Investigaciones Geográficas, nº 42 (2007) pp. 163-175
ISSN: 0213-4691

Instituto Universitario de Geografía
Universidad de Alicante

APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CAMBIOS PARA EVALUACIÓN DE LAS ALTERACIONES EN EL USO DE LAS TIERRAS

Marcos Antonio dos Santos
Rozely Ferreira dos Santos
Facultad de Ingeniaría Agrícola
Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP) - Brasil

RESUMEN

En planificación ambiental la interpretación de los cambios de un paisaje en términos cualitativo, cuantitativo y espacial es importante para comprender las causas de las presiones humanas, reconocer el escenario actual y tomar decisiones sobre el escenario futuro. Este estudio argumenta que estas respuestas son conseguidas eficientemente a partir del uso de los índices de cambios. De esta manera, se busco seleccionar, desarrollar, asociar y aplicar índices de cambio con el auxilio de un sistema de información geográfica, con el propósito de mensurar las transformaciones en el uso y ocupación de tierras ocurridas en una región dentro de una serie temporal. La propuesta metodológica fue aplicada en cuatro ciudades de la región agrícola de Andradina (São Paulo, Br), en una serie temporal entre los años 1970-2000. El análisis de estos índices ayudo a entender las variaciones resultantes de los levantamientos cartográficos dela serie temporal adoptada. A partir de los índices se pueden evaluar: la cuantificación de los cambios en términos del tipo de uso y área ocupada; los porcentajes relativos de los cambios temporales; el desplazamiento del área de los cambios; y la concentración o dispersión de los cambios en el espacio territorial.

Palabras clave: índice, presión humana, cambios temporales, paisaje.

ABSTRACT

Environmental planning needs to interpretate qualitative, quantitative and spacial changes of the landscapes because it is important to understand the causes of the human threat, to recognize the current scenario and to make decisions to the future scenario. This study argues that answers are efficiently gotten from the use of change index. In this sense, we proposed to select, to creat, to associate and to apply change indexes by means of geographic information system. We evaluated the changes in land use and cover land in a temporal series. The metodology was applied in four cities of the Andradina Agricultural Region (São Paulo, Br), between 1970 and 2000. The index analysis helped us to understand the variations in diferent maps of the diferent datas. From these indixes

Fecha de recepción: 1 de septiembre de 2006. **Fecha de aceptación:** 30 de abril de 2007.

it can be revealed: the quantification of the changes in land use, land cover and occupated area; the percentage of temporal changes; the displacement of the change areas; and the concentration or dispersion of these land changes in the region.

Key words: index, human pressure, temporal change, landscape.

1. Introducción

¿Cómo interpretar el uso actual de la tierra en planificaciones ambientales? Varios autores afirman que la composición y la distribución de las actividades humanas sobre una región, tal cual la situación actual de los recursos naturales, son mejores comprendidas cuando se evalúan informaciones y mapas del pasado (DUNN et el al. 1991, GIRARDI, 2002; SANTOS, 2003; SANTOS, 2004). Este es un buen camino metodológico para identificar las causas de las presiones humanas que resultan en un determinado escenario del uso de la tierra. Generalmente, la evaluación se hace por medio de la calificación y de la cuantificación de los cambios (en unidades de medida de extensión territorial), por medio de la superposición de mapas. Sin embargo, ni siempre la simple cuantificación responde, concretamente, la pregunta presentada. Así, por ejemplo, una cultura inserta en un local puede estar en otro algún tiempo después, ocupando un mismo número de hectáreas, dificultando la comprensión de que haya ocurrido un cambio significativo. Se cree que, en este caso, la aplicación de un índice apropiado, preocupado en identificar los cambios punto a punto mostraría una alta variación.

El índice del cambio es un número que representa un conjunto de datos cuantificados y asociados, que puede expresar la medida de uno o más fenómenos. Su aplicación proporciona una evaluación de la magnitud del cambio, por medio de valores clasificatorios que, comúnmente, varían entre 0 y 1. Por ser de interpretación fácil, auxilia a los que toman decisiones y a la participación pública en los procesos de planificación ambiental (SCARABELLO, 2003; NOBLE, 2003). Diferentes índices tienen diferentes sensibilidades para expresar cambios, además de permitir la comparación de los cambios de diversas formas. Este estudio defiende que informaciones más concretas de transformaciones ocurridas en un determinado territorio se pueden conseguir se hubiera una combinación adecuada de índices calculados en función de levantamientos cartográficos del uso y ocupación de la tierra en una serie temporal. Sin embargo, se cree que la selección de los índices no es un proceso metodológico fácil de solucionar. ¿Por qué? Porque la aplicación de los índices de cambio necesita ajustes de parámetros de manera que los datos puedan ser comparados. Este proceso demanda tiempo, con transformaciones sensibles de datos. Todavía no hay en la literatura procesos metodológicos suficientes que expresen este tipo de evaluación.

En esta dirección, el objetivo de este estudio fue seleccionar, desarrollar, asociar y aplicar índices de cambio con el auxilio de un sistema de información geográfica, con el propósito de mensurar las transformaciones en el uso y ocupación de tierras ocurridas en una región dentro de una serie temporal.

1.1. Estudio de caso

El estudio de caso presentado en este trabajo ilustra las transformaciones ocurridas en parte de la región agrícola de Andradina (ciudades de Ilha Solteira, Castilho, Pereira Barreto, Andradina e Itapura, conforme figura 1), entre 1970 y 2000.

Esta región fue predominantemente ocupada entre los años de 1920 y 1950. En este período acciones políticas promovieron la distribución de los inmigrantes por el interior de la provincia, marcando el principio de la fundación de varias ciudades. A partir de los años 60 la región sufre alteraciones profundas. En el principio de la década de 1960, el proyecto de Urubupunga fue implantado, con el objetivo de crear las centrales hidroeléctricas de Jupiá e Ilha Solteira (río Paraná). Enseguida fue la implantación del depósito de Três Irmãos (río Tietê) y el canal de Pereira Barreto, que une los ríos Tietê y Paraná. Las ciudades de uso agropecuario quedaran rodeadas por los lagos de las hidroeléctricas.

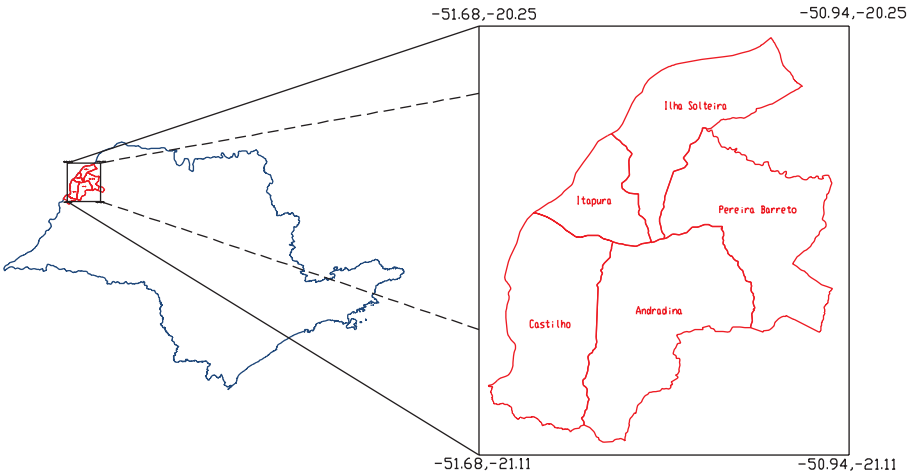

FIGURA 1: Las ciudades de São Paulo (Br) que componen el área de estudio.

2. Metodología

2.1. Levantamiento cartográfico de una serie temporal

Para levantar la cartografía de los cambios en el uso y ocupación de las tierras, fueron utilizadas imágenes de la serie de satélites Landsat de 1972, 1981, 1990 y 1999. Los mapas fueron elaborados en la escala 1:50.000. Todas las imágenes fueron corregidas y geográficamente referenciadas, usando el sistema UTM (Proyección universal Transversa de Mercator) – Zona 22 Sur y Datrum SAD-69. En la banda 4 (banda verde) un filtro de borde fue aplicado y posteriormente el contraste con 2,5% de saturación. Los procesos fueron aplicados para mejor exhibir los límites de la cobertura vegetal, facilitando la interpretación visual. La composición falso color fue utilizada como estándar para la observación de las variaciones del uso y ocupación (Figura 2). Fue tratada y compuesta en el software I/RAS C, con base en las bandas presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1
BANDAS ADOPTADAS PARA LA COMPOSICIÓN DE LA IMAGEN COLORIDA FALSO COLOR PARA CADA AÑO

Año	Sensor	Canal Rojo	Canal Verde	Canal Azul	Pixel (m)
1972	MSS	Banda 3	Banda 4	Banda 2	80
1981	MSS	Banda 5	Banda 7	Banda 4	60
1990	TM	Banda 4	Banda 5	Banda 3	30
1999	TM	Banda 4	Banda 5	Banda 3	30

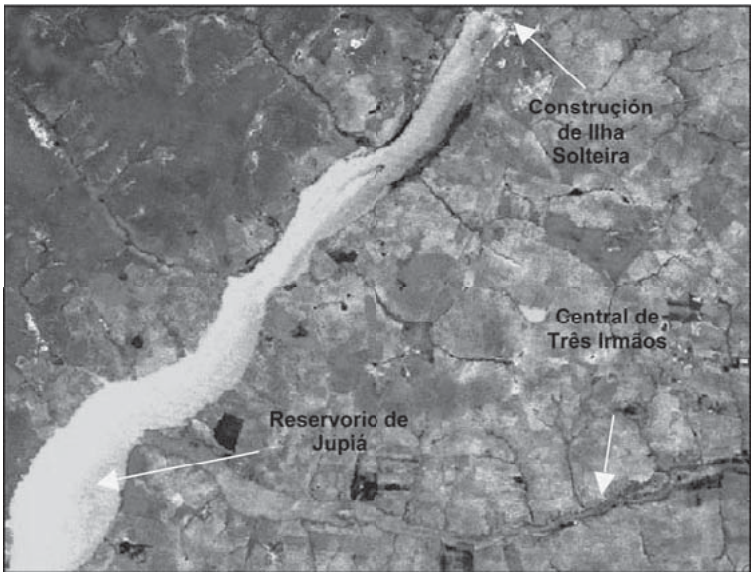

FIGURA 2: Ejemplo de imagen de 1972, demostrando el llenado parcial del deposito de Jupiá y la Central Hidroeléctrica de Ilha Solteira en construcción. La Central Hidroeléctrica de Três Irmãos todavía no había sido construido.

Las imágenes procesadas de satélite fueron vectorizadas en el SIG *Geomedia Professional*.

Para la entrada de datos de la serie temporal fue creado un BD (banco de datos) vectorial en el SIG Geomedia, en la plataforma de almacenaje *Microsoft Access* (MDB). El BD, entre las informaciones diversas, agrupó cinco grandes categorías cartográficas (Tabla 2).

La interpretación de las imágenes se inicio a partir de la escena de 1999, seguida por la de 1990, siendo estas adoptadas para la extracción de los estándares del uso y de la ocupación de la tierra. Las imágenes de 1981 y 1972 no presentan los mismos estándares

Tabla 2
CATEGORÍAS CARTOGRÁFICAS

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Agropecuaria	Comprende los mapas que se refieren a las actividades agrícolas, pecuaria, quemadas, suelo expuesto, aglomeramientos y pastos.
Cuerpos de agua	Comprende las áreas inundadas por los depósitos ademas de los cuerpos de água y de lagos existentes en la región.
Urbano	Comprende las áreas con infraestructura urbana.
Vegetación	Comprende las áreas constituidas por los tipos diversos de vegetación existentes en el local.
Otros usos	Comprende las áreas de usos diversos como: instalaciones de las hidroeléctricas, movimientaciones de la tierra para las construcciones, pista de aterrizaje, etc.

en razón de diferencias en las características y conjunto de bandas espectrales disponibles, lo que impide la presentación de los colores en los mismos tonos de los demás. De esta manera, el levantamiento fue procesado por la semejanza local de las ocupaciones poco susceptibles a desplazamientos espaciales de gran significado como las florestas, los cuerpos de agua, vegetación de margen de ríos, cerrados, el gran cerrado, aglomeraciones urbanas y agropecuarias.

2.2. Selección, aplicación y desarrollo de los índices de cambio

Los mapas vectoriales creados en el *Geomedia* fueron exportados para el *software Idrisi*, donde fueron transformados en modelo matricial. Todos los mapas fueron rastreados adoptando el *pixel* de 30m como estándar.

Fue seleccionada la técnica de comparación de pares para datos cualitativos llamada clasificación cruzada (función *Crosstab* del *Idrisi*). A partir de esta técnica fue conseguido el índice de Concordancia Kappa (ICK) entre las categorías, calculado por el SIG *Idrisi*. Fue adoptada como «referencia terrestre» las imágenes de 1972, 1981 y 1990. Los valores presentan grandeza numérica entre 0 y 1 (cero y uno).

ROSENFIELD y FITZPATRICK-LINS (1986) definen el índice Kappa como la medida de la proporción de que un área teste ha sido clasificada correctamente (como áreas de cambios o no cambios). Para calcular este índice, inicialmente es creada una matriz de concordancia en que las diferencias y los umbrales de las clasificaciones de los cambios o no cambios de las áreas son tabulados contra la «referencia terrestre». La ecuación 1 presenta él cálculo del ICK.

$$ICK = \frac{N\sum_{i=1}^{c} x_{ii} - \sum_{i=1}^{c} x_{i+}x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} x_{i+}x_{+i}} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

K: índice de concordancia Kappa

N: número total de observaciones (*pixels* – por ejemplo)

c: número de clases evaluadas (matriz c x c)

i: número de la línea o columna (representa la clase en evaluación)

x_{ii} : Numero de observaciones de las clases del diagonal de la matriz

$x_{i+} = \sum_j x_{ij}$: Soma de los valores de la línea i (línea de totales)

$x_{+i} = \sum_j x_{ji}$: Soma de los valores de la columna i (columna de totales)

Con la aplicación de la ecuación 1 y el cálculo de áreas sobre los mapas de uso y ocupación de la tierra fueron conseguidos:

- Cuantificación de las áreas en hectáreas relativas a cada categoría;
- Tabulación cruzada de las áreas ocupadas en diferentes fechas, cuantificando en esta fase los *píxeles* relativos a las clases de ocupaciones y los porcentajes respectivos para los períodos 1972-1981, 1981-1990 y 1990-1999.

El resultado conseguido es la cuantificación de los cambios a lo largo del período analizado. Las tablas de clasificación cruzada fueron insertadas en el software Microsoft Excel, permitiendo la organización de los datos y elaboración de los gráficos para la representación de las variaciones.

El índice de cambio (IM), una derivación del ICK, con intervalo de grandeza numérica entre 0 y 1 (cero y uno), provee una medida para verificación del cambio de una ocupación en un período de tiempo. En el caso, por ejemplo, de los cambios entre 1972 y 1981, los datos tomados, como referencia o «referencia terrestre», son los de 1972, verificando así, el cambio ocurrido en la próxima fecha, en este caso 1981. Cuánto mayor el IM (Ecuación 2), mayor será el cambio verificado.

$$IM = 1 - ICK \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde: IM=índice de cambio, ICK=índice de la concordancia Kappa

Otra medida considerada importante en este trabajo es aquella que verifica el aumento o la reducción en términos del área ocupada. Para tanto, se considera que el cálculo de la diferencia del área en hectáreas referente a cada clase de ocupación de una fecha para otra (Ecuación 3) permite tal evaluación.

$$Diferencia(ha) = Área_{Fechafinal} - Área_{Fechinicial} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

La Diferencia ICK (Ecuación 4) es propuesta para proveer una medida espacial del fenómeno a lo largo del área de cambio, de grandeza numérica entre 0 y 1 (cero y uno), referente a las categorías y clase del uso y ocupación de la tierra. Por esta ecuación, cuanto menor la diferencia, más concentrados en una región los cambios ocurrieron.

$$Diferencia(ICK) = ICK_{FechaInicial} - ICK_{FechaFinal} \qquad \text{(Ecuación 4)}$$

3. Resultados y discusión

A Partir de los cuatro mapas generados en el *Geomedia* que retratan la serie temporal (Figura 3) fueron obtenidos los valores de las áreas ocupadas por las categorías de uso y ocupación de la tierra, para cada fecha analizada, y los porcentajes respectivos de variaciones de una fecha para otra (Tabla 3). La distribución por porcentaje de ocupación de las áreas referentes a las categorías de uso y ocupación de la tierra se representa en la Figura 4, comprendiendo la serie temporal analizada.

Tabla 3
CATEGORÍAS DE USO Y OCUPACIÓN DE LA TIERRA - ÁREA EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN ENTRE LOS AÑOS DE 1972 Y 1999

Uso	**Hectáreas**				**Porcentaje de variación**		
	1972	**1981**	**1990**	**1999**	**72-81**	**81-90**	**90-99**
Agropecuaria	266579.5	278762.4	297172.8	281628.1	4.6	6.6	-5.2
Urbano	1957.86	2484.27	2775.87	2973.15	26.9	11.7	7.1
Vegetación	68843.7	43067.97	23518.17	22922.1	-37.4	-45.4	-2.5
Cuerpos de agua	18457.29	31684.41	32427.72	48834.09	71.7	2.3	50.6
Otros usos	944.64	783.81	888.39	425.25	-17.0	13.3	-52.1

— Números negativos representan la pérdida de área en la respectiva categoría e intervalo de tiempo.

Los datos obtenidos para las categorías de uso y ocupación demuestran que, de una manera general, la actividad agropecuaria vario poco a lo largo de las décadas de 1970-1990, con un mayor declino entre 1990-1999 (5,2%). La Figura 3 ilustra que esta pérdida ocurre, principalmente, en virtud del llenado del depósito de Três Irmãos, que cubrió muchas áreas de pastos.

Es posible afirmar que la gran reducción del área de la categoría otros usos (52,1%), en el período 1990-1999, está relacionada con el término de la construcción de la Central Hidroeléctrica de Três Irmãos. En años anteriores, estaba inclusa en esta categoría un área extensa de movimiento de tierra en las proximidades del dique, destinado a canteros de obras, movimiento de vehículos e infraestructura a los trabajadores.

La categoría cuerpos de agua, como era esperado, presentó gran crecimiento de área en la región, en función de los represados sucesivos. El pequeño incremento evidenciado en el período 1981-1990 (2,3%) registra las variaciones del nivel del depósito después del represado. En campo, el fenómeno fue relatado por algunos productores que todavía se quejan de la inestabilidad del lago, pues las variaciones del nivel del agua se reflejan en las áreas que no pueden ser aprovechadas para el planeamiento de actividades agrícolas, una vez que están sometidas a riesgos de inundaciones, principalmente durante el período de lluvias.

Los datos demuestran que, de una manera general, la categoría vegetación fue la mas dañada, ocurriendo pérdidas significativas a lo largo del período analizado. Este resultado se debe, en parte, a la implantación de las centrales hidroeléctricas. En realidad, los datos evidencian que la mayoría de la deforestación en esta región fue en consecuencia de la implantación de los pastos durantes los años de 1972 y 1990. Por otro lado, la variación de área presentada en

Siguiente

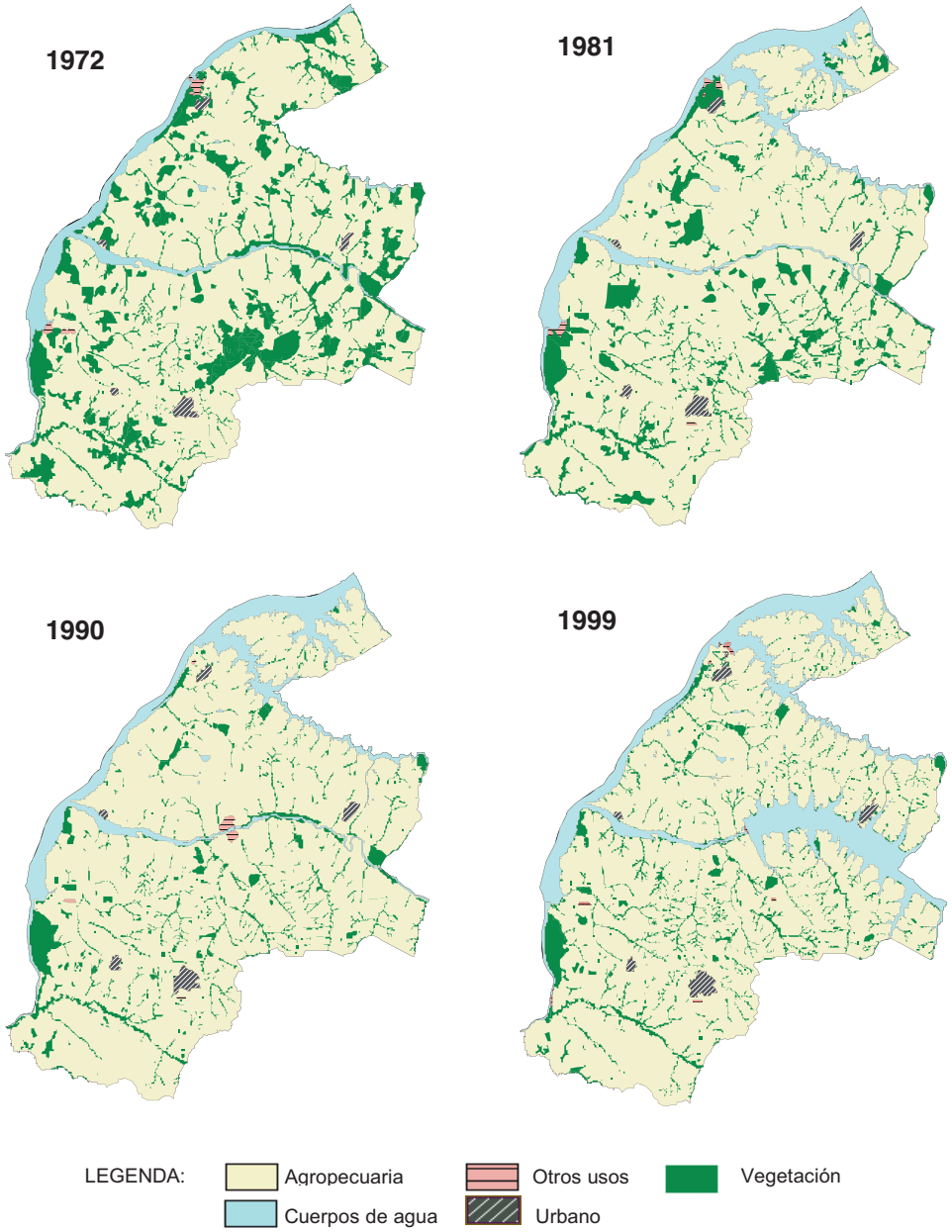

FIGURA 3: Distribución espacial de las áreas abarcadas por las categorías de uso y ocupación de la tierra en una serie temporal.

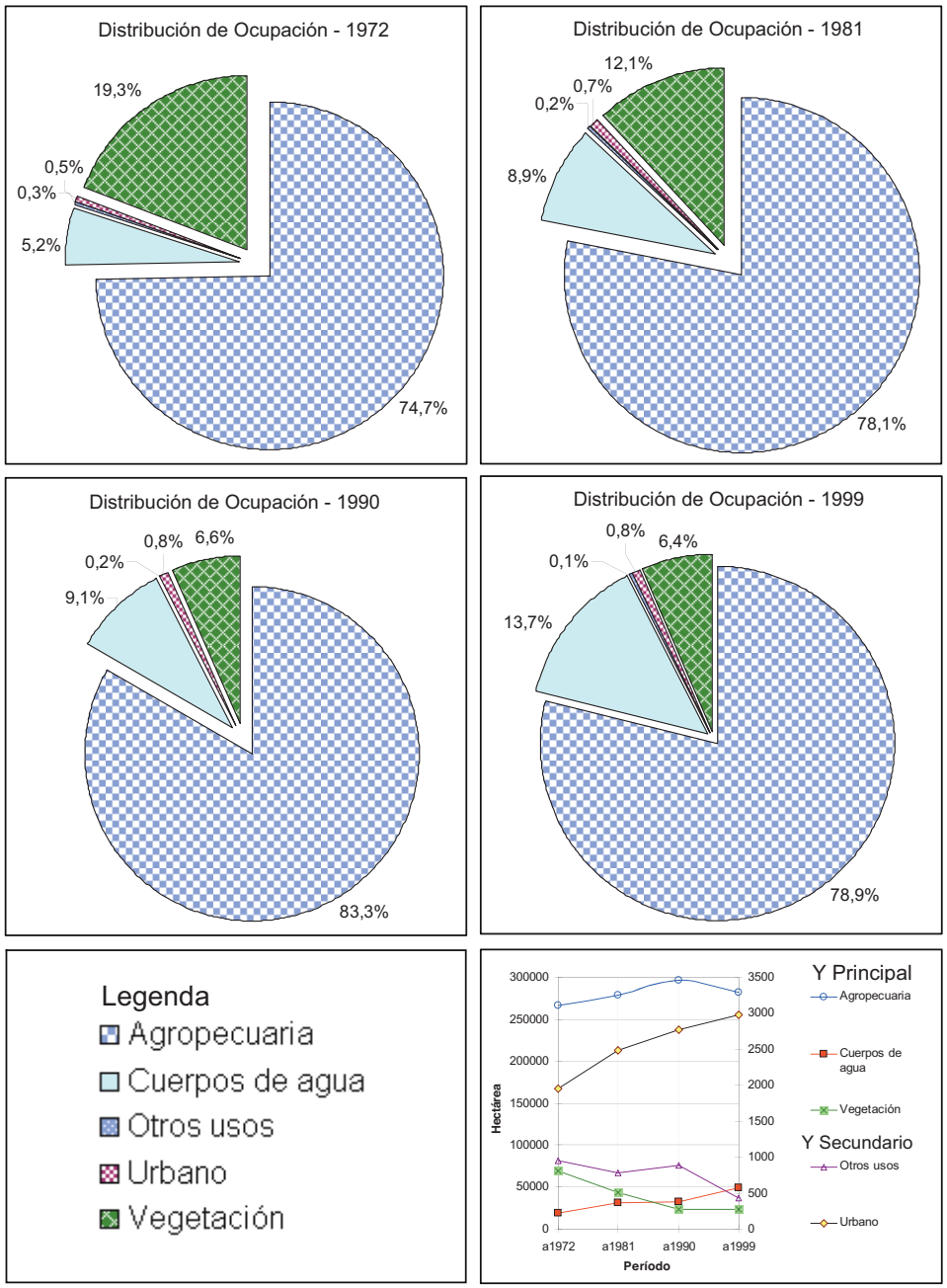

FIGURA 4: Distribución en porcentaje de las áreas abarcadas por las categorías de uso y ocupación de la tierra

la Figura 4, gráfico de variación linear para el período 1972 el 1999, muestra una relación de inversión proporcional, o sea, a la medida que aumentó el volumen el agua, por los represados sucesivos, la vegetación remaneciente se redujo, prácticamente, en la misma grandeza numérica. También reflejan la ocurrencia de dos tipos de influencia: directa - como en la agricultura, e indirecta - como en la vegetación natural. Es evidente que otros factores de interferencia actuantes existen, como las políticas regionales adoptadas en diferentes épocas. Sin embargo, se concluye que las centrales hidroeléctricas fueron un factor inductor expresivo en la composición del paisaje, pues a cada nueva acción de estos emprendimientos nuevos arreglos del espacio del mismo conjunto de actividades humanas rápidamente se establecieron.

Con la utilización de los datos resultantes de la aplicación de la técnica de tabulación cruzada para los pares de imágenes, referidos a los cuatro mapas de las categorías del uso y de la ocupación de la tierra, fueron aplicados, el Índice de Concordancia Kappa (ICK), el Índice del cambio (IM), la Diferencia del índice de Concordancia Kappa y la Diferencia en hectáreas de una fecha para otra. Los datos se presentan en la Tabla 4 y los gráficos principales de los cambios en la Figura 5.

Tabla 4
ÍNDICES DEL CAMBIO REFERIDOS A LAS CATEGORÍAS DEL USO Y OCUPACIÓN DE LA TIERRA

Período de 1972 a 1981						
Ocupación	**ICK 1972**	**IM 1972**	**ICK 1981**	**IM 1981**	**Diferencia ICK**	**Diferencia (ha) 72-81**
Agropecuaria	0.8296	0.1704	0.7708	0.2292	0.0588	12182.9
Urbano	0.9590	0.0410	0.7552	0.2448	0.2038	526.4
Vegetación	0.3121	0.6879	0.5195	0.4805	-0.2074	-25775.7
Cuerpos de agua	0.9545	0.0455	0.5451	0.4549	0.4094	13227.1
Otros usos	0.3832	0.6168	0.4619	0.5381	-0.0787	-160.8
Período de 1981 a 1990						
Ocupación	**ICK 1981**	**IM 1981**	**ICK 1990**	**IM 1990**	**Diferencia ICK**	**Diferencia (ha) 81-90**
Agropecuaria	0.9383	0.0617	0.8413	0.1587	0.0970	18410.4
Urbano	0.8766	0.1234	0.7842	0.2158	0.0924	291.6
Vegetación	0.3475	0.6525	0.6554	0.3446	-0.3079	-19549.8
Cuerpos de agua	0.9711	0.0289	0.9478	0.0522	0.0233	743.3
Otros usos	0.0816	0.9184	0.0720	0.9280	0.0096	104.6
Período de 1990 a 1999						
Ocupación	**ICK 1990**	**IM 1990**	**ICK 1999**	**IM 1999**	**Diferencia ICK**	**Diferencia (ha) 90-99**
Agropecuaria	0.8676	0.132	0.9512	0.049	-0.084	-15544.7
Urbano	0.8895	0.111	0.8302	0.170	0.059	197.3
Vegetación	0.6108	0.389	0.6272	0.373	-0.016	-596.1
Cuerpos de agua	0.942	0.058	0.61	0.390	0.332	16406.4
Otros usos	0.1613	0.839	0.3371	0.663	-0.176	-463.1

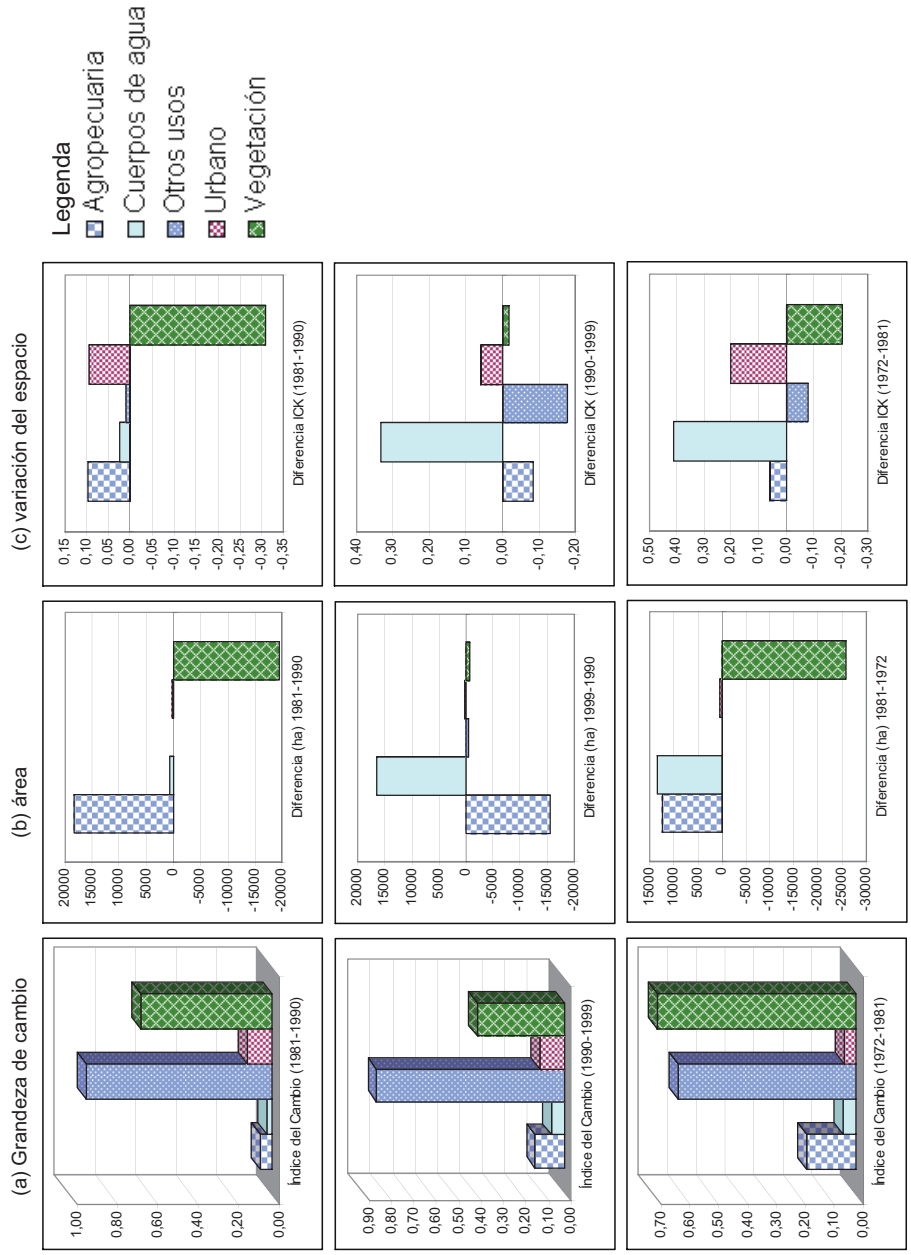

FIGURA 5: Categorías del uso y ocupación de la tierra - Índices de Cambio, de la Diferencia (ha) y de la Diferencia ICK.

Los resultados de la diferencia de área (ha) presentados en la Tabla 4 son muy distintos entre sí, pero no expresan los cambios en el espacio. Ya el ICK considera la posición en el espacio y no solamente el valor de la extensión del área ocupada, lo qué vuelve posible a partir de él, observar la expresividad espacial de las concordancias, así como los cambios relacionados con las categorías comparadas (IM). Conforme la Figura 5, para el período 1990-1999, se nota que hay una pequeña variación en la diferencia del área (ha), disminuyendo cerca de 600ha, entretanto el IM presenta un valor aproximado a 0.40, indicando que el cambio es expresivo sin embargo la diferencia del área sea pequeña.

El IM evidencia que los cambios mayores, a lo largo de las tres décadas, ocurrieron solamente en las categorías «otros usos» y «vegetación». Las demás presentan cambio moderado.

El Índice de cambio IM suple una medida más precisa sobre la dinámica de las transformaciones del uso y ocupación. Los datos muestran que cuanto mayor el índice mayor la transformación ocurrida. Suponga que una clase tuviera la misma área ocupada en dos diferentes fechas. En este caso, la variación por el porcentaje del área ocupada no seria notada. Sin embargo, la «misma área» puede corresponder a dos hechos: que no hubo alteración de las manchas de esta clase entre diferentes fechas o que hubo un cambio espacial, con pérdidas y ganancias en diferentes lugares del área de estudio, dando por resultado el mismo número de área. En este último caso, el índice de cambio con seguridad sería alto, evidenciando una nueva composición del espacio. Un gran IM para la misma área no ocurrió en este estudio de caso.

La diferencia en hectáreas muestra el avance o retroceso del área ocupada referido a la categoría analizada y la diferencia ICK provee una medida espacial del fenómeno, o sea, cuánto mayor la diferencia mayor es la distribución o el abarcamiento de los polígonos de la clase analizada sobre el área estudiada. Un ejemplo de esto se observa en la Figura 5 - período de 1972-1981 y 1990-1999, donde la diferencia ICK de los cuerpos de agua presenta los mayores valores de las categorías, indicando que el cambio ocurrió de una manera distribuida a lo largo del área del estudio, resultado que corroboró la expectativa anterior de este estudio, pues reflejó el aumento del agua causado por la creación de los Grandes Lagos (depósitos de Jupiá y «Ilha Solteira»).

Caso no ocurra la presencia de un cierto tipo de ocupación en una fecha de la serie temporal, la diferencia ICK del período será muy alta, expresando una distribución del espacio que no existe. Ésta es una condición que se debe observar con precaución para que no haya interpretaciones incoherentes. En este estudio de caso, este hecho no fue observado.

4. Conclusión

La cuantificación de cambios usando más que un índice de medida y análisis de las variaciones del área se configuró como una herramienta importante para el cuestionamiento de las causas que habían provocado las alteraciones ocurridas en una región en estudio. Las diferentes representaciones numéricas permiten un análisis más rico en términos de cuantificación, magnitud y del espacio de los cambios. Estas informaciones, cuando asociadas a las fuentes que habían originado o habían inducido los cambios, auxilian la tomada de decisión en la escena futura de la región.

A partir de los índices se pueden evaluar: la cuantificación de los cambios en términos del tipo de uso y de área ocupada; los porcentajes relativos a los cambios temporales; el desplazamiento de áreas de los cambios; y la concentración o la dispersión de cambios en el espacio territorial.

5. Bibliografía

DUNN, C. P. et al. Temporal changes in landscape pattern. In: TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. (Ed.). *Quantitative methods in landscape ecology*, New York: Springer-Velag, 1991.

FIDALGO, E. *Critérios para análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais*. Campinas, SP: UNICAMP, 2003. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas/FEAGRI.

GIRARDI, A. C. S. *Subsídios metodológicos para o planejamento e gestão de restingas. Estudo de caso: Bertioga (SP)*. Dissertação de mestrado - USP/PROCAM, São Paulo. 2002.

ROSENFIELD, G. H.; FITZPATRICK-LINS, K. «A coefficient of Agreement as a Measure of Thematic Classification Accuracy», *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 52, n. 2, 1986, p. 223-227.

SANTOS, M. A. *Construção de cenários em ambiente sig para avaliar mudanças de uso das terras induzidas por usinas hidrelétricas na região agrícola de Andradina*. Campinas, SP: UNICAMP, 2003. 140p. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas/FEAGRI.

SANTOS, R. F. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. São Paulo : Oficina de Textos, 2004, p128-150.

SCARABELLO, S. *Alem dos conflitos : a participação publica na construção do cenario futuro estudo de caso: areas da Serra do Japi - Jundiai/SP*. Campinas, SP: UNICAMP, 2003. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas/FEC.