

5

Resultados e Discussão

5.1

Uniformidade

Para averiguação da uniformidade dos tecidos, foram realizadas no laboratório da UNEEQ três partidas de tingimentos com 12 amostras cada.

A avaliação destes resultados torna possível a expressão de uniformidade em termos quantitativos.

As médias dos valores de diferença de cor ΔE^*_{uni} das amostras correspondentes, são fornecidos na tabela 15:

Tabela 15 – Resultados da Uniformidade de 3 partidas ΔE^*_{uni}

Amostras	Partida 1	Partida 2	Partida 3
1	0,32	0,44	0,44
2	0,25	0,55	0,45
3	0,36	0,34	0,24
4	0,41	0,39	0,20
5	0,19	0,31	0,22
6	0,36	0,40	0,30
7	0,31	0,52	0,41
8	0,33	0,38	0,27
9	0,32	0,16	0,48
10	0,29	0,24	0,20
11	0,23	0,45	0,30
12	0,29	0,43	0,24
Média	0,31	0,38	0,31

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que nos tingimentos realizados uma boa uniformidade foi atingida para o tecido em questão, o que garante a confiabilidade no processo.

5.2

Repetitividade

Para averiguação da repetitividade das amostras, foram utilizados os mesmos tecidos usados para a uniformidade.

A avaliação destes resultados torna possível a expressão de repetitividade em termos quantitativos.

Os valores de diferença de cor ΔE^*_{rpt} correspondentes estão na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados da Repetitividade entre os canecos das 3 partidas realizadas

Comparações	Partida 1	Partida 2	Partida 3
Média X Amostra A1	0,22	0,30	0,22
Média X Amostra A2	0,10	0,18	0,29
Média X Amostra A3	0,62	0,24	0,41
Média X Amostra A4	0,13	0,23	0,24
Média X Amostra A5	0,17	0,33	0,48
Média X Amostra A6	0,38	0,49	0,31
Média X Amostra A7	0,25	0,57	0,35
Média X Amostra A8	0,20	0,32	0,44
Média X Amostra A9	0,25	0,63	0,35
Média X Amostra A10	0,40	0,34	0,33
Média X Amostra A11	0,13	0,37	0,32
Média X Amostra A12	0,13	0,27	0,50
Média ΔE	0,25	0,36	0,35

O valor considerado aceitável para a repetitividade pela comunidade científica é de $\Delta E_{\text{CIELAB}} \leq 0,5$. Deste modo, pode-se concluir que os tingimentos realizados tiveram uma ótima repetitividade, estando com valores dentro do estabelecido.

5.3

Correção Instrumental

Os cálculos resultantes das correções instrumentais realizados por meio do método que determina a matriz de influência de tingimentos com corantes individuais estão nos apêndices de A a H.

As amostras tingidas pelo método de corantes individuais são de substrato C (Algodão).

As novas receitas para correções são as apresentadas nas tabelas: 17 (Método de tingimento com combinações para as cores 1, 2 e 3), na 18 (Método de tingimento individual para as cores 1, 2 e 3.) e na 19 (Método de tingimento individual para as cores cinza escuro, cinza claro e bege.).

Tabela 17 – Concentração dos corantes a partir dos cálculos de correção pelo método de correções com combinações, representando as novas receitas para as cores 1, 2 e 3

Substratos(%)	Cor Padrão 1			Cor Padrão 2			Cor Padrão 3		
	Amarelo	Vermelho	Azul	Amarelo	Vermelho	Azul	Amarelo	Vermelho	Azul
Algodão X Tencel	0,9697	0,3754	0,2447	0,4026	0,8189	0,2241	0,2430	0,3681	0,8332
Algodão X Gorgurão	0,8785	0,3832	0,2150	0,3513	0,9167	0,2005	0,1992	0,3924	0,8894
Gorgurão X Tencel	0,8441	0,3113	0,2073	0,4568	0,7292	0,2079	0,2419	0,3407	0,7964

Tabela 18 – Concentração dos corantes a partir dos cálculos de correção pelo método de correções com tingimentos individuais, representando as novas receitas para as cores 1, 2 e 3

Substratos (%)	Cor Padrão 1			Cor Padrão 2			Cor Padrão 3		
	Amarelo	Vermelho	Azul	Amarelo	Vermelho	Azul	Amarelo	Vermelho	Azul
Algodão X Tencel	0,9155	0,3750	0,2056	0,3940	0,8515	0,2074	0,2211	0,3893	0,8920
Algodão X Gorgurão	0,8417	0,3873	0,1834	0,3419	0,9460	0,1835	0,1699	0,3982	0,8908

Tabela 19 – Concentração dos corantes a partir dos cálculos de correção pelo método de correções com tingimentos individuais, representando as novas receitas para as cores cinza escuro, cinza claro e bege

Substratos (%)	Cinza Escuro Corrigido			Cinza Claro Corrigido			Bege Corrigido		
	Amarelo	Vermelho	Royal	Amarelo	Castanho	Marinho	Amarelo	Vermelho	Marinho
Tafetá X Gorgurão	0,9170	0,2957	1,6082	0,0435	0,0979	0,1789	0,1302	0,0232	0,0946
Tafetá X Sarja	1,0102	0,3730	1,5926	0,0473	0,0900	0,1885	0,1432	0,0193	0,1178

No apêndice E, estão plotados os gráficos de refletância versus comprimento de onda, para as cores padrões cinza escuro, cinza claro e bege antes e após as correções, respectivamente, utilizando-se do método 2.

São apresentados, nas Tabelas 20, 21, 22 e 23 e respectivas figuras, os valores das coordenadas colorimétricas encontradas nas medições das cores padrões 1, 2, 3, cinza escuro, cinza claro e bege, antes e após da aplicação das correções para os artigos da tabela 4.

5.3.1

Algodão X Tencel

Tabela 20 – Valores das coordenadas colorimétricas e diferença de cor, medidos em espectrofotômetro, para os artigos de Tencel e Algodão nas Cores 1, 2 e 3, antes e depois das correções do Algodão

Cores	Substratos	L*	a*	b*	C*	DH*	DE*
Cor Padrão 1	Algodão	41,4533	22,4001	15,3757	27,1694		
	Tencel	39,4639	21,8985	16,6300	27,4973		
	Deltas	1,9894	0,5016	-1,2543	-0,3279	1,3105	2,4047
	Algodão corrigido M1	38,0886	21,5078	15,6336	26,5894		
	Deltas corrigidos M1	-1,3753	-0,3907	-0,9964	-0,9079	0,5667	1,7427
	Algodão corrigido M2	39,3909	23,6360	16,7818	28,9877		
	Deltas corrigidos M2	-0,0730	1,7375	0,1518	1,4904	0,9059	1,7456
Cor Padrão 2	Algodão	37,4701	32,7874	-1,9924	32,8479		
	Tencel	35,2753	31,05444	-0,5789	31,0598		
	Deltas	2,1948	1,7330	-1,4135	1,7881	1,3431	3,1334
	Algodão corrigido M1	34,5553	31,4862	-0,9967	31,5020		
	Deltas corrigidos M1	-0,7200	0,4318	-0,4178	0,4422	0,4068	0,9378
	Algodão corrigido M2	34,8239	32,4955	-0,7564	32,5043		
	Deltas corrigidos M2	-0,4514	1,4411	-0,1775	1,4445	0,1472	1,5205
Cor Padrão 3	Algodão	35,9203	9,5973	-13,4539	16,5262		
	Tencel	32,9431	9,0544	-11,8868	14,9425		
	Deltas	2,9772	0,5429	-1,5671	1,5837	0,4023	3,4080
	Algodão corrigido	0,3288	9,1690	-12,2982	15,3400		
	Deltas corrigidos	-0,0640	0,1146	-0,4114	0,3975	0,1561	0,4318
	Algodão corrigido M1	31,9035	9,4485	-13,4083	16,4029		
	Deltas corrigidos M2	-1,0396	0,3941	-1,5215	1,4604	0,5809	1,8844

Para os artigos Tencel e Algodão, foi conseguida uma ótima correção para a cor padrão 3 quando utilizado o método 1 e uma boa correção para a cor padrão 2. Já para a cor padrão 1, o resultado mostrou uma pequena correção, não tão satisfatória, nos dois métodos em estudo.

Na seqüência, serão mostrados os gráficos das coordenadas colorimétricas, antes e após as correções pelos métodos: 1 (determinação da matriz influência com tingimentos com combinações) e 2 (determinação da matriz de influência com tingimentos com corantes individuais).

Nas figuras 55, 56 e 57, são apresentadas as diferenças entre as coordenadas colorimétricas das cores padrão 1, 2 e 3, para Tencel e Algodão, obtidas da Tabela 20. (Na esquerda: Deltas; no centro: Deltas corrigidos pelo método 1; na direita: Deltas corrigidos pelo método 2)

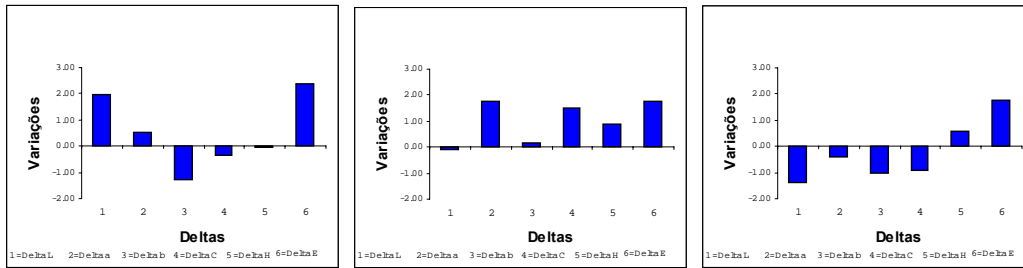


Figura 55 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas da cor Padrão 1 (Tencel e Algodão), antes e após as correções

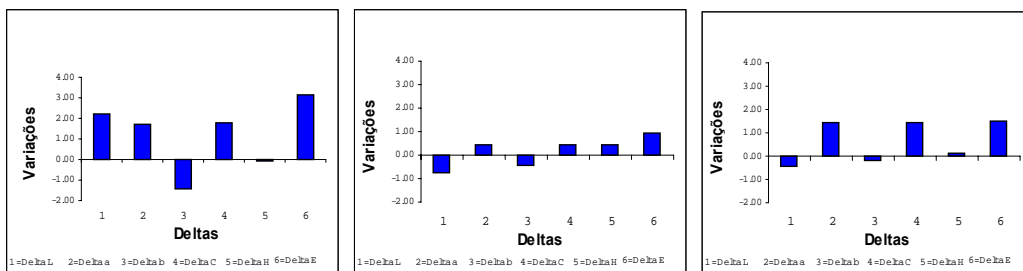


Figura 56 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas da cor Padrão 2 (Tencel e Algodão), antes e após as correções

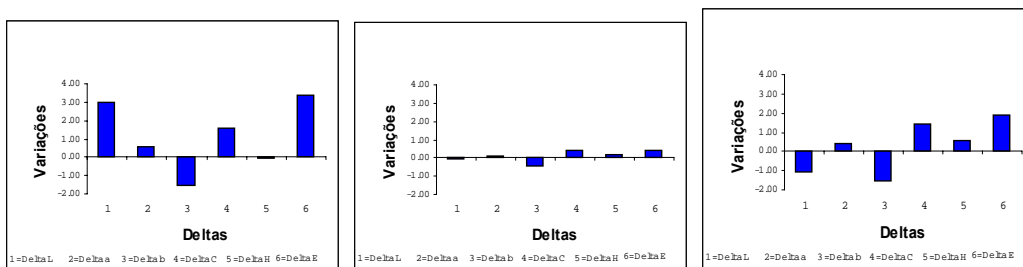


Figura 57 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas da cor Padrão 3 (Tencel e Algodão), antes e após as correções

5.3.2

Algodão x Gorgurão

Nos artigos Algodão e Gorgurão, foram atingidas correções para todas as cores nos dois métodos, no entanto com a cor padrão 3 pelo método 1 chegou-se ao valor de 0,47 CIELAB que é um excelente valor.

Na seqüência serão mostrados novamente os gráficos das coordenadas colorimétricas, antes e após as correções pelos métodos: 1 (determinação da matriz influência com tingimentos com combinações) e 2 (determinação da matriz de influência com tingimentos com corantes individuais) agora para os artigos Algodão (Sarja) e Gorgurão.

Tabela 21 – Valores das coordenadas colorimétricas e diferença de cor, medidos em espectrofotômetro, para os artigos de Algodão e Gorgurão nas Cores 1, 2 e 3, antes e depois das correções

Cores	Substratos	L*	a*	b*	C*	DH*	DE*
Cor Padrão 1	Algodão	41,4533	22,4001	15,3757	27,1694		
	Gorgurão	40,0695	23,2891	15,9676	28,2373		
	Deltas	1,3838	-0,8890	-0,5919	-1,0679	0,0148	1,748
	Algodão corrigido M1	39,2617	23,3323	15,3768	27,9436		
	Deltas corrigidos M1	0,8078	0,0432	-0,5908	-0,2937	-0,5144	1,0017
	Algodão corrigido M2	39,6015	23,6378	16,7432	28,9669		
	Deltas corrigidos M2	-0,4680	0,3487	0,7756	0,7296	0,4369	0,9707
Cor Padrão 2	Algodão	37,4701	32,7874	-1,9924	32,8479		
	Gorgurão	35,2057	33,7281	-1,7525	33,7736		
	Deltas	2,2644	-0,9407	-0,2399	-0,9257	0,2924	2,4637
	Algodão corrigido M1	34,0308	33,6289	-1,9575	33,6858		
	Deltas corrigidos M2	-1,1749	-0,0992	-0,2050	-0,0878	0,2101	1,1968
	Algodão corrigido M2	34,8563	34,9780	-1,6755	35,0181		
	Deltas corrigidos M2	-0,3494	1,2499	0,0770	1,2445	0,1393	1,3001
Cor Padrão 3	Algodão	35,9203	9,5973	-13,4539	16,5262		
	Gorgurão	33,1029	9,7607	-14,0858	17,1371		
	Deltas	2,8174	-0,1634	0,6319	-0,6109	0,2297	2,8920
	Algodão corrigido M1	32,6383	9,7568	-14,0858	17,0726		
	Deltas corrigidos M1	-0,4646	-0,0039	0,0758	-0,0645	0,0400	0,4708
	Algodão corrigido M2	32,3517	10,5446	-15,4773	18,7279		
	Deltas corrigidos M2	-0,7512	0,7839	-1,3915	1,5908	0,1421	1,7650

Análise Gráfica Algodão x Gorgurão

Nas figuras 58, 56 e 57 são apresentadas as diferenças entre as coordenadas colorimétricas das cores padrão 1, 2 e 3, para Gorgurão e Algodão, obtidas da Tabela 20. (Na esquerda: Deltas; no centro: Deltas corrigidos pelo método 1; na direita: Deltas corrigidos pelo método 2)

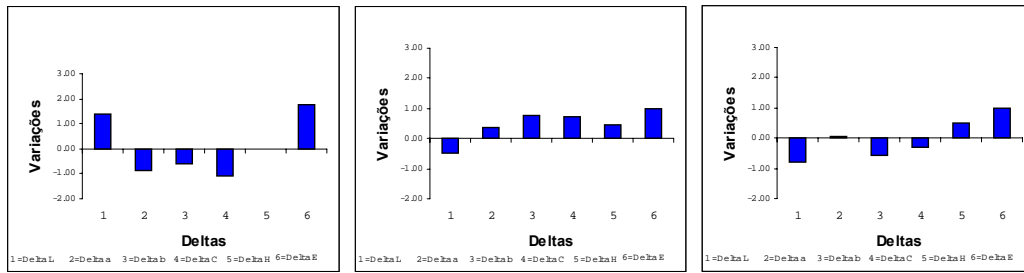


Figura 58 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Algodão e Gorgurão para a cor Padrão 1, antes e após as correções

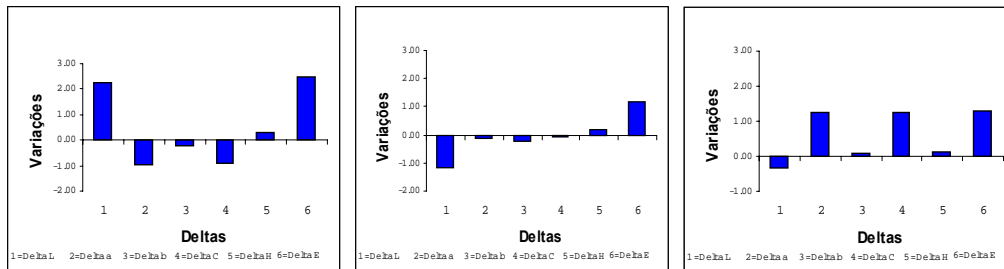


Figura 59 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Algodão e Gorgurão para a cor Padrão 2, antes e após as correções

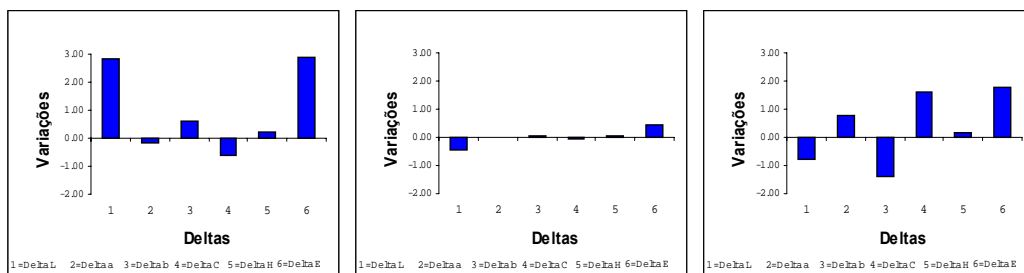


Figura 60 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Algodão e Gorgurão para a cor Padrão 3, antes e após as correções

5.3.3

Gorgurão x Tencel

Para a cor padrão 1, não foi obtida uma boa correção para os artigos gorgurão e tencel, no entanto, para a cor padrão 2 obtivemos valores bem melhores. Já na cor 3, observa-se um aspecto interessante, pois todos os valores das coordenadas colorimétricas praticamente zeraram exceto, a luminosidade que foi a responsável pelo aumento de ΔE .

Tabela 22 – Valores das coordenadas colorimétricas e diferença de cor, medidos em espectrofotômetro, para os artigos de Gorgurão e Tencel nas Cores 1, 2 e 3, antes e depois da correção

Coors	Substratos	L*	a*	b*	C*	Dh°	DE*
Cor Padrão 1	Gorgurão	40,0695	23,2891	15,9676	28,2373		
	Tencel	39,4639	21,8985	16,6300	27,4973		
	Deltas	0,6056	1,3906	-0,6624	0,7400	1,3509	1,6551
	Gorgurão corrigido	38,9061	21,3168	15,5542	26,3882		
	Deltas corrigidos	-0,5578	-0,5817	-1,0758	-1,1091	0,5154	1,3442
Cor Padrão 2	Gorgurão	35,2057	33,7281	-1,7525	33,7736		
	Tencel	35,2753	31,05444	-0,5789	31,0598		
	Deltas	-0,0696	2,6737	-1,1736	2,7138	1,0776	2,9208
	Gorgurão corrigido	35,0700	31,0800	-0,0800	31,0800		
	Deltas corrigidos	-0,2053	0,0256	-0,4989	0,0202	0,0161	0,5401
Cor Padrão 3	Gorgurão	33,1029	9,7607	-14,0858	17,1371		
	Tencel	32,9431	9,0544	-11,8868	14,9425		
	Deltas	0,1598	0,7063	-2,1990	2,1946	0,7198	2,3152
	Gorgurão corrigido	31,5314	8,9145	-12,0140	14,9601		
	Deltas corrigidos	-1,4117	-0,1399	-0,1272	0,0176	0,1883	1,4243

Análise Gráfica Gorgurão x Tencel

Nas figuras 61, 62 e 63 são apresentadas as diferenças entre as coordenadas colorimétricas das cores padrão 1, 2 e 3, para Tencel e Gorgurão, obtidas da Tabela 20. (Na esquerda: Deltas; no centro: Deltas corrigidos pelo método 1; na direita: Deltas corrigidos pelo método 2)

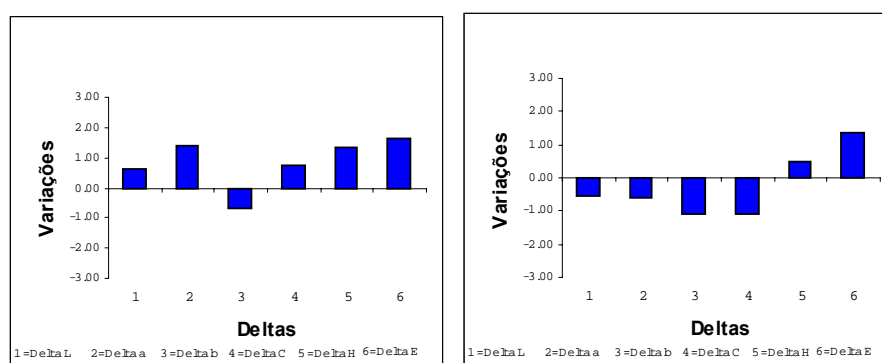


Figura 61 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Gorgurão e Tencel para a cor Padrão 1

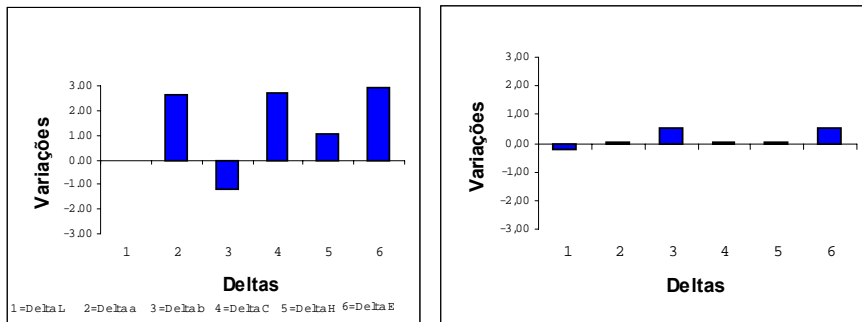


Figura 62 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Gorgurão e Tencil para a cor Padrão 2, antes e após a correção, respectivamente

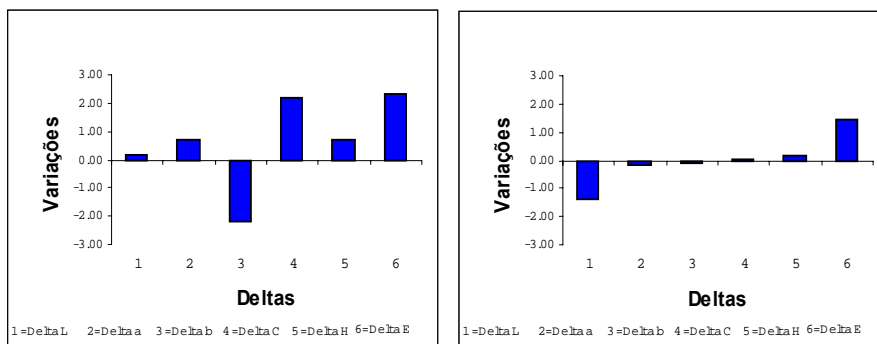


Figura 63 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Gorgurão e Tencil para a cor Padrão 3, antes e após a correção respectivamente

5.3.4

Tafetá x Gorgurão & Tafetá x Sarja

Para as três cores padrões observa-se razoáveis correções para os artigos de Sarja e Gorgurão.

Tabela 23 – Valores das coordenadas colorimétricas e diferença de cor, medidos nem espectrofotômetros, para os artigos Tafetá, Gorgurão e Sarja nas cores cinza escuro, cinza claro e bege, antes e após a correção realizada pelo método 2

Cor	Substratos	Coordenadas Colorimétricas					ΔE_{CMC21}
		L^*	a^*	b^*	C^*	h^0	
Cinza Escuro	tafetá	27,92	-0,61	-2,50	2,58	1,33	
	gorgurão	25,73	-0,11	-2,83	2,83	1,53	
	Deltas	2,20	-0,50	0,33	-0,26	-0,20	1,71
	gorgurão corrigido	27,23	-0,72	-2,30	2,41	1,27	
	Deltas	0,70	0,10	-0,20	0,17	0,06	
	sarja	28,32	-1,14	-3,45	3,63	1,25	
	Deltas	-0,40	0,53	0,94	-1,05	0,08	
	sarja corrigido	28,78	-0,08	-2,89	2,89	1,54	
Deltas	-0,85	-0,54	0,38	-0,31	-0,21	1,03	

Cor	Substratos	Coordenadas Colorimétricas					$\Delta E_{CMC2:1}$
		L^*	a^*	b^*	C^*	h^o	
Cinza Claro	tafetá	59,15	-0,27	-1,59	1,61	1,40	
	gorgurão	58,85	-0,44	-1,84	1,89	1,34	
	Deltas	0,29	0,17	0,25	-0,28	0,07	0,43
	gorgurão corrigido	58,69	-0,45	-1,52	2,89	1,54	
	Deltas	0,46	0,18	-0,07	-1,28	-0,14	
	sarja	59,57	-0,27	-2,13	2,15	1,44	
	Deltas	-0,42	0,00	0,54	-0,54	-0,04	
	sarja corrigido	59,72	-0,45	-1,64	1,70	1,30	
Deltas	-0,57	0,19	0,05	-0,09	0,10	0,36	

Cor	Substratos	Coordenadas Colorimétricas					$\Delta E_{CMC2:1}$
		L^*	a^*	b^*	C^*	h^o	
Bege	tafetá	64,20	0,53	8,90	8,92	1,51	
	gorgurão	62,94	0,18	8,10	8,10	1,55	
	Deltas	1,26	0,35	0,80	0,81	-0,04	0,98
	gorgurão corrigido	64,66	0,96	9,24	9,29	1,47	
	Deltas	-0,47	-0,43	-0,33	-0,37	0,04	
	sarja	64,96	0,61	8,33	8,35	1,50	
	Deltas	-0,76	-0,08	0,57	0,56	0,01	
	sarja corrigido	64,22	0,43	8,39	8,40	1,52	
Deltas	-0,02	0,10	0,51	0,51	-0,01	0,46	

Nas figuras 64 a 69 são apresentados as diferenças entre as coordenadas colorimétricas das cores padrão cinza claro, cinza escuro e bege, para Tafeté, Gorgurão e Sarja, obtidas da Tabela 20.

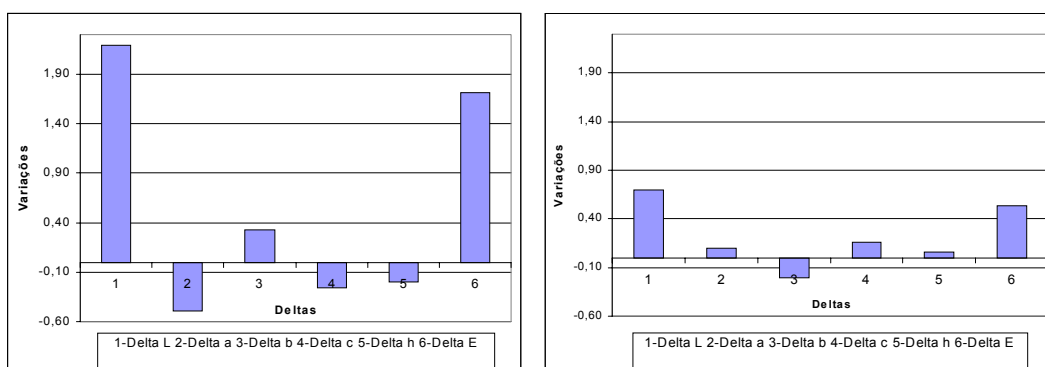


Figura 64 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Tafeté x Gorgurão para a cor Padrão Cinza Escuro, antes e após a correção respectivamente

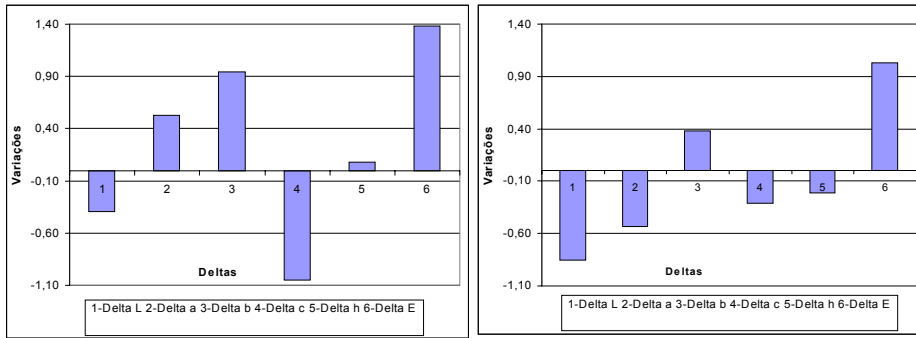


Figura 65 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Tafeté x Sarja para a cor Padrão Cinza Escuro, antes e após a correção respectivamente

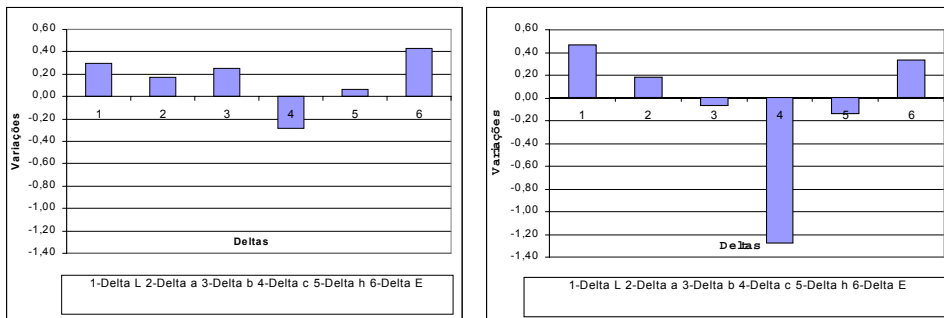


Figura 66 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Tafeté x Gorgurão para a cor Padrão Cinza Claro, antes e após a correção respectivamente

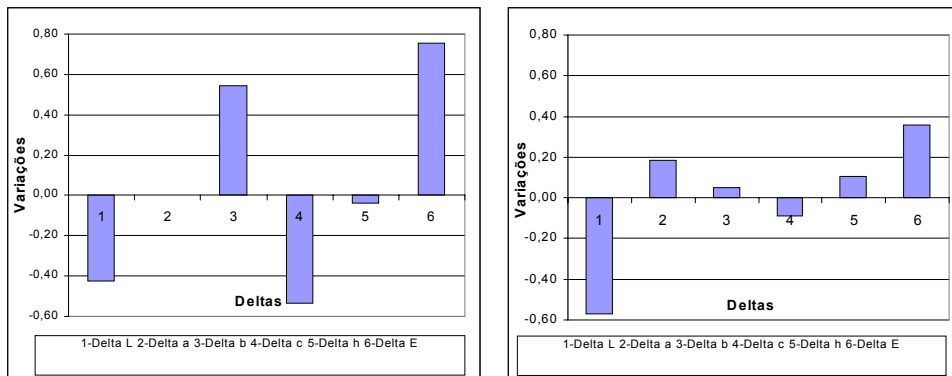


Figura 67 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Tafeté x Sarja para a cor Padrão Cinza Claro, antes e após a correção respectivamente

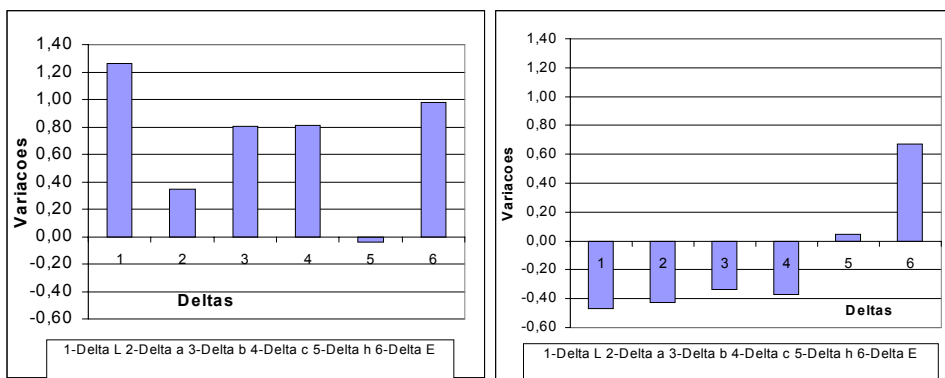


Figura 68 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Tafeté x Gorgurão para a cor Padrão Bege, antes e após a correção respectivamente

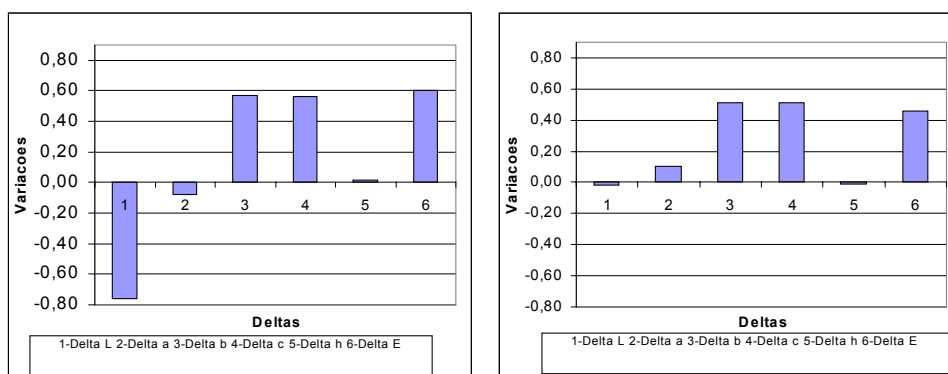


Figura 69 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos substratos Tafeté x Sarja para a cor Padrão Bege, antes e após a correção respectivamente

5.4

Efeito da Estrutura na cor dos tecidos

As amostras **B**, **C** e **D** da tabela 4 depois de tintas, foram medidas em espectrofotômetros com três geometrias diferentes (SIN, SEX e 45/0), para avaliação da influência que causariam nos artigos em questão. Os resultados obtidos são mostrados nas tabelas e gráficos abaixo, por meio de ΔE_{CIELAB} separadas pelas cores (Cor Padrão 1, Cor Padrão 2 e Cor Padrão 3).

5.4.1

Cor Padrão 1

Tabela 24 – Medição da diferença existente entre três tecidos da tabela 4 com três geometrias ΔE_{CIELAB} Cor 1

Geometria	Tencel (A) x Algodão(C)	Tencel (A) X Gorgurão(B)	Gorgurão(B) X Algodão(C)
SIN	2,40	1,66	1,75
SEX	2,47	1,67	1,83
45°/0°	2,27	1,91	1,75

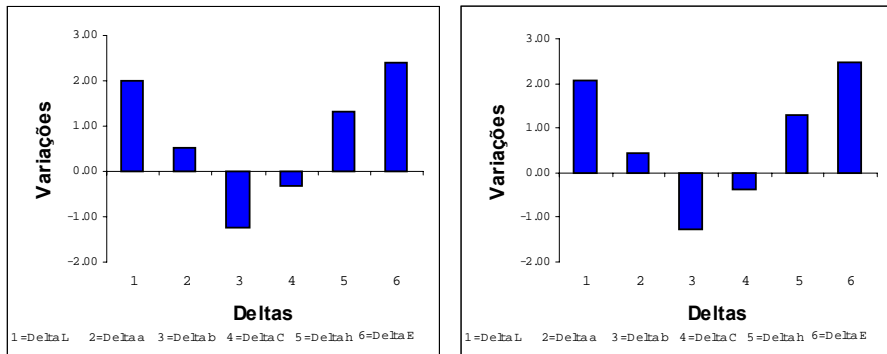


Figura 70 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Algodão (SIN) e (SEX)

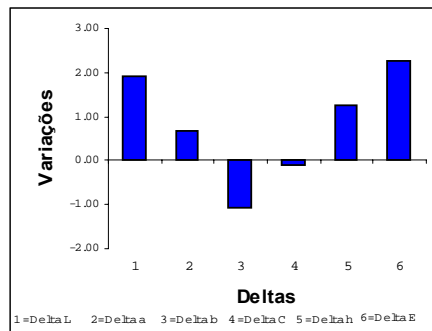


Figura 71 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Algodão (45/0)

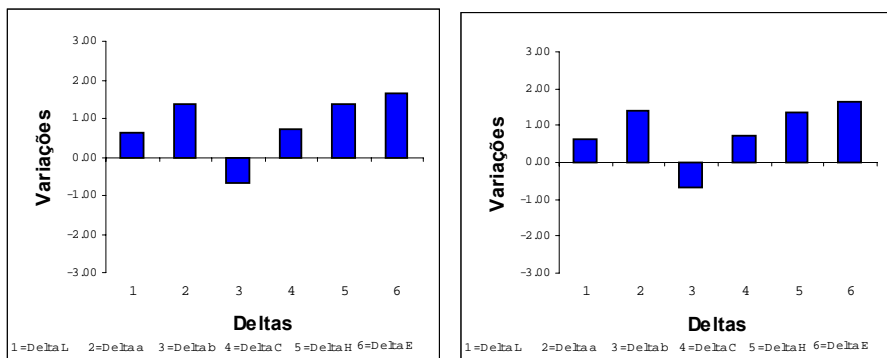


Figura 72 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (SIN) e (SEX)

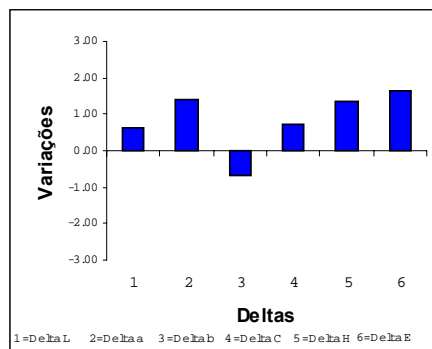


Figura 73 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (45/0)

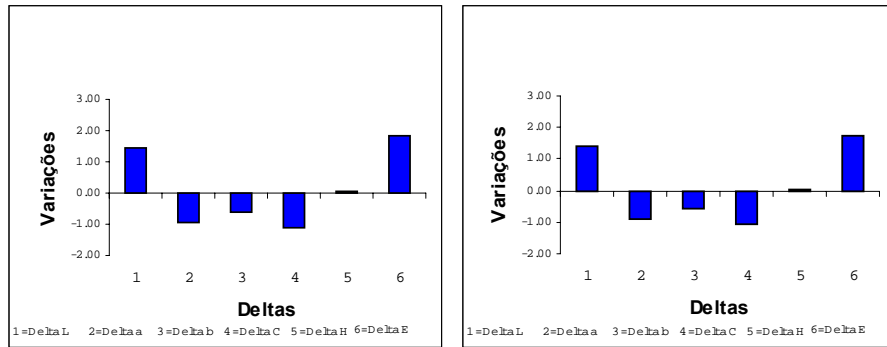


Figura 74 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Algodão e Gorgurão (SIN) e (SEX)

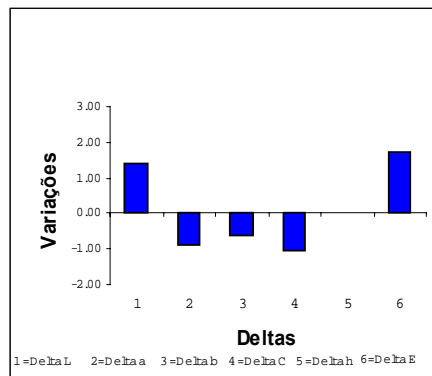


Figura 75 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas, dos artigos Algodão e Gorgurão (45/0)

5.4.2

Cor Padrão 2

Tabela 25 – Medição da diferença existente entre três tecidos com três geometrias

ΔE_{CIELAB} Cor 2

Geometria	Tencel(A) x Algodão(C)	Tencel (A) X Gorgurão(B)	Gorgurão(B) X Algodão(C)
SIN	3,13	2,92	2,46
SEX	3,13	2,91	2,44
45°/0°	3,29	2,95	2,56

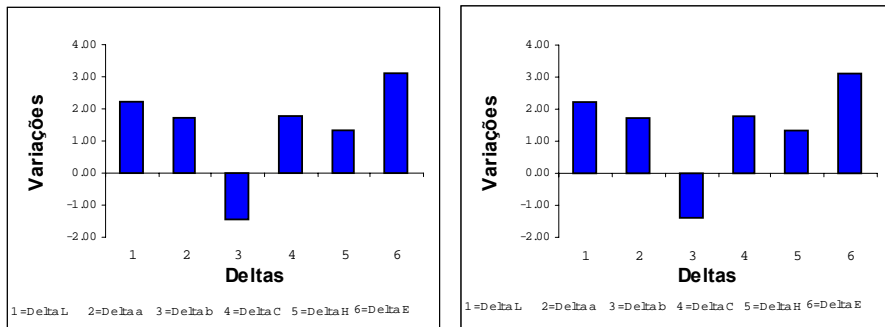


Figura 76 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (SIN) e (SEX)

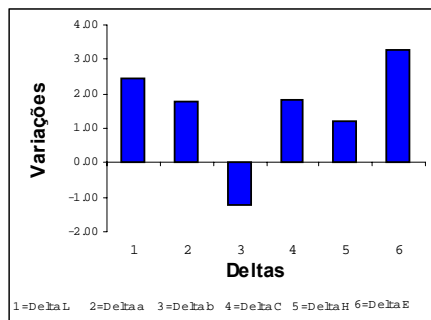


Figura 77 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Algodão (45/0)

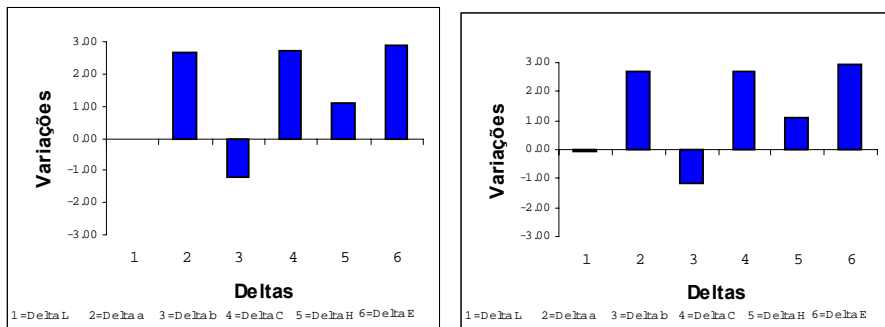


Figura 78 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (SIN) e (SEX)

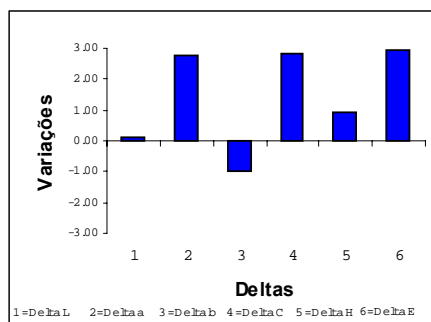


Figura 79 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (45/0)

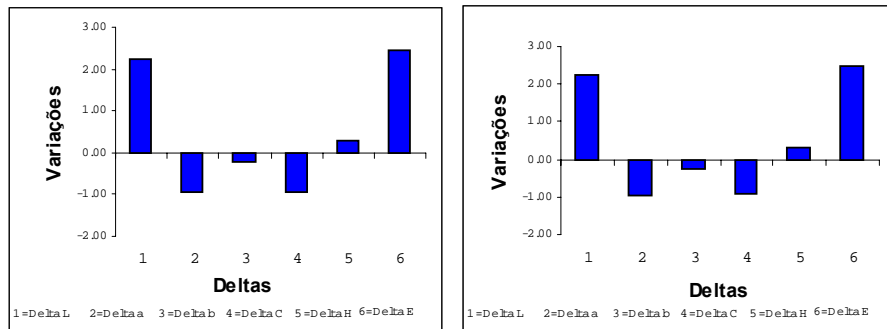


Figura 80 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Gorgurão e Algodão (SIN) e (SEX)

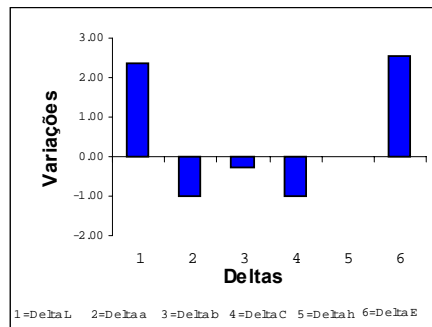


Figura 81 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Gorgurão e Algodão (45/0)

5.4.3

Cor Padrão 3

Tabela 26 – Medição da diferença existente entre três tecidos com três geometrias

ΔE_{CIELAB} Cor 3

Geometria	Tencel x Algodão	Tencel X Gorgurão	Gorgurão X Algodão
SIN	3,41	2,32	2,89
SEX	3,41	2,33	2,86
45°/0°	3,46	2,31	2,83

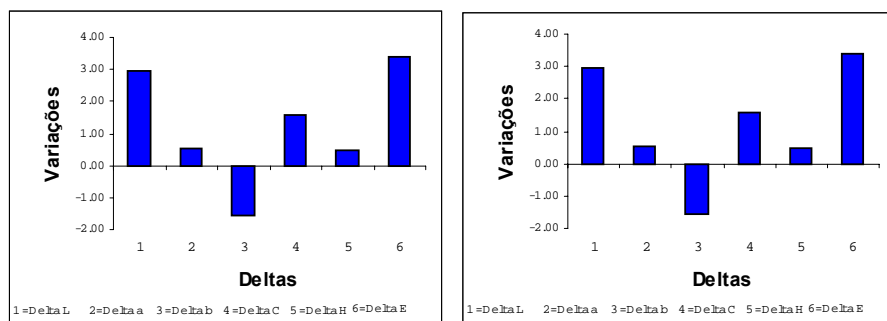


Figura 82 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Algodão (SIN) e (SEX)

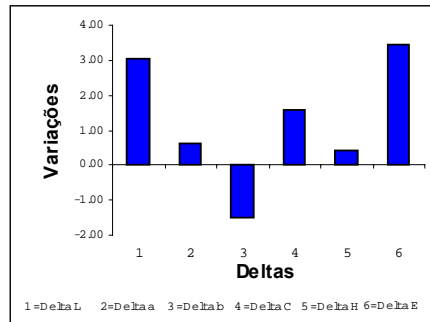


Figura 83 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e algodão (45/0)

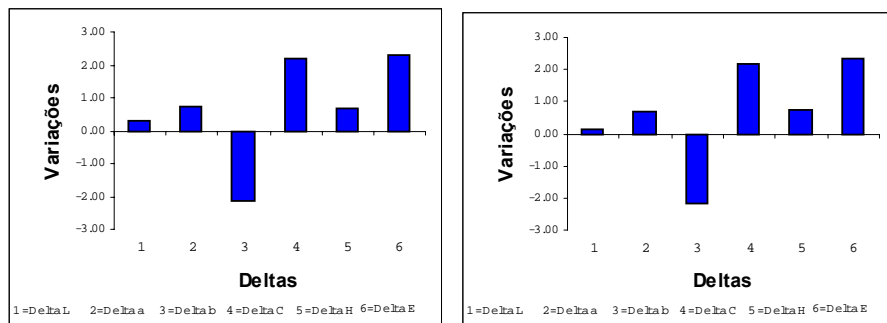


Figura 84 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (SIN) e (SEX)

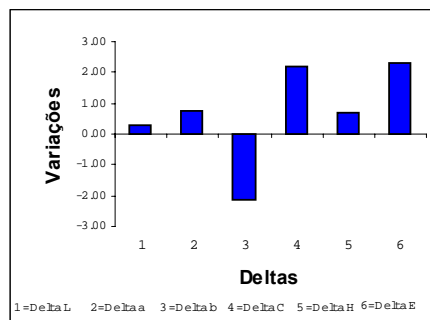


Figura 85 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Tencel e Gorgurão (45/0)

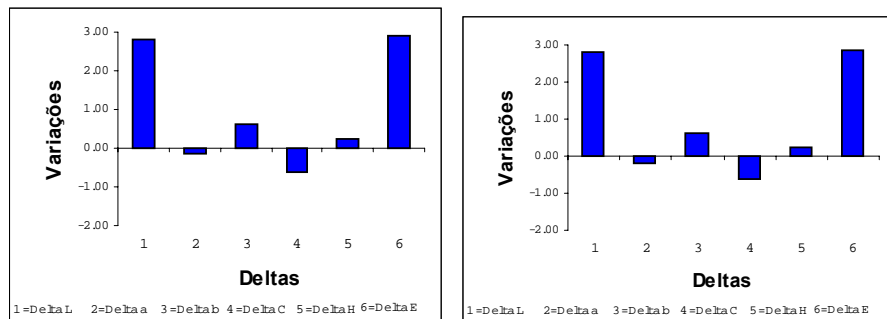


Figura 86 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos os artigos Gorgurão e Algodão (SIN) e (SEX)

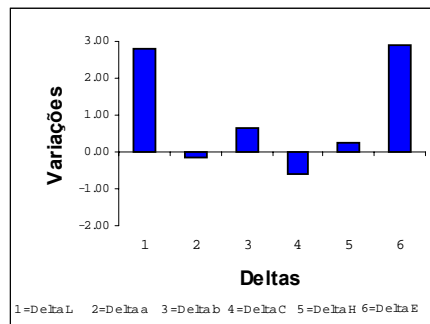


Figura 87 – Diferenças entre as coordenadas colorimétricas dos artigos Gorgurão e Algodão (45/0)

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que o tipo de geometria empregada possui pouca interferência na diferença de cor das amostras em estudo. Deste modo, pode-se escolher uma das geometrias em estudo para verificação de ΔE_{CIELAB} das amostras têxteis.

Pelos resultados encontrados observa-se bem claramente que a estrutura e o tipo de substrato utilizado influenciam bastante na diferença instrumental da cor.

Todos os artigos da tabela 2 quando comparados, tiveram uma diferença considerável de cor, em que a maior encontrada foi entre os artigos de algodão e tencel na cor padrão 3 (ΔE_{CIELAB} 3,46).

Ao compararmos os artigos de Tencel e Algodão, verifica-se que a luminosidade é o fator principal para diferença de ΔE_{CIELAB} , para as cores em estudo.

Por outro lado ao se comparar a diferença de cor entre os artigos Tencel e Gorgurão, observa-se que a luminosidade é um fator de pouca relevância.

Entre os artigos Algodão e Gorgurão, para a cor padrão 1 foi obtida uma variação pequena em torno de ΔE_{CIELAB} 1,67. Contudo para as cores 2 e 3 tivemos uma diferença mais significativa.

5.4.4

Diferença de cor entre Sarja x Tafetá, Tafetá e Gorgurão e entre Tafetá 40 e 50

Foram realizados os tingimentos de quatro amostras de cada tecido da tabela 4. A seguir serão colocadas as médias dos valores encontrados para as coordenadas colorimétricas e para ΔE .

Tabela 27 – Medição da diferença das coordenadas colorimétricas dos tecidos Sarja e Tafetá ambos título 40 - Cor 2

Artigo	L*	a*	b*	C*	ΔE
Sarja 40	38,7938	32,1586	-1,0316	32,1751	
Tafetá 40	37,9459	31,3801	-0,8751	31,3923	
Deltas	0,8478	0,7785	-0,1566	0,7829	1,1617

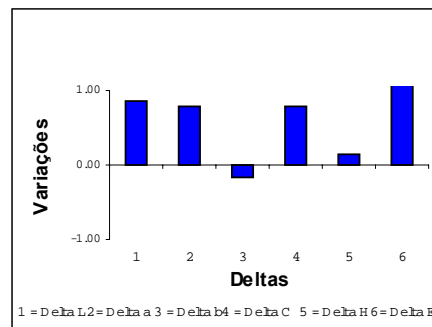


Figura 88 – Verificação de (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^* , ΔH e ΔE) para os artigos de Sarja e Tafetá

Tabela 28 – Medição da diferença das coordenadas colorimétricas dos tecidos de Tafetá títulos 40 e 50 - Cor 2

Artigo	L*	a*	b*	C*	ΔE
Tafetá 40	37,9459	31,3801	-0,8751	31,3923	
Tafetá 50	38,4208	31,8344	-0,9453	31,8484	
Deltas	-0,4748	-0,4543	0,0702	-0,4562	0,6609

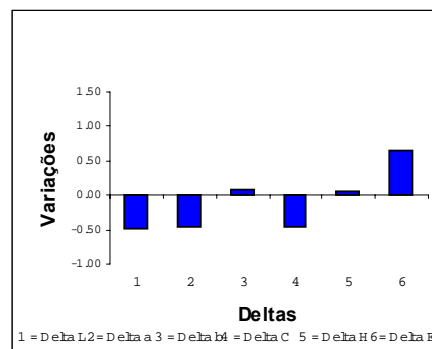


Figura 89 – Verificação gráfica de (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^* , ΔH e ΔE) para os artigos de Tafetá

Tabela 29 – Medição da diferença das coordenadas colorimétricas dos tecidos de Tafetá e Gorgurão - Cor Cinza Escuro

Artigo	L*	a*	b*	C*	h	ΔE
Tafetá	27,923	-0,611	-2,504	2,577	1,331	
Gorgurão	25,727	-0,114	-2,830	2,833	1,530	
Deltas	2,1958	-0,4973	0,3268	-0,2555	-0,1992	1,709

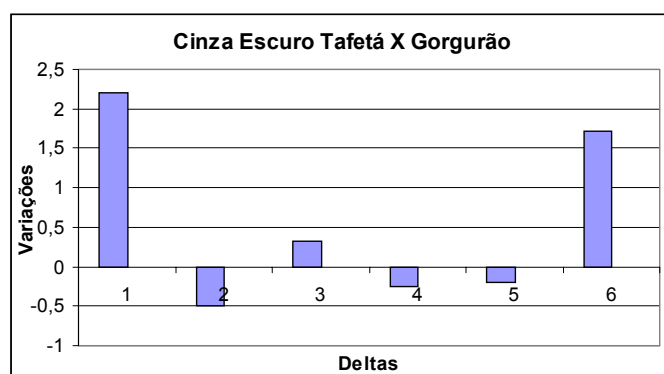


Figura 90 – Verificação gráfica de (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC^* , ΔH e ΔE) para os artigos de Tafetá e Gorgurão

Pode-se verificar que os artigos de tafetá quando comparados tiveram uma diferença pequena de cor.

Contudo, ao compararmos os artigos de sarja e tafetá com o mesmo título (Ne=40) e Tafetá e Gorgurão cinza escuro verificamos um valor mais acentuado, na diferença de cor ΔE , principalmente na coordenada colorimétrica de luminosidade.

5.5

Seleção de Padrões

As cores cinza claro, cinza escuro e bege, utilizadas nos experimentos apresentados no item 4, foram obtidas a partir de amostras físicas. Da mesma forma, um fabricante de tecidos, necessita de uma referência, ou seja, um padrão, para matizar as cores solicitadas por um comprador.

As coordenadas $L^*a^*b^*$ representam um ponto no espaço psicométrico das cores do sistema de coordenadas CIE de colorimetria. Porém, como foi

abordado nos itens 2.1.6 e 2.5.1, pode existir uma família de curvas que são representadas por um único ponto $L^*a^*b^*$. Portanto, é necessário que, além das coordenadas colorimétricas, a cor padrão possua uma referência representada ou por uma amostra física, por exemplo, uma amostra de uma coleção têxtil de cores padrão, tipo Pantone, ou por um padrão virtual que é representado por uma curva de refletância. Os padrões reais e as coleções de cores padrões não são permanentes. A cor muda com o tempo dependendo do material com o qual é fabricado o padrão. Dependendo do tecido, dos corantes ou pigmentos utilizados, da forma e lugar de armazenamento ou do manuseio inapropriado, a mudança da cor torna-se perceptível após algumas semanas, meses ou anos. Além disso, para as coleções de cores padrões, ainda pesa a limitação de ocorrer diferenças não somente entre amostras de edições diferentes como até entre amostras da mesma edição.

O padrão virtual é representado pelos dados da refletância espectral resultantes das medidas espectrofotométricas do padrão físico desejado. O padrão virtual facilitará o fabricante na formulação instrumental de receitas das cores. Além disso, na atualidade, o padrão virtual poderá ser rápida e facilmente comunicado por diversos meios, principalmente o digital, sem a preocupação das desvantagens atribuídas aos padrões reais. A mensuração da cor poderá ser baseada em normas atualizadas e de conhecimento público tais como: “AATCC Evaluation Procedure 6 – Instrumental Color Measurement” e “AATCC Test Method 173-1998 – Calculation of Small Color Difference for Acceptability” desenvolvidas pela “American Association of Textile Chemists and Colorists - AATCC.

O fator de tolerância, $\Delta E_{CMC(2:1)}$ máximo, deverá ser determinado comparando-se as avaliações visuais e instrumentais de amostras físicas que servirão para a determinação de respectivos padrões. O valor de tolerância representa o ponto de maior proporção de decisões instrumentais certas em relação ao número de decisões certas visuais de um painel de observadores composto de pessoas representantes do local responsável pela aquisição/compra do material na organização. Essa tolerância equivale a um valor $\Delta E_{CMC(2:1)}$ que poderá ser determinada experimentalmente, por exemplo através do software “Toleranc” desenvolvido e bastante utilizado no Laboratório de Colorimetria Aplicada do SENAI/CETIQT. A tolerância é baseada na medida $\Delta E_{cmc(2:1)}$ (fórmula CMC, mais adequada para a indústria têxtil, como

mencionado no item 2.1.6) para observador padrão 10° com iluminantes D65, A e TL84.

Um painel é um grupo formado de 8 a 10 pessoas as quais devem ser submetidas a testes de aptidão visual e treinamento como observadores. A decisão desse painel será a média das porcentagens das decisões certas individuais em relação as decisões da maioria dos observadores.

São propostas na tabela 30 as informações mínimas necessárias para uma norma de cores de produtos de têxteis. A denominação da cor fica a critério do comprador. A informação da composição do tecido é necessária, pois verificou-se quantitativamente nos experimentos que com a mudança do substrato/composição há mudança correspondente na cor e conseqüentemente de seus valores colorimétricos. Portanto, com a mudança da composição/estrutura do tecido será necessário a devida alteração dos valores de $L^*a^*b^*$ e da própria tolerância colorimétrica na norma das cores. A amostra Pantone poderá ser usada como referência visual representando uma determinada estrutura. Além disso, devem fazer parte da norma, principalmente os valores de refletância das cores padrões. Esse conjunto de valores representará o padrão virtual. As coordenadas colorimétricas $L^*a^*b^*$ deverão estar em relação aos iluminantes padrão D65 (CIE), A e TL84 para um observador padrão de 10° (CIE). As tolerâncias ($\Delta E_{cmc(2:1)}$), para os mesmos iluminantes citados, deverão ser sempre obtidas por meio de um painel com mencionado nos parágrafos anteriores

COR	Composição	Referência PANTONE ou outra	D65 / 10			A/10			TL84/10			$\Delta E_{cmc(2:1)}$ máximo			
			L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	D65/ 10	A/ 10	TL84/10	
Exemplos numéricos															
1													1,2	2,0	2,0
2															

Valores de refletância espectral (%) para comprimento de onda 360 a 740nm para intervalos de 10nm.

Tabela 30 – Uma formatação de norma colorimétrica

Exemplificando uma situação prática, com a utilização da Tabela 30, um determinado fornecedor têxtil apresenta uma amostra cuja diferença de cor $\Delta E_{CMC2:1}$ deve ser menor do que 1,2 para D65/10 e menor do que 2,0 para A/10 e TL85/10. A situação ideal, mas irreal na prática, seria $\Delta E_{CMC2:1} = 0$, para todos os iluminantes. Uma situação importante é quando for apresentado uma amostra

com $\Delta E_{CMC2,1} = 0,5$ para D65/10; 1,9 para A e 1,8 para TL84/10. Ou seja, valor próximo de zero para D65/10 e próximo de 2,0 para A/10 e TL84/10. Nesse caso temos caracterizado o limite máximo permitido para que ocorra o fenômeno da metameria. Esse fenômeno poderá ocorrer por causa da existência de diversos fornecedores e cada um desses poderá escolher combinação de diferentes tipos de corantes para matizar a cor padrão exigida. Essa natural liberdade de escolha poderá favorecer o aparecimento da metameria. Além disso, outro fator determinante no aparecimento desse fenômeno é a variedade de substratos utilizados na matização das cores. Essa mudança de substratos exige naturalmente a mudança do grupo de corantes para a devida matização. Com relação à mudança da estrutura do substrato (por exemplo: sarja, tafetá e gorgurão) determinará a mudança na aparência da cor e que poderá ser compensada pelo método descrito em 4.2. A figura 91 representa esquematicamente a utilização de um padrão virtual.

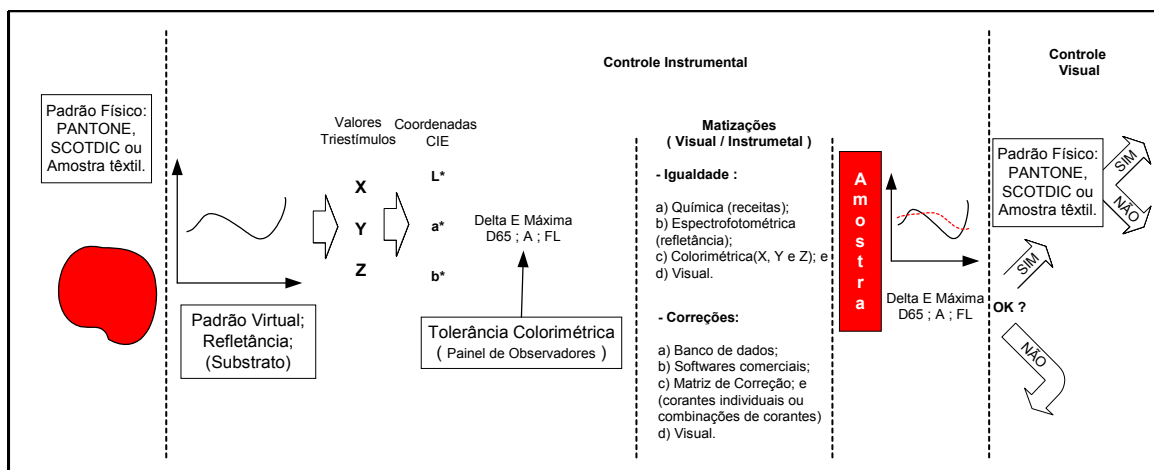


Figura 91 – Utilização do Padrão Virtual

5.6

Efeito da Metameria na Prática

Com a intenção de exemplificar o fenômeno da metameria e relacioná-lo às tolerâncias colorimétricas, foram elaboradas amostras que formam pares metaméricos nas respectivas cores cinza escuro, cinza claro e bege. As amostras foram matizadas a partir de um banco de dados de corantes para o substrato algodão. Os resultados de três pares metaméricos estão no Quadro 4

e as suas respectivas curvas de refletância características do efeito metamérico, cruzando-se em pelo menos em três pontos, estão na figura 92. Foram escolhidas as amostras com valores de diferença de cor que mais se aproximam da definição de metameria ($\Delta E_{CMC2:1}$ igual a zero para D65/10 e diferente de zero para outro iluminante e com curvas de refletância diferentes). Calcula-se o índice de metameria pelo método de mudança de iluminante de teste tipo A utilizando a correção multiplicativa.

Amostra Sarja cinza escuro						
		L*	a*	b*	ΔE_{ab}	ΔE_{cmc21}
D65/10°	Padrão	27,919	-0,762	-2,571		
	Amostra	27,566	-1,351	-2,943	0,78	0,92
	Amostra corrigida	27,919	-0,762	-2,571	0,000	0,000
A/10°	Padrão	27,735	0,268	-2,963		
	Amostra	27,247	-4,139	-2,828	4,44	5,77
	Amostra corrigida	27,598	-3,586	-2,458	3,89	5,11

Amostra Tafeté cinza claro						
		L*	a*	b*	ΔE_{ab}	ΔE_{cmc21}
D65/10°	Padrão	59,148	-0,268	-1,590		
	Amostra	58,458	-0,041	-0,890	1,01	1,04
	Amostra corrigida	59,148	-0,267	-1,590	0,000	0,000
A/10°	Padrão	59,069	0,045	-1,444		
	Amostra	58,439	-2,764	-0,229	3,12	4,28
	Amostra corrigida	59,129	-3,014	-0,919	3,10	4,32

Amostra Tafeté bege						
		L*	a*	b*	ΔE_{ab}	ΔE_{cmc21}
D65/10°	Padrão	64,197	0,531	8,902		
	Amostra	63,470	0,327	9,183	0,81	0,48
	Amostra corrigida	64,197	0,531	8,902	0,000	0,000
A/10°	Padrão	64,902	2,947	9,674		
	Amostra	64,158	-0,493	10,525	3,62	5,57
	Amostra corrigida	64,892	-0,295	10,257	3,29	5,19

Quadro 4 – Índice de metameria com correção multiplicativa de amostras matizadas

A melhor amostra é a do tecido Tafeté Bege que possui $\Delta E^*_{CMC2:1}$ para D65 menor que 0,50, valor de percepção visual que, na prática, um observador já não consegue distinguir a diferença de cores. Assim, essa amostra comparada com o padrão respectivo, visualmente sob iluminação D65 (luz do dia), não apresentaria diferença perceptível de cor. Porém, em outro ambiente, sob o efeito de uma iluminação com lâmpadas de filamento de tungstênio haveria uma forte metameria como indicado pelo seu índice de metameria com mudança de iluminante e corrigido com fator multiplicativo ($M_{A,il} = 5,19$).

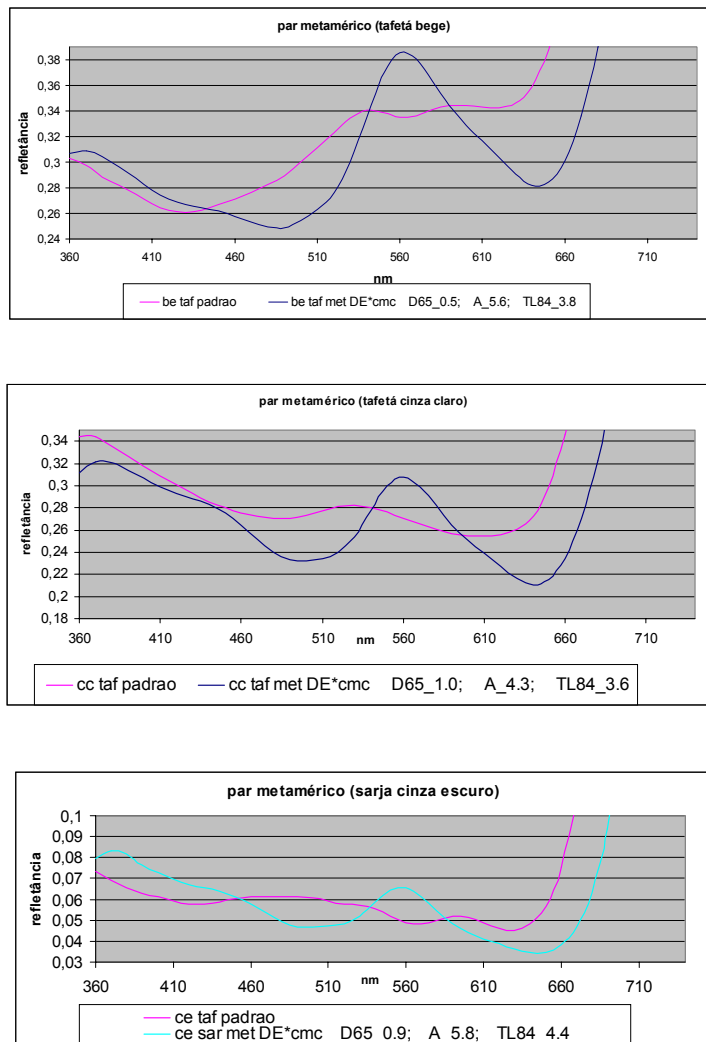


Figura 92 – Curvas metaméricas de amostras matizadas

5.7

Aplicação da Tolerância Colorimétrica

Com a finalidade de verificar uma aplicação real da tolerância colorimétrica no controle instrumental das cores, algumas amostras de peças de uniformes e de tecidos foram obtidos no Depósito de Fardamento da Marinha. Dentre estas peças, foram visualmente escolhidas as de maior diferença na cor e medidas as suas coordenadas colorimétricas. São apresentadas duas normas de tecidos como referência para as cores bege (BE), cinza claro (CC) e cinza escuro (CE) na Tabela 31. Os resultados das diferenças de cor entre amostras e norma estão resumidos na Tabela 32. Os valores de CIELAB da norma e amostras estão na Tabela 33. As amostras de peças de uniformes são sujeitas à norma antiga e as amostras de tecidos à norma nova. Verifica-se que a especificação simplificada de tecido da norma antiga possui composição, armação e gramatura

praticamente diferentes de uma cor para outra. Para a nova norma, a especificação é igual para as três cores e com a armação e a gramatura maiores. Os valores da tolerância colorimétrica, além de serem iguais para as três cores, estão reduzidos podendo significar um maior rigor no controle da cor. Falta saber se, para a nova especificação, a tolerância indicada é realmente a ideal para cada cor. Por exemplo, a mudança da especificação do tecido cinza claro foi, relativamente, maior do que a do tecido bege. Porém, eles possuem as mesmas tolerâncias colorimétricas. Os resultados da amostra BE2002, fora do padrão, possivelmente, justifiquem a necessidade de adequar a cor bege a uma outra tolerância. Portanto, é necessário que para cada cor e respectiva especificação de tecido haja uma tolerância colorimétrica própria estabelecida por meio de avaliações visuais e instrumentais adequadas.

C O R	Norma	Especificação simplificada			Tolerância DECMC max	
		composição	armação	gramatura (g/m ²)	D65	A
BE	antiga	BE: 100% poliéster	batavia 2x2	220	1,4	2
	nova	urdume & trama: 67% poliéster / 33% viscose	naté regular 4x4	245	1,0	1,4
CC	antiga	trama: 100% poliéster; urdume: 67% poliéster & 33% viscose	sarja 2x1	195	1,4	2
	nova	urdume & trama: 67% poliéster / 33% viscose	naté regular 4x4	245	1,0	1,4
CE	antiga	65% poliéster & 35% lã	tela	174	1,4	2
	nova	urdume & trama: 67% poliéster / 33% viscose	naté regular 4x4	245	1,0	1,4

Tabela 31 – Confrontação de normas de cores

COR	Norma	DECMC Amostras de Uniformes Norma antiga				DECMC Amostras de Tecidos Norma nova	
		D65	A	D65	A	D65	A
		B5		B7		BE 2002	
BE	antiga	0,67	0,97	2,48	2,64		
	nova					0,82	0,77
CC	antiga	C2		C4		CC 2002	
	nova	0,83	0,88	1,28	1,71	2,16	2,04
CE	antiga	C10		C9		CE 2002	
	nova	4,65	4,54	0,99	1,24	0,83	0,86

Tabela 32 – Diferenças de cor pela fórmula CMC2:1

	D65/10			A/10		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Padrão Bege1999	67,94	-2,38	10,96	68,44	0,44	11,20
BE b5	68,68	-2,68	11,65	69,22	-0,06	11,99
Deltas	-0,74	0,30	-0,69	-0,78	0,50	-0,79
BE b7	70,77	2,33	11,34	70,07	-0,38	10,59
Deltas	-2,83	-4,71	-0,38	-1,63	0,82	0,61
Padrão Bege2002	66,01	0,28	9,37	66,74	2,99	10,10
BE 2002	64,31	0,44	8,90	65,02	2,79	9,75
Deltas	1,70	-0,16	0,47	1,72	0,20	0,35
Padrão Cinza Claro1999	58,93	-2,17	-0,79	58,67	-1,35	-1,45
CC c2	60,20	-0,92	-1,55	60,41	-1,85	-1,05
Deltas	-1,27	-1,25	0,76	-1,74	0,50	-0,40
CC c4	56,53	-0,56	-2,18	56,83	-2,43	-1,45
Deltas	2,40	-1,61	1,39	1,84	1,08	0,00
Padrão Cinza Claro2002	57,47	-1,32	-0,60	57,34	-0,68	-0,70
CC 2002	59,18	-0,46	-1,79	59,07	-0,08	-1,88
Deltas	-1,71	-0,86	1,19	-1,73	-0,60	1,18
Padrão Cinza Escuro1999	27,60	-0,82	-2,93	27,33	-0,39	-3,40
CE c10	34,37	-1,81	-2,62	34,05	-1,03	-3,10
Deltas	-6,77	0,99	-0,31	-6,72	0,64	-0,30
CE c9	28,48	-0,89	-2,28	28,27	0,24	-2,82
Deltas	-0,88	0,07	-0,65	-0,94	-0,63	-0,58
Padrão Cinza Escuro2002	27,60	-0,82	-2,93	27,33	-0,39	-3,40
CE 2002	28,25	-0,69	-2,36	28,02	-0,35	-2,78
Deltas	-0,65	-0,13	-0,57	-0,69	-0,04	-0,62

Tabela 33 – Diferenças de coordenadas colorimétricas entre amostras

