



MYRKOS

Princípios Operacionais

Análise de Gases Dissolvidos (DGA)



O processo de DGA envolve as seguintes etapas básicas:

Amostragem de Óleo

Extração dos Gases

Medição dos Gases



Amostragem de Óleo

Amostragem de Óleo



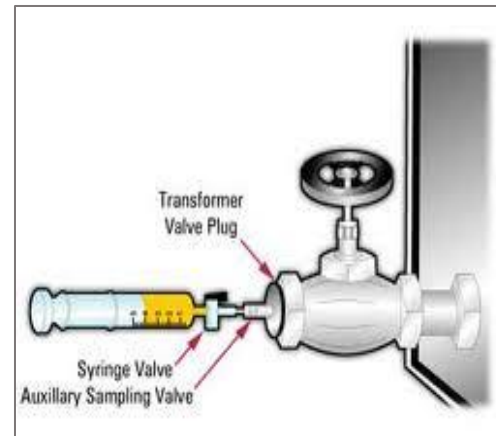
- Recipientes sujos influenciam as leituras
- Embalagens inadequadas influenciam as leituras

Evite:



- Recipientes não selados
- Recipientes sujos
- Embalagens inadequadas

Amostragem adequada:



- Purga das primeiras amostras
- Tomar uma amostra representativa
- Amostra livre de bolhas



Extração de Gases

Extração de Gases

SERINGAS “SHAKE TEST”



As seringas “Shake Test” permitem realizar dois processos com a mesma ferramenta:

- Tomar a amostra de óleo do transformador
- Extrair os gases da amostra

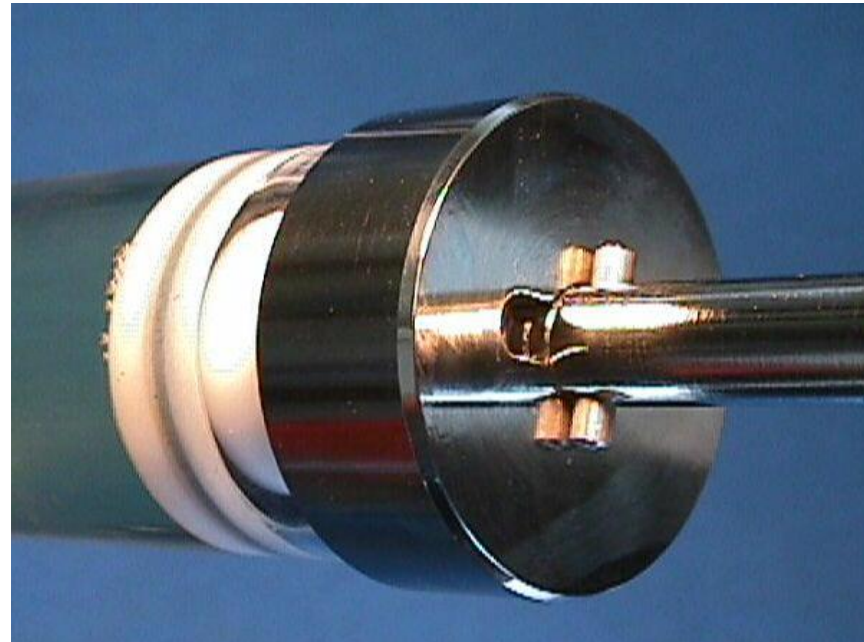
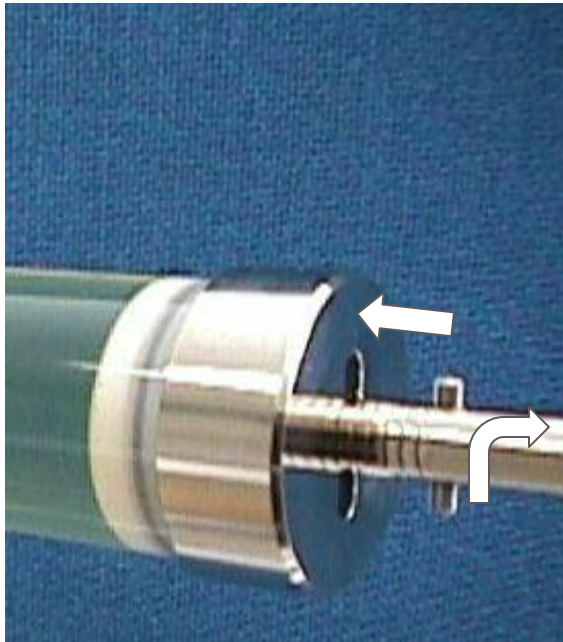


Design segundo ASTM 3612 (Método C)
para criar volumes conhecidos para V_L e V_G

Extração de Gases

Formando o V_L

- O pino de medição é usado para gerar o V_L
- Gire o pino 90°
- Empurre o pistão purgando 10% do volume do óleo



Extração de Gases

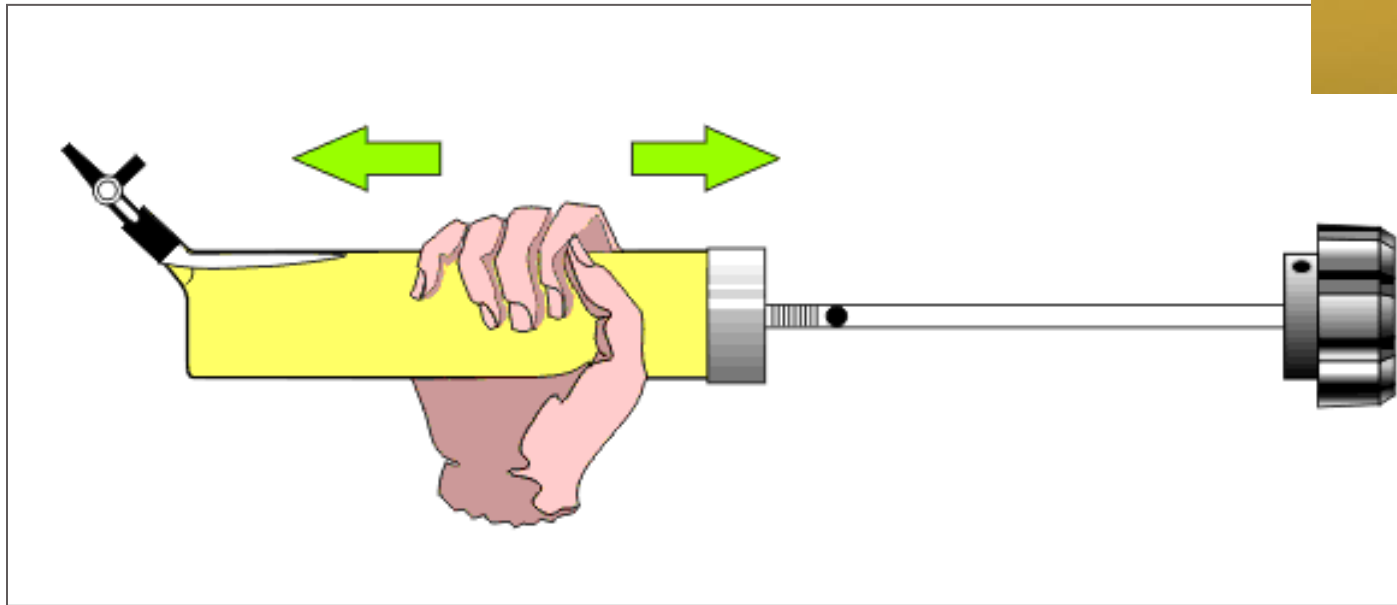
Formando o V_G

- Conectar o bico da seringa ao filtro de CO_2
- Ar livre de CO_2 é introduzido na seringa, puxando o pistão da seringa;
- O ar passa através do filtro de CO_2 para formar o V_G



Volume de gás (V_G)
livre de CO_2
(espaço de cabeça)

Extração de Gases



- Agitar a seringa por cerca de 30 segundos
- Formação de bolhas aumenta a superfície de contato entre V_G e V_L
- Há a difusão dos gases dissolvidos no óleo para o espaço de cabeça
- Equilíbrio entre V_G e V_L

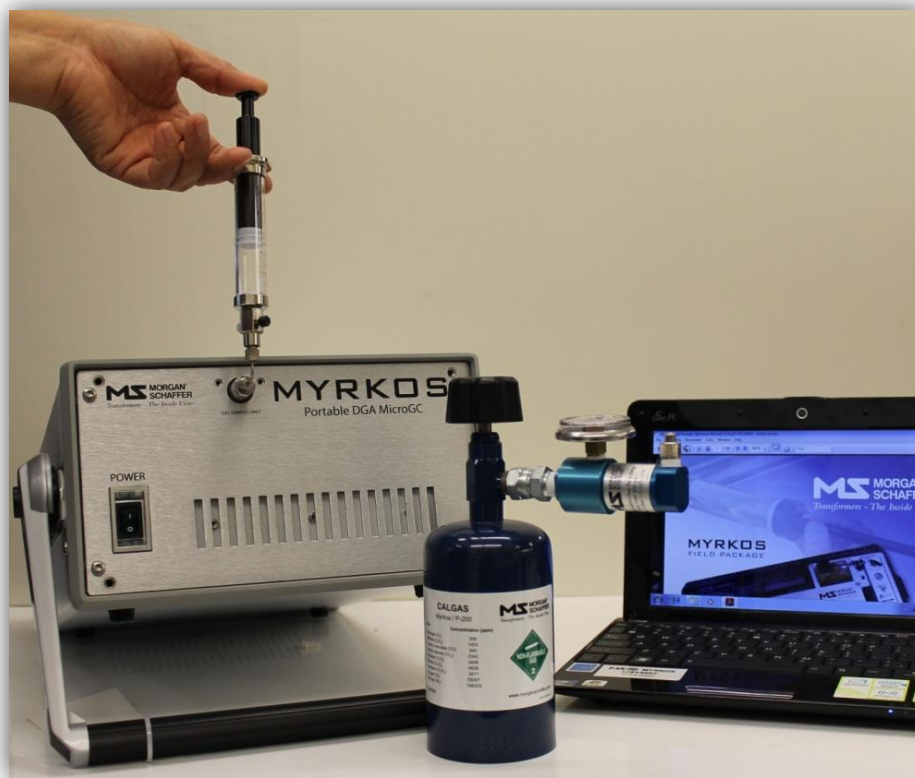


Medição dos Gases

Calibração

Calibração = Rastreabilidade

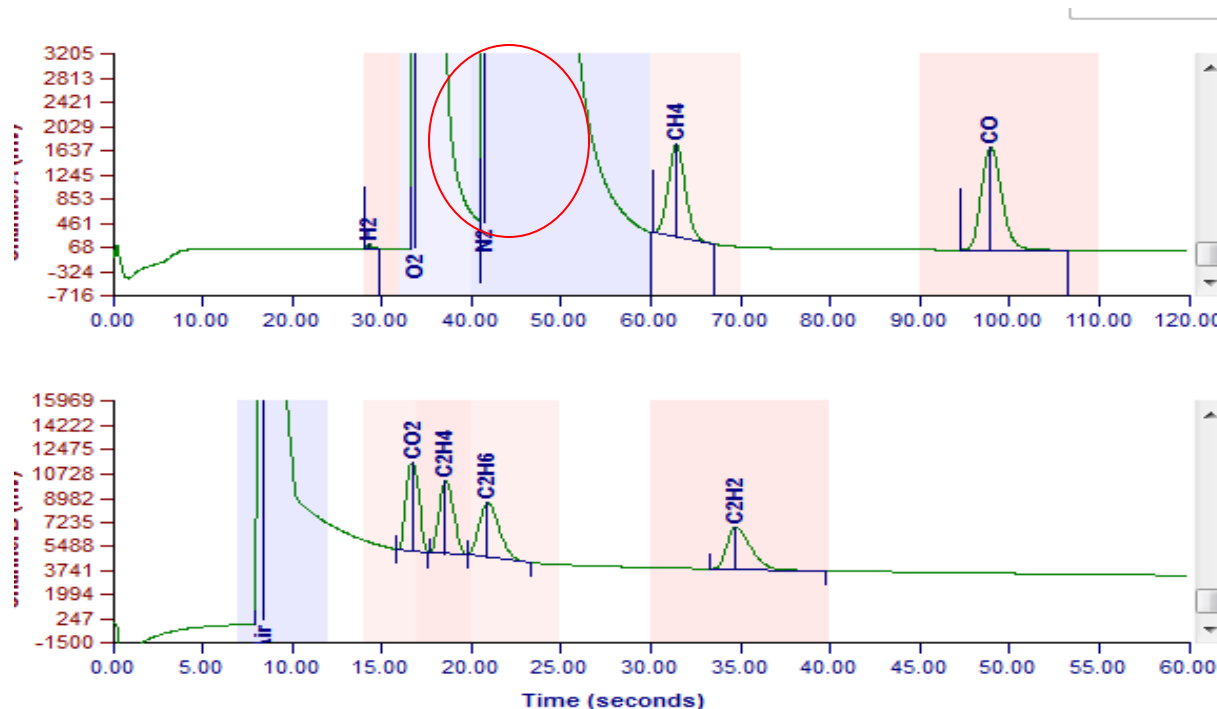
O primeiro passo é calibrar o instrumento para garantir medições exatas e precisas



1. Injeção de CALGAS (calibração dos gases de falta)
2. Injeção de ar ambiente livre de CO₂ (calibração de O₂ e N₂)

CALGAS (Gás de Calibração)

- Mistura de gases fabricada pela Morgan Schaffer com concentrações precisas, usado para calibrar o cromatógrafo MYRKOS antes de sua operação
- O CALGAS é injetado e analisado
- Os resultados da medição são indicados em millivolts (mV)



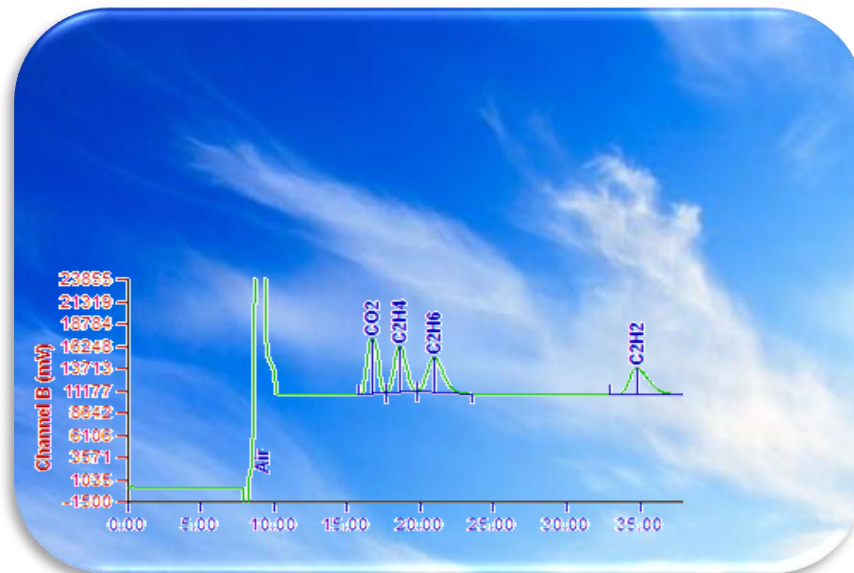
CALGAS (Gás de Calibração)

- Para melhores resultados, devem ser feitas duas injeções de CALGAS
- A diferença de medição entre as injeções deve ser < 2%

	H2	CH4	CO	CO2	C2H4	C2H6	C2H2	
Calibration #1 (mV)	72.6	1501.5	1665.5	6343.7	5220.5	3936.5	3044.7	
Calibration #2 (mV)	72.6	1501.5	1665.5	6343.7	5220.5	3936.5	3044.7	
Deviation (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ar ambiente livre de CO₂

- Após a injeção de CALGAS, deve-se injetar ar ambiente, tomado através de um filtro de CO₂
- Desta forma, gera-se uma amostra contendo apenas O₂ e N₂
- A injeção de ar livre de CO₂ cria uma linha base confiável para uma medição refinada



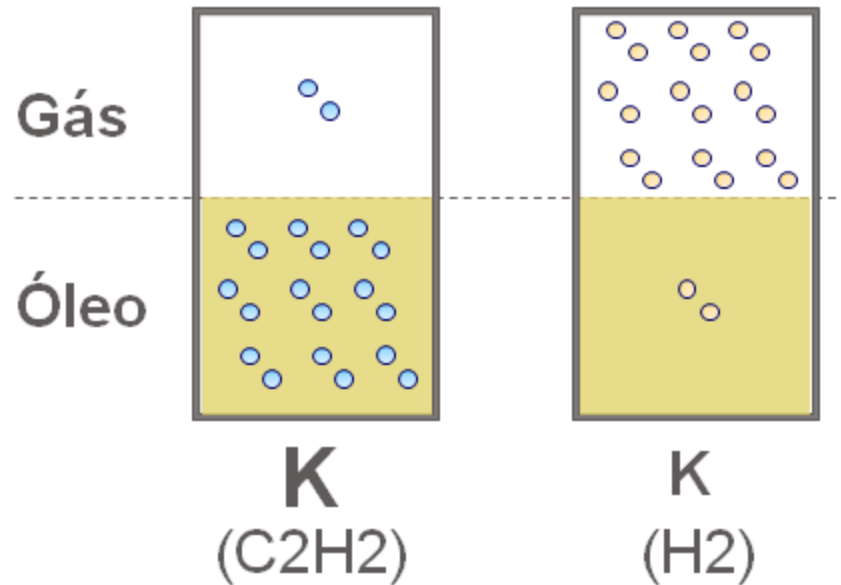
Cálculo dos gases

Coeficientes de Solubilidade de Ostwald (K)

Para maior exatidão e precisão na DGA deve ser considerado o coeficiente de solubilidade do óleo a ser analisado.

A quantidade de gases que se dissolve em um líquido depende de:

- Pressão parcial do gás.
- Temperatura do líquido.
- Natureza do gás.
- Tipo de líquido.



Cálculo dos gases

Coeficientes de Solubilidade de Ostwald (K)

Gás	Voltesso 35	Voltesso 35	Envirotemp FR3	Midel 7131	Silicone M50 EL
	Referência ASTM	% diferença Experimental	% diferença Experimental	% diferença Experimental	% diferença Experimental
H2	0.0558	100	84	91	166
O2	0.179	96	75	85	149
N2	0.0968	94	75	90	162
CH4	0.438	98	78	87	130
CO	0.133	99	83	95	153
CO2	1.17	93	132	175	139
C2H2	1.22	102	220	359	167
C2H4	1.76	105	96	106	124
C2H6	2.59	109	83	85	120

Cálculo dos gases

Como se calculam os gases no óleo?

A amostra entra em contato com uma fase gasosa (head-space) e por equivalência de massa pode-se deduzir:

$$C_{L0} \times V_L = C_L \times V_L + C_G \times V_G$$

$$C_{L0} \times V_L = K \times C_G \times V_L + C_G \times V_G$$

$$C_{L0} = C_G (K + V_G/V_L)$$

Equação base do método “headspace”

A concentração inicial de um gás dissolvido no óleo pode ser determinada analisando uma porção de espaço de cabeça uma vez alcançado o equilíbrio.

$$C_L = K \times C_G$$

Direta proporcionalidade da concentração entre as duas fases

C_{L0} = Conc. inicial no óleo

V_L = Volume do óleo

C_L = Concentração no óleo

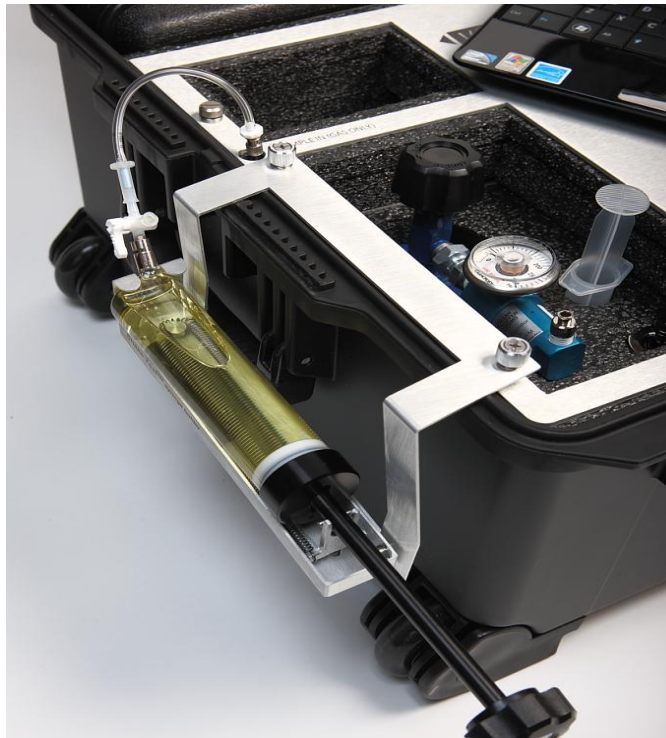
C_G = Concentração no gás

V_G = Volume do gás

K = Coeficiente de solubilidade

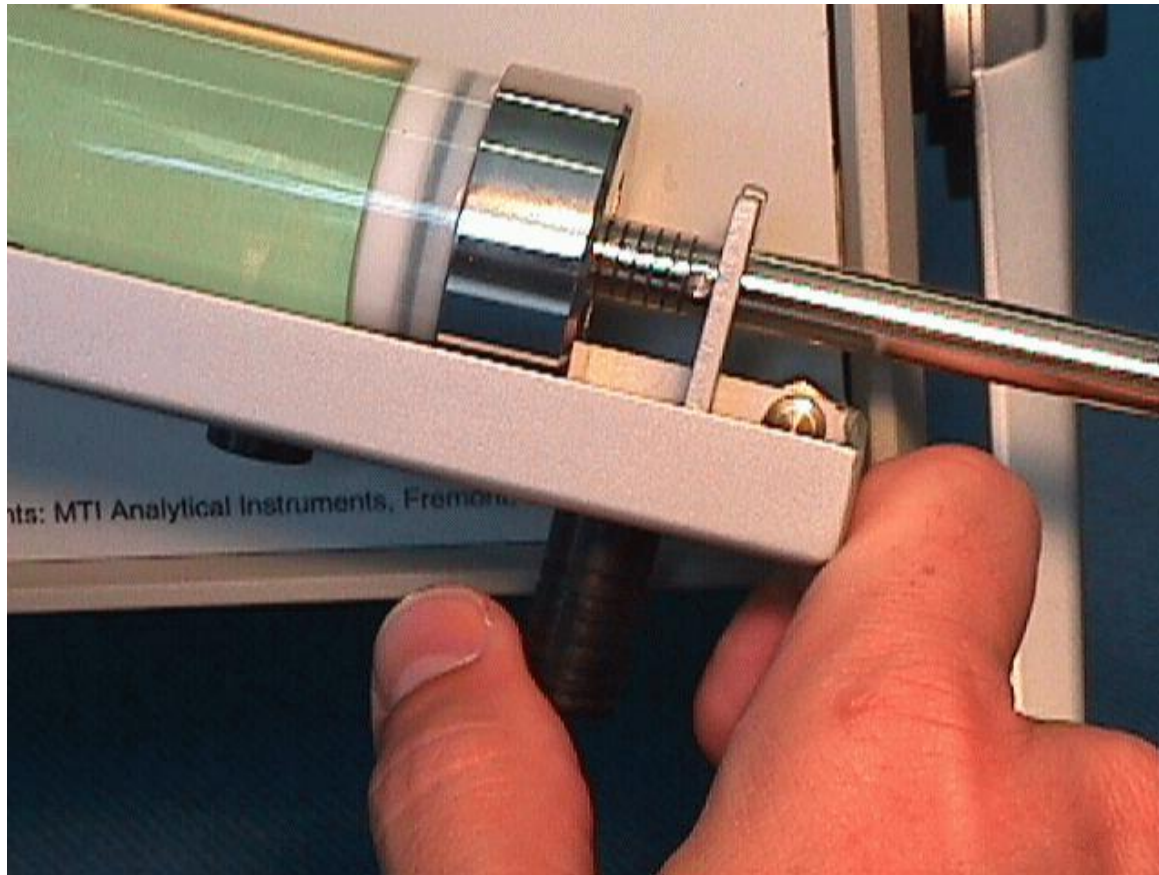
Amostra de gás para análise DGA

- Somente a mistura gasosa extraída da amostra de óleo é injetada no cromatógrafo para a análise
- A seringa Shake Test é posicionada no suporte lateral do instrumento e conectada à entrada de medição.

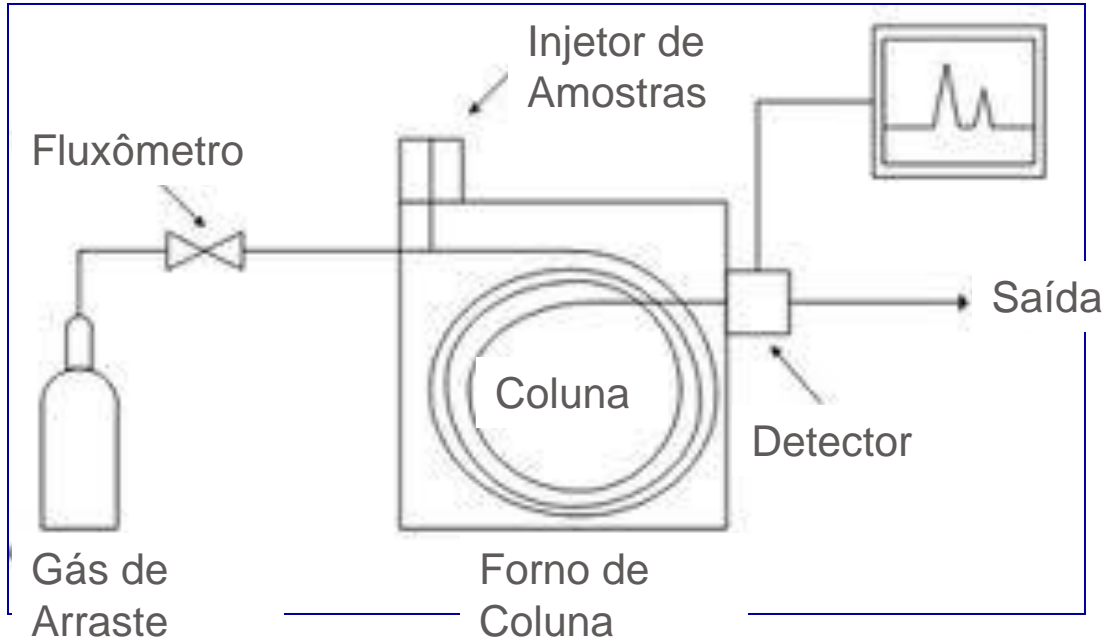


Amostra de gás para análise DGA

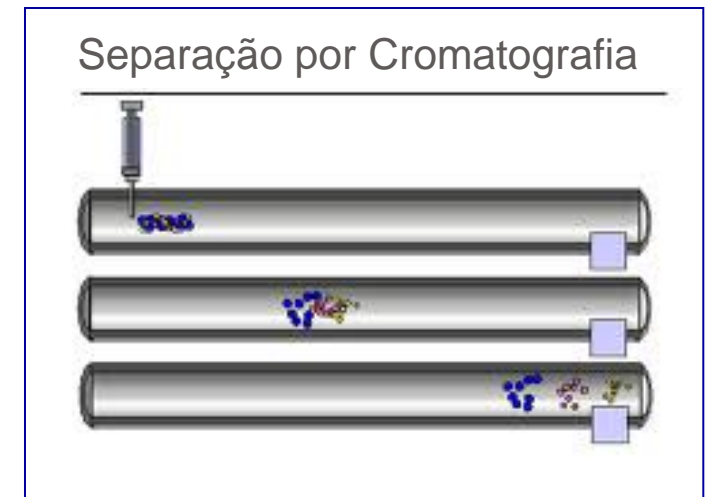
O pistão da seringa é pressionado por uma mola para purgar e injetar a amostra de gás



Cromatografia Gasosa

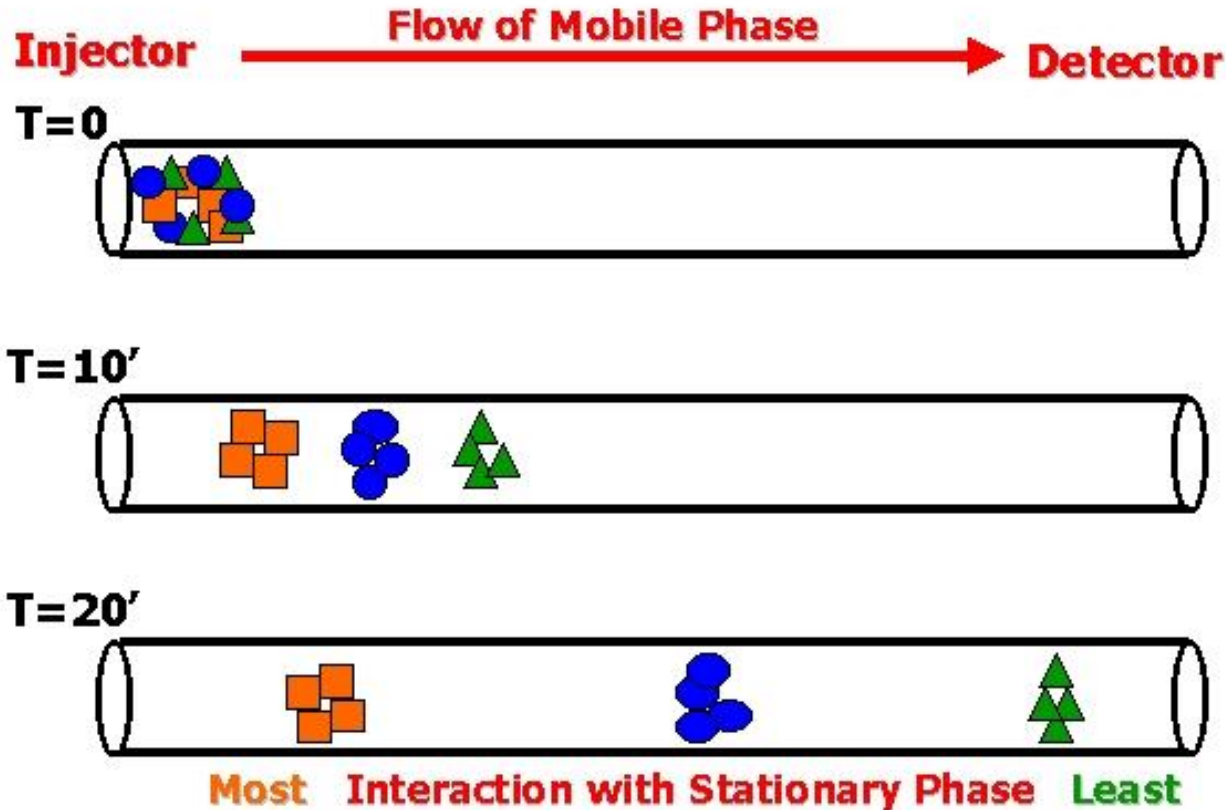


Detector
Não-Selectivo (TCD)



- Gás de Arraste: Hélio – 99.999% de pureza
- Separação dos gases: Cromatografia Gasosa (GC)
- Medição dos Gases: Detecção por Condutividade Térmica (TCD)

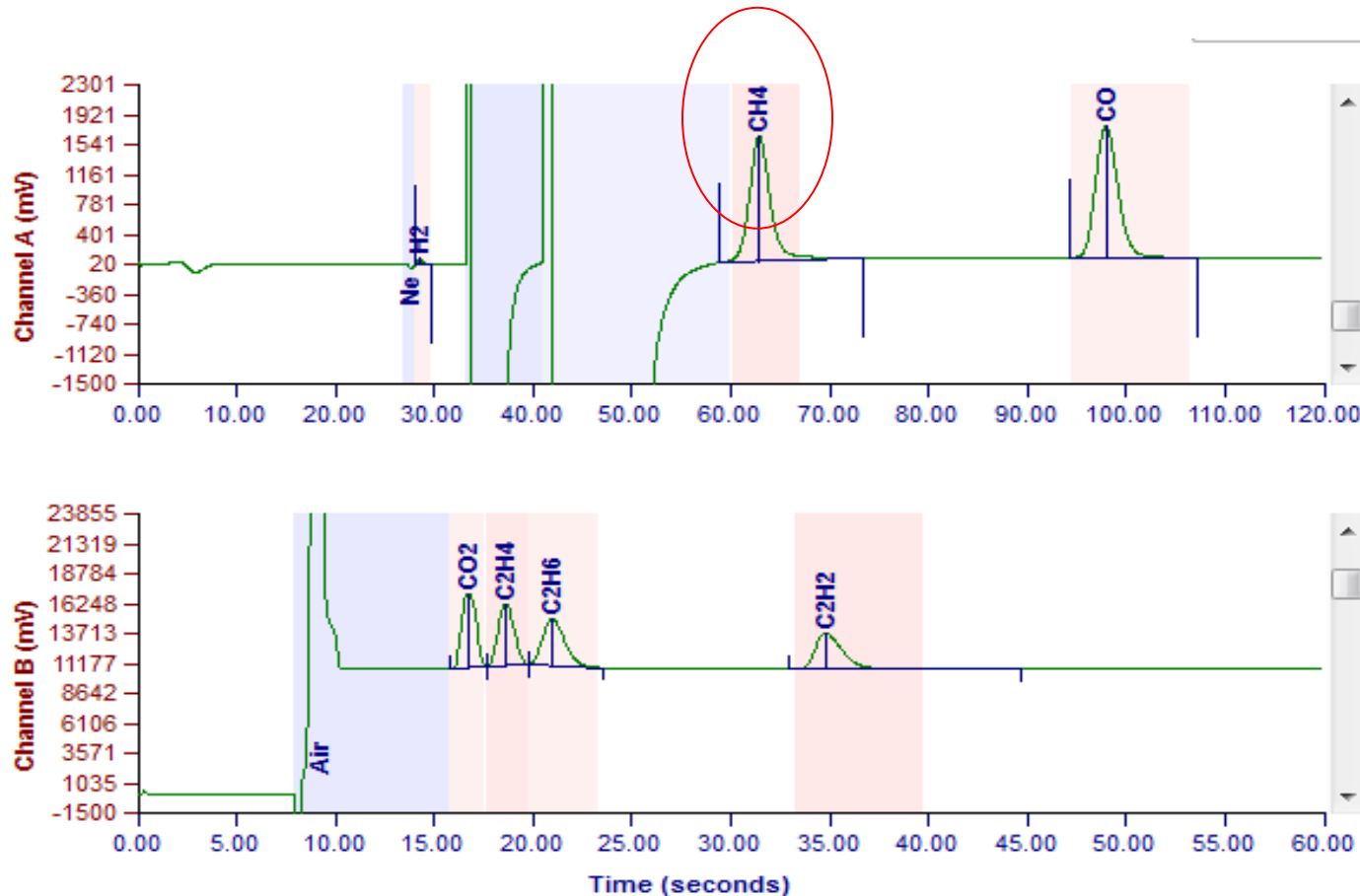
Cromatografia Gasosa



Gases leves se deslocam mais rapidamente

Amostra de gás para análise DGA

O pico/superfície de cada gás é comparada com a superfície da calibração
Baseado na comparação das superfícies, obtém-se os resultados da DGA em ppm.



Resultados da DGA em ppm

Step 8: Oil Sample Results

	H2	CH4	CO	CO2	C2H4	C2H6	C2H2	
Oil #1 (ppm)	306	1009	447	2338	3418	4937	2430	

Note: Choose Repeat to perform another oil run, or Accept to use the selected data.

Preparo do Relatório DGA

Selected analysis:

Analysis Identification		Measurement Results	
Equipment ID:	T1 - Taverni <input type="button" value="Manage"/>	H2 (Hydrogen)	111 ppm
Serial Number:	C009530	CH4 (Methane)	35 ppm
Apparatus Type:	LTC <input type="button" value="Manage"/>	CO (Carbon Monoxide)	98 ppm
Designation:	T1	CO2 (Carbon Dioxide)	3122 ppm
Sampling Point:	LTC valve <input type="button" value="Manage"/>	C2H4 (Ethylene)	90 ppm
Syringe ID:	4204	C2H6 (Ethane)	5 ppm
Sampled By:	Client <input type="button" value="Manage"/>	C2H2 (Acetylene)	47 ppm
Date Sampled:	2011-08-15 <input type="button" value="Calendar"/>	O2 (Oxygen)	0 ppm *
Oil Temperature:	25.0 °C	N2 (Nitrogen)	0 ppm *
Tank Pressure:	1.2 psig	TDG:	0.35 %
Analyzed By:	Catalin <input type="button" value="Manage"/>	TDCG:	0.04 %
Date Acquired:	2011-08-15 <input type="button" value="Calendar"/>	THCG (O2N2):	52.03 %
Instrument ID:	11114010	THCG (Pressure):	0.27 %
Comment:	Oil sample done at Tavernier s	<input type="button" value="View Files"/> <input type="button" value="Export to TOA"/>	



Muito Obrigado!