

Fotografias digitais do infravermelho próximo obtidas por meio de câmaras digitais convencionais para estudos da vegetação

Attilio Antonio Disperati ¹
Fabio Henrique de Almeida ²
Sergio Mendonça Junior ³

^{1,2} Universidade Estadual do Centro – Oeste - UNICENTRO
PR-153, km 7, Bairro: Riozinho, 84.500-000 - Irati - PR, Brasil
¹ disperati@avalon.sul.com.br; ² faheal@hotmail.com

³ Fotógrafo, www.fotomen.com.br
fotomen@fotomen.com.br

Abstract. This meta paper describes the potential use of near infrared digital photographs acquired with a conventional digital cameras for vegetation studies. Some few years ago, photographers found that most of the sensors used in conventional/professional digital cameras are sensible to the near infrared light. Three different digital cameras were used to acquired the normal color and near infrared (IR) photographs. In front of the lens of the digital cameras Canon PowerShot models SD 700 IS and SD 870 IS were fixed a gel filter allowing to take the near infrared photos; the digital camera 9.0 megapixels Fujifilm IS-1 UV/IR captures images between 400 nm and 900 nm and filters were provided for capture near IR or normal colors images. Using terrestrial photos captured in different conditions, examples of the near infrared photos are provided showing the “Wood effect”, the visual contrast between coniferous and deciduous species, the reduction of visible dust and moisture and the visual evaluation of *Pinus taeda* forest damage due an insect. Combined with the red and green bands of the normal color images, the near IR image can be used to simulate the false-color image. The cameras resulted a hot spot clearly visible in the center of the near infrared photos. The facility of acquisition of near infrared terrestrial images can contribute with studies supporting the analysis of near infrared bands available from high resolution satellite images.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, forestry, sensoriamento remoto, processamento de imagens, engenharia florestal.

1. Introdução

Os usuários das técnicas e produtos de sensores remotos envolvidos com estudos da vegetação conhecem as características espectrais dos filmes fotográficos infravermelho próximo (preto e branco) e o infravermelho colorido normal (falsa-cor) assim como suas utilizações práticas. Ambos os filmes apresentam a vantagem de melhor discriminação de tipos florestais (coníferas de folhosas), destacam os corpos da água e possuem melhor penetração da névoa atmosférica; o filme falsa-cor é o preferido em avaliações de danos florestais. As desvantagens de ambos os filmes são: dificuldade prática de manuseio e de revelação, poucos laboratórios fotográficos revelam e/ou comercializam tais filmes, as tonalidades de cinza ou cores são diferentes dos observados pelos nossos olhos e os resultados de captura não são previsíveis como o colorido normal. Detalhes de ambos os filmes podem ser encontrados em Lillesand e Kiefer (1979), Avery e Berlin (1985) ou em outros livros de sensoriamento remoto.

Em 1800, o astrônomo inglês Frederick William Herschel provou a existência de uma região do espectro solar atualmente denominada da radiação infravermelha. No início do século XX, existia material fotográfico sensível a essa faixa espectral, mas sua maior utilização foi somente na década de 1930. Apesar das aplicações iniciais terem sido militares (detecção de camuflagem através de fotos aéreas) e na avaliação de documentos (livros, pergaminhos, etc), atualmente a fotografia do infravermelho próximo tem sido usado em diversas aplicações científicas (ecologia, vegetação, astronomia, medicina, investigação forense, etc).

Constantemente novos modelos e tipos de câmaras fotográficas digitais são disponibilizados comercialmente ao público em geral. Nos dias atuais existem mais de quarenta fabricantes de câmara digital e cada um produzindo diversos modelos para atender faixas específicas de usuários. Praticamente a cada bimestre surgem novidades no assunto; novos modelos (básicos, amadoras e profissionais) incorporam mais e melhores facilidades e muitas vezes com preço inferior as anteriores, evidenciando um intenso dinamismo tecnológico.

Há poucos anos atrás, fotógrafos verificaram que a sensibilidade espectral da maioria dos sensores CCD e CMOS usados nas câmaras digitais variam de aproximadamente 370 nanômetros=nm (região do ultravioleta) até cerca de 1000 nm (região do infravermelho), estendendo-se assim além dos limites da luz visível (400 a 700 nm). A região do infravermelho próximo varia de 700 a 1000 nm. Assim, muitas das modernas câmaras digitais são adequadas para fotografias ultravioletas, colorido normal e infravermelho próximo.

Um teste simples para verificar se uma câmara digital é adequada para a fotografia do infravermelho próximo é a que utiliza o equipamento de controle remoto de televisão, por este emitir luz infravermelho. O controle remoto deve estar apontado para a lente da câmara e ser constantemente acionado durante o teste. A câmara será adequada quando o fotógrafo, através do visor da câmara ou então pela tela de cristal líquido, observar o acender e apagar da lâmpada do equipamento de controle remoto.

A sensibilidade inerente dos sensores para o infravermelho próximo é prejudicial para a fotografia convencional colorido normal, pois a imagem torna-se avermelhada e algumas vezes flocosa e obscura. Por essas razões, os fabricantes de câmaras digitais instalam um bloqueador infravermelho ou um filtro que impede a passagem do infravermelho (*IR-cutoff filter*) na frente do sensor (Richards, 2008).

Existem três procedimentos básicos para obter imagens do infravermelho próximo com câmaras digitais:

- a) Fixar um filtro (de vidro ou gelatina) em frente à lente da câmara, impedindo a passagem da luz ultravioleta e do visível,
- b) Substituir o *IR-cutoff filter* original da câmara por um filtro que bloqueia a luz visível, procedimento este geralmente efetuado por empresa especializada,
- c) Utilizar uma câmara digital especial, elaborada de fábrica, para a captura das fotografias do infravermelho próximo.

O presente artigo apresenta resultados referentes à captura terrestre e ao processamento digital das fotografias do infravermelho próximo usando três câmaras digitais e discute o potencial da técnica para estudos de vegetação.

2. Metodologia de Trabalho

A metodologia de trabalho consistiu basicamente em fotografar, através do colorido normal e do infravermelho próximo, diversos locais contendo vegetação urbana ou natural. Nenhuma programação foi feita para definir os locais fotografados, preferindo-se locais próximos da residência, do local de trabalho e durante algumas viagens. Após a tomada, as fotografias digitais eram transferidas para o computador e processadas visualmente através de software de edição de imagens.

Três câmaras digitais foram usadas para a captura das fotografias digitais dos tipos colorido normal e do infravermelho próximo:

- a) Câmaras amadoras Canon PowerShot modelos SD 700 IS e SD 870 IS, resultando imagens no máximo com 6.0 e 8.0 megapixels, respectivamente. A câmara é adequada para a tomada das fotografias colorido normal, mas para a tomada da infravermelho fixava-se um filtro de gelatina, através de uma fita dupla face, em frente à lente da câmara,

- b) Câmera infravermelho Fujifilm IS-1 UV/IR com sensor 1/1.6 inch Super CCD HR com sensibilidade entre 400 nm até 900 nm, imagem efetiva até 9 megapixels (resolução 3488 x 2616 pixels), distância focal da lente (6,2 a 66,7 mm equivalendo à 28 mm até 300 mm), zoom ótico até 10,7x, e acompanhando dois filtros 58 mm: sendo um bloqueador do UV e IR visando a tomada de fotografias colorido normal e outro filtro IR, bloqueando o UV e a faixa do visível, para a tomada de fotos infravermelho próximo.

As três câmaras digitais foram usadas em situações diferentes e em nenhum momento o mesmo local foi fotografado com duas câmaras. Tanto quanto possível, o mesmo local era fotografado em colorido normal e em infravermelho e com o mesmo fator de zoom.

As fotografias originais do infravermelho eram transformadas em preto e branco e depois realçadas através de uma das diversas opções existentes no software. Testes eram feitos para verificar qual a opção que tornava cada foto individual mais informativa e em seguida era salva em extensão .jpg e com alta definição.

3. Resultados e Discussão

As atividades fotográficas para o presente trabalho foram efetuadas em mais do que doze ocasiões e resultando um número próximo de mil fotografias digitais no infravermelho próximo. As fotos iniciais foram obtidas com a câmara Canon PowerShot SD 700 IS equipada com filtro de gelatina. Com a aquisição da câmara especial FujiFilm IS1 infravermelho, a maioria das fotos subseqüentes foram feitas com a referida câmara.

A figura 1 ilustra três fotografias digitais, a primeira (figura 1A) do tipo colorido normal e a segunda (figura 1B) infravermelho próxima original e cuja coloração avermelhada é devido ao filtro usado e a terceira fotografia (figura 1C) é a resultante da transformação da figura 1B para o preto e branco e posteriormente realçada. As duas fotografias digitais foram obtidas com a câmara FujiFilm IS-1.

Ainda na figura 1, ênfase deve ser dada ao fato de que a vegetação fotografada, em verde no colorido normal, aparece em branco no infravermelho próximo (figura 1C), efeito descrito em 1919 pelo físico americano Robert Williams Wood e por este motivo conhecido como “efeito Wood” (Harnischmacher, 2008). Entretanto, um fato sobejamente conhecido dos usuários de sensoriamento remoto, é que na faixa do infravermelho próximo as coníferas absorvem mais radiação do que as folhosas e por este motivo o exemplar de araucária (pinheiro do Paraná) na Figura 2 aparece mais escuro do que o restante da vegetação e do plantio de *Pinus* spp. no fundo da imagem.



Figura 1. Fotografias digitais colorido normal (figura 1A) e do infravermelho próximo (figura 1B) e fotografia do infravermelho próximo em preto e branco processada (figura 1C).



2A



2B

Figura 2. Fotografia digital original do infravermelho próximo e respectiva fotografia em preto e branco e realçada e, com destaque para o exemplar de araucária central na fotografia.

A figura 3 ilustra duas fotografias digitais originais obtidas com duas câmaras digitais utilizadas e que apresentam o mesmo problema técnico, isto é, um halo circular central na foto em tonalidade mais clara. O círculo na figura 3B (proveniente da câmara Fujifilm IS1) é menor do que o registrado na figura 3A (Canon PowerShot SD 700 IS). O problema permanece nas demais fotografias digitais do infravermelho próximo e aparecendo com mais ou menos intensidade dependendo do local e das condições da tomada da fotografia. O halo circular pode ser eliminado através de técnica de processamento digital. O mesmo problema técnico não ocorreu nas respectivas fotografias digitais colorido normal.



3A



3B

Figura 3. Halo circular central em duas fotografias originais do infravermelho próximo proveniente de câmaras digitais diferentes.

Uma das vantagens do infravermelho próximo em relação ao colorido normal é ser menos sensível aos efeitos da névoa atmosférica. Em outras palavras, a poeira e a umidade no ar absorvem mais os comprimentos de onda da luz visível do que os da luz infravermelha. Como consequência, objetos distantes terão mais claridade e melhor nitidez na fotografia do infravermelho (ver figura 4). Isto pode ser um importante fator, especialmente em estudos de paisagem e com as fotografias aéreas.



4A



4B

Figura 4. Fotografia digital original do infravermelho próximo (4A) e fotografia digital colorida normal obtidas com a câmara FujiFilm IS1.

A avaliação dos danos causados em árvores por insetos e pragas florestais tem sido outra atividade em que as fotografias infravermelhas têm sido usadas, apesar da preferência pelo infravermelho colorido. As duas fotos da figura 5 ilustram o dano de seca da ponteira de um exemplar de *Pinus taeda* com quatro anos. A fotografia do infravermelho próximo P&B destaca mais a diferença entre as acículas e os ramos da árvore.

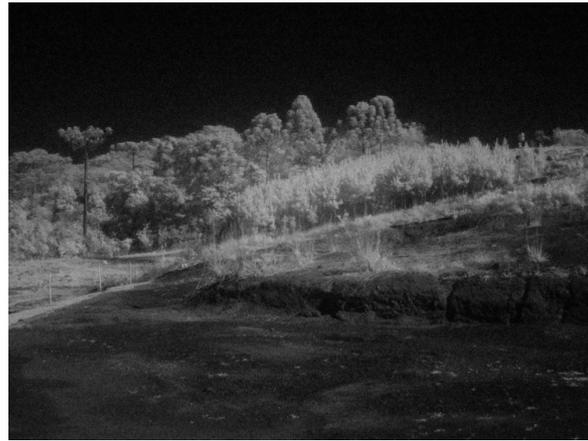


Figura 5. Fotografia digital colorida normal e a respectiva fotografia do infravermelho próximo P&B mostrando a seca da ponteira causada por um inseto.

A figura 6 ilustra três fotografias digitais: colorida normal (Figura 6A), infravermelho preto e branco (Figura 6B) e infravermelho colorido (falsa-cor) de um mesmo local. Apesar de existir câmaras digitais que capturem diretamente imagens infravermelho colorido, a figura 6C foi gerada em software de edição de imagens utilizando os canais verde (G) e vermelho (R) da figura 6A e a respectiva imagem IR P&B (Figura 6B). Ambas as imagens foram obtidas com a mesma câmara mantida num tripé (Canon PowerShot SD 870 IS) e em momentos diferentes. A simulação da fotografia infravermelho colorido é outro potencial das fotografias digitais do infravermelho próximo.



6A



6B



6C

Figura 6. Imagens digitais colorido normal, infravermelho preto e branco e falsa cor.

Harnischacher (2008) mencionou que a revolução digital da fotografia simplificou em muito a fotografia infravermelha. Antes do advento da eletrônica digital, em ambiente totalmente escuro na câmara fotográfica analógica era inserido filme fotográfico sensível ao infravermelho; o fotógrafo tinha que encontrar laboratório equipado ou ele mesmo revelar o filme. Muitas vezes esperavam-se dias para obter os resultados fotográficos. Atualmente, uma câmara digital, um filtro infravermelho e alguns conhecimentos básicos fornecem condições para se obter resultados que podem ser avaliados imediatamente após a tomada da fotografia.

O potencial das fotografias digitais do infravermelho próximo, mostrado nas figuras acima, é grande para estudos da vegetação/florestais e que pode ser uma ferramenta adicional na melhor compreensão nas bandas do infravermelho das imagens satelitárias de alta resolução, tais como IKONOS, Quickbird, ou mesmo nas imagens das câmaras aerofotogramétricas digitais ADS40 (Disperati et al, 2008). De uma maneira geral nas utilizações práticas das imagens satelitárias, a banda do infravermelho é usada quase que exclusivamente para formar a composição falsa-cor, a qual é usada em processamento/análise. Em futuro breve e com mais acentuada divulgação da técnica, haverá mais estudos considerando as fotografias digitais do infravermelho próximo.

4. Conclusões

Baseado nas considerações acima se pode concluir que:

a) os quatro exemplos acima evidenciaram o potencial das fotografias do infravermelho próximo obtidas através de câmaras digitais “de pequeno formato”, sendo duas amadoras e outra especial, em estudos da vegetação/florestal,

b) um halo circular central e com tonalidade mais clara aparece nas fotografias digitais do infravermelho próximo, mas que pode ser eliminada com posterior utilização de técnicas de processamento/edição de imagens,

c) com a maior divulgação da técnica, aguarda-se para futuro breve a efetivação de inúmeros estudos explorando melhor o potencial do infravermelho próximo assim como viabilizar uma melhor compreensão da banda do infravermelho proveniente de imagens satelitárias de alta resolução ou mesmo de câmaras aerofotogramétricas digitais.

5. Referências Bibliográficas

Avery, T. E.; Berlin, G. L. 4th edition. **Interpretation of aerial photographs**. Burgess Publishing Company: Minneapolis, 1985, 554 p,

Disperati, A. A.; Oliveira Filho, P. C.; Brandalize, A.; Kruger, A. Potencial das imagens ADS40 para estudos florestais no contexto da floresta com araucária. In: Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 8, 2008, Curitiba, **Anais...** Curitiba: FUFPEF do Paraná, 2008. p. 116-124. CD-ROM. ISBN 978-85-60020-05-8.

Harnischmacher, C. **Digital infrared photography**. Rockynook. California. 108 p, 2008.

Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. John Wiley & Sons. 1979, 612 p.

Richards, D. Revolution: the new infrared. **Popular photography**. v. 72. n. 1, p. 90-96, jan 2008.