

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

**DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DA
COR ATRAVÉS DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**

Marcos Fogagnoli

Campinas
Agosto de 2000

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

F687d Fogagnoli, Marcos
Desenvolvimento de metodologia para análise dos atributos da cor através do processamento digital de imagens / Marcos Fogagnoli.--Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientador: Antonio José da Silva Maciel
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Processamento de imagens – Técnicas digitais. 2. Cores - Análise. 3. Máquinas agrícolas. I. Maciel, Antonio José da Silva. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE DOS ATRIBUTOS DA
COR ATRAVÉS DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Autor: Marcos Fogagnoli
Engenheiro Agrônomo
Orientador: Prof.Dr. Antonio José da Silva Maciel

Dissertação de MESTRADO
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação da Faculdade de
Engenharia Agrícola – UNICAMP
como parte dos requisitos
necessários para obtenção do
título de Mestre em Engenharia
Agrícola.

Campinas
Agosto de 2000

À Silvia, minha mulher, e aos meus filhos, Mariana e André, dedico.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI da Unicamp e ao Departamento de Máquinas Agrícolas da FEAGRI, pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho.

À Coordenadoria do curso de Pós Graduação da FEAGRI, pela atenção e dedicação dispensada em todos os momentos.

Ao Professor Dr. Inácio M. Dal Fabbro pelo incentivo e entusiasmo com que encara as novas idéias.

Ao Professor Dr. Antonio José da Silva Maciel, pelo empenho, compreensão e orientação deste trabalho.

Ao Professor Dr. Nelson Luis Cappelli e ao Engenheiro MS. Cláudio K. Umezu, pela ajuda e orientação no uso de aplicativos computacionais.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO	iv
RESUMO	v
SUMARY	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Luz – Conceitos e Parâmetros	3
2.2 Cor – Conceitos e Parâmetros	6
2.3 Sistema de Classificação de Cores	9
2.4 Processamento de Imagem Digital	14
2.5 Superfícies dos Vegetais e Luz Refletida	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Considerações Iniciais	23
3.2 Considerações Para Escolha do Método	23
3.3 Obtenção das Fotos	28
3.4 Processo de Digitalização e Preparação da Imagem	29
3.5 Preparação e Processamento dos Dados	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Processamento da Imagem do Padrão Munsell	45
4.2.1 Distância Entre Objeto e Máquina Fotográfica de 50 cm	55
4.2.2 Distância Entre Objeto e Máquina Fotográfica de 75 cm	64
4.2.3 Distância Entre Objeto e Máquina Fotográfica de 100 cm	72
4.3 Comparação da Imagem do Padrão x Foto	81
5 CONCLUSÕES	83
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	85
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
8 ANEXOS	89
8.1 Planilhas com os Dados Referentes à Digitalização do Catálogo de Munsell	89
8.2 Planilhas com os Dados Referentes à Digitalização das Fotos a 50 cm Catálogo de Munsell	95
8.3 Planilhas com os Dados Referentes à Digitalização das Fotos a 75 cm Catálogo de Munsell	101
8.4 Planilhas com os Dados Referentes à Digitalização das Fotos a 100 cm Catálogo de Munsell	107
8.5 Imagens Digitalizadas de Fotos do Catálogo de Munsell	113

RESUMO

Na busca de um método que possa definir, a partir de informações rápidas e de baixo custo, um mapa de aplicação de insumos agrícolas, objetivou-se estabelecer qual a capacidade de interpretação das cores pelos computadores de uso comercial hoje utilizados, com o intuito de relacionar o estado nutricional das plantas com a cor que apresentam.

Partindo de um sistema de classificação de cores reconhecido internacionalmente (*Munsell Color System*) que, através de atributos matemáticos, é capaz de descrever as cores, verificou-se qual a relação entre os valores dos atributos da cor indicados pelo Sistema de Munsell e os valores de seus atributos identificados pelo computador após a digitalização.

Estudou-se dois processos: o primeiro, consistiu na digitalização de 417 cores selecionadas diretamente do catálogo de Munsell que, através de programas computacionais, tiveram seus atributos identificados e comparados aos atributos indicados pelo catálogo de cores. Verificou-se que o processo de digitalização interpreta as cores como se fossem mais escuras do que de fato são, sendo que essa distorção diminui à medida que a cor se torna mais luminosa. Verificou-se também que esse sistema, apesar da distorção percebida, mantém boa capacidade de diferenciação entre as cores, ou seja, é capaz de distinguir numericamente cores aparentemente casadas.

O segundo consistiu na digitalização de fotos das mesmas 417 cores, obtidas a três distâncias diferentes (50 cm, 75 cm e 100 cm) sob condições semelhantes de iluminação (brilho solar com variação máxima de 2 horas), identificação dos atributos, através de programas computacionais e comparação com o valor real e com os valores do processo anterior.

Observou-se que as cores interpretadas pelo computador após o processo fotográfico e a digitalização, apresentaram-se mais escuras que no processo anterior, porém isto não mostrou relação com a distância da obtenção da foto. Foi observado que o processo fotográfico impõe alguma distorção na interpretação das cores. Isto fica evidenciado nas análises dos gráficos de distribuição de freqüência dos parâmetros das cores, que apresentam maior amplitude para as imagens obtidas das fotos do que nas imagens obtidas diretamente do catálogo de Munsell, o que torna menor a capacidade de diferenciação de cores semelhantes.

Concluiu-se que existe uma estreita relação entre os valores dos atributos das cores reais e os valores dos atributos das cores obtidas a partir de digitalização.

SUMMARY

The objective of this study was to establish a correlation between the colors interpretation by the conventional computers and the plant nutritional status in a way to define, using fast and low cost information, the use of fertilizers into commercial crops.

MUNSELL COLOR SYSTEM, a color classification known internationally was used to define each color numeric value. Thought out this system it was examined the relationship between the numeric values of the real color and the numeric value found by the computer after photos being scanned.

Two processes were studied: On the first one 417 colors was scanned directly from the Munsell Color System book. Using the computer system each color received a numeric value. These numeric values were compared to the numeric values found on Munsell's book. On the second study photos of the same 417 colors were taken from three different distances (50 cm, 75 cm and 100 cm) using the same luminosity (sunshine variation of 2 hours maximum) received a numeric value and these values were compared to the original values (Munsell's Book) and the ones obtained on the previous study.

Results of the first study showed that after being scanned the colors appeared darker than the original ones. This difference is reduced as the colors get lighter. It was shown also that the computer system is precise to differentiate the colors that seem to be the very similar. Results from the second study showed that the photographic and scanner process also turned the colors darker, but it was not found any effect of the

distance. The photographs process increases the deviation of the colors and this was confirmed on the graphics of the numeric distribution parameter. It was shown wider amplitude for the figures obtained from photos than the ones obtained directly from Munsell's Book. The color differentiation was smaller on the second study.

From the two studies, it can be concluded that there is a good correlation between the numeric values of colors scanned and the real ones.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura atualmente, requer aumento de produção com base no aumento da produtividade e não no aumento da área cultivada. Diversos fatores contribuem para atingir esse objetivo, sendo que um desses fatores é nutrição.

Os níveis de nutrientes disponíveis para as plantas, em quantidades adequadas, representam um fator de fundamental importância para o seu desenvolvimento, portanto, a manutenção desses níveis através de métodos de controle, deve ser apropriada às necessidades das plantas, para que todo o tratamento dispensado à cultura seja aproveitado ao máximo.

Para a manutenção dos níveis de nutrientes em quantidades adequadas durante todo o ciclo de crescimento de uma cultura, devem ser considerados, dentre vários fatores, a heterogeneidade da fertilidade do solo dentro do campo em questão e a variação da necessidade de nutrientes pela cultura ao longo do ciclo de produção.

Para bons rendimentos em produtividade e pouco desperdício, a disponibilização de nutrientes às plantas, deve ser feita com base em informações precisas e regionalizadas sobre o estado nutricional da cultura.

As cores das plantas constituem excelente parâmetro para análises qualitativas das condições das culturas. De fato, com a prática pode-se notar deficiência de nutrientes através do aspecto e das cores apresentadas pela cultura. No entanto, essa observação, é sempre qualitativa, não apresentando condições de especificar níveis de deficiência.

As cores, sob determinados padrões de iluminação, podem ser classificadas e medidas. Métodos computacionais podem automaticamente reconhecer-las e classificá-las, podendo distinguir cores que ao olho humano parecem iguais.

Métodos computacionais poderiam, através de imagem digitalizada ou de fotografia, processar e analisar as cores das culturas para que fosse possível determinar quantitativamente seu estado nutricional em cada ponto do campo.

O reconhecimento de cores pode ter inúmeras aplicações na agricultura, como exemplo: seleção e classificação de frutas, detecção de doenças, estágio de maturação etc.

Afim de viabilizar este procedimento, objetivou-se nesse trabalho estabelecer um método para o processamento de imagens e relacionar o padrão RGB (“Red, Green e Blue”) com suas distorções após o processamento da imagem.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Luz – Conceitos e Parâmetros

A luz é uma forma de radiação eletromagnética, e sua velocidade é da ordem de 3×10^8 m/s. O espectro eletromagnético engloba desde raios cósmicos, com comprimentos de ondas muito curtos (aproximadamente 10^{-12} m), até ondas de rádio, com comprimentos de onda longos (aproximadamente 10^{-1} m).

Segundo FERRI et. al. (1979) a luz, tradicionalmente referida como a porção visível do espectro eletromagnético, ocupa uma faixa muito pequena desse espectro, podendo o olho humano detectar os comprimentos de onda que se situam entre 380 a 750 nm.

A luz visível é inferiormente limitada pelo ultra violeta-próximo, (comprimentos mais curtos que o olho humano identifica) e pelo lado dos comprimentos de onda mais longos, limitado pelo infra-vermelho. A Figura 1 apresenta uma distribuição do espectro solar.

As frequências dessas radiações são muito altas, em torno de 5×10^{14} e $7,5 \times 10^{14}$ Hz. Aproximadamente metade da energia solar que atinge a terra está dentro da faixa de luz visível, 3% é radiação ultra violeta e o restante, infra vermelho.

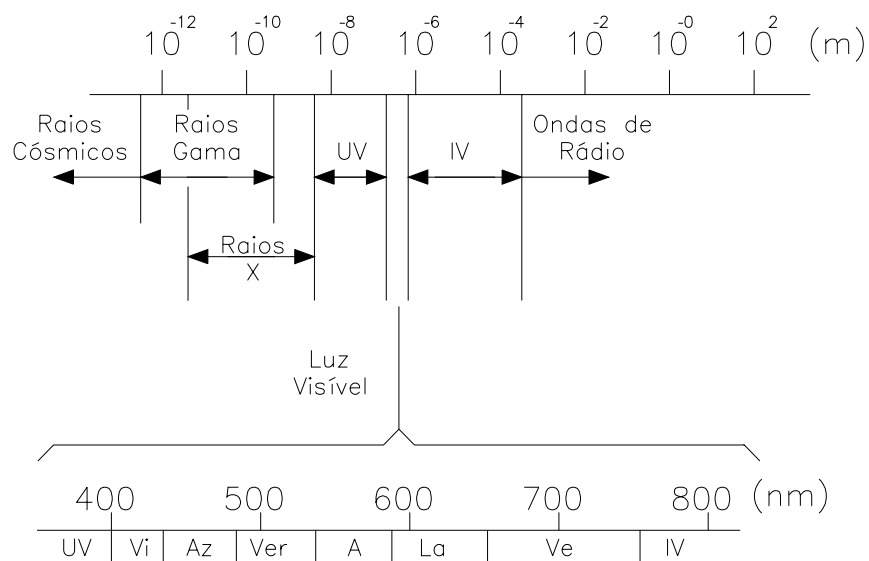


Fig. 1 - Distribuição do espectro da luz solar. Fonte: Adaptado de FERRI et al. (1979)

Cada variação na frequência ou no comprimento de onda da luz visível, causa uma variação na cor, que é perceptível por nossos olhos. O que chamamos de luz branca, como a luz solar, é a mistura de todas as cores do espectro visível. Luz do sol,

considerada como energia, alcança o seu máximo de penetração na terra em dias sem nuvens, com um mínimo de partículas ou vapor de água em suspensão, e quando o sol está em seu zênite. A diferença em densidade do fluxo de luz entre esta situação e a de um dia de inverno nublado alcança várias ordens de magnitude.

A radiação solar que atinge a copa das plantas é proveniente de duas situações:

Luz direta ou irradiação.

Luz difusa, proveniente de ambos os tipos, dias nublados e dias claros.

Luz difusa cresce em importância assim que o fluxo de luz solar direto é atenuado, seja por obstrução ou pela difusão através das moléculas suspensas ou pela umidade do ar. A difusão é afetada pela densidade das partículas e pela distância que a luz do sol percorre na atmosfera. Pó, fumaça e moléculas de vapor de água causam a difusão em proporção inversa ao comprimento de onda. O potencial de difusão depende do tamanho das partículas, mas o efeito líquido da difusão é normalmente reduzir a quantidade de luz direta, aumentando a proporção da luz difusa.

De acordo com FITTER & HAY (1983), na maioria das condições meteorológicas, a fração de luz fotossinteticamente ativa mantém-se constante. Assim, é possível desconsiderar as diferenças de comprimento de ondas entre a luz direta e a luz difusa. Luz direta será sem dúvida mais intensa que a luz difusa, no entanto a taxa fotossintética não será limitada pela eventual baixa radiação, visto que outros fatores como concentração de CO₂ e a temperatura do ar estão normalmente limitando a fotossíntese.

2.2. Cor – Conceitos e Parâmetros

É através da cor que se tem a primeira percepção do mundo. Ela é com frequência a primeira característica usada para distinguir um objeto de outro. Pequenas variações de cores podem suprir, um observados, de valiosas informações nas mais diversas situações. O vigor de um vegetal, a fertilidade do solo, são exemplos de variações de estado que podem ser indicados pela cor.

Quando se observa um objeto, na verdade vê-se a luz que ele reflete, e a cor percebida é uma consequência do material do qual ele é composto e da luz que ele reflete.

A luz branca é composta por uma série de cores, de fato, pode-se produzir cores a partir da divisão da luz branca. Os objetos refletem parte das cores que incidem sobre eles e absorvem o restante. Os raios refletidos pelo objeto vão formar o que chamamos de cor.

SOBEL (1987) descreve como Newton, em 1666 explicou a cor dos objetos. Antes, porém, existia a dúvida se a cor era uma característica inerente ao objeto ou se era resultado da luz que atingia sua superfície. A resposta correta é que a cor do objeto é consequência de ambos.

Usando um prisma, Newton posicionou um objeto de cor vermelha nas diversas fases da divisão da luz. Quando o objeto estava sob luz azul, este pareceu azul, posicionado sob a luz verde, este pareceu verde e sob a luz vermelha se pareceu vermelho, porém com maior intensidade. Concluiu, então, que os objetos refletem todas

as cores, porém com maior intensidade algumas cores. Portanto, um objeto vermelho é aquele que exposto ao espectro solar reflete com mais intensidade a luz vermelha.

Partindo a luz do sol através de um prisma, Newton encontrou sete cores:

Vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, índigo e violeta. Seus comprimentos de onda são:

Vermelho 800 a 650 nm

Laranja 640 a 590 nm

Amarelo 580 a 550 nm

Verde 530 a 490 nm

Azul 480 a 460 nm

Índigo 450 a 440 nm

Violeta 430 a 390 nm

Os limites das faixas de cores não são claramente delineados, uma faixa funde-se com a outra numa mistura gradual. Inicialmente Newton considerou que era necessário a união das sete cores para se reconstituir a cor branca.

SOBEL (1987) descreve como, dois séculos após Newton, Helmholtz e Grassmann teorizaram que existem apenas três cores primárias e não sete, vermelho, verde e azul, e com a mistura destas três, pode-se obter todas as outras cores. Quantidades iguais de vermelho e verde produz o amarelo; vermelho e azul produz o

magenta, azul e verde produz o ciano e a combinação de vermelho, azul e verde produz a cor branca.

Quando o olho humano é atingido por um raio de luz (difusa ou refletida), instantaneamente o absorve através de células pigmentadas. Parte desses raios são transformados em calor e parte em impulso elétrico. É a interpretação dessa onda pelo cérebro humano que dá a sensação de cor (SOBEL, 1987).

A retina tem capacidade de absorver e informar ao cérebro as ondas que estão dentro da faixa do visível, ou seja, ondas com comprimentos que variam de 380 a 750 nm. Nesta faixa, sabemos que existem apenas algumas cores: as cores primárias.

O sistema de percepção humano de cores permite distinguir apenas as cores básicas, que são resultantes do desdobramento da luz branca, e a composição destas, nas infinitas proporções que a natureza permite, é interpretada pelo sistema nervoso como as diversas cores que se conhece.

O cérebro humano interpreta as informações dos estímulos luminosos dando como resposta a percepção de diversas cores. Por isso, pode se afirmar que cores como o marrom não existem. O que existe é a sensação do marrom, que é a mistura da luz vermelha com a luz verde em determinadas proporções.

Ao olho humano, diferentemente de um equipamento de análise espectral, pode-se produzir a mesma sensação de cores com diferentes estímulos físicos. Por exemplo: mesmo sem utilizar qualquer componente de luz na faixa do amarelo, a mistura de determinadas proporções de luz vermelha e verde, produz a sensação do amarelo,.

Qualquer sensação de cor pode ser produzida através da composição de proporções adequadas das cores vermelho, verde e azul.

Quando estes comprimentos de ondas se sobrepõem, eles se adicionam e combinam seus efeitos. Aos pares, essas três cores quando combinadas produzem: o ciano, resultado do verde e azul, o magenta, resultado do azul e vermelho e o amarelo, resultado do vermelho e verde e, quando as três cores são combinadas, formam novamente a luz branca. São portanto chamadas de cores aditivas.

A combinação subtrativa de cores considera a absorção de luz e a reflexão da luz por outros materiais. Quando a luz branca atinge um objeto, este absorve parte dos comprimento de onda da luz e reflete outros. As cores primárias da combinação subtrativa são: o magenta, o amarelo e o ciano. Quando se misturam seus pigmentos, eles combinam a quantidade de luz que absorvem, diminuindo o número de comprimento de ondas que refletem, daí o nome de cores subtrativas.

2.3. Sistema de Classificação de Cores

Matiz e Saturação, são atributos qualitativos das cores. Brilho compreendido como intensidade ou energia é um atributo quantitativo.

Partindo dessa premissa, A.H. Munsell, artista e professor de artes, desenvolveu princípios básicos de classificação de cores e os publicou em 1905. Nele, estabeleceu critérios precisos onde cada cor pode ser comparada com outra quando observada sob determinadas condições de iluminação e visualização. Em 1915, publicou *The Munsell*

Atlas of Color, e em seguida formou a *Munsell Color Company*, para produzir padrões de cores. Após sua morte, um comitê da *Optical Society of America* recomendou alterações em seus padrões. Essas alterações foram chamadas de *Munsell Renotation*. Hoje, seus trabalhos foram adquiridos pela *GretagMacbeth Company* e reconhecido como padrão do sistema de cor por: *American National Standards Institute*, *Japanese Industrial Standard of Color* e *German Standard Color System*

No sistema de Munsell, as cores são classificadas de acordo com os três atributos: matiz, saturação e brilho. Esses três atributos recebem valores matemáticos e assim, cada cor tem sua representação numérica. Utilizando a tabela de Munsell, cada cor tem uma relação lógica com a outra.

Nesse sistema, Munsell posicionou em torno de um círculo as cores vermelho, amarelo, verde, azul e púrpura. Cada uma tem uma transição gradual com a consecutiva, produzindo uma contínua variação de uma cor a outra. Por exemplo: vermelho e amarelo podem ser misturados em várias proporções produzindo todas as cores partindo do vermelho, passando pelo laranja até alcançar o amarelo. O mesmo pode ser feito com o amarelo e o verde, o verde e o azul, o azul e a púrpura e a púrpura e o vermelho, fechando o círculo de cores. Assim foi considerado um círculo com 10 cores, e cada setor nomeado com as iniciais em inglês que são: R para vermelho, YR para o setor intermediário entre o vermelho e o amarelo, Y para amarelo, GY para a transição do amarelo ao verde, G para verde, BG para a transição do verde para o azul, B para o azul, PB para a transição do azul para a cor púrpura, P para cor púrpura, RP

para a transição da cor púrpura para o vermelho e R para vermelho. Como mostra a Figura 2.

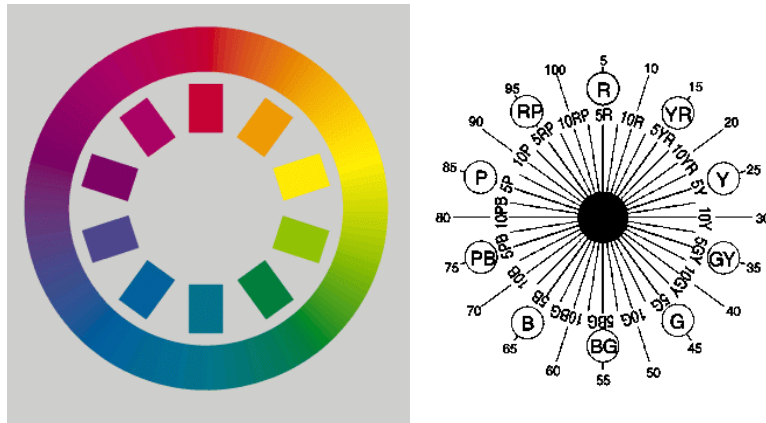


Fig. 2 – Disco de cores de Munsell. Fonte: Munsell Color System

Cada setor foi dividido em 10 partes iguais atribuindo valores numéricos, assim, a cor no meio do setor vermelho é chamada de 5R .

Para o valor ou brilho, estabeleceu uma escala que varia de 0, para o preto, a 10 para o branco, os valores intermediários determinam a intensidade das cores, estabeleceu que essa escala se posicionaria em um eixo vertical passando pelo centro do círculo das cores. Para a saturação, a escala acompanha o sentido do raio. Assim, todas as cores podem ser estabelecidas de acordo com atributos em um sistema tridimensional, sendo que as cores neutras variam ao longo de um eixo vertical, as diferentes cores são arranjadas e distribuídas de maneira polar ao longo de 360 graus,

e o nível de saturação é posicionado perpendicularmente ao eixo vertical, aumentando com o afastamento do centro do círculo, como mostra a Figura 3.

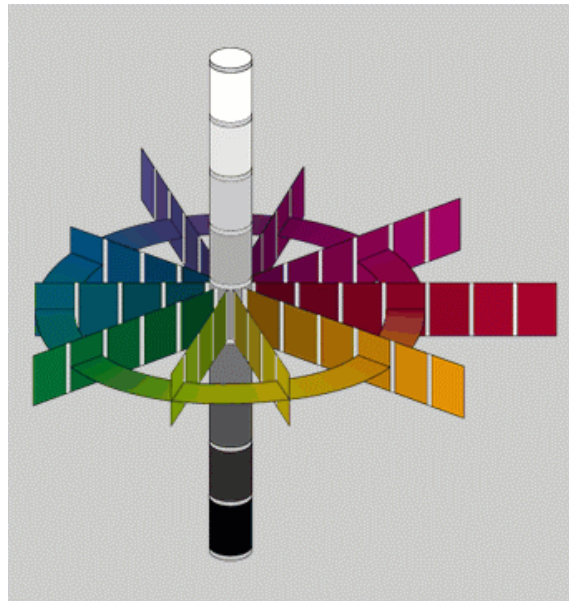


Fig. 3 - Sistema de Classificação de cores de Munsell. Fonte: Munsell Color System

A cor é limitada por uma volta em torno do círculo. A escala do brilho é limitada pelo mínimo de 0 para o preto e 10 para o branco.

Uma completa identificação de cor no sistema de Munsell é escrita simbolicamente como H V/C. Por exemplo 5R 6/14, que representa a cor vermelha, com 6 para intensidade e 14 para a saturação. No anexo encontram-se cópias digitalizadas do catálogo de Munsell, onde pode-se relacionar a cor ao código.

Um outro sistema de classificação de cores, baseado no postulado de Helmholtz, determina que as cores são compostas pelas diversas misturas das cores primárias

(vermelho, verde e azul). Este sistema é conhecido como cor cúbica por ser apoiado em um eixo cartesiano, onde a cor vermelha está representada pelo eixo X, iniciando na origem com zero de saturação até o valor 100% de saturação. A cor verde é representada pelo eixo Y, também iniciando na origem com zero de saturação e atingindo valor 1 para 100% de saturação, e finalmente a cor azul representada no eixo Z, nas mesmas condições, como apresentado na Figura 4.

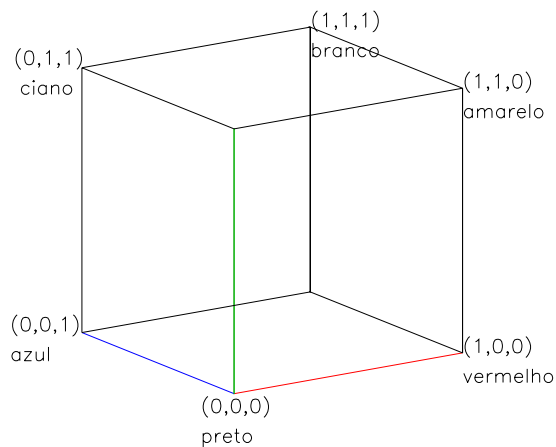


Fig. 4 – Representação do sistema RGB de classificação de cores

Assim, para representar a cor vermelha teríamos o vetor $(1, 0, 0)$, onde temos 100% de saturação para a cor vermelha e 0% para verde e azul.

A cor amarela, formada pela mistura de vermelho com verde, tem o vetor $(1, 1, 0)$, e para formarmos a cor laranja, que é uma cor intermediária entre o vermelho e o amarelo, somamos os vetores do vermelho $(1, 0, 0)$ com o amarelo $(1, 1, 0)$. Sendo o resultado valores de saturação, e não valores absolutos, teríamos o vetor $(1, 0.5, 0)$, o que nos fornece 100% de saturação de vermelho, 50% de saturação de verde e 0% de

saturação de azul, formando a cor laranja. Também neste sistema, quanto mais pudermos subdividir um vetor, mais diferenciação de cores teremos.

Outras formas de classificação de cores foram desenvolvidas e são aceitas nas mais variadas formas. Estudos da cor iniciaram-se para atender a classe artística que necessitava de parâmetros para seus trabalhos. Felizmente, hoje pode-se associar a cada cor um valor numérico onde programas computacionais interpretam esses valores fornecendo a respectiva cor, ou interpretam as cores fornecendo os valores matemáticos relativos a cada cor.

2.4. Processamento de Imagem Digital

Em diversos ramos da engenharia, da medicina, da computação gráfica, o uso do processamento de imagens digitais é uma prática comum na obtenção de diagnósticos. Embora recente, sua aplicação na agricultura apresenta enorme potencial para análise e solução de problemas que requerem apresentação gráfica. O termo análise de imagens, muitas vezes referido como parte do processamento de imagens digitais, é na verdade um processo da área de visão computacional. Na análise são extraídos atributos de uma imagem digital e utilizados na modelagem geométrica. O contrário disto, ou seja, a síntese de imagens, que é parte da área da computação gráfica, possibilita gerar uma imagem digital a partir de modelos geométricos. Essas duas áreas, juntamente com a área de processamento de imagens, constituem a base onde se fundamenta o processo computacional que envolve o trabalho com a imagem.

Na computação gráfica, imagem é o produto final do processo. Nos processos de visão computacional, a imagem é o início do trabalho. A Figura 5 apresenta um diagrama das áreas correlatas do processamento de imagens.

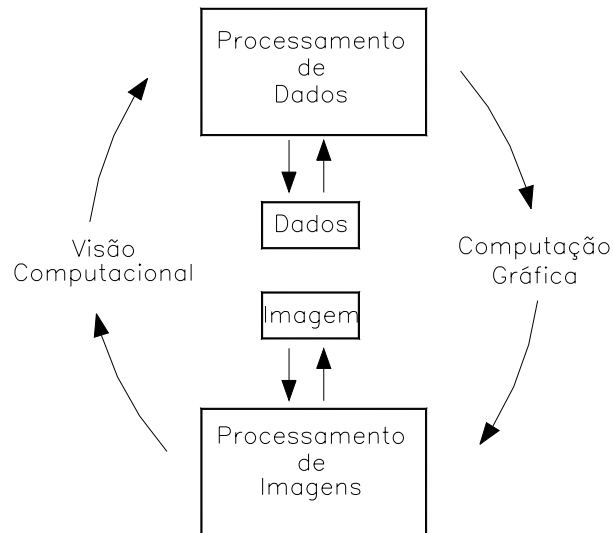


Fig. 5 – Diagrama enfatizando as áreas correlatas ao processamento de imagens. Fonte: CRESTANA et al. (1996)

Uma imagem pode ser vista como sendo o resultado de estímulos luminosos. Quando se observa uma fotografia, o olho humano recebe de cada ponto do espaço um impulso luminoso que associa uma formação de cor a esse ponto.

Conseqüentemente, uma imagem pode ser representada por uma função bidimensional $i(x,y)$, onde x e y denotam as coordenadas espaciais e i , num ponto (x,y) representa o valor da intensidade ou cor naquele ponto (CRESTANA et al., 1996).

Para discretizar uma imagem, a maneira mais comum é tornar a sua área como domínio, usando cada ponto de um retículo bidimensional como unidade. Assim

podemos representar a imagem na forma matricial, onde os índices da linha e da coluna identificam um elemento na imagem e, o valor do elemento desta matriz em determinado ponto identifica a cor.

Cada elemento desta matriz é chamado de “píxel” ou simplesmente elemento da imagem.

A resolução da imagem vai depender da densidade de “pixels” nela contida, portanto quanto maior a resolução, maiores detalhes podem ser observados, isto é, componentes de baixa ocorrência na imagem podem ser captados na representação matricial. Normalmente a medida de resolução é dada em “pixels” por polegada quadrada (dots per inch – dpi).

A resolução de cor é definida pelo número de bits utilizados para armazenar o vetor de cada “pixel” da imagem, o que está relacionado diretamente com a gama de cores utilizada.

O processo de discretização de uma imagem de sua forma original em forma digital é chamado de digitalização.

A digitalização pode ser feita através de scanners ou câmeras conectadas a placas digitalizadoras.

Em um sistema básico de visão computacional, tem-se a análise de imagens digitais, que basicamente envolve técnicas de obtenção da imagem, pré-processamento, segmentação, extração de atributos, classificação e, interpretação e descrição, representados na Figura 6.

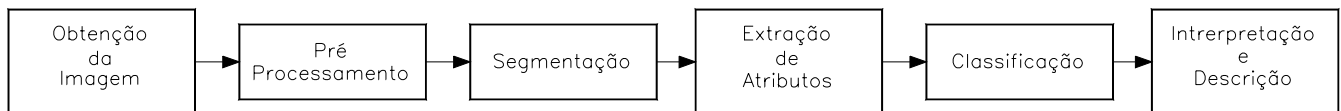


Fig. 6 - Diagrama de blocos de um sistema básico de visão computacional. Fonte: CRESTANA et al. (1996)

Sistemas automáticos são capazes de separar os diferentes objetos da imagem e gerar suas descrições. Esses sistemas se utilizam de processos de descoberta, identificação e compreensão de padrões.

YANG et al. (1998) usando redes neurais para interpretar imagens de câmera digital colorida no reconhecimento de ervas daninhas em um campo de milho, constatou que a taxa de acuracidade no reconhecimento da imagem ficou entre 90% e 100% para

milho e entre 60% e 70% para plantas invasoras. Destacou também o tempo muito curto para o processamento das imagens.

2.5. Superfícies dos Vegetais e Luz Refletida

Quando a luz atinge a superfície de um vegetal, esta pode percorrer três caminhos:

Ser absorvida, transformada em energia química ou calor;

Ser transmitida, isto é, parte da luz pode atravessar a folha e continuar percorrendo seu caminho;

Ser refletida;

A Figura 7 mostra a porcentagem genérica de absorção, transmissão e reflexão da luz por folhas de vegetais.

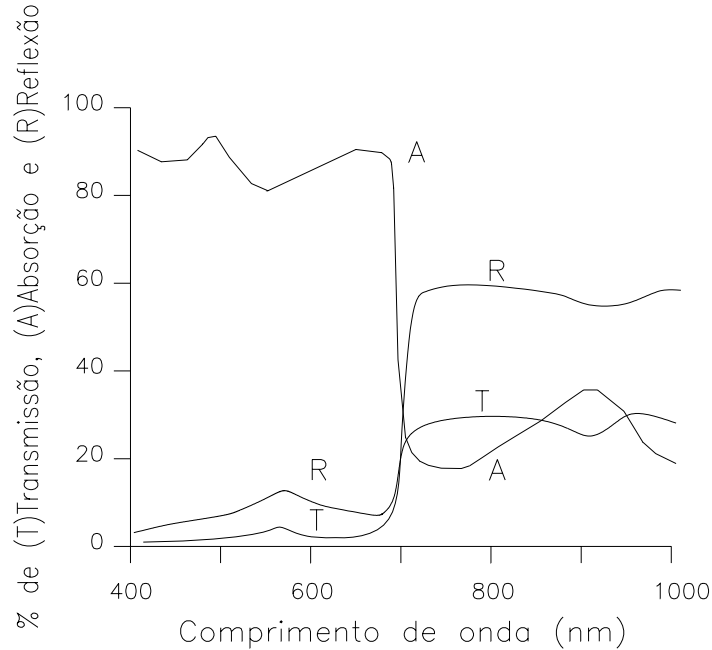


Fig. 7 - Comportamento generalizado do espectro da luz sobre as folhas vegetais. Fonte: FITTER et al (1983)

Algumas superfícies absorvem preferencialmente luzes de determinados comprimentos, ex.: água e solo, ambos absorvem ondas longas. Os vegetais absorvem preferencialmente nas faixas de azul e vermelho e refletem em maior quantidade na faixa do verde (FITTER et al., 1983). A quantidade de luz absorvida, transmitida ou refletida pelas plantas, depende de vários parâmetros como forma, espessura da folha, posição da folha em relação à incidência do raio de luz e outros. A luz refletida e a transmitida também podem ser espectralmente alteradas pela atuação do objeto. Fatores como estado nutricional das plantas também afetam de maneira significativa seu espectro de luz refletida.

Salisbury & ROBS (1985) descrevem os efeitos da deficiência de alguns nutrientes nas plantas, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Características da planta devido a deficiência de nutrientes

Nutriente em deficiência	Aspecto observado
Nitrogênio	Planta com verde mais claro; folhas inferiores amareladas
Fósforo	Planta com verde escuro; frequentemente desenvolvendo cores vermelhas ou mais escuras
Magnésio	Folhas cloróticas ou avermelhadas
Potássio	Pequenas manchas de tecido morto
Zinco	Manchas de tecido morto generalizada
Cálcio	Afeta as folhas mais novas retorcendo-as
Boro	Folhas novas do broto terminal adquirem uma cor verde claro
Cobre	Folhas novas apresenta-se murchas sem manchas cloróticas
Manganês	Mancha de tecido morto difundido nas folhas
Enxofre	Raramente apresentam folhas de tecido morto; pode aparece variações no tecido verde, tanto para mais claro como para mais escuro
Ferro	Folhas novas apresentam clorose

Quando relacionamos os sintomas de deficiência com a lista dos elementos essenciais, é também importante considerar a capacidade que um determinado elemento tem de ser translocado dentro de um vegetal. Elementos como o nitrogênio, fósforo e potássio, podem mover-se das folhas mais velhas para as folhas mais novas, outros, como o boro, ferro e cálcio são relativamente imóveis. Se um elemento é móvel,

os sintomas de sua deficiência irão aparecer primeiramente nas folhas mais velhas, por outro lado, deficiência de elementos imóveis se evidenciará primeiro nas folhas mais novas (TAIZ & ZEIGER, 1991).

A análise de vários tecidos das plantas mostrou muita proximidade entre a provisão de nutrientes e o estado nutricional das folhas. Por serem os tecidos onde ocorre a metabolização dos minerais absorvidos pela raiz, é nas folhas que a deficiência pode ser identificada antes das alterações morfológicas comprometerem a produção (TAIZ & ZEIGER, 1991).

SUI et al (1998) verificaram uma estrita relação entre o nível de Nitrogênio em plantas de algodão e as características do espectro refletido por suas folhas em vários estágios de crescimento. Trabalhos neste sentido são mais frequentes para a detecção de Nitrogênio, visto ser esse um elemento com influência direta na formação da clorofila, responsável pela reflexão da cor verde das folhas.

ZHANG et al (1998) desenvolveram um método de transformação de Sinais RGB (vermelho, verde e azul) para o sistema de classificação de Munsell, para análise de folhas de tabaco. Concluiu que usando o método desenvolvido, as folhas poderiam ter suas cores analisadas quantitativamente e serem classificadas de maneira similar à classificação feita a olho nu por especialistas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações Iniciais

O desenvolvimento deste trabalho consistiu em três etapas:

- obtenção de fotografias do catálogo de cores de Munsell a 3 distâncias diferentes (50 cm, 75 cm e 100 cm);
- digitalização das fotos obtidas e do catálogo;
- preparação das imagens digitalizadas, obtenção dos atributos das cores e interpretação matemática dos resultados.

3.2. Considerações para escolha do método

Para a obtenção de uma relação entre as cores do padrão Munsell e os seus valores obtidos pelo computador através do processo de fotografia e digitalização, foi

considerado que o método de classificação de cores proposto por Helmholtz seria mais apropriado, por trabalhar com vetores, sendo mais adequado aos processos computacionais do que o sistema desenvolvido por Munsell, que usa na sua classificação de cores letras e números em um sistema de sistema polar.

Assim, foram selecionadas 12 (doze) folhas do catálogo de cores Munsell Book of Color com os padrões 7,5BG; 5BG; 2,5BG; 2,5G; 5G; 7,5G; 10G; 2.5GY; 5GY; 7,5GY; 10GY e 10Y, que abrangem uma transição de cores entre azul e verde, várias cores de tons verde, transição do verde para o amarelo e amarelo, apresentadas no anexo. Todos os códigos deste padrão, foram relacionados em uma lista e, seus correspondentes no sistema RGB foram encontrados com o uso de programa computacional distribuído gratuitamente através da internet pelo laboratório GretagMacbeth. Toda a relação se encontra nas planilhas anexas.

A Figura 8 mostra a folha 7,5BG do catálogo de Munsell com seus 27 padrões, a Tabela 1 mostra como a listagem das cores desta folha e seus correspondentes no sistema RGB foram relacionados

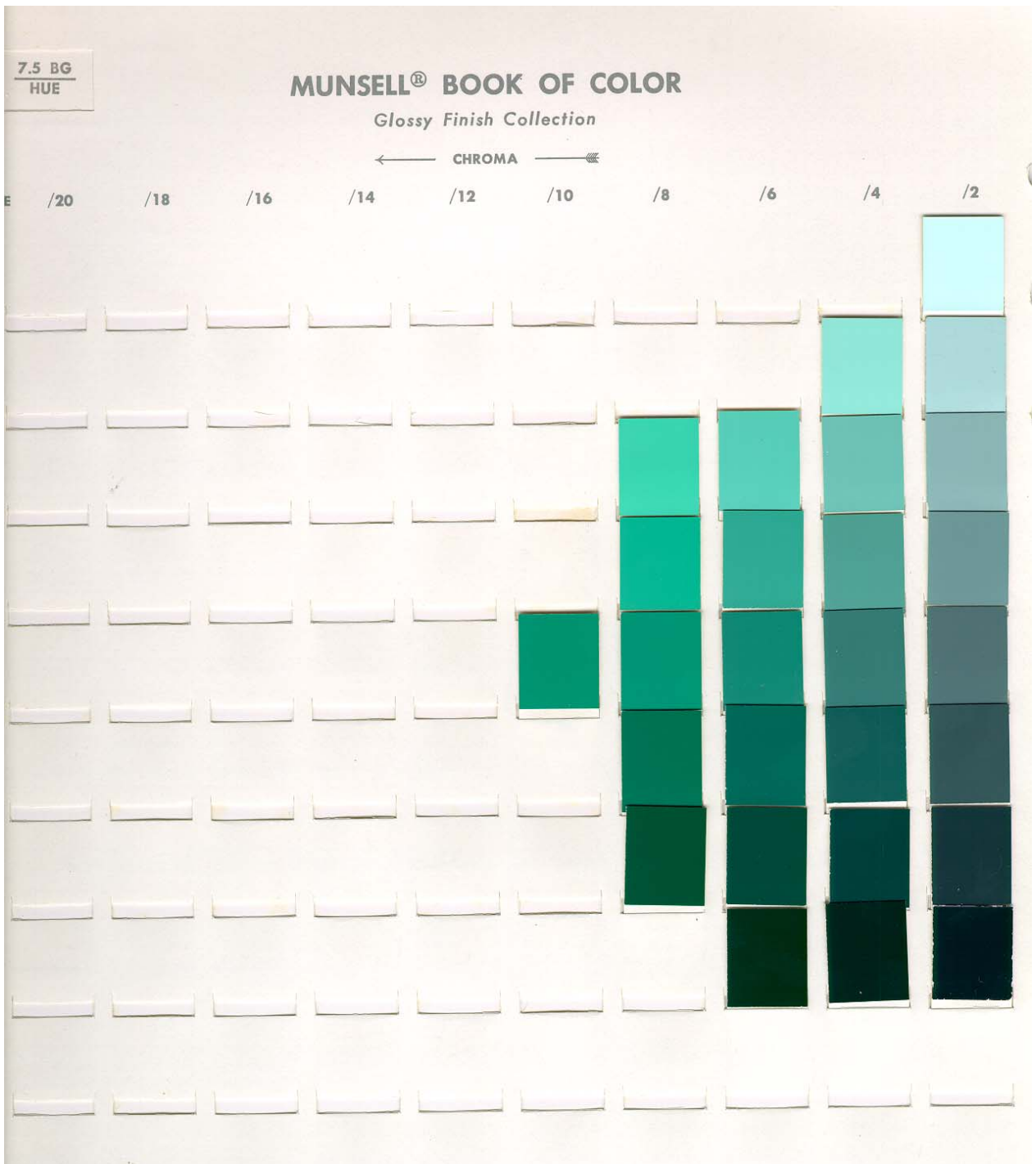


Fig. 8 – Imagem digitalizada da Folha 7,5BG do catálogo de Munsell

Tabela 1. Classificação das cores da folha 7,5BG do Catálogo de Munsell e seus códigos correspondentes no sistema RGB

Ordem	Sistema de Munsell			Sistema RGB			
	H	V	L	R	G	B	
1	7.5	BG	9	2	213	240	239
2	7.5	BG	8	2	189	215	214
3	7.5	BG	8	4	166	219	217
4	7.5	BG	7	2	165	189	189
5	7.5	BG	7	4	141	194	193
6	7.5	BG	7	6	115	197	196
7	7.5	BG	7	8	69	201	200
8	7.5	BG	6	2	140	164	164
9	7.5	BG	6	4	116	169	169
10	7.5	BG	6	6	84	172	173
11	7.5	BG	6	8	0	176	177
12	7.5	BG	5	2	116	140	140
13	7.5	BG	5	4	93	143	144
14	7.5	BG	5	6	55	147	149
15	7.5	BG	5	8	0	150	154
16	7.5	BG	5	10	0	153	159
17	7.5	BG	4	2	93	115	116
18	7.5	BG	4	4	86	118	121
19	7.5	BG	4	6	0	122	126
20	7.5	BG	4	8	0	125	131
21	7.5	BG	3	2	70	91	92
22	7.5	BG	3	4	36	94	98
23	7.5	BG	3	6	0	97	103
24	7.5	BG	3	8	0	99	107
25	7.5	BG	2	2	50	68	69
26	7.5	BG	2	4	4	70	75
27	7.5	BG	2	6	0	73	80

Para não sofrer influências de luz artificial, ou reflexo de outros objetos, as fotos foram obtidas em campo aberto, na cidade de Indaiatuba, em dia de céu aberto no período compreendido entre 10:00h e 12:00h, para que a influência da posição solar nas cores não fosse de significativa.

O filme utilizado, seguindo orientações do departamento técnico da Kodak do Brasil, foi o Portra N, e sua revelação foi feita em laboratório especializado indicado pela Kodak do Brasil. Esses filmes são hoje encontrados no mercado e, quando revelados em laboratório especializado, de acordo com a Kodak, reproduzem com maior fidelidade as cores dos objetos.

A ampliação das fotos foi feita no sentido de aproveitar a área total do digitalizador considerando um limite para não haver a “floculação” da imagem no papel fotográfico.

Cada folha do padrão de Munsell, depois de digitalizada foi trabalhada dentro do programa computacional Corel Photo Paint-7, onde foi isolado cada padrão em arquivos menores, que foram nomeados de acordo com o código de Munsell. Após, cada padrão foi “carregado” no programa computacional Matlab. Este programa foi escolhido por que descreve cada imagem como sendo uma matriz tridimensional, onde no primeiro nível encontramos os valores da cor vermelha, no segundo o da cor verde e no terceiro o da cor azul.

A Figura 9 mostra o padrão isolado 7,5 BG 9-2 do catálogo de Munsell.



Fig. 9 - Padrão isolado de Munsell

Foram elaboradas rotinas de comandos para serem executadas no programa Matlab que, ao ser carregado um padrão de cor, posicionam todos os valores dos três

níveis da matriz que compõem a imagem em três vetores (R, G, e B respectivamente), os analisam e plotam os dados obtidos em arquivos ASCII, em uma ordem pré-estabelecida.

Essas rotinas forneceram, para cada padrão, os seguintes valores: média, máximo, mínimo, desvio padrão, amplitude e a quantidade de valores que estão dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão.

Os arquivos ASCII gerados foram posteriormente carregados no programa computacional Excel, para análise.

3.3. Obtenção das Fotos

Para a obtenção das fotos, foi utilizada uma câmera Canon modelo A1 com lente de 50 mm e luminosidade 1.2. A velocidade e a abertura do obturador foi ajustada na opção P (Program) e fixada através de recurso manual. Essa câmera foi acoplada a um tripé que permitiu ajustar três distâncias diferentes para as fotos.

Cada folha do padrão de Munsell foi colocada sobre o solo, de maneira a receber luz solar sem sombreamento do equipamento ou objetos próximos. A câmera fotográfica, acoplada ao tripé, foi posicionada acima do padrão com o intuito de obter a imagem em sentido vertical à superfície do solo. A cada distância estabelecida (50 cm,

outra a 75 cm e outra a 100 cm), foi feita uma foto de cada folha, resultando em 36 fotos.

3.4. Processo de Digitalização e Preparação da Imagem

Foi utilizado um scanner de mesa colorido e monocromático, pertencente ao Laboratório de Instrumentação e Controle LIC do Departamento de Máquinas Agrícolas da Feagri/Unicamp, da marca HP modelo Scan Jet 4C, que permite a identificação de 24 bits(16,7 milhões de cores) externos e 30 bits (1 bilhão de cores) internos com uma resolução melhorada de 2400 dpi; óptica de 600 dpi.

Foram criados 12 pastas no computador sendo uma para cada padrão, cada pasta foi subdividida em 4 outras pastas para receberem os respectivos arquivos das imagens digitalizadas nas três distâncias mais o arquivo da imagem digitalizada do próprio catálogo de Munsell. Cada arquivo foi posteriormente aberto pelo programa Corel Photo Paint-7, que permitiu que fosse isolado cada padrão em um arquivo diferente.

O número de padrões dentro de cada folha do catálogo de Munsell é variável, gerando um número diferente de padrões para cada folha. Assim, após o isolamento de cada padrão, o trabalho ficou, como mostra o Tabela 2, subdividido em 12 pastas contendo cada uma 4 subpastas sendo uma da digitalização do catálogo de Munsell e as restantes das fotos a 50 cm, 75 cm e 100 cm de distância.

Tabela 2 Número de Padrões Isolados obtidos após o isolamento

Folha	Foto a 50cm	Foto a75 cm	Foto a100 cm	Padrão de Munsell
7,5BG	27	27	27	27
5BG	36	36	36	36
2,5BG	28	28	28	28
2,5G	32	32	32	32
5G	40	40	40	40
7,5G	30	30	30	30
10G	38	38	38	38
10GY	31	31	31	31
7,5GY	39	39	39	39
5GY	32	32	32	32
2,5GY	40	40	40	40
10Y	44	44	44	44

O tamanho com que cada padrão aparece na foto e conseqüentemente na imagem digitalizada é inversamente proporcional à distância de obtenção das fotos. Isso faz com que as matrizes geradas a partir das fotos obtidas a menores distâncias tenham maior número de linhas e colunas que as matrizes oriundas das imagens obtidas das fotos mais distantes.

Existiam alguns padrões com pequenos defeitos. Para que isto não influísse nos resultados, após a geração dos arquivos isolados, foi selecionado um retângulo menor do que o visível na imagem da folha do catálogo de Munsell. Isso permitiu, na maioria dos casos, que defeitos nos padrões fossem isolados dos arquivos a serem analisados.

Os tamanhos selecionados foram: Para isolamento dos padrões oriundos da digitalização direta do catalogo de Munsell e das fotos com distâncias 50 cm, área de 54 linha e 40 colunas, gerando uma matriz com 2200 “pixels”. Para isolamento dos padrões oriundos das fotos com distâncias 75 cm, área com 31 linhas e 21 colunas, gerando uma matriz de 651 “pixels”. Para isolamento dos padrões oriundos das fotos com distancias 100 cm, área com 18 linhas e 19 colunas, gerando uma matriz de 342 “pixels”.

3.5. Preparação e Processamento dos Dados

Após o processo de digitalização e preparação das imagens, foi utilizado o programa computacional Matlab para análise matemática dos dados. As imagens são interpretadas matematicamente por este programa como uma matriz tridimensional, sendo que cada ponto (x,y) da matriz possui três valores, distribuídos em três níveis. O primeiro nível representa a saturação da cor vermelha, o segundo da cor verde e o terceiro da cor azul, normalmente referenciados como sendo os níveis R, G e B que são as iniciais de Red, Green e Blue, vermelho, verde e azul em inglês.

O valor de cada ponto em cada nível pode variar de 0 a 255, que correspondem a saturação de 0% a 100% da respectiva cor. Assim, considerando-se as diversas combinações possíveis entre os três níveis, esse programa é capaz de interpretar 16.777.216 cores para cada “pixel” ou seja, para cada ponto representado pela coordenada (x,y). A Figura 10 é um exemplo de como o programa computacional

Matlab interpreta uma imagem fictícia composta por 4 linhas e 4 colunas com cor vermelha nas bordas e amarela no centro.

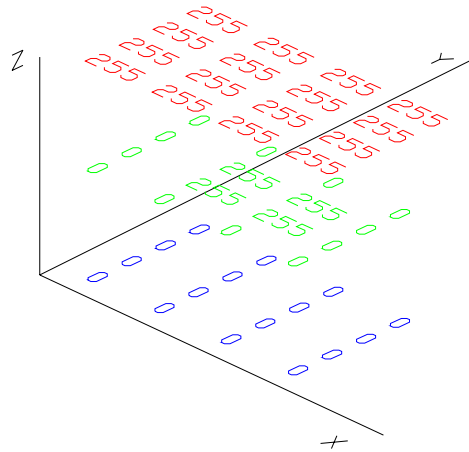


Fig. 10 - Representação da interpretação de uma imagem pelo programa computacional Matlab.

Para a análise e interpretação dos dados que formam cada padrão, foram elaboradas três rotinas para serem executadas dentro do programa computacional Matlab.

A primeira, teve como objetivo isolar de cada nível da matriz que compõe a imagem de cada padrão, os valores: média, máximo, mínimo e desvio padrão. À medida que o programa isolava os valores de todos os padrões de uma folha do catálogo de Munsell, gerava um arquivo ASCII, contendo esses valores que posteriormente foram importados pelo programa computacional Excel para análise.

Abaixo está exemplificada a rotina que foi utilizada para extrair os dados dos padrões isolados. Neste exemplo, a rotina extrai os índices do padrão isolado correspondente à cor 7,5BG9-2 do padrão de Munsell, pertencente à folha 7,5BG.

Início

```
cd c:\Ensaio\Munsell75BG\Munsell
a=imread('75BG9-2.tif');
r=a(:,:,1);
r=r(5:59,5:44);
g=a(:,:,2);
g=g(5:59,5:44);
b=a(:,:,3);
b=b(5:59,5:44);
r=double(r);
g=double(g);
b=double(b);
rmd=mean(mean(r))
gmd=mean(mean(g))
bmd=mean(mean(b))
rmax=max(max(r))
gmax=max(max(g))
bmax=max(max(b))
rmin=min(min(r))
gmin=min(min(g))
bmin=min(min(b))
vt=[];
vtr=vtr;
vtg=vt;
vtb=vt;
for i=1:40;
vtr=[vtr;(r(:,i))];
vtg=[vtg;(g(:,i))];
vtb=[vtb;(b(:,i))];
end;
dpr=std(vtr)
dpg=std(vtg)
dpb=std(vtb)
dados=[rmd gmd bmd rmax gmax bmax rmin gmin bmin dpr dpg dpb]
dados1=[dados1;dados];
```

fim

Após isolar todas as médias, máximo, mínimo e desvio padrão de R, G e B, de todos os padrões de uma mesma folha, a rotina exemplificada abaixo os armazenou de maneira sequencial em um arquivo ASCII que foi gravado dentro da pasta específica de cada folha.

```
início
```

```
d=dados1
```

```
expvect('teste.txt',d(:,1),d(:,2),d(:,3),d(:,4),d(:,5),d(:,6),d(:,7),d(:,8),d(:,9),d(:,10),d(:,11),d(:,12));
```

```
fim
```

Após esse procedimento, o arquivo ASCII gerado foi introduzido no programa computacional Excel para comparação com os valores correspondentes aos encontrados no programa distribuído pela GretagMacbeth. A Tabela 3 apresenta os dados tabulados na planilha para os valores dos padrões isolados da folha 7,5BG do catálogo de Munsell:

Tabela 3 - Dados tabulados dos padrões 7,5BG do catálogo de Munsell

Classificação de Munsell			Dados obtidos												
H	V	L	Rmd	Gmd	Bmd	Rmx	Gmx	Bmx	Rmn	Gmn	Bmn	Rdp	Gdp	Bdp	
7.5	BG	9	2	209	254	254	219	255	255	188	235	237	2	1	1
7.5	BG	8	2	175	219	220	185	228	229	158	188	179	2	2	3
7.5	BG	8	4	145	231	218	159	240	227	134	206	198	2	2	2
7.5	BG	7	2	139	182	182	149	189	188	124	161	167	2	2	2
7.5	BG	7	4	109	194	182	161	213	208	103	179	129	3	2	2
7.5	BG	7	6	87	207	185	109	216	194	75	127	126	2	2	3
7.5	BG	7	8	57	214	178	91	222	188	49	205	169	3	3	3
7.5	BG	6	2	109	151	151	124	156	158	101	144	143	1	2	2
7.5	BG	6	4	79	161	148	105	176	167	71	152	140	2	2	2
7.5	BG	6	6	46	171	148	75	177	157	37	156	133	3	2	2
7.5	BG	6	8	3	183	147	49	190	160	0	169	133	5	2	2
7.5	BG	5	2	80	114	116	97	125	128	73	107	107	2	2	2
7.5	BG	5	4	52	123	116	152	182	163	38	113	106	3	2	2
7.5	BG	5	6	13	136	117	103	150	132	0	126	110	6	2	2
7.5	BG	5	8	0	150	117	70	162	144	0	142	111	1	1	2
7.5	BG	5	10	0	146	110	19	169	138	0	137	105	0	2	2
7.5	BG	4	2	50	85	87	89	112	116	42	75	79	3	2	2
7.5	BG	4	4	16	93	88	86	135	126	0	85	79	5	2	2
7.5	BG	4	6	0	104	88	34	116	107	0	98	80	1	2	2
7.5	BG	4	8	0	114	83	0	128	103	0	101	76	0	1	2
7.5	BG	3	2	20	53	57	74	95	99	5	48	50	5	2	2
7.5	BG	3	4	0	63	58	68	105	106	0	55	51	1	3	3
7.5	BG	3	6	0	72	56	4	95	81	0	65	50	0	1	2
7.5	BG	3	8	0	81	51	8	113	93	0	76	43	0	1	2
7.5	BG	2	2	0	24	28	76	78	73	0	12	17	2	4	3
7.5	BG	2	4	0	33	24	0	60	51	0	26	6	0	3	4
7.5	BG	2	6	0	44	21	0	75	54	0	33	4	0	3	5

Onde,

H,L,V, significam a classificação de Munsell

Rmd, Gmd, e Bmd, significam, respectivamente os valores médios encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão

Rmx, Gmx e Bmx, significam, respectivamente os valores máximos encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão

Rmn, Gmn e Bmn, significam, respectivamente os valores mínimos encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão

Rdp, Gdp e Bdp significam, respectivamente os desvios padrão encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão

A segunda rotina elaborada, teve como objetivo extrair de cada padrão isolado, o percentual de valores, de cada nível da matriz, que se encontravam dentro da faixa compreendida entre a média mais um desvio padrão e a média menos um desvio padrão.

Abaixo está a rotina que foi utilizada para extrair o percentual dos valores que se encontram dentro dos limites estabelecidos. Neste exemplo, a rotina extrai os valores do padrão isolado correspondente à cor 7,5BG9-2 pertencente à folha 7,5BG.

```
Início
cd c:\Ensaio\Munsel75BG\Munsel
a=imread('75BG9-2.tif');r=a(:,:,1);
r=r(5:59,5:44);
g=a(:,:,2);
g=g(5:59,5:44);
b=a(:,:,3);
b=b(5:59,5:44);
r=double(r);
g=double(g);
b=double(b);
vt=[];
vtr=vt;
vtg=vt;
vtb=vt;
for i=1:40;
```

```

vtr=[vtr;(r(:,i))];
vtg=[vtg;(g(:,i))];
vtb=[vtb;(b(:,i))];
end;
dpr=std(vtr);
dpg=std(vtg);
dpb=std(vtb);
sr1=and(vtr>=(rmd-dpr),vtr<=(rmd+dpr));
sg1=and(vtg>=(gmd-dpg),vtg<=(gmd+dpg));
sb1=and(vtb>=(bmd-dpb),vtb<=(bmd+dpb));
tsr1=sum(sr1);
tsg1=sum(sg1);
tsb1=sum(sb1);
[l,c]=size(sr1);
rp=tsr1/l;
gp=tsg1/l;
bp=tsb1/l;
dados=[rp,gp,bp]
    dados1=[dados1;dados];

```

fim

Após isolar todos os valores percentuais da quantidade de R, G e B contidos dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão mais a média mais um desvio padrão, de cada padrão de uma mesma folha, uma outra rotina foi utilizada para armazenar, de maneira sequencial, esses dados em um arquivo ASCII que foi gravado dentro da pasta específica de cada folha. A rotina utilizada para esse procedimento foi:

Início

```
d=dados1
```

```
expvect('frequ.txt',d(:,1),d(:,2),d(:,3));
```

fim

Após esse procedimento, o arquivo ASCII gerado foi introduzido no programa computacional Excel para análise comparativa entre as imagens obtidas através das fotos com distâncias diferentes. A Tabela 4 apresenta os dados tabulados na planilha para os valores dos padrões isolados da folha 7,5BG do catálogo de Munsell:

Tabela 4 - Dados tabulados na planilha para os valores dos padrões isolados da folha 7,5BG do catálogo de Munsell

Classificação de Munsell			Sistema RGB						
H	V	L	R	G	B	R-1dp	G-1dp	B-1dp	
7.5	BG	9	2	213	240	239	66%	90%	64%
7.5	BG	8	2	189	215	214	73%	75%	82%
7.5	BG	8	4	166	219	217	83%	75%	58%
7.5	BG	7	2	165	189	189	60%	63%	65%
7.5	BG	7	4	141	194	193	88%	56%	65%
7.5	BG	7	6	115	197	196	63%	89%	71%
7.5	BG	7	8	69	201	200	71%	59%	68%
7.5	BG	6	2	140	164	164	59%	72%	68%
7.5	BG	6	4	116	169	169	72%	68%	63%
7.5	BG	6	6	84	172	173	71%	75%	79%
7.5	BG	6	8	0	176	177	86%	73%	74%
7.5	BG	5	2	116	140	140	69%	63%	62%
7.5	BG	5	4	93	143	144	94%	78%	77%
7.5	BG	5	6	55	147	149	65%	71%	71%
7.5	BG	5	8	0	150	154	100%	59%	78%
7.5	BG	5	10	0	153	159	100%	70%	66%
7.5	BG	4	2	93	115	116	76%	68%	65%
7.5	BG	4	4	86	118	121	72%	82%	84%
7.5	BG	4	6	0	122	126	100%	67%	56%
7.5	BG	4	8	0	125	131	100%	76%	67%
7.5	BG	3	2	70	91	92	73%	62%	64%
7.5	BG	3	4	36	94	98	100%	74%	67%
7.5	BG	3	6	0	97	103	100%	79%	85%
7.5	BG	3	8	0	99	107	100%	80%	75%
7.5	BG	2	2	50	68	69	95%	67%	73%
7.5	BG	2	4	4	70	75	100%	84%	72%
7.5	BG	2	6	0	73	80	100%	72%	68%

Onde,

H,L,V, significam a classificação de Munsell

R, G, B, significam os valores das cores no sistema RGB correspondentes ao sistema de Munsell

R-1dp, G-1dp e B-1dp, significam, respectivamente, o percentual de ocorrências que se encontram dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para as cores vermelho, verde e azul.

A terceira rotina gerou os gráficos da distribuição da frequência dos valores obtidos para cada nível da matriz após a digitalização das folhas do catálogo de Munsell e das fotos.

Foram feitas algumas comparações em relação à distribuição das frequências de alguns padrões da folha 5BG da digitalização do catálogo de Munsell e da digitalização das fotos obtidas nas 3 distâncias.

A rotina para esse procedimento foi:

```
Início
cd c:\Ensaio\Munsell75BG\Munsell
a=imread('75BG9-2.tif');
r=a(:,:,1);
r=r(5:59,5:44);
g=a(:,:,2);
g=g(5:59,5:44);
b=a(:,:,3);
b=b(5:59,5:44);
r=double(r);
g=double(g);
b=double(b);
rmd=mean(mean(r))
gmd=mean(mean(g))
bmd=mean(mean(b))
vt=[];
vtr=vt;
vtg=vt;
```

```

vtb=vt;
for i=1:40;
vtr=[vtr;r(:,i)];
vtg=[vtg;(g(:,i))];
vtb=[vtb;(b(:,i))];
end;
b=ismember(vtr,0);
vtr=vtr+b;
b=ismember(vtg,0);
vtg=vtg+b;
b=ismember(vtb,0);
vtb=vtb+b;
figure
hold
rt=tabulate(vtr);
rt=rt(:,3);
plot(rt,'r-');
gt=tabulate(vtg);
gt=gt(:,3);
plot(gt,'g-');
bt=tabulate(vtb);
bt=bt(:,3);
plot(bt,'b-');
axis([0 256 0 50])
fim

```

Para a análise comparativa das imagens digitalizadas das fotos e das imagens digitalizadas das folhas catálogo de Munsell, foram montadas 4 planilhas no programa computacional Excel, onde, foram criados os seguintes campos:

N, que significa número de ordem.

H, L, e V são os valores do padrão Munsell

R, G e B – São os respectivos valores na classificação RGB.

R+G+B; - é o resultado da soma dos valores das três cores no sistema de Helmholtz correspondente ao sistema de Munsell. Este campo foi criado para que os

valores da planilha pudessem ser organizados de acordo com a luminosidade de cada cor; da cor mais escura para a cor mais luminosa.

Rmd, Gmd, e Bmd, que significam, respectivamente os valores médios encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão.

Rmx, Gmx, e Bmx, que significam, respectivamente os valores máximos encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão.

Rmn, Gmn, e Bmn, que significam, respectivamente os valores mínimos encontrados para as cores vermelho, verde e azul de cada padrão.

Rdp, Gdp e Bdp, que significam, os desvios padrão para as cores vermelho, verde e azul.

Amp-R, Amp-G e Amp-B, que são respectivamente os valores das amplitudes encontradas em cada nível de cada padrão.

rm+1dpr, gm+1dpg e bm+1dpb representam respectivamente o percentual de valores encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão.

A Tabela 5 apresenta a planilha da folha 7,5BG obtida da digitalização da folha do catálogo de Munsell.

A partir dos dados tabulados no programa computacional Excel, foram criados gráficos comparativos para análise dos valores obtidos.

Os gráficos criados foram:

Comparação entre os valores de R, G e B relativos aos valores correspondentes à classificação de Munsell e os valores encontrados, para a série toda, para as 30 cores mais escuras e para as 30 cores mais claras.

Percentual de valores dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão.

Distribuição da frequência dos valores de R, G e B, para alguns padrões isolados da folha 5BG do padrão de Munsell.

Tabela 5 - Planilha gerada para análise, no programa computacional Excel, referente aos dados da folha 7,5BG da digitalização do catálogo de Munsell.

Número de ordem	Classificação de Munsell			Padrão RGB				Dados obtidos a partir dos padrões isolados																		
	N	H	BG	V	L	R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd	Rmx	Gmx	Bmx	Rmn	Gmn	Bmn	Rdp	Gdp	Bdp	amp-r	amp-g	amp-b	rm+1dpr	gm+1dpc
1	7.5	BG	9	2	213	240	239	234	209	254	254	219	255	255	188	235	237	2	1	1	31	20	18	66%	90%	64%
2	7.5	BG	8	2	189	215	214	209	175	219	220	185	228	229	158	188	179	2	2	3	27	40	50	73%	75%	82%
3	7.5	BG	8	4	166	219	217	207	145	231	218	159	240	227	134	206	198	2	2	2	25	34	29	83%	75%	58%
4	7.5	BG	7	2	165	189	189	184	139	182	182	149	189	188	124	161	167	2	2	2	25	28	21	60%	63%	65%
5	7.5	BG	7	4	141	194	193	183	109	194	182	161	213	208	103	179	129	3	2	2	58	34	79	88%	56%	65%
6	7.5	BG	7	6	115	197	196	180	87	207	185	109	216	194	75	127	126	2	2	3	34	89	68	63%	89%	71%
7	7.5	BG	7	8	69	201	200	173	57	214	178	91	222	188	49	205	169	3	3	3	42	17	19	71%	59%	68%
8	7.5	BG	6	2	140	164	164	159	109	151	151	124	156	158	101	144	143	1	2	2	23	12	15	59%	72%	68%
9	7.5	BG	6	4	116	169	169	158	79	161	148	105	176	167	71	152	140	2	2	2	34	24	27	72%	68%	63%
10	7.5	BG	6	6	84	172	173	154	46	171	148	75	177	157	37	156	133	3	2	2	38	21	24	71%	75%	79%
11	7.5	BG	6	8	0	176	177	139	3	183	147	49	190	160	0	169	133	5	2	2	49	21	27	86%	73%	74%
12	7.5	BG	5	2	116	140	140	135	80	114	116	97	125	128	73	107	107	2	2	2	24	18	21	69%	63%	62%
13	7.5	BG	5	4	93	143	144	133	52	123	116	152	182	163	38	113	106	3	2	2	114	69	57	94%	78%	77%
14	7.5	BG	5	6	55	147	149	128	13	136	117	103	150	132	0	126	110	6	2	2	103	24	22	65%	71%	71%
15	7.5	BG	5	8	0	150	154	119	0	150	117	70	162	144	0	142	111	1	1	2	70	20	33	100%	59%	78%
16	7.5	BG	5	10	0	153	159	122	0	146	110	19	169	138	0	137	105	0	2	2	19	32	33	100%	70%	66%
17	7.5	BG	4	2	93	115	116	111	50	85	87	89	112	116	42	75	79	3	2	2	47	37	37	76%	68%	65%
18	7.5	BG	4	4	86	118	121	112	16	93	88	86	135	126	0	85	79	5	2	2	86	50	47	72%	82%	84%
19	7.5	BG	4	6	0	122	126	97	0	104	88	34	116	107	0	98	80	1	2	2	34	18	27	100%	67%	56%
20	7.5	BG	4	8	0	125	131	100	0	114	83	0	128	103	0	101	76	0	1	2	0	27	27	100%	76%	67%
21	7.5	BG	3	2	70	91	92	87	20	53	57	74	95	99	5	48	50	5	2	2	69	47	49	73%	62%	64%
22	7.5	BG	3	4	36	94	98	83	0	63	58	68	105	106	0	55	51	1	3	3	68	50	55	100%	74%	67%
23	7.5	BG	3	6	0	97	103	78	0	72	56	4	95	81	0	65	50	0	1	2	4	30	31	100%	79%	85%
24	7.5	BG	3	8	0	99	107	80	0	81	51	8	113	93	0	76	43	0	1	2	8	37	50	100%	80%	75%
25	7.5	BG	2	2	50	68	69	64	0	24	28	76	78	73	0	12	17	2	4	3	76	66	56	95%	67%	73%
26	7.5	BG	2	4	4	70	75	57	0	33	24	0	60	51	0	26	6	0	3	4	0	34	45	100%	84%	72%
27	7.5	BG	2	6	0	73	80	59	0	44	21	0	75	54	0	33	4	0	3	5	0	42	50	100%	72%	68%

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Processamento da Imagem do Padrão Munsell

O processo de digitalização, de uma maneira geral, rebaixa a luminosidade das cores, ou seja torna-as mais escuras, o que, no sistema RGB significa rebaixar o valor dos parâmetros. Isto é observado para todas as cores analisadas ao longo deste trabalho.

Os padrões foram classificados de acordo com a luminosidade da cor, que corresponde à soma dos valores dos parâmetros R, G e B multiplicados, respectivamente, pelo fator de contribuição de cada parâmetro na luminosidade da cor. Assim, a luminosidade da cor (R+G+B) é igual a $R \times 0,21 + G \times 0,68 + B \times 0,11$. Portanto, temos as cores classificadas das mais escuras para as mais luminosas, ou seja, do menor valor da soma ponderada de R, G e B para o maior valor.

As Figuras 11, 12 e 13 apresentam gráficos com a comparação entre o valor de cada parâmetro R, G e B encontrados a partir da conversão do sistema de Munsell para o sistema RGB, e os valores médios desses parâmetros, encontrados após o processamento da imagem obtida diretamente da digitalização do padrão de Munsell.

Nas três situações, é nítida a relação entre o valor real e a média encontrada, relação esta, que se torna mais estreita conforme a cor se torna mais clara. Quando analisadas as cores mais escuras, é notado que o parâmetro observado aproxima-se de seu valor real sempre que a sua participação na composição da cor é mais significativa.

Essa aproximação se apresenta mais intensamente na cor verde, que é a componente encontrada em todas as folhas analisadas segundo a classificação de Munsell. Porém, nos três casos, a distância diminui conforme a cor se torna clara, evidenciado nos gráficos das Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19 respectivamente os valores dos parâmetros R, G e B dos 30 padrões isolados mais escuros e dos 30 padrões isolados mais claros.

Nas Figuras 20, 21 e 22, estão respectivamente apresentadas a porcentagem de eventos situados entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão de cada padrão isolado, dos parâmetros R, G e B.

Observa-se que, enquanto as cores se tornam mais claras, esse valor tende a se confinar na faixa de 60% a 80%, para os três parâmetros.

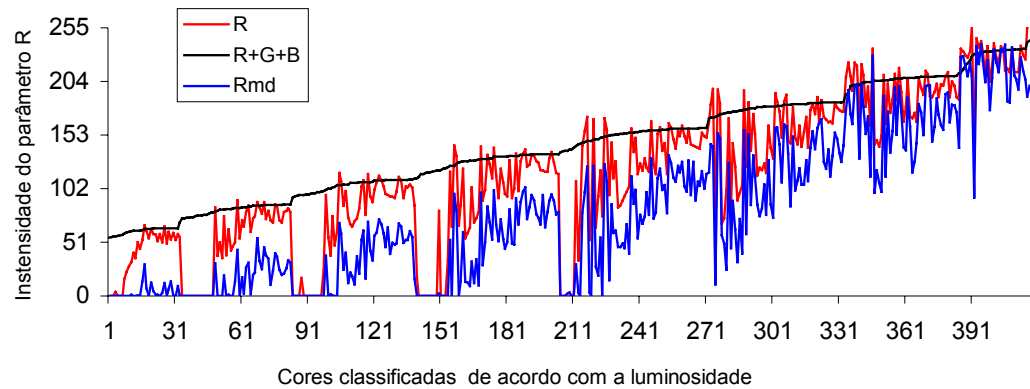


Fig. 11 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R conforme a luminosidade da cor, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell.

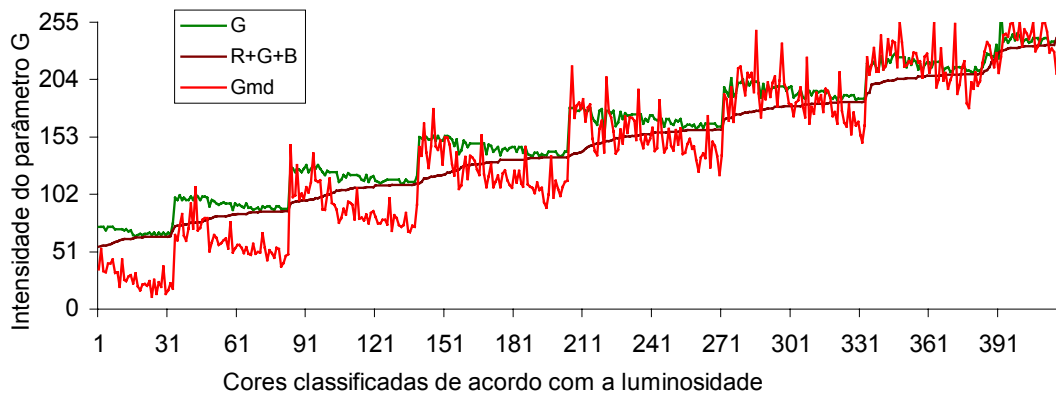


Fig. 12 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G conforme a luminosidade da cor, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell.

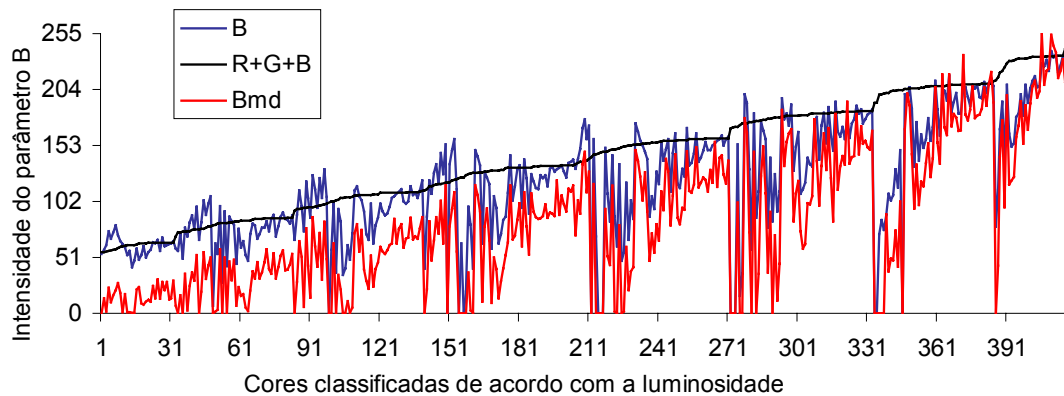


Fig. 13 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B conforme a luminosidade da cor, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell.

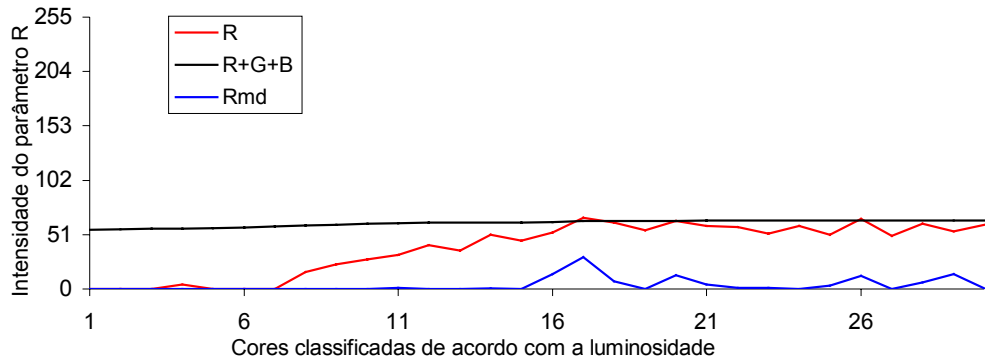


Fig. 14 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R conforme a luminosidade da cor, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell, para as 30 cores mais escuras.

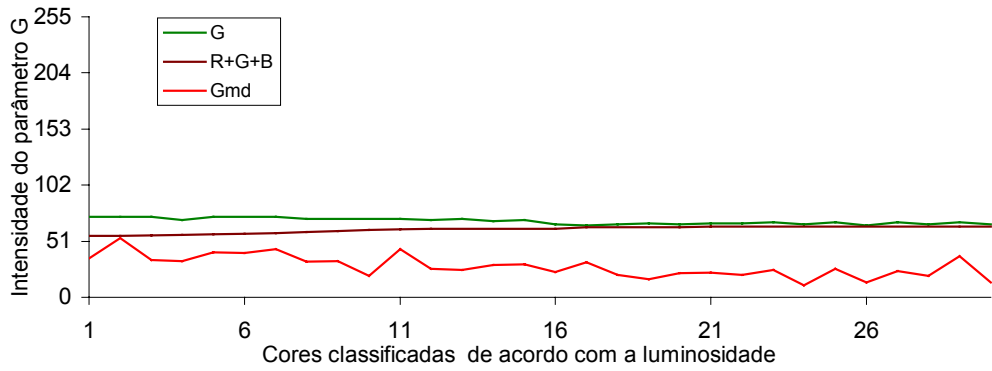


Fig. 15 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G conforme a luminosidade da cor, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell, para as 30 cores mais escuras.

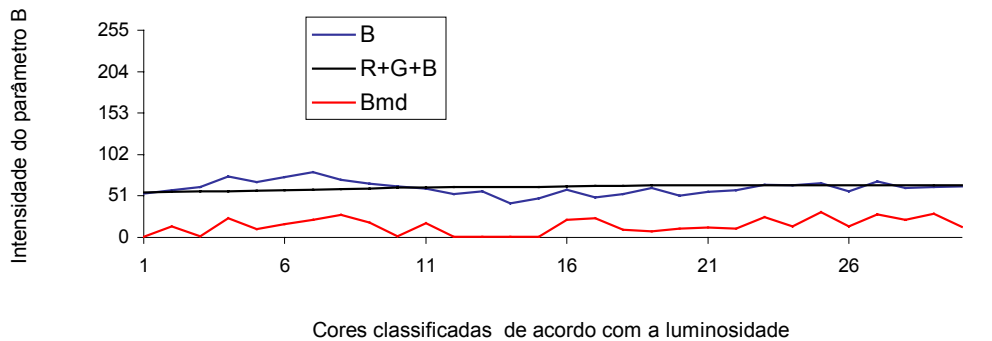


Fig. 16 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B conforme a luminosidade da cor, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell, para as 30 cores mais escuras.

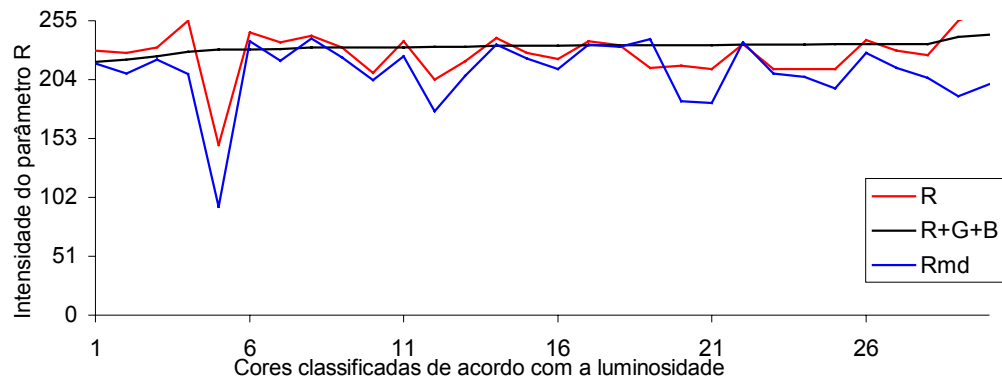


Fig. 17 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R conforme a luminosidade da cor, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell, para as 30 cores mais claras.

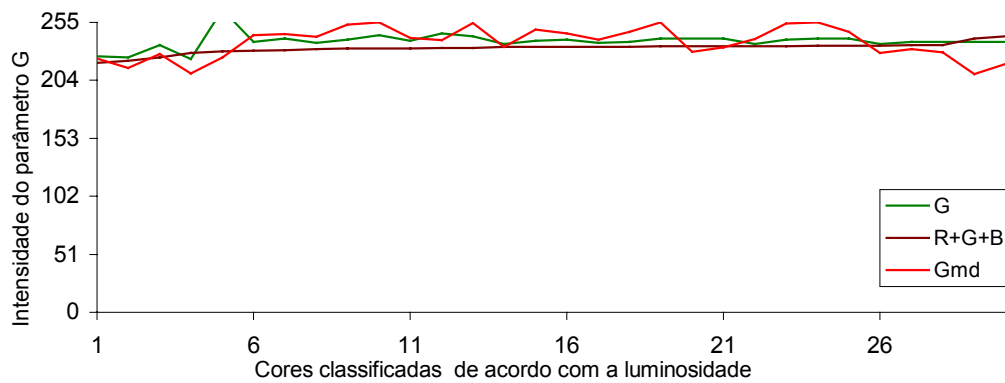


Fig. 18 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G conforme a luminosidade da cor, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell, para as 30 cores mais claras.

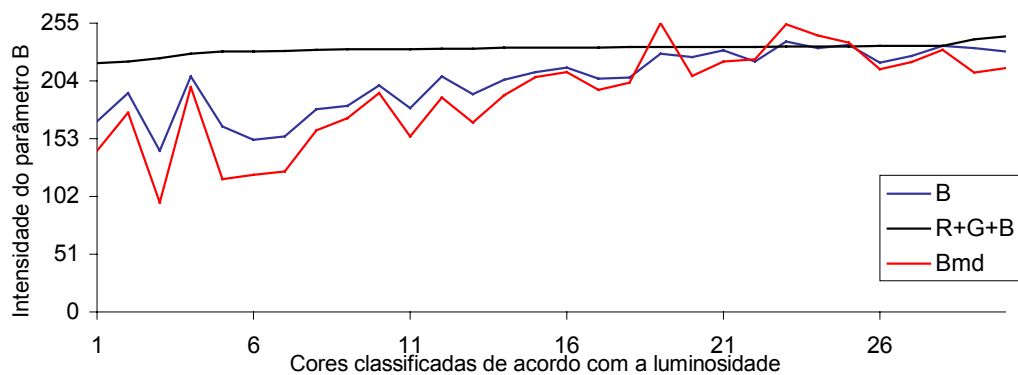


Fig. 19 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B conforme a luminosidade da cor, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B após o processamento da digitalização do catálogo de Munsell, para as 30 cores mais claras.

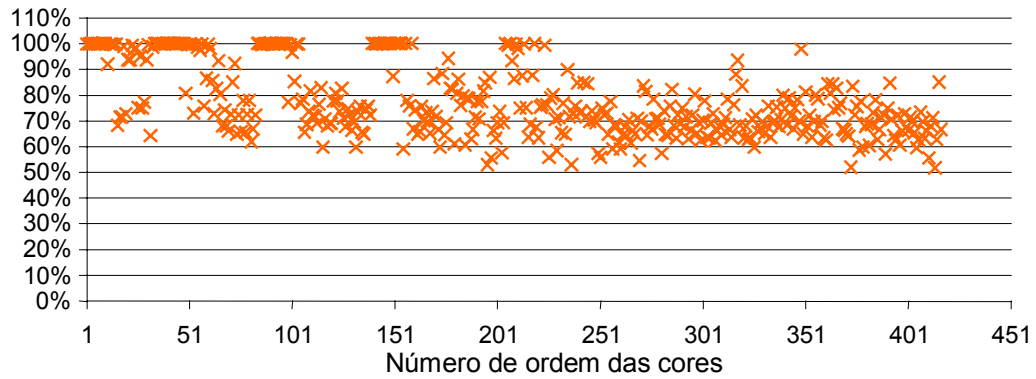


Fig. 20 – Percentual de valores do parâmetro R encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização do catálogo de Munsell.

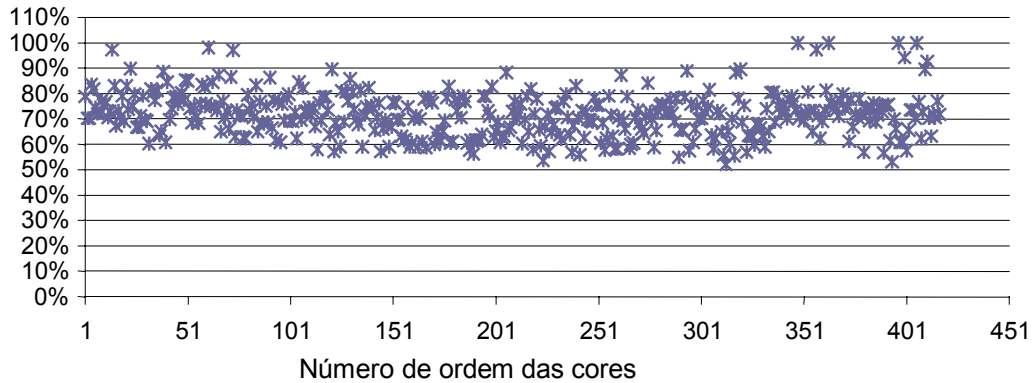


Fig. 21 – Percentual de valores do parâmetro G encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização do catálogo de Munsell.

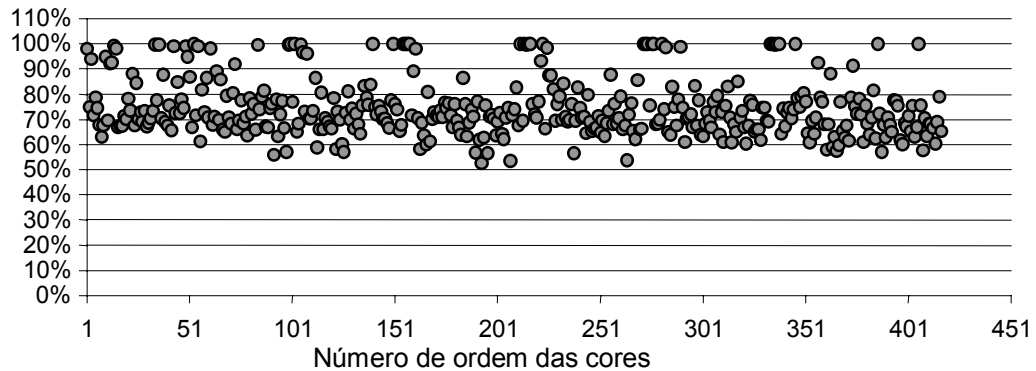


Fig. 22 – Percentual de valores do parâmetro B encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização do catálogo de Munsell.

Analisando-se a planilha “Munsell-RGB” no Anexo (item 8.1), nota-se que a medida que o valor do parâmetro V da escala de Munsell é reduzido, ou seja, a cor perde intensidade, a frequência de eventos da cor vermelha próxima à média se aproxima de 100%. A contribuição da saturação, valor de L na escala de Munsell, também contribui nesse sentido.

Isso decorre de que, quando da diminuição da luminosidade, o valor de cada componente tende a zero, diminuindo a amplitude dos eventos, visto ser esta escala limitada em zero. O aumento da saturação, faz com que a cor seja melhor identificada e, neste caso tende a diminuir o valor do parâmetro R, cor vermelha, contribuindo para que a frequência de eventos se aproxime da média, pois, de acordo com a classificação de Munsell, nenhum dos padrões analisados possui essa componente.

O mesmo ocorre com a cor azul, porém distribuído ao longo de toda a gama de intensidade de cor, e não concentrado apenas nas cores escuras.

A distribuição das frequências apresentou, para a digitalização direta do padrão de Munsell, uma alta concentração dos valores próximos à média e uma pequena amplitude, em todos os níveis de luminosidade das cores, conforme as Figuras 23, 24, 25, 26, 27 e 28, que mostram também os valores de R, G e B correspondentes ao padrão de Munsell e a média encontrada, demonstrando uma boa capacidade, verificada neste método, de identificar a cor e de distinguí-la de outras.

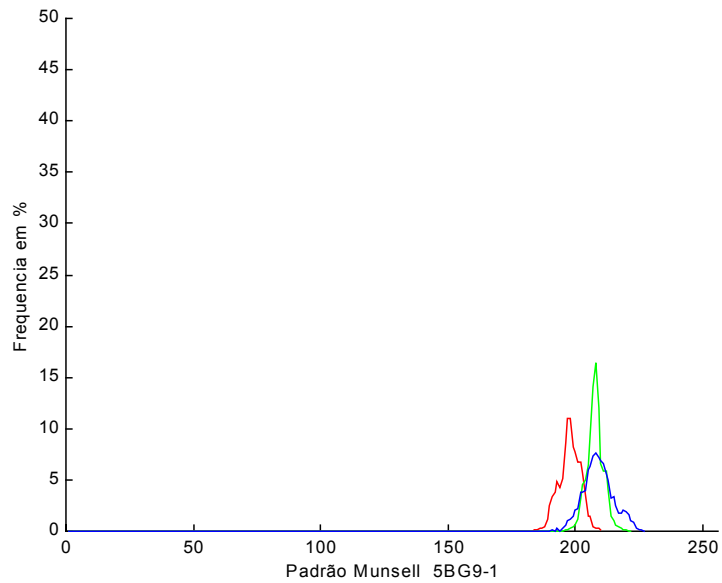


Fig. 23 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG9-1 digitalizado do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
225	238	235	235	206	229	232

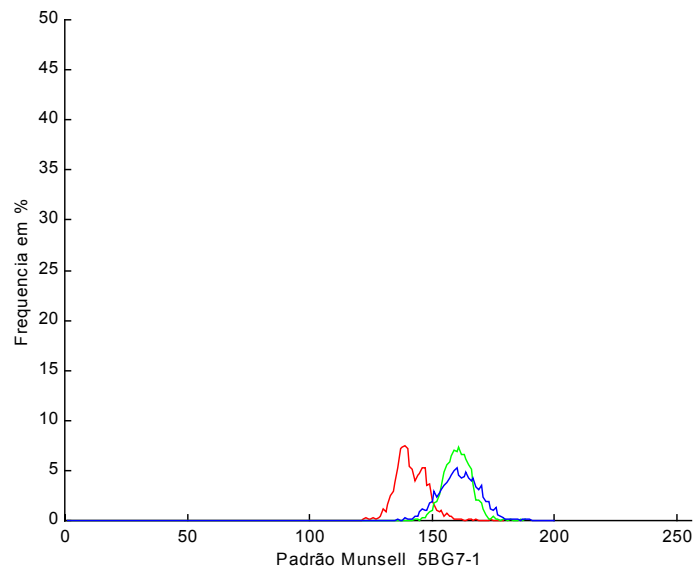


Fig. 24 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG7-1 digitalizado do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
175	187	186	184	143	163	166

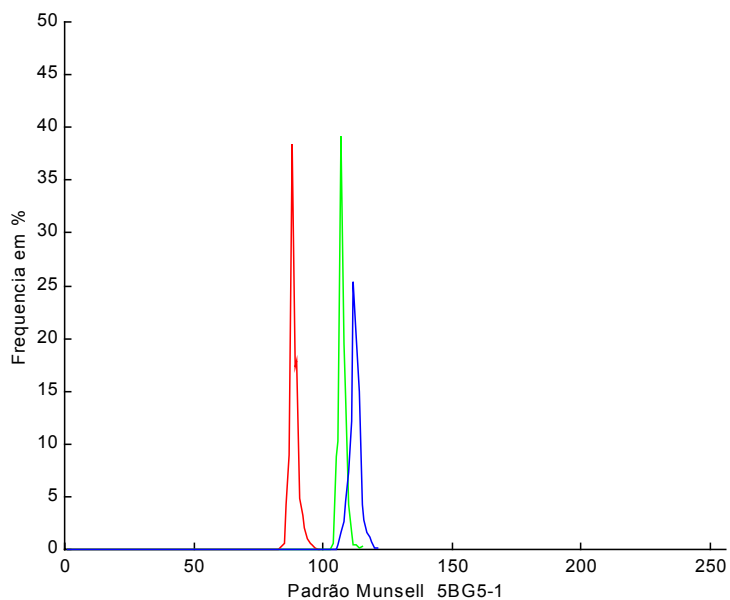


Fig. 25 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG5-1 digitalizado do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
127	137	137	135	90	109	114

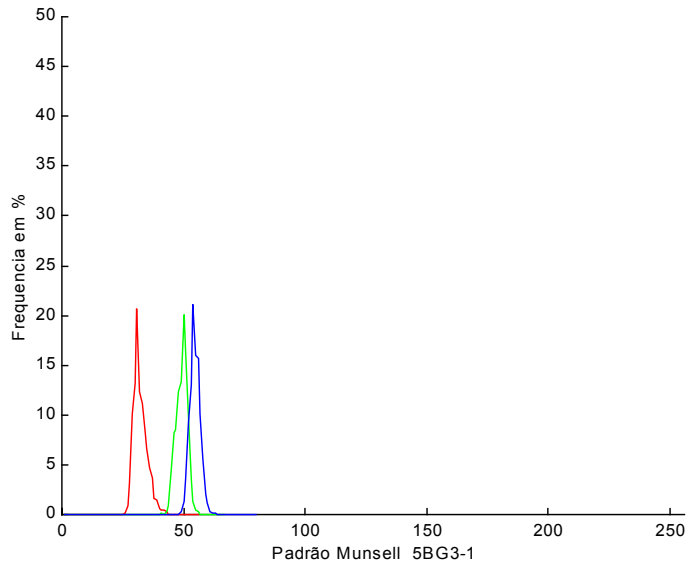


Fig. 26 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG3-1 digitalizado do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
80	89	89	87	32	49	54

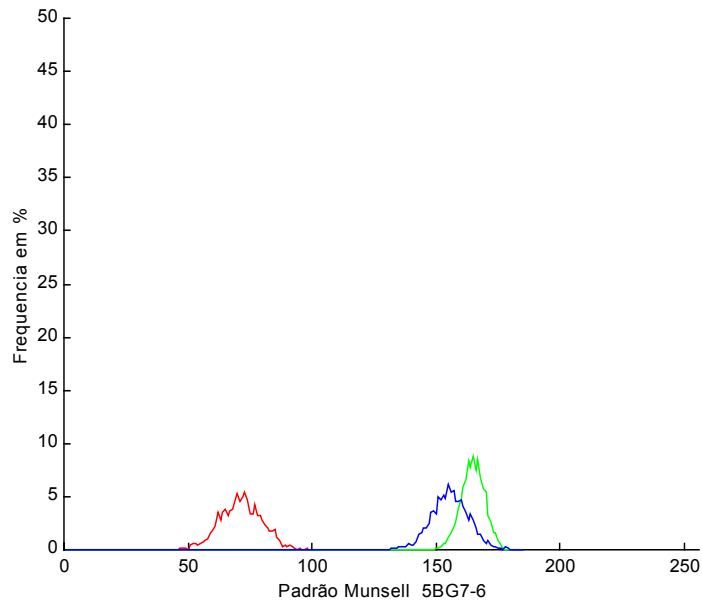


Fig. 27 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG7-6 digitalizado do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
117	198	190	180	77	200	168

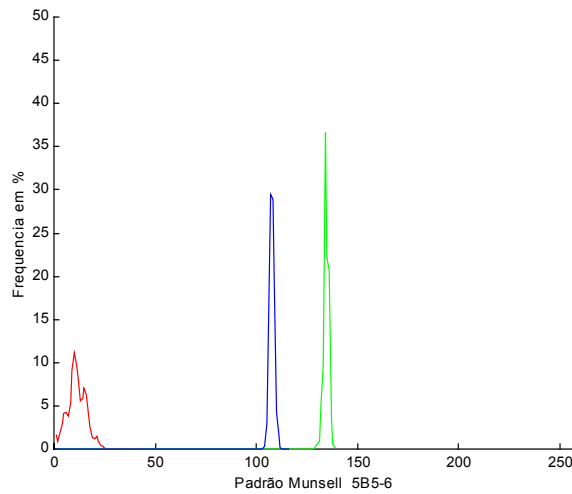


Fig. 28 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5B5-6 digitalizado do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
60	147	143	128	13	135	108

4.2.1. Distância Entre Objeto e Máquina Fotográfica de 50 cm

O processo de digitalização de fotografias obtidas a 50 cm de distância, mostrou um maior rebaixamento na luminosidade das cores em relação à digitalização diretamente do padrão de Munsell, como mostra os gráficos das Figuras 29, 30 e 31

Comparando-se a relação com as cores mais claras, observamos, como na digitalização diretamente do padrão de Munsell, uma grande aproximação dos valores médios encontrados com valores reais de R, G, e B, porém inferior àquela obtida da digitalização diretamente do padrão. No entanto, é nítido, nos dois casos, o paralelismo da curva encontrada, mostrando que, apesar do rebaixamento da cor, existe uma íntima relação entre o valor real e o valor obtido neste processo. Também neste caso, a aproximação do valor observado com o valor real é maior para as cores mais luminosas. Como mostra os gráficos das Figuras 32, 33, 34, 35, 36 e 37.

Observa-se, na planilha anexa, que a cor vermelha, ausente em todos os padrões escolhidos segundo a classificação de Munsell, torna-se menos expressiva conforme a saturação aumenta e a intensidade diminui.

A concentração de valores compreendido entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão apresenta-se maior, notadamente para as cor verde, evidenciada nos gráficos das Figuras 38 39 e 40.

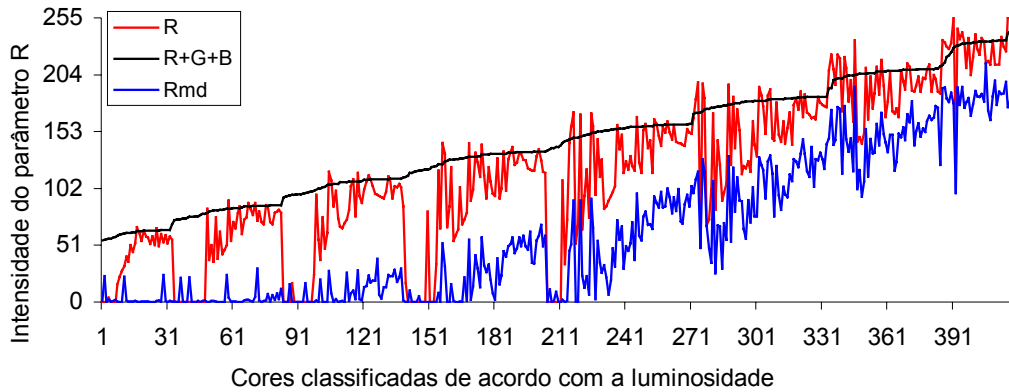


Fig. 29 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R

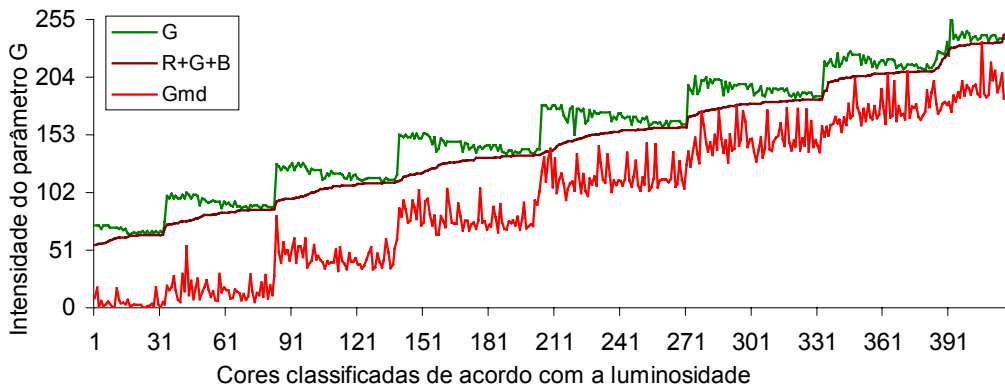


Fig. 30 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G

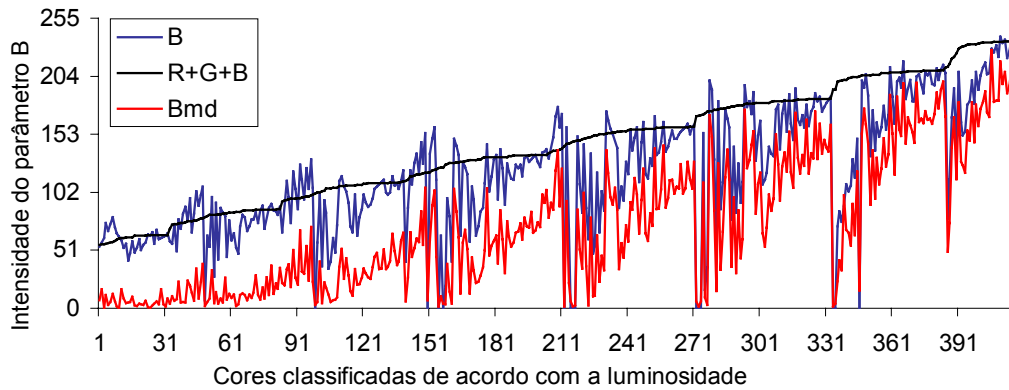


Fig. 31 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B

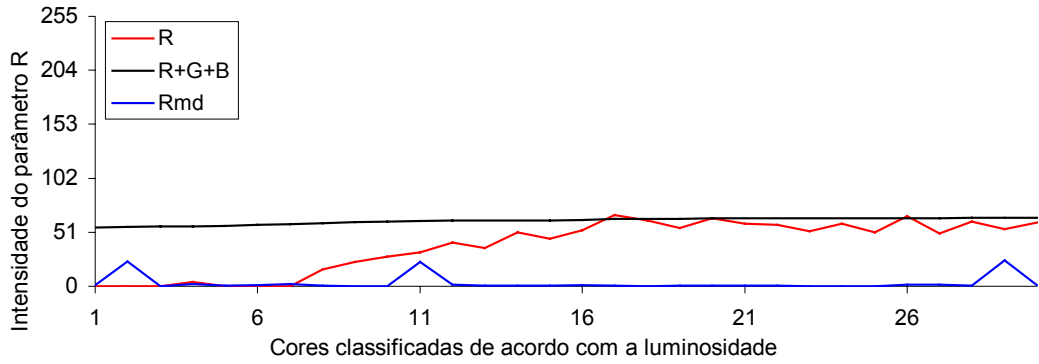


Fig. 32 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R, para as 30 cores mais escuras.

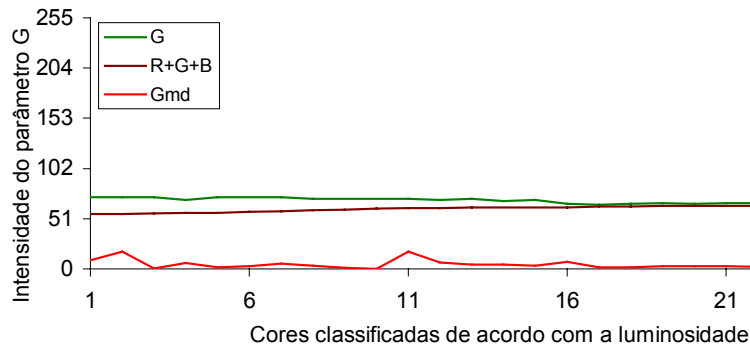


Fig. 33 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G, para as 30 cores mais escuras.

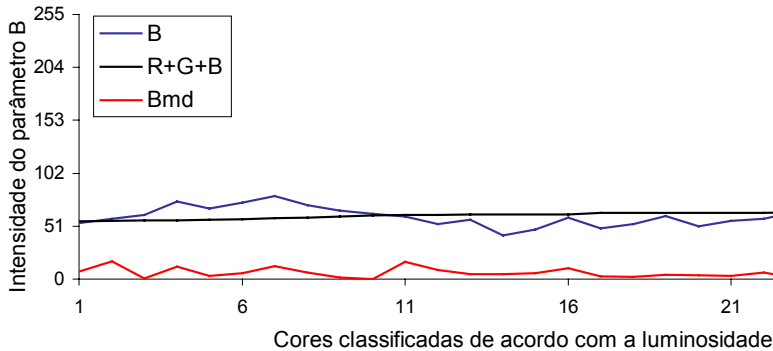


Fig. 34 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B, para as 30 cores mais escuras.

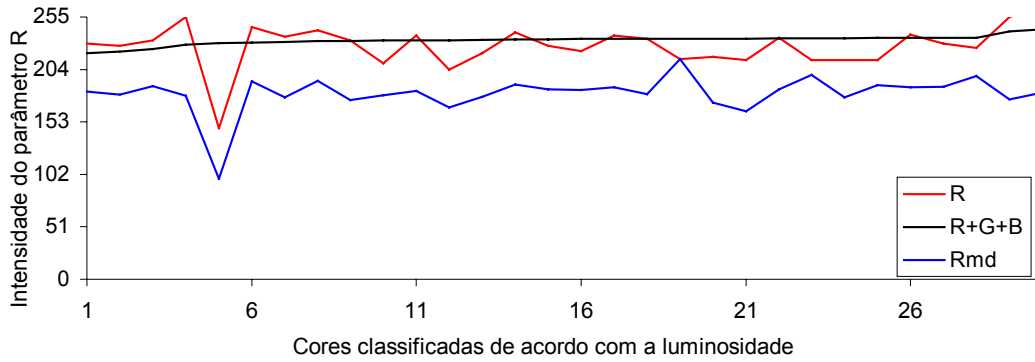


Fig. 35 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R, para as 30 cores mais claras.

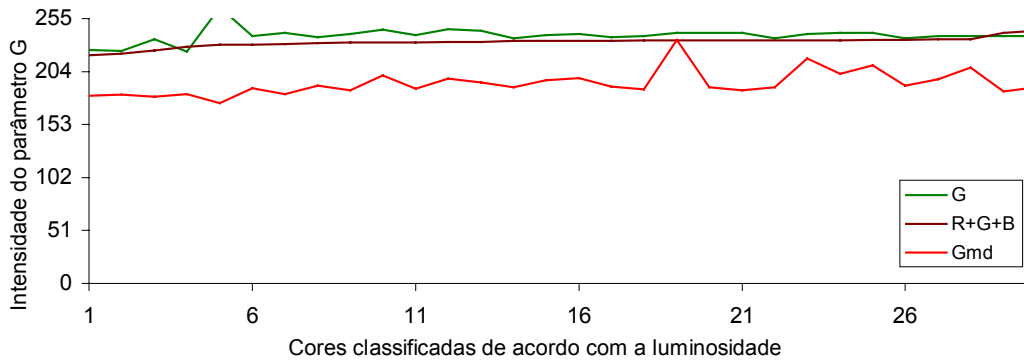


Fig. 36 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G, para as 30 cores mais claras.

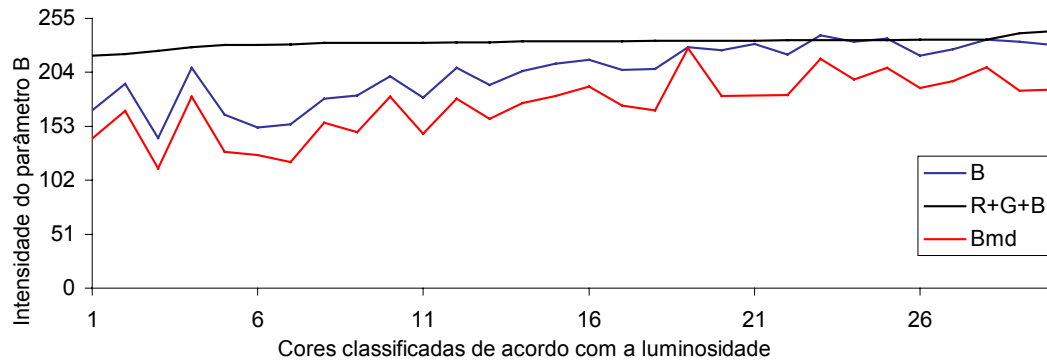


Fig. 37 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B, para as 30 cores mais claras.

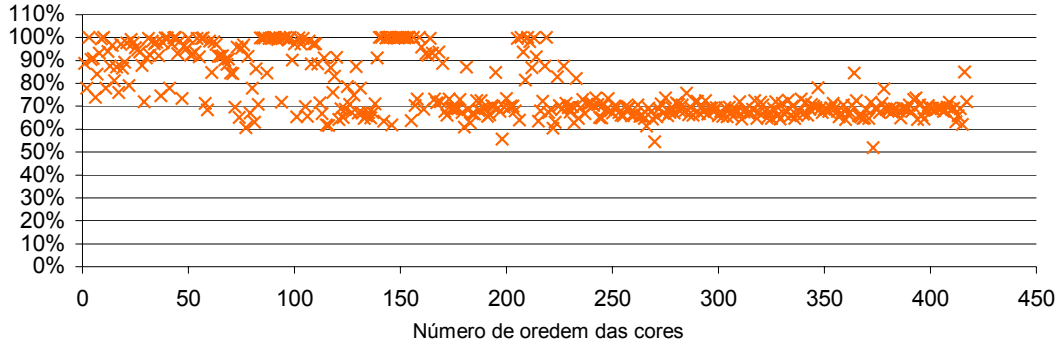


Fig. 38 – Percentual de valores do parâmetro R encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm.

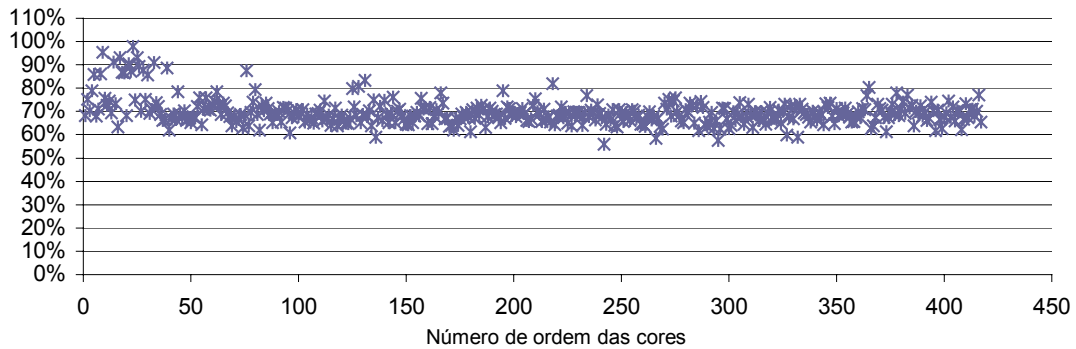


Fig. 39 – Percentual de valores do parâmetro B encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm.

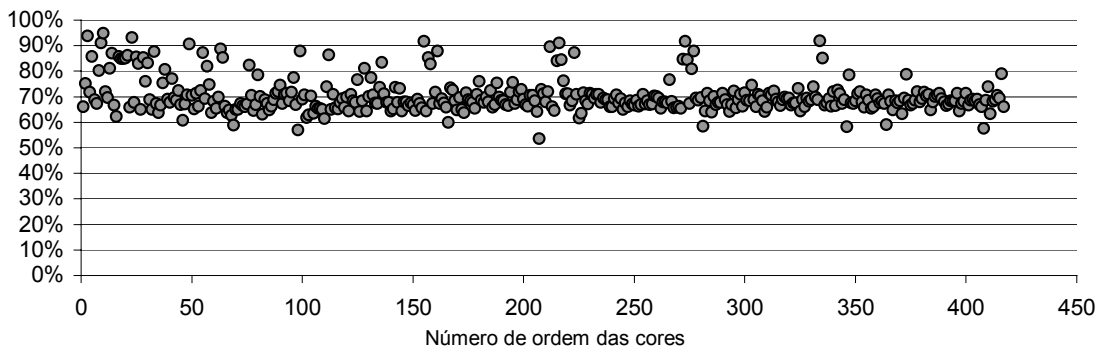


Fig. 40 – Percentual de valores do parâmetro B encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 50 cm.

É também observado que, na digitalização da foto a 50 cm de distância, a amplitude dos valores é, de maneira geral, maior que a amplitude observada a partir da digitalização diretamente do catálogo de Munsell, no entanto, a distribuição dos eventos mantém-se normal. Isto pode ser explicado pelo fato de o processo de fotografia e revelação criar um padrão de cor menos regular que o padrão de Munsell, como mostra os gráficos das figuras 41, 42, 43, 44, 45 e 46.

A cor verde apresenta-se freqüentemente com menor amplitude e maior freqüência próxima à média, provavelmente por ser a cor predominante nos padrões selecionados.

Há que ser considerado, que neste caso, o número de “pixels” analisados para cada padrão, é igual ao número de “pixels” analisados para a digitalização direta do padrão de Munsell.

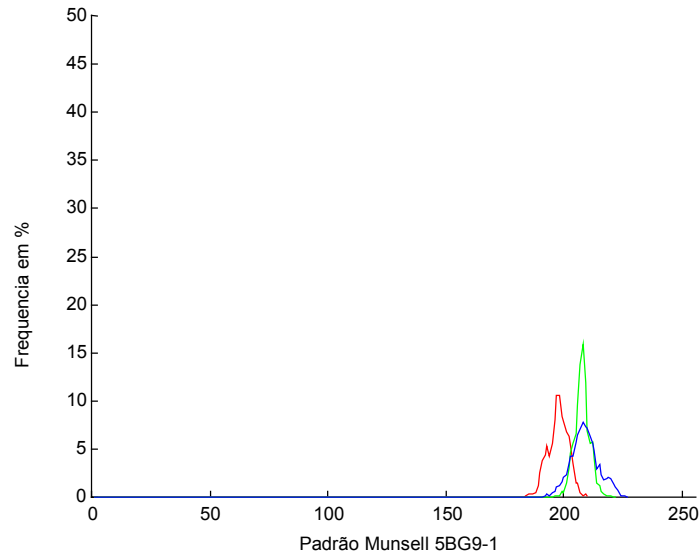


Fig. 41 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG9-1 digitalizado da foto a 50 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
225	238	235	235	198	208	209

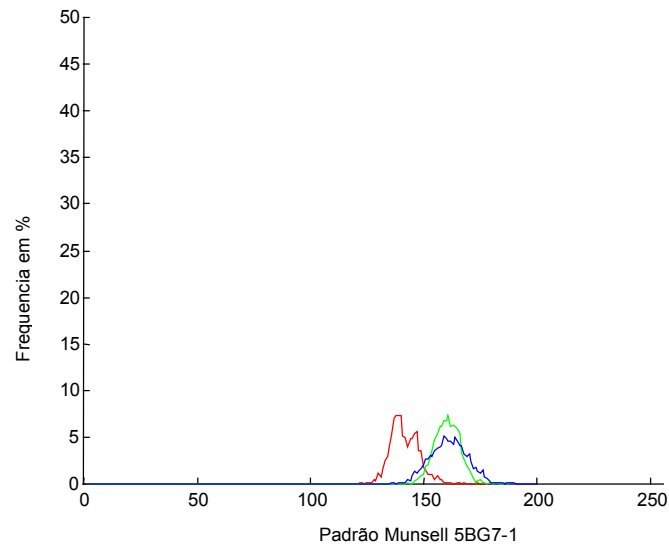


Fig. 42 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG7-1 digitalizado da foto a 50 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
175	187	186	184	142	161	161

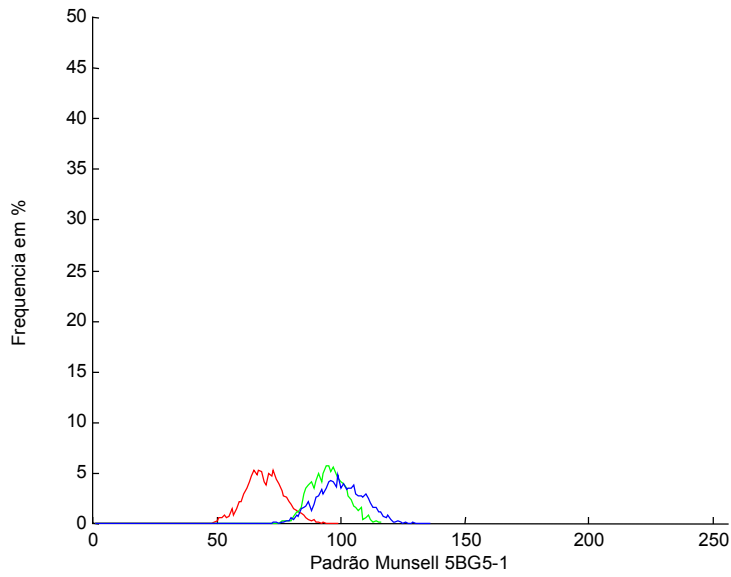


Fig. 43 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG5-1 digitalizado da foto a 50 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
127	137	137	135	69	95	100

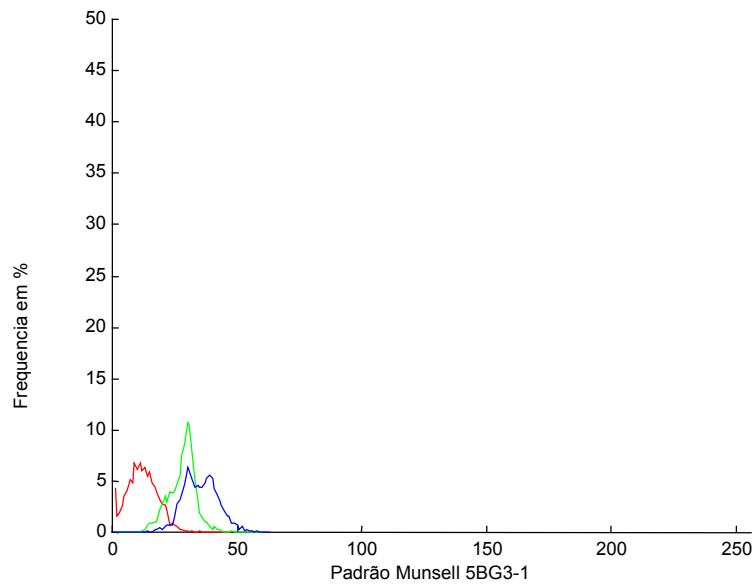


Fig. 44 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG3-1 digitalizado da foto a 50 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
80	89	89	87	12	28	35

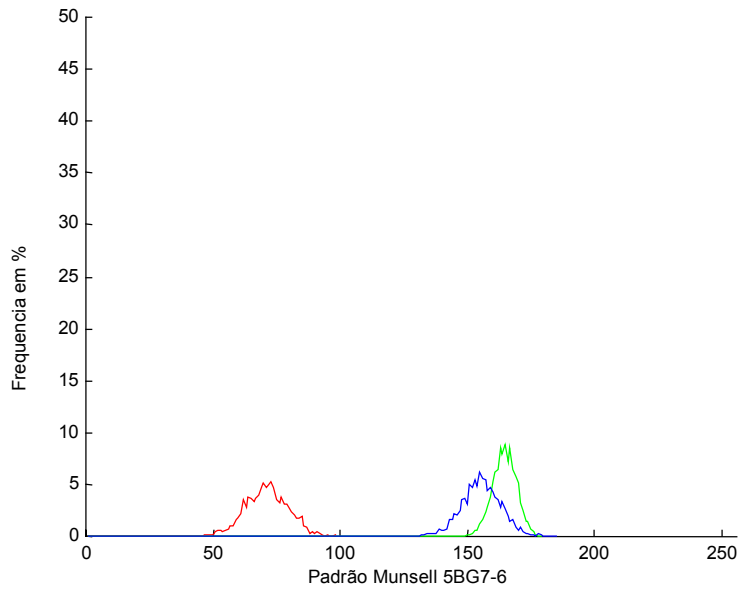


Fig. 45 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG7-6 digitalizado da foto a 50 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
117	198	190	180	71	165	155

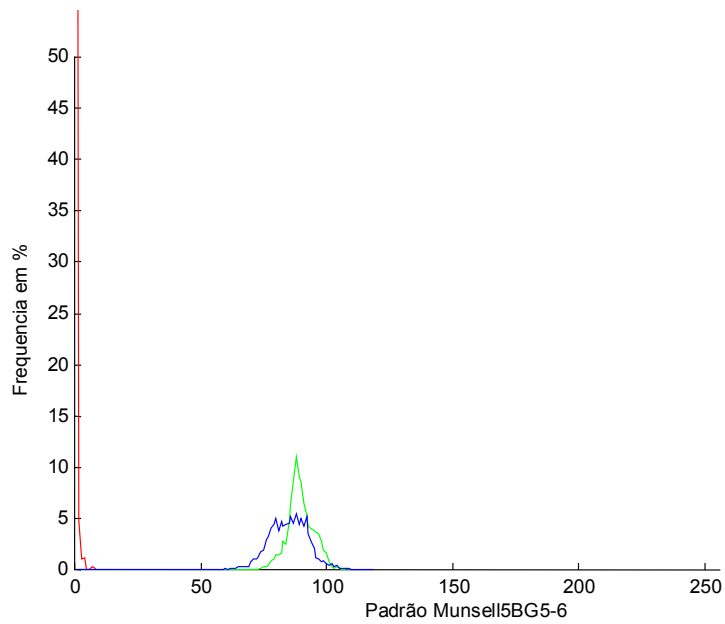


Fig. 46 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG5-6 digitalizado da foto a 50 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
60	147	143	128	0	90	85

4.2.2. Distância Entre Objeto e Máquina Fotográfica de 75 cm

Para a digitalização das fotos obtidas a uma distância de 75 cm, o rebaixamento da luminosidade das cores foi menor que o observado a para as fotos obtidas a 50 cm de distância.

A diferença entre os valores esperados e os valores encontrados também diminuiu com o aumento da luminosidade da cor, como mostra os gráficos das Figuras 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 e 55. Verifica-se uma maior concentração de eventos situados entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão, verificados nos gráficos das Figuras 56, 57 e 58.

A amplitude dos valores mostrou-se maior, conseqüentemente não observa-se valores com altas freqüências,

A distribuição de freqüência apresenta alguns sinais de afastamento de uma distribuição normal, como mostram as Figuras 59, 60, 61, 62, 63 e 64, o que pode ser explicado pela drástica diminuição dos eventos, com a redução do espaço amostral.

A cor verde, de uma maneira geral, mantém-se com as menores amplitudes.

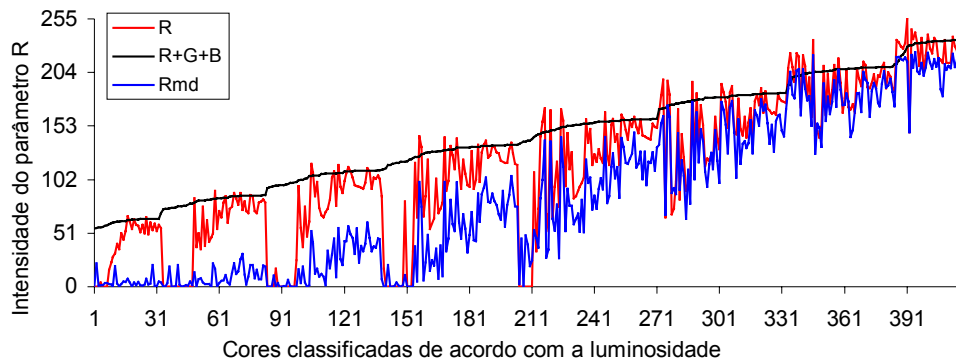


Fig. 47 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R.

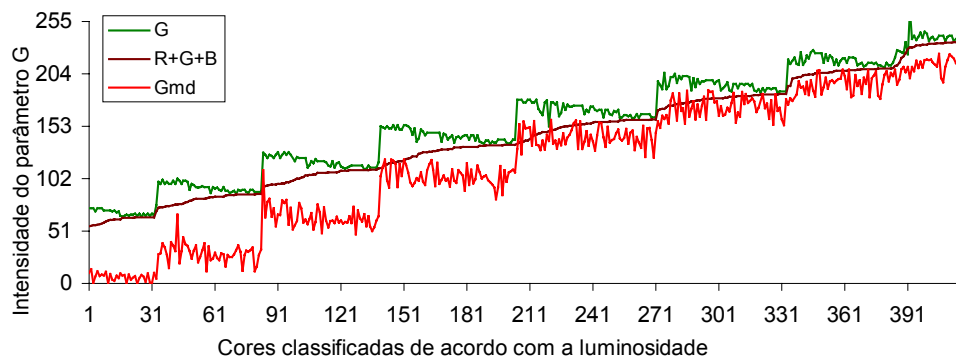


Fig. 48 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G.

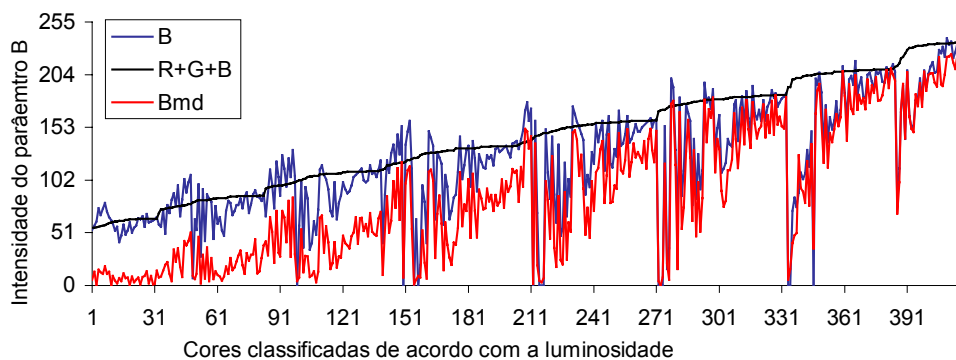


Fig. 49 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B.

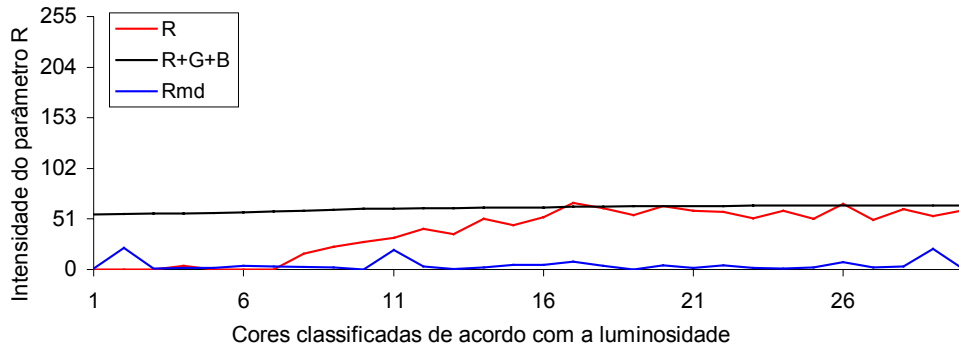


Fig. 50 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R, para as 30 cores mais escuras.

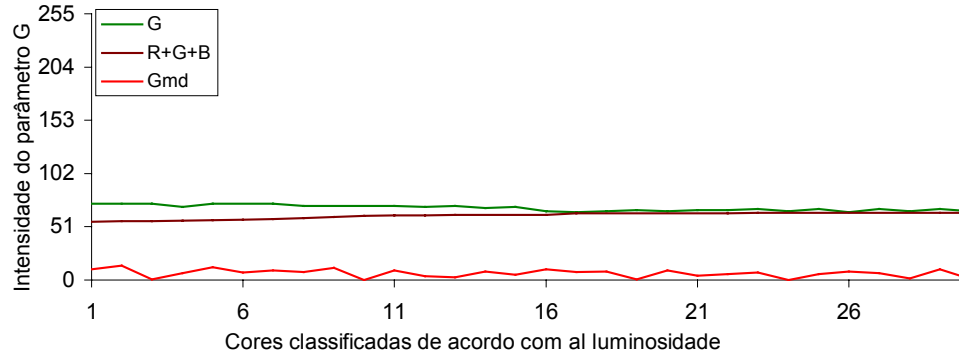


Fig. 51 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G, para as 30 cores mais escuras.

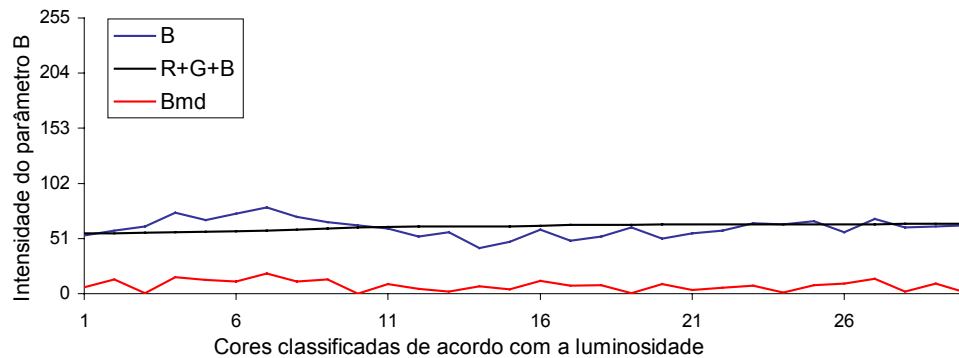


Fig. 52 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B, para as 30 cores mais escuras.

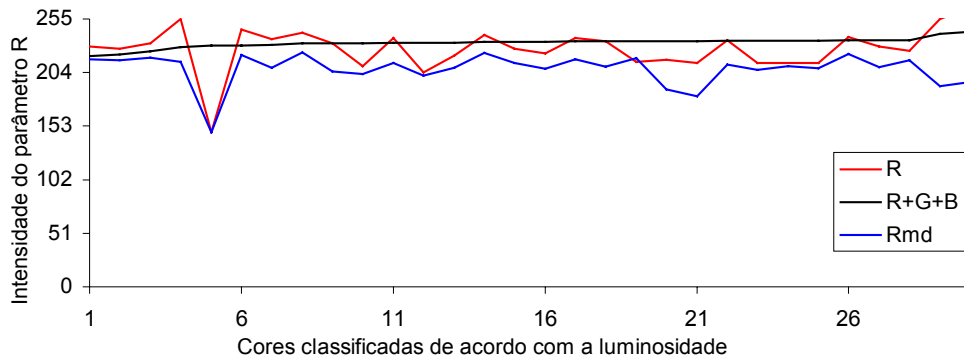


Fig. 53 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R, para as 30 cores mais claras.

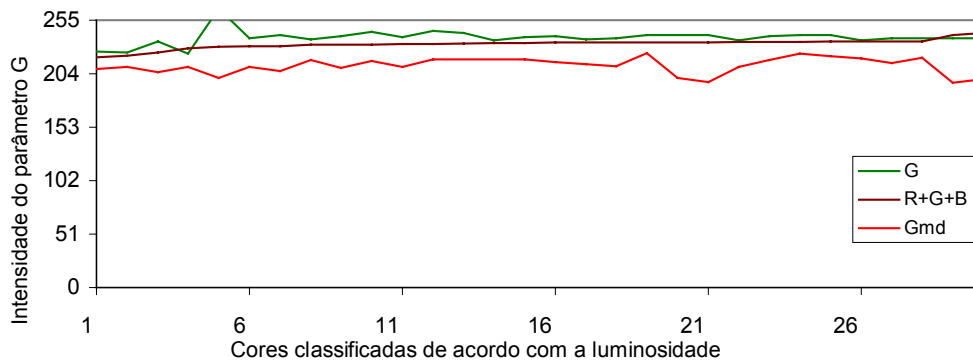


Fig. 54 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G, para as 30 cores mais claras.

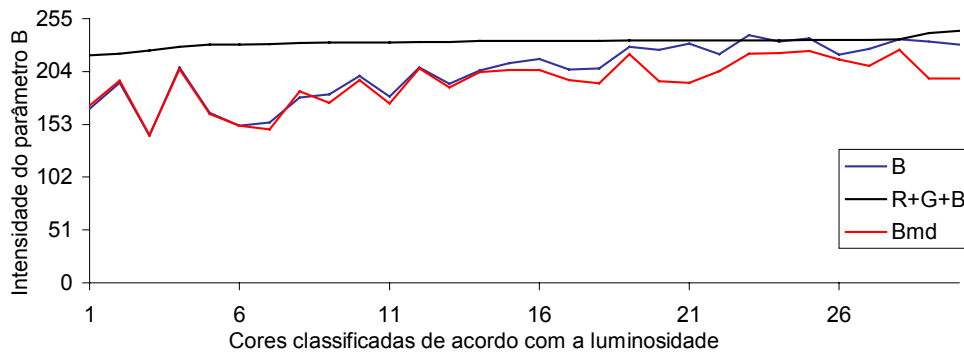


Fig. 55 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B, para as 30 cores mais claras.

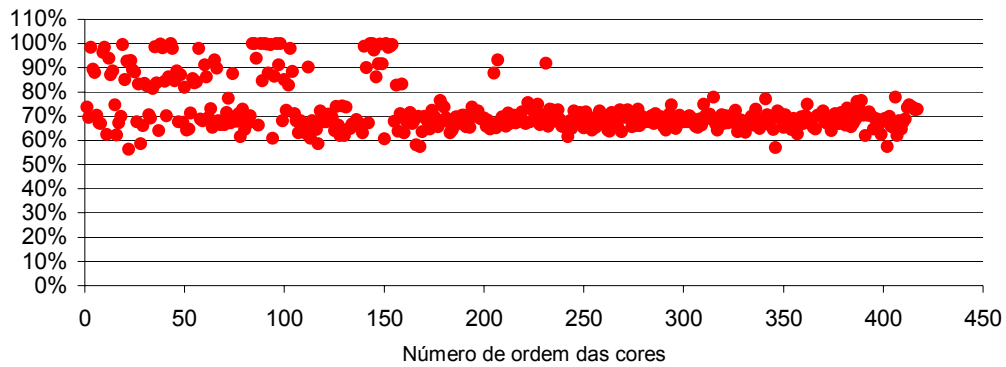


Fig. 56 – Percentual de valores do parâmetro R encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm.

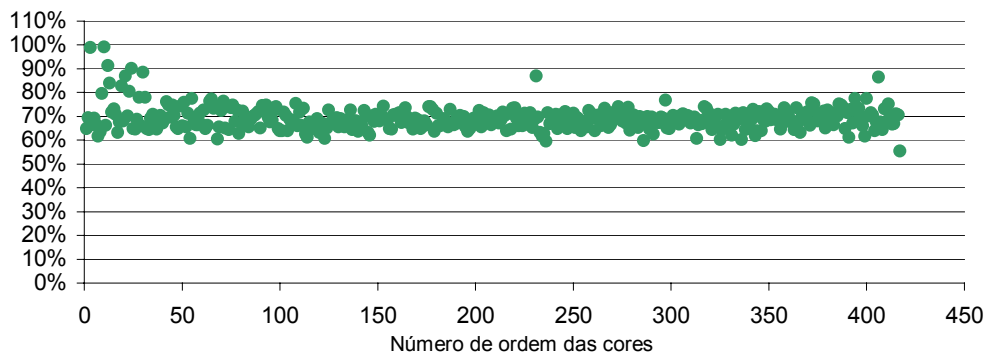


Fig. 57 – Percentual de valores do parâmetro G encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm.

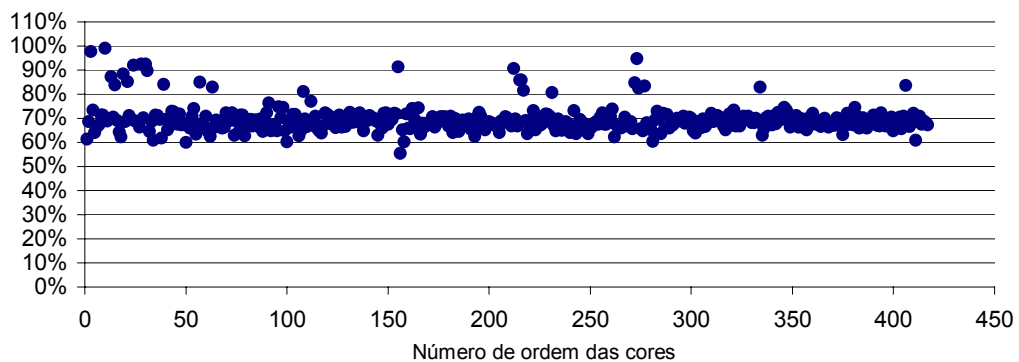


Fig. 58 – Percentual de valores do parâmetro B encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 75 cm.

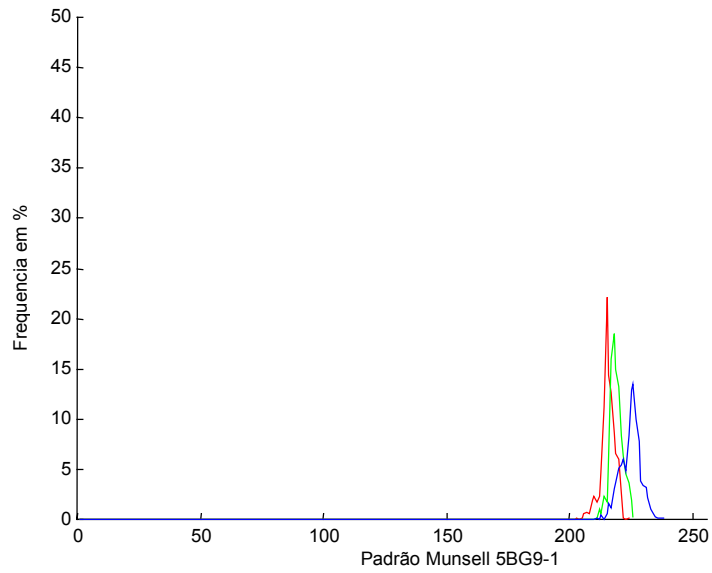


Fig. 59 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG9-1 digitalizado da foto a 75 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
225	238	235	235	216	219	225

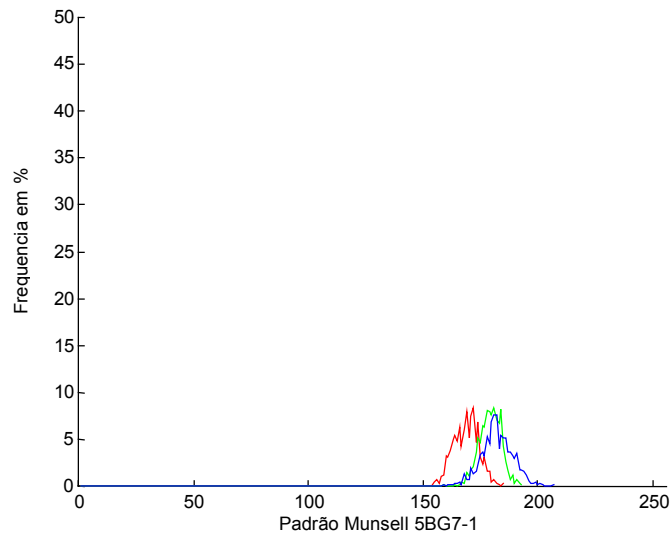


Fig. 60 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG7-1 digitalizado da foto a 75 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
175	187	186	184	169	179	182

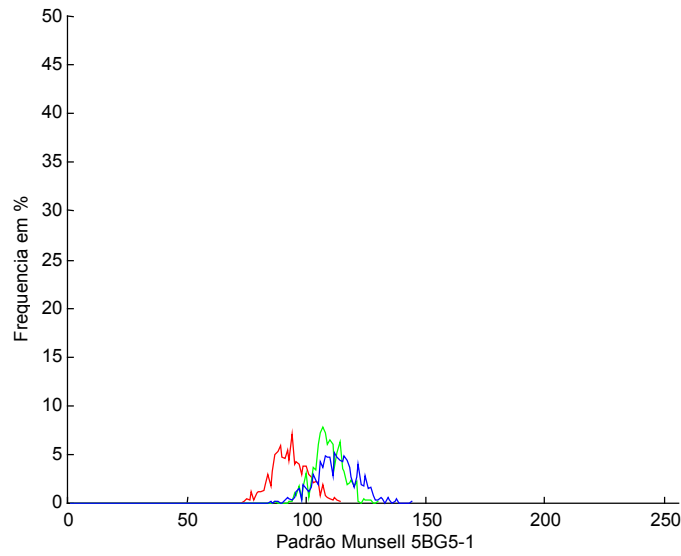


Fig. 61 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG5-1 digitalizado da foto a 75 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
127	137	137	135	93	109	112

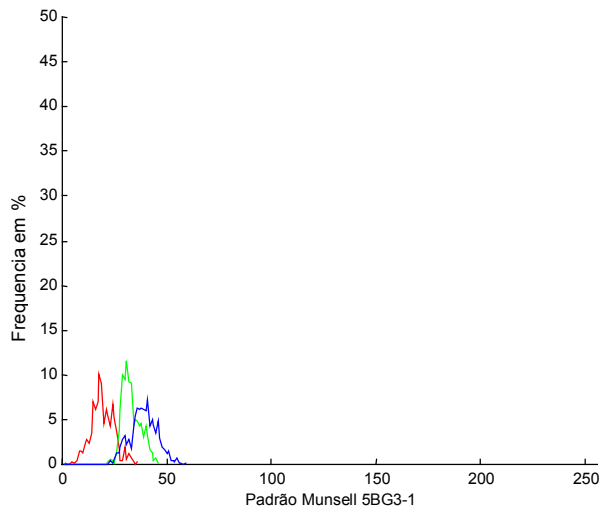


Fig. 62 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG3-1 digitalizado da foto a 75 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
80	89	89	87	19	33	39

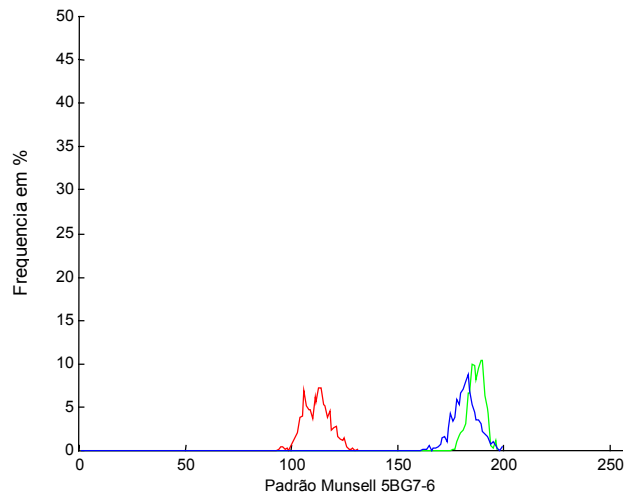


Fig. 63 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG7-6 digitalizado da foto a 75 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
117	198	190	180	112	187	182

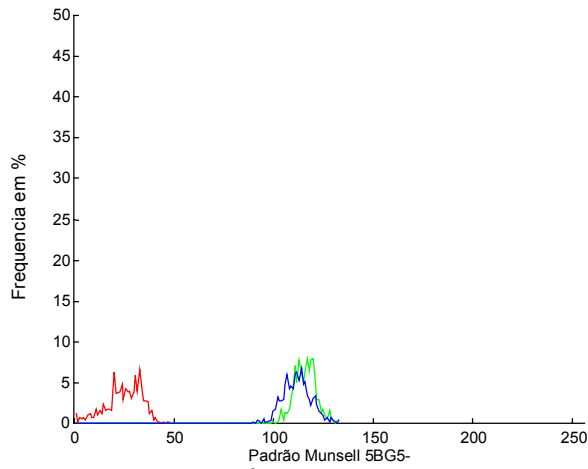


Fig. 64 - Distribuição da frequência dos parâmetros **R**, **G** e **B** do padrão isolado 5BG5-6 digitalizado da foto a 75 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
60	147	143	128	25	116	112

4.2.3. Distância Entre Objeto e Máquina Fotográfica de 100 cm

Foi descartada a imagem da foto da folha 7,5BG obtida a 100 cm por deficiência na digitalização..

Verifica-se neste caso, um rebaixamento da cor similar ao das imagens digitalizadas a partir de fotografias. É nítido, principalmente nas cores mais claras, o paralelismo entre a variação dos valores dos atributos R, G e B encontrados a partir do programa de conversão da GretagMacbeth e os valores desses atributos encontrados através de digitalização das fotos, como mostra as Figuras 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72 e 73.

Para a cor azul, salvo alguma variação decorrente de defeitos imperceptíveis nas fotos, é possível notar uma grande relação entre as cores esperadas e as cores encontrada, como mostra os gráficos 71, 72 e 73.

Para a cor verde, existe uma grande quantidade de eventos situados entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão, apresentado nas Figuras 74, 75 e 76.

A distribuição das frequências mostra-se, também, próxima a uma distribuição normal, porém, com amplitudes maiores que as observadas nas imagens digitalizadas das fotos obtidas a distâncias menores, como mostram as Figuras 77, 78, 79, 80, 81 e 82.

Apesar da amplitude maior e da distorção entre os valores esperado e o valores encontrados, o paralelismo apresentado nos gráficos, sugerem uma relação precisa para a análise das cores.

A distância, aparentemente funde os “pixels”, fazendo com que os valores dos atributos resultantes, sejam a média dos atributos fundidos num único “pixel”.

É interessante notar, que mesmo com um menor número de “pixels” para análise, como é o caso das fotos obtidas a 100 cm de distância, a distribuição diversas cores dentro de um padrão se dá por igual, indicando uma homogeneidade da cor, tanto da foto como no padrão de Munsell.

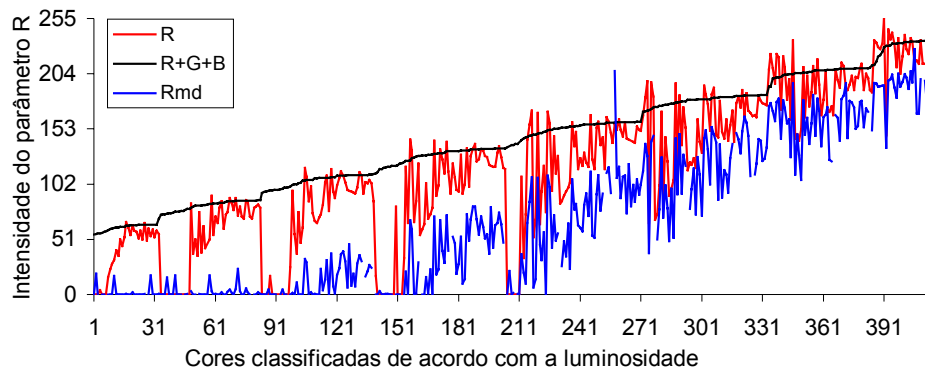


Fig. 65 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R.

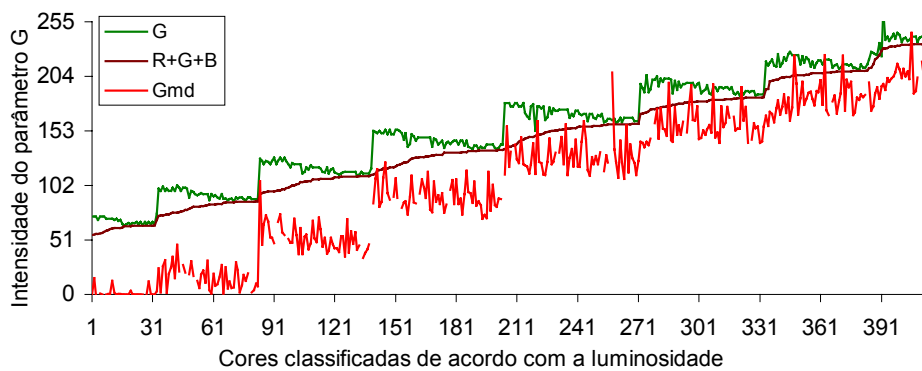


Fig. 66 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G.

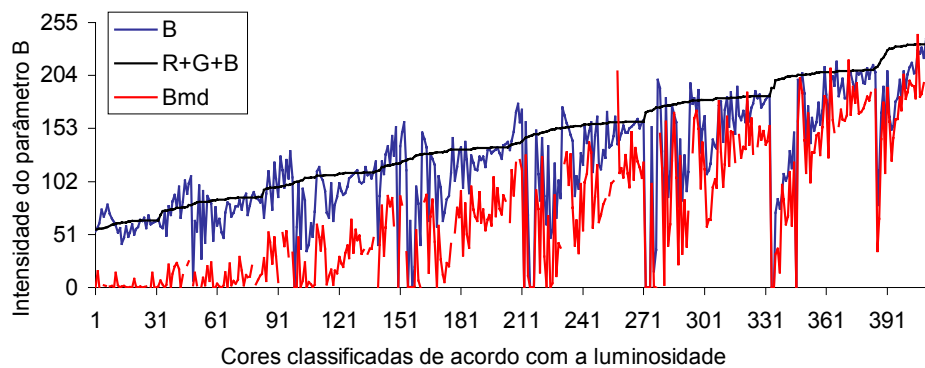


Fig. 67 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B.

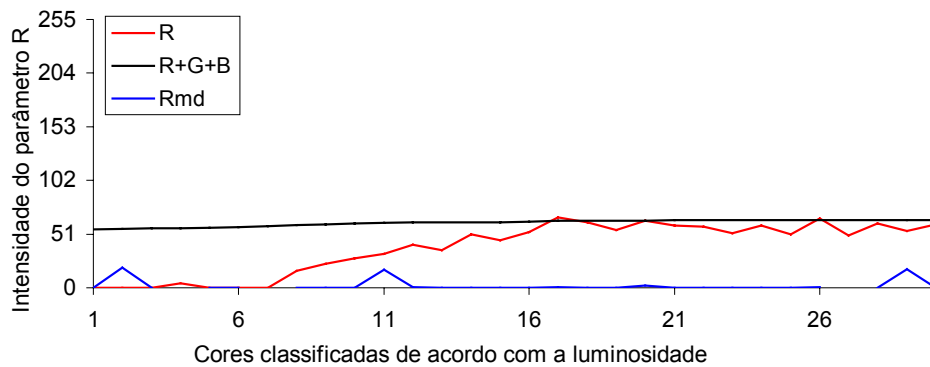


Fig. 68 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R, para as 30 cores mais escuras.

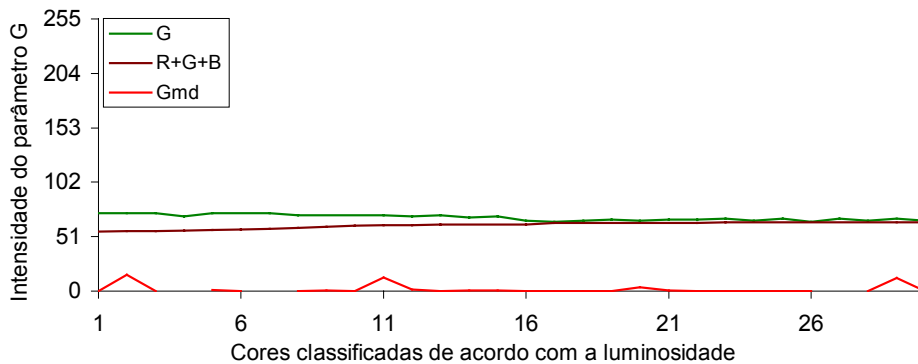


Fig. 69 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G, para as 30 cores mais escuras.

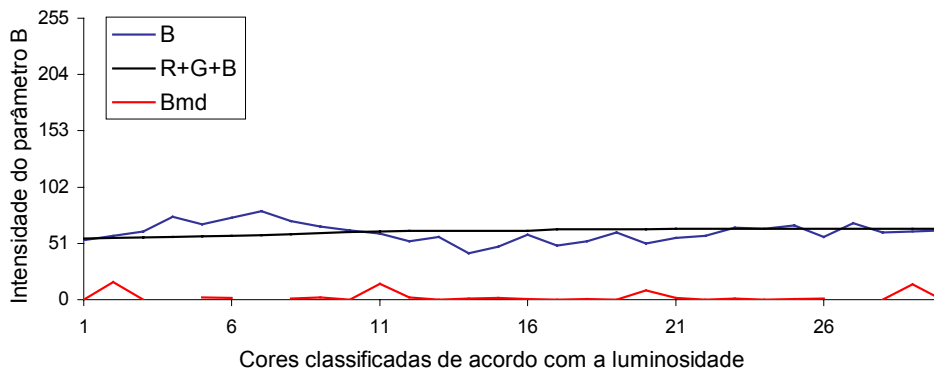


Fig. 70 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B, para as 30 cores mais escuras.

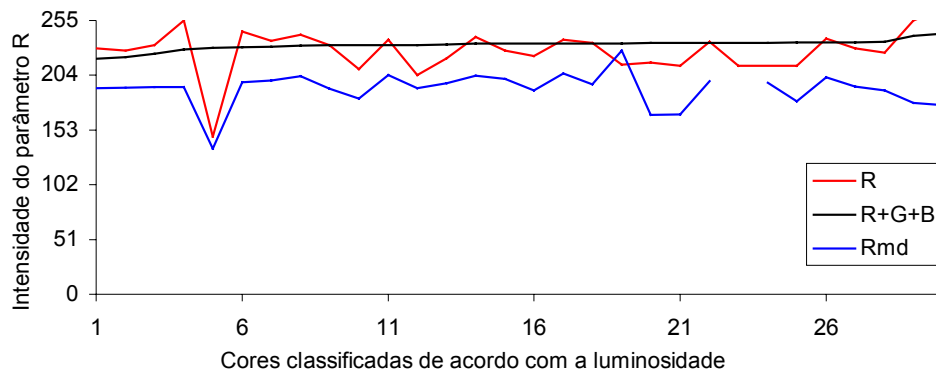


Fig. 71 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro R, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: R, valor esperado do parâmetro R; R+G+B, luminosidade da cor; Rmd, valor médio encontrado para parâmetro R, para as 30 cores mais claras.

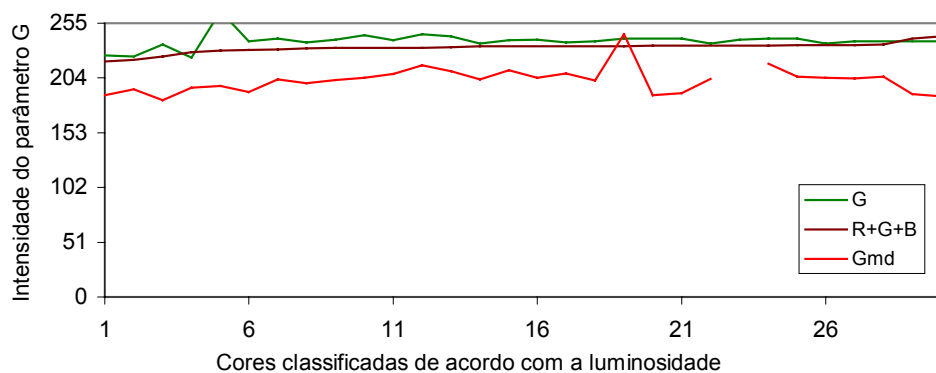


Fig. 72 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro G, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: G, valor esperado do parâmetro G; R+G+B, luminosidade da cor; Gmd, valor médio encontrado para parâmetro G, para as 30 cores mais claras.

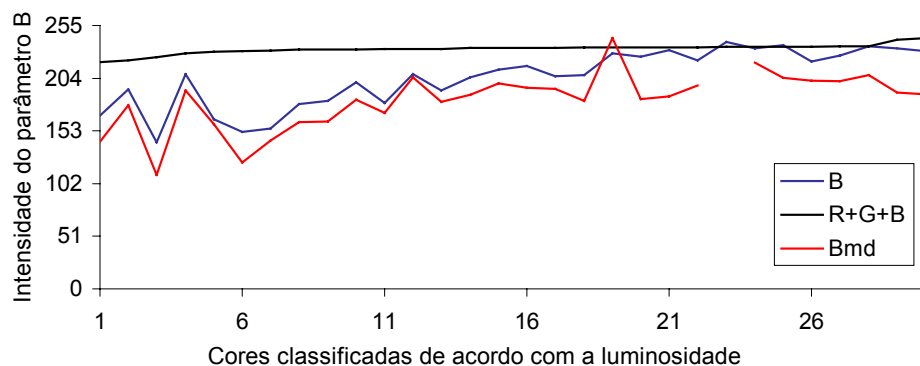


Fig. 73 – Gráfico comparando os valores esperados e os obtidos para o parâmetro B, conforme a luminosidade da cor, após o processamento da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm, onde: B, valor esperado do parâmetro B; R+G+B, luminosidade da cor; Bmd, valor médio encontrado para parâmetro B, para as 30 cores mais claras.

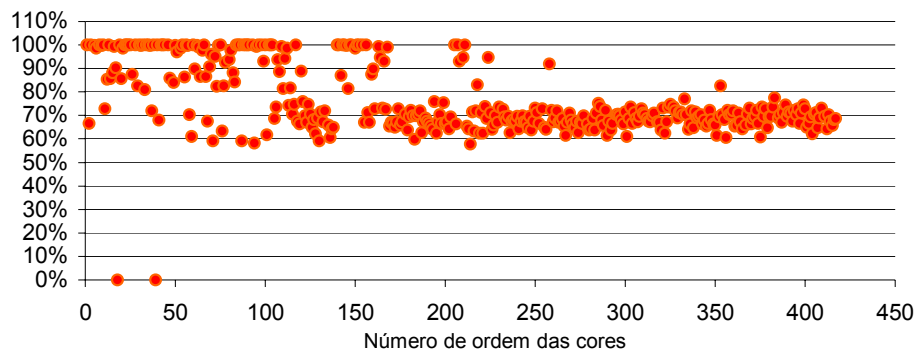


Fig. 74 – Percentual de valores do parâmetro R encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm.

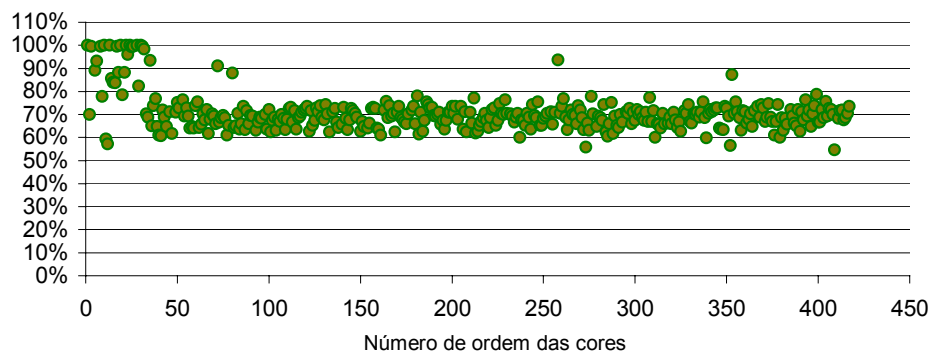


Fig. 75 – Percentual de valores do parâmetro G encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm.

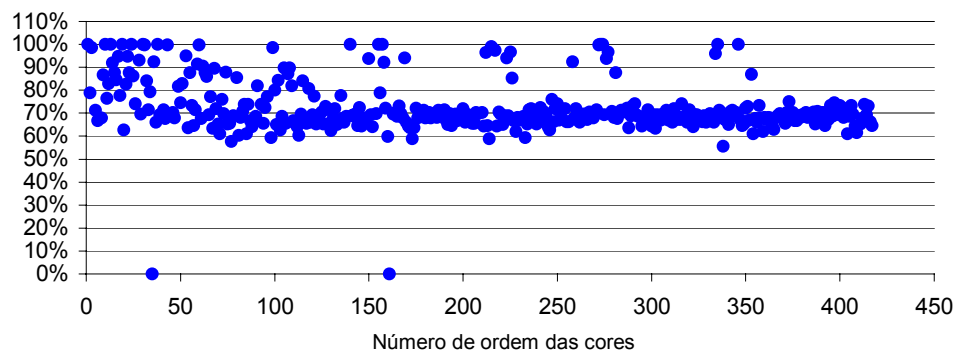


Fig. 76 – Percentual de valores do parâmetro B encontrados dentro da faixa compreendida entre a média menos um desvio padrão e a média mais um desvio padrão para cada cor obtida através da digitalização da foto do catálogo de Munsell obtida a 100 cm.

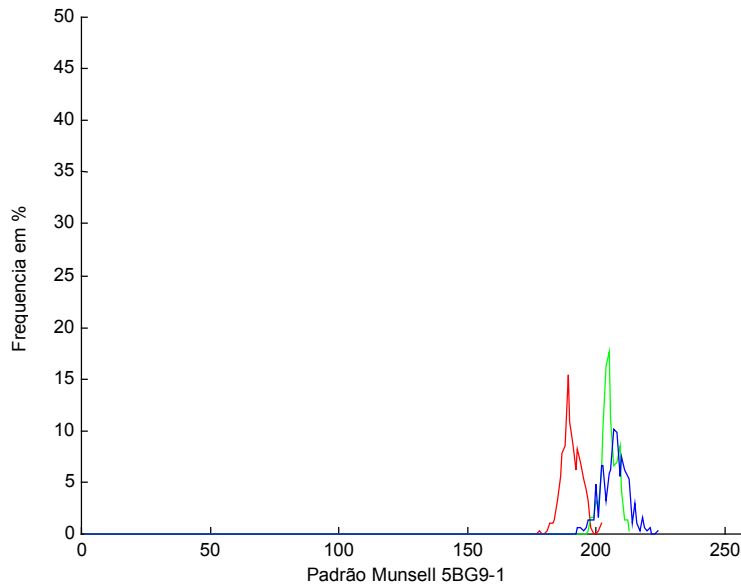


Fig. 77 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG9-1 digitalizado da foto a 100 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
225	238	235	235	190	205	207

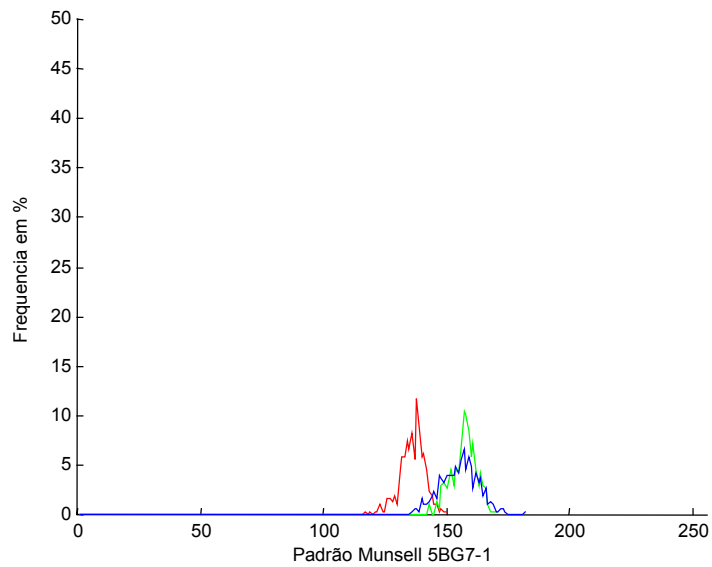


Fig. 78 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG7-1 digitalizado da foto a 100 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
175	187	186	184	136	157	155

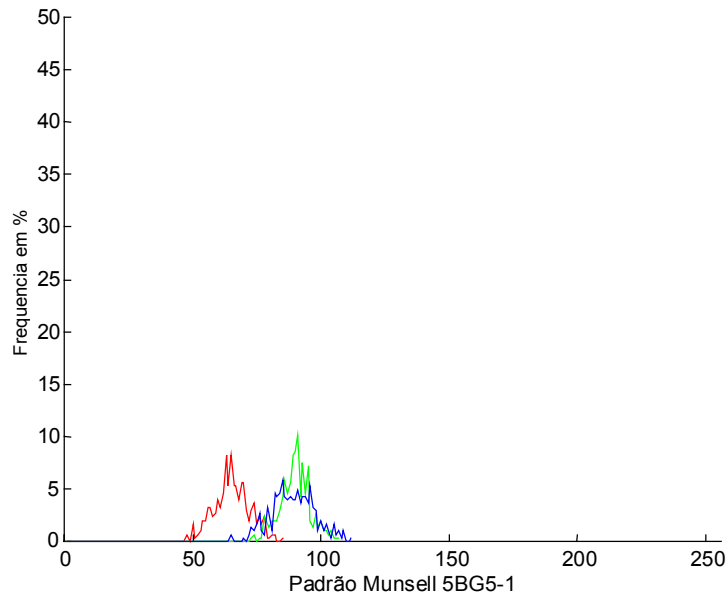


Fig. 79 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG5-1 digitalizado da foto a 100 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
127	137	137	135	65	90	89

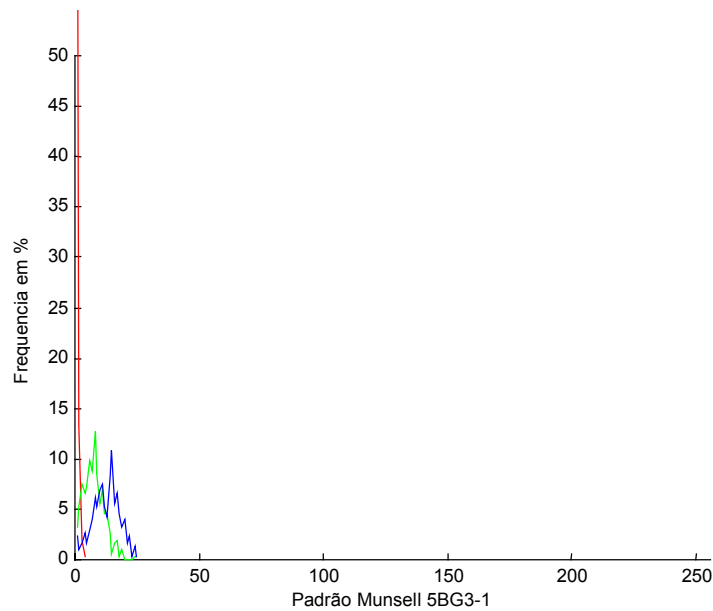


Fig. 80 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG3-1 digitalizado da foto a 100 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
80	89	89	87	0	8	13

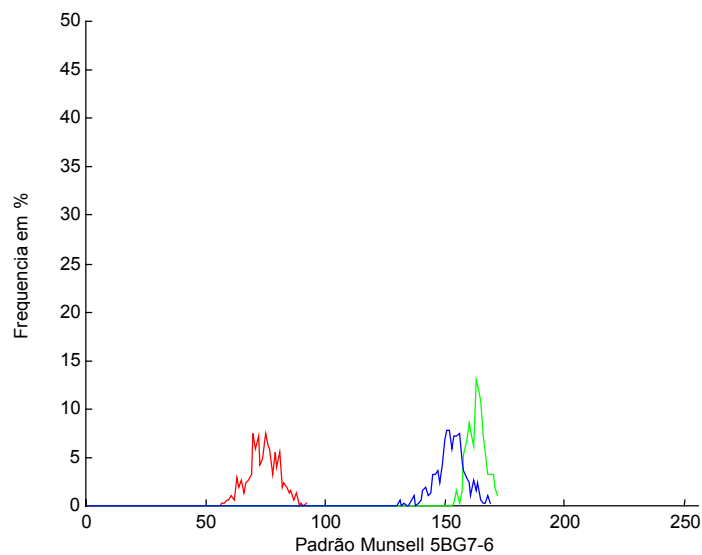


Fig. 81 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG7-6 digitalizado da foto a 100 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
117	198	190	180	74	163	153

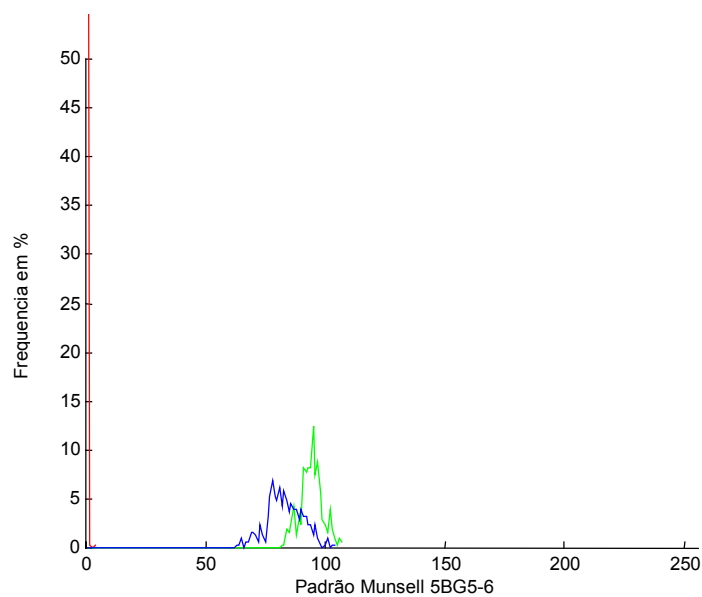


Fig. 82 - Distribuição da frequência dos parâmetros — R, — G e — B do padrão isolado 5BG5-6 digitalizado da foto a 100 cm do catálogo de Munsell

Valor esperado			Luminosidade	Média encontrada		
R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd
60	147	143	128	0	94	83

4.3. Comparação da Imagem do Padrão x Fotos

O processo de digitalização diretamente do catálogo de Munsell apresentou resultados mais fieis aos reais. Um menor rebaixamento da luminosidade das cores, aliado a uma pequena amplitude e conseqüentemente estreita distribuição de freqüência, proporcionam a esse processo, uma maior capacidade na identificação e individualização de cores.

Os resultados obtidos da digitalização das fotos também estabelecem uma relação entre o real e o observado, no entanto, a amplitude dos eventos observados nestes casos, deixam o método de digitalização de fotos com qualidade inferior ao de digitalização diretamente do padrão.

5. CONCLUSÕES

A análise dos resultados desse trabalho permitiu concluir que a metodologia adotada para a obtenção das cores por meio de digitalização de fotografia e análise matemática dos dados se mostrou eficiente e pode ser aplicada para futura classificação de estágios nutricionais de plantas.

Pode ser aplicada para classificação e seleção de produtos área agrícola, de um modo geral.

A Digitalização do padrão de Munsell apresentou menor distorção que a digitalização de fotos, conforme verificado, indicando que processos intermediários na obtenção de cores prejudicam sua performance.

Cores mais escuras apresentam menores correlações, que as cores mais claras.

A distância da foto interfere nos resultados a medida que, com a aumento desta, cada “pixel” concentra a média de cores de outros “pixels”.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Efetuar ensaios com os padrões de Munsell submetidos a iluminação artificial.

Estabelecer uma curva padrão de distribuição de cores para plantas com estado nutricional conhecido.

Comparar a curva padrão de distribuição de cores de uma planta com estado nutricional conhecido com a curva de distribuição de cores de uma planta da mesma espécie com conhecidas deficiências.

Estabelecer experimentos para relacionar as curvas com informações qualitativas e quantitativas da deficiência em questão.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023** : referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1989.

Agriannual 98, 1998. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. FNP/Mendes & Scotoni, São Paulo, 481 p.

BRADY, N. C.; **Natureza e Propriedade dos Solos**, 5^a ed. 1979, tradução de Figueiredo filho A. B. N.; Livraria Freitas Bastos, São Paulo, 647 p.

CRESTANA, S.; (coord.); **Instrumentação Agropecuária**, Embrapa-SPI, 1996, 291 p.

FAGERIA, N. K., **Maximizing Crop Yields**. Marcel Dikker Inc., New York, 247 p.

FERRI, M. G.; (coord.) **Fisiologia Vegetal V. 2**, São Paulo, Edusp, 1979, 392 p.

FITTER, A. H.; HAY, R. K. M.; **Environmental Physiology of Plants**, 2nd edition, Academic Press Inc., London, 1983, 355 p.

GRETAGMACBETH; **Munsell Color System** – New Windsor, NY, 1972

PRATT, W. K.; **Digital Image Processing**, John Wiley & Sons, Inc. USA, 1978, 750 p.

PELOSO, M. J.; YOKOYAMA, L. P.; PEREIRA, P.A.A. **Situação Atual da Cultura do Feijão no Brasil**. In: Tecnologia da Produção de Feijão Irrigado. 2^a ed. (Francelli, A.; Dourado-Neto, D., ed) 1997 ESALQ, Piracicaba, pp. 135-139.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W.; **Plant Physiology**, 3rd edition, Wadsworth publishing Company, Belmont, 1985, 641 p.

SOBEL, M. I.; **Light**, The University of Chicago Press, 1987 263 p.

SUI, R.; WILKERSON, J. B.; HART, W. E.; HOWARD, D. D. **Integration of Neural Networks With a Spectral Reflectance Sensor to Detect Nitrogen Deficiency in Cotton**, In: ASAE Meeting Presentation, 1998, Paper n° 983104.

TAIZ, L. ZEIGER, E.; **Plant Physiology**, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1991, Redwood City, 679 p.

YANG, C. C.; PRASHER, S. O.; LANDRY, J. A.; **Application of Artificial Neural Networks to Image Recognition in Precision Farming**, In: ASAE Meeting Presentation, 1998, Paper no 983039.

ZHANG, J.; SOKHANSANJ, S.; WU, S.; FANG, R.; YANG, W.; WINTER, P.; **A Transformation Technique from RGB signals to the Munsell System for Color analysis of Tobacco Leaves.** , Computers and Electronics in Agriculture, Volume 19, Issue 2 , janeiro/1998.

Planilha gerada para análise, no programa computacional Excel, referente à digitalização do catálogo de Munsell

Número de ordem	Classificação de Munsell			Padrão RGB			Dados obtidos a partir dos padrões isolados																			
	N	H	V	L	R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd	Rmx	Gmx	Bmx	Rmn	Gmn	Bmn	Rdp	Gdp	Bdp	amp-r	amp-g	amp-b	rm+1dpr	gm+1dpg	bm+1dgb
379	10	Y	8.5	2	227	224	193	221	209	215	176	219	221	185	183	188	154	2	2	2	36	33	31	72%	73%	68%
380	10	Y	8.5	4	229	225	168	220	218	223	142	225	227	148	196	193	112	2	2	2	29	34	36	71%	75%	57%
381	10	Y	8.5	6	232	235	142	224	221	227	97	228	233	106	215	222	91	2	2	2	13	11	15	57%	57%	63%
382	10	Y	8.5	8	233	226	113	215	228	234	43	237	240	64	210	213	20	2	2	4	27	27	44	67%	72%	72%
383	10	Y	8.5	10	235	227	79	212	227	237	0	234	242	26	210	209	0	2	1	0	24	33	26	63%	69%	100%
384	10	Y	8.5	12	235	227	0	204	229	237	0	236	242	14	204	214	0	3	2	0	32	28	14	75%	77%	100%
385	10	Y	8	1	213	210	196	209	194	196	186	201	204	193	185	185	179	2	2	2	16	19	14	68%	57%	76%
386	10	Y	8	2	214	211	182	208	199	204	166	205	209	182	186	186	146	2	2	2	19	23	36	66%	80%	63%
387	10	Y	8	4	217	212	157	207	199	206	124	207	214	150	190	196	113	2	2	2	17	18	37	69%	71%	79%
388	10	Y	8	6	219	213	90	201	201	211	91	212	228	111	186	188	83	2	2	2	26	40	28	70%	75%	65%
389	10	Y	8	8	220	213	103	202	201	213	50	208	219	78	193	199	40	2	2	3	15	20	38	75%	76%	67%
390	10	Y	8	10	222	214	76	201	200	211	0	205	218	4	189	193	0	2	2	0	16	25	4	68%	79%	100%
391	10	Y	8	12	222	214	0	192	196	208	0	203	214	8	179	191	0	2	2	0	24	23	8	69%	80%	100%
392	10	Y	7	2	189	186	159	184	160	165	135	165	170	143	154	158	128	2	2	1	11	12	15	63%	69%	67%
393	10	Y	7	4	191	187	134	182	161	171	107	168	180	122	150	155	74	2	1	1	18	25	48	62%	58%	73%
394	10	Y	7	6	193	188	109	180	160	171	75	168	179	106	133	139	59	2	2	3	35	40	47	78%	77%	68%
395	10	Y	7	8	195	188	78	177	158	170	37	168	177	68	140	141	21	2	1	4	28	36	47	63%	69%	68%
396	10	Y	7	10	196	189	16	171	155	167	0	160	173	42	144	158	0	2	1	1	16	15	42	67%	73%	100%
397	10	Y	7	12	197	189	0	170	142	168	0	148	173	0	134	155	0	2	2	0	14	18	0	65%	71%	100%
398	10	Y	6	1	162	160	148	159	127	133	124	142	144	144	122	128	116	3	2	2	20	16	28	62%	58%	71%
399	10	Y	6	2	164	161	135	159	134	138	111	139	142	122	117	125	105	2	1	2	22	17	17	73%	58%	69%
400	10	Y	6	4	166	162	111	157	131	139	80	145	151	107	115	126	72	2	1	2	30	25	35	70%	70%	69%
401	10	Y	6	6	168	153	84	149	124	139	44	136	145	61	117	133	33	2	1	4	19	12	28	67%	72%	71%
402	10	Y	6	8	169	163	48	152	125	138	0	135	147	60	119	128	0	2	1	2	16	19	60	76%	67%	99%
403	10	Y	6	10	170	164	0	147	123	137	0	145	145	22	117	133	0	1	1	0	28	12	22	69%	65%	100%
404	10	Y	5	1	137	136	124	135	96	100	93	123	127	131	92	96	85	2	1	2	31	31	46	69%	65%	69%
405	10	Y	5	2	139	136	113	134	103	108	86	114	117	100	98	103	78	2	1	2	16	14	22	67%	62%	71%
406	10	Y	5	4	141	137	88	132	100	108	53	126	139	130	92	102	42	1	1	3	34	37	88	65%	65%	77%
407	10	Y	5	6	142	138	59	130	98	108	10	129	134	77	92	104	0	2	1	5	37	30	77	74%	77%	70%
408	10	Y	5	8	143	138	0	124	97	107	0	104	110	0	77	91	0	2	1	0	27	19	0	78%	62%	100%
409	10	Y	4	1	113	111	100	110	69	73	68	94	102	102	61	63	58	3	3	3	33	39	44	60%	74%	72%
410	10	Y	4	2	114	112	89	110	73	76	54	107	112	105	64	68	47	2	2	3	43	44	58	78%	68%	73%
411	10	Y	4	4	116	113	64	108	71	76	24	83	96	71	63	70	10	2	2	5	20	26	61	68%	79%	69%
412	10	Y	4	6	117	113	35	105	69	77	0	113	138	146	60	68	0	3	2	3	53	70	146	77%	84%	100%
413	10	Y	3	1	89	87	78	86	46	50	46	70	73	80	37	40	32	3	3	4	33	33	48	73%	66%	69%
414	10	Y	3	2	89	88	68	86	55	58	47	78	87	83	47	49	33	2	2	4	31	38	50	74%	77%	65%
415	10	Y	3	4	91	88	45	84	44	50	7	129	148	152	33	38	0	4	4	8	96	110	152	87%	82%	87%
416	10	Y	2	1	66	65	57	64	12	14	13	63	64	44	0	0	0	5	4	5	63	64	44	75%	67%	70%
417	10	Y	2	2	67	65	49	64	30	32	24	82	90	86	13	14	0	5	5	8	69	76	86	71%	73%	67%

Planilha gerada para análise, no programa computacional Excel, referente à digitalização da foto a 50 cm do Catálogo de Munsell.

Número de ordem	Classificação de Munsell		Padrão RGB			Dados obtidos a partir dos padrões isolados																				
	N	H	V	L	R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd	Rmx	Gmx	Bmx	Rmn	Gmn	Bmn	Rdp	Gdp	Bdp	amp-r	amp-g	amp-b	rm+1dpr	gm+1dpg	bm+1dpb
378	10	Y	8.5	1	255	223	208	228	179	182	181	194	198	202	158	162	154	5	4	7	36	36	48	68%	70%	67%
379	10	Y	8.5	2	227	224	193	221	180	182	168	194	197	195	163	165	142	5	4	8	31	32	53	69%	72%	69%
380	10	Y	8.5	4	229	225	168	220	183	181	142	198	193	170	166	164	105	5	4	9	32	29	65	69%	69%	71%
381	10	Y	8.5	6	232	235	142	224	188	180	113	201	194	144	173	164	79	4	4	9	28	30	65	71%	68%	68%
382	10	Y	8.5	8	233	226	113	215	192	175	75	206	188	111	175	160	35	4	4	10	31	28	76	69%	70%	71%
383	10	Y	8.5	10	235	227	79	212	192	172	50	205	186	87	179	158	13	4	4	10	26	28	74	65%	64%	70%
384	10	Y	8.5	12	235	227	0	204	193	168	16	208	179	64	174	154	0	4	4	12	34	25	64	69%	72%	58%
385	10	Y	8	1	213	210	196	209	167	173	171	186	191	193	146	155	140	6	5	8	40	36	53	68%	71%	69%
386	10	Y	8	2	214	211	182	208	169	171	155	188	188	183	148	156	126	5	5	8	40	32	57	69%	71%	68%
387	10	Y	8	4	217	212	157	207	170	168	125	186	184	153	148	152	96	5	5	10	38	32	57	67%	66%	66%
388	10	Y	8	6	219	213	90	201	173	169	100	189	186	126	143	133	66	5	5	9	46	53	60	73%	70%	66%
389	10	Y	8	8	220	213	103	202	176	166	66	192	183	102	158	151	28	5	5	11	34	32	74	72%	66%	66%
390	10	Y	8	10	222	214	76	201	175	162	34	191	175	67	155	148	0	5	4	10	36	27	67	68%	66%	69%
391	10	Y	8	12	222	214	0	192	172	160	4	189	174	42	156	145	0	5	4	7	33	29	42	70%	69%	85%
392	10	Y	7	2	189	186	159	184	134	143	125	157	163	152	111	122	96	7	6	9	46	41	56	71%	67%	67%
393	10	Y	7	4	191	187	134	182	132	141	97	164	173	155	105	122	65	7	5	9	59	51	90	66%	64%	70%
394	10	Y	7	6	193	188	109	180	130	138	66	151	157	106	108	117	27	7	6	10	43	40	79	66%	70%	68%
395	10	Y	7	8	195	188	78	177	131	137	36	153	159	71	108	118	0	7	5	10	45	41	71	66%	72%	68%
396	10	Y	7	10	196	189	16	171	128	136	9	156	153	45	106	115	0	8	5	10	50	38	45	66%	70%	81%
397	10	Y	7	12	197	189	0	170	117	138	6	141	153	39	99	121	0	7	4	7	42	32	39	67%	74%	85%
398	10	Y	6	1	162	160	148	159	102	114	113	123	131	142	76	92	77	7	6	9	47	39	65	66%	65%	70%
399	10	Y	6	2	164	161	135	159	94	104	87	119	126	121	70	79	57	7	6	9	49	47	64	66%	66%	71%
400	10	Y	6	4	166	162	111	157	97	107	66	131	134	108	73	85	35	7	6	9	58	49	73	71%	71%	68%
401	10	Y	6	6	168	163	84	149	91	104	35	116	128	66	65	87	2	7	6	9	51	41	64	67%	68%	71%
402	10	Y	6	8	169	163	48	152	92	103	11	115	121	46	69	86	0	7	6	9	46	35	46	70%	65%	62%
403	10	Y	6	10	170	164	0	147	91	105	3	118	120	26	64	85	0	7	6	4	54	35	26	72%	66%	85%
404	10	Y	5	1	137	136	124	135	60	72	72	84	92	100	39	50	44	7	7	9	45	42	56	69%	68%	67%
405	10	Y	5	2	139	136	113	134	58	69	58	80	102	95	38	49	29	6	6	8	42	53	66	69%	71%	70%
406	10	Y	5	4	141	137	88	132	58	70	36	93	100	64	38	51	11	6	6	7	55	49	53	69%	67%	69%
407	10	Y	5	6	142	138	59	130	56	68	13	84	90	45	33	49	0	6	6	8	51	41	45	72%	67%	69%
408	10	Y	5	8	143	138	0	124	53	65	4	73	83	24	32	49	0	6	5	4	41	34	24	70%	76%	85%
409	10	Y	4	1	113	111	100	110	24	36	36	72	79	77	3	22	17	7	6	8	69	57	60	67%	68%	71%
410	10	Y	4	2	114	112	89	110	24	35	28	54	62	62	1	22	4	6	5	6	53	40	58	65%	65%	68%
411	10	Y	4	4	116	113	64	108	29	41	21	53	57	40	8	26	0	5	5	7	45	31	40	76%	64%	69%
412	10	Y	4	6	117	113	35	105	28	40	12	52	60	38	9	22	0	6	5	6	43	38	38	70%	66%	64%
413	10	Y	3	1	89	87	78	86	5	10	14	47	44	41	0	0	0	5	6	8	47	44	41	84%	66%	65%
414	10	Y	3	2	89	88	68	86	2	7	7	36	34	37	0	0	0	3	5	6	36	34	37	88%	68%	63%
415	10	Y	3	4	91	88	45	84	4	14	7	22	44	31	0	0	0	3	5	5	22	44	31	68%	71%	64%
416	10	Y	2	1	66	65	57	64	1	2	4	50	52	56	0	0	0	2	2	4	50	52	56	95%	89%	83%
417	10	Y	2	2	67	65	49	64	1	1	3	9	12	17	0	0	0	1	2	3	9	12	17	76%	93%	86%

Planilha gerada para análise, no programa computacional Excel, referente à digitalização da foto a 75 cm do
Catálogo de Munsell

Número de ordem	Classificação de Munsell			Padrão RGB			Dados obtidos a partir dos padrões isolados																			
	N	H	V	L	R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd	Rmx	Gmx	Bmx	Rmn	Gmn	Bmn	Rdp	Gdp	Bdp	amp-r	amp-g	amp-b	rm+1dpr	gm+1dpg	bm+1dpb
379	10.0	Y	85	2	227	224	193	221	216	211	195	225	221	213	205	201	170	3	4	7	20	20	43	76%	65%	69%
380	10.0	Y	85	4	229	225	168	220	217	208	171	226	220	193	205	200	147	3	3	8	21	20	46	73%	74%	69%
381	10.0	Y	85	6	232	235	142	224	218	206	142	228	214	165	209	198	113	3	3	9	19	16	52	70%	72%	71%
382	10.0	Y	85	8	233	226	113	215	219	198	100	226	207	125	212	190	73	3	3	9	14	17	52	76%	75%	66%
383	10.0	Y	85	10	235	227	79	212	219	194	70	226	202	95	210	186	41	3	3	9	16	16	54	69%	75%	69%
384	10.0	Y	85	12	235	227	0	204	220	188	36	227	196	72	210	175	2	3	3	11	17	21	70	57%	64%	75%
385	10.0	Y	8	1	213	210	196	209	205	203	196	217	212	211	193	193	176	3	3	6	24	19	35	69%	73%	67%
386	10.0	Y	8	2	214	211	182	208	205	200	181	216	210	202	195	189	153	3	3	7	21	21	49	72%	72%	68%
387	10.0	Y	8	4	217	212	157	207	206	199	154	222	210	178	195	188	131	3	3	8	27	22	47	66%	74%	67%
388	10.0	Y	8	6	219	213	90	201	207	197	126	217	206	157	198	188	95	3	3	9	19	18	62	67%	66%	68%
389	10.0	Y	8	8	220	213	103	202	207	191	91	216	202	119	197	181	54	3	3	9	19	21	65	77%	69%	71%
390	10.0	Y	8	10	222	214	76	201	206	184	51	213	194	76	196	172	19	3	3	9	17	22	57	65%	65%	71%
391	10.0	Y	8	12	222	214	0	192	205	180	16	214	189	63	194	171	0	3	3	12	20	18	63	66%	69%	63%
392	10.0	Y	7	2	189	186	159	184	179	178	154	196	191	177	163	163	118	5	5	8	33	28	59	70%	64%	73%
393	10.0	Y	7	4	191	187	134	182	177	176	122	191	188	153	165	164	95	5	4	10	26	24	58	65%	69%	67%
394	10.0	Y	7	6	193	188	109	180	176	173	91	190	191	122	161	159	61	5	4	10	29	32	61	68%	70%	64%
395	10.0	Y	7	8	195	188	78	177	176	170	63	190	182	95	164	156	37	5	4	9	26	26	58	69%	70%	72%
396	10.0	Y	7	10	196	189	16	171	172	164	21	185	176	55	159	150	0	5	4	11	26	26	55	66%	71%	65%
397	10.0	Y	7	12	197	189	0	170	162	163	8	177	173	39	146	152	0	5	4	9	31	21	39	66%	72%	83%
398	10.0	Y	6	1	162	160	148	159	146	149	137	166	166	161	132	131	104	5	5	8	34	35	57	69%	69%	71%
399	10.0	Y	6	2	164	161	135	159	142	141	112	156	158	132	126	123	85	5	5	7	30	35	47	64%	64%	68%
400	10.0	Y	6	4	166	162	111	157	143	142	80	160	163	107	126	124	51	6	5	9	34	39	56	67%	72%	68%
401	10.0	Y	6	6	168	153	84	149	138	138	46	155	154	73	116	124	17	6	4	9	39	30	56	67%	74%	67%
402	10.0	Y	6	8	169	163	48	152	142	140	25	161	154	51	123	128	0	5	4	10	38	26	51	72%	71%	67%
403	10.0	Y	6	10	170	164	0	147	139	139	7	157	151	42	122	125	0	6	5	8	35	26	42	68%	71%	82%
404	10.0	Y	5	1	137	136	124	135	105	108	96	124	125	132	86	92	69	6	5	9	38	33	63	66%	67%	68%
405	10.0	Y	5	2	139	136	113	134	104	104	75	144	134	122	78	87	53	7	6	9	66	47	69	70%	66%	67%
406	10.0	Y	5	4	141	137	88	132	99	100	40	121	114	61	82	81	19	7	6	8	39	33	42	70%	67%	69%
407	10.0	Y	5	6	142	138	59	130	100	101	15	116	116	43	81	86	0	6	5	7	35	30	43	64%	69%	68%
408	10.0	Y	5	8	143	138	0	124	100	102	9	119	121	35	80	89	0	7	6	8	39	32	35	64%	65%	65%
409	10.0	Y	4	1	113	111	100	110	61	68	59	79	96	99	45	51	38	6	6	8	34	45	61	65%	66%	68%
410	10.0	Y	4	2	114	112	89	110	57	60	39	78	73	59	43	47	19	6	5	7	35	26	40	69%	61%	68%
411	10.0	Y	4	4	116	113	64	108	56	59	17	73	73	43	40	48	0	5	5	6	33	25	43	72%	67%	67%
412	10.0	Y	4	6	117	113	35	105	53	58	8	69	72	26	33	48	0	5	4	5	36	24	26	71%	69%	67%
413	10.0	Y	3	1	89	87	78	86	26	32	29	41	49	51	8	19	11	6	5	6	33	30	40	71%	76%	70%
414	10.0	Y	3	2	89	88	68	86	22	26	15	40	39	35	4	11	0	6	5	6	36	28	35	67%	60%	66%
415	10.0	Y	3	4	91	88	45	84	17	22	6	41	43	26	1	11	0	5	5	4	40	32	26	68%	71%	67%
416	10.0	Y	2	1	66	65	57	64	7	8	9	24	26	31	0	0	0	5	5	6	24	26	31	68%	65%	68%
417	10.0	Y	2	2	67	65	49	64	8	8	7	24	23	27	0	0	0	4	5	5	24	23	27	67%	63%	64%

Planilha gerada para análise, no programa computacional Excel, referente à digitalização da foto a 100 cm do
Catálogo de Munsell

Número de ordem	Classificação de Munsell		Padrão RGB						Dados obtidos a partir dos padrões isolados																	
	N	H	V	L	R	G	B	R+G+B	Rmd	Gmd	Bmd	Rmx	Gmx	Bmx	Rmn	Gmn	Bmn	Rdp	Gdp	Bdp	amp-r	amp-g	amp-b	rm+1dpr	gm+1dpg	bm+1dpb
379	10	Y	8.5	2	227	224	193	221	192	194	178	201	207	194	183	185	157	4	3	7	18	22	37	75%	72%	70%
380	10	Y	8.5	4	229	225	168	220	192	188	142	202	197	160	184	177	114	3	3	8	18	20	46	71%	65%	71%
381	10	Y	8.5	6	232	235	142	224	193	183	110	203	193	134	182	174	88	4	3	8	21	19	46	70%	63%	69%
382	10	Y	8.5	8	233	226	113	215	195	176	66	205	185	91	186	166	36	3	4	10	19	19	55	67%	66%	65%
383	10	Y	8.5	10	235	227	79	212	195	172	35	207	181	68	187	163	0	4	3	10	20	18	68	70%	69%	71%
384	10	Y	8.5	12	235	227	0	204	195	163	0	204	172	0	185	152	0	3	4	0	19	20	0	67%	64%	100%
385	10	Y	8	1	213	210	196	209	179	182	177	190	191	194	166	173	159	4	3	6	24	18	35	69%	69%	69%
386	10	Y	8	2	214	211	182	208	180	181	161	192	189	190	169	168	138	4	3	7	23	21	52	66%	73%	68%
387	10	Y	8	4	217	212	157	207	181	177	128	192	186	161	169	166	100	4	4	10	23	20	61	70%	63%	68%
388	10	Y	8	6	219	213	90	201	181	174	99	191	185	121	169	162	68	4	4	8	22	23	53	72%	60%	67%
389	10	Y	8	8	220	213	103	202	180	168	61	191	180	86	169	158	40	4	4	8	22	22	46	70%	72%	65%
390	10	Y	8	10	222	214	76	201	178	161	15	187	170	55	166	148	0	4	3	12	21	22	55	65%	69%	56%
391	10	Y	8	12	222	214	0	192	177	158	0	188	166	0	162	149	0	4	3	0	26	17	0	64%	69%	100%
392	10	Y	7	2	189	186	159	184	150	155	133	162	166	157	137	138	107	5	4	9	25	28	50	73%	71%	69%
393	10	Y	7	4	191	187	134	182	148	151	96	160	168	123	129	141	69	5	5	8	31	27	54	67%	67%	70%
394	10	Y	7	6	193	188	109	180	144	146	59	158	158	87	130	131	38	5	4	8	28	27	49	69%	70%	63%
395	10	Y	7	8	195	188	78	177	144	143	23	155	154	63	132	126	0	5	4	11	23	28	63	66%	62%	64%
396	10	Y	7	10	196	189	16	171	141	140	1	155	149	42	124	129	0	5	4	4	31	20	42	67%	78%	94%
397	10	Y	7	12	197	189	0	170	128	138	0	145	145	0	112	126	0	6	3	0	33	19	0	63%	66%	100%
398	10	Y	6	1	162	160	148	159	118	124	115	131	139	147	104	106	90	5	6	8	27	33	57	67%	74%	72%
399	10	Y	6	2	164	161	135	159	112	115	89	133	128	109	93	101	59	5	5	7	40	27	50	73%	71%	72%
400	10	Y	6	4	166	162	111	157	113	116	58	130	128	80	100	102	38	6	5	8	30	26	42	65%	69%	63%
401	10	Y	6	6	168	153	84	149	108	112	15	125	126	42	93	102	0	5	4	9	32	24	42	71%	64%	70%
402	10	Y	6	8	169	163	48	152	110	112	0	124	123	8	93	102	0	5	4	0	31	21	8	71%	67%	97%
403	10	Y	6	10	170	164	0	147	108	113	0	123	124	2	94	103	0	5	4	0	29	21	2	72%	69%	97%
404	10	Y	5	1	137	136	124	135	76	82	70	90	96	91	60	67	52	5	5	7	30	29	39	67%	71%	66%
405	10	Y	5	2	139	136	113	134	81	86	64	96	103	94	64	61	45	6	6	7	32	42	49	69%	73%	70%
406	10	Y	5	4	141	137	88	132	73	77	20	100	108	62	56	58	1	6	5	7	44	50	61	66%	66%	72%
407	10	Y	5	6	142	138	59	130	72	77	0	92	91	4	56	64	0	6	5	1	36	27	4	65%	62%	94%
408	10	Y	5	8	143	138	0	124	69	75	0	85	87	0	52	58	0	6	5	0	33	29	0	71%	73%	100%
409	10	Y	4	1	113	111	100	110	36	42	32	49	57	55	24	29	17	5	5	5	25	28	38	67%	70%	72%
410	10	Y	4	2	114	112	89	110	37	40	20	54	50	35	24	23	3	5	5	6	30	27	32	67%	72%	68%
411	10	Y	4	4	116	113	64	108	38	41	3	52	53	17	24	29	0	5	4	3	28	24	17	68%	71%	81%
412	10	Y	4	6	117	113	35	105	33	38	0	47	49	7	14	26	0	5	4	1	33	23	7	69%	68%	90%
413	10	Y	3	1	89	87	78	86	5	7	7	18	22	25	0	0	0	4	4	5	18	22	25	59%	66%	61%
414	10	Y	3	2	89	88	68	86	5	6	2	26	25	16	0	0	0	4	5	3	26	25	16	68%	68%	90%
415	10	Y	3	4	91	88	45	84	3	4	0	14	15	4	0	0	0	3	3	1	14	15	4	61%	64%	92%
416	10	Y	2	1	66	65	57	64	0	0	1	4	2	7	0	0	0	1	0	1	4	2	7	88%	100%	74%
417	10	Y	2	2	67	65	49	64	0	0	0	4	2	4	0	0	0	1	0	0	4	2	4	90%	100%	95%

8.5 IMAGENS DIGITALIZADAS DE FOTOS DO CATÁLOGO DE MUNSELL

Imagem Digitalizada de Foto da Folha 7,5BG do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 5BG do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 2,5BG do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 2,5G do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 5G do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 7,5G do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 10G do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 10GY do Catálogo de Munsell

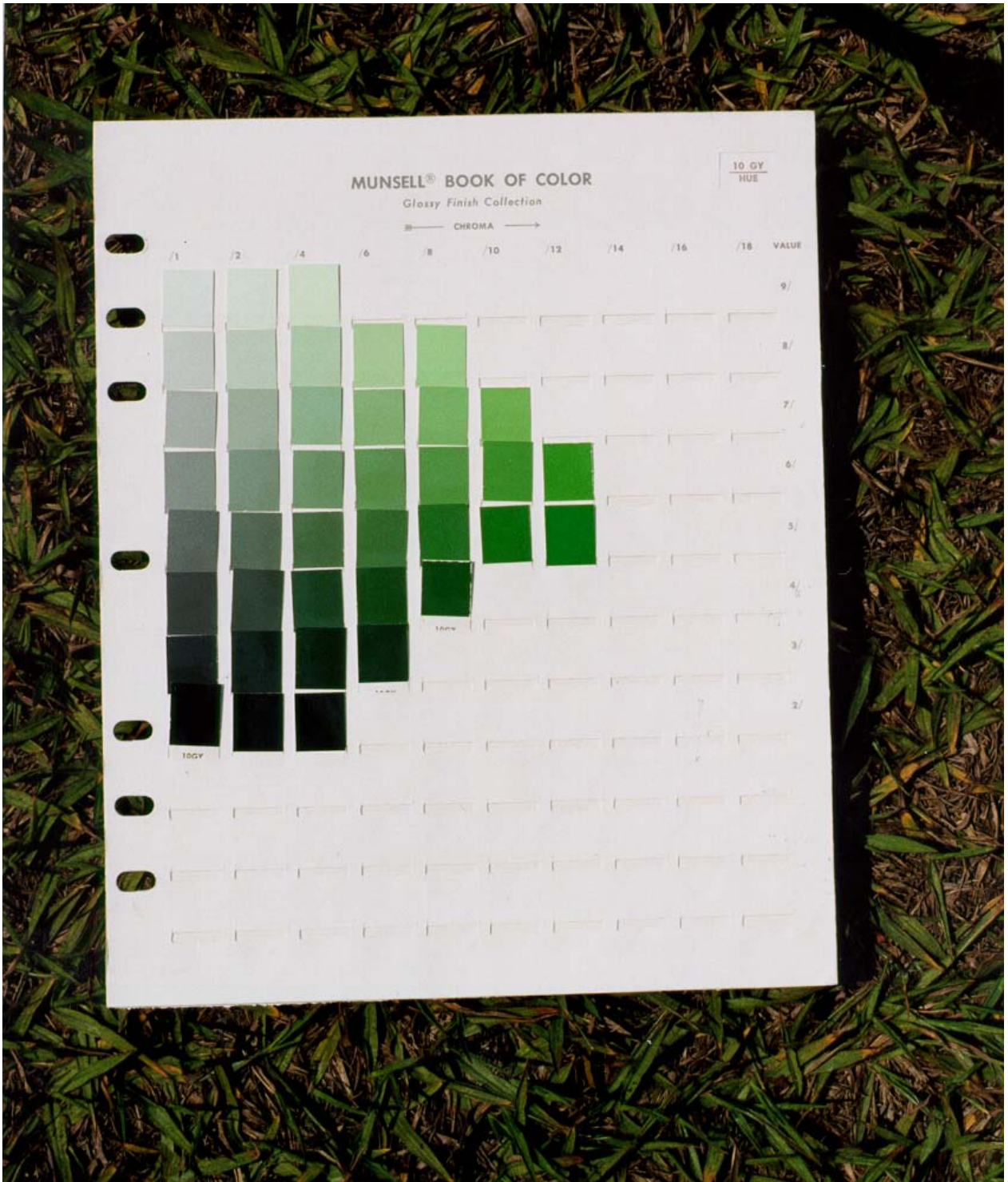


Imagem Digitalizada de Foto da Folha 7,5GY do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 5GY do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 2,5GY do Catálogo de Munsell



Imagem Digitalizada de Foto da Folha 10Y do Catálogo de Munsell

