

Resiliência Ambiental do Município de Pedra Branca-PB

Márcia Vanessa de Mendonça Gomes
Ewerton Vólney da Silva Costa
Ridelson Farias de Sousa
Tânia Maria de Andrade

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

Avenida 1º de Maio, 720 – Jaguaribe – João Pessoa (PB)

marciavanessa2@gmail.com; ewertonvolney@hotmail.com

RESUMO: *A constante degradação do nosso planeta faz se intensificar a preocupação da sociedade em geral com a disponibilidade dos recursos naturais oferecidos no futuro. É necessário que se tenha conhecimento de como usar e ocupar o solo de forma sustentável, a fim de conservar a resiliência dos recursos naturais. Com base neste pressuposto, deve se levar em consideração as questões ambientais, sociais e econômicas, como dimensões perceptíveis e imprescindíveis a recuperação ou recomposição de um determinado ambiente natural quando são cessadas sobre ele as interferências negativas que o degrada. Para analisar o padrão de ocupação dos solos se faz necessário o uso das técnicas de geoprocessamento, principalmente o sensoriamento remoto. Essa técnica possibilita estudar o uso e ocupação do solo no município de Pedra Branca, localizado no semi-árido paraibano. O estudo se caracterizou por ser exploratório e descritivo, tomando por base a observação não participante. Para tanto, foram utilizados imagens de satélites (sensor AVNIR-2 do ALOS – Advanced Land Observing Satellite) e técnicas de tratamento digital de imagens. O estudo também se constituiu na criação de uma base de dados cartográficos do município, utilizando o software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). O estudo produziu mapas temáticos de uso e ocupação do solo, bem como da resiliência ambiental do município de Pedra Branca-PB. Os resultados indicaram que 115,8419km² (59,82%) da área do município apresentou altos índices de resiliência ambiental, o que revela a existência de práticas de conservação da biodiversidade local e boas condições de sustentabilidade.*

PALAVRAS CHAVE: *resiliência ambiental, sensoriamento remoto, mapas temáticos, uso do solo.*

ABSTRACT: *The constant degradation of our planet intensifies the concern of the society with the availability of the natural resources offered in the future. It is necessary to know as to use and to occupy the ground of sustainable form, what it will make possible the conservation of the resilience of the natural resources. In such a way, must take in consideration the ambient, social and economic questions, as essential dimensions for recovery or resetting of the natural environment when the negative interferences are terminated. To analyze the standard of occupation of ground if it makes necessary the use of the geoprocessamento techniques, mainly the remote sensing. This technique makes possible to study the use and occupation of the ground in the municipality of Pedra Branca, located in the semi-arid paraibano. The study if it characterized for being exploratory and descriptive, taking for base the comment not participant. For this purpose, we used satellite imagery (AVNIR-2 of the ALOS - Advanced Land Observing Satellite) and techniques of digital image processing. The study also consisted in the creation of a cartographic database of the municipality, using the software SPRING (System for Georeferenced Information Processing). The study it produced maps thematic of use and occupation of the ground, as well as of the ambient resilience of the municipality of Pedra Branca-PB. The results had indicated that 115,8419km² (59.82%) of the area of the municipality presented high indices of ambient resilience, what discloses the existence of practical of conservation of local biodiversity and good conditions of sustainability.*

KEY-WORDS: *Ambient resilience, Remote Sensing, Thematic maps, Use of the ground.*

1. Introdução

A exploração das terras pela espécie humana de forma exaustiva e inadequada compromete suas características e condições atuais e intensifica a preocupação com relação à existência e disponibilidade de seus recursos no futuro. Em detrimento disso, a elaboração e o desenvolvimento de estudos para resolver ou minimizar tal problema e a busca constante de soluções preventivas e definitivas, que possibilitem a exploração sustentável das potencialidades do meio ambiente, são fundamentais para evitar e garantir a sua utilização sustentável e, conseqüentemente, a vida das gerações futuras.

O conhecimento sobre o uso e ocupação das terras (uso do solo) ganha importância pela necessidade de garantir a sua sustentabilidade diante das questões ambientais, sociais e econômicas, pois o uso irracional das terras, apontado como um dos principais causadores da redução da cobertura vegetal vem destruindo e colocando em risco os recursos naturais, sobre tudo aqueles relacionados ao bioma caatinga, provocando a degradação das terras e, por conseguinte, comprometendo a resiliência do meio ambiente, sobretudo em áreas de alta vulnerabilidade e com ausências de práticas de conservação ambiental.

Etiologicamente, a palavra “resiliência” tem origem no latim: *resilio*, que quer dizer retornar a um estado anterior (HOUAISS; VILLAR, 2001). Para Holanda Ferreira (1988, p. 566), dicionário da língua portuguesa, a palavra resiliência compreende um conceito físico que quer dizer “propriedade pela qual a energia armazenada em um corpo deformado é devolvida quando cessa a tensão causadora de uma deformação elástica”. Ser resiliente é ser elástico. Neste sentido, o termo se limita à resiliência de materiais.

Em consulta ao dicionário da língua inglesa, Yunes (2001) verificou que o tema possui duas interpretações: uma, na área da Psicopatologia, que trata da habilidade que o indivíduo tem em voltar rapidamente para o seu estado normal de saúde ou de espírito depois de passar por doenças, dificuldades ou situações de conflito; Numa segunda compreensão está relacionada a habilidade de uma substância retornar à sua forma original quando a pressão é removida: flexibilidade. A flexibilidade corresponde a uma variável da resiliência atribuída inicialmente à física, onde originalmente seu conceito surgiu. As ciências materiais buscam estudar até que ponto um material sofre impacto e não se deforma. Posteriormente, o termo ganhou uma maior amplitude quando passou a

ser aplicado em estudos relacionados a pessoas (ANDRADE, 2011).

Adaptando-se à questão ambiental ou a uma visão sistêmica, resiliência é a capacidade intrínseca a um sistema que o torna capaz de superar o distúrbio imposto por um fenômeno externo e manter-se organizado em sua essência. É a resiliência que determina o grau de defesa, ou vulnerabilidade do sistema às pressões ambientais externas (FERNANDES e SAMPAIO, 2008). Questão esta facilmente perceptível na recomposição de um determinado ambiente natural quando é cessado sobre ele as interferências negativas que o degrada.

Moita Neto (2006) reconhece que a temática necessita ser percebida sob outros ângulos da reflexão e da operacionalidade científica em se tratando de resiliência humana e dos ecossistemas, pois é necessário considerar a relação entre grau de recuperação do ecossistema e o tempo para que a recuperação se efetive, dessa feita com a inserção das novas condições de adaptação às mudanças e questiona: “Pode um ecossistema sofrer agressões e depois de cessado a intervenção humana, ele retomar o equilíbrio inicial e se recompor da mesma maneira? Creio que não” (MOITA NETO, 2006. p. 2).

É possível perceber controvérsias nas abordagens conceituais relacionadas ao tema resiliência, o que sinaliza a necessidade de aprofundamento desta temática. É urgente correlacionar o processo de recuperação de ecossistemas, por exemplo, com o processo de conscientização do ser humano frente à necessidade de perceber a si mesmo como espécie dependente de todo o conjunto de vida apresentada pelos mesmos ecossistemas através dos quais a espécie humana assegura sua sobrevivência.

É conveniente lembrar que qualquer mudança vivenciada pelo indivíduo, pelo coletivo, pelas regras institucionais e pelos ecossistemas, desde que recuperados os impactos iniciais que proporcionaram a mudança, sempre retorna a um equilíbrio. Tal equilíbrio não condiz mais com as condições funcionais inicialmente percebidas, pois pelo processo de maturação possibilitado pela vivência direta com o fator de estresse; permite o ressurgimento desse equilíbrio numa perspectiva mais profunda em função da vivência e construção de um novo saber ambiental.

Walker citado por Leff (2001) vincula o saber ambiental à solução prática de problemas e elaboração de novas políticas e estratégias de desenvolvimento. A elaboração de tais estratégias políticas

necessita, portanto, encontrar e percorrer os trilhos do desafio do novo e conflituoso caos emergente na perspectiva do equilíbrio ecológico, da equidade e da justiça social. Na perspectiva de aprimoramento do saber ambiental, muitas ferramentas têm surgido para subsidiar a interpretação das variáveis relacionadas à gestão dos recursos naturais.

Neste sentido, o avanço da tecnologia espacial coloca à disposição satélites com sensores imageadores da superfície da terra, que permitem a obtenção de produtos (imagens) em faixas espectrais distintas e com características espaciais e temporais apropriadas para o estudo de uso da terra, garantindo assim a gestão do espaço geográfico local ou global.

Desta forma, faz-se necessário o uso de dados de sensores remotos e de técnicas de tratamento digital de imagens que possibilitem a representação espacial, em classes temáticas, dos diferentes usos e ocupação das terras do município de Pedra Branca, semi-árido paraibano, para que possa ser possível analisar as atividades antrópicas (usos agrícola, pecuária, mineração, cerâmica, dentre outras) que mais potencializam o atual quadro de resiliência ambiental, podendo assim constatar a relação do uso das terras com a degradação ambiental local e esta com a resiliência.

Segundo Ferreira e Lacerda (2009), o estudo de uso e ocupação das terras constitui importante componente na pesquisa para o planejamento da utilização racional dos recursos naturais, contribuindo na geração de informações para avaliação da sustentabilidade. Estes estudos são facilitados pelo desenvolvimento tecnológico do sensoriamento remoto e do geoprocessamento.

Estudos desenvolvidos por vários autores permitiram ressaltar que o mapeamento de uso e ocupação das terras com a utilização de sensoriamento remoto e de técnicas de tratamento digital de imagens constitui-se um instrumento de grande importância, podendo subsidiar ações de planejamento e gestão de uso sustentável das terras.

Neste contexto, a utilização de dados dos sensores remotos serão utilizados para auxiliar o mapeamento de uso e ocupação das terras do município em estudo. Fazendo-se necessário a utilização de softwares que possibilitem a representação espacial em classes temáticas do referido tema. Estes resultados permitirão estabelecer a relação entre as diversas formas de uso e manejo do

solo com as condições de resiliência ambiental do município de Pedra Branca-PB.

Neste sentido, o conjunto de dados (AV-NIR-2 do ALOS), de técnicas de tratamento digital de imagens e outras técnicas de geoprocessamento são extremamente importantes para o mapeamento do uso e ocupação das terras, tornando mais fácil para os gestores a tomada de decisão.

Ressalta-se, à luz de Sousa (2007), que a ação destruidora pertinente ao modelo hegemônico da gestão dos recursos naturais, com práticas de desmatamentos, queimadas e outros manejos inadequados de explorar e agricultar as terras vem dizimando a cobertura vegetal, assoreando os recursos hídricos e, conseqüentemente, colocando em risco a fauna silvestre e a permanência da população na zona rural, visto que, com a superfície exposta, o solo é erodido e os nutrientes, indispensáveis para uma exploração agrícola autossustentável, sendo exauridos rapidamente, comprometendo todo o ecossistema. Com base nesta afirmativa, questiona-se: a contínua utilização inadequada dos recursos naturais compromete a resiliência ambiental? O comprometimento da resiliência ambiental afeta a qualidade de vida das pessoas do contexto local? De que forma?

Potencializando o problema, nas últimas décadas a região do sertão paraibano foi intermitentemente atingida e castigada por sucessivas secas, onde devido à alta vulnerabilidade da população local, à falta de políticas de gestão direcionadas ao enfrentamento do fenômeno das longas estiagens afetou, de forma direta, a condição de vida de vários sertanejos, sobretudo nas áreas onde predominam a agricultura de sequeiro e a pecuária extensiva, atividades que, quando desenvolvidas sem práticas de conservação dos solos geram, na maioria das vezes, problemas ambientais irreversíveis - comprometendo de forma direta as condições de resiliência ambiental nesses contextos.

Neste sentido, uma ferramenta importante no estudo dos recursos naturais é o geoprocessamento, que permite o uso desses recursos, de forma sustentável e gerenciada. O sensoriamento remoto, aliado as técnicas de tratamento digital de imagens, permite identificar as características dos agentes modificadores do espaço, reconhecer e mapear, além de estimar a extensão e a intensidade das alterações provocadas pelo homem, contribuindo para

o monitoramento presente e futuro dos fenômenos analisados (GOMES, 1995).

Assim, partindo do pressuposto de que a exploração das terras deva ocorrer de acordo com as vocações potenciais de cada região, respeitando as características edafoclimáticas e, conseqüentemente, mitigando problemas de ordem socioeconômica e ambiental no futuro, o trabalho tem por objetivo Identificar a Resiliência Ambiental do município de Pedra Branca-PB, visando o desenvolvimento local sustentável, analisando as influências dos usos, das práticas de conservação da biodiversidade, do manejo dos ecossistemas e o reflexo destas ações sobre o meio ambiente local.

2. Localização da área em estudo

De acordo com o IBGE (2009), a área de estudo está localizada na região do Sertão, semi-árido paraibano, e compreende totalmente a extensão territorial do município de Pedra Branca, 194,00 km², situado na região Oeste do Estado da Paraíba, com forte ocupação das terras sem práticas conservacionistas, o que intensifica o processo da degradação das terras. A área está limitada pelas coordenadas geográficas 07°34'17''S e 38°09'45''W e 07°20'49''S e 38°02'27''W, Figura 1.

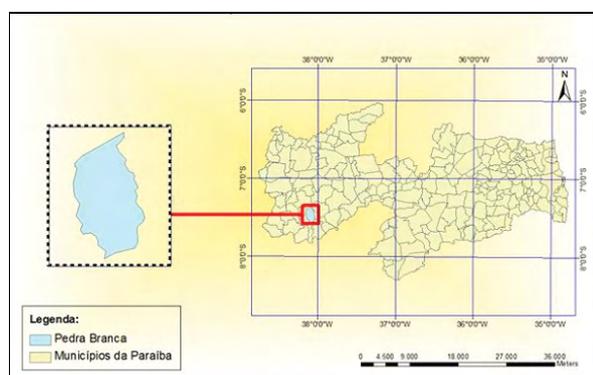


Figura 1. Localização do município de Pedra Branca-PB. Fonte: adaptado de IBGE (2012).

3. Material e Métodos

A metodologia consistiu no uso de técnicas diversificadas que caracterizaram o estudo em uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, descritivo e com observação não participante. Também se apropriou da utilização do software SPRING (Sistema de Processamento

de Informações Georreferenciadas) de disponibilidade gratuita pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e produtos do sensor remoto (AVNIR-2/ALOS).

3.1. Material

- Dados bibliográficos – Consultas à Internet, livros e publicações referentes ao assunto e as áreas de estudo, além de mapas, destacando aspectos regionais e temáticos.
- Dados cartográficos – Foram utilizadas as cartas topográficas da SUDENE (1972) correspondentes as Folhas de Itaporanga (SB.24-Z-C-II), Piancó (SB.24-Z-C-III), Serra Talhada (SB.24-Z-C-V) e Afogados de Ingazeira (SB.24-Z-C-VI), na escala de 1:100.000.
- Dados de sensores remotos – Imagens multiespectrais do AVNIR-2/ALOS, nas bandas 2 (região do verde), 3 (região do vermelho) e 4 (região do infravermelho próximo), com data de passagem em 07 de janeiro de 2010.
- GPS GARMIN MAP 76 CSX: para apoiar os trabalhos de campo (georreferenciar pontos).
- Suporte Computacional: Foi utilizado o software SPRING 5.1.7 (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas).
- Material Fotográfico: Utilizou-se registro fotográfico, obtido em campo, de diversos aspectos de interesse aos objetivos da pesquisa. Todo o acervo fotográfico foi catalogado.

3.2. Métodos

As cartas da SUDENE, disponíveis em meio digital no site da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), foram utilizadas como apoio para a construção da base cartográfica, sendo dessas importados os vetores de estradas e de drenagens (rede hidrográfica), objetivando o ajuste correto da imagem (georreferenciamento) a esta base de informações.

As imagens orbitais foram processadas digitalmente no software SPRING. Após o georreferenciamento das imagens no mesmo (o georreferenciamento foi feito a partir das informações referentes à hidrografia com a criação de vários pontos de controle, criados, concomitantemente, na base e nas imagens), ocorreu o processamento digital das imagens e compreendeu os seguintes procedimentos: Composição RGB (obtenção de imagens coloridas a partir de imagens monocromáticas originais), Manipulação de Contraste (para melhorar a discriminação visual dos alvos); Classificação de padrões (classificador K-Média); Mapeamento de Classes; Medidas de Classes; Criação dos Mapas.

A análise das imagens procedeu de um estudo comparativo entre as propriedades espectrais que cada alvo estudado assume nas diversas cenas registradas, associando diferentes níveis de reflectância aos diversos fenômenos, considerando a época de aquisição das imagens.

A análise do uso das terras constando a cobertura vegetal das áreas do município, foi feita com base na interpretação de produtos digitais do sensor AVNIR-2 do satélite ALOS. Foram analisadas as tonalidades de cinza e as formas geométricas, o que permitiu a definição e a diferenciação das propriedades agrícolas (por tamanho), da malha urbana, das áreas ocupadas pela vegetação natural (não agrícolas) e das áreas de solos expostos.

Para a classificação das imagens foi utilizado o método não-supervisionado (onde o próprio algoritmo agrupa na imagem, classes de pixels semelhantes entre si), utilizando o algoritmo classificador K-Médias. Na pós-classificação foram geradas 8 classes: Água/Açudes, Área Urbana, Vegetação Semi-Densa, Solo Exposto, Vegetação Rala + Solo Exposto, Afloramento Rochosos, Nuvens e Sombra de Nuvens.

Assim, a identificação das classes temáticas de uso e ocupação do solo se fundamentou no estudo dos diversos elementos de interpretação, sendo gerados a carta-imagem (composição RGB-342) e o mapa de interpretação preliminar (classificação), os quais foram complementados pelas observações de campo realizadas pela equipe técnica durante os meses de dezembro de 2010, agosto de 2011 e dezembro de 2011.

O Trabalho de campo possibilitou a descrição detalhada das características da área de estudo (solo, vegetação, recursos hídricos, relevo, degradação, uso das terras, práticas de conservação da biodiversidade e formas de manejo do ecossistema) para subsidiar a interpretação e o processamento digital de imagens. Por meio do trabalho de campo foi observada a veracidade do mapa de interpretação preliminar quanto à identificação dos temas estudados. Essa fase foi apoiada por GPS, para possibilitar o georreferenciamento dos pontos descritos – sendo estes colocados sobre o referido mapa, o que permitiu associar a descrição *in loco* com aquelas classes encontradas durante a classificação automática. Também, com o objetivo de constatar a veracidade dos dados obtidos em campo, foi recolhido material fotográfico da área.

A carta-imagem e o mapa do uso e ocupação do solo foram indispensáveis para o trabalho de campo, servindo de orientação e para comparação entre a classificação preliminar (feita automaticamente pelo algoritmo no software) e a realidade de campo.

Após ter adquirido informações *in loco* na etapa de campo, foi feito, em escritório, um refinamento da classificação preliminar. Já que esta foi feita por meio de um método não-supervisionado. Esse refinamento se deu através do processo de edição matricial na imagem classificada.

De acordo com as características observadas durante os trabalhos de campo, foram mapeadas as classes de uso e ocupação do solo, Quadro 1.

Para gerar o mapa de resiliência ambiental foi tomado como referência a classificação do uso e ocupação do solo do município em estudo. Para tanto a metodologia adotou três níveis: *Alto*, associado às áreas de vegetação densa com solos isentos de erosões e de muito baixo ou nenhum uso agrícola e pecuário, ocorrendo práticas de manejo e conservação da biodiversidade; *Médio*, correspondente às áreas de vegetação arbustiva do tipo capoeirão, com médio uso agropecuário e erosões pontuais laminar e por sulcos, ocorrendo práticas de manejo e conservação da biodiversidade em pontos isolados, pois ocorre em alguns pontos a extração de lenha; *Baixo*, representado por áreas de vegetação rasteira com incidência de solo exposto ou simplesmente muito solo exposto com erosões do tipo laminar e por sulcos, utilizadas

Quadro 1. Classes de uso e ocupação das terras do município de Pedra Branca-PB.

CLASSES	CARACTERÍSTICAS
Vegetação Densa	Áreas ocupadas por uma vegetação arbórea arbustiva densa, distribuída, principalmente, nas áreas de relevo ondulado a montanhoso; caracterizada por árvores de médio porte, frequentemente com altura inferior a 6 m e arbustos. Essas áreas têm baixo uso agropecuário (antropização imperceptível). Práticas de conservação da biodiversidade: conservação da vegetação nas serras e encostas e cobertura natural vegetal que protege os solos. Áreas utilizadas com pecuarização, porém com rebanho bem reduzido, o que revela a presença de manejo do ecossistema. Ausência de erosões. Degradação Baixa e em alguns pontos Muito Baixa. Presença de várias espécies de animais silvestres.
Vegetação Semi-Densa	Áreas ocupadas por uma vegetação arbustiva semi-densa com alguns exemplares arbóreos, distribuída, principalmente, nas áreas de relevo ondulado; caracterizada por árvores e arbustos de pequeno porte, frequentemente com altura inferior a 3 metros. Essas áreas têm médio uso agropecuário (pouco antropizadas), contudo parte delas se encontra em constante mudança pela prática de extração de lenha. Práticas de conservação como cobertura natural vegetal que protege os solos parcialmente. Ausência de erosões significativas. Degradação Média. Não se identifica muito a diversidade de espécies silvestres.
Vegetação Rala + Solo Exposto	Corresponde a uma vegetação do tipo Capoeira com ocorrência de poucos exemplares arbóreos e grande ocorrência de solo exposto, apresentando distribuição esparsa e menor número de espécies vegetais. Áreas utilizadas pela exploração da agricultura de autoconsumo e, principalmente, pelo pastoreio (ocupadas pela pecuária semi-extensiva). Não se verifica práticas de conservação do solo. Ocorrência de erosões, principalmente laminar e por sulcos. Degradação Alta. Baixa presença de animais silvestres.
Solo exposto	Áreas ocupadas pela agricultura de autoconsumo, no período das chuvas, e por atividades extensivas de pecuarização, no período da seca. Em alguns pontos se verifica a extração de material mineral (areia e argila). Não se verifica práticas de conservação do solo. Ocorrência de erosões; principalmente laminar, por sulcos e voçorocas. Degradação Alta e em alguns pontos Muito Alta. Baixa presença de animais silvestres.
Água/açudes	Áreas ocupadas por reservatórios (corpos d'água) e rios. Águas utilizadas para o consumo, sendo perceptível indícios de assoreamento.
Malha urbana	Área ocupada pelas edificações (cidade de Pedra Branca-PB). Áreas impermeabilizadas pela pavimentação com algumas ruas sem calçamento.
Afloramentos Rochosos	Áreas onde a rocha aflora a superfície. Onde não existe exploração agropecuária.
Nuvens	Áreas que representam nuvens sobre o município. Não se tem informação sobre práticas de conservação e níveis de degradação do solo.
Sombra de Nuvens	Áreas que representam sombra de nuvens sobre o município. Não se tem informação sobre práticas de conservação e níveis de degradação do solo.

indiscriminadamente pela agricultura de autoconsumo e pela pecuária extensiva, com práticas de queimadas (ausência de conservação e manejo).

4. Resultados e Discussão

Na Figura 2, tem-se a carta-imagem (Composição RGB-342) do município de Pedra Branca-PB devidamente georreferenciada. A referida carta-imagem apresenta um bom contraste entre as classes de uso do solo. O resultado (Figura 2) possibilitou identificar as áreas com maiores índices de vegetação (cor verde) daquelas mais

utilizadas pelas atividades antrópicas (cor magenta). Nestas últimas, há uma intensa predominância de vegetação muito rala e de “solo exposto”, o que pôde ser comprovado durante as visitas em campo.

Os trabalhos de campo identificaram os vários usos que se destinam o solo do município de Pedra Branca-PB. As Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8 revelaram que o solo da região apresenta usos bem diversificados (áreas de vegetação densa, solo exposto, afloramentos rochosos, recursos hídricos, dentre outros).

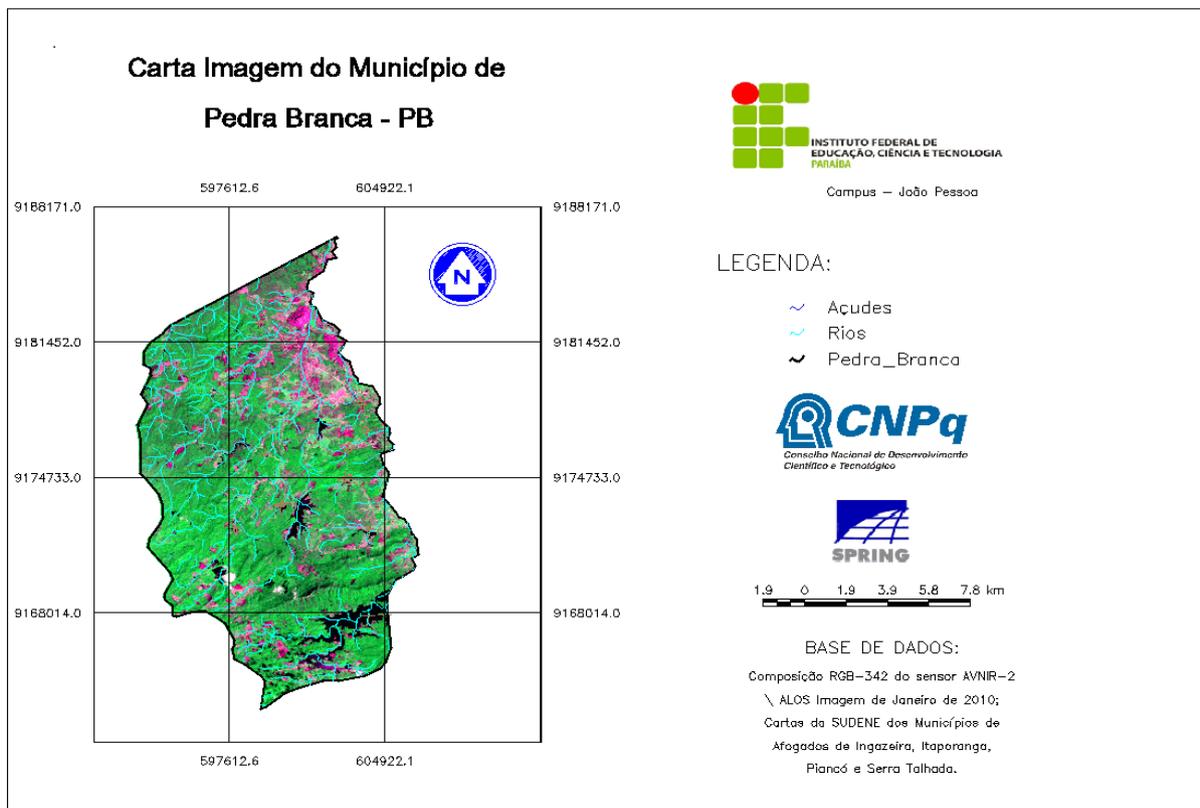


Figura 2. Carta-imagem do município em estudo.



Figura 3. Aspecto da vegetação e do solo exposto.

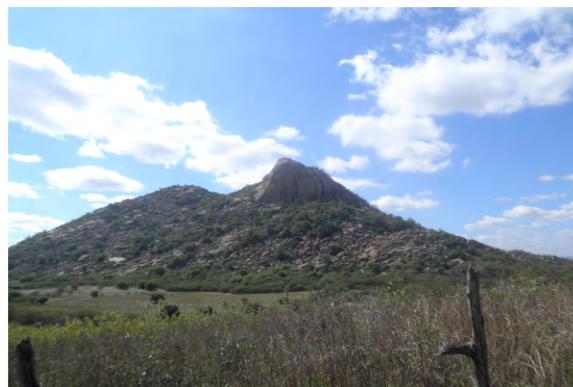


Figura 4. Afloramentos rochosos e vegetação rala.

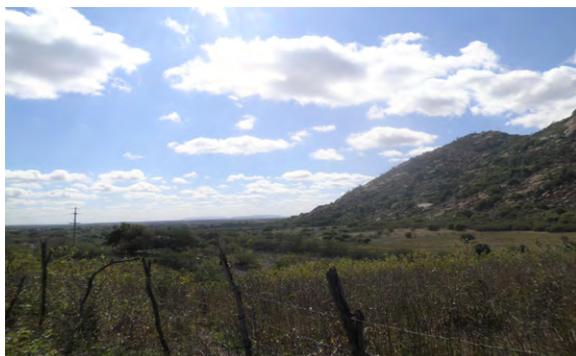


Figura 5. Vegetação rala + solo exposto.



Figura 6. Solo exposto.



Figura 7. Solo exposto.



Figura 8. Vegetação densa de porte arbustivo.

Durante os trabalhos de campo foram identificados, sobretudo nas áreas mais preservadas (vegetação densa), muitas espécies de animais silvestres principalmente pássaros de pequeno porte (galo de campina -*Paroaria dominicana*-, canários -*Serinus canária*-, papagaios -*Amazona aestiva*-, etc.) e vários outros animais herbívoros. De acordo com relatos da população local, na década de 80 e 90, estas espécies praticamente não eram encontradas devido ao grande desmatamento

que ocorria em quase todo o território do município.

O mapa de uso do solo (Figura 9) mostra de forma espacial a distribuição das várias classes de ocupação das terras do município de Pedra Branca-PB.

A partir da Figura 9 foram obtidas, utilizando a função medidas de classe do SPRING, as quantidades, em km² e em percentual, de áreas correspondentes a cada classe de uso e ocupação do solo, Tabela 1.

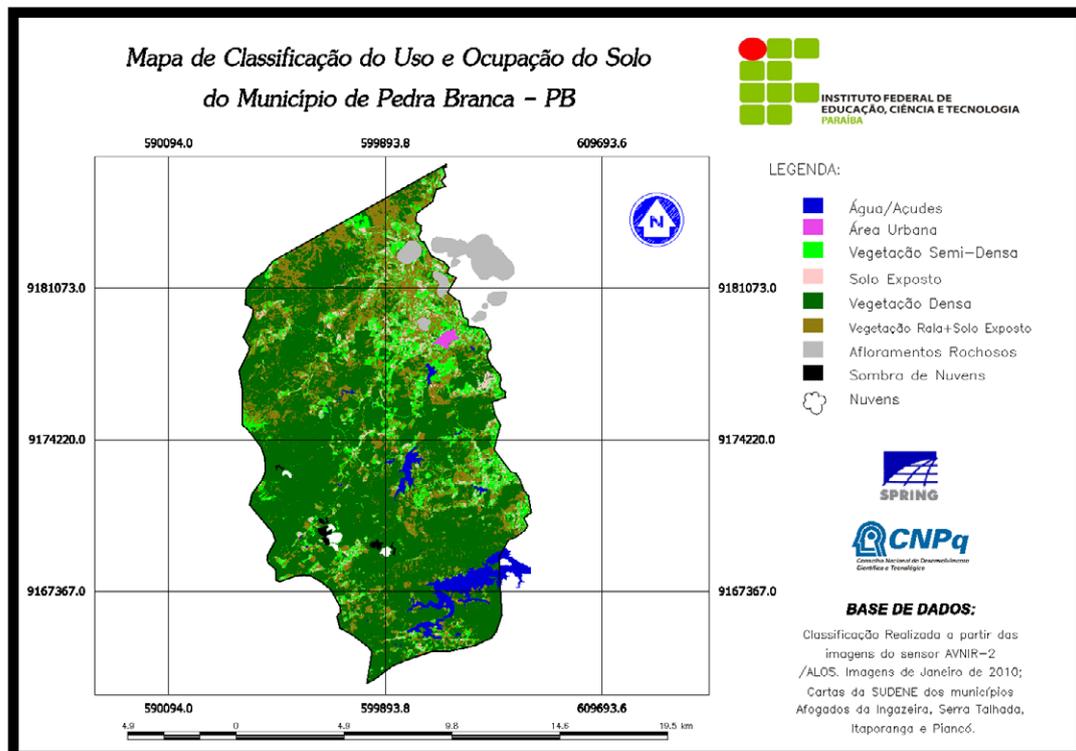


Figura 9. Mapa de uso e ocupação do solo do município em estudo.

Tabela 1. Distribuição do uso e ocupação do solo no município em estudo.

Classe de uso e ocupação do solo	Área (Km ²)	Área (%)
Água/Açudes	5,6118	2,90
Vegetação Densa	115,842	59,83
Vegetação Semi-Densa	22,8512	11,80
Vegetação Rala + Solo Exposto	37,6289	19,43
Solo Exposto	8,3222	4,30
Nuvens	0,6448	0,33
Sombra de Nuvens	0,6165	0,32
Afloramentos Rochosos	1,6092	0,83
Área Urbana	0,4974	0,26
Total	193,624	100,00

Os resultados indicam uma maior predominância de áreas ocupadas por vegetação densa (115,8420km²). Esta classe ocorre principalmente onde o relevo apresenta-se como ondulado e montanhoso. Nestas áreas aparecem muitas espécies arbóreas de grande porte (angico –*Anadenanthera colubrina*-, cumaru –*Dipteryx odorata*-, dentre outras) e outras de médio porte (marmeleiro –*Croton blanchetianus* -, jurema –*Mimosa tenuiflora*-, mofumbo –*Combretum leprosum*-, umburana –*Commiphora leptophloeos*-, etc.). São áreas pouco an-

tropizadas e caracterizadas pela presença de várias espécies de animais silvestres.

As outras classes (vegetação semi-densa, rala + solo exposto e solo exposto) ocupam uma área de 68,8023 km², o que corresponde a 35,53% da área total do município. Nestas áreas a existência da biodiversidade animal e vegetal é mais comprometida, tendo em vista as atividades agrícolas, pecuárias que são desenvolvidas sem práticas de conservação dos solos.

O mapa de resiliência ambiental apresenta-se espacializado na Figura 10.

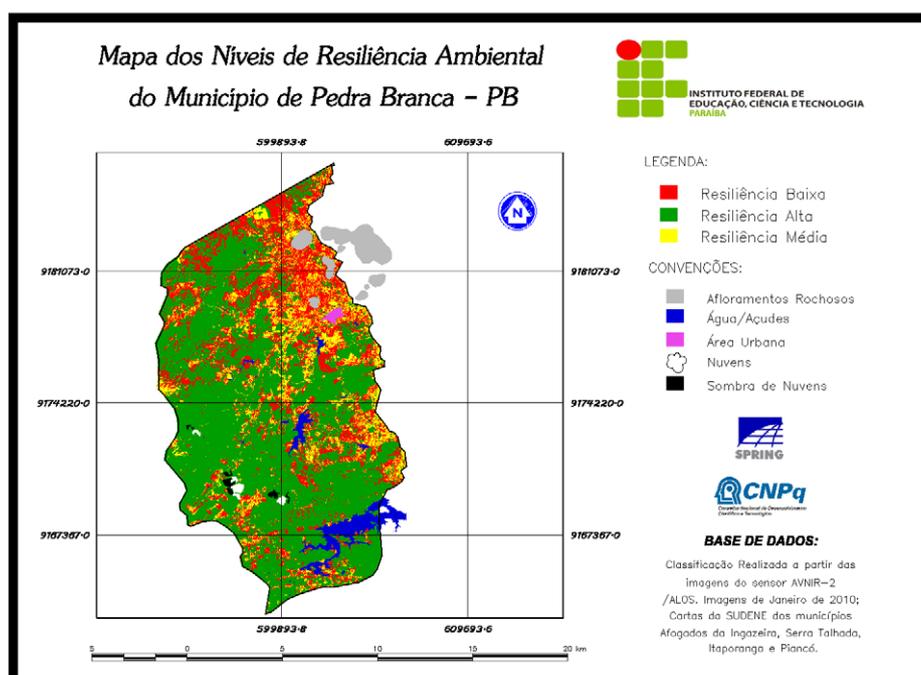


Figura 10. Mapa dos níveis de resiliência ambiental do município em estudo.

A Tabela 2 mostra a proporção de área do município de Pedra Branca para os três níveis (alto, médio e baixo) de resiliência ambiental.

Tabela 2. Níveis de resiliência ambiental do município em estudo.

Níveis de Resiliência Ambiental	Área (km ²)	Área (%)
Alto	115,8419	59,82
Médio	22,8512	11,80
Baixo	45,9511	23,73
Total	184,6440	95,36

Como pode ser observado na Tabela 2 - 95,36% da área em estudo foi associado aos três níveis de resiliência ambiental; o restante (4,64%) corresponde as variáveis afloramentos rochosos, Água/Açude, Área Urbana, Nuvens e Sombras de Nuvens, as quais foram tratadas como convenções (não sendo enquadradas em níveis de resiliência ambiental), pois a pesquisa não aprofundou-se na análise da qualidade da água (classe Água/Açude), embora esta apresentasse visualmente indícios de assoreamento; também não foi analisado os problemas ambientais da área urbana (coleta e destino do lixo, esgotamento sanitário etc.); quanto aos afloramentos rochosos, não foi detectado a extração e/ou exploração mineral dos mesmos, tendo em vista que no local existem várias formações de afloramentos e as observações in loco foram poucas; Com relação a cobertura de nuvens e suas respectivas sombras, não foi feito um estudo multitemporal para saber o que exatamente existia nos locais onde estas impediram a visualização do uso do solo, tendo em vista que para se fazer tal estudo seria necessário utilizar imagens de épocas diferentes (o trabalho utilizou imagens de uma única passagem – dia 07 de janeiro de 2010).

De acordo com os dados encontrados na pesquisa, os altos índices de resiliência ambiental estão concentrados na parte sul-sudoeste do município de Pedra Branca. Nestas áreas possuem remanescentes de Caatinga bem preservados, com pouca intervenção humana e, por vezes, de difícil acesso, com vegetação predominante arbustiva e arbórea.

Os médios índices de resiliência estão concentrados em áreas de transição - entre os níveis mais baixos e mais altos – nestes locais foram

observados uma vegetação arbustiva bem diversificada, porém de porte médio-baixo.

Os baixos índices de resiliência estão mais concentrados na parte norte-nordeste do município de Pedra Branca, onde predominam a vegetação rala e o solo exposto. Nestas áreas ocorre um elevado uso das terras por atividades agrícolas e pecuária, não sendo observadas práticas de manejo e conservação.

Os baixos índices de resiliência compreendem uma área bem considerável, pois a Caatinga tem sido degradada pelo manejo inadequado de sua vegetação, pela retirada de madeira e lenha, exploração de pecuária extensiva e agricultura. Essa situação coloca em risco a biodiversidade desse bioma.

Os resultados deixam evidente que há predominância, no município, de grande quantidade de vegetação rala, incluindo solo exposto com alguns pontos de pastagens. Observou-se ainda, na etapa de campo, que a região estudada, quando observada no período da estiagem (seco), apresenta-se com grandes quantidades de vegetação rala com solo exposto. Nestes locais, se observa a ausência de práticas de conservação e de manejo, o que caracteriza a baixa resiliência ambiental.

Os resultados poderão servir de auxílio para tomada de decisões referentes ao uso do solo da região e conseqüentemente para a sustentabilidade do município estudado.

5. Conclusões

O estudo possibilitou espacializar em mapas e quantificar as classes de usos do solo e os níveis de resiliência ambiental do município de Pedra Branca-PB.

A resiliência ambiental de Pedra Branca-PB apresentou-se baixa em 23,73%, média 11,80% e alta em 59,82% da área total do município.

O grande percentual de áreas com índice de resiliência ambiental alto revela a existência de práticas de conservação da biodiversidade local e boas condições de sustentabilidade.

A resiliência ambiental do município de Pedra Branca-PB sofre influências dos usos das terras, das práticas de conservação da biodiversidade, do manejo dos ecossistemas e o reflexo destas ações sobre o meio ambiente local.

6. Referências

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Geoprocessamento. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoproce.php>>. Acesso em: 13 abr. de 2011.

ANDRADE, T. M. de. Modelo de resiliência socioecológica e as suas contribuições para a geração do desenvolvimento local sustentável: validação no contexto comunitário de marisqueiras em Pitimbu-PB / Tânia Maria de Andrade. – Campina Grande, PB: UFCG, 2011. 275f.

BRASIL. SUDENE. 1972. Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações - Diretoria de Serviços Geográficos. Região Nordeste do Brasil.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental?... **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 18, p. 87-94, jul./dez. 2008. Editora UFPR. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/viewFile/13427/9051>>. Acesso em: 21.04.2009.

FERREIRA, C. S.; LACERDA, M. P. C. Adequação agrícola do uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal, RN. **Anais...** Natal: INPE, 2009. p. 183 – 189.

GOMES, A. R. Projeção de crescimento urbano utilizando imagens de satélite. Rio Claro, 1995. 89 p. **Monografia**. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.

HOLANDA FERREIRA, Aurélio Buarque. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa Básico**. Editora Nova Fronteira 1ª edição. Rio de Janeiro, 1988.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IBGE. Dados estatísticos do município de Pedra Branca/PB. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 mar. de 2009.

LEFF, Enrique. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

MOITA NETO, José Machado. **O conceito multidisciplinar de resiliência**. Terezina: Fapepi, mar. 2006.

SOUSA, R. F. de. Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano. 2007. 180p.: il. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2007.

YUNES, Maria Ângela Mattar. A questão triplamente controvertida da resiliência em famílias de baixa renda. **Tese (Doutorado)** - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.