

Avanço do desmatamento por ocupação agrícola em dois departamentos do NO da Argentina

Gerardo Kuntschik ¹

¹ Universidade de São Paulo - USP/EACH
Av. Arlindo Bettio 1000 - SP, Brasil
gkuntschik@usp.br

Abstract. The natural vegetation of the North West of Argentina has been removed of extensive areas to devote the lands for agriculture, mainly for soybean. This process is being increased during the last decades, as price of agriculture commodities raise and new technologies get available for plantation. The removal of natural vegetation causes a deep impact on the local environment, and is responsible for depletion of biodiversity and soil loss. This paper presents a work that was carried out to assess the advance of deforestation in two departments in the North of Salta Province, Argentina. Classification of remote sensing images from Landsat TM5 obtained in 1990 and 2008 were performed using SPRING software to obtain snapshots of the situation of natural vegetation in the area. Huge increases in deforestation were verified, with natural vegetation covering falling from 85,5% to less than 73,5% at the same time as deforestation increased from less than 13,5% to more than 25,3% of the study area. Big properties seem to prevail over small ones in new deforested areas, probably due to the high costs of deforestation. Landscape ecology seems to supply a useful set of tools for evaluating and management planning in this case of study.

Palavras-chave: deforestation, remote sensing, desmatamento, Salta, Oran, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O Chaco é uma região de aproximadamente 600.000km² que compreende parte do Paraguai, Bolívia e NO da Argentina. A vegetação natural predominante nessa região é xerofítica florestal. A exploração dos recursos naturais tem sido feita principalmente pela extração de madeiras duras para a extração de tanino e para a construção de ferrovias. O clima seco tem dificultado historicamente a implantação de culturas agrícolas em longa escala, limitando-as a pequenas áreas com rosados de subsistência e algumas áreas maiores nas quais se pratica a irrigação. A atividade pecuária tem sido pouco importante na região, e basicamente visa abastecer o mercado local. Nas últimas décadas a ocupação de terras por culturas agrícolas tem aumentado drasticamente (Grau et al., 2005¹; Grau et al., 2005²), a custo de um avanço sobre áreas de vegetação nativa, as quais são desmatadas em grande escala (Zak et al., 2004), provocando uma perda de hábitat com impacto sobre a biodiversidade local. A fronteira agrícola nessa região vem avançando sobre a vegetação nativa a uma das taxas mais elevadas da Argentina. Alguns autores apresentam evidências de que a precipitação vem aumentando nas últimas décadas na região (Brown et al., 2004; Liebmann et al., 2004), o que pode redundar no incremento da produtividade das culturas agrícolas. O avanço tecnológico, representado por novos produtos agro-químicos e culturas transgênicas, principalmente na cultura de soja, o aumento dos preços internacionais das commodities do setor agropecuário provavelmente seja também parcialmente responsável pelo aumento da área dedicada a cultivos, incrementando conseqüentemente a pressão sobre a vegetação nativa e sobre o hábitat do lugar (Martínez et al., 2005; Roig-Juñent et al., 2001; Vaira, 2002; Vischi et al., 2004).

O modo como a expansão da fronteira agrícola tem beneficiado grupos econômicos com capacidade de realizar grandes investimentos. A população local pouco tem se beneficiado pela geração de empregos com essa nova ocupação do solo, mas para ela tem sobrado um passivo ambiental constituído por de erosão de solos e perda de biodiversidade. Esta tem sido relatada por vários autores os que alertam para a importância de programar estratégias para a

conservação em uma área que vem sendo rapidamente impactada (Aizen e Feinsinger, 1994; Brown e Malizia, 2004; Quattrocchio et all, 1997; Solbrig, 1994). A aparição de novos casos de doenças parasitárias antes controladas, tem sido também relacionada ao avanço do desmatamento na região por Patz et all, 2000.

O objetivo deste trabalho é avaliar o avanço do desmatamento para ocupação agrícola numa das áreas do Chaco argentino que mais vem sofrendo modificações nas últimas décadas, utilizando imagens de sensoriamento remoto.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

A Província de Salta está localizada no NW da Argentina, e limita com Bolívia, Chile e Paraguai. A área de estudo está constituída pela parte Sul do Departamento de Oran e pela totalidade do Departamento de Gral. José de San Martín, no Norte da Província. Ambos estão na região onde mais tem crescido o desmatamento no NW da Argentina durante as últimas décadas. A área selecionada para este trabalho está compreendida entre as coordenadas: $63^{\circ}06'08''$ e $64^{\circ}19'36''$ de longitude e $22^{\circ}04'10''$ e $24^{\circ}11'44''$ de latitude, no Hemisfério Sul. A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo na Argentina e na Província de Salta, com as coordenadas do retângulo envolvente do projeto.

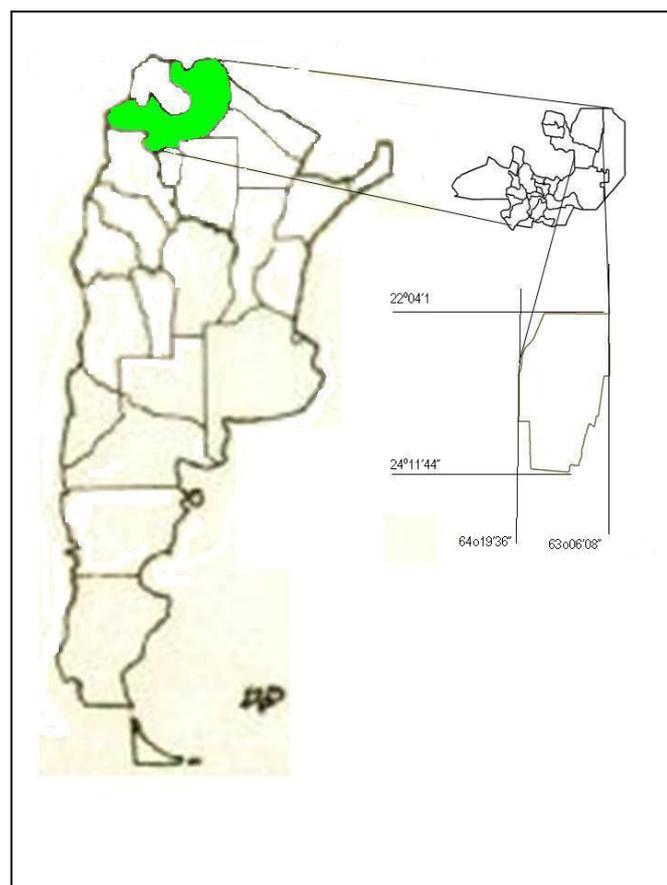


Figura 1: Localização da área de estudo. Em verde, a Província de Salta, Em destaque, a área de estudo com as coordenadas do retângulo envolvente.

A vegetação natural na área é do tipo xerofítica, lenhosa, representada por florestas montanas subtropicais, localmente denominadas *yungas*. A precipitação na região é marcadamente sazonal, com chuvas concentradas no período estival, de novembro a março.

2.2 Imagens e software

Para o trabalho foram utilizadas imagens provenientes do sensor Thematic Mapper, a bordo do satélite *Landsat5*, de origem norte americano. As imagens das órbitas/ponto 230/76 e 230/77 segundo o sistema de referencia WRS. As datas das imagens são: de 13/07/1990 e de 16/09/2008, o que permitiu observar a mudança na cobertura do solo nos últimos 18 anos. As imagens foram fornecidas no formato GeoTIF. As imagens de 1990 disponíveis incluíam as bandas 1, 3, 4, 5, 6 e 7. As imagens de 2008 dispunham das bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Para este trabalho não foi utilizada a banda 1 de nenhuma das imagens, devido à grande influencia da atmosfera e à baixa contribuição de informação radiométrica não correlacionada fornecida pelos dados nela contidos. Também não foram utilizadas as bandas 6 das imagens, devido a que contém informação do espectro termal e a que sua resolução espacial é maior que a das bandas refletidas.

O software utilizado foi o SPRING versão 4.3.3 (Câmara et al, 1996).

2.2 Metodologia aplicada

Foi criado um banco de dados no SPRING e um projeto abrangendo um retângulo envolvente compreendido dentro das seguintes coordenadas: Longitude W 69°00'00" e W 62°30'00"; Latitude S 26°30'00" e S 22°00'00". Foram criadas categorias pertencentes ao modelo imagem para as imagens das duas datas. Também foi criada uma categoria do modelo temático para receber um plano de informação na representação vetorial da província de Salta incluindo os limites dos departamentos. Uma outra categoria, também pertencente ao modelo temático, foi criada para receber um arquivo vetorial com os limites da área de estudo. Esse plano de informação foi utilizado para recortar as imagens classificadas no final do presente trabalho.

As imagens TM5 foram importadas utilizando a opção mosaico para os planos de informação das categorias correspondentes. Uma vez feito isso, comprovou-se que o georreferenciamento da imagem de 1990 apresentava um grande deslocamento. Procedeu-se então a georreferenciá-la utilizando como base a imagem de 2008. Esta última foi previamente confrontada com os dados vetoriais disponíveis da Província de Salta, verificando-se que apresentavam um georeferenciamento adequado. Utilizando-se como referencia rios que constituem limites políticos de Departamentos da Província, constatou-se que a representação deles na imagem coincidia com as coordenadas dos limites no arquivo vetorial respectivo. A imagem de 1990, resultante do mosaico gerado no SPRING mediante a importação das duas imagens da mesma órbita e pontos adjacentes, foram exportadas no formato GeoTIF e transformadas para o formato GRIB utilizando o módulo IMPIMA do SPRING. Esses arquivos resultantes foram utilizados para realizar a importação, tomando como base a imagem de 2008. O erro de registro foi mantido abaixo de 2 pixels.

As imagens foram classificadas utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança (Richards e Jia, 2006). Definiram-se os tipos de cobertura do solo de interesse: mata, antropismo e água. Não foi constatada a presença de nuvens na área de estudo.

Para a definição da cobertura mata foram criadas e utilizadas seis classes diferentes durante o processo de coleta de amostras para treinar o algoritmo de classificação. O intuito foi que essas diferentes classes representaram adequadamente a variação da vegetação natural presente na área de estudo. Na classificação da imagem de 1990, foram utilizadas 34 amostras para o conjunto de treinamento das classes mata. Na classificação da imagem de 2008, foram utilizadas 24 amostras para o conjunto de treinamento dessa mesma cobertura.

Para a definição da cobertura antropismo foram criadas e utilizadas oito classes diferentes durante o processo de coleta de amostras para treinar o algoritmo de classificação. A cobertura antropismo inclui cidades, queimadas, culturas agrícolas, solo exposto e pastagem

implantada. Na classificação da imagem de 1990, foram utilizadas 42 amostras para o conjunto de treinamento das classes antropismo. Na classificação da imagem de 2008, foram utilizadas 65 amostras para o conjunto de treinamento que visou caracterizar essa cobertura.

Para cada conjunto de classes foi determinada uma cor. Assim, foi determinado que todos os pixel das áreas classificadas dentro de qualquer uma das classes mata, sejam apresentadas na cor verde, independentemente de a qual das seis classes pertença o pixel em questão. Similarmente, foi determinado que os pixels classificados como pertencentes ao conjunto de classes que representam a cobertura antropismo sejam apresentados na cor vermelho.

As imagens resultantes das classificações foram submetidas a um processo de pós-classificação, com o objetivo de homogeneizar a representação das coberturas do solo na área.

As imagens resultantes foram recortadas utilizando uma máscara vetorial construída mediante a edição do plano de informação dos limites de Departamentos da Província de Salta. Selecionou-se o Departamento de General San Martín e a parte Sul do Departamento De Oran. As imagens da órbita 230 não abrangem todo o Departamento de Oran. A parte Norte fica em outra órbita. Foi avaliada a conveniência de realizar um mosaico com imagens da órbita vizinha e assim dispor da cobertura do Departamento na íntegra. No entanto comprovou-se que a região Norte desse Departamento apresenta escassa modificação da vegetação original. Possivelmente isso seja devido a que, nessa última região, o relevo é mais movimentado e as precipitações são menores, o que reduziria a aptidão agrícola dessas terras.

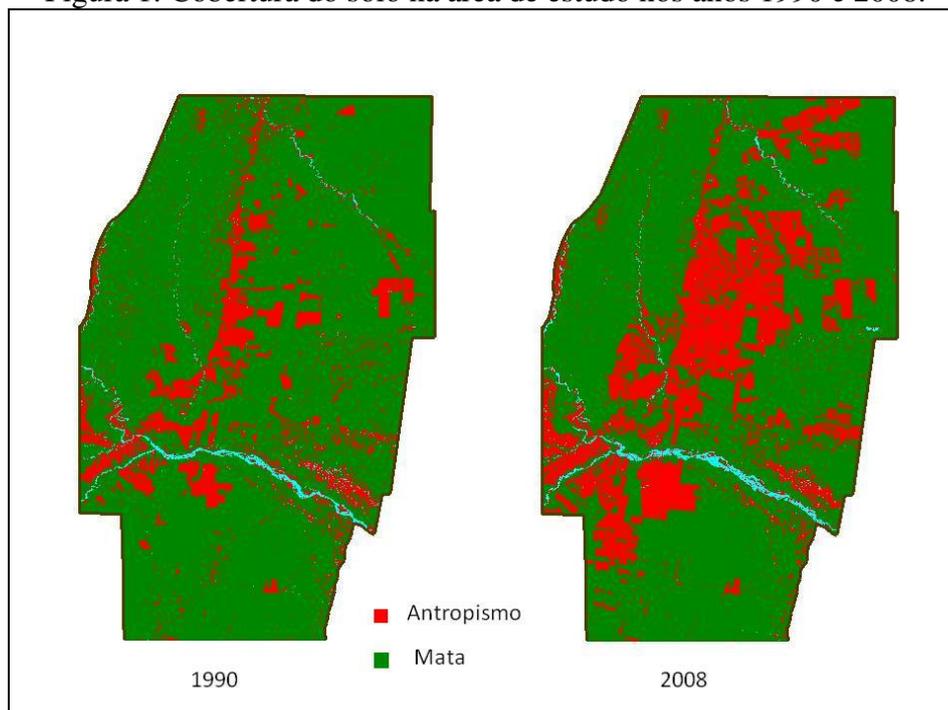
As imagens classificadas e recortadas foram submetidas a um mapeamento para classes, mediante o qual o resultado da classificação é transformado em um mapa temático.

O cálculo das áreas com cada cobertura foi feito utilizando a ferramenta de medida de classes disponível no software.

3. Resultados e Discussão

As classificações das duas imagens forneceram resultados que permitiram espacializar e quantificar os tipos de cobertura do solo em cada data. A Figura 1 apresenta os resultados das imagens classificadas, onde é possível visualizar o avanço da área cuja vegetação natural foi retirada, em vermelho, e as áreas onde este tipo de cobertura persiste, em verde.

Figura 1: Cobertura do solo na área de estudo nos anos 1990 e 2008.



A quantificação das áreas ocupadas por cada uma das classes está apresentada na Tabela 1. Os valores são apresentados em km².

Tabela 1: Extensão das áreas ocupadas pelas classes de cobertura do solo no ano de 1990 e 2008. Os valores estão expressos em km².

Ano	Mata	Antropismo	Água
1999	20.976,32	3.284,07	274,20
2008	18.017,46	6.209,61	307,49

O avanço do antropismo, que tem como principal consequência a remoção da vegetação natural, resulta evidente na observação das imagens e sua extensão está quantificada pelos valores apresentados. Enquanto em 1990 menos de 13,5% da área de estudo tinha sua superfície ocupada por algum tipo de antropismo, dezoito anos mais tarde esse tipo de cobertura correspondia a mais de 25,3%, quase o dobro. No mesmo período a vegetação natural diminuiu sua cobertura de 85,5% para menos de 73,5%.

É importante salientar que as áreas desmatadas na imagem de 2008 apresentam extensões contínuas ou contíguas maiores que as presentes na imagem de 1990. Isso permite inferir que a retirada da vegetação natural provavelmente está sendo realizada por empresas capitalizadas com capacidade de trabalhar grandes áreas. A cultura da soja normalmente é plantada por empresas com esse perfil, a diferença das culturas de subsistência e para abastecimento local que, embora impactem o médio, o fazem num nível substancialmente menor.

As diferenças nos valores de água determinados nas duas datas possivelmente sejam devidas a diferenças sazonais no nível dos rios no momento da geração das duas imagens.

As áreas de treinamento que foram utilizadas para caracterizar as coberturas mata; antropismo e água visavam reunir em poucas classes uma grande variedade de ambientes. Assim, diferentes culturas em diferentes estados fenológicos foram reunidas na mesma classe junto com solo exposto, queimadas, cidades, áreas recentemente desmatadas, áreas abandonadas e pastagens em diferentes estados de conservação. Também foram representadas mediante uma única cor as diferentes classes e fisionomias de vegetação natural. A variabilidade desta cobertura é complexa devido às variações de precipitação na área de estudo, bem como às diferentes topografias presentes. A parte leste apresenta uma topografia mais plana, possivelmente seja devido a isso que é justamente onde predominam as retiradas de vegetação nativa com fins de exploração agrícola de modo extensivo, em grandes propriedades. Na parte oeste, o relevo apresenta-se mais movimentado, dificultando a mecanização e tornando mais difícil e onerosa a agricultura extensiva. A precipitação também diminui para o oeste. Comprova-se na observação das imagens de ambos anos, e consequentemente nas imagens classificadas, que na região oeste há pouca ocupação antrópica e, quando acontece, é em áreas reduzidas, indicando uma possível ocupação por pessoal com menor capacidade de investimento e que, devido a isso, causa menor impacto à vegetação nativa e, consequentemente, ao meio.

A representatividade dessas classes foi avaliada mediante a matriz de confusão das duas imagens classificadas. Comprovou-se que, embora existisse em alguns casos confusões entre classes, elas se verificaram exclusivamente entre sub-classes correspondentes à mesma cobertura, mas não entre coberturas diferentes. Assim, comprovou-se, por exemplo, que a classe antropismo5 apresentou um grau de confusão de 10,76% com a classe antropismo6, a mais alta. Mas o conjunto de classes antropismo não apresentou confusão com as classes mata. A classe água apresentou pequena confusão (0,28% e 0,06%) com duas classes de antropismo. Isto provavelmente seja devido a que uma das sub-classes água foi constituída por áreas de treinamento de regiões próximas a rios, sem vegetação, pixels vizinhos à água e

que ficam submersos nas épocas de enchente. A assinatura espectral dessas áreas é próxima à das áreas desmatadas.

Uma abordagem de ecologia da paisagem provavelmente forneceria informações mais precisas acerca do impacto que a fragmentação que vem sofrendo a área possa ter nas populações tanto da flora quanto da fauna, principalmente no que se refere ao fluxo gênico e possibilidade de extinção local de espécies. Esse tipo de abordagem poderia permitir a elaboração de estratégias que visem a diminuição do impacto do desmatamento sobre o meio biótico, estabelecendo normativas que garantam a permanência de corredores ecológicos entre manchas da paisagem. Estas alternativas vêm sendo utilizadas com sucesso em outros biomas, embora a reconstrução da conectividade entre fragmentos é uma solução muito mais cara e demorada que a preservação de corredores e/ou *stepping stones*. O planejamento da ocupação ainda é possível e poderia diminuir o impacto da ocupação humana derradeira que, segundo se vislumbra, continuará expandindo-se na área de estudo nos próximos anos.

Agradecimentos

O autor deseja agradecer à Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, que forneceu as imagens e ao Sr. Marcelo Matsumoto da *The Nature Conservancy* quem forneceu dados vetoriais dos limites dos departamentos da Província de Salta.

Referências Bibliográficas

Aizen, M. A.; Feinsinger, P. Forest Fragmentation, Pollination, and Plant Reproduction in a Chaco Dry Forest, Argentina. **Ecology**, v75, n2, pp. 330-351, 1994

Brown, A. D.; Malizia, L. R. Las Selvas Pedemontanas de las Yungas. **Ciencia Hoy**, v14, n83, p52-63. 2004.

Câmara, G. ; Souza, R. C ; Freitas, U ; Garrido, J. SPRING Integrating Remote Sensing and GIS with Object Oriented Data Modelling. **Computers & Graphics**. v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996.

Grau, R; Gasparri, I; Aide, B. T. M. Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. **Environmental Conservation**. v32, p 140-148, 2005.

Grau, R; Aide, B. T. M.; Gasparri, N. I. Globalization and Soybean Expansion into Semiarid Ecosystems of Argentina. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, v34, n3, p. 265–266, 2005.

Liebmann, B; Vera, C. S.; Carvalho, L. M. V. An observed trend in central South American precipitation. **Journal of Climate**. v17, n22, p4357-4367, 2004.

Quattrocchio, M.; Volkheimer, W.; Del Papa, C. Palynology and Paleoenvironment of the "Faja Gris" Mealla Formation (Salta Group) at Garabatal Creek (NW Argentina). **Palynology**, v 21, pp. 231-247, 1997.

Richards, J. A.; Jia, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis: an introduction**. 4ed. Springer, Alemanha. 2006.

Roig-Juñent, S.; Flores, G.; Claver, S. Debandi, G.; Marvaldi, A. Monte Desert (Argentina): insect biodiversity and natural areas. **Journal of Arid Environments**. V.47, p77–94, 2001.

Solbrig, O. Biodiversity and the world food crisis. **Biology International Special Issue**, n 32, p54-62, 1994.

Vaira, M. Anurans of a subtropical montane forest in northwestern Argentina: ecological survey and a proposed list of species of conservation concern **Journal Biodiversity and Conservation**; v11, n 6, 2002

Vischi, N.; Natale, E.; Villamil, C. Six endemic plant species from central Argentina: an evaluation of their conservation status. **Biodiversity Conservation** v13, p.997–1008, 2004.

Zak, M. R.; Cabido, M.; Hodgson, J. G. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? **Biological Conservation**, v120, n 4, p589-598, 2004.