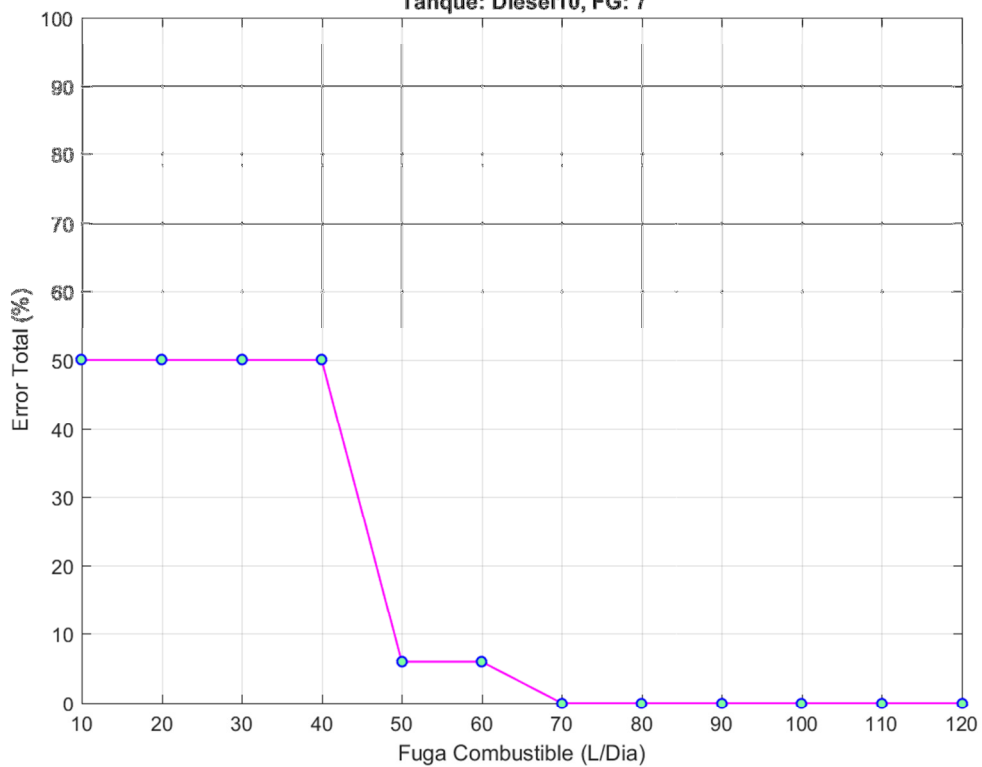
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



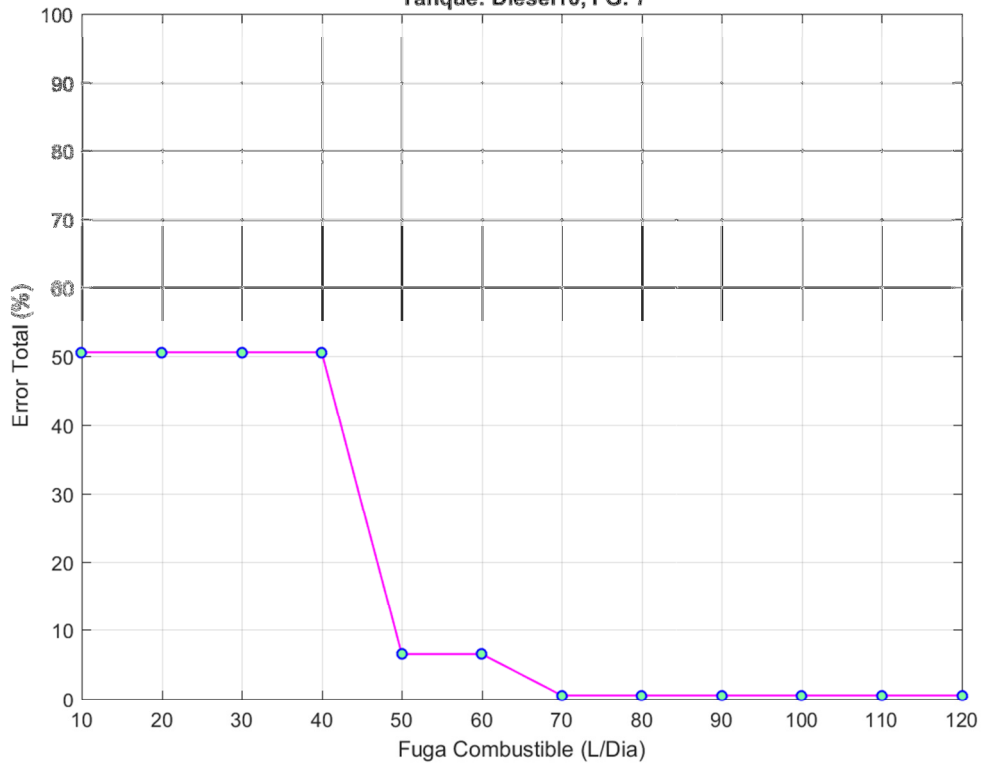
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 7



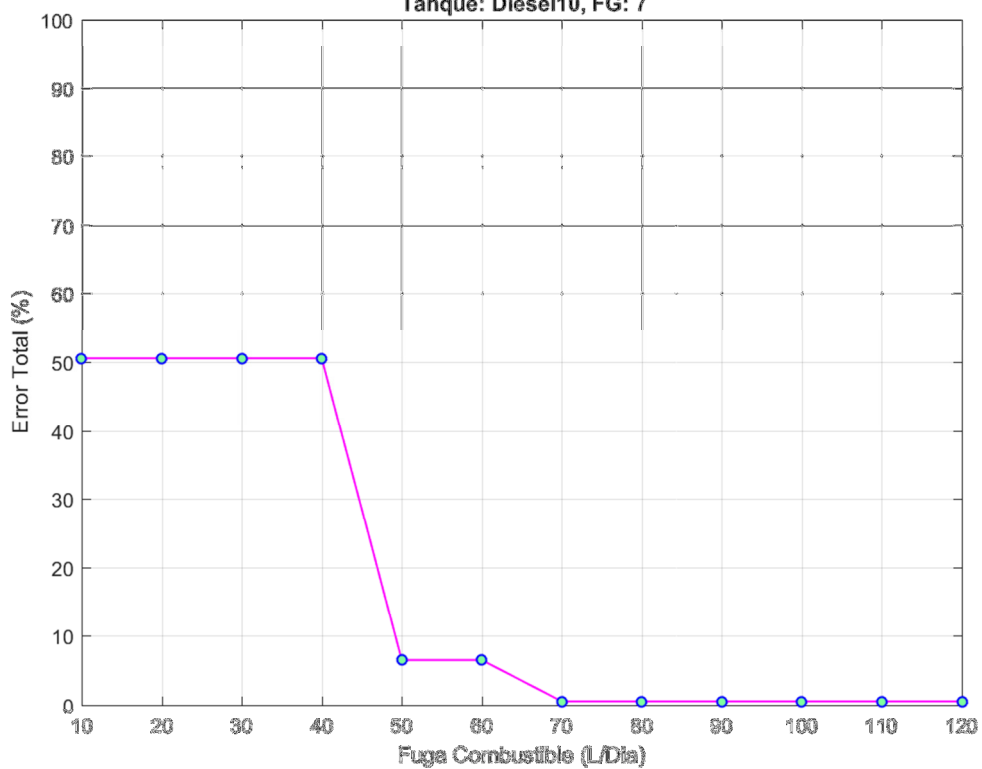
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



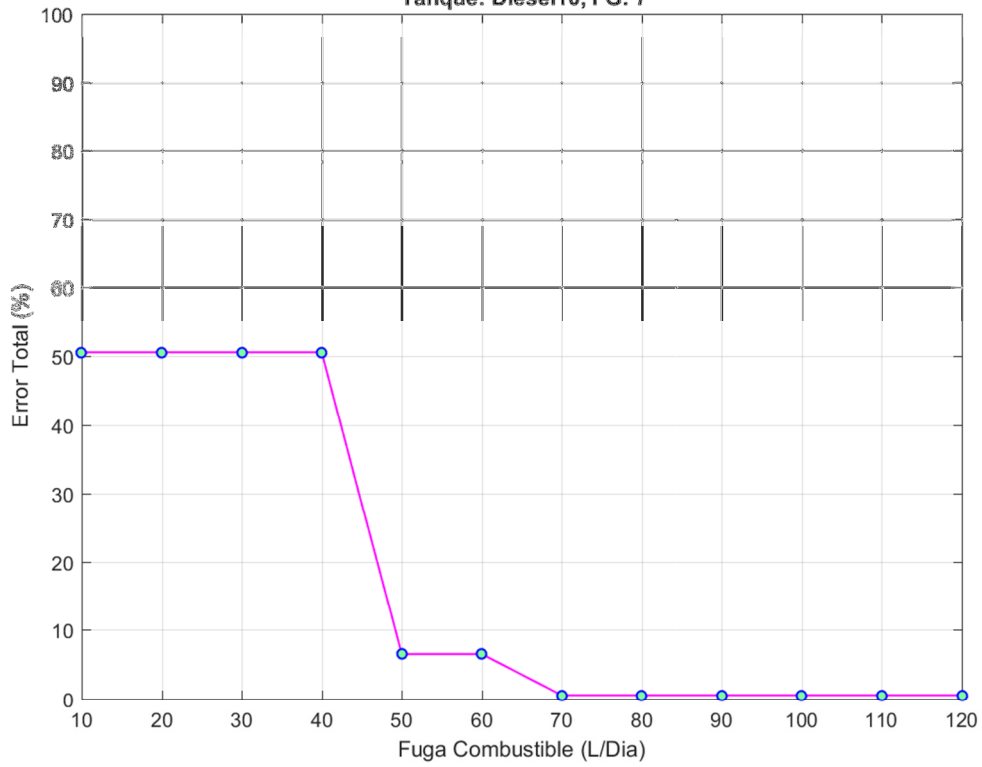
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



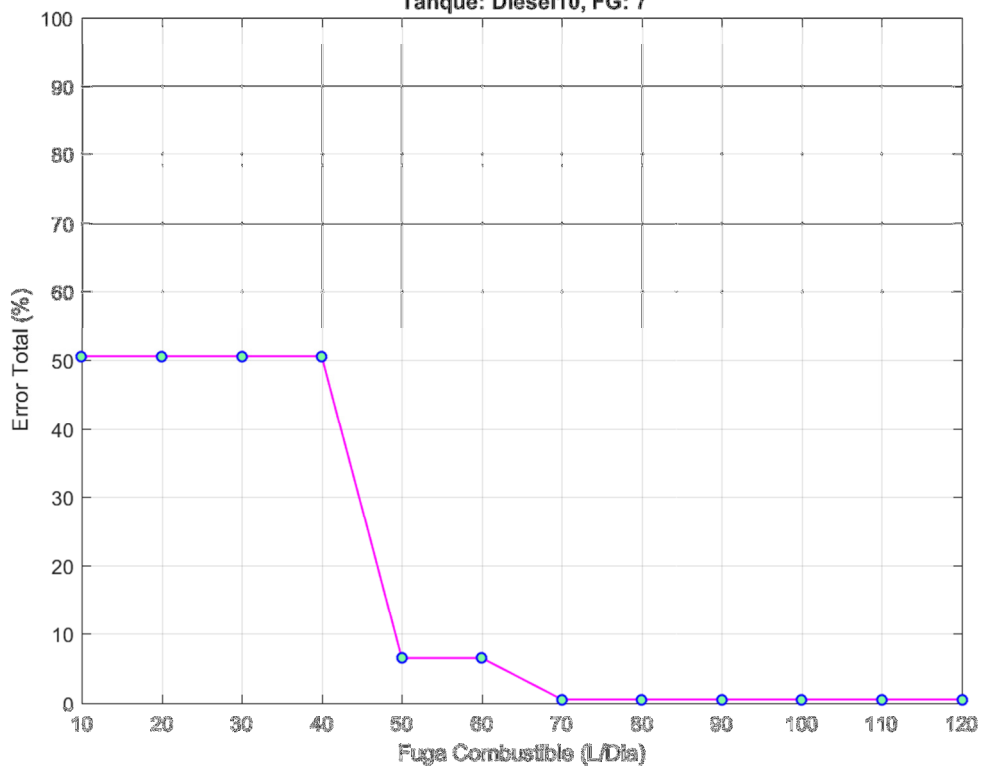
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



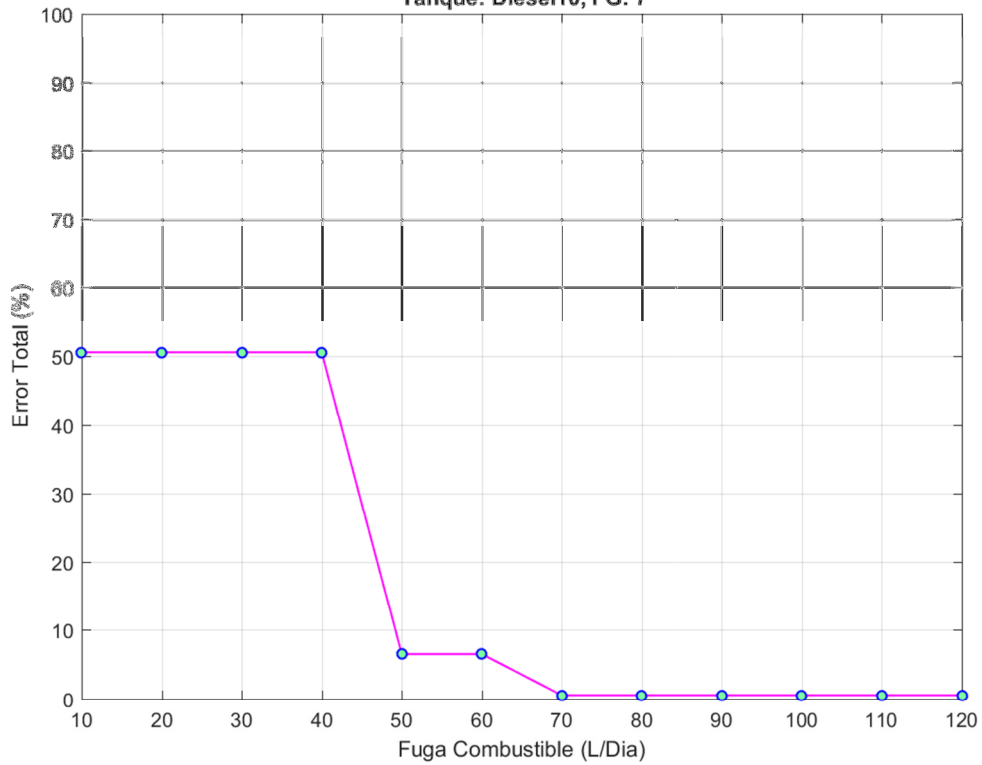
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



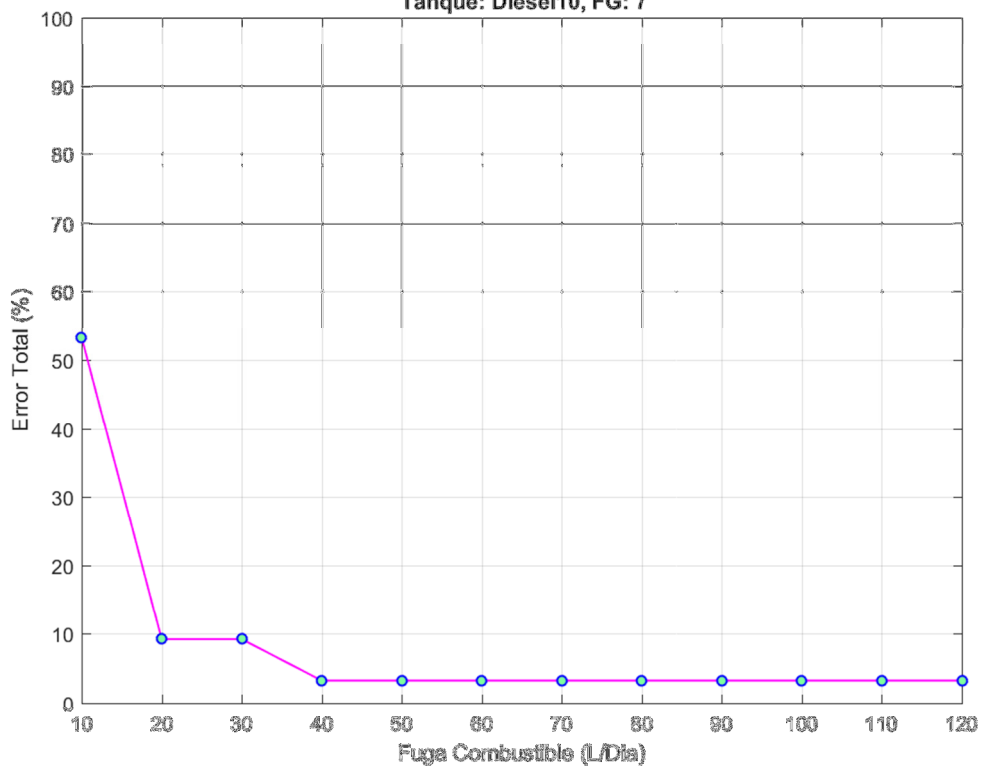
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 7



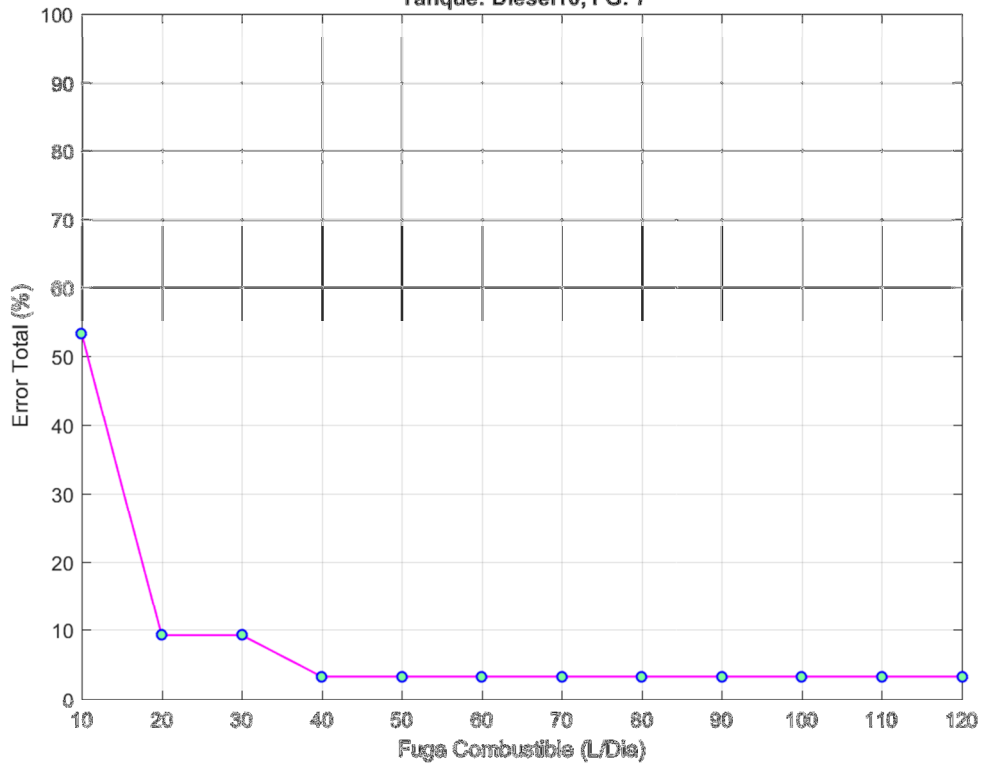
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



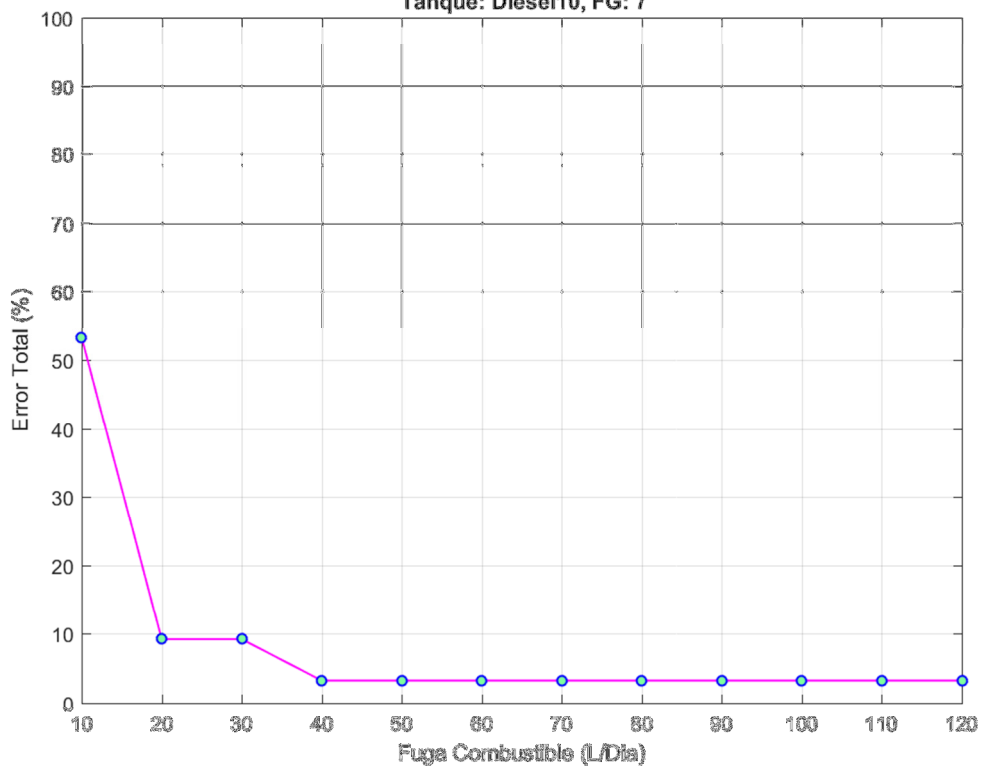
Metodo: pca<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Diesel10, FG: 7



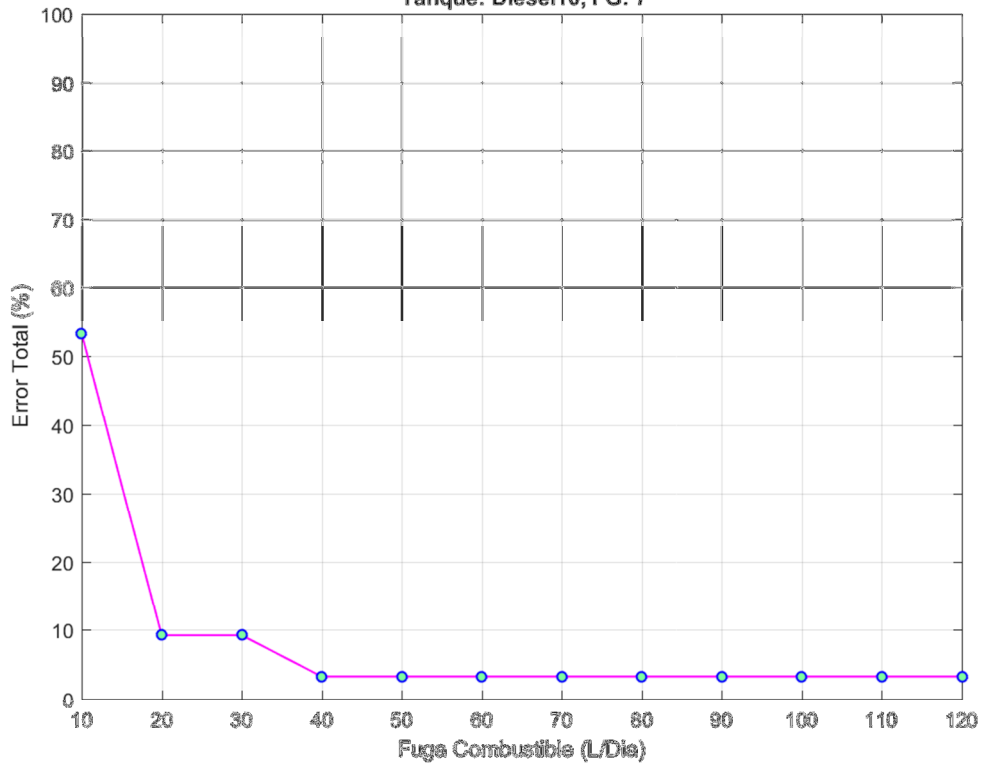
Metodo: pca<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 7.00e-01

Tanque: Diesel10, FG: 7



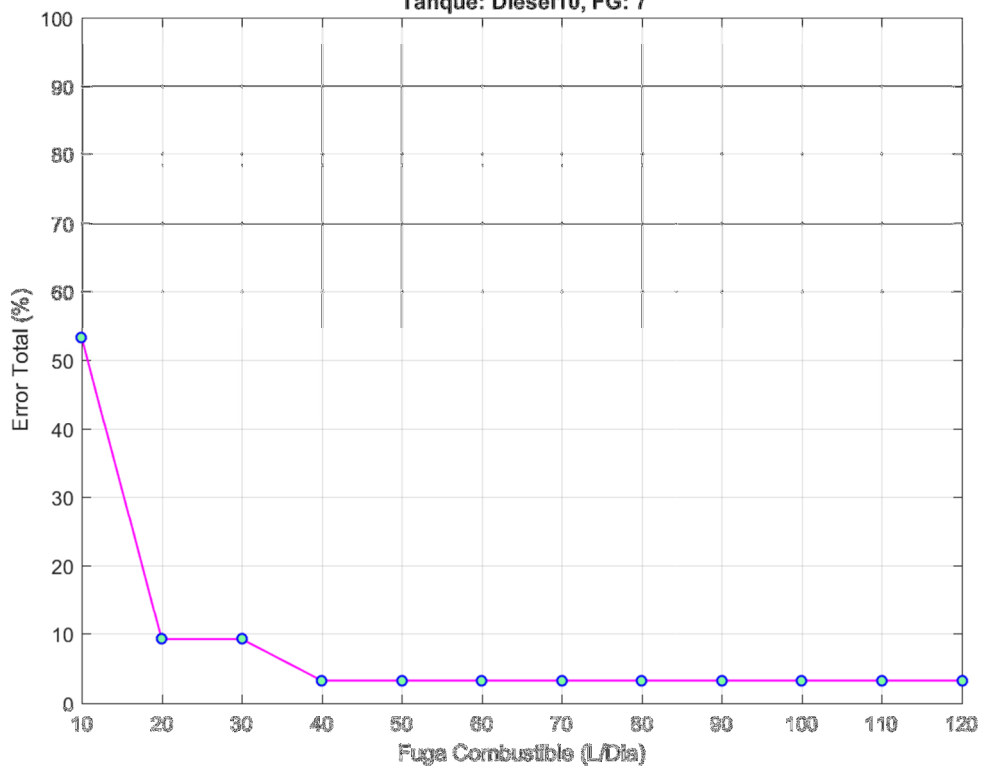
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Diesel10, FG: 7



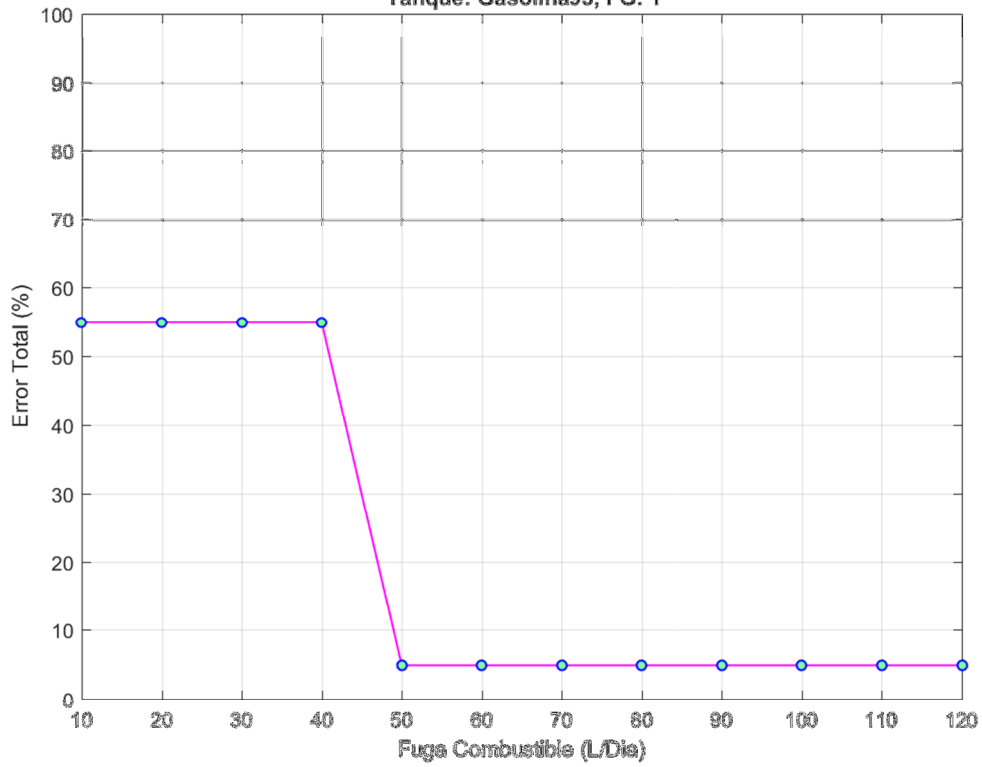
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador: 01

Tanque: Diesel10, FG: 7



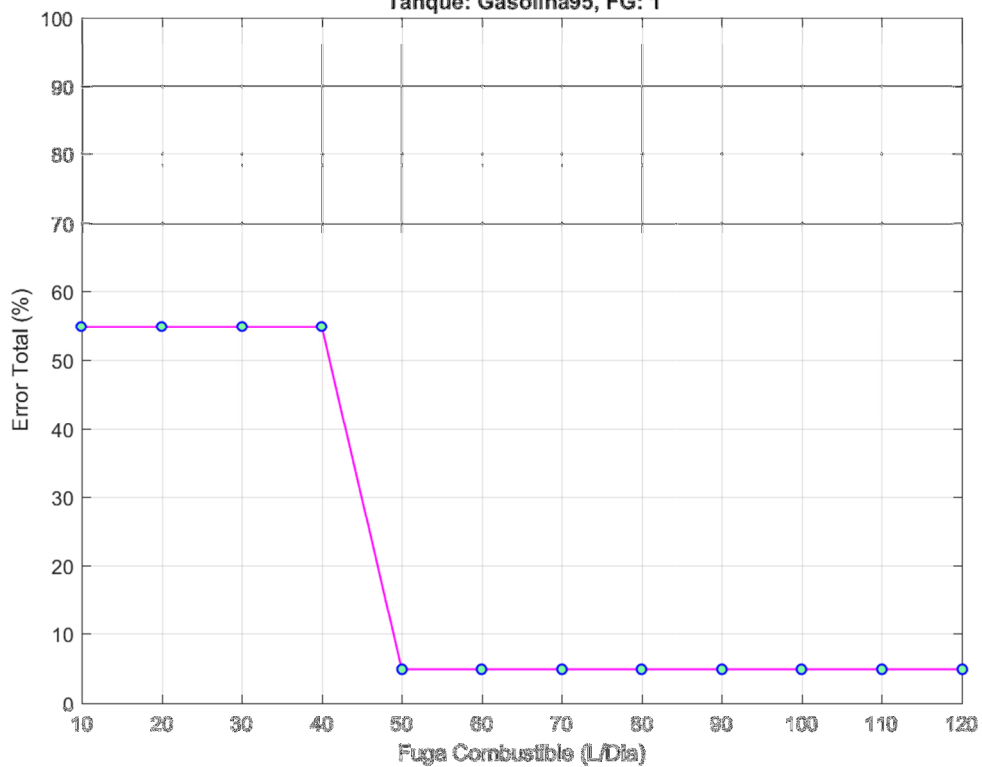
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Frecj: 1.00e-01, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 1



Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 7.50e-01

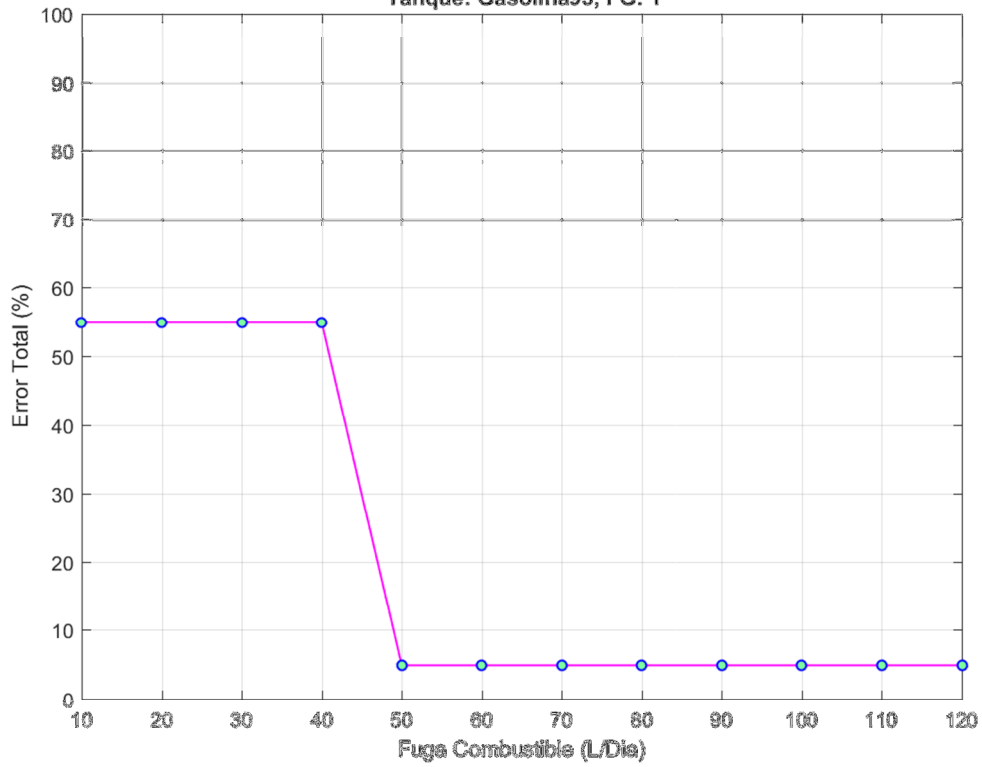
Tanque: Gasolina95, FG: 1





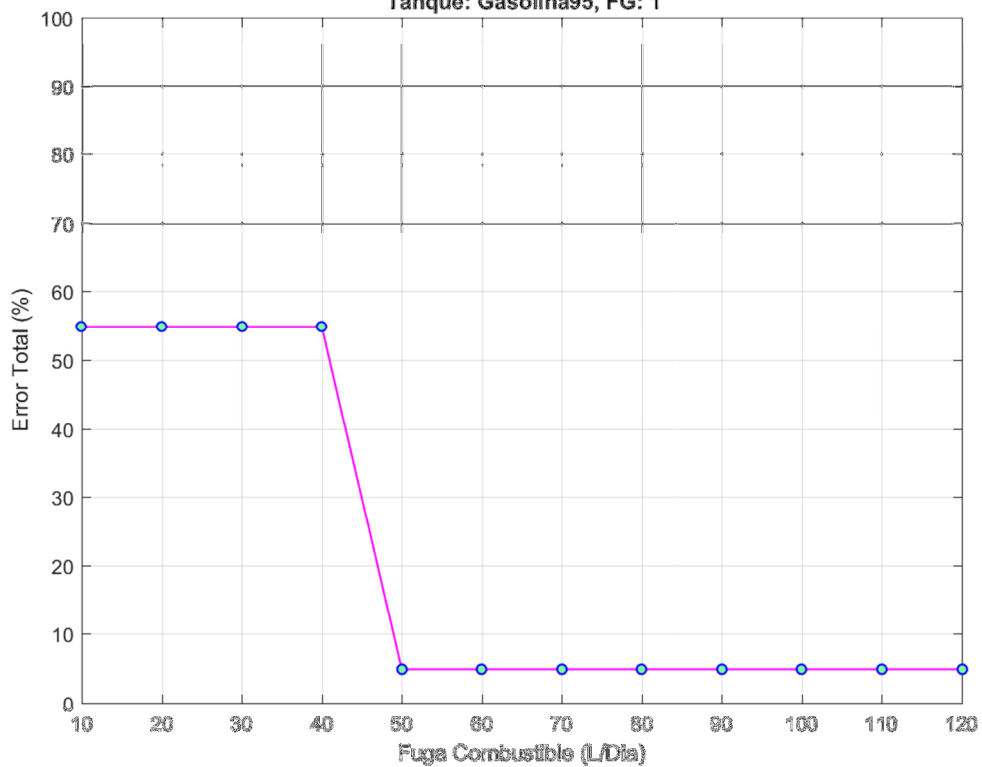
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 1



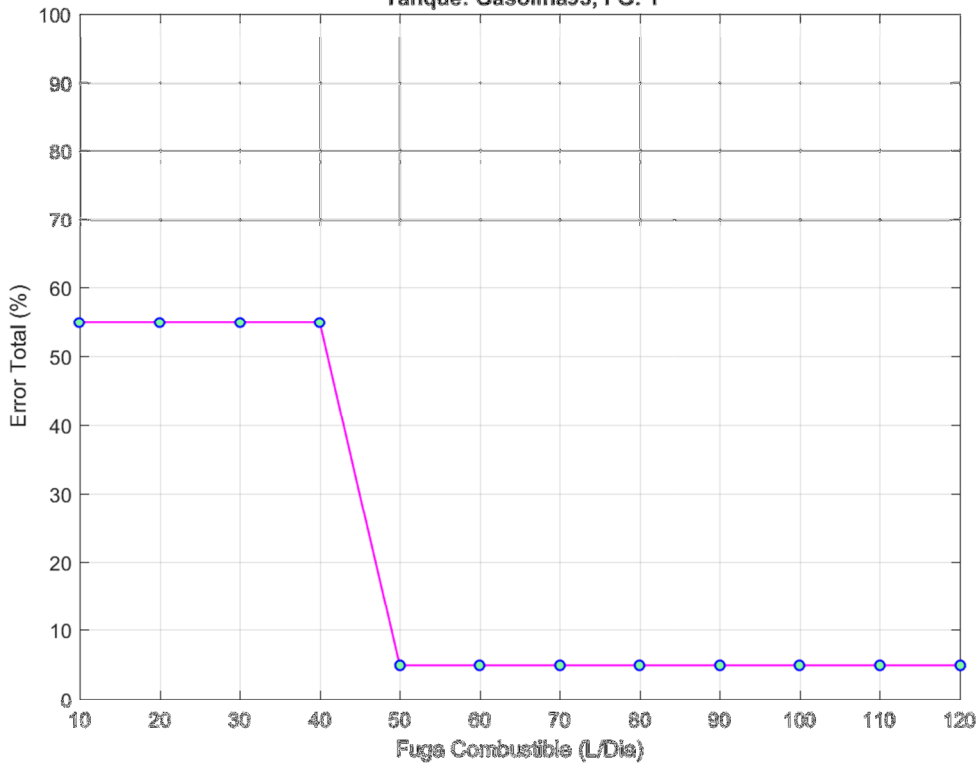
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina95, FG: 1



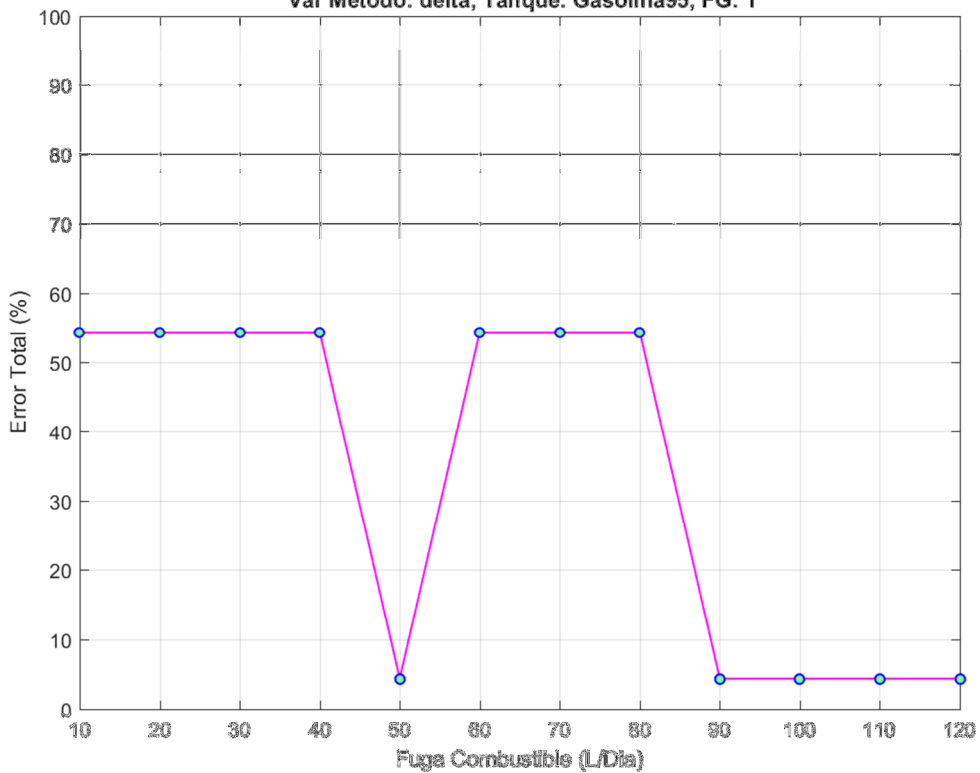
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina95, FG: 1

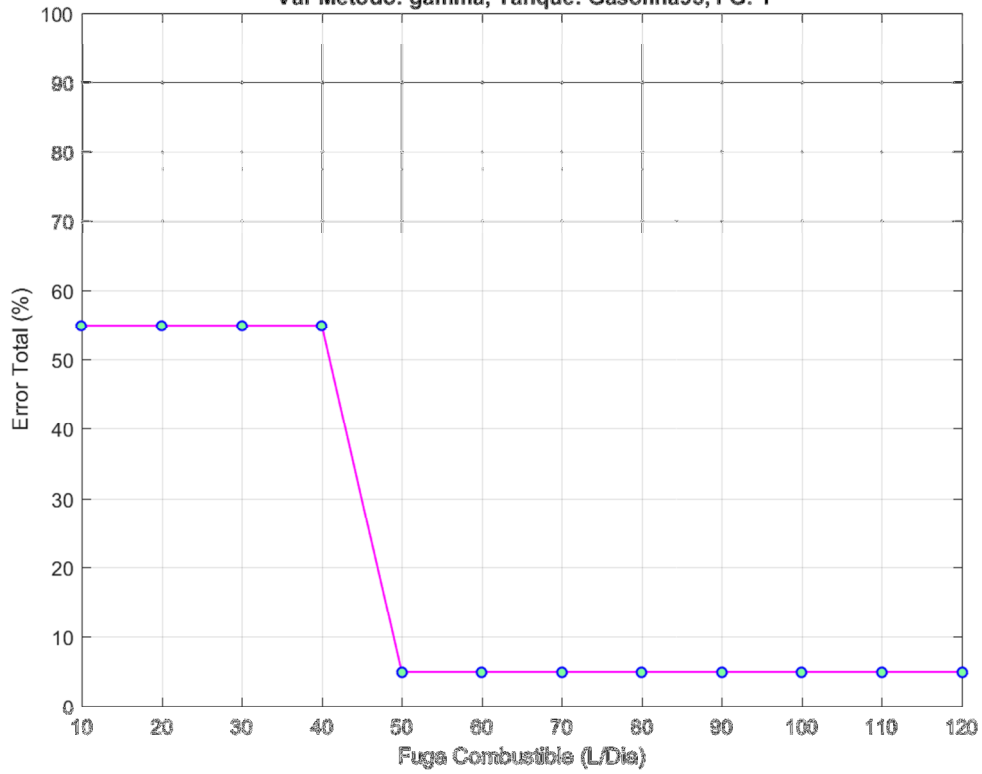


Metodo: knnndd, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10

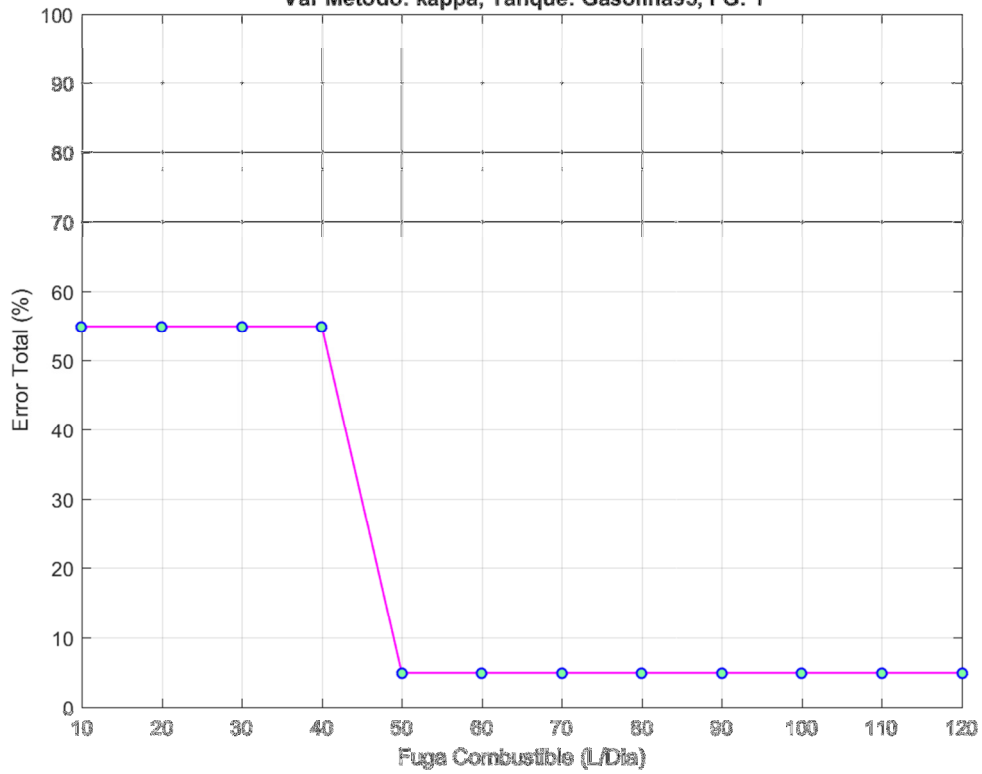
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina95, FG: 1



Metodo: knn, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina95, FG: 1

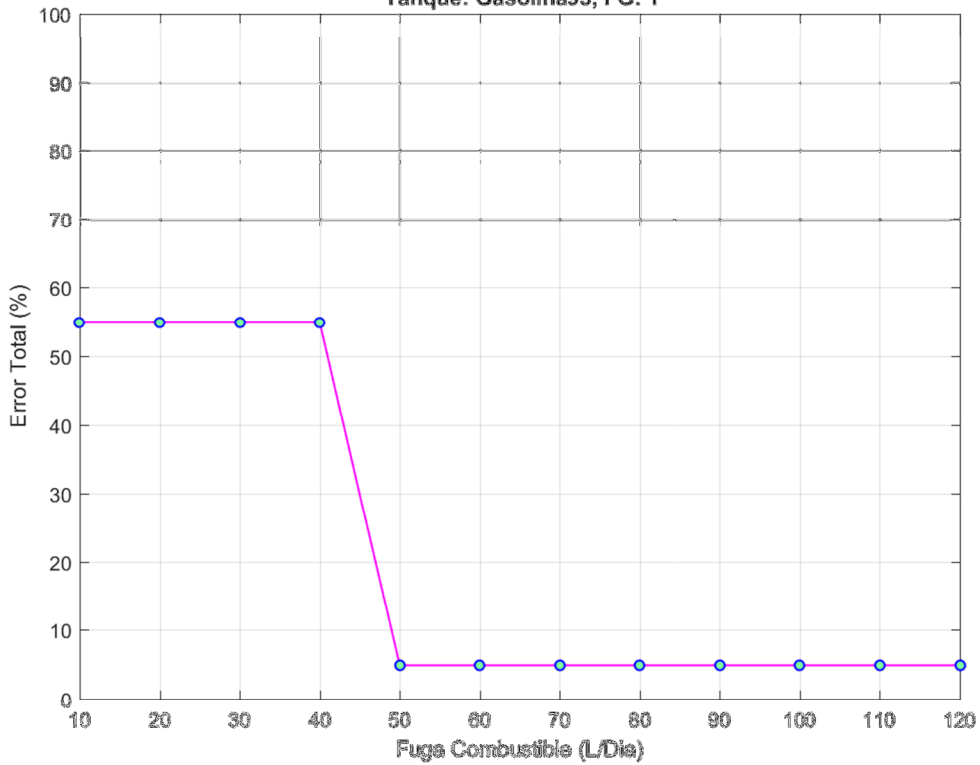


Metodo: knn, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina95, FG: 1



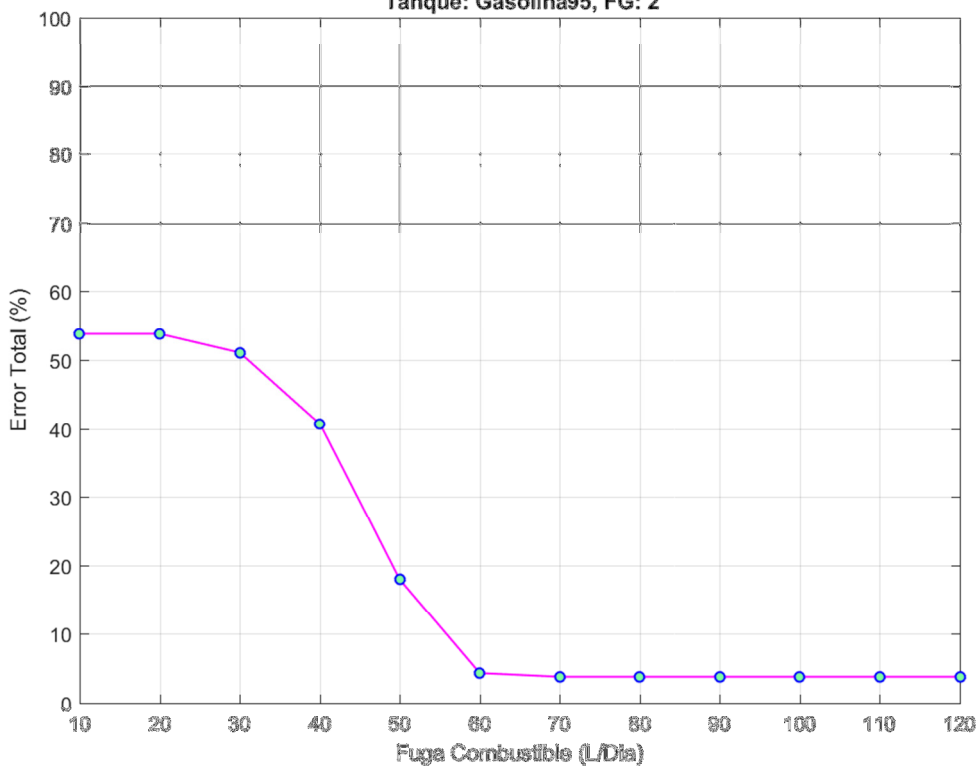
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 1



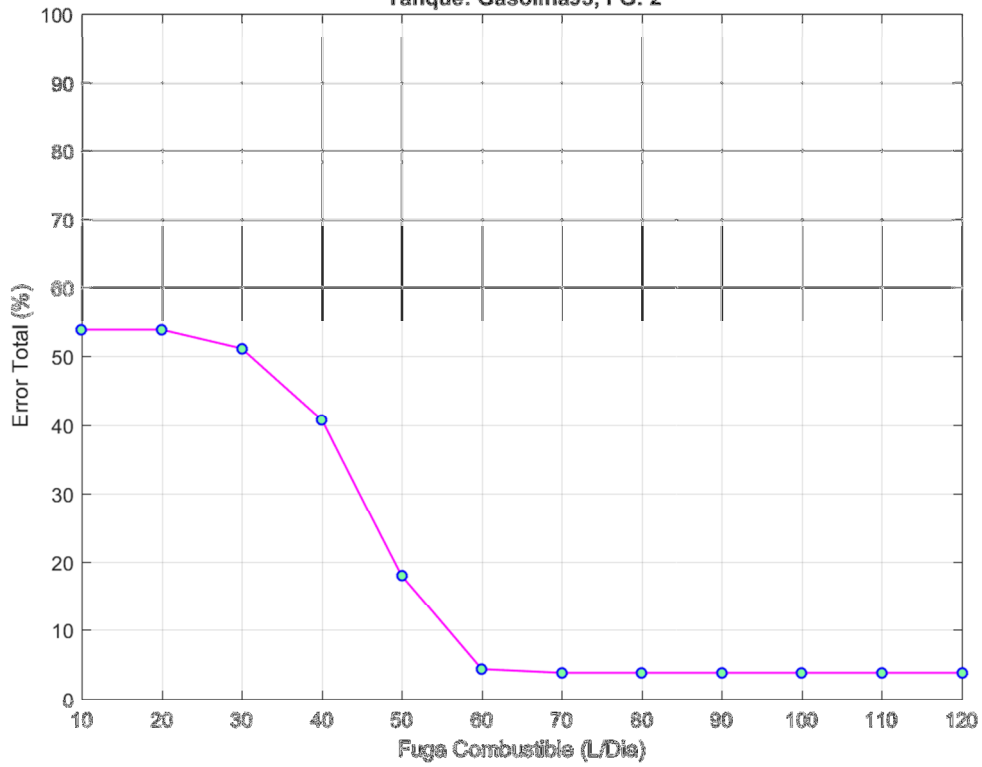
Metodo: gauss<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 2



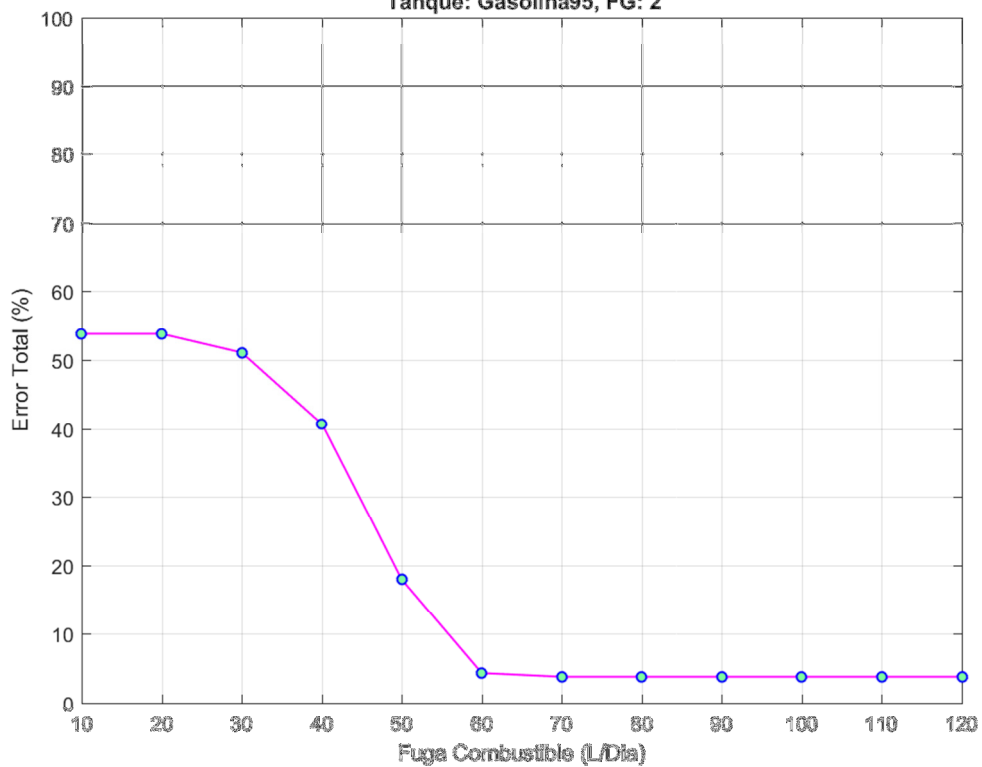
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 2



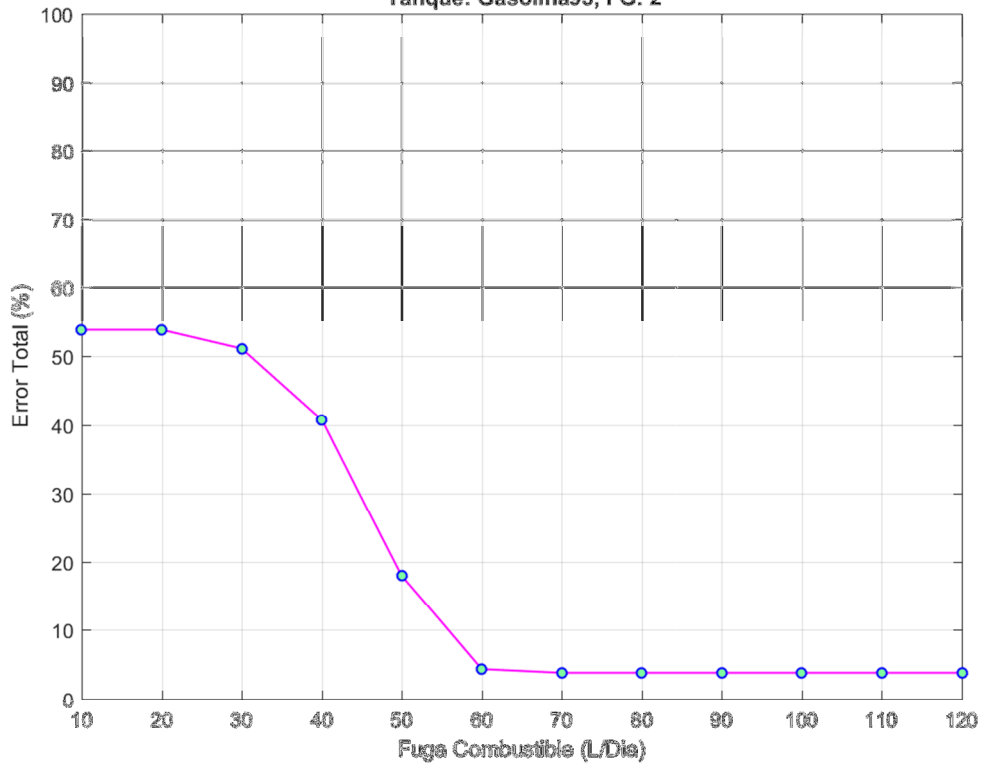
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 2



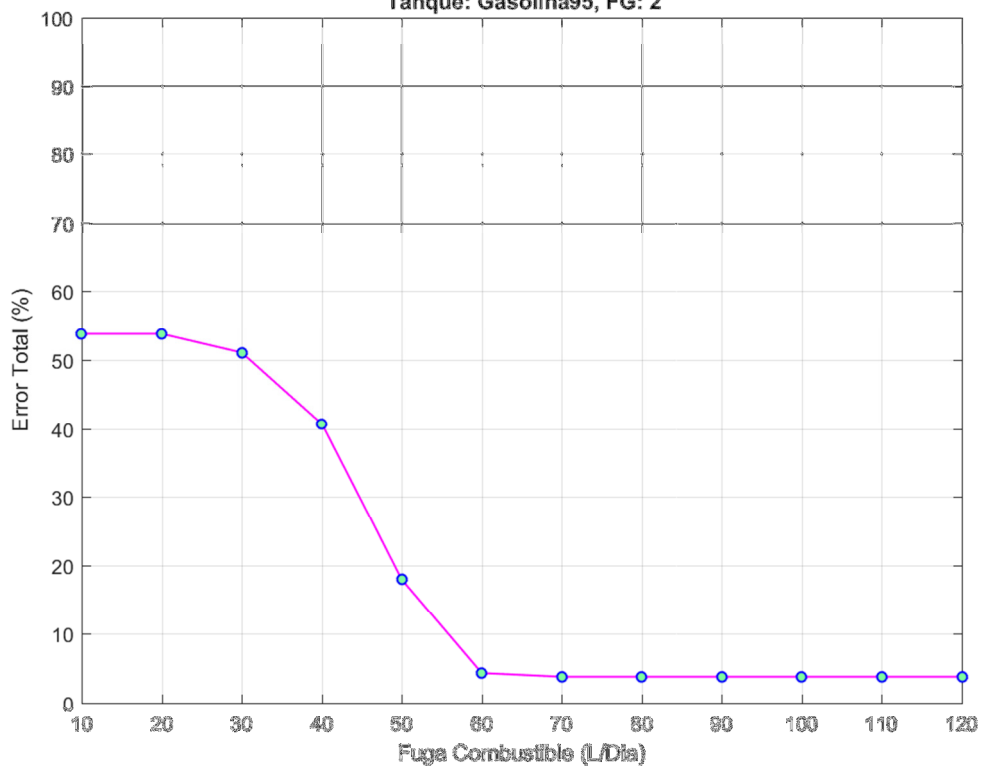
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina95, FG: 2

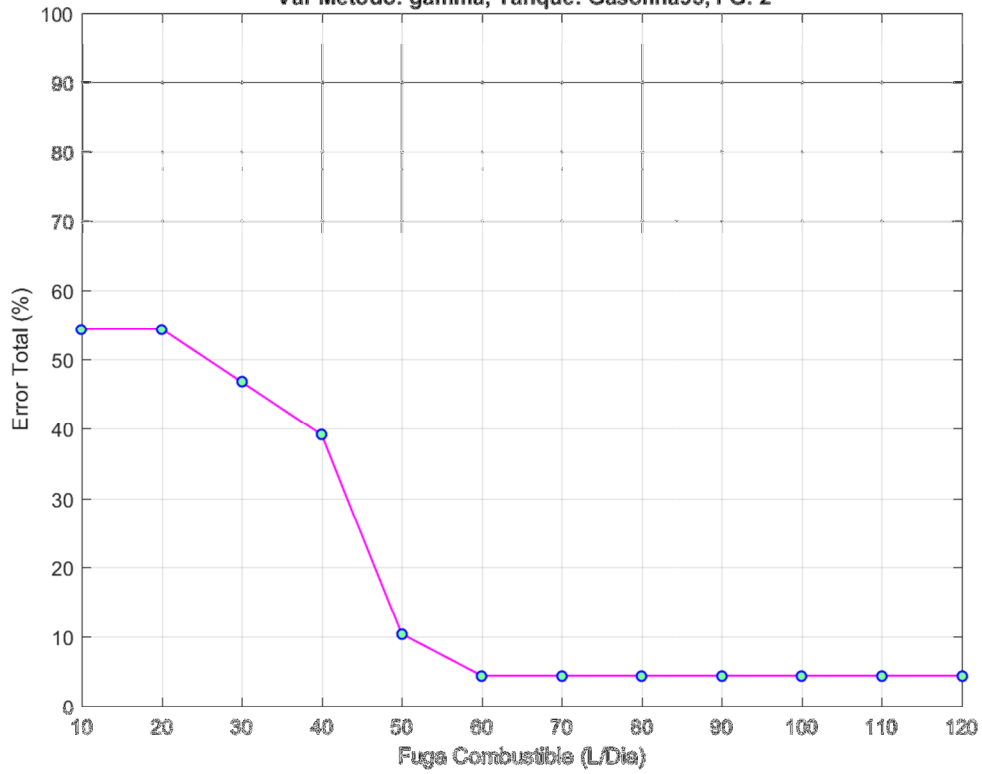


Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02

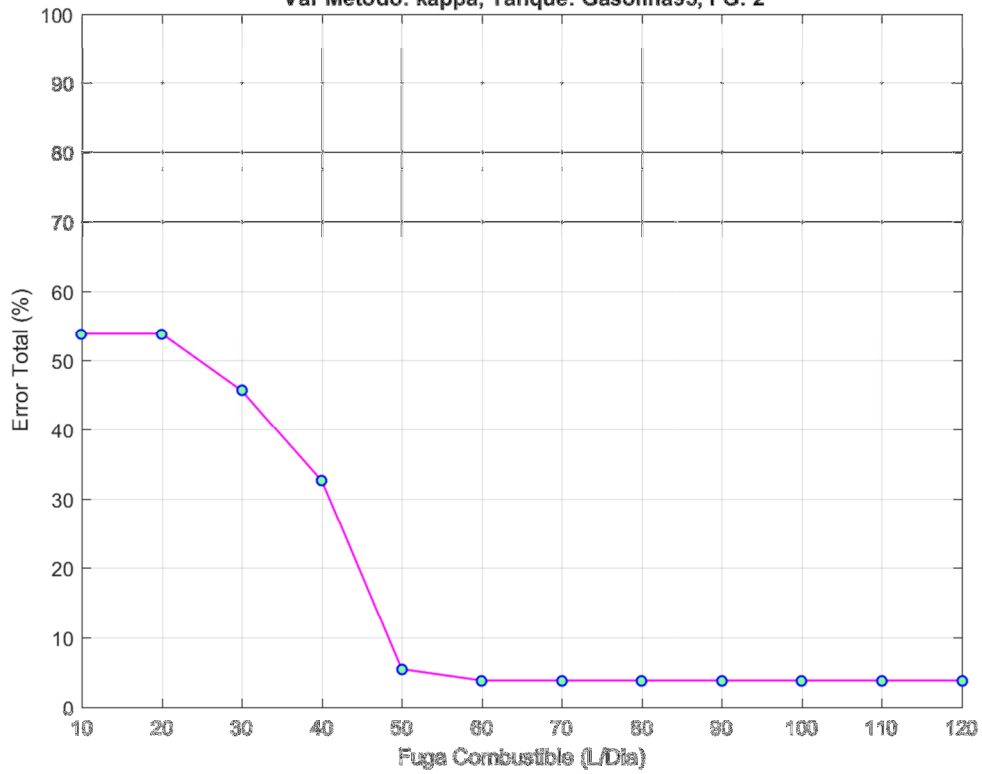
Tanque: Gasolina95, FG: 2



Metodo: knn, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina95, FG: 2

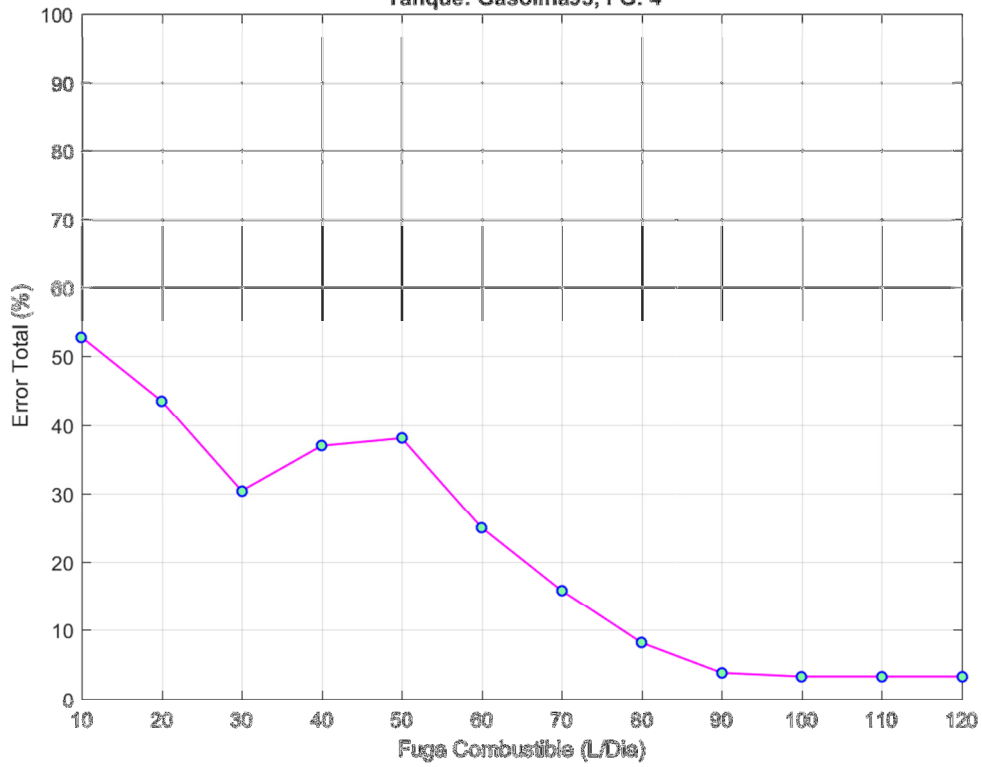


Metodo: knn, EEntr: 8.89e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina95, FG: 2



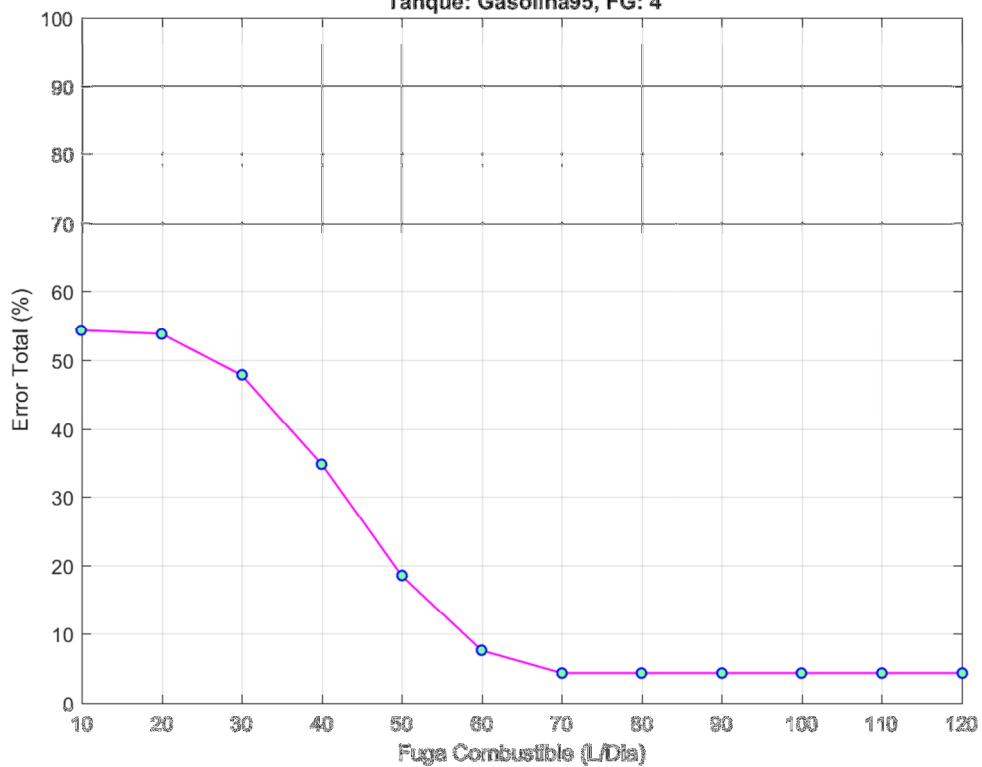
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 06

Tanque: Gasolina95, FG: 4



Metodo: gauss<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 5.00e-01

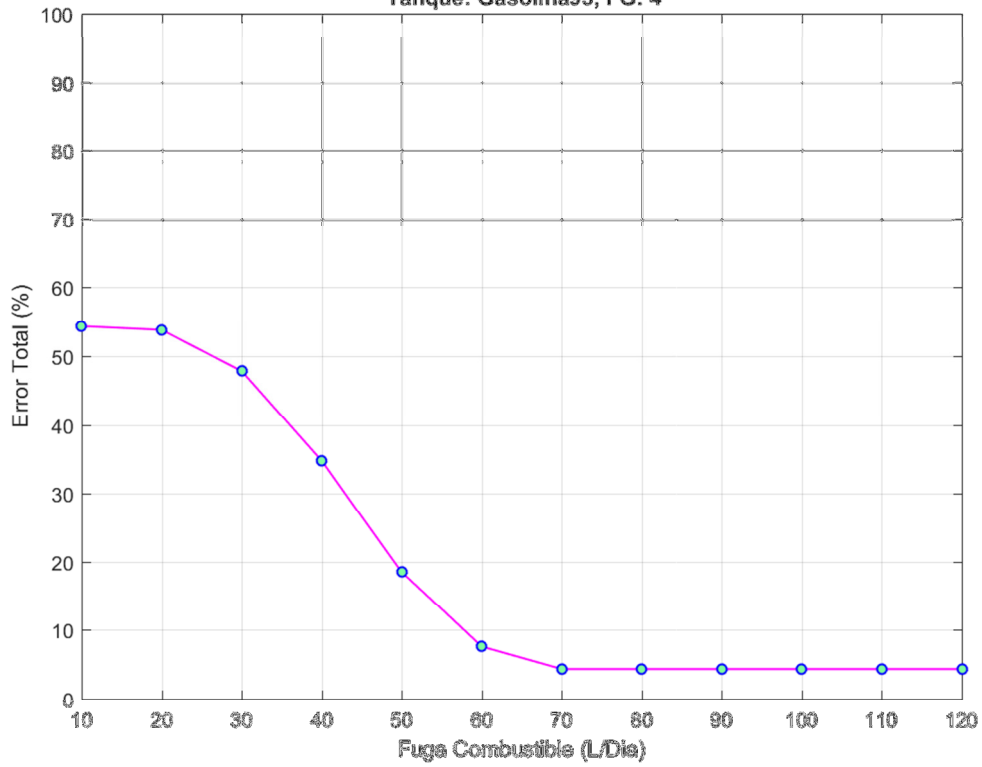
Tanque: Gasolina95, FG: 4





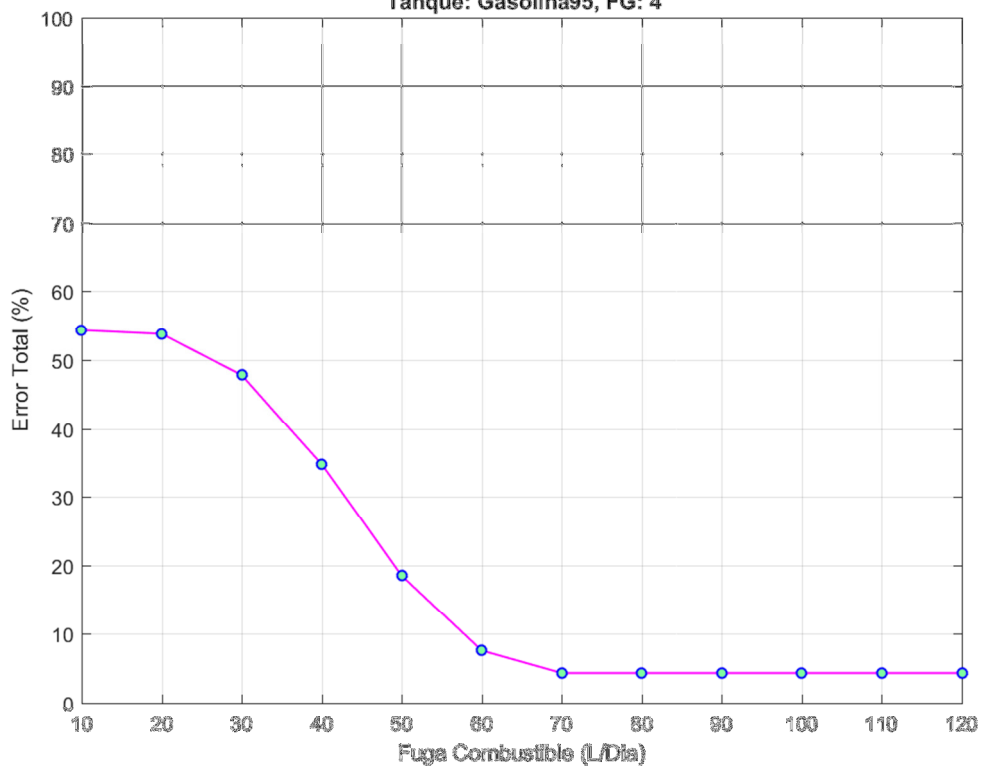
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 4



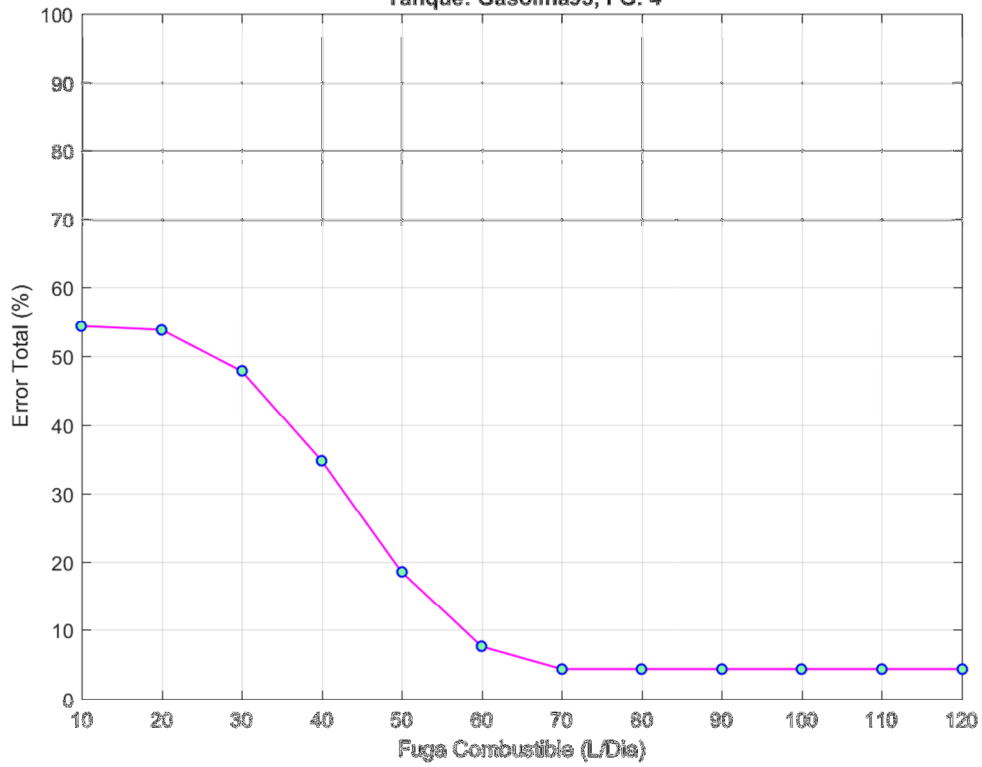
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 4



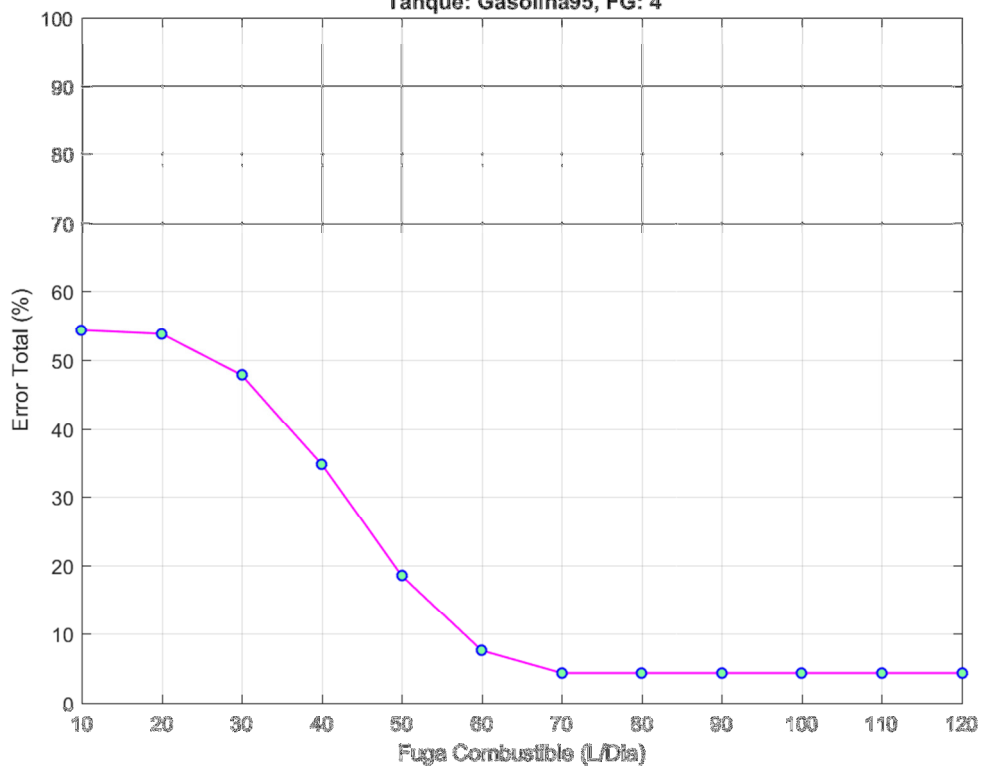
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina95, FG: 4



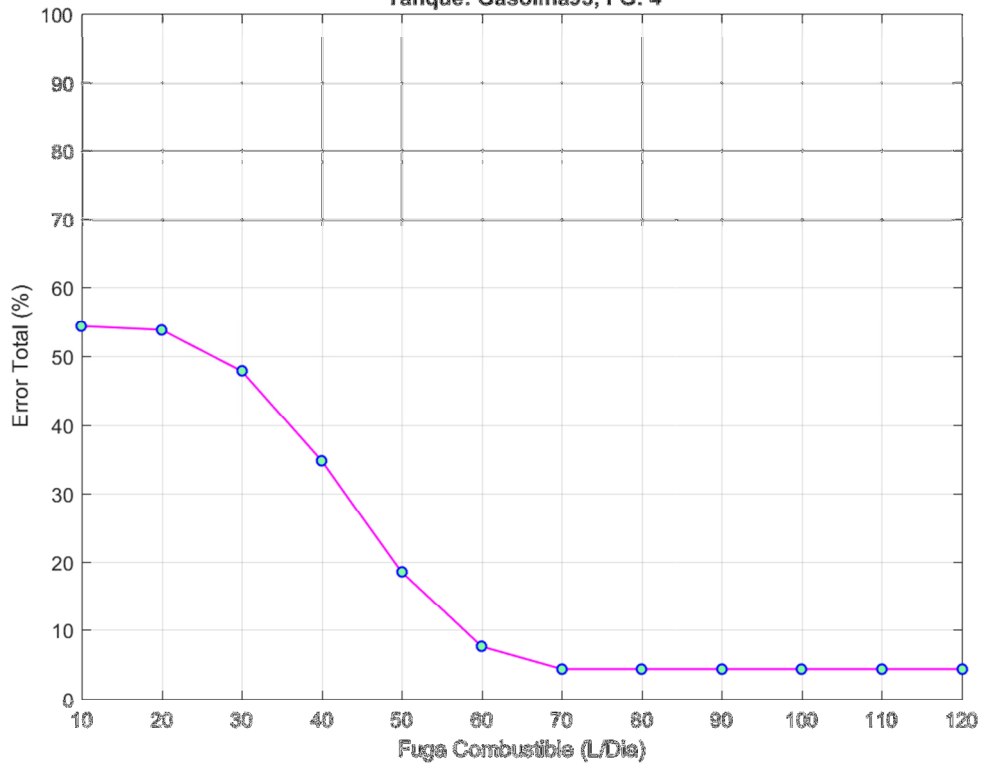
Metodo: gauss\_d, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina95, FG: 4



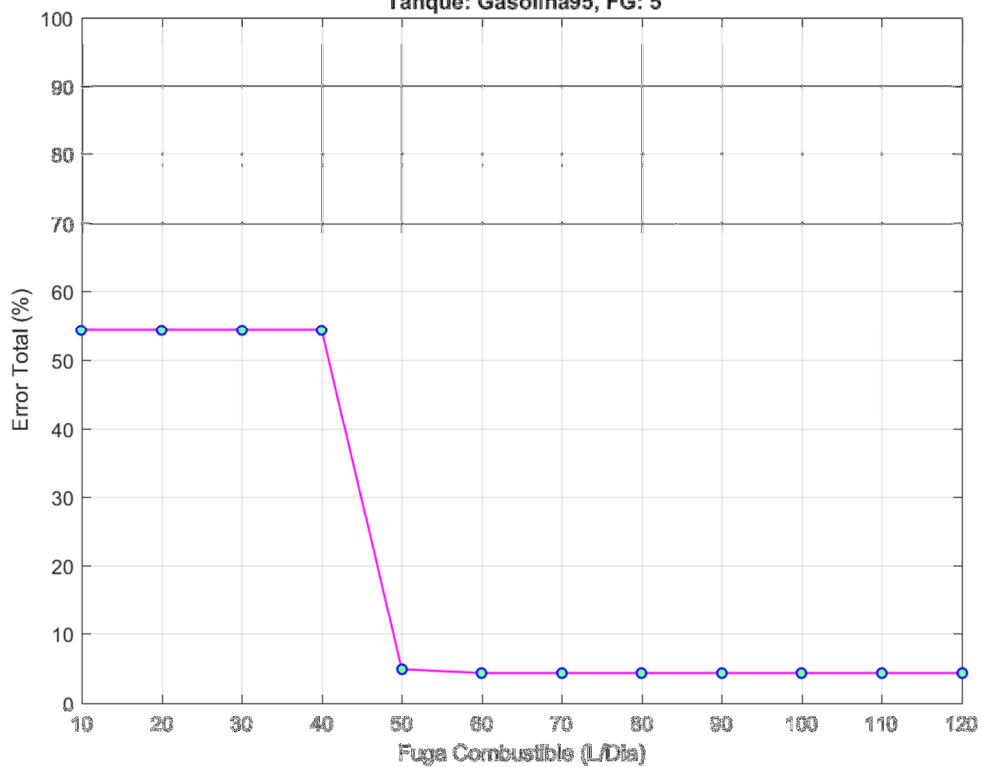
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 4



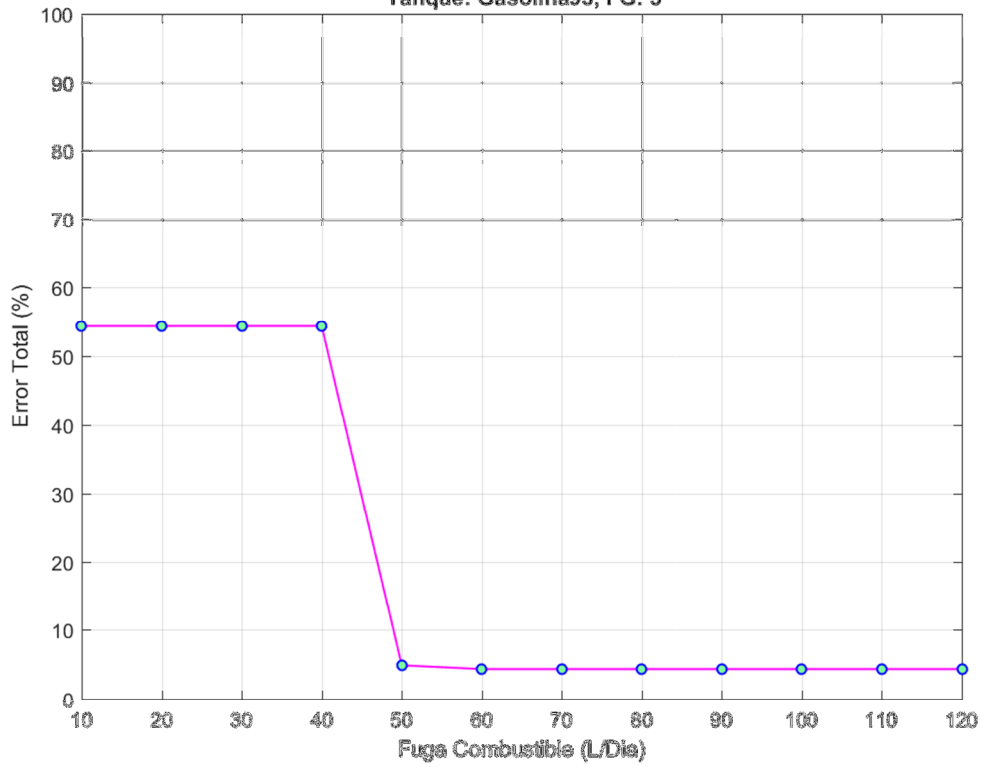
Metodo: pca<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 3.00e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 5



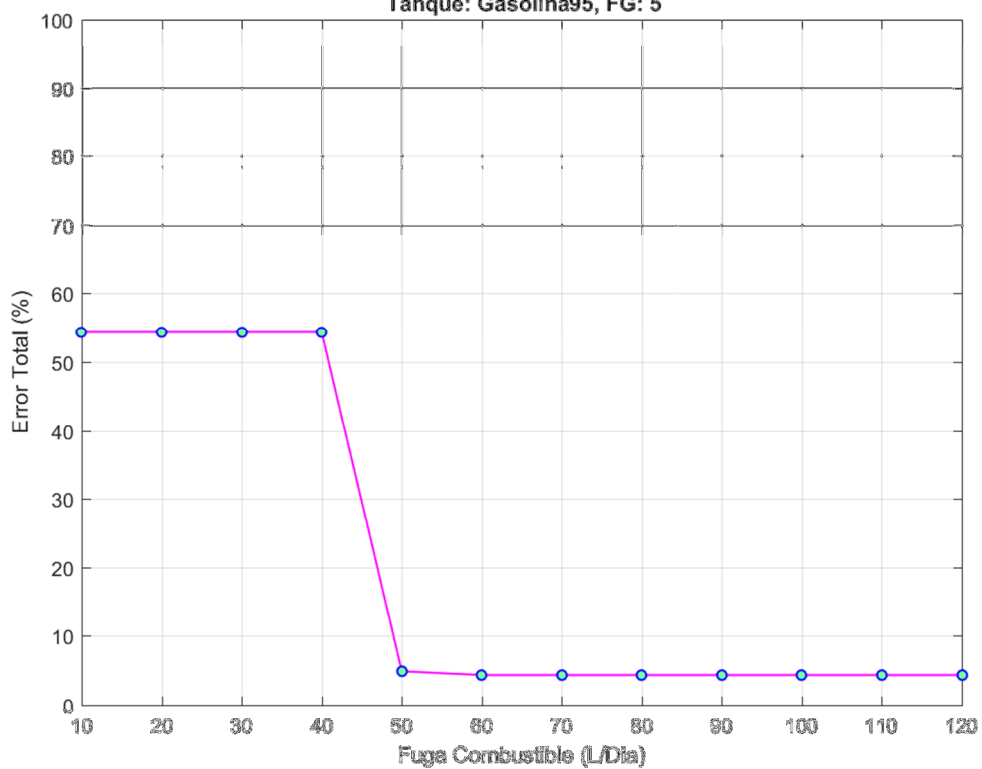
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 5



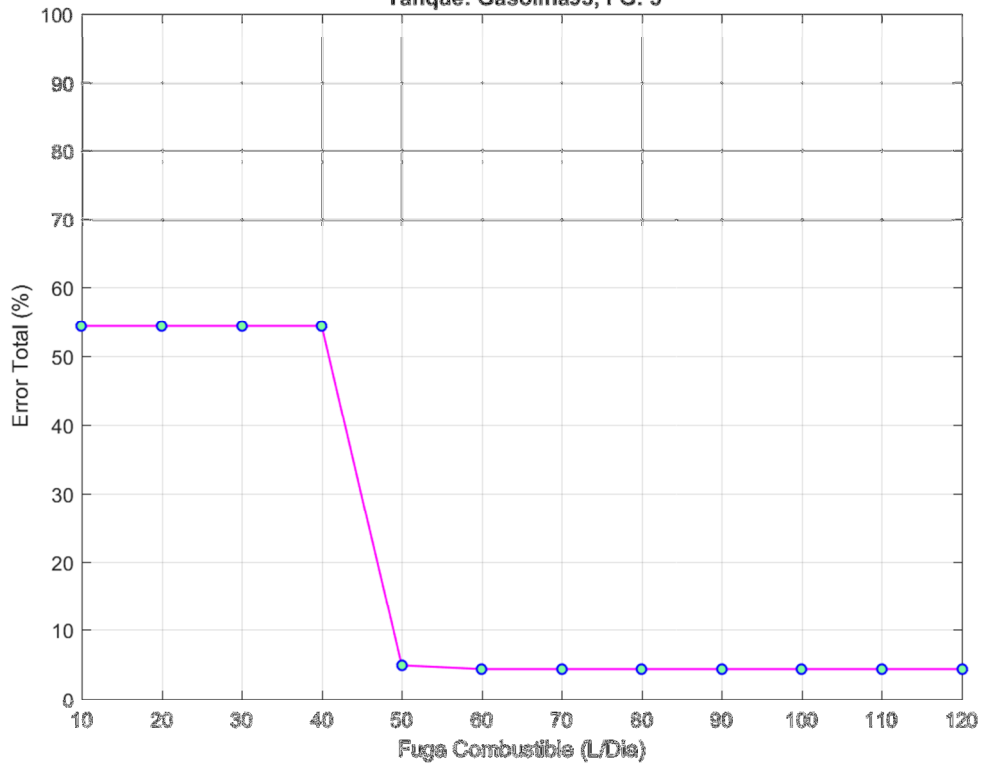
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 5



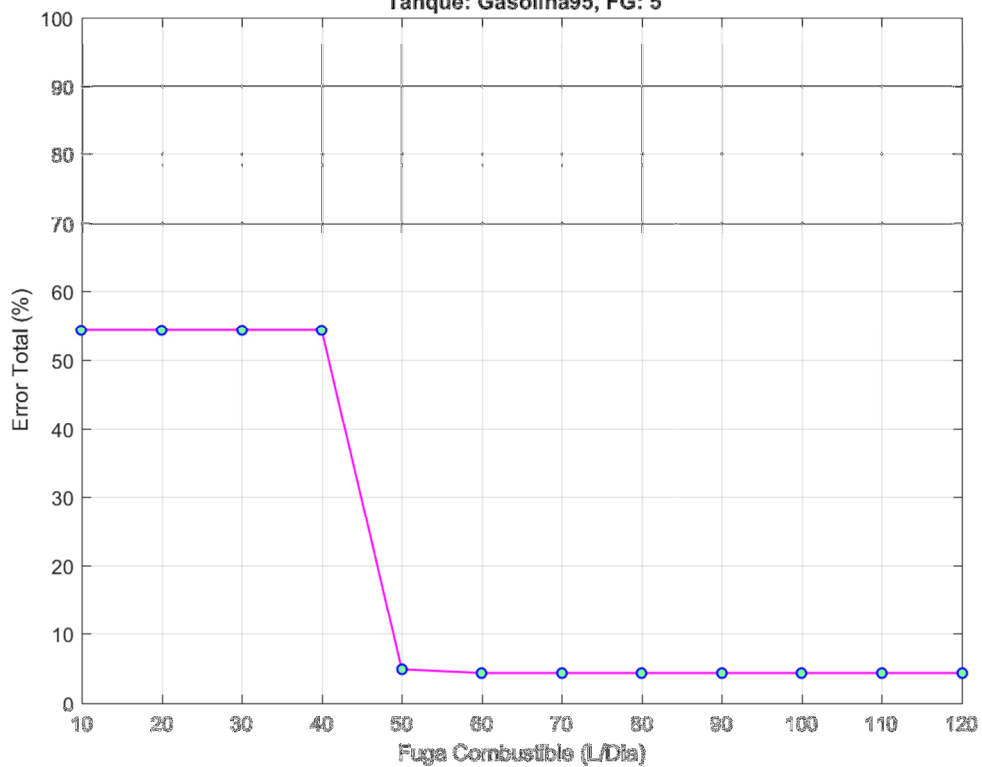
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 5



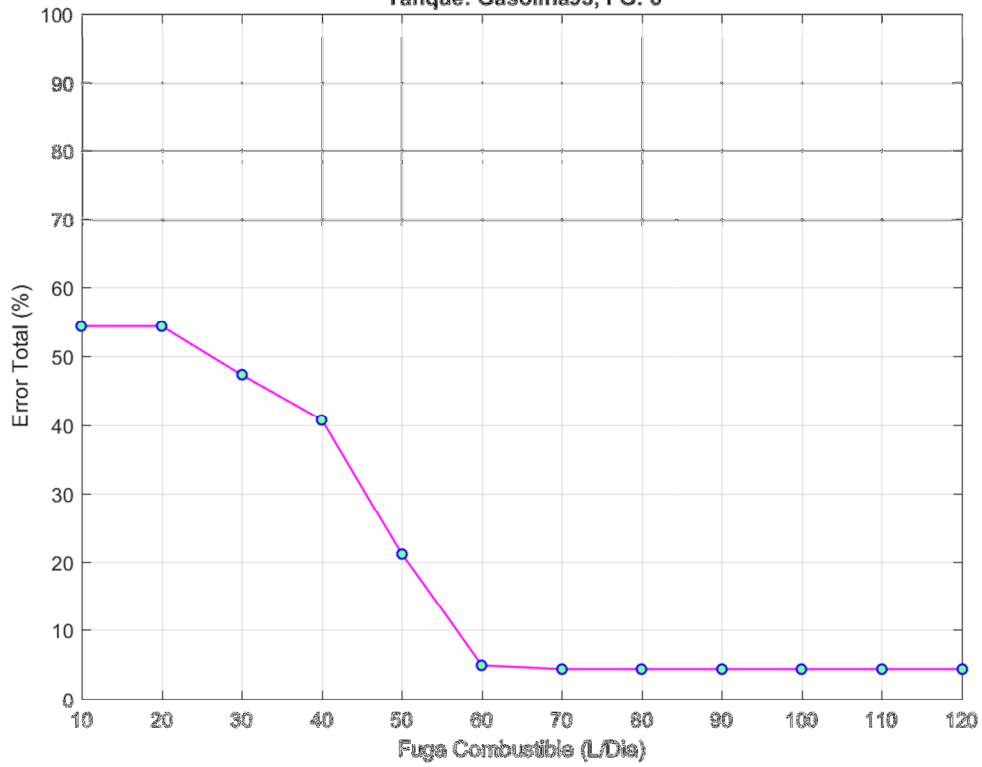
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 5



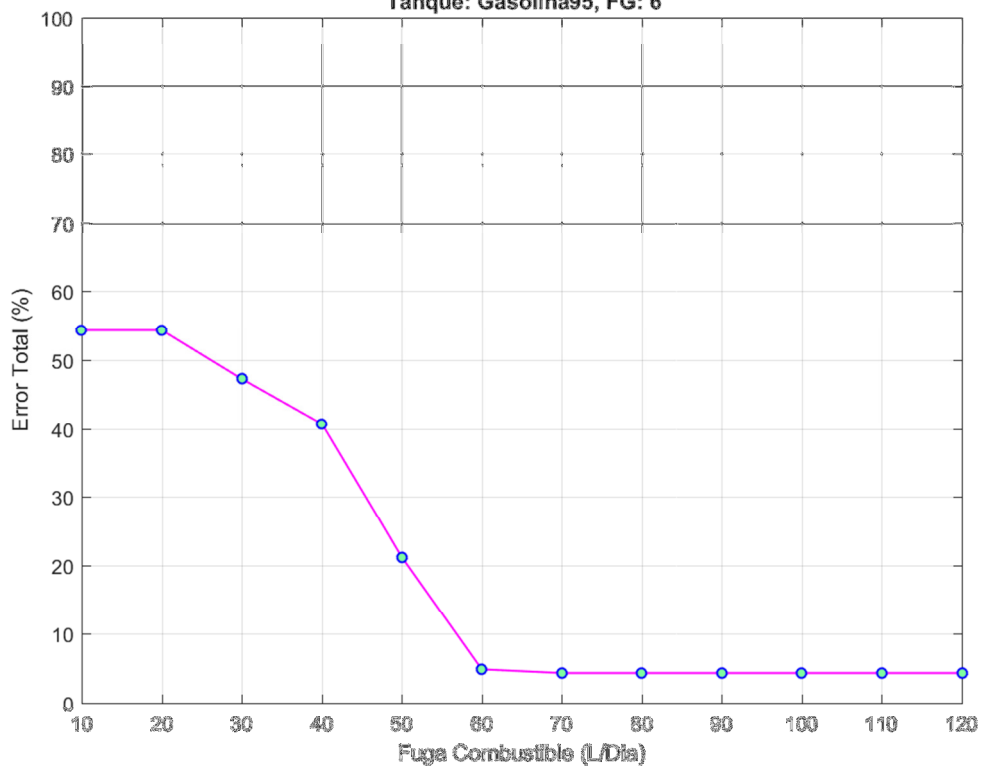
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 6



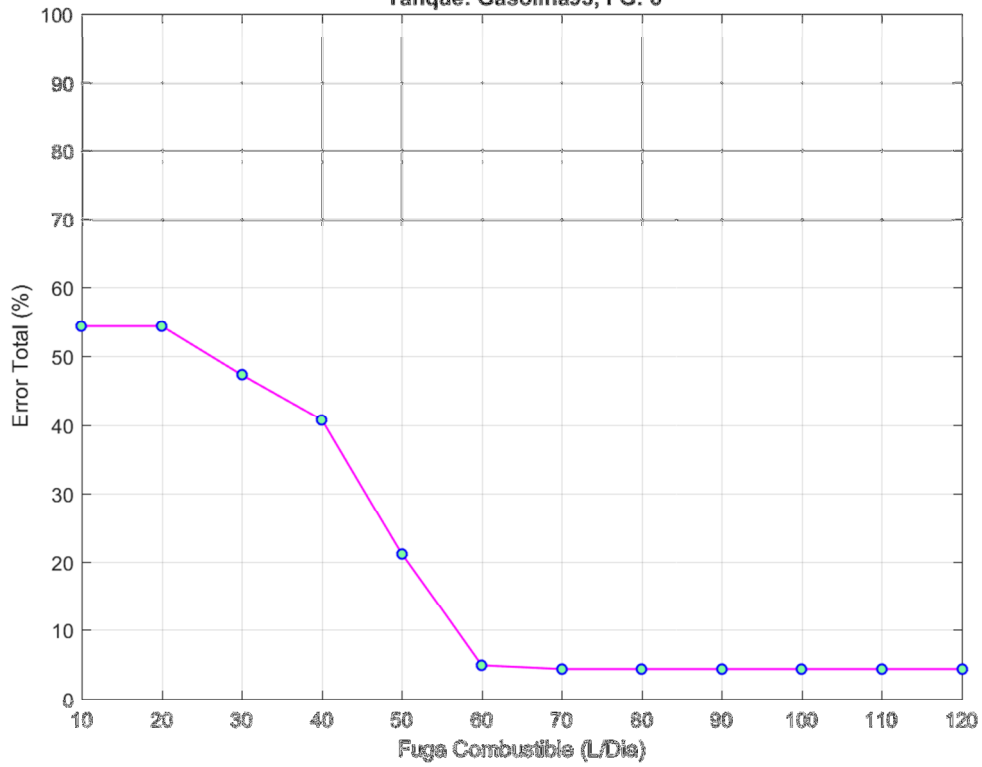
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 6



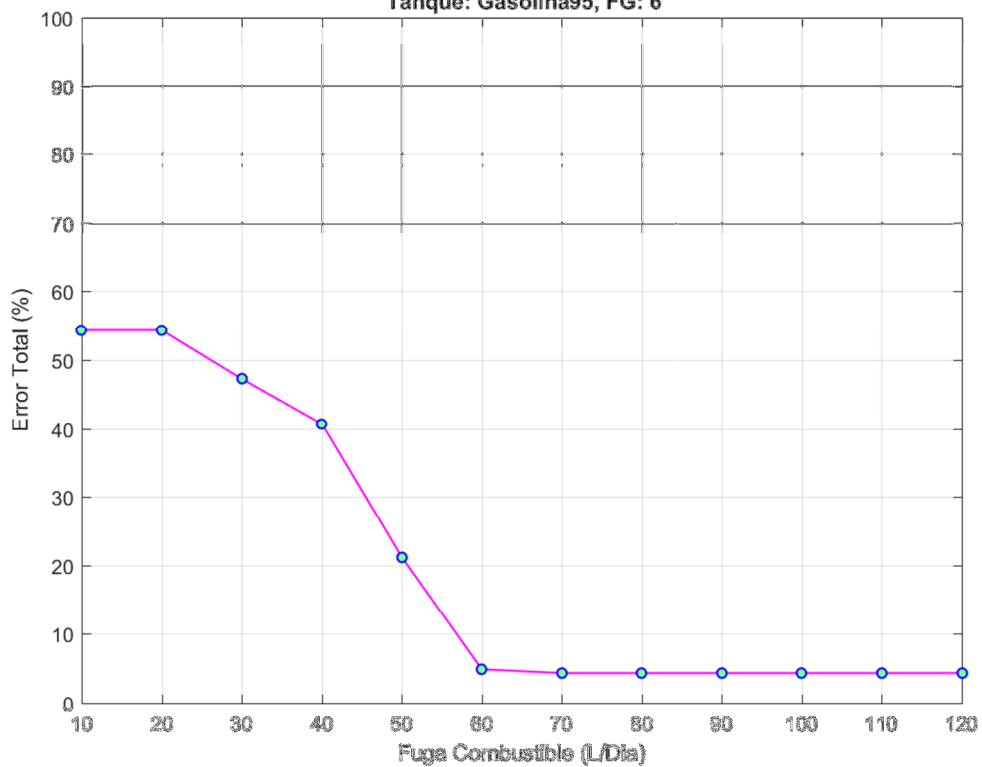
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 7.00e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 6



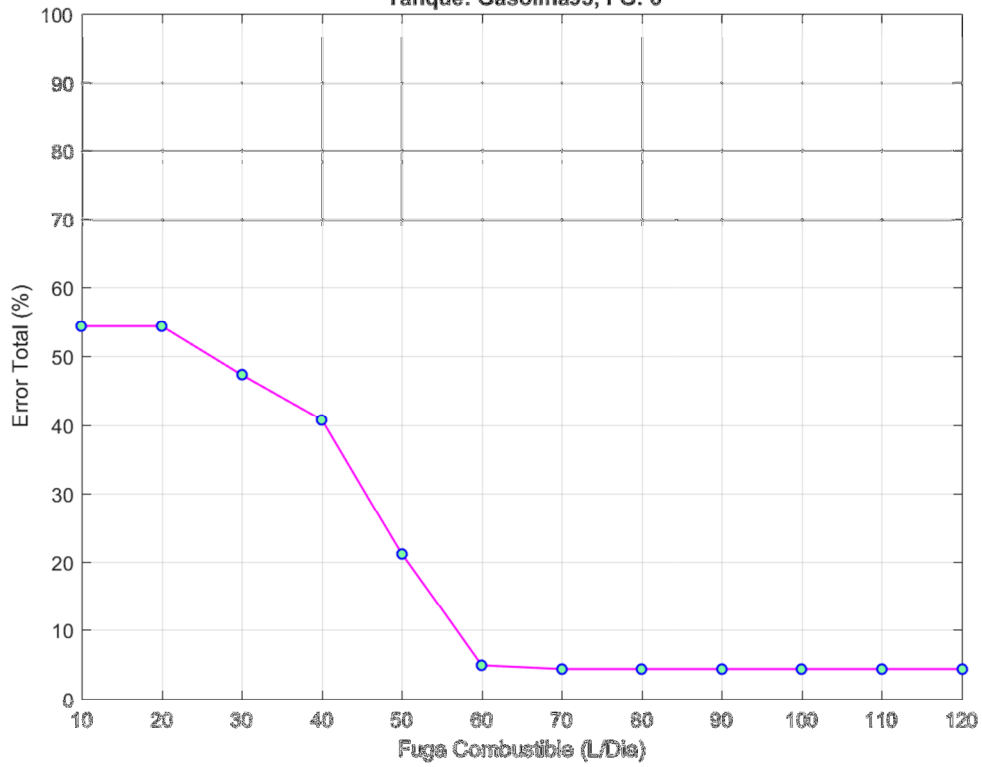
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 9.00e-01

Tanque: Gasolina95, FG: 6



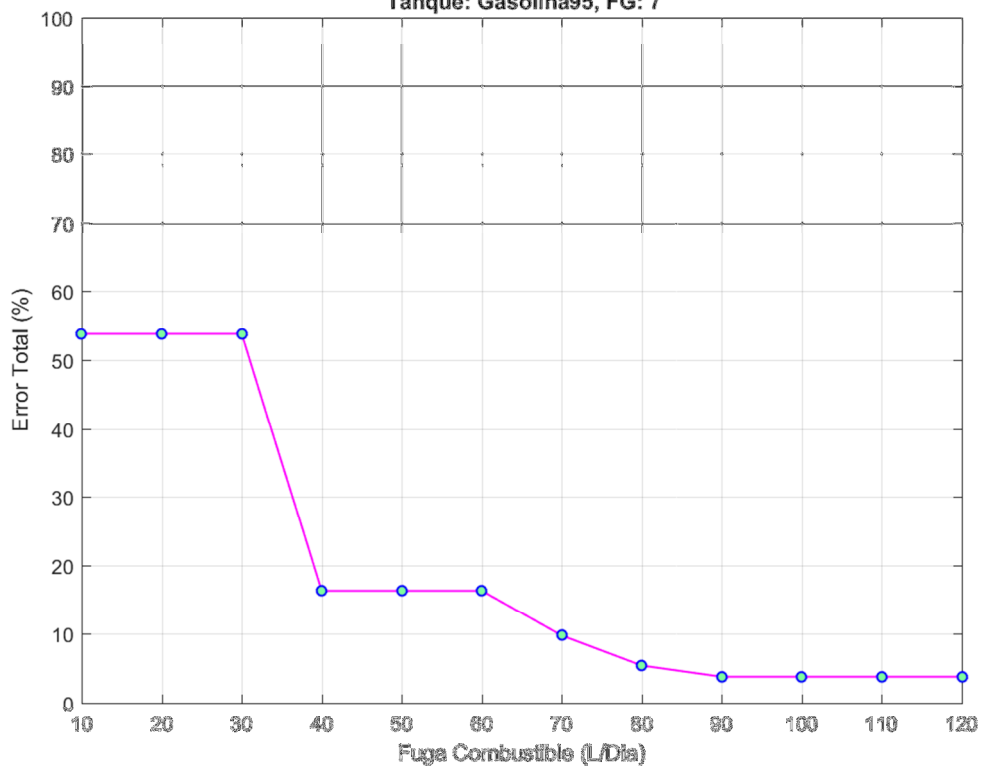
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 6



Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

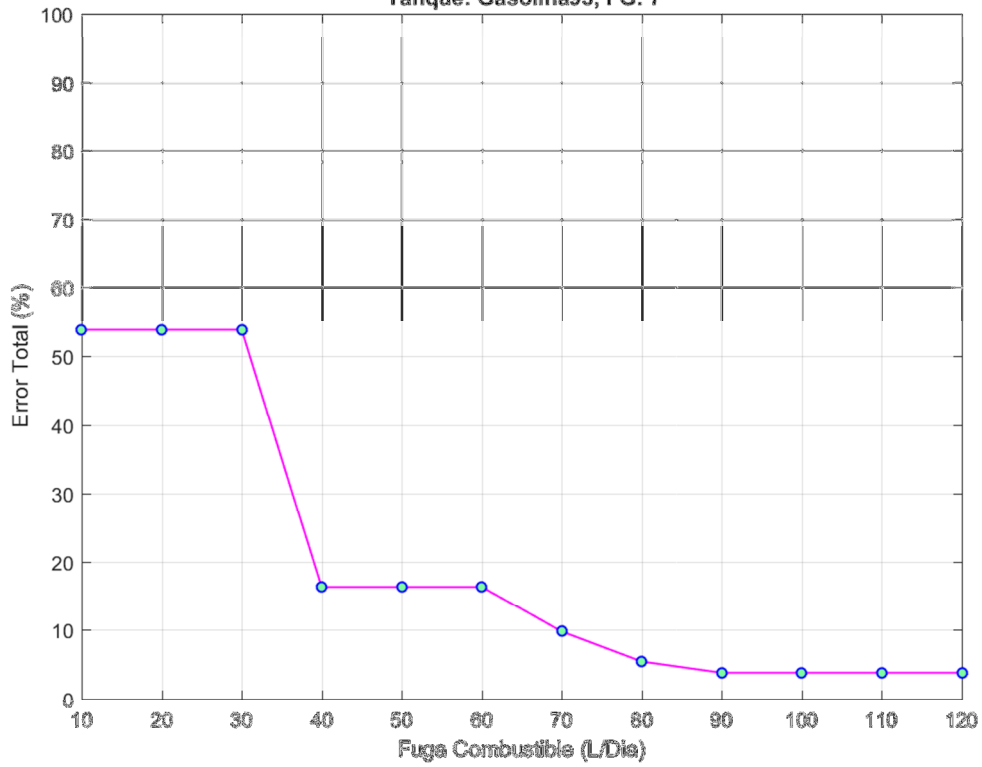
Tanque: Gasolina95, FG: 7





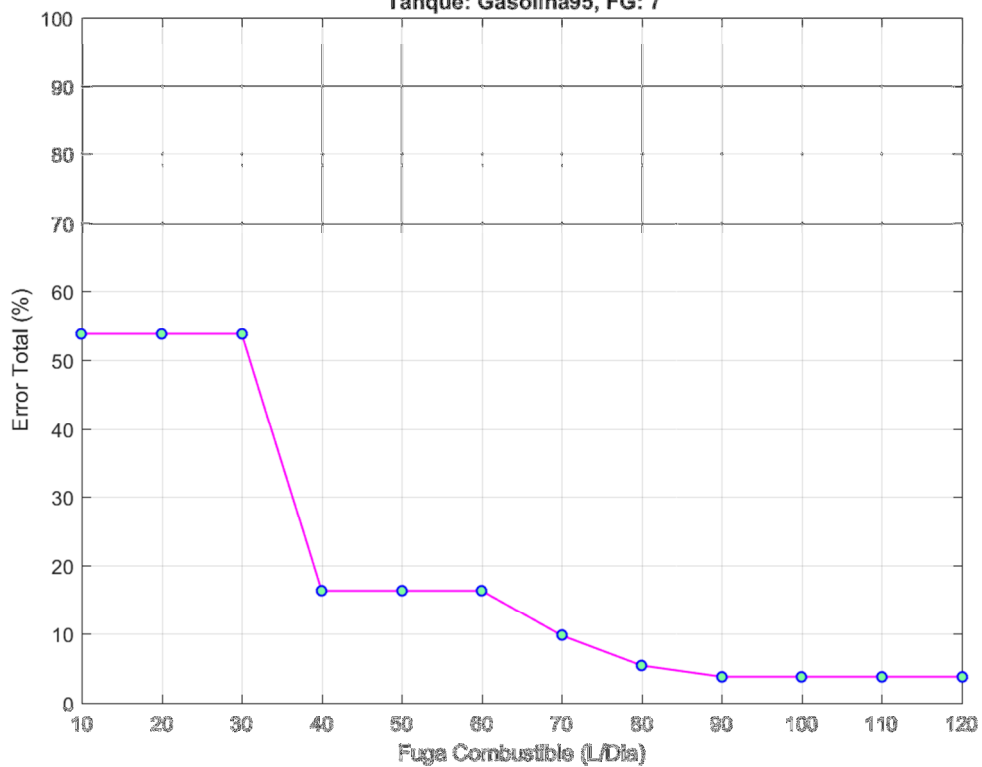
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 7



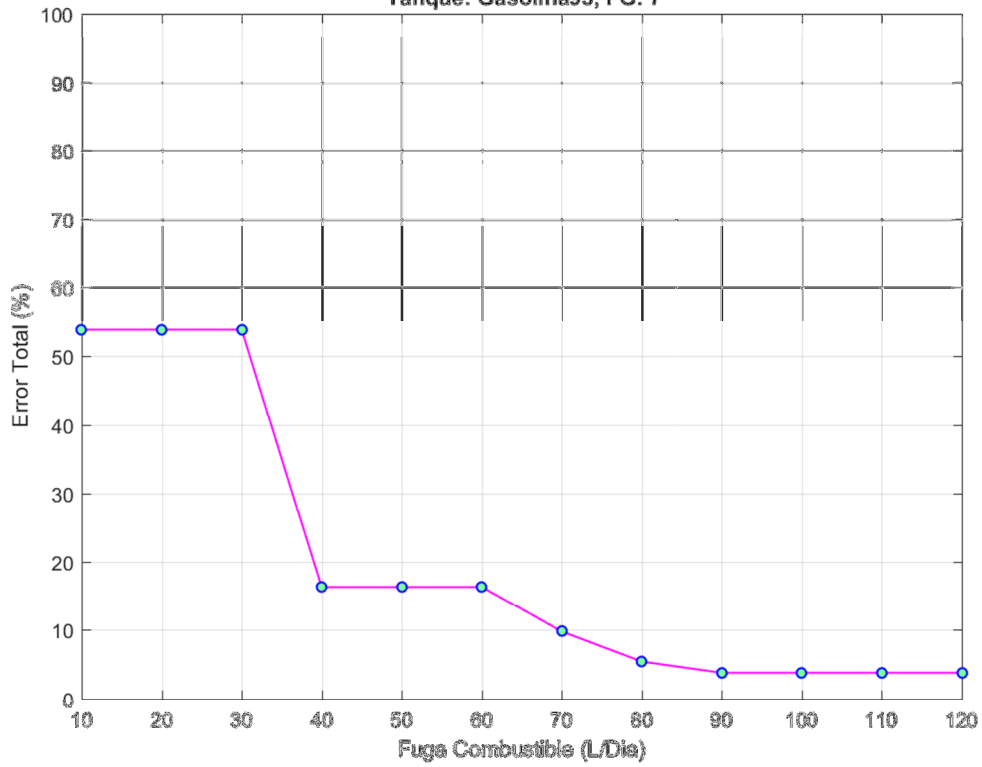
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 7



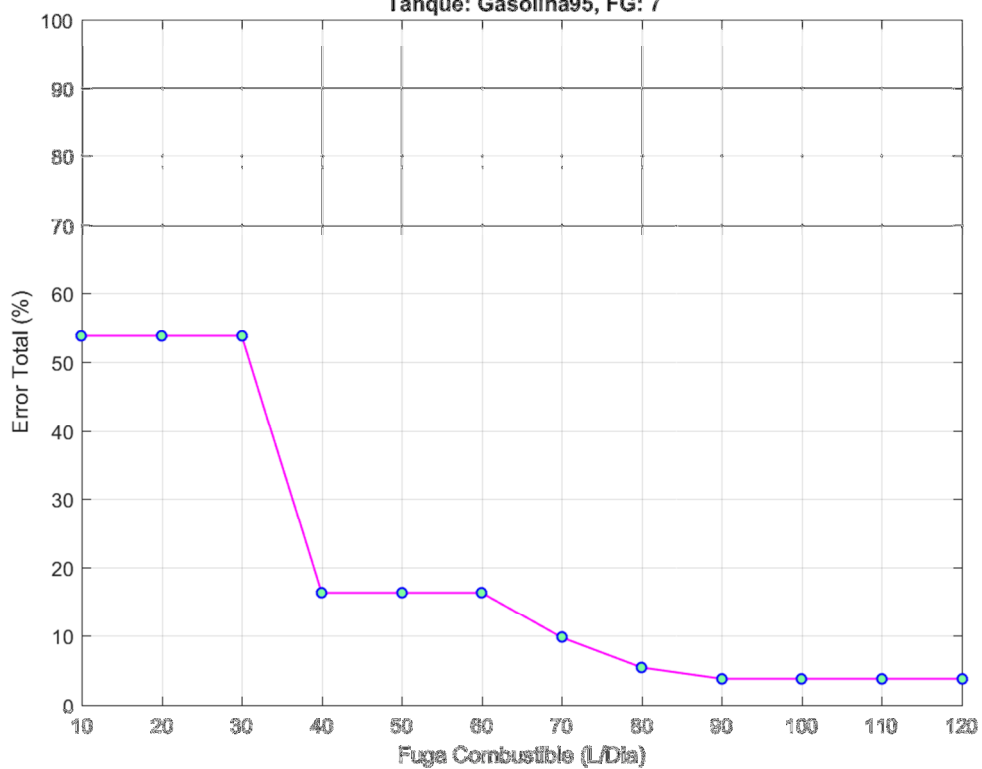
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina95, FG: 7



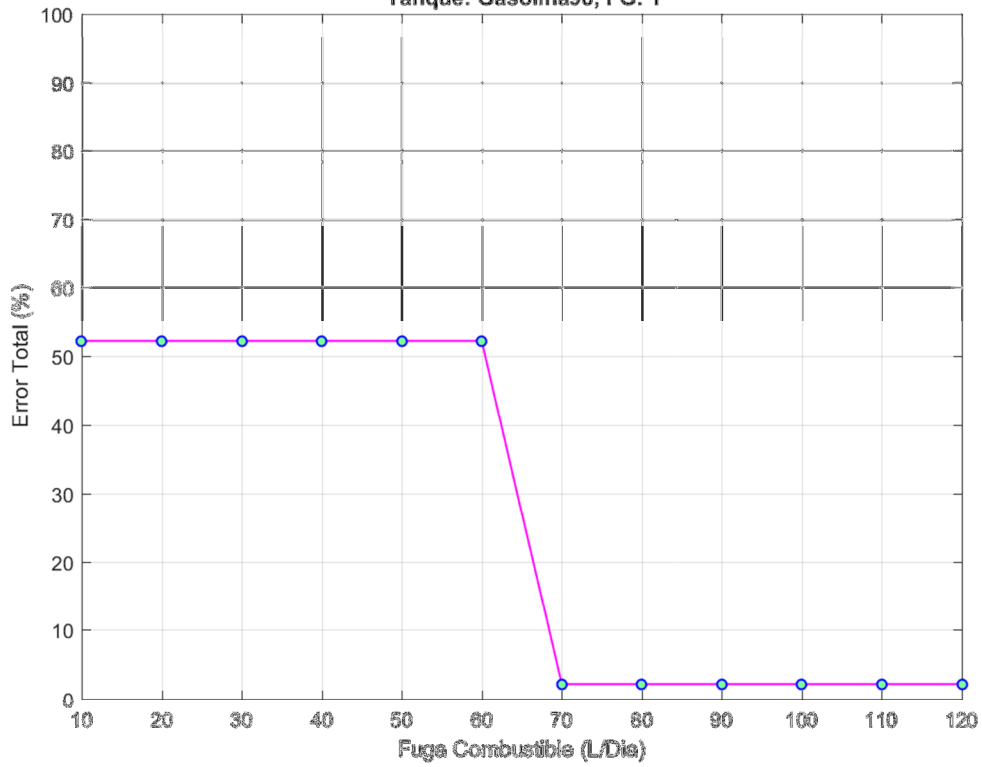
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina95, FG: 7



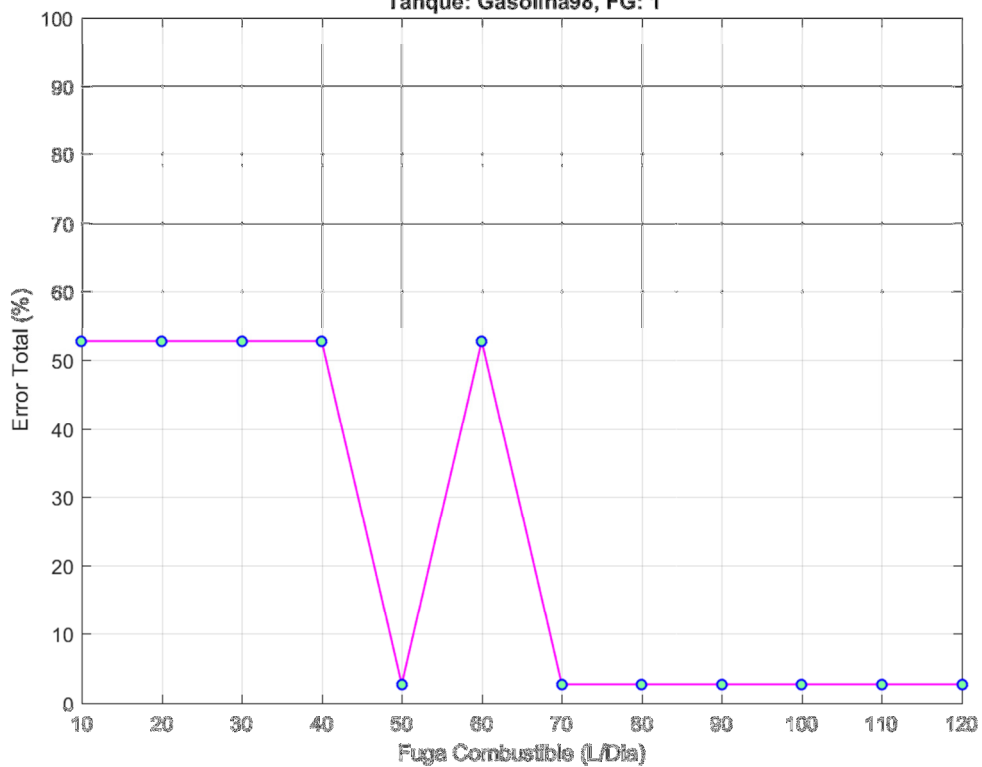
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 1



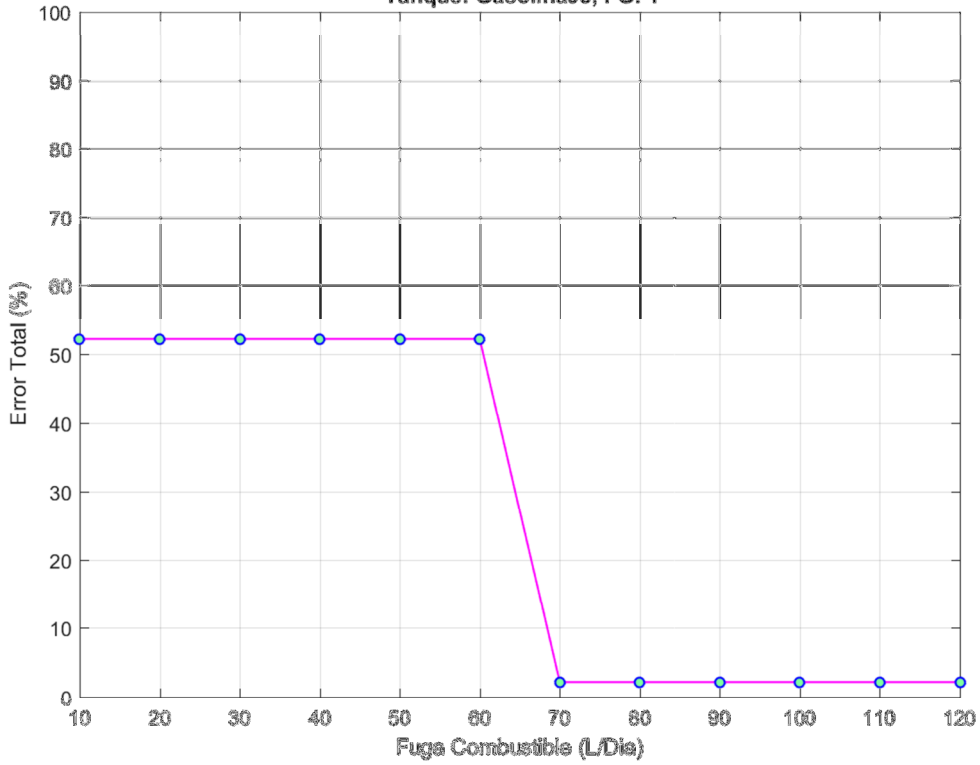
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 06

Tanque: Gasolina98, FG: 1



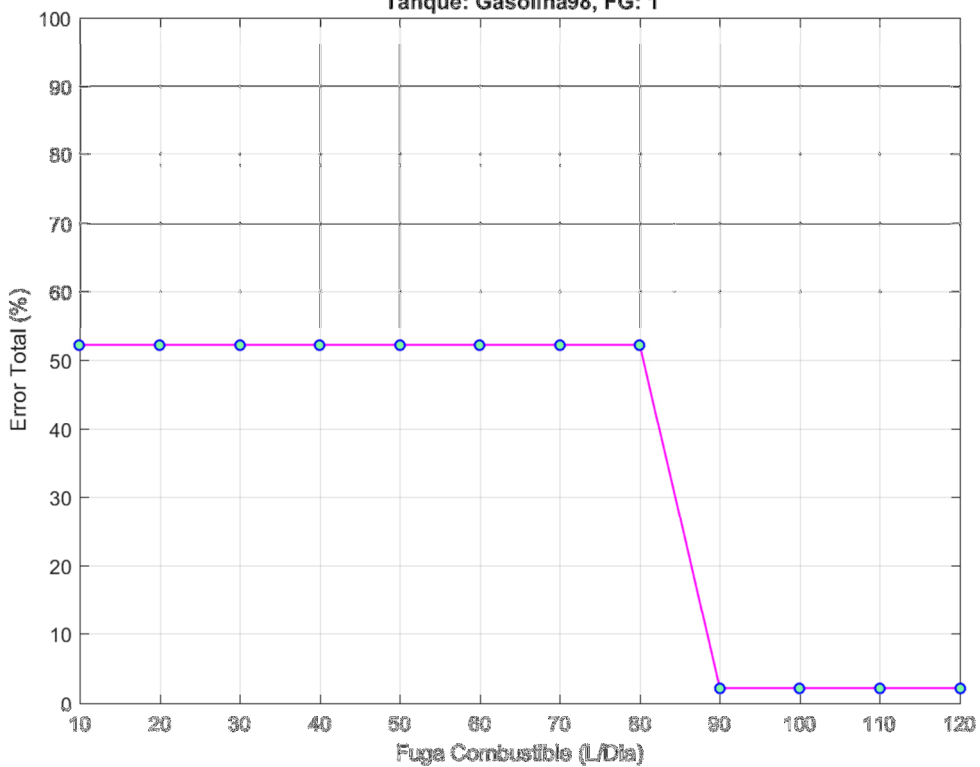
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 08

Tanque: Gasolina98, FG: 1



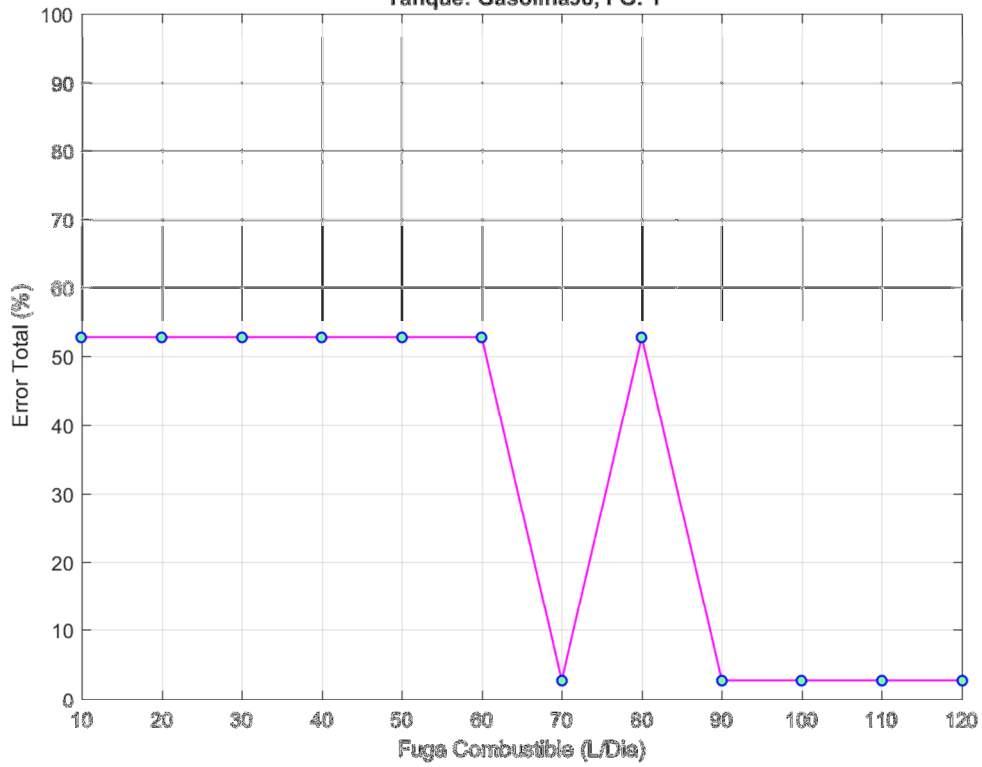
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 1



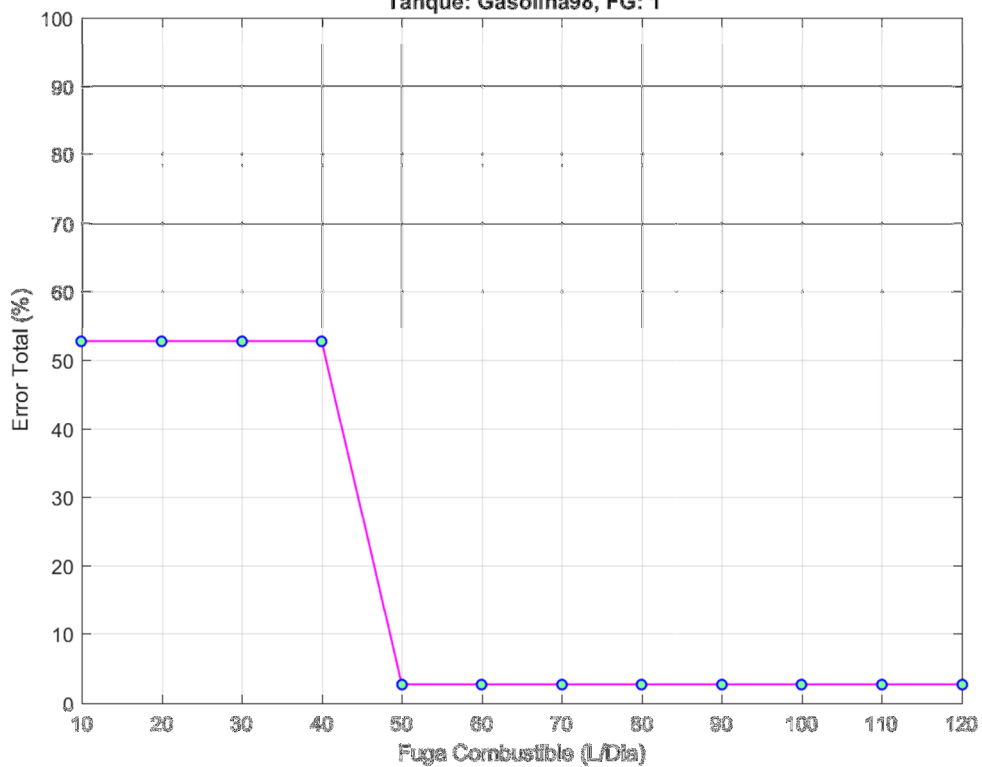
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 1



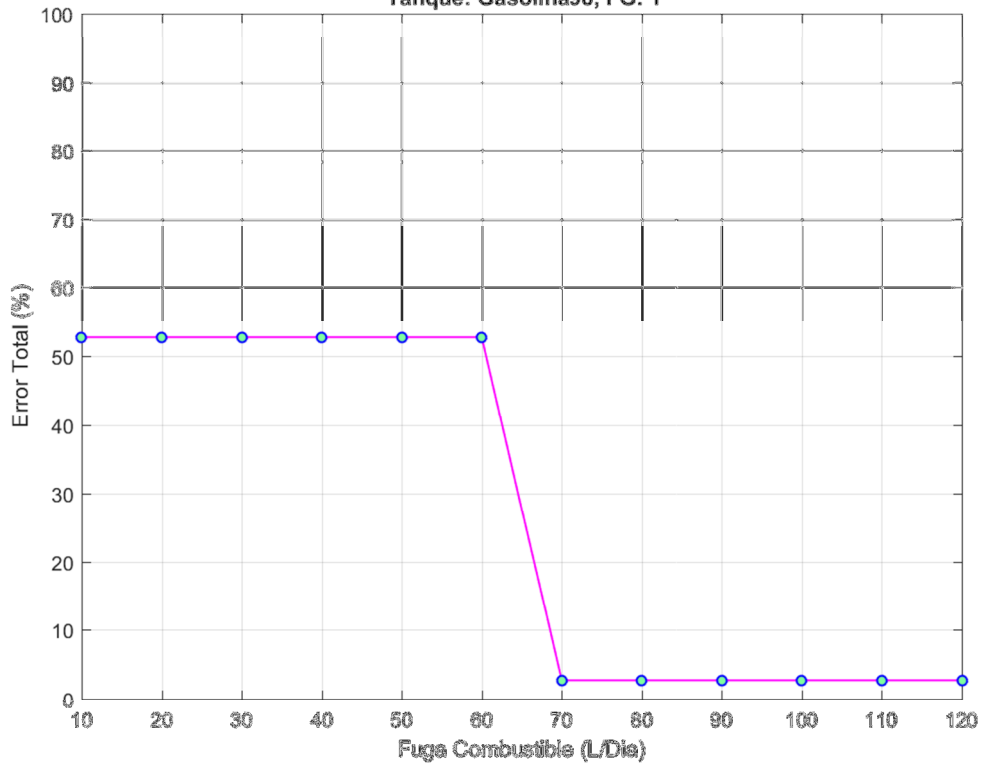
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 06

Tanque: Gasolina98, FG: 1



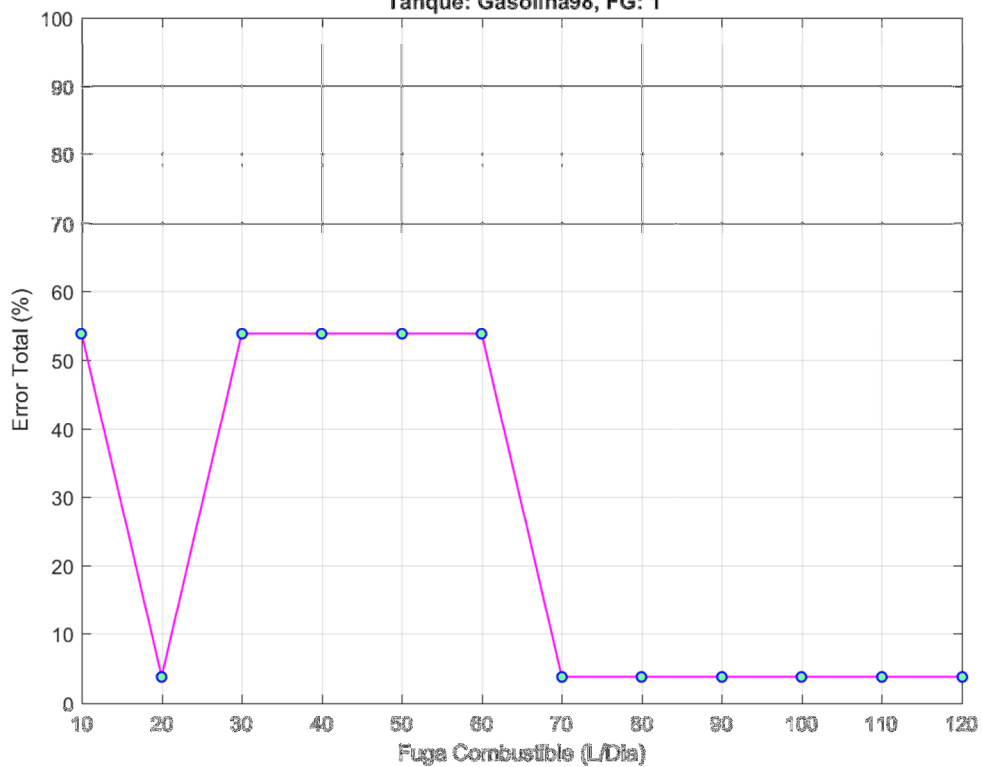
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 07

Tanque: Gasolina98, FG: 1



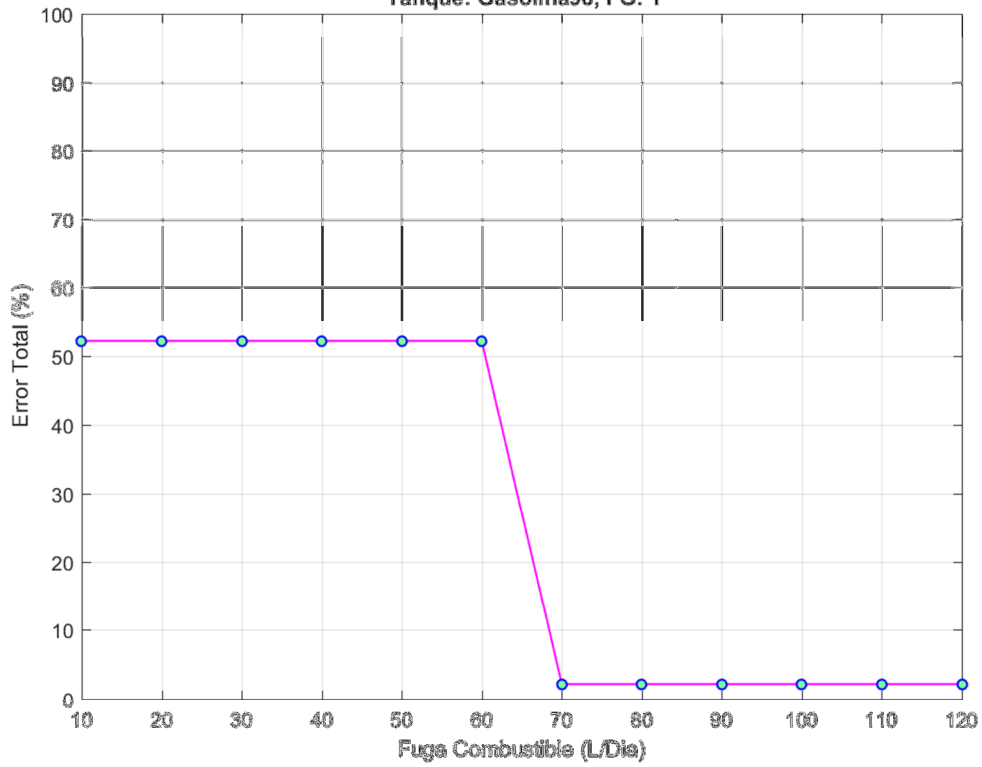
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 08

Tanque: Gasolina98, FG: 1



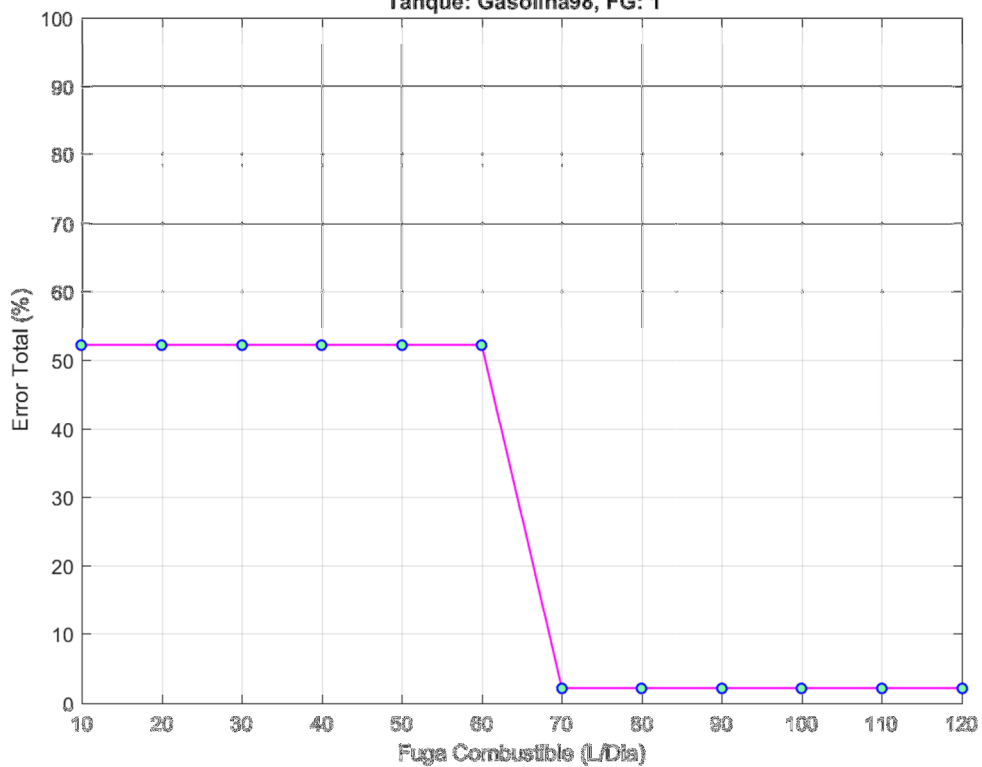
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



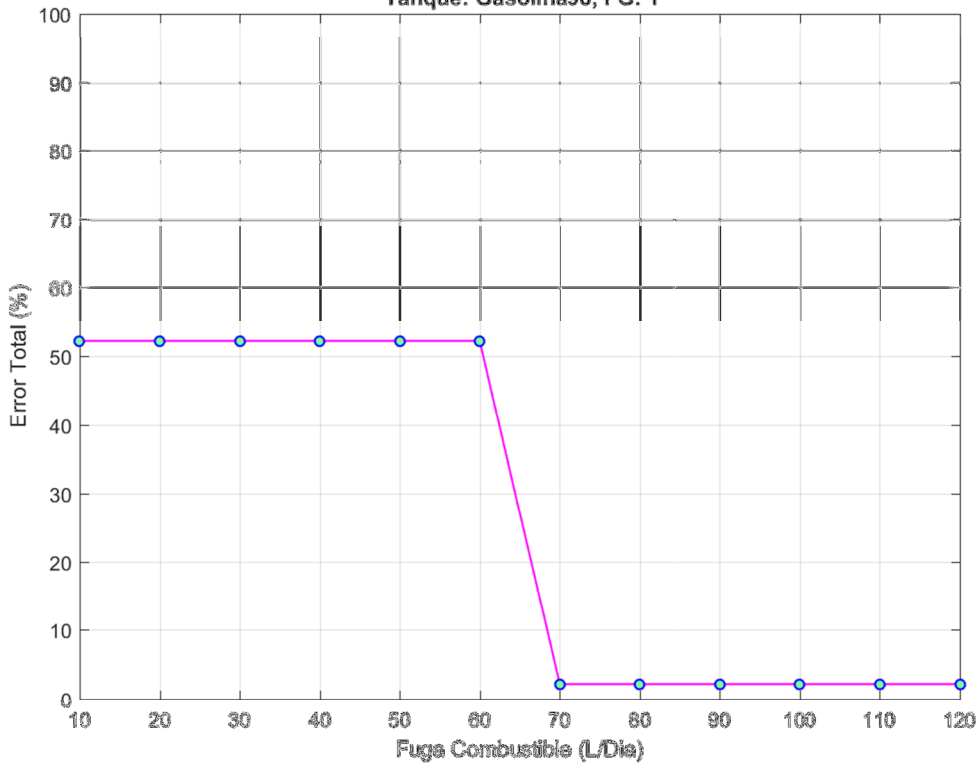
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



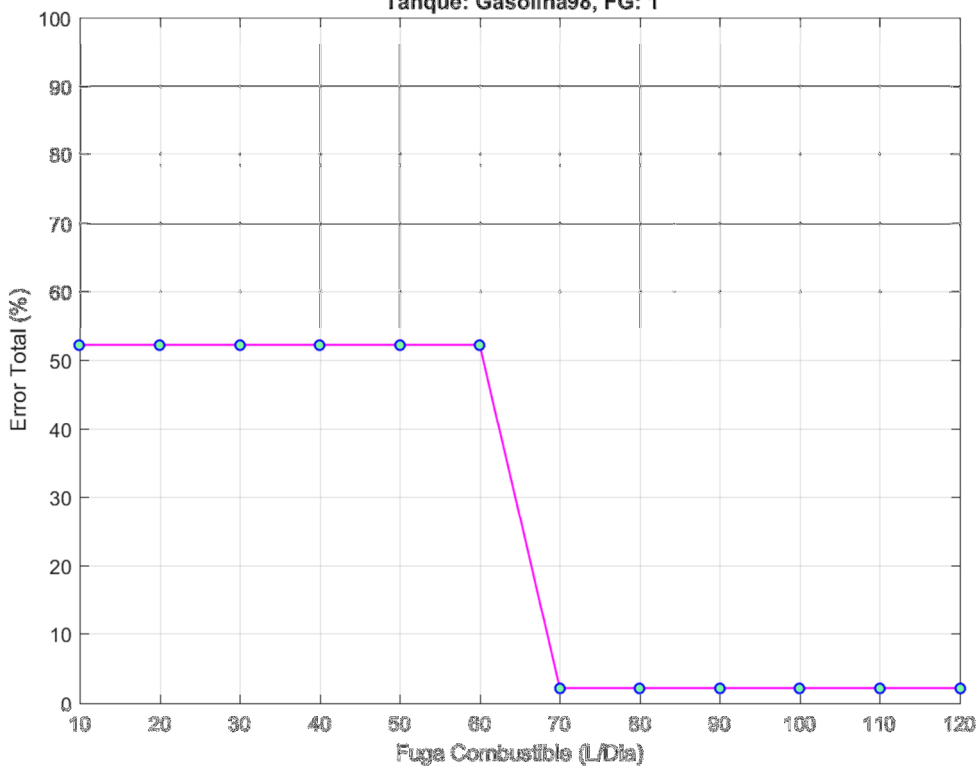
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 1.50e+00

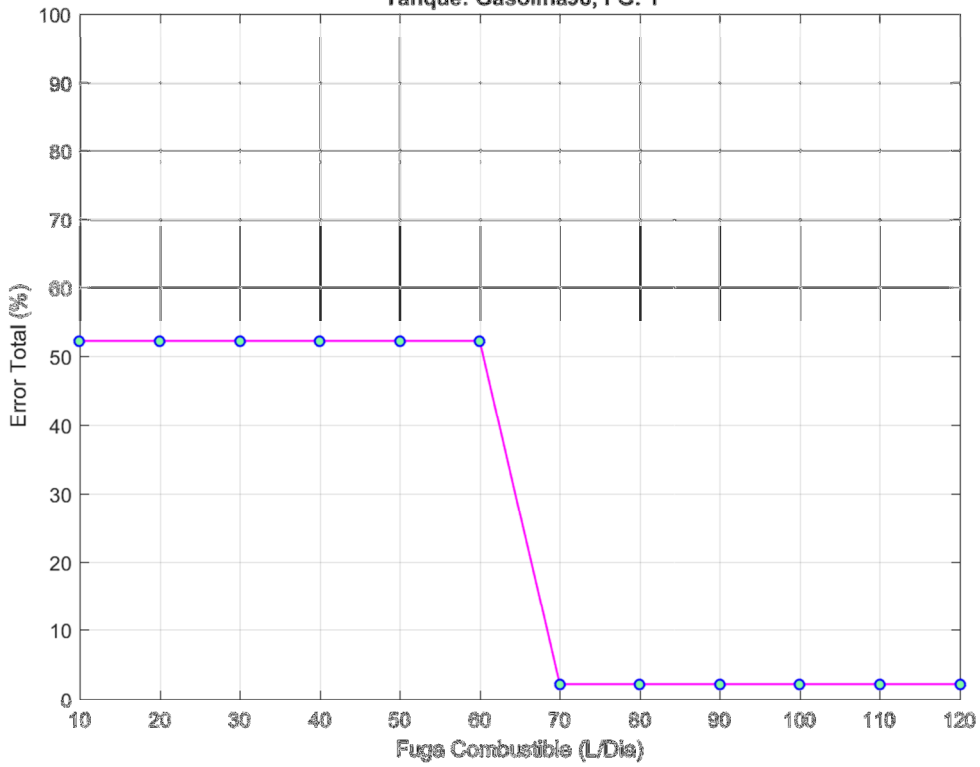
Tanque: Gasolina98, FG: 1





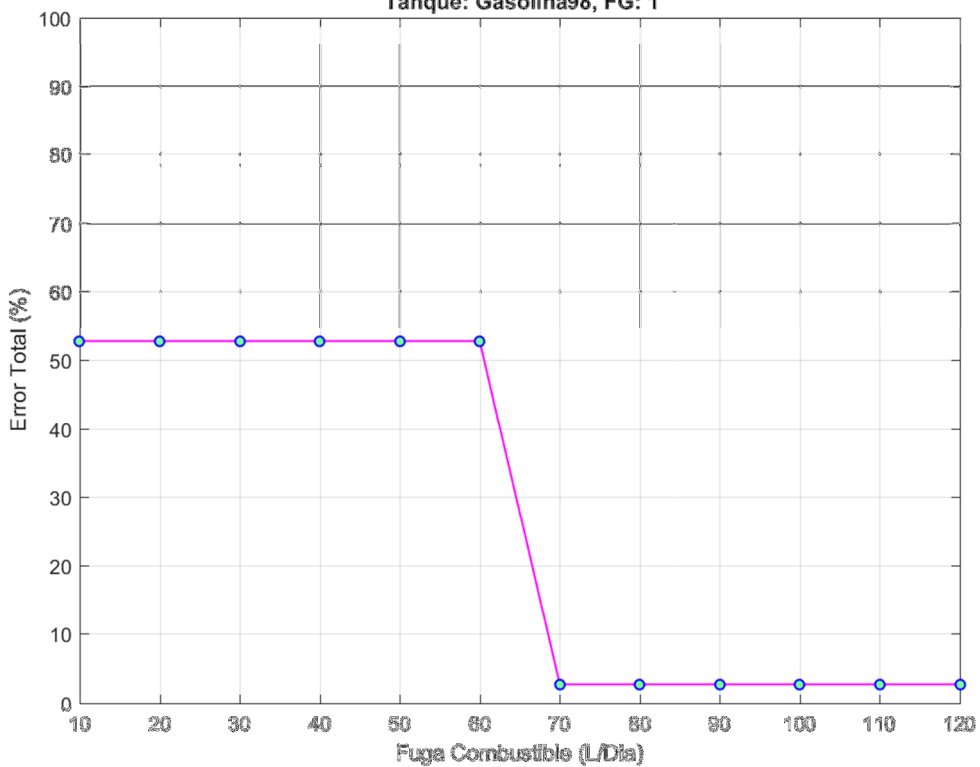
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 1



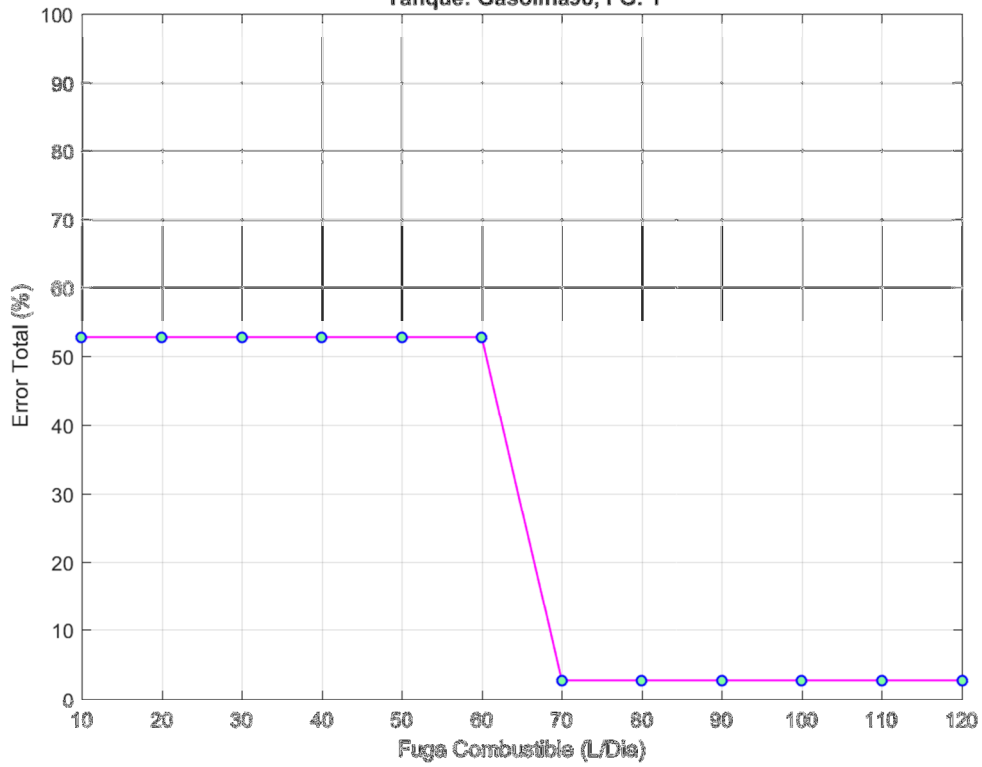
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



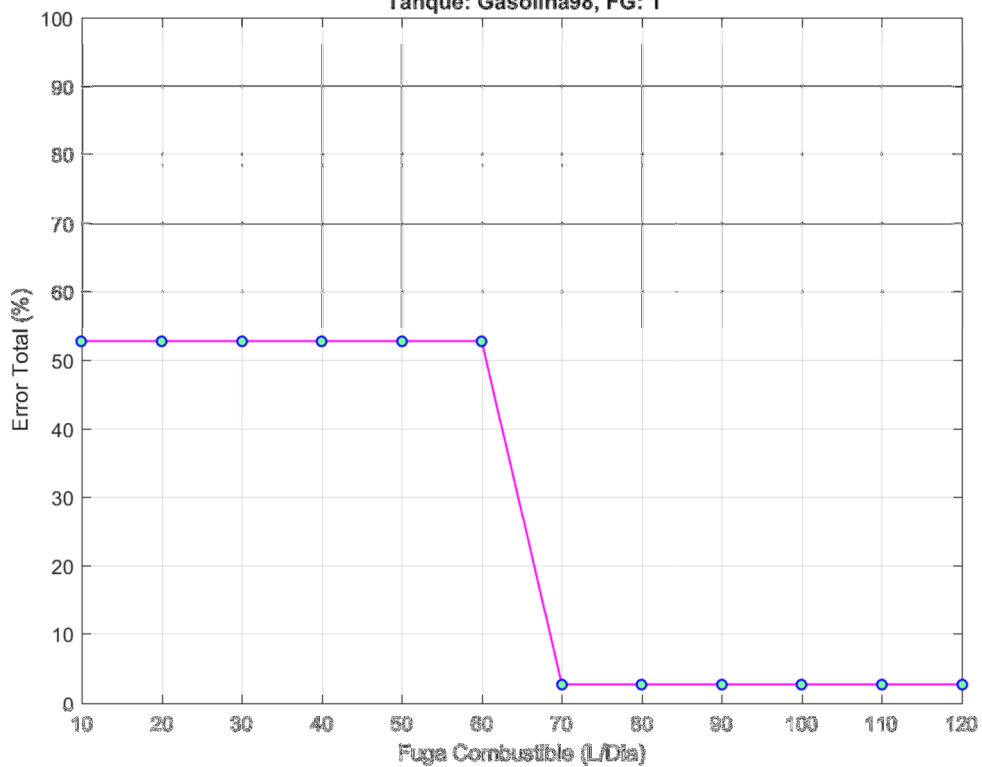
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



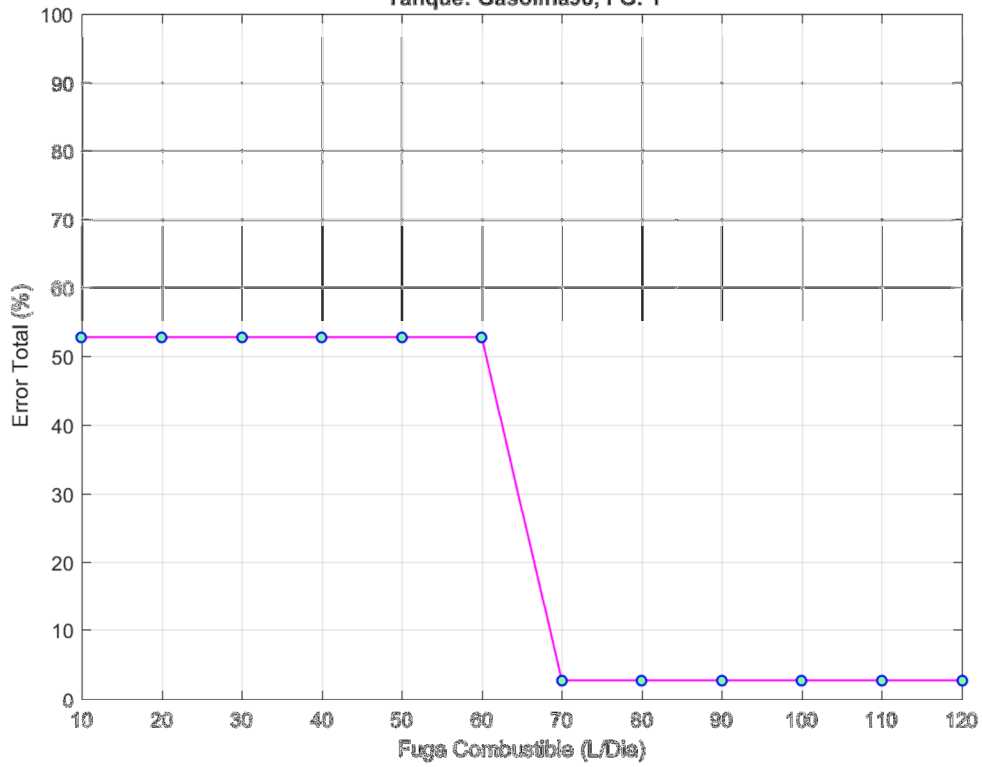
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



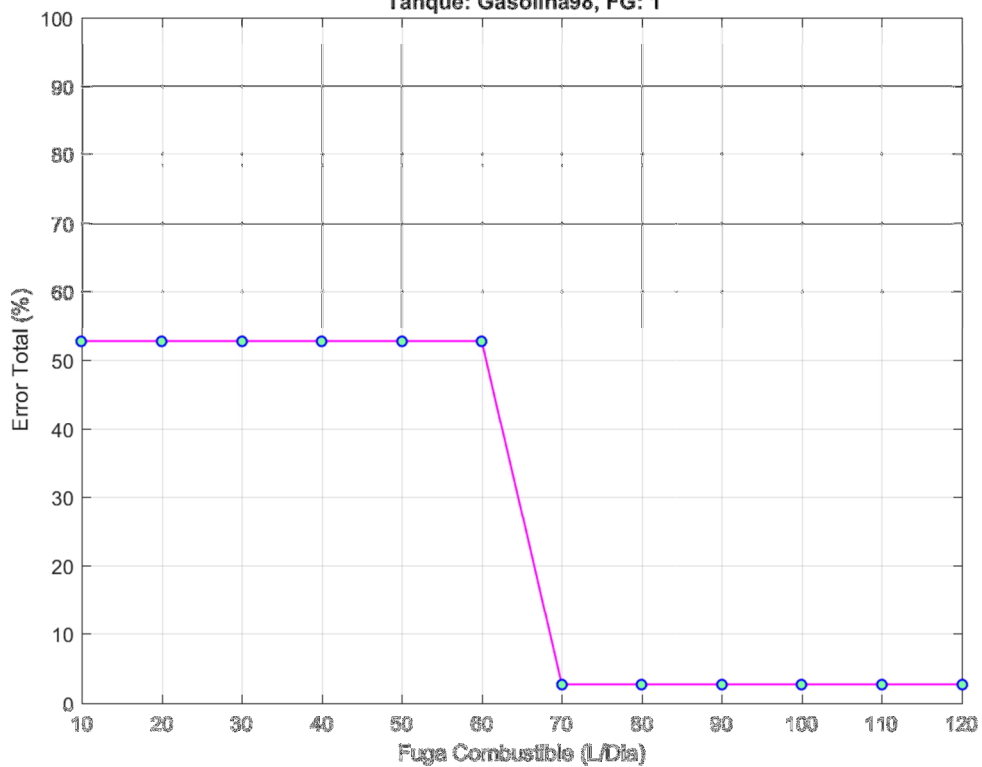
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina98, FG: 1



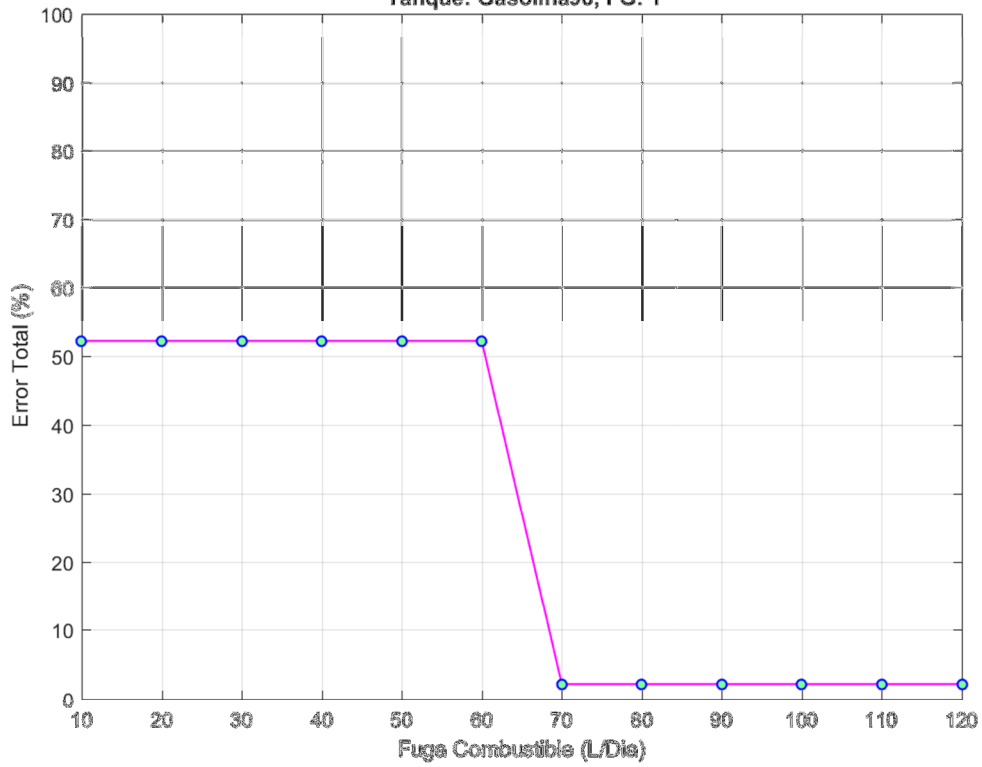
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 1



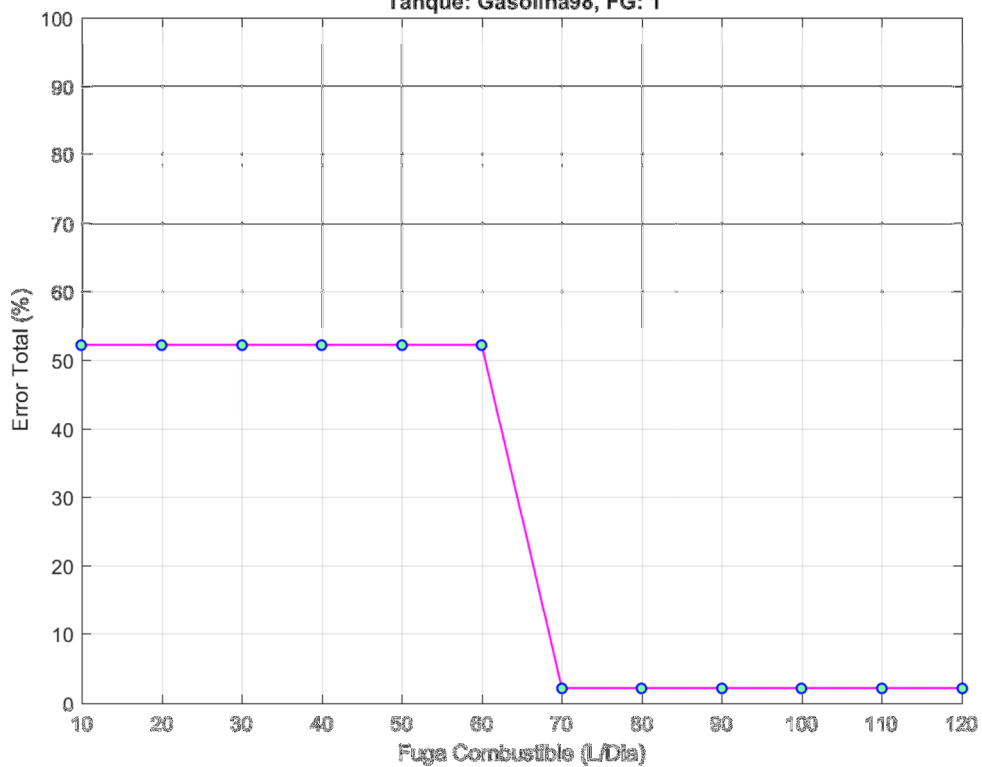
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



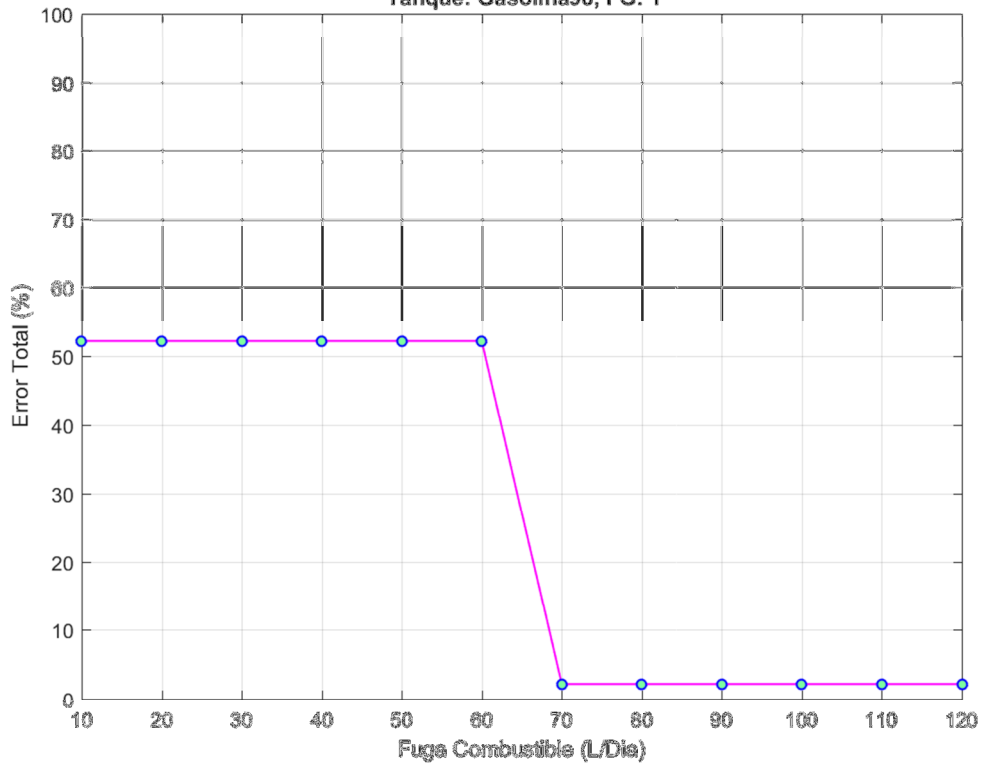
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 1



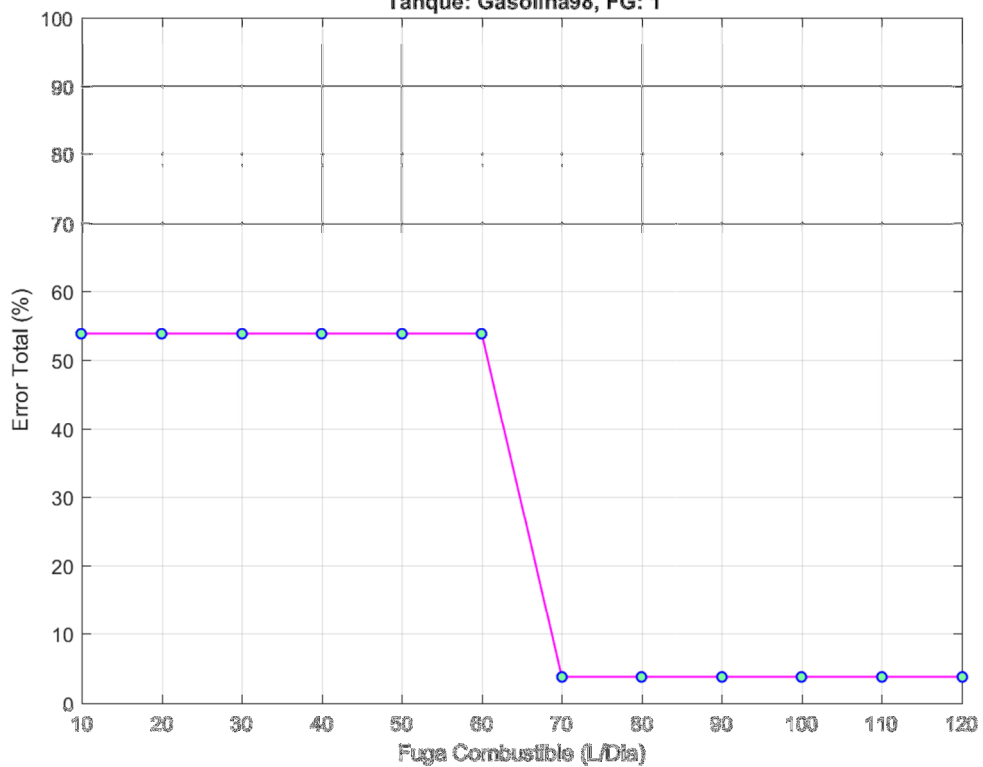
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 03

Tanque: Gasolina98, FG: 1



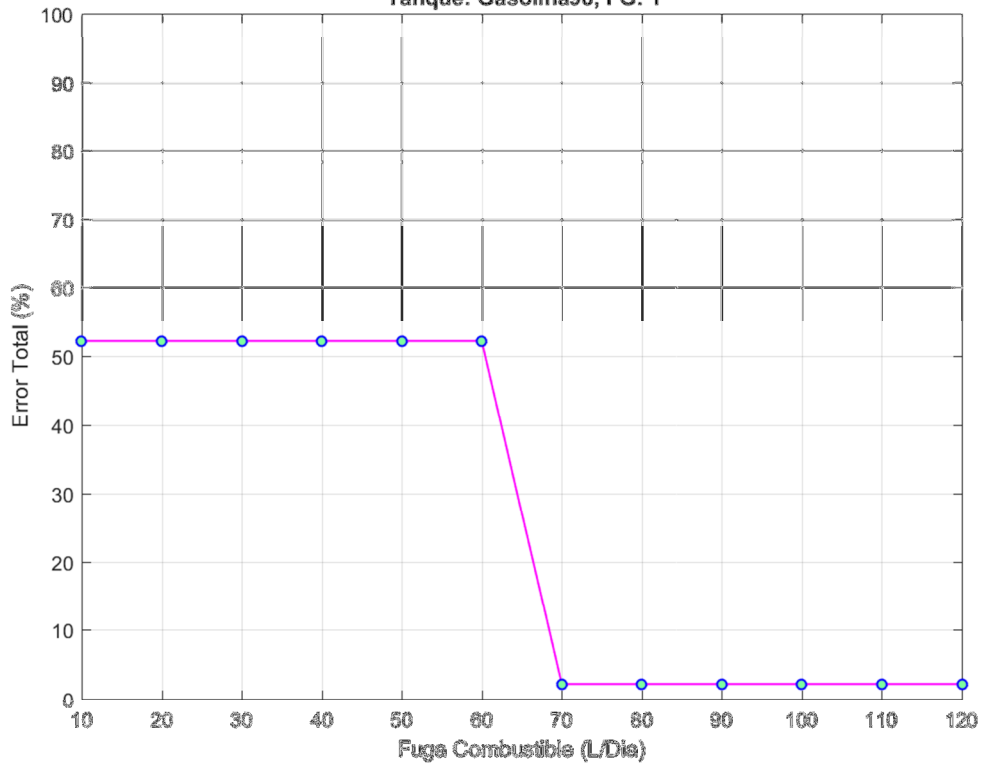
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 1



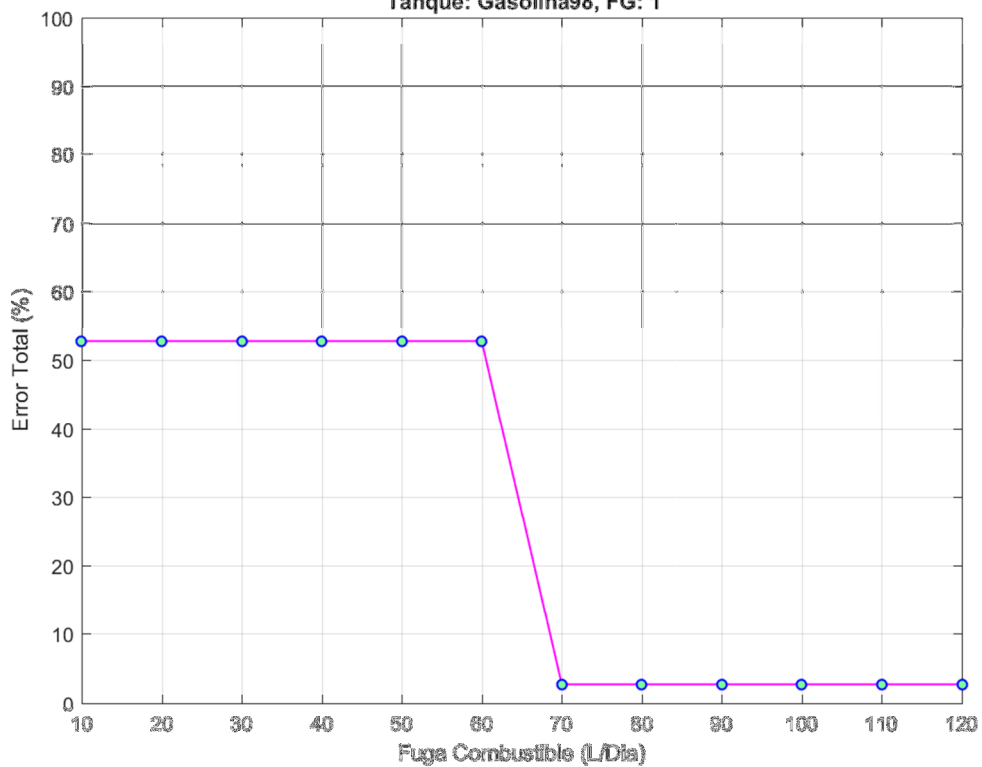
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 1



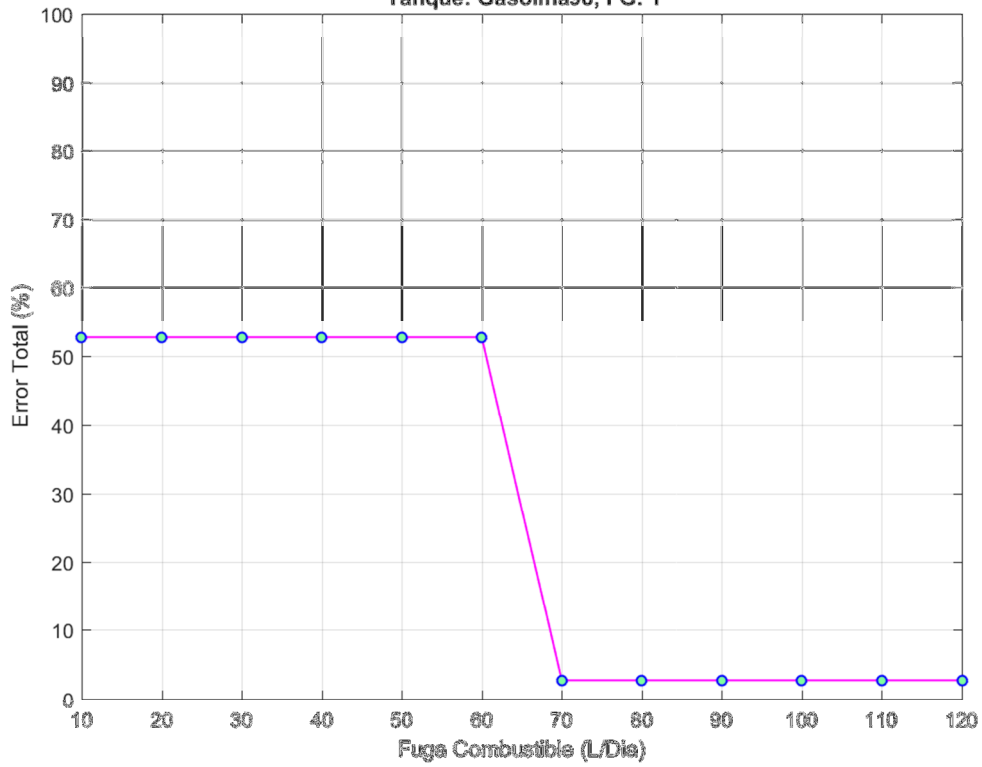
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 1



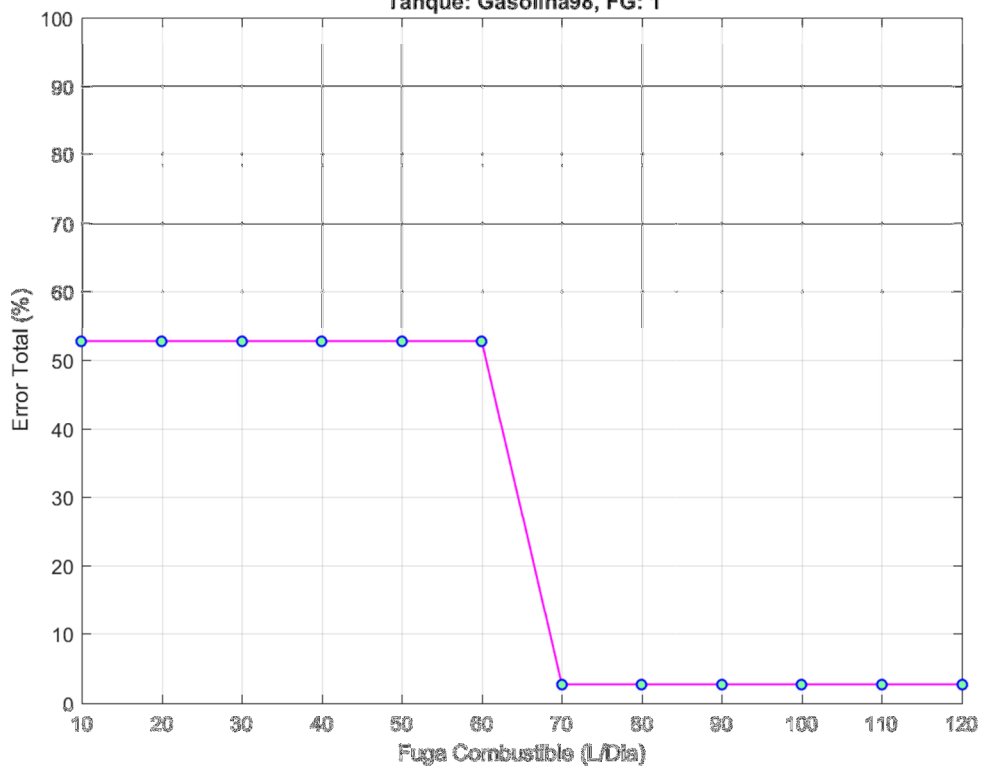
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 1



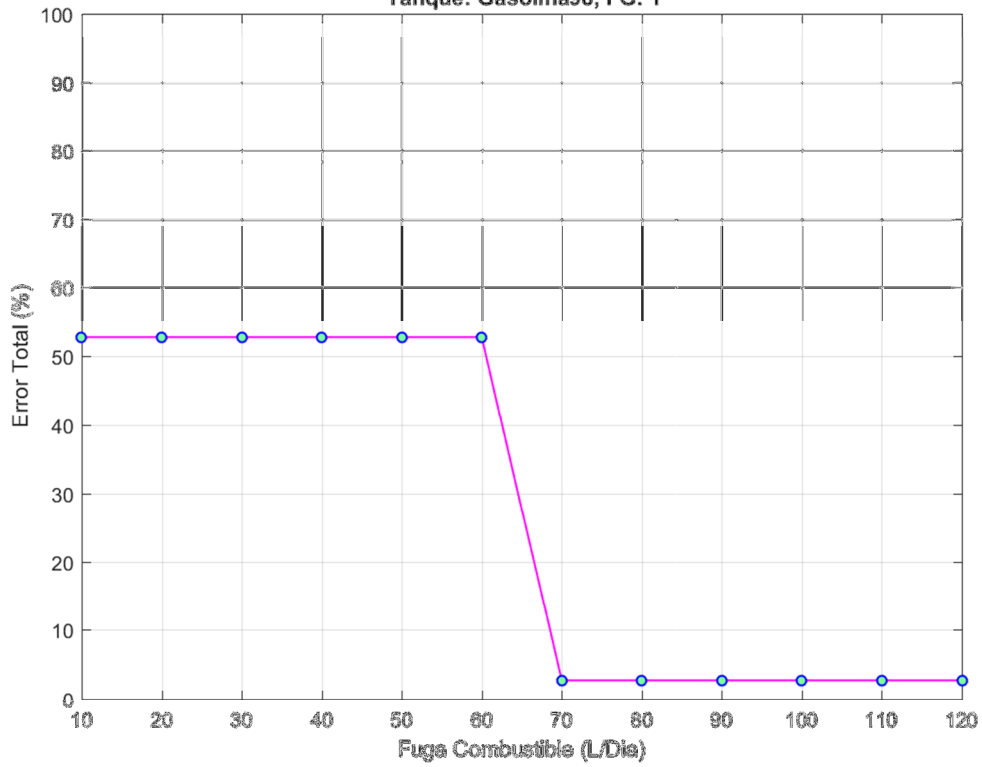
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 03

Tanque: Gasolina98, FG: 1



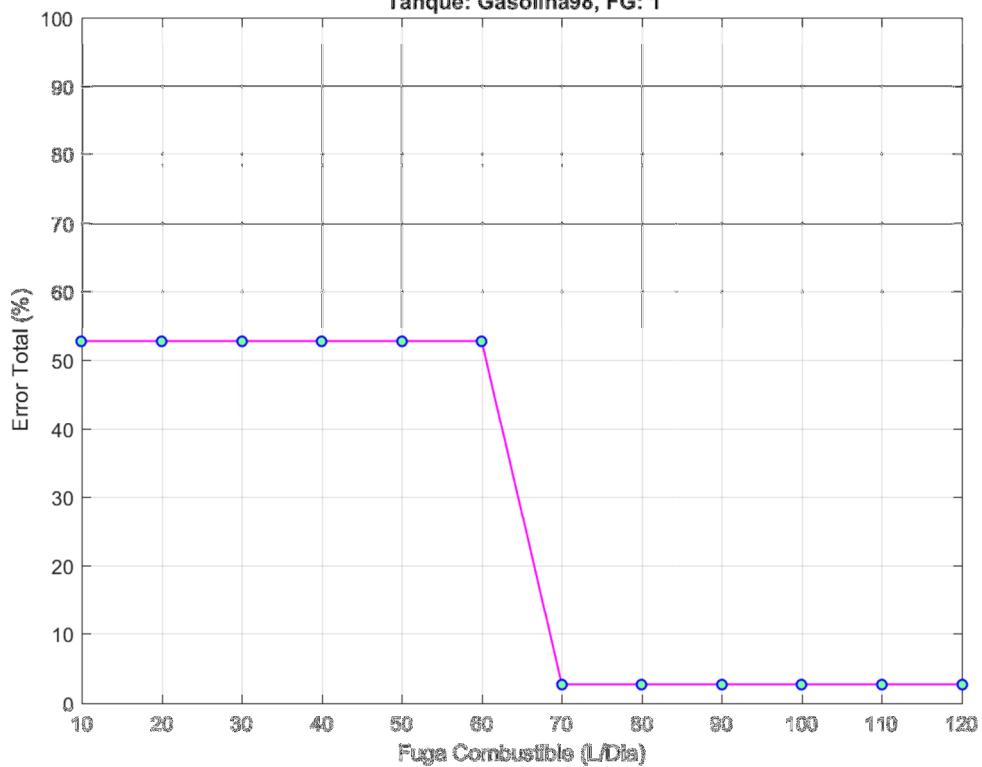
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 1



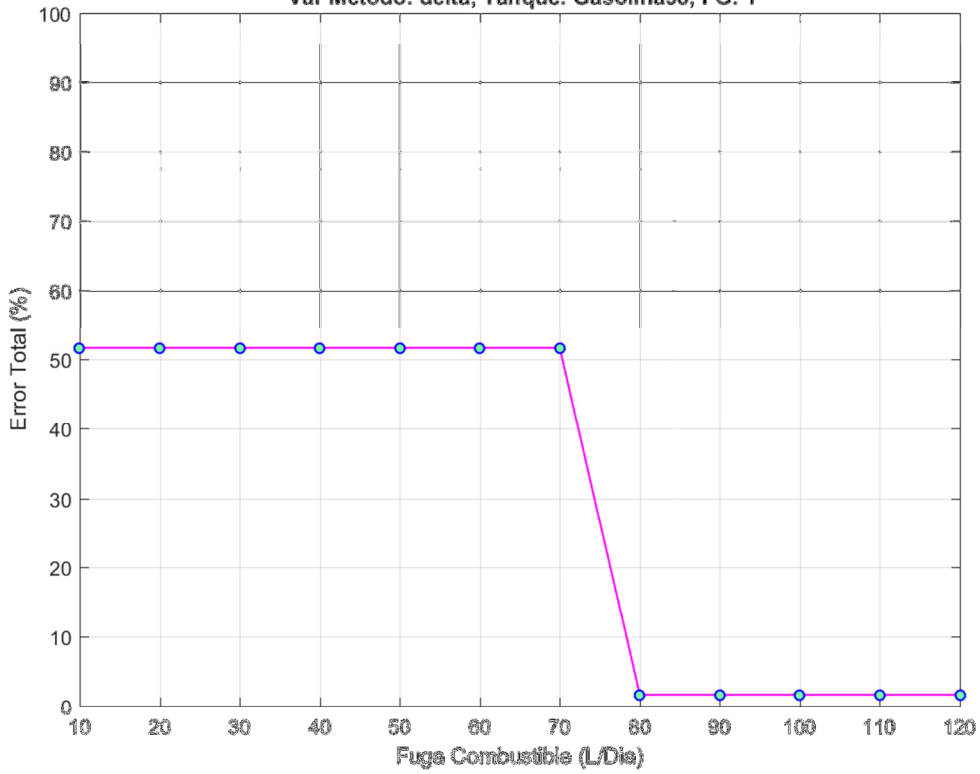
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 1

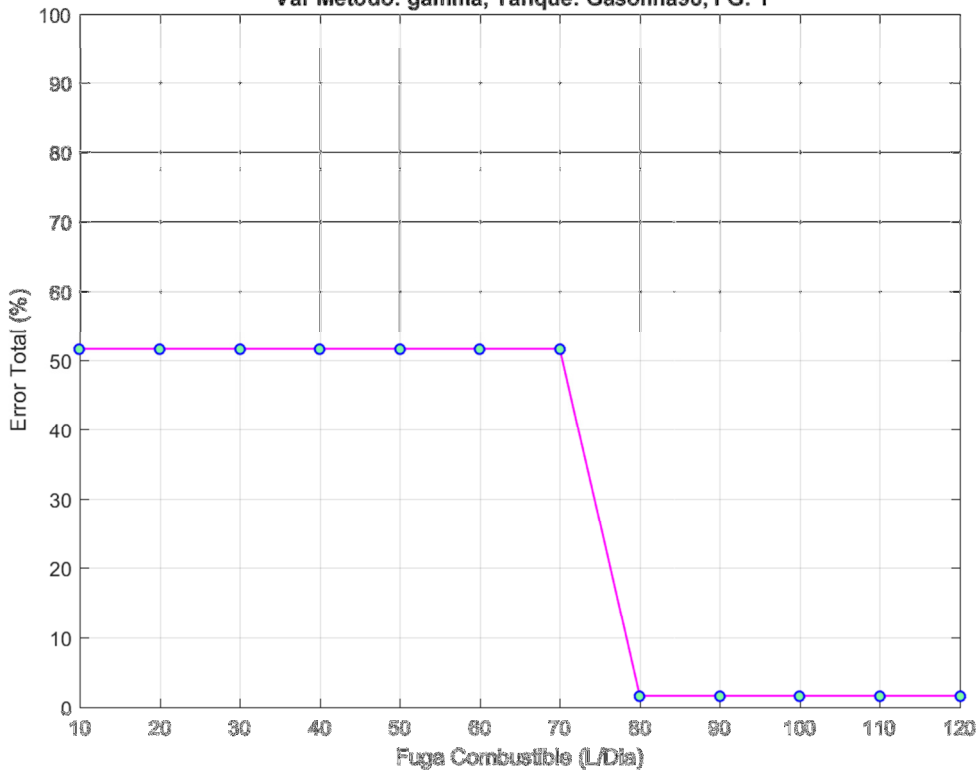




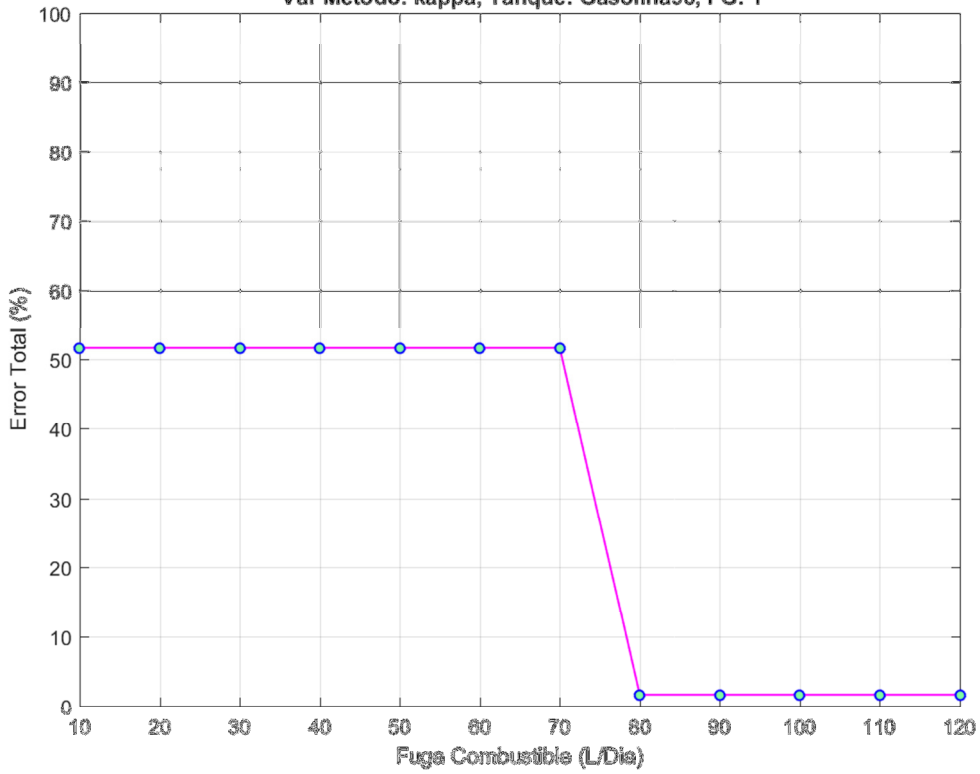
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



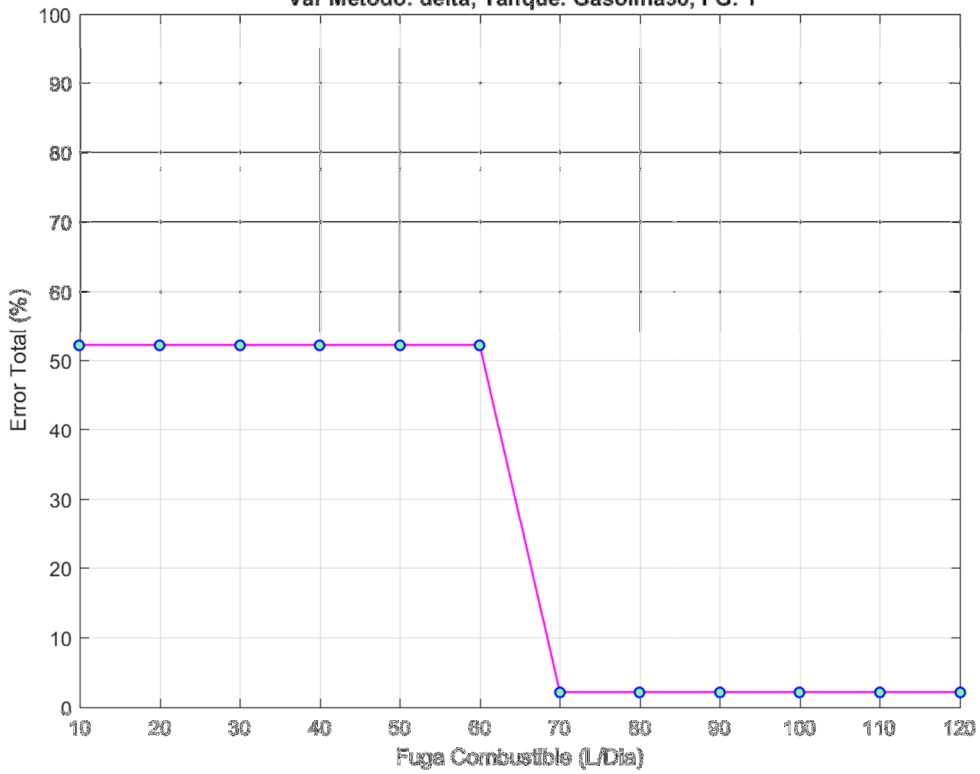
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



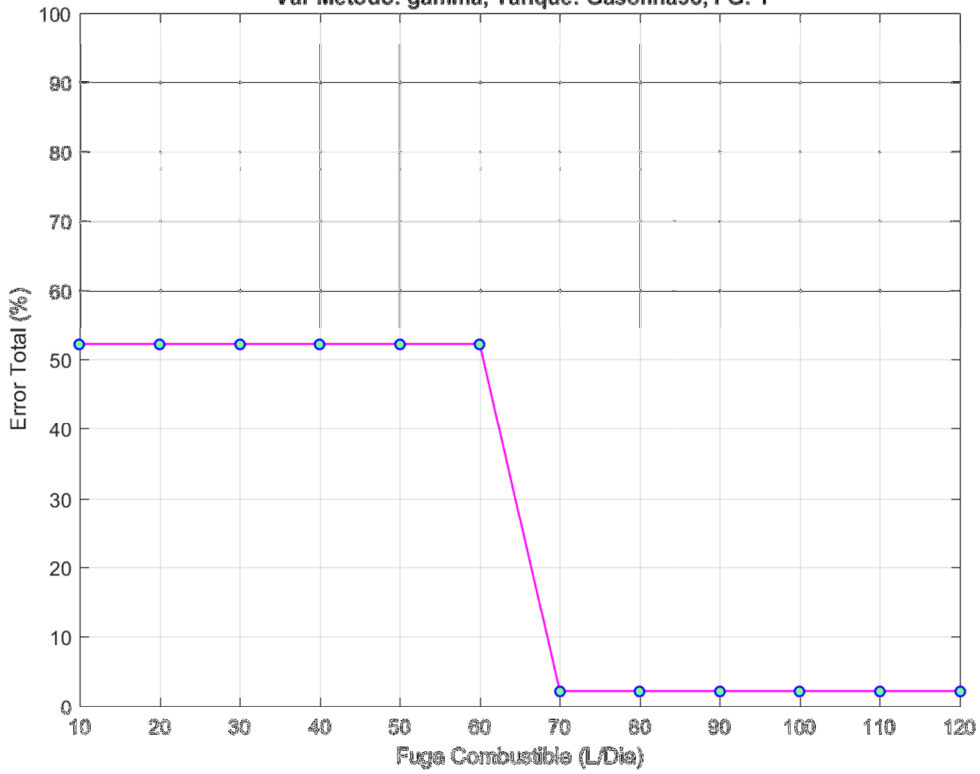
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



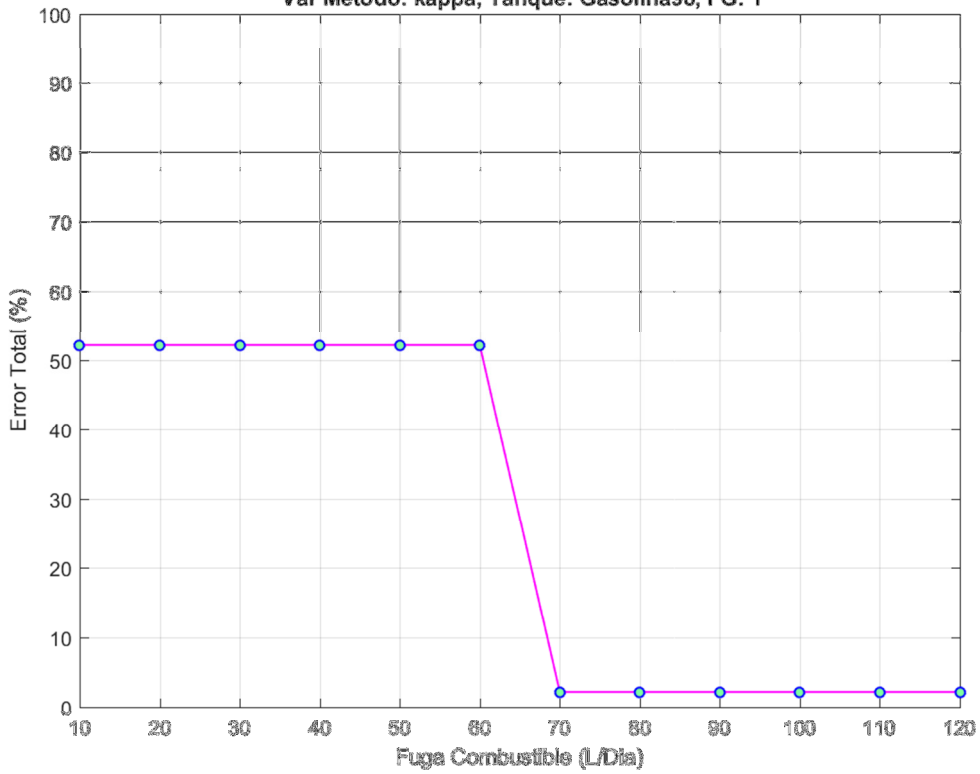
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



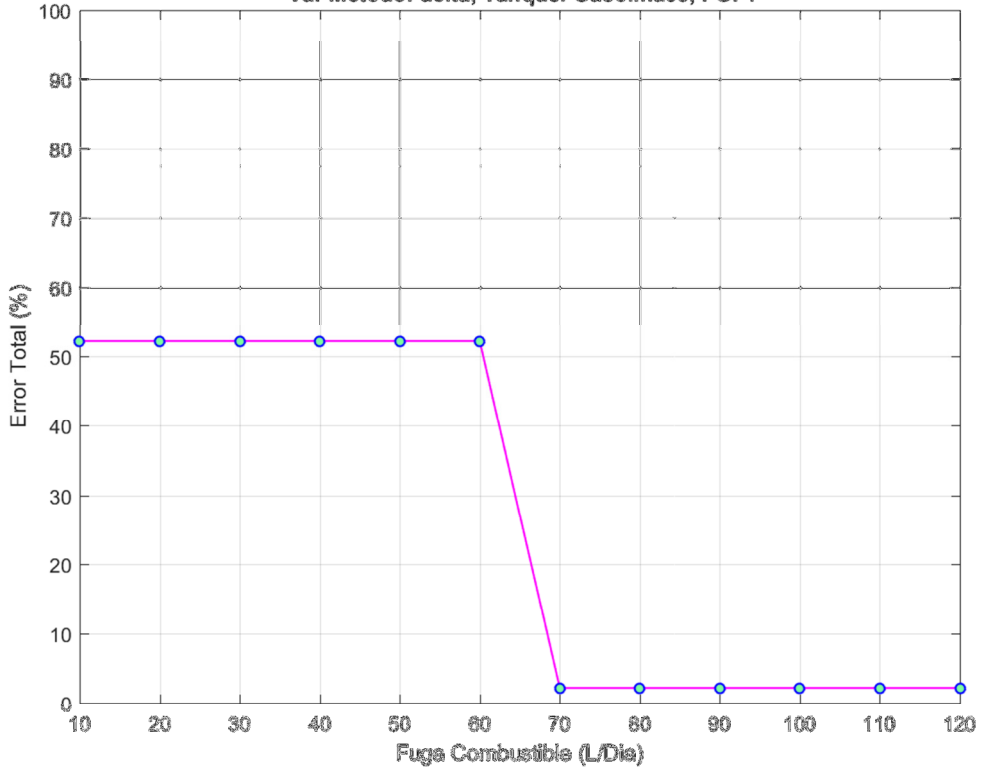
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



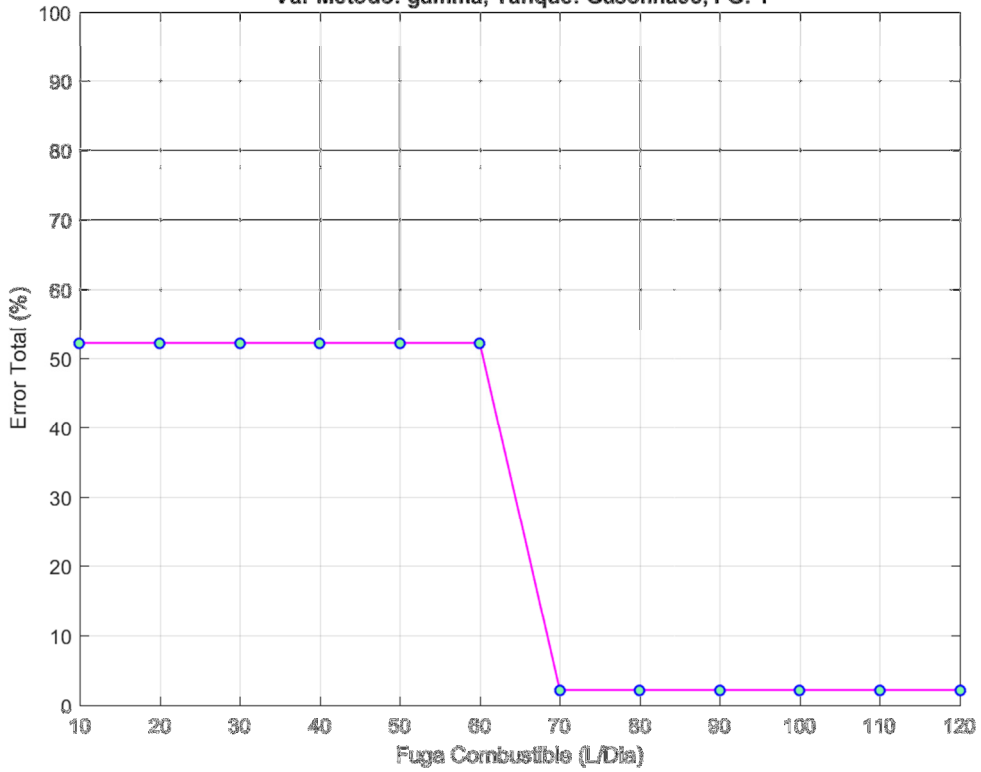
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



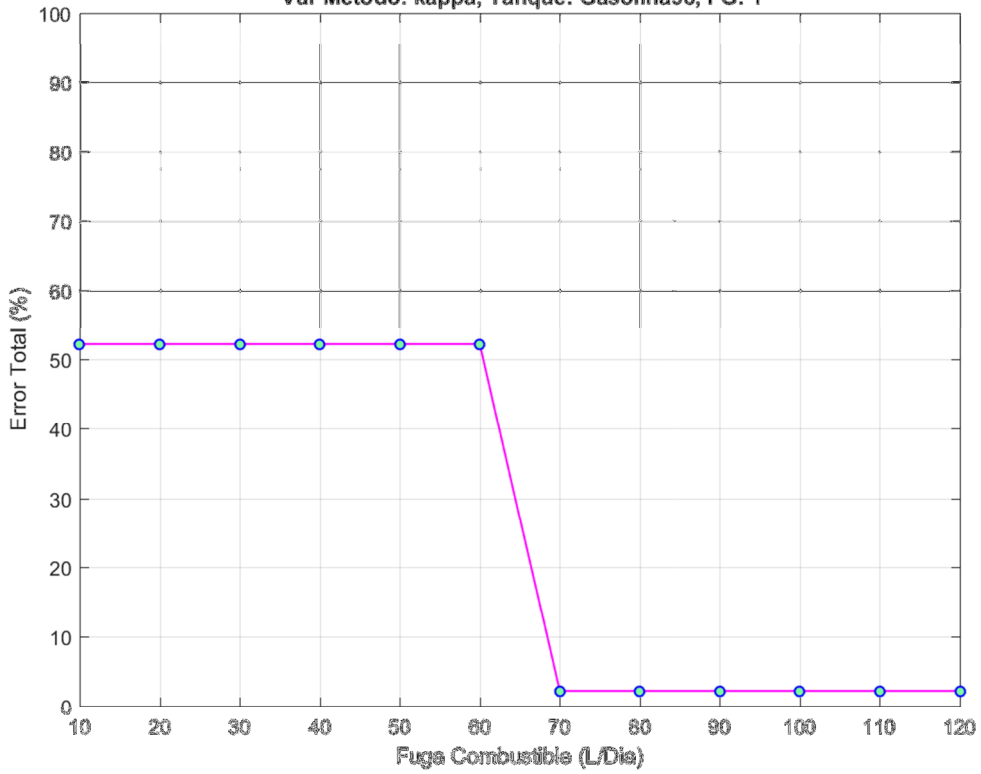
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



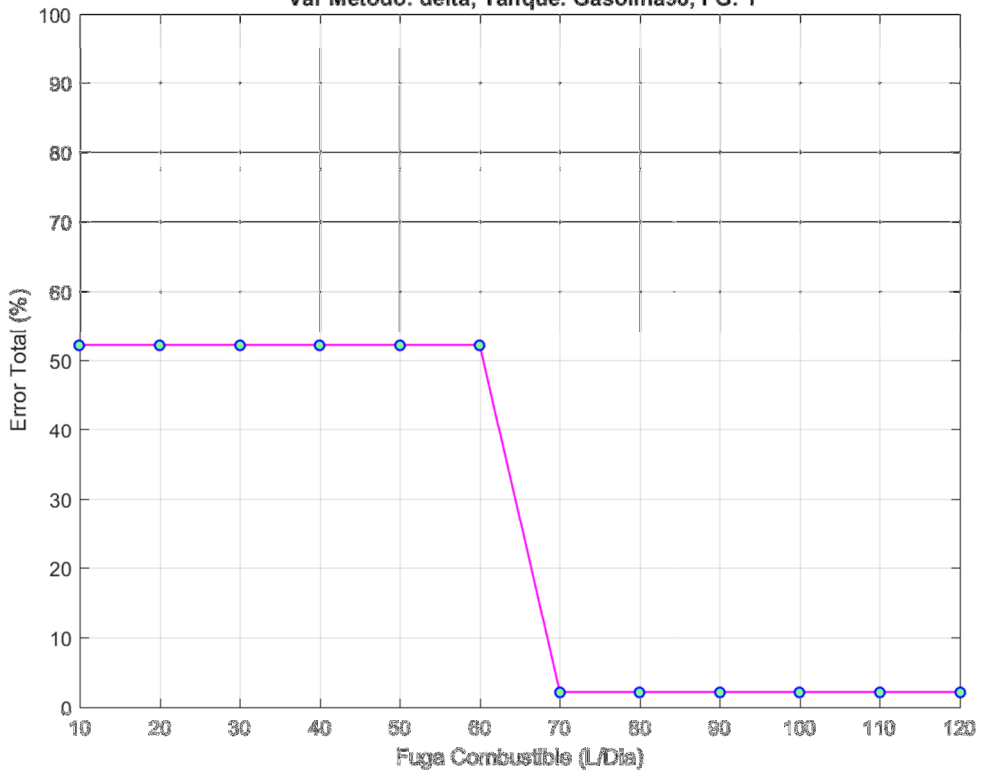
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



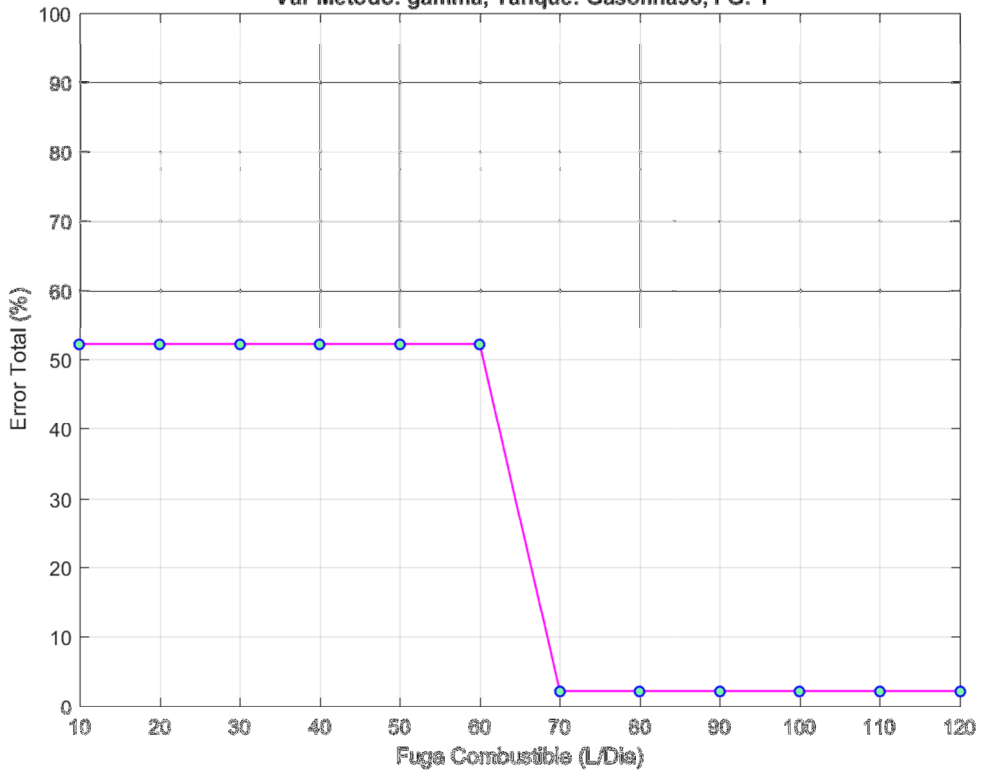
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



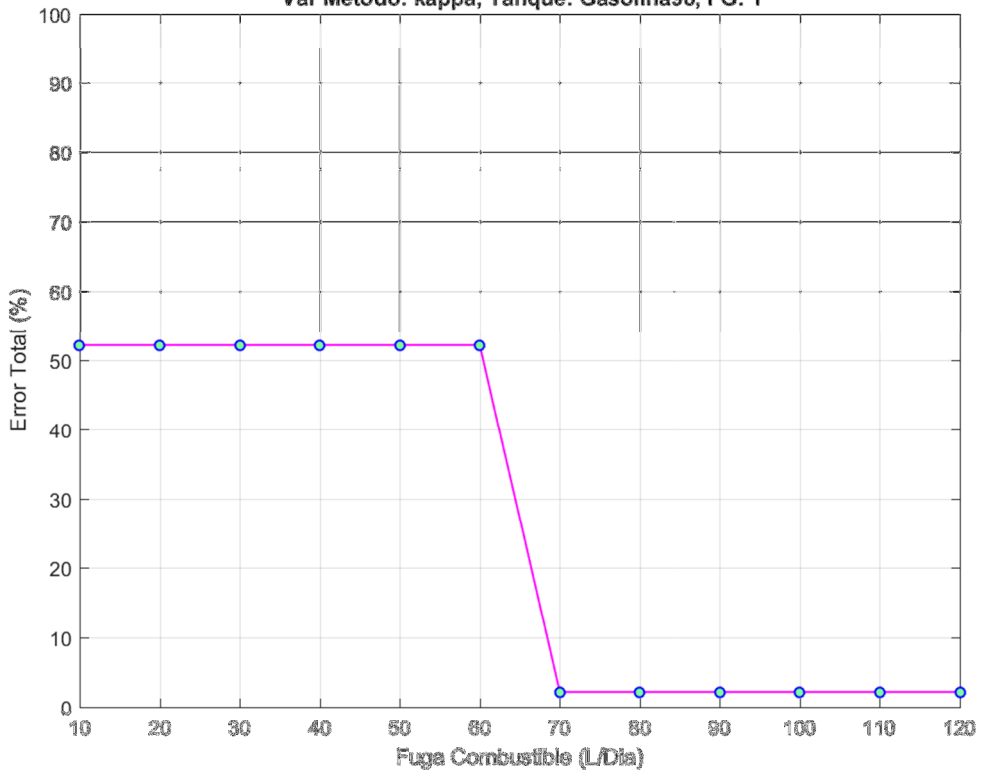
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



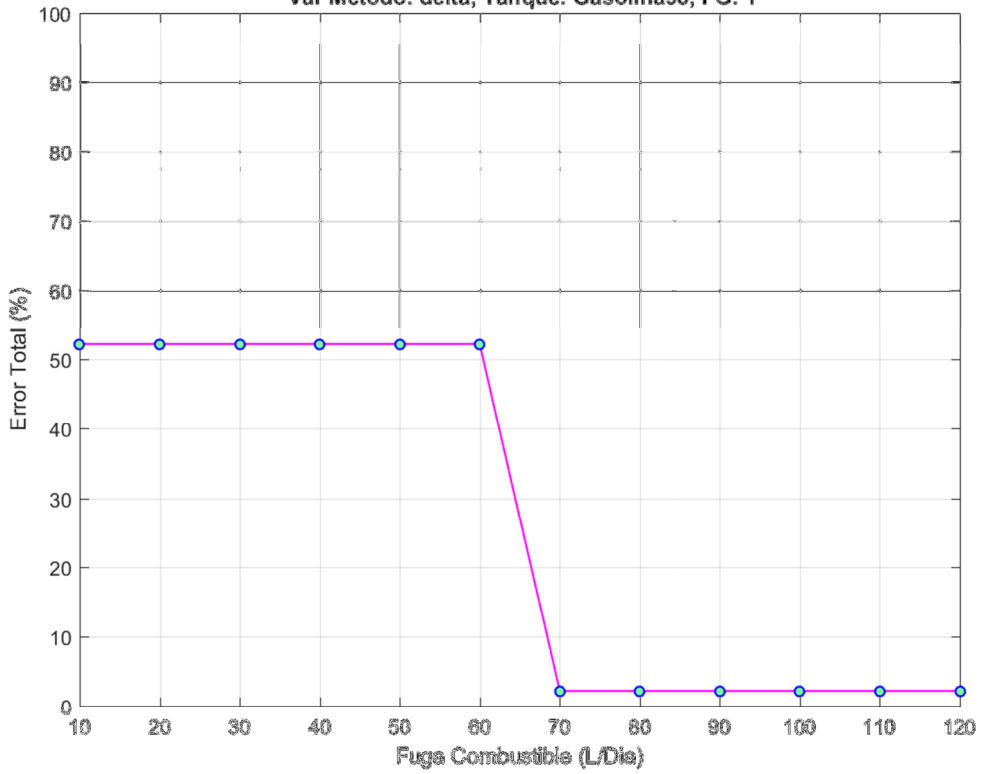
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



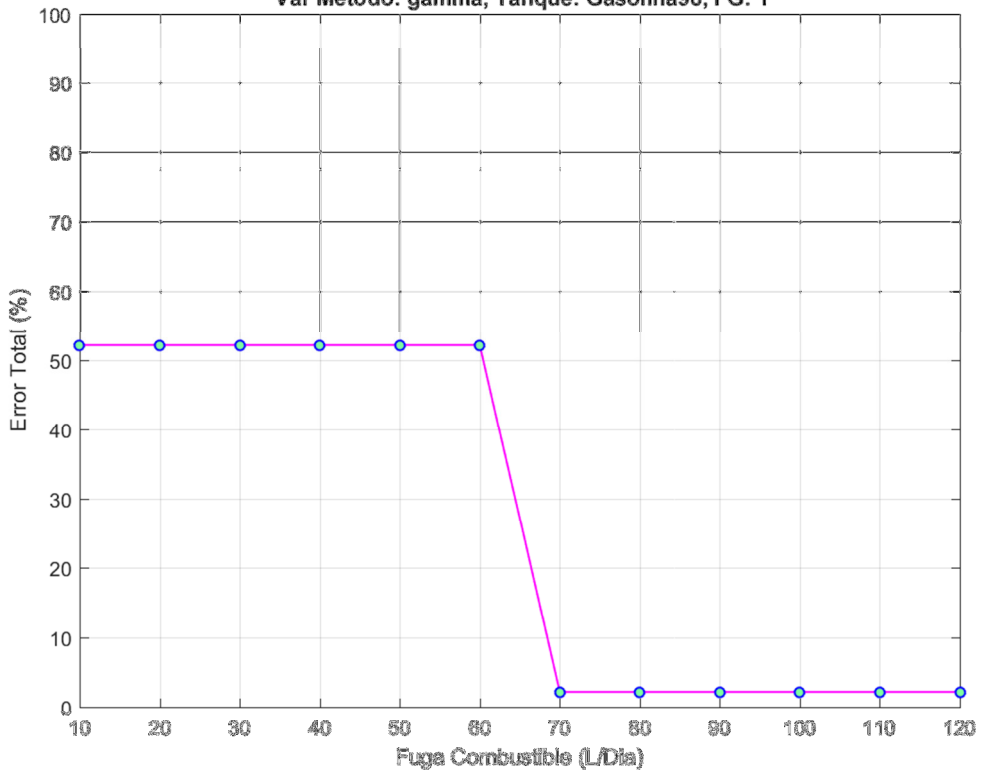
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



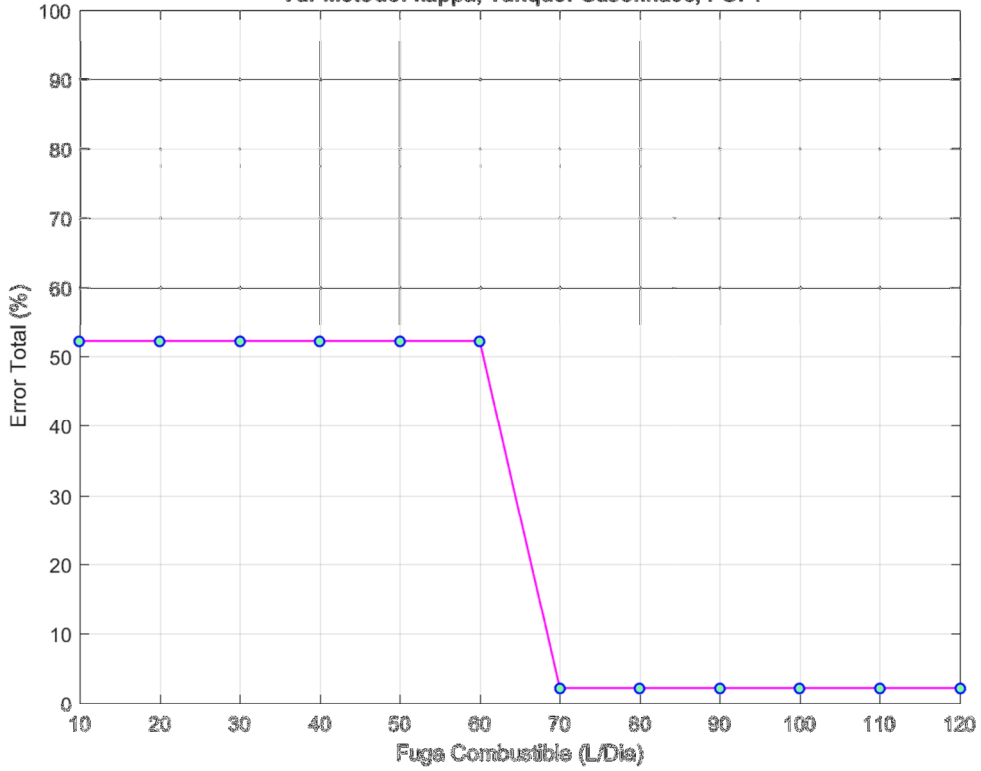
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



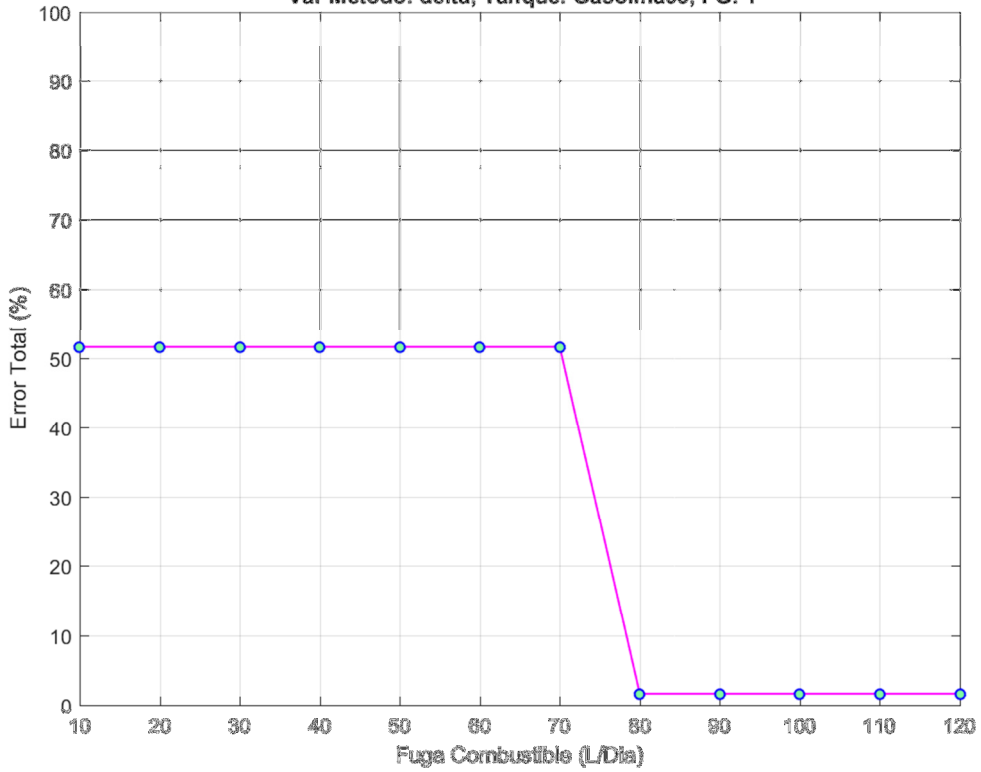
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1

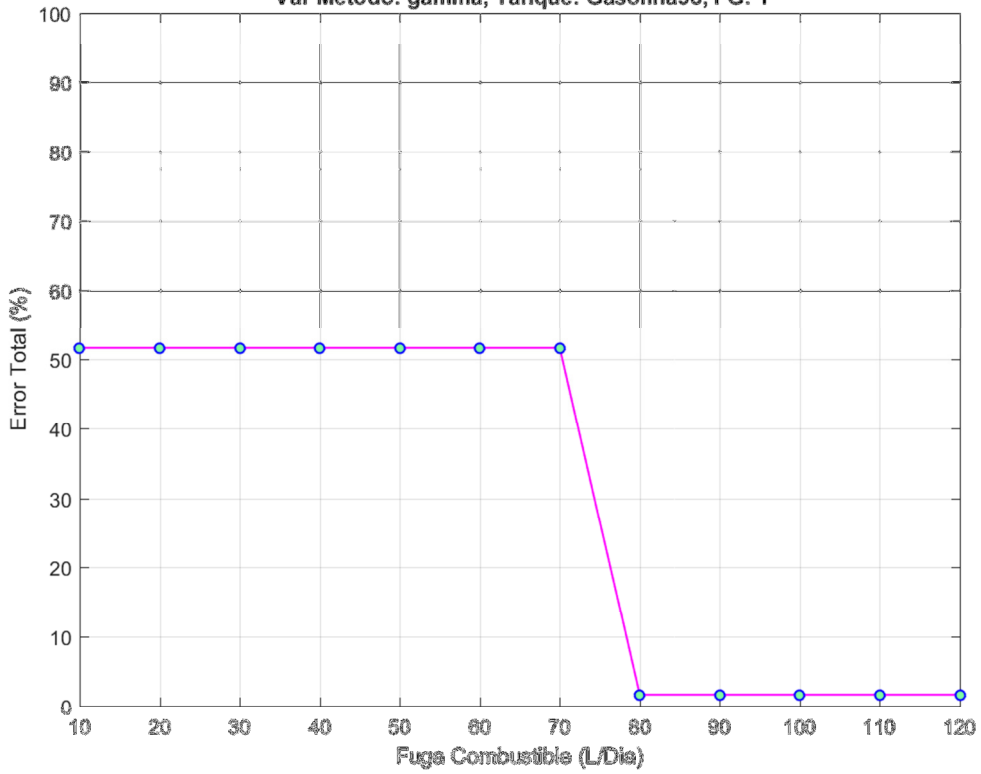


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1

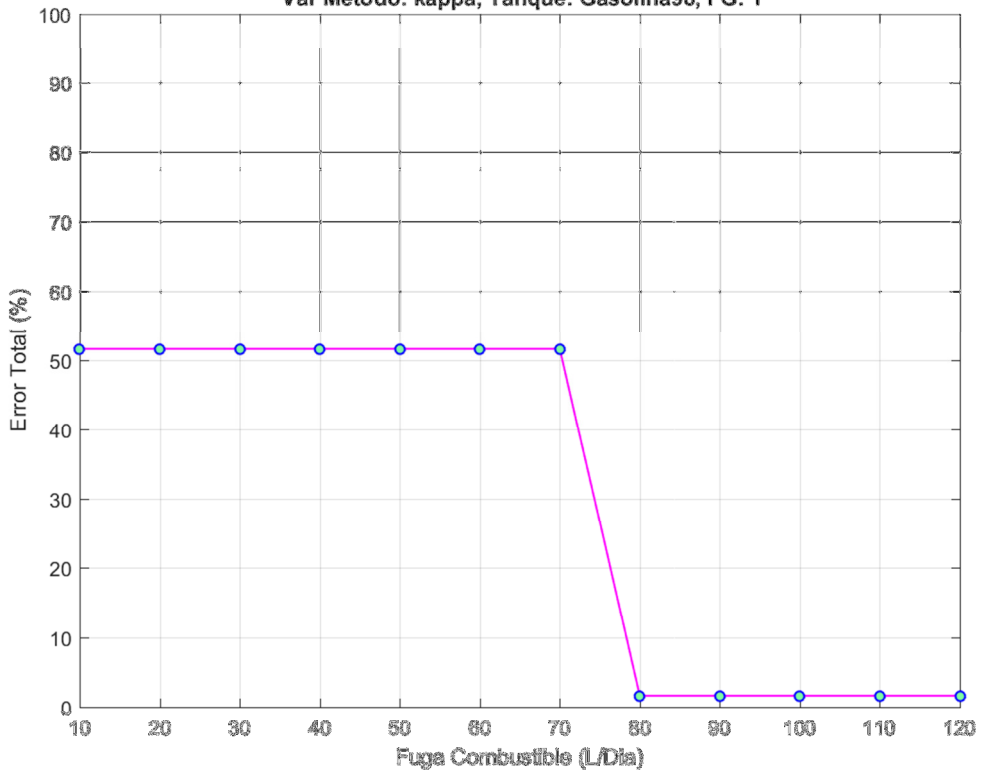




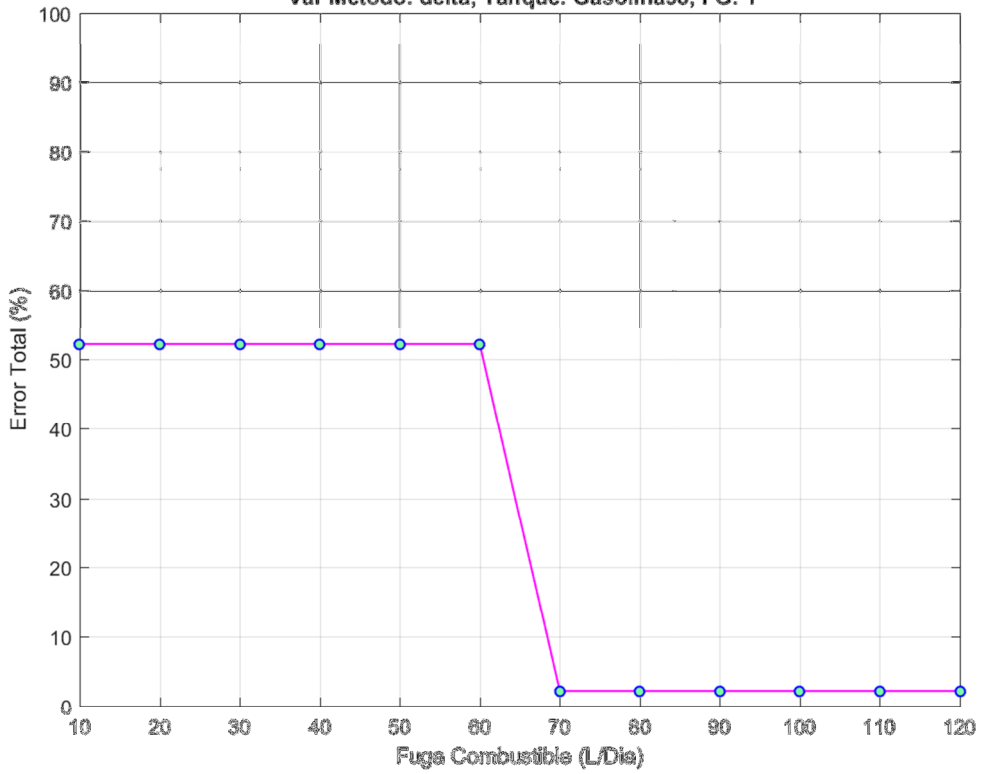
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



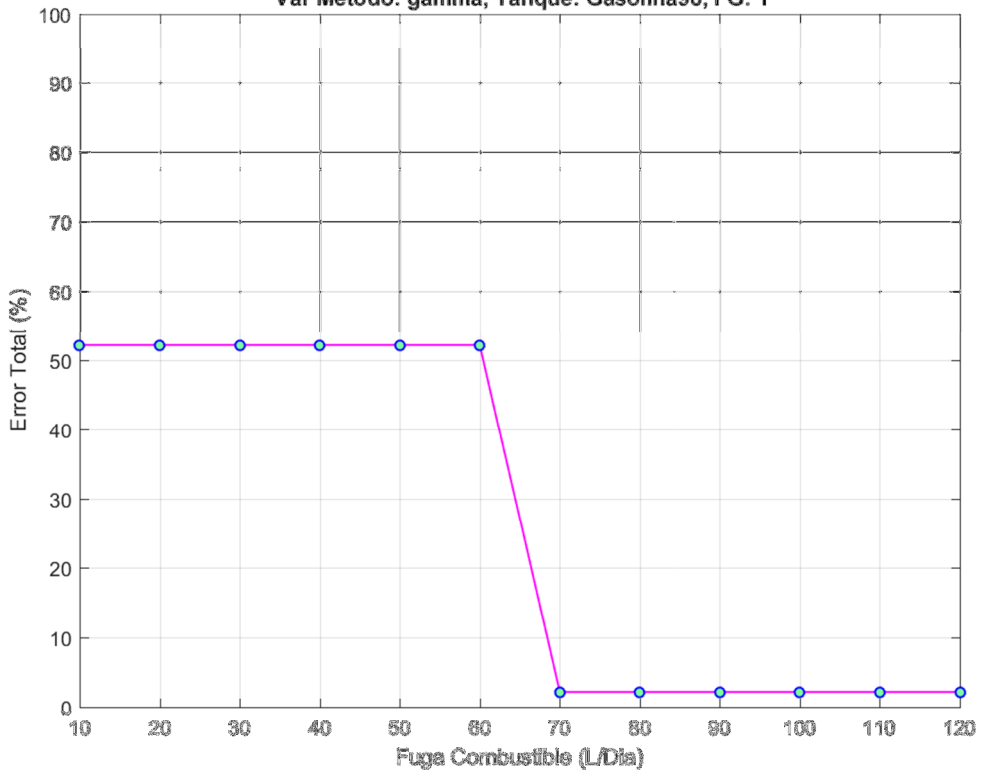
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



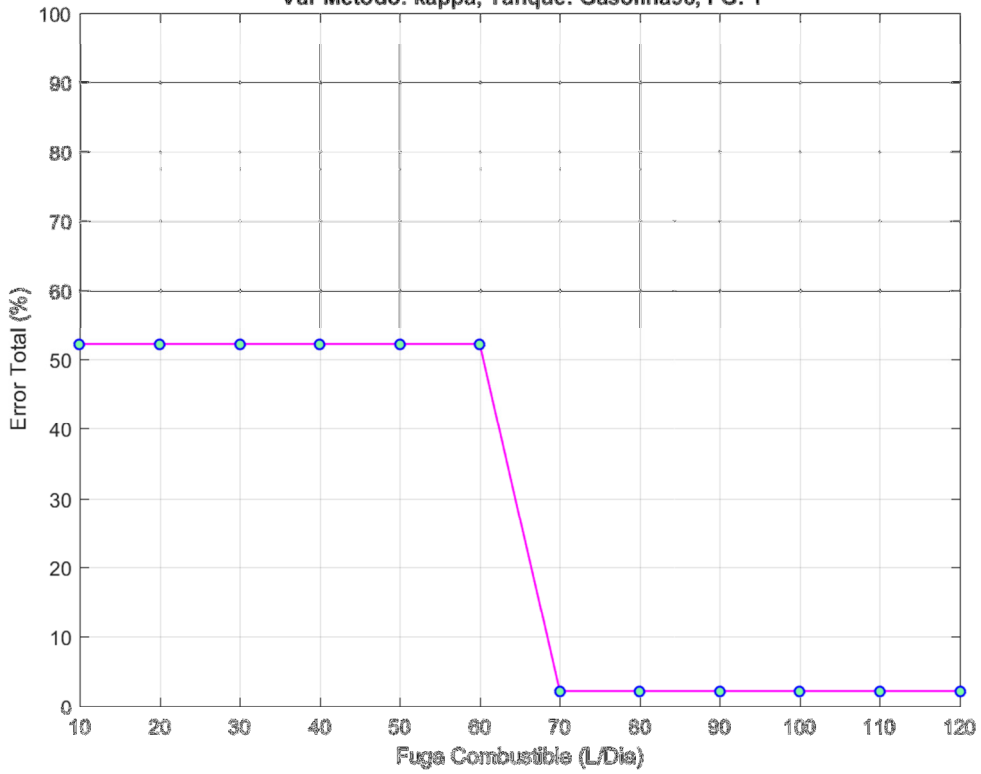
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



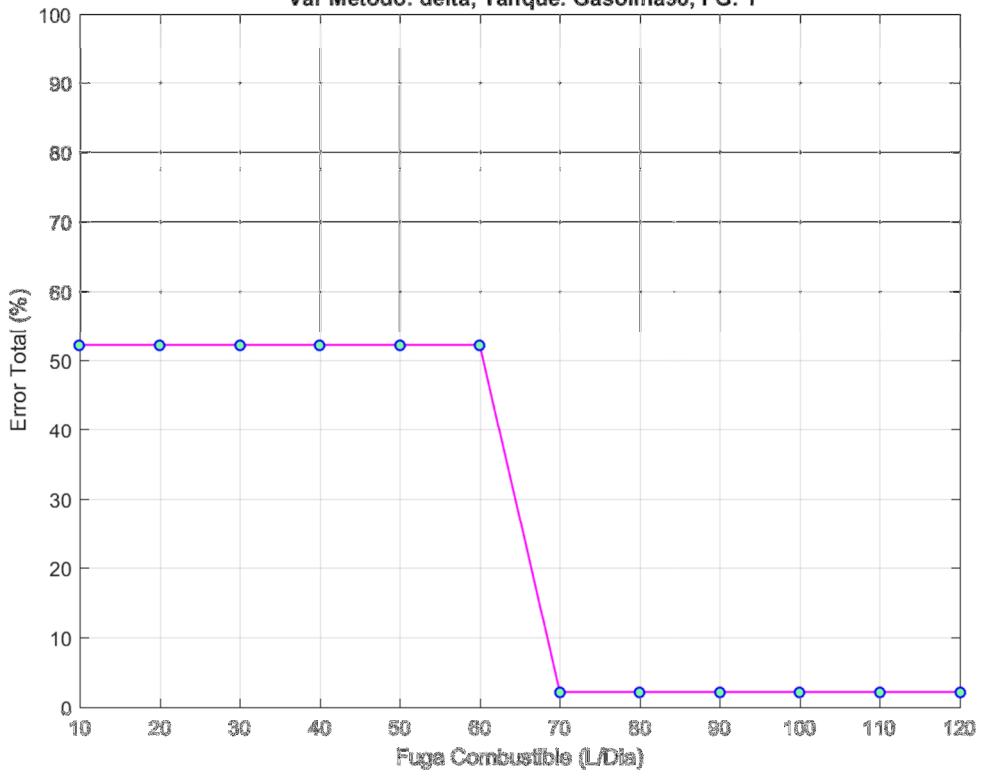
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



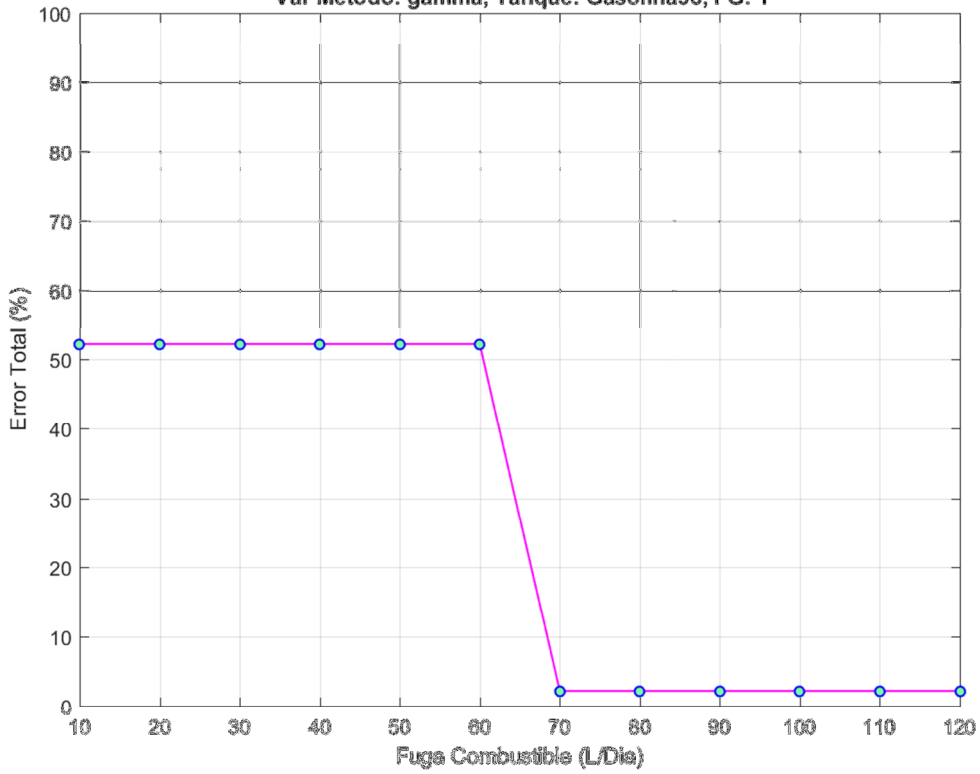
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



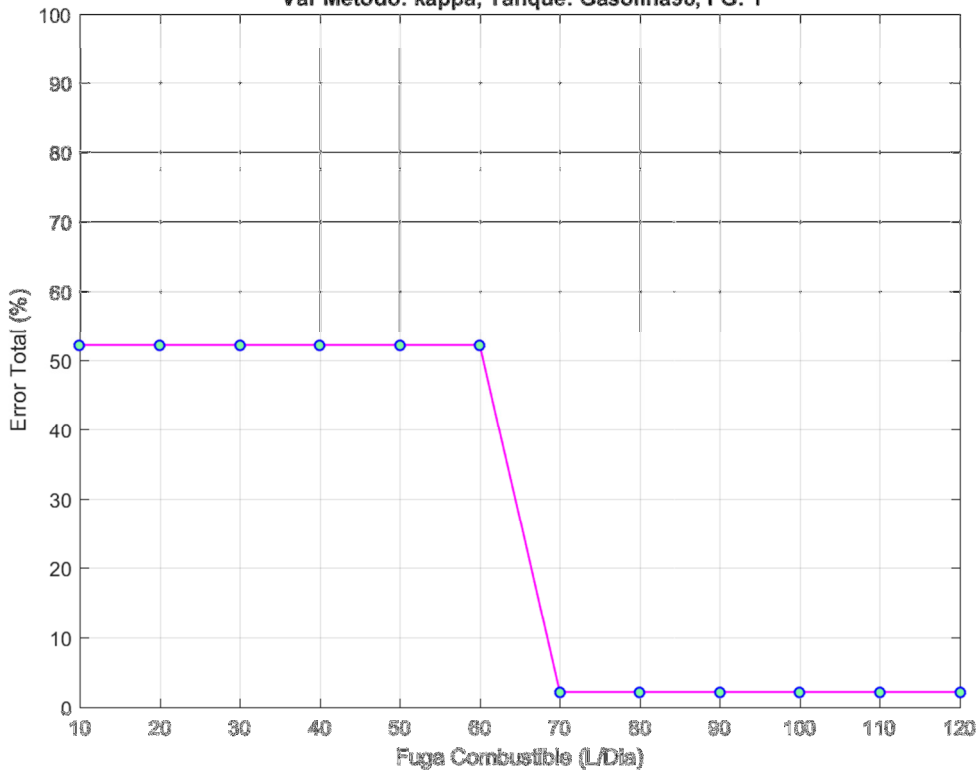
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



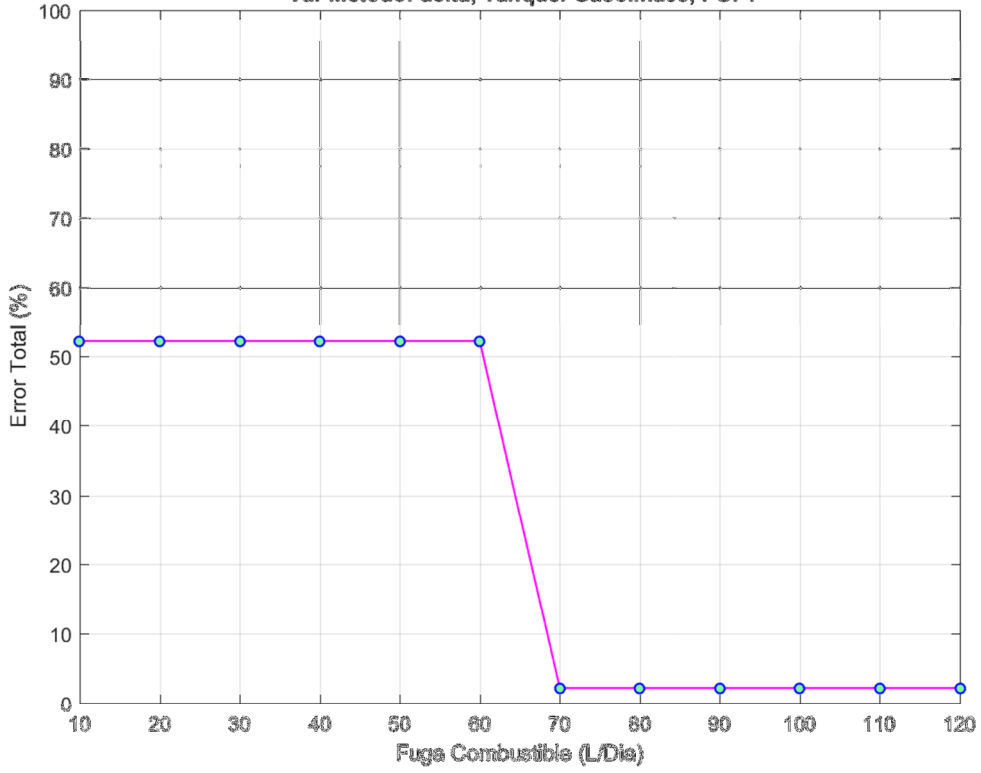
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



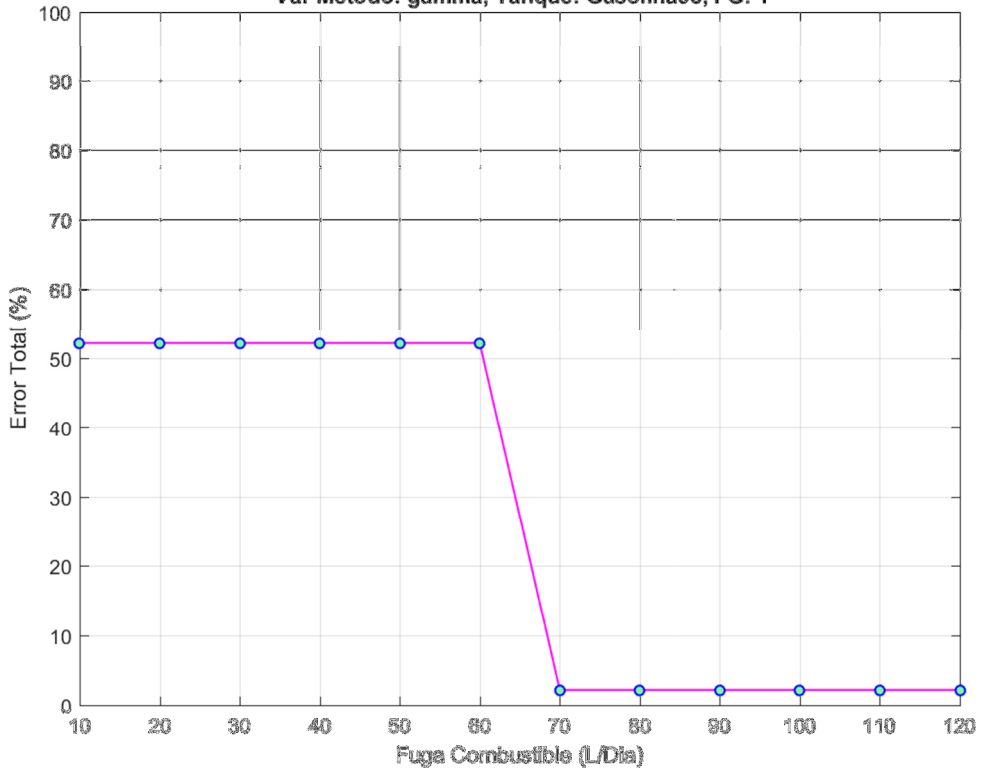
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



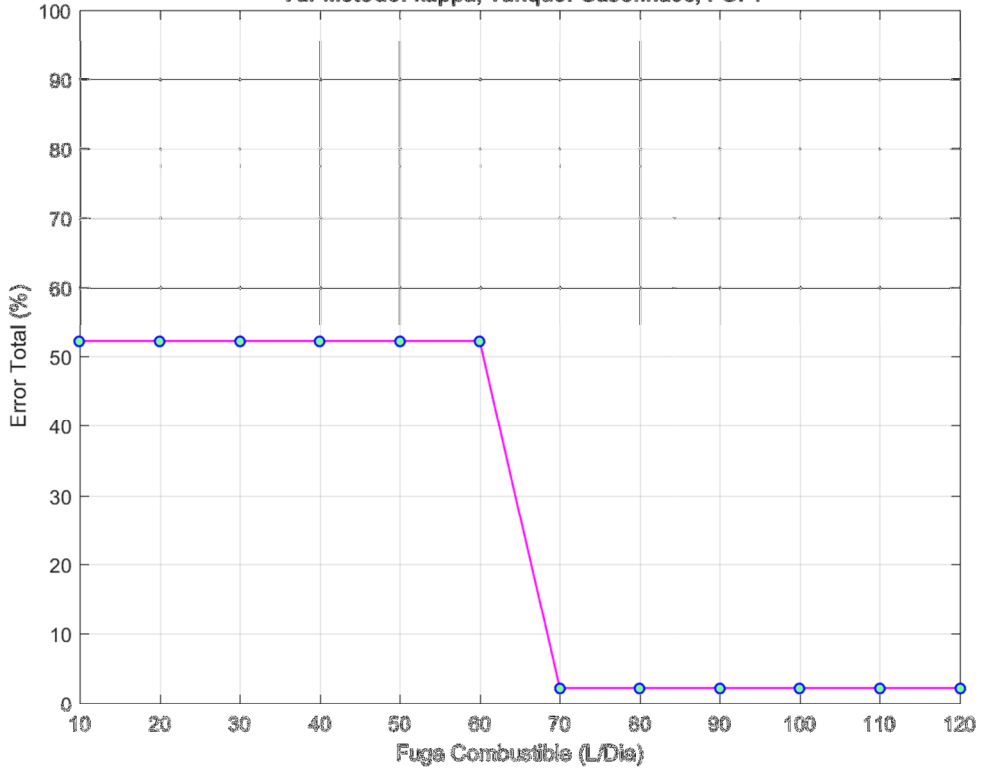
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



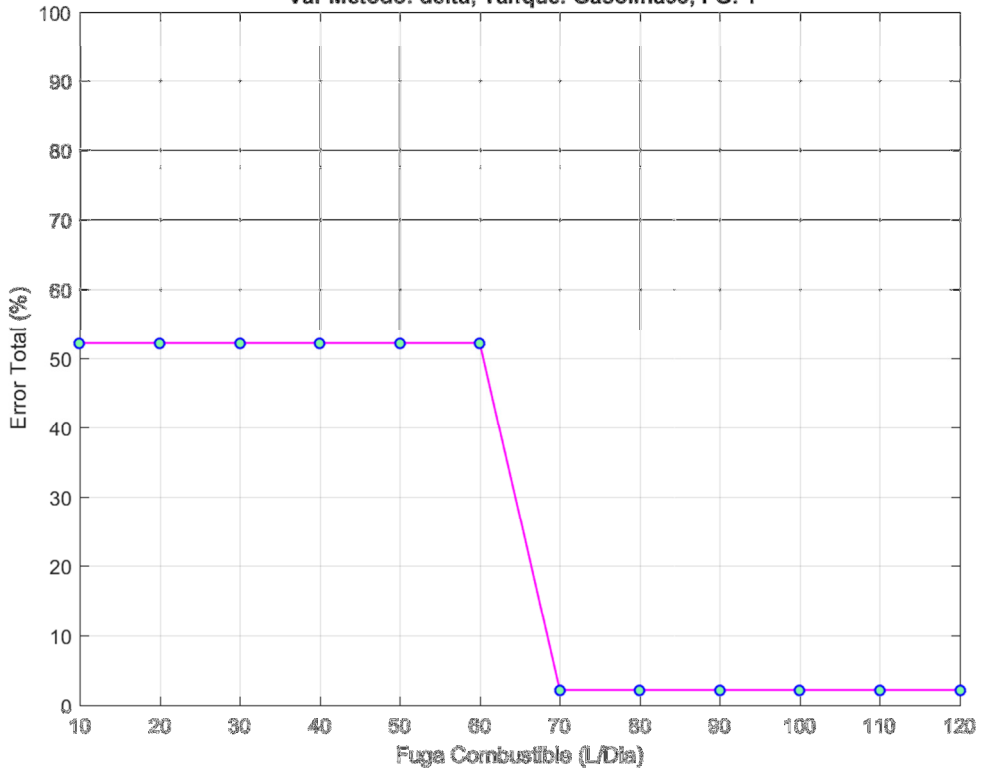
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1



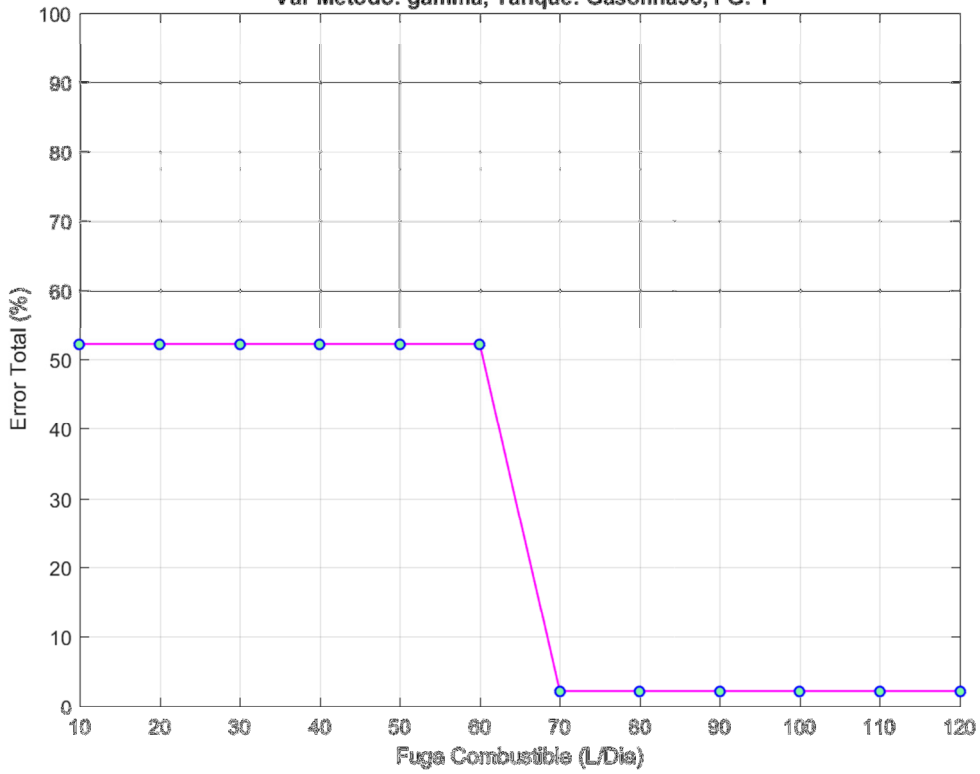
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



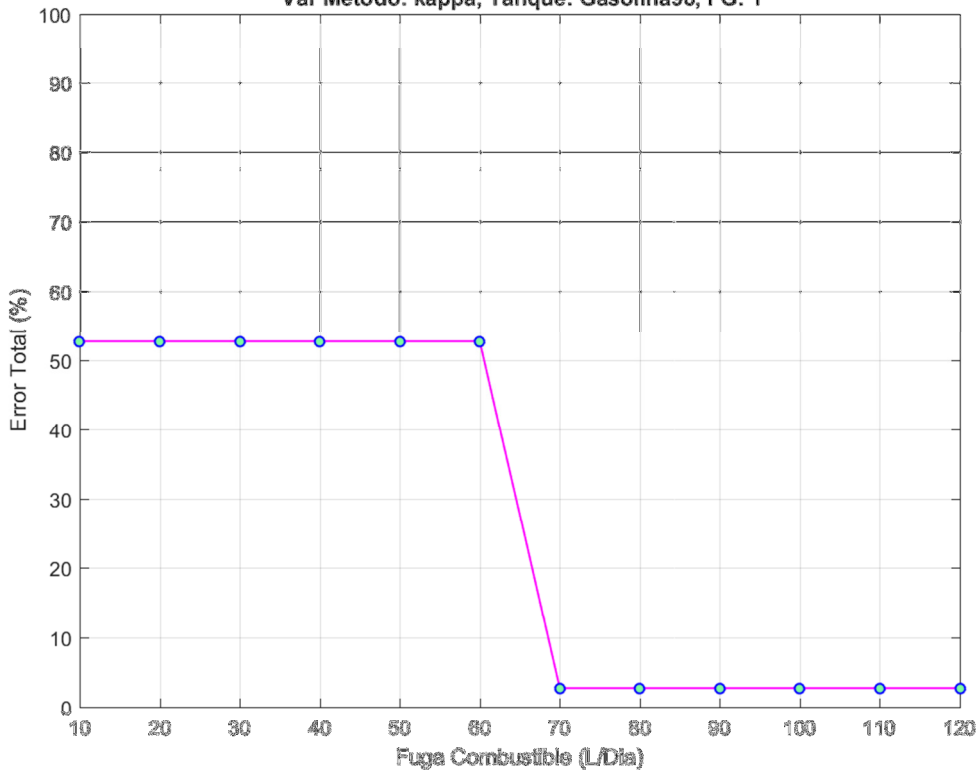
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 1



Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 1

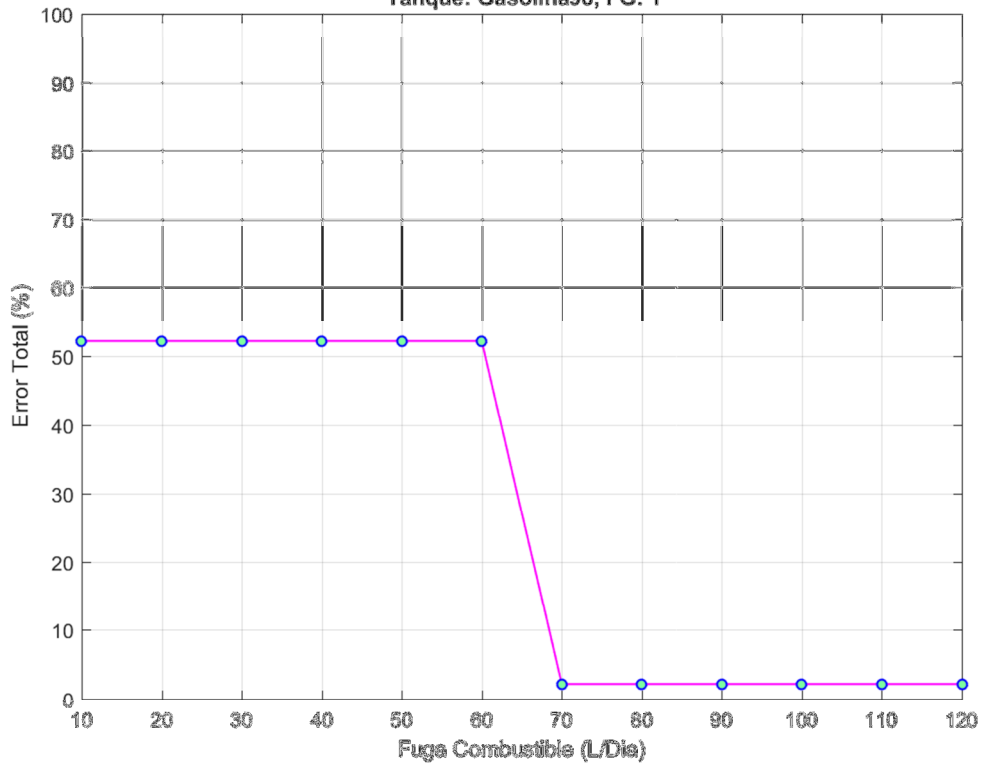


Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 1



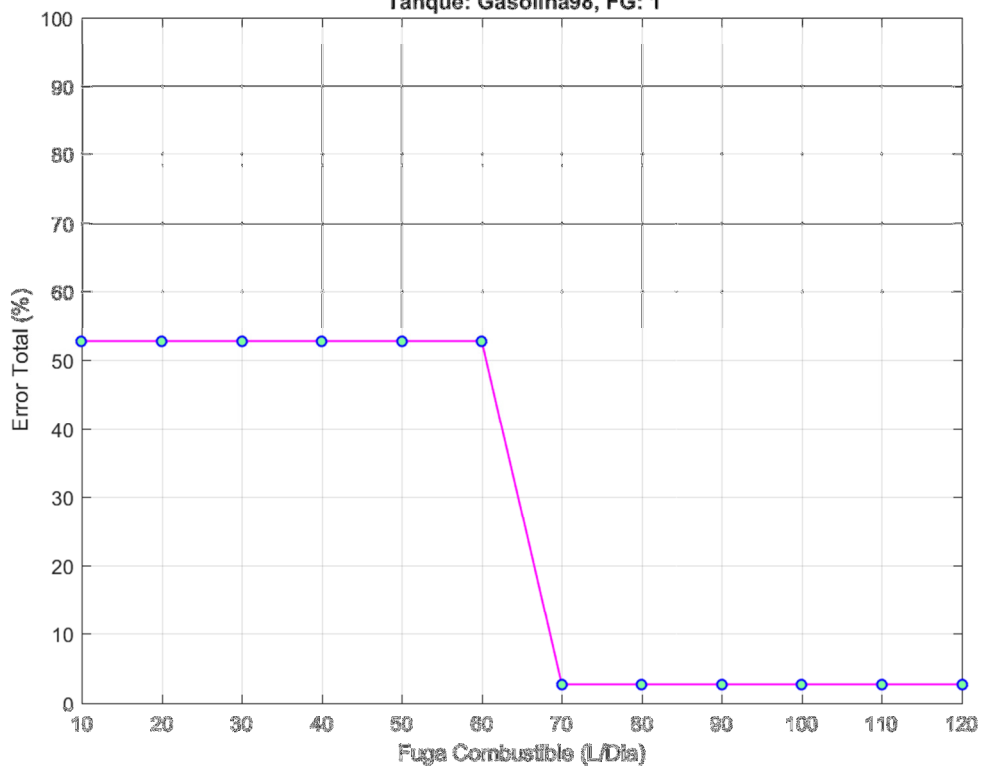
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03

Tanque: Gasolina98, FG: 1



Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02

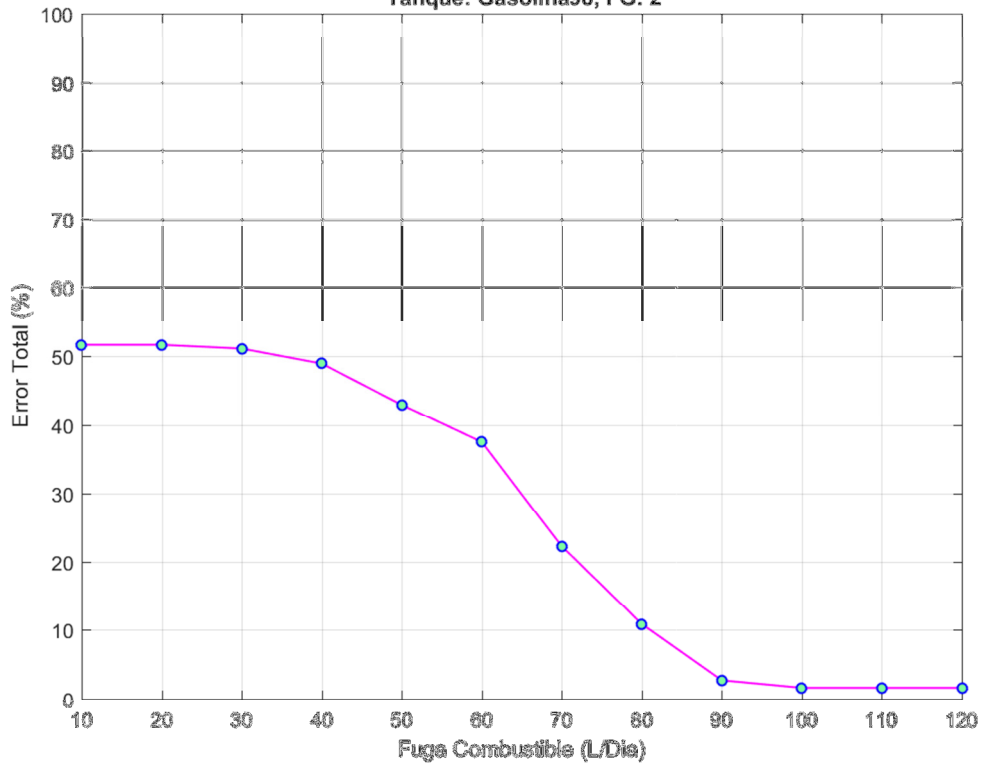
Tanque: Gasolina98, FG: 1





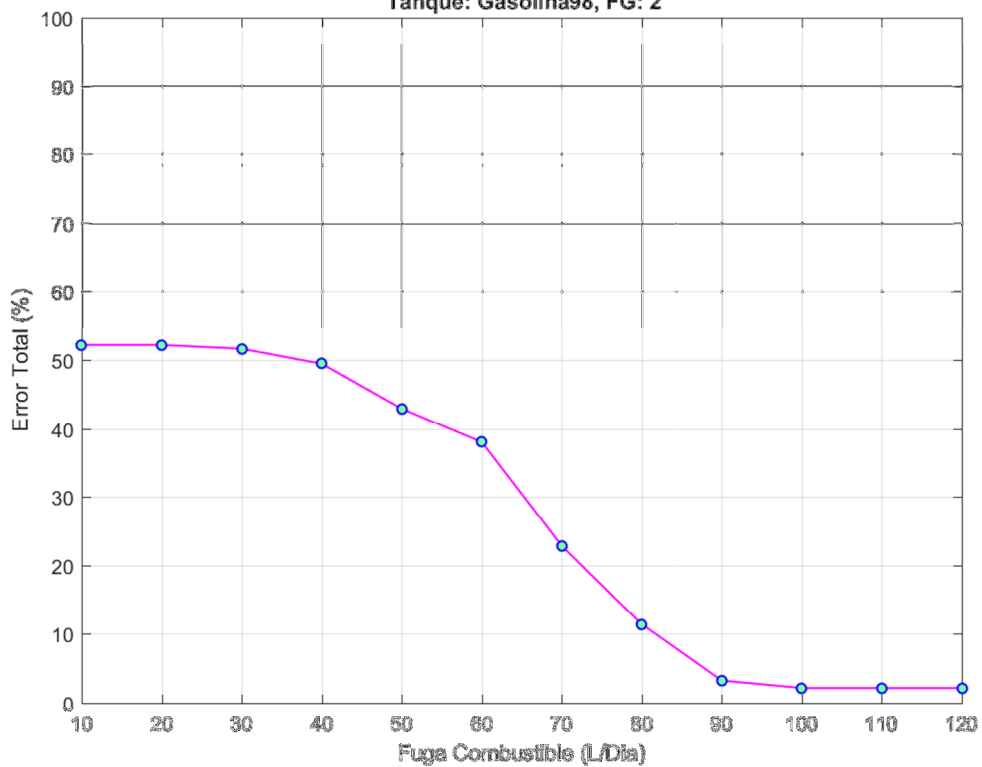
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 2



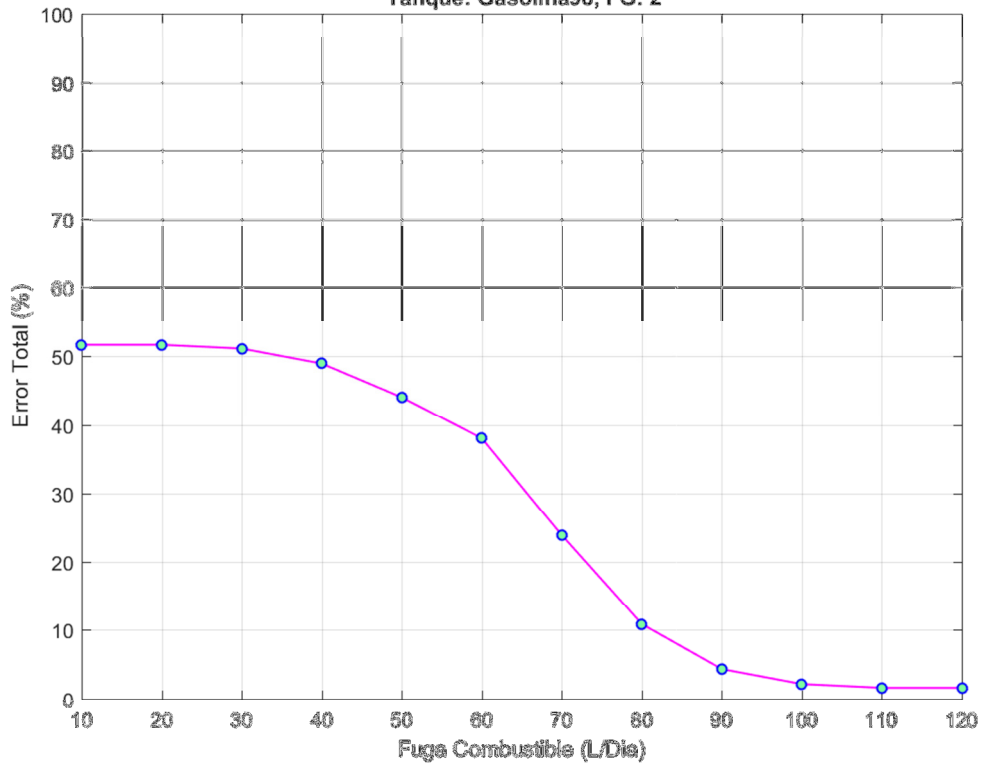
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 06

Tanque: Gasolina98, FG: 2



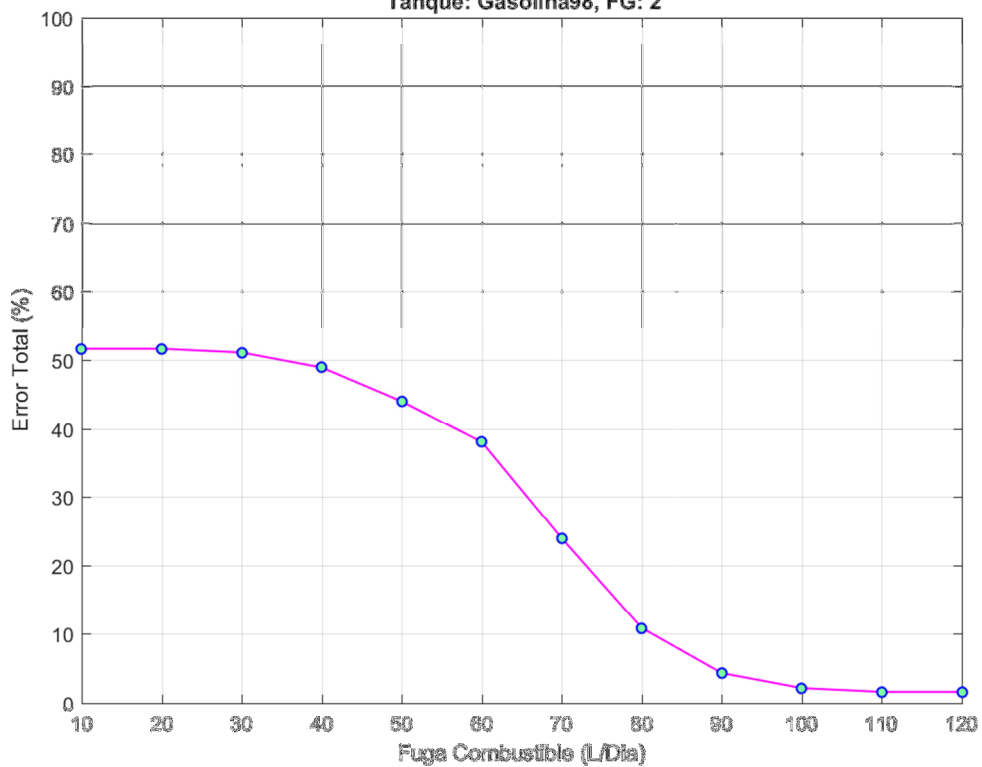
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



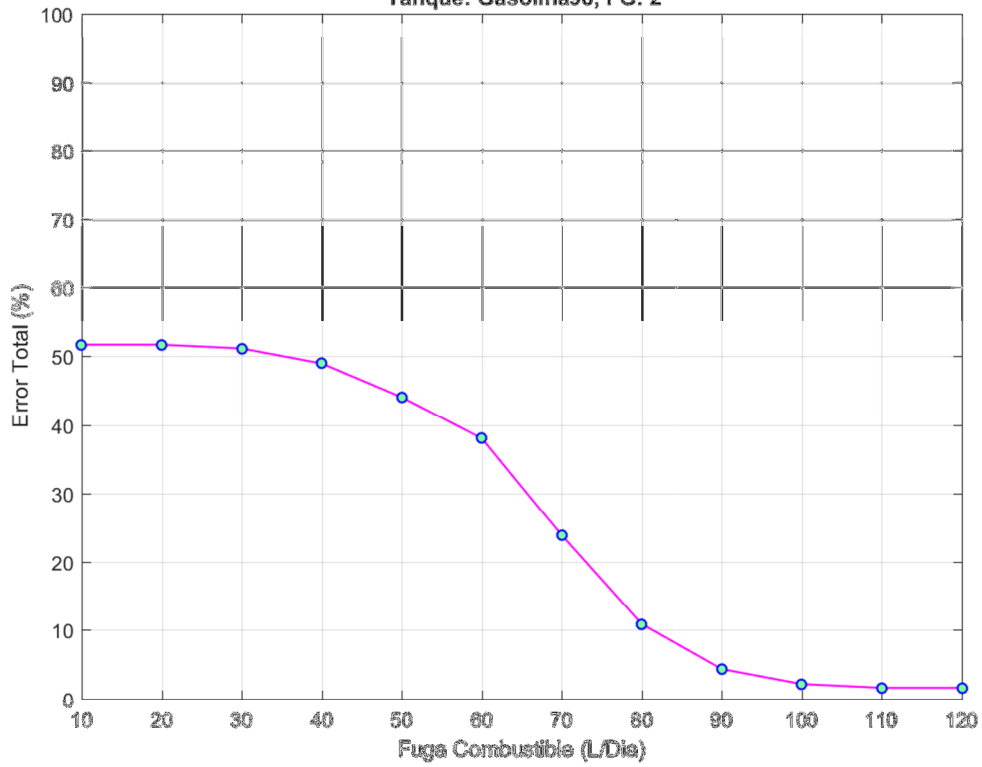
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



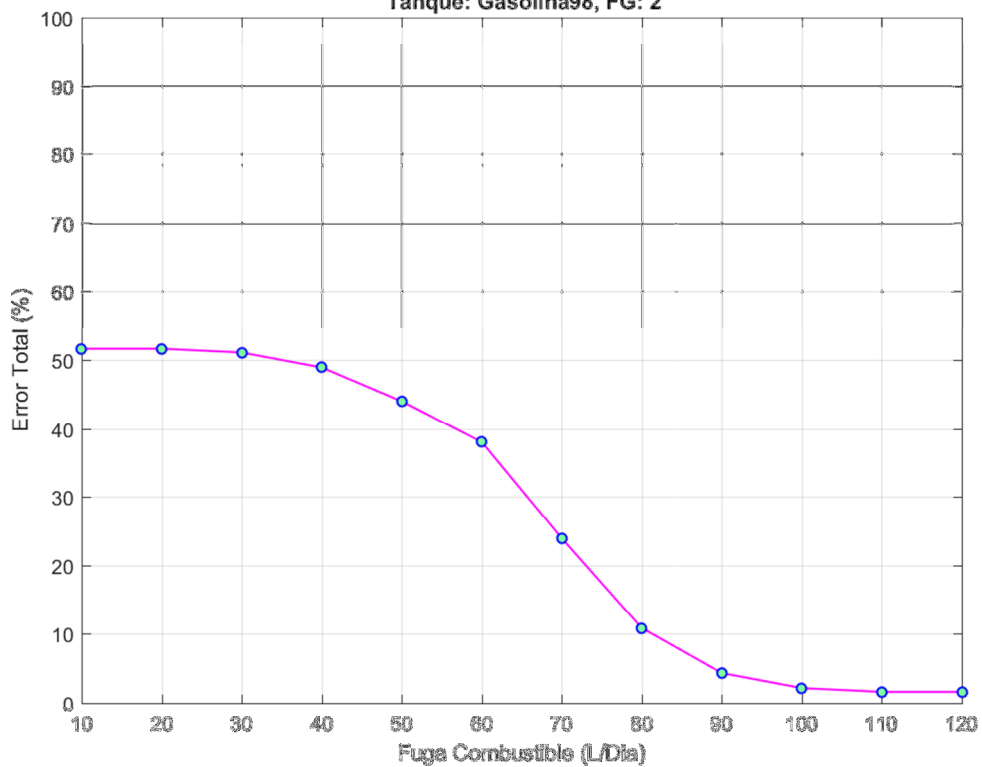
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



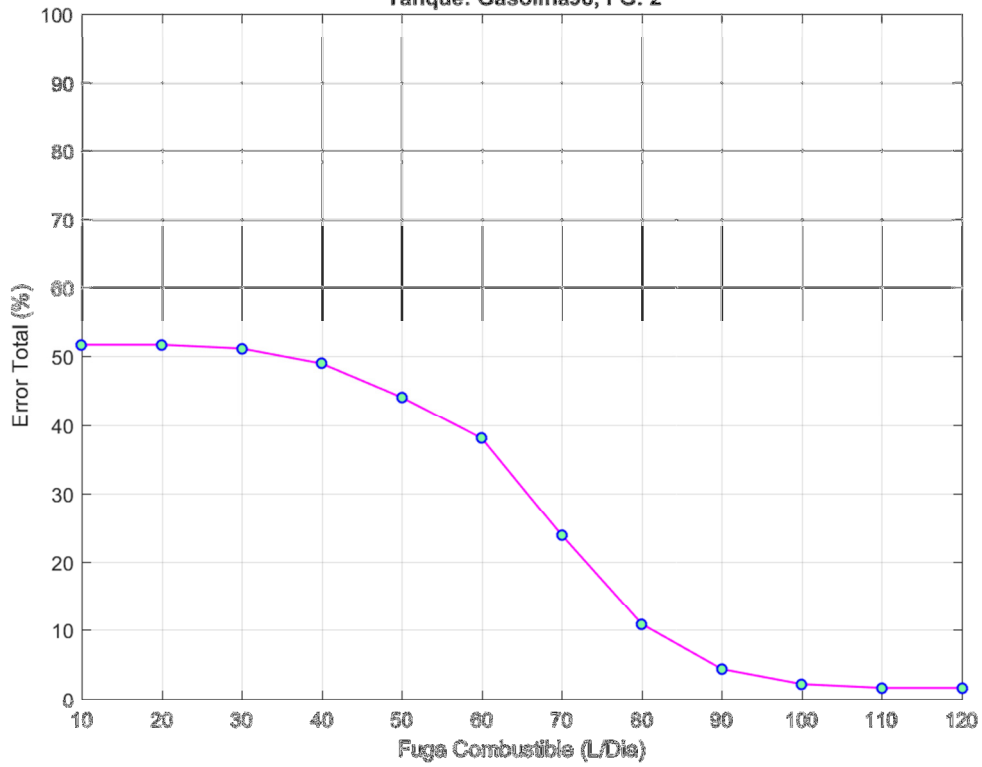
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina98, FG: 2



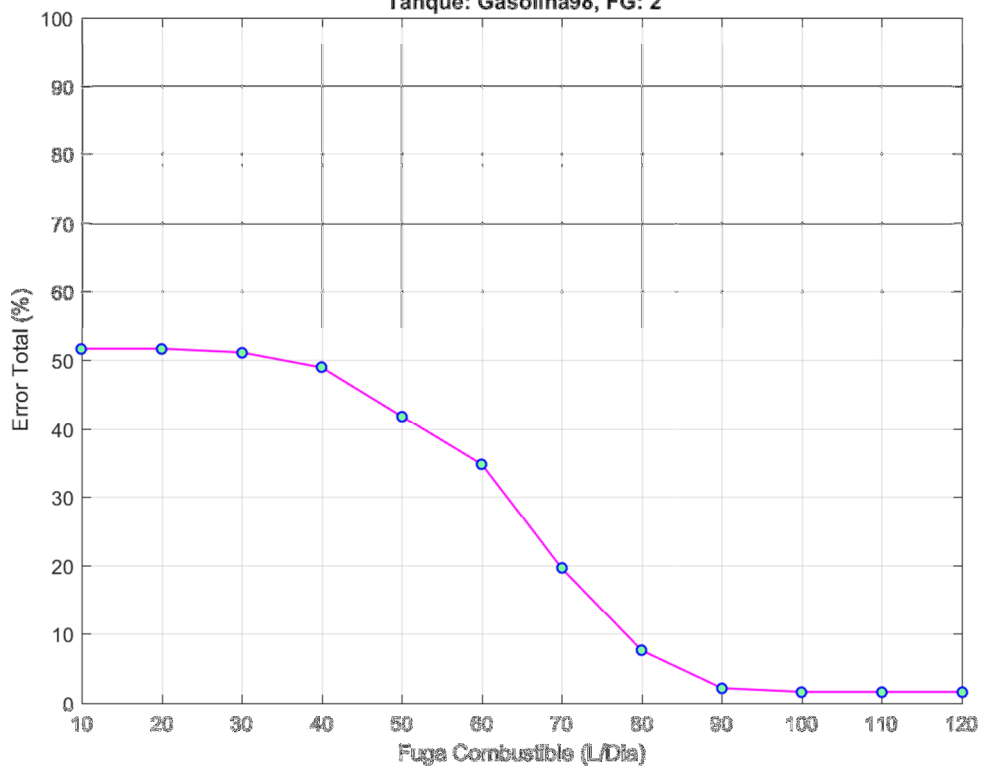
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 2



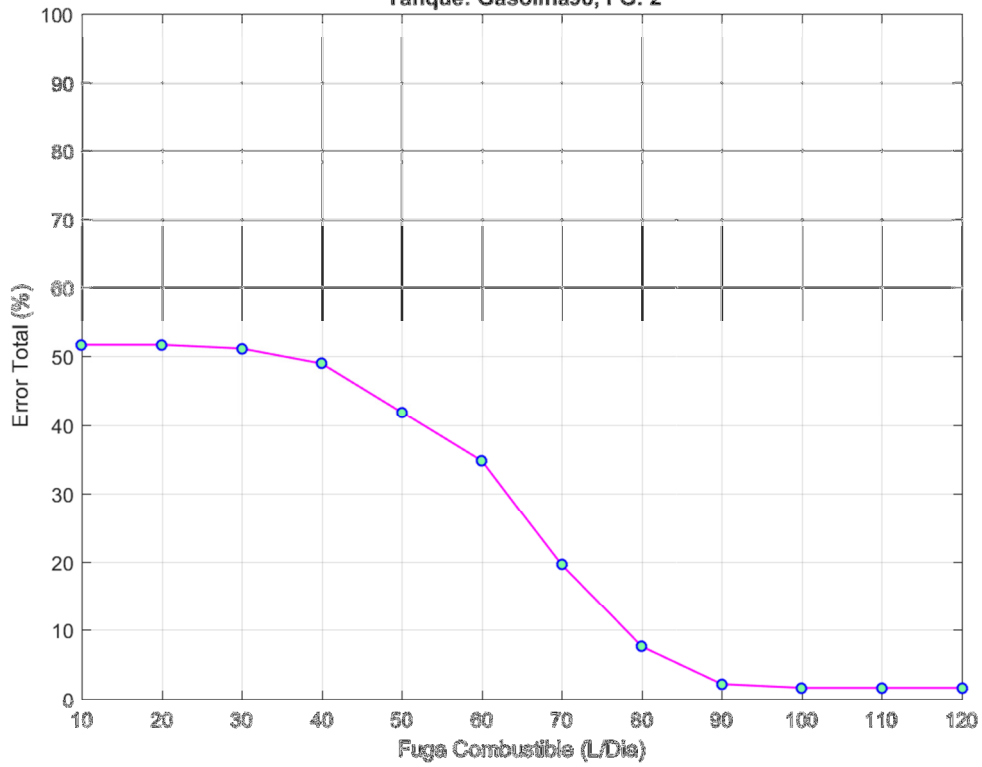
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



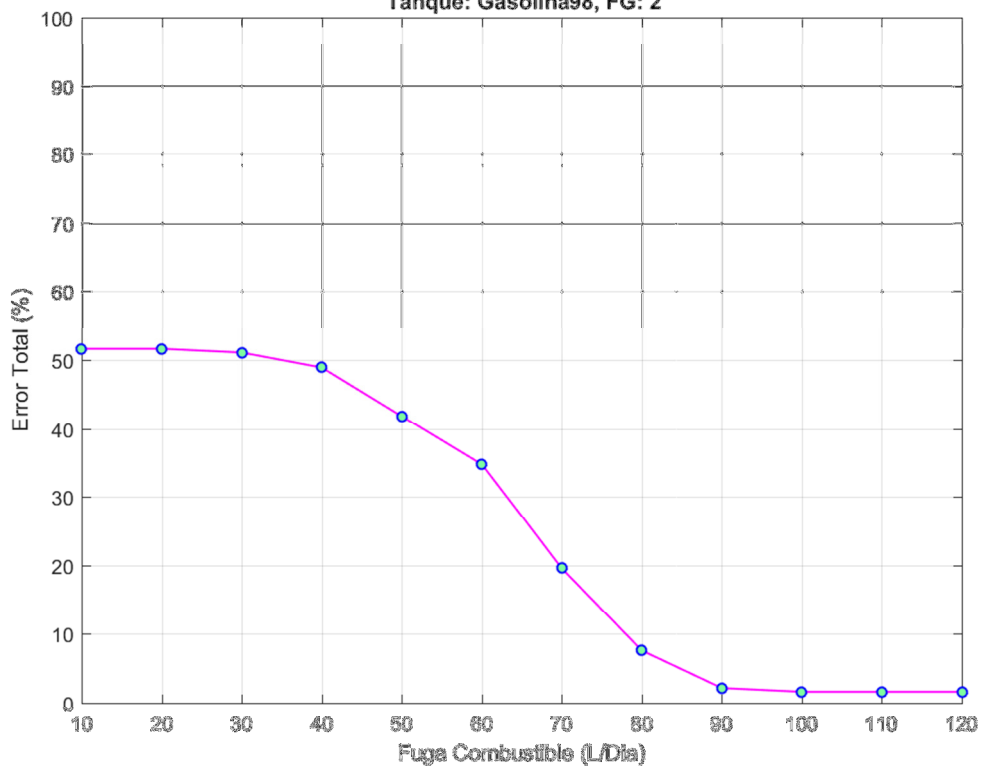
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



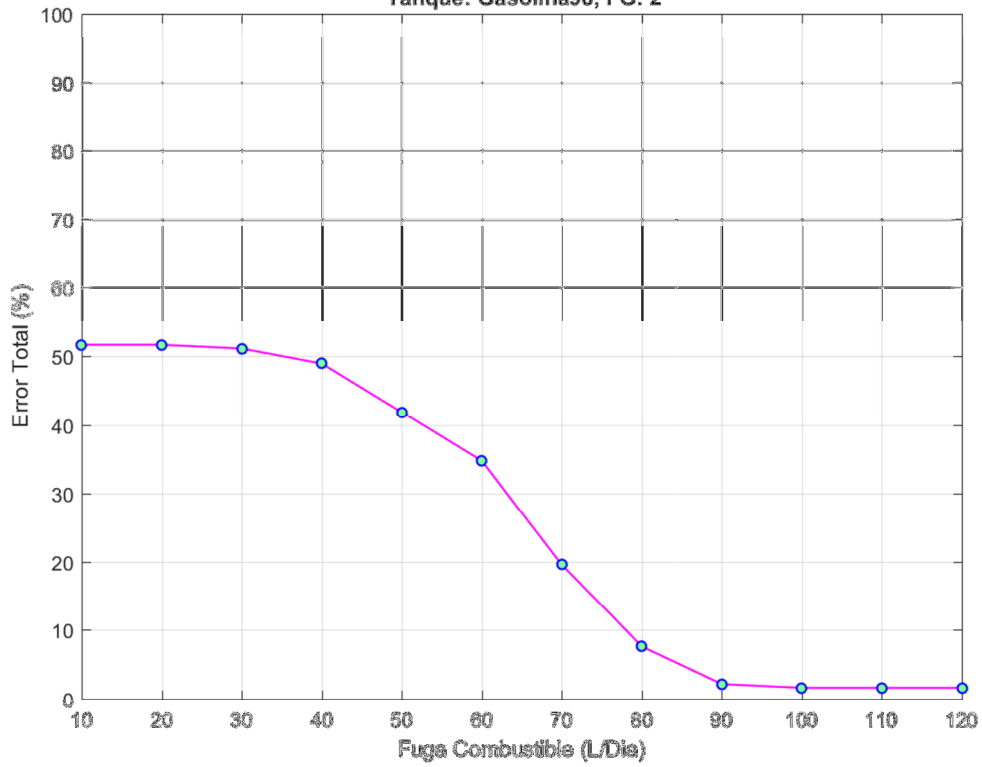
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



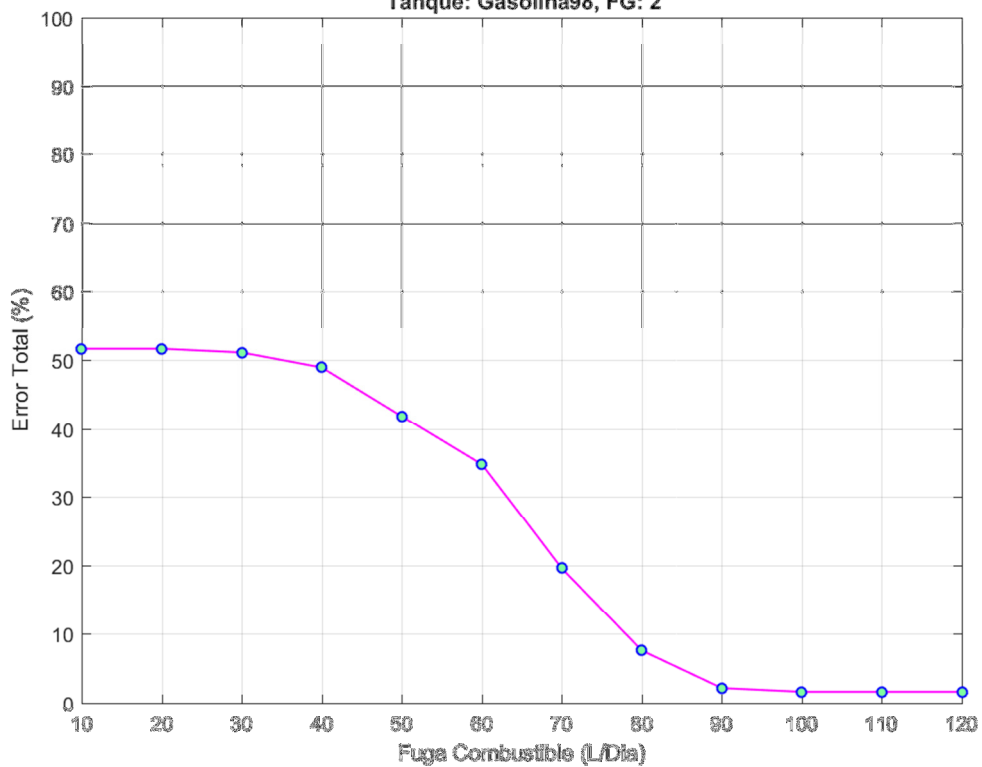
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina98, FG: 2



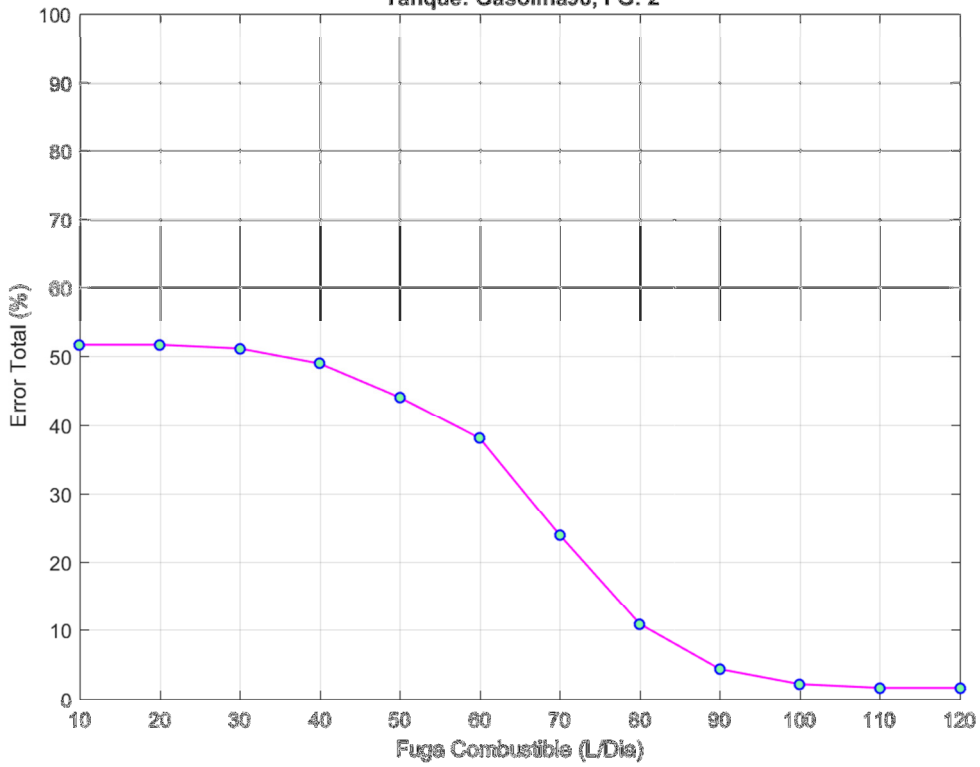
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 2



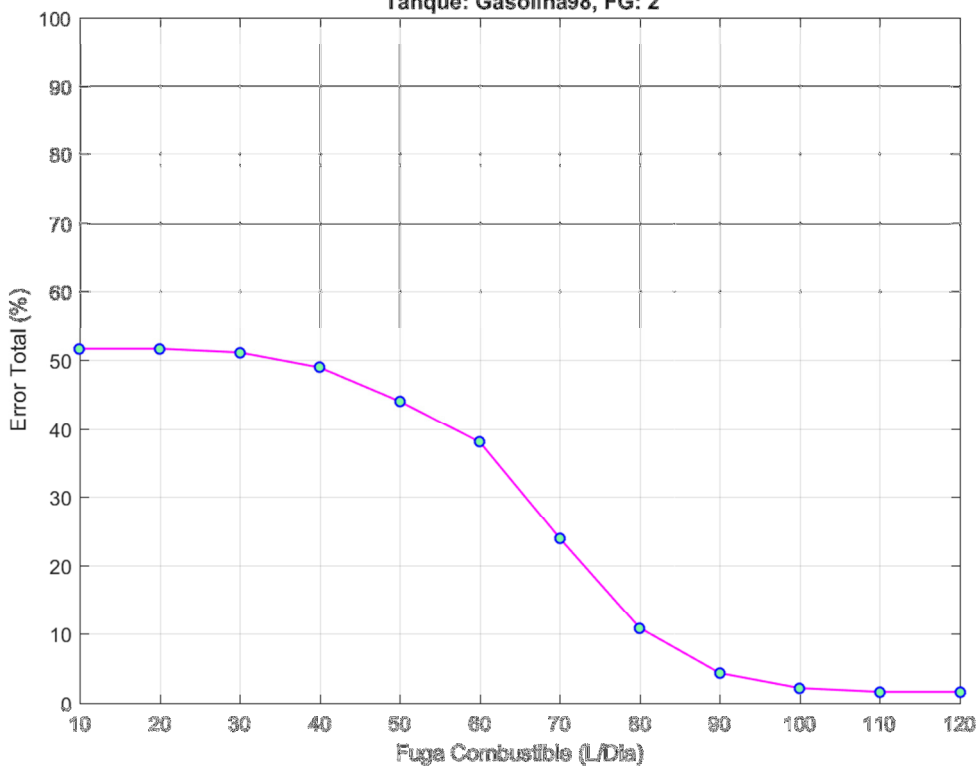
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



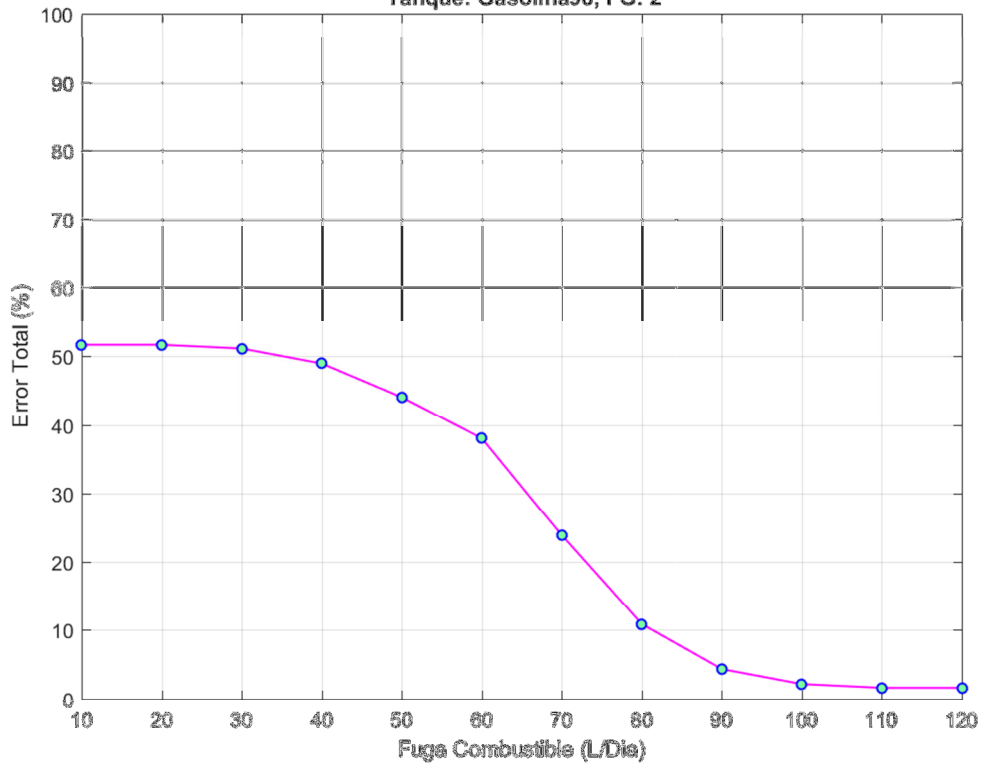
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 2



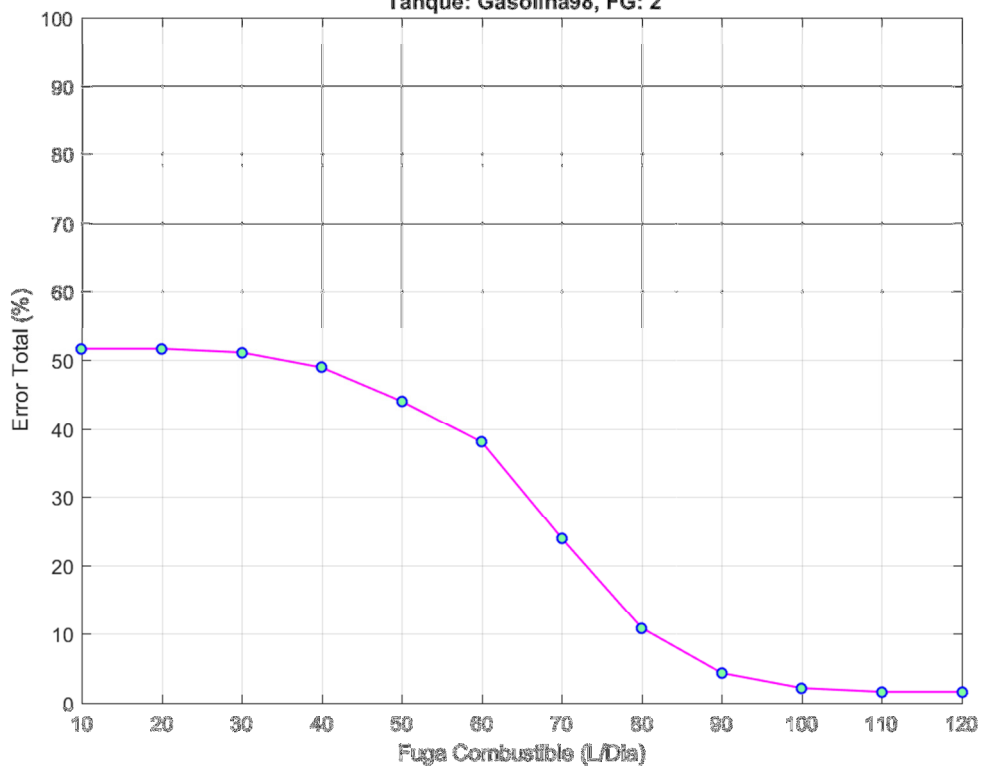
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 03

Tanque: Gasolina98, FG: 2



Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

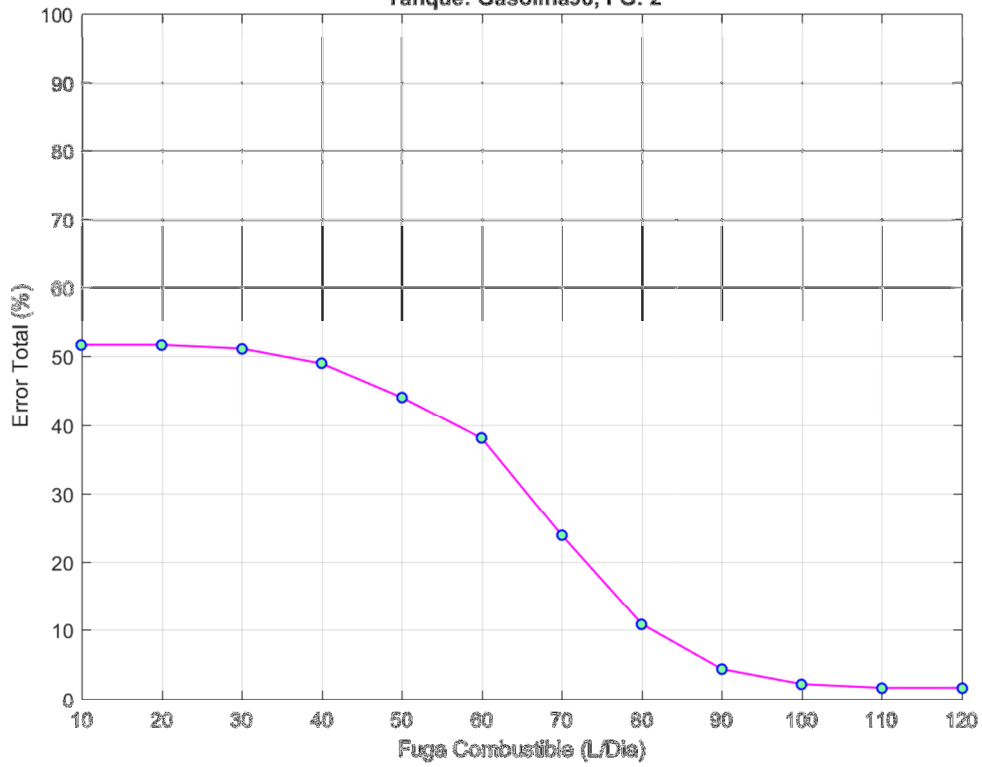
Tanque: Gasolina98, FG: 2





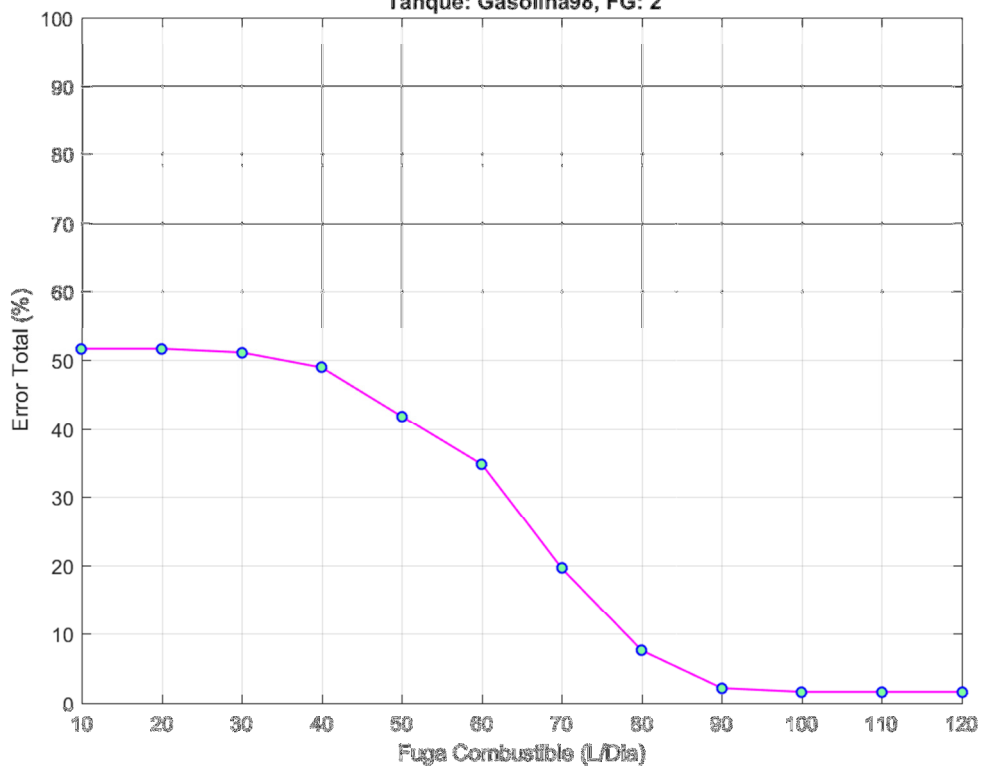
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 2



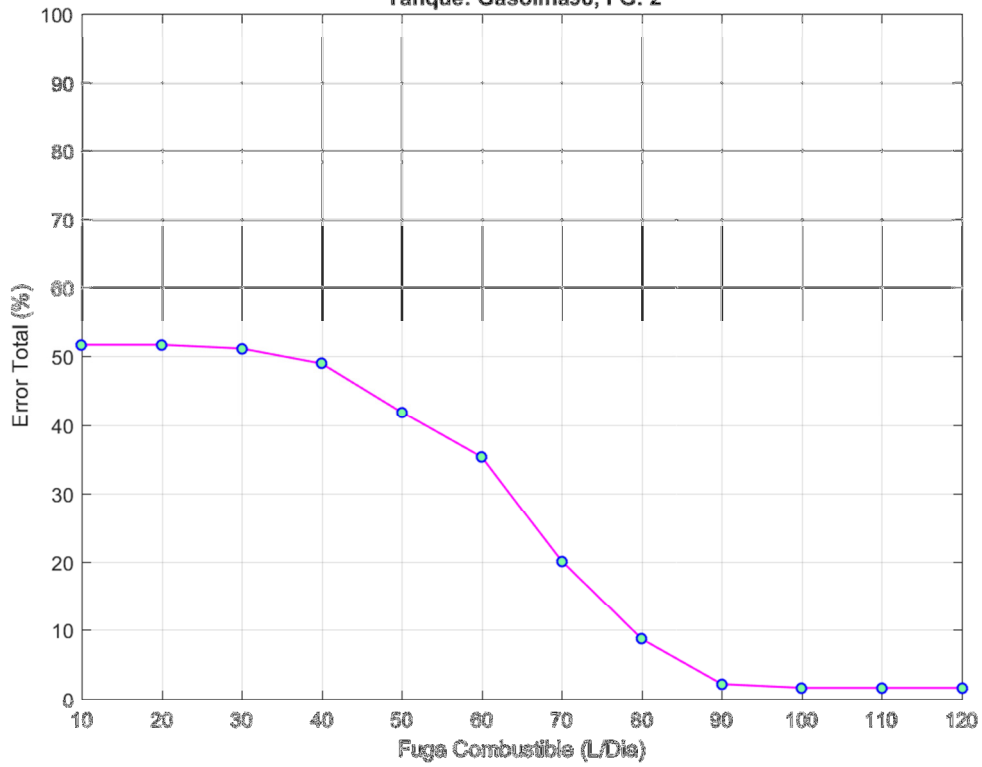
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 2



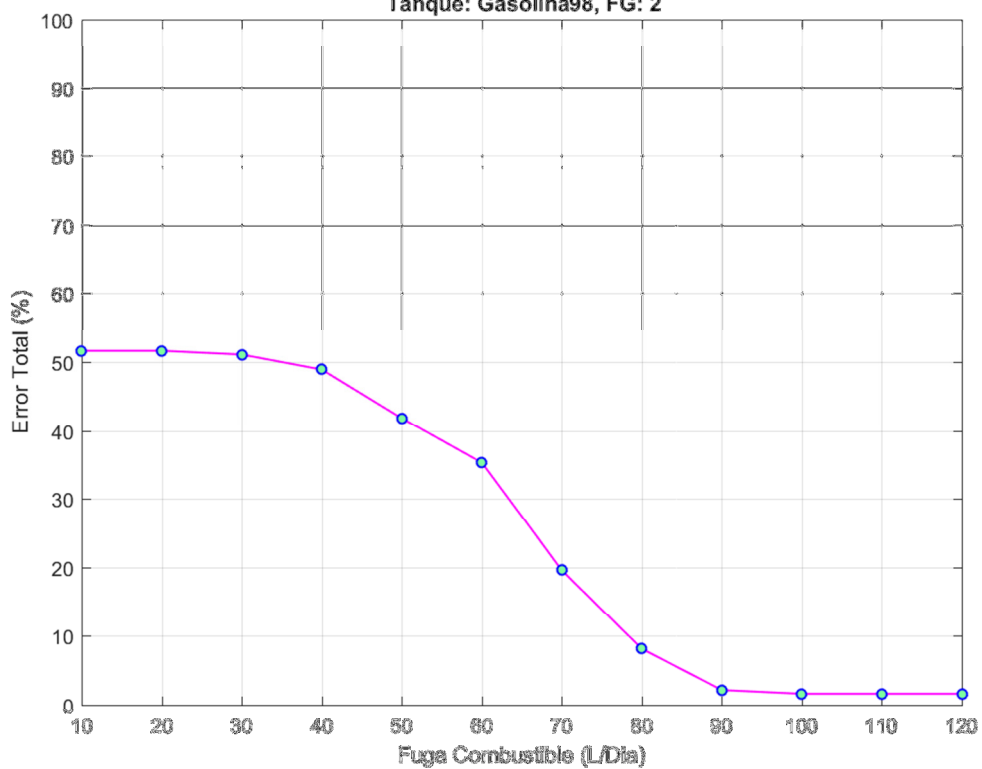
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 2



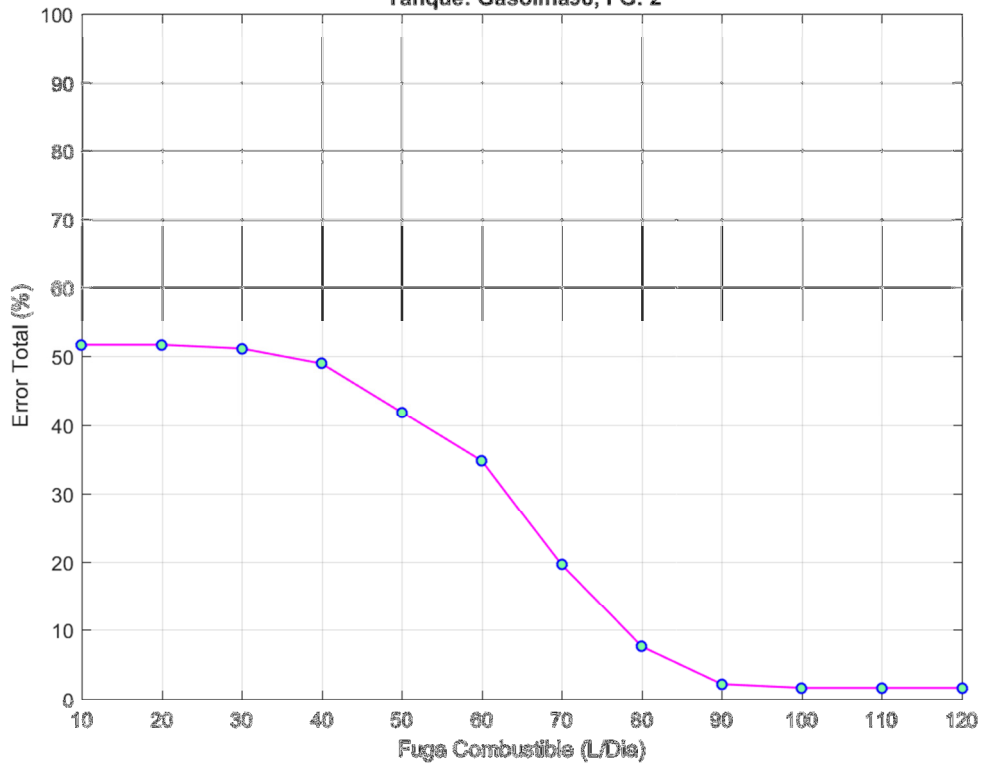
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 03

Tanque: Gasolina98, FG: 2



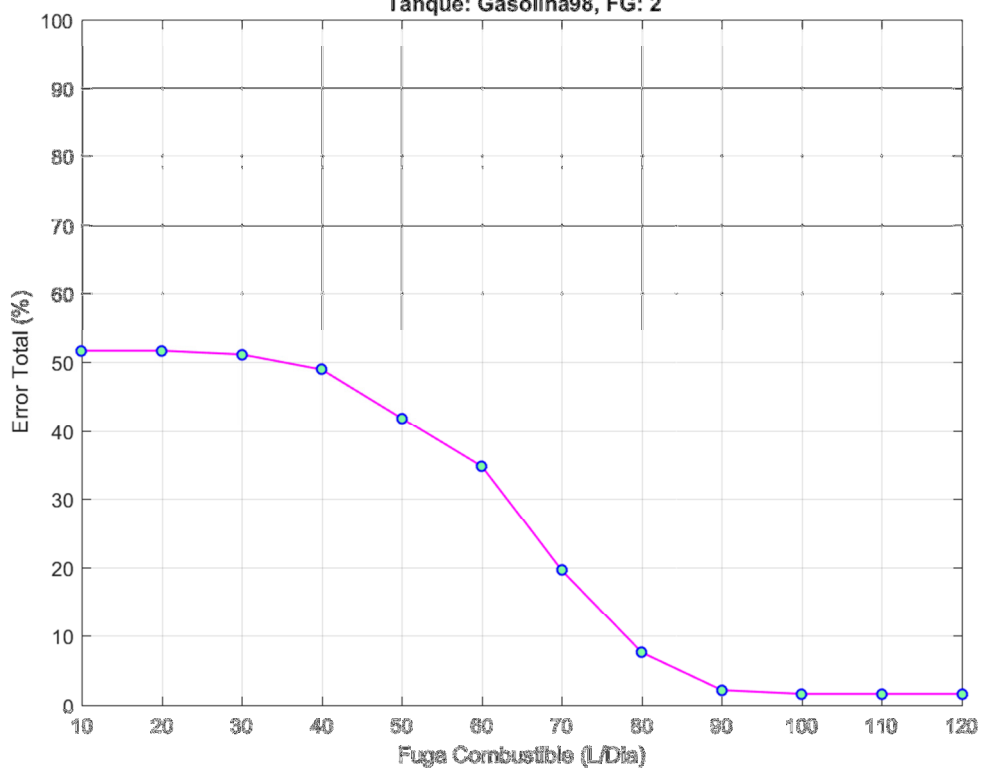
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 2

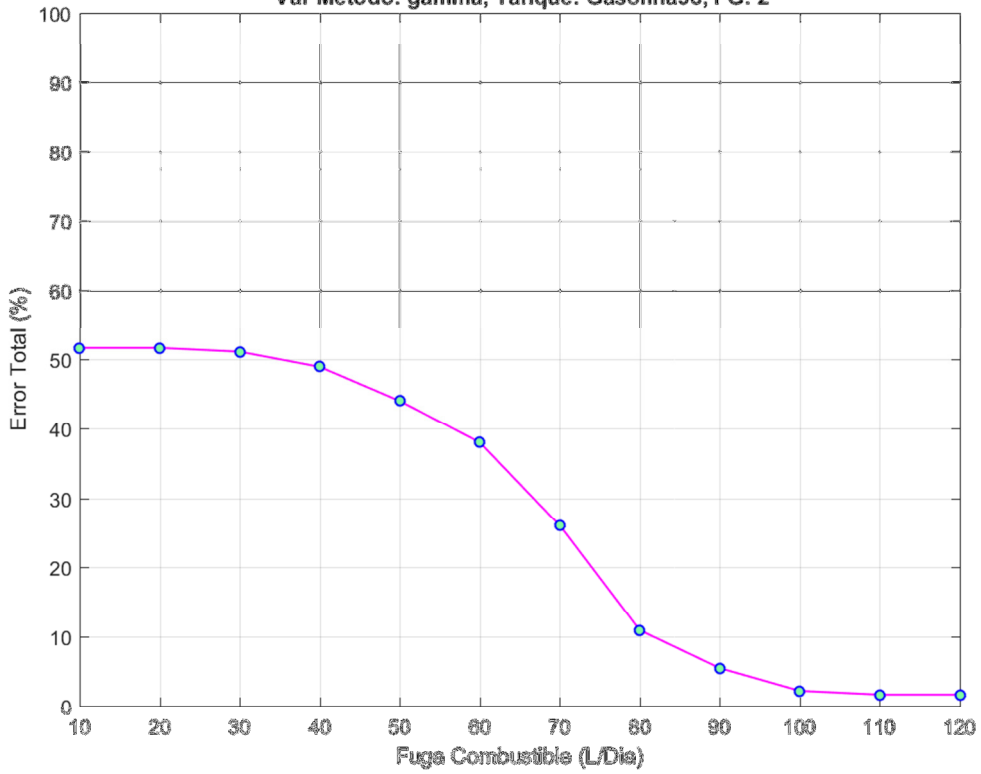


Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

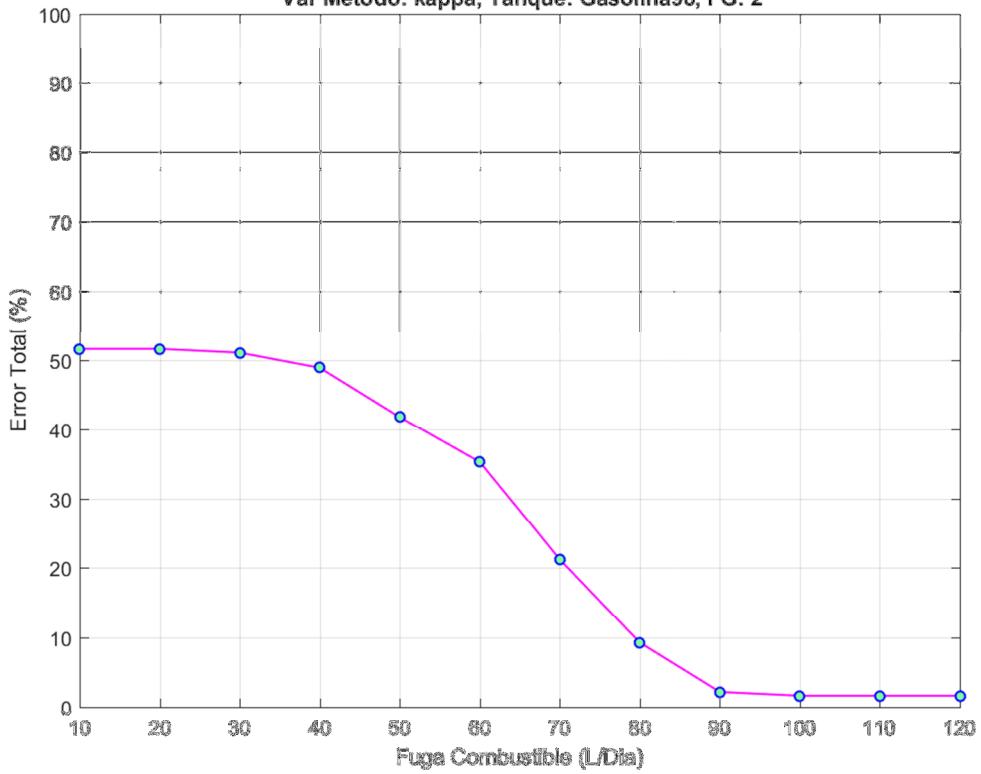
Tanque: Gasolina98, FG: 2



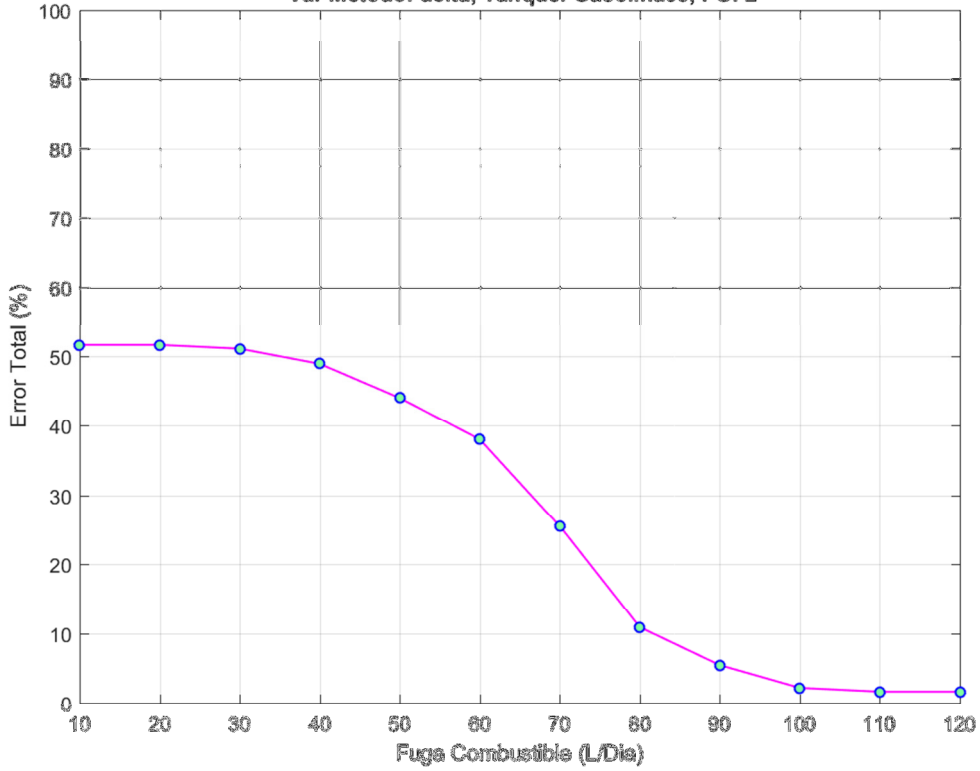
Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 2



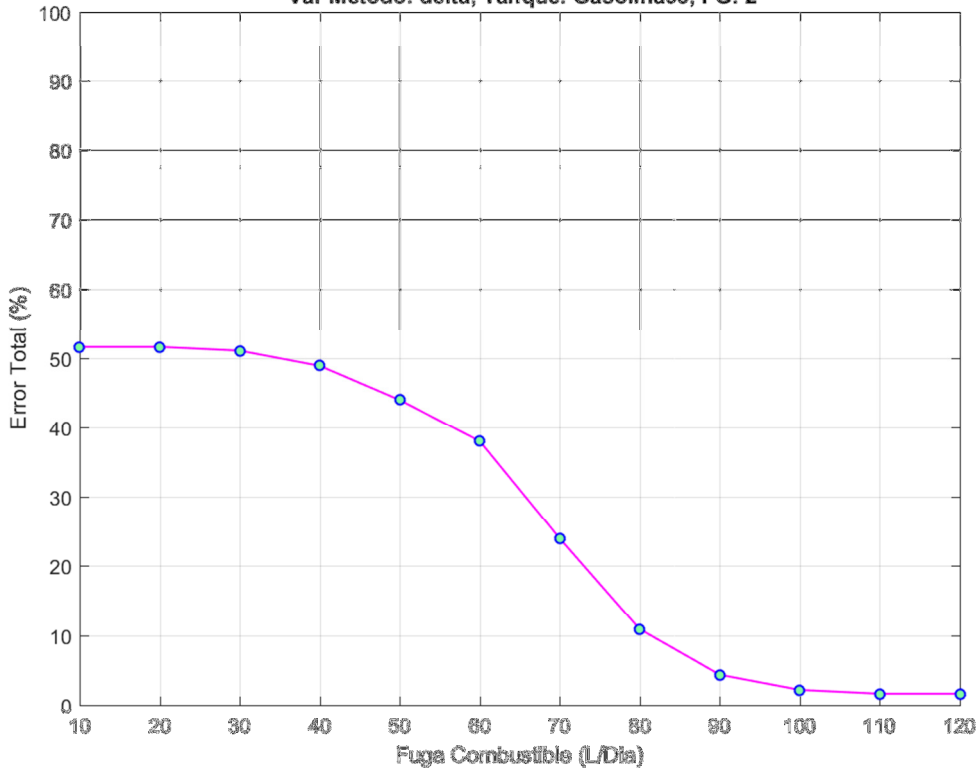
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 2



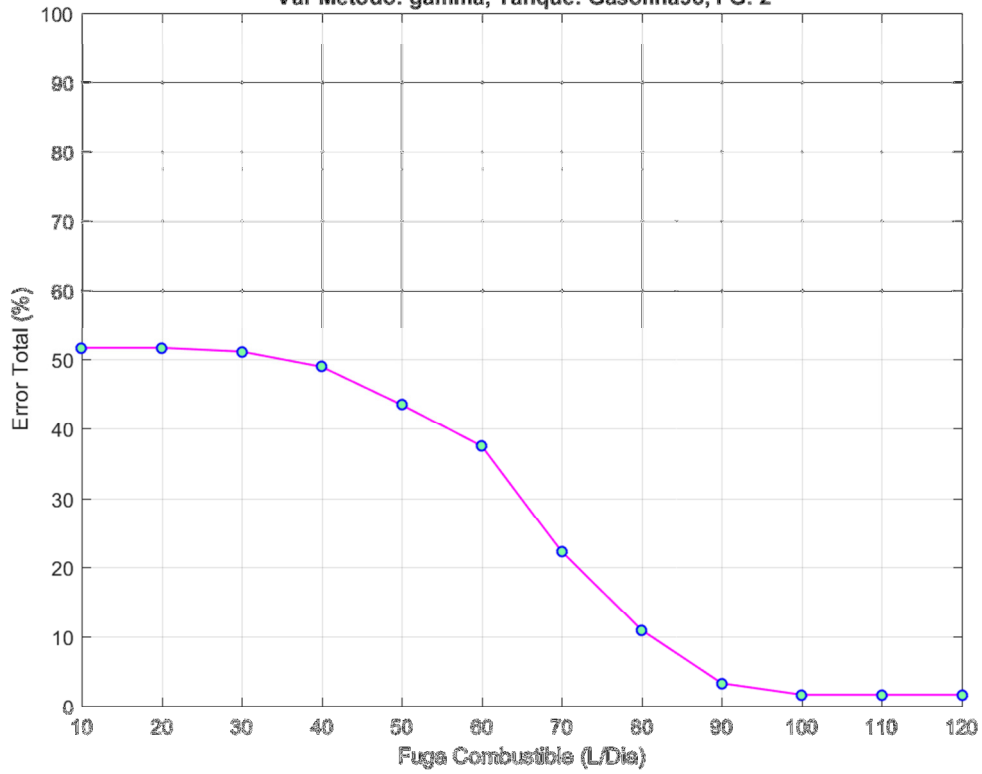
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 2



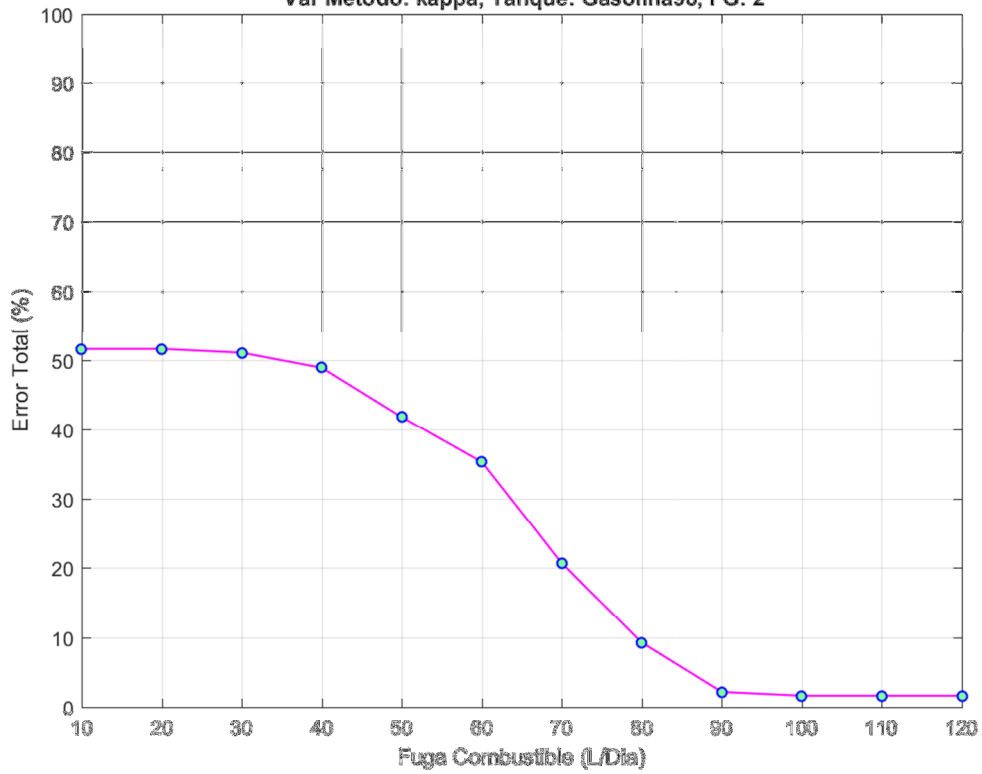
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 2



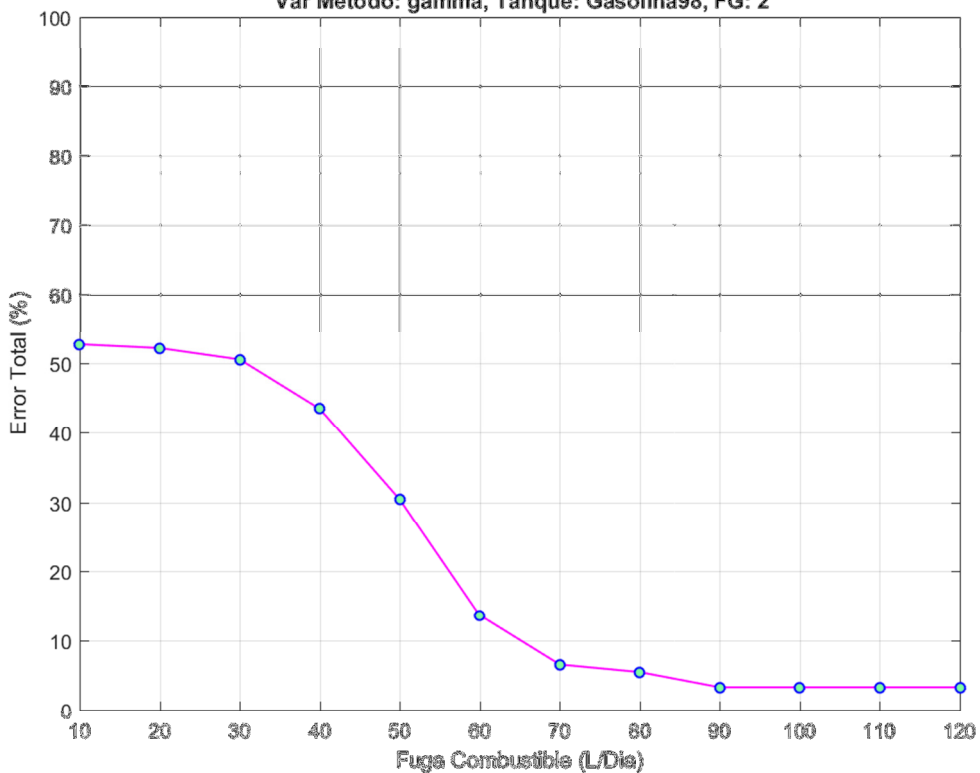
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 2



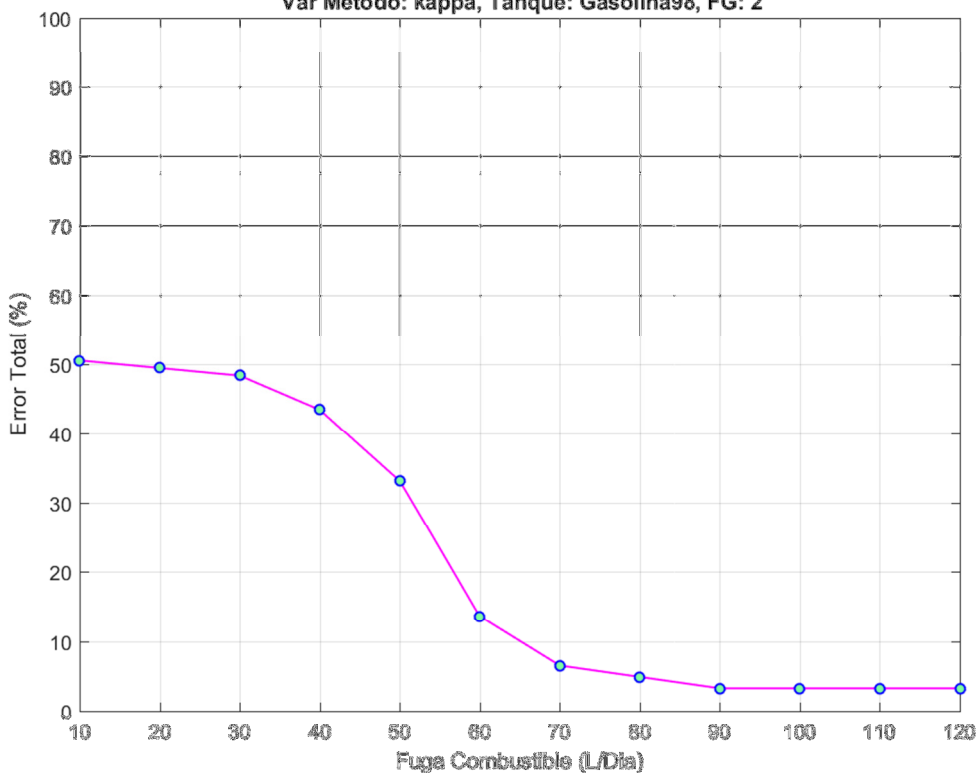
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 2



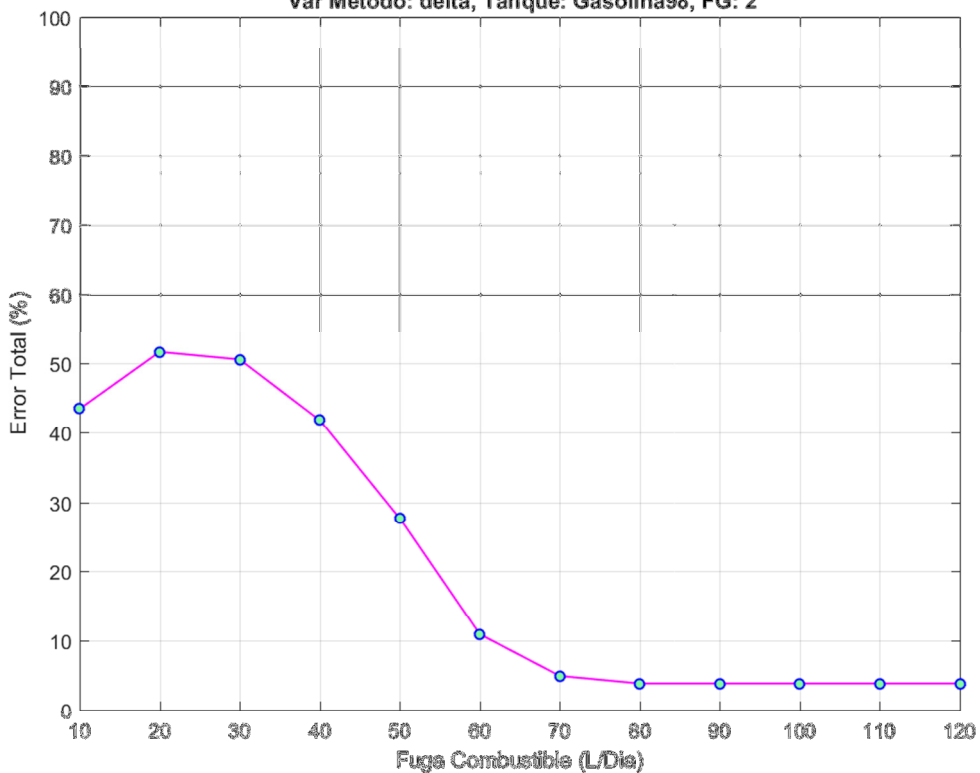
Metodo: knnndd, EEntr: 3.33e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 2



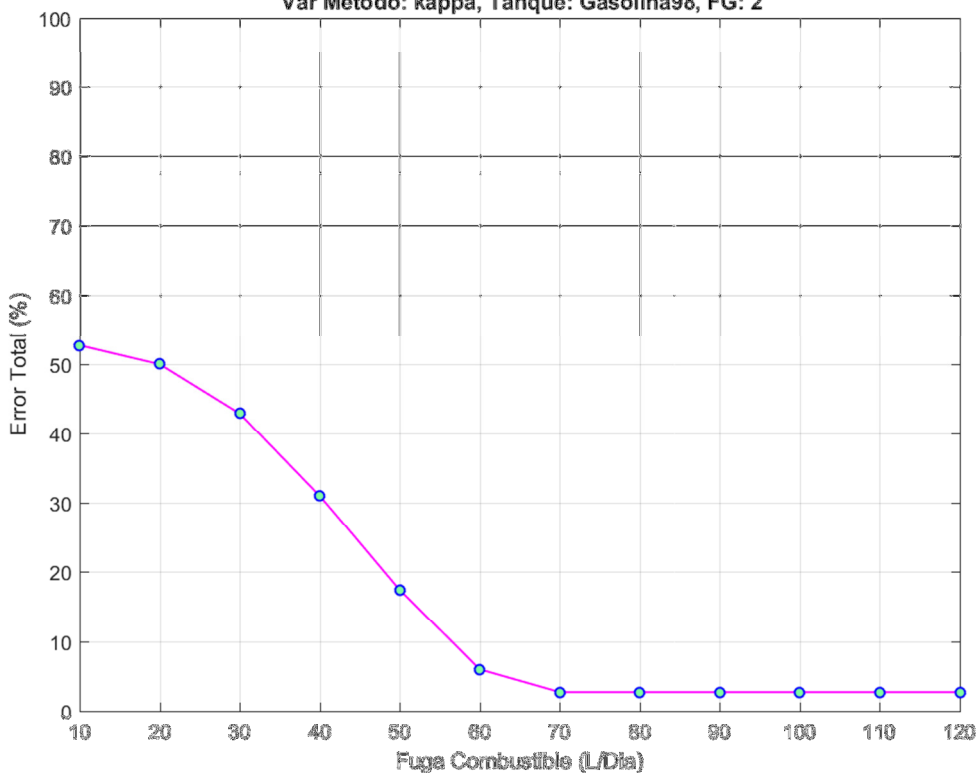
Metodo: knnndd, EEntr: 4.44e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 2



Metodo: knn, EEntr: 4.44e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 2



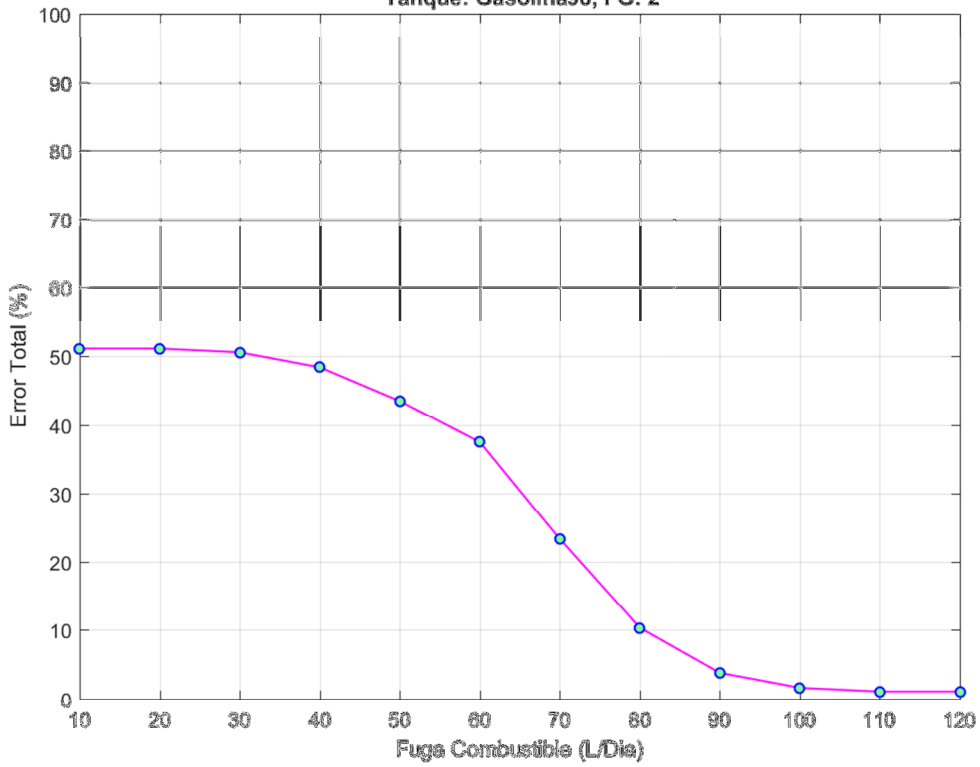
Metodo: knn, EEntr: 4.44e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 2





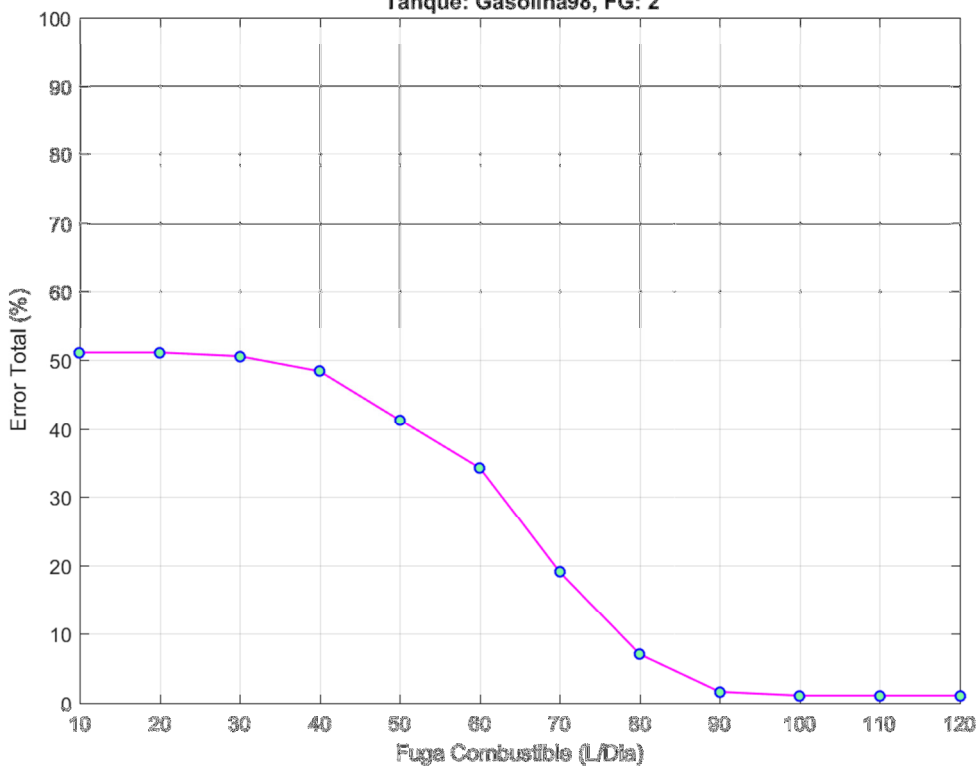
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03

Tanque: Gasolina98, FG: 2



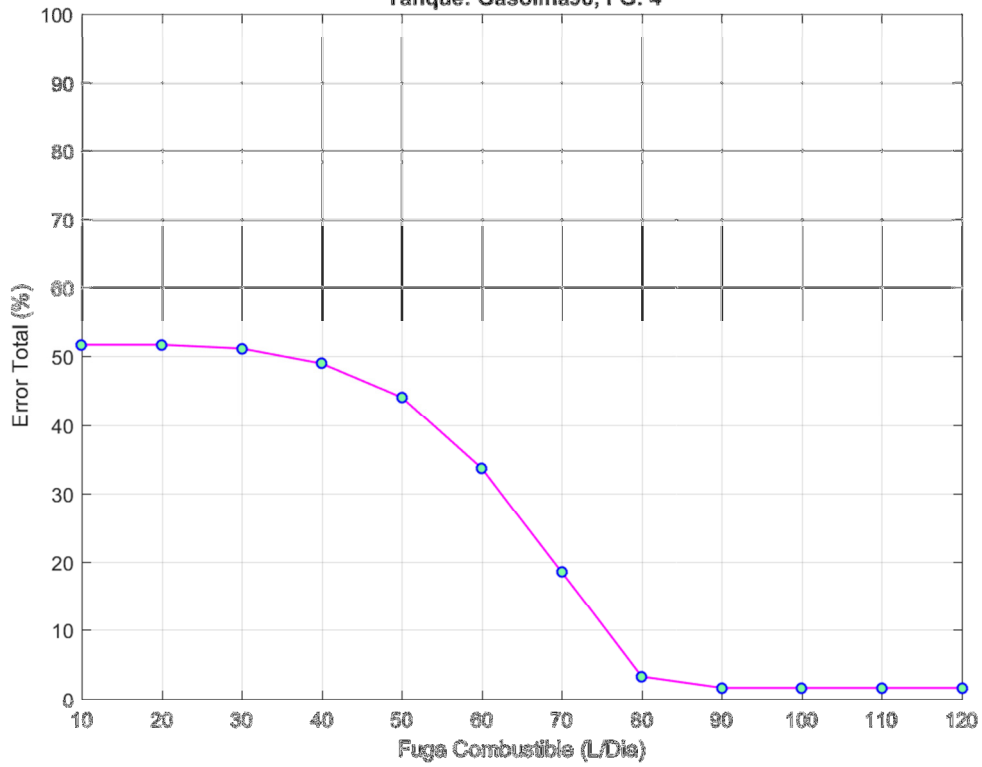
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02

Tanque: Gasolina98, FG: 2



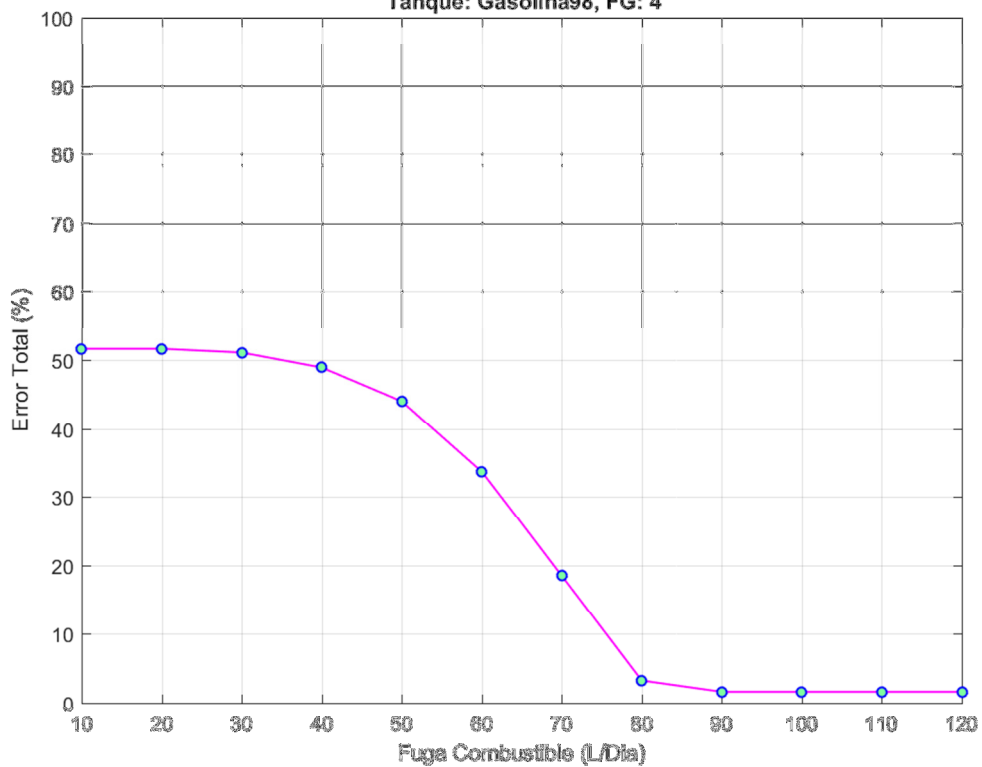
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 4



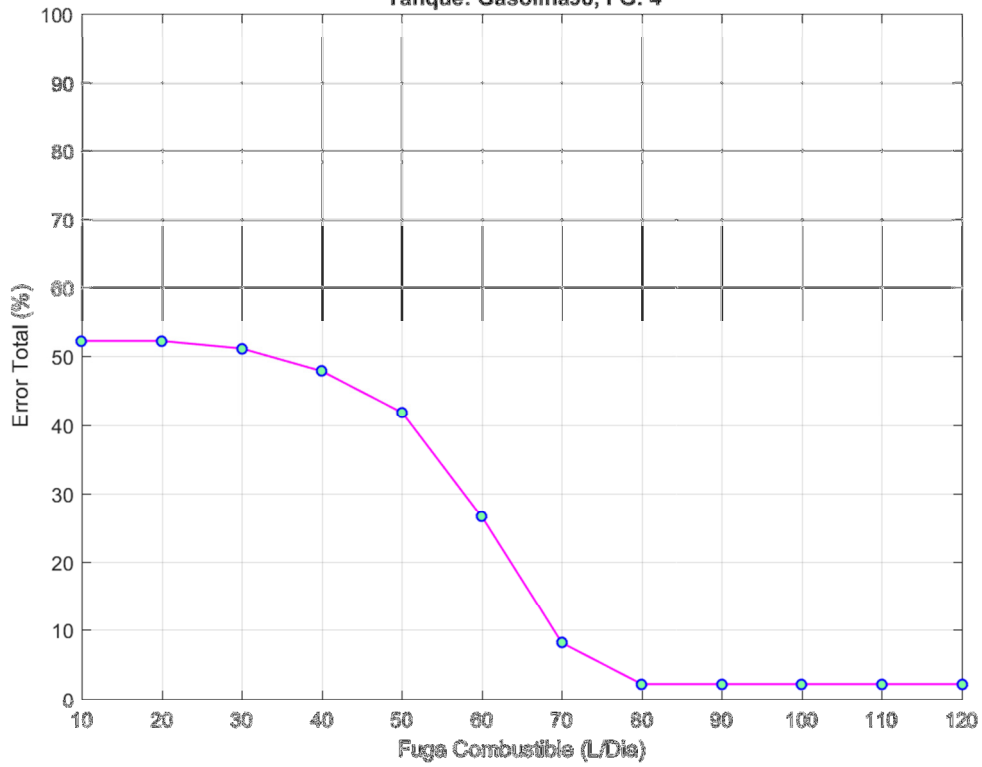
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 4



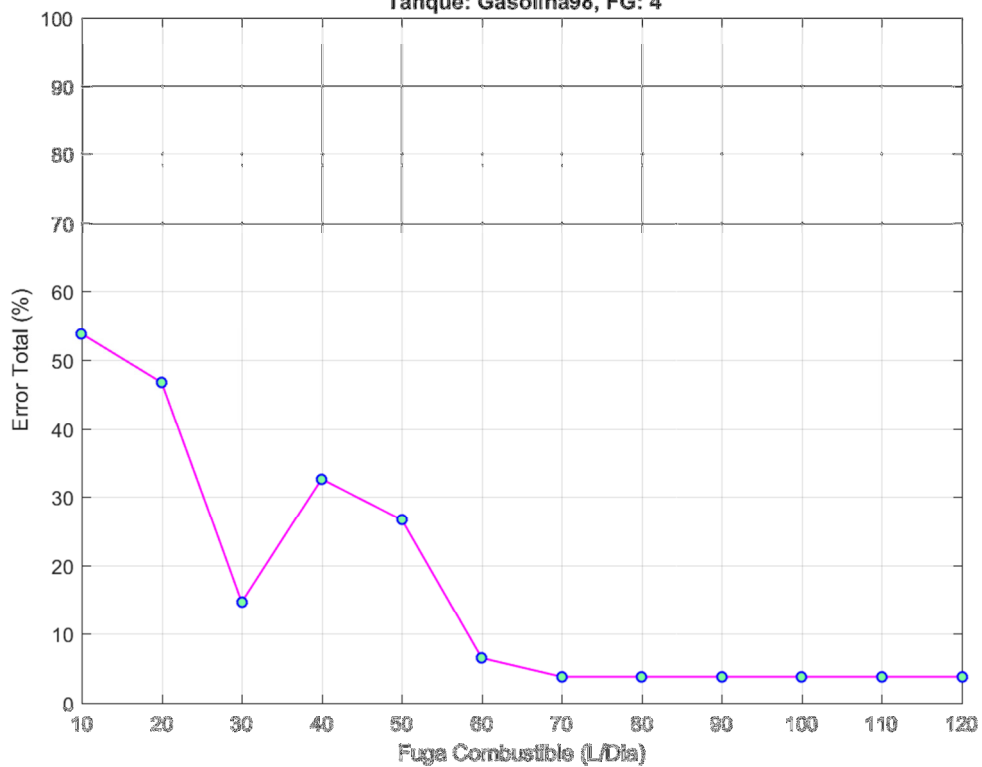
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 4



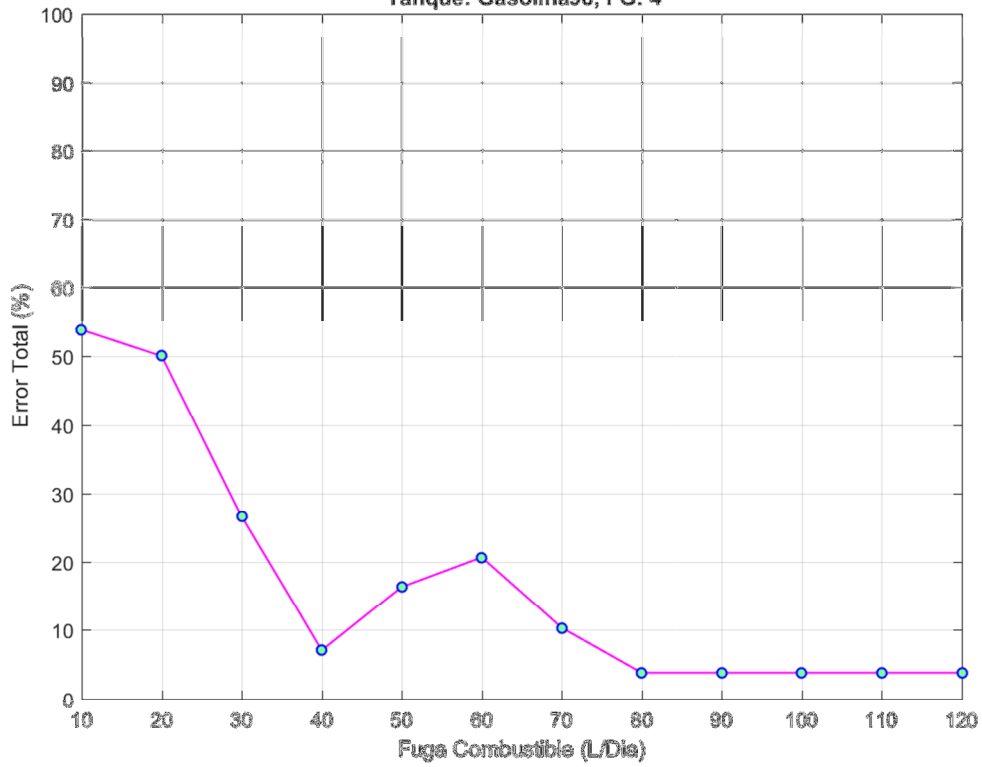
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 4



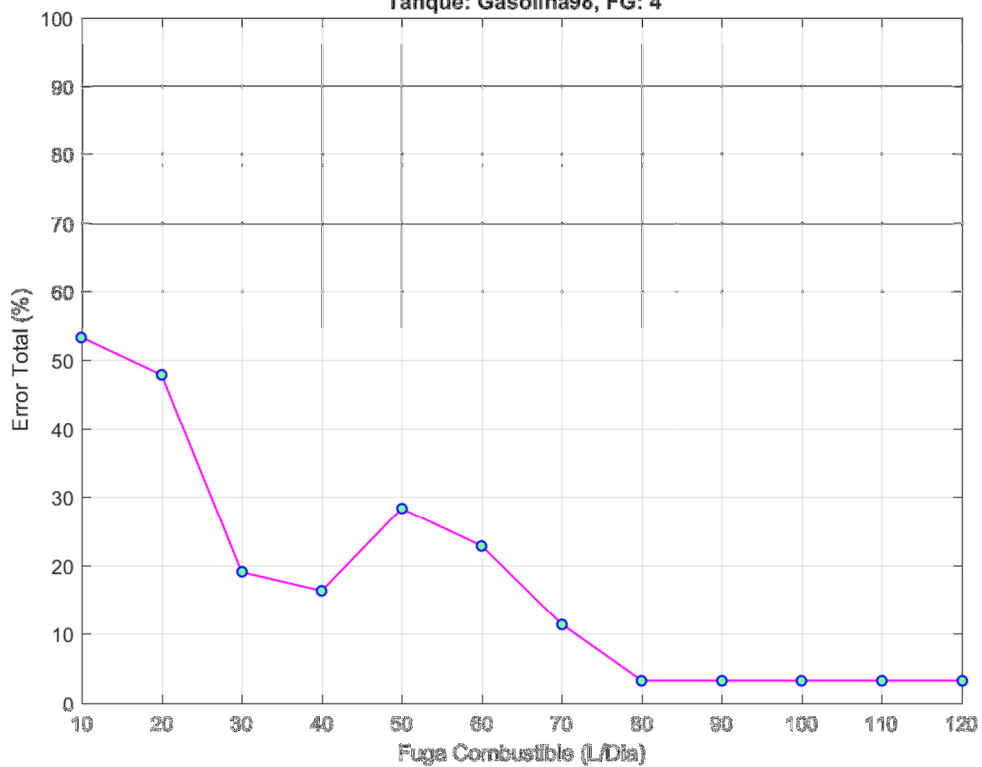
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 06

Tanque: Gasolina98, FG: 4



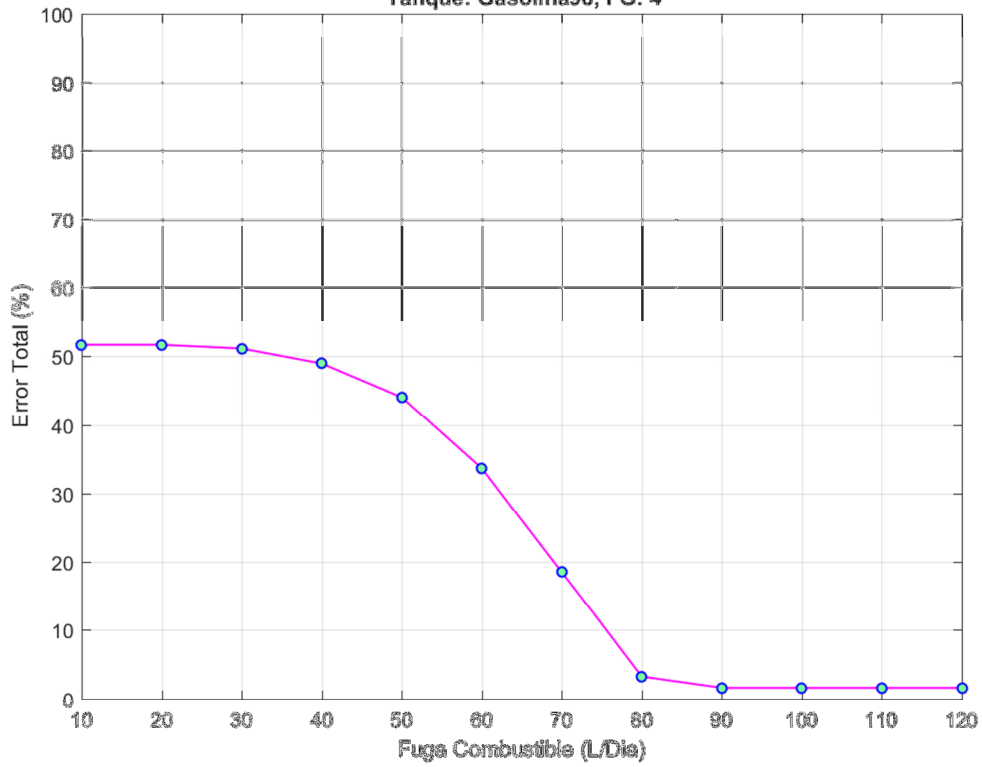
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 07

Tanque: Gasolina98, FG: 4



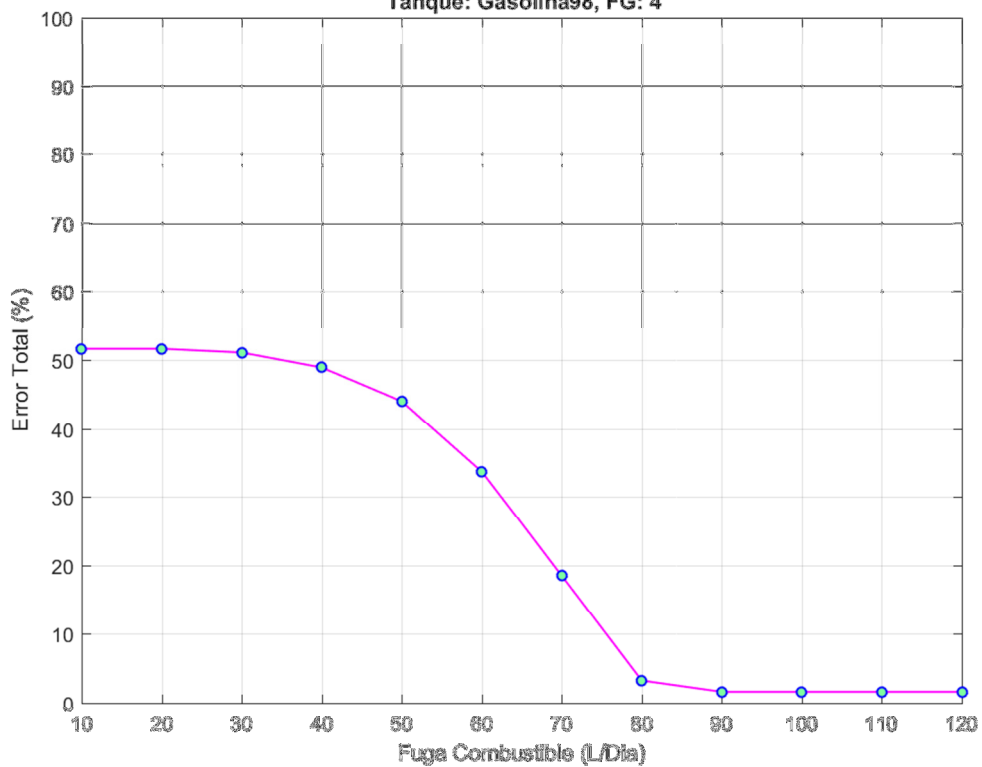
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



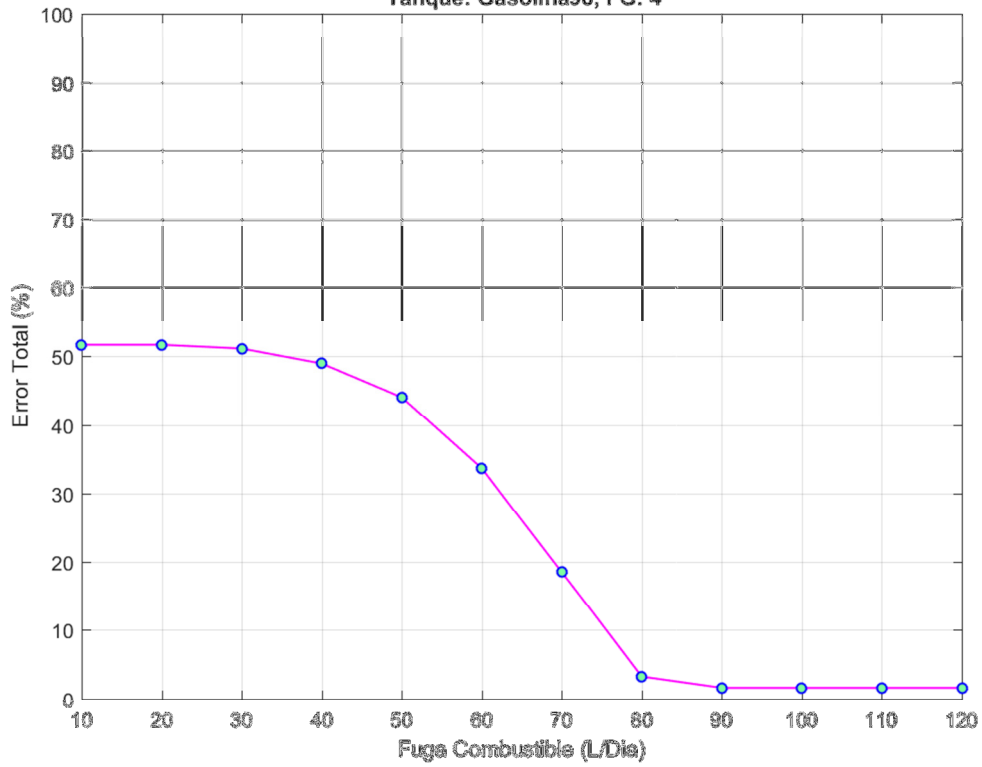
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



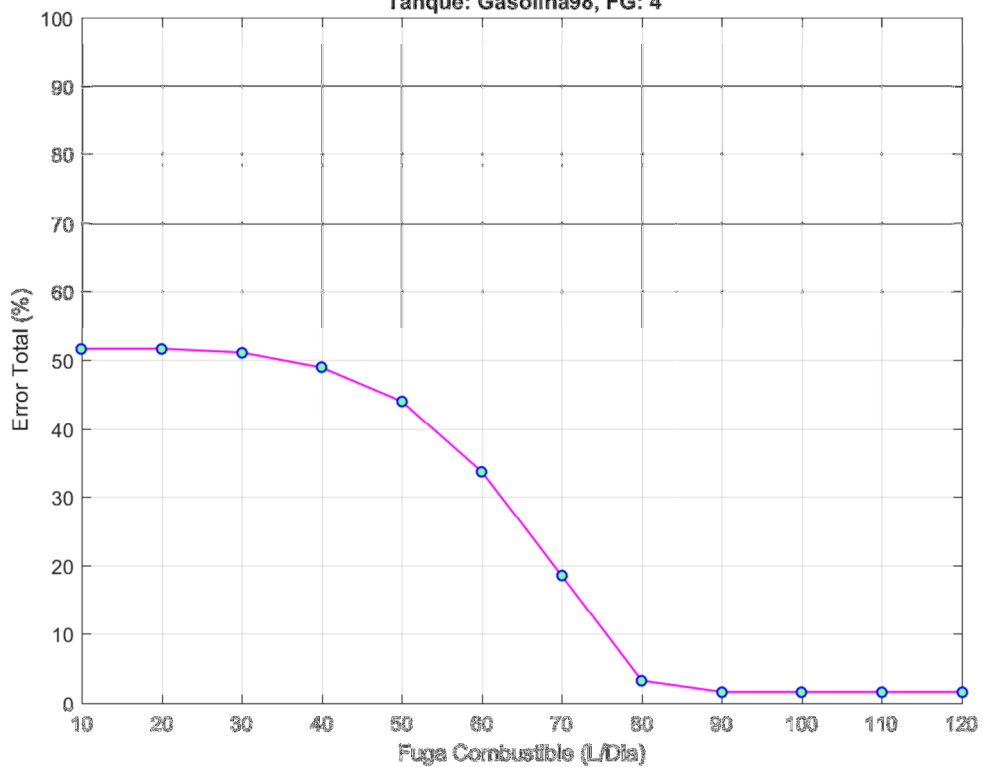
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



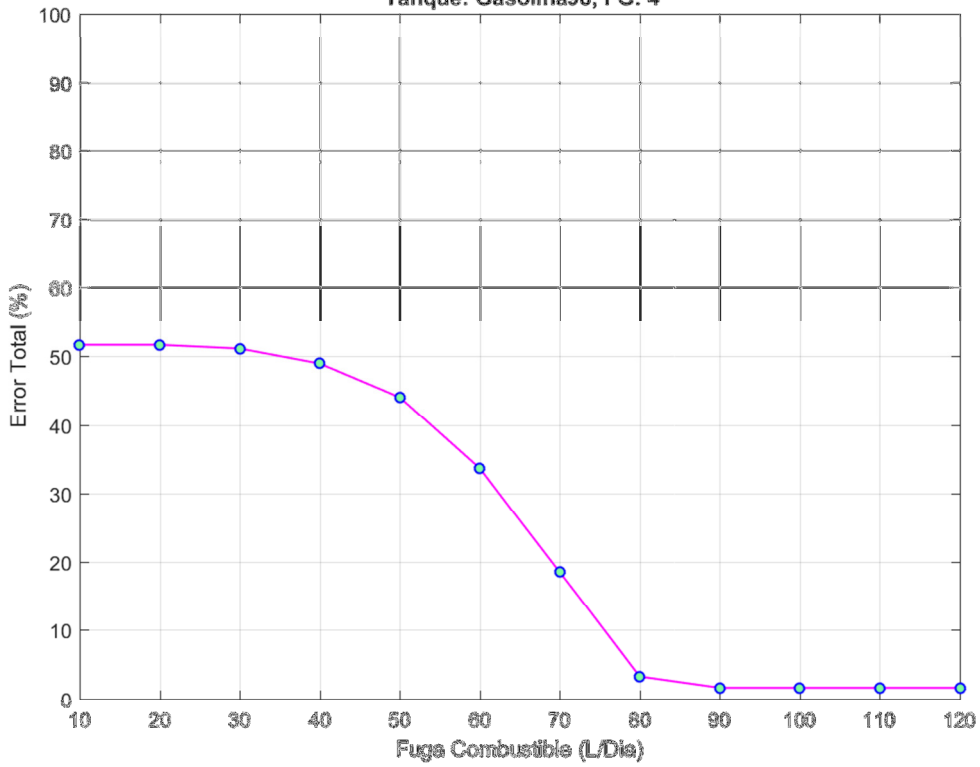
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina98, FG: 4



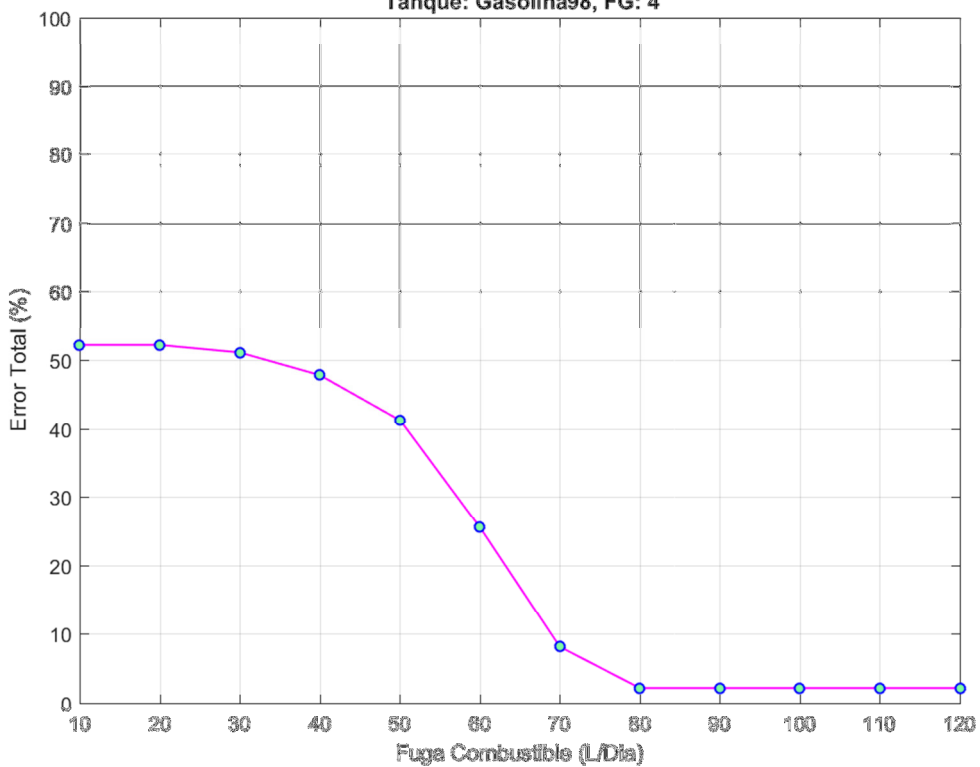
Metodo: gauss\_d, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 4



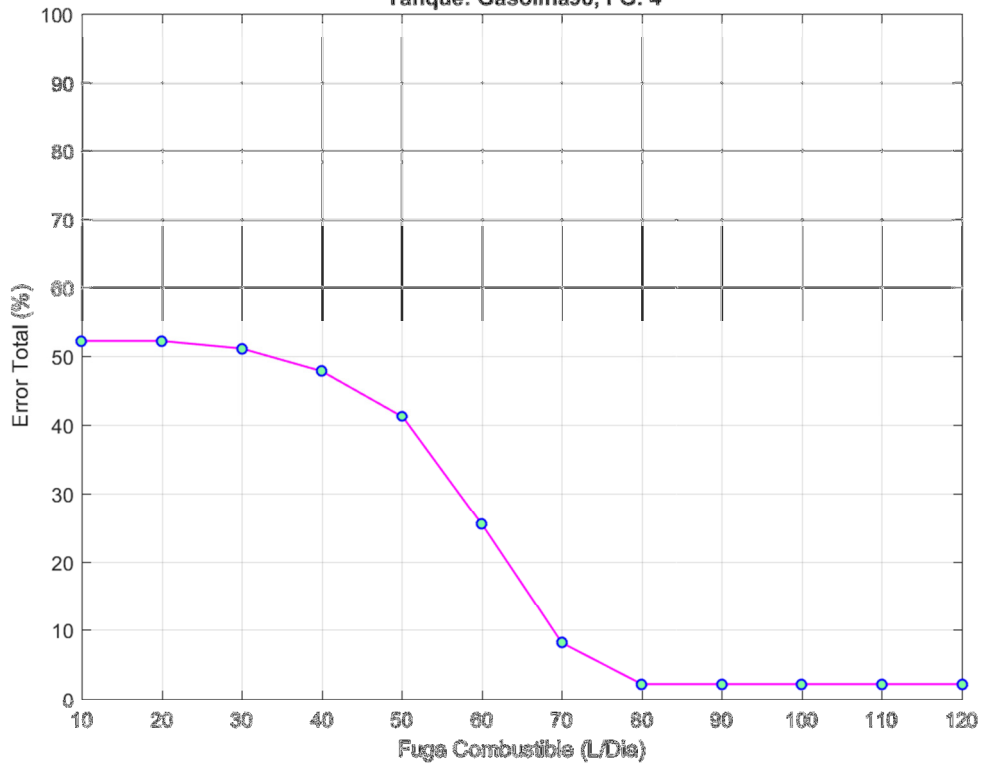
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 5.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



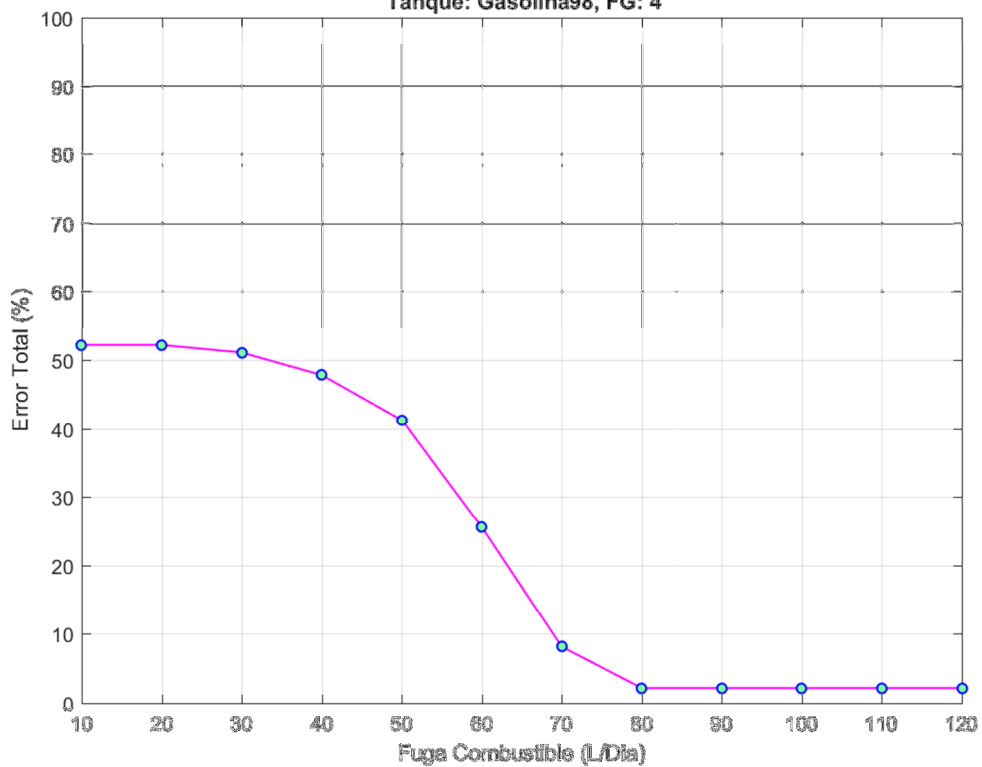
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 7.50e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

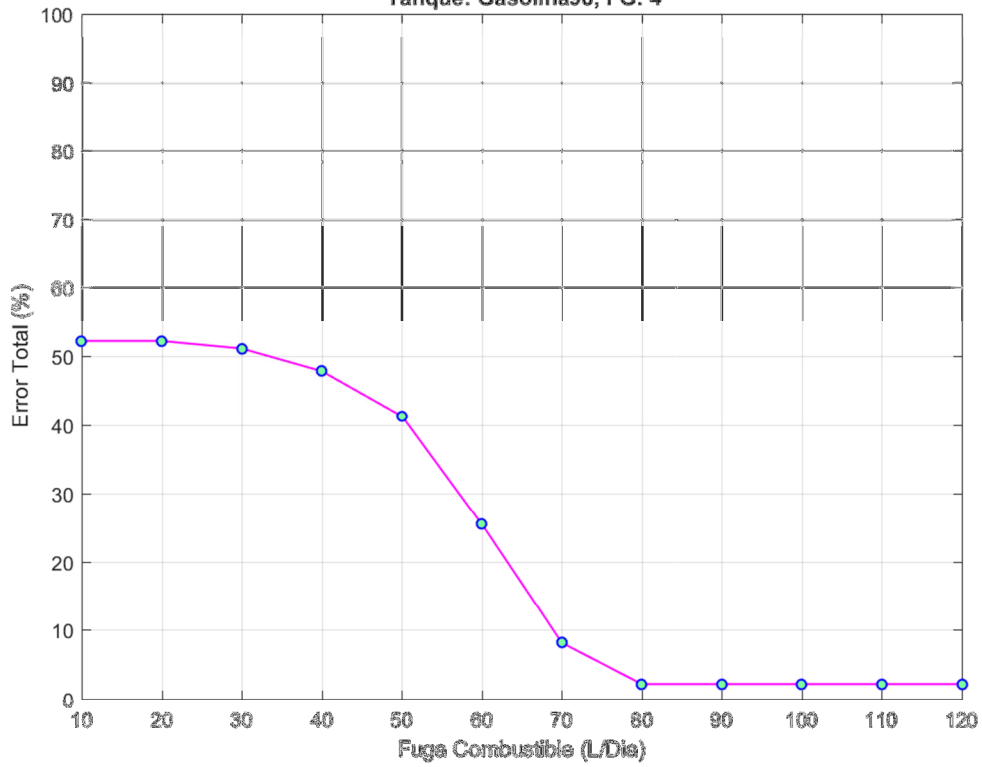
Tanque: Gasolina98, FG: 4





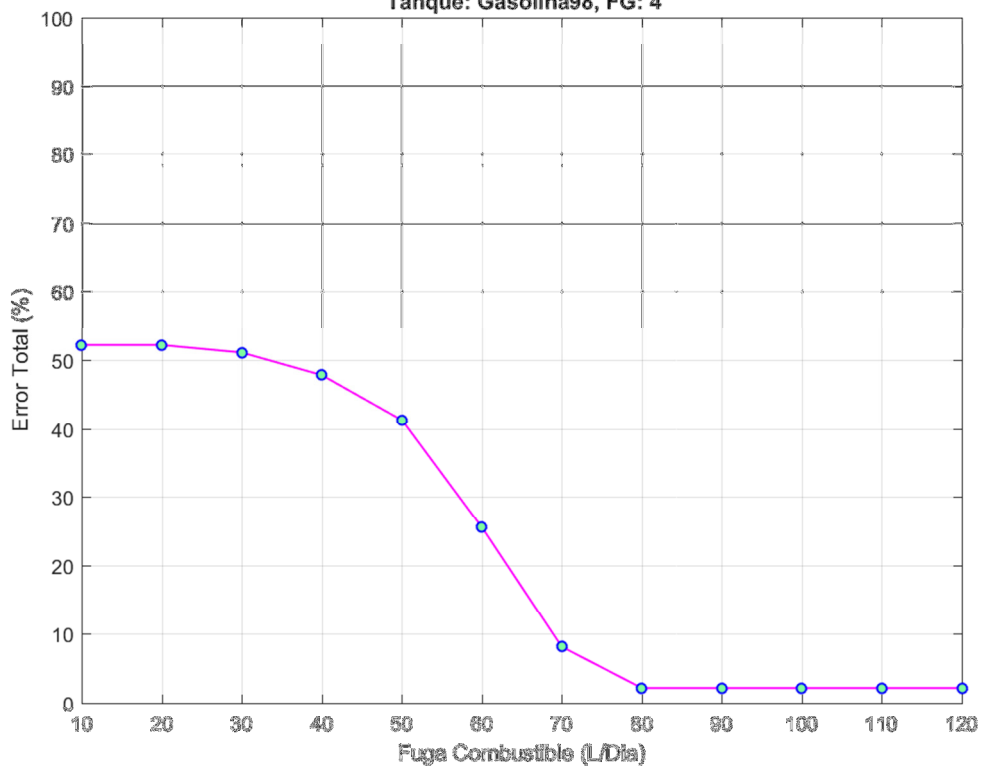
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 1.50e+00

Tanque: Gasolina98, FG: 4



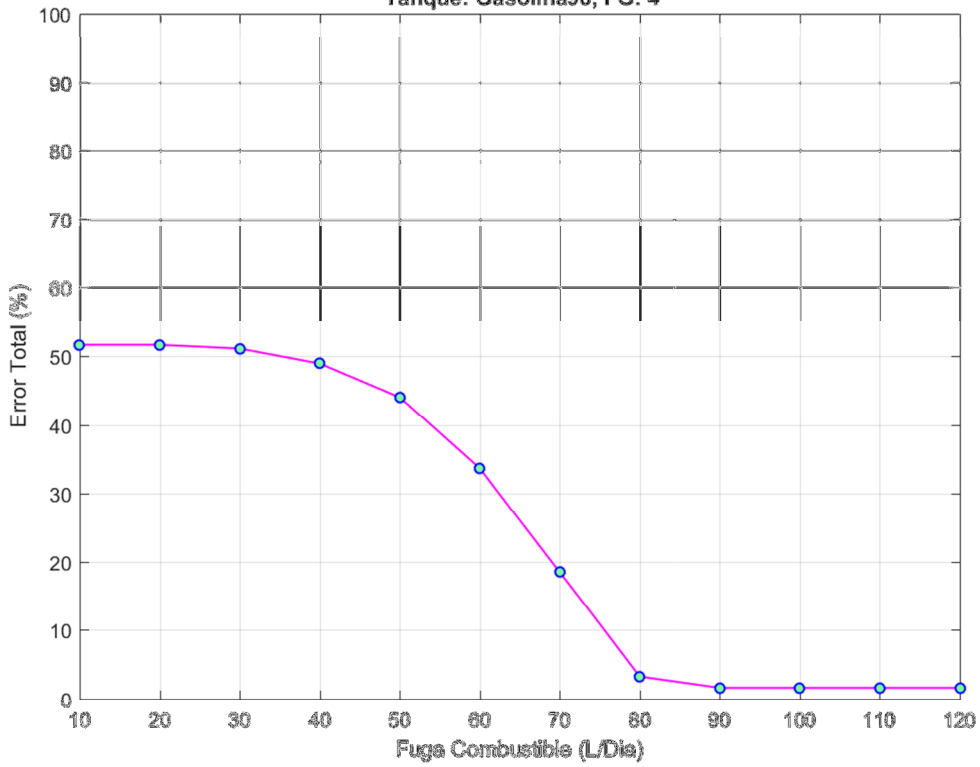
Metodo: gauss\_d, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 4



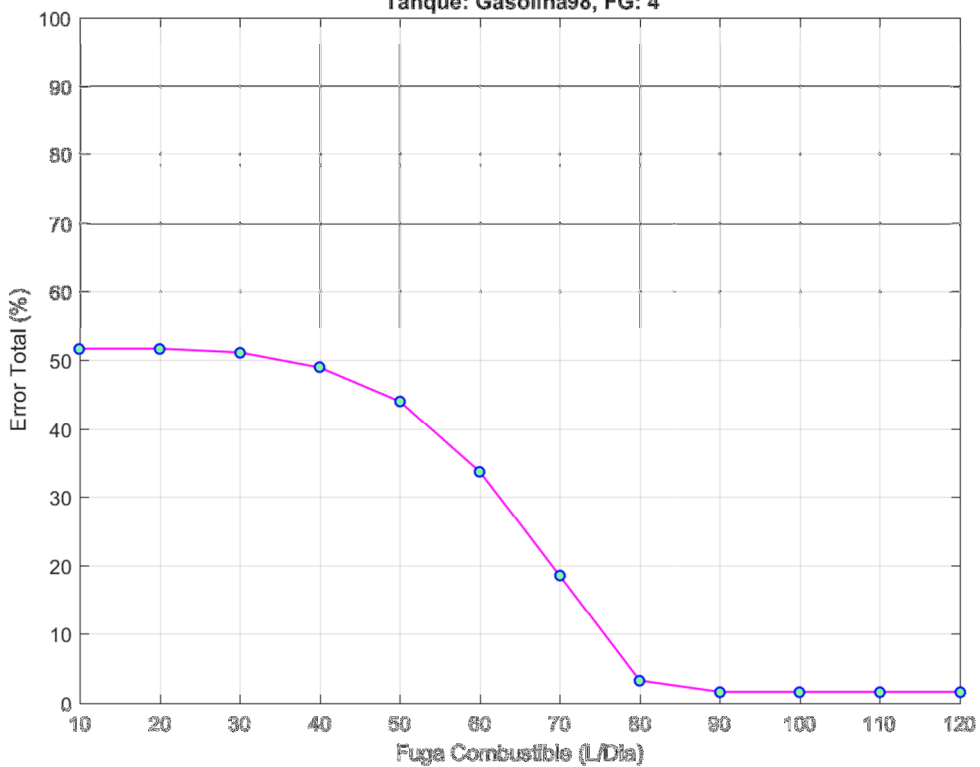
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



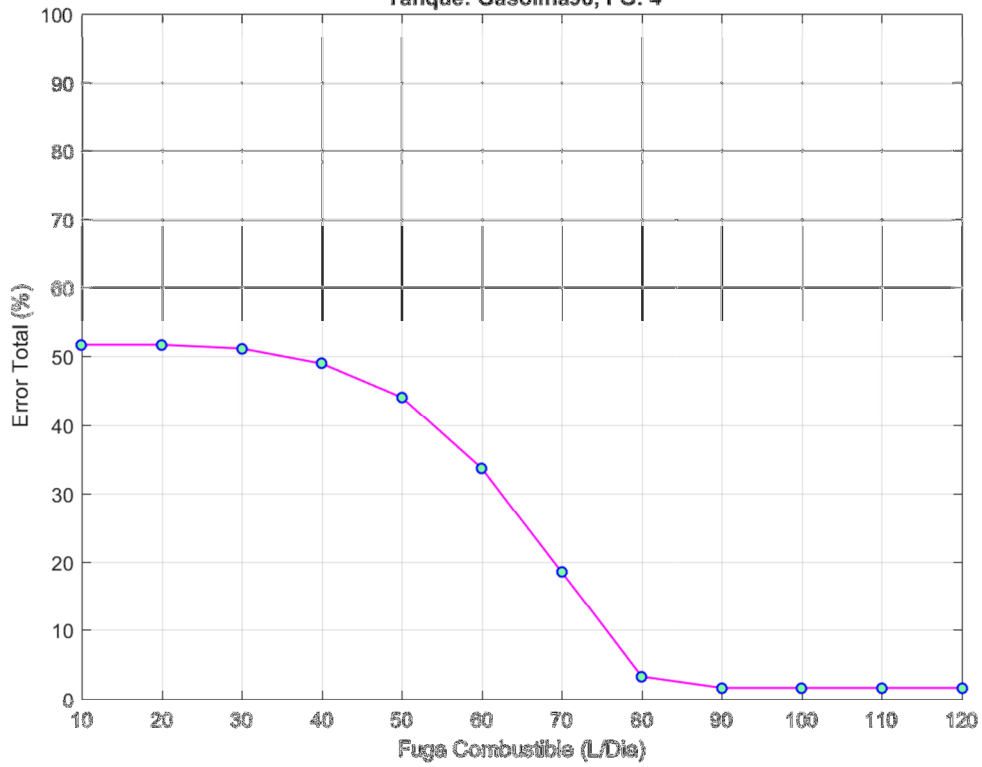
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 4



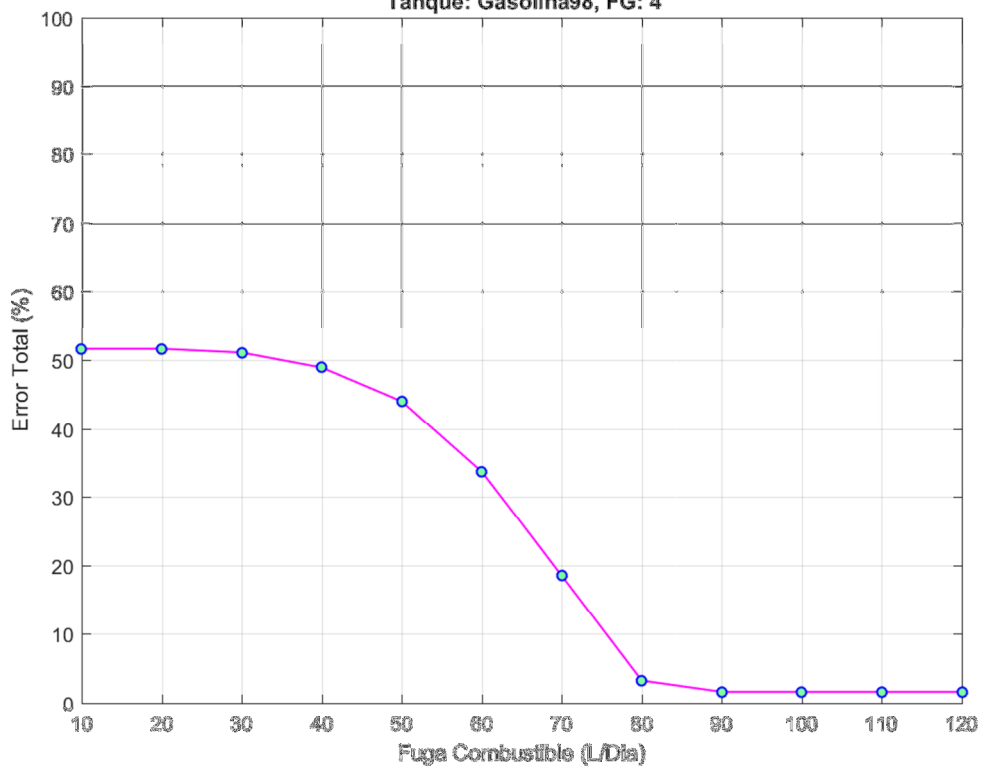
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 03

Tanque: Gasolina98, FG: 4



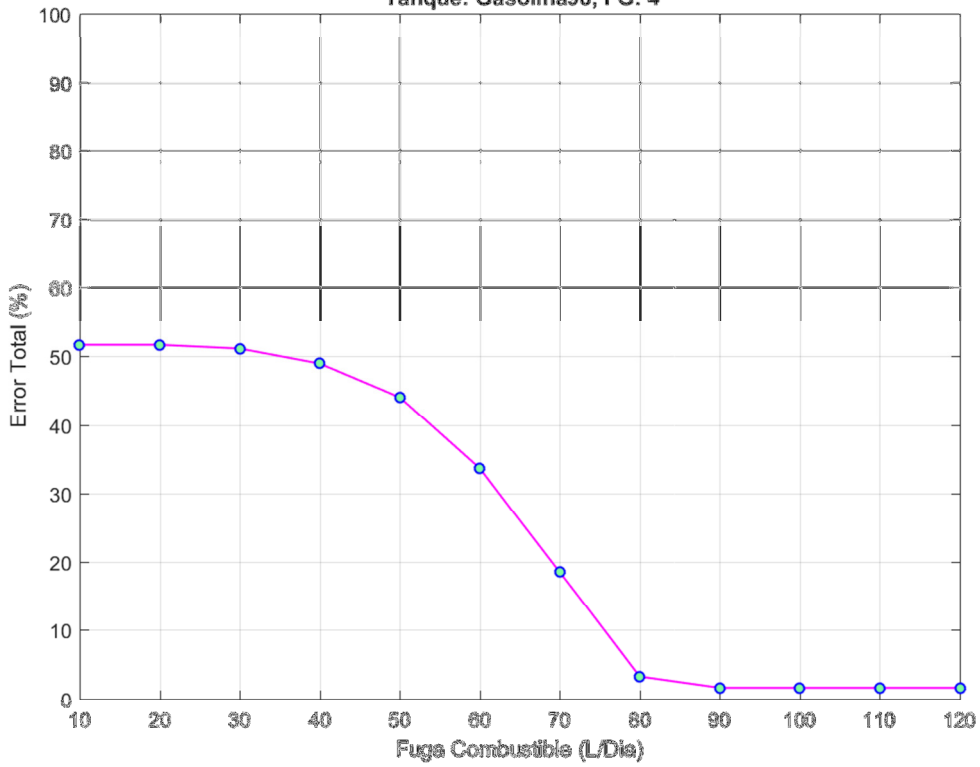
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 4



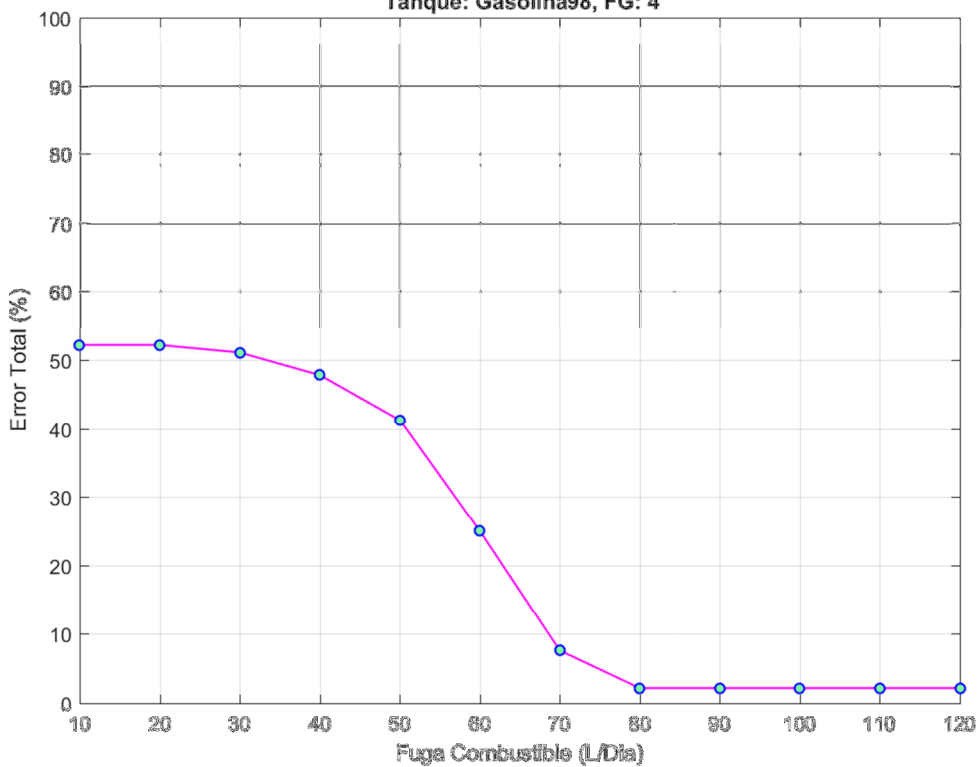
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 4



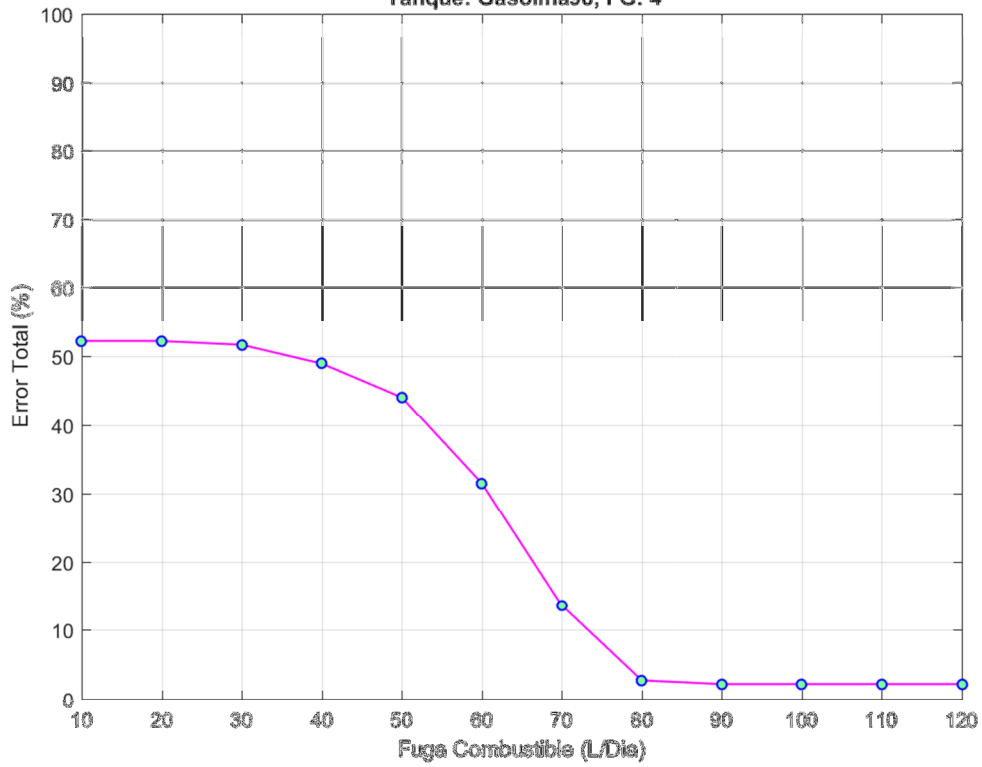
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



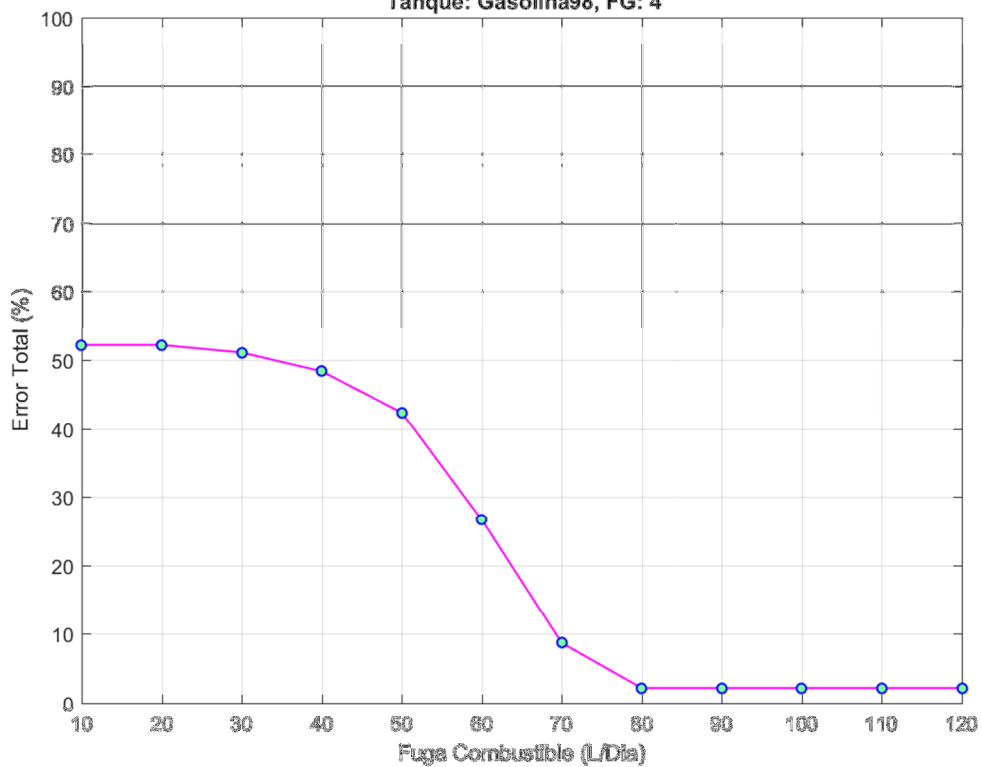
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02

Tanque: Gasolina98, FG: 4



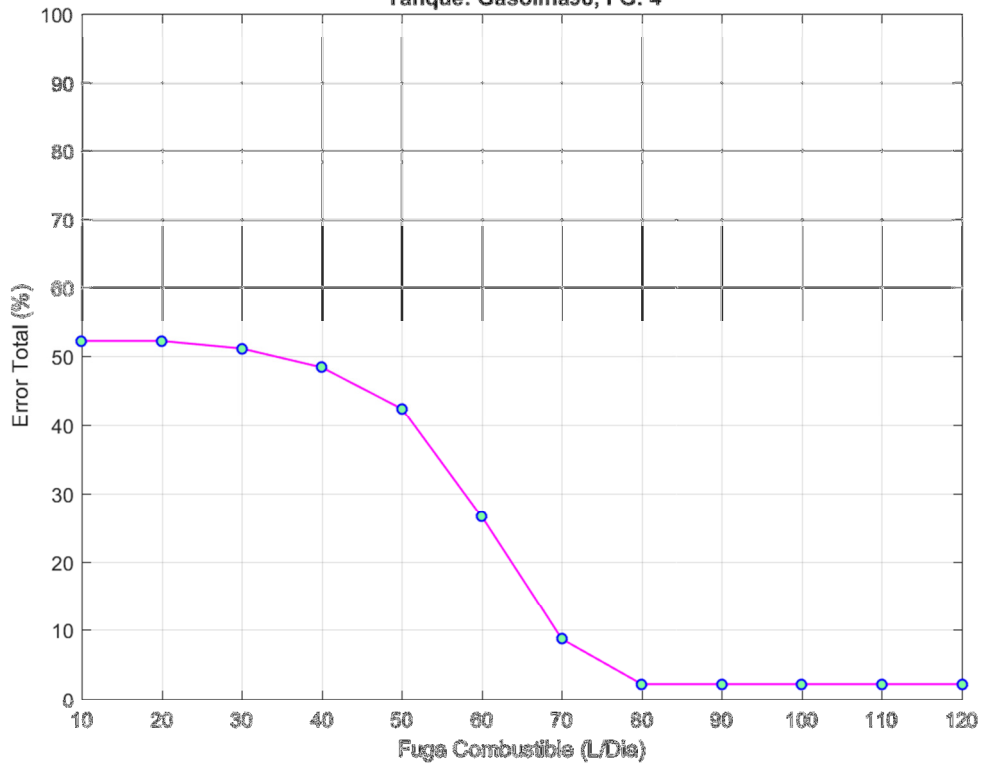
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 03

Tanque: Gasolina98, FG: 4



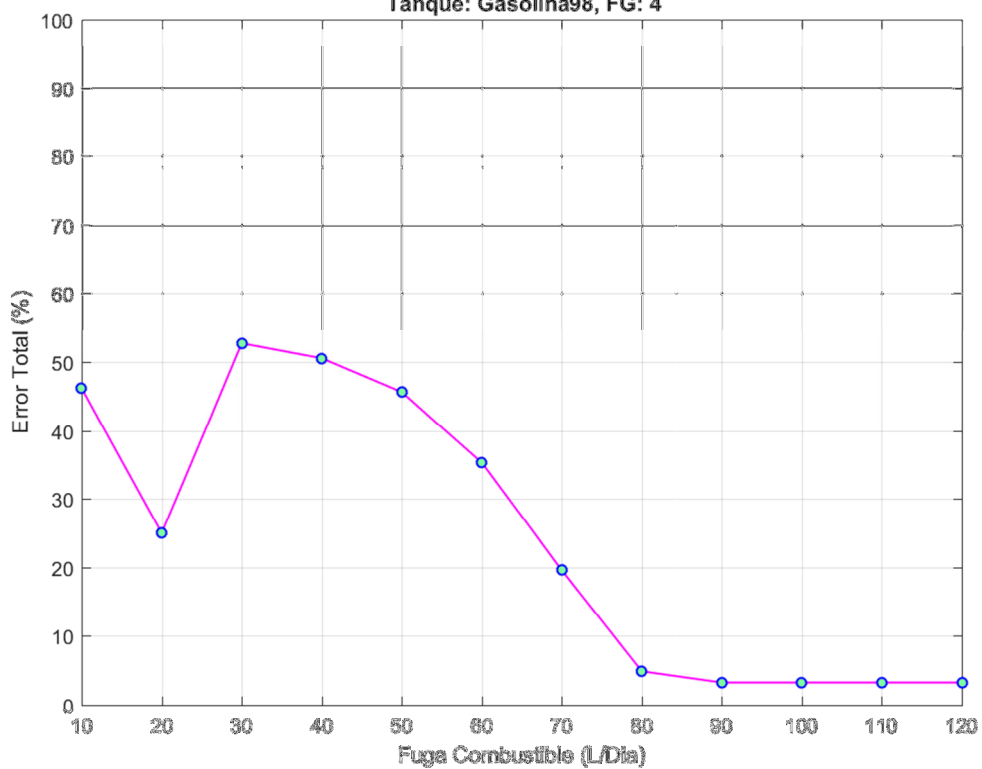
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 4



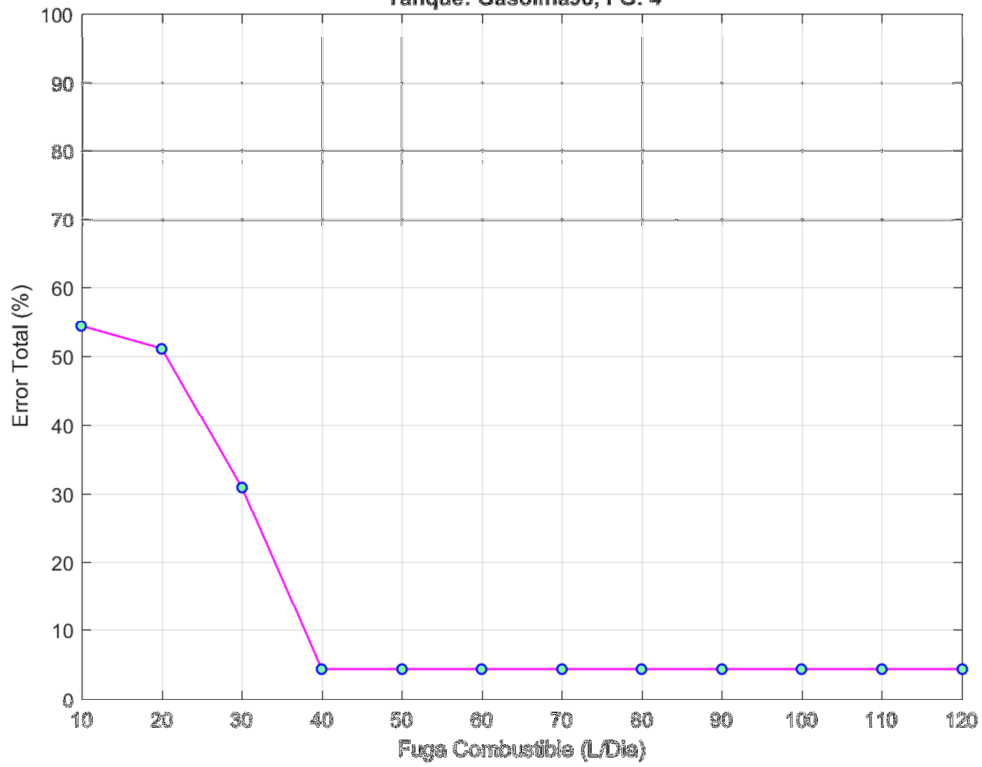
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05

Tanque: Gasolina98, FG: 4



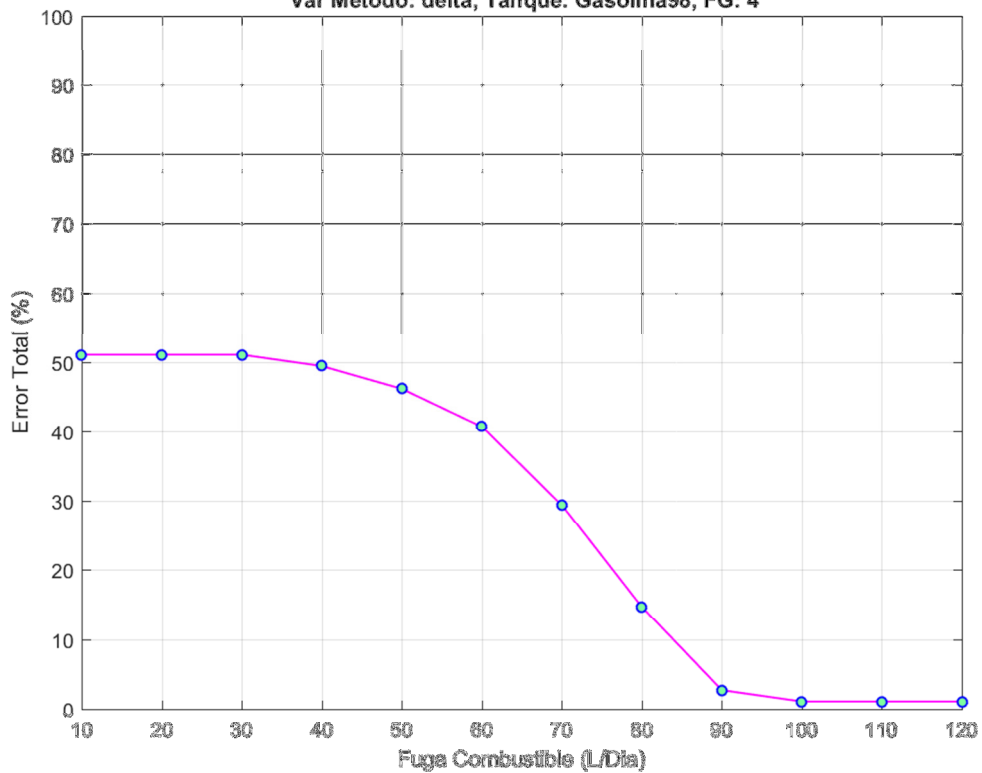
Metodo: kmeans<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 4

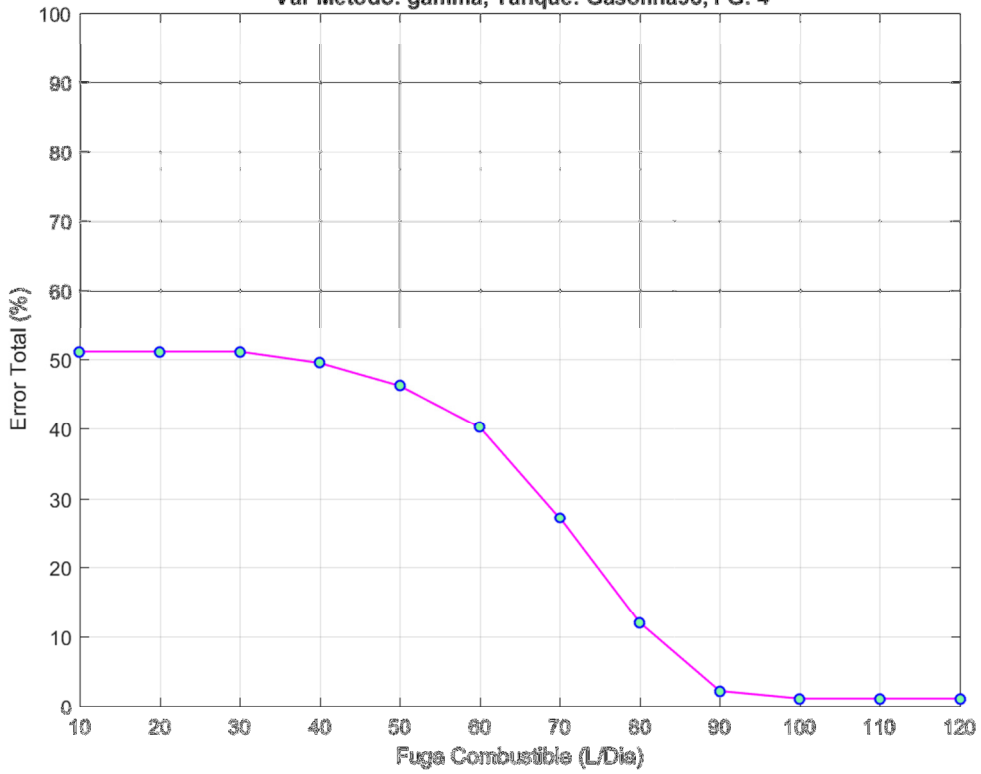


Metodo: knn<sub>dd</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02

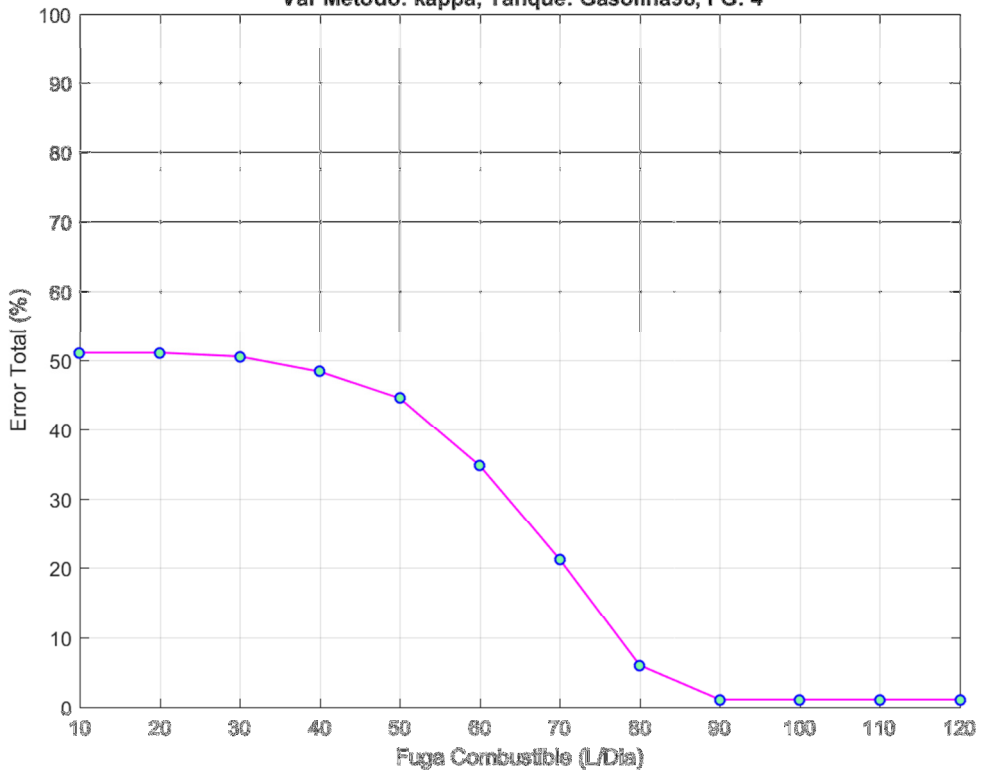
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4

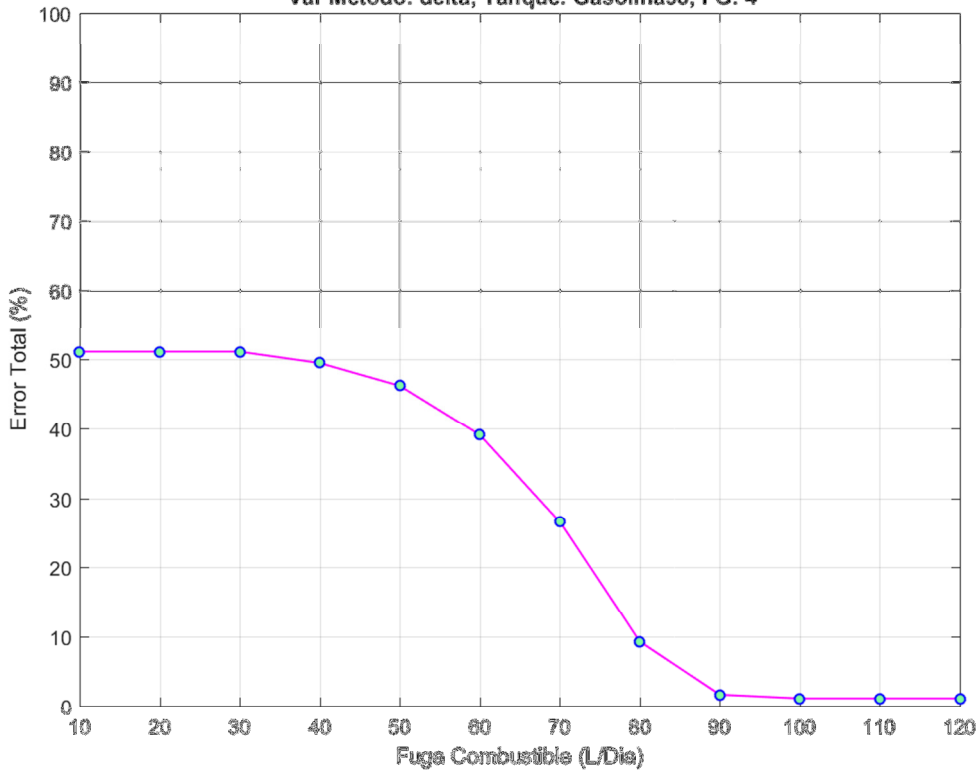


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4

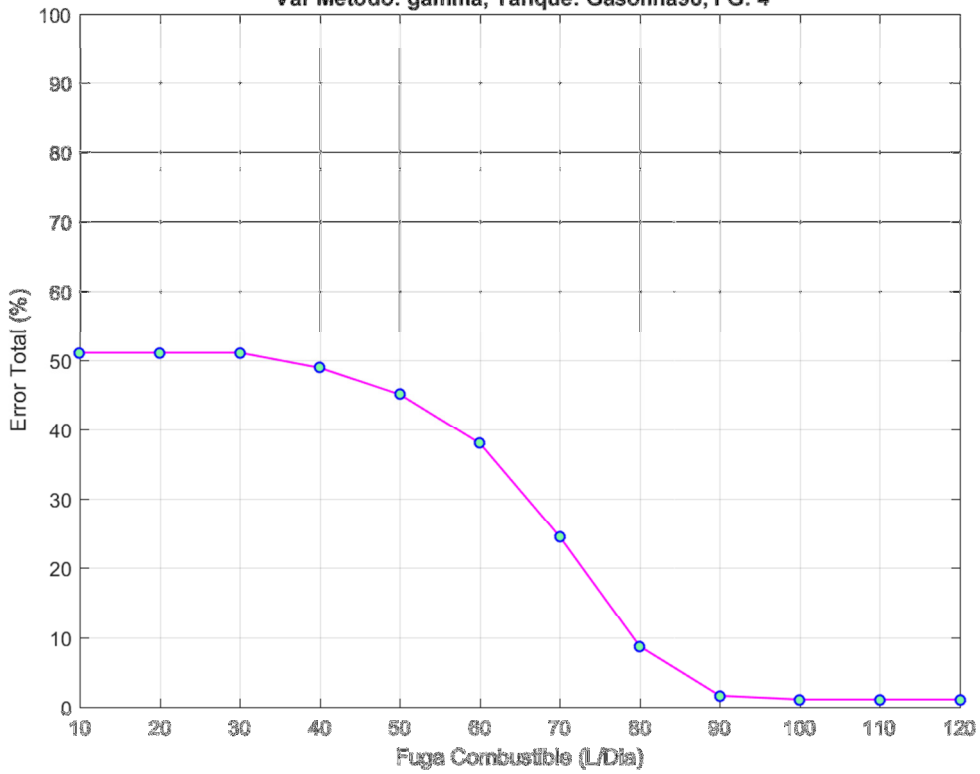




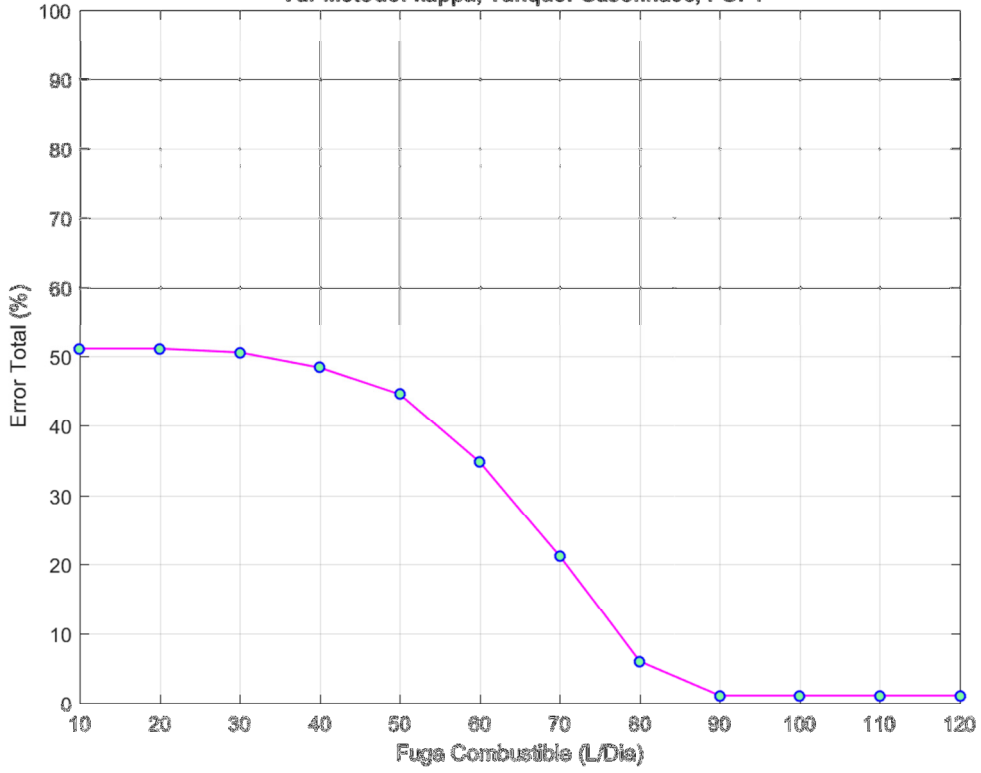
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



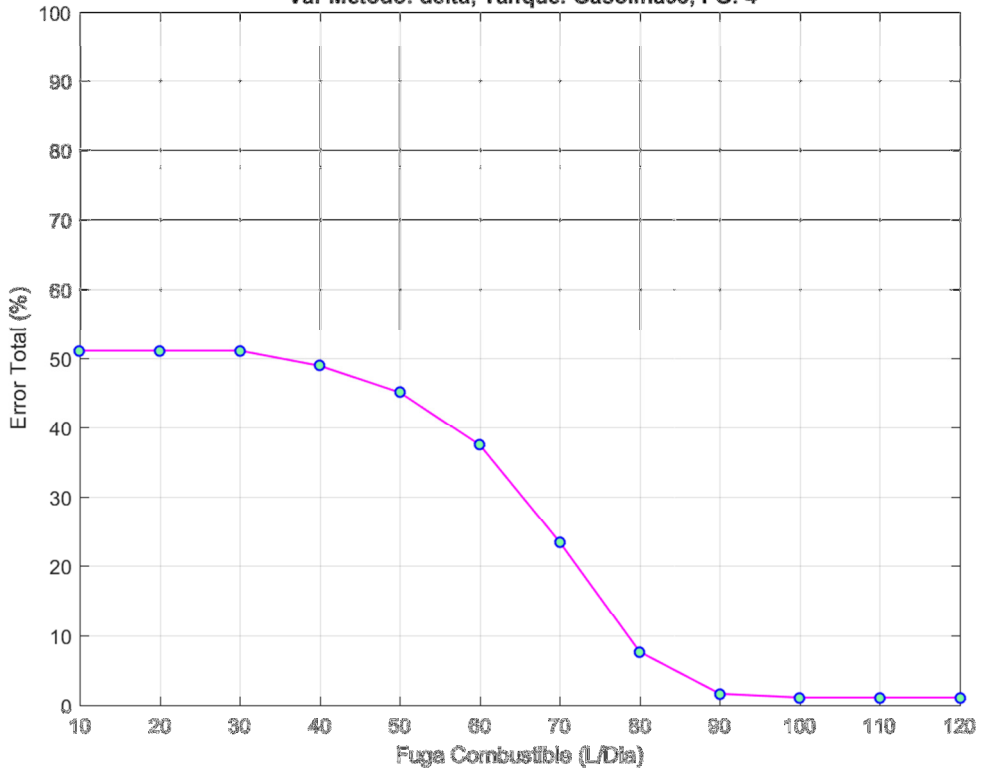
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



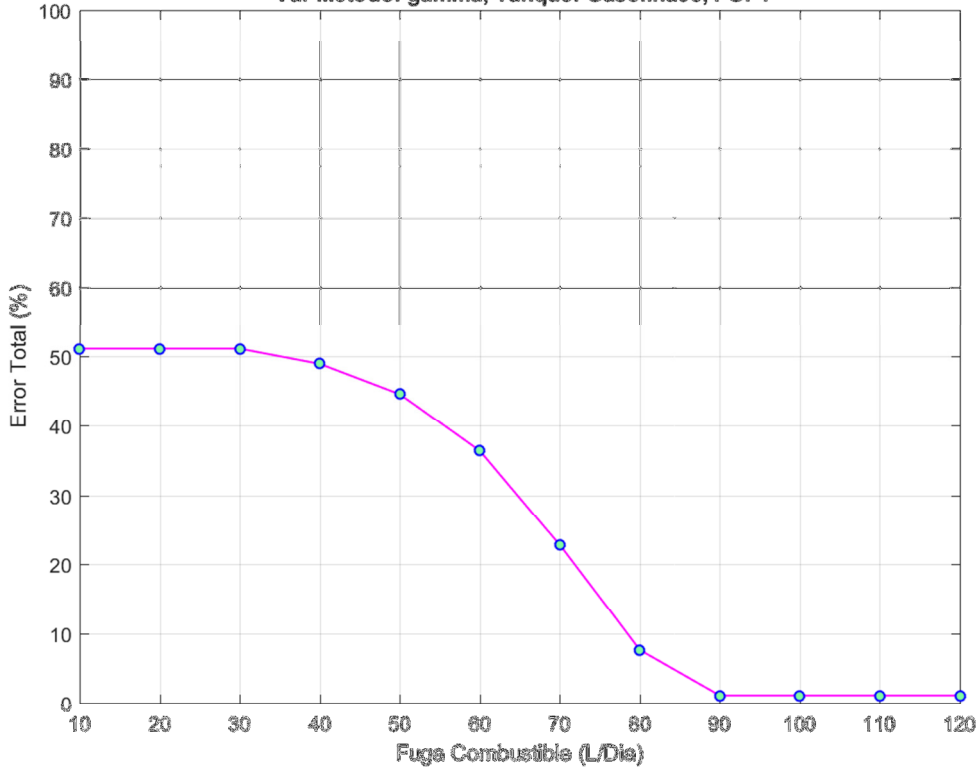
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4



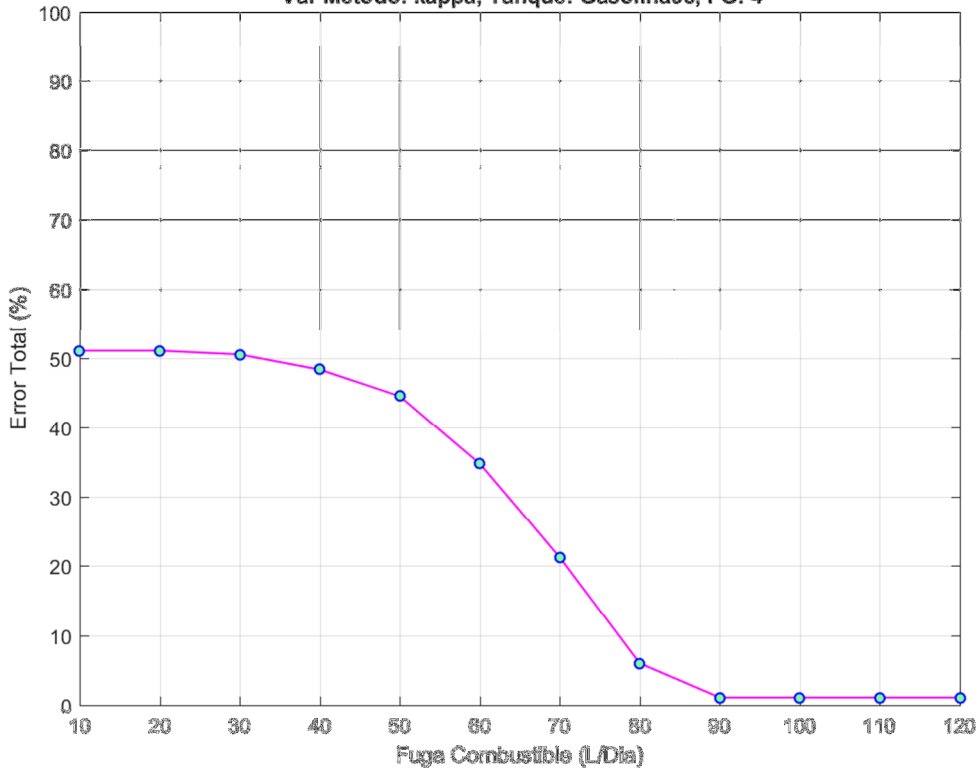
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



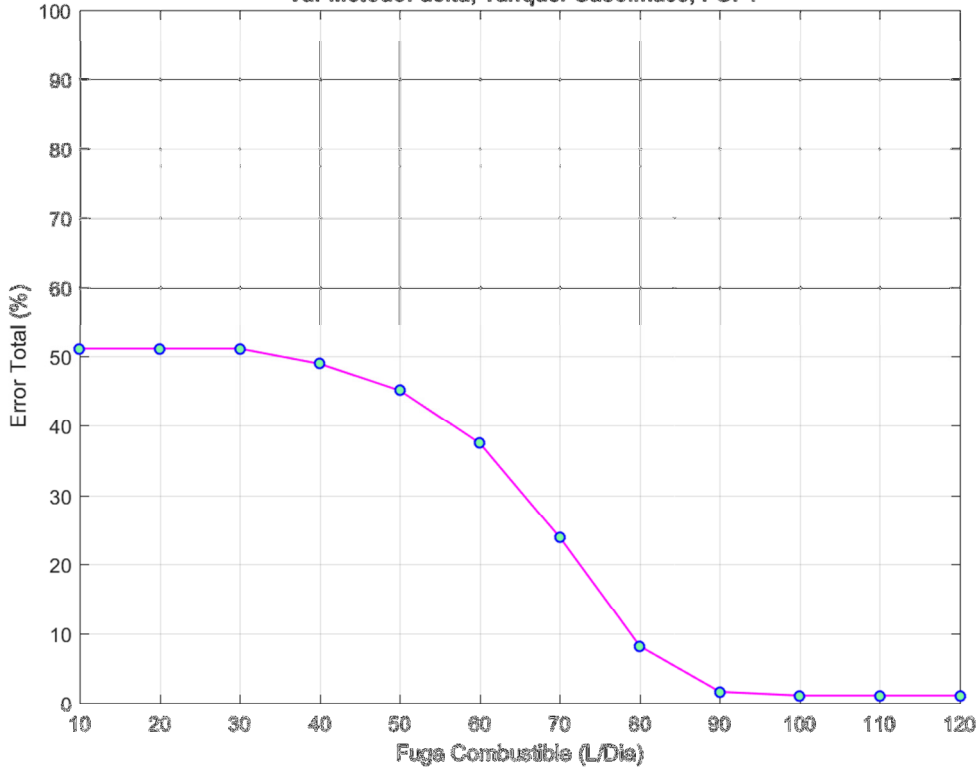
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



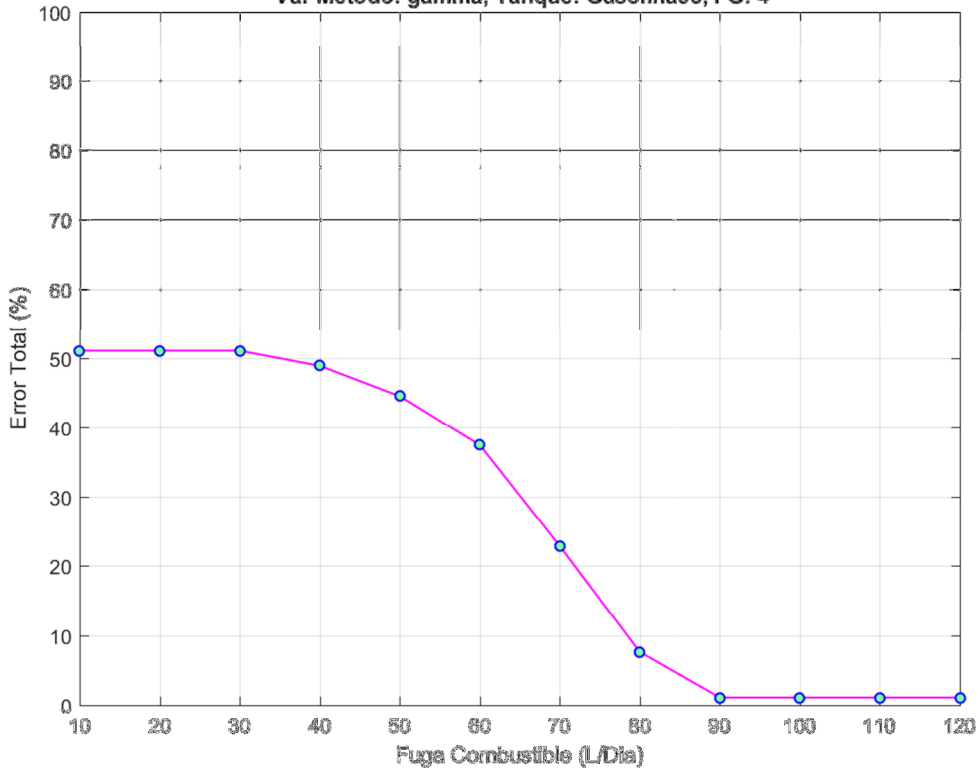
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4

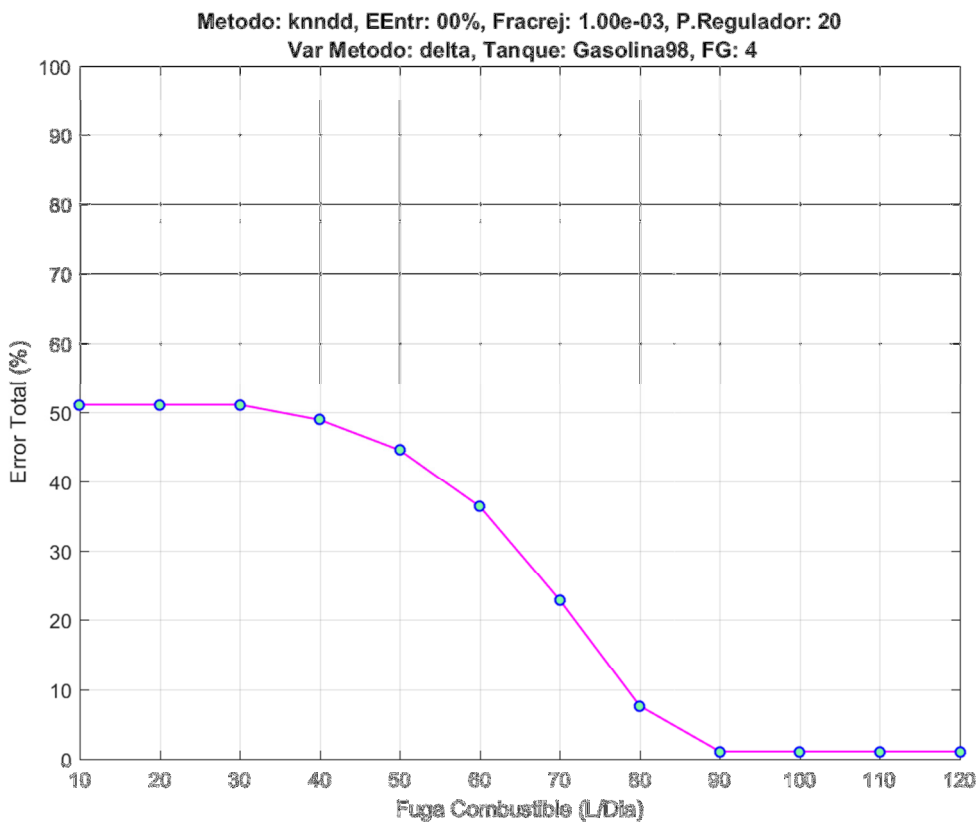
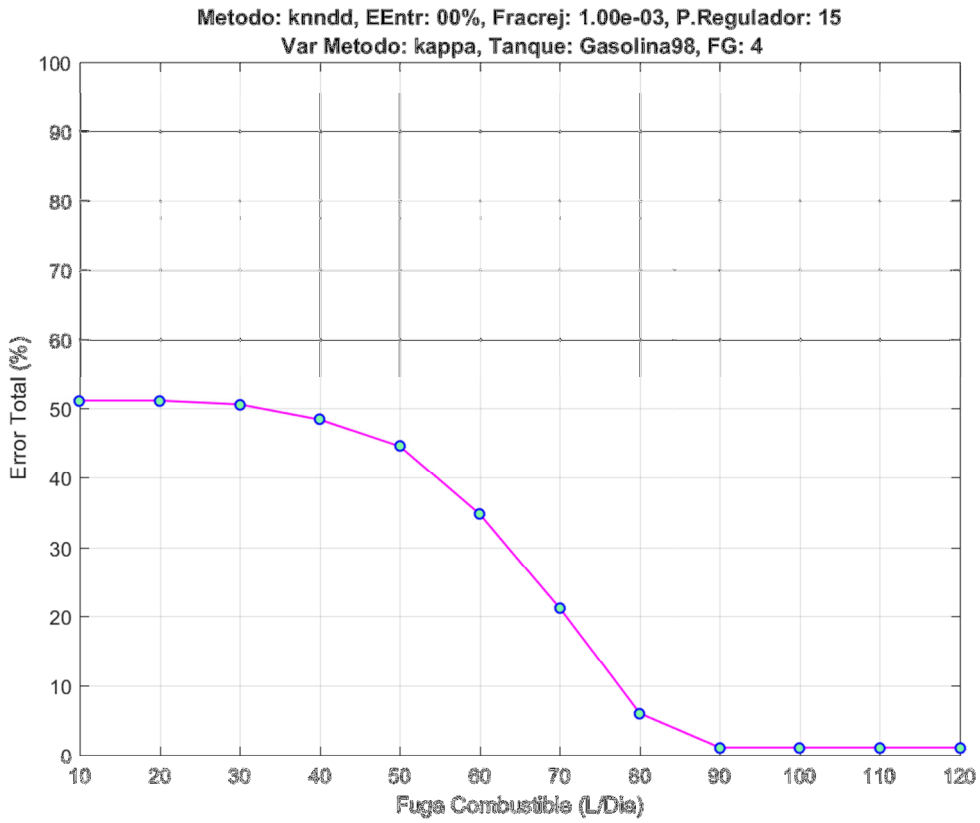


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4

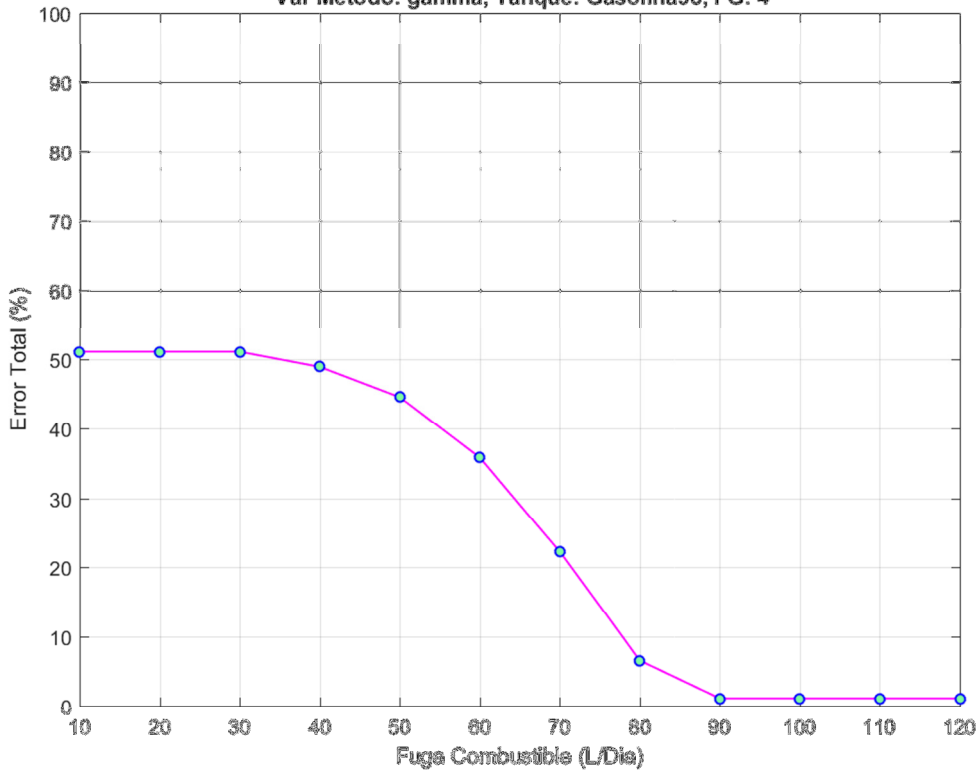


Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4

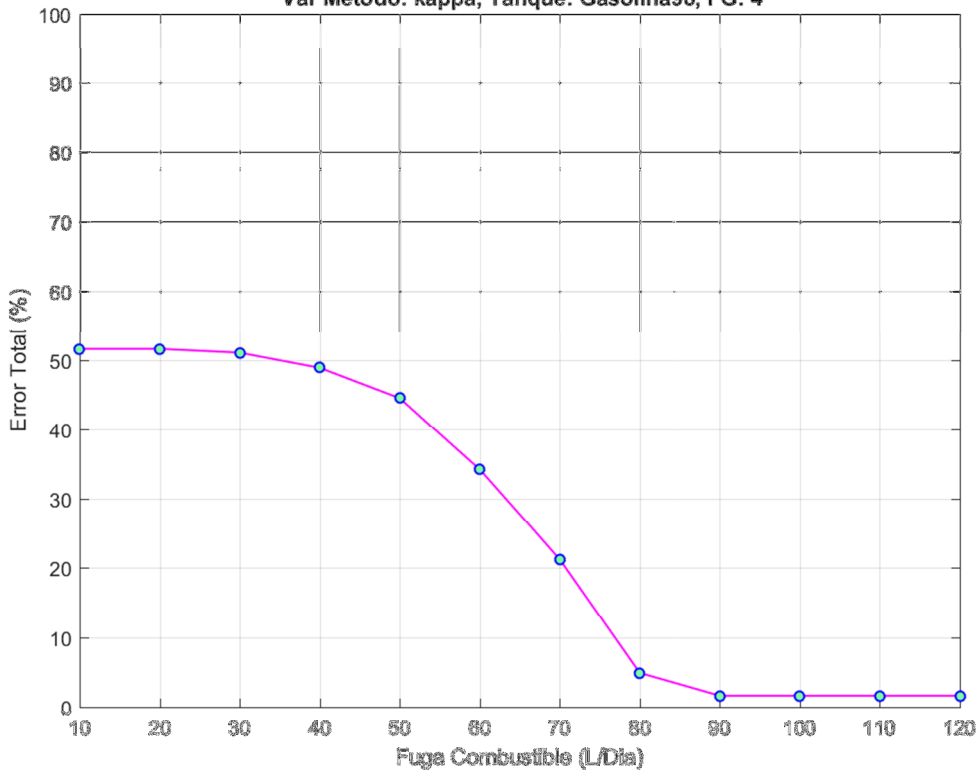




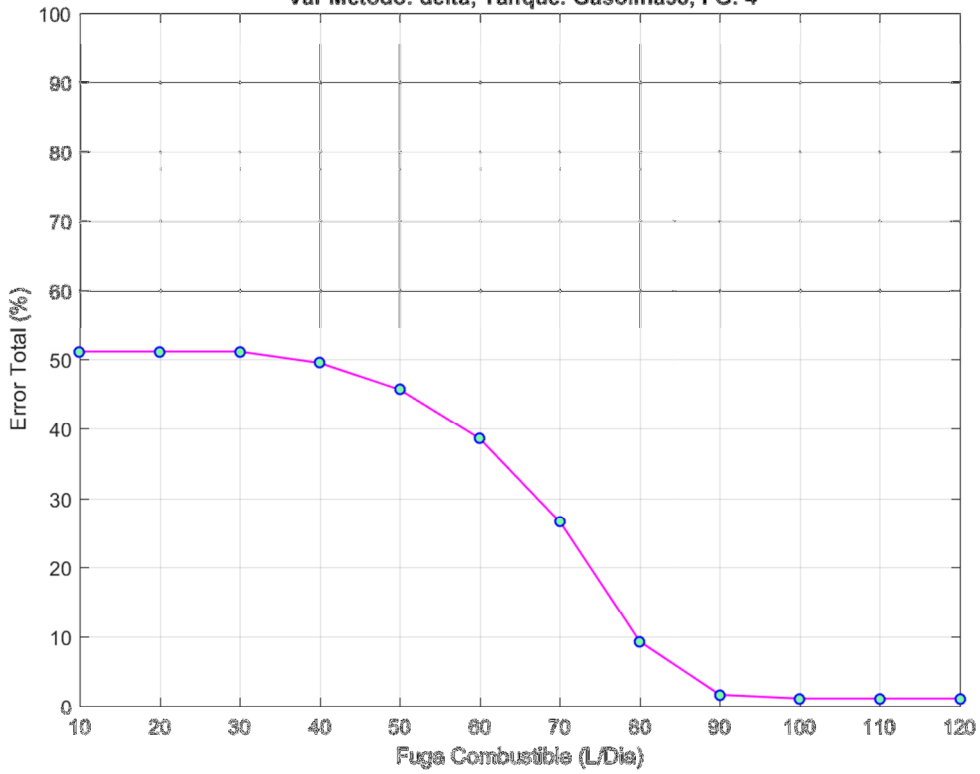
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



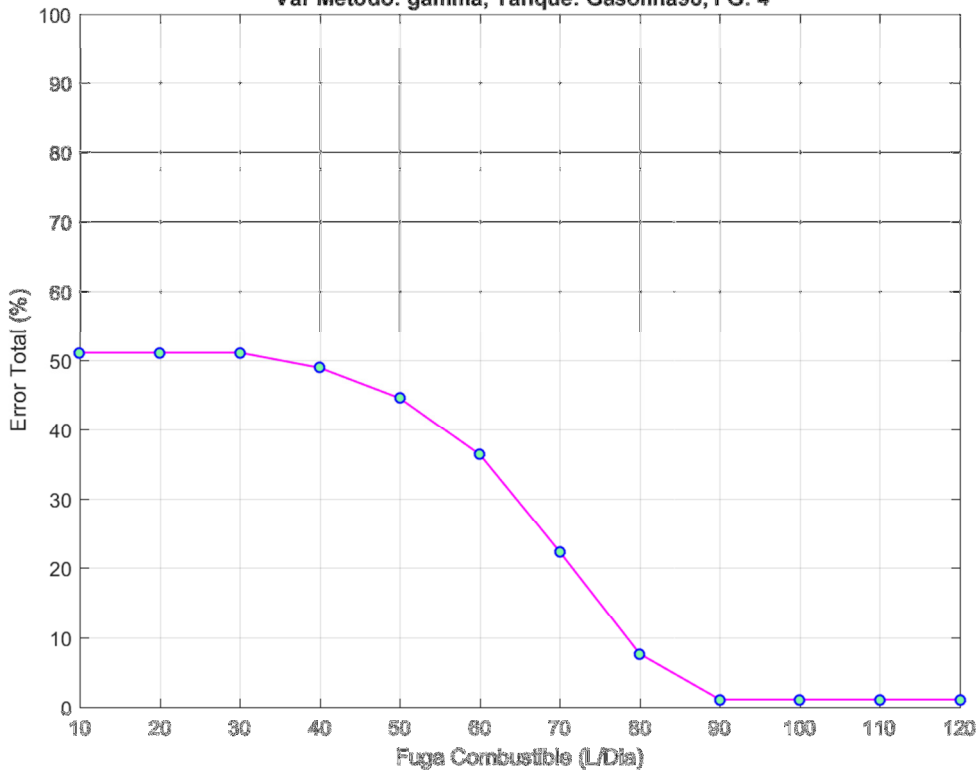
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4



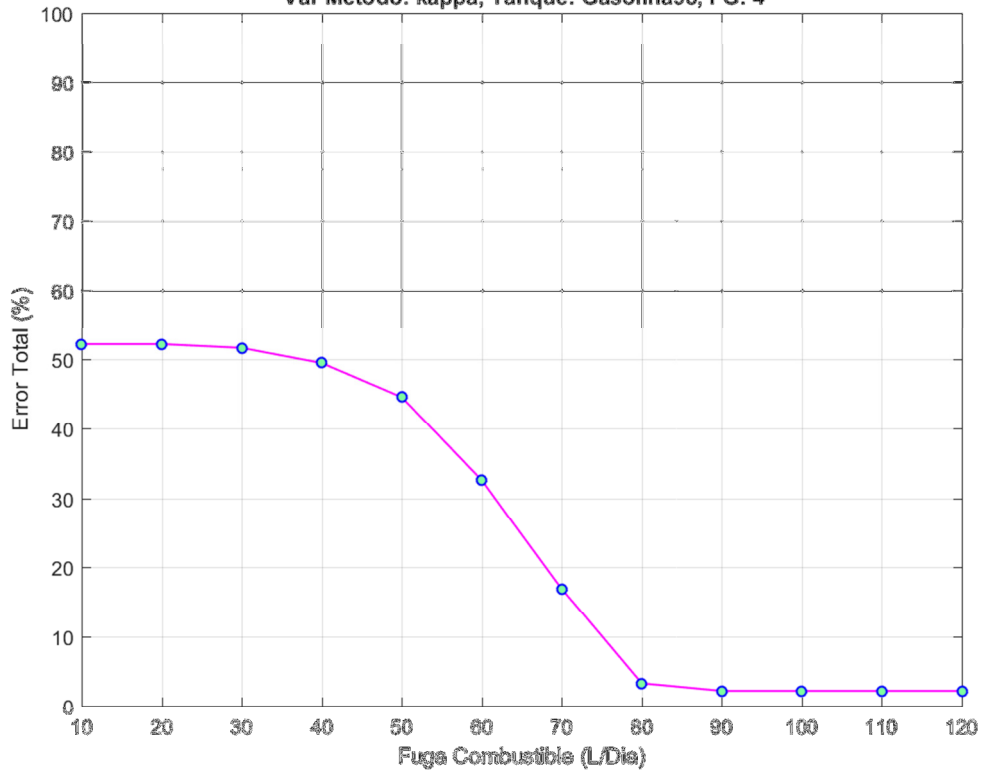
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



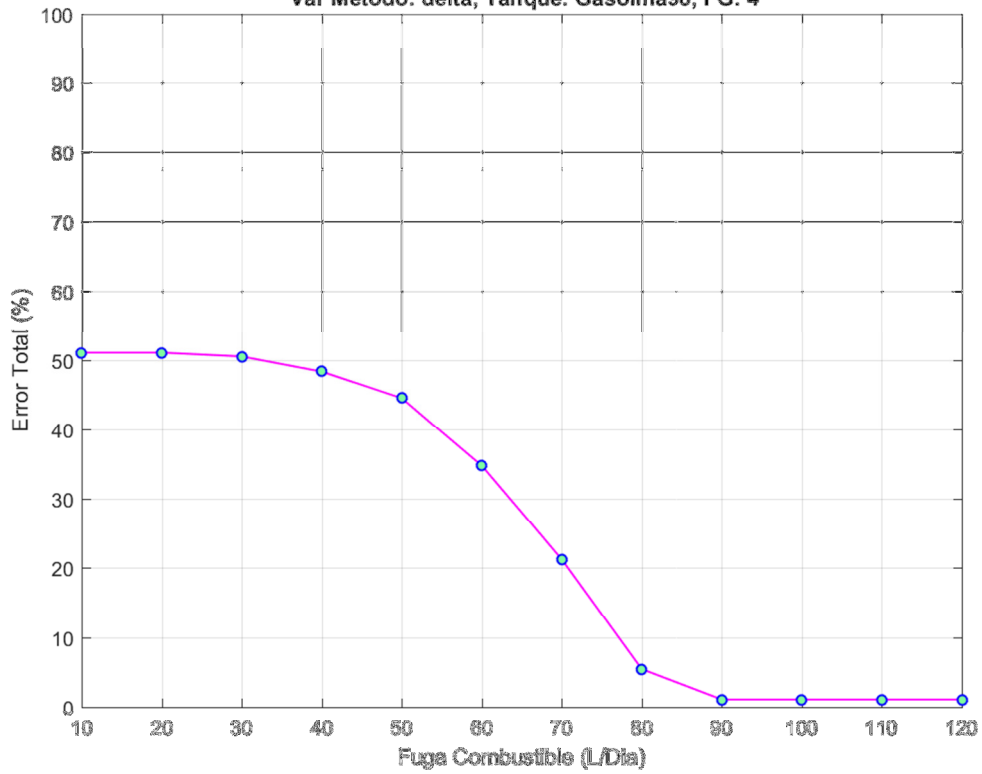
Metodo: knnnd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4

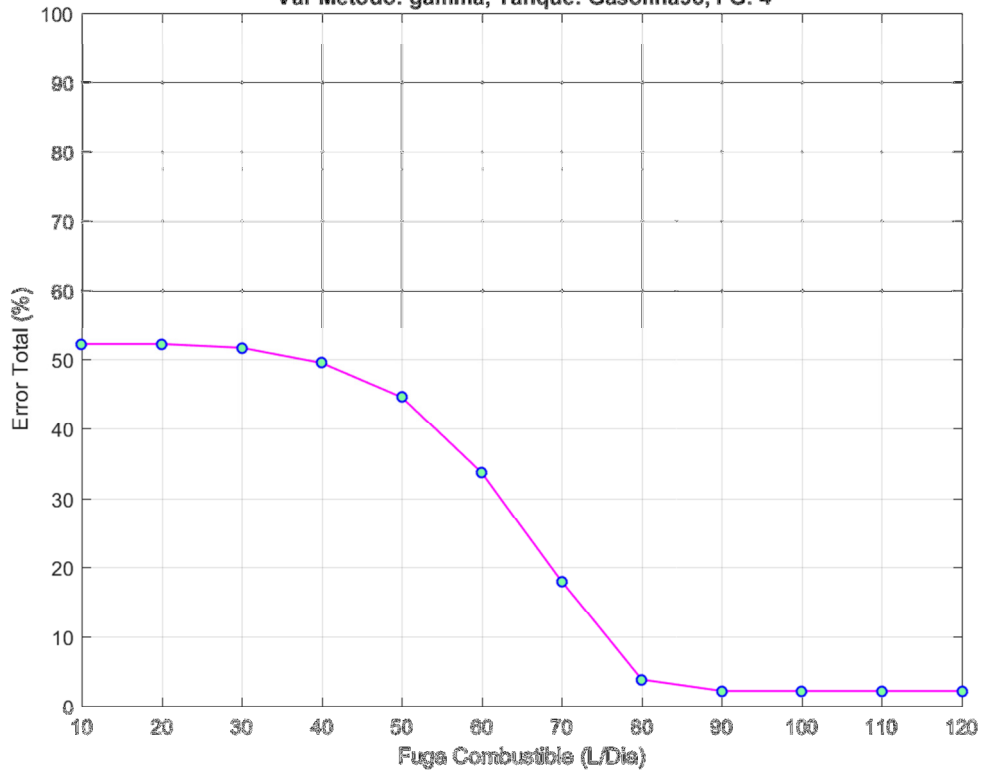


Metodo: knnndd, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4

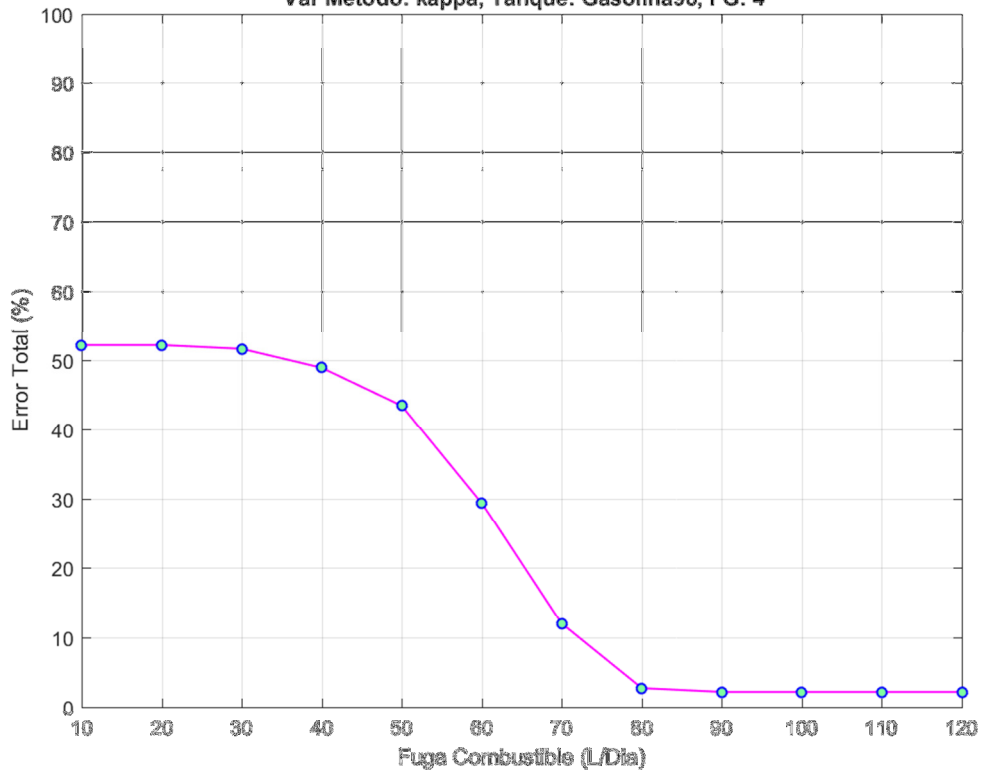




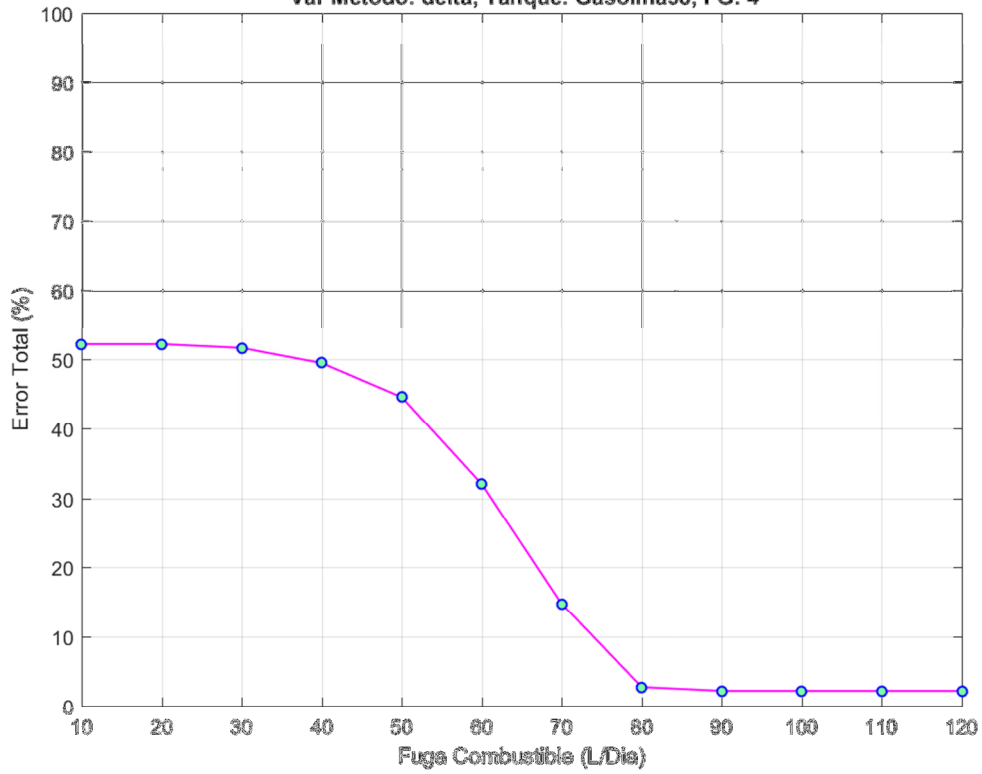
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



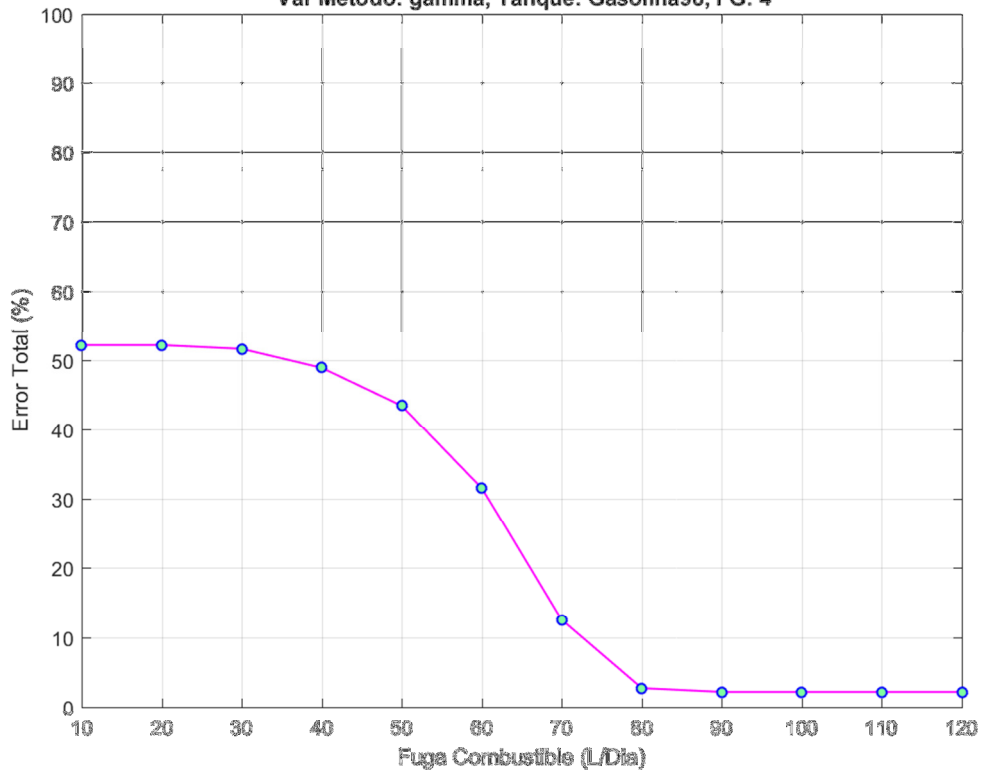
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4



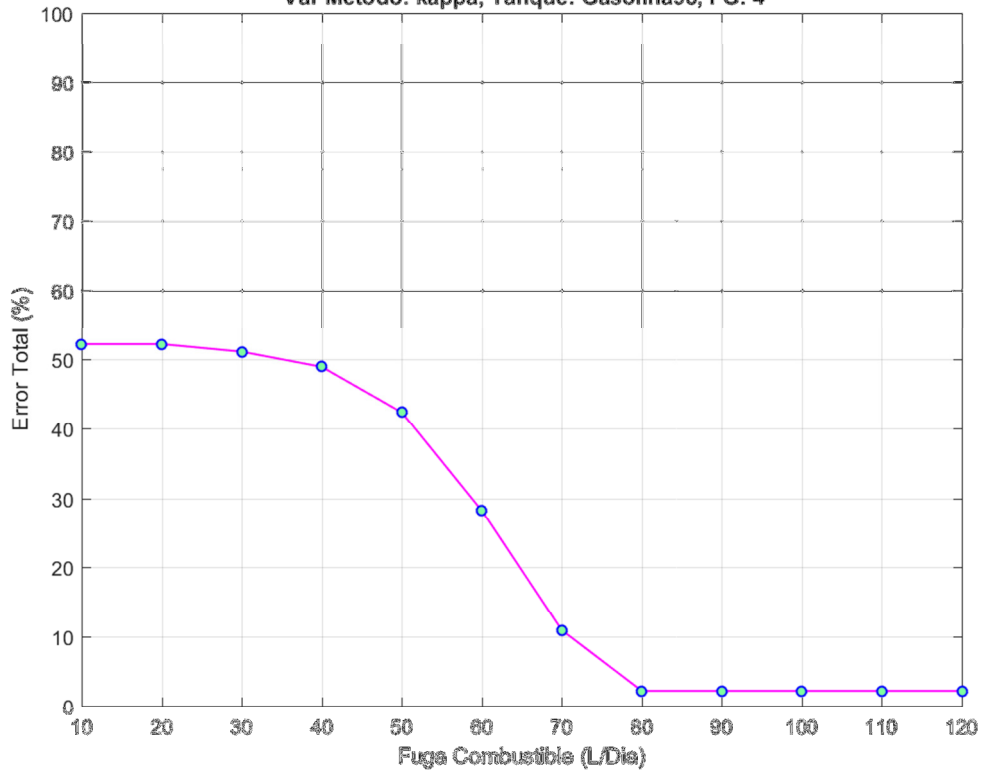
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



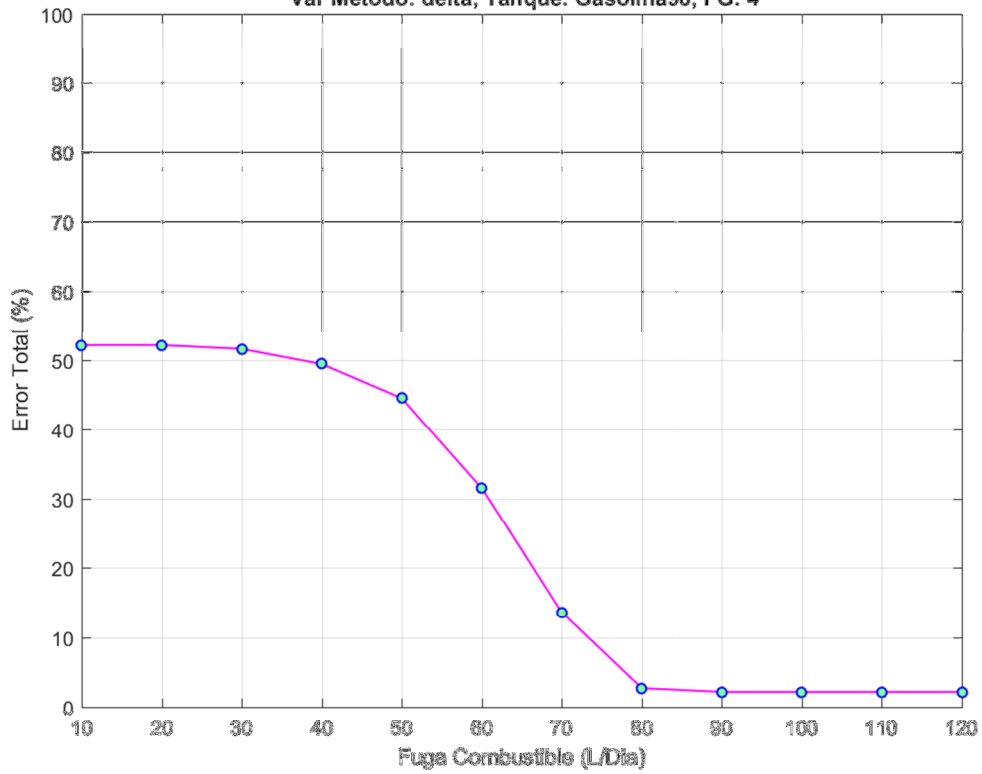
Metodo: knnidd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



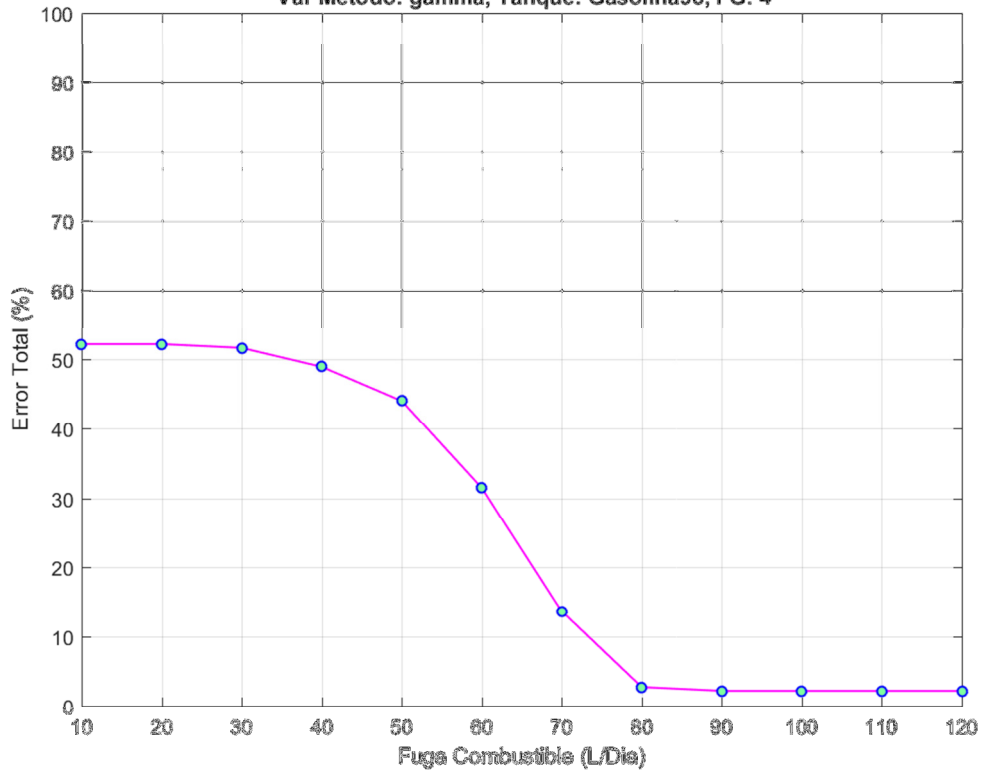
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 10  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4



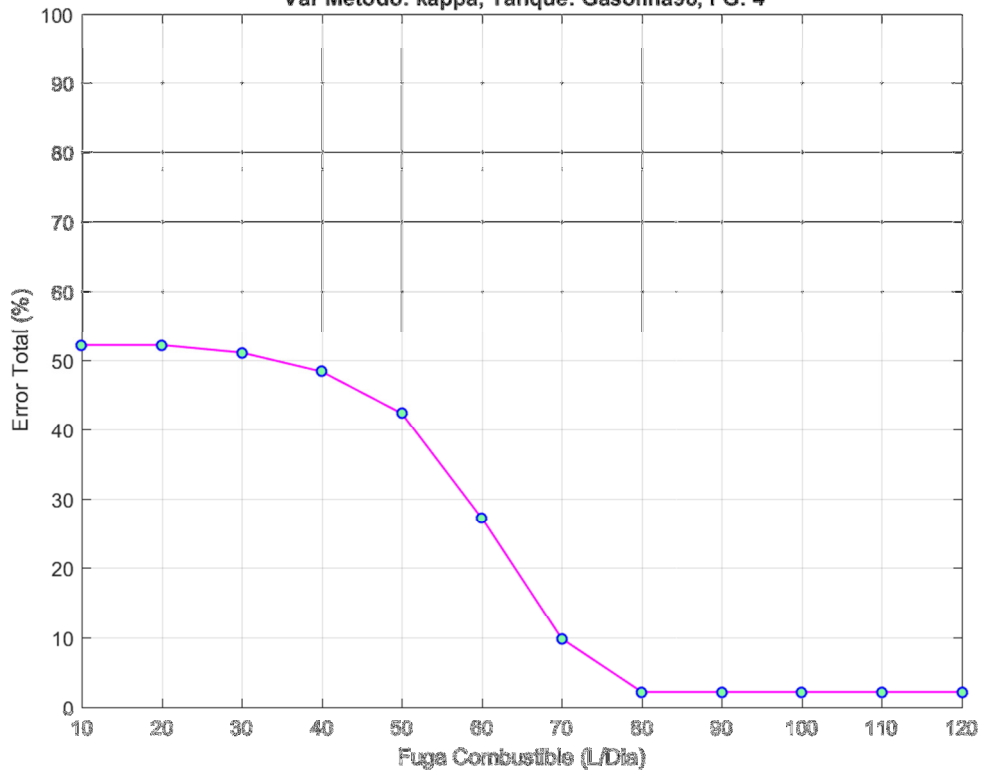
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



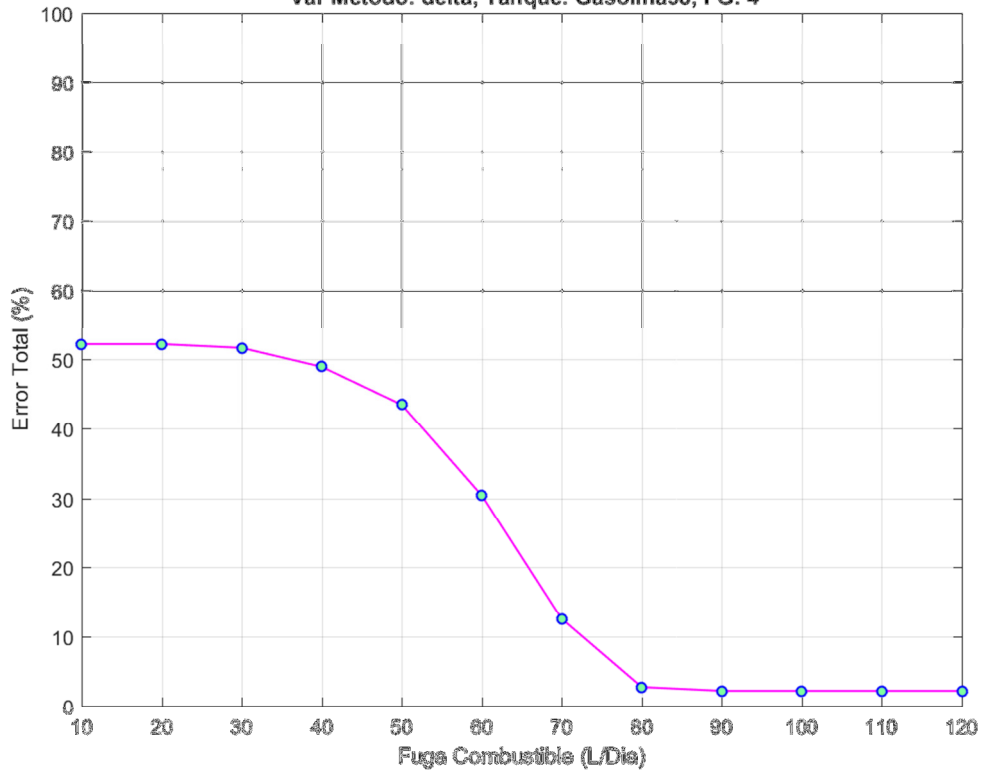
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



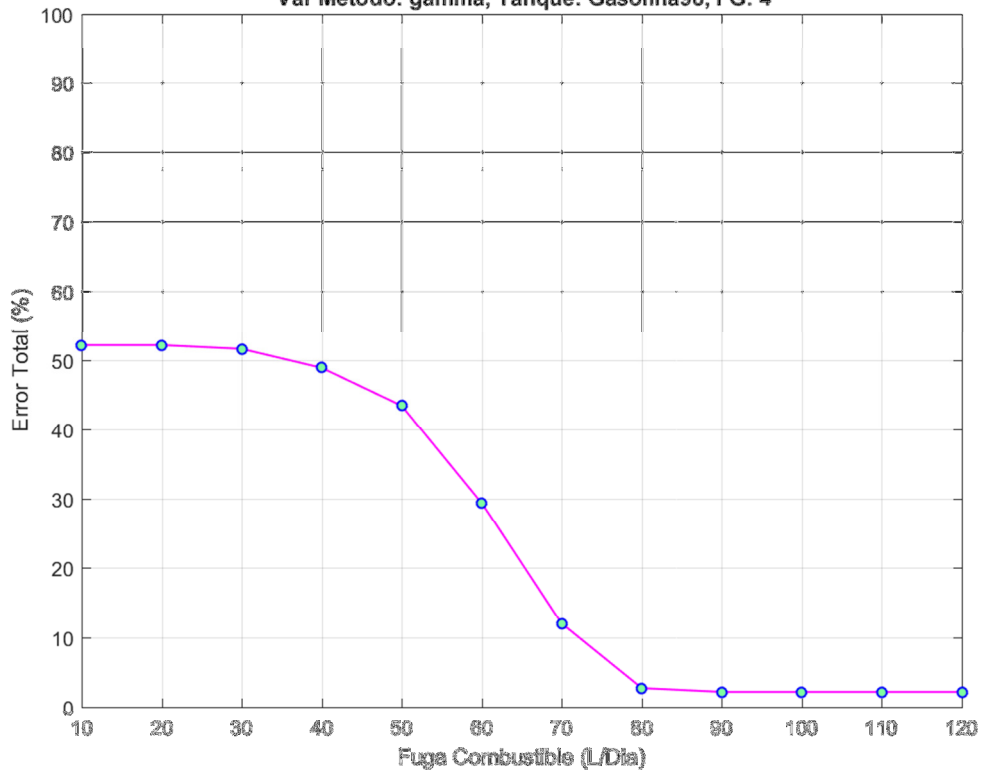
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 15  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4



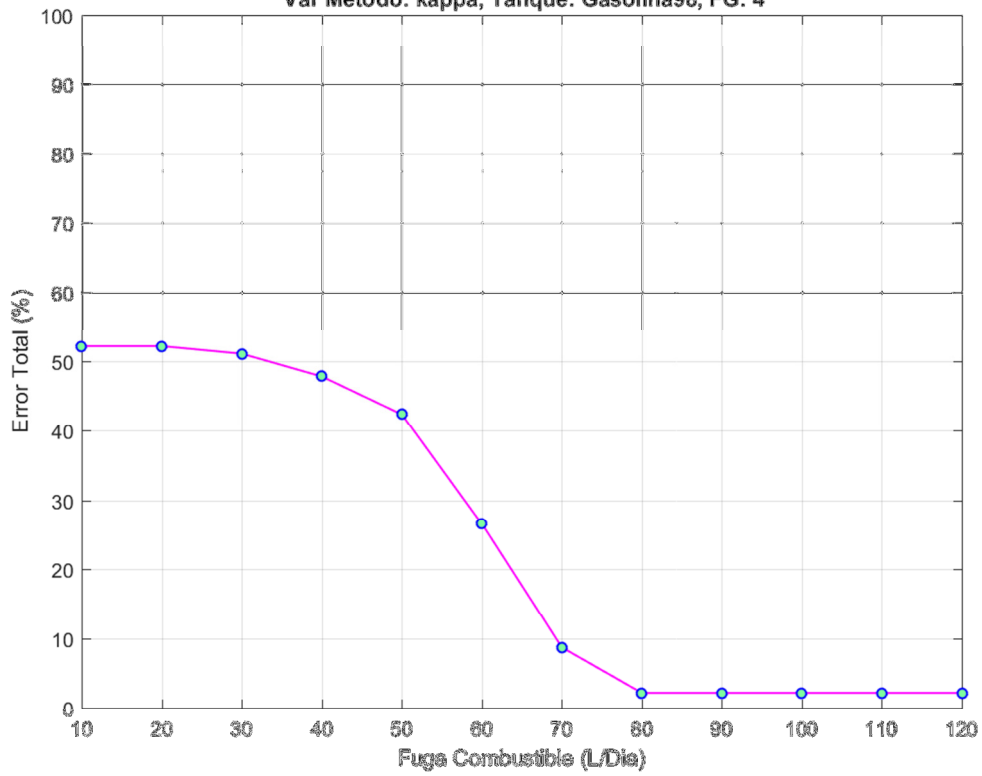
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 4



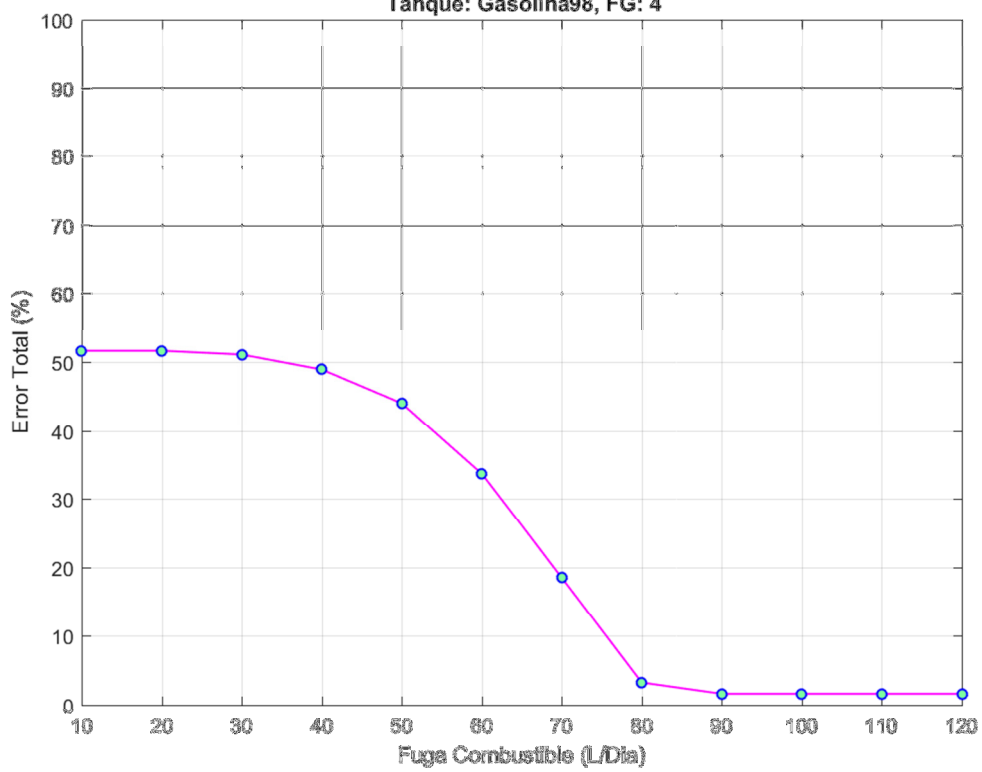
Metodo: knnndd, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 4



Metodo: knn<sub>dd</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 20  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 4

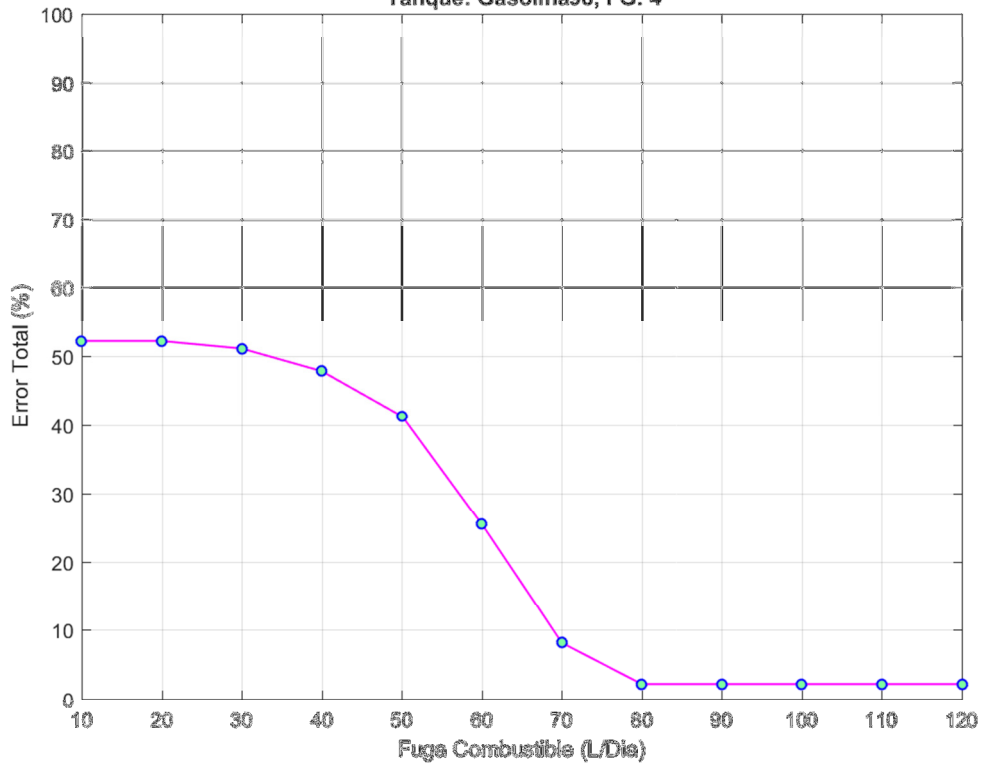


Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03  
Tanque: Gasolina98, FG: 4



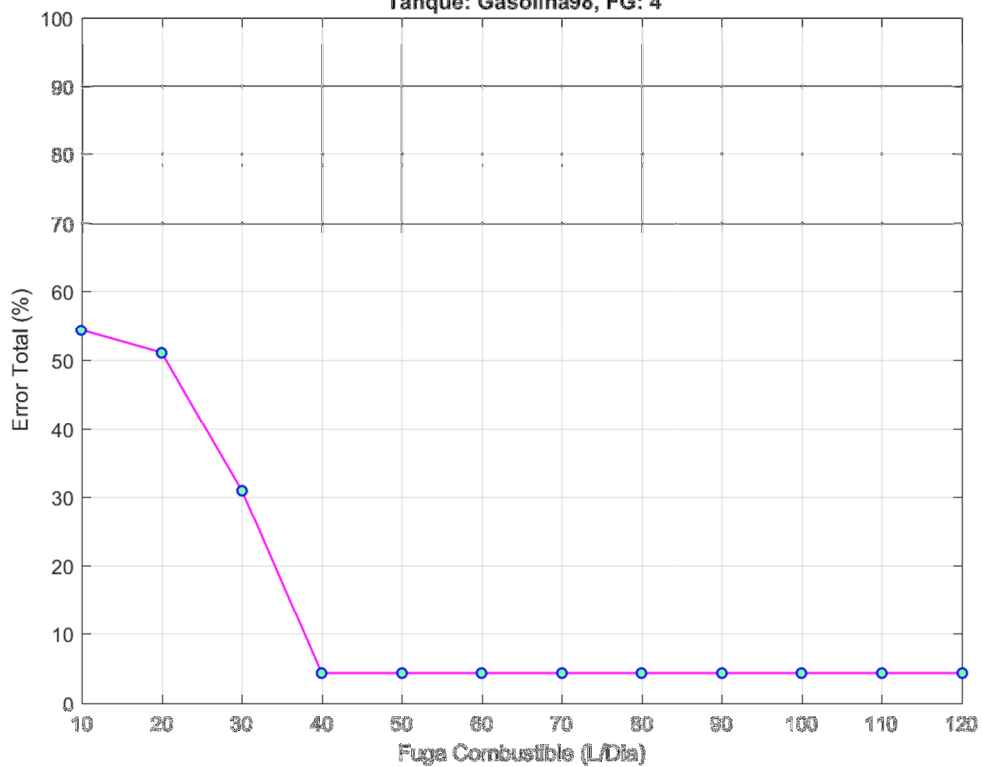
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02

Tanque: Gasolina98, FG: 4



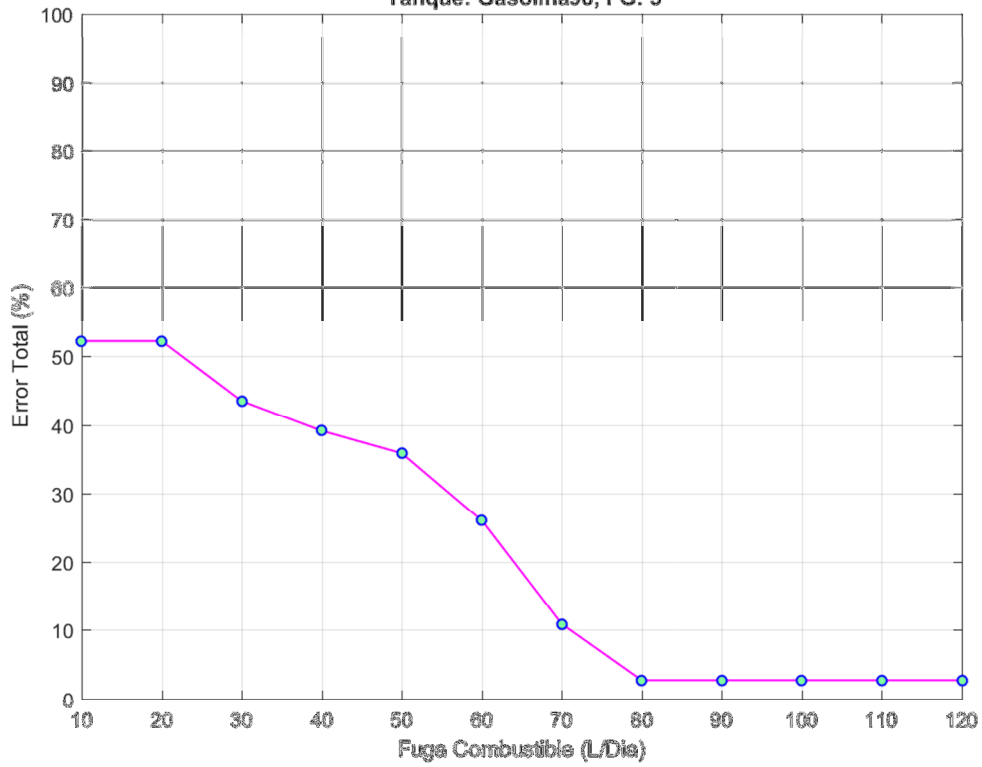
Metodo: som<sub>d</sub>, EEntr: 10%, Fracrej: 1.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 4



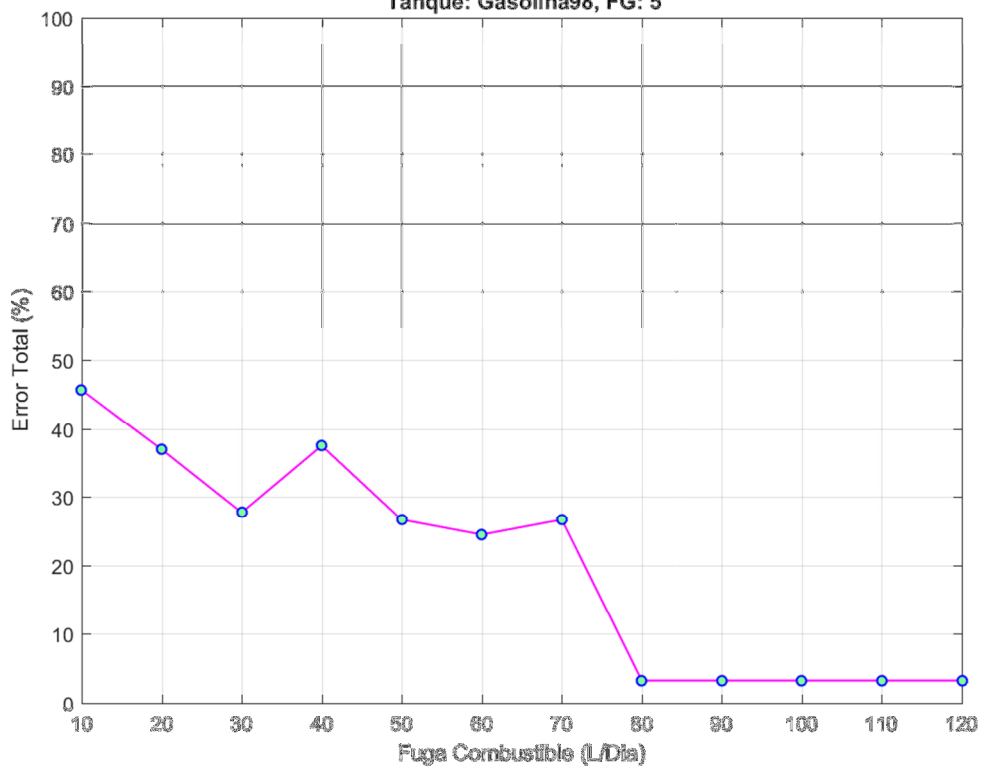
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 04

Tanque: Gasolina98, FG: 5



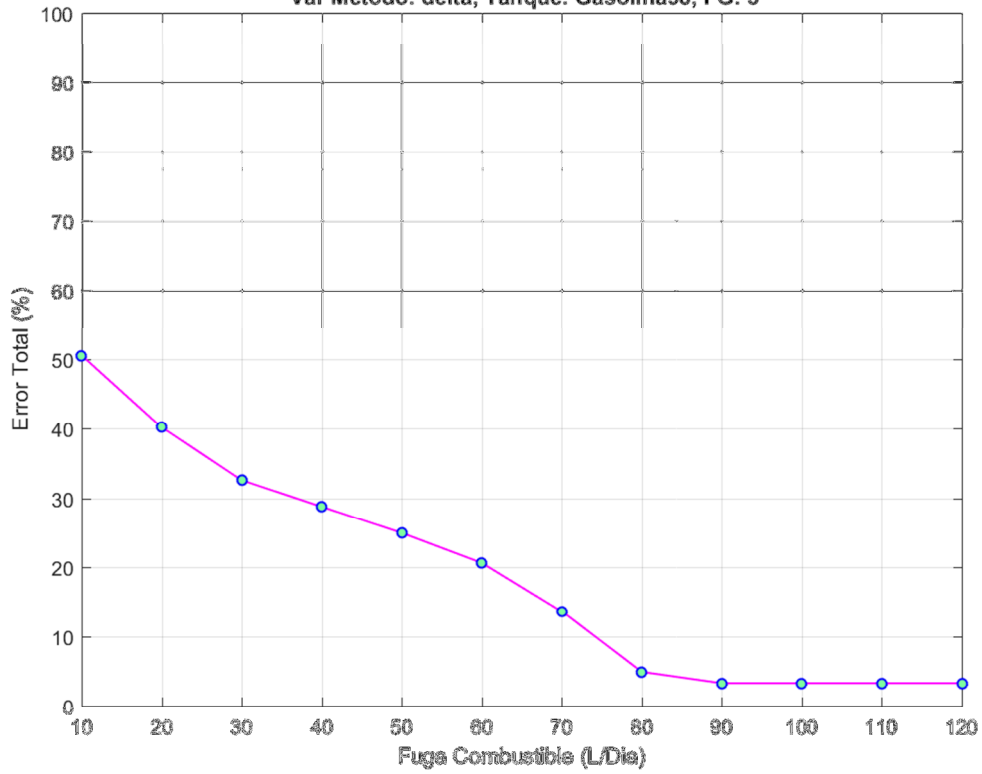
Metodo: autoenc<sub>d</sub>, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 08

Tanque: Gasolina98, FG: 5

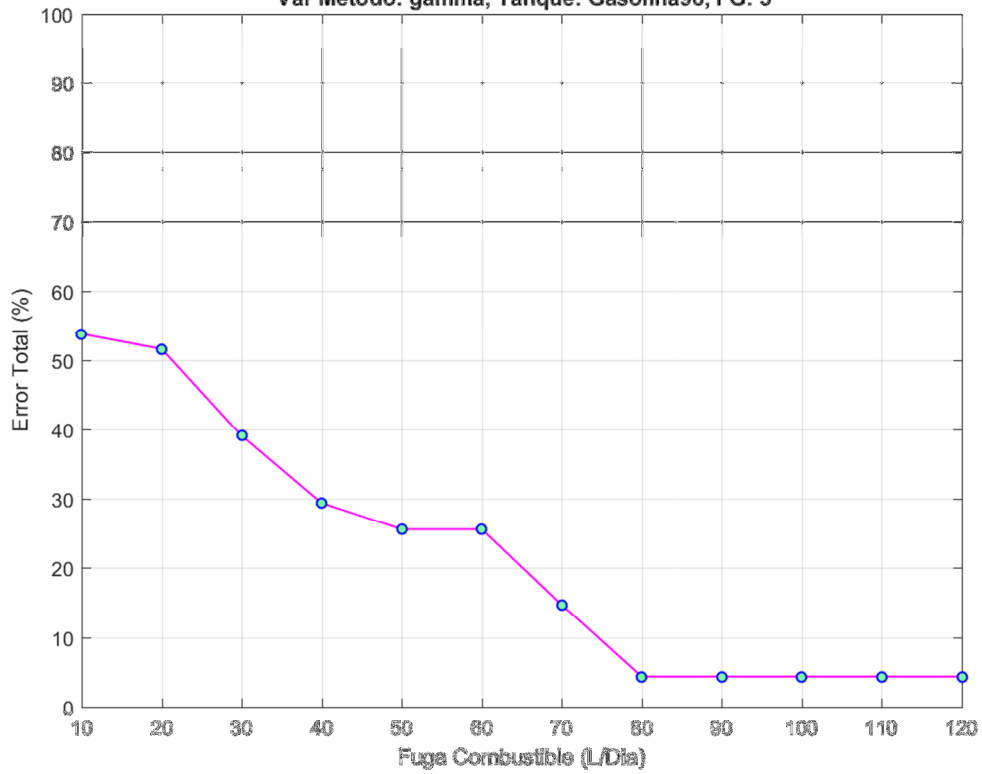




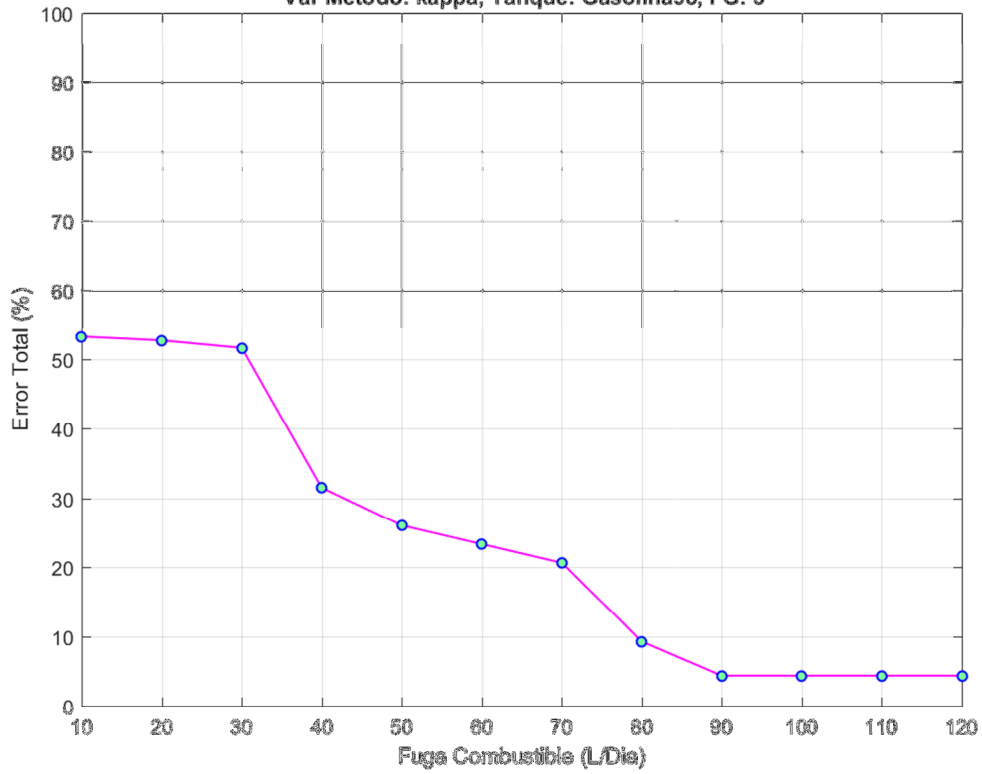
Metodo: knn, EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 5



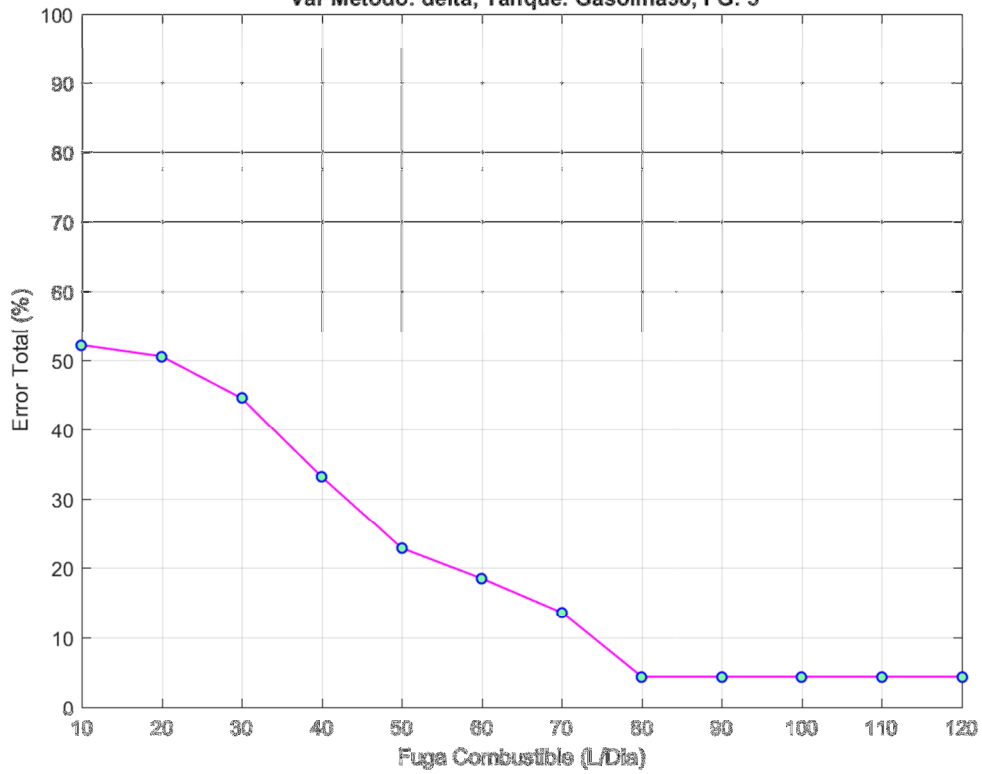
Metodo: knn, EEntr: 3.33e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: gamma, Tanque: Gasolina98, FG: 5



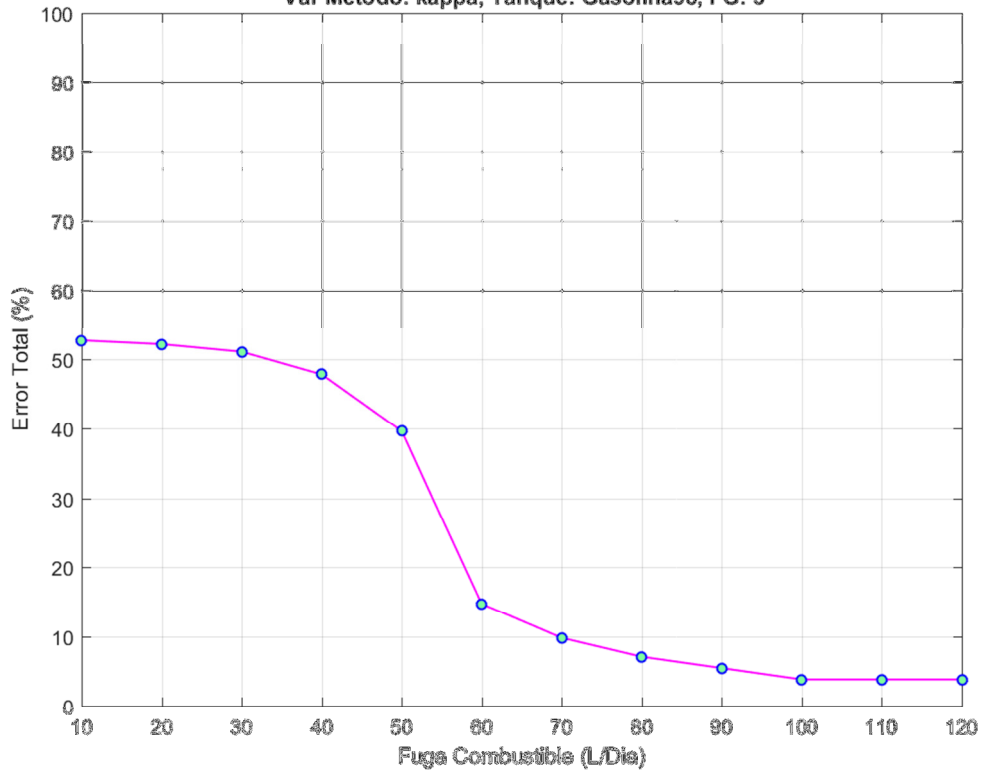
Metodo: knn, EEntr: 4.44e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 02  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 5



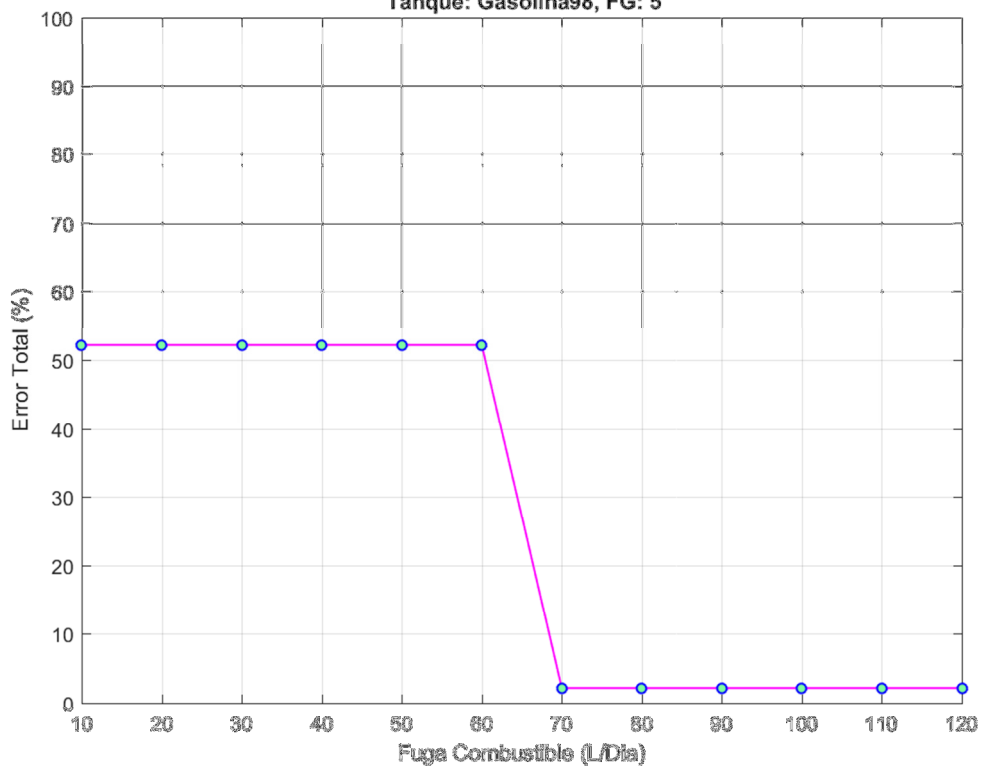
Metodo: knn, EEntr: 5.56e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: delta, Tanque: Gasolina98, FG: 5



Metodo: knn<sub>dd</sub>, EEntr: 5.56e+00%, Fracrej: 1.00e-01, P.Regulador: 05  
Var Metodo: kappa, Tanque: Gasolina98, FG: 5

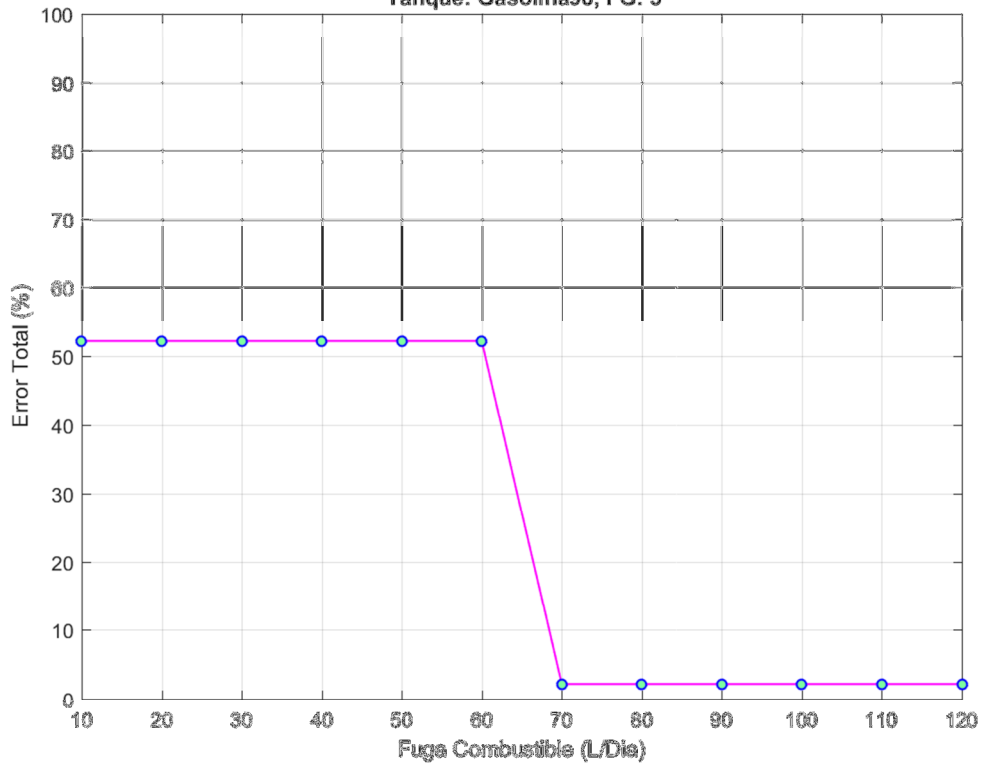


Metodo: pca<sub>d</sub>, EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 3.00e-01  
Tanque: Gasolina98, FG: 5



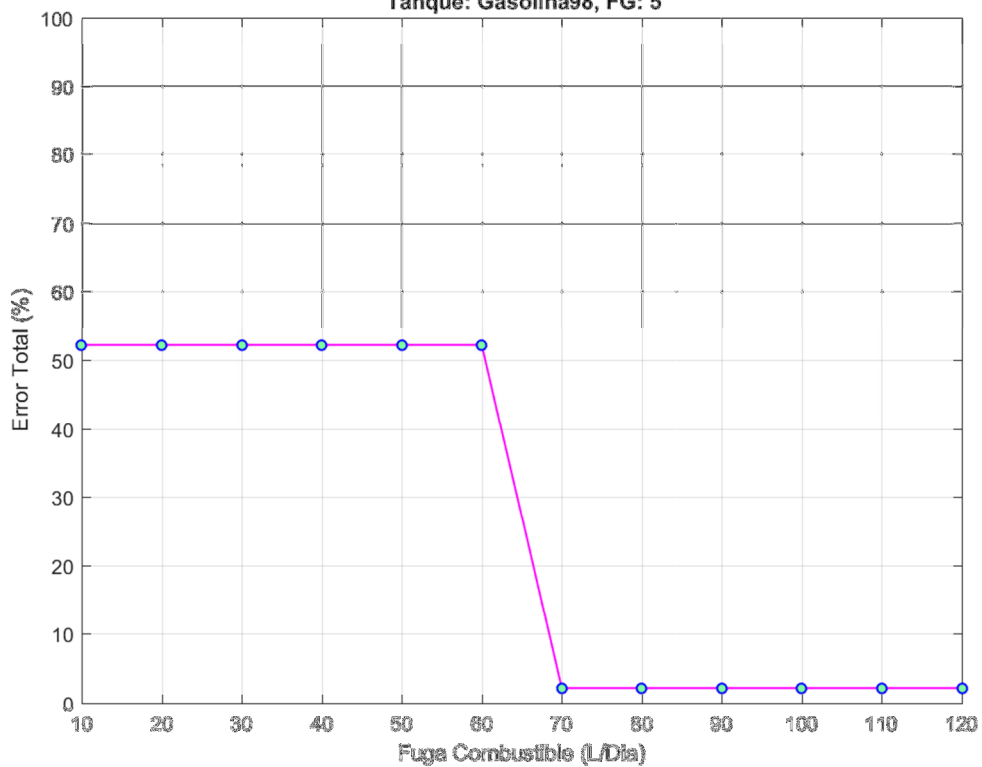
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



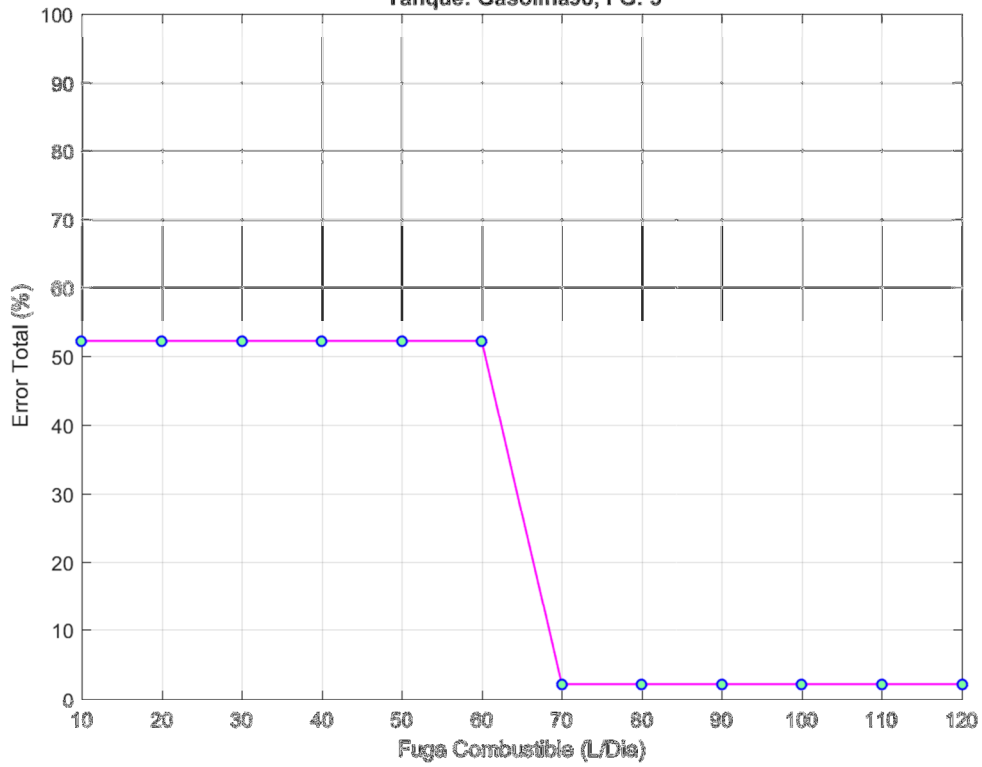
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



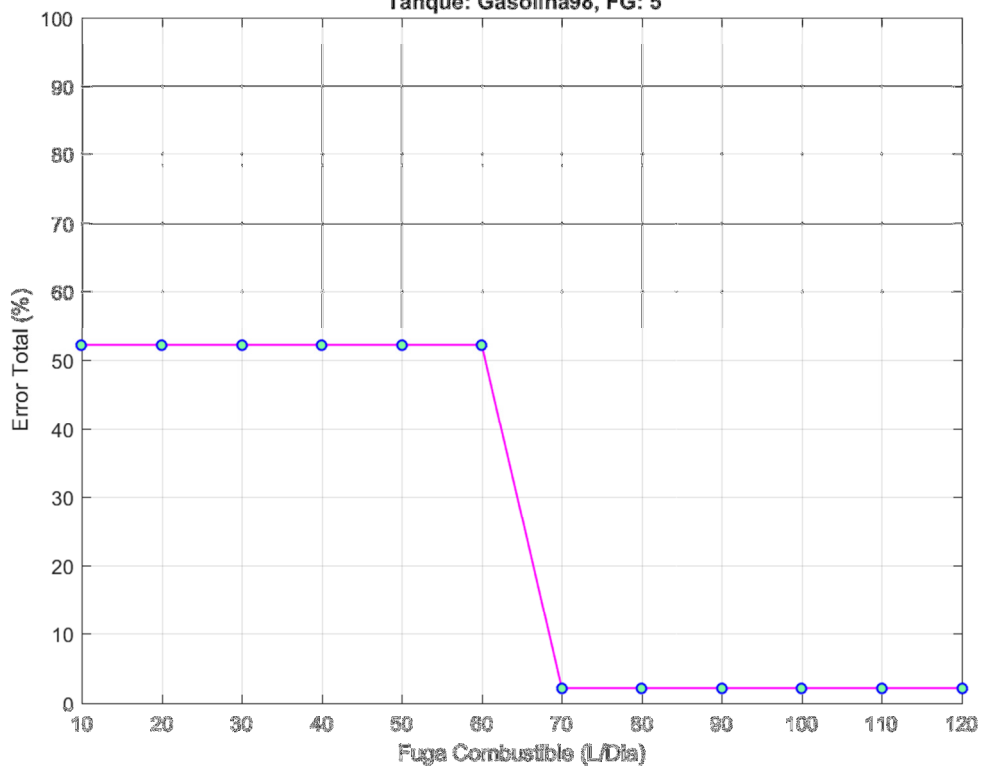
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



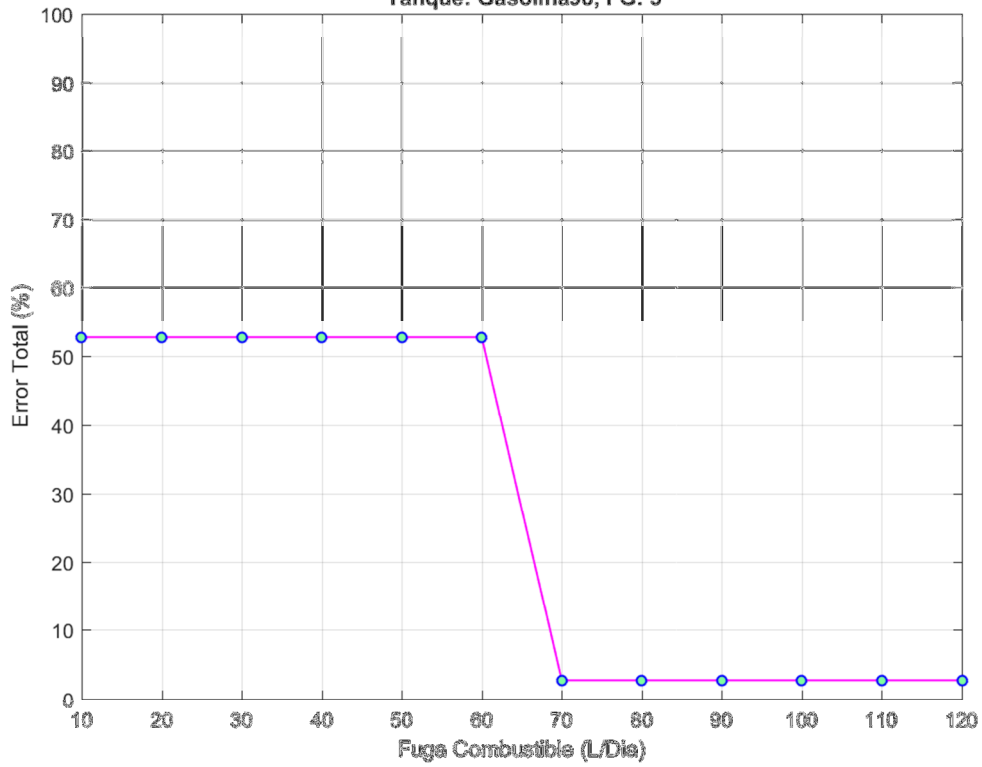
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 5



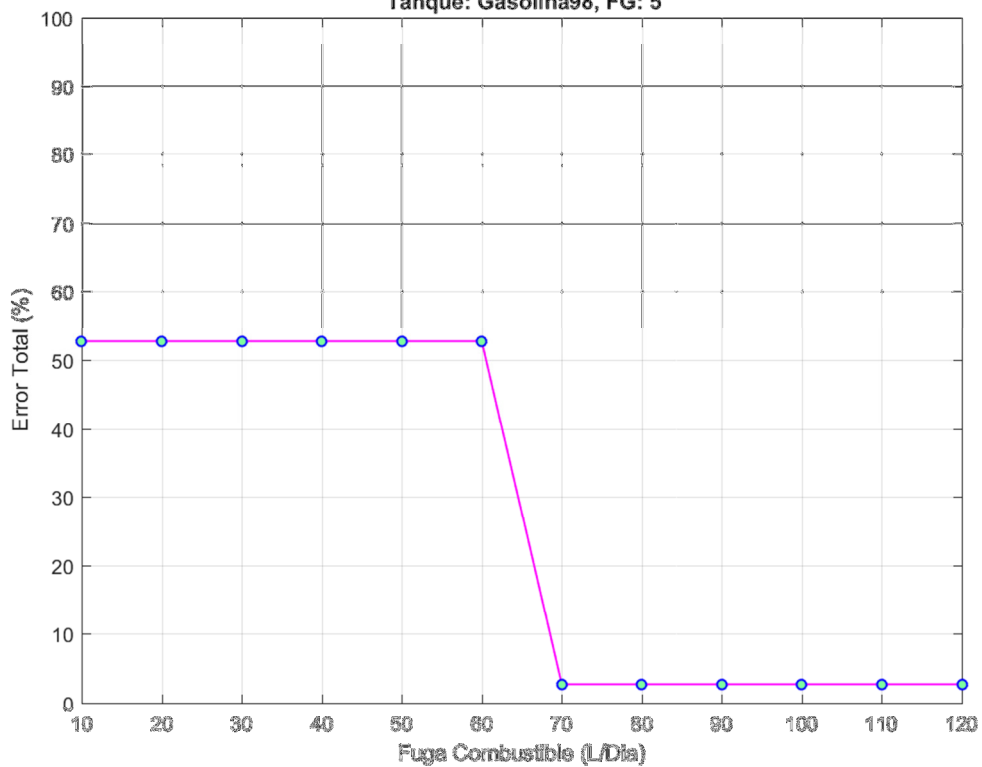
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



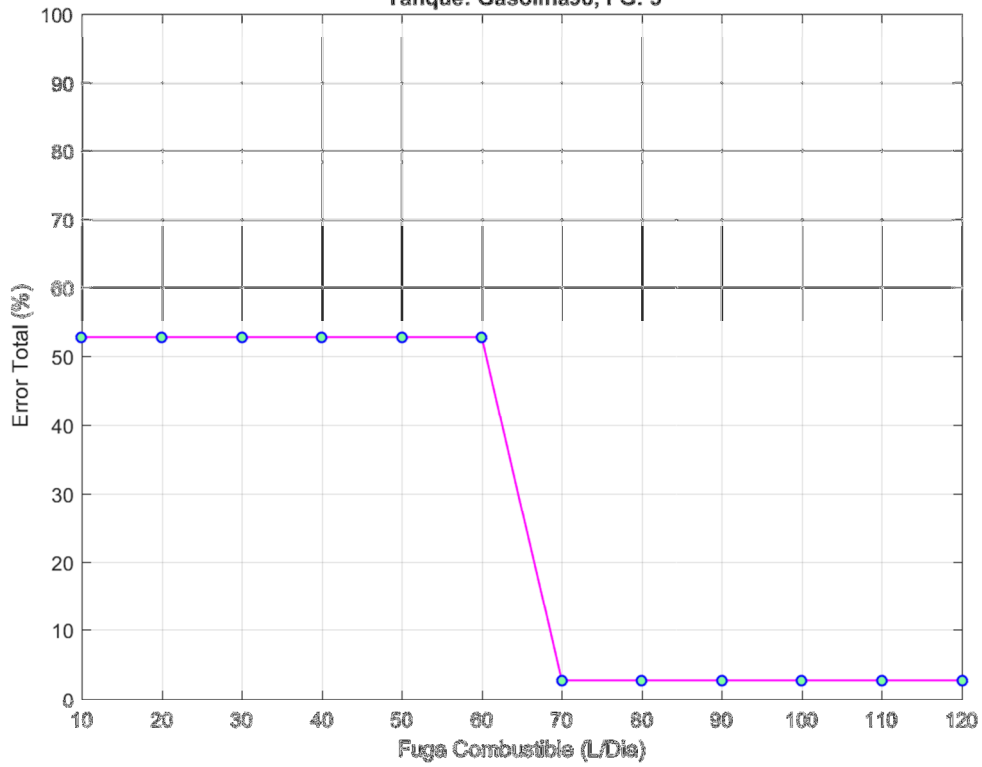
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



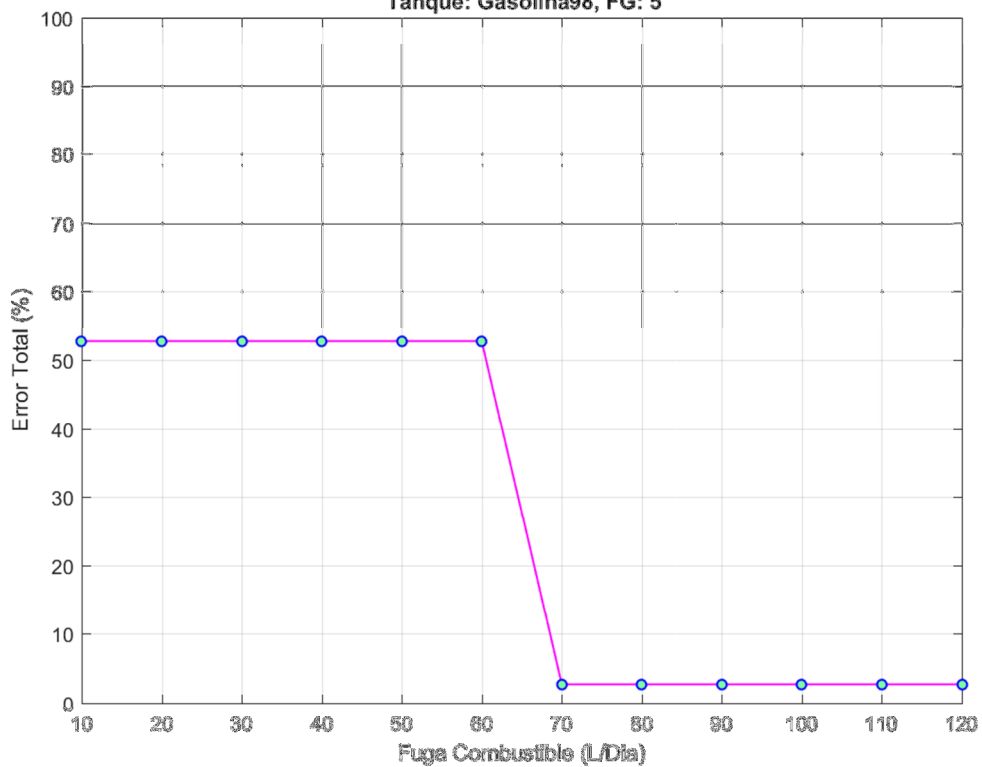
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



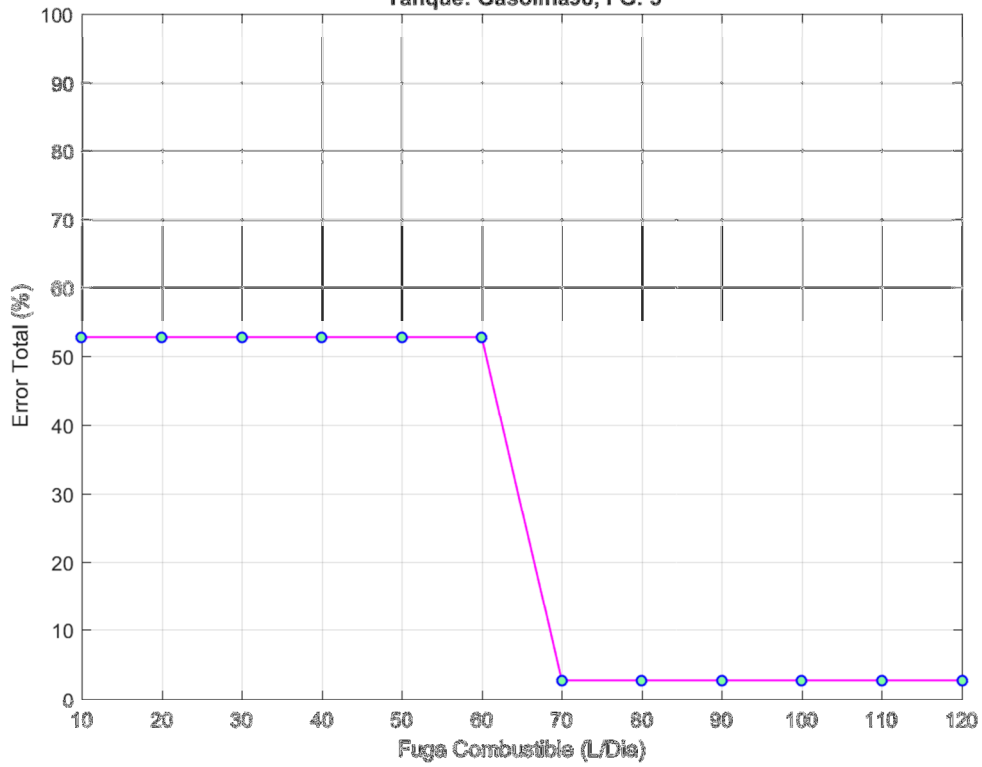
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 5



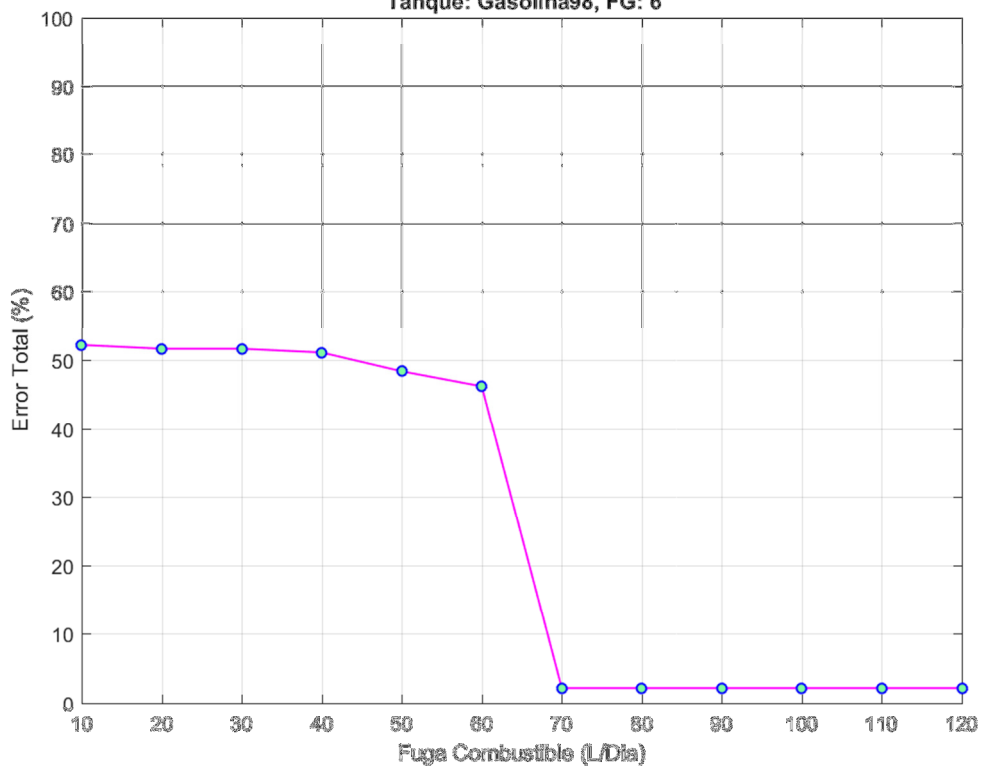
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 5



Metodo:  $autoenc_d$ , EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 08

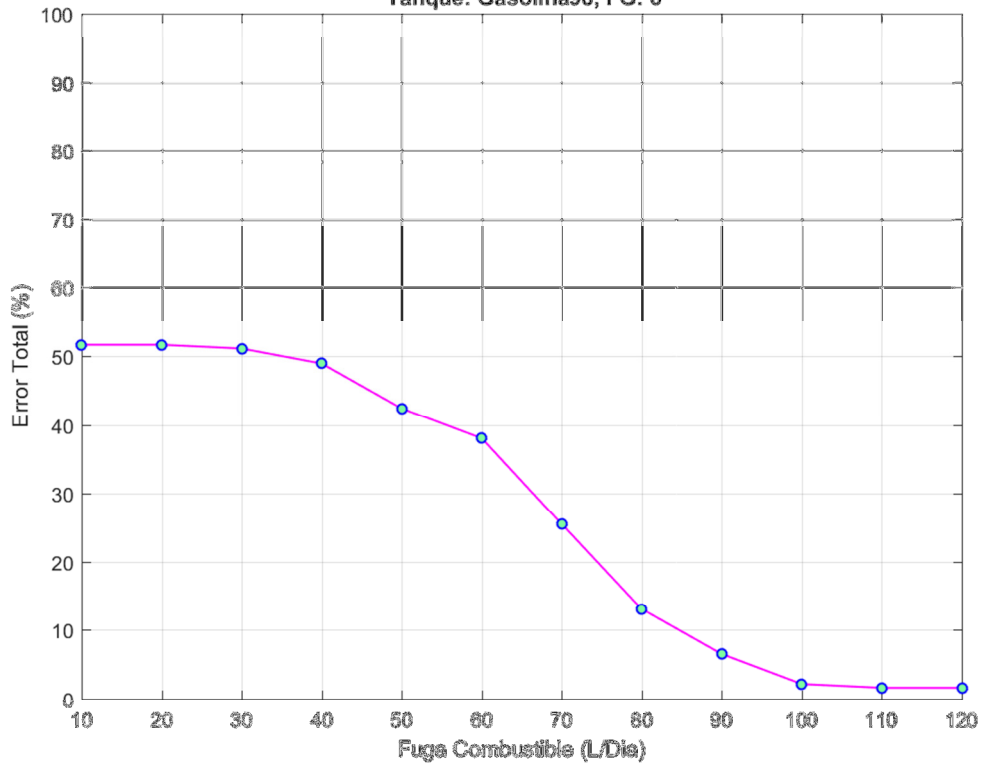
Tanque: Gasolina98, FG: 6





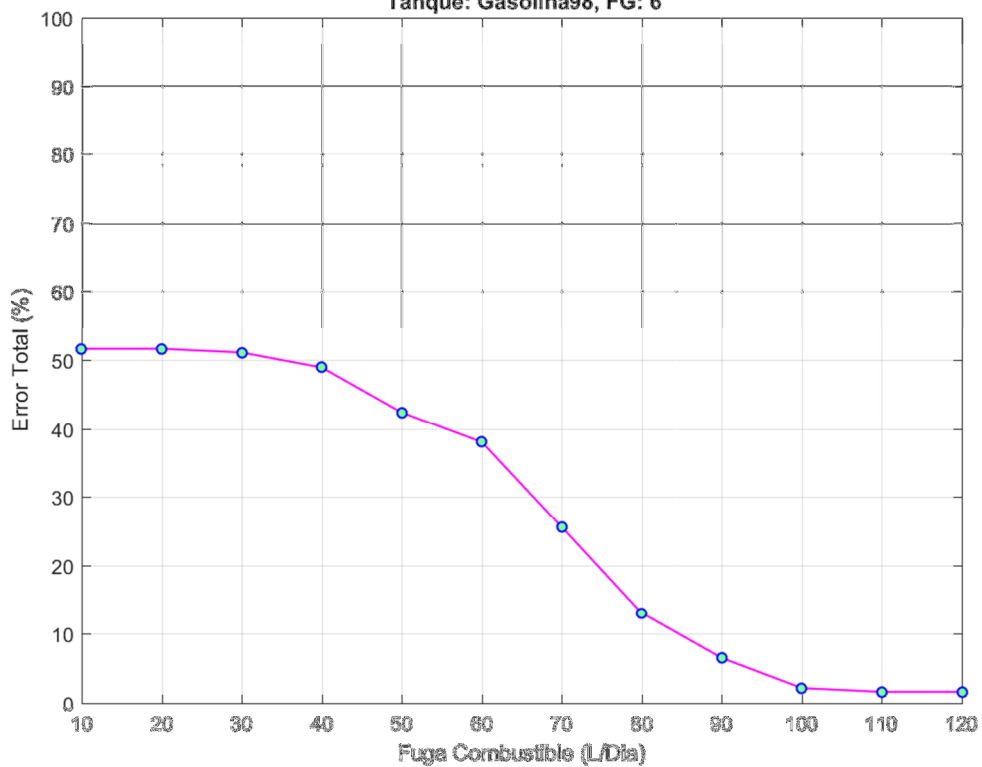
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



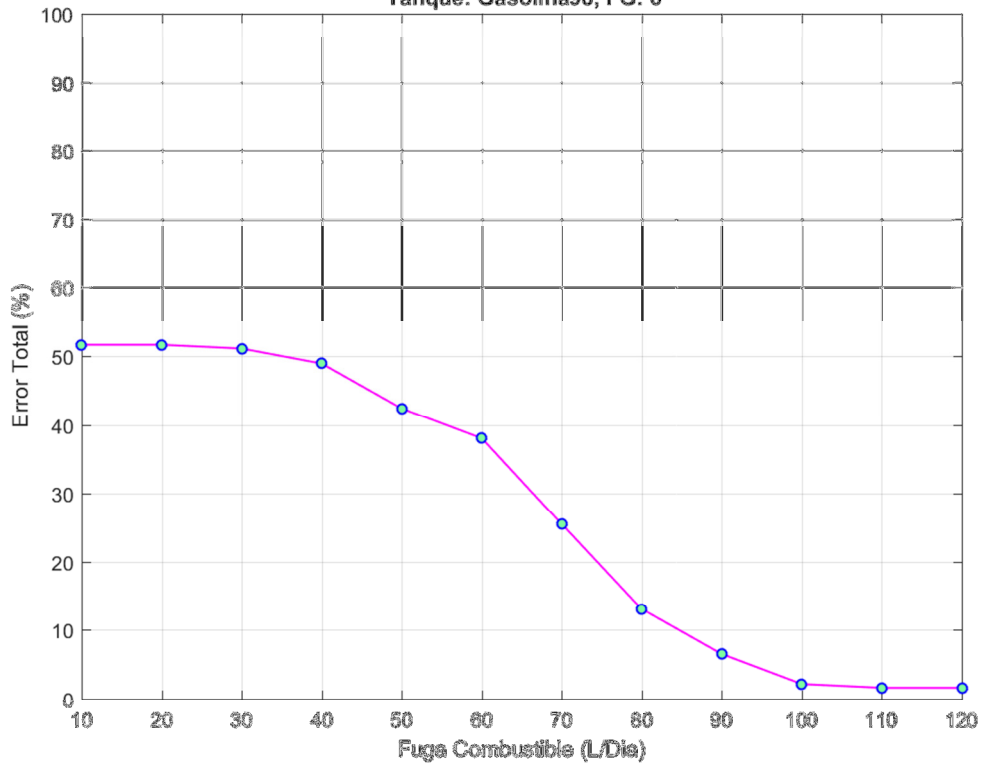
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



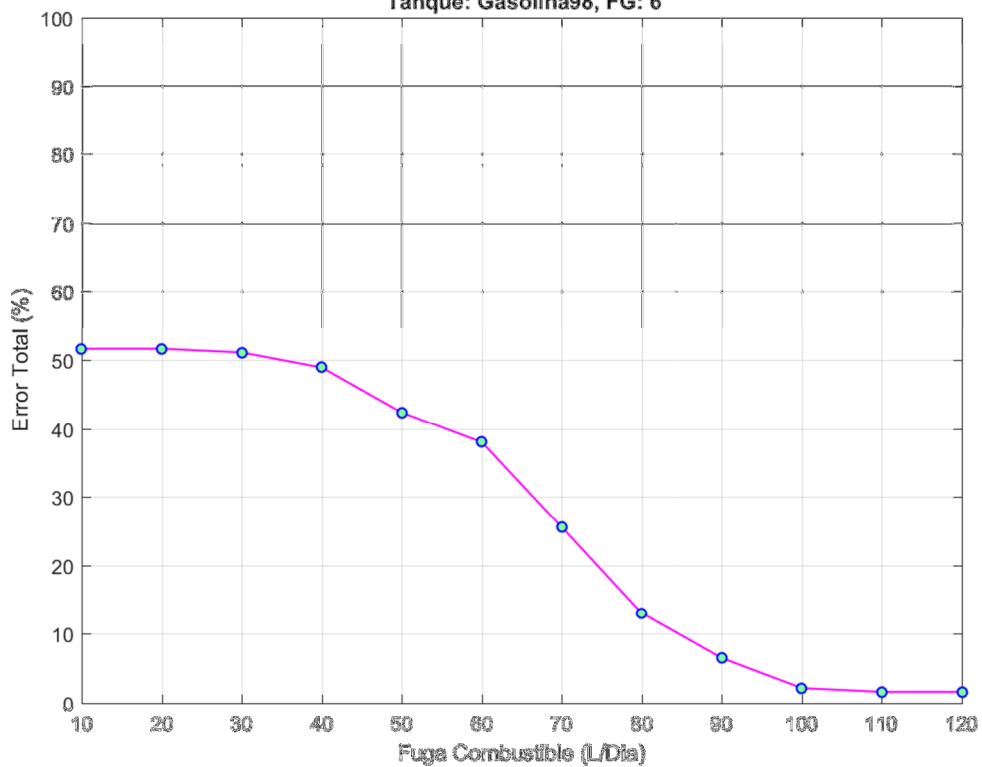
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



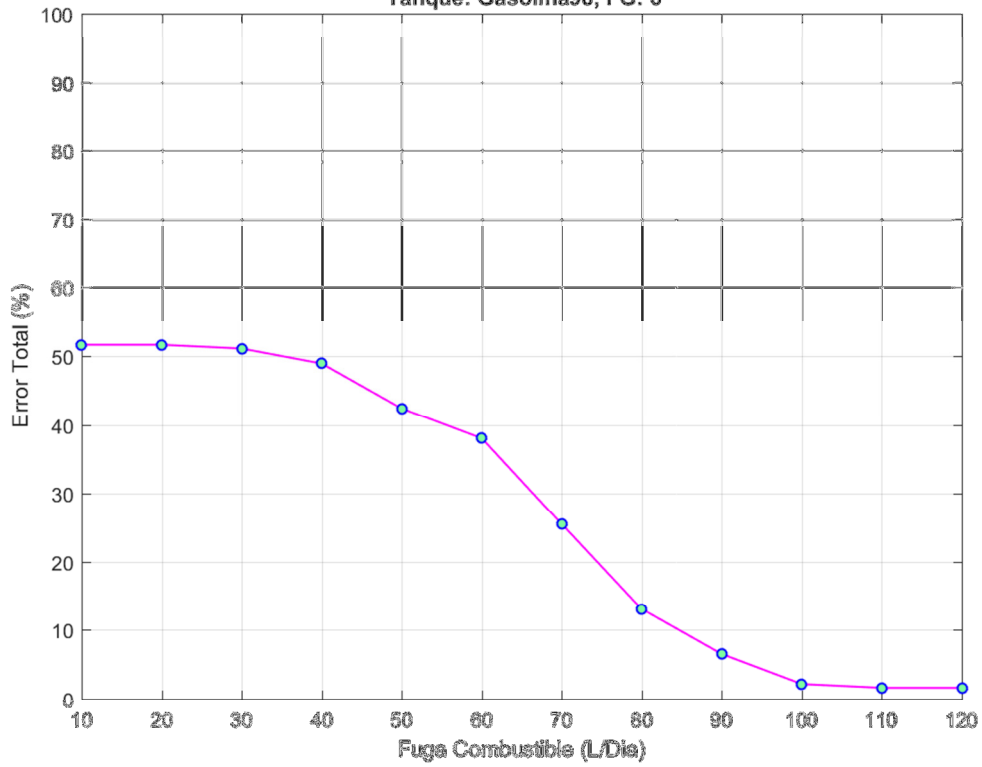
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



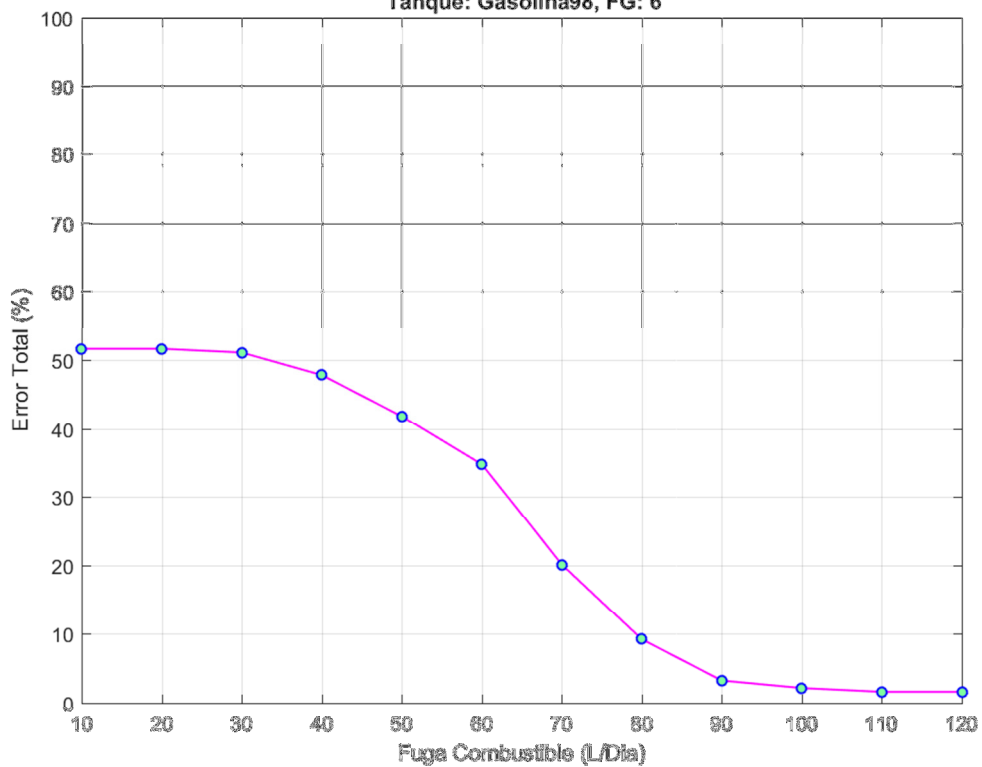
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej: 1.00e-03, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 6



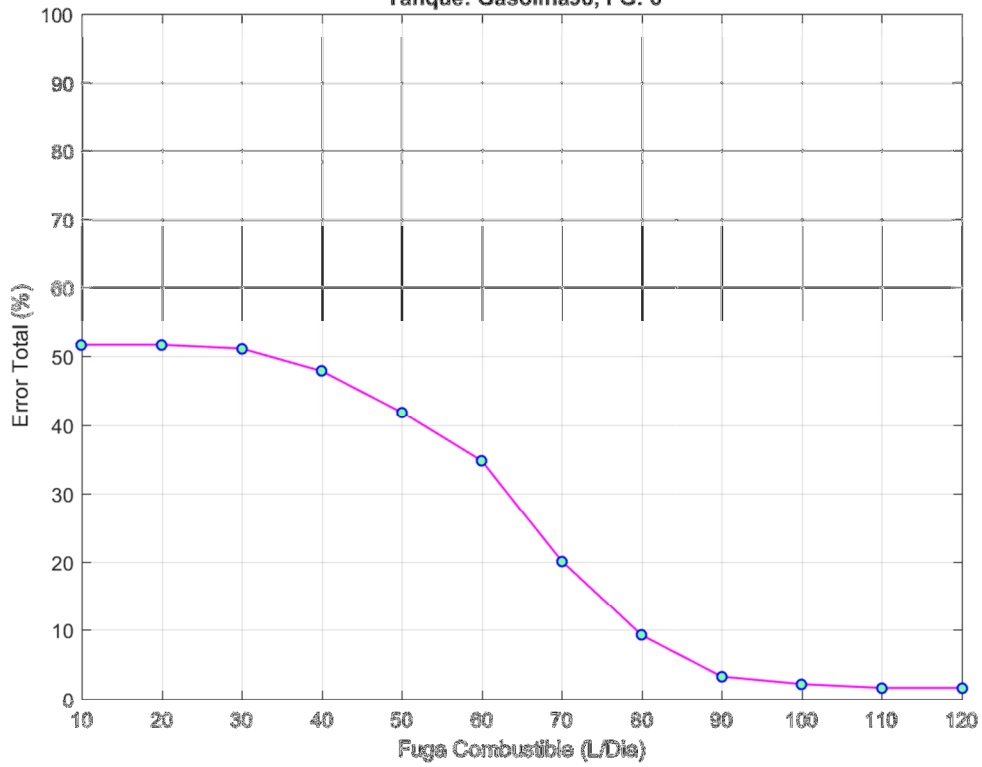
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 3.00e-01

Tanque: Gasolina98, FG: 6



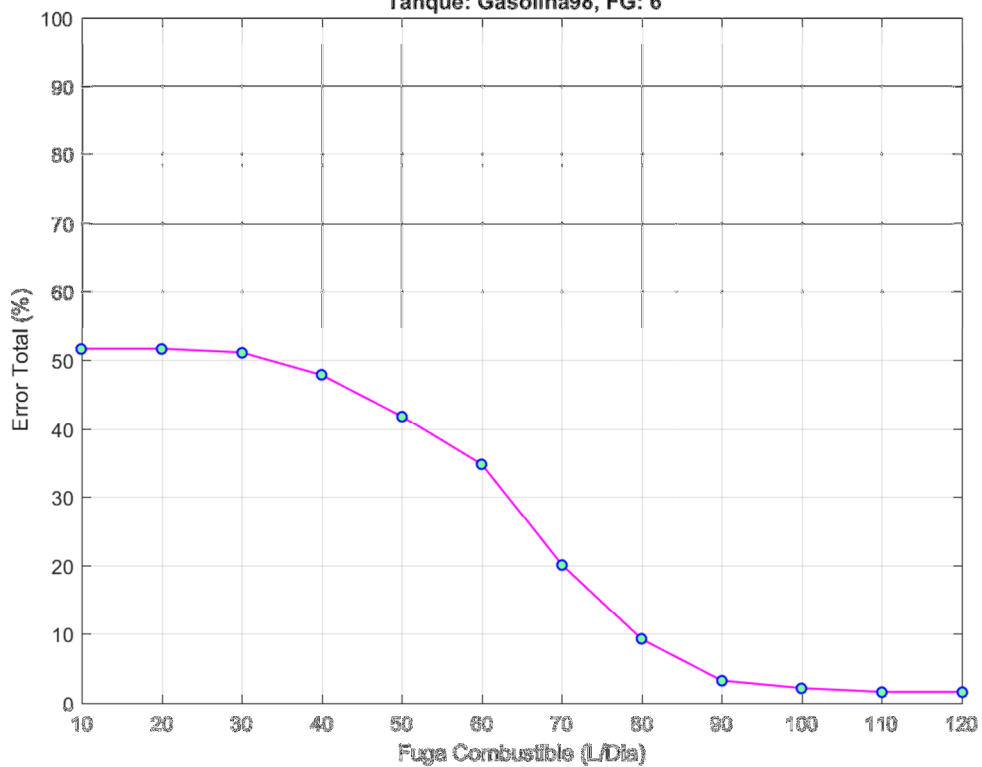
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



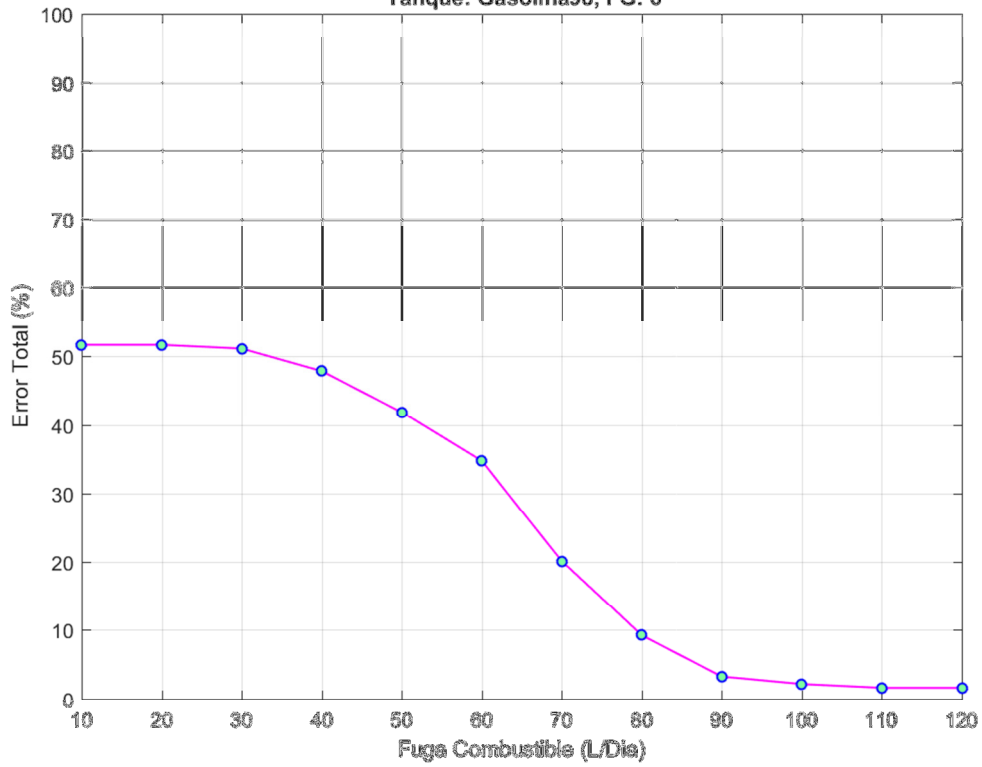
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



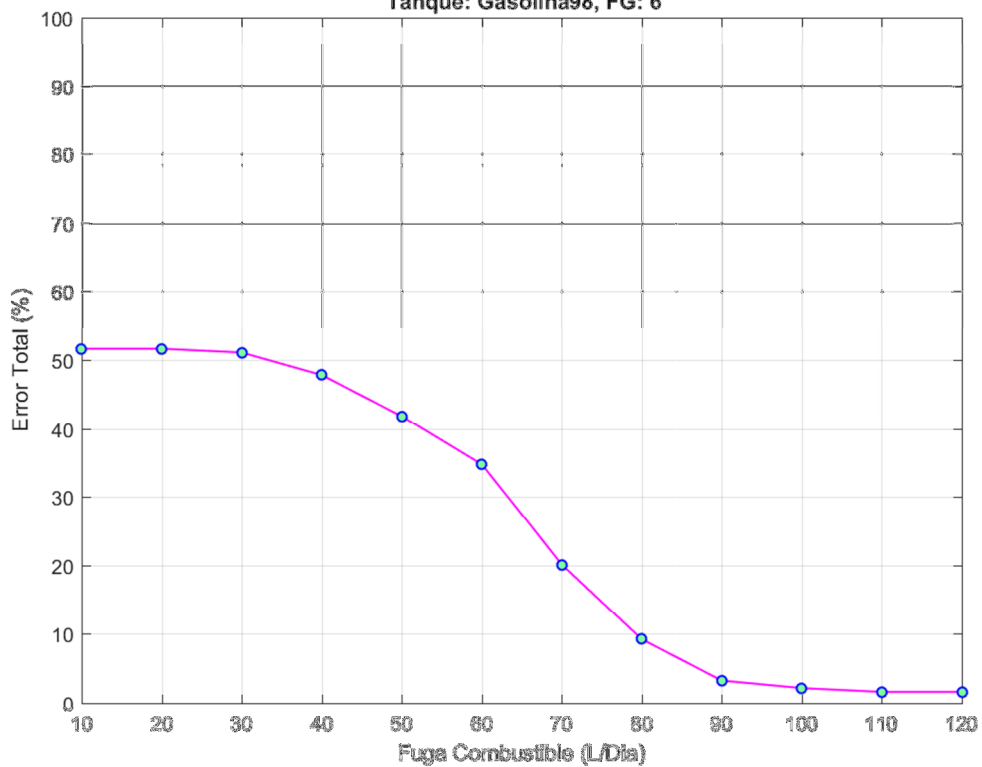
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



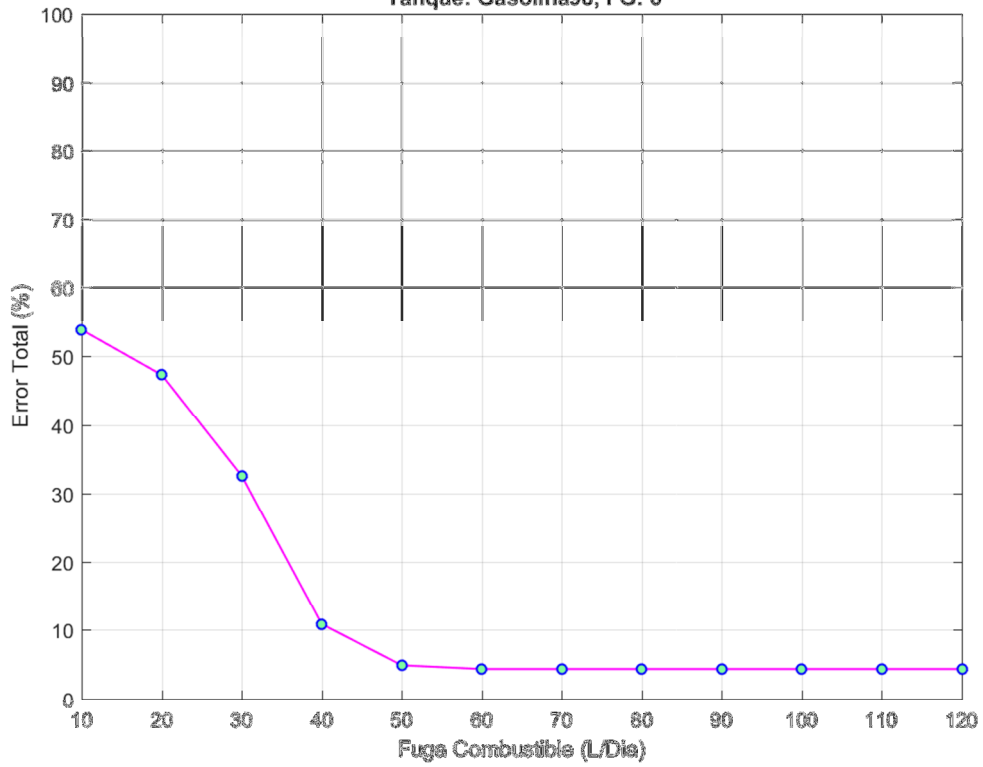
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 6



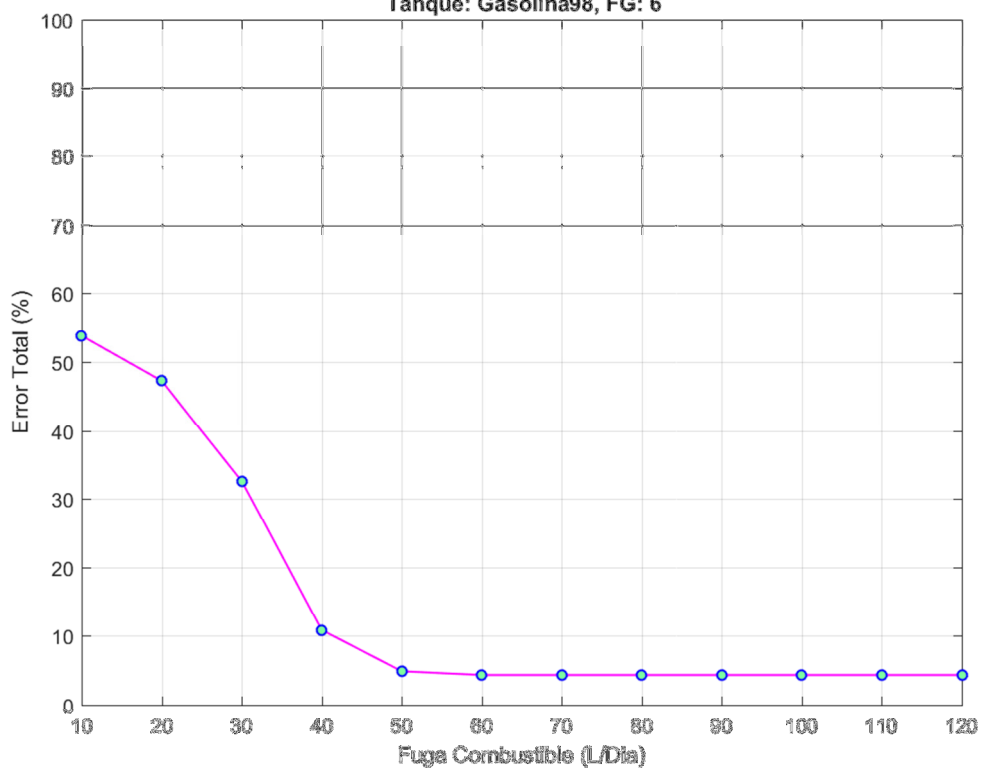
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



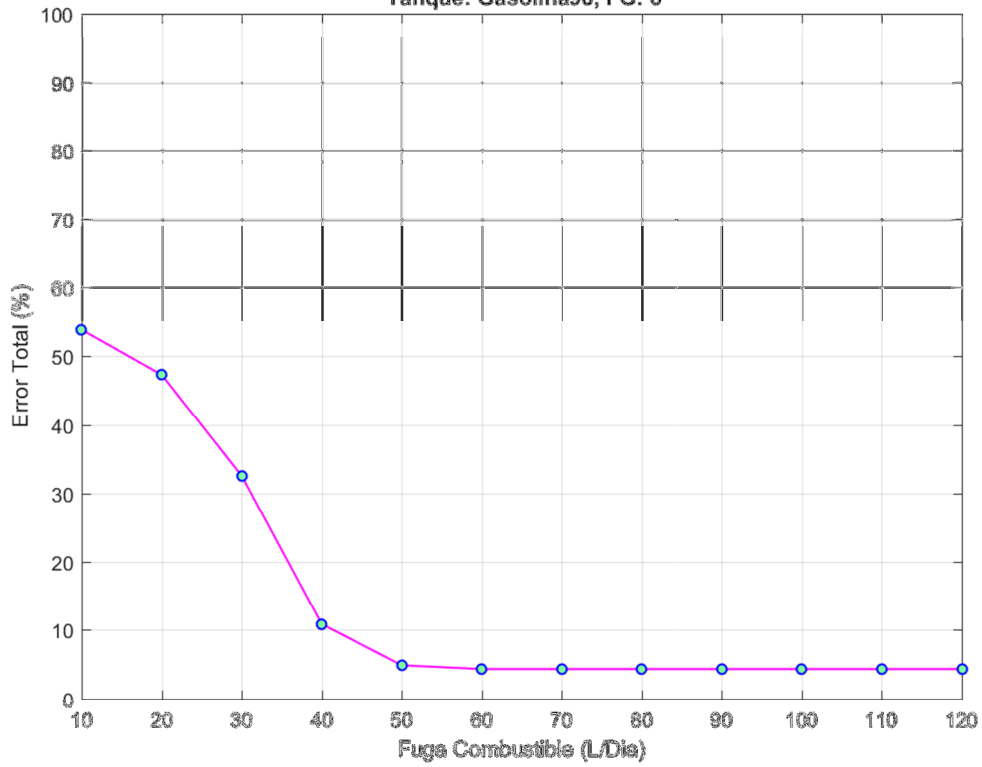
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



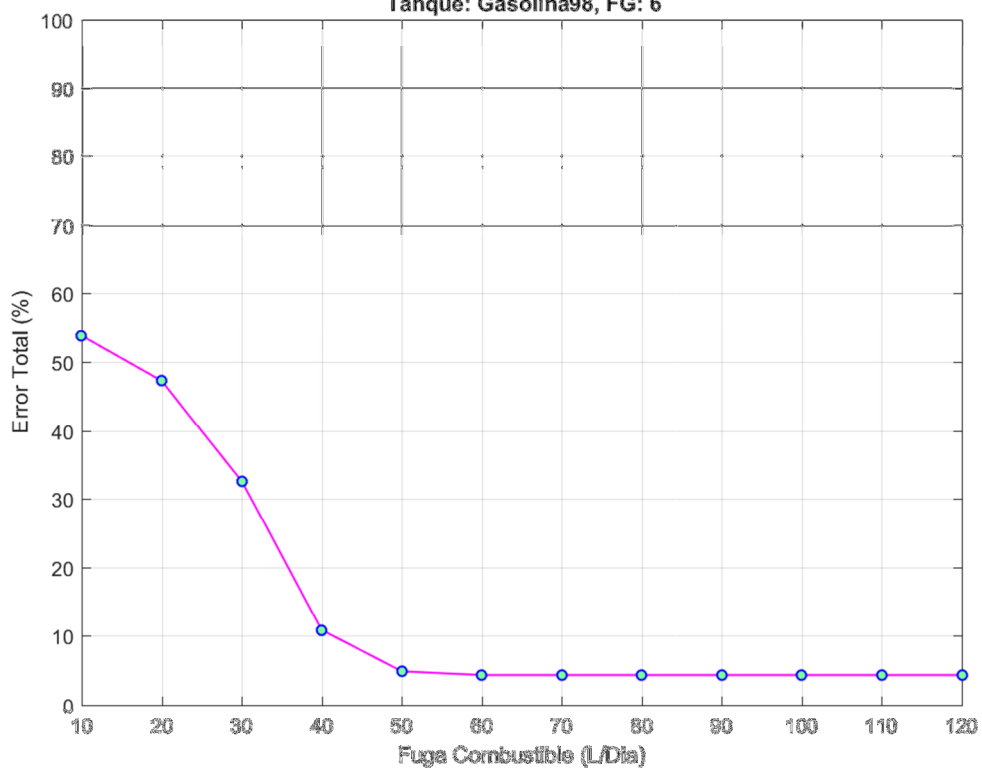
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



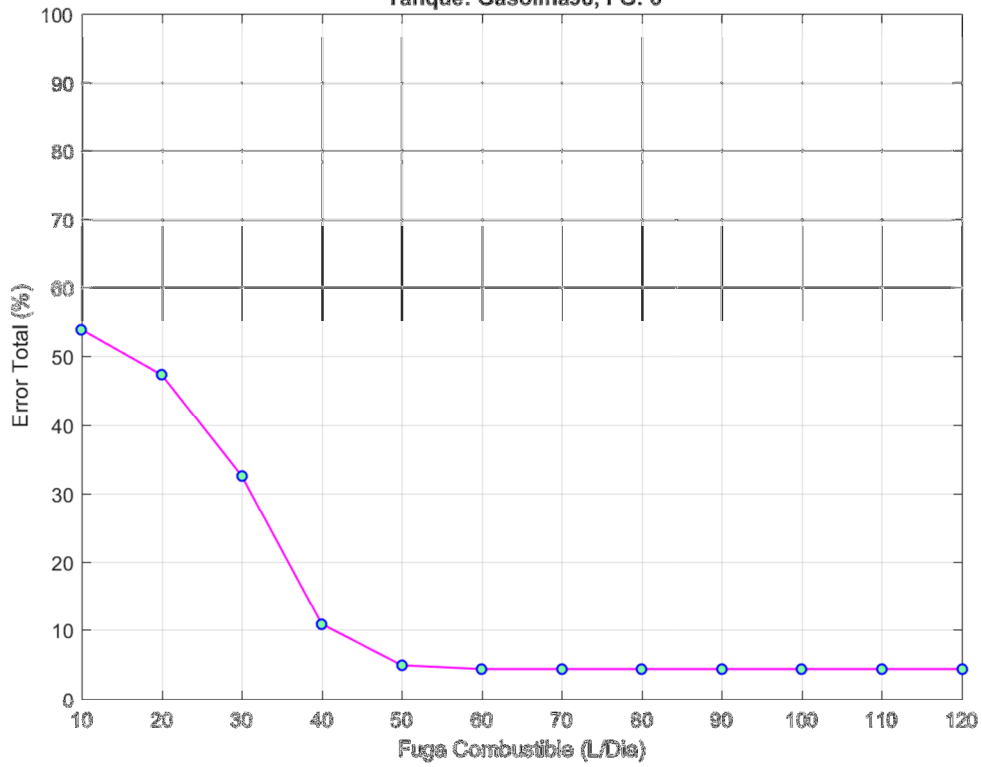
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 6



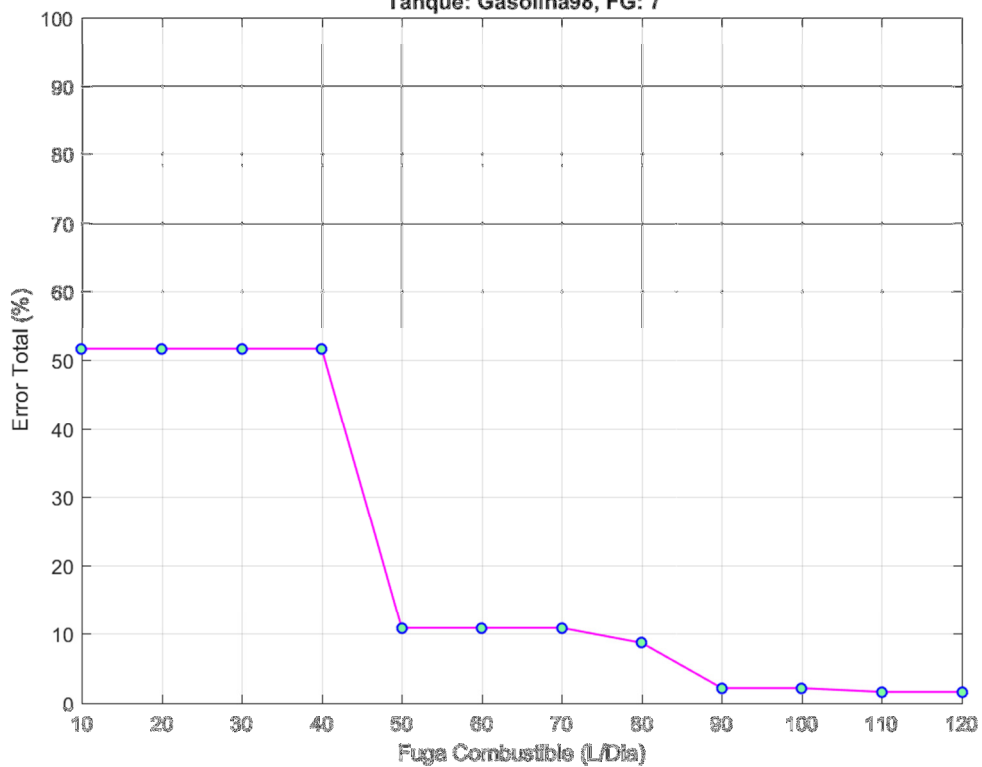
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 10%, Fracrej:  $1.00e-01$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 6



Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

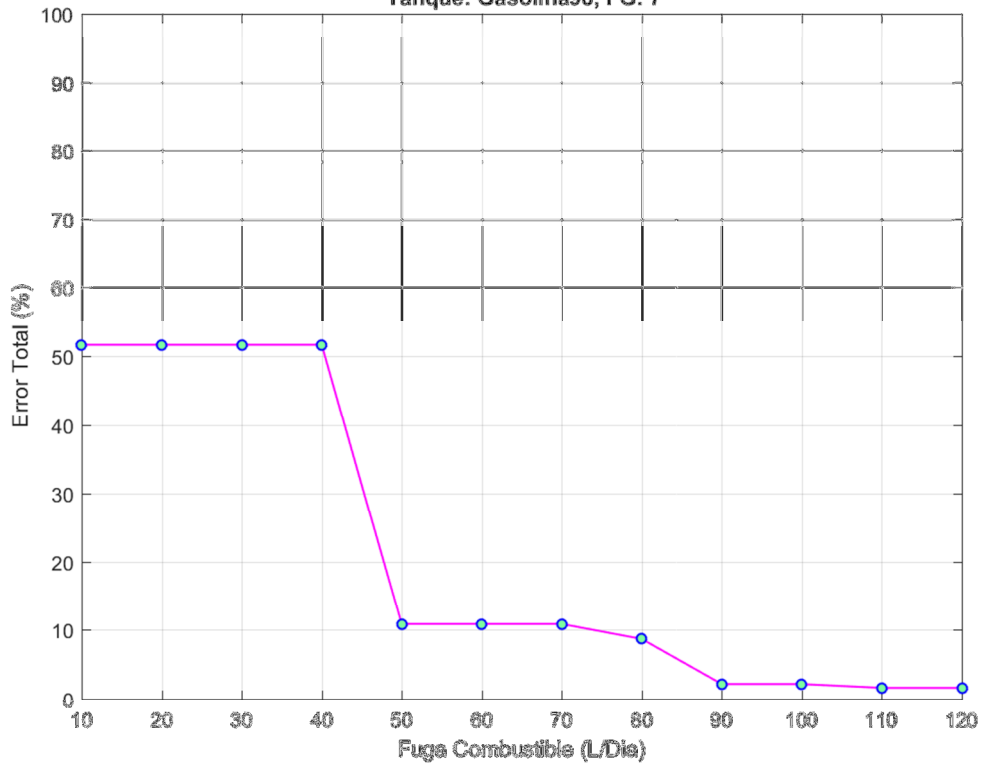
Tanque: Gasolina98, FG: 7





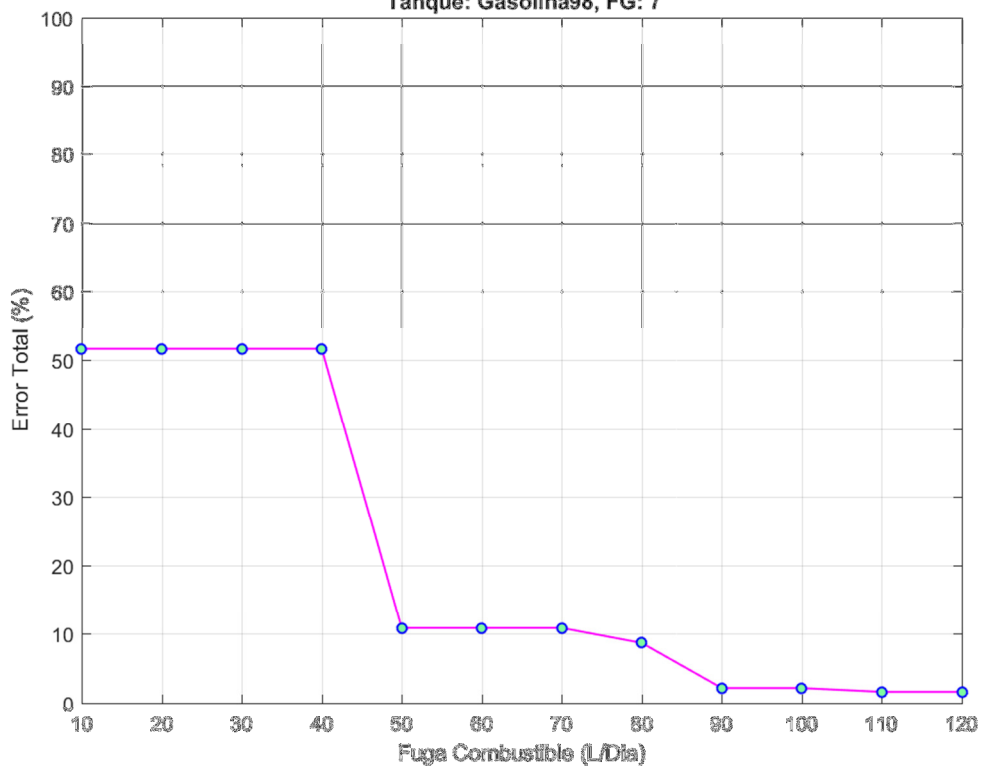
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



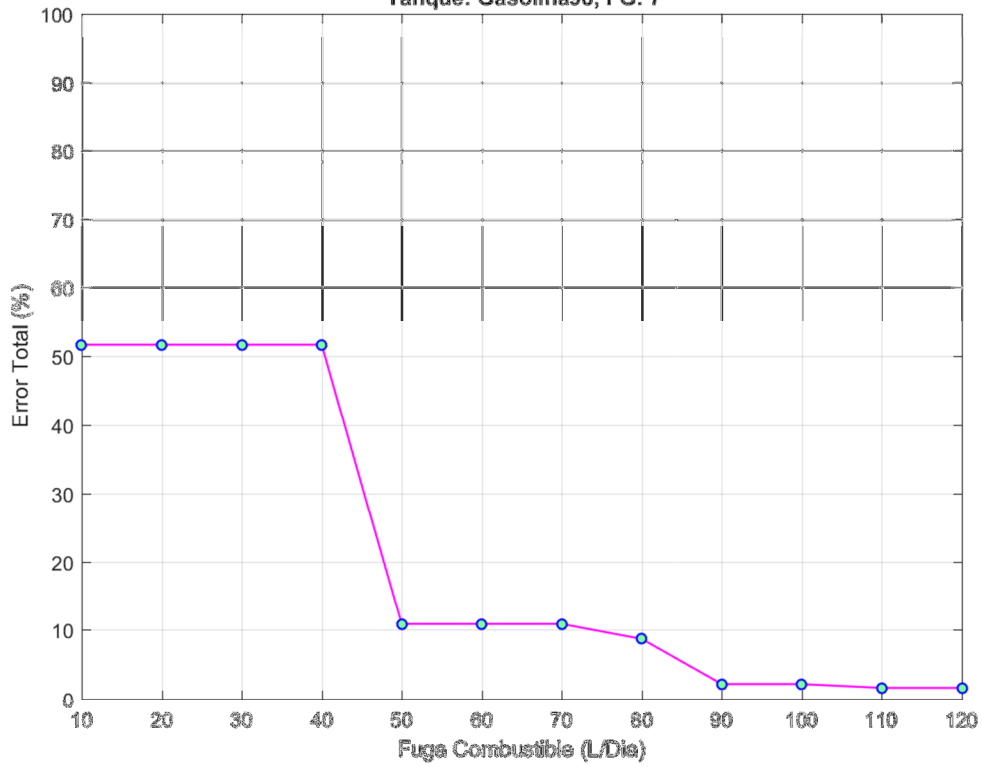
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



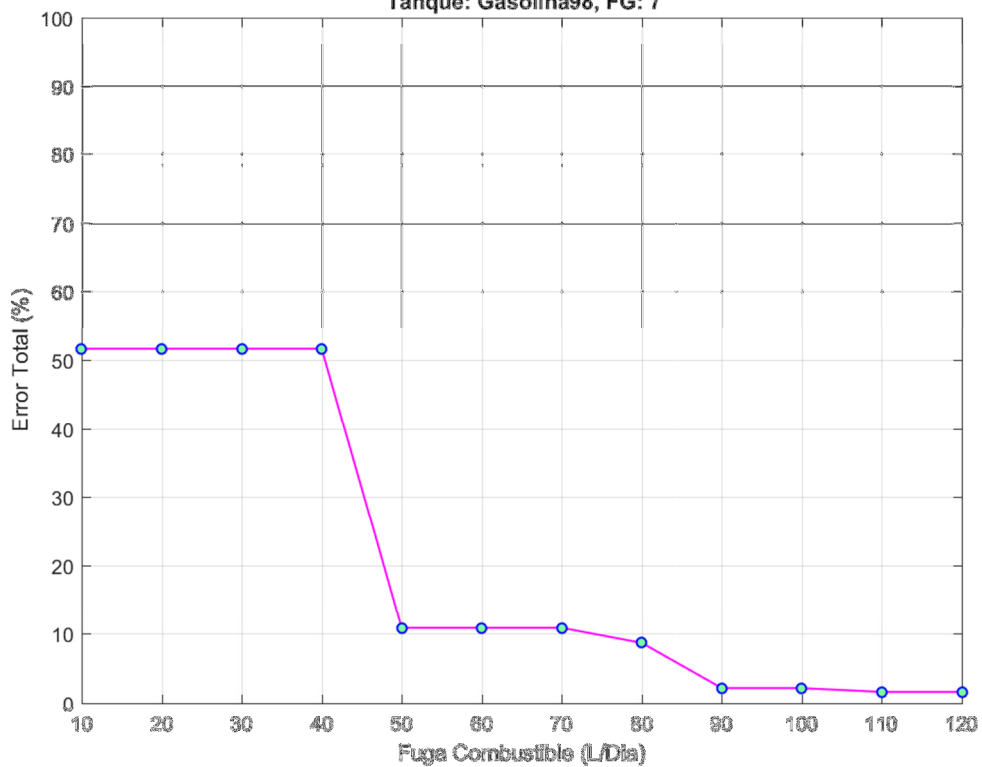
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



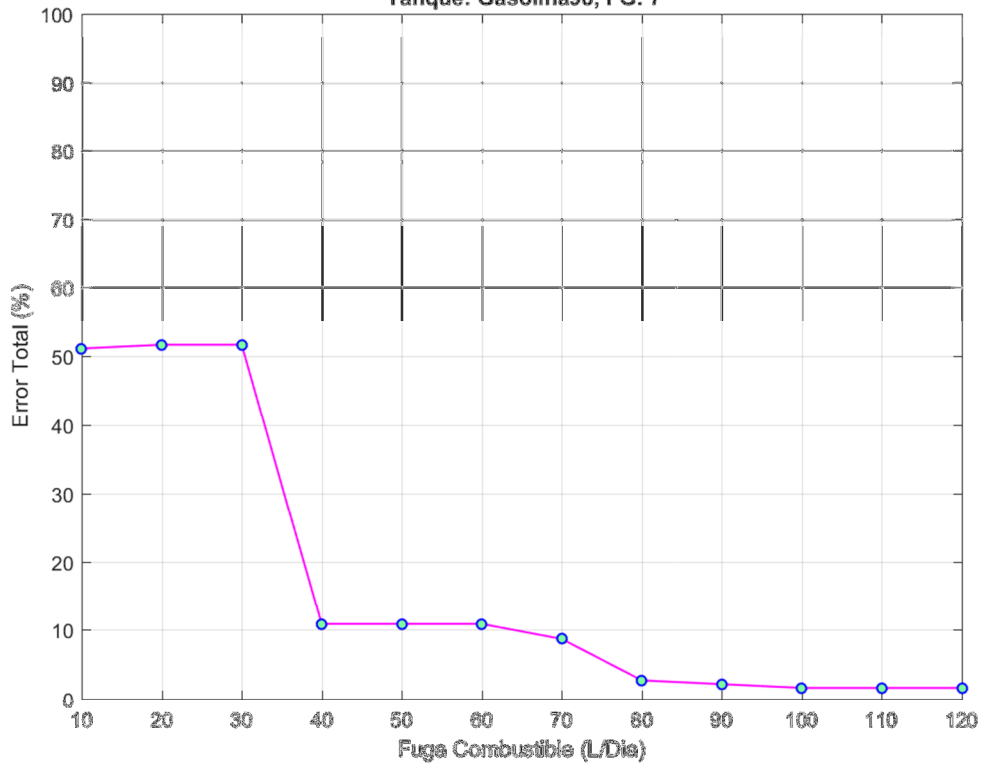
Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 00%, Fracrej:  $1.00e-03$ , P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 7



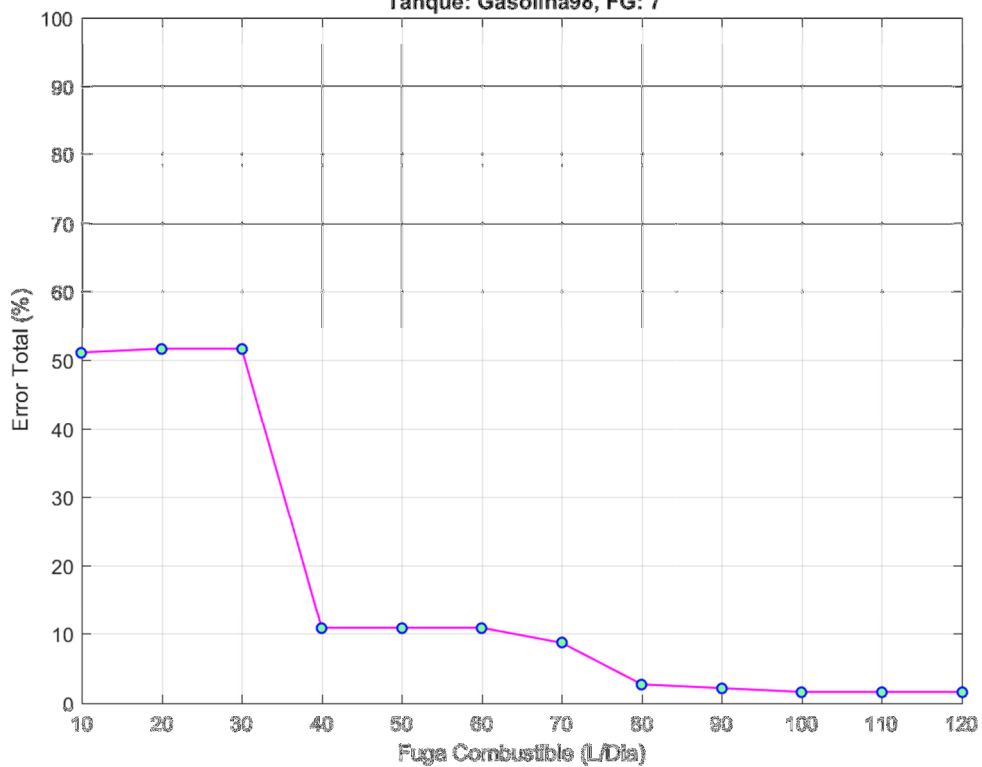
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $3.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



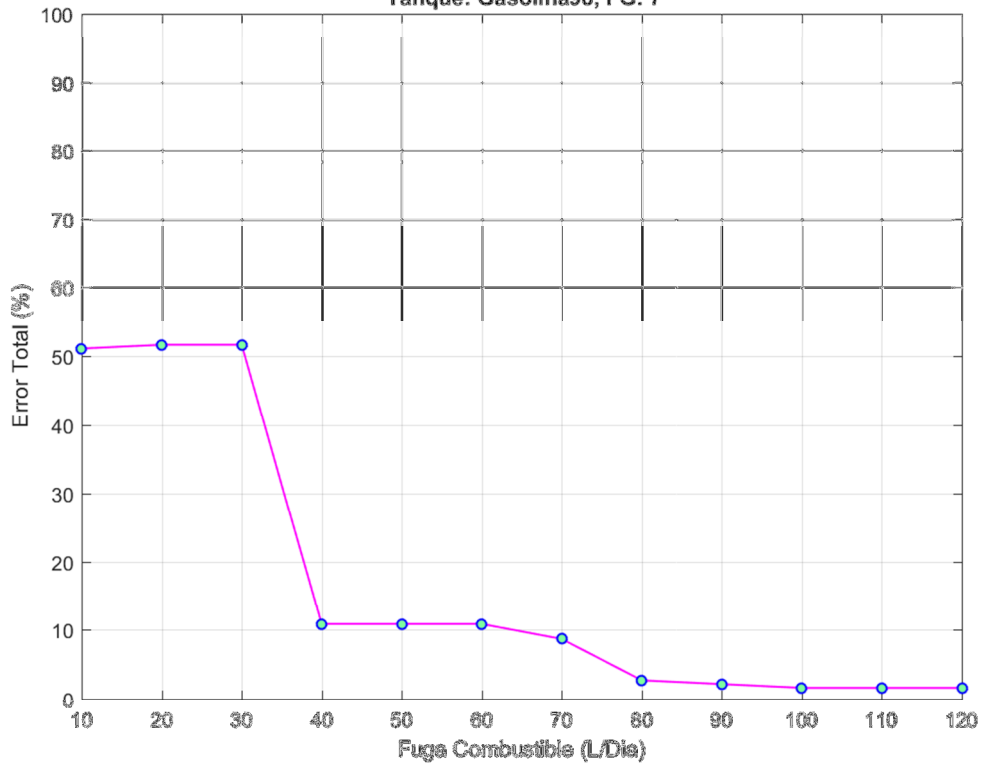
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $5.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



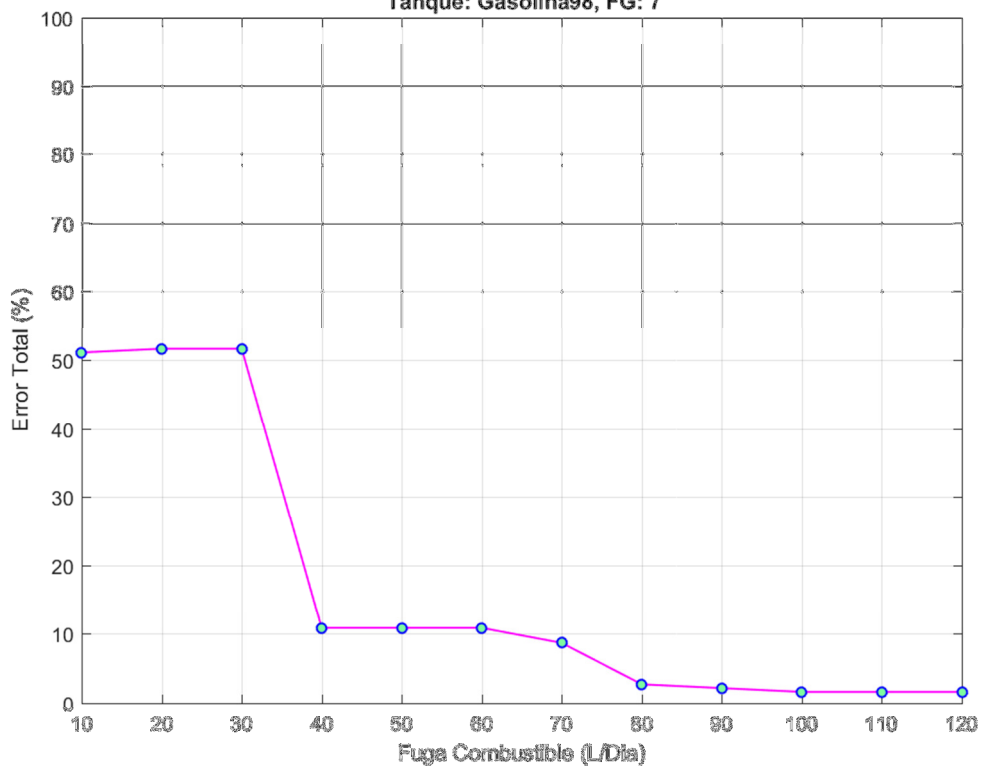
Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $7.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



Metodo:  $pca_d$ , EEntr:  $1.11e+00\%$ , Fracrej:  $1.00e-02$ , P.Regulador:  $9.00e-01$

Tanque: Gasolina98, FG: 7



Metodo:  $pca_d$ , EEntr: 1.11e+00%, Fracrej: 1.00e-02, P.Regulador: 01

Tanque: Gasolina98, FG: 7

