

Relatório do Ensaio Comparativo do Fotômetro Convencional e o Método por Imagem.

Testes realizados em 09-04-21 as 14:00hs na fábrica Digimed por André Moreira

Produto de mercado

Equipamento: Fotômetro de chama

Fabricante: Digimed

Modelo: DM-64

Num. Série: 77420

Dispositivo proposto

Equipamento: Hardware Raspberry PI 4 com CAM instalado, firmware preparado para funcionalidade de um fotômetro.

Modelo fictício: RASP CAM

Resumo

O ensaio foi realizado na sede da fábrica da Digimed, na data de 09/04/2021, onde foi possível realizar testes comparativos de leituras com padrões validados entre um equipamento convencional de mercado e o dispositivo proposto RASP CAM. Os padrões utilizados são de fabricação DIGIMED.

Foram escolhidos quatro padrões sendo esses, 2ppm, 10ppm, 50ppm e 100ppm. Os quatro pontos escolhidos para medição foram selecionados como dois pontos na amostragem baixa, um ponto na amostragem média e um ponto na amostragem alta, sendo que a escala de um fotômetro comercial vai de 0 a 100ppm ou meq/L (mili equivalente por Litro).

Para simplificar o teste comparativo, optamos por usar a escala de ppm. Importante ressaltar que todo o padrão utilizado nesse ensaio comparativo tem, portanto os quatro elementos químico dissociados num único padrão.

Os testes apontaram erros de leituras nas escalas baixas de alguns elementos específicos. Entretanto esses erros podem ser corrigidos se for implementado em firmware, recursos dos quais permitirão mais pontos de calibração. Cabe lembrar que para esse ensaio, o hardware em teste foi implementado apenas um único ponto de calibração (100ppm) e isso pode ser um indicativo de um desvio de faixa nos pontos baixos e médios.

As leituras de todos os elementos apresentaram valores pouco oscilantes, isso devido a trepidação da chama e ao fato de que as amostragens nos dispositivos RASP CAM foram feitas por média de amostragem. Isto é, à cada 128 amostragem de leituras, uma é escolhida para o processamento de imagem, e assim é registrado uma amostra no log de registro.

Essa instabilidade foi percebida devido ao processo de amostragem e, assim sendo, optou-se por ter dez testes de amostragem de cada elemento, a fim de diluir e minimizar esses erros. As amostragens foram capturadas ao pressionar a tecla (SEL) do dispositivo RASP CAM e armazenadas em arquivo.

Procedimento

Antes de iniciar os testes comparativos, o fotômetro DM-64, foi submetido ao pré-aquecido por 20 minutos para estabilização térmica.

Após isso, o fotômetro DM-64 DIGIMED foi calibrado e linearizado com os padrões, e assim preparado para leitura de amostras.

No teste seguinte, já com o equipamento RASP CAM, foi instalado a câmera no visor de inspeção do fotômetro conforme a figura1 e 2 abaixo.



Fig. 1 Instalação da CAM

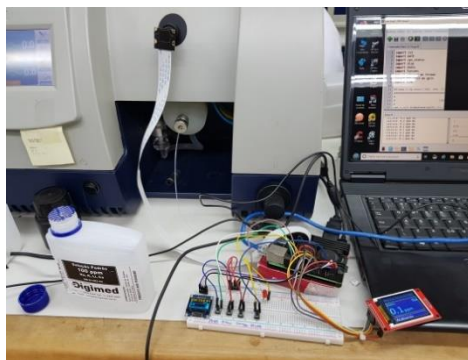


Fig. 2 Sistema montado

As figuras 3 e 4 a seguir, apresentam os preparos e a seleção dos mesmos padrões utilizados no teste com o equipamento convencional.



Fig. 3 Utilização do padrão



Fig. 4 Conjunto de padrões

Cada padrão utilizado nos experimentos possui os quatros elementos, sendo eles: Potássio, Cálcio, Sódio e Lítio.

Após inserção da CAM na janela de inspeção do fotômetro e iniciado o teste, foi possível notar a emissão da chama, ao aspirar o padrão conforme a Fig. 5 e 6.



Fig. 5 Janela de inspeção

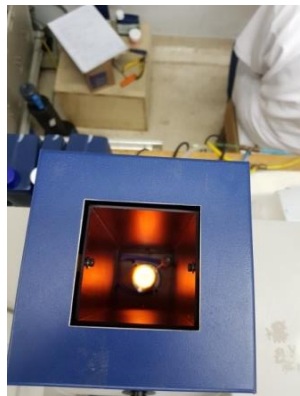


Fig. 6 Topo da chaminé

Com o preparo do sistema, conforme a Fig. 7, 8 e 9, foram por fim executados os testes comparativos conforme a sequência de fotos abaixo, relacionado às figuras 10, 11, 12, 13 e 14.



Fig. 7 Testes preliminares



Fig.8 Sistema montado



Fig.9 Início de leituras

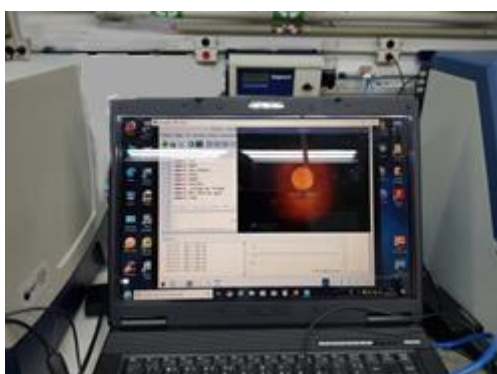


Fig. 10 Inserção do padrão 100ppm

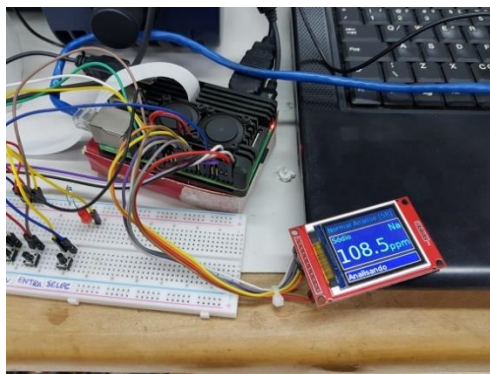


Fig.11 Análise da chama

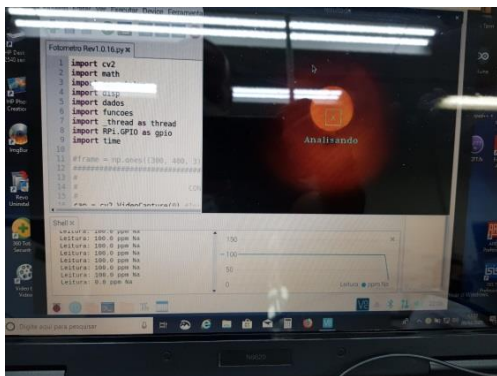


Fig. 13 Análise da chama

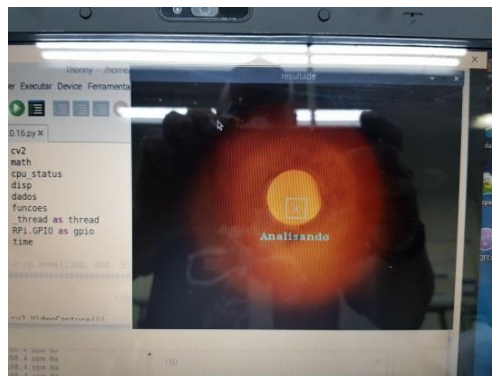


Fig.14 Estabilização da chama

Após deixar o fotômetro ligado por 20 minutos para a estabilização térmica do sistema, iniciou-se as leituras com varredura dos padrões escolhidos. Concluída essa etapa foi iniciada a calibração de Zero e Span do dispositivo proposto. Uma vez calibrados zero e 100ppm, realizou-se os testes de repetitividade nos mesmos pontos escolhidos para o fotômetro convencional. Alguns detalhes do teste com o equipamento proposto podem ser verificados nas figuras 15, 16,17 e 18.



Fig.15 Leitura do Zero no Fotômetro



Fig. 16 Calibração Zero



Fig.17 Leitura do padrão 100ppm



Fig. 18 Calibração Span

Resultados:

Para aquisição dos resultados, o dispositivo proposto foi configurado para geração de arquivos de log dos resultados, referentes às análises de cada elemento. Já os resultados das leituras do Fotômetro DM-64 foram registrados manualmente, conforme descrito na tabela 1 abaixo, com dados relacionados à cada padrão usado.

Dessa forma foi possível fazer o estudo comparativo dos dados da tabela 1 e os resultados dos arquivos de log gerados pelo dispositivo proposto RASP CAM.

Cabe ressaltar que os resultados apresentados nas leituras do fotômetro DM-64 já são, portanto, um resultado exato de final de análise. Isto é, diferentemente do dispositivo proposto RASP CAM, onde não foi necessário fazer várias amostragens dos pontos de leitura.

Apenas esses resultados servirão como base para fins comparativos entre as duas tecnologias aplicadas.

Para o fotômetro RASP CAM, os dados coletados e armazenados em arquivo de log tiveram a média calculada e os resultados estão impressos na tabela 2.

Tabela 1: Resultado referente à leitura do Fotômetro comercial DM-64 Digimed

Padrão usado	Leitura [Ca]	Leitura [Na]	Leitura [Li]	Leitura [K]
2 ppm	1,97	1,99	1,98	2,00
10 ppm	9,99	9,99	9,99	10,00
50 ppm	50,1	50,0	50,0	49,9
100 ppm	99,9	99,9	100,0	100,0

Fonte: O Autor na sede da fábrica Digimed

Tabela 2: Resultado referente à leitura do dispositivo proposto RASP CAM

Padrão usado	Leitura [Ca]	Leitura [Na]	Leitura [Li]	Leitura [K]
2 ppm	1,7	2,2	1,9	2,2
10 ppm	9,1	10,1	9,8	10,1
50 ppm	49,1	49,8	50,3	50,0
100 ppm	99,9	100,0	99,9	100,0

Fonte: O Autor na sede da fábrica Digimed

Considerações:

Os resultados das Tabelas 1 e 2 são, portanto apenas um estudo comparativo entre os meios. Faltará ainda o tratamento dos dados para realização dos cálculos estatísticos descritos no artigo desse projeto.

A resolução do dispositivo proposto RASP CAM e o fotômetro de chama DM-64 Digimed, apresentaram diferenças nas faixas baixas e para plotar valores médios na tabela 2, não foi considerado o uso da segunda casa decimal para esse estudo.