

## **5 Equipamentos e materiais utilizados**

O presente capítulo descreve objetivamente os principais equipamentos e materiais utilizados bem como as suas características técnicas de funcionamento.

### **5.1. Espectrorradiômetro OL 750D**

Para o processamento de todas as medições de irradiância realizadas nesta pesquisa foi utilizado um espectrorradiômetro de bancada marca OPTRONIC, modelo OL 750-D.

#### **5.1.1. Características técnicas**

As características técnicas desse espectrorradiômetro são:

- Faixa de medição máxima: 250nm a 1100nm;
- Intervalo de medição: de 0,1nm a 20nm (selecionável, dependendo do tamanho das fendas e da abertura de medições utilizadas);
- Voltagem da corrente elétrica: todos os componentes do aparelho operam com 110V, com exceção da fonte de energia elétrica para o funcionamento das lâmpadas do equipamento, que opera com 220V, devendo ser ligada numa tomada dedicada.

#### **5.1.2. Elementos / acessórios básicos**

Os elementos/acessórios utilizados nas medições de irradiância são:

- 1- uma fonte luminosa:
  - com valores espectrais conhecidos (fonte padrão para a calibração/ajuste do equipamento) e/ou;
  - com valores desconhecidos (fonte a ser medida).
- 2- um controlador;
- 3- um monocromador;

- 4- um detector;
- 5- uma entrada óptica (esfera de integração com ou sem cabo óptico; telescópio, receptor co-seno).

A esfera de integração com ou sem cabo óptico é um dispositivo para coletar o fluxo emitido por uma fonte luminosa.

O telescópio utilizado para a medição de irradiância deve ser usado juntamente com um padrão branco de refletância. Este padrão é a própria superfície na qual os raios luminosos incidem.

6- um estabilizador de energia para o funcionamento das lâmpadas do equipamento.

Todos esses elementos e o esquema da montagem da arquitetura do instrumento podem ser vistos nas figuras 44 e 45, respectivamente.



Figura 44. Elementos/acessórios básicos utilizados nas medições de irradiância

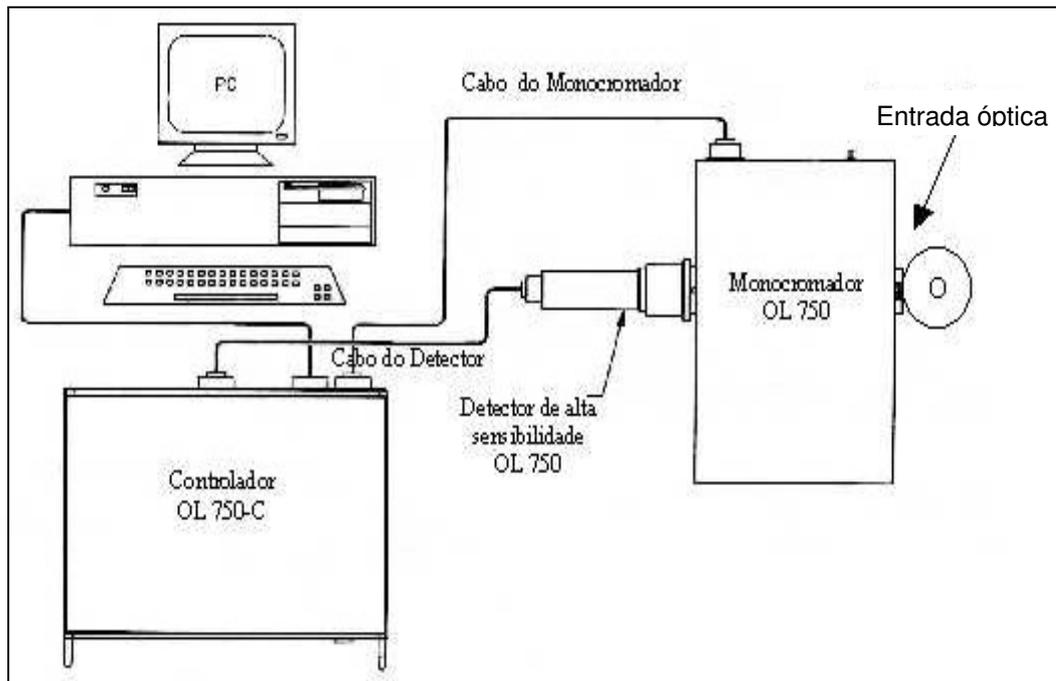


Figura 45. Esquema da montagem do equipamento utilizando como entrada óptica a esfera de integração

### 5.1.3. Fendas e Aberturas

Esse modelo de espectroradiômetro é constituído por um monocromador duplo, que faz a dispersão da luz, a qual ocorre na grade óptica ranhurada.

As fendas e aberturas são utilizadas para definir a resolução espectral, limitando assim, o tamanho do intervalo de comprimento de onda. As fendas são introduzidas no espectroradiômetro da seguinte forma: uma na entrada do primeiro monocromador (fenda de entrada), uma na saída do 2º (fenda de saída) e a terceira, no meio, entre as duas grades de difração (fenda do meio). Se utilizar abertura, ela deverá ser instalada na saída do segundo monocromador.

A fenda de entrada é utilizada para definir a entrada de luz no 1º monocromador, bloqueando uma boa parte do espectro. A fenda de saída do 2º monocromador serve para definir o tamanho do feixe de luz monocromática para o detector. A fenda do meio influencia pouco a resolução (os que mais influenciam são a fenda de entrada, as duas grades ópticas e a fenda de saída), servindo apenas para diminuir o ruído da medição. O seu tamanho tem que ser em geral 1mm maior ou igual em comparação com as demais. No entanto, como existem problemas freqüentes de sincronização dos movimentos das grades ópticas que podem danificar a posição do comprimento de onda, é melhor utilizar a maior.

Quando se utilizam fendas do mesmo tamanho, ou seja, quando são iguais, as formas do gráfico “sinal do detector versus comprimento de onda” para um raio monocromático visto na saída do 2º monocromador é triangular (figura 46), quando são diferentes é trapezoidal (figura 47). O mesmo acontece quando se utiliza abertura na saída do 2º monocromador só que a ponta apresenta uma curvatura (figura 48).

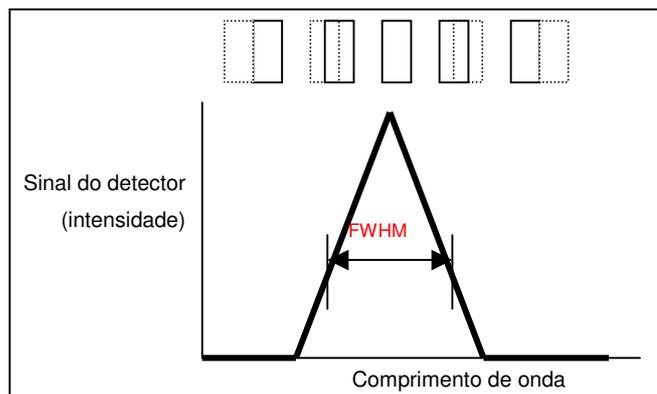


Figura 46. Apresentação de um raio monocromático com utilização de fendas iguais

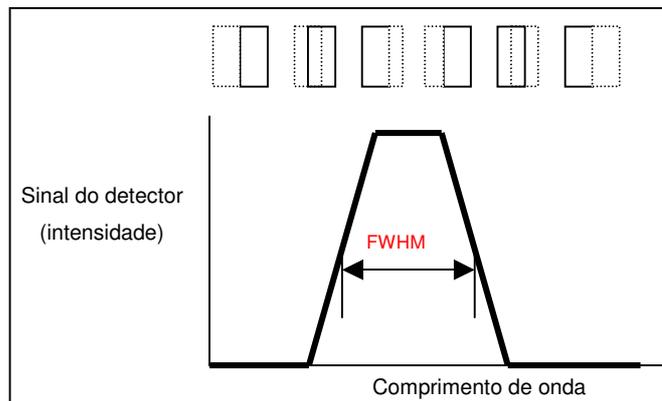


Figura 47. Apresentação de um raio monocromático com utilização de fendas diferentes

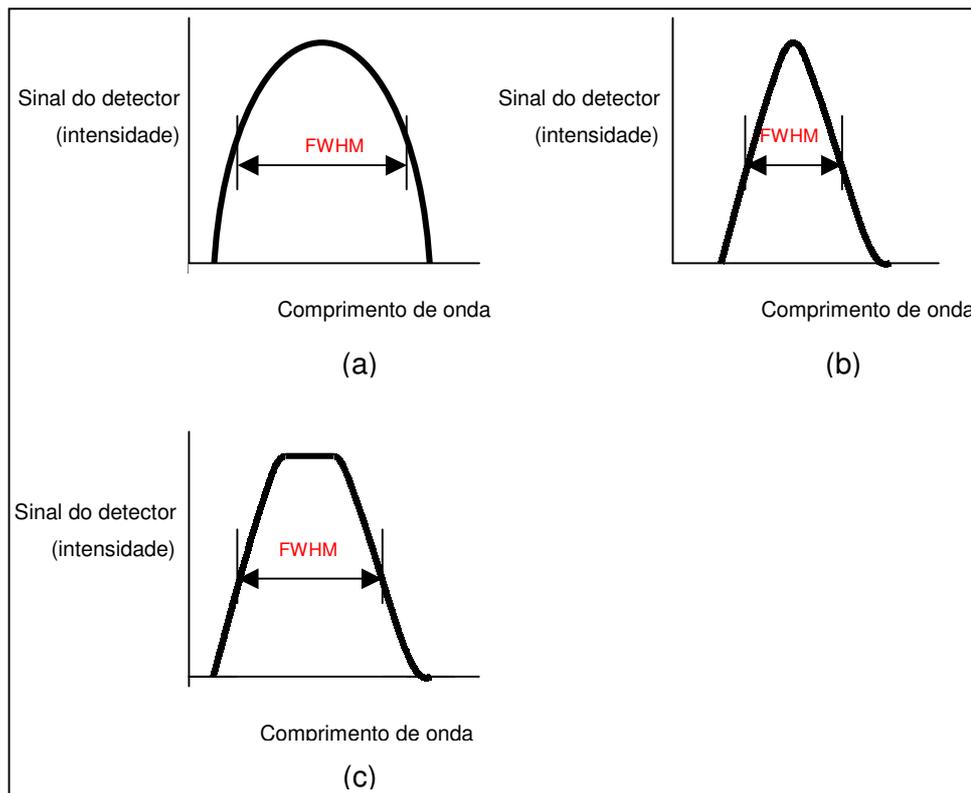


Figura 48. Apresentação de um raio monocromático com utilização de fenda e abertura na saída

Na figura 48(a), a abertura é maior que a fenda de entrada. Na 48(b), elas são iguais e na 48(c) a abertura é menor.

Analisando as formas dos gráficos da figura 48, pode-se concluir que para espectroradiometria a única situação aplicável é com fendas iguais na entrada e na saída. O aumento de uma das fendas não aumenta o sinal no detector, mas aumenta a incerteza de medição.

A luz monocromática que passa através do monocromador deve possuir uma determinada largura de faixa espectral. Por exemplo, quando se deseja obter um raio monocromático de 500nm, a grade óptica começa a girar, aumentando o sinal e aos poucos começa a aparecer este raio. No sinal máximo (no pico) se encontra o próprio 500nm e depois começa a diminuir a intensidade para começar outro raio, até completar a faixa desejada de medição. Supondo que a faixa estipulada é de 5nm, certamente a luz monocromática de 500nm conterá radiações componentes do espectro de 495nm a 505nm.

A largura da metade da altura da distribuição espectral triangular, indicando metade da intensidade do pico no comprimento de onda central, chama-se “largura da faixa espectral” conhecida também como Half Band Width (HBW).

O tamanho das fendas e aberturas definirá o intervalo de comprimento de onda em que as leituras de irradiância a serem efetuadas pelo aparelho serão processadas. Dispõe-se de fendas e aberturas de diferentes tamanhos, conforme figura 49.

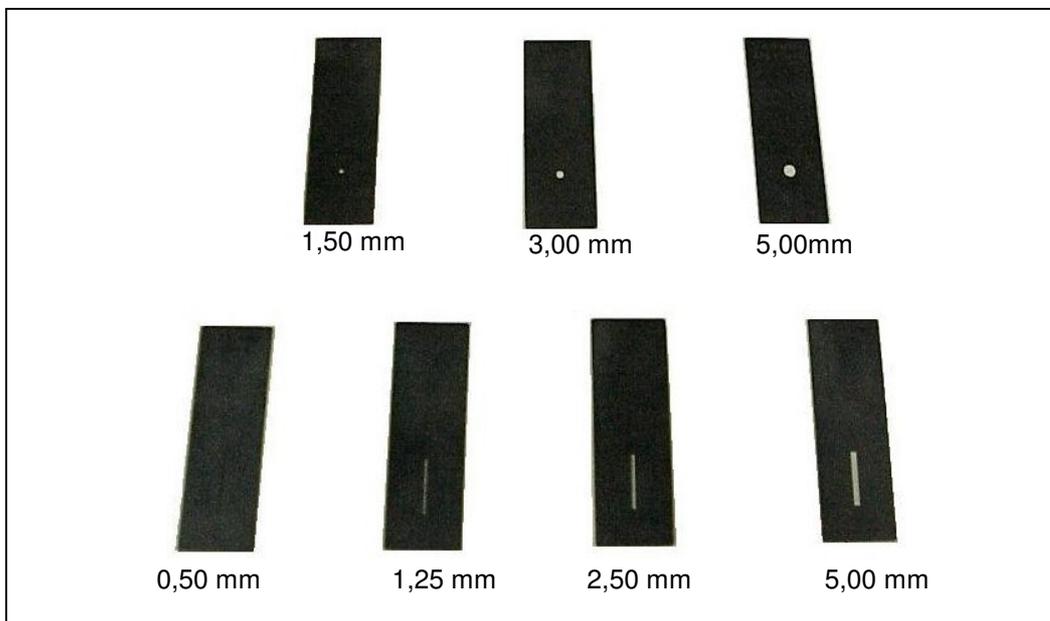


Figura 49. Diferentes tamanhos de aberturas e fendas

As seleções de fendas de entrada e saída recomendadas para o monocromador duplo podem ser vistas na tabela 9.

Tabela 9. Resolução em nm para combinações de fendas de entrada e saída

Entrada ( mm )	Fenda de saída ( mm )				
	0,25	0,50	1,25	2,50	5,00
0,25	0,50	1,00	2,50	5,00	10,00
0,50	1,00	1,00	2,50	5,00	10,00
1,25	2,5	2,50	2,50	5,00	10,00
2,50	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00
5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

As seleções de aberturas e fendas de saída recomendadas para o monocromador duplo podem ser vistas na tabela 10.

Tabela 10. Resolução em nm para combinações de aberturas e fendas de saída

Abertura ( mm )	Fenda de saída ( mm )				
	0,25	0,50	1,25	2,50	5,00
1,50	1,90	1,80	2,00	3,75	7,50
3,00	3,85	3,80	3,65	4,05	7,50
5,00	6,50	6,45	6,15	6,10	7,50

## 5.2. Espectrofotômetros

São instrumentos que medem a transmitância ou refletância de uma superfície ou amostra em função do comprimento de onda.

O seu funcionamento é da seguinte forma:

- A amostra ou o padrão cuja cor se deseja medir é posicionada(o) na abertura ou fenda de medição do instrumento.
- Um flash ou feixe contínuo de luz branca é emitido pelo aparelho sobre esta amostra ou padrão.
- Esta (e) absorve parte dessa luz e reflete ou transmite outra parte.
- O instrumento mede a parte da radiação refletida ou transmitida pela amostra ou padrão.

### 5.2.1. Espectrofotômetro Minolta CM 3720d

O espectrofotômetro modelo CM 3720d apresenta o método mecânico, cuja sistemática de calibrar a faixa UV do espectro de iluminação da amostra se dá através do posicionamento de um filtro de UV. Ou seja, pela posição do filtro que é ajustada periodicamente para manter sempre a mesma quantidade de radiação UV na iluminação, assim permitindo-se avaliar amostras tratadas com alvejante óptico (figuras 50 e 51).



Figura 50. Espectrofotômetro CM 3720d

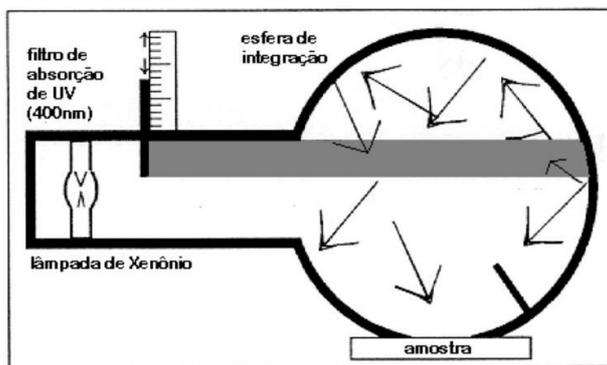


Figura 51. Funcionamento do Espectrofotômetro CM 3720d

### 5.2.2. Espectrofotômetro Minolta CM 3600d

O espectrofotômetro modelo CM 3600d (figura 52) é um espectrofotômetro que possui um método moderno de controle numérico de UV (figura 53). Ele possui um conjunto de duas lâmpadas de xenônio, uma revestida com um filtro de UV (lâmpada 2, 0%UV) e outra lâmpada sem filtro (lâmpada 1, 100%UV), conforme mostrado na figura 53. São emitidos flashes pelas duas lâmpadas e é determinada numericamente a porcentagem de UV adequada para se obter virtualmente a quantidade de radiação UV correta necessária para se avaliar amostras fluorescentes.



Figura 52. Espectrofotômetro CM 3600d

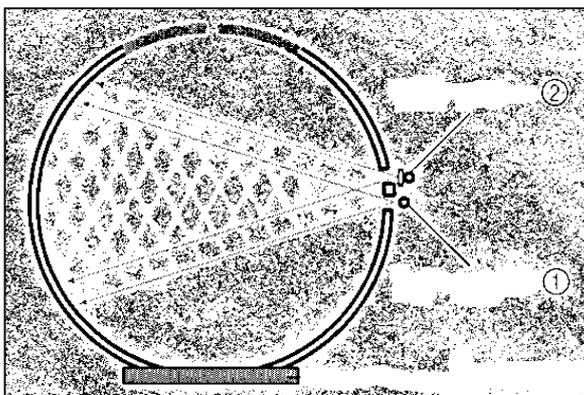


Figura 53. Funcionamento do Espectrofotômetro CM 3600d

### 5.3. Fontes padrão

As fontes padrão utilizadas para calibrar o espectroradiômetro foram:

- Lâmpada padrão de trabalho - *Work Lamp 01*, SC-0214
- Lâmpada padrão de irradiância OL 200C, SC-0212

As distribuições espectrais de potência das seguintes fontes padrão foram utilizadas para comparar os diferentes métodos de avaliação, descritos no item 4.1.

- Fonte padrão especificada na norma JIS Z 8716 (1991)
- Fonte de xenônio especificada na norma JIS Z 8902 (1984)

#### 5.4. Fontes testadas

As fontes luminosas testadas foram:

- Lâmpada Incandescente:  
Philips 90W 130V (Master Line)
- Lâmpadas de xenônio pulsante:  
Espectrofotômetro CM3600d  
Espectrofotômetro CM3720d
- Lâmpadas fluorescentes (simuladores de luz do dia):  
PHILIPS Fluotone - Extra Luz do Dia - 20W  
Sylvania SuperSave Cool White  
Sylvania Luz do Dia Plus  
OSRAM Fluorescente - Luz do Dia Especial 20 W  
BIOLUX - 1100 lm L18W/72-965  
GRETAG MACBETH 6500K F40T12/65  
Philips 36W 965  
Philips TL-D / 965 - 36W