

PROPUESTA DE ORDENACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL BIOMA DE CAATINGA

management proposal for the conservation and management of natural resources in Caatinga Biome

Valéria Raquel Porto de Lima *

Rafael Camara Artigas **

Resumen

A proposta de zoneamento para a ordenação do território no setor semiárido da bacia do rio Paraíba esta baseada na análise da dinâmica das formações vegetais de caatinga em função da sua progressão, regeneração e estabilidade, no marco da evolução histórica, sócio- econômica, com o objetivo de focar na conservação e preservação dos fragmentos de vegetação de caatinga menos degradados, dentro de um desenvolvimento regional sustentável com a conservação dos seus recursos naturais. La metodología de zoneamento fundamenta-se na proposta de Cámara; Díaz del Olmo (2004), que estão fundamentados na eco-geografía (Tricart & Kilian, 1982) para a ordenação integrada do meio natural, desenvolvendo um método que permite caracterizar as zonas de proteção. A análise das mudanças de uso do solo entre 1990-2000 e 2000- 2006 mostram um retrocesso crescente da vegetação de caatinga.

Palavras-chave: Zoneamento, Caatinga, Bacia hidrográfica, Degradação, Ordenação, Paraíba.

Abstract

The proposed zoning for land management in semiarid area of Paraíba river basin is based on an analysis of the dynamics of the vegetable formations of caatinga in terms of its progression, regression or stability in the context of the historical socio-economic evolution and with the objective of conservation and preservation of fragments less disturbed caatinga vegetation inside a development of the region of form supported with the conservation of his natural resources. The methodology of zoning is based on the offer of Cámara and Díaz del Olmo (2004), that based on the methodological foundations of eco-geography (Tricart & Kilian, 1982) for the integrated management of the natural environment, develop a method that allows characterize the protection zones. Analysis of changes in land use between the years 1990-2000 and 2000-2006 show an increasing setback of the caatinga.

Keywords: Zoning, Caatinga, Hydrographic basin, Degradation, Management, Paraíba.

Resumen

La propuesta de zonificación para la ordenación del territorio en el sector semiárido de la cuenca río Paraíba se basa en un análisis de la dinámica de las formaciones vegetales de caatinga en función de su progresión, regresión o estabilidad, en el marco de la evolución histórica socio-económica y con el objetivo de conservación y preservación de los fragmentos de vegetación de caatinga menos perturbados, dentro de un desarrollo de la región de forma sostenida con la conservación de sus recursos naturales. La metodología de zonificación se fundamenta en la propuesta de Cámara y Díaz del Olmo (2004), que basados en los fundamentos metodológicos de la eco-geografía (Tricart & Kilian, 1982) para el ordenamiento integrado del medio natural, desarrollan un método que permite caracterizar las zonas de protección. El análisis de cambios en los usos del suelo entre 1990-2000 y 2000-2006 muestra un retroceso creciente de la caatinga.

Palabras-Clave: Zonificación, Caatinga, Cuenca hidrográfica, Degradación, Ordenación, Paraíba

(*) Doutora pela Universidad de Sevilla - Departamento de Geografía Física y Análisis Regional. Calle Doña Maria de Padilla S/N, C.P. 41004, Sevilla (ES). Tel: 95.4551366 - vrportol@yahoo.com.br

(**) Prof. Dr. de Geografía Física da Universidad de Sevilla. Departamento de Geografía Física y Análisis Regional. Calle Doña Maria de Padilla S/N, C.P. 41004, Sevilla (ES). Tel: 95.4551366 - rcamara@us.es

INTRODUCTION

La Caatinga está caracterizada por unas condiciones bioclimáticas, geomorfológicas y biogeográficas que la constituyen como un bioma localizado en el cratón del Noreste brasileño, con un conjunto de diversidad y endemismo de fauna y flora característicos. Con una superficie de 844.453 Km² (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística – IBGE, 2010), extendiéndose por los nueve estados de la Región Noreste y norte del estado Minas Gerais, la Caatinga cubre 11% de la superficie de todo el territorio brasileño, 45% de la región Noreste de Brasil y en 92% del Estado de Paraíba. Constituye un bosque tropical con formaciones tropófilas (bosques secos tropicales) (SCHNELL, 1979; HUETZ DE LEMPS, 1983; MURPHY Y LUGO, 1986; LIMA, 2012), con especies caducifolias por paralización vegetativa hídrica durante el periodo de sequía edáfica y ambiental, que en condiciones extremas litológicas o por degradación antrópica presenta formaciones arbustivas xerófilas con especies espinosas y cactáceas, formaciones de sabana arbolada y arbustiva, más o menos cerradas en cobertura (COLE, 1986).

En las últimas décadas sufre un fuerte proceso de degradación con pérdida de su biodiversidad (KIRMSE, 1987; FISCHER et. al., 2000, SANTOS 2002). La capacidad de recuperación de la caatinga con diferentes niveles de perturbación es relativamente rápida, de 5 a 10 años (PEREIRA et. al., 2001; SAMPAIO et. al., 1998). Sin embargo, las consecuencias de esta degradación son la ausencia de determinadas especies, y la abundancia y dominancia de otras sobre las demás, como *Croton sonderianus* y *Mimosa ophthalmocentra*, conforme se muestra con el levantamiento de inventarios de vegetación utilizando en método de transectos lineares de Cámara (2013), durante la investigación de tesis doctoral de Lima (2012) para la misma área. Con la remontada biológica del bosque aparecen gradualmente otras especies y a medida que disminuye la intensidad de la perturbación se alcanzan diferentes niveles de densidad y altura del bosque que configuran un paisaje de remontada biológica.

Los estudios relativos al manejo de los bosques secos (dry forest), dentro de los cuales se engloba la caatinga, tiene sus principales referencias en las aportaciones de Janzen (1988a y b), Murphy y Lugo (1995) y más recientemente de Khurana y Singh (2001). Los estudios relativos al manejo de la caatinga en particular se centran en las contribuciones de autores brasileños, siendo la principal cuestión tratada el impacto del pastoreo en la caatinga (KIRMSE et al., 1987; WICK et al., 2001; PARENTE et al., 2010; CAMPANHA et al. 2011) y a la fragmentación de sus bosques (SANTOS et al., 2002; SANTOS y SANTOS, 2008; FIGUEIREDO et al., 2012; GUEDES et al., 2012), que han sido tratados por Almeida y Carvalho (2010) con el análisis de imágenes de satélite Landsat TM. Algunas experiencias de manejo sustentable de la caatinga han sido expuestos por Castro (2010) en Monte Guasapampa y con el uso de manejo de especies de la caatinga en Monteiro et al. (2006) con el uso tradicional y medicinal de *Anadenanthera colubrina* y en Neto et al. (2012) con la domesticación del umbu (*Spondias tuberosa*).

CLASIFICACIÓN DE LAS FORMACIONES VEGETALES DE CAATINGA EN PARAÍBA

En la cuenca que tiene un área de 20.071,83 Km², ocupando cerca de 40% del Estado de Paraíba. El sector semiárido se divide en cuenca alta con un área con de 6.717.39km² y cuenca media con un área de 3.760.65 km² (AESA, 2003).

La aplicación de un análisis Cluster-Morisita a las 38 parcelas de vegetación realizadas en la caatinga Paraibana (LIMA, 2012), realizó un agrupamiento de 8 clases por similitud florística y abundancia de individuos por especie, asociándolos por nosotros, a partir de nuestros datos de campo, a las características geomorfológicas, edáficas y bioclimáticas con 11 meses de déficit hídrico, y 2 a 5 meses de paralización vegetativa hídrica. En base a estos grupos se identificaron tres grandes tipos de vegetación de Caatinga reflejados en una cartografía de vegetación, en llano, en



vertiente y en somital de los inselbergs para la cuenca alta y media del río Paraíba (Figura 1) (las especies están puestas en orden según valor de importancia en abundancia):

- Formación de bosque mesófilo subhúmedo en sector somital con *Capparis flexuosa*, *Cordia sellowiana*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Croton tricolor*, *Erythroxylum* sp., *Aspidosperma spruceanum*, *Lonchocarpus sericeus*, *Tacinga palmadora* y *Ziziphus joazeiro*, que en situaciones degradadas da formaciones con *Croton echiodides*, *Poncianella pyramidalis*, *Bauhinia cheilantha*, *Aspidosperma pyriformium* y *Jatropha mollissima*
- Formación de bosque tropófilo subhúmedo en vertiente con *Mimosa ophthalmocentra*, *Anadenanthera columbrina*, *Piptadenia stipulacea*, *Capparis flexuosa*, *Croton argyrophyllus*, *Tacinga palmadora*, *Manihot glaziovii*, *Ziziphus joazeiro*, *Commiphora leptophloeos*, *Cordia leucocephala*, *Prockia crucis*, *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus pachycladus*, *Cordia goeldiana*, *Helietta apiculata*, que en situaciones de degradación presenta formaciones con *Poncianella pyramidalis*, *Croton sodерianus*, *Croton echiodides*, *Bauhinia cheilantha*, *Jatropha mollissima*, y *Cnidioscolus urens*.
- Formación de bosque tropófilo semiárido en llanura con *Neoglaziovia variegata*, *Anadenanthera columbrina*, *Acacia glomerosa*, *Bromelia laciniosa*, *Tacinga palamadora*, *Tacinga inamoema*, *Ziziphus joazeiro* y *Pilosocereus gounellei*, que en situaciones de degradación son sustituidas por *Croton sodерianus*, *Poncianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium*, *Combretum leprosum* y *Mimosa tenuiflora*.

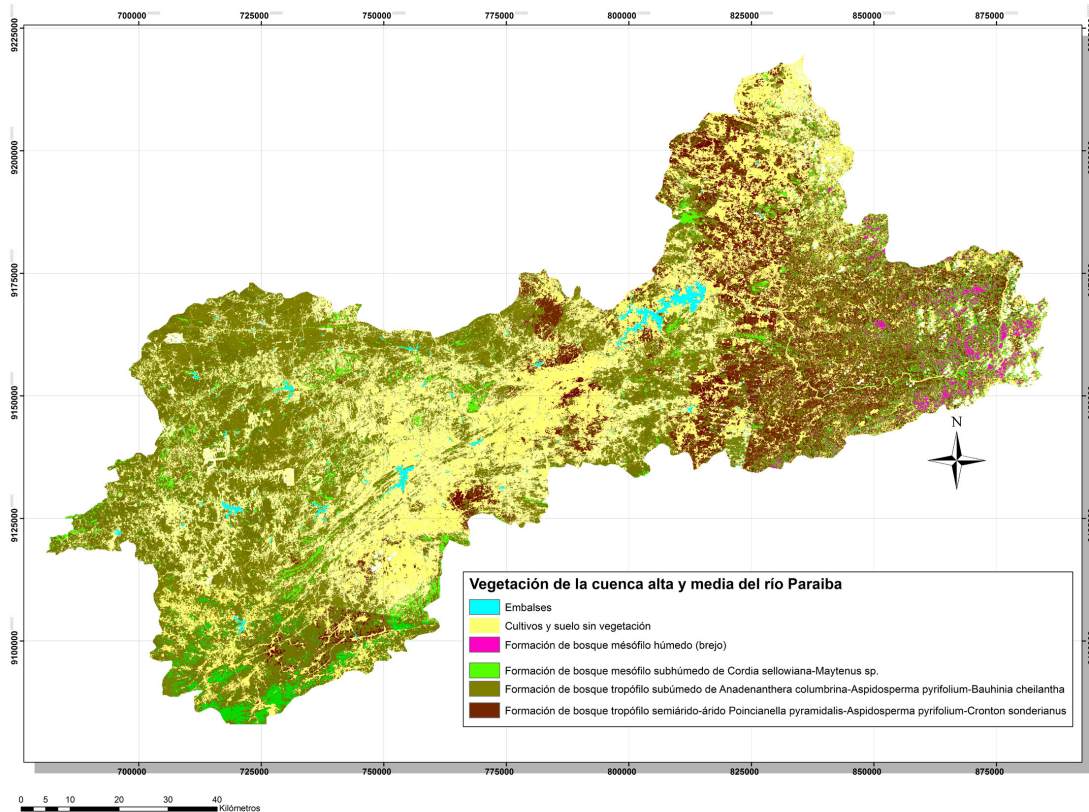


Figura 1 - Clasificación de la vegetación en la cuenca alta y media del río Paraíba en base a los tipos de formaciones vegetales identificadas en los inventarios de vegetación. Fuente: Elaboración propia



LA OCUPACIÓN HISTÓRICA DE LA CAATINGA PARAIBANA Y EL APROVECHAMIENTO DE SUS RECURSOS

Desde siglo XVII la ocupación colonial de la caatinga paraibana tuvo lugar por la necesidad de explorar tierras para la extensión de la ganadería, por “vías pecuarias” siguiendo los cursos de los ríos, en particular del río Paraíba en sentido Este-Oeste, instalándose corrales y fincas para el desarrollo de la ganadería (MOREIRA; TARGINO, 1997).

La donación de tierras por parte de los colonizadores portugueses posibilitó la ocupación y explotación del sector central de la meseta de la Borborema en sesmarias. Según Almeida (1981), el primero signatario fue Antônio de Oliveira Lêdo, que en 1663 requirió a la Corona portuguesa 30 leguas a lo largo de río Paraíba para la explotación económica, dando origen al actual municipio de Boqueirao. En 1665, la corona portuguesa realizó una donación en sesmarias de 30 leguas por 12 de ancho a lo largo del río Paraíba a Custódio de Oliveira Lêdo, hermano de Antônio de Oliveira Lêdo, para la explotación ganadera. En 1697 una determinación real limitó el tamaño de las sesmarias. Los latifundios tendrían a partir de entonces 3 por 1 legua a lo largo de los principales arroyos y de los ríos, realizándose la delimitación a través de acuerdos verbales entre propietarios, y usando como límite elementos de la geografía física local como ríos o relieves, ya que, en esta época según los relatos de Joffily (1892), no existían elementos artificiales que delimitaran las propiedades. Con la instalación de los latifundios de tierra parte los bosques de caatinga en los valles del río Paraíba, conocidos como mata ciliar, fueron destruidos. En estos ambientes, por presentar condiciones de humedad y de fertilidad de suelos más favorables, se realizaba también la producción de granos, en particular maíz y frijoles, para la alimentación de los habitantes de la región.

El relato del religioso capuchino Martin de Nantes en misión para catequizar los indígenas de la tribu Carirí relata el primer contacto entre los colonizadores e indígenas y habla del aspecto de vegetación de Caatinga como “bosque denso que tenía doce a catorce leguas de extensión” (JOFFILY, 1892). El exterminio de los indígenas la “Guerra de los Barbaros” durante el siglo XVIII produjo la expansión de las fincas y la consolidación de la ganadería, convirtiéndose en el primer recurso natural explotado económicamente en el semiárido de Paraíba.

La ganadería extensiva exigía muchas hectáreas de tierra, debido a la pobreza de los pastos en la Caatinga. La frecuencia de los periodos de sequía hídrica hizo que el ganado necesitara buscar alimento recorriendo largas distancias, utilizándose técnicas muy rudimentarias para el manejo del ganado (ANDRADE, 1986). La queimada fue la principal práctica agrícola empleada para la sustituir la vegetación autóctona para favorecer el cultivo de hierbas y alimentar el ganado (JOFFILY, 1892).

En el siglo XVIII, la Corona Portuguesa quiso crear nuevas poblamientos. En 1787, se pidió a la provincia de Pernambuco, a cual la provincia de Paraíba estaba subordinada, la creación de tres nuevas ciudades, siendo elegidas las localidades de Caicó y Acu, donde ya existían asentamientos humanos pertenecientes a la Capitanía de Paraíba. La tercera localidad fue creada en 1790 con el nombre de “Vila Nova da Rainha”. El área fue favorecida por la fertilidad de los suelos para agricultura y por ser un punto estratégico de comunicación entre el litoral y el interior. Este pueblo es hoy el municipio de Campina Grande, el principal núcleo urbano y económico del sector semiárido de la cuenca de río Paraíba.

La explotación del ganado tenía relación con las oscilaciones mercantiles de la producción del azúcar cultivado en todo el litoral noreste de brasileño. A lo largo de la segunda mitad del siglo XVIII, el mercado del azúcar entró en crisis y la explotación del ganado se redujo a la mitad (MOREIRA, 1990). Es en este momento cuando en todo el semiárido de noreste brasileño se inicia la producción del algodón, convirtiéndose en el nuevo producto económico. La expansión en la producción del algodón fue responsable del mayor poblamiento del semiárido de la cuenca del río Paraíba y con ello de la destrucción de la vegetación autóctona de caatinga, quedando apenas resquicios de la caatinga primaria refugiada en los inselbergs.



Según Moreira (1990) en 1782 la concentración urbana de la “Vila Nova da Rainha” tenía 7.914 habitantes, representando 15% de la población que vivían en la ciudad de Phylipeia de Nossa Senhora das Neves, actual capital del Estado de Paraíba, Joao Pessoa. En 1851 la población alcanzó los 111.777 habitantes, lo que correspondía a 53,4% de la población total del Estado de Paraíba en su momento. Con el crecimiento de la población la caatinga siguió siendo deforestada para la construcción de casas, uso del carbón vegetal, vallas para delimitar fincas y cercamientos para los animales de pequeño porte como los caprinos.

A partir de 1860, la expansión en Inglaterra de la industria textil, empezó a comercializar y estimular la producción del algodón a gran escala en el noreste brasileño, ya que los Estados Unidos, su principal abastecedor, había abandonó el mercado al comenzar su guerra civil de Secesión (1861/1865). Un ejemplo claro de cómo las relaciones internacionales externas a un país influyen en la explotación de los recursos naturales. El crecimiento de la producción de algodón y de la población, hace progresar aun más la deforestación de la vegetación de Caatinga, situación observado en los valles del río Tapera y Paraíba y descrito por el investigador Luetzelburg (1922). Así, la organización agraria del semiárido en Paraíba, en el siglo XIX, estuvo basada en la triple explotación ganado-algodón-agricultura de subsistencia (MOREIRA; TARGINO, 1990), y en la considerable disminución del bosque de Caatinga.

A finales del siglo XIX e inicio XX, creció la producción industrial textil brasileña, convirtiéndose el mercado interior en una alternativa más a la producción nacional de algodón, concentrada en la región Nordeste (ALBUQUERQUE, 1983). Hasta 1931, la ciudad de Campina Grande fue la segunda mayor exportadora de algodón del mundo, y atraídos por la industria de algodón, trabajadores y comerciantes intensificaron el poblamiento del municipio. El Estado de Paraíba, hasta la década de 1940, fue el mayor productor de algodón en Brasil, con una producción de 23 millones de fardos algodón con semillas. En ese momento la producción del café en el sur de Brasil entró en crisis y Sao Paulo comenzó la producción del algodón, ocasionando el decrecimiento de la industria del algodón el Noreste de Brasil. En 1950, se expande definitivamente la industria textil en el Sur de Brasil, dando a los Estados de esta región, en particular Sao Paulo, un gran resurgimiento económico con la producción del algodón.

La década de 1980, tras tres décadas de ser un aprovechamiento económicamente marginal respecto a Sao Paulo, el Estado de Paraíba pone fin en el cultivo del algodón en gran escala, dado que las condiciones climáticas de escasez hídrica y la plaga del picudo algodonero (*Anthonomus grandis* Bohema) que afectó la región, no permitieron seguir compitiendo económicamente con la región Sur de Brasil. Estas sequías en el noreste de Brasil durante el siglo XX, entre los años 1900, 1903-04, 1915, 1919, 1931-32, 1942 e 1951-53, 1958, 1966, 1970, 1976, 1979-83, 1993, 1998-99 (MOREIRA, 2006), también hicieron disminuir considerablemente la ganadería, y esto condujo a la inserción de ganado caprino, que exige pocas condiciones para sobrevivir en el semiárido. En 1990, la ordenación territorial de la zona rural del sector semiárido de la cuenca del río Paraíba se centró en la expansión de la producción de caprinos, con incentivos financieros del gobierno estadual, federal y mundial (MOREIRA; TARGINO, 1997).

Las actividades económicas ganaderas y agrícolas, según datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (2003), fueron responsables de transformar cerca de 201.786 km² (27,5%) de la caatinga en pastizales, tierras para cultivo agrícola y otros tipos de uso intensivo de la tierra.

LA ORDENACIÓN AMBIENTAL EN BRASIL Y SU PARTICULARIZACIÓN EN LA CAATINGA

Las primeras propuestas de zonificación brasileña usadas como instrumento para planificación territorial estuvieron relacionadas con las actuaciones de reforma agraria conforme marca el Estatuto de la Tierra, Ley nº 4.504 de 30/11/64 (BRASIL, 1964).

En la década de 1970 se intensificó el desarrollo de trabajos de zonificación relacionados con estudios ambientales, abordados desde de la geología, geomorfología, suelos, y vegetación por



separado. El más relevante estuvo vinculado al proyecto Radam Brasil. En la misma década se realizaron trabajos de zonificación relacionados con la agricultura y suelos con la finalidad de conocer las potencialidades y las limitaciones de producción de alimentos, o con el objetivo de realizar una planificación del sector forestal de Brasil. En los ámbitos citados se destacan los trabajos de Mota et al. (1974); Golfari et al. (1978), Carpanezzi, 1986.

En la década de los años 80, según Fritzsos y Correa (2009), los estudios de zonificación ambiental vuelven su atención a la preocupación mundial de los impactos crecientes de la economía sobre el medio ambiente y las investigaciones se centran en aspectos ecológicos para fines de preservación ambiental. Es entonces cuando se desarrolla la primera zonificación de una zona semiárida en Brasil: “Zoneamento Agroecológico do Trópico Semiárido” (MANTOVANI et al., 1986). observan un número creciente de artículos científicos A mediados de ésta década se usando Sistemas de Informaciones Geográficas (SIGs) como herramienta para facilitar la sistematización de los datos y facilitar la aplicación de la zonificación que es un instrumento de gestión en la Política Nacional del Medio Ambiente (PNMA).

La PNMA creó las Unidades de Conservación (UCs), que son áreas delimitadas del territorio nacional, establecidas por el Gobierno Federal, o bien por las Unidades de la Federación (Estados), para la protección de los ecosistemas importantes de gran valor socio ambiental (CABRAL, et al, 2004). De acuerdo con el Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza, SNUC, (BRASIL, 2000), los dos grupos que integran el sistema son las Unidades de Protección Integral y Unidades de Usos Sostenibles.

Las Unidades de Protección Integral, son áreas cuyo objetivo es preservar la naturaleza, permitiendo sólo el uso indirecto de los recursos naturales, con la interferencia mínima de la acción humana. Se permite el acceso para investigación científica y visitas con fines educativos. En las categorías de Unidades de Protección Integral están encuadradas:

- las Estaciones Ecológicas,
- las Reservas Biológicas,
- los Parques Nacionales,
- los Monumentos Naturales
- y los Refugios de la Vida Silvestre.

Las Unidades de Usos Sostenibles, permiten el uso directo de los recursos naturales renovables, aunque esto debe ser compatible con la conservación de la naturaleza y con el uso sostenible de dichos recursos. En la categoría de Unidades de Usos Sostenibles están encuadrados:

- las Reservas Extractivitas,
- las Áreas de Protección Ambiental,
- las Áreas de Desarrollo Sostenible
- y las Reservas Particulares de Patrimonio Natural.

En la actualidad el bioma Caatinga tiene cerca de 128 Unidades de Conservación, totalizando una área de 6.008.609 hectáreas, de las cuales 35 son de Protección Integral con una superficie de 836.879 hectáreas (13,93% del área de unidades de conservación), y 49 son de Uso Sostenible con 5.100.270 hectáreas (84,88% de las áreas de conservación) (MMA, 2007).

Los criterios para la delimitación y creación de las Unidades de Conservación, son analizadas de acuerdo con cada figura de protección, donde los factores físicos (recursos hídricos, las formas



de relieve, etc.), biológicos (rasgos de fauna y flora significativos, etc.), y antrópicos (áreas urbanas, uso y ocupación de la tierra, factores socioculturales, valor arqueológico, etc.), son básicos e indispensables.

En la Ley N.º 9.985, de 18 de Julio de 2000, del Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza, en el capítulo VI, establece las directrices para la creación de Reserva de la Biosfera, que es definida como un área del ecosistema terrestre o costero reconocida internacionalmente por el programa “Man and Biosphere” desarrollado por la Unesco, para el desarrollo de una relación equilibrada entre las acciones del hombre y el medio ambiente, con tres importantes funciones que son la conservación, el desarrollo y el apoyo a las áreas protegidas. El programa MAB tiene registradas en la actualidad 610 Reservas de la Biosfera en 117 países. En Brasil hay 6, una en cada gran bioma brasileño: Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Caatinga, Amazônia Central e o Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. La gestión de las Reservas de la Biosfera es coordinada por la Comisión Brasileña para el Programa “O Hombre de la Biosfera” – COBRAMA, por del Decreto de 21 de septiembre de 1999, con la finalidad de planificar, coordinar y hacer la supervisión las actividades relativas al programa. La primera fue aprobada por el Programa MAB en 1992. Las Reservas de Biosfera brasileñas abarcan una superficie de 1.300.000 km², cerca del 15% del territorio brasileño, siendo más de la mitad de la superficie de la suma de las áreas de Reserva de Biosfera de la Red Mundial. El bioma Caatinga tiene un área de 198.900 Km² declarados como Reserva de la Biosfera en 2001.

En el sector semiárido de la cuenca del río Paraíba, además del área destinada a la Reserva de la Biosfera, fueron creadas dos Unidades de Conservación del Medio Ambiente, en el tramo alto de la cuenca:

- en el municipio de Sao Joao do Tigre, existe un área de 40,000 hectáreas declarada Área de Protección Ambiental - APA
- y entre los municipio de Sumé y Sao José dos Cordeiros, fue creada en la década de 1990, la figura de protección ambiental Reserva Particular de Patrimonio Natural - RPPN, con un área preservada de 3,505.00 hectáreas de bosque tropófilo de caatinga conservado.

En el tramo medio de la cuenca no existen registros de creación de Unidades de Conservación. En 1981, fue creada por la Ley nº 6.902, de 27 de abril de 1981, una nueva categoría de área protegida en Brasil, el Área de Protección Ambiental (APA), cuya especificidad es buscar conciliar el desarrollo socio económico con la protección del medio ambiente. De acuerdo a la Resolución CONAMA 10/88, artículo 10, las APAs, son unidades de conservación y protección de la calidad ambiental y de los sistemas naturales existentes, buscando una mejor calidad de vida para la población local y también la protección de los ecosistemas regionales. El SNUG (Art. 15) define como un APA una área en general amplia, con un grado de ocupación humana, dotado de atributos bióticos, abióticos, estéticos o culturales de especial importancia a la calidad de vida y el bienestar de las poblaciones, y tiene como objetivo básico proteger a la diversidad biológica y ordenar el proceso de ocupación del suelo, para garantizar el uso sostenible de los recursos naturales.

Las Reservas Particulares del Patrimonio Natural (RPPN), creada por el Decreto 98914/1990, insertado en la Ley No. 9.985/2000 de Sistema Nacional de Unidades de Conservación (SNUG), son espacios de dominio privados donde sus propietarios quieren conservar la biodiversidad existente. Para crear una RPPNs, es preciso tener el reconocimiento de una institución del gobierno, como por ejemplo del Instituto Brasileño de Recursos Naturales Renovables – IBAMA, de que este espacio tiene importancia ambiental y paisajística. Estos espacios privados de conservación ambiental son una iniciativa que contribuye en gran medida a la conservación de áreas que aún tienen vegetación autóctona.



OBJETIVO Y MÉTODO

Se plantea como objetivo realizar una zonificación en base a una propuesta de ordenación de los recursos naturales de la caatinga paraibana con la finalidad de posibilitar la preservación ambiental de los recursos naturales. Para esta propuesta de zonificación se utilizaron los criterios básicos de conocimiento del medio natural, los usos y aprovechamientos existentes, su evolución histórica y el marco de las leyes ambientales brasileñas.

La dinámica de modificación del medio natural se manifiesta a través de interacciones entre diversos elementos. Un mayor aprovechamiento de sus recursos naturales implica un manejo que contemple su conservación para no agotarlos y protegerlo de las degradaciones que imposibilitarían el desarrollo humano y por ello es preciso conocer su dinámica eco-geográfica (TRICART, 1977; TRICART y KILIAN, 1982). La zonificación ambiental según Santos (2004), constituye un instrumento que delimita zonas para la planificación, después de una evaluación sistemática de elementos naturales, sociales y económicos, que tiene como resultado la elaboración de normas de uso y ocupación de la tierra y de los demás recursos con objeto de alcanzar la conservación y el desarrollo económico y social.

La aplicación de una ordenación con directrices en base a una zonificación jerarquizada, de fácil comprensión, tiene como base la metodología la propuesta por Cámara y Díaz del Olmo (2004), donde las zonas son categorizadas en cuatro grandes tipos, presentadas por letras del alfabeto (A, B, C, D) que llevan asociado un tono de color con subtipos específicos expresando el grado de conservación propuesto con dichas directrices:

- 1- Zona de protección integral,
- 2- Zona de Conservación Ecológica,
- 3- Zona de Manejo Especial,
- 4- Zona de Manejo Sostenible,

Esta propuesta metodológica que se desarrolla en una zonificación tiene como objetivo ordenar el territorio para la conservación ambiental y desarrollo sostenible del medio. Por eso, se considera el uso y la ocupación del suelo, la fragilidad del medio físico y el grado de protección ambiental. Se realizaron modificaciones en la denominación de las categorías y en la definición de los subtipos con el objeto de adecuarlo a los rasgos ambientales de la caatinga, las características socioeconómicas y a las leyes ambientales brasileñas a escala nacional (federal) y estatal.

La aplicación de esta metodología precisa de un conocimiento de campo de las unidades ambientales identificadas, que son las unidades base para la zonificación. Estas unidades ambientales son el resultado de la intersección del levantamiento de unidades biogeomorfológicas, y de los rasgos socio-económicos, obtenidos a través de las bases de datos institucionales, interpretación de imagen de satélite y encuestas socioambientales que permite conocer la percepción del territorio por parte de las comunidades locales.

Los materiales usados para identificar las unidades biogeomorfológicas y analizar los cambios de uso del suelo fueron las fuentes cartográficas temáticas existentes de geología (CPRM-Servicio Geológico de Brasil) y suelos (AESAs-Agencia Executiva de Gestao das aguas do Estado da Paraíba) en el Estado de Paraíba, y la selección de imágenes de satélite.

Se compuso un mosaico de imágenes Landsat TM (30 metros de resolución) y ETM+ (30 metros de resolución en multiespectrales y una pancromática con 20 metros de definición), en las orbitas 215/065, 215/066 y 214/065 para abarcar toda la cuenca en su sector semiárido. Estas fueron obtenidas la web de Global Landcover Facility (<http://glcf.umiacs.umd.edu/>) según se muestra en la tabla 1.

Cuadro 1 - Fechas de obtención de las imágenes Landsat utilizadas en el estudio de cambios, según path/rows de los satélites y satélite. Fuente: Elaboración propia

	215/065 Cariri	215/066 SW Cariri	214/065 litoral
Landsat TM	18/06/1990	09/02/1995	18/07/1986
Landsat ETM+	12/11/2000	12/11/2000	04/08/2001
	21/05/2006	19/07/2007	26/08/2006

Para el control de cambios se utilizaron sólo las imágenes disponibles de los años 1990, 2000 y 2006 de un mismo sector, el Cariri, que ocupa la región de la cuenca media y alta del río Paraíba. La disparidad de fechas en los otros path se debe a la dificultad de localizar imágenes de satélite sin presencia de nubes en medios tropicales, aunque sean de áreas semiáridas de la Tierra. Las imágenes del litoral presentan muchas nubes, especialmente en el contacto con el Cariri, y no se podían utilizar en el mosaico (cobertura de nubes menor del 10%) para la clasificación. Finalmente, las imágenes del Suroeste del Cariri no se disponía para los años 90, y había mucho riesgo en utilizar para el mosaico imágenes con 5 años de diferencia (1990-95), ya que los procesos de cambios, como se pudo apreciar en el análisis entre los años 2000 y 2006, son rápidos.

Para la clasificación de las imágenes de satélite media resolución se identificaron los training sites para la clasificación en campo con GPS. Se realizó con el software Idrisi Kilimanjaro una clasificación previa no supervisada con el módulo Cluster, que se utilizó en el campo para un primer análisis de identificación. Posteriormente con los training sites, y el apoyo visual de un falso color 234 de la imagen se hizo una clasificación supervisada con el módulo Maxlike, que luego fue de nuevo cotejada en campo. Con los errores detectados se procedió de nuevo a la clasificación para la obtención de una cartografía de vegetación y usos del suelo.

A partir de estas clasificaciones se realizó el análisis de cambios con el módulo Crosstab entre los años 1990-2000 y 2000-2006.

Los resultados posibilitaron analizar los procesos de cambio y las informaciones sobre el grado de avance o retroceso del cultivo, del río o embalses, así como de los diferentes tipos de vegetación en base a una clasificación biogeomorfológica (PORTO DE LIMA, 2012).

CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN LA CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO PARAÍBA

Los resultados cartográficos y analíticos (tabla2, figura 2) muestran que durante la década de 1990 a 2000, hubo un retroceso del 41,21% de las áreas de cultivo en el área de estudio de la cuenca (balance de 6,02% de avance frente al 47,23% de retroceso), progresando sobre ésta la vegetación secundaria de caatinga de llanura un 22,36% y de vertiente un 21,86%. Sólo un 15,29% de la superficie de cultivo permaneció sin cambios en esos diez años, por lo que las transformaciones de usos en la década fueron importantes, beneficiando la remontada biológica y el progreso de formaciones secundarias de caatinga de llanura y vertiente.

Esta caatinga secundaria presentaba en las llanuras mayor abundancia de *Croton sonderianus* Müll Arg., y *Poincianella pyramidalis* (Tull) L.P. Queiroz. cubriendo en el año 2000 una superficie del 30,69% de la cuenca. La vegetación de caatinga en vertiente con *Anadenanthera columbrina* (Vell.) Brenan, y *Acacia glomerosa* Benth., alcanzó en el 2000 una superficie del 21,12%. En conjunto la remontada biológica con vegetación secundaria de la cuenca supuso un 48,59%, lo que pone en evidencia el proceso de abandono de las áreas de cultivo, que se produjo tras la crisis del algodón en los años 80. Así, el retroceso de las áreas de cultivo se relaciona con dos consecuencias:

- los periodos de sequía ocurridos durante los años 80, aumentando en intensidad al final de dicha década: en el año 1998 se registró el menor índice pluviométrico de la década, con medias inferiores de 200 mm;



- la crisis económica en el campo antes de la década de los 80: la disminución de la superficie de producción agrícola por abandono, principalmente del cultivo de algodón, dio lugar a que la vegetación de caatinga se extendiera en sus etapas de colonización y avanzar sobre estos sectores abandonados.

Cuadro 2 - Datos de cambio de superficie en la cuenca en % entre los años 1990 y 2000, con expresión del avance (filas) y retroceso (columnas) de la vegetación, cultivos y superficie de agua en la cuenca alta y medio río Paraíba. En rojo las áreas de permanencia (elaboración propia). Para el cálculo del avance o retroceso no se han considerado las superficies de permanencia, en negrita en la diagonal. Fuente: Elaboración propia

1990/2000	Agua	Cultivo	Caatinga en llanura	Caatinga en vertiente	Caatinga somital	Avance en la superficie %
Água	0,37	1,37	0,11	0,29	0,03	1,70
Cultivo	0,16	15,29	1,21	4,42	0,23	6,02
Caatinga en llanura	0,11	22,36	1,97	11,26	0,48	34,22
Caatinga en vertiente	0,11	21,86	2,04	13,12	0,59	24,60
Caatinga somital	0,01	1,64	0,17	0,73	0,09	2,55
Retroceso en la superficie %	0,39	47,23	3,53	16,70	1,33	100,00

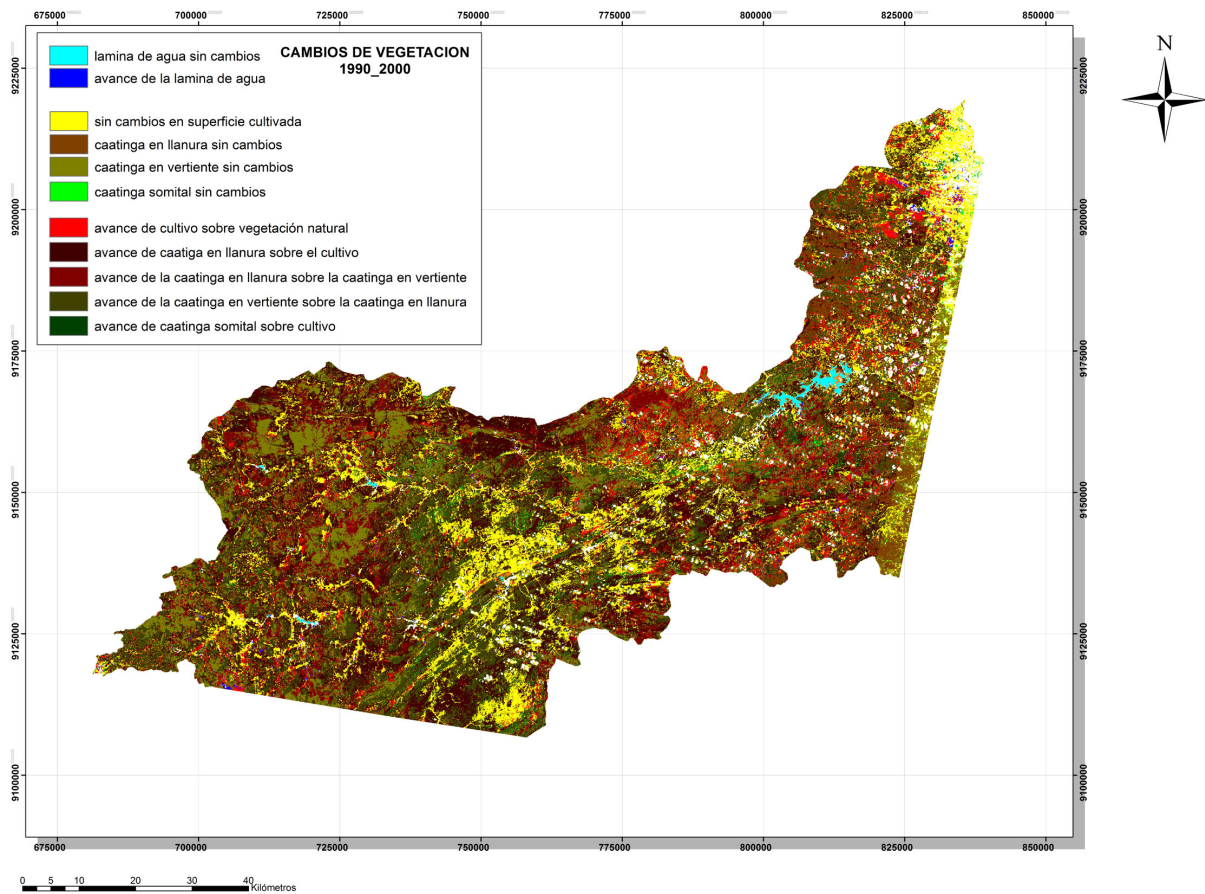


Figura 2 - Cambios de uso de suelo observados entre 1999 y 2000. Se puede observar en el mapa la amplia distribución de la caatinga en la superficie de la cuenca y el avance que ha tenido lugar tras la situación degradada que tenía en los años 90. Fuente: elaboración propia.

Los cambios de uso de suelo observados entre 2000 a 2006 (tabla 3, figura 3), apuntan a un avance según el balance progresión/regresión de 47,04% de las áreas de cultivo, con un avance del 45,19% sobre las áreas con vegetación de caatinga de llanura y vertiente en la superficie de la cuenca, y con una mayor intensidad de cambio alrededor del embalse de Epitacio Pessoa en el centro-Este de la cuenca. Esta presa que se inició su construcción en 1828 por el Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, tiene un área de 2.680 ha, acumulando un volumen de 535 Hm³.

La caatinga en llanura experimentó entre 2000 a 2006, una pérdida de 18,46%, y solamente 4,02% de la superficie permaneció sin cambio en este intervalo de tiempo. La vegetación de caatinga en vertiente tuvo una pérdida más alta que la anterior con un 24,87%, sin embargo, permaneció un porcentaje mayor del 23,78% sin alteraciones entre 2000 a 2006. Esto nos muestra que la degradación de la superficie de Caatinga fue más intensa en las vertientes de los inselbergs, pero dejó menos superficie sin alterar en las llanuras. El resultado es que prácticamente no queda bosque de caatinga sin transformar en la llanura, y muy poco en las vertientes de los inselbergs.

Cuadro 3 - Datos de cambio de superficie en la cuenca en % entre los años 2000 y 2006 con expresión del avance y retroceso de la vegetación en diferentes superficies, del cultivo y de la superficie de agua en la cuenca alta y medio río Paraíba. En rojo la superficie de retroceso de cada tipo y en verde la de avance. Fuente: elaboración propia

2000/2006	Agua	Cultivo	Caatinga en llanura	Caatinga en vertiente	Caatinga somital	Avance en la superficie %
Agua	0,77	0,77	0,44	0,36	0,03	1,60
Cultivo	1,78	1,78	20,97	24,20	1,98	48,92
Caatinga en llanura	0,31	0,31	4,02	5,76	0,35	10,74
Caatinga en vertiente	0,65	0,65	7,13	23,78	1,46	6,73
Caatinga somital	0,15	0,15	0,66	1,28	0,27	2,24
Retroceso en la superficie%	2,89	1,88	29,20	31,60	3,82	100,00

Se observa en el mapa 3, un avance de la lámina de agua, durante los años de 2000 hasta 2006, con mayores índices de precipitación, según los datos hidrológicos y climáticos observados los años 2000 y 2004. El avance de la lámina de agua por los índices más elevados de precipitación, permitió más disponibilidad de este recurso para la ganadería y la agricultura, favoreciendo que el área de cultivo avanzara sobre los bosques de caatinga en los periodos húmedos.



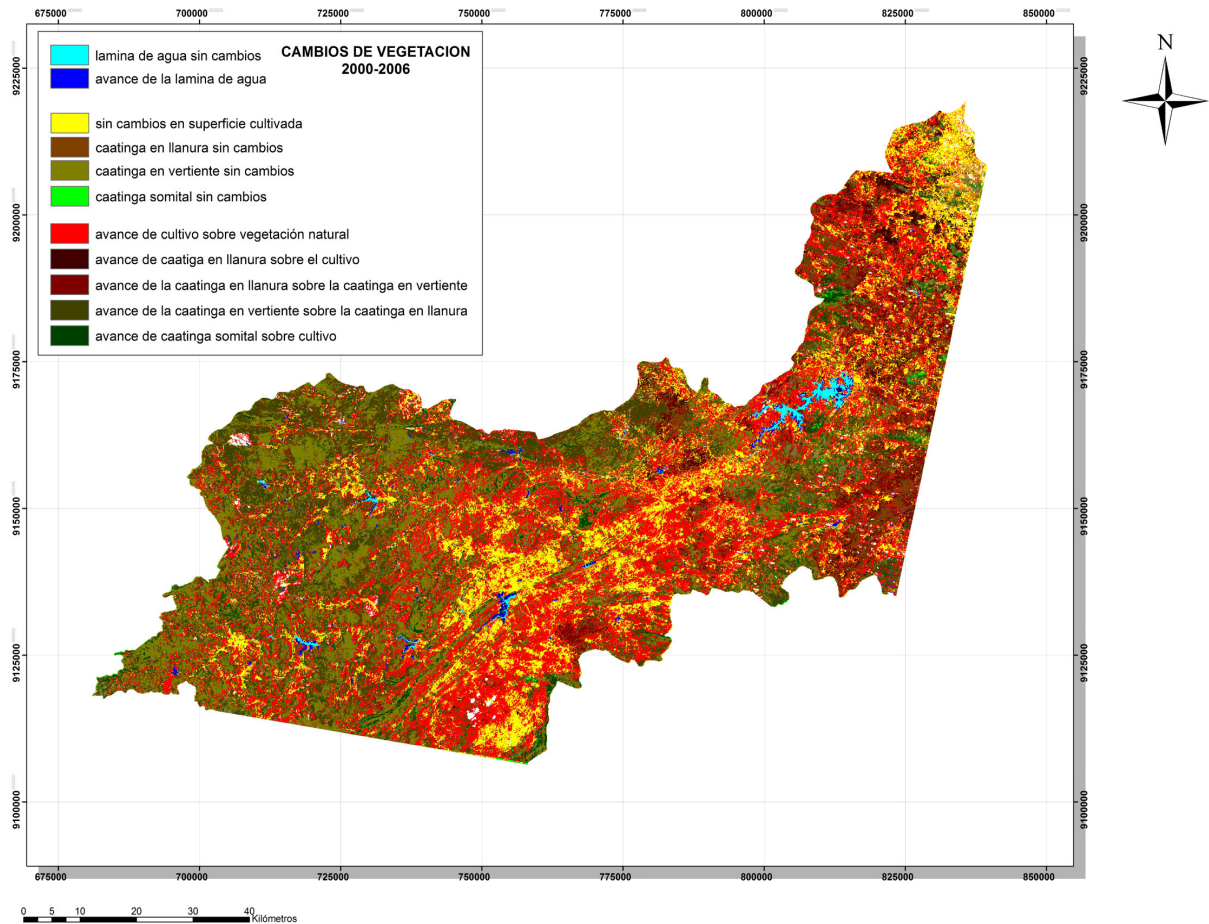


Figura 3 - Cambios de uso de suelo observados entre 2000 y 2006. El color rojo dominante marca la progresión de las áreas de cultivo sobre la superficie de Caatinga, especialmente en el entorno de la presa Epitafio Pessoa y al noroeste, próximo a la ciudad de Campina Grande, Oeste de la cuenca. Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN Y PROPUESTA DE ORDENACIÓN

Además del factor climático favorable entre 2000 y 2006, Fernandes (2004), defiende que las políticas públicas del llamado capitalismo Agrario, tuvieron mayor influencia en el campo de Brasil y por consiguiente en el Estado de Paraíba, principalmente, a partir del segundo gobierno del presidente de la República Fernando Henrique Cardoso (1998 – 2002). En el semiárido del Brasil muchos Asentamientos de Reforma Agraria fueron creados a partir de la venta al gobierno a través de la política Banco da Tierra iniciada en 1999, por parte de los latifundistas de grandes propiedades rurales agrícolas afectados por la crisis del algodón y tras las fuertes sequías.

Fue entre los años de 1995 a 2000, según la estimación de Veiga (2003), el periodo en el que el gobierno de Fernando Henrique hizo la compra de 20 millones hectáreas de propiedades privadas, con muchos incentivos económicos a los propietarios de tierras superiores a 200 hectáreas para la creación de Asentamientos de Reforma Agraria. En 1996 en las Mesorregiones de la Borborema y Agreste del Estado de Paraíba, donde la cuenca alta y media del río Paraíba está ubicada, se crearon un total 17 Asentamientos de Reforma Agraria, 5 en el Agreste y 12 en La Borborema. En 2004 en la mismas Mesorregiones el número creció 7 veces más y fueron creados 102 asentamientos rurales de Reforma Agraria, 60 en el Agreste y 42 en la Borborema (LIMA, et. el, 2008).

El problema crucial que originó la creación de los asentamientos de Reforma Agraria fue la falta de apoyo financiero y de políticas públicas adecuadas para el desarrollo de la agricultura familiar, conduciendo a los pequeños agricultores de los asentamientos rurales a la búsqueda de

formas alternativas de sobrevivencia en el campo, entre ellas el corte de la vegetación autóctona de caatinga para vender a las industrias de carbón del Estado de Paraíba y Pernambuco, ganando un pequeño aporte económico, utilizando la tierra deforestada para la producción de alimentos de subsistencia como el maíz y el frijol.

Los datos de la Superintendencia de Administración del Medio Ambiente - SUDEMA (2004), indican un crecimiento del consumo de los recursos forestales usados como matriz energética en un 41% en 1994 a un 50% en 2004. Las principales especies usadas como fuente energética fueron *Prosopis juliflora*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Anadenanthera columbrina*, *Piptadenia stipulacea* y *Poincianella pyramidalis*, por el potencial energético que poseen y que forman parte del cortejo vegetal de la vegetación de caatinga en llanura.

En vista al avance de las áreas de cultivo sobre la vegetación de caatinga y los impactos ambientales, el objetivo de la ordenación propuesta es implementar unas directrices de conservación del bioma Caatinga en la cuenca en base a una ordenación del territorio, con posibilidades de usos sostenibles de los recursos existentes por la población local.

Los criterios para el análisis territorial de las unidades ambientales de la cuenca alta y media del río Paraíba, han considerado el grado de importancia de las figuras de preservación ambiental ya existente, el uso y ocupación del suelo, los diferentes tipos de bosques de caatinga en su posición geomorfológica y el grado de degradación.

PROPUESTA ZONIFICACIÓN DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO PARAÍBA

La zonificación de la cuenca tiene como objetivo aportar categorías de uso y conservación ambiental del bioma caatinga, buscando una mejor preservación del bosque y protección de los suelos contra la erosión como ocurre en la cuenca media del río Paraíba (Lima y Cámara, 2012), con el mantenimiento de la calidad de reservas del agua, el uso sostenible de los recursos naturales en la cuenca y la creación de figuras de protección (Figura 4).

Las Zonas de Protección Integral (A) son áreas con valores ambientales excepcionales de máxima protección por sus altos valores ambientales, como áreas núcleos o fuentes, siendo básica la conservación y regeneración natural de los ecosistemas de la cuenca. Son consideradas zonas de uso restringido con aprovechamientos puntuales y compatibles con los objetivos establecidos. En la cuenca hemos dividido las Zonas de Protección Integral en tres categorías que son las Reservas Biológicas, Áreas de Preservación Permanente, Reservas Particulares del Patrimonio Natural. Ocupa áreas de bosques mesófilos y tropófilos de caatinga en matas de ribera y vertiente alta, somital de los relieves residuales, inselbergs, que necesitan una máxima protección.

Las Zonas de conservación ecológicas (B) son áreas de regulación especial, con importantes valores ambientales y paisajísticos. Su valor de protección es medio con aprovechamientos principalmente primarios, y vinculados a los recursos renovables. Para la cuenca hemos dividido esta categoría en consonancia con la legislación Brasileña como figuras de Parques Naturales, Reservas Ecológicas (consideradas por el Decreto Federal nº 89.336, de 31 - enero 1984) y también Áreas de Preservación Permanente y/o Reservas Extractivitas. Son áreas que corresponden a los cursos fluviales y márgenes de los embalses, superficies con bosque tropófilo de caatinga en vertiente media y destinadas como áreas núcleo en la reserva de la biosfera.

Las Zonas de manejo especial (C) son ámbitos transformados por la actividad antrópica. Los aprovechamientos existentes son muy diversos, en cuanto a calidad e intensidad. Incluye, zonas con déficits ambientales. La figura de protección más adecuada para estas zonas es la de Áreas de Desarrollo Sostenible y Áreas de Protección Ambiental (D) y responden a las superficies de bosque de caatinga en llanura y media vertiente, que precisan de normas de manejo de conservación. Se corresponde con las áreas de mayor intensidad en intervención productiva agro-ganadera e industrial, y ámbitos urbanos. En este caso, por existir una fuerte ocupación poblacional y transformación



ambiental, la mejor figura de protección es la creación de Áreas de Protección Ambiental – APAs, con la orientación del desarrollo sostenible.

Se propone que un 8.88% de la cuenca sea destinada a áreas de categoría A - Zonas de protección integral, un 3.86% de la cuenca sean áreas categoría B - Zonas de conservación ecológica, un 48,29% áreas de categoría C - Zonas de manejo especial y un 39,33% de la cuenca destinado a la categoría D - Zona de Manejo Sostenible, conforme puede ser observado en el figura 5 detallándose las subcategorías.

Cuadro 4 - Categorías de ordenación para la zonificación del sector semiárido de la cuenca media y alta del río Paraíba. En las subcategorías se contempla que tipo de figuras de la legislación ambiental brasileña se pueden aplicar a estas zonas para apoyar un desarrollo sostenible con la conservación de los recursos en la caatinga paraibana. Fuente: Elaboración propia

Tipo/Manejo	% del área	Subcategorías	
A - Zonas de Protección Integral	0.05	A1	Reserva Biológica
	0.09	A2	Áreas de Preservación Permanente
	8.75	A3	Áreas de Reservas Particular del Patrimonio Natural
B - Zonas de Conservación Ecológica	0.35	B1	Reservas Extractivas
	0.39	B2	Parques Naturales
	0.52	B3	Reservas Ecológicas - Embalses y cursos fluviales.
	0.64	B4	Área de Reserva de la Biosfera
C - Zonas de Manejo Especial	15.37	C1	Áreas de Desarrollo Sostenible.
	19.60	C2	Áreas de Protección Ambiental
	13.32	C3	Áreas de Protección Ambiental – áreas de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera.
D - Zonas de Manejo Sostenible	12.46	D1	Área de Protección Ambiental
	26.86	D2	Áreas de Desarrollo Sostenible para los núcleos urbanos en la cuenca.

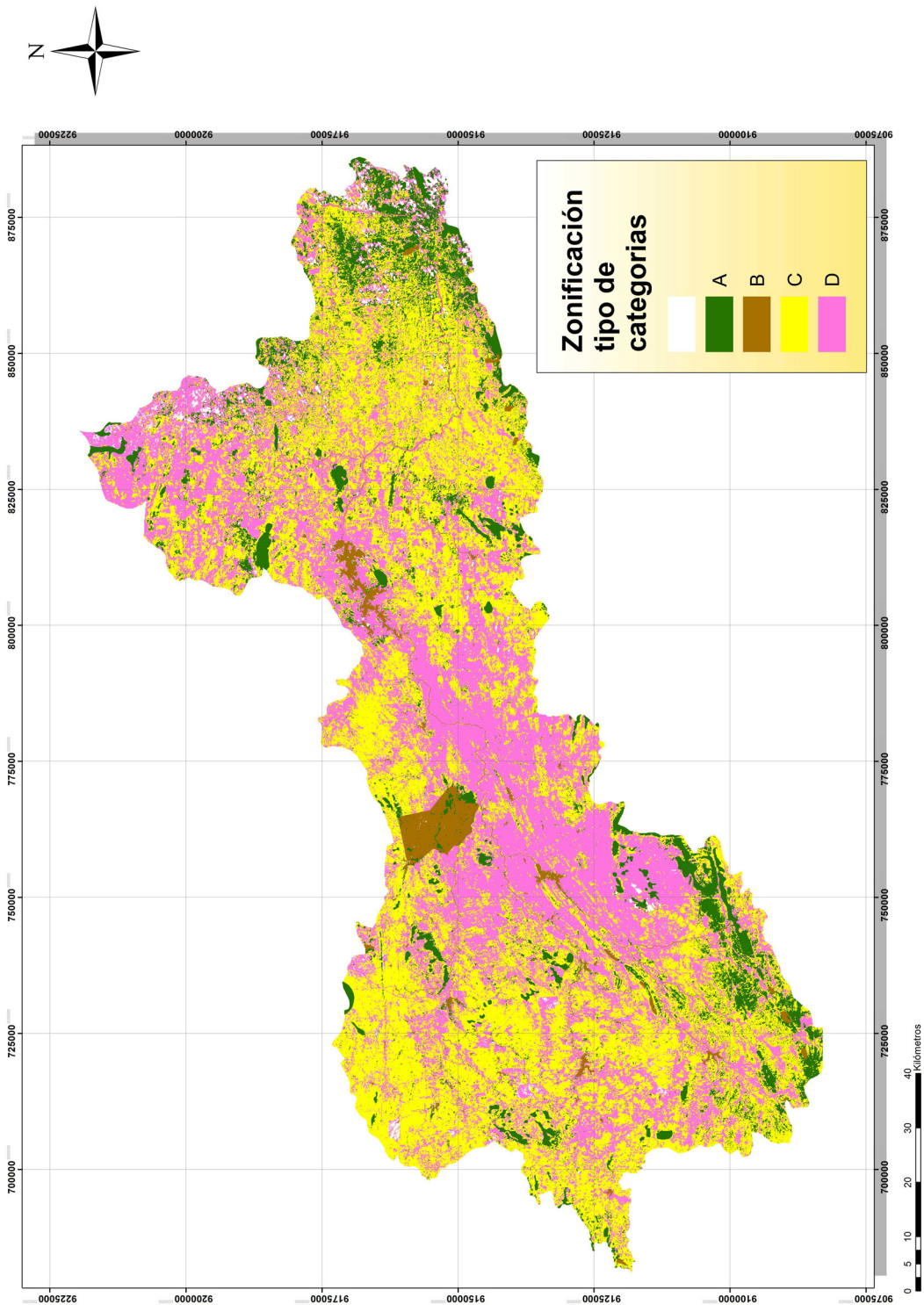


Figura 4 - Ordenación de la cuenca alta y media del río Paraíba en función de los tipos: A - Zonas de protección integral, B - Zonas de conservación ecológica, C - Zonas de manejo especial, D - Zona de Manejo Sostenible.
Fuente: Elaboración propia.



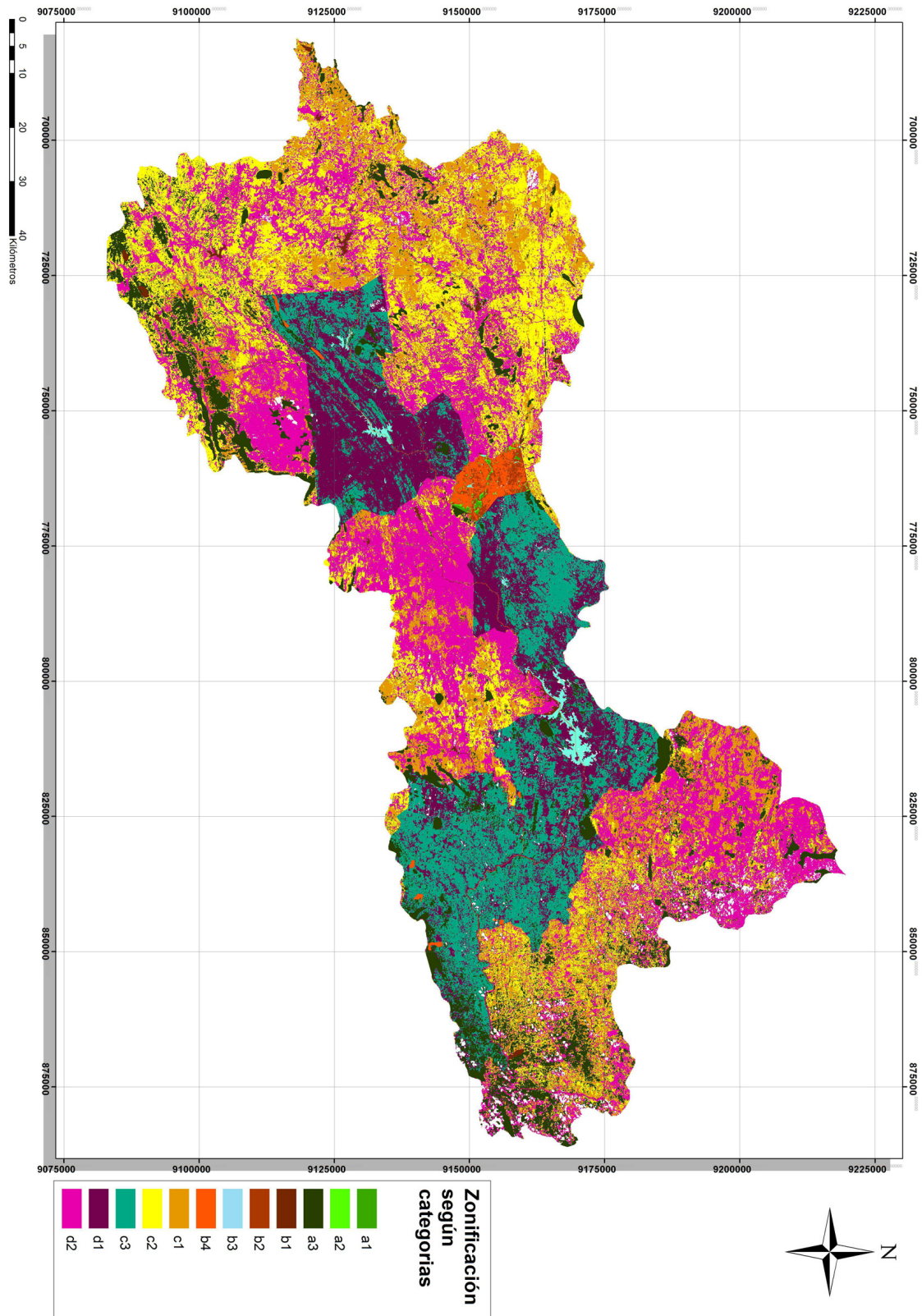


Figura 5 - Ordenación de la cuenca alta y media del río Paraíba en función de las categorías de ordenación. Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Al final de la década de los años 80 se produjo una disminución de las áreas de producción de agricultura, en particular del algodón en todo el noreste y particularmente en la cuenca del río Paraíba, con un claro efecto sobre la vegetación de caatinga que pudo recuperarse con una remontada biológica en áreas localizadas durante la década de 1990 hasta 2000. La remontada tuvo mayor avance sobre las llanuras.

En estas áreas dentro de la propuesta de ordenación territorial son destinadas a figuras de protección de categoría C y D, permitiendo la aplicación de las subcategorías:

- Áreas de Desarrollo Sostenible (C1)
- Áreas de Protección Ambiental (C2)
- Áreas de Protección Ambiental (C3)
- Áreas de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera (C4)
- Área de Protección Ambiental (D1)
- Áreas de Desarrollo Sostenible para los núcleos urbanos en la cuenca (D2)

Los análisis de la vegetación a partir de 2000 hasta 2006, muestran una disminución de la vegetación de caatinga, siendo degradación fue mayor en las vertientes de los inselbergs y cerca de los embalses dentro de la cuenca.

La propuesta de zonificación ambiental presentada para la cuenca alta y media del río Paraíba tiene el propósito de ordenar el territorio y conservar la biodiversidad amenazada por la fuente presión antrópica. Dentro de los años analizados observamos que los bosques de caatinga en la cuenca experimentaron una gran degradación durante el ciclo económico de producción de algodón que se inició a mediados del siglo XIX, y que se mantuvo hasta mediados del siglo XX, decreciendo en intensidad hasta finales de la década de los 80 de éste siglo, momento en que se abandonó el cultivo de algodón.

En la década de 1990 tuvo lugar una regeneración de la caatinga y hemos relacionado esta regeneración a un periodo de crisis económica en el sector agrario y ganadero, además de periodos de sequía en el Estado de Paraíba.

En el intervalo de tiempo de 6 años (2000-2006), la vegetación de caatinga en la cuenca del río Paraíba sufre una fuerte degradación y disminución de su área: los factores responsables por esta degradación también son económicos, ya que entre los años relacionados con la mayor deforestación de la caatinga el Gobierno Federal de Brasil, ofreció incentivos económicos al campo y la creación, de numerosos asentamientos de Reforma Agraria en la cuenca alta y media del río Paraíba, apoyada en la compra de tierras a latifundista de algodón a sus propietarios particulares a través del Banco da Terra a partir de 1999. La reforma agraria sin la aplicación de políticas públicas adecuadas condujo a la deforestación del bosque para venta de leña para empresas de carbonería y aceites del Estado de Paraíba y a los vecinos de Pernambuco y Rio Grande de Norte.

La progresión de recuperación de la caatinga, a la vista del análisis de los cambios, es muy rápida, de orden decenal, pero no la recuperación de la madurez ecológica, tal como se ha podido analizar de las parcelas levantada en el campo.

La propuesta de zonificación usada como instrumento para la ordenación y la conservación de los bosques de caatinga, consecuentemente de la fauna, y el uso sostenible de sus recursos naturales, tiene como objetivos fundamentales desarrollar la sostenibilidad las prácticas de conservación de los suelos contra la erosión y asegurar las reservas de agua en la cuenca alta y media del río Paraíba para los ecosistemas y el uso humano.



AGRADECIMIENTOS

Proyecto Integral A1/035520/11 de la AECID “Recursos y manejo del territorio y del agua en la cuenca hidrográfica del río Paraíba: disponibilidad y desarrollo de las comunidades locales”.
Beca Mutis de la AECID. Ministerio de Asuntos Exteriores de España.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK R.A.(1981). Brazilian structural provinces: An introduction. **Earth-Science Reviews**. Volume 17, Issues 1–2, April 1981, Pages 1–29.
- ALMEIDA-FILHO R.; CARVALHOA C.M. Mapping land degradation in the Gilbués region, northeastern Brazil, using Landsat TM images. **International Journal of Remote Sensing**. 2010. Volume 31, Issue 4, pp. 1087-1094.
- ALBUQUERQUE, R. W. P. L. **Capital comercial, indústria têxtil e produção agrícola**. São Paulo. Ed: Hucitec. 1983.
- ANDRADE, Manuel Correa. **A terra e o Homem no Nordeste**. São Paulo. Editora Brasiliense. 1986 214 p.
- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado Da Paraíba. **Previsão Climática Diária**. 2003. <<http://www.aesa.pb.gov.br/relatorios/previsao/>> [12 noviembre, 2012]
- BRASIL - **Estatuto da Terra**, 1964. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4504.htm> [20 julio, 2010].
- BRASIL. Lei Federal no 9.985, de 18 de julho de 2000, **Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC**, 2000. <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm> [13 de noviembre 2012].
- CABRAL. N. R. A. J.; SOUZA, M. P.; RÓHM, S. A. Planeamiento de Unidades de Conservación Brasileñas de Cara al Establecimiento de Límites Geográficos. **Revista Investigaciones Geográficas**. 2004. n° 34. Pp. 155-174.
- CÁMARA, R.; DÍAZ DEL OLMO, F. **Directrices y Gestión para la Conservación y Desarrollo Integral de un Humedal Centroamericano: Golfo de Montijo (Litoral del Pacífico, Panamá)**. 2004. Panamá. Embajada de España en Panamá. 299 pp.
- CÁMARA, R. Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. **Rev. Estudios geográficos**. Vol. 74 (274). 2013. Aceptada la publicación.
- CAMPANHA, M. M.; ARAÚJO, F. S. de; MENEZES, M. O. T. de; SILVA, V. M. A.; MEDEIROS, H. R. Structure of plantcommunity of shrubs and trees in agrosilvopasture system. **Revista Caatinga**. 2011. V.24, n°3, pp 94-101.
- CARPANEZZI, A. A. (Coord). **Zomeamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília – DF. EMBRAPA – CNPF. 1986. 89p. <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/293499/1/doc17.pdf>> [07 abril 2012]
- CASTRO, D. C. Guasapampa” sustainability: ecological, social and economic aspects **Quebracho**. 2010, Vol.18 (1,2). Pp.90-100.
- Cole, M. M. **The savannas: biogeography and geobotany**. Academic Press, London.1986.
- FERNANDES, Bernardo Mançano. Questões da Via Campesina. **Anais do 6º Congresso Brasileiro de Geógrafos**. Goiânia, 2004. <http://www.lead.uerj.br/VICBG-2004/Eixo1/e1_contsn4.htm> [06 abril 2012].
- FIGUEIREDO, J. M.; ARAÚJO, J. M.; PEREIRA, O. N.; BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; Revegetation of degraded Caatinga sites. **Journal of Tropical Forest Science**, 2012, 24, 3, pp 332-343.
- FISCHER E.; THEISEN, I. Vegetation of Malagasy Inselbergs. **Ecological Studies**. Volume 146, 2000, pp 259-276.
- FRITZSONS, E.; CORREA, A. P. A. O Zoneamento ecológico-econômico como instrumento de gestão territorial. **Documentos Embrapa Floresta**. Colômbio, 2009. <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/Doc190.pdf>> [05 abril 2012].



FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; AGUIAR, A.V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. **REA – Revista de Estudos Ambientais**, 2008, v.10, n. 1, p. 49-64, jan./jun.

GOLFARI, L. **Zoning for reforestation in Brazil and trials with tropical Eucalyptus and Pines in Central - Region**. PNUD/FAO. Project BRA/76/027. Technical Report. 1978. 25p.

GUEDES, R. da S.; ZANELLA, F. C. V.; COSTA JÚNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Floristic and phytosociological characterization of the woody component of a caatinga fragment in the semiarid Paraíba. **Revista Caatinga**, 2012, V25, nº2, pp 99-108.

HUETZ DE LEMPS. Alain. **La vegetation en la tierra**. Akal, Madrid. 1983. 263 pp.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE. <www.ibge.gov.br> [12 abril 2012].

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2003). **Pesquisa de Orçamentos Familiares**. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2002analise/pof2002analise.pdf> [12de abril 2102]

JANZEN DH. **Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth**. Annals of the Missouri Botanical Garden. 1988, 75. p. 105-116.

JANZEN, D.H. Tropical Dry forest: the most endangered major tropical ecosystems. In: Edward O. Wilson, Frances; M. Peter. Biodiversity. **National Academy of Sciences (U.S.)**, Smithsonian Institution. 1988. Pp-130-137.

JOFFILY, Irineu. **Notas sobre a Parahyba**. Rio de Janeiro. Typographia do Jornal do Comercio. 1892.

KIRMSE, R.D., PROVENZA, F.D., MALECHEK, J.C. **Clearcutting Brazilian caatinga: assessment of a traditional forest grazing management practice**. Agroforestry systems. 1987, Pp. 429-441.

KIRMSE, R. D.; PROVENZA, F. D.; MALECHEK, J. C. Clearcutting Brazilian Semiarid Tropics: observations on its effects on small ruminant nutrition during the dray season. **Journal of Range Management**, Denver, 1987, v. 40, p. 428-432.

KHURANA, E.; SINGH J.S. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. **Environmental Conservation**, 2011, Volume 28, Issue 01, March, p. 39-52.

LIMA, Valéria Raquel. **Caracterización biogeográfica del bioma Caatinga en el sector semiárido de la cuenca del Río Paraíba – Noreste de Brasil**: Propuesta de Ordenación y Gestión de un medio semiárido tropical. Tesis de doctorado. Universidad de Sevilla, 2012. 479 p.

LIMA, V. R. P.; CÁMARA, R. A. Aplicación de sigs para la evaluación de la erosión y degradación específica durante un evento anómalo de precipitación del día 19 al 23 de enero de 2004 en la cuenca media del río Paraíba – Noreste del Brasil. **Revista Mapping**, 2012. nº 151. Enero-Febrero 2012 ISSN 2172-6892. www.mappinginteractivo.com

LUETZELBURG, Van Philipp. **Estudo Botânico do Nordeste**. Ministério da Aviação e Obras Publicas. Inspeção Federal de Obras Contra as Secas. Rio de Janeiro. 1922. Vol.II 2º Edição.

MMA - MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**. 2007. Biodiversidade 31. Atualização: Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília.

MONTEIRO, M.J., ALMEIDA, F., ALBUQUERQUE, P.U., LUCENA, R.F. y FLORENTINO, A. Use and traditional management of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan in the semi-arid region of northeastern Brazil **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 2006, Volume 2, Number 1, pp.1-7.

MOREIRA, Emilia; TRAGINO, Ivan. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**, João Pessoa: Editora Universitária. 1997. 332 p.

MOREIRA, E. Evolução do Processo de produção do Espaço Paraibano. João Pessoa, **Cadernos do NDIHR**, 1990, nº 23.

MOREIRA, Emilia. **Agricultura Familiar e Desertificação**. João Pessoa: Editora Universitária -UFPB. 2006. 300 p.



- MOTA, E S. dos; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. C. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas. EMBRAPA/ EPEAS, 1974, 122p.
- MONTOVANI, L.E; RICHE, G.; FOTIUS G., MIRANDA, E. E. **Zoneamento agro-ecológico do tropico semi-árido**: relatórios de pesquisas. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 107 p.
- MURPHY, P. G.; LUGO, A.E. Ecology of Tropical Dry Forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 1986. Vol. 17, pp. 67-88.
- MURPHY, P.G.; LUGO, A.E. Dry forests of Central America and the Caribbean. En: Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests Cambridge (RU)**. Cambridge University Press. 1995. p.9-34.
- NETO, E. PERONI, N., MARANHÃO, C.M., MACIEL M.I. y ALBUQUERQUE, U. Analysis of umbu (Spondias tuberosa Arruda (Anacardiaceae) in different landscape management regimes. A process of incipient domestication? **Environmental Monitoring and Assessment**, 2012, Volume 184, Number 7, pp. 4489-4499.
- PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M. Impact of the grazing in the caatinga ecosystem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, 2010, V.13, nº2, pp 115-120.
- PEREIRA, I. M; ANDRADE, L. A.; COSTAJ. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração Natural em Um Remanescente de Caatinga sob Diferentes Níveis de Perturbação, no Agreste Paraibana. **Acta Botânica Brasilica**, 2001, 15(3): 413-426.
- POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. (eds.) Inselbergs – biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. **Ecological Studies**, Springer-Verlag, Berlin, 2000, v.146.
- SAMAPIO, E. V. S. B. (1998). Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima em Serra Talhada – PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 1998. V33. N5. p 621-632.
- SANTOS, A. M. M. **Ação antrópica e estratégia de conservação da Caatinga na região de Xingó - Brasil**. Monografia de Graduação. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2000.120p.
- SANTOS, A. M. DE M.; SANTOS, B. A. Are the vegetation structure and composition of the shrubby Caatinga free from edge influence? **Acta Botanica Brasilica**, 2008, 22, 4, pp 1077-1084.
- SANTOS, A. M.; TABARELLI, M. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the caatinga vegetation of Brazil. **Braz. J. Biol.** 2002, vol. 62 pp. 807-905.
- SANTOS, R.F. **Planejamento ambiental teoria e prática**. São Pulo: Oficina de texto. 2004.
- SUDEMA - SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. 268p.
- SCHNELL, R. **La flore e la végétation de L’Amerique Tropicale**. Gauthier-Villars. Paris.1979.
- TRICART, JEAN. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN. 1977. 91p.
- TRICART, JEAN.; KILIAN, JEAN. **La eco-geografia y la ordenación del medio natural**. Edit. Anagrama. Bracelona. 1982. 288p.
- VEIGA, JOSÉ ELI. **Poverty alleviation through access to land: the experience of the Brazilian agrarian reform process**. Synthesis paper prepared for the informal panel session organized by the Committee on World Food Security, 16 May, 2003, FAO, Rome.
- WICK, B., TIESSEN, H., MENEZES, R.S.C. **Land quality changes following the conversion of the natural vegetation into silvo-pastoral systems in semi-arid NE Brazil**. Plant and soils. 2000, Pp. 59-70

Trabalho enviado em novembro de 2013
Trabalho aceito em dezembro de 2013