

Estudo de Caso – Radiometria na Indústria
Problemas de produção em uma fábrica de armários de cozinha

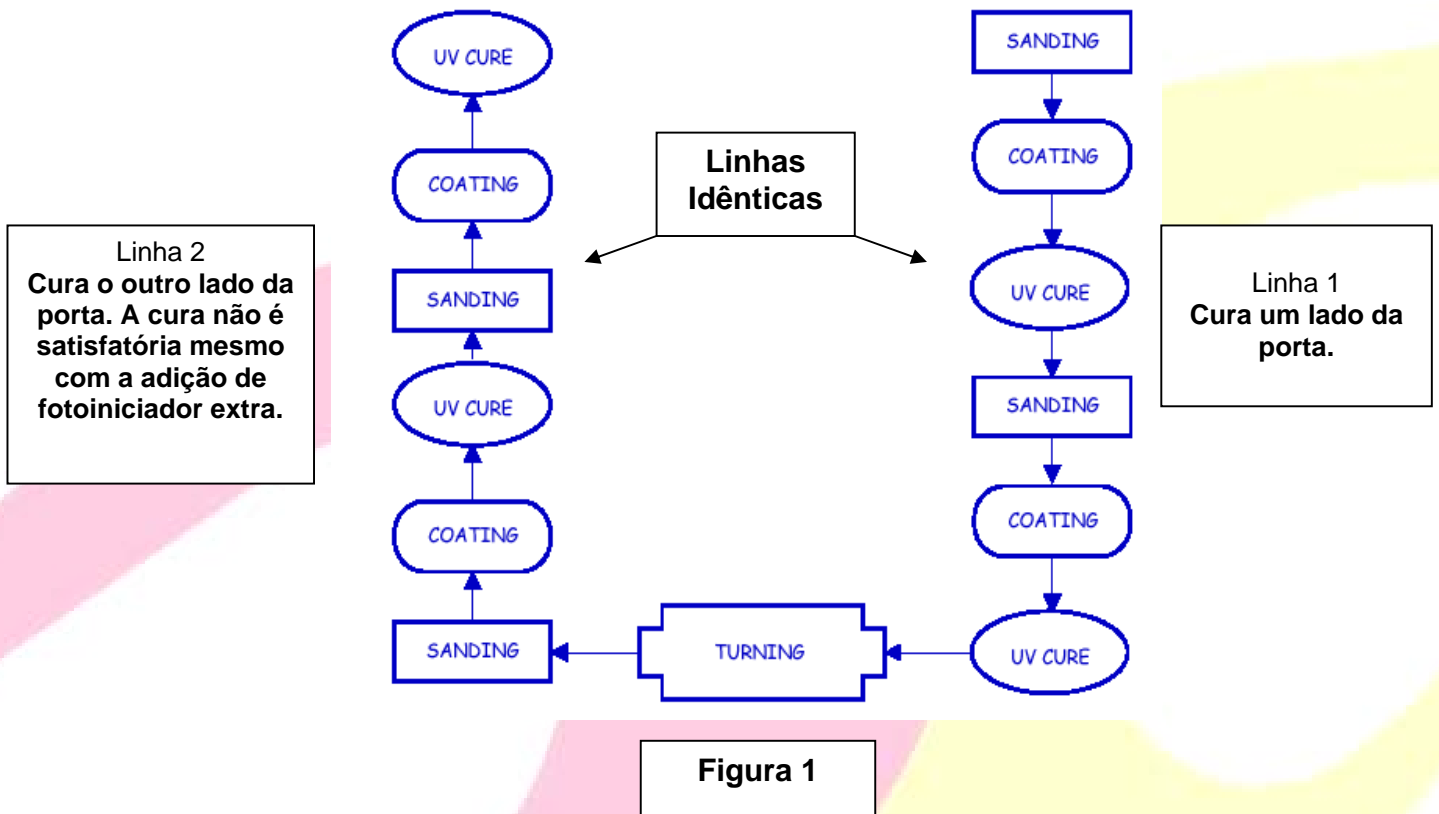
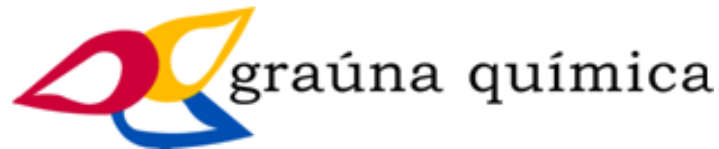
Versão Original: Jim Raymont – EIT Instrument Markets – Estados Unidos
Tradução: Sérgio Medeiros – Graúna Química – sergio@graunagroup.com

Um fabricante de armários de cozinha se deparou com um problema quando duas linhas de produção UV ajustadas para trabalhar da mesma forma começaram a apresentar resultados completamente diferentes. Não importava quais ajustes eram feitos, as linhas simplesmente não produziam os mesmos resultados. O time de pesquisas combinou duas formas de coleta de informações para identificar os problemas: dados numéricos e perfil radiométrico. O perfil de irradiância garantiu a visualização do sistema para determinar o que estava causando a discrepância. Utilizando somente dados numéricos a solução do problema não parecia estar próxima.

A Situação

Conforme mencionado acima um fabricante que utilizava a tecnologia UV para fabricação de armários de cozinha e se deparou com um problema quando as duas linhas de produção, ajustadas da mesma forma, começam a apresentar resultados completamente diferentes.

Cada linha lixa, pinta e enverniza um lado da porta. Os resultados não eram os mesmos e não havia um motivo óbvio para essa diferença. O fabricante teve bons resultados na primeira linha, mas o lado da porta envernizado na segunda linha não curou corretamente. O fabricante adicionou mais fotoiniciador no verniz da segunda linha e ainda assim não alcançou resultados tão bons quanto os da primeira.



Investigação

Uma rápida visualização confirmou que todas as variáveis do túnel estavam em ordem: a energia elétrica aplicada no sistema estava correta, enxergava-se luz visível no final das estações de cura, todas as lâmpadas estavam ajustadas para 80watts por cm (que é a potência normalmente utilizada para essa produção) e a velocidade da linha estava em 14 metros por minuto. O tipo e quantidade de energia UV não podem ser determinados através desse tipo de visualização. Não havia registro da última manutenção preventiva nem do número de horas de uso das lâmpadas. As estações de cura de cada linha foram avaliadas individualmente para se identificar qualquer diferença entre elas. Um radiômetro de quatro canais foi utilizado para medir a quantidade e tipo de UV nas duas linhas. As quatro faixas do instrumento foram ativadas para essa avaliação (UVA 320-390nm, UVB 280-320nm, UVC 250-260nm e UVV 395-445nm). A razão de amostragem foi ajustada para 128 amostras por segundo. Os dados coletados foram transferidos e salvos em um computador para posterior visualização, manipulação dos gráficos e análise dos dados. O instrumento também disponibiliza a data e o horário de coleta das informações.

Resultados

Os resultados foram apresentados com os períodos de exposição para ilustrar melhor o sistema e ajudar no estudo dos problemas desse processo. Os resultados e discussões foram focados no UVA e UVV uma vez que estas duas faixas são as mais importantes para os tipos de lâmpadas utilizadas. Os valores de dose, intensidade e perfil de irradiância ajudaram os pesquisadores a visualizar as diferenças das duas linhas de produção. Para os cálculos e comparações a linha um foi tomada como padrão em relação a linha dois. Nas leituras apresentadas o tempo está em segundos no eixo X e a irradiância (W/cm^2) no eixo Y. Nas figuras 2 e 3 o UVA está em azul e UVV em vermelho.

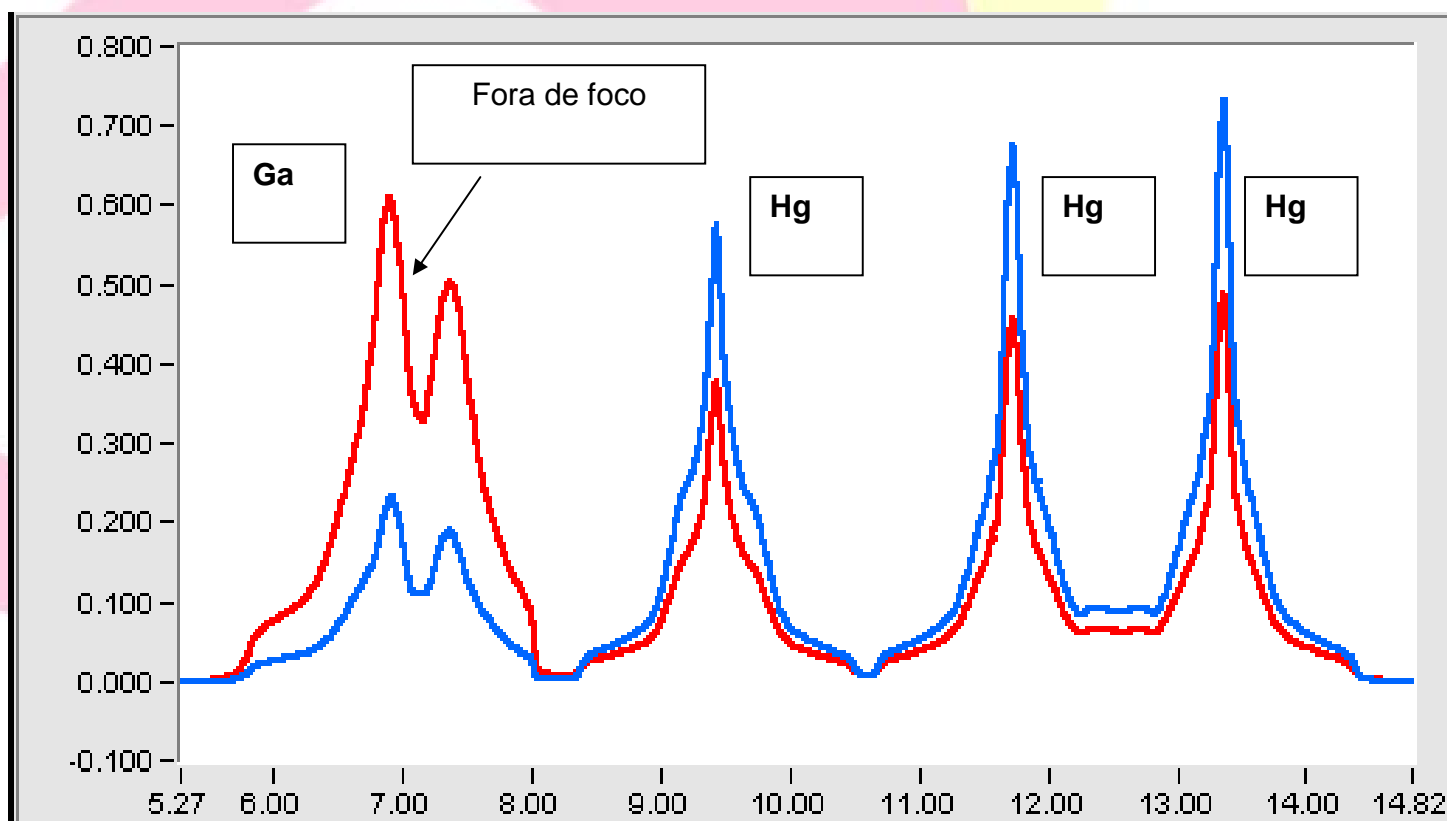


Figura 2

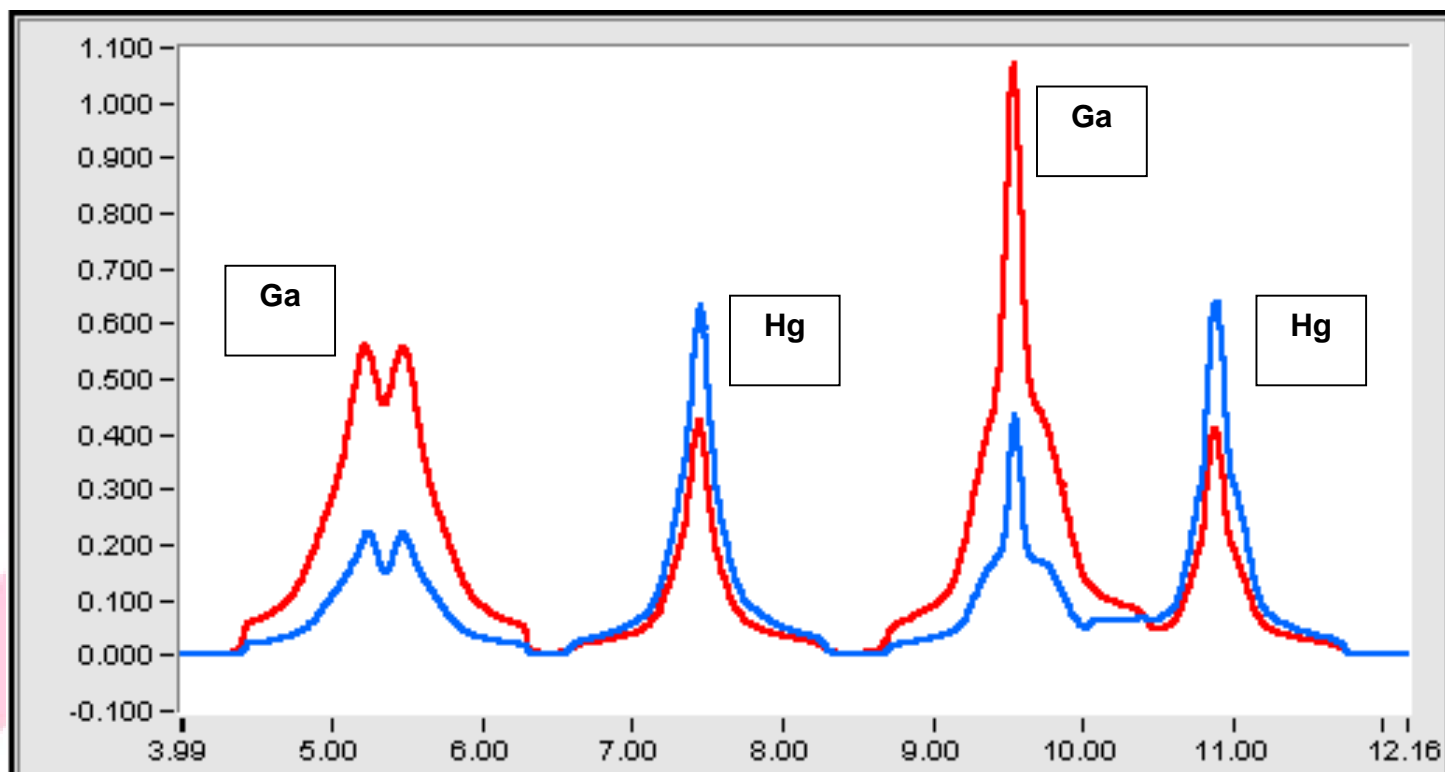


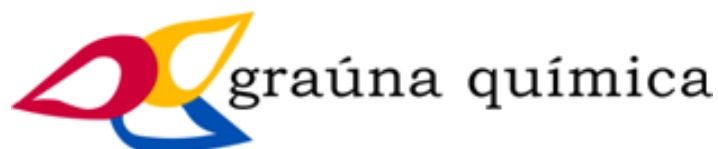
Figura 3

Comentários para linha 1

A linha um é aquela que estava curando corretamente um lado da porta. Essa linha possui quatro módulos. O primeiro contém uma lâmpada de gálio que estava fora de foco, isso foi identificado pelo alto UVV e pela curva com pico duplo. Na seqüência identificou-se três módulos com lâmpadas de mercúrio focadas.

Comentários para a linha 2

A linha dois é aquela que não estava curando corretamente o outro lado da porta. Essa linha também possui quatro módulos. O primeiro contém uma lâmpada de gálio fora de foco mas, ao invés de possuir módulos com lâmpadas de mercúrio na seqüência, identificou-se um módulo com lâmpada de mercúrio, outro com lâmpada de gálio e outro novamente com lâmpada de mercúrio.



Primeira conclusão

Avaliando os perfis de irradiância verificou-se que uma lâmpada diferente da usual estava sendo utilizada no terceiro módulo da linha dois: é a lâmpada de gálio citada acima.

Comparando os dados apresentados na tabela 1 verifica-se a diferença de valores, porém a identificação clara de que existia uma lâmpada diferente no terceiro módulo da linha dois só foi possível após a visualização do perfil de irradiância. Só com um radiômetro de quatro canais pode-se avaliar ao mesmo tempo o UVA, UVB, UVC e UVV e assim determinar o tipo da lâmpada.

Comprimento de onda	Dose (mJ/cm ²) Valor das 4 lâmpadas		Diferença (%)	Intensidade (mW/cm ²) Valor mais alto registrado		Diferença (%)
	Linha 1	Linha 2		Linha 1	Linha 2	
UVA	1141	793	-30.6%	733	637	-13.0%
UVV	1230	1212	-1.4%	608	1070	76%

Tabela 1

Sincronizando a Linha 1 e Linha 2

O software que transfere os dados do radiômetro para o computador permite que duas medições sejam visualizadas ao mesmo tempo. Isto também permite que os dados sejam sincronizados e sobrepostos. Dessa maneira é possível comparar as duas linhas e verificar as diferenças entre elas. Na figura quatro observa-se perfil do UVV da linha 1 (em preto) e da linha 2 (em verde).

Leva um determinado tempo para o radiômetro passar pela linha 1 e pela linha 2; foi aí que verificou-se uma diferença absoluta de 1,25 segundos ou 14,5%. Nos radiômetros que mostram somente valores numéricos fica mais difícil avaliar a diferença de velocidade entre as linhas. Neste caso para facilitar o monitoramento da velocidade pode-se utilizar um tacômetro ou um cronômetro.

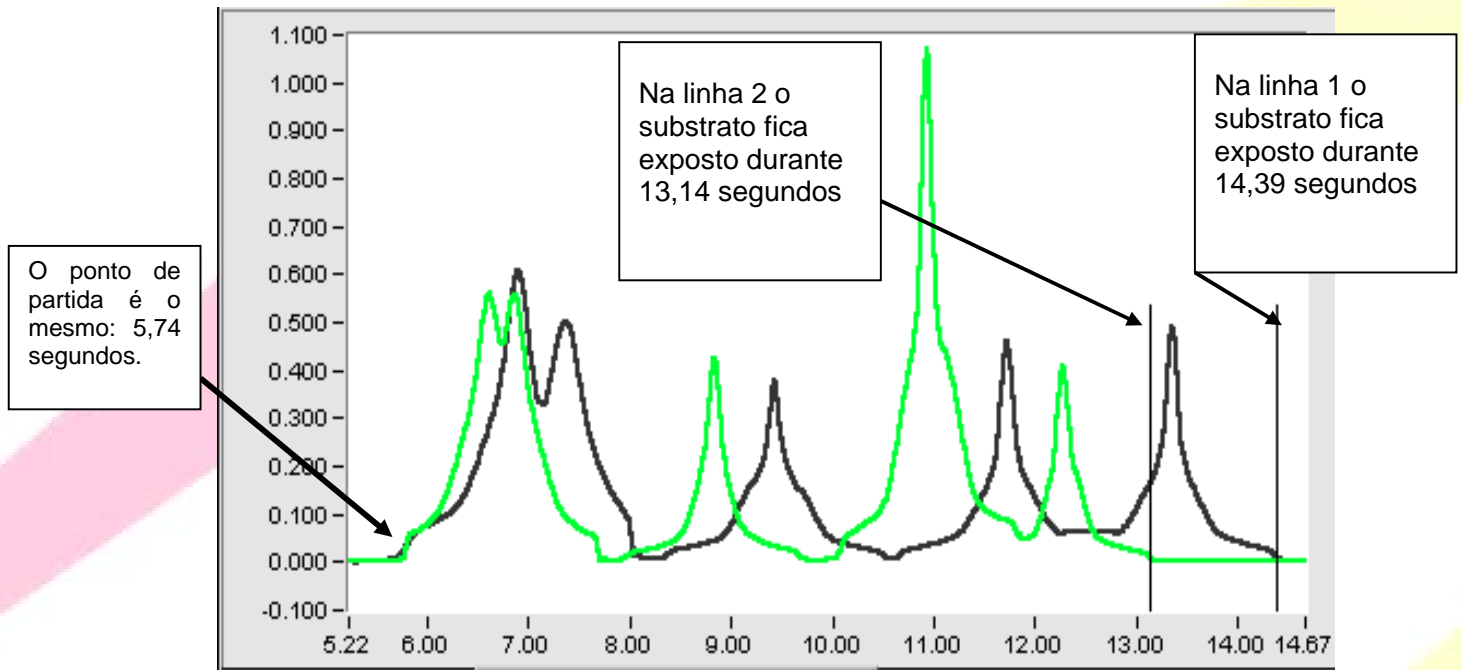


Figura 4

Segunda Conclusão

Avaliando os perfis de irradiância notou-se que cerca de 20 minutos após o início dos problemas de cura a linha 2 estava aproximadamente 14% mais rápida que a linha 1.

Ou seja, considerando os dados já coletados, de imediato pode-se afirmar que uma lâmpada diferente da usual estava sendo utilizada no terceiro módulo da linha 2, ninguém na fábrica soube dizer porque foi instalado uma lâmpada de gálio no módulo 3 sendo que o correto seria instalar uma lâmpada de mercúrio. Podemos afirmar também que a linha 2 estava aproximadamente 14% mais rápida que a linha 1. Não sabe-se desde quando isso estava ocorrendo, não existem registros.

Ajustes Feitos

A velocidade da linha 2 foi ajustada para que ficasse o mais próximo possível da velocidade da linha 1. Na figura 5 observa-se perfil do UVV da linha 1 (em preto) e da linha 2 (em verde) após o ajuste de velocidade.

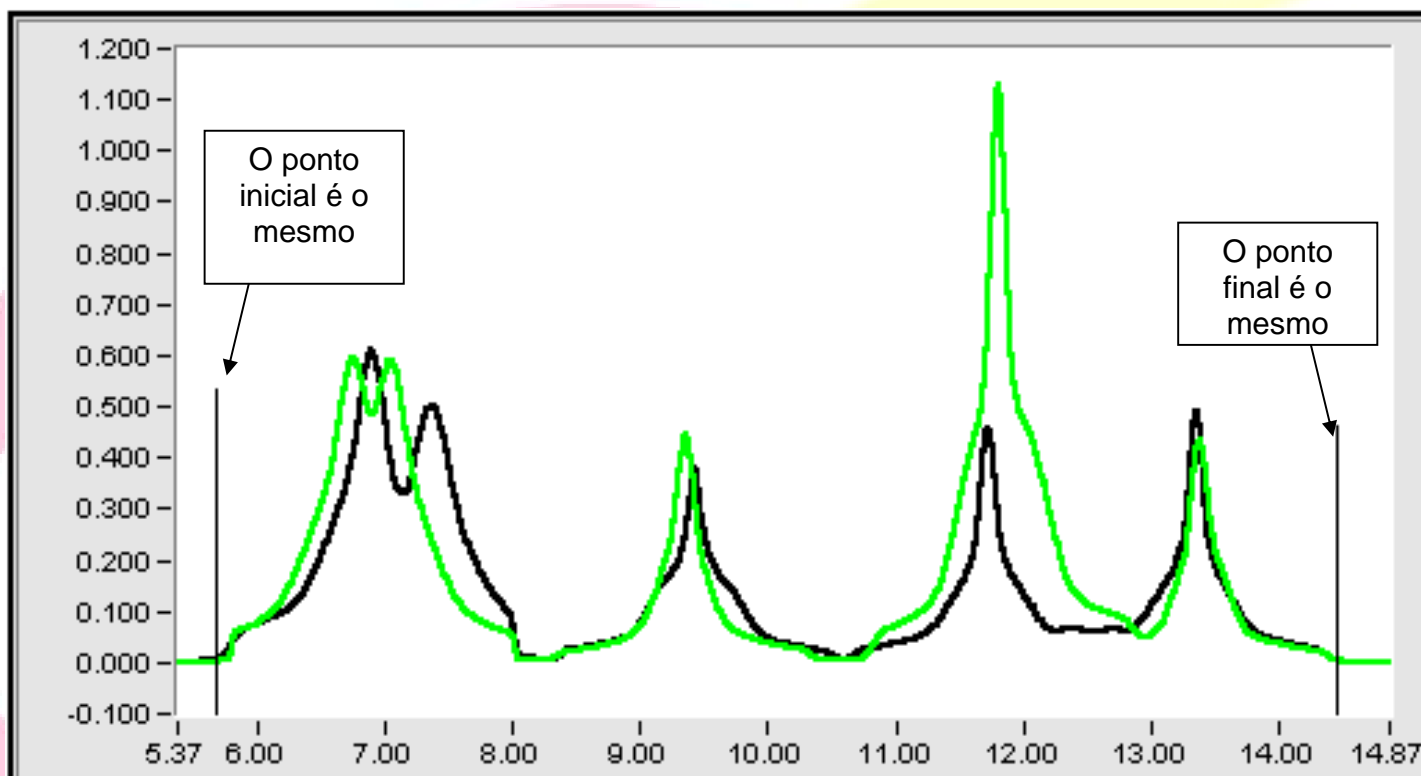


Figura 5

Com essa mudança as diferenças entre os valores de dose (J/cm^2) diminuíram bastante. Para uma comparação real entre as linhas a lâmpada de gálio que estava no terceiro módulo da linha 2 foi substituída por uma lâmpada de mercúrio. Após as medições nessa nova situação verificou-se que os perfis de irradiância das duas linhas ficaram bem próximos. Na figura 6 pode-se observar perfil do UVA da linha 1 (em laranja) e da linha 2 (em azul). A figura 7 compara o UVV da linha 1 (em preto) e da linha 2 (em vermelho).

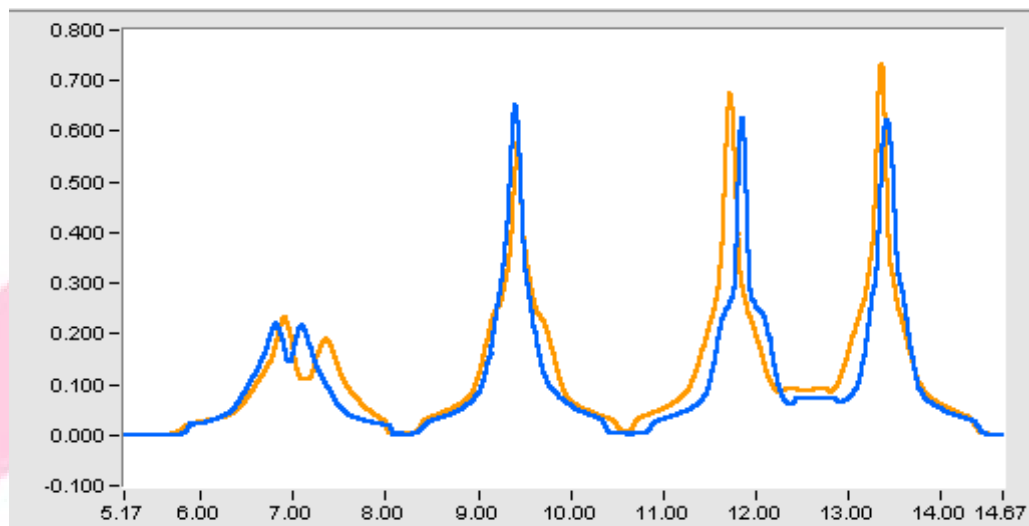


Figura 6

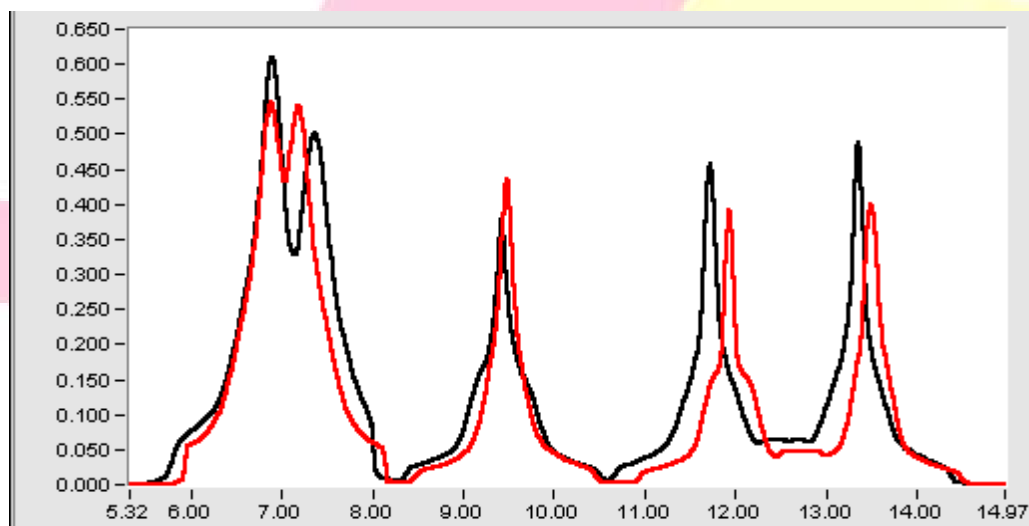
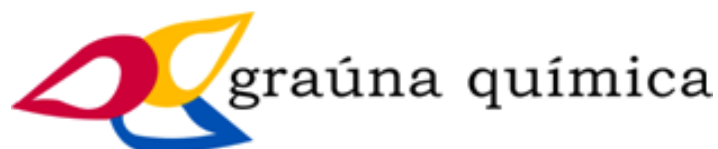


Figura 7



As tabelas 2 e 3 apresentam a dose (J/cm^2) e a intensidade (W/cm^2) para o UVA e para o UVV antes e depois das alterações na linha 2.

Comprimento de onda	Intensidade (mW/cm^2) Valor mais alto registrado			Diferença (%) entre as linhas após as alterações. A linha 1 foi tomada como referência
	Linha 1	Linha 2 (antes das alterações)	Linha 2 (após as alterações)	
UVA	733	637	651	-11.2
UVV	608	1070	544	-10.5

Tabela 2

Comprimento de onda	Dose (mJ/cm^2) Valor das 4 lâmpadas			Diferença (%) entre as linhas após as alterações. A linha 1 foi tomada como referência
	Linha 1	Linha 2 (antes das alterações)	Linha 2 (após as alterações)	
UVA	1141	793	1002	- 12.2%
UVV	1230	1212	1043	-15.1%

Tabela 3

Conclusão Final

Valores numéricos nem sempre são suficientes para identificar a origem dos problemas, mas em conjunto com os perfis de irradiância a análise fica mais fácil e precisa. Utilizando um radiômetro de quatro canais (neste caso utilizou-se o EIT UV Power Map) identifica-se rapidamente diferenças entre duas linhas de produção. Após os ajustes a linha 2 passou a reproduzir os mesmos resultados da linha 1. Não foi mais necessário adicionar fotoiniciador extra no verniz da linha 2. Para se evitar problemas como esse que foi apresentado é fundamental fazer manutenção preventiva do sistema bem como avaliar diariamente a emissão de UV das lâmpadas (quantidade e tipo de energia emitida) além velocidade real das esteiras.