

CARTOGRAFIA DIGITAL E ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE TENSÃO ECOLÓGICA DA PARTE SETENTRIONAL DA BACIA DO PARNAÍBA¹

DIGITAL CARTOGRAPHY AND GEOENVIRONMENTAL ZONING OF THE ECOLOGICAL TENSION AREA OF THE NORTHERN PART OF THE PARNAÍBA BASIN

Nilson Vasconcelos de Sousa

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA/UFPI
E-mail: nilson_vasconcelos@hotmail.com

Francisco de Assis Veloso Filho

Doutor em Economia pela Universidade Estadual de Campinas. Pós-doutor pelo no Departamento de Economia da UnB. Professor aposentado da Coordenação de de Geografia da UFPI.
E-mail: assisveloso@gmail.com

Antônio Alberto Jorge Farias Castro

Doutor em Biologia Vegetal pela UNICAMP. Professor Titular Aposentado da UFPI.
E-mail: albertojorgecastro@ufpi.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2349-3843>

Lilian de Lins Wanderley

Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Pós-Doutora no PPGG da Universidade Federal do Ceará. Professora associada do Dep. de Geografia da Universidade Federal de Sergipe
E-mail: lilian@uol.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8608-2750>

¹ Esse artigo foi publicado originalmente na versão impressa da Revista Geografia: Publicações Avulsas, ano 5, n. 21, set. 2007.

RESUMO

Esta pesquisa objetivou caracterizar as bases físicas e o uso da terra da região envolvida, segundo Rivas (1996) e criar uma base digital através do georreferenciamento e análise das informações na área de estudo, a partir dos sistemas de informações geográficas *Carta Linx 4.2* e *Idrisi 32*, demonstrando a relevância da cartografia digital como contribuição para o zoneamento geoambiental. Nesse sentido, foi criado um modelo digital representado pela geração de bases de dados digitais atualizáveis para a área de tensão ecológica conforme o levantamento e análise das informações elaboradas por Rivas (1996). A metodologia foi pautada em levantamento bibliográfico, Georreferenciamento e elaboração de mapas temáticos digitais nos softwares *Carta linx 4.2* e *Idrisi 32*. A aplicação da cartografia digital mostrou-se útil no tratamento de dados relativos às bases físicas e ao uso da terra, tornando viável a manipulação de dados e a disponibilização de informações.

Palavras-chave: Cartografia Digital; zoneamento geoambiental; uso da terra.

ABSTRACT

This research aimed to characterize the physical bases and land use of the region involved, according to Rivas (1996), and to create a digital base through georeferencing and analysis of information in the study area, based on the geographic information systems Carta Linx 4.2 and Idrisi 32, demonstrating the relevance of digital cartography as a contribution to geoenvironmental zoning. In this sense, a digital model was created represented by the generation of updatable digital databases for the area of ecological tension according to the survey and analysis of information prepared by Rivas (1996). The methodology was based on the bibliographic survey, georeferencing and the preparation of digital thematic maps in the software Carta Linx 4.2 and Idrisi 32. The application of digital cartography proved to be useful in the treatment of data related to the physical bases and land use, making data manipulation and the provision of information viable.

Keywords: Keywords: Digital Cartography; geoenvironmental zoning; land use.

INTRODUÇÃO

O IBGE define área de tensão ecológica como uma região natural situada na interface entre diversos ecossistemas/biomas, submetida ou não à ação humana. No Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba (Rivas, 1996), definiram-se duas áreas de tensão ecológica: uma na porção setentrional da bacia, enquadrando o médio e baixo curso do Parnaíba e seus afluentes, e a outra, na região meridional, centralizada no vale do Gurguéia. Esta pesquisa tem como objeto de estudo a área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia.

O macrozoneamento diagnosticou a qualidade ambiental da área, chegando as seguintes classes de situação: satisfatória, tolerável, estabilizada, ruim, grave e crítica. Essas classes são reflexos da deterioração gradativa do ambiente, como consequência da ação humana desordenada. Portanto, urge a adoção de medidas apropriadas para orientar a ocupação nessas áreas, fornecendo elementos para conservação dos recursos naturais.

O importante levantamento coordenado por Rivas (1996), base desta pesquisa, é exemplo do enfoque sistêmico, integrando componentes geoambientais e sócio-econômica, de maneira interdisciplinar. Contudo, foi elaborado numa época que ainda não estavam disseminados os recursos hoje disponíveis para o tratamento de informações geográficas.

Os Sistemas de Informações Geográficas tornaram-se largamente utilizados em diversas áreas do conhecimento, especialmente nos estudos ambientais. Nesse caso, as técnicas da cartografia digital constituem ferramenta importante e precisa e permitem realizar investigações, oferecendo produtos digitais básicos da área de estudo. A caracterização das questões ambientais mais relevantes na área de tensão ecológica

poderá contribuir como subsídio para o planejamento e a gestão ambiental na área de estudo.

Esta pesquisa tem por objetivos caracterizar as bases físicas e o uso da terra da região envolvida, segundo Rivas (1996) e criar uma base digital através do georreferenciamento e análise das informações na área de estudo, a partir dos sistemas de informações geográficas *Carta Linx 4.2* e *Idrisi 32*, demonstrando a relevância da cartografia digital como contribuição para o zoneamento geoambiental. Nesse sentido, foi criado um modelo digital representado pela geração de bases de dados digitais atualizáveis para a área de tensão ecológica conforme o levantamento e análise das informações elaboradas por Rivas (1996).

MATERIAL E MÉTODO

O desenvolvimento desta pesquisa tem como base um roteiro metodológico compreendendo as seguintes etapas:

Definição do objeto de estudo e delimitação de municípios

O objeto de estudo foi definido a partir da constatação de Rivas (1996) sobre os problemas ambientais que vem afetando o equilíbrio ecossistêmico da área de tensão ecológica, tais como: diminuição da população das espécies vegetais, erosão laminar, diminuição do potencial madeireiro, raleamento da cobertura vegetal, diminuição do potencial agrícola, assoreamento dos canais de drenagem, remoção da mata ciliar, ocorrências de sulcos, ravinas e voçorocas e compactação de solos. Nesse sentido, delimitaram-se os municípios envolvidos na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba.

Levantamento de dados

Esta etapa atenuou na revisão de literatura relativa ao assunto e à área de estudo; na busca e seleção de material de apoio (cartográficos, etc). A análise e a interpretação das informações cedidas por Rivas (1996) e Tricart (1977) basearam o planejamento e a execução das etapas posteriores do estudo.

Georreferenciamento e elaboração de mapas temáticos digitais nos softwares *Carta linx 4.2* e *Idrisi 32*

Consistiram na operacionalização das informações bibliográficas e cartográficas cedidas por Rivas (1996) e IBGE (2001 e 2003) visando à consolidação e elaboração de mapas temáticos digitais como: divisão municipal, geossistemas, geofacies, ecodinâmica, pressão antrópica e situação ambiental.

O conceito de Cartografia Digital pode ser entendido como um conjunto de ferramentas que orienta a conversão de mapas manuscritos para o meio digital, armazenando e visualizando os dados espaciais. A Cartografia Digital é um sofisticado processo de controle de equipamentos que permite a utilização de mapas como melhor instrumento de pesquisa, ensino e informação resultando, assim, o valor de suas informações para tomada de decisões (Soares Filho, 2000).

Na pesquisa, utilizou-se dois softwares da Cartografia Digital: *Carta Linx 4.2* e *Idrisi 32*. O *Carta Linx*, um dos instrumentos da Cartografia Digital, é um construtor de dados espaciais que desenvolve em forma digital mapas que subsidia diversos sistemas de informações geográficos (GIS) como outros produtos de software: *Idrisi32*, *Idrisi 16-bit*, *Arc/Info*, *ArcView* e *MapInfo* (Clark, 2002).

Segundo Clark (2002), o programa *Carta Linx 4.2* funciona como um sistema topológico cheio de editores/digitalização com potencialidades

para a topologia, automaticamente construída por vetor (conectividades entre nós, arcos e polígonos); a geração automatizada de polígonos e da atribuição das identificações por meio dos localizadores do polígono (pontos da etiqueta); a inserção, apagamento, ou movimento dos nós, dos arcos ou dos vértices do arco; a transformação em tempo real da projeção/datum dos dados do digitador e de entrada do GPS para encontrar-se com especificações de sistema da referência traçado (Clark, 2002).

Idrisi 32 é um sistema de informações geográficas (SIG), que processa detalhadamente a análise de uma imagem. O sistema *Idrisi* consiste em um programa de relação principal e em uma coleção de 150 módulos de programa que fornecem facilidades para a entrada, a exposição e a análise de dados geográficos. Estes dados geográficos são descritos no formulário de camadas do mapa: os componentes elementares do mapa que descrevem um único tema. Os dados geográficos no *Idrisi* incorporam dois formulários básicos de camadas do mapa: camadas da imagem da quadriculação e camadas do vetor (Eastman, 2002).

As camadas de imagem da quadriculação são excelentes para descrever, espacialmente, os dados contínuos, tais como: a geologia, a altitude, a vegetação, a temperatura e outros, tornando útil para descrever as características distintas de uma paisagem. Estes incluem características tais como estradas, limites da propriedade, distritos administrativos, e muitos outros. Para fazer assim, as camadas do vetor armazenam um jogo de pontos (cada um referenciado por um par de coordenadas locais), que descrevem as posições das características (se são os pontos), ou o seu curso ou limite por meio de uma seqüência de pontos que devem ser juntados por linhas retas, e, além disso, incorpora um sistema de gerência da base de dados que seja ligado diretamente para vetor de dados (Eastman, 2002). A utilização desses softwares na região envolvida é de fundamental

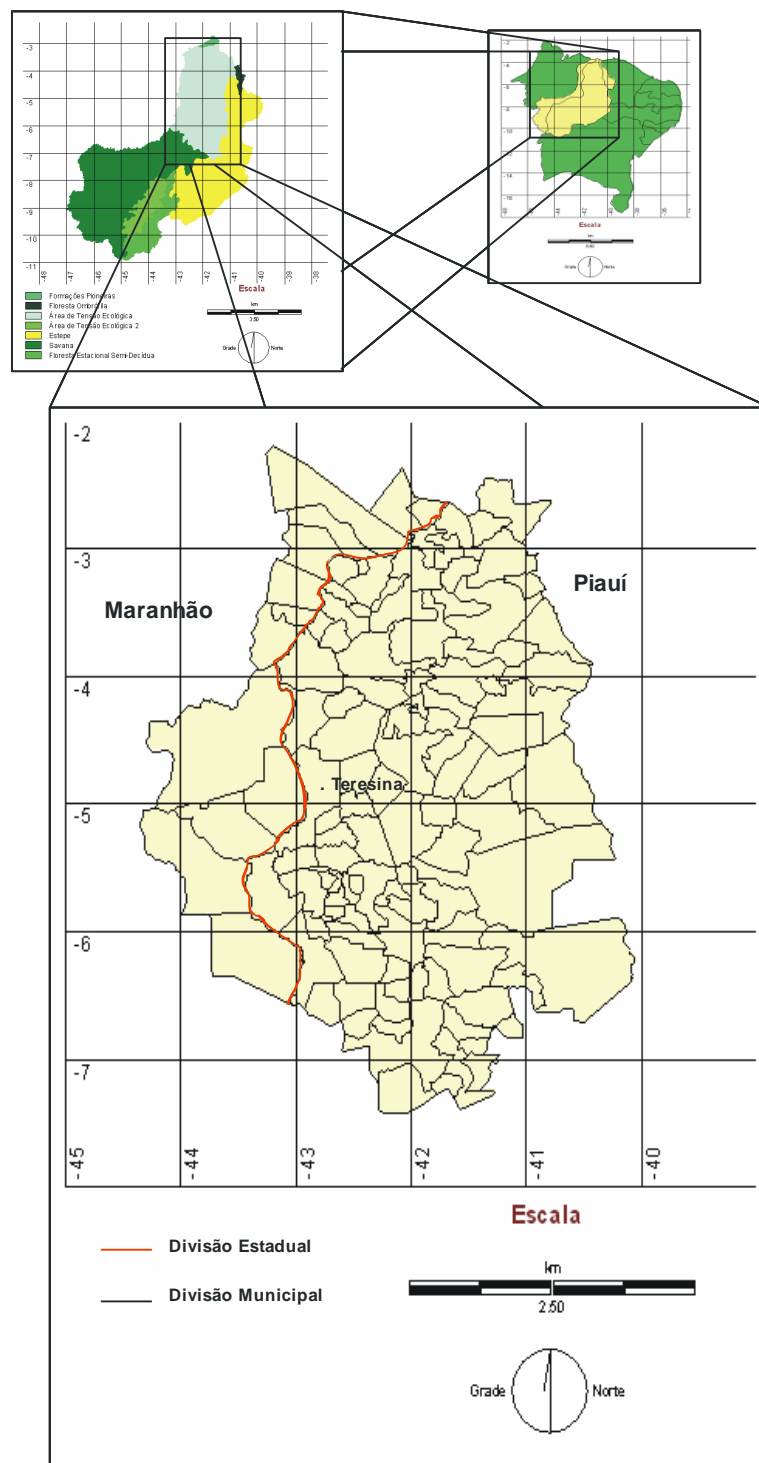
importância para ilustração da realidade em mapas digitais, contribuindo na identificação de áreas prioritárias para a conservação ambiental.

ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

Área de tensão ecológica define-se como um espaço territorial situado na interface entre diversos ecossistemas/biomas submetido ou não ao antropismo. Rivas (1996) identificou duas áreas de tensão ecológica na Bacia do Rio Parnaíba, por conta da sua localização geográfica entre o cerrado/caatinga e caatinga/floresta estacional. As condições climáticas nestas áreas são diversas, variando de clima semi-árido a úmido, com isoietas anuais que oscilam de 700 a 1500mm com deficiência hídrica de 6 a 9 meses. Esse domínio distribui-se desde as proximidades de Luís Correia se estendendo até as nascentes do Gurguéia, apresentando floras indiferenciadas que se interpenetram sob forma de encrave e ecótono, homogeneizando numa determinada escala a fisionomia vegetal. A área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba apresenta a seguinte localização: 2° 40' 00'' a 7° 20' 00'' S; 41° 00' 00'' a 44° 00' 00'' W. Totaliza uma área de 92.036 km² que corresponde a 27,11% da área total da Bacia do Parnaíba que é de 339.390 km². (Figura 1).

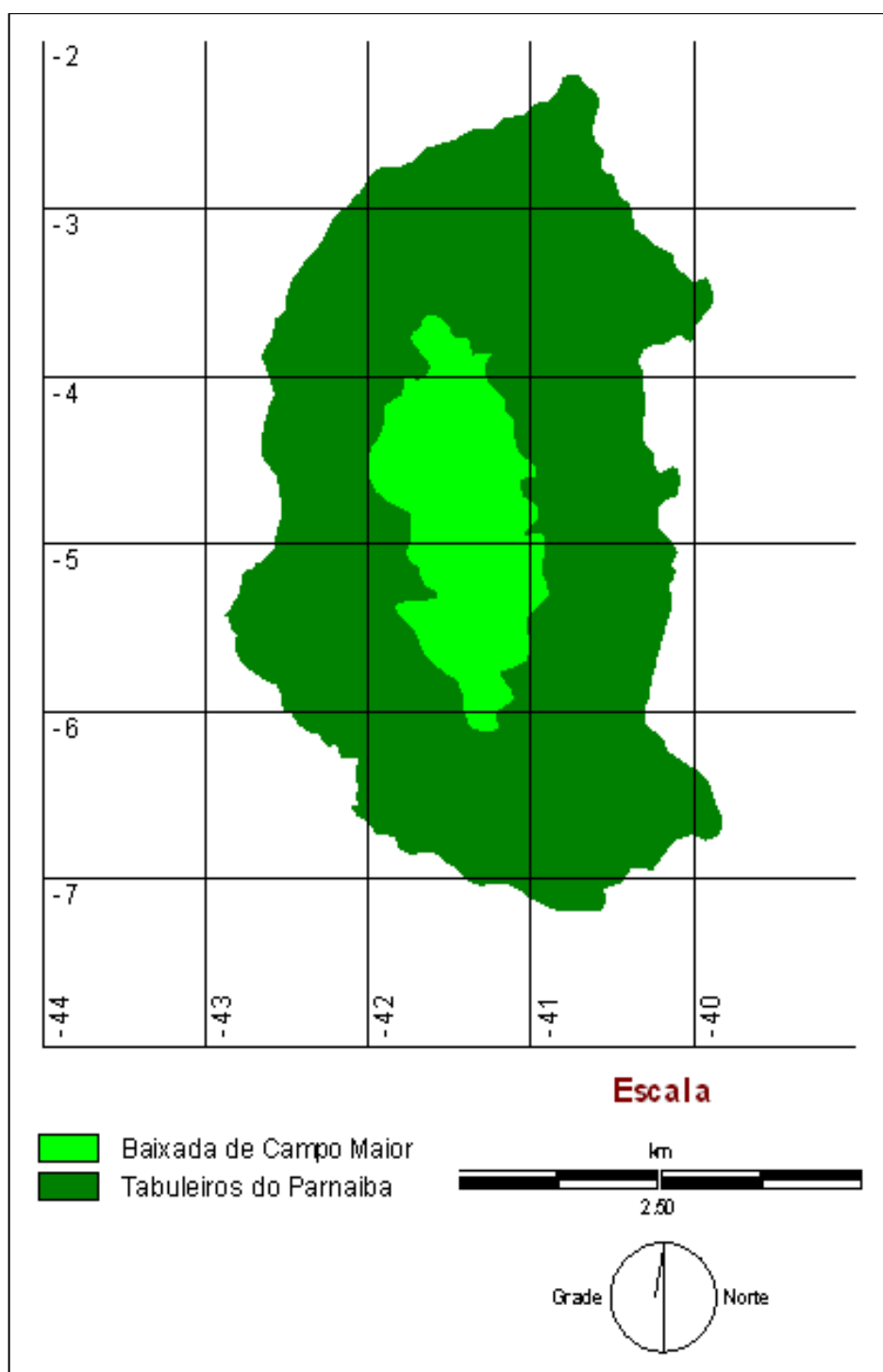
A área de estudo está compartimentada em unidades territoriais homogêneas que são definidas e hierarquizadas em geossistemas e geofácies. Envolve duas unidades geoambientais: Tabuleiros do Parnaíba e Baixada de Campo Maior. A unidade Tabuleiros do Parnaíba abrange partes do médio e baixo curso do rio Parnaíba, o médio e baixo curso do rio Poti e todo o curso do rio Longá, aproximando-se até o litoral piauiense. Este geossistema é marcado por diferenças morfopedológicas decorrentes das mudanças estruturais, litológicas e climáticas que aconteceram na era fanerozóica, refletindo na cobertura vegetal edáfica e no modelado. Pode-se observar na Figura 2.

Figura 1 - Divisão municipal da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba



Fonte: Rivas (1996) e IBGE (2001 e 2003). Adaptado por Nilson Vasconcelos de Sousa (2006).

Figura 2 - Geossistemas da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba



Fonte: Rivas (1996). Adaptado por Nilson Vasconcelos de Sousa (2006).

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

Quadro 1 – Tabuleiros do Parnaíba

Geofacies	Caracterização
A	Planos retocados regulares inumados por material areno-argiloso contendo latossolos amarelos álicos e distróficos, textura média, associados areia quartzosa. Atuam processos de escoamento difuso e erosão laminar. Dinâmica fraca.
B	Vales com vertentes dissecadas incipientemente e com declives inferiores a 5°, contendo latossolos amarelos álicos e distróficos, textura média, associados a podzólicos vermelho-amarelos plínticos, sob ação de processo de escoamento difuso e semi-concentrado e erosão laminar ligeira. Dinâmica fraca.
C	Vertentes dissecadas com declives de 5 a 11°, contendo feições de topos convexos e aguçados, entalhados em folhelhos siltitos, contendo solos litólicos álicos e distróficos, textura arenosa e média, associados a podzólicos vermelho-amarelos concrecionários, plínticos, subordinados a processos de escoamento concentrado, evidenciados pela ocorrência de sulcos. Dinâmica Forte.
D	Rampas com lombas, declives de 2 a 5°, com solos litólicos álicos, textura arenosa e média, associados a areias quartzosas e podzólicos vermelho-amarelos concrecionários rasos, sofrendo influencia de processos de escoamento difuso, localmente concentrado, com ocorrência de sulcos. Dinâmica moderada.
E	Formas de topo convexos, com declives de 5 a 11, modelados em rochas pelíticas, contendo podzólicos vermelho-amarelos álicos e distróficos, concrecionários, plínticos, textura média/argilosa e argilosa, pedregosos, associados a solos litólicos álicos, sujeitos a processos de escoamento concentrado e evidenciada pela ocorrência de sulcos rasos. Dinâmica Moderada.
F	Rampas com incipiente dissecação declives de 2 a 5°, contendo cobertura de material arenoso com ocorrência de areias quartzosas e latossolos amarelos álicos, textura média, sob ação de processo de infiltração e escoamento sub-superficial. Dinâmica moderada.
G	Vales com bordas sulcadas, com declives de 2 a 5° solos podzólicos vermelho-amarelos álicos e distróficos, plínticos, textura média/argilosa e arenosa/média, associados a solos litólicos álicos, sob ação de escoamentos concentrado, evidenciado pela formação de sulcos rasos, e subsuperficial. Dinâmica fraca.
H	Planos retocados irregulares com declives de 2 a 5°, com ocorrência de podzólicos vermelho-amarelos álicos, plínticos e concrecionários, de textura arenosa e média/média e argilosa, localmente pedregosos, associados a latossolos amarelos e areias quartzosas, influenciados por escoamento difuso e semi-concentrado. Dinâmica fraca.
I	Vertente dissecada com feições de topos convexos e aguçados e declives de 5 a 11°, contendo podzólicos vermelho-amarelos álicos, plínticos, textura média e média argilosa concrecionários, associados a solos litólicos álicos, sujeitos a escoamento concentrados evidenciados

	pela ocorrência de sulcos rasos. Dinâmica muito forte.
J	Pequenas mesas com declividade de 2 a 5° entalhados em arenitos, siltitos e folhelhos inumados por material areno-argiloso, contendo podzólico vermelho-amarelo álico, concrecionário, textura média e média/argilosa, associados a plintossolos, latossolos amarelos e areias quartzosas, sob ação de escoamento difuso, subsuperficial e concentrado nas vertentes. Dinâmica fraca.
L	Vales de fundo plano com fraca incisão, declives de 0 a 2°, contendo plintossolos álicos, concrecionários, de textura média e média/argilosa imperfeitamente drenados, associados a podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e concrecionários, localmente pedregosos, e solos aluviais eutróficos, sujeitos a escoamentos concentrados evidenciados pela ocorrência de sulcos. Dinâmica moderada.
M	Vales esboçados, com declives de 0 a 3°, com ocorrência de planossolos solódicos de textura média e arenosa/média, associados a solonetz solodizados e plintossolos, todos com sérios problemas de drenagem. Área sujeita a escoamentos concentrados e aportes de materiais. Dinâmica moderada.
N	Rampas com declives de 0 a 3°, com Brunizens avermelhados vérticos, textura média e argilosa/argilosa muito argilosa, associados a Bruno não-cálcicos vérticos e pedregosos. Área sujeita a ação de escoamento semi-concentrado. Dinâmica moderada.
O	Planícies e terraços com diques marginais e marcos de palco-drenagem, com solos aluviais eutróficos e solódicos, textura indiscriminada, associados a cambissolos, solonetz solodizados, planossolos solódicos e solos hidromórficos gleizados, sob ação de processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado, com desbarrancamento das margens côncavas. Dinâmica forte.
P	Vales com fortes incisões e declives de 2 a 5°, com solos litólicos álicos, de textura arenosa e média, associados a areias quartzosas. Área com escoamento concentrado evidenciado por sulcos. Dinâmica moderada.
Q	Anfiteatro com declives inferiores a 2°, com ocorrências de vertissolos a podzólicos vermelho-amarelos eutróficos. Área sob ação de escoamentos superficiais e concentrados. Dinâmica moderada.

Fonte: Rivas (1996).

A unidade Baixada de Campo Maior compreende áreas da microrregião de Campo Maior, situada no baixo curso do rio Parnaíba e drenada pelo rio Longá e seus afluentes. Esta unidade geossistêmica, com altitude média de 100 m, é modelada em rochas pelíticas e arenitos e apresenta lagoas e áreas periodicamente inundáveis. O clima regional é subúmido a úmido, com pluviometria de 1.300 a 1.500 mm/ano, apresentando deficiência hídrica de 4 a 6 meses. O potencial hídrico

subterrâneo varia de fraco a médio; o potencial hídrico de superfície, de médio a alto (Rivas, 1996).

Os principais atributos dos geofácies que integram esta unidade geossistêmica estão descritos no Quadro 2.

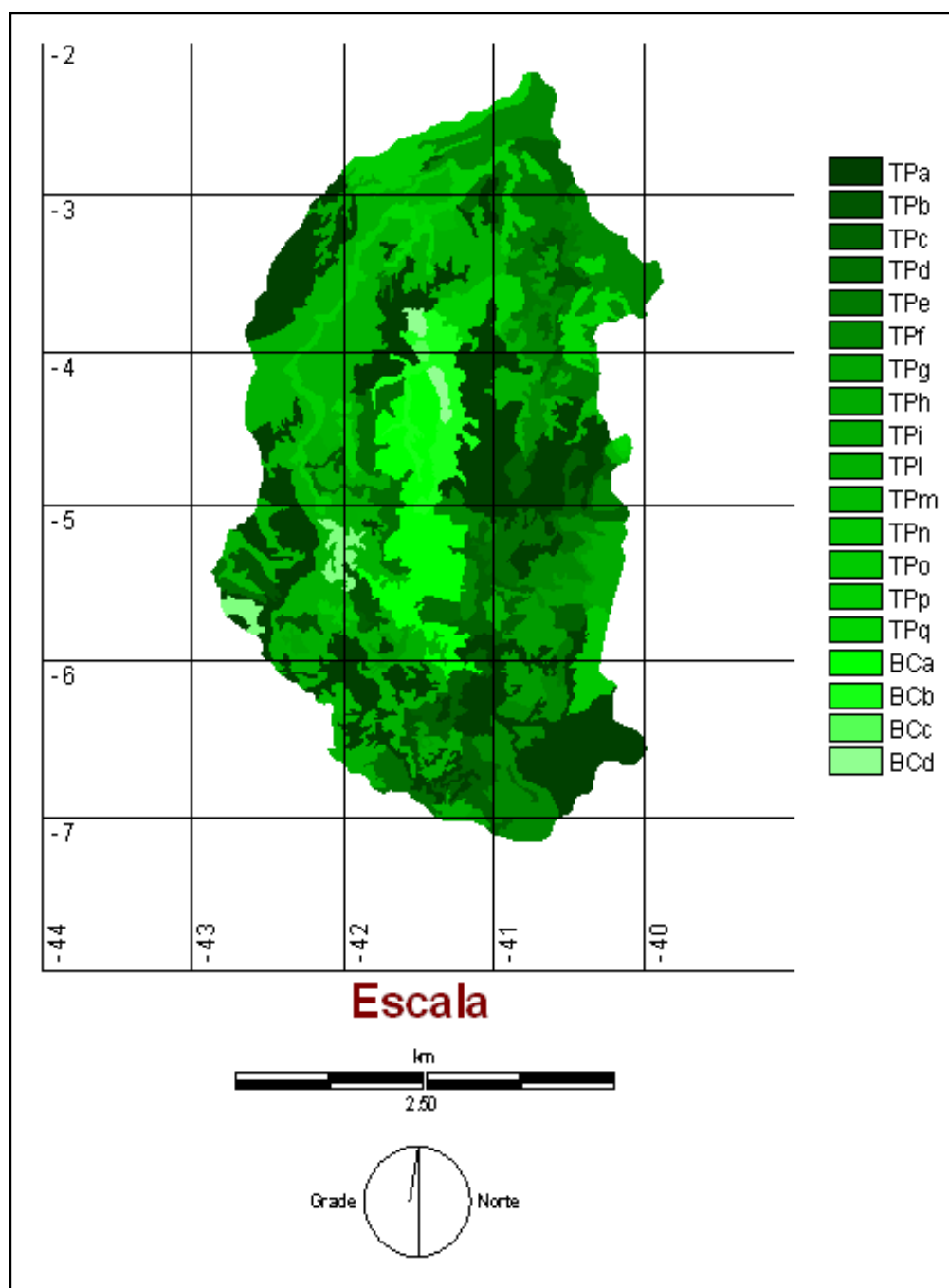
Quadro 2 – Baixadas de Campo Maior

Geofácies	Caracterização
A	Área deprimida, localmente inundável, contendo lagoas, declives de até 2°, moldada em rochas pelíticas, com plintossolos álicos, textura média/argilosa, associados a podzólicos vermelho-amarelos plínticos, concrecionários. Atuam processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado. Dinâmica fraca.
b	Vales de fundo plano com fraca incisão, declives de 0 a 2°, com ocorrências de plintossolos álicos concrecionários, textura média e média/argilosa, associados aos podzólicos vermelho-amarelos álicos plínticos e concrecionários ambos com restrições importantes de drenagem e localmente pedregosos. Estão sujeitos a escoamento concentrado evidenciado pela ocorrência de sulcos. Dinâmica moderada.
C	Rampas com declives de 2 a 5°, contendo planossolos solódicos de textura média e arenosa/média, associados a solonetz solodizados e plintossolos, todos com sérios problemas de drenagem. Área sujeita a escoamento concentrado e de aporte de material. Dinâmica moderada.
D	Pequenos interflúvios de topos planos irregulares, apresentando declives inferiores a 2°, com ocorrências de plintossolos álicos concrecionários, textura arenosa e média/média e argilosa, associados a podzólicos vermelho-amarelos concrecionários, sujeitos a processos de escoamento difuso e semi-concentrado. Dinâmica fraca.

Fonte: Rivas (1996).

A Figura 3 contém as geofácies dos geossistemas Tabuleiros do Parnaíba (TPa até TPq) e Baixada de Campo Maior (BCa, b, c e d).

Figura 3 - Geofacies da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba



Fonte: Rivas (1996). Adaptado por Nilson Vasconcelos de Sousa (2006)

VULNERABILIDADE AMBIENTAL NA ÁREA DE ESTUDO

A vulnerabilidade ambiental é definida pelo balanço da pedogênese e morfogênese no ambiente avaliando os riscos potenciais face aos processos erosivos, e que através de suas relações, identifica e taxonomiza a dinâmica dos diferentes tipos de paisagem/geossistemas numa determinada área, região ou território. Para tanto, os parâmetros físicos se baseiam nos principais fatores do balanço pedogênese/morfogênese. Os graus de vulnerabilidade foram adotados a partir da classificação proposta de Tricart (1977), que definiu os meios estáveis, transição e instáveis. Detectou-se que os ambientes de vulnerabilidade muito fraca equivalem aos meios estáveis; os ambientes de vulnerabilidade fraca e moderada já apresentam tendência à instabilidade, correspondendo aos meios de transição, e os ambientes de vulnerabilidade forte, muito forte e extremamente forte integram os meios instáveis.

Meios Estáveis

Correspondem aos ambientes de grau de vulnerabilidade muito fraca, aqueles em que o arcabouço dos aspectos físicos oferece grande resistência à ação dos processos de degradação.

Abrangem os relevos planos, incluindo os topos das chapadas e tabuleiros, com solos muito profundos, de textura argilosa e média, com fraca suscetibilidade à erosão sendo que a infiltração das águas e o escoamento superficial difuso comandam os processos morfogenéticos. Ocorrem em áreas, onde, o grau de concentração das chuvas é fraca, e a cobertura vegetal oferece proteção elevada.

Meios de Transição

O grau de vulnerabilidade fraca corresponde à predominância do processo da pedogênese sobre a morfogênese. Os solos são profundos com

uma proteção da cobertura vegetal, sob regime de chuvas fracas a moderadamente concentradas. Existe uma dominância de escoamento difuso e infiltração das águas. Estes ambientes estão contidos nos Tabuleiros do Parnaíba.

Nos ambientes com vulnerabilidade moderada, equivalem aos meios de transição ou com tendência a instabilidade. Caracterizam-se pela ação simultânea da pedogênese e morfogênese, refletindo-se em relevos com declives de 5 a 11°, contendo solos pouco profundos como o índice de concentração de chuvas é fraco a moderado e a proteção da cobertura vegetal varia de média a alta. Estes ambientes se encontram também nos Tabuleiros do Parnaíba.

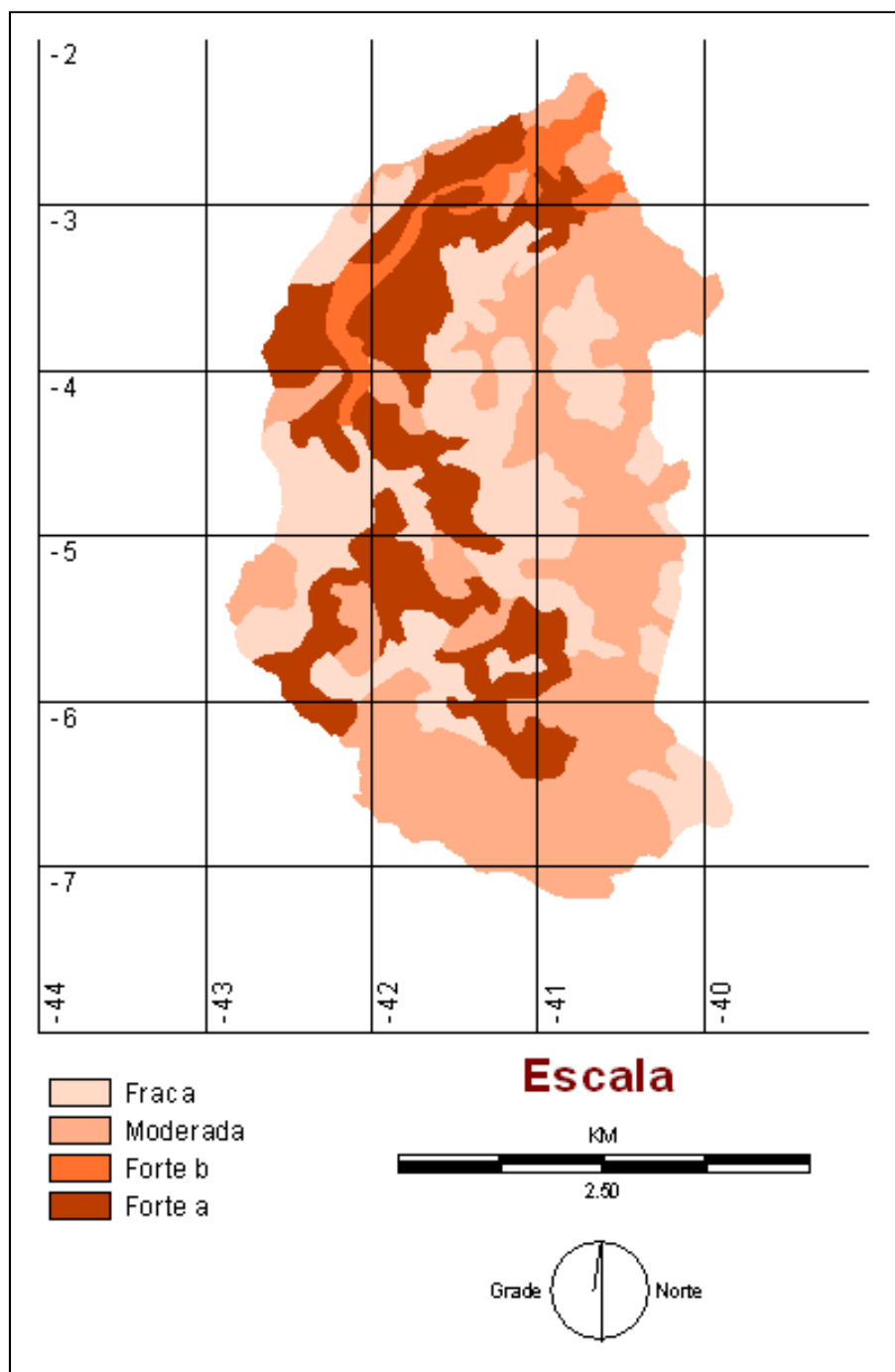
Meios Instáveis

A vulnerabilidade ambiental forte caracteriza ambientes onde há predomínio da morfogênese sobre a pedogênese, ou seja, os processos de degradação são mais intensos. Trata-se de áreas com relevos rampeados e colinosos com solos mal drenados e concrecionários. Os solos são geralmente rasos a pouco profundos, ou, no caso das planícies aluviais, profundos, com textura arenosa ou indiscriminada. Os processos morfogenéticos predominantes são os escoamentos difuso e concentrado, desbarrancamentos e assoreamentos nos cursos d'água, com ocorrência de inundações. A condição de degradação se acentua quando a concentração de chuva é alta e o grau de proteção da cobertura vegetal é fraco.

Os meios instáveis incluem áreas com o grau de vulnerabilidade extremamente forte. Nesta categoria, os relevos são dissecados por escoamento superficial difuso e concentrado, resultando em considerável adensamento de ravinas. Os solos são pouco desenvolvidos, geralmente destituídos dos horizontes superficiais e subsuperficiais, estando sujeitos a

processos de desertificação. Ver na Figura 4 a dinâmica ambiental da região envolvida.

Figura 4 - Vulnerabilidade Ambiental da área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba



Fonte: Rivas (1996) - adaptado por Nilson Vasconcelos de Sousa (2006).

USO DA TERRA E PRESSÕES ANTRÓPICAS NA ÁREA DE ESTUDO

O uso atual da terra na área de tensão ecológica da bacia do Parnaíba objetiva fornecer uma real situação em que se encontram os ambientes naturais, submetidos ou não à ação antrópica. Essa pesquisa mede o relacionamento homem/meio ambiente, principalmente no que tange em seus aspectos culturais e econômicos.

A utilização do solo na área envolvida mostra que as atividades econômicas estão ligadas à agropecuária de subsistência e ao extrativismo vegetal (babaçu, carnaúba e madeira).

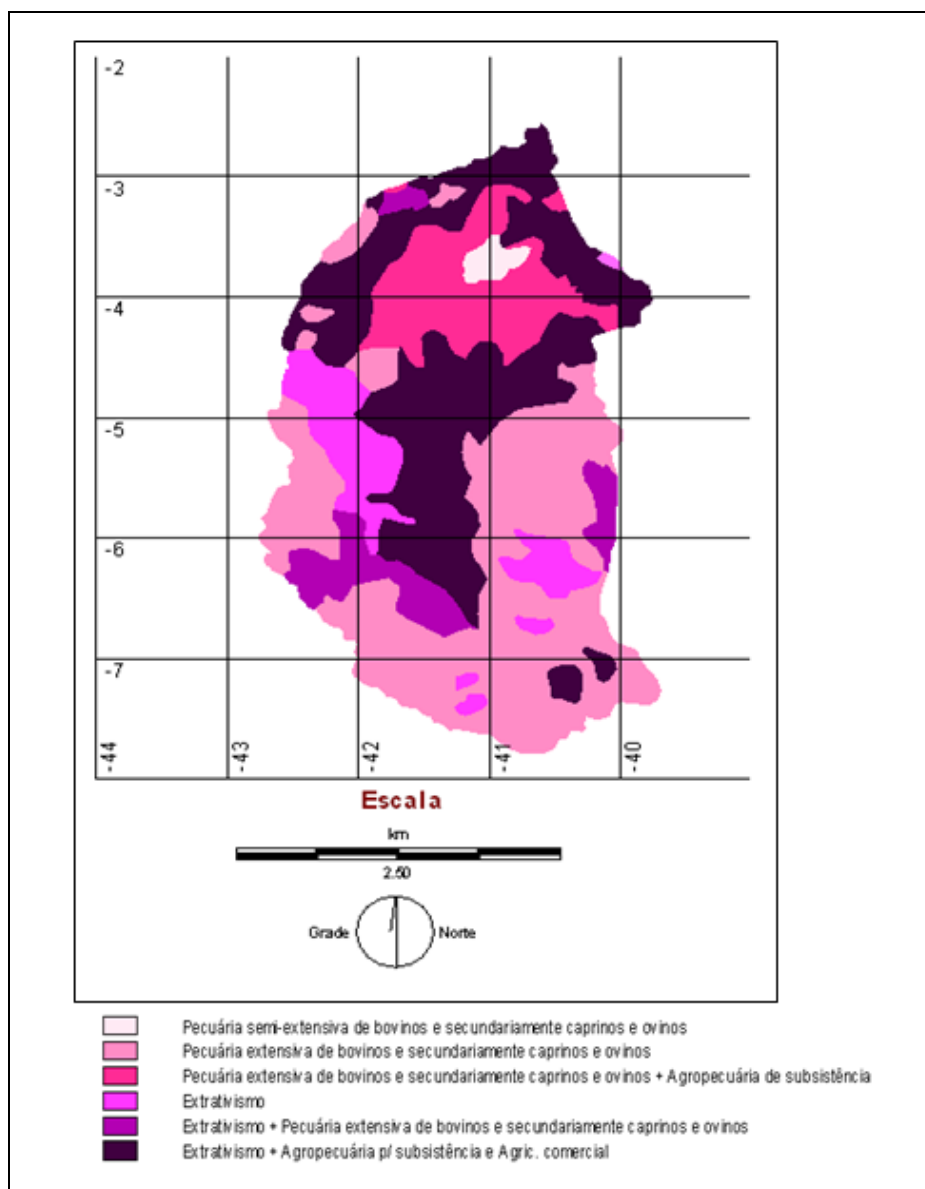
A agropecuária de subsistência desenvolve-se nas faixas marginais do médio e baixo Parnaíba. A agricultura de subsistência se baseia no cultivo do arroz de inundação, mandioca, milho, feijão e fruticultura, desenvolvendo-se de forma tradicional, com mão-de-obra principalmente familiar e a pecuária extensiva com o número reduzido de animais, objetivando contemplar a alimentação familiar, ambas as atividades com pouca orientação técnica.

A agricultura comercial na área de tensão ecológica envolvida não é tão explorada quanto a agricultura de subsistência, mas provoca grande impacto no meio ambiente. A cultura do caju, por ser permanente, causa impactos principalmente na fase da implantação, permitindo um reequilíbrio do ambiente no decorrer do seu desenvolvimento. Nessa atividade predomina a cultura do arroz, a fruticultura e cana-de-açúcar.

Durante muito tempo o extrativismo vegetal foi a principal fonte produtiva da região. Os recursos vegetais que adquirem maior expressividade para sua exploração são: carnaúba (*Coperni cerifea*), babaçu (*Orbignya martiana*) e o buriti (*Mauritia* sp.). Dentre as atividades mais extraídas nessa região são: a carnaúba e o babaçu.

O extrativismo de madeira consiste na exploração de espécies vegetais nobres, para fins industriais e rurais. Em consequência do desmatamento, houve queda na produção de madeira na região em estudo hoje restrito ao consumo anual. Pode-se observar na figura 5 o uso da terra na área de tensão ecológica.

Figura 5 - Uso da Terra na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba



Fonte: Rivas (1996) - adaptado por Nilson Vasconcelos de Sousa (2006).

SITUAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

O termo 'situação ambiental', adotado por Rivas (1996), é um instrumento para identificar áreas prioritárias para detalhamento de estudos futuros sobre a conservação ambiental nas unidades geoambientais da Bacia do Parnaíba. A interação da vulnerabilidade ambiental com o uso da terra na área envolvida resultou na identificação de áreas de situações ambientais: estabilizado, satisfatório, tolerável, ruim, grave e crítica. (Ver Quadro 3).

Quadro 3 – Situação ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba

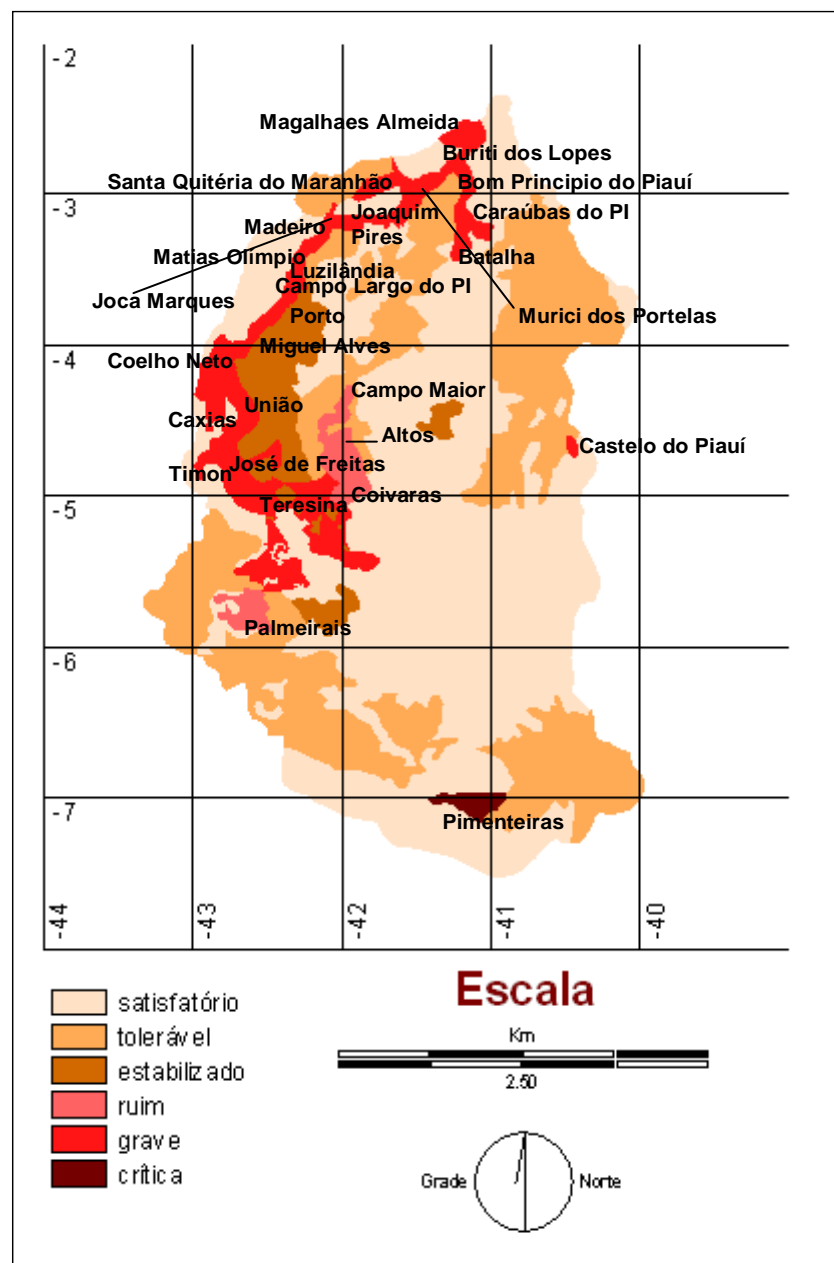
Vulnerabilidade Ambiental	Uso da Terra	Alterações	Riscos/efeitos	Situação Ambiental
Fraca a moderada	Extrativismo: Carnaúba e Babaçu	- Pouco significativa no potencial vegetal a longo prazo.	- Diminuição da população das espécies vegetais; - Diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar fraca, sulcos ocasionais e superficiais.	Estabilizado
Muito fraca a moderada	Extrativismo de madeira	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo. - Pouco significativa do potencial erosivo a longo prazo.	- Diminuição do potencial madeireiro. Erosão laminar muito fraca; - Diminuição do potencial madeireiro. Erosão laminar fraca, sulcos ocasionais e superficiais.	Satisfatório
Muito fraca a moderada	Pecuária extensiva: bovinos, caprinos e ovinos.	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo. - Pouco significativa do potencial erosivo a longo prazo.	- Raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar muito fraca. - Raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar fraca, sulcos ocasionais e superficiais. Compactação pouco significativa dos solos	
Forte	Extrativismo: Carnaúba e Babaçu	- Pouco significativa no potencial vegetal a longo prazo.	- Diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar fraca, sulcos freqüentes e superficiais.	
Forte a muito forte	Extrativismo de madeira	- Significativa do potencial vegetal a médio prazo.	- Diminuição do potencial	

Forte a muito forte	Pecuária Extensiva: bovinos, caprinos e ovinos.	<ul style="list-style-type: none"> - Significativa do potencial erosivo a longo prazo. Muito significativa do potencial vegetal a curto prazo. - Significativa do potencial erosivo a médio e longo prazo. 	<p>madereiro. Erosão laminar moderada, sulcos freqüentes e rasos, com formação de ravinas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar moderada, sulcos freqüentes e rasos, com formação de ravinas. 	Tolerável
Muito fraca a fraca	Agropecuária de Subsistência	<ul style="list-style-type: none"> - Significativa do potencial edáfico a longo prazo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar fraca. Diminuição significativa do potencial agrícola a curto prazo. 	
Moderada a forte	Agropecuária de Subsistência	<ul style="list-style-type: none"> - Muito significativa do potencial vegetal a curto prazo. - Significativa do potencial erosivo a curto e médio prazos. - Muito significativa do potencial edáfico a curto e médio prazos. - Significativa do potencial hídrico a médio e curto prazos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da população das espécies vegetais. Erosão laminar moderada a forte, sulcos freqüentes e rasos. - Assoreamento muito significativo dos canais de drenagem. - Diminuição muito significativa do potencial agrícola a curto prazo. 	Ruim
Forte	Agropecuária de subsistência	<ul style="list-style-type: none"> - Muito significativa do potencial vegetal a curto prazo. - Muito significativa do potencial erosivo a curto prazo. - Muito significativa do potencial hídrico a curto prazo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção da mata ciliar. Modificação do perfil do solo, por aporte ou remoção de materiais. - Inundação provocando perdas eventuais das culturas. - Diminuição significativa do potencial agrícola a médio e longo prazos. 	Grave
Extremamente forte	Pecuária extensiva: bovinos, caprinos e ovinos.	<ul style="list-style-type: none"> - Significativa do potencial vegetal a médio prazo. - Muito significativa do potencial erosivo a curto e prazo. - Muito significativa do potencial hídrico a curto prazo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Raleamento da cobertura vegetal. Erosão laminar muito forte. - Ocorrência de sulcos, ravinas e voçorocas. - Compactação significativa dos solos. - Assoreamento dos cursos d'água. Desertificação. 	Crítica

Fonte: Rivas (1996).

Na Figura 6 são identificados os municípios localizados em áreas consideradas em situação ambiental ruim, grave ou crítica, conforme a avaliação de Rivas (1996).

Figura 6 - Situação Ambiental na área de tensão ecológica da parte setentrional da Bacia do Parnaíba



Fonte: Rivas (1996) - adaptado por Nilson Vasconcelos de Sousa (2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da cartografia digital mostrou-se útil no tratamento de dados relativos às bases físicas e ao uso da terra, tornando viável a manipulação de dados e a disponibilização de informações.

Os softwares *Carta Linx 4.2* e *Idrisi 32* comprovaram agilidade e rapidez para a manipulação de dados geocodificados, gerando um produto cartográfico de boa qualidade e um custo operacional baixo.

Foram produzidos mapas temáticos relacionados com a divisão municipal, o zoneamento da área (geossistemas e geofácies), a dinâmica ambiental, o uso da terra e a situação ambiental, a partir do Macrozoneamento Geoambiental da Bacia hidrográfica do Rio Parnaíba elaborado pelo IBGE.

A situação ambiental é considerada ruim, grave ou crítica nos municípios de Altos, Coivaras, Campo Maior, Palmeirais e Amarante (ruim); Castelo do Piauí, Magalhães Almeida, Timon, Caxias, União, Coelho Neto, Buriti dos Lopes, Bom Princípio do Piauí, Batalha, Caraúbas do PI, Joca Marques, Luzilândia, Matias Olímpio, Madeiro, Santa Quitéria do Maranhão, Teresina, José de Freitas, União, Miguel Alves, Joaquim Pires e Porto (grave); e Pimenteiras (crítica). Esses municípios são considerados como áreas prioritárias para fins de conservação.

REFERÊNCIAS

CLARK, L. **Carta Linx 4.2**. Clark University, USA, 2002.

EASTMAN, J.R. **Idrisi 32**. Worcester, Mass: Clark University, USA, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa Político-administrativo do Piauí**. Rio de Janeiro: IBGE. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa Político-administrativo do Maranhão**. IBGE, Rio de Janeiro. 2003.

RIVAS, M. P. (coord.). **Macrozoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

SOARES FILHO, B. S. **Cartografia Assistida por Computador – conceitos e métodos**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. Departamento de Cartografia Centro de Sensoriamento Remoto. UFMG. 2000.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91p.