



ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (ITA) COMO SUPORTE PARA ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE JARDIM DE PIRANHAS/RN

João Maria Gomes Sobrinho
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Saulo Roberto de Oliveira Vital
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Sara Fernandes de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Caio Lima dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo

Discutir sobre a paisagem é tarefa íntima do geógrafo. Esta categoria expressa a complexidade dos elementos físicos-naturais e, quando presente, as repercussões da influência antrópica sobre o mesmo. Assim, o ITA (Índice de Transformação Antrópica) uma ferramenta confiável, simples e objetiva, pode auxiliar no suprimento de uma demanda cada vez maior de informações relacionadas à ação Humana sobre o meio. Desse modo, o trabalho em questão buscava quantificar o grau de degradação da paisagem, no município de Jardim de Piranhas/RN, a partir do índice de transformação antrópica e discutir seus processos causadores. Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar esse objetivo se desenvolveram em dois passos: 1 – criação de uma base de dados correlacionados a um Sistema de Informações Geográficas (SIG); 2 – processamento dos dados coletados tais como: ampliação de contraste e operações de análise/classificação. A partir de então, para o ano de 1984, foram estabelecidas 5 (cinco) classes de cobertura do solo, com destaque para caatinga rala, que ocupava uma área de 199,66 km² e um ITA de 4,83. Já no ano de 2015 a caatinga rala apresentou uma diminuição de 55 km² e um ITA de 3,52. Neste mesmo ano a classe solo exposto ocupava uma área de 147,36 km², um aumento de, aproximadamente, 96 km², em relação à área ocupada em 1984. Portanto, as interferências antrópicas mensuradas podem ser associadas às alterações na cobertura do solo e as alterações na paisagem aqui identificadas, como já apontava a metodologia apresentada por Mateo (1984) e corroborada pelos resultados apresentados.

Palavras-chave: Degradação da Paisagem. Índice de Transformação Antrópica (ITA). Jardim de Piranhas/RN.

ANTHROPIC TRANSFORMATION INDEX (ATI) AS SUPPORT FOR ANALYSIS OF LANDSCAPE DEGRADATION IN THE JARDIM DE PIRANHAS/RN

Abstract

Analyzing the landscape is a geographer's job. This expresses the complexity of the physical-natural elements and, when present, the repercussions of the anthropic influence at the same time. Thus, the ATI (Anthropic Transformation Index), a reliable, simple and objective tool, can assist in supplying for an increasing demand for information related to Human action on the environment. Using this, the work in question sought to quantify the degree of degradation of the landscape, in the municipality of Jardim de Piranhas / RN, from the anthropic transformation index and to discuss its causative processes. The methodological procedures used to achieve this goal were developed in three steps: 1 - creation of a database linked to a Geographic Information System (GIS); 2 - processing of collected data such as: contrast enhancement and analysis / classification operations. At that time, for 1984, five (5) soil cover classes were established, with the arid region in particular, which occupied an area of 199.66 km² and an ITA of 4,83. In the year 2015 the arid region presented already a decrease of 55 km² and an ITA of 3.52. In the same year, the exposed soil class occupied an area of 147.36 km², an increase of approximately 96 km² in relation to the area occupied in 1984. Therefore, the measured anthropogenic interferences can be associated to the changes in the soil cover and the changes in the landscape identified here, as indicated by the methodology presented by Mateo (1984) and corroborated by the presented results.

Palabras clave: Landscape Degradation. Anthropic Transformation Index (ATI). Jardim de Piranhas/RN.

INTRODUÇÃO

Analisar a paisagem é tarefa inerente ao geógrafo. Assim, o presente estudo, vem atender a uma demanda importante de informação a qual a região Caicó (IBGE 2015) e os municípios que a compõe vêm necessitando. Basicamente no que tange à configuração atual de sua paisagem e os processos desencadeados por agentes antrópicos e naturais. Esta categoria expressa a complexidade dos elementos físico-naturais e, quando presente, as repercussões da influência antrópica sobre os mesmos.

Tal estudo não pretende abarcar uma região tão vasta e complexa como a Caicó. Outrossim, será abordado um dos municípios que compõe seu território e que, como tantos outros, tem sido afetado pela ação antrópica, a qual, provavelmente, gera grandes impactos sobre sua paisagem, o município de Jardim de Piranhas/RN.

Para melhor compreensão do meio o entendimento de sua paisagem pode fomentar uma interpretação holística capaz de descrever as degradações e os

impactos sobre o mesmo. No Brasil, desde 1986, foi aprovada a Resolução 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, que criou a obrigatoriedade de estudos de impacto ambiental em todo o país abrangendo uma grande diversidade de atividades antrópicas, onde foram estabelecidas diretrizes de avaliação de impactos, planejamento e gerenciamento e o instrumento do zoneamento ambiental, baseado nas bacias hidrográficas como unidade de planejamento.

A região Nordeste possui características únicas e limitantes, principalmente para algumas atividades antrópicas. Com um histórico de ações mitigadoras ineficientes, o que não proporcionou um desenvolvimento compatível com o seu potencial e, o coloca com sérios problemas ambientais, principalmente pelo desmatamento e queimadas.

Não é diferente na área de estudo. Uma cidade tradicionalmente conhecida por sua indústria têxtil, que se instalou na cidade no início dos anos de 1945, e que, em seus primórdios, produzia única e exclusivamente redes de dormir. Hoje, sua produção têxtil é bastante diversificada, produzindo desde o chamado pano de prato, passando pelo pano de chão e chegando ao seu carro chefe dos dias atuais as toalhas de banho. Sua produção abastece o mercado nacional e alguns países vizinhos como Paraguai, Argentina, Equador e Bolívia, durante os doze meses do ano, com maior ênfase de fevereiro a julho.

Todo esse contexto, associado a características geográficas, ecológicas e sociais singulares, podem ter contribuído para com a configuração atual de sua paisagem, principalmente no que diz respeito a sua cobertura vegetal e claro, do rio que corta todo o município, o Piranhas/Açu.

Nessa perspectiva, uma análise a partir da categoria paisagem, que vem sendo abordada por diversos autores como Mateo (1984); Cruz et al. (1998); Gouveia et al. (2013) e Cocco et al. (2014) a fim de se estudar a degradação a qual ela sofreu no decorrer de uma série temporal correlacionando os agentes físico atmosféricos e, antrópicos, que agiram para gerar ou acelerar tal processo se mostra, de fato, imprescindível na busca pelas suas causas e agentes (Naturais e Antrópicos) diretamente relacionados ao seu contexto.

Assim, essa abordagem pode ser apoiada por diferentes tipos de ferramentas. E o ITA (Índice de Transformação Antrópica), pode ser utilizado para esse fim, tendo em vista sua capacidade de correlacionar variáveis de cobertura da terra com a interferência antrópica de forma quantitativa.

Portanto, o trabalho em questão teve como objetivo quantificar o grau de degradação da paisagem, no município de Jardim de Piranhas/RN, a partir do índice de transformação antrópica e discutir seus processos e/ou agentes causadores.

A categoria Paisagem e o Índice de Transformação Antrópica (ITA)

A palavra paisagem é comumente utilizada, tanto no dia a dia como por diversas ciências. Sua compreensão passa pela apreensão individual e subjetiva, que se remete as origens desse conceito que vem sendo construído a partir das diferentes correntes filosófico-científicas das últimas décadas, ora interpretada como estática,

ora interpretada de como sendo mais dinâmica e, podendo também se adequar a abordagem metodológica a ela empregada (BRITO & FERREIRA, 2011).

Nesse enfoque, diversas escolas foram relevantes para a formação de referencial holístico no estudo da paisagem, com destaque para as concepções semelhantes de Bertrand (1972) e Tricart (1977) na escola francesa.

Nessa ótica, a paisagem de acordo com Bertrand (1972) não é a mera associação de elementos geográficos presentes num determinado espaço. É, em uma determinada porção dele, o resultado da interação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, interagindo constantemente entre eles, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua mutação.

A proposta de Tricart (1977) segue para uma classificação que leva em consideração a condição de transição entre as unidades da paisagem através do seu caráter dinâmico, definindo então as suas unidades Ecodinâmicas. Sua proposta aponta que conceitos da ecologia associado a uma visão sistêmica, permite estudar as relações entre os diversos componentes da paisagem, além de mostrar a necessidade do estabelecimento de uma taxonomia que aponte o grau de estabilidade e instabilidade de uma determinada paisagem.

O estudo da paisagem, na Geografia Física, passa pelo entendimento do meio natural (evolução e processos formadores) e dos impactos causados pela ação humana, como vemos em diversos trabalhos, dos mais atuais aos mais pretéritos. Essa afirmativa pode ser observada nos trabalhos de Ab'Saber (1967, 1977, 1990, 1995), Tricart (1977), Alves et al. (2009), Francisco (2013), Gouveia et al. (2013), Rodrigues et al. (2014) e Vital e Girão (2015).

Nesse contexto, os SIG (Sistema de Informações Geográficas) têm se destacado como ferramentas eficazes na delimitação e quantificação de paisagens alteradas, uma vez que oferece uma série de ferramentas que proporcionam análises rápidas e acuradas.

Nessa perspectiva, vale lançar mão da multidisciplinaridade, buscar incorporar novas técnicas e ferramentas que incrementem e diversifiquem a análise da paisagem e, dessa maneira, alcançar um leque cada vez maior de variáveis capazes de explicar toda a complexidade das interações intrínsecas a paisagem geográfica. Assim, o ITA, uma ferramenta confiável, simples e objetiva, pode auxiliar no suprimento de uma demanda cada vez maior de informações relacionadas à ação humana sobre o meio.

O ITA foi apresentado por Lémechev (1982) (Equação 1), modificado e posto em prática por Mateo (1984) (Equação 2). Cruz et al. (1998) e Cocco et al. (2014), em estudos de cunho ambiental, onde buscou-se mensurar o grau das interações antrópicas com o meio a partir da análise de diferentes recortes espaciais (bacias hidrográficas, limites municipais entre outros). Esse índice é calculado a partir da confecção de um mapa de uso da terra, de onde são delimitadas classes distintas

de uma determinada área para uma posterior quantificação percentual das mesmas (GOUVEIA et al., 2013).

Equação 1: Lèmechev (1982).

$$ITA = \sum_{i=1}^n (r_i p_i) / 100$$

sendo: r_i = nível de transformação antrópica da paisagem para um determinado tipo de uso da terra; p_i = área (em %) do tipo de uso da terra no recorte espacial analisado; n = quantidades máximas de tipos de uso da terra.

Equação 2: Mateo (1984).

$$ITA = \sum (\%USO \times PESO) / 100$$

no qual: USO = refere-se a área em valores percentuais da classe de uso e ocupação; peso, refere-se ao peso dado aos diferenciados tipos de uso e ocupação no tocante ao grau de alteração antrópica (oscila entre 1 e 10, em que 10 assinala as maiores pressões); PESO = é levantado anteriormente à produção do mapa. Esse peso pode ser dividido em quartis e nas seguintes classes: pouco degradado (0 a 2,5), regular (2,5 a 5), degradado (5 a 7,5) e muito degradado (7,5 a 10) (CRUZ et al., 1998).

É cada vez mais comum o uso de índices baseados em equações matemáticas incorporadas a análises geográficas com o suporte de SIG e demais técnicas de monitoramento indireto da paisagem (CRUZ et al., 1998).

Degradação Ambiental em ambiente Semiárido

O processo de ocupação do Nordeste se deu do litoral para as serras e chapada interioranas. Essa região tem sua história marcada pelo colonialismo, que resultou um processo seletivo e excludente do homem nordestino. Entretanto, as riquezas naturais permitiram o desenvolvimento da região. O bioma Caatinga, o qual comporta uma diversidade socioeconômica expressiva nos dias atuais, passa por um processo no qual, suas riquezas estão sendo degradadas e isto tem provocado consequências ambientais e sociais negativas (FERNANDES & MEDEIROS, 2009).

Segundo o decreto federal 97.632/89 (BRASIL, 1989) degradação ambiental é definida como o aglomerado de processos que resultaram em danos ao meio ambiente, pelo quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos naturais.

É importante destacar que cada região tem sua capacidade de suporte ecológico particular e que, o uso inadequado do solo pode gerar repercussões negativas sobre o meio (STTIP e STTIP, 2004). O assoreamento dos cursos d'água, diminuição da fertilidade dos solos, desencadeamento de processos de desertificação,

compactação dos solos, diminuição da diversidade da fauna e da flora locais, podem ser agravados devido a exploração excessiva do ambiente (SANTOS, 2004).

Hoje, o semiárido brasileiro comporta uma série de atividades econômicas cujos impactos tem causado e, acelerado, processos erosivos distintos e com grande potencial de degradação tendo em vista as características singulares do ambiente dessa região. Muitas vezes essas atividades demandam desmatamentos que, degradam a paisagem e comprometem todo o ecossistema local, trazendo consigo erosão, salinização e compactação do solo (ALVES et al., 2009).

Toda essa série de consequências podem inutilizar seriamente grandes extensões de terra, dificultando ainda mais a sobrevivência dos habitantes da zona rural, por exemplo, como aponta Costa (2004, p. 196) “A degradação dos solos, em particular a sua erosão, constitui um dos fenômenos naturais mais limitantes à ocupação do território em geral, e ao desenvolvimento rural, em particular, por redução de espaço agrícola útil”.

Essa região é marcada por grandes superfícies aplainadas, que por centenas de milhares de anos sofreram intensos processos intempéricos e sua consequente erosão o que hoje caracteriza sua paisagem, como apontam Maia e Bezerra (2014, p. 27), [...] “resultante de sucessivos ciclos de aplainamento induzidos por rebaixamentos do nível de base, e estes por sua vez derivados de processos epirogênicos pós-cretáceos”.

Podemos inferir também que uma rede de drenagem dendrítica adensada como a que geralmente ocorre em áreas onde o substrato rochoso é homogêneo (GUERRA & CUNHA, 2011) caso da região Caicó, associado a um regime de chuvas espacial e temporalmente mal distribuídos (FERREIRA & MELLO, 2005), uma vegetação frágil e bastante degradada (ALVES et al., 2009) podem gerar graves consequências erosivas e deposicionais.

Tricart (1977) argumenta que o conhecimento integrado da paisagem e dos processos influentes sobre ela é imprescindível para decifrar o meio a partir de inter-relações dos diversos atributos do modelado, bem como a interação da sociedade com o mesmo, como argumentam Vital e Girão (2015, p. 16): [...] “É sabido que o relevo, uma vez constituído o produto do balanço entre os agentes internos e externos, deve ser analisado levando em todos os fatores que agem em sua modelagem, inclusive o fator antrópico”.

Além disso, o fato de o semiárido brasileiro ser o maior e mais povoado do planeta (ASA, 2013) tem afetado sua paisagem intensamente nas últimas décadas, especialmente se avaliado nessa perspectiva multitemporal.

Sensoriamento Remoto e Análise Multitemporal

O termo Sensoriamento Remoto apareceu no início dos anos de 1960, citado, a princípio por Evelyn L. Pruit e sua equipe, uma das mais bem-sucedidas tecnologias

de coleta automática das mais diversas informações, levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global (MENESES, et al., 2012).

Sua origem está diretamente relacionada ao desenvolvimento impar da área espacial nos anos 60, mais conhecida como a década da corrida espacial. Assim, viu-se o mais rápido desenvolvimento de foguetes lançadores de satélites, que possibilitaram colocar no espaço satélites artificiais para as mais diversas finalidades. Os satélites meteorológicos foram os pioneiros e, por meio deles, e de maneira acidental, surgiu o sensoriamento remoto (MENESES, et al., 2012).

O primeiro satélite destinado ao estudo dos recursos naturais, denominado Landsat 1, foi lançado pelos Estados Unidos em 1972, ele era equipado com um sensor chamado MSS ou Multispectral Scanner Subsystem. Este sensor possuía 4 bandas, uma na região do verde, outra na região do vermelho e duas outras bandas no infravermelho próximo, com uma resolução espacial de 80 x 80 m. O Landsat 4 foi lançado em 1982 que além de carregar o sensor MSS, foi equipado com outro sensor, de nome Thematic Mapper, ou TM. Ele foi desativado logo após seu lançamento por uma falha de seus componentes elétricos, sendo substituído pelo Landsat 5, que também levava a bordo os sensores MSS e o TM (INPE 2010).

Em seguida veio o Landsat 7 ETM+, que foi lançado em abril de 1999, sendo ele mais um de uma série de satélites voltados para o monitoramento e observação terrestres. Possui as mesmas características de seus antecessores, exceto por algumas novas tecnologias que foram empregadas a ele, a saber: uma banda pancromática com resolução espacial de 15 metros; um canal infravermelho termal com resolução espacial de 60 metros, 6 bandas ópticas (azul, verde, vermelho, infravermelho próximo e duas no infravermelho médio) entre outras (INPE, 2010).

O mais recente da série Landsat, o OLI/TIRS Landsat 8, já possui imagens com correção geométrica realizada pela USGS/NASA, assim, as imagens já são disponibilizadas ortorretificadas, de modo que não é mais necessário realizar processos de georreferenciamento antes da utilização de suas imagens, diferentemente do que acontece com as imagens geradas pelos satélites mais antigos da série Landsat (CASTRO et al., 2018).

Diferente dos seus antecessores, as imagens de satélite Landsat 8/OLI/TIRS são entregues em 16 bits. A conversão radiométrica é frequentemente utilizada para conversão de formatos do tipo inteiro não sinalizado de 16 bits para 8 bits, e deve ser realizada antes de processos como equalização para geração de um mosaico visual (CASTRO et al., 2018).

Outro importante programa de satélites de monitoramento remoto da terra é o indiano. Seu programa de Satélites de Observação da Terra IRS (Indian Remote Sensing Satellite) oferece grandes possibilidades de acesso a imagens em diversas resoluções e, claro, aplicações, com satélites especializados em coletar dados de forma temática. Os Resourcesat 1 e 2, ambos muito semelhantes, o segundo lançado em 2011 com o nome IRS-2D, também nomeado RESOURCESAT-2 que oferece melhor resolução espectral em relação ao RESOURCESAT-1, levou consigo

o sensor LISS 3, os satélites que possuem este sensor a bordo fornecem informações relacionadas a vegetação, caracterização de culturas e espécies vegetais (EMBRAPA, 2013).

Assim, compreender a complexidade de todo o contexto presente numa determinada paisagem, requer uma série de dados, de distintas variáveis, especialmente distribuídas, muitas vezes, por grandes recortes espaciais da superfície terrestre.

A possibilidade de abarcar grandes extensões de terra, com vistas a análises temáticas diversas fazem do Sensoriamento Remoto uma ferramenta impar para o geógrafo e profissionais de áreas afins (BATISTA & DIAS, 2005). Mediante a isso, face à crescente exploração do meio ambiente pelo ser humano, abre-se um precedente importante, que determina a necessidade de desenvolvimento das mais diversas pesquisas, abordando este tema e o uso desta ferramenta, em diferentes áreas das ciências naturais.

O grande diferencial dos sistemas de sensoriamento remoto é o grande potencial dos mesmos no tocante ao controle e análise dos recursos naturais em geral, como também o registro de informações da superfície, bem como a dinâmica da paisagem (SANTOS et al., 2012).

Em se tratando do uso das terras, as informações geradas pelas imagens de satélite podem auxiliar no monitoramento contínuo deste fenômeno, possibilitando a caracterização de um determinado alvo ao longo de diversos anos, tendo em vista a amplitude temporal das informações geradas por algumas constelações de satélites, a exemplo do LANDSAT.

O uso das terras tema bastante abordado atualmente, e íntimo ao geógrafo, pode fornecer informações para as mais diversas finalidades. Este tipo de mapeamento é pressuposto essencial na avaliação ambiental, além de que, pode fornecer informações oportunas quanto a tomada de decisão, no tocante às políticas e alternativas sustentáveis (SARTORI et al., 2013).

Hoje, a necessidade de conhecimento dos processos físicos que envolvem as trocas de energia e massa entre a superfície e a atmosfera pode ser vista em vários trabalhos. Sua compreensão depende, diretamente, do uso e cobertura do solo. A compreensão física quantitativa e cartográfica desses processos por meio de imagens de satélites pode auxiliar no manejo e conservação do meio ambiente, minimizando os impactos (PACHECO et al., 2014).

Assim, a utilização de tal ferramenta num estudo sobre a cobertura do solo numa escala municipal, a fim de se conhecer a forma com que a área é utilizada, pode permitir uma descrição das interações antrópicas com o ambiente, que pode ser representada espacialmente a partir da confecção de um mapa, o que pode facilitar a gestão desse território, que do ponto de vista ambiental, é altamente oportuno.

Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo, que está inserida na região Caicó (IBGE, 2015) está inserido no médio curso do rio Piranhas-Açu, que chega ao município pelo Sul, vindo do estado da Paraíba. O mesmo tem seus limites fronteiriços a Oeste, marcados pelas cidades de Belém do Brejo do Cruz, São José do Brejo do Cruz, Brejo do Cruz e São Bento, todas essas já no estado da Paraíba, e de forma genérica, a Leste com as cidades de Serra Negra do Norte, Timbaúba dos Batistas, São Fernando e Jucurutú, essas no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

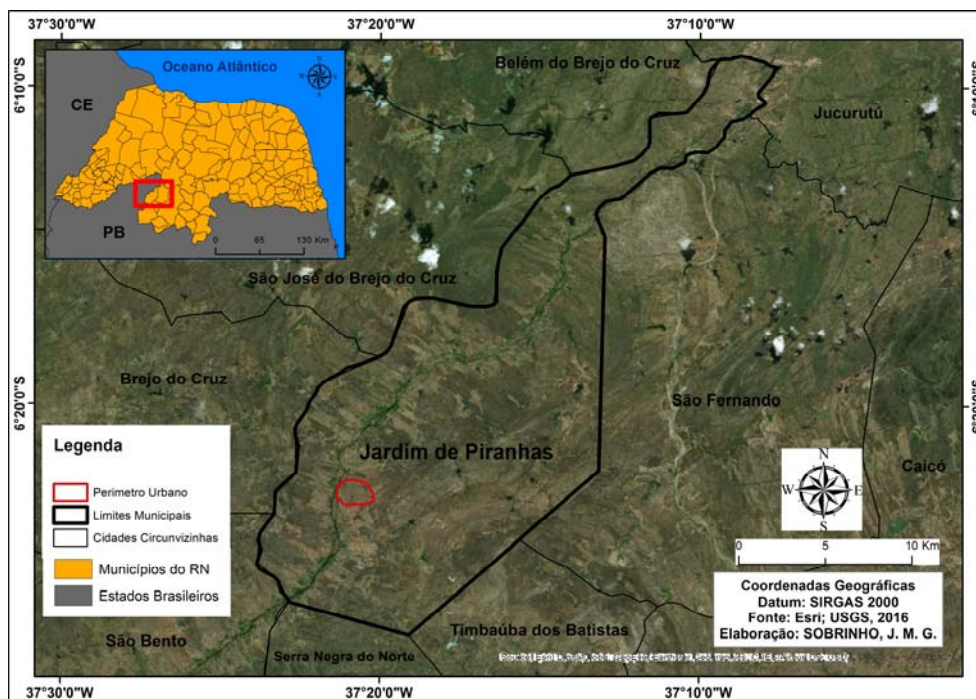


Figura 1. Mapa de Localização do Município de Jardim de Piranhas/RN e cidades circunvizinhas.

Geologia Regional

A área de estudo está inserida a noroeste da Província Borborema, caracterizada por um embasamento majoritariamente cristalino, dominado por uma litologia metamórfica, que pertence ao domínio Seridó-Piranhas e que, na área em questão, é denominado Complexo Caicó (NEVES; SANTOS; SCHMUS, 2000). O complexo Caicó é composto por uma agregação de rochas metamórficas, como paragneisses e ortogneisses (PFALTZGRAFF; TORRES, 2010).

Clima e Hidrografia

O clima da área de estudo é Semiárido Tropical de zona Equatorial, com forte influencia da massa equatorial atlântica (mEa) com cerca de sete meses secos e chuvas de verão-outono (DINIZ; PEREIRA, 2015).

Já a hidrografia de todo o território da área de estudo está inserida no médio curso do rio Piancó-Piranhas-Açu, que se encontra na bacia hidrográfica de mesmo nome, com cerca de 42.900 km² (BRASIL, 2014). Sua drenagem apresenta, basicamente, orientação de fluxo SO-NE, com padrões de drenagem paralela e meândrica (RADAMBRASIL, 1981; MAIA; BEZERRA, 2014).

Cobertura Vegetal

A cobertura vegetal da área estudada é composta exclusivamente por vegetação de Caatinga, vegetação essa caracterizada por fisionomias variáveis, dependendo do regime de chuvas (vegetação caducifólia), ou seja, sofre várias modificações, mais especificamente a partir de julho, quando se inicia a estação seca, que é de déficit hídrico, a característica caducifólia da vegetação de caatinga faz com que essa perca parte de suas folhas para reduzir as perdas excessivas de água pelos estômatos mudando o porte do dossel (ALVES et al., 2009). A vegetação do município é constituída por caatinga hiperxerófila, caracterizada por plantas de porte baixo de caráter mais seco e do tipo arbóreo-arbustiva, que compreende a vegetação mais seca do estado, com arbustos e árvores baixas, ralas e de xerofitismo mais acentuado (LIMA et al., 2005).

METODOLOGIA

Aspectos teórico-metodológicos

Neste trabalho utilizou-se como base metodológica a proposta por Lèmechev (1982) e empregada por Mateo (1984) que consiste no levantamento de um índice matemático que busca quantificar as pressões antrópicas sobre um determinado meio com base nos dados de área (%) do uso das terras bem como pesos preestabelecidos para cada classe de uso das terras, pesos esses, estabelecidos por meio do método Delphi, que busca uma visão multidisciplinar, ou seja, reúne dados de diversas áreas das ciências naturais como, por exemplo: a ecologia, hidrografia, geomorfologia, pedologia, climatologia entre outras, com vistas ao estabelecimento de um consenso sobre o peso denotado a cada classe.

Este método (Delphi) geralmente é empregado em três condições: quando não há dados históricos com os quais se possa trabalhar; quando o impacto dos fatores externos tem mais influência na evolução do tema em questão que os internos; quando as considerações éticas ou morais dominam sobre as econômicas e tecnológicas em um processo evolutivo (ROZADOS, 2015). Sendo que, esta pesquisa, se enquadra na primeira condição, tendo em vista que para área de estudo aqui trabalha não encontrou-se material, atual ou não, sobre a situação ambiental de sua paisagem.

Vale ressaltar que, embora a metodologia do ITA, na maioria dos trabalhos, envolva a utilização de mapas de uso das terras, mesmo que, muitas vezes, esta expressão seja utilizada de forma errônea, optamos aqui, por elaborar um mapa de cobertura

do solo, onde as classes são mais genéricas, embora suficientes para quantificar a degradação da paisagem. Isso pois, mapas de uso das terras demandam grande contingente de atividades de campo para validação e detalhamento dos tipos de uso urbano, agrícola e etc., o que não foi possível nesta pesquisa, tendo em vista os recursos disponíveis para realização de atividades dessa natureza.

Todo esse contexto foi associado a um método de pesquisa hipotético-dedutivo (PRODANOV; FREITAS, 2013) que partiu da hipótese de que a degradação da paisagem na área de estudo está relacionada, também, com a interferência antrópica.

Procedimentos técnico-operacionais

Materiais

Para o alcance dos objetivos propostos, o referido trabalho baseou-se no uso do geoprocessamento integrado a índices matemáticos manipulados em ambiente SIG, visando adaptar um método de interpretação integrado, como, também, prático e aplicável ao objeto de estudo.

As análises via sensoriamento remoto da cobertura do solo na área de estudo, foram feitas a partir das imagens Landsat 5 (resolução espacial de 30 m e sensor TM, Órbita/Ponto: 215/64) e do Resource Sat 2 (resolução espacial de 23,5 m, sensor LISS 3, Órbita/Ponto: 336/080). O pré-processamento contou com a composição das imagens no ArcGIS 10.3 (versão de teste - ESRI®).

Para a área de estudo e, para os períodos temporais estabelecidos, não foi possível a utilização de imagens do mesmo satélite em razão de alguns imprevistos, como, por exemplo: para o ano de 1984, a escolha óbvia seria o Landsat 5, suas cenas se caracterizam por conter 6 bandas multiespectrais no domínio do visível e infravermelho próximo, com resolução espacial de 30 m e uma banda termal com 120 m de resolução espacial. Cada banda representa a resposta da superfície terrestre com as diferentes faixas do espectro luminoso. Pela qualidade de suas imagens e claro, pelo fato de o Resource Sat 2 não dispor de dados do referido ano pois o mesmo só veio a operar em 2011. Porém, o Resource Sat 2 conta com uma resolução espacial de 23,5 m composta de quatro bandas, o que lhe gabarita para estudos de vegetação e, tendo em vista que para 2015, o Landsat 5, para o recorte espacial e temporal citado, não dispunha de imagens que viabilizassem as análises aqui previstas devido a densa cobertura de nuvens encontradas nas imagens correspondentes aos meses de abril, maio, junho e julho, de modo que fugir desse intervalo temporal poderia causar muita discrepância entre os dados contidos nas imagens. Assim, o Resource Sat 2 se apresentou como a melhor escolha pelo fato de suas imagens obedecerem aos mesmos critérios a que foram submetidas as imagens do Landsat 5.

No armazenamento e tabulação dos dados e para os cálculos necessários e demais representações estatísticas (Tabelas), foi aplicado o uso do software Exel 2013 (Microsoft Office©).

Obtenção do mapa de cobertura das terras

A metodologia aqui utilizada se deu, inicialmente, a partir criação de uma base de dados constituída por imagens dos satélites OLI/LANDSAT, obtidas gratuitamente na página do *Unite State Geological Survey* – USGS, TM/LANDSAT e RESOURCE SAT 2 essa última correspondente a data 07/05/2015, adquiridas gratuitamente no Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), bem como arquivos vetoriais referentes aos limites político-administrativos da região. Por fim, foi realizado o processamento dos dados coletados e a escolha e delimitação das classes de cobertura das terras, no intuito de extrair informações dessa cobertura e obter o Índice de Transformação Antrópica: Corpos d'água, Solo exposto, Vegetação ciliar, Caatinga densa, Caatinga rala.

No tocante ao processamento das imagens de satélite, inicialmente, foi realizada a conversão do datum WGS 1984 para o datum SIRGAS 2000 – Zona 24 S, tendo em vista o enquadramento na atual norma do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (Resolução do Presidente do IBGE (RPR) 01 de 2005). Em seguida, a imagem do satélite TM/LANDSAT (Data: 17/04/1984; Órbita/Ponto: 215/64) passou por um processo de georreferenciamento, tendo por base uma imagem do OLI/LANDSAT (Data: 21/03/2017; Órbita/Ponto: 215/64, pré-processada), onde foi obtido um erro médio quadrático de 0,164031.

Após o registro da imagem TM/LANDSAT, foi realizada a composição colorida das imagens em RGB das bandas 5, 4, e 3 para o realce das classes de cobertura do solo a serem mapeadas. Da mesma maneira a imagem LISS 3/RESOURCE SAT 2 passou por uma composição em RGB das bandas 4, 3 e 2 para realce e melhor identificação das classes a serem mapeadas (Figuras 2 e 3). Em seguida, foi realizada a classificação supervisionada da imagem para a delimitação dos elementos de cobertura do solo, utilizando o classificador MAXVER (Máxima Verossimilhança), que relaciona os pixels de cada classe previamente determinada por probabilidade estatística, por meio de polígonos amostrais (SANTOS, et. al., 2012).

Obtenção do Índice de Transformação Antrópica

A metodologia do ITA pede o estabelecimento de pesos para cada classe de cobertura do solo de acordo com as análises feitas *in situ*. Sua aplicação se inicia a partir da atribuição desses pesos para cada classe de cobertura do solo, de ambos os anos, por meio do método Delphi. As Tabelas 1 e 2 apresentam os pesos preestabelecidos para os anos de 2015 e 1984.

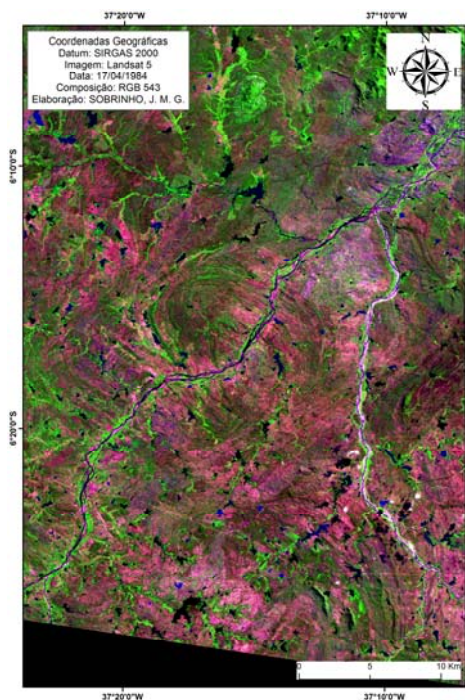


Figura 2. Carta-imagem da área de estudo para o ano de 1984

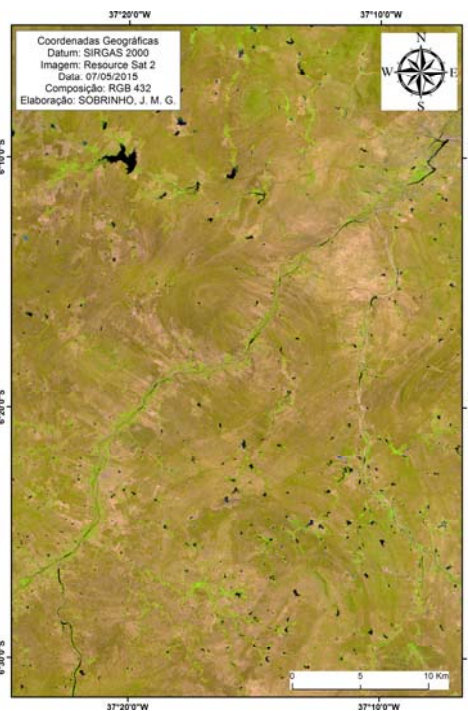


Figura 3. Carta-imagem da área de estudo para o ano de 2015

Tabela 1. Classes de Cobertura das Terras e pesos estipulados para o ano de 1984.

Classes	Pesos
Corpos d'água	1
Solo exposto	9
Vegetação ciliar	8
Caatinga densa	6
Caatinga rala	8

Tabela 2. Classes de Cobertura das Terras e pesos estipulados para o ano de 2015

Classes	Peso
Corpos d'água	1
Solo exposto	9
Vegetação ciliar	8
Caatinga densa	6
Caatinga rala	8

O passo seguinte consistiu no cálculo do ITA para os dois anos estudados (1984 e 2015), seguindo a equação modificada e aplicada por Mateo (1984) que ficou estabelecida dessa forma,

$$\text{ITA} = \sum (\% \text{USO} \times \text{PESO}) / 100$$

onde: USO = refere-se a área em valores percentuais da classe de uso e ocupação; peso, refere-se ao peso dado aos diferenciados tipos de uso e ocupação no tocante ao grau de alteração antrópica (oscila entre 1 e 10, em que 10 assinala as maiores pressões); e PESO = é levantado anteriormente à produção do mapa.

Para o desenvolvido da referida metodologia neste trabalho, tomou-se por base a divisão em quartis feita por Cruz et. al., (1998), que propõe a seguinte divisão: pouco degradado (0 a 2,5), regular (2,5 a 5), degradado (5 a 7,5) e muito degradado (7,5 a 10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados do mapeamento da cobertura das terras

Para a classe corpos d'água, chegou-se a uma área de 3,18 km², ou 0,96% do território do município, mesmo ele sendo cortado pelo maior canal de drenagem do estado, isso, porque, a imagem utilizada para o ano de 1984 corresponde ao mês de abril, mês esse no qual se inicia o período de menor vazão do rio.

A classe solo exposto ocupava, em 1984, uma área de 50,67 km², 15,33%, essa classe incorpora áreas de urbanização, afloramentos rochosos e demais áreas de solo exposto propriamente dito.

No tocante a mata ciliar, essa, é formada pela seleção dos pixels cuja distribuição circundava ou seguia os corpos d'água identificados. Esses pixels podem corresponder a vegetação ciliar típicas, como, também, a pastagem, tendo em vista a predisposição histórica dos agricultores do semiárido em utilizar as margens de rios, açudes e demais reservatórios para o cultivo de gramíneas (capim) destinadas a alimentação animal. Essa classe ocupava uma área de 44,68 km², 13,52% do território estudado.

A classe caatinga densa corresponde a uma área de 32,19 km² ou 9,74% do total do território da área de estudo. Essa classe foi levantada, entre outros critérios, de acordo com o adensamento da vegetação identificada na imagem.

O resultado do mapeamento de 1984, para o qual foram estabelecidas 5 classes de cobertura do solo, demonstrou um destaque para a caatinga rala, a qual ocupava uma área de 199,66 km², 60,42%. Esta classe considerou a vegetação menos adensada identificada na imagem, desconsiderando, para tanto, a vegetação dita ciliar, mesmo que diferenciá-las não tenha sido uma tarefa simples (Tabela 3) (Figura 4).

Tabela 3. Dados da cobertura das terras do município de Jardim de Piranhas/RN para o ano de 1984.

Classes	Área total (km ²)	Área total (%)
Corpo d'água	3,18	0,96
Solo exposto	50,67	15,33
Mata ciliar	44,68	13,52
Caatinga densa	32,19	9,74
Caatinga rala	199,66	60,42

Para o ano de 2015, o mapeamento da cobertura do solo, que também delimitou 5 classes, identificou, para classe corpos d'água, uma área de 2,33 km², 0,71% do território do município. Do mesmo modo que para o ano de 1984 utilizou-se uma imagem de uma época de final de período chuvoso, para o ano de 2015 a imagem utilizada corresponde ao mês de maio, época de pouca vazão do rio Piranhas, quando as precipitações já estão se encerrando.

A classe solo exposto apresentou uma área de 147,36 km² em 2015, o que corresponde a 44,58% da área de estudo. Essa classe, diferente das demais, foi a única a apresentar um aumento de área ocupada.

A mata ciliar ocupava uma área de 24,35 km² ou 7,37% do total do território estudado, de modo que sua classificação não difere pastagem de vegetação ciliar propriamente dita.

Para classe caatinga densa, foi levantado uma área de 10,63 km² ou 3,22% de todo território municipal. Com uma diminuição significativa, esta classe foi uma das mais impactadas no decorrer do período temporal estudado.

Chegando a classe caatinga rala, esta apresentou uma área de 145,76 km², ocupando o equivalente a 44,1% da área de estudo. Uma classe que manteve seu predomínio, junto com solo exposto, nos dois períodos estudados (Tabela 4) (Figura 5).

Tabela 5. Dados da cobertura das terras do município de Jardim de Piranhas/RN para o ano de 2015.

Classes	Área total (Km ²)	Área total (%)
Corpos d'água	2,33	0,71
Solo exposto	147,36	44,58
Mata ciliar	24,35	7,37
Caatinga densa	10,63	3,22
Caatinga rala	145,76	44,1

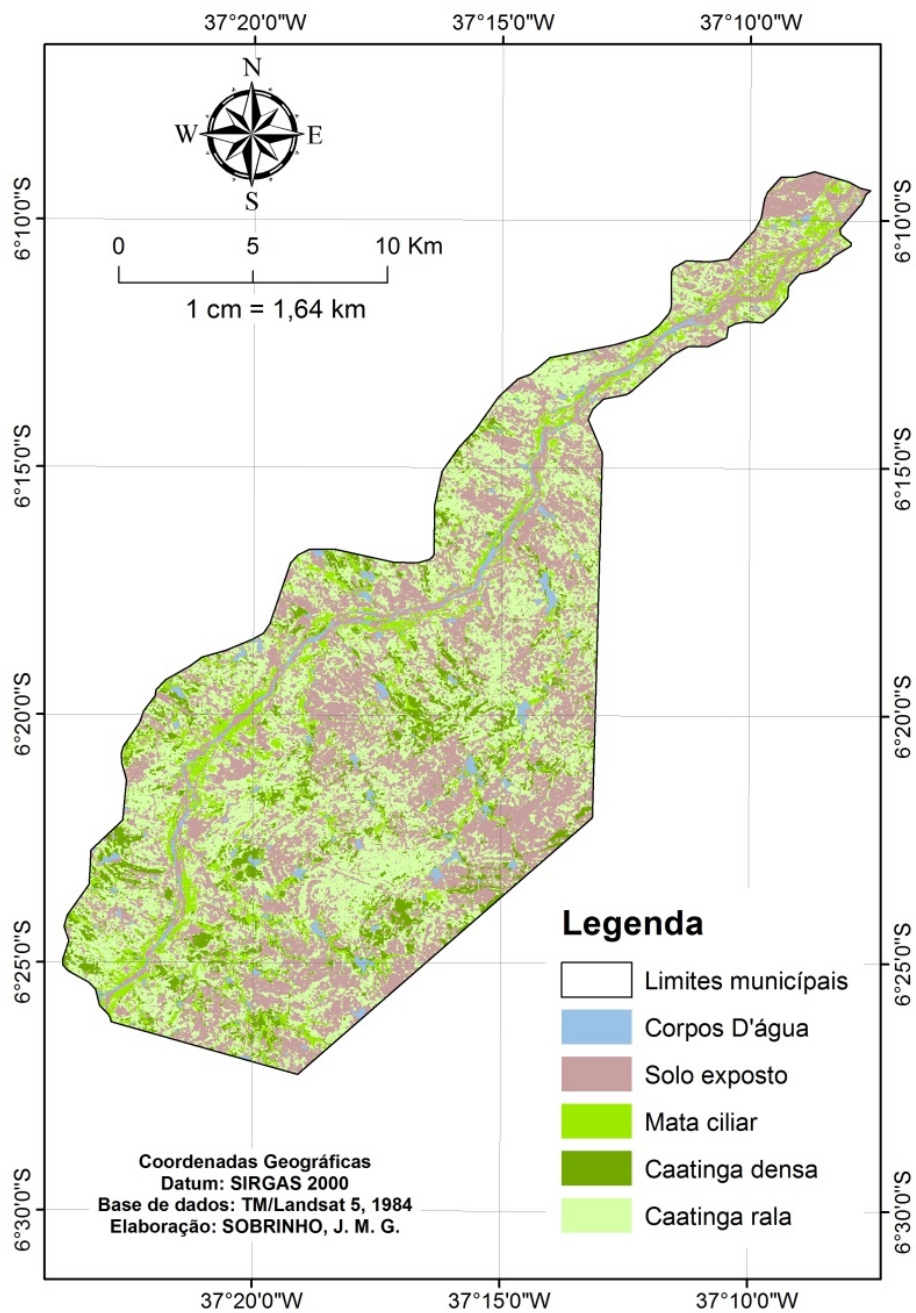


Figura 4. Mapa de Cobertura das Terras do município de Jardim de Piranhas, de 17/04/1984.

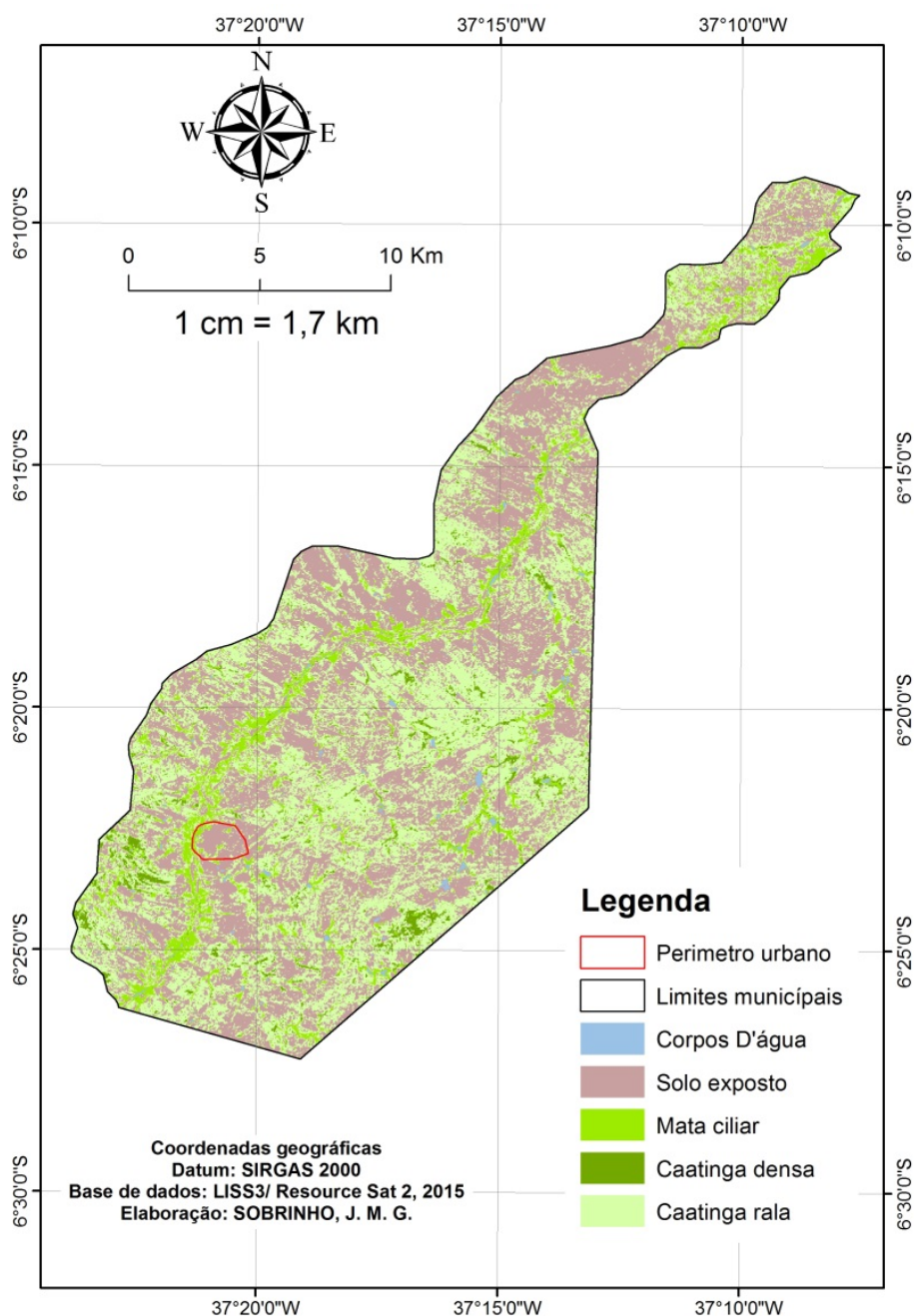


Figura 5. Mapa de Cobertura das Terras do município de Jardim de Piranhas, de 07/05/2015.

Embora a supressão da vegetação tenha afetado, também, as áreas de maior predominância de caatinga densa, como pode ser identificado confrontando-se os mapas abaixo, a classe caatinga rala foi a que mais apresentou perdas (55 km²). Também se pode observar nessas áreas, condições de raleamento da cobertura mais densa e aumento da cobertura menos densa. Caracterizando um aumento do processo de degradação da vegetação natural. A diminuição da cobertura vegetal

pode ser atribuída a intensificação da exploração extrativista, principalmente para abastecer a indústria têxtil do município, indústria essa que está presente na área de estudo desde os anos de 1945 como aponta Santos (2016). Consequência, também, dos períodos prolongados de estiagem, o que compromete a atividade agrícola, tornando o extrativismo vegetal uma fonte de renda muito procurada como visto na pesquisa apresentada por Oliveira et. al. (2015).

Outro fator a ser considerado, é o expressivo, e não tão recente fortalecimento da produção de leite no município estudado. Essa produção, que em 1996 era de 2.248,561 litros /ano, chegou, em 2010, para um rebanho de 2.710 animais, uma produção de 6.254,073 litros ao ano, uma média de 3.127,036 litros de leite se comparado os períodos seco e chuvoso (MEDEIROS et al., 2011). Segundo a EMATER (2014), no ano de 2014 eram mais de 100 produtores aptos a fornecer leite ao PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) Leite do Plano Brasil sem Miséria, com uma média de 76.709,00 litros de leite ao ano por produtor. Todo esse contexto leva a crer que esse aumento da produção de leite do município pode estar diretamente relacionado com as perdas de vegetação na área de estudo aqui levantada.

Muitos tipos de ações humanas produzem efeitos que ameaçam a biodiversidade, tais como: o crescimento das cidades, a ocupação de grandes áreas de matas, principalmente pela agricultura e a pecuária, práticas agrícolas inadequadas, gerando, assim, a erosão do solo, contaminação por agrotóxicos, a poluição e as queimadas após os desmatamentos.

Nas mudanças detectadas entre 1984 e 2015, a caatinga rala apresentou uma diminuição de cerca de 55 km². Nesse mesmo ano (2015), a classe solo exposto ocupava uma área de 147,36 km², registrando um aumento de, aproximadamente, 96 km² o que evidencia um desmatamento relativamente significativo e que foi seguida pela diminuição das áreas ocupadas pelas classes mata ciliar (de 44,68 km² para 24,35 km²) e caatinga densa (de 32,19 km² para 10,63 km²).

Este processo de desmatamento tem desencadeado, provavelmente, certo estágio de desertificação, assim como, tem contribuído com o aumento dos processos erosivos na área em questão. A diminuição de 21,5 km² da vegetação ciliar evidencia o agravamento da erosão na área de estudo, e o consequente assoreamento do leito do rio que corta o mesmo, o Piranhas/Açu.

O município estudado é particularmente importante para região, pois recebe as águas do rio Piranha/Açu, como, também, uma unidade de captação que distribui água para quase todos os municípios do Seridó, rio que corta todo o município e é responsável pelo abastecimento de 51 cidades entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte sendo 21 delas no RN (ANA, 2014).

Resultados do levantamento do ITA

No tocante ao ITA, tem-se para o ano de 1984, de modo geral, uma situação de degradação da paisagem já estabelecida nesse período (7,86), mas que, se analisado separadamente, classe por classe, tem-se uma situação estável em todas as classes, mas a classe caatinga rala se destaca pela discrepância que apresentava,

pelo grau de interferência antrópica, digamos, preocupante tendo em vista os resultados das outras classes (Tabela 6). Nessa perspectiva, o ano de 2015 apresenta uma configuração de interferência antrópica bastante preocupante, com um resultado geral de 9,66 numa escala que varia de 1 a 10, ou seja, a área de estudo encontra-se muito alterada, principalmente quando se analisam as perdas de área ocupada, somadas todas as classes estabelecidas (corpos d'água, vegetação ciliar, caatinga densa e caatinga rala), no decorrer do intervalo temporal estudado, que teve uma perda de 96,64 km². A classe solo exposto apresentou um aumento de 96,69 km² de área, que passou de 50,67 km² em 1984, para 147,36 km² em 2015, ocupando cerca de 44% do território do município nesse ano, ou seja, houve de fato uma considerável perda de vegetação no período estudado, e como argumenta Leite e Ferreira (2013), perda de vegetação está diretamente relacionada com a degradação ambiental (Figuras 6 e 7).

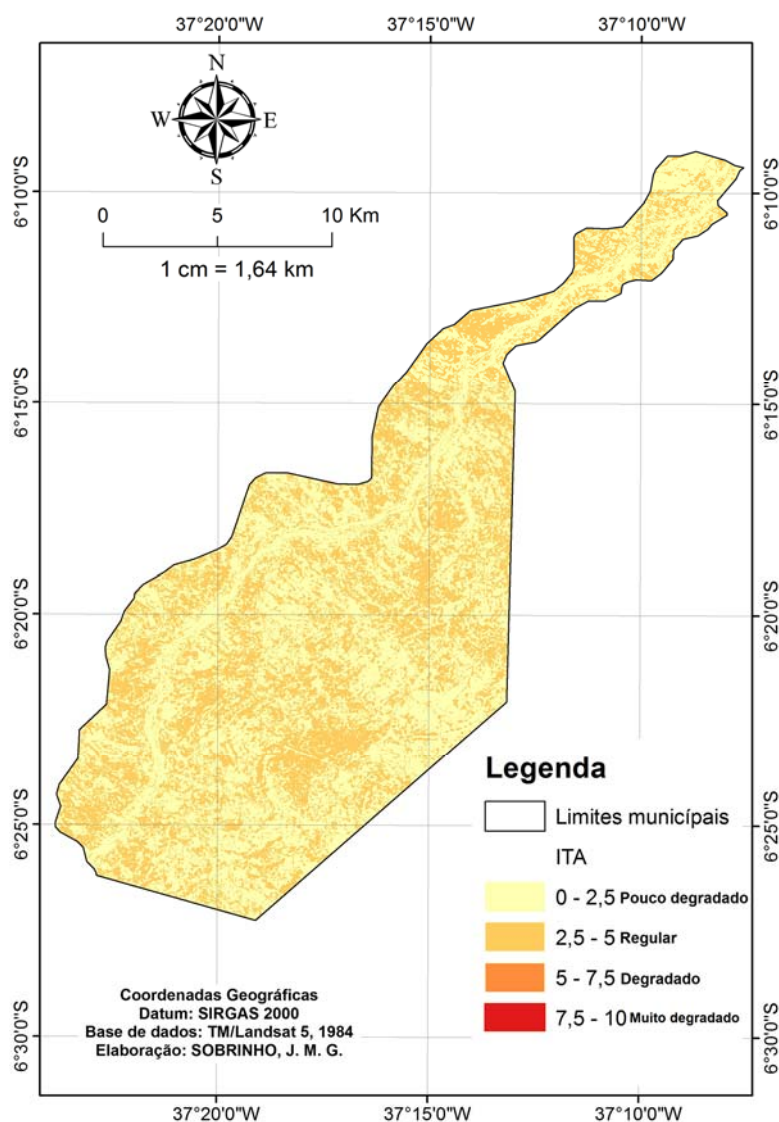


Figura 6. Mapa do Índice de Transformação Antrópica (ITA) do município de Jardim de Piranhas para o ano de 1984.

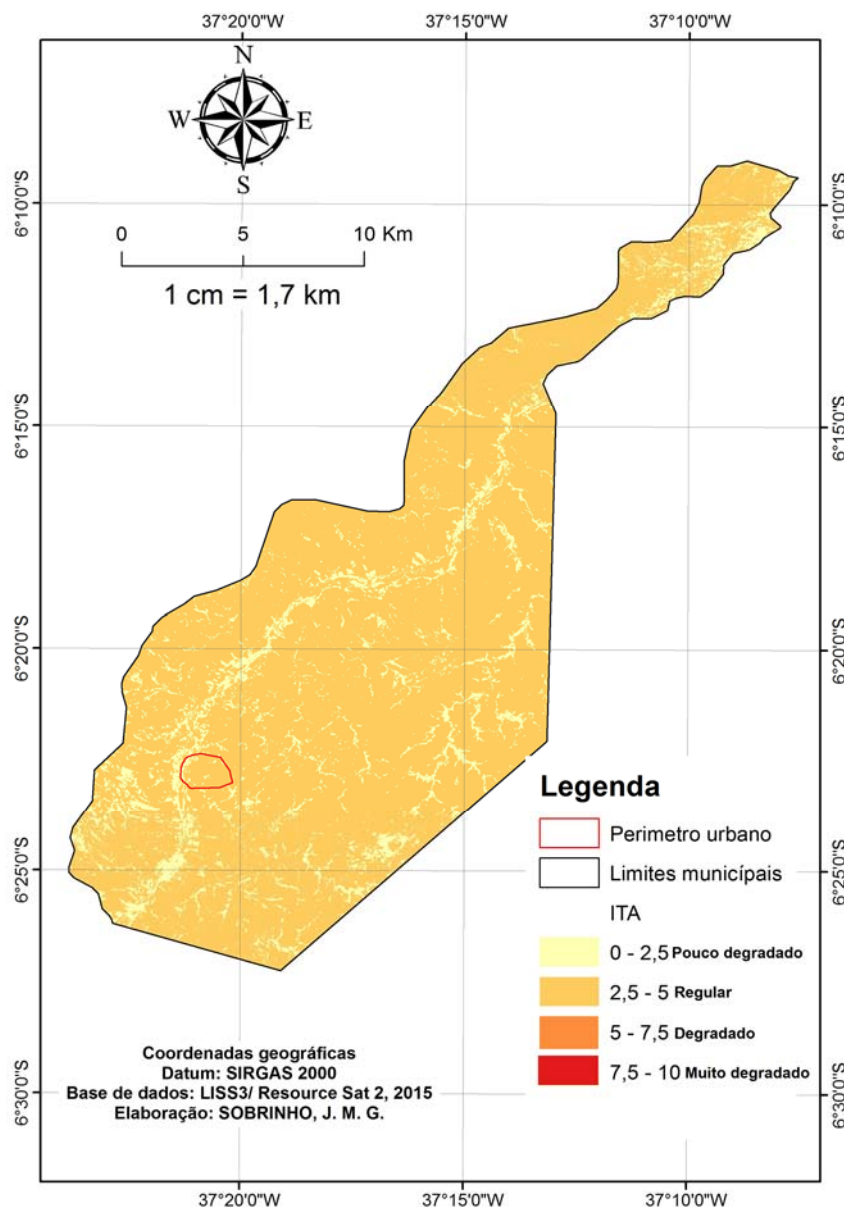


Figura 7. Mapa do Índice de Transformação Antrópica (ITA) do município de Jardim de Piranhas para o ano de 2015

Assim, com base no ITA, pode-se afirmar que a área estudada passou de uma paisagem pouco degradada em 1984 para um estado regular de degradação em 2015, principalmente, em função do aumento das áreas de solo exposto identificadas nesta pesquisa (Tabela 6). Nesse sentido, é possível afirmar, que o atual estado de assoreamento do rio que corta o município, o rio Piranhas/Açu, pode ter sido influenciado por essa degradação, tendo em vista o potencial de produção de sedimentos de um solo totalmente exposto, sem cobertura vegetal, em função da erosão, onde, certamente, grande parte foi carregado em direção ao leito do referido rio.

Tabela 6. Resultado do ITA para cada classe de Cobertura das Terras do município de Jardim de Piranhas/RN para os anos de 1984 e 2015.

Classes	Área (%)		Peso		Resultados do ITA	
	1984	2015	1984	2015	1984	2015
Corpos d'água	0,96	0,71	1	1	0	0
Solo exposto	15,33	44,58	9	9	1,37	4,01
Mata ciliar	13,52	7,37	8	8	1,08	1,94
Caatinga densa	9,74	3,22	6	6	0,58	0,19
Caatinga rala	60,42	44,1	8	8	4,83	3,52
Total	100	100	---	---	7,86	9,66

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou identificar e quantificar, o que pode ter levado as grandes alterações na paisagem da área de estudo já perceptíveis de forma empírica, de modo que se pudessem identificar suas possíveis causas e agentes (Naturais e Antrópicos) que possam ter contribuído para tais mudanças.

Mostrou, que de 1984 a 2015, as interferências antrópicas se destacaram, como demonstrado, principalmente pelo fato de a área de estudo abrigar duas atividades econômicas fortemente ligadas ao contexto local, a pecuária leiteira e uma indústria têxtil altamente consolidada no município estudado, tanto econômica como culturalmente, levando a uma degradação da paisagem da área de estudo, causada pela grande demanda imposta sobre a vegetação local. E, por meio das tecnologias de sensoriamento remoto, SIG e geoprocessamento aqui empregadas, identificou perdas de cobertura vegetal da ordem de 96 km² entre os anos supracitados.

As alterações antrópicas quantificadas neste estudo, por meio do ITA (Índice de Transformação Antrópica), uma metodologia que se mostrou satisfatória, mas que recebe críticas quanto a sua relativa subjetividade no tocante a conotação dos pesos das classes de cobertura das terras, alcançou resultados coerentes para as questões que se buscou elucidar neste trabalho.

Estabelecer a relação, para o ano de 1984, entre essa interferência antrópica (7,86) e a intensidade ou a modificação dos processos erosivos mais atuantes identificados na área de estudo, nesse contexto, se torna inviável, mas é possível afirmar que nesse período o carreamento de sedimentos e a participação do intemperismo físico eram menos intensos em relação ao ano de 2015 levando em consideração a densidade da cobertura vegetal e a área de solo exposto no ano de 1984.

Portanto, as interferências antrópicas mensuradas podem ser associadas as alterações na cobertura das terras aqui identificadas, como já apontava a metodologia apresentada por Mateo (1984) e corroborada pelos resultados apresentados.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. Domínios Morfoclimáticos e Províncias Fitogeográficas do Brasil. **Revista Orientação**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (IGEOG/USP). São Paulo, 1967.

_____. Problemática da Desertificação e da Savanização no Brasil Intertropical. **Revista Orientação**. São Paulo. IGEOG-USP, 1977.

_____. O Nordeste brasileiro e a Teoria dos Refúgios. Seminário de Tropicologia. **Anais...** Recife, PE, 1990.

_____. **No Domínio das Caatingas**. Rio de Janeiro: Editora Livramento, 1995.

ALVES, José Jakson Amancio et al. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**. v. 22, n. 3, jul-set, 2009.

AZEVEDO, Francisco Fransualdo de. **Desenvolvimento regional e potencial turístico no Seridó Potiguar**. Natal, RN: EDUFRRN, p. 194, 2014.

BATISTA, Getúlio T; DIAS, Nelson W. Introdução ao Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, GO: INPE, 2005. Disponível em: <http://www.ltid.inpe.br/sbsr2005>. Acesso em: 19/05/2017.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução Olga Cruz – **Caderno de Ciências da Terra**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, nº13, 1972.

BRASIL, ASA – Articulação Semiárido Brasileiro. Disponível em: http://www.asabrasil.org.br/noticias?artigo_id=3125. Acesso em: 29/05/2017.

BRASIL, Agência Nacional de Águas (ANA). Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <https://www.piranhasacu.ana.gov.br/produtos/sintediagnostico.pdf>. Acesso em: 26 de maio, 2017.

BRASIL. Decreto n. 97.632 - 10 abr. 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.

BRITO, Monique Cristine; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. **Revista de Geografia**. Recife, PE. v. 2, n. 1, 2011.

CASTRO, Paulo Henrique Marques de, et al. Modelos Empíricos para inferência de componentes opticamente ativos em ambientes lóticos e semilóticos do rio Tibagi/PR, aplicados às imagens Landsat 8/OLI. **RAOEGA**. Curitiba, PR. v. 43, p. 75 – 92, fev., 2018.

COCCO, Jéssica et al. Análise e previsões das ações antrópicas para a bacia do rio do Sangue – Mato Grosso. 3º Congresso Amazônico de Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Cuiabá, MT, 2014.

COSTA, F. L. **Contribuição para o conhecimento dos processos erosivos em Cabo Verde**. Centro de Geografia – Instituto de Investigação Científica Tropical. Lisboa, POR, 2004.

CRUZ, Bernadete Madureira et al. Carga Antrópica da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Santos, SP: INPE, 1998.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; PEREIRA, Vitor Hugo Campelo. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, GO. v. 35, n. 3, p. 488-506, set./dez. 2015.

EMATER-RN. **Relatório de Gestão**. Natal, RN. p. 32, 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, ed. 2, 2006.

EMBRAPA. Monitoramento por Satélite, 2013. **O programa indiano de Satélites de Observação da Terra IRS**. Disponível em: https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_irs.html. Acesso em: 20/07/2018.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. Modelo de mapeamento da deterioração do Bioma Caatinga da Bacia Hidrográfica do rio Taperoá, PB. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2013.

FERNANDES, Jessicleide Dantas; MEDEIROS, Anna Jacinta Dantas. Desertificação no Nordeste: uma aproximação sobre o fenômeno do Rio Grande do Norte. **Revista Holos**. Natal, RN. v. 3, n. 25, p. 147 – 161, 2009.

FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovani da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacíficos e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 1, n. 1, 2005.

GOUVEIA, Rogério Gonçalves Lacerda de et al. Aplicação do Índice de Transformação Antrópica na análise multitemporal da bacia do Córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra – MT. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1045 – 1054, 2013.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, ed. 10, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de abril, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Disponível em http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 02 de junho, 2017.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2010). **Landsat: aplicações passadas, presentes e futuras**. Disponível em: <http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=cap378:apresentacaolandsat.pdf>. Acesso em: 30/06/2018.

LEITE, M. E.; FERREIRA, M. F. F. Análise Espaço- Temporal do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tabuas, Norte de Minas Gerais, com Aplicação das Geotecnologias. **Revista Brasileira de Geografia Física**: v. 06, n. 02, p. 184-194, 2013.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v.100, p. 357- 375, 1982.

LIMA, E. N. et. al., Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas de Caatinga. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/02/2018.

MAIA, Rubson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo. **Tópicos de geomorfologia estrutural: Nordeste Brasileiro**. Edições UFC: Fortaleza, 2014.

MEDEIROS, Emídio Gonçalves de, et al. **Diagnóstico da Bacia Leiteira do Território de Seridó**. ADESE – Colegiado Territorial do Seridó. Caicó, RN, p. 158, 2011.

MENESES, Paulo Roberto; MELLO, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. UNB/CNPq, 2012.

MATEO, J. **Apuntes de Geografia de Los Paisajes**. Habana: Editora MES, p. 470, 1984.

NASCIMENTO, Clóvis Eduardo de Souza. **A importância das matas ciliares: rio São Francisco**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2001. Disponível em: http://www.cpatia.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC179.pdf. Acesso em: 05/02/2018.

NEVES, B. B. B.; SANTOS, E. J.; SCHMUS, W. R. V. **Tectonic historic of the Borborema Province, Northeastern Brazil**. Rio de Janeiro. p. 151-182, 2000.

OLIVEIRA, Rodrigo Abrantes de et al. Análise geoespacial do processo de desmatamento da Caatinga no município de Catolé do Rocha, PB. **Revista Verde**. Pompal, PB. v. 10, n. 2, p. 239 – 244, abr./jun., 2015.

PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, p. 227, 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, ed. 2, 2013.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais – Folhas SB. 24/25 – Jaguaribe/Natal: Geologia/Geomorfologia/Pedologia/Vegetação/Uso Potencial da Terra**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, p. 740, 1981.

RODRIGUES, Luciene da Costa et al. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima, Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n. 32, 2014.

ROZADOS, Helen Beatriz Frota. O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação. **Revista Em Questão**. Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 64-86, set/dez. 2015.

SÁ, Ivan Ighour Silva et al. Avaliação da Degradação Ambiental na Região do Araripe Pernambucano utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, PE. v. 6, p. 1.292 – 1.314, 2011.

SANTOS, Alexandre Rosa dos et al. **Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais**. Alegre, ES: CAUFES, 2012.

SANTOS, Carla Bernadete Madureira, et al. Carga Antrópica da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Santos, SP: INPE, 1998.

SANTOS, Éverton Araújo. Cidade e Indústria na tessitura do fenômeno urbano em Jardim de Piranhas/RN. **Monografia** (Bacharel em Geografia) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ensino Superior do Seridó – Campus Caicó. Caicó, 2016.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 185, 2004.

SARTORI, Anderson Antônio da Conceição et al. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura do Solo na Área de Proteção Permanente (APA) Tejuapá, no período de

1984 a 2011. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: INPE, 2013.

SILVA, Jadielle Lidiane Clemente et al. Aspectos da Degradação Ambiental no Nordeste do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, SC. v. 7, n. 2, p. 180 – 191, abr./jun. 2018.

STIPP, N. A. F.; STIPP, M. E. F. Análise ambiental em cidades de pequeno e médio porte. **Revista Geografia** – Departamento de Geociências da UEL, v. 13, n. 2, p. 23-36, 2004.

Tricart, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

VITAL, S. R. de O; GIRÃO, O. Análise da Suscetibilidade da Paisagem á erosão na bacia do alto Taperoá (PB). **Revista OKARA: Geografia em Debate**. v. 9, n. 1, p. 4 – 25, 2015.

Contato com o autor: João Maria Gomes Sobrinho <joao_1613@hotmail.com>

Recebido em: 10/09/2018

Aprovado em: 17/11/2019