

Lima, T.C., Teixeira, D.A., Herculano, R.N. y Nogueira, S.M.A. (2010): El uso de SIG en la zonificación de las áreas protegidas –APA-ITAÚNA/BRASIL-. Un caso de estudio. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 889-904. ISBN: 978-84-472-1294-1

EL USO DE SIG EN LA ZONIFICACIÓN DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS - APA - ITAÚNA / BRASIL - UN CASO DE ESTUDIO

Autores: LIMA, Thiago C.¹, TEIXEIRA, Débora A.², HERCULANO, Renata N.³ y NOGUEIRA, Sandra M. A.⁴

(1) PUC – Universidad Católica de Minas Gerais, carvalholimatcl@yahoo.com.br

(2) UIT – Universidad de Itaúna, deborateixeira@uit.br

(3) FUMEC – Universidad FUMEC, renataherculano@yahoo.com.br

(4) UFOP – Universidad Federal de Ouro Preto, sandramnog@gmail.com

RESUMEN

Este artículo trata sobre el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta esencial en el tratamiento de información que apoyan el desarrollo de una zonificación ambiental. El estudio tiene como objetivo diagnosticar una zona de interés medioambiental situado en Itaúna/Brasil propuso la creación de una APA (Área de Protección Ambiental), basados en la cartografía de las características físicas, ambientales, morfológicas y sociales, así como gestión de riesgos y ocupación de la tierra. Al final, se propone que la delimitación de la zona y una zonificación modelo, desarrollado con la ayuda directa de los SIG, habida cuenta de las muchas alternativas que ofrece esta herramienta, por ejemplo, la integración y la manipulación de varias variables complejas, permitiendo una planificación y espacialmente gestionarse con más eficacia.

Palabras Clave: SIG (Sistemas de Información Geográfica), Zonificación Ambiental, la APA (Área de Conservación del Medio Ambiente).

ABSTRACT

This article deals about the use of Geographic Information Systems (GIS) as an essential tool in the treatment of information that support the development of an Environmental Zoning. The study pretend to diagnose an area of environmental interest located in Itaúna/Brazil and propose the creation of an APA (Environmental Protection Area), based in mapping of physical, environmental, morphological and social condition, as well as risk management and occupation of land. At the end it is proposed that the demarcation of the area and a model zoning, developed with the direct assistance of GIS, given the many alternatives that this tool provides, for example, integration and manipulation of several complex variables, allowing a planning and a more efficient space management.

Keywords: GIS (Geographic Information Systems), Environmental Zoning, APA (Area of Environmental Conservation).

INTRODUCCIÓN

APA (Área de Protección Ambiental) es un tipo de conservación de especies vegetales para su uso sostenible en Brasil, creado por la Ley N° 6902 del 27 de abril de 1981. El Sistema Nacional de Unidades de Conservación en Brasil adopta el concepto de que el ámbito de la protección del medio ambiente es una extensa zona en general, con algún grado de ocupación humana, con sus atributos abióticos, bióticos, estético o cultural, de especial importancia a la calidad de vida y el bienestar de las poblaciones humanas, y sus objetivos básicos de proteger la diversidad biológica, el proceso disciplinario de la ocupación y asegurar el uso sostenible de los recursos naturales (Siam, 2010).

La Zonificación Ambiental es el instrumento que establece la ordenación de estos territorios, y las normas de ocupación y uso de la tierra y los recursos naturales. Organiza el espacio de la APA en las zonas con diferentes grados de protección y sobre el cual se debe aplicar el contenido normativo específico. Tiene por objeto establecer los diferentes tipos y la intensidad de la ocupación y uso de la tierra y los recursos naturales, mediante la definición de un conjunto de zonas del medio ambiente con su órgano legislativo correspondiente.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas que permiten trabajar con información espacial (geográfica), la integración y superposición de diferentes tipos de información. Este sistema tiene una gran relevancia en la demarcación de áreas tales como APA's, porque permitirá a la organización y manipulación de datos, que se extiende la planificación y gestión de estas áreas y son útiles y necesarias para que esto sea llevado a cabo sin la necesidad eliminación de las variables geográficas, la planificación ambiental y urbana en cuestión.

Una gran ventaja de la utilización de herramientas SIG es la multitud de variables que se pueden utilizar al mismo tiempo, la incorporación de la información espacial, permitiendo un diagnóstico coherente y más cercano a la realidad local. Así se logró en Itaúna/MG/Brasil una propuesta de zonificación ambiental para una superficie de 73,68 kilómetros cuadrados, que representan el mayor porcentaje de bosque nativo y dos depósitos municipales de agua (Presas Benfica y el Dr. Augusto Gonçalves) que abastecen toda la ciudad (Figura 1). Objetivo de esta propuesta es para disciplinar el uso de la tierra, el agua y los recursos naturales, ya que la región está con su frágil ecosistema debido a la deforestación generalizada, la sedimentación y la ocupación humana incontrolada.



Figura 1: Ver la región actual de la presa, diciembre 2000.

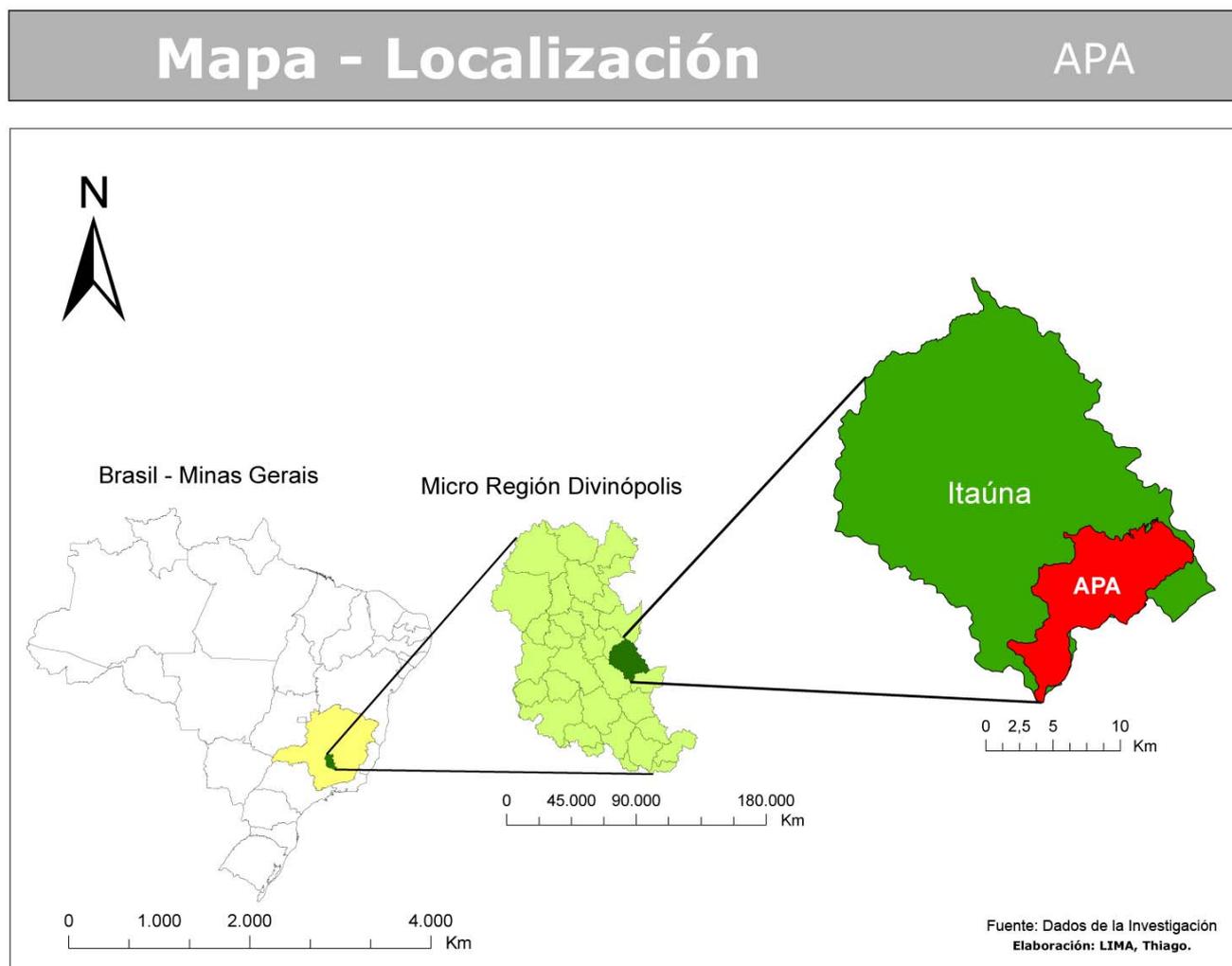
Fuente: Prefeitura Municipal de Itaúna

ZONA DE ESTUDIO

La ciudad de Itaúna/Brasil se encuentra en Macro Regione I, llamada de Metalúrgica y Campo das Vertentes, en el sur oeste de Minas Gerais y en la Microrregión Divinópolis (Mapa 1).

Con una superficie de 495,875 Km², tiene una altitud máxima de 1.191 metros y la mínima de 857 metros. Su ubicación geográfica es determinada por el paralelo 20°04'32" de latitud sur en su intersección con el meridiano 44°34'35" de longitud oeste. Limita al norte con los municipios de Igaratinga y Pará de Minas, al sur, por Itatiaiuçu; al este por Mateus Leme y en el oeste, Carmo do Cajuru.

La APA está situada al sureste de la ciudad, con una superficie de 73,68 Km². Se corta por MG-431 y limita al este con el municipio de Itatiaiuçu, siendo la montaña de mineral de la ciudad (Serra Azul), la división de aguas.



Mapa 1: Localización geográfica el ciudad de Itaúna/Brasil.

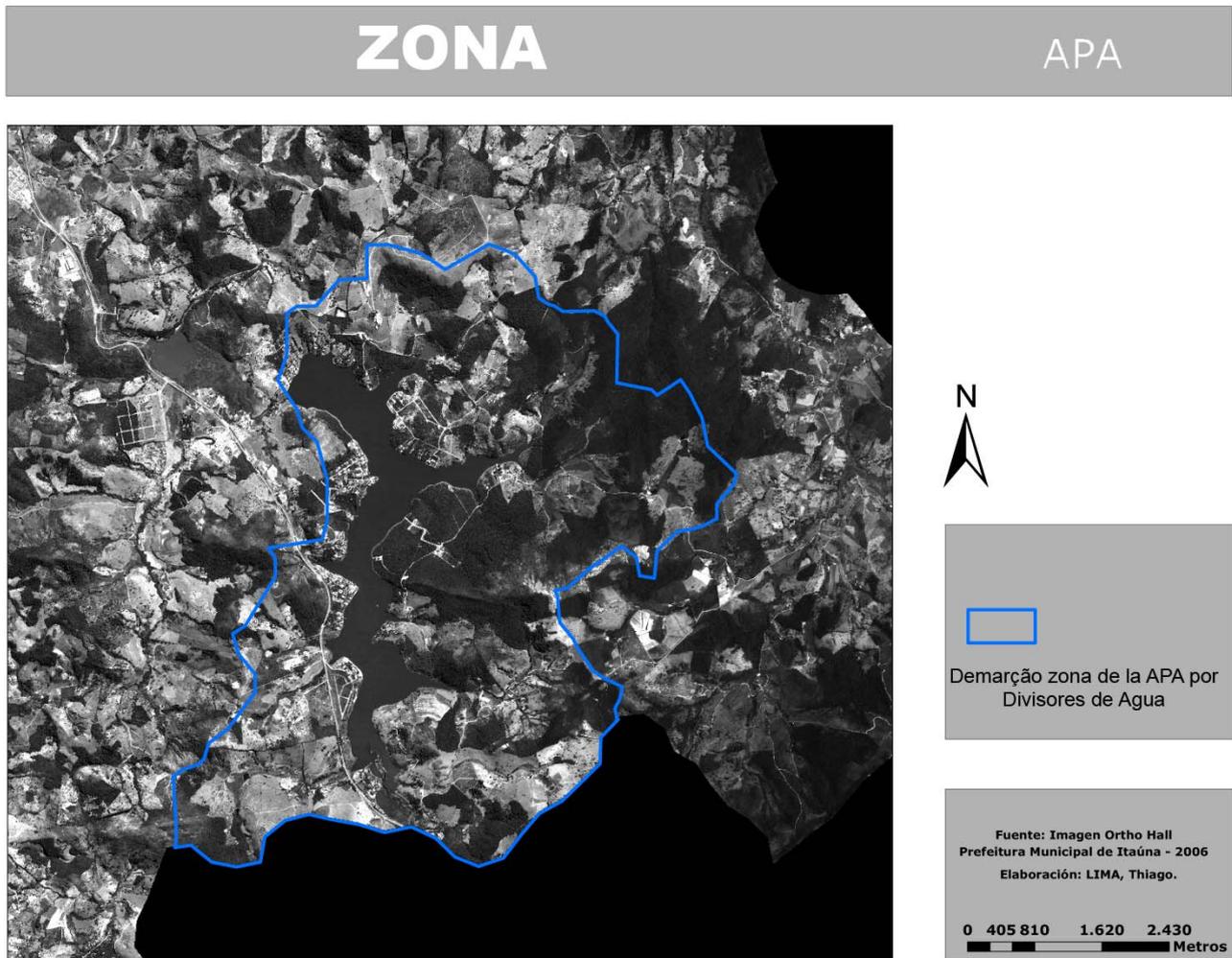
Fuente: Datos de la investigación.

METODOLOGÍA

Delimitación de la Zona de Estudio

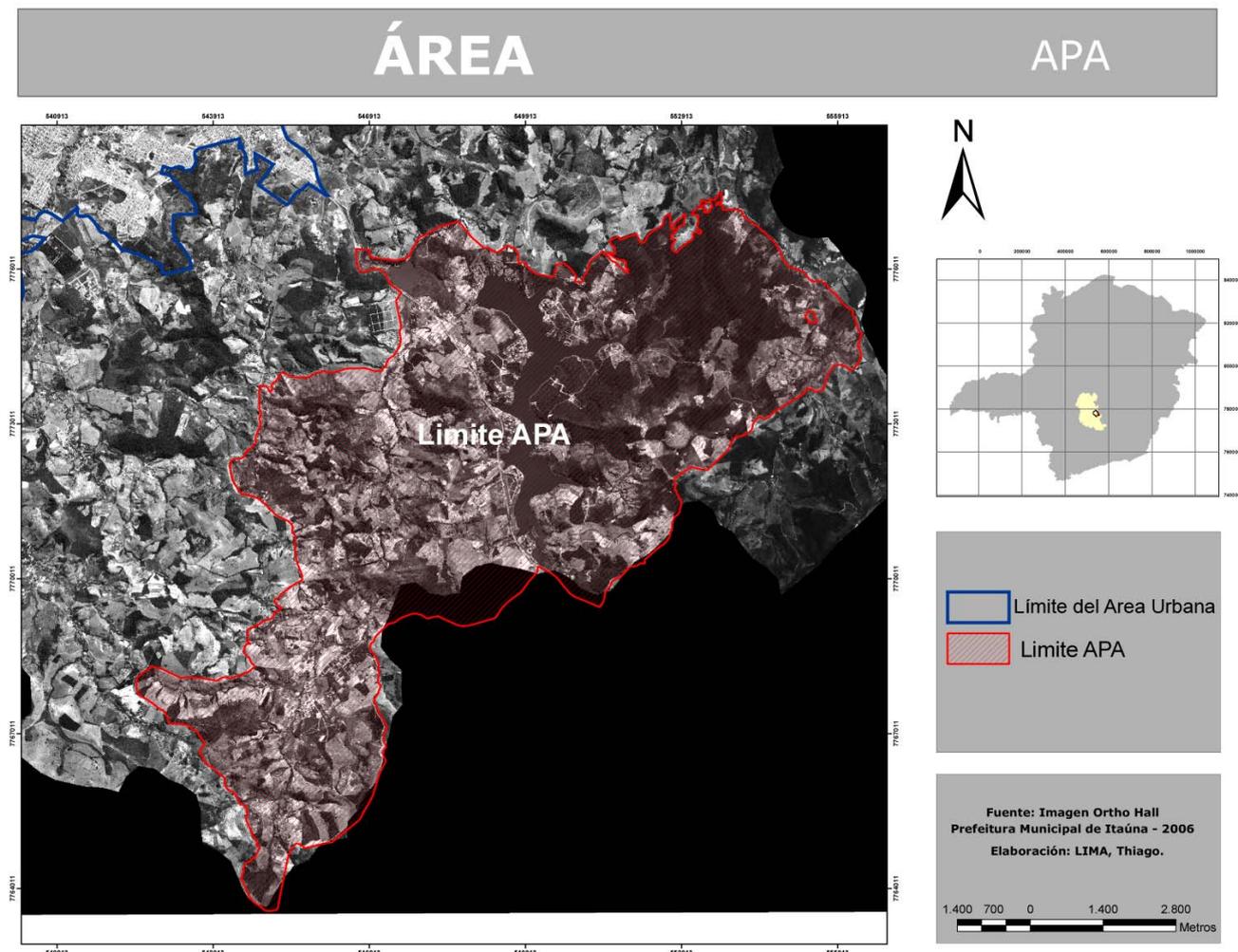
La delimitación del ámbito de el APA se realizó sobre una imagen raster georeferenciada , que fue realizado un recorte del área de estudio con la ayuda del software SPRING 4.1 y la vectorización se realizó con el software ArcGIS 9.3. Para la primera definición se utilizó de ayuda el contorno de la región (IBGE) y las divisiones de água que marcan las áreas de la contribución directa de las presas (Mapa 2). Posteriormente, fueran hechos trabajos de campo, utilizando como herramienta um receptor modelo de GPS Garmin - GPS 76

para encontrar divisas, naturales (ríos) o artificiales (carreteras), presentes en las divisiones que facilitan en la práctica, la demarcación de esta zona (Mapa 3). La versión GPS TrackMaker 13.1, se utilizó para la posterior identificación de las coordenadas geográficas.



Mapa 2: En primer lugar la demarcación el ámbito de la APA de Itaúna/Brasil, por las cuencas hidrográficas.

Fuentes: Prefeitura Municipal de Itaúna, El Plan Estratégico Participativo 2005-2050.



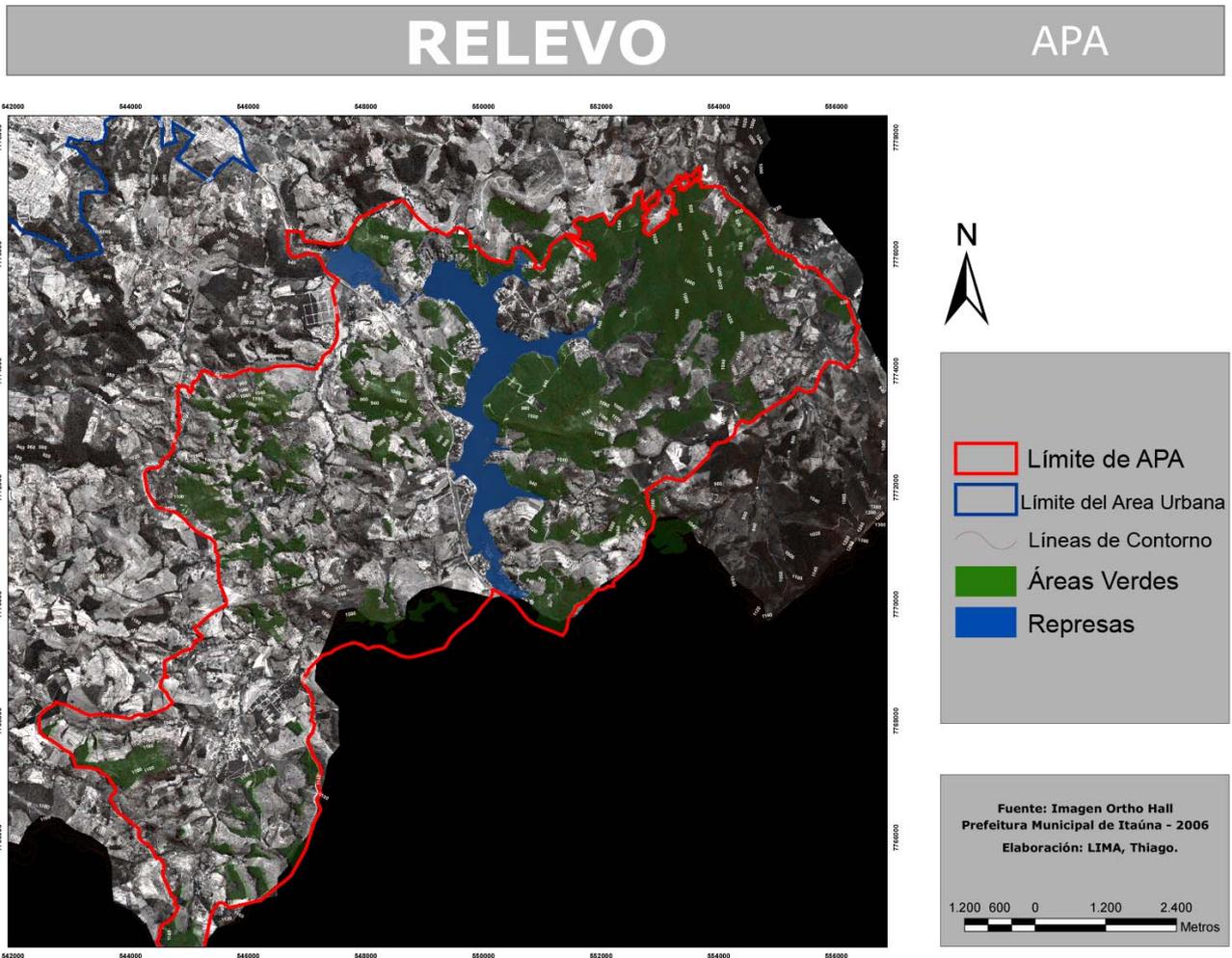
Mapa 3: En segundo lugar de la demarcación de la APA de Itaúna/Brasil, moneda por natural (risas) o artificiales (caminos).

Fuente: Datos de la investigación, Prefeitura Municipal de Itaúna, 2006.

Estructura Físico-Ambiental - Aspectos Generales

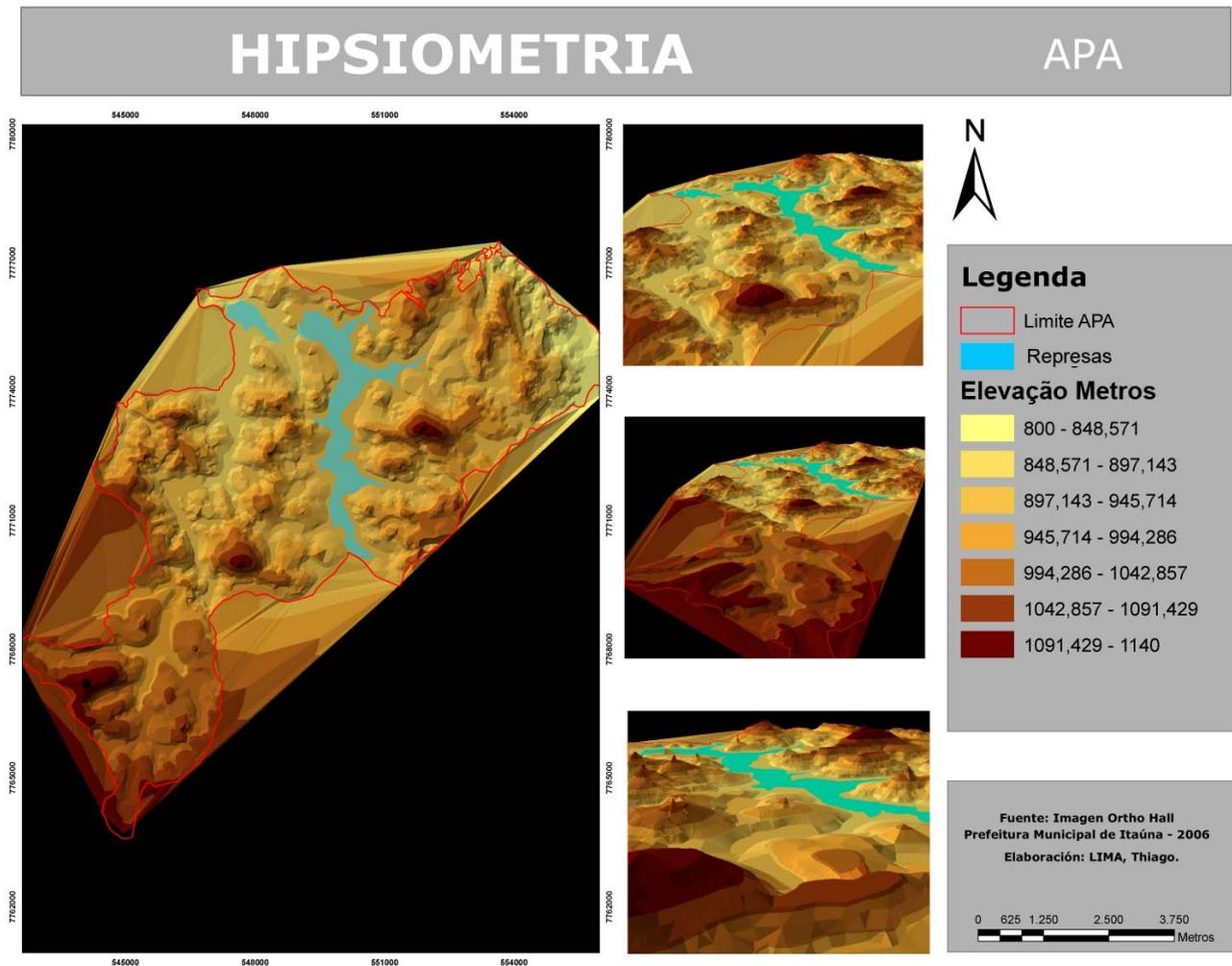
El Municipio de Itaúna/Brasil en su conjunto ha planteado onduladas colinas con algunas de las áreas más llanas (Mapas 4 y 5). Las montañas son rocosas del precámbrico, intensamente plegadas, causando la formación de colinas cóncavo-convexa y disperso cordilleras, con elevaciones que van generalmente de 860 a 1.200 metros (IGA, 1981).

En la región de la APA (Mapa 6), predominan los latossuelos de color rojo y amarillo, los minerales del suelo, no hidromórficos, con horizonte óxico B inmediatamente por debajo del horizonte A. Los suelos se encuentran en fase avanzada de la intemperie, muy evolucionado como consecuencia de fuertes cambios en la materia constitutiva, por lo general muy profundo, con el espesor del suelo en general, superior a dos metros, alta permeabilidad y por lo general bien drenados (Embrapa, 2006). También hay una pequeña aparición de cambisuelos, incipiente horizonte B suelos. Además de la baja fertilidad de sus suelos, la pendiente desfavorece los cultivos agrícolas, y el uso predominante de la tierra para el pastoreo, ya en un avanzado estado de degradación.



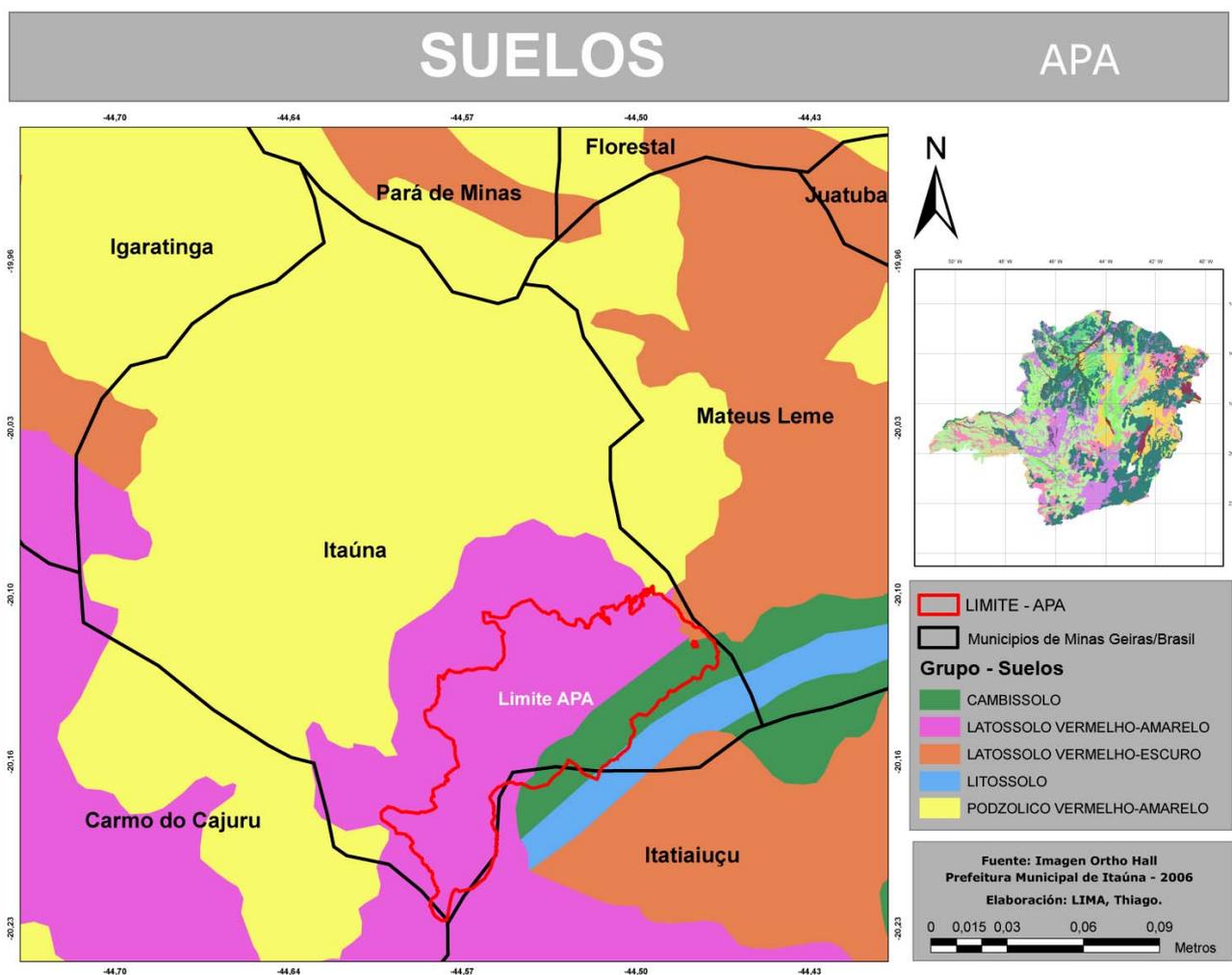
Mapa 4: Líneas de contorno de Itaúna/Brasil mostrando el alivio sobre todo ondulado y montañoso.

Fuente: IBGE, Prefeitura Municipal de Itaúna, 2006.



Mapa 5: Mapa topográfico con la elevación em metros.

Fuente: Datos de la investigación.

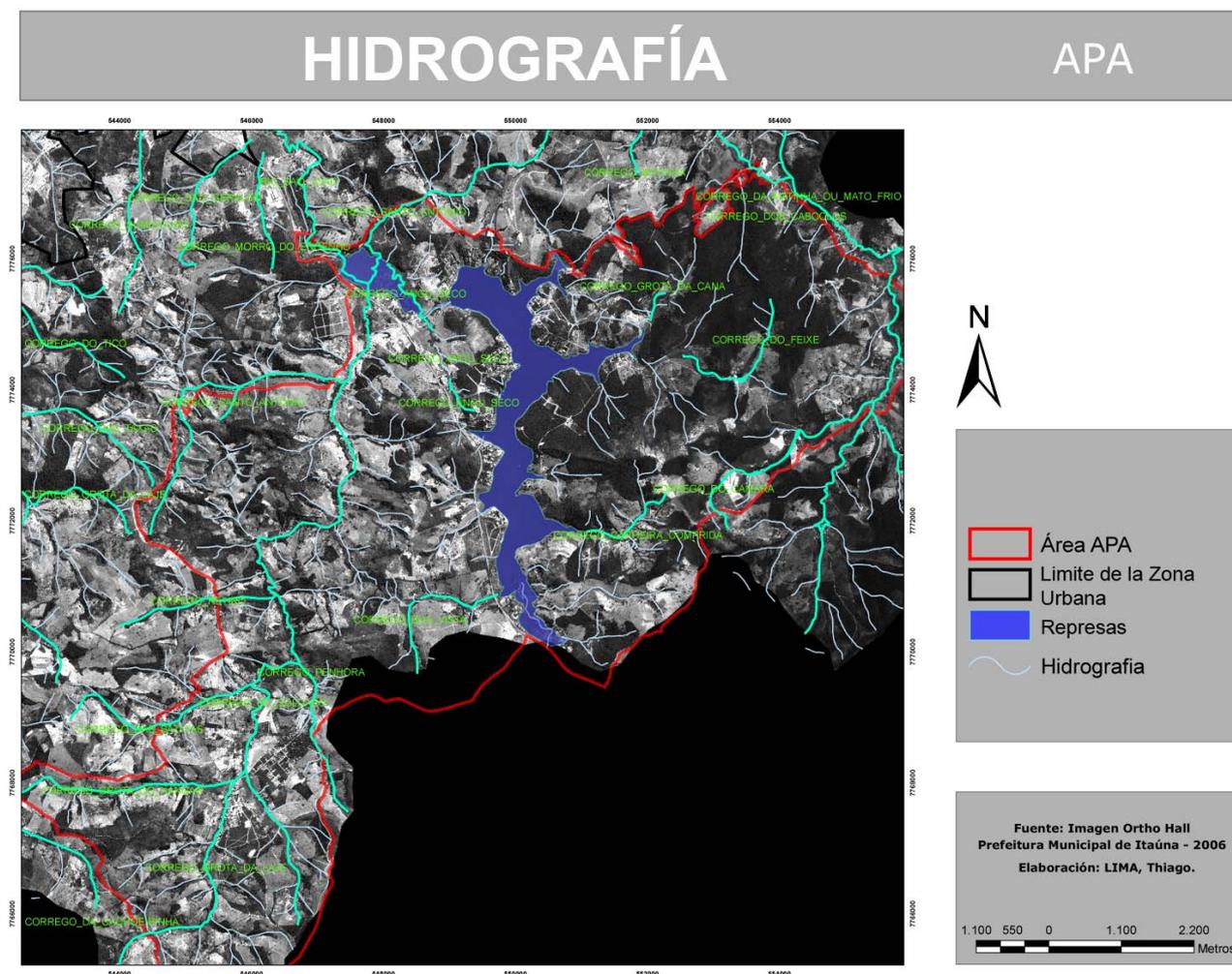


Mapa 6: Mapa del Suelo el município de Itaúna/Brasil, destacando la región de la APA.

Fuente: CBH - Pará.

Hidrografía

La APA, como toda la ciudad, es principalmente drenada por la Cuenca del Río São João, un afluente del Río Pará y sub-afluente del San Francisco, uno de los ríos más importantes en Brasil. Al sur, los arroyos de Matinha e Ribeirão Serra Azul integran la cuenca del río Paraopeba. (Mapa 7).



Mapa 7: Mapa de la Hidrográfica de la área de la APA, con sus principales afluentes.

Fuente: Datos de la investigación, Prefeitura Municipal de Itaúna, 2006.

Manantiales

Se identificaron en la zona cubierta por la APA, 101 (ciento uno) las fuentes que contribuyen directamente a las presas. Todos los muelles se visitaron in situ y las coordenadas geográficas se obtuvieron usando un receptor GPS, modelo Gamin - GPS 76 y el programa GPS TrackMarker versión 13.1, para identificar las coordenadas geográficas y la conversión de los datos en KML para su posterior procesamiento de la información.

Para evaluar el grado de conservación de los manantiales se utilizó un protocolo de evaluación rápida de la diversidad del hábitat propuesto por Calixto et al. (2002), modificado para adaptarse a las condiciones de los muelles (Xavier, 2007). El protocolo se evalúa un conjunto de parámetros en las categorías descritas y anotó. Las calificaciones finales reflejan el nivel de preservación de las condiciones ecológicas de los pasajes en el área de estudio: Natural, cuando se presentaron al menos 50 metros de la vegetación natural en todo el cuerpo de agua en manantiales o fuera del cuerpo principal de agua en las fuentes difusas, la vegetación de ribera y el estiramiento natural de 300 metros del ojo de agua en ambos lados, la influencia humana mínima o ausente, alterada, cuando tenía 50 metros de la vegetación natural alrededor de él y de la vegetación ribereña y la extensión natural de 300 metros, pero tenía una buena condición, a pesar de ser ocupada por el pastoreo y agricultura o pequeñas influencias antrópicas; impactado cuando se encontraron con un alto grado de perturbación dentro de 50 metros alrededor del cuerpo de agua y vegetación de ribera en el tramo de 300

m, tierra compactada, intensa presencia de ganado y la erosión en cárcavas, y la influencia intensa de la actividad antrópica.

El protocolo tiene como objetivo evaluar el estado de conservación de los manantiales en un radio de 50 metros en las proximidades de la descarga de agua en manantiales y aislada del cuerpo principal de agua en las fuentes difusas. De acuerdo con el protocolo aplicado, a partir de 101 (ciento uno) las fuentes, alrededor del 31% son afectados, el 47% y 23% de cambio en su estado natural (Figura 2).

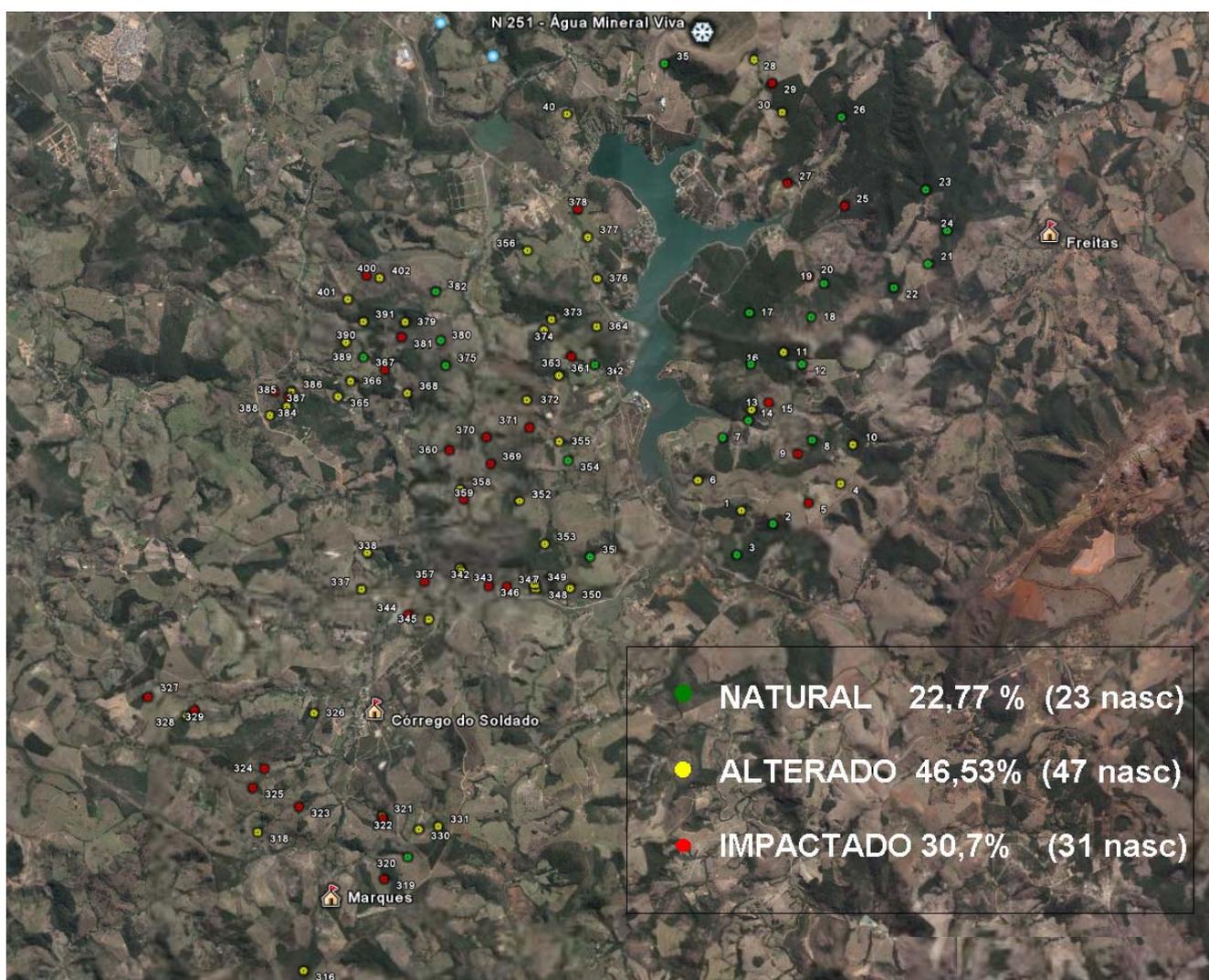
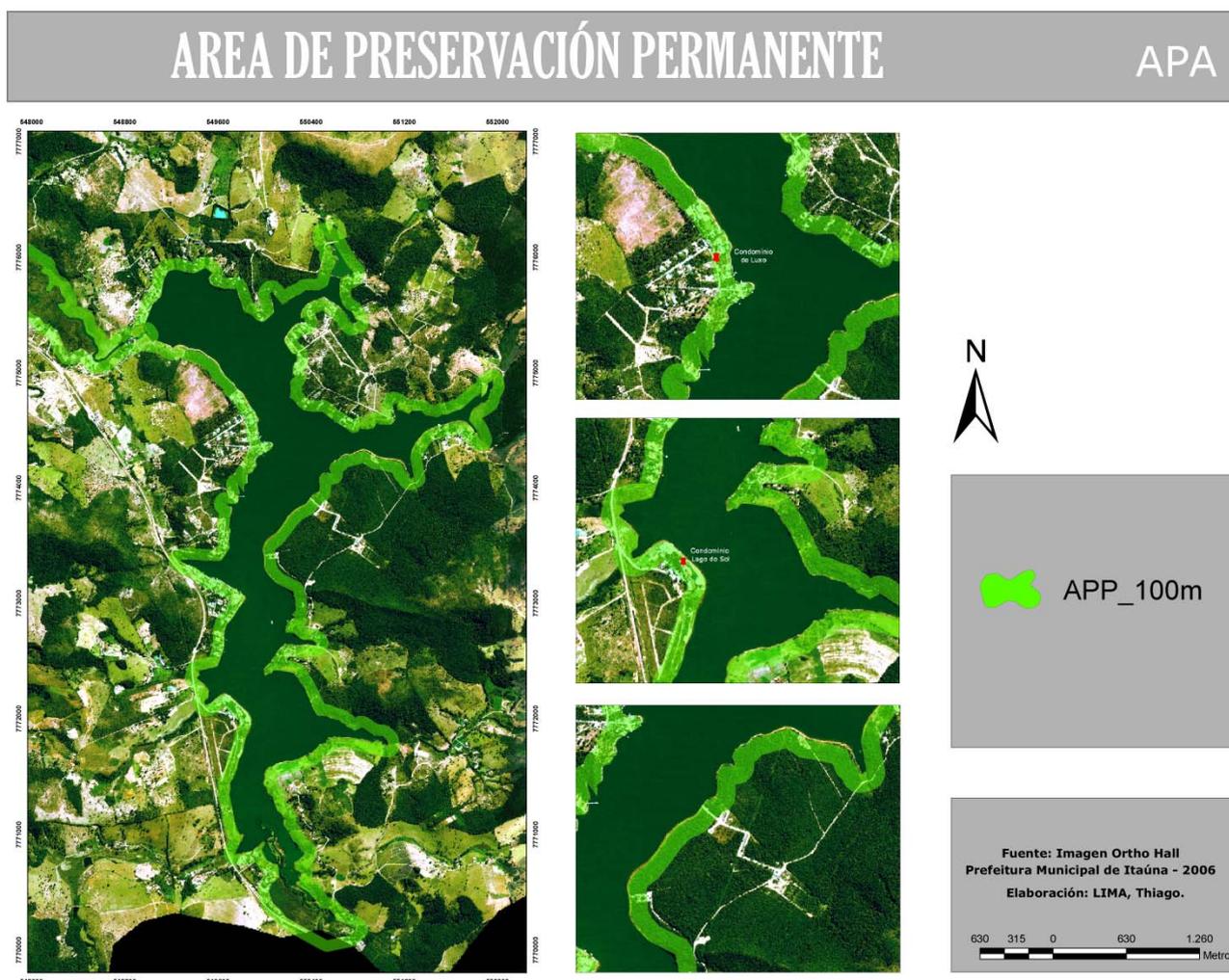


Figura 2: Fuentes catalogadas en el ámbito de la APA y el estado de conservación de estos.

Fuente: Datos de la investigación , proyecto São João Vivo, 2008.

Área de Preservación Permanente (APP)

Los bordes de las presas Benfica y Angu Seco reunirse con un alto nivel de ocupación humana de condominios de lujo. La gran mayoría de estos condominios se encuentran dentro del límite de 100 metros de la APP (Mapa 8), dictado por la Ley Federal N ° 4.771/65 (modificada por la Ley Federal N ° 7.803/89), artículo 2 del Código Forestal, considerando las zonas de ubicación presas como las zonas rurales de acuerdo a criterios establecidos por el CONAMA (Consejo Nacional del Medio Ambiente).



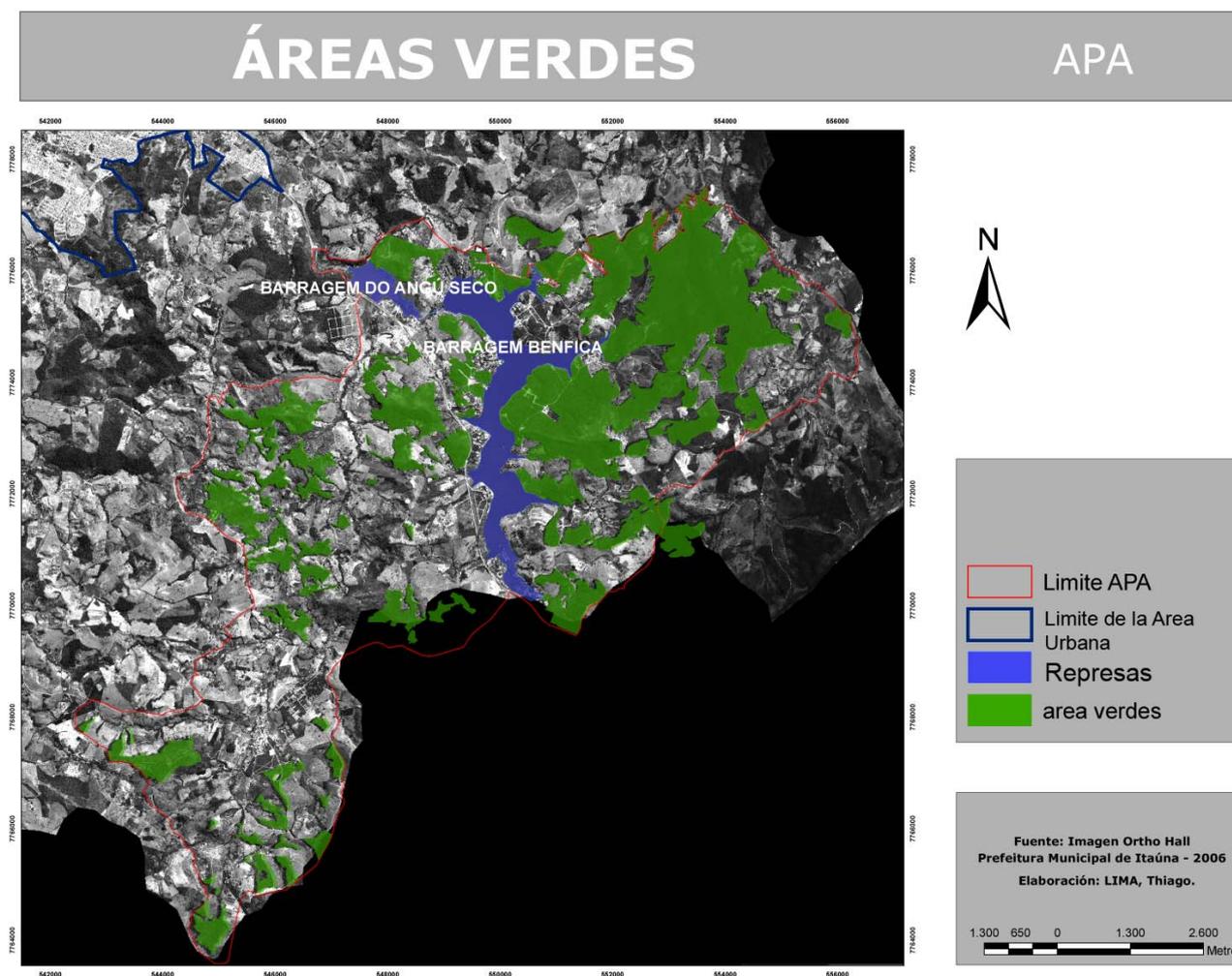
Mapa 8: Mapa de la área de preservación permanente – APP, los bordes de la represa de Benfica. Destaca, condominios que están dentro de el área.

Fuente: Datos de la investigación, Prefeitura Municipal de Itaúna, 2006.

Zonas Verdes

Los restos principales de bosque nativo en el municipio se encuentran dentro del área cubierta por la APA. Actualmente Itaúna/Brasil tiene alrededor de 11,89% de bosque nativo (Teixeira, 2007), y la mayor densidad de este bosque se encuentra dentro de la región de la APA (Mapa 9). La mayor concentración de bosque restante dentro de la APA, alrededor del 48%, se ubica al noreste zona, un bastión de la mayoría de los animales y plantas que se encuentran en la región y actúa como un corredor ecológico importante.

Uno de los mayores problemas encontrados en la región es la creciente deforestación para la construcción de las circunscripciones, y para la plantación de monocultivos de eucalipto (alrededor del 20% de los bosques nativos ya los monocultivos). Otro problema encontrado y discutido previamente es la ausencia casi total de las áreas que rodean la APP embalses y arroyos.



Mapa 9: Mapas de la vegetación de la región de APA.

Fuente: Datos de la investigación, Prefeitura Municipal de Itaúna, 2006.

RESULTADOS

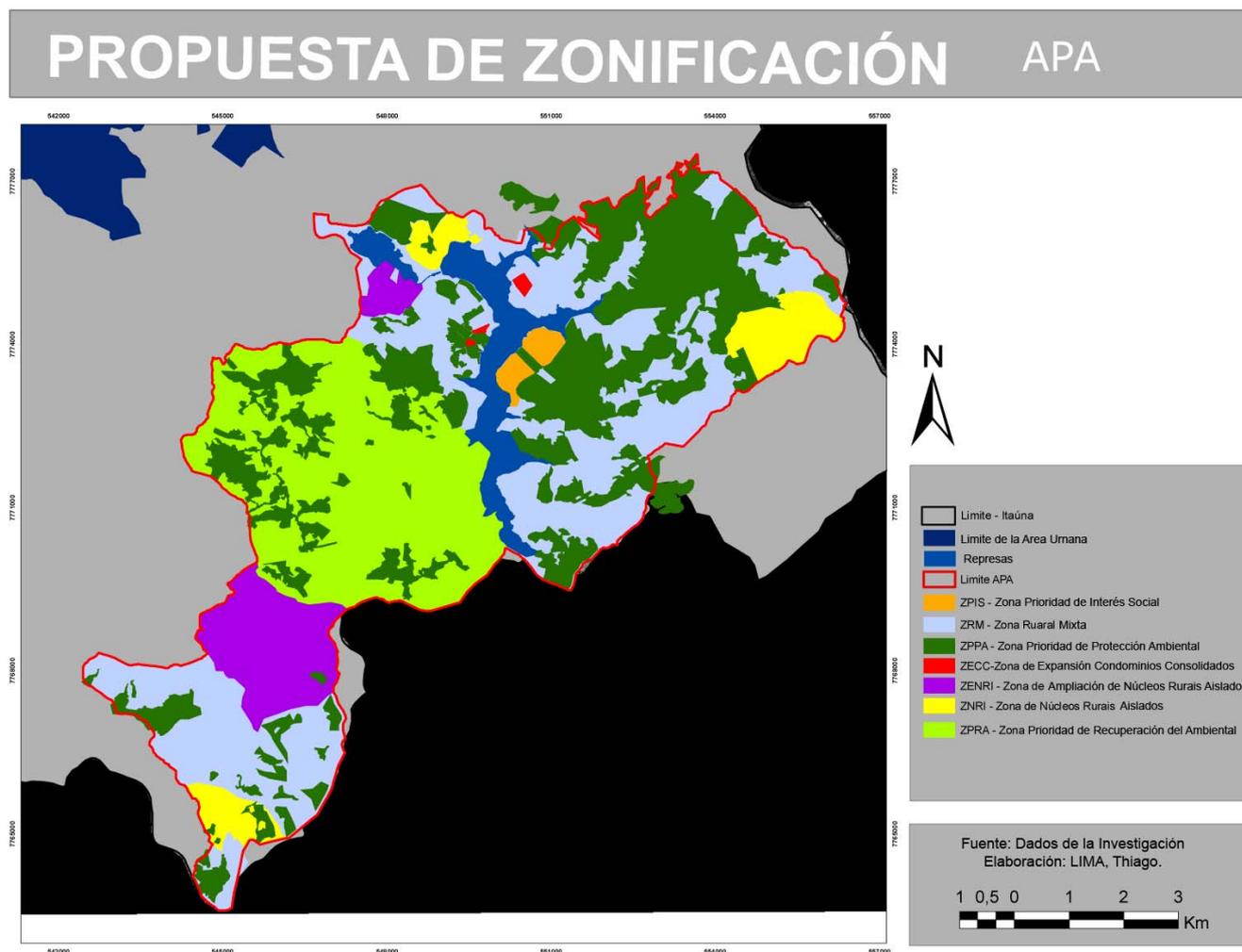
Propuesta de Zonificación Ambiental

Esta propuesta de Zonificación Ambiental para el APA Itaúna/Brasil, se basó en los procesos de evaluación realizados en el período comprendido entre principios de 2008 y mediados de 2009 (Mapa 10) y aspira a conciliar el principal uso de los recursos naturales, con la protección y restaurar la biodiversidad, contribuyendo al desarrollo sostenible en la región.

La APA de Itaúna se dividió en 07 (siete) zonas:

- ZPIS – Zona de Prioridad de Interés Social;
- ZRM – Zona Rural Mixta;
- ZPPA – Zona de Prioridad de la Protección Ambiental;
- ZECC – Zona de Expansión Condominios Consolidados;
- ZENRI – Zona de Expansión de Núcleos Rurais Aislados;

- ZNRI – Zona de Núcleos Rurais Aislados;
- ZPRA – Zona de Prioridad de la Recuperación Ambiental.



Mapa 10: Mapa de la propuesta de la zonificación de la APA.

Fuente: Datos de la investigación.

Para ello, se definen las siguientes áreas de manejo, uso y ocupación del suelo en el APA/Itáuna/Brasil.

- I. Zona de Prioridad de Interés Social (ZPIS): son espacios de política pública para la población del municipio que actualmente no tiene acceso a la orilla de las presas, ya que están rodeados de condominios privados. Corresponde a los responsables dictan normales de uso y ocupación de estas zonas, dando prioridad a la conservación de los remanentes de bosque nativo y la creación de parques con acceso público.
- II. Zona Rural Mixta (ZRM): son espacios cuya función principal es permitir la ocupación del territorio en condiciones adecuadas de manejo y uso de los recursos y los factores ambientales, e incluyen:
 - a) Áreas con fines recreativos chacreamiento;
 - b) Las áreas a actividades agrosilvopastoris;
 - c) Las áreas de la minería;
 - d) Otras ocupaciones antrópicas.

- III. Zona de Prioridad de la Protección Ambiental (ZPPA): son los espacios que tienen la función principal de proteger los sistemas naturales existentes, cuyo uso dependerá de las normas de control estricto, en el que se enmarcan:
- a) los restos de los ecosistemas y los paisajes tienen poca o ninguna modificación o con cambios menores;
 - b) las zonas que tienen una configuración geológica y geomorfológica especial;
 - c) zonas con cubierta de vegetación natural restante ecosistemas locales;
 - d) refugio de vida silvestre;
- IV. Zona de Expansión Condominios Consolidados (ZECC): son áreas que permiten el crecimiento ordenado de los condominios privados, ya bien implantados en el borde de la presa del Benfica.
- V. Zona de Expansión de Núcleos Rurales Aislados (ZENRI): son áreas que tienen la función de establecer la expansión de los asentamientos rurales ya bien establecidos y las perspectivas de crecimiento, a fin de evitar nuevos impactos del medio ambiente. Ellos entienden las comunidades del Córrego do Soldado y Grota dos Paulistas.
- VI. Zona de Núcleos Rurales Aislados (ZNRI): comprende los límites de otras comunidades rurales que no cuentan con núcleos consolidados.
- VII. Zona de Prioridad de la Recuperación Ambiental (ZPRA): área prioritaria solicita el reembolso de los recursos ambientales y la biodiversidad de la integridad de los ecosistemas representativos y la rehabilitación de manantiales y áreas ribereñas que en su mayoría se ven afectadas y / o cambiado y que tienen gran contribución a la oferta de cursos de agua, la corriente principal de la zona es del Córrego do Soldado. Esta área, que corresponde a los Sub-cuenca del Córrego do Soldado sido diagnosticados como las zonas ambientalmente más frágiles, con proceso de degradación extensiva.

Más allá de estas zonas se consideran áreas de las zonas de sucesos ambientales que corresponden a las condiciones físicas y bióticas que se producen como disperso en cualquiera de las zonas establecidas y que, debido a las peculiaridades requieren normas específicas en relación con otros existentes en otras áreas y se dividen en categorías APP - Áreas de Preservación Permanente. Para propósitos de esta propuesta de zonificación, se declaró una Zona de Vida Silvestre de todos los planes anuales, dentro de los límites de la APA/Itaúna/Brasil.

Todos los avances en el APA/Itaúna/Brasil debe estar precedida por el permiso ambiental concedido por la Autoridad Ambiental Estatal y oído el Consejo de Administración, conforme a lo dispuesto en el artículo 7 de la Resolución CONAMA N ° 10, 14 de diciembre de 1988 (Allen, 1997).

CONCLUSIONES

El presente estudio utilizó las herramientas (SIG) para el manejo, interpretación y toma de decisiones a partir de datos recogidos sobre el terreno, que señaló los problemas reales encontrados en la región de la futura APA/Itaúna/Brasil, tales como la ocupación desordenada al borde de la presas, la creciente deforestación de las zonas forestales con fines de chacreamiento, las plantaciones de monocultivo y / o pastizales, y realizar un estudio físico geográfico de toda la región para contribuir a una propuesta de zonificación que regula el uso del suelo y la preservación y conservación del medio ambiente. Esta propuesta está sujeta a cambios una vez que el trabajo no ha tenido un problema de la planificación participativa que se deben tomar en cuenta, ya que la participación de la sociedad en este proceso es de gran importancia. Los diagnósticos presentados aquí y la propuesta de zonificación debe servir como base inicial para el Consejo de Administración de la comunidad APA para discutir los problemas y potencialidades de la zona a fin de lograr una ordenación del territorio y sostenible que garantice, en particular, el mantenimiento de sus recursos hídricos, teniendo en cuenta que la región está vitales para su suministro a toda la ciudad.

Por lo tanto, los resultados del diagnóstico presentado logrado los objetivos deseados dentro de la gama indicada, ya que la zonificación en su conjunto es dinámica y por lo tanto sujeta a mejoras constantes. Cabe señalar que el proceso de conservación y preservación de los recursos naturales en la región es la responsabilidad directa de toda la comunidad y no sólo de los organismos oficiales responsables del medio ambiente. La gestión ambiental de un APP es más fácil y más completa cuando se utiliza un Sistema de

Información Geográfica (SIG) como se presenta en este trabajo, ya que este sistema nos permite vislumbrar diagnósticos concomitantes, los riesgos y generar posibles escenarios de futuro que ayuden en la planificación. El Consejo es organizar y ejecutar administrador de los mecanismos disponibles para lograr los objetivos y propósitos establecidos y preparar la zonificación final de la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, D. (1997): Planejamento e Gestão de APAs. *Série Meio-Ambiente em Debate Documento 15*. IBAMA. Brasília.

Callisto, M. et al. (2002): *Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitat sem atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)*. ActaLimnol. Brasil, p.91-98.

Carvalho, Edézio T. (2008): *Geologia para o plano diretor de Itaúna: Relatórios Técnicos*. Itaúna, p. 1-32.

Carvalho, Luis T. e Scolforo, José R. S. (2008): *Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento da Flora Nativa 2005-2007*. 1ª ed.

Cbhpara. (2009): *Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Pará*. Banco de Dados. <http://www.cbhpara.org.br/bancodados.htm>

Codemig. (2009): *Mapas Geológicos de Minas Gerais*.

http://www.comig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?i=30&idSubPrj=48

Controle Ambiental. (2009): *Código Florestal Brasileiro*.

http://www.controleambiental.com.br/codigo_florestal.htm

Ferreira, Ana Paula S. e Teixeira, Débora A. (2009): *Matas ciliares nas barragens Benfica e Angu Seco em Itaúna – MG*. levantamento florístico na futura área de proteção ambiental. Itaúna.

Ibama e Arruda, Moacir B. e Curbello, Célia L. V. (1999): *Roteiro Metodológico para a Gestão de Área de Proteção Ambiental - APA*.

<http://www.ibama.gov.br/siucweb/guiadechefe/guia/anexos/anexo9/index.htm>

Ibge. (2009): *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Mapas.

http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge

Ief. (2009): *Instituto Estadual de Florestas: Legislação Ambiental*.

<http://www.ief.mg.gov.br/legislacao-ambiental>

Hannaford, M.J. et al. (1997): *Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat*.

Iga. (1981): *Mapa do Meio Ambiente e sua Dinâmica*. Itaúna.

Leite De Moraes, P. (1992): *Avaliação e Controle no Âmbito de Processo de Planejamento Físico Territorial de APAs*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, p. 133.

Siam (2010): *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*.

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5030>

Teixeira, Débora A. (2006): *Relatório Técnico Ambiental. Relatório técnico do Plano Diretor de Itaúna, 2005-2050*. Itaúna.

Xavier, André. (2007): *Diagnóstico das nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio São João*. Itaúna.

Zee. (2009): *Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais*.
<http://www.zee.mg.gov.br/ambiente/index.html?id=470&objeto=municipio>