



Jennifer Kathrin Gay

Controle Metrológico e Instrumental da Avaliação de Amostras Brancas Tratadas com Alvejante Óptico

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Metrologia.

Orientador: Dr. Robert Hirschler

Co-Orientador: Prof. Maurício Nogueira Frota

Rio de Janeiro

Março de 2004



Jennifer Kathrin Gay

**Controle Metrológico e Instrumental da Avaliação de
Amostras Brancas Tratadas com Alvejante Óptico**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Robert Hirschler
Orientador

Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil
SENAI/CETIQT

Profa. Elisabeth Costa Monteiro

Programa de Pós-Graduação em Metrologia
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Profa. Paula Medeiros Proença de Gouvea

Programa de Pós-Graduação em Metrologia
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Prof. Luiz Carlos Scavarda do Carmo

Departamento de Física
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Profa. Danays Morejón González

Departamento de Física
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do

Centro Técnico Científico – PUC-Rio
Rio de Janeiro, 19 de março de 2004

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Jennifer Kathrin Gay

Graduou-se em Engenharia Química Têxtil em 1991 pela Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Reutlingen, Alemanha. Dedicou-se à área de colorimetria desde 1991, inicialmente na indústria têxtil brasileira e desde 1994 no SENAI/CETIQT, Rio de Janeiro, onde atua principalmente em treinamento, calibração e consultoria. Participou de diversos congressos nacionais e internacionais onde apresentou e publicou trabalhos de pesquisa aplicada nas áreas de formulação de receitas de tingimento e de controle de qualidade da cor.

Ficha Catalográfica

Gay, Jennifer Kathrin

Controle metrológico e instrumental da avaliação de amostras brancas tratadas com alvejante óptico / Jennifer Kathrin Gay ; orientador: Robert Hirschler ; co-orientador: Maurício Nogueira Frota. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Centro Técnico e Científico, 2004.

179 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico e Científico.

Inclui referências bibliográficas.

1. Metrologia – Teses. 2. Alvejante óptico. 2. Fluorescência. 3. Calibração UV. 4. Simuladores de luz do dia. 5. Espectrofotômetro. 6. Avaliação visual. I. Hirschler, Robert. II. Frota, Maurício Nogueira. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Centro Técnico e Científico. IV. Título.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Dr. Robert Hirschler pelo estímulo, pela avaliação crítica do trabalho e pela parceria na realização do projeto;

Ao Professor Dr. Maurício Frota, Coordenador do PósMQI/PUC-Rio e co-orientador pelo estímulo ao meu ingresso no Mestrado e apoio no seu desenvolvimento.

À Cássia Cristina de Melo, bolsista de iniciação científica da FAPERJ, pelas horas dedicadas às inúmeras medições espectrofotométricas das amostras por ela preparadas;

A Konica Minolta Photo Imaging USA Inc. pelo empréstimo a longo prazo dos espectrofotômetros industriais utilizados e pelo espectrofotômetro CM-3800d especificamente disponibilizado para este projeto;

Ao Miguel Christino, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade Industrial (PósMQI) da PUC-Rio, pela colaboração na definição das condições de iluminação;

À Danielle Ferreira de Oliveira, funcionária do SENAI/CETIQT, pelas medições e avaliações espectralradiométricas realizadas;

À Rachel Guedes Chrispim Teixeira, bolsista de iniciação científica da FAPERJ, pelas medições espectralradiométricas realizadas;

Aos membros do painel de observadores pelo seu tempo dedicado às avaliações visuais;

Ao SENAI/CETIQT que, dentro do convênio com a PUC-Rio, possibilitou o trabalho experimental com sua infra-estrutura excelente;

À PUC-Rio pela excelência do ambiente acadêmico estimulante da pesquisa científica e pela bolsa de estudos concedida no âmbito de um profícuo convênio de cooperação com o SENAI/CETIQT.

No contexto de um projeto integrado, a autora agradece e reconhece o importante apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio, do SENAI/CETIQT pelo apoio institucional concedido no âmbito do Convênio FINEP/MCT no. 22.01.0692.00, Ref. 1974/01, aportando recursos do Fundo Verde-Amarelo assim permitindo direcionar o esforço de pesquisa do Mestrado de Metrologia e do SENAI/CETIQT para viabilizar a solução de um problema industrial de interesse do setor têxtil, apoio institucional que se completou com um convênio específico celebrado com a empresa Konica Minolta Photo Imaging USA Inc. disponibilizando sofisticados espectrofotômetros utilizados na pesquisa.

A todos os amigos e familiares que de uma forma ou outra me ajudaram e estimularam.

Resumo

Gay, Jennifer Kathrin. **Controle Metrológico e Instrumental da Avaliação de Amostras Brancas Tratadas com Alvejante Ótico**. Rio de Janeiro, 2004. 179p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A avaliação de artigos brancos tratados com alvejantes ópticos, como eles são comuns em substratos têxteis, plásticos e de papel, é uma tarefa que tradicionalmente resulta em muitas divergências entre avaliações visuais realizadas em uma cabine padronizada e avaliações instrumentais realizadas com espectrofotômetros de refletância. Mesmo entre as avaliações visuais ou entre as avaliações instrumentais são encontradas diferenças muito além do aceitável. Uma das principais causas é a fluorescência dos alvejantes ópticos que é influenciada pela quantidade de radiação UV em relação com a radiação na faixa visível do espectro. O trabalho apresentado analisa as diferentes formas de avaliação, principalmente do ponto de vista da qualidade da distribuição espectral de potência do simulador de luz do dia. No caso das avaliações visuais, são testadas diferentes lâmpadas fluorescentes. Para as avaliações instrumentais, a calibração e o ajuste de UV em conjunto com as diferentes aberturas de medição são analisados. O objetivo é aprimorar os aspectos metrológicos da avaliação e contribuir para a sua padronização a fim de garantir a maior reprodutibilidade de resultados, um procedimento importante e almejado por todos os segmentos industriais que utilizam os alvejantes ópticos.

Pelo seu caráter inovador e por constituir-se na solução de um problema de interesse industrial (têxtil) que faz uso de conhecimentos avançados de metrologia da cor, a presente pesquisa de Mestrado foi selecionada pelo Programa de Pós-graduação em Metrologia da PUC-Rio para integrar o portfólio dos 10 projetos-piloto desenvolvidos no âmbito do Convênio FINEP/MCT no. 22.01.0692.00, Ref. 1974/01, financiado com recursos do Fundo governamental Verde-Amarelo.

Palavras-chave

Alvejante óptico, fluorescência, brancura, calibração UV, simuladores de luz do dia, espectrofotômetro, avaliação visual

Abstract

Gay, Jennifer Kathrin. **Metrological and instrumental evaluation control of white samples treated with fluorescent whitening agents.** Rio de Janeiro, 2004. 179p. MSc. Dissertation - Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The evaluation of white objects treated with fluorescent whitening agents, such as they are commonly found on substrates like textiles, plastics and paper, is a task that traditionally leads to frequent controversy between the visual evaluations performed in a standardized light booth and the instrumental evaluations performed on reflectance spectrophotometers. Even between visual or instrumental evaluations the differences encountered are far beyond the acceptable. One of the main reasons is the fluorescence of the optical brightening agents that is influenced by the amount of UV radiation in relation to the amount of radiation in the visible range of the spectrum. The work presented analyses the different forms of evaluation, mainly from the point of view of the quality of the daylight simulators' spectral power distribution. In the case of the visual evaluations, different fluorescent lamps are tested. For the instrumental evaluations, the UV calibration and adjustment are analyzed together with the different measurement apertures. The objective is to improve the metrological aspects of the evaluation and contribute to its standardization with the aim to guarantee better reproducibility of results, an important procedure that is desired by all the industrial segments that use optical brighteners.

Due to the innovative character of this M.Sc. Research and because it reflects the solution of an industrial type problem (textile) requiring to its solution advanced knowledge of colour metrology concepts, this work was selected by the Metrology Post-Graduate Program of PUC-Rio to be part of the portfolio of ten pilot-projects financed by the Cooperation Agreement FINEP/MCT no. 22.01.0692.00, Ref. 1974/01, sponsored by the Government Fund Verde-Amarelo.

Keywords

Fluorescent whitening agents, fluorescence, whiteness, UV calibration, daylight simulators, spectrophotometer, visual evaluation

Sumário

1 Introdução	16
2 Revisão bibliográfica da metrologia de materiais fluorescentes e de brancura	18
2.1. Metrologia de materiais fluorescentes	18
2.1.1. Fluorescência	18
2.1.2. Alvejantes ópticos	23
2.1.3. Simuladores de Luz do Dia	27
2.1.3.1. Instrumentos de medição	27
2.1.3.2. Cabines de avaliação visual	29
2.1.4. Avaliações instrumentais	30
2.1.4.1. Geometria de medição	30
2.1.4.2. Formas de iluminação e detecção	33
2.1.4.3. Determinação do SRF	46
2.1.4.4. Calibração de UV	60
2.1.4.5. Padrões utilizados	65
2.1.4.6. Estudos de avaliação instrumental de fluorescência	70
2.2. Avaliações de brancura	72
2.2.1. Avaliações instrumentais	74
2.2.1.1. Avaliações espectrofotométricas	74
2.2.1.2. Avaliações colorimétricas	75
2.2.1.3. Estudos de avaliação instrumental de brancura	89
2.2.2. Avaliações visuais	90
2.2.2.1. Psicometria	90
2.2.2.2. Estudos de avaliação visual de brancura	94
3 Análise crítica da revisão bibliográfica	105
4 Trabalho experimental	108
4.1. Preparação das amostras	108
4.2. Avaliações instrumentais	111
4.2.1. Calibração UV	117
4.2.2. Medições das amostras	120

4.2.3. Grau de brancura Ganz-Griesser	123
4.3. Avaliações visuais	128
4.3.1. Classificação da cabine	128
4.3.2. Definição do painel de observadores	131
4.3.3. Coleta de avaliações visuais	132
5 Resultados	136
5.1. Comportamento dos FWAs em concentrações diferentes	136
5.1.1. Leukophor BSBB2	136
5.1.2. Leukophor BPF	139
5.2. Efeito dos três tipos de iluminação sobre a avaliação instrumental	142
5.3. Efeito dos três tipos de iluminação sobre a avaliação visual	153
5.4. Correlação entre as avaliações instrumentais e visuais	161
6 Conclusão e futuros trabalhos	168
6.1. Avaliações instrumentais	168
6.2. Avaliações visuais	169
6.3. Correlação	170
6.4. Considerações finais e impacto para a indústria	171

Lista de figuras

Figura 1: Elevação e retorno ao nível energético básico.	19
Figura 2: Diagrama de níveis energéticos – Refletância.	20
Figura 3: Diagrama de níveis energéticos – Fluorescência.	20
Figura 4: Diagrama de níveis energéticos – Fosforescência.	21
Figura 5: Diagrama de níveis energéticos – Efeito tripleto.	22
Figura 6: Efeito tripleto sobre a curva de refletância.	22
Figura 7: Estrutura molecular da esculina.	23
Figura 8: Estrutura molecular do DAS.	24
Figura 9: Refletância de amostras brancas obtidas por diferentes processos.	25
Figura 10: FWA com e sem corante matizador.	26
Figura 11: SPD relativa do iluminante padrão D ₆₅ .	27
Figura 12: Geometrias esféricas.	31
Figura 13: Geometrias direcionais.	32
Figura 14: Iluminação policromática – detecção monocromática.	33
Figura 15: Iluminação monocromática – detecção policromática.	34
Figura 16: Iluminação monocromática - refletância de um pigmento vermelho.	35
Figura 17: Eficiência quântica de um pigmento vermelho.	35
Figura 18: Iluminação monocromática – detecção monocromática.	36
Figura 19: Curvas de excitação e fluorescência para um pigmento laranja.	42
Figura 20: Exemplo da interpolação do sinal na faixa de sobreposição.	43
Figura 21: Efeito do transbordo de refletância.	44
Figura 22: Curvas de refletância de diferentes amostras sem FWA.	47
Figura 23: Medição com iluminação mono e policromática.	52
Figura 24: Espectros de excitação e emissão (amostra com FWA).	53
Figura 25: Curva de SRF e TSRF de uma amostra fluorescente.	54
Figura 26: Utilização de diferentes filtros cut-off.	55
Figura 27: Transmitância dos filtros utilizados no método por ajuste.	57
Figura 28: Curvas de refletância com diferentes porcentagens de UV.	61
Figura 29: Densidade de dois filtros neutros.	62
Figura 30: TSRF medido de 3 formas diferentes.	62
Figura 31: Efeito do tempo de uso sobre o grau de brancura.	63
Figura 32: Método tradicional de calibração UV.	63

Figura 33: Método novo de calibração UV.	65
Figura 34: Conjunto de padrões Hohenstein.	67
Figura 35: Conjunto de padrões TITV.	67
Figura 36: Conjunto de padrões Spectralon.	68
Figura 37: Curva de SRF obtida por espectrofotômetro convencional.	71
Figura 38: Curvas de SRF obtidas por espectrofotômetro bi-espectral.	71
Figura 39: Diagrama de cromaticidade.	73
Figura 40: Definição de brancura Ganz-Griesser.	73
Figura 41: Linhas de desvio tintorial.	78
Figura 42: Definição dos ângulos ϕ e η no diagrama de cromaticidade.	81
Figura 43: Definição gráfica dos parâmetros Q , P , C .	83
Figura 44: Definição dos parâmetros para o desvio tintorial.	85
Figura 45: Definição da largura de banda BB .	86
Figura 46: Comparação de fórmulas com 5 instrumentos diferentes.	88
Figura 47: Classificação de escalas.	90
Figura 48: Dispersão das posições para duas amostras.	94
Figura 49: Dispersão das avaliações visuais.	95
Figura 50: Distribuição ideal das 20 amostras no micro-espço.	97
Figura 51: Curva de branco ideal (Y – pureza de excitação).	102
Figura 52: Brancura em função da saturação.	102
Figura 53: Linhas de equi-brancura.	103
Figura 54: Comparação de medições do substrato (W_{CIE}).	114
Figura 55: Mapa de refletância de amostra não-fluorescente.	115
Figura 56: Mapa de refletância de uma amostra fluorescente.	115
Figura 57: Curva de TSRF de uma amostra fluorescente.	116
Figura 58: Curva de somente refletância da mesma amostra fluorescente.	116
Figura 59: Curva de somente fluorescência da mesma amostra fluorescente.	117
Figura 60: Comparação em W_{CIE} entre instrumentos e configurações.	120
Figura 61: Comparação dos valores medidos com os do certificado.	122
Figura 62: Comparação em $R(\%)$ entre valor medidos e de certificado.	123
Figura 63: Comparação em W_{GG} entre instrumentos e configurações.	125
Figura 64: Comparação de medições do substrato (W_{GG}).	127
Figura 65: SPD normalizada de D_{65} e das 3 condições de iluminação.	130
Figura 66: FWA BSBB2 em concentração crescente (0.1% – 2.0%).	133
Figura 67: FWA BPF em concentração crescente (0.1% – 1.5%).	133
Figura 68: FWA BSBB2 com corante preto – gráfico de cromaticidade.	137

Figura 69: FWA BSBB2 com corante preto – gráfico $x - Y$.	137
Figura 70: FWA BSBB2 com corante preto – gráfico $W_{CIE} - Y$.	137
Figura 71: FWA BSBB2 com corante amarelo – gráfico de cromaticidade.	138
Figura 72: FWA BSBB2 com corante amarelo – gráfico $x - Y$.	138
Figura 73: FWA BSBB2 com corante amarelo – gráfico $W_{CIE} - Y$.	138
Figura 74: FWA BPF com corante violeta – gráfico de cromaticidade.	140
Figura 75: FWA BPF com corante violeta – gráfico $x - Y$.	140
Figura 76: FWA BPF com corante violeta – gráfico $W_{CIE} - Y$.	140
Figura 77: FWA BPF com corante azul – gráfico de cromaticidade.	141
Figura 78: FWA BPF com corante azul – gráfico $x - Y$.	141
Figura 79: FWA BPF com azul – gráfico $W_{CIE} - Y$.	141
Figura 80: Grau de brancura W_{CIE} em relação com a concentração do FWA.	142
Figura 81: TSRF da amostra TITV1 para D_{65} e as 3 fontes.	143
Figura 82: TSRF da amostra TITV2 para D_{65} e as 3 fontes.	143
Figura 83: TSRF da amostra TITV3 para D_{65} e as 3 fontes.	143
Figura 84: TSRF da amostra TITV4 para D_{65} e as 3 fontes.	144
Figura 85: TSRF da amostra TITV5 para D_{65} e as 3 fontes.	144
Figura 86: Comparação de W_{CIE} para D_{65} e as 3 fontes.	145
Figura 87: Posição das amostras na seqüência – D_{65} .	146
Figura 88: Posição das amostras na seqüência – D_{65} Judge.	147
Figura 89: Posição das amostras na seqüência – $D_{65} + UV$ Judge.	147
Figura 90: Posição das amostras na seqüência – D_{65} GTI.	148
Figura 91: Avaliação da posição das amostras nas seqüências.	149
Figura 92 e Figura 93: Influência da fonte sobre as seqüências dos FWAs.	150
Figura 94: Efeito das 3 fontes sobre as amostras da Tabela 29.	151
Figura 95: Efeito das 3 fontes sobre as amostras da Tabela 30.	151
Figura 96: Efeito das 3 fontes sobre as amostras da Tabela 31.	152
Figura 97: Efeito das 3 fontes sobre as amostras da Tabela 32.	152
Figura 98: Efeito das 3 fontes sobre as amostras da Tabela 33.	153
Figura 99: Porcentagem de acerto nas avaliações visuais – FWA BPF.	154
Figura 100: Porcentagem de acerto nas avaliações visuais – FWA BSBB2.	154
Figura 101: Julgamento da amostra mais branca (119 – 69 – 131).	155
Figura 102: Julgamento da amostra mais branca (75 – 69 – 87).	156
Figura 103: Julgamento da amostra mais branca (125 – 69 – 137).	156
Figura 104: Julgamento da amostra mais branca (109 – 7 – 116).	157
Figura 105: Julgamento da amostra mais branca (14 – 7 – 48).	157

Figura 106: Julgamento da amostra mais branca (74 – 68 – 86).	158
Figura 107: Julgamento da amostra mais branca (75 – 69 – 87).	158
Figura 108: Julgamento da amostra mais branca (76 – 70 – 88).	158
Figura 109: Julgamento da amostra mais branca (10 – 3 – 44).	159
Figura 110: Julgamento da amostra mais branca (11 – 4 – 45).	159
Figura 111: Julgamento da amostra mais branca (12 – 5 – 46).	160
Figura 112: Julgamento da amostra mais branca (76 – 70 – 88).	160
Figura 113: Julgamento da amostra mais branca (76 – 80 – 88).	161
Figura 114: Correlação (D_{65} Judge) amostras 1-7.	164
Figura 115: Correlação ($D_{65}+UV$ Judge) – amostras 1-7.	164
Figura 116: Correlação (D_{65} GTI) – amostras 1-7.	164
Figura 117: Correlação (D_{65} Judge) – amostras 67-72.	165
Figura 118: Correlação ($D_{65}+UV$ Judge) – amostras 67-72.	165
Figura 119: Correlação (D_{65} GTI) – amostras 67-72.	165

Lista de tabelas

Tabela 2: Níveis de iluminância exigidos pela ASTM D 1729-96.	29
Tabela 3: Cor interna exigida pela ASTM D 1729-96.	30
Tabela 4: Dados para a determinação dos parâmetros Ganz-Griesser.	82
Tabela 5: Classificação do desvio tintorial.	84
Tabela 6: Dados para a definição da reta.	84
Tabela 7: Numeração das amostras preparadas com Leukophor BSBB2.	109
Tabela 8: W_{CIE} das amostras preparadas com Leukophor BSBB2.	109
Tabela 9: T_{CIE} das amostras preparadas com Leukophor BSBB2.	109
Tabela 10: Numeração das amostras preparadas com Leukophor BPF.	110
Tabela 11: W_{CIE} das amostras preparadas com Leukophor BPF.	110
Tabela 12: T_{CIE} das amostras preparadas com Leukophor BPF.	111
Tabela 13: Relação entre os tamanhos da esfera e da abertura de medição.	113
Tabela 14: Erro normalizado das medições do substrato (W_{CIE}).	114
Tabela 15: Comparação de tipos de calibração UV – CM-3600d.	118
Tabela 16: Comparação de tipos de calibração UV – CM-2600d.	118
Tabela 17: Posições do filtro UV.	119
Tabela 18: Comparação dos valores do certificado dos padrões.	119
Tabela 19: ΔW_{CIE} entre os 2 instrumentos (1 e 3).	121
Tabela 20: ΔW_{CIE} entre os 2 tamanhos de abertura (8mm e 25.4mm).	121
Tabela 21: Parâmetros P , Q , e C para as diferentes configurações.	124
Tabela 22: Comparação de valores médios em W_{CIE} e W_{GG} .	126
Tabela 23: Erro normalizado das medições do substrato (W_{GG}).	126
Tabela 24: Comparação de valores médios em W_{GG} .	128
Tabela 25: Cor do interior da cabine.	129
Tabela 26: Uniformidade e nível de iluminância da cabine.	131
Tabela 27: Classificação conforme CIE 51.2.	131
Tabela 28: Resultados do teste Farnsworth-Munsell.	132
Tabela 29: Trios do FWA BPF com aumento de matizadores.	134
Tabela 30: Trios do FWA BSBB2 com aumento de matizadores.	134
Tabela 31: Trios do FWA BPF com aumento do FWA.	134
Tabela 32: Trios do FWA BSBB2 com aumento do FWA.	134
Tabela 33: Dois trios incluindo um “outlier”.	134

Tabela 34: Comparação da diferença entre as curvas TSRF.	145
Tabela 35: Coeficiente de correlação das seqüências.	146
Tabela 36: Coeficientes de correlação Spearman (r^2) para a série 1-7.	162
Tabela 37: Coeficientes de correlação Spearman (r^2) para a série 67-72.	162
Tabela 38: Coeficientes de correlação Pearson (r^2) para a série 1-7.	163
Tabela 39: Coeficientes de correlação Pearson (r^2) para a série 67-72.	163
Tabela 40: r^2 (Pearson) entre instrumentos e avaliações visuais.	166
Tabela 41: r^2 (Pearson) entre instrumentos e avaliações visuais.	166
Tabela 42: Coeficiente de correlação médio para os instrumentos e as fontes.	167

Lista de abreviaturas e siglas

BAM	Bundesanstalt für Materialprüfung, Alemanha
BPF	Leukophor BPF liqu. – FWA azul-avioletado
BSBB2	Leukophor BSBB2 liqu. – FWA neutro-azulado
D ₆₅	Iluminante padrão Luz do Dia (6500K)
DAS	4:4'-diaminoestilbeno – 2:2'ácido disulfônico
FWA	Fluorescente whitening agent (alvejante óptico)
MCDM	Mean Color Difference from the Mean (diferença de cor média do valor médio)
MDS	Multidimensional scaling (formação de escalas multidimensionais)
NPL	National Physical Laboratory, Inglaterra
NRC	National Research Council, Canadá
NUVC	Numerical UV control (controle numérico de UV)
SCF	Source Conformance Factor (fator de conformidade da fonte)
SPD	Spectral power distribution (distribuição espectral da potência)
SRF	Spectral radiance factor (fator de radiância espectral)
T	Tint (desvio tintorial)
TITV	Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland, fornecedor de padrões brancos fluorescentes
TSRF	Total Spectral Radiance Factor (fator total de radiância espectral)
UV	Ultravioleta
W	Whiteness index (grau de brancura)
W _{CIE}	Grau de brancura definida pela CIE
W _{GG}	Grau de brancura definido por Ganz-Griesser