

Identificazione di chiome di *Araucaria angustifolia* nella banda dell'infrarosso vicino, fornite da QuickBird 2

Attilio Antonio Disperati (*), Vagner Alex Pesck (*), Juliana Disperati (**), João Roberto dos Santos (***), Alynne Rudek (*), Afonso Figueiredo Filho (*)

(*) UNICENTRO- Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Engenharia Florestal, PR-153. Km 7, Bairro: Riozinho, 84.500-000 – Irati, Paraná, Brasil: e-mails: disperati@avalon.sul.com.br, vagneralexp@yahoo.com.br, alynnerudek@hotmail.com; afonso.figueiredo@pq.cnpq.br

(**) Università IUAV di Venezia - Facoltà di Pianificazione del Territorio, S.Croce, 1957 30135 – Venezia, e-mail:juliana012002@yahoo.it

(***) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Departamento de Sensoriamento Remoto, Av. dos Astronautas, 1758, São José dos Campos, SP, 12.227-010- Brazil, e-mail: jroberto@dsr.inpe.br

Riassunto

L'obiettivo di questo lavoro è verificare il potenziale della banda spettrale dell'infrarosso vicino nell'immagine fornita da QuickBird2 per l'identificazione delle chiome di *Araucaria angustifolia* (Brazilian Pine) nell'ambiente naturale della Foresta Ombrofila Mista. Nel trattamento dell'immagine sono state utilizzate tecniche di segmentazione e classificazione supervisionata, basata su informazioni estratte da fotografie aeree in scala 1:2000, oltre che da lavoro sul campo. Pur potendo considerare soddisfacenti i risultati ottenuti, si evidenzia l'elevato potenziale della banda dell'infrarosso vicino per l'individuazione delle chiome citate.

Abstract

The main purpose of this paper is to verify the potential of the infrared band of the QuickBird 2 image for mapping the Araucaria crowns in natural environment of Mixed Ombrophilous Forest. Segmentation and supervised classification were used for the digital analysis; ancillary data were extracted from aerial photographs 1:2.000 and from field work. Although the acquired results, it is possible to see high potential of the infrared band for the delineation of Araucaria crowns.

Introduzione:

L'*Araucaria angustifolia*, anche conosciuta come Brazilian pine o Araucaria, è una delle principali specie presenti nella Foresta Ombrofila Lista (FOM), e concentrata principalmente nel sud del Brasile (Stati del Paraná e di Santa Catarina).

Nella rimanente FOM, l'individuo adulto di Araucaria domina il livello superiore della foresta, presenta una chioma circolare e ben sviluppata, che può arrivare anche a 20 m di diametro. Le chiome delle altre specie forestali possono raggiungere il livello superiore, ma nessuna di esse presenta caratteristiche evidenti come quelle dell'Araucaria. Nell'ambito del telerilevamento, associando le caratteristiche tipiche delle chiome e la tonalità verde scuro delle sue aguglie, l'area dominata dall'Araucaria presenta una bassa riflessione nella regione spettrale dell'infrarosso vicino, rapportandole con le aree con predominanza di latifoglie.

La disponibilità di immagini orbitali ad alta risoluzione propizia la caratterizzazione dei parametri di terreni forestali (Wulder et al, 2004), ma con la risoluzione 10-100cm/pixel è possibile considerare le chiome individuali degli alberi (Gougeon, Leckie, 2006). L'immagine ad elevata risoluzione, trattata con la tecnica dell'estrazione automatica può essere una alternativa alle fotografie aeree nella caratterizzazione della struttura e della dinamica della foresta (Kim et al, 2009). Le tecniche di classificazione orientate a oggetto forniscono tuttora i migliori risultati nel

trattamento dell'immagine ad alta risoluzione rispetto alla classificazione pixel a pixel (Lu, Weng, 2007).

L'obiettivo del presente lavoro è vagliare il potenziale della banda spettrale dell'infrarosso vicino nell'immagine fornita da QuickBird2 per l'identificazione delle chiome di *Araucaria angustifolia* nella Foresta Ombrofila Mista, tramite tecniche di segmentazione e classificazione supervisionata utilizzando *Support Vector Machine*.

L'area di studio e materiali utilizzati

L'area di studio è localizzata nella FLONA di Irati, nella regione centro-sud dello stato del Parana (Brasile), coordinate centrali W 50° 34' 30" e S 25° 23' 30". Il clima, secondo Köppen è Cfb, con la temperatura tra la media massima di 24°C e la media minima di 11°C, precipitazioni mensili di circa 190 mm. L'area di studio è di circa 220 ettari, di cui l'85% costituita da foresta nativa, protetta negli ultimi settanta anni. A seguito di una ricerca multidisciplinare, è stato realizzato un dettagliato inventario forestale in 25 ha di quest'area che, secondo Disperati (2002), presenta una media di circa 460 alberi per ogni ettaro, con 42 individui di *Araucaria*/ha.

L'immagine Quickbird 2, ottenuta il 28 marzo 2008, nelle bande blu, verde, rosso e infrarosso vicino con una risoluzione spaziale di 2,44 m è stata utilizzata in questa ricerca. Le bande multispettrali sono state fuse con la banda pancromatica, con risoluzione spaziale di 61cm, utilizzando la tecnica *Gram-Schmidt Spectral Sharpening* (RSI, 2008a). In questa ricerca è stata solamente la banda del infrarosso vicino fusa. Quale ausilio sono state utilizzate 12 fotografie aeree stereoscopiche 70 mm con i colori veri, ottenute il 2 agosto 2002, zoomate in 5x per ottenere la scala 1:2000, utilizzate per realizzare una mappatura delle chiome di *Araucaria* tramite una interpretazione visiva. Le fotografie aeree sono state digitalizzate, con uno scanner da tavolo, risoluzione di 300 dpi e utilizzate per montare un mosaico digitale, tramite il software Pana Image Assembler 3 Professional, geo-riferito in base all'immagine Quickbird.

Il software ENVI 4.6.1 ed il modulo Feature Extraction (ENVI FX), effettuato nell'ambiente dell'ENVI Zoom, sono stati utilizzati per la digitalizzazione e per le fasi di segmentazione e classificazione supervisionata.

Metodologia

La procedura di estrazione di informazioni nell'ENVI FX si realizza secondo le seguenti tappe: Identificazione degli oggetti (segmentazione dell'immagine, fusione dei segmenti, rifinitura dei segmenti, calcolo degli attributi); Esportazione degli oggetti per lo Shapefile; ed estrazione degli oggetti (definizione degli oggetti tramite la Classificazione delle regole o Classificazione supervisionata) (RSI, 2008b). In questo studio è stata utilizzata specificamente la tappa di mappatura di oggetti, la segmentazione, fusione dei segmenti e calcolo degli attributi e successivamente, nella estrazione degli oggetti, la classificazione supervisionata basata nella tecnica *Support Vector Machine*.

Inizialmente sono stati testati vari parametri per la segmentazione, accertando i valori per il livello di scala 75, segmentazione finale, e 90, fusione dei segmenti. L'utilizzo congiunto (a) del preview che rappresenta un'anteprima della pre-visualizzazione della segmentazione sull'immagine, (b) dall'osservazione della chiusura dei poligoni quando la definizione dei valori di scala e la fusione dei segmenti, (c) dal tool "*transparency*" che ha permesso di visualizzare la banda dell'infrarosso vicino sul mosaico geo-riferito delle foto aeree 1:2 000, è stato importante per stabilire i valori dei livelli di scala sopra riferiti.

Sono state definite 4 classi tematiche: aree delle chiome di *Araucaria*, area sotto il dominio delle latifoglie, suolo nudo/agricoltura e ombre delle chiome arboree nello strato superiore della foresta.

Le zone di esercitazione sono state definite in base all'interpretabilità delle fotografie aeree. Dopo innumerevoli tentativi, i seguenti parametri sono stati utilizzati nella classificazione *Support Vector Machine*: filtro lineare (*Linear Kernel type*), parametro di penalità (*Penalty Parameter*) 70% ed accesso di probabilità di classificazione (*Classification Probability Threshold*) 0,3 ottenendo una mappa tematica con le classi sopra indicate.

Poiché l'obiettivo dello studio è esclusivamente delineare le chiome di Araucaria nella banda dell'infrarosso, la valutazione è stata realizzata in due aree campione (definita aleatoria) totalizzando 17 ha, tramite le 2 procedure comparative tra la foto-interpretazione nel mosaico e la mappa tematica: a) il valore totale delle chiome di Araucaria delineate; b) di 50 punti di chiome di Araucaria segnate casualmente in ogni area test. L'utilizzo delle aree delle chiome come sorgente di informazione e sviluppo di classificazione delle classe Araucaria è d'accordo con Radoux et al. (2009) quando utilizzano i concetti di oggetto.

Risultati e discussione

L'analisi visiva dell'immagine nella banda dell'infrarosso vicino sottolinea la possibilità di delineare manualmente le chiome di Araucaria, seppur non così evidente come nelle fotografie aeree 1:2000. Gli elementi descrittivi fondamentali nella caratterizzazione di queste chiome nell'immagine sono stati la forma (quasi circolare nella chioma individuale) e la dimensione della chioma associato al formato radiale delle chiome, le tonalità di grigio scuro e la testura.

La parte dell'immagine aerea di studio e la corrispondente mappa tematica risultante dalla classificazione sono esposte nelle Figure 1A e 1B, avente come legenda le quattro classi tematiche analizzate.

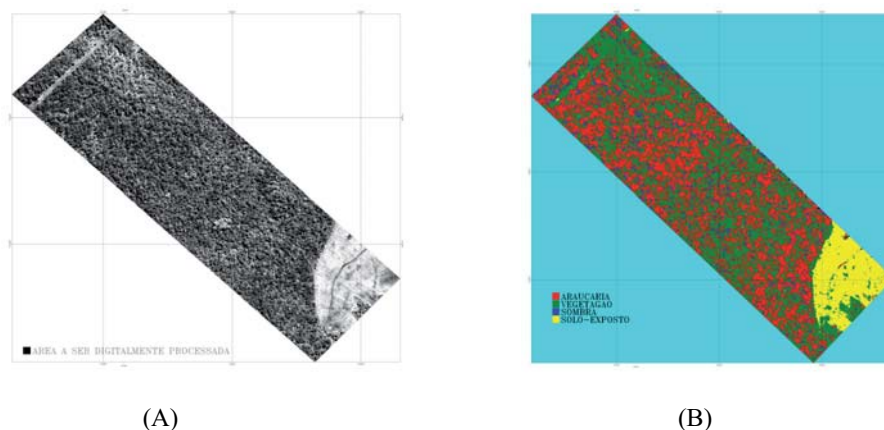


Figura 1. Area di studio: banda dell'infrarosso vicino dell'immagine QuickBird 2 (1A) e mappa tematica risultante dalla classificazione supervisionata (1B)

Le figure 2 e 3 illustrano la mappa tematica solamente delle due aeree teste, in comparazione con i poligoni derivati dell'interpretazione manuale del mosaico delle fotografie aeree.

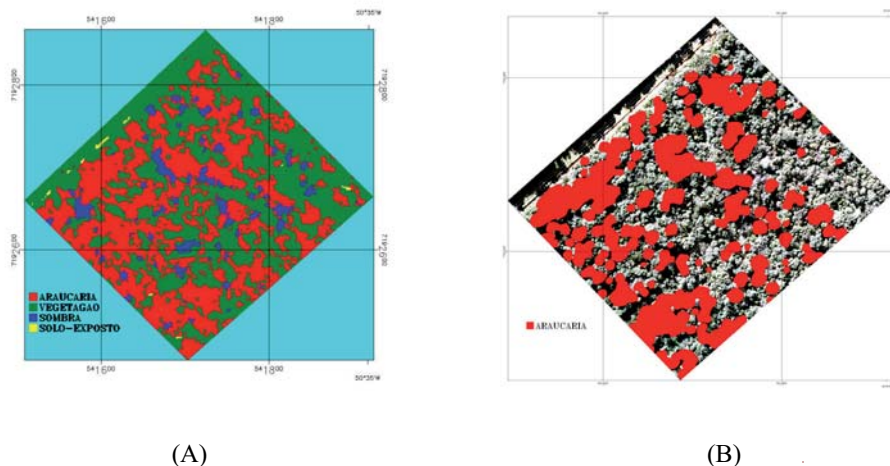


Figura 2. Area-test 1: mappa tematica (2A), interpretazione della fotografia aerea (2B).

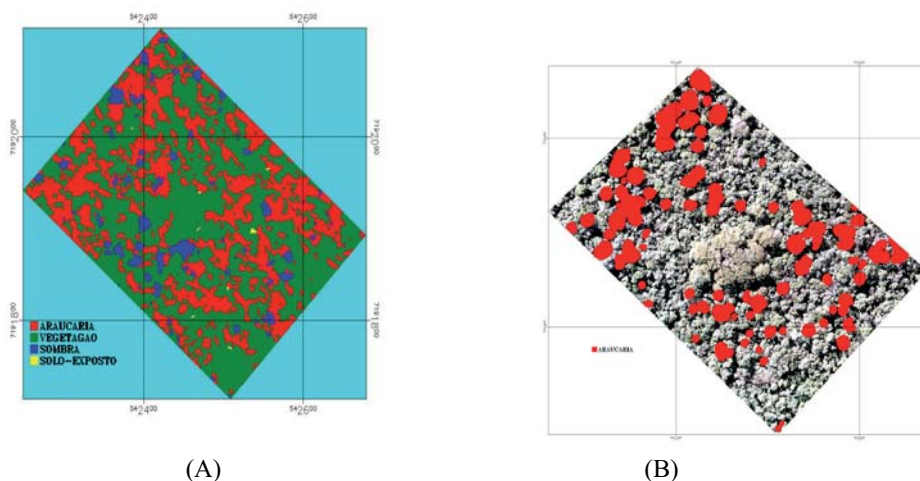


Figura 3. Area-teste 2: mappa tematica (3A), interpretazione visiva della fotografia aerea (3B).

Le figure 2 e 3 evidenziano mediamente la distribuzione spaziale dei poligoni di Araucaria.

Comunque, si osserva, nella mappa tematica di entrambe le figure, variazioni (per lo più) di chiome di Araucaria individuali, così come molti poligoni di Araucaria si trovano collegati, aspetto non molto evidente nella mappa di foto-interpretazione visiva. Considerando le relazioni di aspetto e di contesto, un esperto foto-interprete dimostra una significativa capacità di delineamento di chioma individuale o raggruppata, ancora non distintamente captata per certi parametri classificatori contenute nel pacchetto computazionale. I valori di accuratezza delle classe Araucaria nella mappa tematica, attraverso i punti campioni sono riportati nella tabella 1 ed i valori tabulari delle aree di chiome sono indicati nella tabella2.

	Punti considerati	Araucaria	Latifoglie	Ombra	Araucaria corrette
Area-test 1	50	42	8	0	84,0 %
Area-test 2	50	37	12	1	74,0 %
Media = 79,0 %					

Tabella 1. Disimpegno nell'identificazione individuale di *Araucaria* nelle aree-test.

Aree delle chiome di <i>Araucaria</i>	Area-test 1	Area-test 2	
Mosaico fotografico (MF)	22.621,7 m ²	13.515,4 m ²	
Mappa tematica (MT)	35.493,1 m ²	20.504,2 m ²	
Differenza tra MT e MF	+ 56,9 %	+ 51,7 %	Media= + 54,3%

Tabella 2. Disimpegno nelle stime de aree di chiome di *Araucaria* nelle aree-test.

La caratterizzazione individuale delle chiome di *Araucaria* tramite l'utilizzo del prodotto fuso ha dimostrato un'accuratezza nell'ordine del 79%. Disperati et al. (2009), quando hanno utilizzato le immagini IKONOS 2, fuse per 1 metro, con Definiens 5.0, hanno ottenuto un valore di precisione del 83% nella classe “chiome di *Araucaria*”. Nel caso della comparazione in termini di aree di chiome (Tabella 2), utilizzando la interpretabilità del mosaico di fotografie aeree come riferimento, i risultati indicano un valore medio del 54,2% in più di chiome di *Araucaria*. La differenza di errori quantificati di aree sono state simile nelle due aree teste.

La segmentazione e la classificazione alterano direttamente la quantità dei risultati. Secondo Kim et al. (2009) non esiste una procedura specifica per ottenere una segmentazione che possa essere considerata ottima e la scelta finale diventa strettamente collegata ai risultati nei vari tentativi realizzati (*trial-and-error*). I segmenti generati in riferimento alle chiome di *Araucaria* raccolgono pixel con lievi variazioni di tonalità (derivati dalle ombre tra le chiome radiali e anche una parziale influenza dalle chiome delle latifoglie nello strato arboreo immediatamente inferiore). Il disimpegno considerato medio nell'accuratezza dell'identificazione delle *Araucarie* tramite il procedimento metodologico attuato può essere spiegato dalla variabilità spettrale delle chiome, ma anche da altri fattori come: condizioni di luminosità, nel momento dell'acquisizione dell'immagine, topografia, caratteristiche peculiari FOM.

Conclusioni e raccomandazioni

Anche se le bande dell'infrarosso vicino dell'immagine QuickBird 2 presenta un potenziale per delineare manualmente le chiome adulte di *Araucaria*, il trattamento adottato di segmentazione e di classificazione supervisionata, condotto tramite l'ENVI FX, ha proporzionato un risultato considerato medio. Futuri studi dovranno focalizzarsi sulla segmentazione e la classificazione dell'immagine (individuazione dei bordi, formato e connettività dei segmenti, etc.) associato ad una migliore comprensione dei parametri biofisici delle chiome di *Araucaria* (dimensione minima e massima, trasparenza, etc) e spaziali tra le chiome singole ed i gruppi (vicinanza) osservando la classificazione utilizzando regole.

Riferimenti

Disperati, A A (2002), “Biodiversidade e sustentabilidade da Floresta Ombrófila Mista na Flona de Irati, PR”, Relatório Técnico de Projeto de Pesquisa, Processo CNPq 4.1909/00-6, 76 p.
 Disperati, A A, Santos, J R, Servello E, Camargo F F, Disperati J, Lisboa G S. (2009). “Semantic network applied to IKONOS-2 image for the delineation of *Araucaria angustifolia* (Brazilian pine)

crowns in a Mixed Ombrophilous Forest”, Proceedings of the 33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment, Stresa, Italy, 4 p.

Gougeon F A, Leckie D G. (2006), “The Individual Tree Crown approach applied to Ikonos images of a coniferous plantation area”, Photogrammetric Engineering Remote Sensing, 72(11):1287-1297

Kim M, Madden M, Warner T A. (2009), “Forest type mapping using object-specific texture measures from multispectral Ikonos imagery: segmentation quality and image classification issues”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 75(7):819-829

Lu D, Weng Q. (2007). “Survey of image classification methods and techniques for improving classification performance”. International Journal of Remote Sensing, 28(5):823-870.

Radoux J, Bogaert P, Fasbender D, Defourny P. (2009), “Thematic accuracy assessment of an object-based image classification”, Abstracts of the meeting Object-Based Landscape Analysis, University of Nottingham, UK, abstract 16, session 5.

RSI -Research Systems, Inc. (2008a). “ENVI Zoom Help”, disponível no software ENVI 4.6.1

RSI -Research Systems, Inc. (2008b). “Tutorial ENVI FX: Classificação por Regra- segmentação orientada ao objeto”. 15 p.

Wulder, M A, Hall R J, Coops N C, Franklin S E. (2004), “High spatial resolution remote sensed data for ecosystem characterization”, BioScience, 54(6):511-521

Ringraziamenti

CNPq e Fundação Araucária hanno finanziato la presente ricerca. Il gruppo integra il Gruppo di ricerca del CNPq “Biodiversità e Sostenibilità degli Ecosistemi Forestali”.