



## Especificação digital de cores com o auxílio de scanner e computador e classificação quantitativa de rocha ornamentais com objetivo de controle de qualidade de alta precisão por meio de parâmetros de cores físicas

Akihisa Motoki, DMPI/UERJ e-mail: [rochasornamentais@yahoo.com.br](mailto:rochasornamentais@yahoo.com.br)  
Lóris Lodir Zucco, CTUR/UFRRJ  
Thais Vargas, DMPI/UERJ  
Susanna Eleonora Sichel, LAGEMAE/UFF  
José Luiz Peixoto Neves, DMPI/UERJ  
José Ribeiro Aires, ABAST/PETROBRÁS

### Resumo

Foi desenvolvido o método para especificação quantitativa de cores com o auxílio de tecnologia digital utilizando-se scanner e computador, com objetivo especial de aplicação para classificação de rochas ornamentais. A imagem da rocha ornamental é capturada por scanner em resolução óptica de 600 dpi no modo true colour. Para amenizar o efeito de ruído de pixels, a resolução é moderada em 300 ou 150 dpi. O software Wilbur analisa a cor da imagem e determina os parâmetros cromáticos, tais como RGB, HSB e XYZ. Para classificação das rochas ornamentais, o sistema HSB é adequado. Esta técnica possibilita o controle de qualidade das rochas naturais em alta precisão, podendo elevar a competitividade no mercado de material nobre de construção.

### Introdução

As indústrias de rochas ornamentais do Brasil está em notável crescimento desde o início do século XXI, tanto na extração de blocos em pedreiras quanto na produção de produtos acabados em fábricas. Sobretudo, a exportação dos produtos finais, isto é, placas polidas de rochas com corte dimensionado para revestimento de parede e pavimentação do piso, está em rápido crescimento, conquistando o mercado dos países industrialmente desenvolvidos. Este sucesso é creditado na introdução do maquinário da tecnologia de ponta, o que viabilizou alto nível de controle de qualidade (Motoki et al., 2005a).

Ao mesmo tempo, as indústrias de rochas ornamentais foram obrigadas a encarar na rigorosa concorrência com outros materiais, tal como cerâmica. Sendo diferente dos produtos artificiais, rochas ornamentais não têm homogeneidade perfeita, havendo a heterogeneidade natural no seu aspecto visual. Portanto, as análises das características visuais e sua medida quantitativa, especialmente de cores, são importantes para viabilizar o controle de qualidade de alto nível (Campello, 2006).

Certas rochas ornamentais do Brasil têm cores relevantes, tais como de azul (*Granito Azul Bahia*, *Granito Azul*

*Macaúba*, *Granito Cinza Azul Guanabara*), preta (*Granito Preto Tijuca*, *Granito Preto São Gabriel*, *Granito Preto São Benedito*), vermelha (*Granito Vermelho Itu*, *Granito Vermelho Capão Bonito*), marrom (*Granito Marrom Caldas*, *Granito Café Imperial*) e cinza oscilatória (*Granito Cinza Às de Paus*). Estas rochas são de alto valor comercial.

Entretanto, o controle de qualidade de cor das rochas por meios objetivos e físicos era praticamente nulo, sendo classificadas por meios subjetivos. Durante o século XX, não havia o método para medir as cores em parâmetros numéricos. Motoki et al. (2000) apresentou o primeiro método para a medida quantitativa de cores das rochas ornamentais a partir da imagem digital. Este método tinha eficiência suficiente no laboratório, entretanto não era prática devido ao exaustante trabalho para uma análise. Motoki et al. (2003a; b) desenvolveram o protótipo de software original Wilbur para análise quantitativa de cores e, os resultados preliminares foram apresentados na revista industrial da Itália e revista científica do Japão. Motoki et al. (2005b) aplicou esta técnica para análise de cor do *Mármore Bege Bahia*, Motoki et al. (2005c), para *Basalto da Serra Gaúcha*. Entretanto, até o presente, não havia trabalhos completos que apresenta esta técnica em idioma português. Em paralelo, (Campello & Costa, 2003; Campello et al., 2005a; b; Campello, 2006) desenvolveram métodos para medida quantitativa de cores utilizando-se o software Quantikov.

Este trabalho apresenta o método para medida quantitativa de cores com o auxílio de scanner, computador e software Wilbur e, sua aplicação em prol de estabelecimento do padrão de classificação quantitativa de rochas ornamentais por meios de cores físicas.

### Metodologia

A medida quantitativa digital de cores em rocha total e em cada mineral é realizada a partir de imagem digital de placa polida de rocha ornamental, denominada "chapa polida" ou "dimension stone slab". A amostra é submetida a scanner e sua imagem digital é capturada de modo *true colour*, de 17 milhões de cores. A resolução óptica da captura é 600 dpi. Para manter a informação óptica completa, a imagem

é gravada no formato BMP. Os formatos JPG e GIF não podem ser utilizados devido à perda parcial da informação original.

A imagem capturada da rocha é submetida ao processo preparativo da análise com o auxílio de um software gráfico comercial, tal como Adobe Photoshop™. A resolução óptica da imagem original é moderada em 300, 150 ou 75 dpi. Esta moderação tem como objetivo de amenizar os efeitos de ruídos ópticos causados pela lâmpada fluorescente de scanner.

Sendo diferente do Quantikov, o Wilbur, que foi desenvolvido pelos autores, permite a seleção da área a ser analisada. Desta forma, o operador humano pode excluir da análise as manchas, riscos, buracos e outros fatores indesejados presentes na superfície da rocha polida. A área a ser analisada é indicada pelo arquivo de filtro em formato BMP, denominado *selection filter* (Motoki et al., 2005b). Utilizando a mesma função, pode-se analisar também a cor de um mineral específico.

O Wilbur analisa apenas os pixels das áreas marcadas no *selection filter* e calcula os parâmetros estatísticos dos sistemas cromáticos de RGB, HSB, XYZ e xyz.

#### Classificação de rochas ornamentais por parâmetro S

A avaliação das cores de rochas ornamentais é realizada por meio do sistema cromático HSB (*hue, saturation, brightness*). O parâmetro S, *saturation*, das rochas ornamentais é baixo em comparação com outros materiais, tais como cores de animais, plantas e objetos artificiais (Tabela 1).

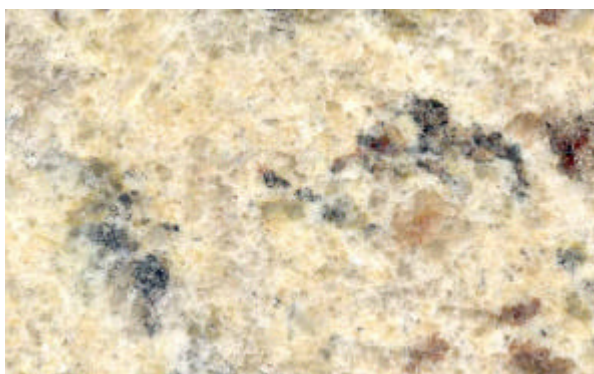


Figura 1. Granito Amarelo Icarai, uma rocha de cor amarela relevante (H=42, S=14.8). A largura horizontal da imagem corresponde a 8 cm.

Este parâmetro representa nitidez da cor e, portanto pode-se dizer que as cores de rochas ornamentais são geralmente pouco nítidas. Como por exemplo, o vermelho considerado como destacado de *Granito Vermelho Itu*, *Granito Vermelho Capão Bonito* e *Granito Vermelho Bragança Paulista* tem o S em torno de 15 (Motoki et al., 2003a; b). Este valor é alto como uma rocha ornamental,

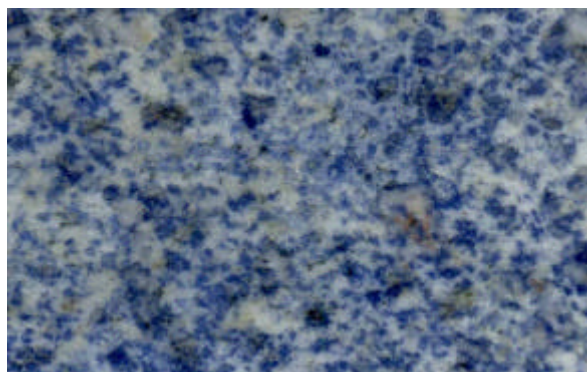


Figura 2. Granito Azul Bahia de variedade de luxo, com alto teor de sodalita e relevante cor azul (H=210, S=13.9). A largura horizontal da imagem corresponde a 8 cm.

porém é baixo em comparação com as cores de cerâmicas, sendo comparável com o vermelho acinzentado de tijolo. O parâmetro S é variável desde o baixo valor de rochas de cor cinza, em torno de 3, até as rochas vermelhas acima citadas, superior a 15.

Além das rochas vermelhas, certas rochas graníticas de cor amarela, tais como *Granito Giallo Florence*, *Granito Amarelo Icarai* (Figura 1) e *Granito Ouro Velho* também têm elevado parâmetro S, sendo respectivamente 14.4, 14.8 e 15.9.

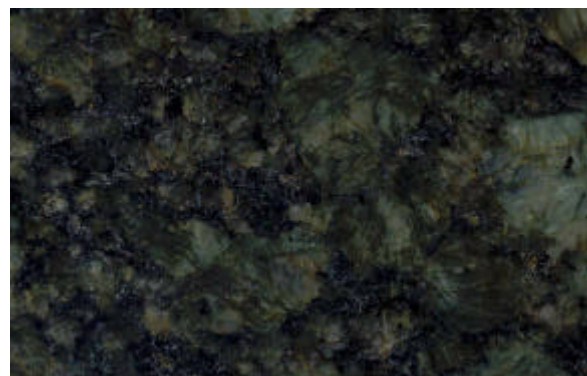


Figura 3. Granito Verde Pavão, uma rocha ornamental charnockítica representativa do Brasil, de cor verde escura (H=135, S=4.8, B=9.1). Notam-se baixos valores dos parâmetros S e B. A largura horizontal da imagem corresponde a 8 cm.

O *Granito Azul Bahia* (Figura 2) é famoso devido à sua cor azul considerada como altamente destacada. Esta rocha tem uma grande variedade de cor azul, ou seja teor de sodalita, com o S variando de 6.3 a 13.9 (Figura 1). Este parâmetro tem influência direta do valor comercial desta rocha. Apesar da fama, a maioria das variedades desta

rocha tem o S inferior a 8.0. Neste sentido, a cor amarela clara do *Mármore Bege Bahia*, com o S em torno de 12, é mais relevante.

A maioria das rochas ornamentais coloridas tem cores menos destacadas do que as rochas acima citadas. O charnockito *Granito Verde Pavão* (Figura 3) é valorizada pela sua cor verde, entretanto o S é baixo, sendo 4.8. O *Granito Café Imperial*, de cor marrom, tem o S variando de em torno de 4. Portanto, as cores destas rochas são, de fato, pouco relevante.

As rochas ornamentais popularmente chamadas de granito cinza possuem o S muito baixo, sendo que o *Granito Cinza Ás de Paus* (Figura 4) e *Granito Cinza Corumbá* possuem o parâmetro S nas faixas respectivas de 3.0~3.3 e 3.6~3.9.

Os granitos pretos, *Granito Preto São Gabriel* e *Granito Preto São Benedito*, têm o S respectivamente 2.7 e 3.6, e os granitos brancos, *Granito Branco Ceará*, *Granito Branco Fortaleza*, *Granito Inada* possuem o S respectivamente 1.9, 3.7 e 3.1.

As observações acima citadas permitem a classificações das rochas ornamentais pelo parâmetro S em seguintes 5 categorias: rocha de escala de cinza (GS, *greyscale rock*),  $S < 4$ ; cor ligeira (SC, *slight colour*),  $4 < S < 7$ ; cor baixa (LC, *low colour*);  $7 < S < 10$ ; cor média (MC, *middle colour*),  $10 < S < 13$ ; cor relevante (HC, *high colour*),  $S > 13$  (Figura 6).

Essas categorias foram propostas por Motoki et al. (2003a; b), entretanto os limites divisores entre as categorias do presente trabalho têm o S mais elevado. Este fenômeno é devido à evolução de hardware, sobretudo de sensor de

Tabela 1 - Cores medidas pelo presente método em HSB de principais rochas ornamentais.

Nome Comercial	Nome científico	Cor	H	S	B
<i>Granito Azul Bahia 1</i>	sodalita sienito	Azul	139.6	6.8	51.6
<i>Granito Azul Bahia 2</i>	sodalita sienito	Azul	199.0	8.2	44.7
<i>Granito Azul Bahia 3</i>	sodalita sienito	Azul	210.0	13.9	51.8
<i>Granito Azul Bahia 4</i>	sodalita sienito	Azul	184.5	6.3	43.0
<i>Granito Azul Bahia 5</i>	sodalita sienito	Azul	192.5	7.6	49.4
<i>Mármore Bege Bahia 1</i>	calcário	Amarelo claro	37.7	11.5	90.7
<i>Mármore Bege Bahia 2</i>	calcário	Amarelo claro	37.6	12.8	92.4
<i>Granito Amarelo Icarai</i>	gnaisse	Amarelo claro	42.0	14.8	85.0
<i>Granito GialloFlorence</i>	granito	Amarelo	50.2	14.4	56.8
<i>Granito Ouro Velho</i>	granito	Amarelo	46.6	15.9	64.4
<i>Granito Verde Pavão</i>	charnockito	verde escuro	135.8	4.8	9.1
<i>Granito Café Imperial 1</i>	álcali sienito	Marrom	87.0	3.9	19.2
<i>Granito Café Imperial 2</i>	álcali sienito	Marrom	352.1	4.3	9.8
<i>Granito Café Imperial 3</i>	álcali sienito	Marrom	80.4	5.0	20.1
<i>Mesquita</i>	nefelina sienito	Marrom	90.9	3.3	60.1
<i>Ardosia Micapal Azul</i>	ardósia	azul escuro	198.5	5.9	39.9
<i>Ardosia Micapal Verde</i>	ardósia	verde escuro	163.2	5.7	57.2
<i>Ardosia Micapal Cinza</i>	ardósia	cinza escura	99.1	0.9	47.1
<i>Granito Preto São Gabriel</i>	diorito	Preto	164.7	2.7	11.6
<i>Granito Preto São Benedito</i>	diorito	Preto	341.8	3.6	12.3
<i>Basalto da Serra Gaúcha</i>	riolito	cinza escura	78.9	3.8	46.9
<i>Granito Cinza Ás de Paus 1</i>	nefelina sienito	Cinza	106.5	3.3	62.4
<i>Granito Cinza Ás de Paus 2</i>	nefelina sienito	Cinza	131.7	3.0	64.6
<i>Granito Cinza Corumba 1</i>	granito	Cinza	152.8	3.6	67.3
<i>Granito Cinza Corumba 2</i>	granito	Cinza	142.5	3.7	67.9
<i>Granito Cinza Corumba 3</i>	granito	Cinza	145.8	3.9	66.9
<i>Bandai Granite</i>	granodiorito	Cinza	163.5	4.7	54.4
<i>Inada Granite</i>	granito	cinza clara	113.3	3.1	77.1
<i>Granito Branco Fortaleza</i>	Granito	cinza clara	109.0	3.7	80.3
<i>Granito Branco Ceará</i>	granito pórfiro ?	Branco	93.5	1.9	96.4

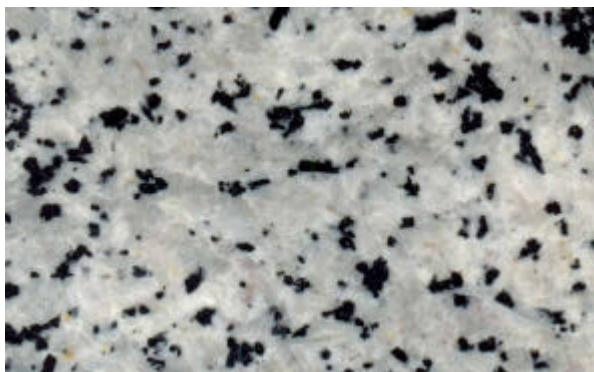


Figura 4. Granito Cinza Ás de Paus. Uma rocha ornamental rara no mundo composto de nefelina sienito, de cor cinza clara ( $S=3.3$ ,  $B=62.4$ ). A largura horizontal da imagem corresponde a 8 cm.

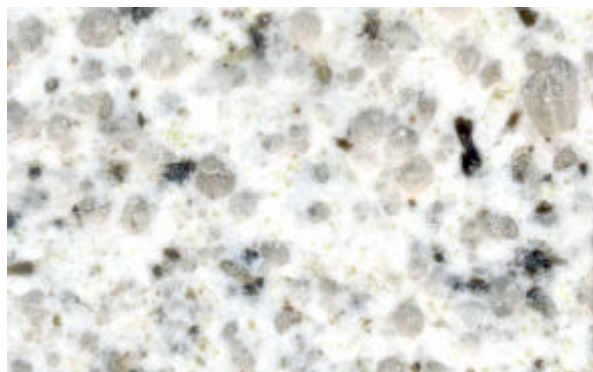


Figura 5. Granito Branco Ceará. A rocha ornamental com forte característica da cor branca ( $S=1.9$ ,  $B=91.4$ ). Notam-se muito alto B e baixo S. A largura horizontal da imagem corresponde a 8 cm.

scanner.

Para as rochas de escala de cinza, o parâmetro H é pouco significativo. Entretanto, o parâmetro B, *brightness*, que representa a clareza da cor, é importante. Desta forma, as rochas de escala de cinza e uma parte das rochas de cor ligeira são subclassificadas pelo parâmetro B.

As rochas ornamentais chamadas de granito preto (de fato esses são quartzo diorito e diorito), tais como *Granito Preto São Gabriel* ( $B=11.6$ ) e *Granito Preto São Benedito* ( $B=12.3$ ) têm o B baixo, sendo geralmente inferior a 20. No caso das rochas com o B muito baixo, a cor sentida por olho humano é preta, mesmo com o S pouco elevado.

Certas rochas de aplicação geral com superfície não polida, tais como *Basalto da Serra Gaúcha* (riolito) e determinado tipo de ardósia cinza, têm cor cinza escura com o parâmetro B em torno de 45.

Rochas graníticas de uso popular têm cor cinza relativamente clara, como *Granito Cinza Andorinha* e *Granito Cinza Corumbá*, com o parâmetro B em torno de 65. O *Granito Cinza ás de Paus* também tem o parâmetro B na mesma faixa. Algumas rochas nobres de cor cinza clara, chamadas eventualmente de granito branco, tais como *Granito Branco Fortaleza* e *Inada Granite*, têm o B ao redor de 75.

As rochas tipicamente brancas, como *Mármore Branco Cintilante* e *Granito Branco Ceará* (Figura 5), têm o parâmetro B superior a 85.

Essas observações permitem a subclassificação das rochas de escala de cinza pelo parâmetro B em seguintes 4 subcategorias: rocha "preta" (*B*, *black rock*),  $0 < B < 25$ ; "cinza escura" (*DG*, *dark grey*),  $25 < B < 55$ ; "cinza clara" (*LG*, *light grey*),  $55 < B < 85$ ; "branca" (*W*, *white*), de  $B > 85$  (Figura 6). Os limites entre as subcategorias são mesmos de Motoki et al. (2003a; b).

#### Classificação de rochas ornamentais por parâmetro H

Ao contrário dos casos de rochas de escala de cinza, o parâmetro H, *hue*, é importante para rochas de cor relevante e cor média, até uma parte de rochas de cor baixa. Este parâmetro representa a tonalidade da cor, tais

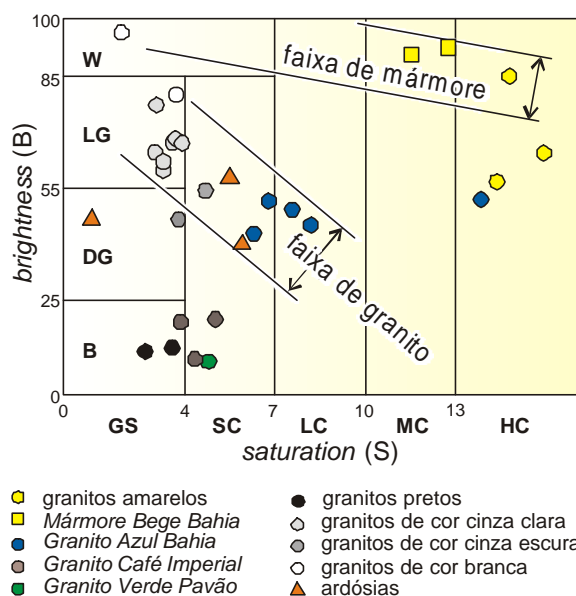


Figura 6. Diagrama *saturation-brightness* (*S-D diagram*) para classificação de rochas ornamentais por meio de cores físicas. As categorias conforme o S são: GS - escala de cinza,  $S < 4$ ; SC - cor ligeira,  $4 < S < 7$ ; LC - cor baixa,  $7 < S < 10$ ; MC - cor média,  $10 < S < 13$ ; cor relevante,  $S > 13$ . As subcategorias conforme o B são: B - preta,  $B < 25$ ; DG - cinza escura,  $25 < B < 55$ ; LG - cinza clara,  $55 < B < 85$ ; W - branca,  $B > 85$ .

como vermelho, amarelo, verde e azul. Motoki et al. (2003a; b) propuseram provisoriamente 3 subcategorias conforme o parâmetro H: vermelho,  $0 < H < 20$ ; laranja,  $20 < S < 40$ ; amarelo,  $40 < H < 60$ .

De acordo com o aprimoramento de hardware e aquisição recentes de ampla variedade de amostras de rochas ornamentais, especialmente de Granito Azul Bahia e ardósia colorida, o presente trabalho propõe a subclassificação complementar, porém ainda de caráter provisório, em seguintes 6 subcategorias: vermelho (*red*),  $350 > H < 360$ ,  $0 < H < 20$ ; laranja (*orange*),  $20 < H < 40$ ; amarelo (*yellow*),  $40 < H < 60$ ; verde (*green*),  $60 < H < 180$ ; azul (*blue*),  $180 < H < 270$ ; roxo (*purple*),  $270 < H < 350$ .

O diagrama *saturation-hue* (*S-H diagram*; Figura 7) visualiza esta classificação. Neste momento, não há ainda dados de *Granito Vermelho Capão Bonito* (álcali granito), *Granito Vermelho Bragança Paulista* (álcali granito) e *Granito Roxo Gaúcho* (álcali sienito) pelo novo sistema de hardware. Uma amostra de *Granito Azul Bahia* que se situa na área verde tem alto teor de epidoto, além de sodalita.

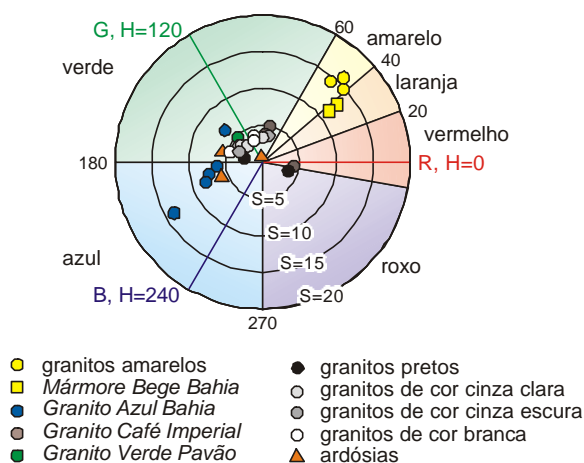


Figura 7. Diagrama *saturation-hue* (*S-H diagram*) para classificação de rochas de cores média e relevante. A definição dos limites entre as subcategorias ainda está em desenvolvimento.

## Discussões

A classificação pelo parâmetro S apresentada no presente trabalho tem limites divisores diferentes de Motoki et al. (2003a; b). O scanner utilizado para esses trabalhos foi Genius™ Color Vivid II™, que é um dos primeiros modelos fabricado no final do século passado. Os scanners daquela época não tinham fidelidade na reprodução de cores suficientemente alta para a análise quantitativa digital. Sobre tudo no caso das rochas com o S inferior a 7,0, o problema foi sério.

As cores das imagens capturadas eram significativamente menos nítidas e, portanto o S medido tendia a apresentar um valor inferior. Além disso, houve o problema de descalibração na sensibilidade dos canais R,G e B. Portanto, o efeito dos problemas relativos ao baixo parâmetro S, chamados de "*charnockite problem*" (Motoki & Zucco, 2005), era crítico.

A tecnologia de reprodução de cores foi aprimorada notavelmente nos últimos anos. Hoje em dia, até mesmo os modelos populares possuem fidelidade de cores relativamente elevada. Portanto, o *charnockite problem* foi amenizado, aprimorando a confiabilidade da medida quantitativa de cores. Este fator viabilizou a definição detalhada das subcategorias relativas ao parâmetro H.

A Figura 7 apresenta que as rochas de cor cinza e branca não estão espalhadas homogêneas em torno do ponto  $S=0$ , mas são deslocadas ligeiramente à direção da cor verde. Esta tendência pode ser reconhecida a olho nu em certos espécimes, tal como *Granito Branco Ceará*. Entretanto, poderia ser atribuída também à descalibração do scanner. No futuro próximo, a evolução do hardware viabilizará a calibração de cor de scanner via software, utilizando-se a chapa padrão de cores (*colour chart*) de Kodak™.

O método desenvolvido até o presente foi destinado a análises de cor física de rochas ornamentais conforme o padrão CIE1931, de *Comission Internationale de L'Éclairage*. Quantitativamente, este sistema e os relacionados, inclusive o sistema HSB, não é proporcional à sensibilidade de olhos humanos. O sistema cromático conforme a sensibilidade mental ainda não foi estabelecido, o sistema  $L^*a^*b^*$  do padrão CIE1976 é mais próximo. Para avaliação das cores de rochas ornamentais, deseja-se o desenvolvimento no futuro próximo o método com base no sistema cromático  $L^*a^*b^*$ .

Esta tecnologia estenderá suas aplicabilidades em vários outros campos de geociências. Entre esses, a análise modal automática dos minerais constituintes de rochas (Motoki et al. 2006) e a estimativa simples do teor de hidrocarboneto das rochas geradoras de petróleo são mais destacadas. A fidelidade da reprodução de escala de cinza é alta e este fator facilitará a aplicação da presente técnica à avaliação das rochas geradoras do petróleo.

## Conclusões

- 1) A cor das rochas ornamentais é analisada quantitativamente a partir de imagem digital de scanner com o auxílio de computador e software original Wilbur.
- 2) A captura digital de imagem por scanner é realizada em 600 dpi no modo *true colour*. A imagem é gravada em formato BMP. Essa imagem é moderada em resolução óptica de 300 dpi ou 150 dpi.
- 3) O sistema cromático HSB é adequado para a análise e classificação de rochas ornamentais pela cor física.
- 4) As rochas são classificadas, em primeiro, pelo S em 5 categorias: escala de cinza,  $S < 4$ ; ligeira,  $4,0 < S < 7,0$ ; baixa,  $10,0 < S < 7,0$ ; média,  $13,0 < S < 10,0$ ; relevante  $S > 13$ .

- 5) Rochas de escala de cinza são subclassificadas pelo B em 4 subcategorias: preto,  $B < 25$ ; cinza escura,  $25 < B < 55$ ; cinza clara,  $55 < B < 85$ ; branco,  $B > 85.6$ ;
- 6) Rochas de cor relevante são subclassificadas pelo H em 6 subcategorias: vermelho,  $350 < H < 360$ ,  $0 < H < 20$ ; laranja;  $20 < H < 40$ ; amarelo,  $40 < H < 60$ ; verde,  $60 < H < 180$ ; azul,  $180 < H < 270$ ; roxo,  $270 < H < 350$ .

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos alunos Giannis Hans Petrakis e Rodrigo Soares, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pela dedicação aos trabalhos em prol do desenvolvimento da presente técnica e ao Sr. Sócrates Giannis Petrakis de Partenon Mármore, Rio de Janeiro, pelo fornecimento das amostras de rochas ornamentais.

### Referências

- Campello, M.S., Costa, A.G. 2003. Desenvolvimento de metodologia para o emprego de Quantikov - software analisador de imagens, na determinação da análise modal tipos pétreos com valor comercial. Bol. Res. Simpósio Regional de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), CD.
- Campello, M.S., Bruno, R., Costa, A.G., Moura, A.C. 2005a. Proposta de classificação das rochas ornamentais com base em parâmetros estéticos. Ann. 1<sup>st</sup> International Congress of Dimension Stones (ICIRO), Guarapari (ES), CD.
- Campello, M.S., Costa, A.G., Moura, A.C., Freitas, C.R., Pinto, L.M. 2005b. Técnica de processamento digital de imagens para correlação entre a forma dos grãos e característica tecnológica de granitos ornamentais. Boletim de Resumos de 9<sup>o</sup> Simpósio Regional de Geologia do Sudeste, 13<sup>o</sup> Simpósio Regional de Geologia de Minas Gerais, Niterói (RJ), CD.
- Campello, M.S. 2006. Técnicas de processamento digital de imagens com aplicação no setor das rochas ornamentais. Tese de doutorado. Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), 165p. (inédito)
- Motoki, A., Neves, J.L.P., Vargas, T. 2005a. Digital specification of whole-rock and spot colours of *Mármore Bege Bahia*, a Brazilian light yellow limestone of breccia texture. Ann. 1<sup>st</sup> International Congress of Dimension Stones, Guarapari (ES), CD, 6p.
- Motoki, A., Neves, J.L.P., Vargas, T. 2005b. Quantitative colour analyses using digital specification technique for *Mármore Bege Bahia*, a representative Brazilian ornamental limestone of breccia-like texture. Revista Escola de Minas, Ouro Preto (MG), 58-2: 113-120.
- Motoki, A., Zucco, L.L., Freitas, A. 2005c. Ornamental and artistic applications of *Basalt*, an attractive variation of *porphyry* of south-most Brazil, with special attention of its colour variation. Ann. 1<sup>st</sup> International Congress of Dimension Stones, Guarapari (ES), CD, 6p.
- Motoki, A., Zucco, L.L. Digital 2005. Colour specification for ornamental rocks using image scanner: its technical challenge, on-going development, further innovation, and application. Ann. 1<sup>st</sup> International Congress of Dimension Stones (ICIRO), Guarapari (ES), CD, 6p.
- Motoki, A., Vargas, T., Peixoto J.L.N. 2000. Análise quantitativa das cores de feldspato alcalino, nefelina e sodalita em rochas ornamentais. Mineração Metalurgia. 554-06: 14-30.
- Motoki, A., Vargas, T., Neves, J.L.P., Zucco, L.L. 2003a. Quantitative analyses of rock and mineral surface color for ornamental and semi-ornamental rocks using image scanner. Japanese Magazine of Mineralogical and Petrological Sciences, 32-1: 12-22.
- Motoki, A., Vargas, T., Neves, J.L.P., Zucco, L.L. 2003b. Pietre naturali classificate per colori, una técnica de misurazione quantitativa del colore per rocce ornamentali e semi-ornamentali, utilizzando scanner e computer. L'Informatore del Marmistas, 493: 6-16.