

CAPÍTULO 7

ANÁLISE COLORIMÉTRICA DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Júlio César de Souza, José Lins Rolin Filho, Márcio Luis Siqueira Campos Barros, Belarmino Barbosa Lira, Suely Andrade da Silva, Fernando Edgar Rieck

RESUMO

O presente trabalho aborda questões relativas ao desenvolvimento de metodologias para utilização de técnicas colorimétricas para avaliação do comportamento estético e textural de rochas ornamentais.

A partir desses resultados preliminares de avaliação da homogeneidade e estabilização e médias para os parâmetros colorimétricos L^* , a^* e b^* pode-se estabelecer critérios para caracterização colorimétrica de materiais heterogêneos (rocha) com o objetivo de determinar a homogeneidade cromática do material, avaliar as mudanças cromáticas devido a processos de alterabilidade física e/ou química e realizar o controle de qualidade estético de rochas ornamentais utilizadas na construção civil.

Foram avaliados 6 tipos de rochas ornamentais de características estéticas e texturais diferentes caracterizando-se os parâmetros L^* , a^* e b^* de cada uma e chegando-se a média regularizada desses parâmetros. Dessa forma a rocha ornamental está caracterizada cromaticamente e essa caracterização poderá servir como padrão do material, estabelecendo-se uma padronização estética e cromática do mesmo.

1. INTRODUÇÃO

A cor é um fenômeno psicobiofísico definida com "a sensação recebida por meio de nossos olhos devido a observação de um objeto colorido". Envolve assim aspectos físicos, biológicos e psicológicos.

Cor é a propriedade de percepção visual correspondendo nos humanos nas categorias denominadas vermelho, amarelo, verde, azul, etc. As cores derivam do espectro luminoso (distribuição da energia da luz versus comprimento de onda) interagindo com o olho com a sensibilidade espectral dos receptores de luz

O estudo da colorimetria originou-se da experiência que Isaac Newton fez em 1666, fazendo a luz branca passar por um prisma, decompondo-se em todas as suas componentes coloridas. Newton acreditava que a luz era composta por partículas, ao contrário de outros cientistas da época, que acreditavam que a luz era um movimento ondulatório de natureza desconhecida

1 Dr. Engº PPGEMinas/UFPE. E-mail: jcsouza@ufpe.br

No final do século XIX, Maxwell unificou o eletromagnetismo clássico enunciando as quatro Leis de Maxwell. Com isso comprovou-se que a luz era, na verdade, uma onda eletromagnética. Maxwell também conseguiu calcular a velocidade da luz no vácuo a partir de constantes do eletromagnetismo

As ondas eletromagnéticas podem ser classificadas pelos seus comprimentos de onda, segundo o esquema a seguir:

Tipo	λ (nm)
TV/Rádio	300.000
IV distante	30.000
Infravermelho	3.000
Luz Visível	400-700
Ultravioleta	200
UV distante	100
Raios X	1
Raios Gama	0,01
Raios Cósmicos	0,001

A radiação eletromagnética é caracterizada por seu comprimento de onda (ou frequência) e sua intensidade. Quando os comprimentos de onda estão dentro do espectro visível (o intervalo de comprimentos de onda que os humanos podem perceber varia aproximadamente entre 380 e 740 nm) são conhecidos como luz visível. O espectro percebido por nossa visão portanto refere-se a um intervalo de comprimentos de onda das ondas eletromagnéticas entre 400 e 700 nm e pode ser visualizado a seguir.



A partir da descoberta de que o olho humano percebe todas as cores através da composição das 3 cores básicas (vermelho, verde, azul), cuja detecção é efetuada pelos cones, na retina, a Colorimetria foi fundamentada no princípio que todas as cores podem ser representadas a partir da composição de 3 cores básicas.

A cor é resultado da combinação de três elementos distintos: uma fonte de luz (um Iluminante) + o objeto cuja cor está sendo avaliada + um observador.

As características da cor são definidas por 3 atributos: o atributo da luminosidade e dois atributos de cromaticidade. Os parâmetros principais são L^* , a^* , b^* e h^* , obtidos da escala CIELAB, 1976. L^* representa a luminosidade com o sendo nessa escala o valor para a cor preta e 100 representando o branco. A cromaticidade é representada pela raiz quadrada da soma dos valores de a^* e b^* ao quadrado. Quanto mais positivo for o valor de a^* mais intensa será a cor vermelha, quanto mais negativo maior será a coloração verde. Igualmente o parâmetro b^* representa a relação entre a cor amarela ($+b^*$) e azul ($-b^*$).

Por meio dessas escalas colorimétricas podem-se estabelecer procedimentos para avaliar as características cromáticas das rochas, sua homogeneidade estrutural e estética e as variações que as mesmas podem sofrer quando submetidas a processos de alterabilidade físico e/ou química, bem como após a aplicação de agentes impermeabilizantes ou reforçadores de sua resistência.

Os princípios da colorimetria podem ser utilizados na avaliação cromática de rochas ornamentais visando definir a sua homogeneidade em diversos lotes analisados, obter-se informações sobre os constituintes minerais das rochas (desde que possuam cores diferentes) e determinar

o grau de variação cromática e estética das rochas quando submetidas a processos de alteração física e/ou química em ensaios acelerados.

No presente trabalho são apresentados resultados preliminares de caracterização colorimétrica de 6 rochas ornamentais visando estabelecer uma base metodológica para avaliação da homogeneidade cromática das mesmas e o comportamento dos parâmetros colorimétricos.

2. METODOLOGIA

Foi utilizado um iluminante padrão D65 e geometria de medição a 10° e definidos os índices do sistema de cores CIE Lab: $L^*a^*b^*$, fazendo-se medições em 50 pontos das amostras para determinar-se a média acumulada das amostras e definição do comportamento médio dos índices.

Foram utilizadas amostras de rochas ornamentais na forma de placas polidas comerciais, determinando-se a reflectância média das chapas, que serve como índice de avaliação da qualidade do polimento do material, e também os índices $L^* a^* b^*$, que indicam a homogeneidade cromática e textural da rocha.

As rochas selecionadas para avaliação foram amostras dos granitos Ouro Mel (marrom amarelado – figura 1), Cinza Corumbá (cinza escuro – figura 2), Marrom Imperial (marrom escuro – figura 3), Café Bahia (marrom ocre – figura 4), Branco São Paulo (marrom acinzentado – figura 5) e arabesco (bege amarelado – figura 6).

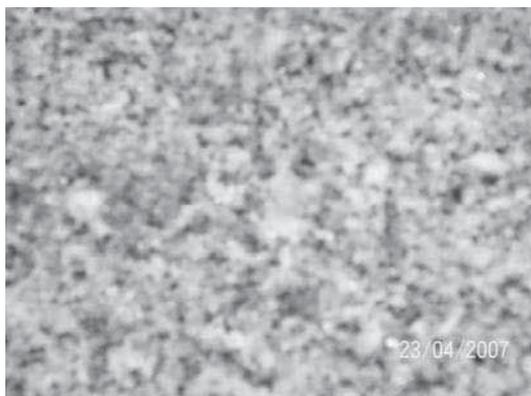


Figura 1 - Granito Ouro Mel



Figura 2 - Granito Cinza Corumbá

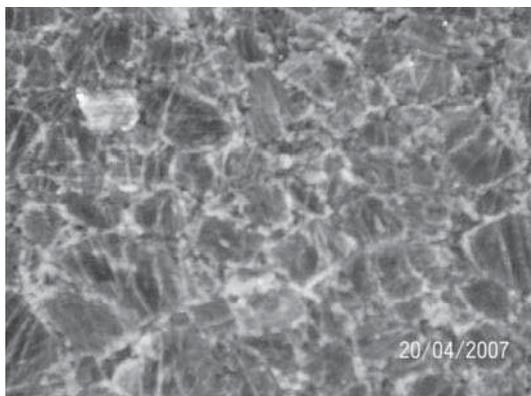


Figura 3 - Granito Marrom Imperial



Figura 4 - Granito Café Bahia



Figura 5 - Granito Branco São Paulo

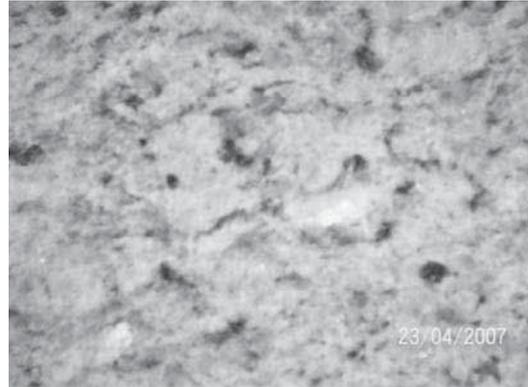


Figura 6 - Granito Arabesco

O objetivo desses ensaios é o de determinação dos índices colorimétricos L^* a^* b^* de amostras de rochas ornamentais visando a obtenção de índices de homogeneidade cromática e textural e padrão de reflectância (lustro) dos materiais a partir da obtenção da média e desvio padrão de ensaios com espectrofotômetro Byk-Gardner modelo Color-guide gloss.

EXPERIMENTAL

Foram realizadas medições em áreas aleatórias das amostras de placas polidas em quantidade suficiente para obter-se uma média regularizada dos índices L^* a^* b^* e reflectância, de modo a estabelecer a cromaticidade média das rochas ensaiadas.

As amostras de placas foram limpas com pano molhado e após secas com papel absorvente, obtendo-se a seguir a curva espectral das rochas em 50 medições com espectrofotômetro Byk Gardner modelo Color-guide gloss utilizando-se iluminante padrão D65, geometria de medição 10° e abertura de 11 mm.

Os resultados das curvas espectrais de 50 medições em cada rocha ensaiada são apresentados nas figuras a seguir indicando o comportamento cromático do material nas medições efetuadas e o grau de uniformidade textural das rochas.

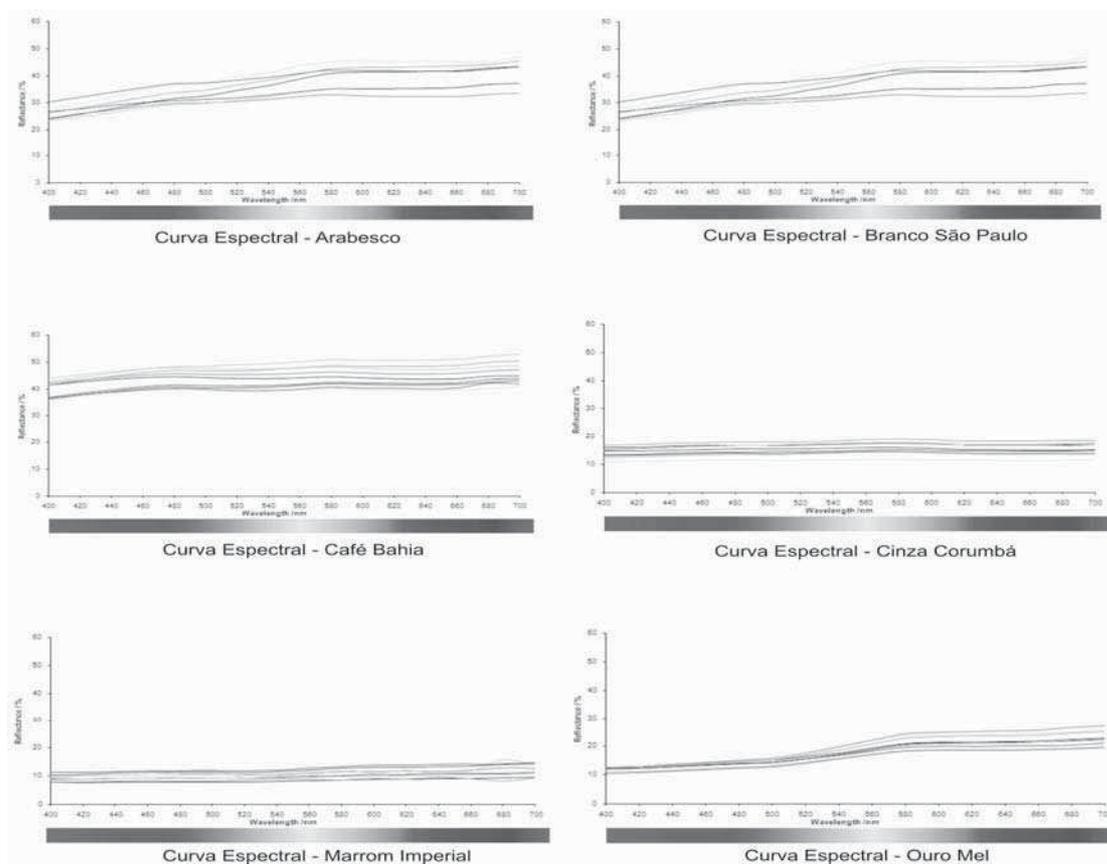


Figura 7 - Curvas espectrais dos granitos analisados

Os resultados referentes à regularização das médias acumuladas das medições realizadas visando estabelecer-se o número mínimo de medições para obter-se um valor médio estável são apresentados nos gráficos a seguir, onde se vê claramente que a partir de 25 a 30 medições tem-se um valor médio estabilizado tanto para o índice L^* como para os parâmetros a^* e b^* .

Avaliando-se o desvio padrão e o coeficiente de variação (desvio padrão / média) é possível definir o grau de variabilidade dos índices e indiretamente a homogeneidade cromática e textural da rocha analisada.

Esses parâmetros podem ser utilizados para padronizar o comportamento cromático médio dos materiais pétreos para futuras comparações com chapas alteradas, determinando-se assim de forma objetiva o grau de alterabilidade desses materiais.

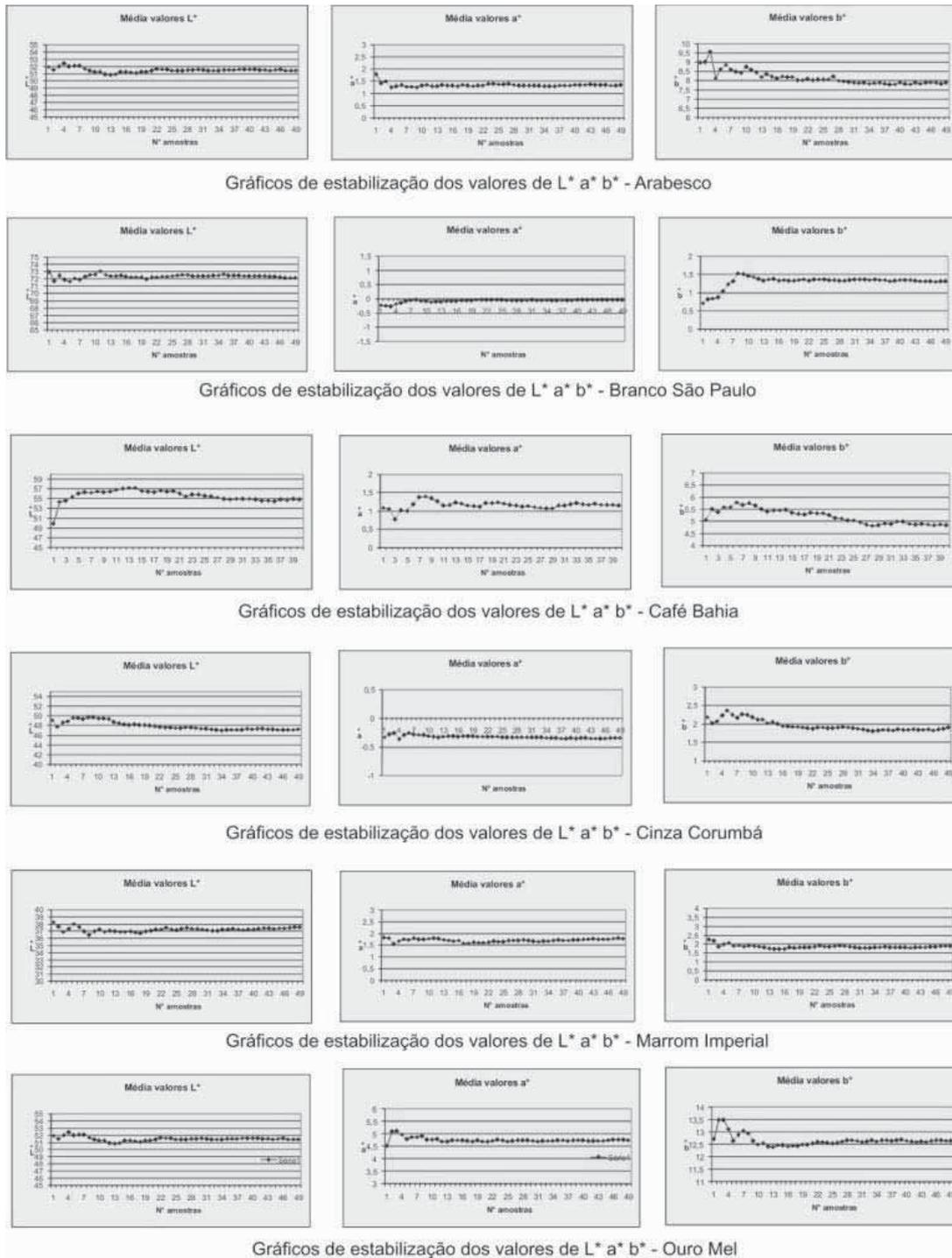


Figura 8 - Média dos valores estabilizados de L* a* e b*

Os valores médios dos índices colorimétricos medidos no sistema CIE L*a*b* e respectivos desvios padrão, para as 50 medições realizadas em cada amostra de rocha ornamental são apresentados nas tabelas abaixo, que servem de referência para estabelecimento da cromaticidade média da rocha, bem como da sua homogeneidade, inferida a partir do desvio-padrão e coeficiente de variação (σ / μ).

Tabela 1 - Parâmetros colorimétricos médios do granito Ouro Mel

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coef. variação
L*	51,36	2,29	4,45%
a*	4,75	0,64	13,47%
b*	12,63	1,17	9,26%

Tabela 2 - Parâmetros colorimétricos médios do granito Cinza Corumbá

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coef. variação
L*	47,17	3,22	6,82%
a*	- 0,35	0,17	48,54%
b*	1,89	0,67	35,44%

Tabela 3 - Parâmetros colorimétricos médios do granito Marrom Imperial

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coef. variação
L*	37,48	3,20	8,53%
a*	1,76	0,66	37,50%
b*	1,87	0,76	40,64%

Tabela 4 - Parâmetros colorimétricos médios do granito Café Bahia

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coef. variação
L*	54,72	5,95	10,87%
a*	1,14	0,87	76,31%
b*	4,83	1,45	30,02%

Tabela 5 - Parâmetros colorimétricos médios do granito Branco São Paulo

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coef. variação
L*	72,10	2,92	4,04%
a*	- 0,06	0,19	316,67%
b*	1,30	0,59	45,38%

Tabela 6 - Parâmetros colorimétricos médios do granito Arabesco

Parâmetro	Média	Desvio padrão	Coef. variação
L*	65,38	5,05	7,72%
a*	1,32	0,65	49,24%
b*	7,86	2,42	30,79%

RESULTADOS OBTIDOS

Granito Ouro Mel: o material apresenta-se homogêneo, com baixo coeficiente de variação nos parâmetros colorimétricos e apresenta cromaticidade básica laranja clara (valores positivos de a^* e principalmente de b^*).

Granito Cinza Corumbá: o material apresenta-se relativamente homogêneo, com alto coeficiente de variação nos parâmetros a^* e b^* indicando uma maior complexidade cromática (maior diversidade mineral) e cromaticidade básica neutra - cinza (valores de a^* e b^* próximos a zero).

Granito Marrom Imperial: o material apresenta-se relativamente homogêneo, com alto coeficiente de variação nos parâmetros a^* e b^* , tonalidade escura (baixo valor de L^*) e apresenta cromaticidade básica marrom (valores positivos de a^* e b^*).

Granito Café Bahia: o material apresenta-se pouco homogêneo, com alto coeficiente de variação nos parâmetros colorimétricos indicando uma alta variabilidade cromática, tonalidade mais clara que o Marrom Imperial (L^* maior) e cromaticidade básica marrom claro amarelado - ocre (valores positivos de a^* e b^*).

Granito Branco São Paulo: o material apresenta-se relativamente homogêneo, com baixo coeficiente de variação no parâmetro L^* e uma cromaticidade básica neutra levemente amarelada (valores de a^* e b^* próximos a zero).

Granito Arabesco: o material apresenta-se relativamente homogêneo, com alto coeficiente de variação nos parâmetros a^* e b^* indicando uma maior complexidade cromática (maior diversidade mineral) e cromaticidade básica amarelada (altos valores de b^*).

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos verificou-se que, utilizando-se uma abertura de medição pequena (11 mm), com cerca de 30 medições obtém-se uma média regularizada, que caracteriza o comportamento médio da cromaticidade do material.

A cromaticidade básica da rocha pode ser definida através dos parâmetros colorimétricos a^* e b^* .

A tonalidade característica da rocha é determinada através do parâmetro L^* , indicando se a rocha é mais clara ou escura.

Podem-se desenvolver metodologias experimentais que visem a caracterização estética e textural das rochas ornamentais (homogeneidade) através da aplicação de técnicas de colorimetria.

Através de técnicas de colorimetria aplicada podem-se desenvolver metodologias para a avaliação de lotes diversos de rochas ornamentais, determinando-se os valores médios dos parâmetros L^* , a^* e b^* , com aplicação no controle de qualidade na construção civil.

Os estudos de colorimetria aplicada podem ser uma ferramenta experimental bastante útil na determinação da alterabilidade de rochas ornamentais e sua influência nas variações cromáticas e estéticas de materiais submetidos a agentes agressivos (físicos e/ou químicos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BILLMEYER. F.W; SALTZMAN M. Principles of color technology. New York: Interscience, 1966.

International Commission on Illumination (CIE). Colorimetry. 2.ed. Viena, Áustria. CIE Publications nº 15,2, 1986. International Commission on Illumination (CIE). Proceedings of the Eighth Session, Cambridge, England, 1931.

GRASSMANN. H. On the theory of compound colors. Edinburgh and Dublin Philosophical Mag. And J.Sci. London, v. 7(4), p. 254-264, 1854.

JUDD. D. B. The 1931 L.C.L. Standard Observer and Coordinate System for Colorimetry. J. Opt. Soc. Am., v. 23, p. 359-374, 1931.

JUDD. D. B. Color in business, science and industry. Journal of the Franklin Institute, v. 254, n. 2, p. 184, 1952.

LOSANO, R.D. El Color e su Medicion. Buenos Aires: Americalle, p. 612, 1978.

NASSAU, K. The Physics and Chemistry of Color: the fifteen causes of color. New York: John Wiley, 1983.

PETTER C. O. Princípios de Colorimetria. Porto Alegre: PPGEM/UFRGS, 2003. Apostila. Porto Alegre 2003.