



GRUPO



MAST

SOLUÇÕES DE QUALIDADE

To view a recording of this webinar [click here](#)

Os Fundamentos do Intemperismo em Laboratório

Sergio Roberto Marigonda
Executivo de Venda

Cláudio Siccherino
Diretor Técnico



MAST Comercial e Importadora Ltda.

+55-11-2147-1199

www.mastcom.com.br

- **Fundada em 1956**
- **Especializada em equipamentos e serviços para testes de durabilidade dos materiais**




Bolton, Inglaterra
Q-Lab Europa



Saarbrücken
Alemanha



Shanghai, China
Q-Lab China



Cleveland, Ohio
Matriz & Divisão de
Instrumentos

Campos de Intemperismo Natural Q-Lab



Sobre o que vamos falar

- **Por que realizar Testes de Intemperismo Natural?**
- **O que são exatamente os Testes de Intemperismo Natural?**
- **Testes de Intemperismo em Laboratório**
 - **Arco de XENON**
 - **Fluorescente UV**
- **Elementos de um Programa Efetivo de Testes**

Aqui estão as respostas!

- **Testes de Intemperismo Natural são Críticos**
- **Testes de Intemperismo Natural não são longos**
- **Laboratório moderno de Intemperismo**
Duas tecnologias: arco de XENON & fluorescente UV
- **Essas tecnologias são complementares , não competitivas entre sí**
- **Testes de Intemperismo ajudam você a tomar as melhores decisões**

Por que realizar Testes de Intemperismo Natural?

- **A Câmara de intemperismo da Mãe Natureza é o verdadeiro estado da arte**
- **Os Resultados dos testes laboratoriais podem estar errados**
- **Não é possível melhorar os testes laboratoriais, a menos que você saiba o resultado no mundo real**

Você sabia que...?

- **Muitas vezes podemos obter dados úteis a partir de intemperismo natural em um ano ou menos**
- **Indústrias com produtos altamente duráveis (10, 20 ou + anos) muitas vezes têm protocolos de aprovação com testes de 2 a 3 anos ao ar livre**
- **Podemos expor cerca de 50 painéis de teste na Flórida ou Arizona por cerca de U\$ 500.00**
- **Testes de intemperismo natural são úteis para produtos indoor**

Sobre o que vamos falar

- **Por que realizar Testes de Intemperismo Natural?**
- **O que são exatamente os Testes de Intemperismo Natural?**
- **Testes de Intemperismo em Laboratório**
 - **Arco de XENON**
 - **Fluorescente UV**
- **Elementos de um Programa Efetivo de Testes**

O que é Intemperismo Natural?

- **Forças do Intemperismo**
 - Luz Solar
 - Umidade
 - Calor
- **Locais globais referência de Intemperismo**
 - Sul da Flórida, Arizona, Norte Industrializado

Luz Solar

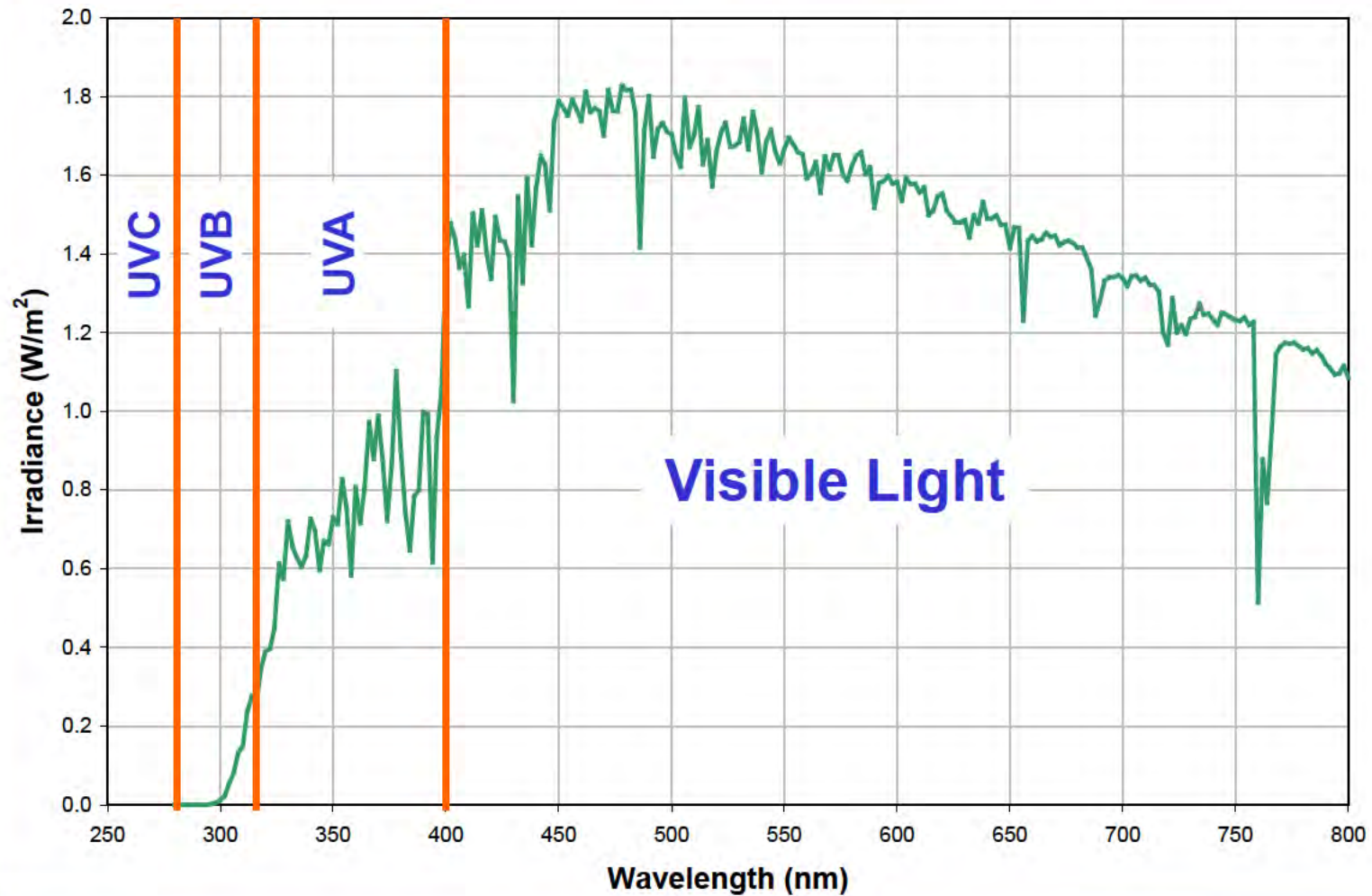


Espectro da Luz Solar no Verão

Irradiância:

É a taxa que a Energia Luminosa atinge uma superfície, por unidade de área; W/m^2

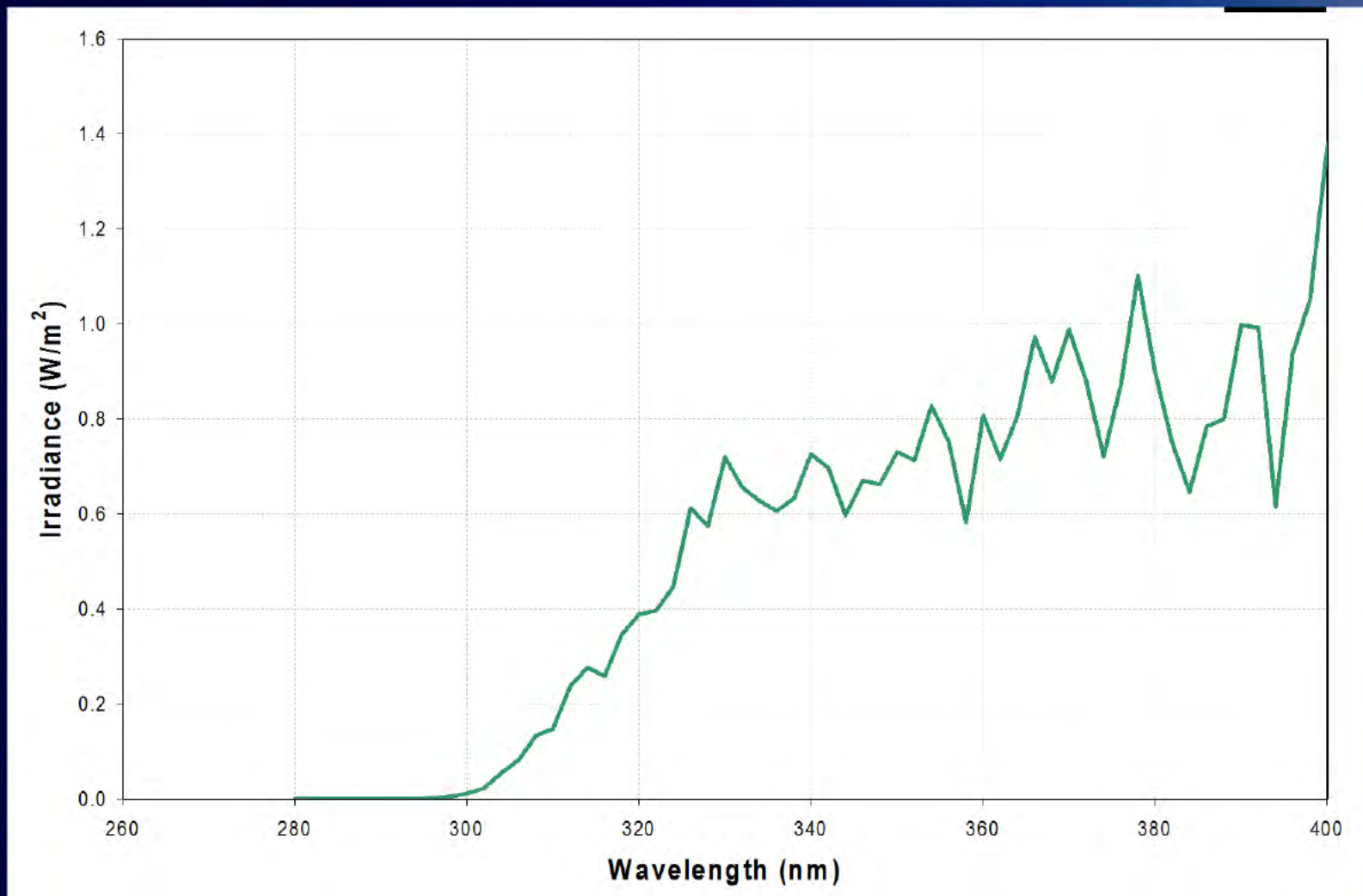
Espectro da Luz Solar ao meio-dia, no Verão



Onda das Regiões do UV

UV - C 100 – 280 nm	Encontrado no Espaço Exterior
UV – B 280 – 315 nm	Possuem os comprimentos de onda mais curtos da superfície da Terra: Causam severa degradação polimérica e são absorvidos pelo vidro de janela
UV – A 315 – 400 nm	Causam degradação polimérica

Comprimentos de Onda das Regiões do UV



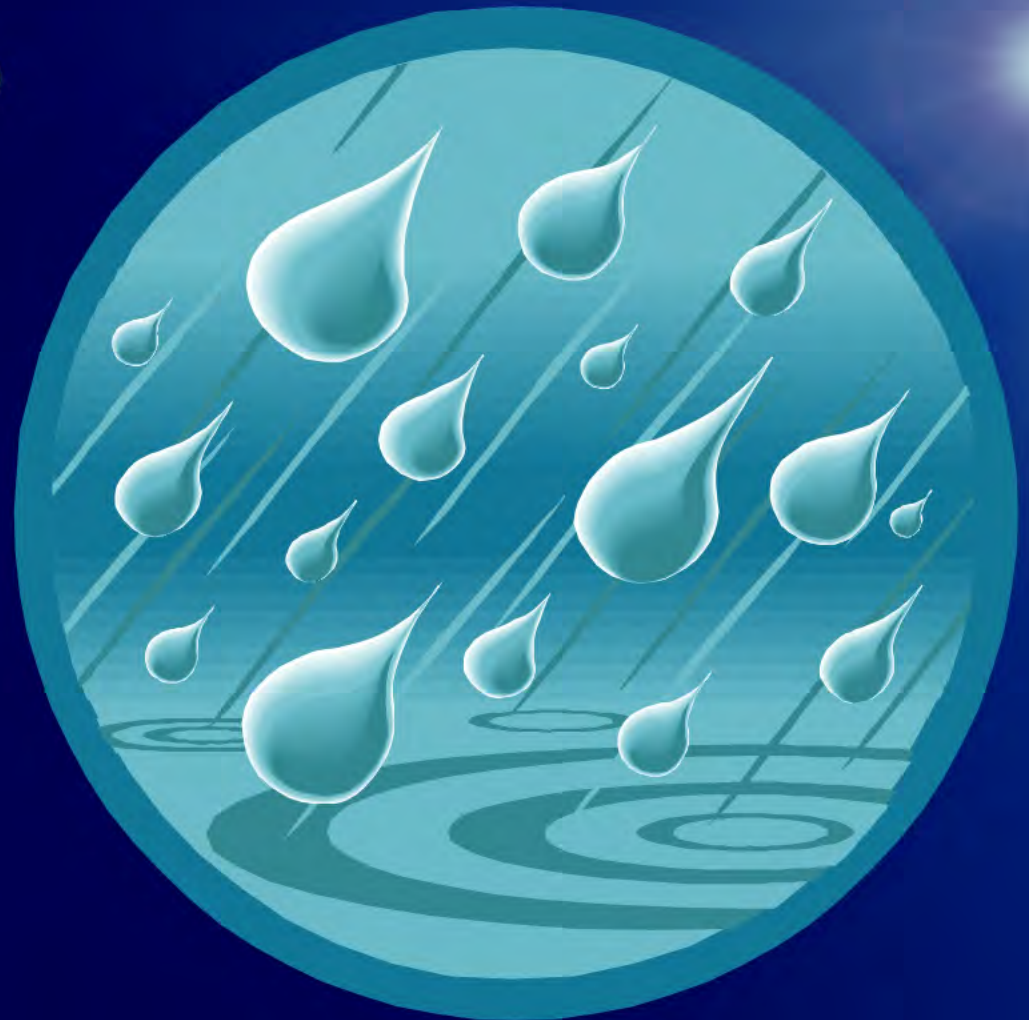
***Comprimentos de Ondas Curtas
Degradação Polimérica***

***Comprimentos de Ondas Longas
Fading & Mudança da Cor***

Características Afetadas pela Sensibilidade Espectral

- Química
- Cor
- Espessura
- Estabilidade

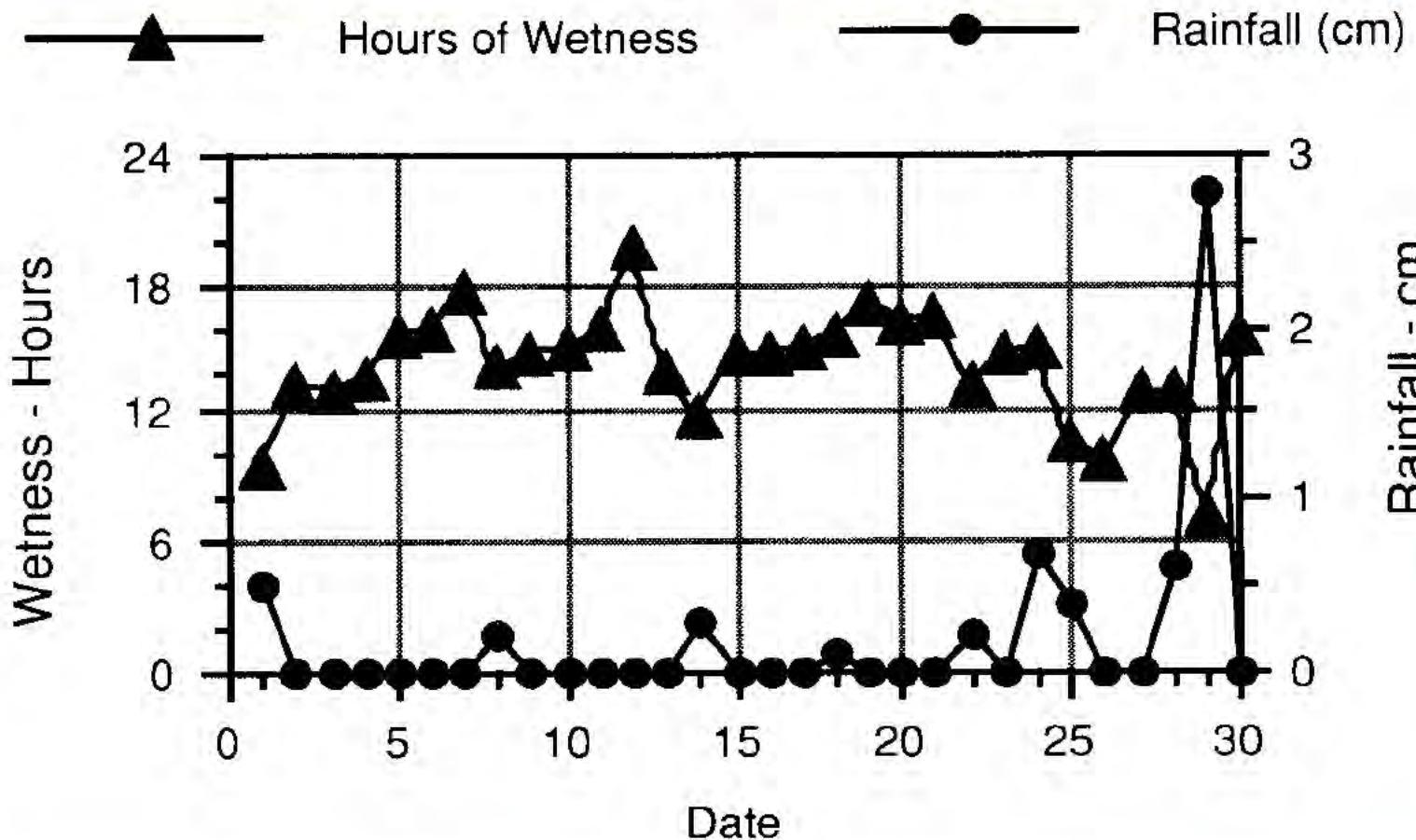
Umidade



***Pesquisa da Q-Lab sobre (TOW)
Tempo de Molhabilidade
Time of Wetness***

***Objetos expostos ao ambiente
exterior ficam molhados muito
mais tempo do que você imagina***

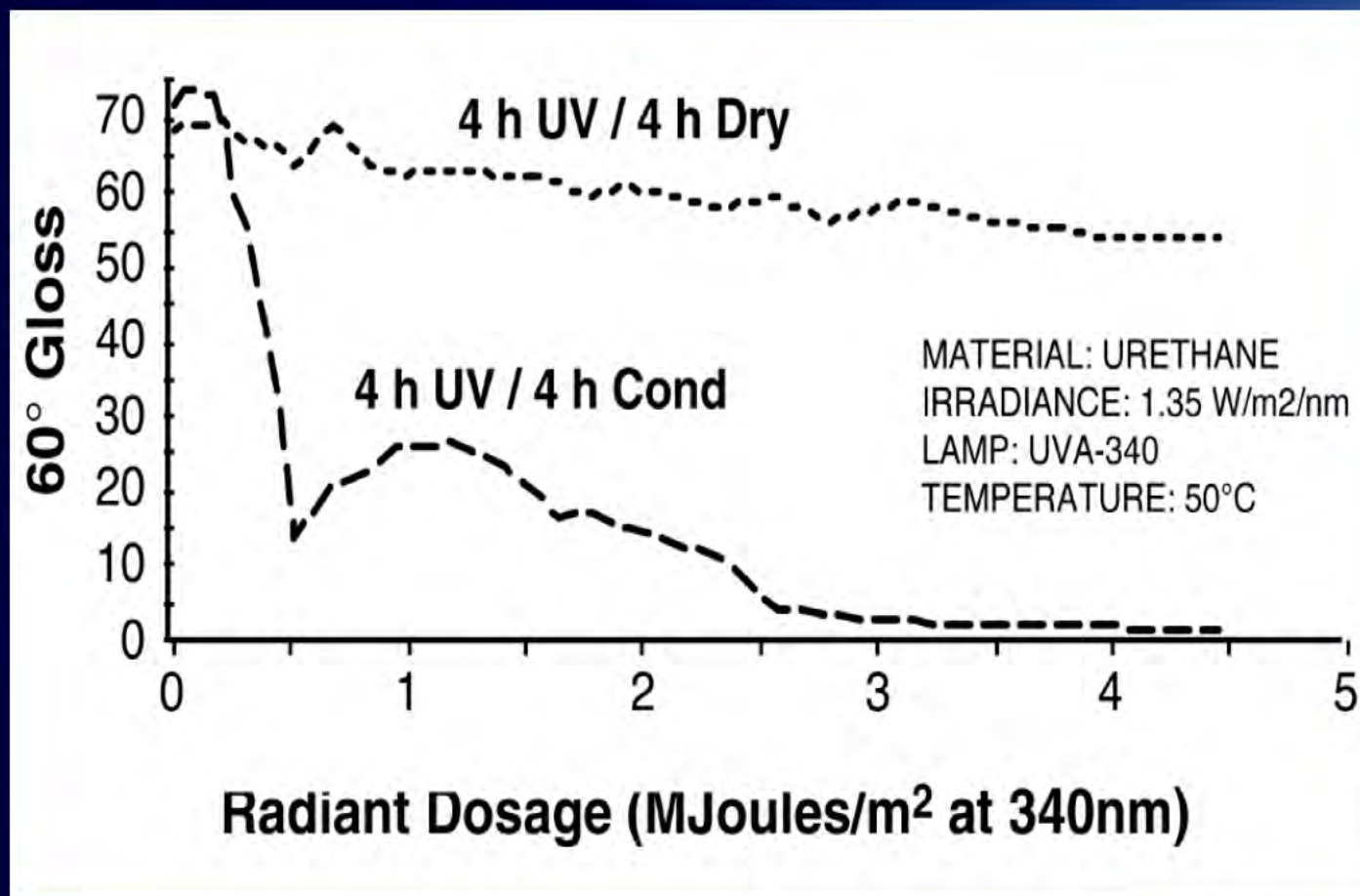
TOW versus CHUVA em Miami - Flórida



***O orvalho,
e não a Chuva,
é a principal fonte,
de Umidade ao ar livre
(Molhabilidade)***

***Projetar algo para o ambiente
externo significa
projetar algo para
um ambiente úmido***

Efeito da Umidade



Não Subestime o Efeito da Umidade

- **Altera a Taxa de Degradação**
- **Altera o Modo da Degradação**
- **Ausência trás dificuldades para Acelerar resultados**

Calor



***Reações Foto-Químicas
geralmente não são reações
de uma única etapa***

As Reações Foto-Químicas

PRIMÁRIAS

NÃO

São Afetadas pelo Calor

Reações Secundárias

São

Afetadas Pelo Calor

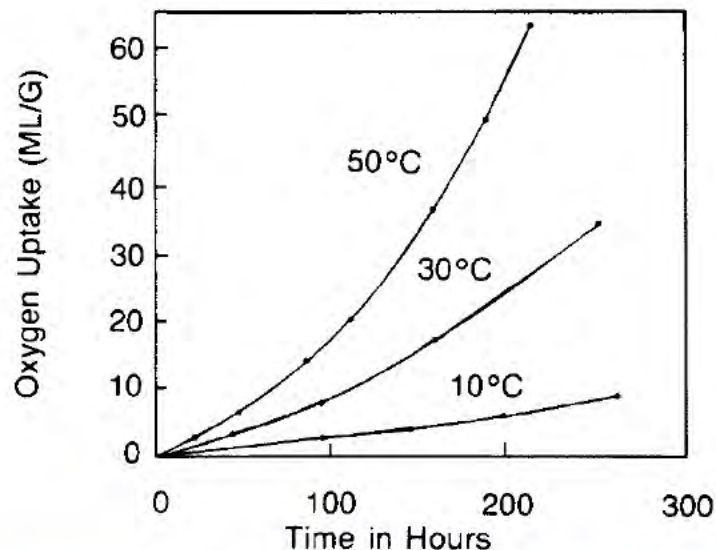
“Regra de Ouro”

- Um aumento de 10° C na temperatura, dobra a taxa da Reação Química



Efeito da Temperatura: Taxa de Oxidação do Polietileno

**Temperature Dependence of Oxidation Rate
of Branched Polyethylene Exposed to
Fluorescent Lamps**

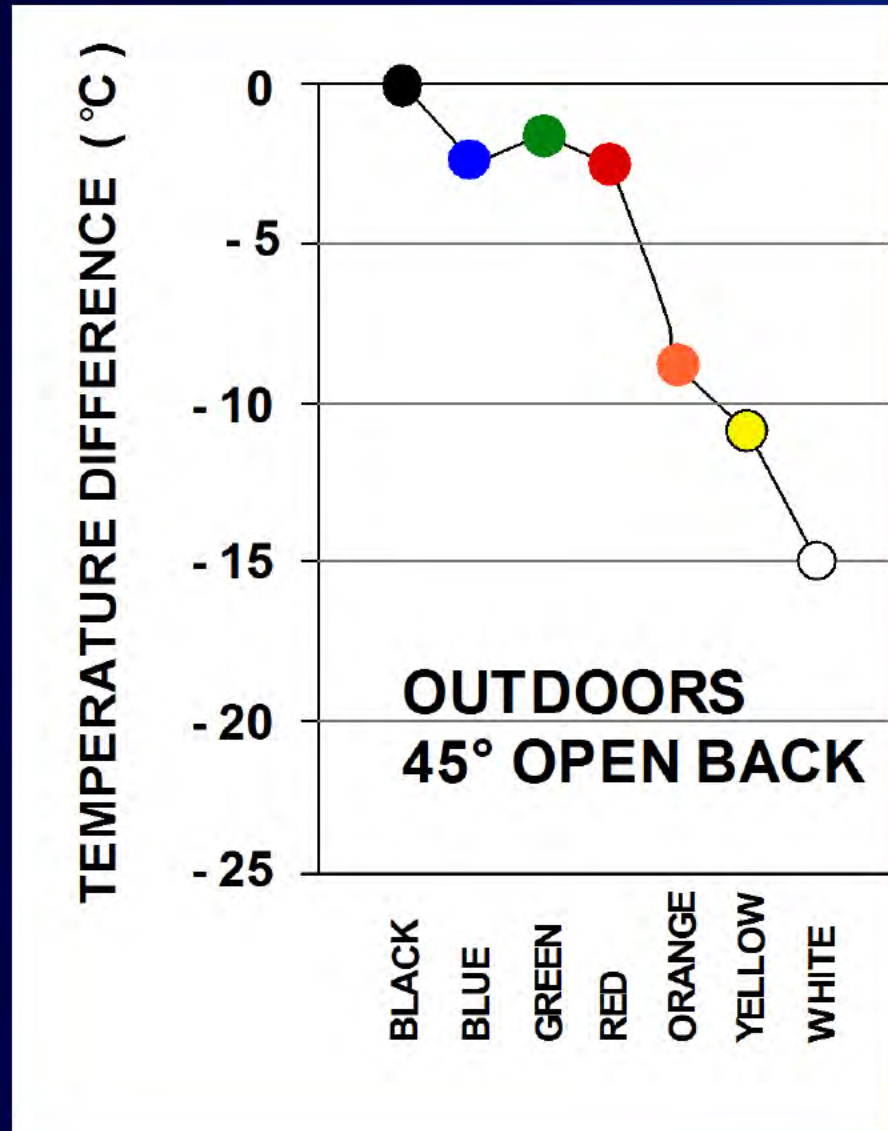


- Tempo em horas de exposição à lâmpadas UV

Efeitos dos Ciclos Térmicos

- **Stress Físico**
- **Revestimentos e Plásticos**
- **Peças Montadas**

Cores Escuras = Altas Temperaturas



O que é Intemperismo Natural?

- **Forças do Intemperismo**
 - Luz Solar
 - Umidade
 - Calor
- **Locais globais referência de Intemperismo**
 - Sul da Flórida, Arizona, Norte Industrializado

Campo na Florida

Latitude
25° 27'
Norte

Elevação
2,44 metro

Energia Solar
Anual

TUV
280
MJ/m²

Total
6,588
MJ/m²

% de Sol
69%

Média Máx. da
temperatura do
ar no Verão

32°C

90°F



Campo no Arizona

Latitude	Elevação
33° 23'	321,56 m
Norte	

Energia Solar Anual	TUV 334 MJ/m²	Total 8,004 MJ/m ²	% Sol 85%
---------------------	---	-------------------------------------	--------------

Média Máx. da temperature do ar no Verão:	40°C	105°F
---	------	-------



Por Que Flórida & Arizona?

- **Ambientes de “Pior Cenário”**
- **Degradação Acelerada vista nos principais mercados Globais**
- **Locais Consagrados**
 - **Longo histórico**
 - **Referência entre empresas**

Norte Industrializado dos USA





Exposição Sob Vidro

Sobre o que vamos falar

- Por que realizar Testes de Intemperismo Natural?
- O que são exatamente os Testes de Intemperismo Natural?
- **Testes de Intemperismo em Laboratório**
 - Arco de XENON
 - Fluorescente UV
- Elementos de um Programa Efetivo de Testes

Teste de Intemperismo em Laboratório

- **Repetibilidade e Reprodutibilidade**
- **Pode ser feito dentro da empresa**
- **É Acelerado**
- **Prático para Controle de Qualidade,
Pesquisa e Desenvolvimento**

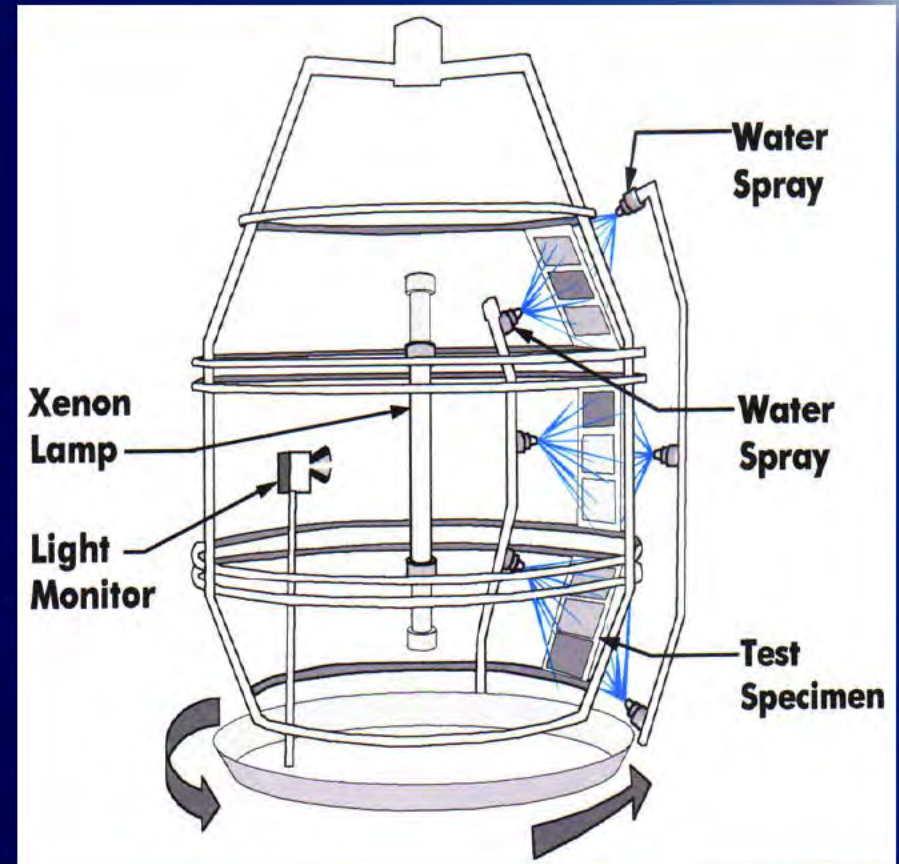
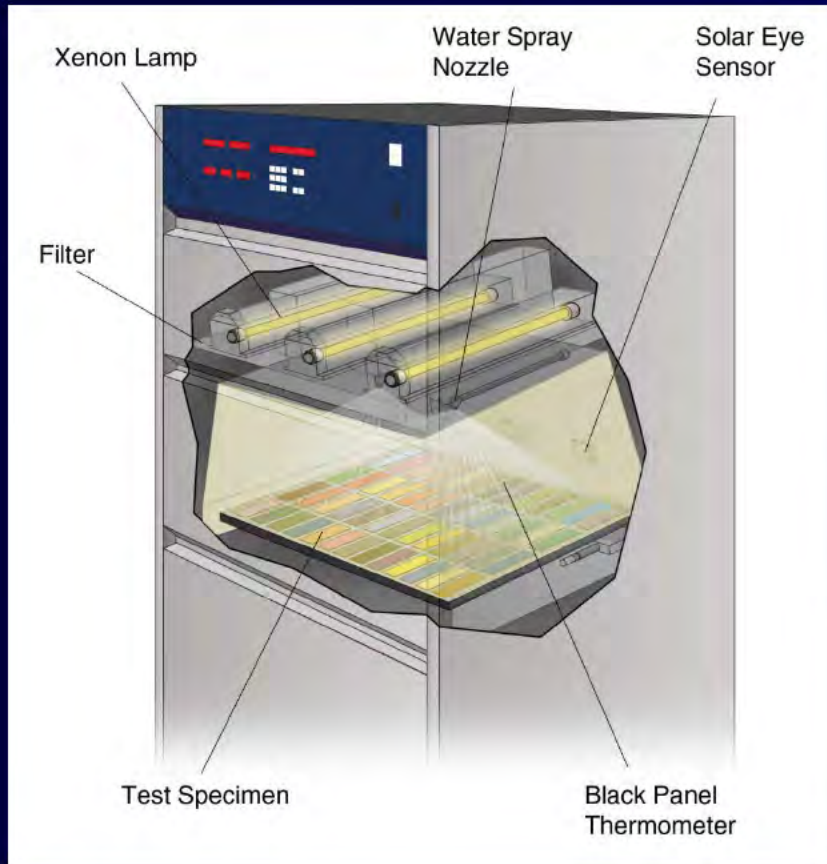
Arco de XENON

- **Espectro da Luz Solar & Irradiância Controlados**
- **Temperatura Controlada**
- **Umidade**
- **Fatores Críticos descritos nos métodos de testes**

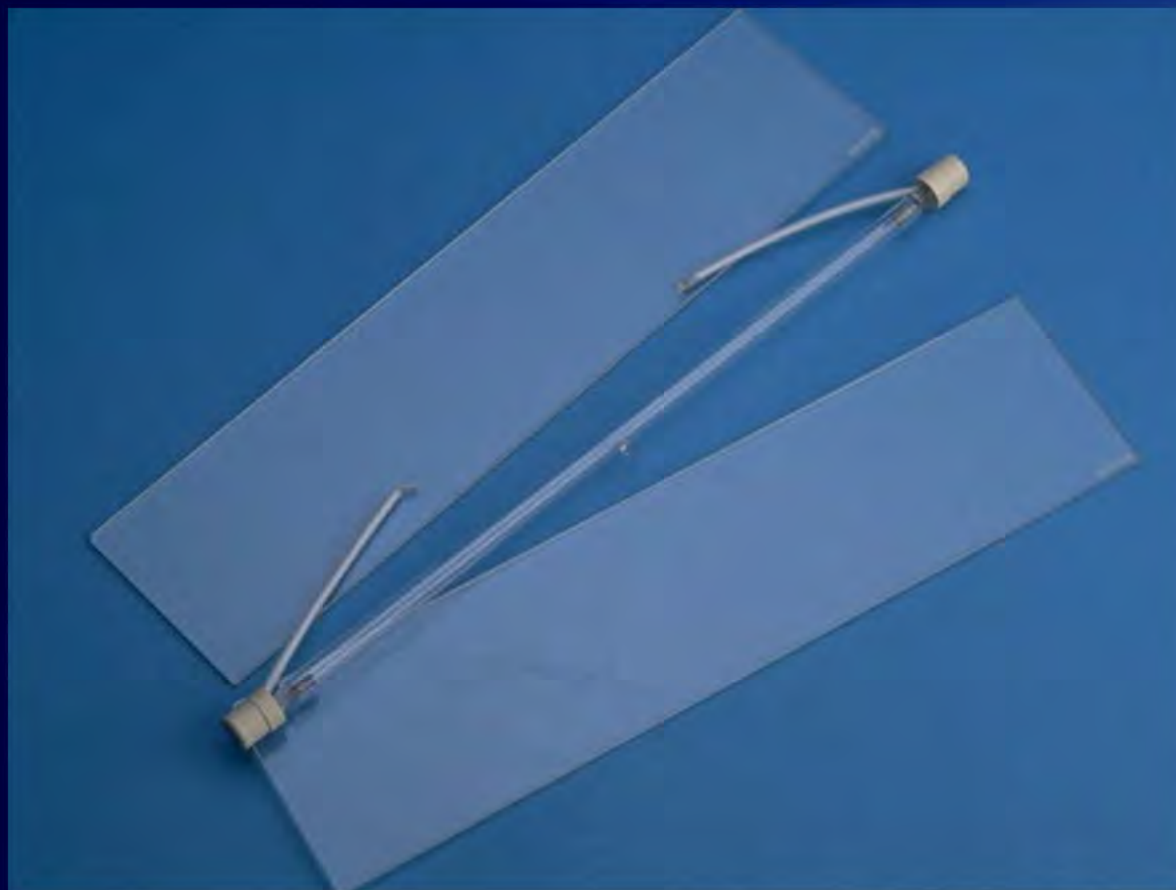
Arco de XENON

- **Desenvolvido nos anos 50**
- **ISO 4892-2**
- **ASTM G155**
- **Se você fosse escrever um método de teste, poderia basear-se em um desses**

Arco de XENON



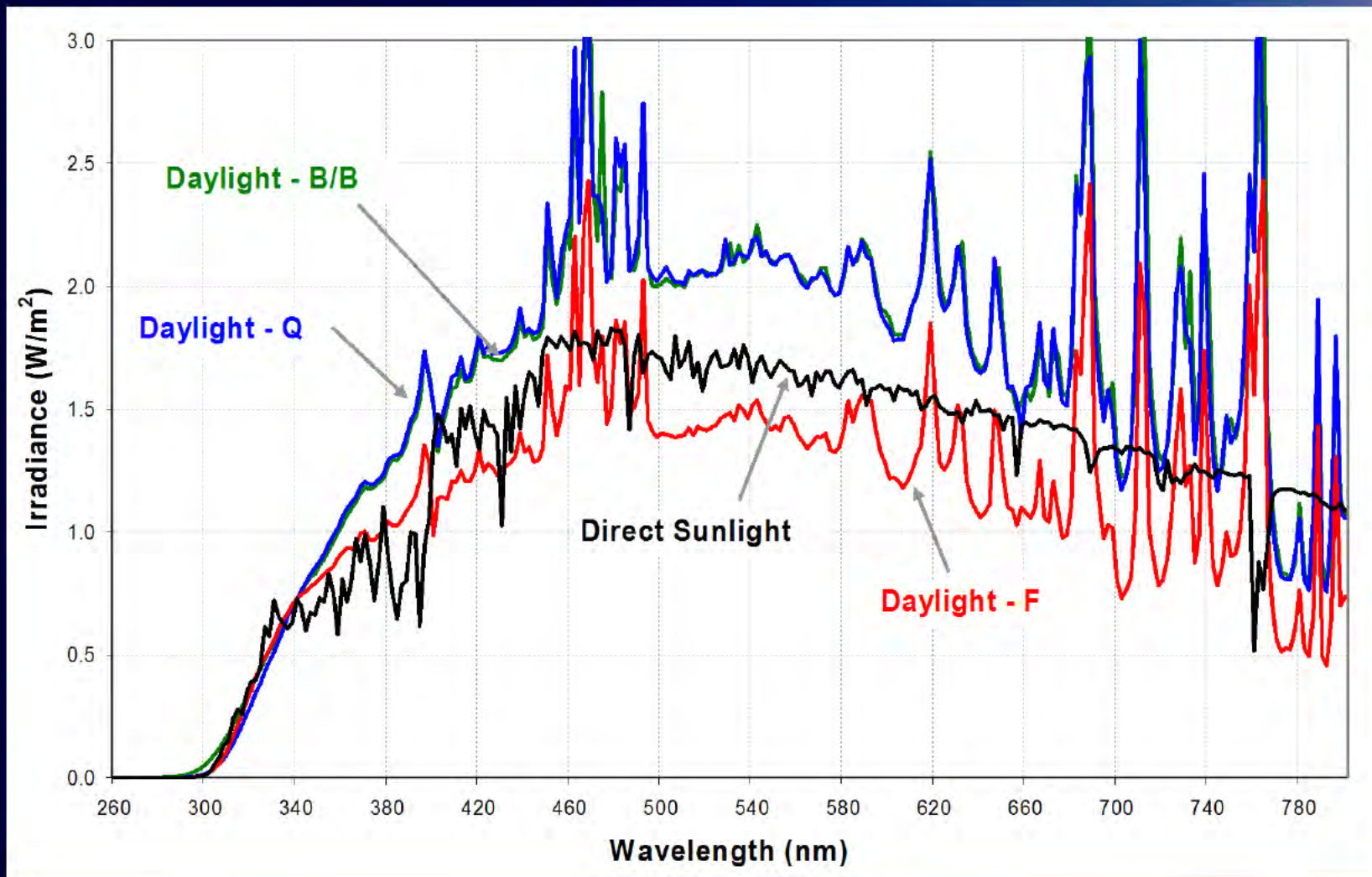
Lâmpadas de XENON & Filtros



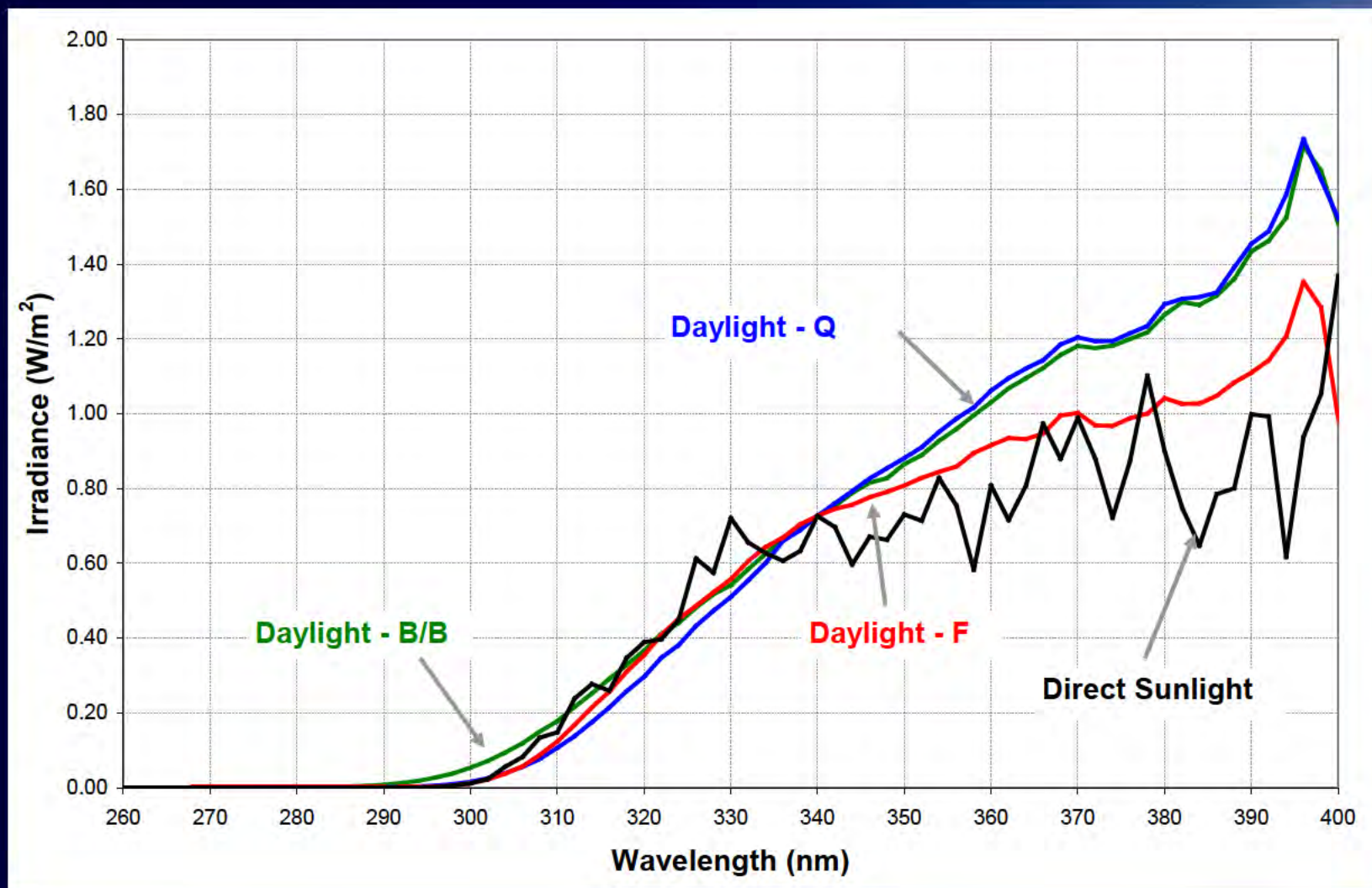
Lâmpadas de XENON & Filtros



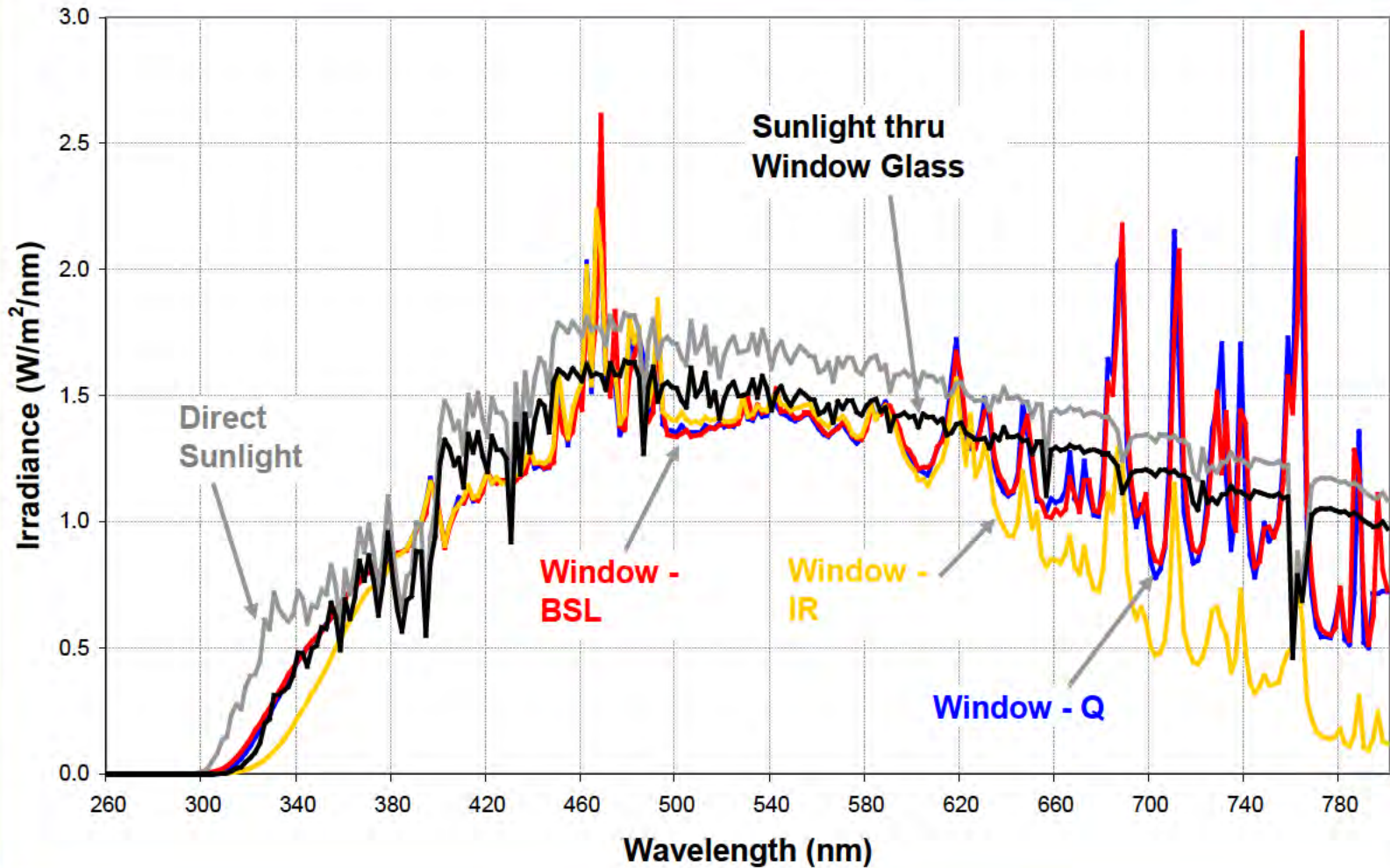
Espectro do XENON com Filtro Luz do Dia



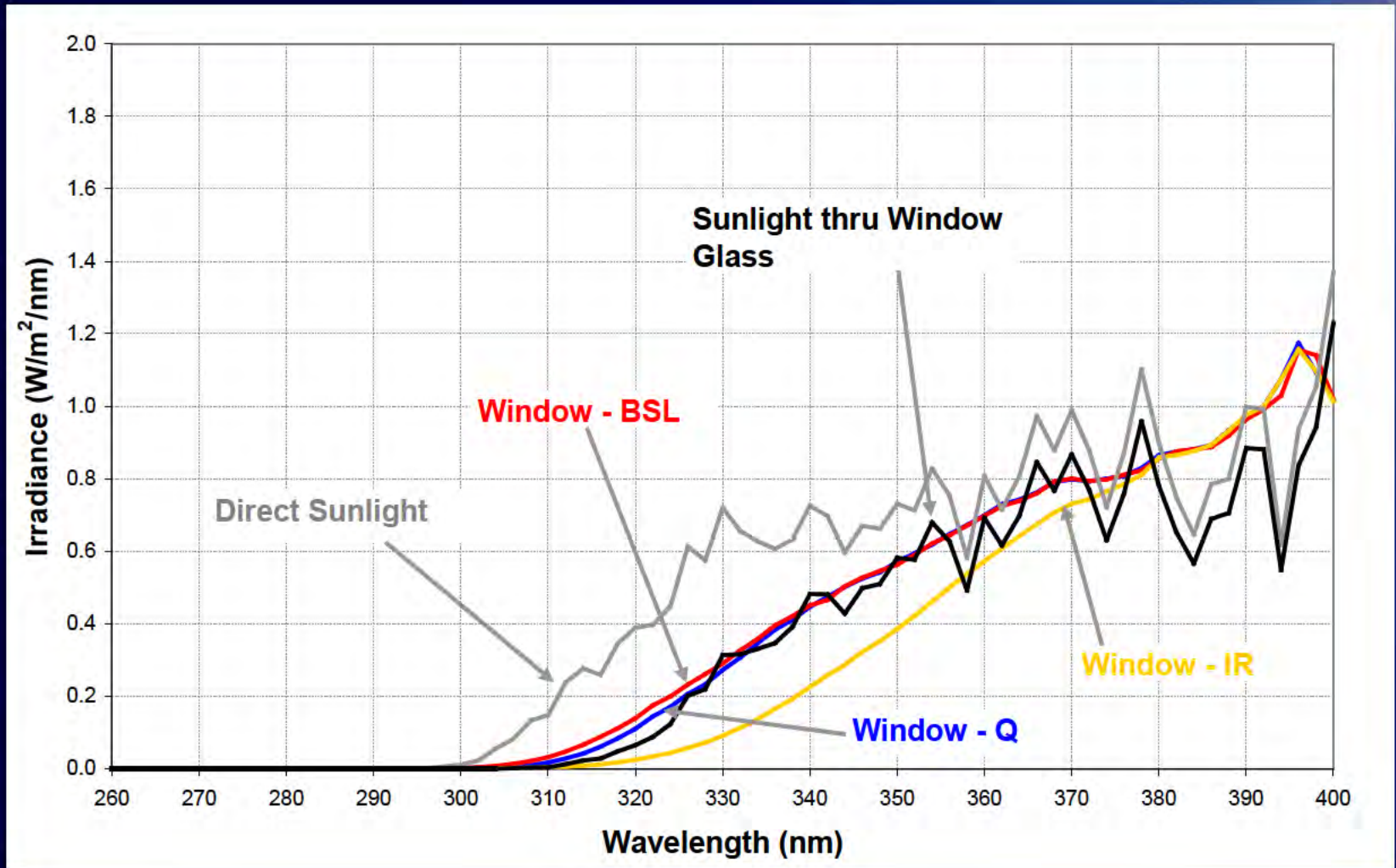
Região UV dos Filtros Luz do Dia



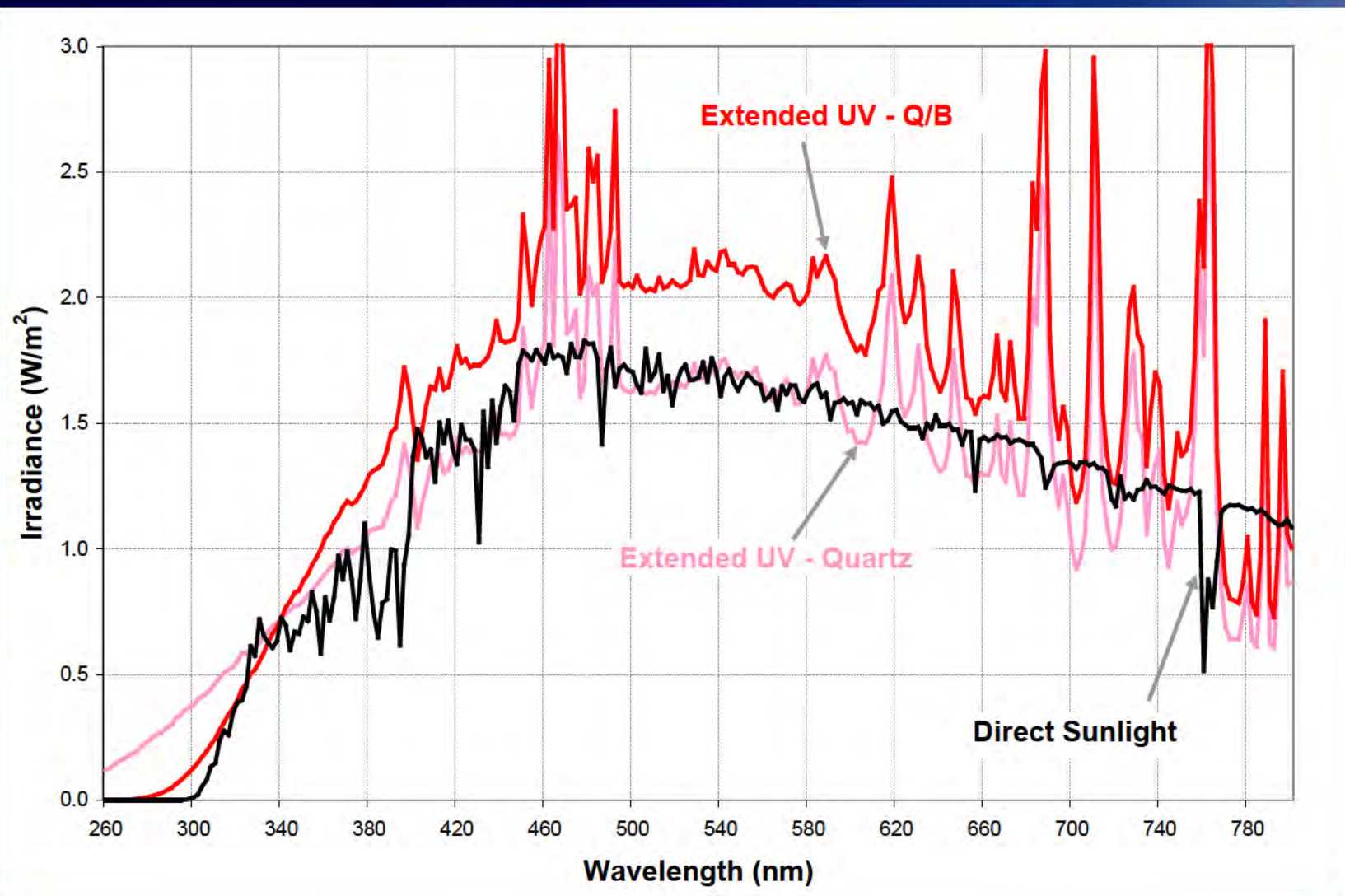
XENON com Filtro Vidro de Janela



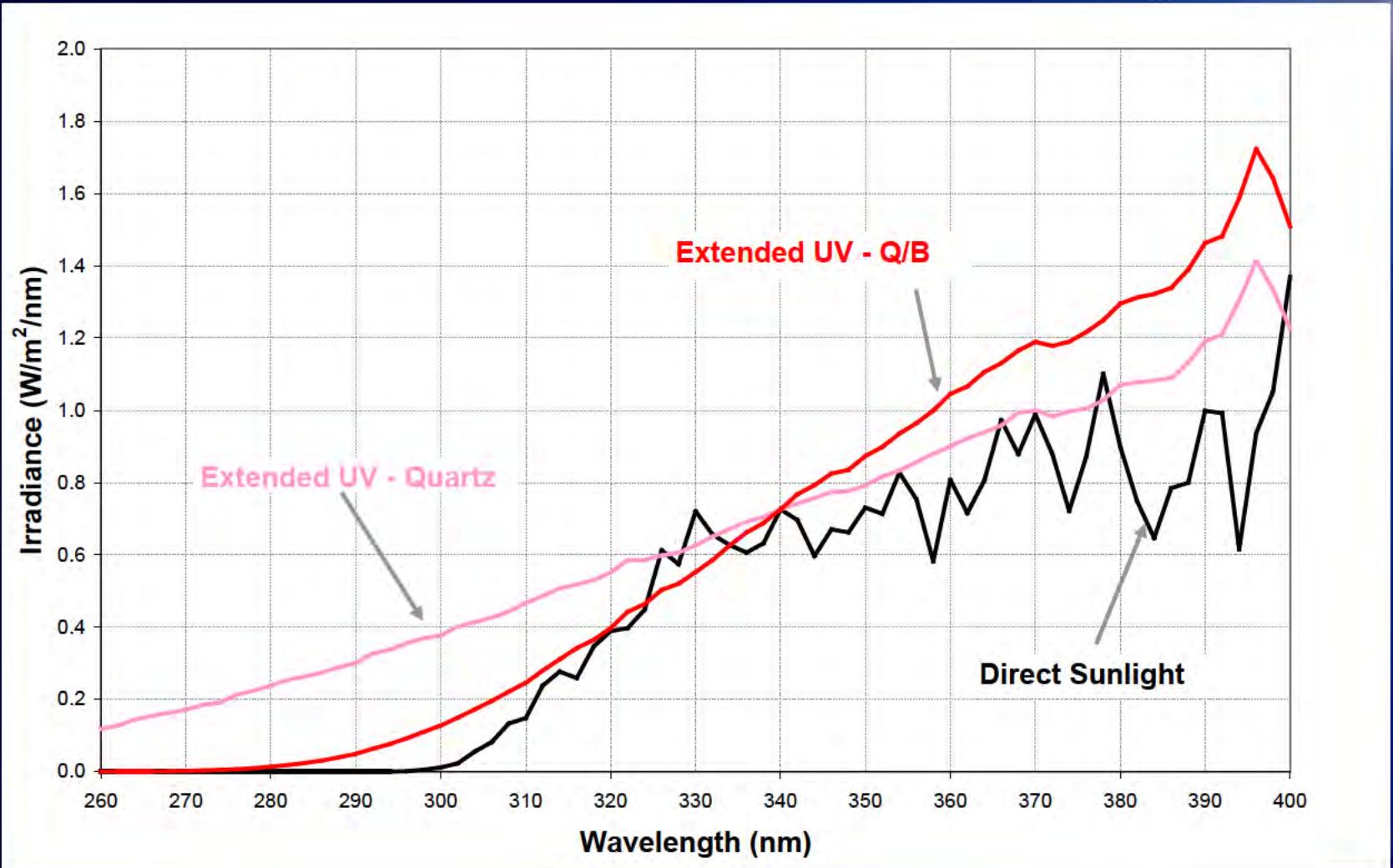
Região UV dos Filtros Vidro de Janela



XENON com Filtrros UV Estendidos



Região UV dos Filtros UV Estendido



Resumo dos Filtros

Filtro Luz do Dia

(exposições de exterior)

Filtro Vidro de Janela

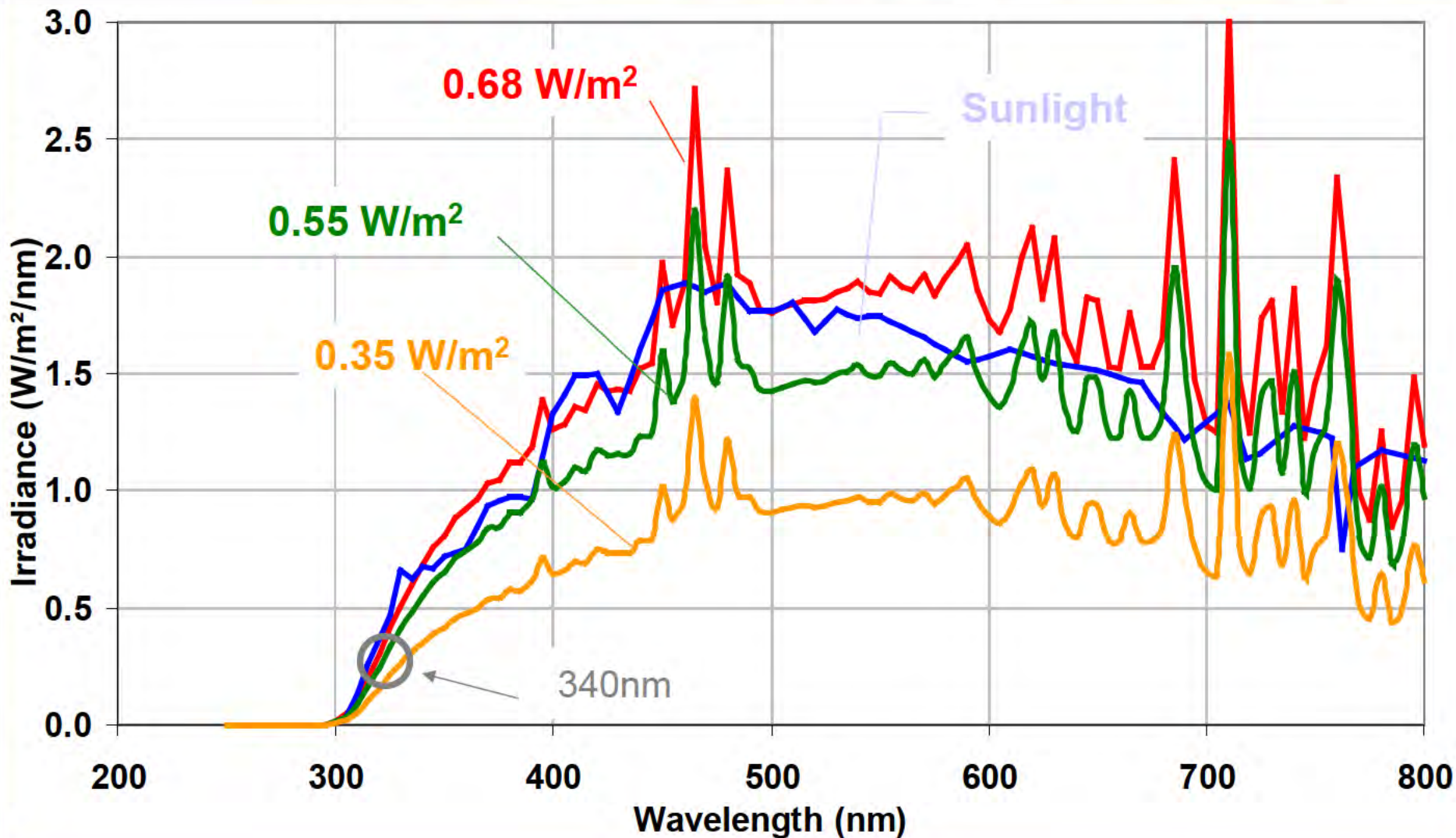
(exposições de interior, tecidos, tintas gráficas, etc.)

Filtro UV Estendido

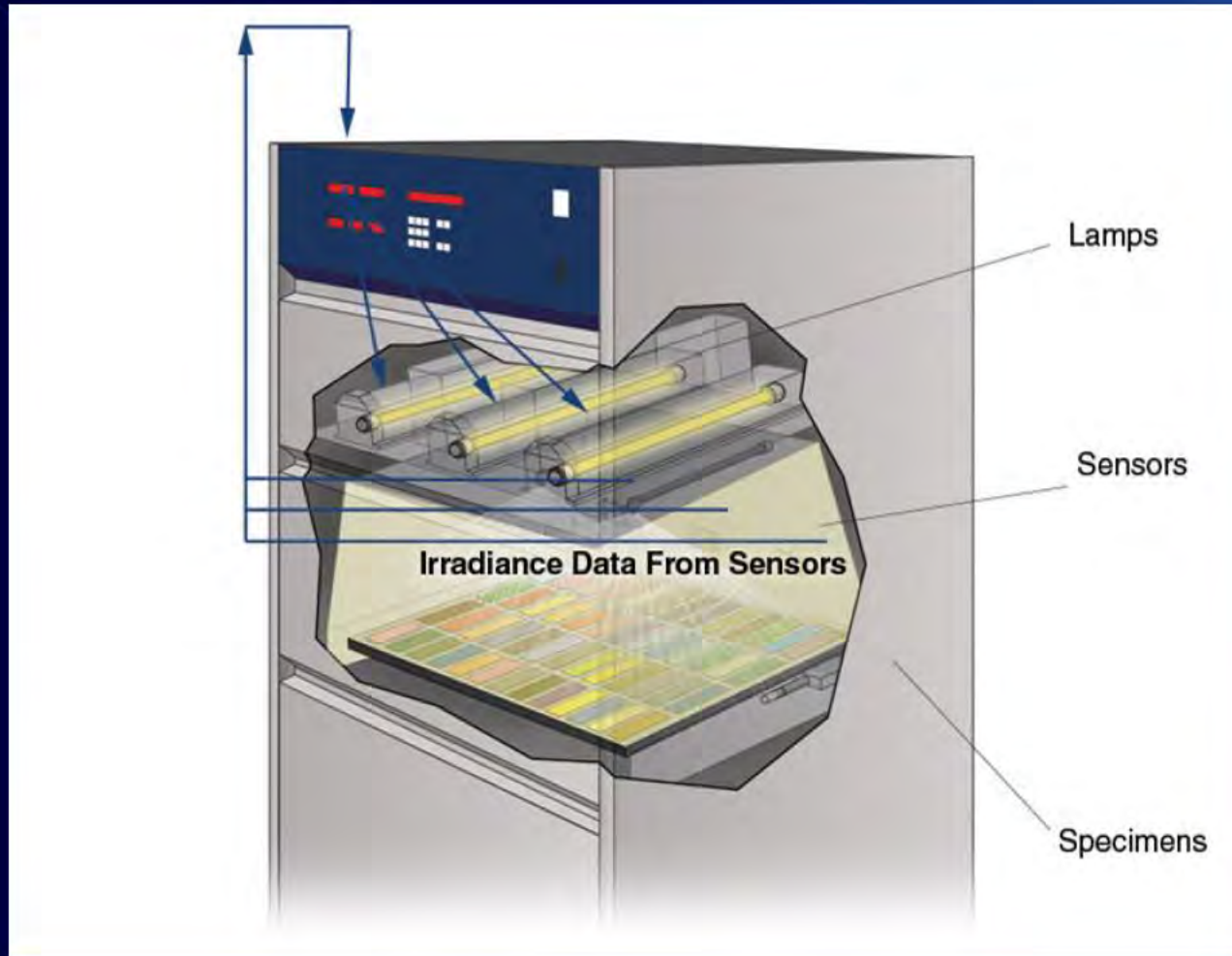
(fora de especificações, resultados rápidos)

Controle de Irradiância

Efeito da Irradiância – XENON



Controle de Irradiância

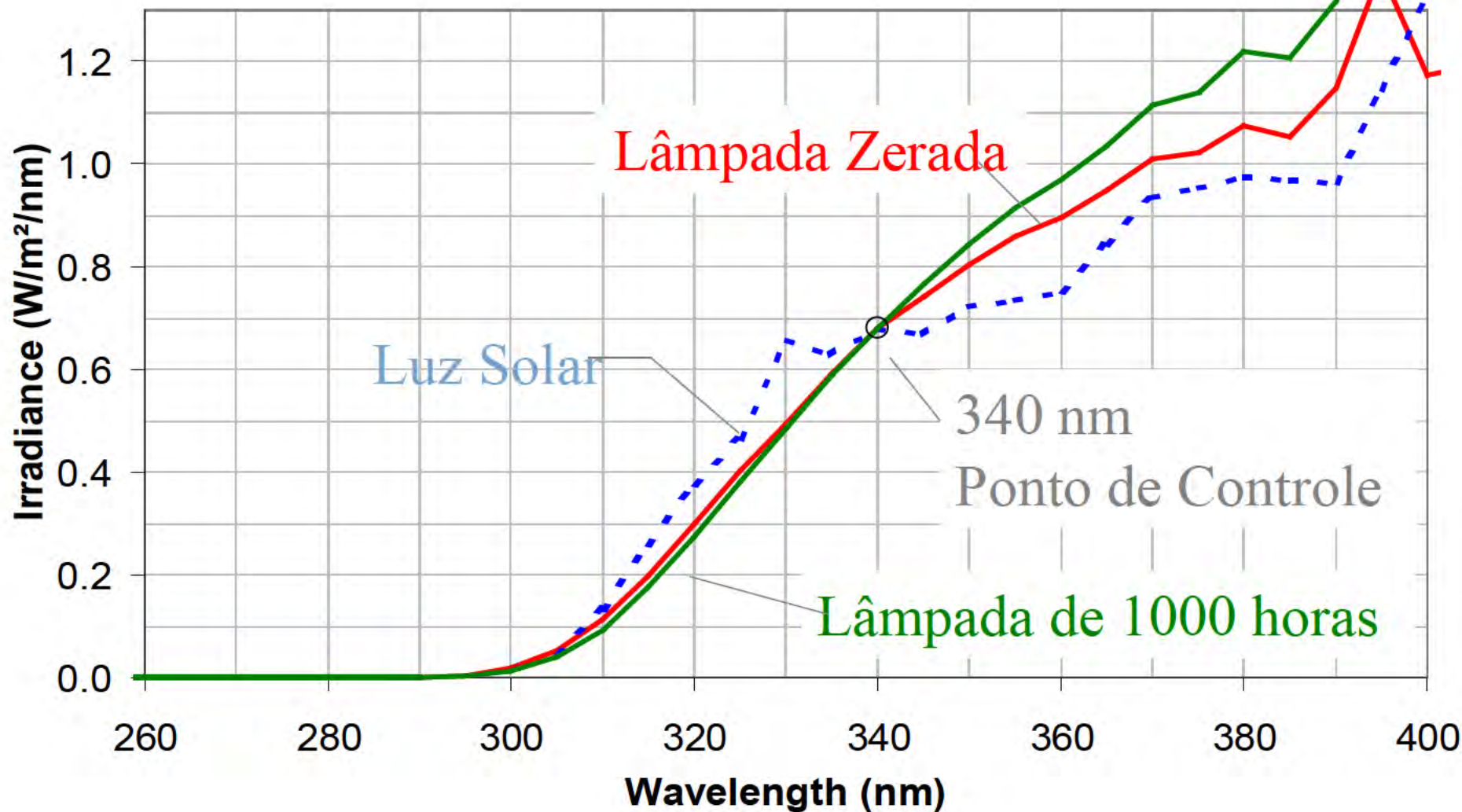


Pontos do Controle de Irradiância

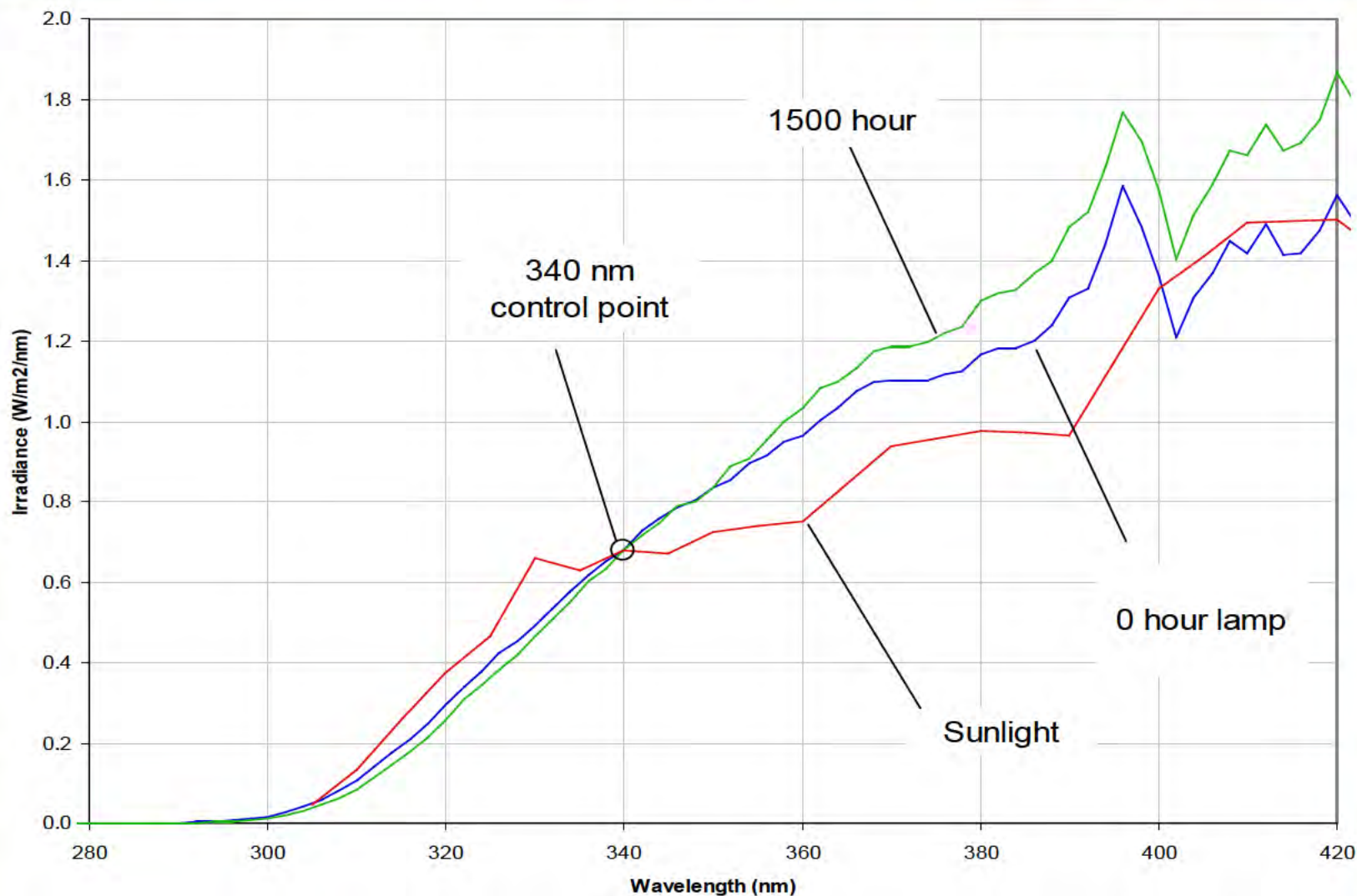
- 340 nm (banda estreita)
- 420 nm (banda estreita)
- 300-400 nm or TUV (banda larga)
- Lux
- Global (300-800 nm)

Efeito Fulcrum

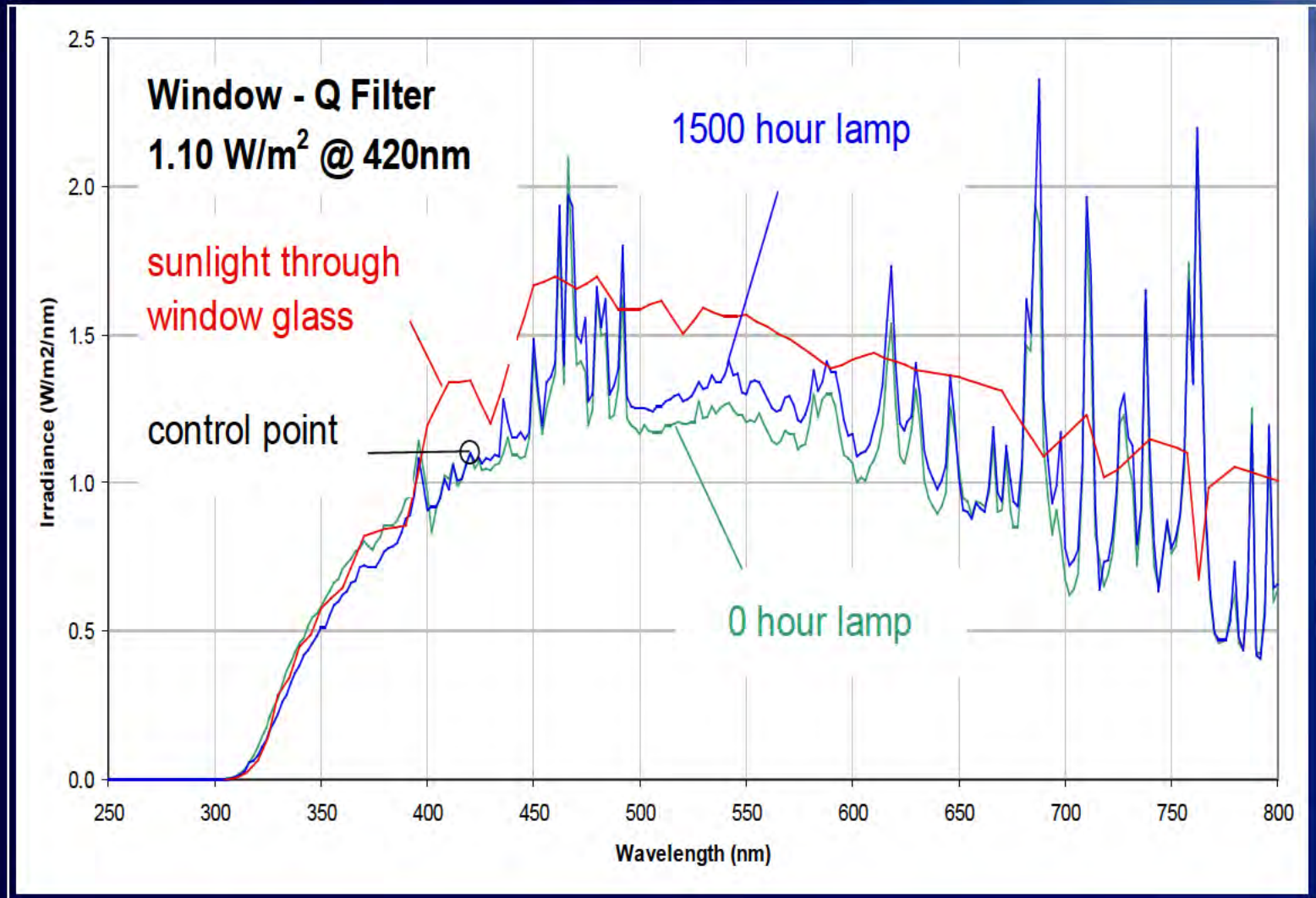
Envelhecimento da Lâmpada



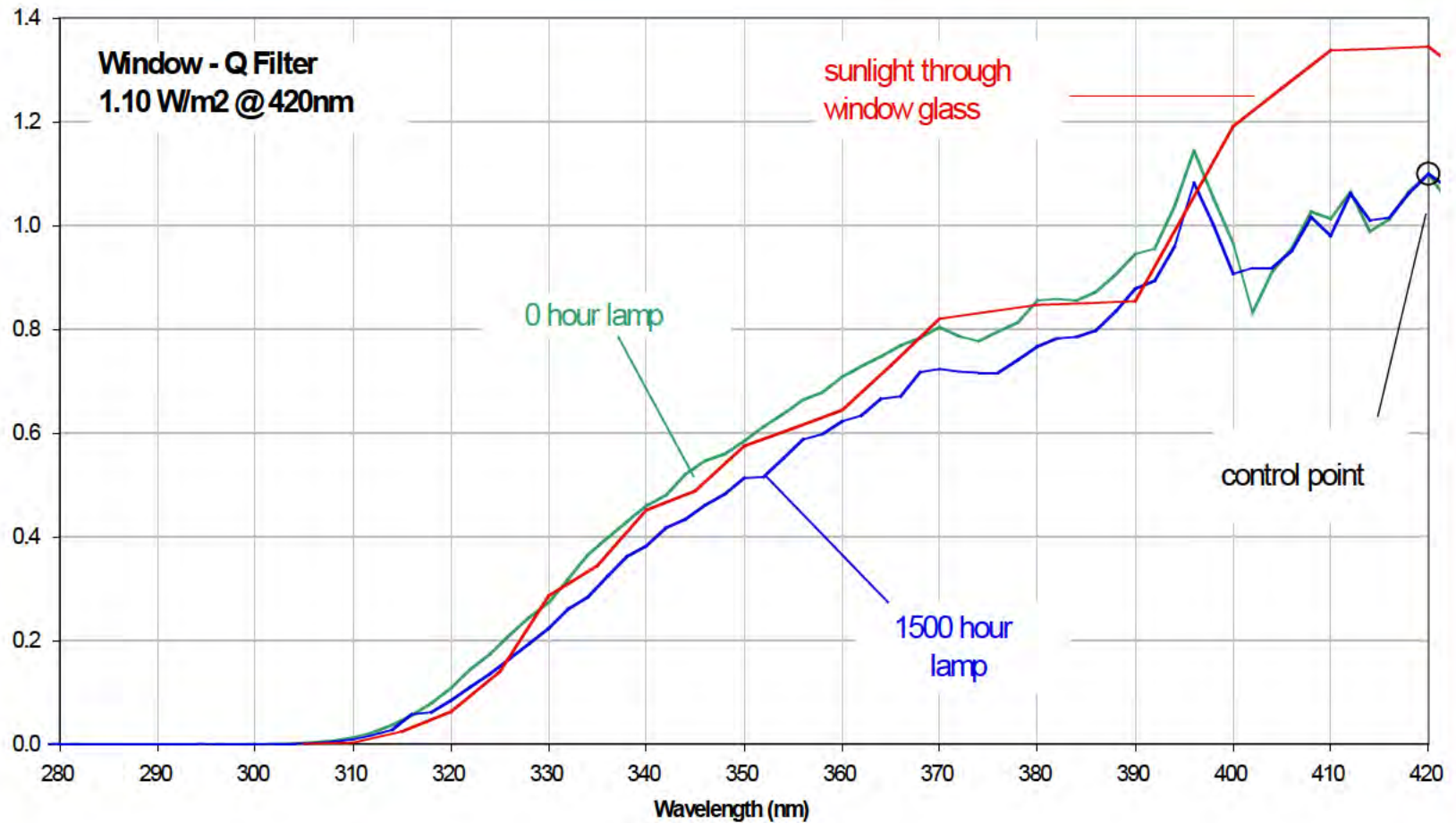
Ponto de Controle em 340 nm



Ponto de Controle em 420 nm



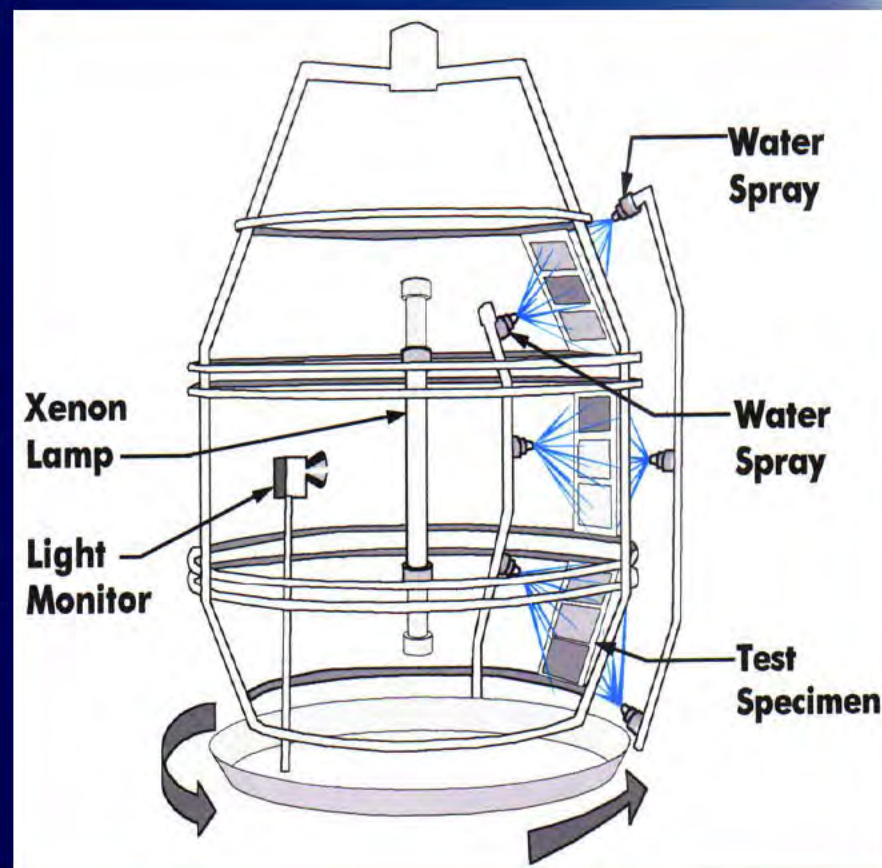
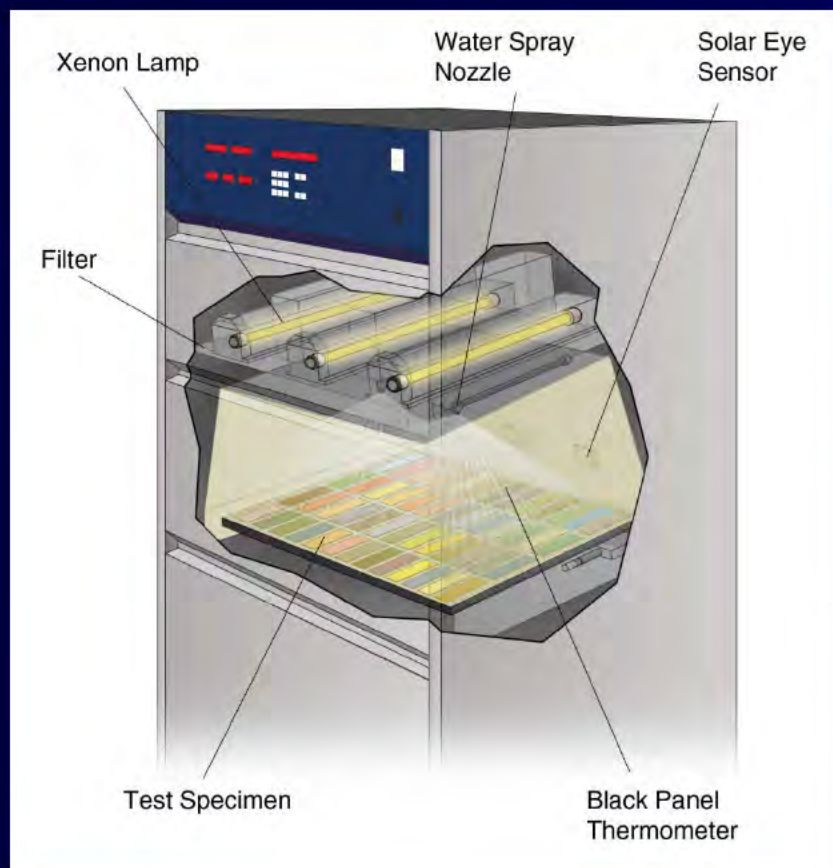
Ponto de Controle em 420 nm



Arco de XENON com Umidade

- **Spray de água**
- **Controle da Umidade Relativa**
- **Sem Condensação**

Arco de *XENON* com *Spray* de água



Arco de XENON com Spray de água

- **Água extremamente pura é necessária para as medições ópticas**
- **Ciclos de ensaio comuns não geram umidade suficiente**
- **É menos eficaz do que a condensação**
- **Spray traseiro NÃO produz condensação**

Controle da Umidade Relativa em Arco de XENON

- **Mudanças na umidade relativa do ar pode estressar os materiais**
- **Controle de Umidade Relativa pode melhorar reprodutibilidade inter laboratorial**

O que a Umidade Relativa faz com seus Materiais?

Controle de Temperatura

- **Black panel – Painel Preto**
 - Mais quente do que um ambiente na Luz Solar
 - Não é necessariamente igual a temperatura da amostra
 - Existe para testes de REPE REPRO, repetibilidade e reprodutibilidade

- **Ar da Câmara**
 - Controlado com certa independência
 - Mais relevante para algumas aplicações que em outras

Temperatura de Painel Preto

**Painel Preto
(Não Isolado)**



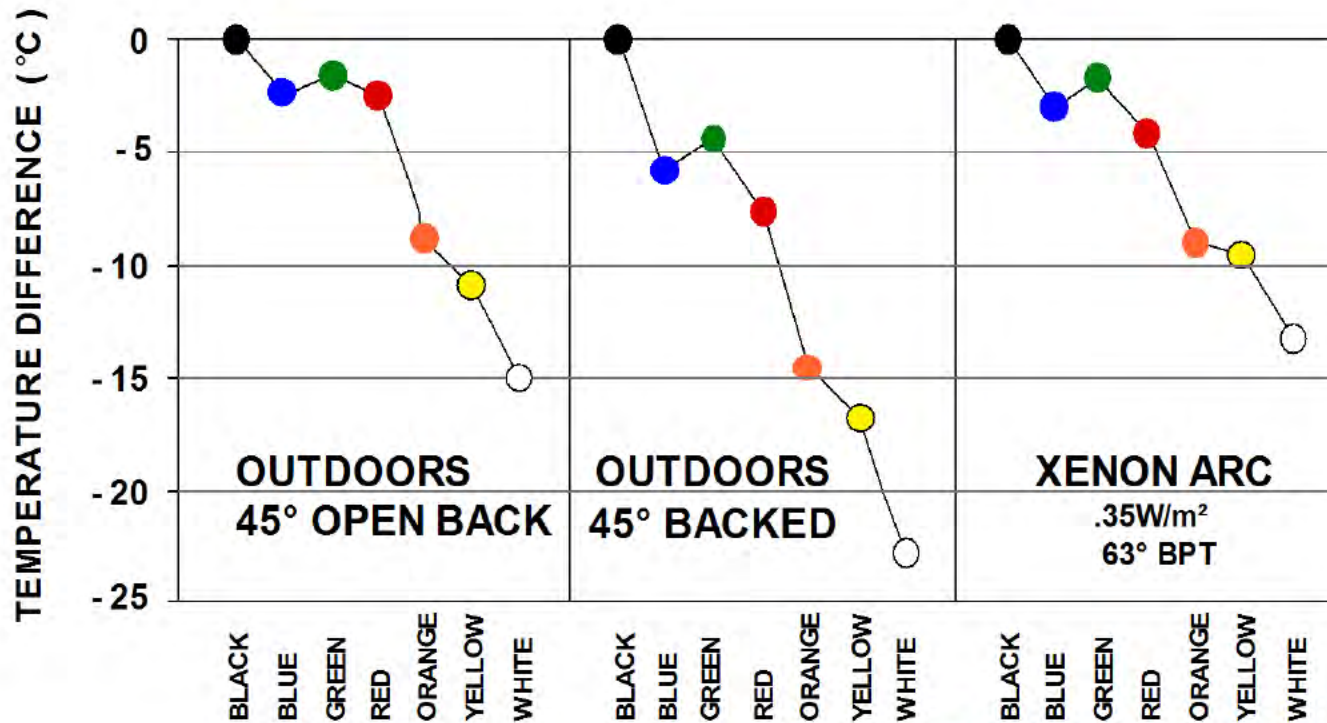
**Painel Preto
(Isolado)**

**Conhecido
como Black
Standard**

Dois tipos de Painel Preto!

Temperatura & Cores (no XENON)

TEMPERATURE DIFFERENCE BETWEEN COLORED PANEL AND BLACK PANEL



Fischer and Ketola, 1993

Temperatura do Ar da Câmara

- **É necessário o controle da umidade relativa do ar**
- **Às vezes, ela é mais relevante do que a temperatura do painel preto**
- **A adição de refrigeração pode diminuir a temperatura do ar da câmara**

Resumo de Arco de XENON

- **Espectro Total – UV, Visível e IR**
- **Melhor simulação das Ondas Longas do UV e no Visível**
- **Calibração**
- **Spray de água**
- **Controle de Umidade Relativa**

Criando um Método de Teste em Arco de XENON

- **Especifique:**
 - **O Filtro Óptico**
 - **Por família (Luz do Dia, Vidro de Janela)**
 - **Ou um espectro específico desejado**
 - **Irradiância**
 - **Ponto de Controle (permite várias escolhas)**
 - **Nível de Irradiância (é consistente com o ponto de controle)**

Criando um Método de Teste em Arco de XENON

- **Especifique (continuação):**
 - **Temperatura e o tipo do Painel Preto**
 - Qual(is) temperatura(s) deve(m) ser controladas
 - Se ambos controles de temperatura, Painel Preto e Ar da Câmara, forem usados, certifique-se que os pontos de ajuste são apropriados (temp do BP é maior quando as lâmpadas de XENON estão ligadas)
 - **Umidade Relativa (quando necessária)**
- ***Referência ASTM G155 ou ISO 4892-2***

Criando um Método de Teste em Arco de XENON

- **NÃO especifique:**
 - **Método de refrigeração da lâmpada**
 - **É irrelevante para as condições de teste ou resultados**
 - **Filtro Óptico por nome de fabricante, a não ser que você adicione “ou alternativo com espectro similar”**
 - **Numero de lâmpadas**
 - **Configuração do suporte de amostras (plano ou rotor)**
 - **Temperatura do BP durante os ciclos de spary de água**

Teste de Intemperismo com UV Fluorescente

Introduzida em 1970

modelo QUV/spray

***ASTM G154
ISO 4892-3***



UV Fluorescente

- **Espectro de Luz UV com Controle de Irradiância**
- **Controle de Temperatura**
- **Umidade**
- **São fatores críticos quando se cria um método de teste**

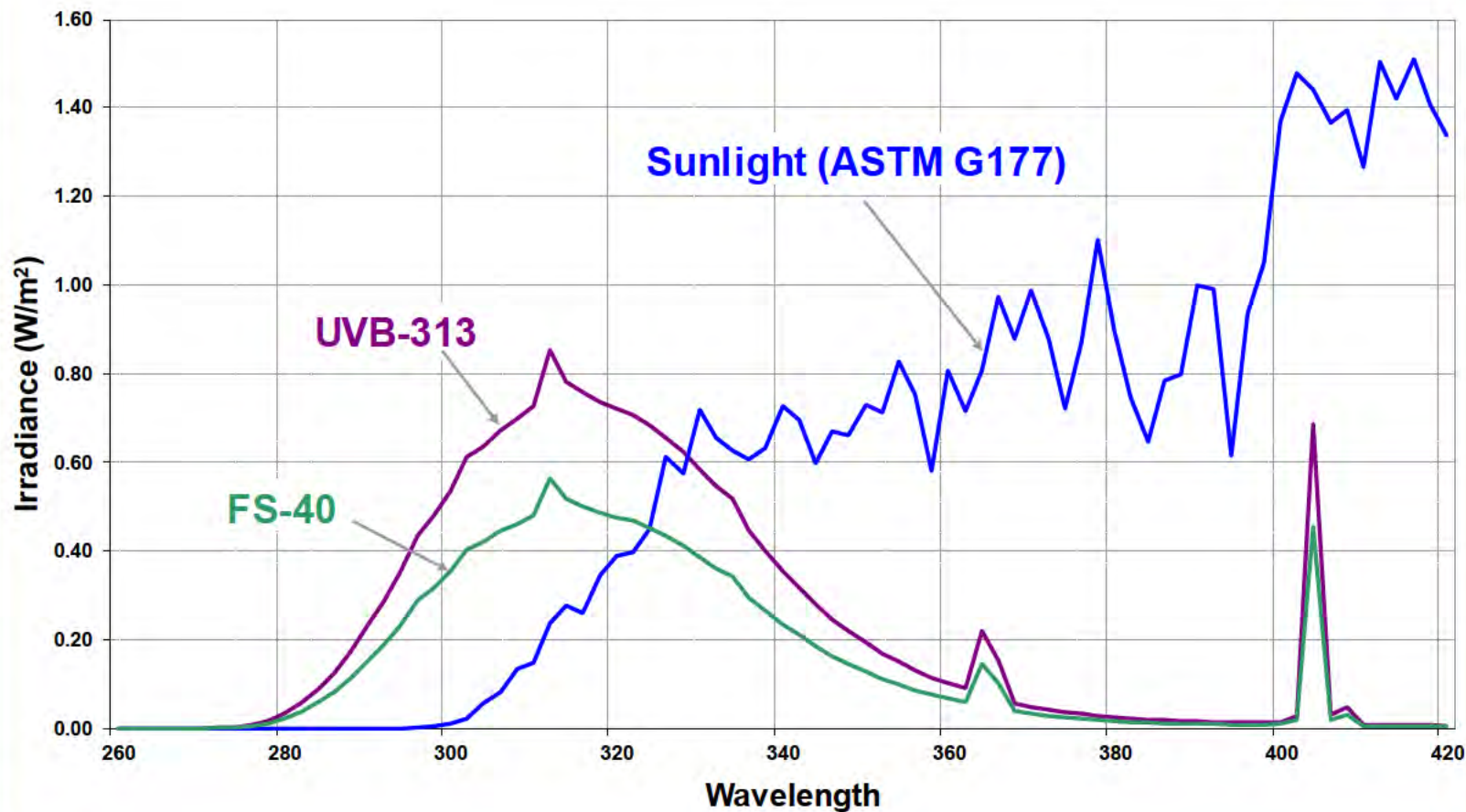
UV Fluorescente

- **ISO 4892-3**
- **ASTM G154**
- **Utilize como referência, uma dessas normas quando for criar um método de teste**

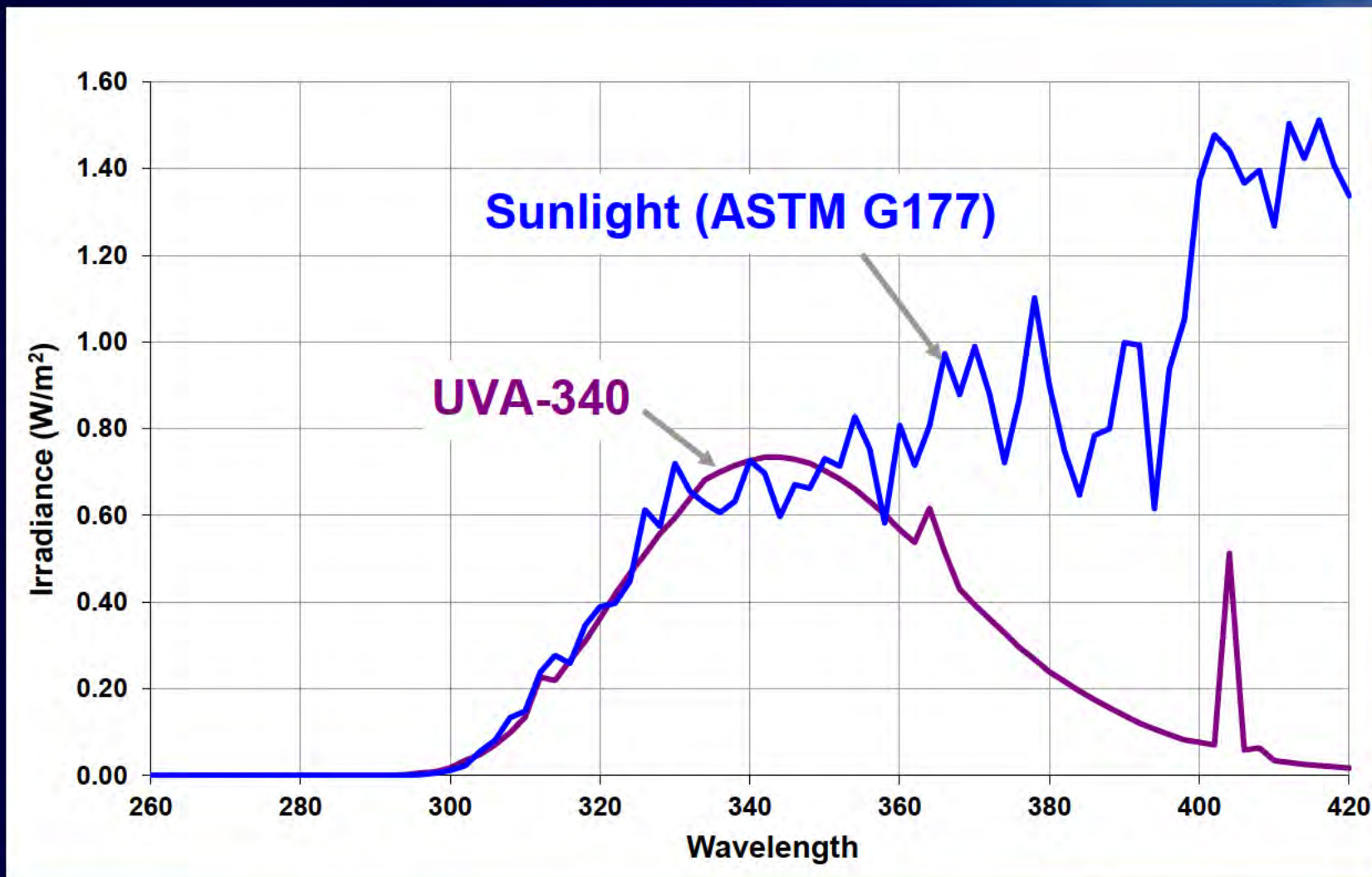
UV Fluorescente

- **Lâmpadas com espectro de Luz UV**
 - **UVB-313 e FS-40**
 - **UVA-340**
 - **UVA-351**
 - **Cool White – Branca Fria**

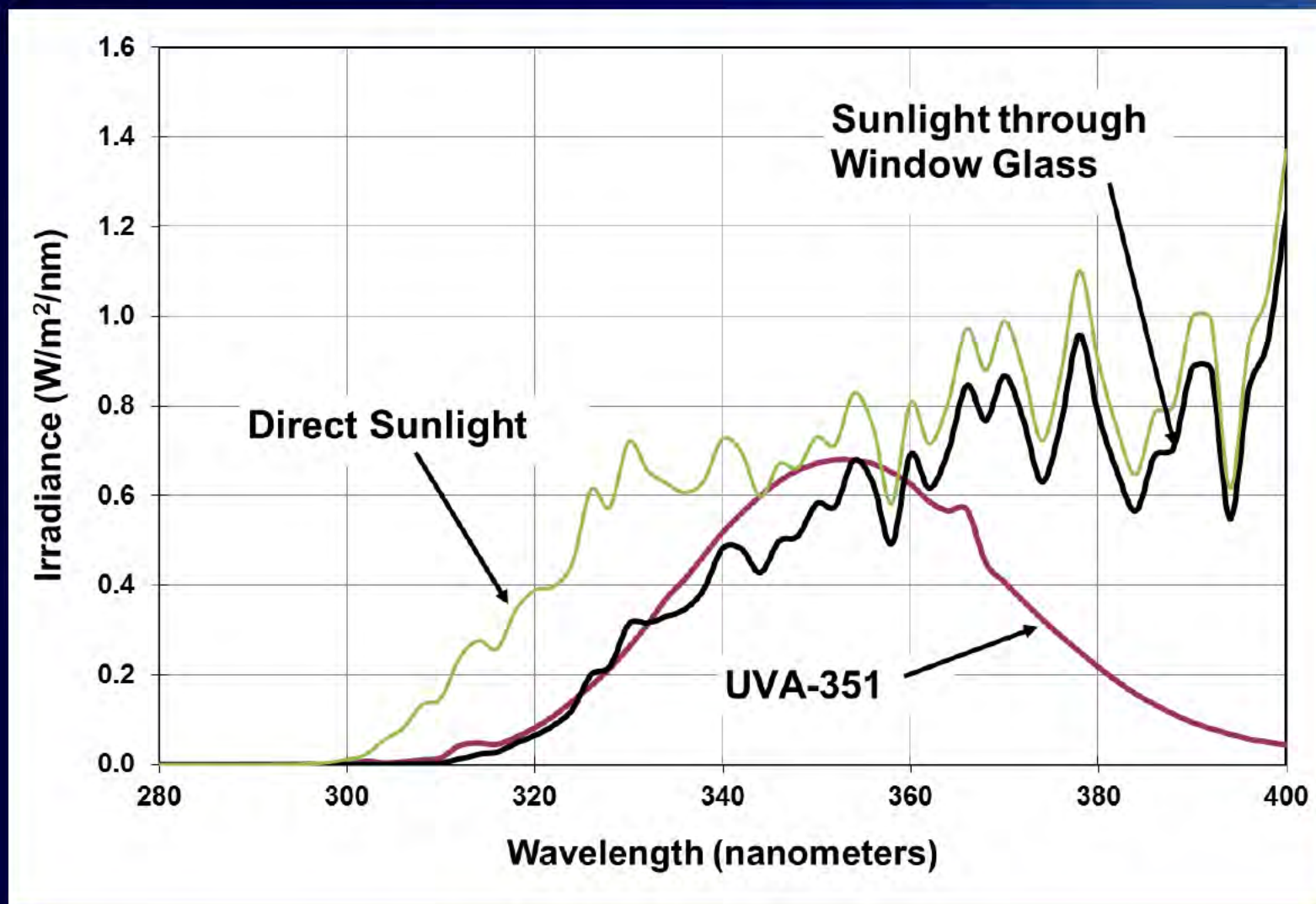
Lâmpadas UVB



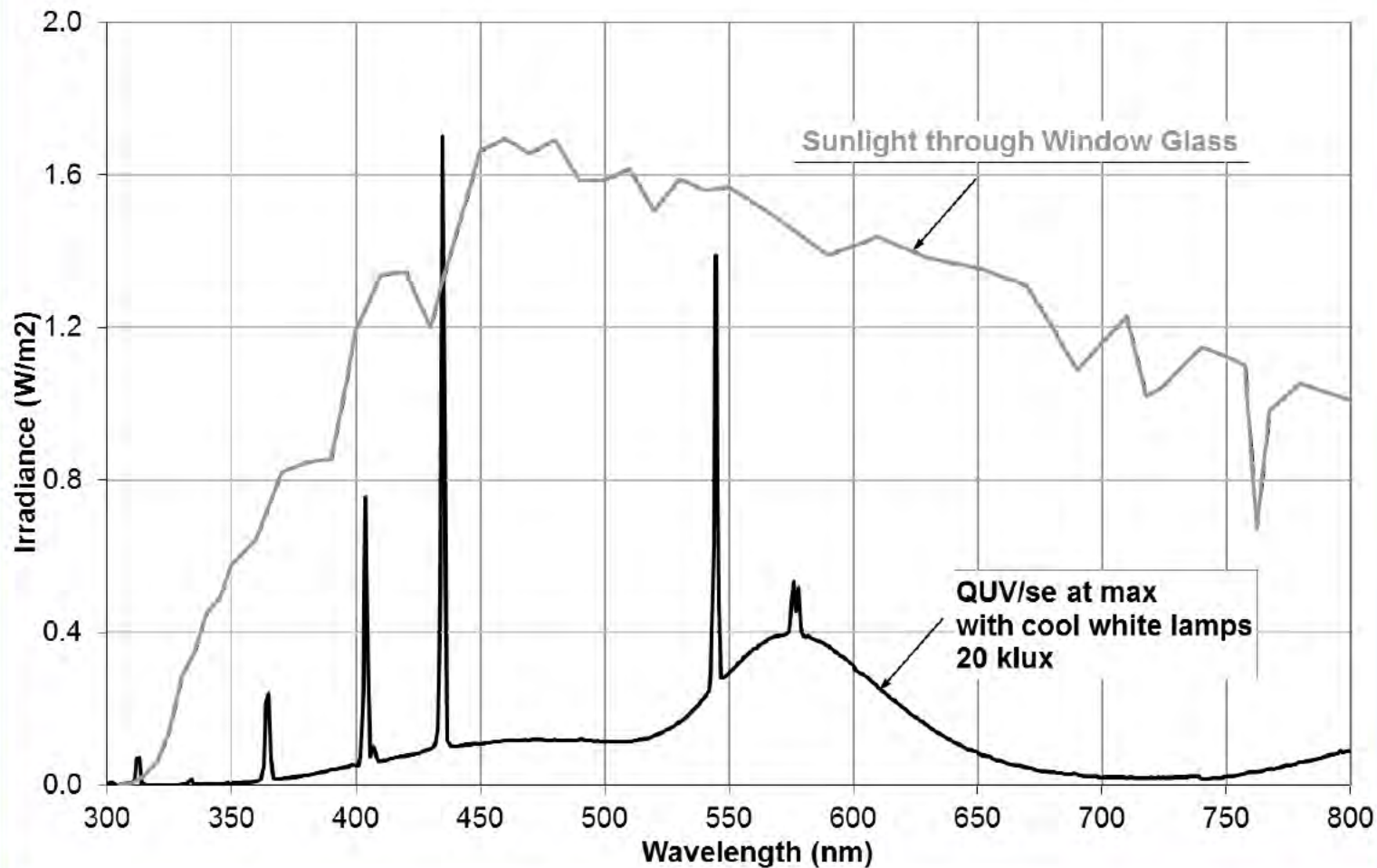
Lâmpadas UVA-340



Lâmpadas UVA-351



Lâmpadas Branca Fria



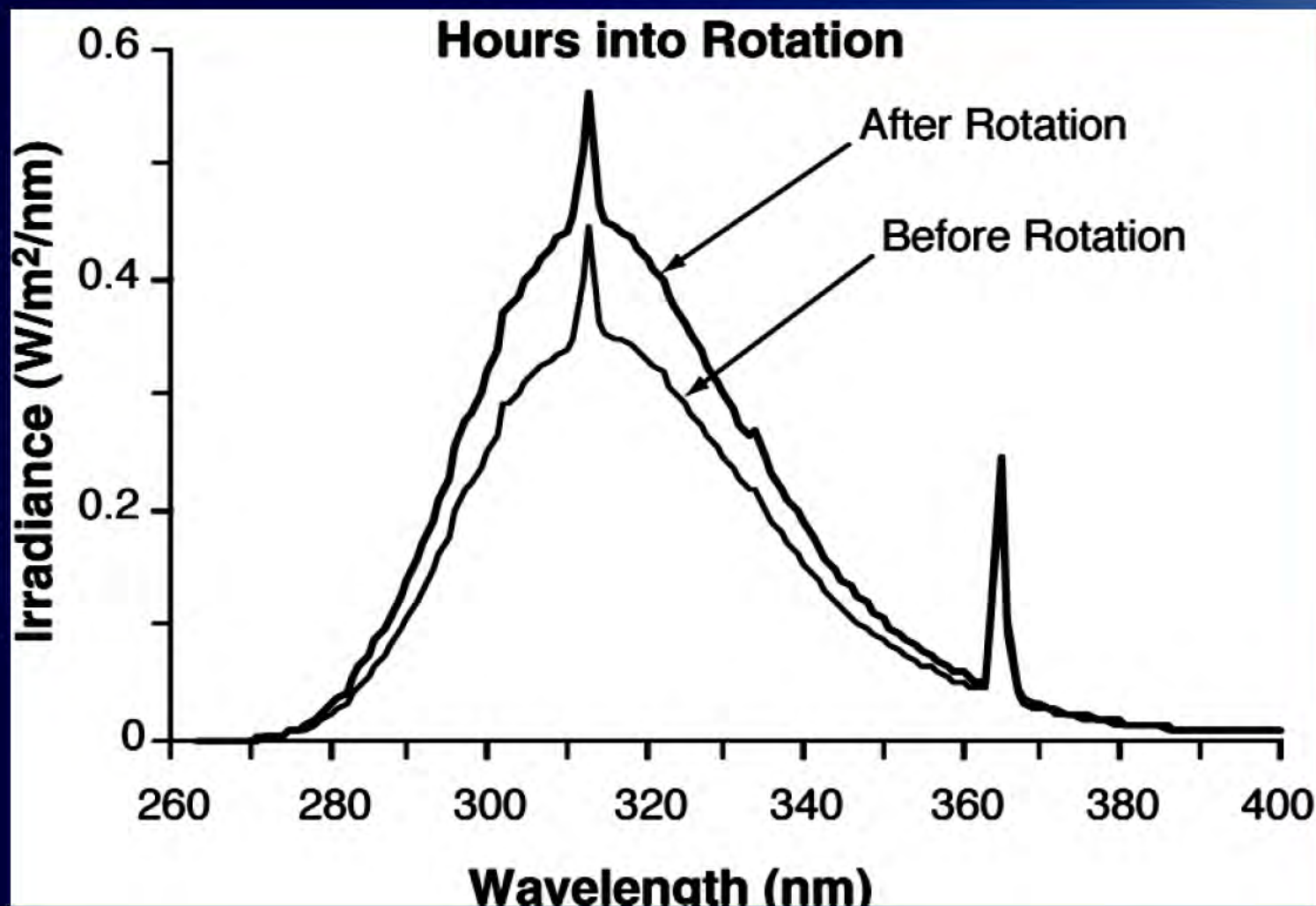
UV Fluorescentes

Envelhecimento das Lâmpadas

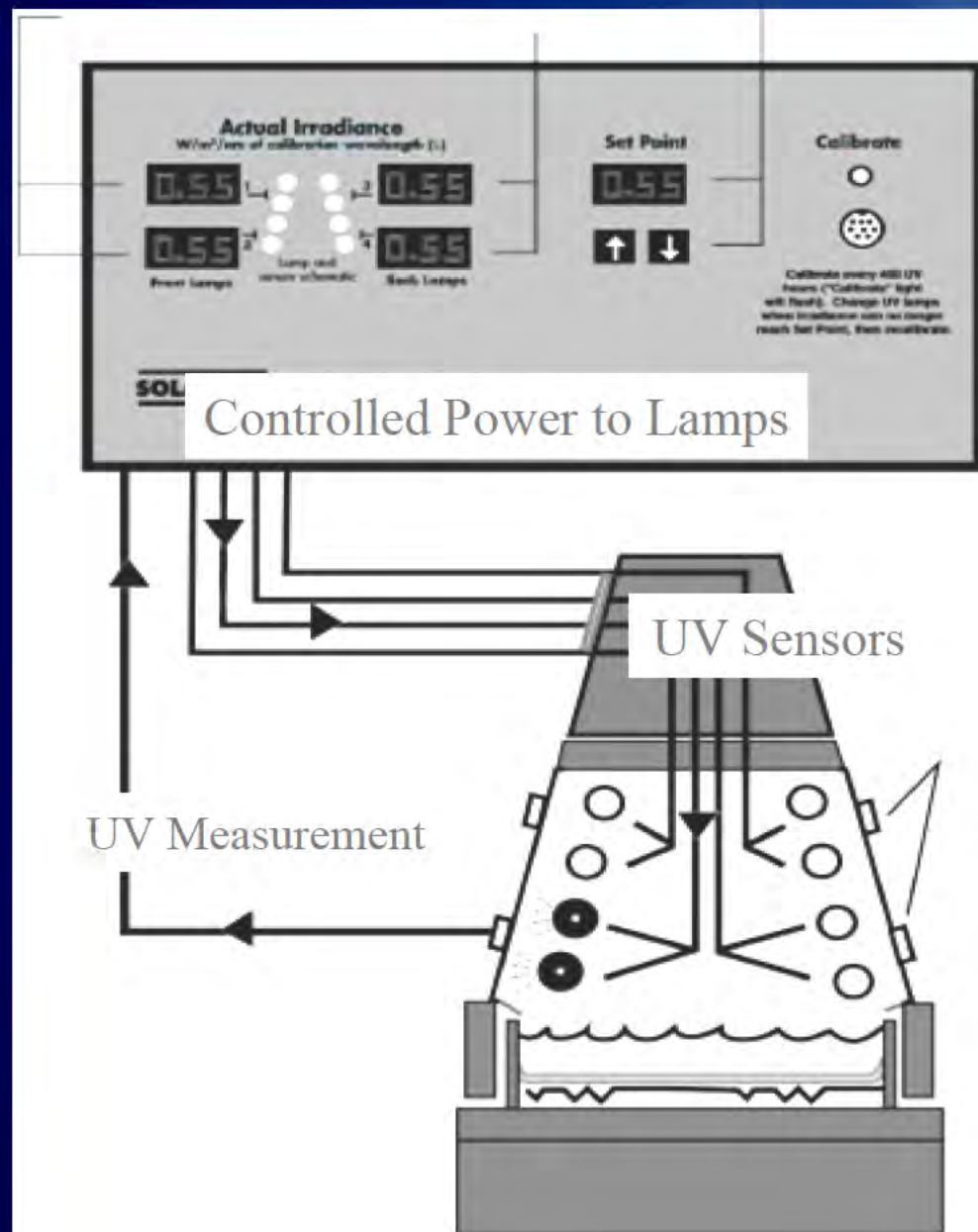
- **A Irradiância Diminui**
- **O Espectro fica Estável**
- **O Controle de Irradiância proporciona uma vida útil, para as lâmpadas, muito mais longa**

UV Fluorescentes

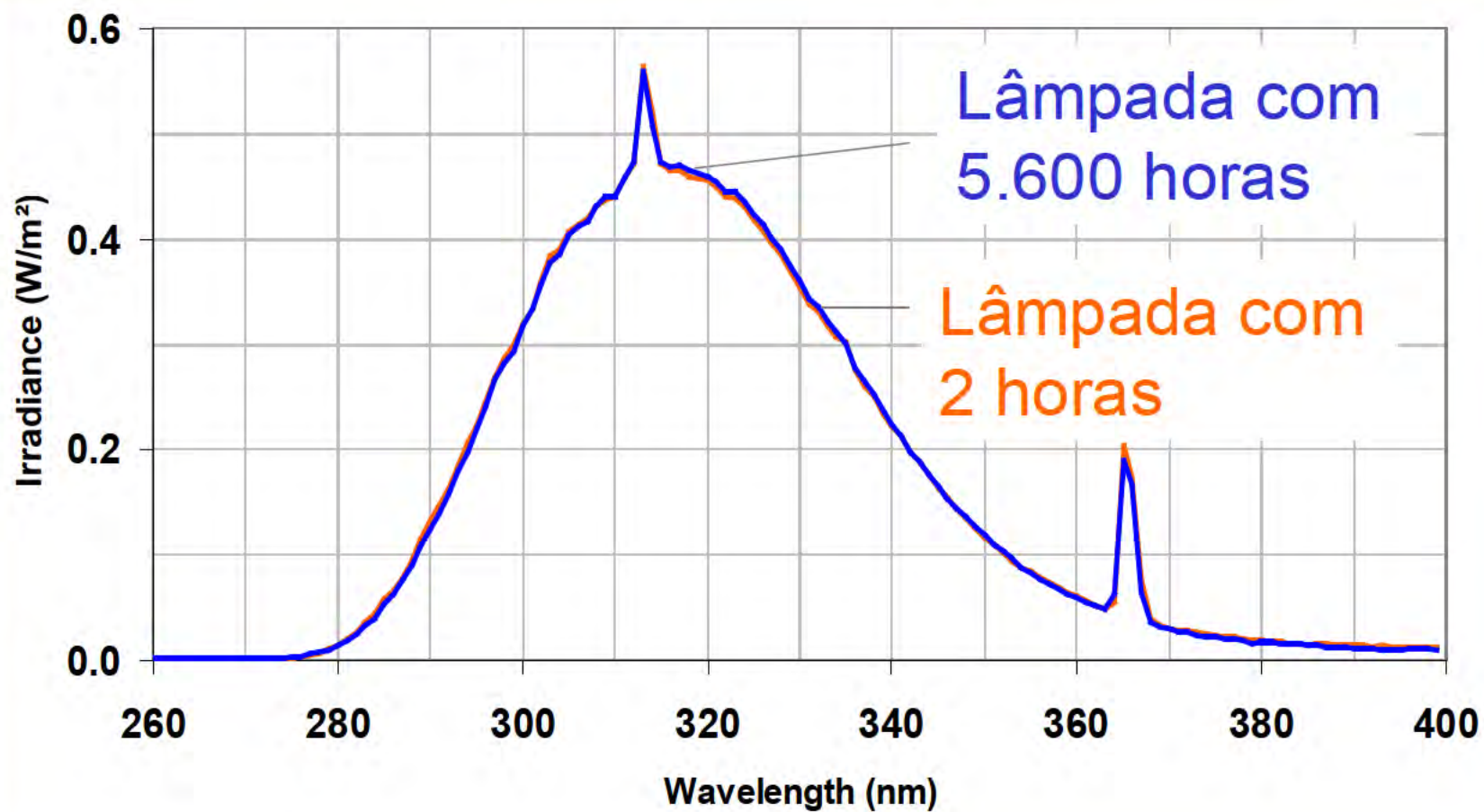
Envelhecimento das Lâmpadas



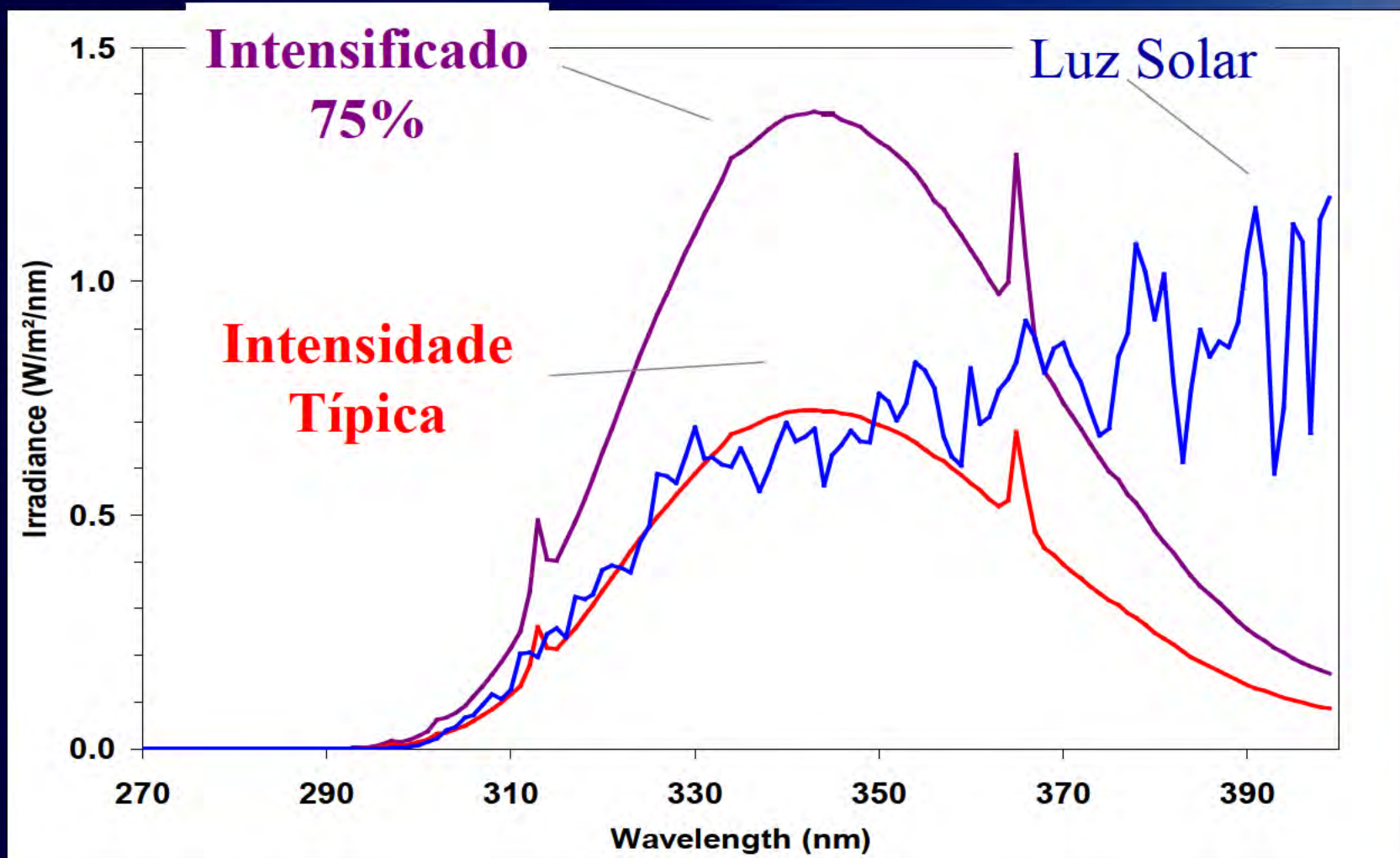
Controle de Irradiância Solar Eye



Lâmpadas UVB-313 numa QUV/se



Efeito do UVA-340 Intensificado



Velocidade X Realidade

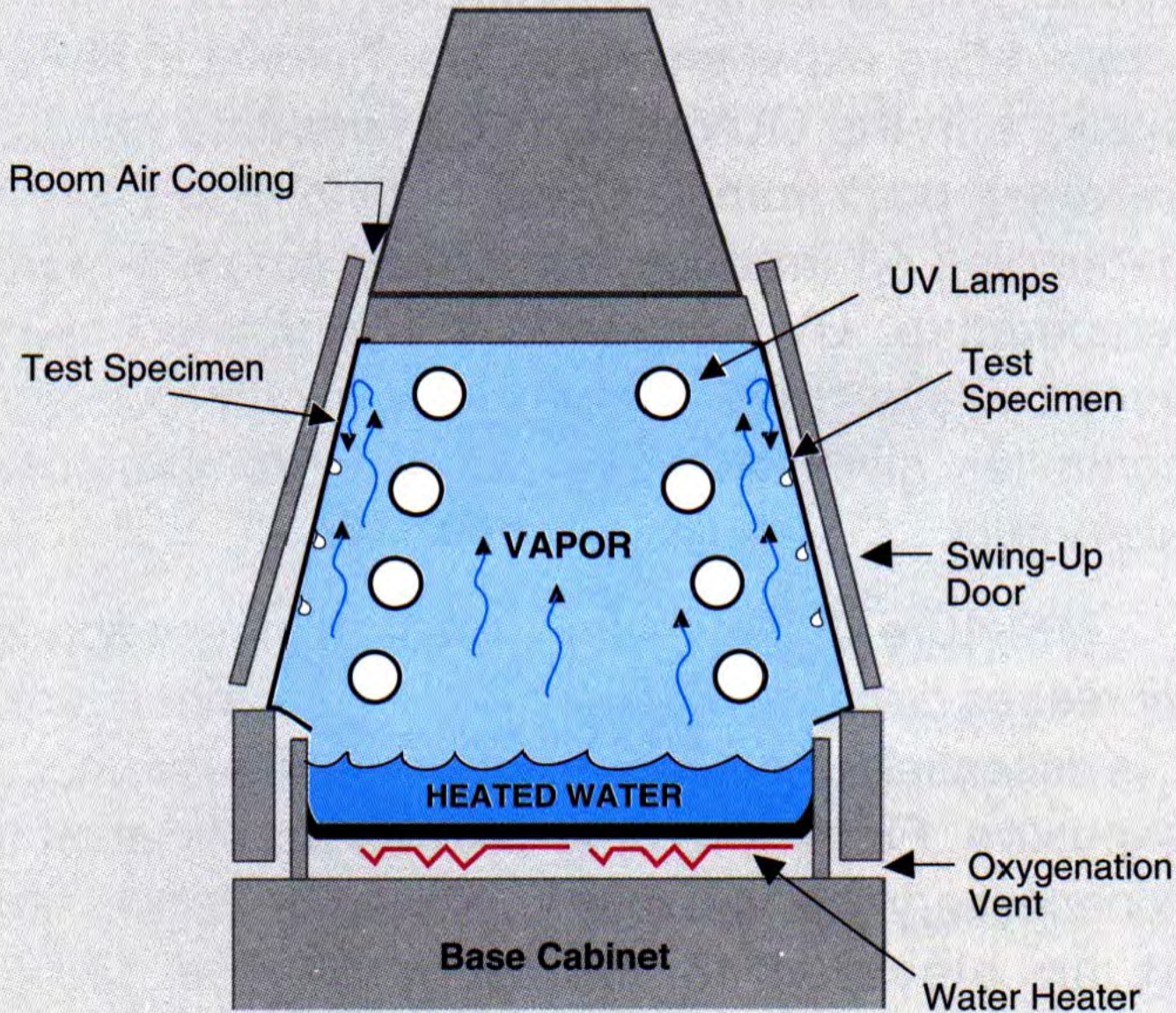
**Aumentando o stress do Intemperismo
em laboratório nas amostras,
a sua correlação, com o Intemperismo
Natural, Diminui**

Vantagens das Lâmpadas Fluorescentes

- **Resultados Rápidos**
- **Espectro muito estável**
- **Manutenção Mínima**
- **Calibração Simples**
- **Baixo Custo**

Umidade na QUV

- **Umidade por Condensação**
- **Formação Natural do Orvalho**
- **Spray de água**
- **Umidade Relativa não controlada**

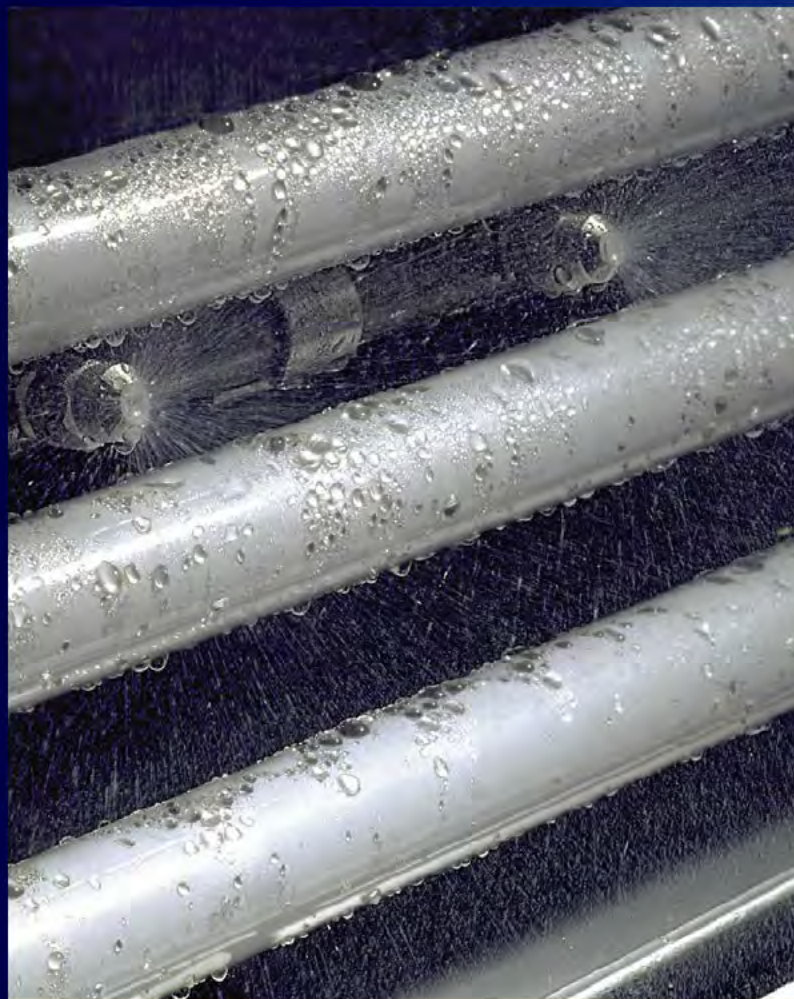


*QUV Cross Section
During Condensation Period*

Condensação e Orvalho

- **Longos tempos de Molhabilidade**
- **Temperaturas elevadas aceleram a absorção e os efeitos da Umidade**
- **A Evaporação cria água destilada**
- **Simulação do Orvalho Natural**

Spray de água

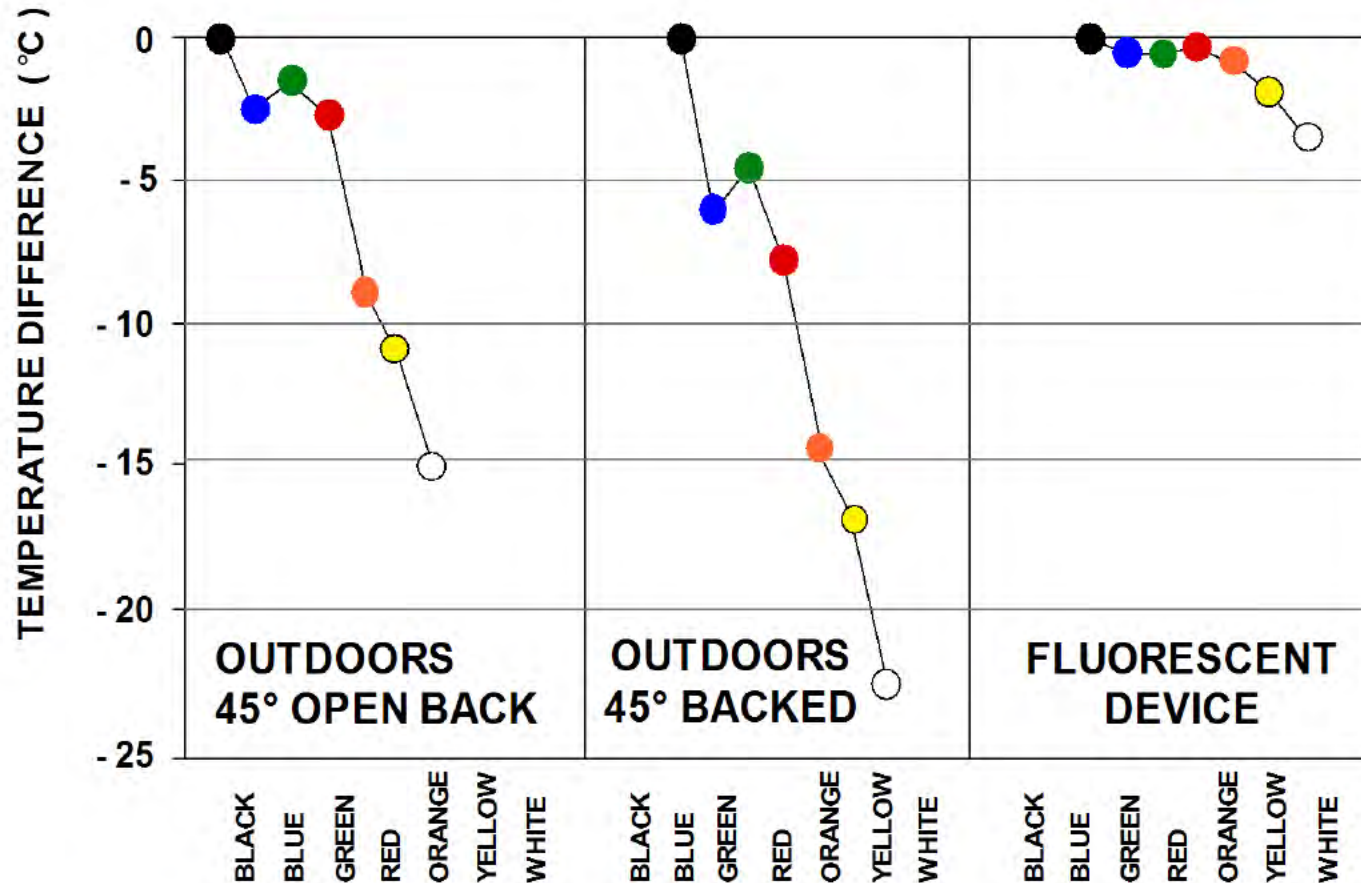


Spray de água

- **Choque Térmico**
- **Erosão**
- **Simula os efeitos das chuvas**

Temperatura & Cores (no UV)

TEMPERATURE DIFFERENCE BETWEEN COLORED PANEL AND BLACK PANEL



Suportes de Amostras



Montagem das Amostras



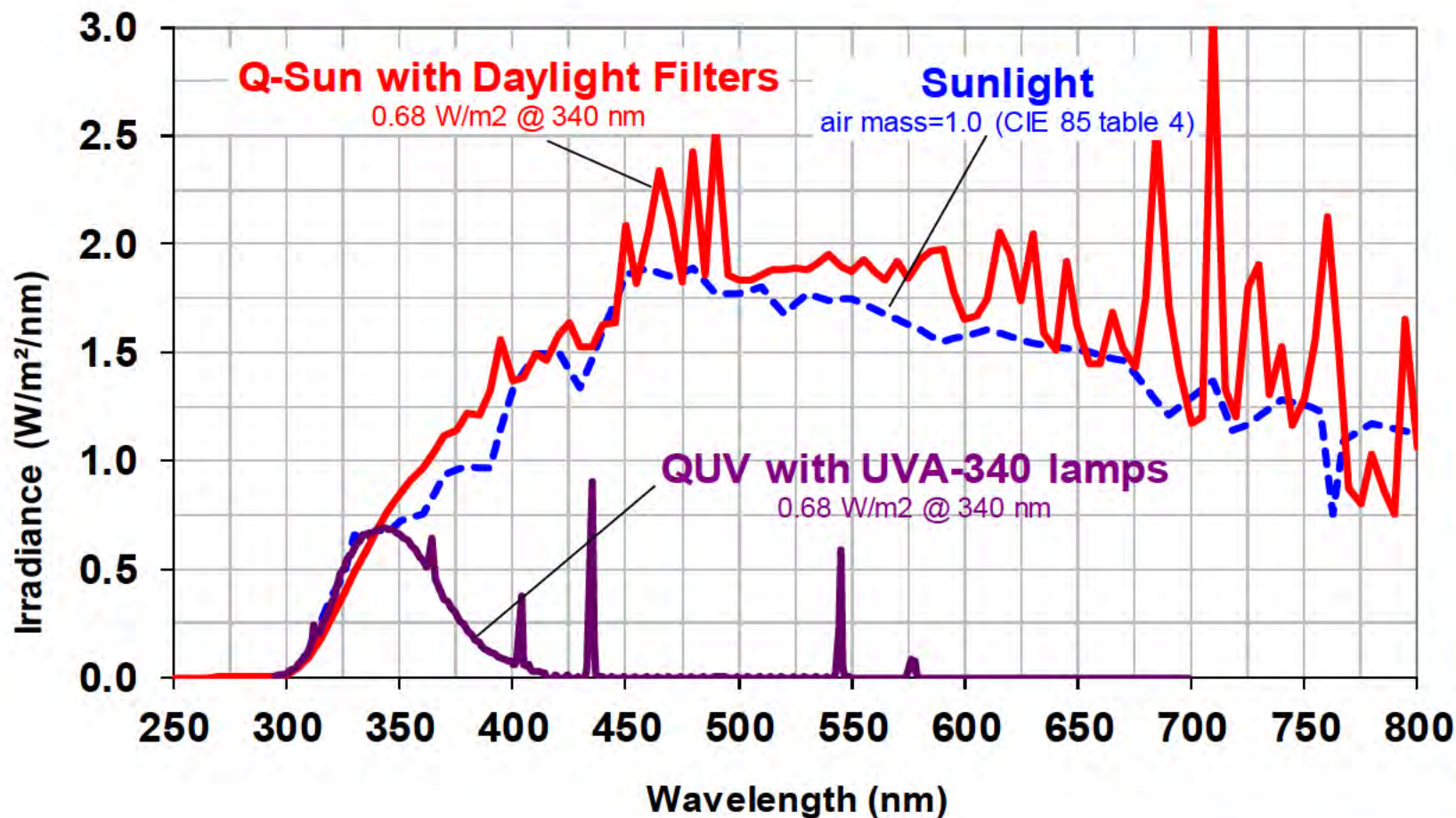
Criando um Método de Testes em UV Fluorescente

- **Especifique:**
 - **O tipo da lâmpada pelo nome**
 - **O ponto de controle da irradiância**
 - **A temperatura do Painel Preto para cada porção dos ciclos realizados**
 - **Tipos de Ciclos**
- **Referência são a ASTM G154 ou ISO 4892-3**

UV Fluorescente X **Xenon**

- Espectro do UV somente
 - UVA-340 é a melhor reprodução das ondas curtas do UV, sem porção de Luz Visível
 - UVB-313 é muito mais severo
 - Espectro muito estável
 - Controle de Irradiância
 - Sem Controle de Umidade Rel.
 - Spray de água ou Condensação
- Espectro Total
 - É a melhor reprodução das ondas longas do UV e da Luz Visível
 - Espectro se altera
 - Controle de Irradiância
 - Controle de Umidade Rel.
 - Spray de água

QUV, XENON, Luz Solar...



O UV Fluorescente é usualmente o melhor para a Degradação Polimérica

- Perda de Brilho
- Amarelamento
- Riscamento
- Adesão
- Craquelamento
- Delaminação

***O UV Fluorescente é
usualmente o melhor para a
Degradação Polimérica***

***UVA-340 é a melhor reprodução das
ondas curtas do UV***

***A Condensação e o Orvalho
proporcionam um ataque da Umidade
muito mais realístico e agressivo***

O XENON é usualmente o melhor para testes de resistência à Luz e Desbotamento das Cores

É fonte de Luz com espectro total, que inclui as ondas curtas da Luz Visível e as ondas longas do UV

O controle da Umidade Relativa é muito crítico em algumas aplicações

Escolha um método de teste acelerado que melhor simula a degradação ocasionada pelas exposições naturais.

Sobre o que vamos falar

- Por que realizar Testes de Intemperismo Natural?
- O que são exatamente os Testes de Intemperismo Natural?
- *Testes de Intemperismo em Laboratório*
 - Arco de XENON
 - Fluorescente UV
- **Elementos de um Programa Efetivo de Testes**

Sempre Use Exposição Natural

- **Resultados do mundo real**
- **Florida e Arizona são locais referência**
- **Proporcionam os piores ambientes**
- **Muito barato**
- **Mais rápido do que você pensa**

Sempre que possível...

Use um método padronizado de testes em laboratório

- **Útil para comparações inter-laboratoriais**
- **Pode-se verificar a sua eficácia**
- **O que deu certo 30 anos atrás, pode não funcionar agora**
- **Experimente e melhore os métodos do laboratório**

Defina

- **Modo(s) de Degradação**
- **Ponto Crítico de Falha**



Quantificar a Degradação

- **Compreender a variabilidade das medições feitas**
- **Usar Intervalos Múltiplos de Avaliação (mínimo de 4 intervalos)**

Programa Ideal de Testes

- **Intemperismo Natural na FL, AZ, ou em ambos**
 - **Dados do Mundo Real**
 - **Dados para uma Correlação**
- **Intemperismo Acelerado em QUV, Q-Sun, Q-Trac ou uma combinação**
 - **Resultados Rápidos**
 - **Mudanças na Formulação**
 - **Controle de Qualidade**

Estudo de Sacolas para Forragem

▪ Situação

- Sacolas para Forragem testadas na Q-Sun - XENON
 - As sacolas não falharam na Q-Sun
- 300,000 sacolas falharam ao ar livre no campo da Flórida
 - 2 semanas de exposição
 - Desbotaram do Pink para o Branco
 - Rejeição dos Revendedores
 - Resultado: Perda de US\$ 30,000
- Peça à Q-Lab, “Como criar um teste de sacolas para forragem, na Q-Sun”



Estudo de Sacolas para Forragem

- **Solução**
 - Q-Lab re-testou as sacolas em uma Q-Sun
 - Sem Desbotamento
 - Umidade foi introduzida no teste
 - Desbotamento bem leve/fraco
 - Forragem (lascas de madeira) foram adicionadas às sacolas
 - As Sacolas Desbotaram do Pink ao Branco
 - Mesmos resultados que a exposição ao ar livre: Falha total do produto
 - **Conclusão:**
 - A Reação aconteceu entre as sacolas impressas e o material orgânico, as lascas
 - O Exato Ambiente de Trabalho precisou ser criado



Perguntas ?

info@q-lab.com