

# Mapeamento da cobertura da terra através de imagens LANDSAT 5/TM em assentamentos rurais do município de Apodi/RN, para fins de estudos de ocupação e transformação do território

*Roberto Máximo de Lima Júnior<sup>1</sup>*

*Sebastião Milton Pinheiro da Silva<sup>2</sup>*

## **Resumo**

Foram utilizadas duas cenas LANDSAT 5/TM para caracterizar e mapear alterações na cobertura da terra de quatro assentamentos rurais localizados no município de Apodi/RN. No processamento das cenas foram aplicadas correções básicas, técnicas de realce e de classificação supervisionada. Os resultados mostram que a instalação dos assentamentos estudados modificou a cobertura da terra ao longo do tempo, com redução de 25% da cobertura vegetal e aumento de 26,1% de solo exposto, acompanhando os lotes produtivos. As superfícies de lâminas d'água que em 1985 recobriam 36,18 ha da área, praticamente desapareceram em 2010. O uso de imagens de sensores remotos orbitais apresenta-se como uma ferramenta eficiente para estudos ambientais em assentamentos rurais no estado do Rio Grande do Norte.

**Palavras-chave:** Assentamentos rurais; Sensoriamento remoto; Cobertura da terra.

## **Land cover mapping of rural settlements in the municipality of Apodi/RN, through the use of LANDSAT 5/TM scene, for purposes of studies of occupancy and transformation of territory**

## **Abstract**

In this research two LANDSAT 5/TM scenes were processed in order to characterize and map changes in land cover of four rural settlements in the municipality of Apodi/RN, located in Brazil's semi-arid northeastern region. The image processing involved the use of basic corrections, enhancement techniques and supervised classification for generation of thematic maps. The results showed that the deployment of the settlements studied altered land cover over time, with reduction of 25% of the vegetation cover and gradual increase of 26,1% of exposed soil, following the productive lots. The 36,18 ha of superficial water table mapped in 1985, practically disappeared in the year of 2010. The use of orbital remote sensing images presents itself as an efficient tool for environmental studies on rural settlements in the state of Rio Grande do Norte.

**Key words:** Rural settlements; Remote sensing; Land cover.

<sup>1</sup> Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Analista do Serviço de Meio Ambiente do INCRA/RN. e-mail: roberto.junior@ntl.incra.gov.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. e-mail: smpsilva@cchla.ufrn.br

## Introdução

O estado do Rio Grande do Norte possui uma área de 52.796,791 km<sup>2</sup>. Deste total, 5.233,12 km<sup>2</sup> encontram-se sob gestão do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, ou seja, os assentamentos rurais criados pela União ocupam praticamente 10% da área total do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

O monitoramento regular da cobertura da terra mediante o uso de imagens captadas por sensores remotos, apresenta-se como uma ferramenta potencial de diagnóstico e gestão ambiental de assentamentos rurais. Isso ocorre, principalmente, na análise da dinâmica espacial e ambiental; na mensuração e estado de culturas agrícolas; na casualidade da ocupação humana na paisagem; no estudo da evolução/alteração dos sistemas ambientais e/ou no monitoramento do estado das áreas de preservação permanente e reserva legal (FLORENZANO, 2011).

Imagens temporais de sensores remotos apresentam dados e informações valiosas para estudos da cobertura da terra em áreas rurais. A partir da interpretação dessas imagens, pode-se analisar o tipo de uso, calcular a área ocupada por cada tipo, obter uma estimativa da área plantada e da produção agrícola (FLORENZANO, 2011). Recomenda-se, em virtude disto, o emprego de técnicas de sensoriamento remoto no planejamento, implantação e monitoramento de assentamentos rurais (COSTA, 2004).

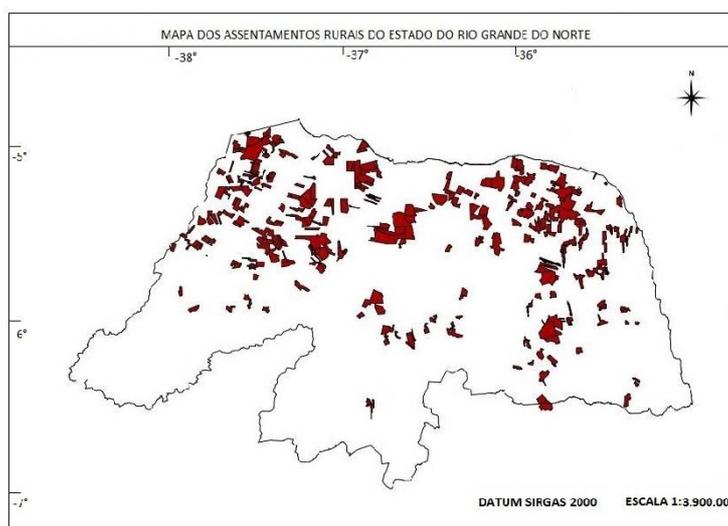


Figura 1 – Mapa de distribuição espacial dos assentamentos rurais no estado do Rio Grande do Norte.

Novo (1992), ressalta que as principais aplicações dos dados e informações de sensoriamento remoto na análise geográfica estão centradas no monitoramento do uso e cobertura da terra, seja urbana ou rural. Costa (2004), Silva (2003), May e Silva (1994) e Rosa (1990) concordam que o estudo da cobertura da terra, por meio de dados obtidos por sensores remotos, representa uma instrumentação fundamental para discussão e formulação de políticas públicas, uma vez que, somente com o conhecimento da realidade espacial, pode-se desenvolver o espaço de forma controlada, sem deteriorar a qualidade ambiental.

Diante do exposto, o presente artigo investiga o emprego de imagens ópticas orbitais do sistema LANDSAT 5/TM na análise temporal da cobertura da terra em assentamentos rurais no Estado do Rio Grande do Norte, sob a influência do clima semiárido. A escolha da imagem LANSAT 5/TM justifica-se pela facilidade de acesso aos dados e gratuidade da aquisição, como pela disponibilidade de imagens obtidas por esse satélite-sensor para a região em tela. Tem por objetivo principal investigar e mapear a cobertura da terra em quatro projetos de assentamentos rurais localizados no município de Apodi/RN, em duas datas distintas, para subsidiar os estudos no tocante às transformações ocorridas no território e para implementar futuras melhorias na dinâmica da ocupação, do uso e da exploração do solo.

Acredita-se que o resultado deste estudo contribuirá para futuras análises da cobertura da terra em outros assentamentos rurais, com as adaptações necessárias, principalmente, se utilizadas cenas de sensor de melhor resolução espacial, espectral, temporal e radiométrica.

Os resultados desta análise ajudarão a entender parcialmente os impactos ambientais e espaciais do Programa Nacional de Reforma Agrária no Estado do Rio Grande do Norte, com novas informações desenvolvidas num sistema de informação geográfica.

Esta pesquisa possui caráter social relevante, visto que possibilita a geração de conhecimento a ser aplicado em áreas habitadas por população de baixa renda. Por fim, vale ressaltar que atualmente existem aproximadamente 20.000 famílias assentadas no Estado do Rio Grande do Norte.

## Caracterização da área de estudo

A área selecionada para a realização desta pesquisa localiza-se no oeste potiguar. É uma região de clima semiárido, com estações seca e úmida bem evidenciadas pela vegetação. Nessas condições climáticas, a resposta espectral dos alvos no terreno modifica-se imensamente sob déficit hídrico do solo, pois a perda das folhas e os distúrbios fisiológicos na estação seca alteram a reflectância da vegetação, já que a água é o principal mecanismo para levar os nutrientes do solo para a planta, controlando o turgor vegetal (MOREIRA, 2012).

A delimitação da área baseou-se na sua importância estratégica para o programa de Reforma Agrária no Estado do RN, e na posição geográfica (proximidade, clima, dimensões, biodiversidade) dos Assentamentos Aurora da Serra, Milagre, Soledade e Vila Nova, localizados no município de Apodi/RN. Estes imóveis possuem área total de 3.287,79 hectares, e perímetro de 34.355,50 metros. A escolha do bloco também se justifica pela integração física e social existente entre todos eles. A Figura 2 mostra o mapa de localização da área selecionada no Estado do Rio Grande do Norte.

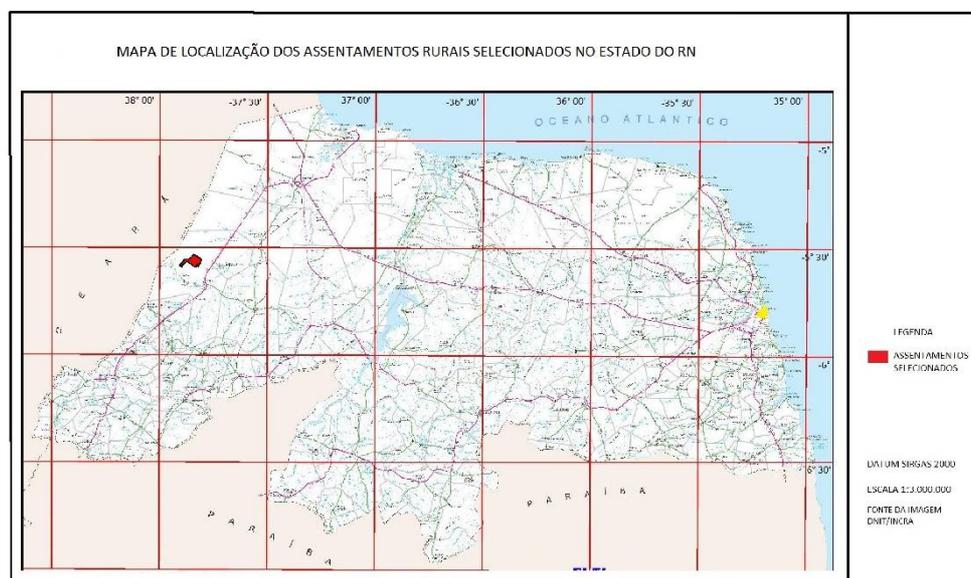


Figura 2 – Localização da área de pesquisa no estado do Rio Grande do Norte.

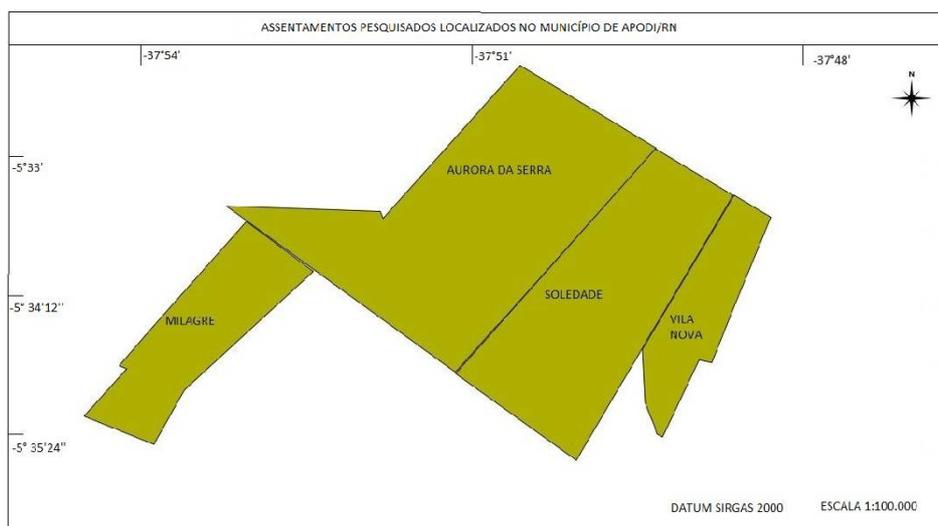


Figura 3 – Área dos assentamentos pesquisados georreferenciada no sistema de coordenadas geográficas (Lat./Long.) e Datum SIRGAS 2000.

O diagnóstico ambiental teve como objetivo principal descrever as características sociais, físicas e biológicas da área de estudo, sendo subsidiado com dados e levantamentos de campo. Ressalte-se a importância da caracterização dos sistemas ambientais para o entendimento das transformações espaciais ocorridas ao longo do tempo, e sua visualização no terreno, através de imagens ópticas orbitais.

Na área dos assentamentos selecionados, o clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo BSw'h. É semiárido quente, com menor precipitação que evaporação ao longo do ano. De acordo com Gaussen, o tipo bioclimático é o 4aTh, tropical quente de seca acentuada, com índices xerotérmicos, quantidade de dias biologicamente secos no período seco, compreendidos entre 150 e 200 dias. O período chuvoso concentra-se nos meses de fevereiro a maio, com mais intensidade em março. Apresenta também temperaturas médias anuais máximas de 36° C, média 28,1° C e mínima 21° C, e umidade relativa média anual de 68%, com 2700 horas de insolação (BRASIL, 2013b).

Geologicamente, a área está localizada na porção sudoeste da Bacia Potiguar, que teve sua evolução tectônica relacionada aos esforços extensionais durante o Cretáceo Inferior, com conseqüente rifteamento que culminou com a separação das placas sul-americana e africana (ANGELIM et al. 2006).

A sedimentação inicial da bacia ocorreu a partir de grabens estruturais relacionados com a abertura do Atlântico Sul. A litoestratigrafia da parte aflorante da Bacia Potiguar engloba as rochas siliciclásticas da Formação Açú, do Albiano-Cenomaniano, e rochas carbonáticas-evaporíticas da Formação Jandaíra, do Turoniano a

Eocampaniano, que integram o Grupo Apodi e constituem parte da sequência pós-rifte (ANGELIM et al. 2006). Na área de estudo afloram predominantemente os calcários da Formação Jandaíra.

Os assentamentos encontram-se situados em solos denominados cambissolos, que se caracterizam por apresentar material mineral com horizonte B incipiente, subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, fortemente a imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno amarelada, até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal (BRASIL, 1999).

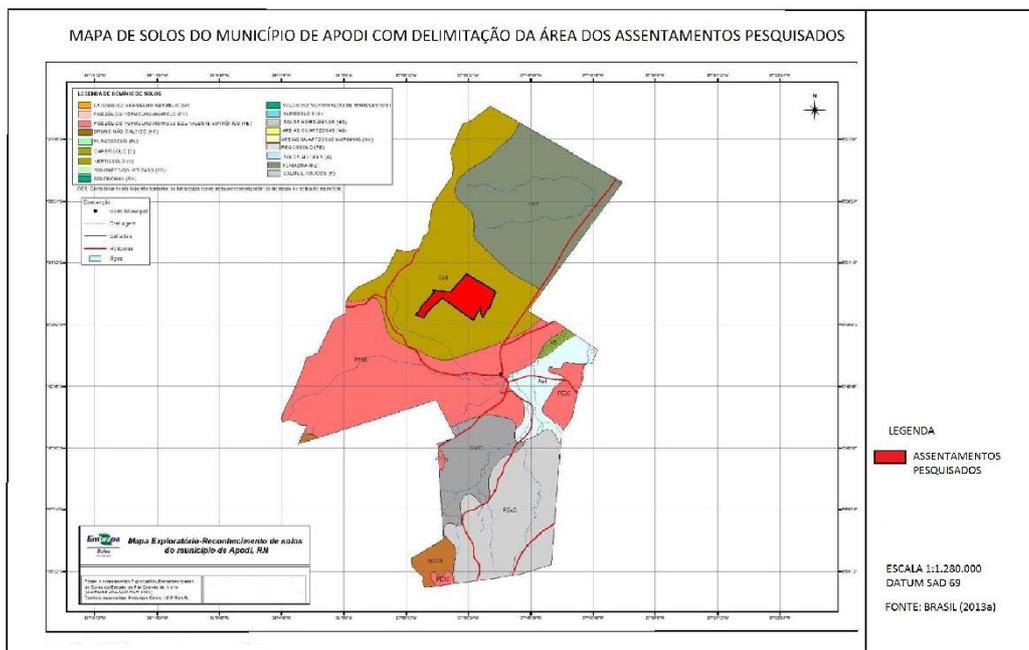


Figura 4 - Mapa de Solos do Município de Apodi/RN, com delimitação dos assentamentos pesquisados.

FONTE: Brasil (2013a).

A vegetação local se insere no bioma caatinga, com predominância do subtipo caatinga caducifólia, associada a elementos típicos de formação subcaducifólia, indicando que a área se inscreve numa faixa de transição ou de influências de outros biomas, como é o caso da presença de manchas de savana inserida nesse domínio.

As espécies mais representativas dessa região são: aroeira, cumaru, feijão bravo, catingueira, imburana, ipê, juazeiro, jurema branca, jurema preta, mandacaru, pau branco, marmeleiro, mufumbo, mulungu, xique-xique, jucá, quixabeira, espinheiro, mororó, dentre outros (BRASIL, 2013b).

A fauna da região encontra-se comprometida em razão da caça e de outras formas predatórias existentes. São informadas a presença das seguintes espécies: veado catingueiro (raro ou extinto), raposa, guaxinim, camaleão, gambá, calango, tejuçu, preá, cobras, nambu, rolinha, golinha, galo de campina, carcará, abelhas nativas (jandaíra e outras) (BRASIL, 2013b). Os desmatamentos contribuem para a diminuição da fauna local, e favorecem o desaparecimento de espécies animais.

De acordo com a Portaria MMA 126 de 27/05/2004, a área selecionada localiza-se no interior de zona prioritária de conservação da biodiversidade. Mais especificamente, em área de classe de prioridade extremamente alta. A definição de áreas prioritárias de biodiversidade pelo Ministério do Meio Ambiente segue estratégia sugerida na Convenção sobre Diversidade Biológica (BRASIL, 2013d).

A área geográfica analisada possui 128 famílias assistidas pelo Programa Nacional de Reforma Agrária, com acesso a créditos diversos (fomento, habitação, PRONAF). O número de pessoas residentes na área deve se aproximar de 500. As residências localizam-se em forma de agrovilas, respeitando a divisão territorial dos quatro assentamentos. As casas possuem um padrão único de construção, com as seguintes características: paredes de alvenaria, pelo menos 2 quartos, sala, cozinha e banheiro com fossa. Além disso, possuem energia elétrica da rede de distribuição, água através de poços artesianos e, eventualmente, carros pipa. Os assentamentos selecionados foram criados nos anos de 1988 (Soledade) e 1997 (Vila Nova, Aurora da Serra e Milagre).

As culturas agrícolas predominantes, desenvolvidas na região, são o feijão e o milho, culturas de sequeiro (ausência de projeto de irrigação), característica da agricultura familiar.

### **Materiais e metodologias**

O satélite selecionado para este trabalho foi o LANDSAT 5, lançado em 1984 e colocado em operação com o sistema sensor Thematic Mapper - TM, que registra dados em sete bandas espectrais (três no visível, uma no infravermelho próximo, duas no infravermelho médio e uma no infravermelho termal), com resolução espacial de 30 metros, exceto para a banda do termal que tem resolução espacial de 120 metros.

Todavia, o satélite encontra-se inativo desde 22/11/2011, e superou em muito tempo a sua vida útil de cinco anos preconizada a nível pré-operacional (BRASIL, 2013c).

As imagens do sistema LANDSAT 5/TM utilizadas neste trabalho foram obtidas na divisão de geração de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE<sup>3</sup>. Com elas foram gerados os mapas temáticos de cobertura da terra de duas épocas distintas, 27/06/1985 e 15/05/2010, respectivamente.

Para processamento e análise das imagens, e demais dados espaciais, adotou-se na pesquisa o Sistema para Processamento de Informações Geográficas - SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Como destaca Moreira (2012), o SPRING apresenta uma série de vantagens utilitárias quando comparado com outros softwares de geoprocessamento, principalmente por possuir um banco de dados geográfico de segunda geração e ser um aplicativo sem custos, podendo ser utilizado legalmente por toda a sociedade. Costa (2004), cita como motivação básica para o uso do SPRING a interação de dados (imagens, MNT, mapas temáticos, cadastrais, e de rede) e a facilidade de uso.

A base cartográfica digital dos assentamentos utilizada neste estudo foi confeccionada pelo setor de cartografia do INCRA/RN, sendo o levantamento dos imóveis realizado com o uso de GPS geodésico. O material encontra-se em formato CAD (*Computer Aided Design*) e padrão ESRI *Shape File*.

Para execução da pesquisa, adotou-se a metodologia de análise sistêmica do meio ambiente, fundamentada em Chorley e Kennedy apud Christofolletti (2002).

Os autores compreendem o ambiente como representante de uma entidade que tem expressão espacial a ser modelada segundo sua variabilidade taxonômica e a distribuição territorial das classes de fenômenos nele identificadas. O ambiente seria, desse modo, um sistema com expressão espacial, com limites identificáveis, estruturado por funções internas, que dão consistência às suas partes componentes, e por funções externas, que o relacionam com eventos e sistemas que lhe são exteriores.

A delimitação de qualquer sistema é arbitrário. O universo parece ser composto de conjuntos de sistemas, cada um sendo contido dentro de outro maior, semelhante a um conjunto de blocos. Como sempre é possível expandir o sistema para um objetivo de perspectiva mais ampla, também é possível talhar o sistema para uma versão menor.

Os sistemas ambientais e seus elementos estão em constante alteração, seja decorrente da interação entre seus elementos ou dos fenômenos externos. Estes refletem em suas características básicas uma acomodação das condições geradas pelas

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br>>.

entidades presentes no sistema ambiental analisado. Ao mesmo tempo, a ocorrência do evento modificará certas condições ambientais.

No caso dos assentamentos rurais estudados, a ocupação do território se acomodará às condições ambientais locais como, reciprocamente, as condições ambientais se acomodarão à dinâmica antrópica.

A utilização de imagens de sensores remotos neste trabalho almeja ser uma ponte entre a visão sistêmica do meio ambiente e a prática da pesquisa ambiental. Buscou-se transformar os dados de sensores remotos em informações espaciais sobre a cobertura da terra, analisando-os posteriormente de acordo com a caracterização dos sistemas ambientais físico, biótico, econômico e social.

A primeira etapa realizada neste trabalho foi o planejamento das atividades, com a revisão da literatura que deu suporte na definição: do tema a ser trabalhado, da área geográfica, da metodologia, do *software* para processamento dos dados geográficos, das técnicas empregadas, dos produtos finais a serem gerados e dos dados do sensor para alcançar com clareza os elementos a serem analisados.

Na etapa de caracterização fisiográfica da área de estudos, realizou-se a caracterização dos sistemas ambientais levantados na literatura e, em seguida, durante a pesquisa de campo confirmaram-se, ou não, as informações disponibilizadas. Também foram reconhecidas as especificidades ambientais locais da área de estudos.

A metodologia aplicada no processamento digital das cenas selecionadas fundamentou-se nas publicações de Crósta (1992), Florenzano (2011), Meneses e Almeida (2012) e Moreira (2012).

O processamento digital de imagens tem como objetivos, primeiro melhorar a qualidade da imagem para a análise visual humana e, segundo, fornecer elementos para auxiliar na sua interpretação e na extração de informações, ampliando as possibilidades de observar em cada imagem detalhes singulares (CRÓSTA, 1992; NOVO, 1992).

As etapas de processamento digital de imagens são divididas em: pré-processamentos, realce, classificação e pós-classificação (FLORENZANO, 2011; MOREIRA, 2012).

Com bases nestes autores, utilizou-se na etapa de pré-processamento técnicas de restauração de imagens, para eliminar distorções e refinar a sua resolução espacial (FLORENZANO, 2011). Moreira (2012) assinala a importância do uso de imagens de média resolução, como o LANDSAT 5/TM, na caracterização ambiental, porém alerta para o envelhecimento destes sensores, provocando degradações, eliminando ou atenuando o

conteúdo de alta frequência na cena. A técnica de restauração trabalha com modelos estabelecidos pelo sistema, voltados para cada sensor individualmente (CÂMARA et al., 1996).

O realce de imagens compreende outra técnica aplicada neste trabalho, que se caracteriza por procedimentos aplicados para ampliar o contraste de alvos e feições da cena e melhorar a qualidade visual dos dados. Neste estudo foram aplicadas as técnicas de realce de contraste linear e de composições coloridas RGB (CRÓSTA, 1992, MOREIRA, 2012).

Após a aplicação das técnicas acima mencionadas, realizou-se o georreferenciamento das imagens, tomando como base precisa imagens ortorretificadas da NASA. De acordo com Moreira (2012), o mosaico dessas imagens está sendo utilizado não apenas em áreas remotas, mas também em locais onde existem cartas topográficas em escala menor, devido à qualidade da ortorretificação dos dados.

Utilizou-se composição colorida 5R-4G-3B das imagens LANDSAT 5/TM selecionadas. A escolha da banda TM5, justifica-se pela boa diferenciação entre terra desnuda e vegetação, visto que os solos tendem a apresentar altos valores de níveis de cinza nesta banda. A escolha da banda TM4, baseia-se no fato de que a vegetação, quando verde, densa e uniforme apresenta alta reflectância espectral (valores altos de níveis de cinza), enquanto baixos valores de níveis de cinza são esperados sobre os corpos d'água, devido à grande absorção pela água de radiação eletromagnética na região do infravermelho, favorecendo destacar na cena o alto contraste entre estes alvos. A banda TM3 possibilita investigar e mapear relevo, rede de drenagem, por meio da visualização da mata galeria, e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca vegetação. É também importante na identificação de contrastes entre diferentes tipos de cobertura vegetal e de áreas agrícolas (MENESES et al., 2001; SILVA, 2009; PONZONI et al., 2012; MOREIRA 2012; BRASIL, 2013C).

A classificação das imagens serviu para extrair informações, reconhecendo-se padrões agrupados em classes temáticas pré-estabelecidas. Florenzano (2011) e Moreira (2012) relatam que na classificação supervisionada, o analista identifica pixels (amostras) pertencentes às classes de interesses e deixa para o algoritmo de classificação reconhecer a localização dos demais pixels baseado em critérios de padrões espectrais. A etapa de treinamento consistiu na identificação de pixels que representassem as classes temáticas definidas, buscando as áreas de pixels mais puros possíveis. Para a classificação foi utilizado o algoritmo de Máxima Verossimilhança (MAXVER). A etapa de

pós-classificação objetivou diminuir o ruído nas imagens classificadas, ou seja, eliminar pontos classificados isoladamente como diferentes de sua vizinhança (BRASIL, 2014b).

Para fins de avaliação e validação dos resultados da classificação foi utilizado o Índice Kappa, além dos dados levantados em campo e na literatura. O Índice Kappa é um índice que avalia a concordância entre a verdade terrestre e o mapa temático (MOREIRA, 2012).

## Resultados e discussão

Na classificação supervisionada realizada com o algoritmo classificador de Máxima Verossimilhança (Maxver) utilizou-se o limiar de aceitação de 100%, com definição das classes de cobertura da terra: vegetação, água e rocha/solo exposto. O resultado estatístico revelou que o desempenho geral da classificação nas cenas dos anos de 1985 e de 2010 foi, respectivamente, de 99,65% e de 98,28%. O Índice Kappa apresentou valores respectivos de 0,99 e 0,96. De acordo com tabelas de avaliação de Landis e Kock *apud* Moreira (2012) e Congalton e Green *apud* Peluzio, Saito e Santos (2010), as classificações realizadas nas duas cenas apresentaram resultados excelentes e com qualidade para o mapa temático.

Na interpretação da imagem classificada da Figura 5, observa-se que em 27/06/1985 a área pesquisada estava coberta, principalmente, por vegetação nativa, havendo poucos polígonos com solo exposto. Vale lembrar que nesta data os projetos de assentamento em estudo ainda não haviam sido criados. A terra ocupada estava representada pela grande propriedade rural, com menor exploração agrícola. No ano de obtenção da cena, a pluviosidade apresentou índices muito acima da normal climatológica, resultando numa paisagem úmida, com rios, riachos e lagoas intermitentes. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o mês de junho/1985 apresentou índice pluviométrico de 98,3 mm, e o acumulado no ano, até aquela data (27/06/1985), foi de 1.503,5 mm (BRASIL, 2014).

Na imagem classificada de 2010, mostrada na Figura 6, observa-se uma paisagem bem distinta daquela de 1985. Solos desnudos e a inexistência de águas superficiais são marcantes na cena, não havendo nenhum corpo hídrico com água, seja rio, riacho ou lagoa. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) o mês de maio/2010 apresentou índice pluviométrico de 21,1 mm, e o acumulado no ano, até a data do imageamento da cena de 2010, foi 535,6 mm (BRASIL, 2014). Numa comparação com a imagem do ano de 1985, as áreas com solo exposto aumentaram

aproximadamente em 1.000 hectares. A criação dos projetos de assentamento tornou a área aparentemente mais produtiva, devido à conversão de áreas cobertas com vegetação nativa em solo exposto, para fins agrícolas. O setor oeste das cenas mostra que a cobertura da terra foi modificada não apenas na área pesquisada, mas também em toda região do seu entorno, com a mesma dinâmica de conversão de áreas cobertas por vegetação nativa em áreas com solo desnudo (Figuras 5 e 6).

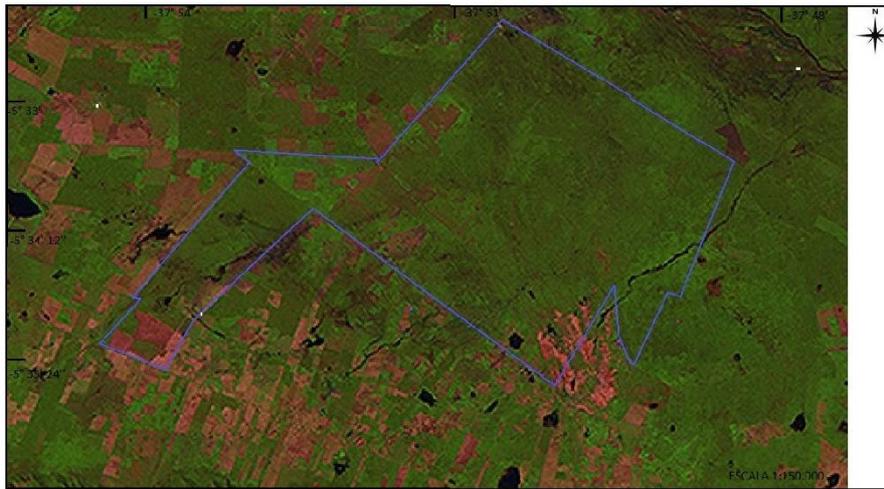


Figura 5 – Composição colorida 5R-4G-3B, falsa cor, da cena LANDSAT 5/TM de 27/06/1985.



Figura 6 – Composição colorida 5R-4G-3B, falsa cor, da cena TM/Landsat 5/TM de 15/05/2010.

Vale observar que nas duas imagens acima (Figuras 5 e 6) aparece em destaque, no canto sudeste da área, o Lajedo de Soledade, onde afloram rochas carbonáticas da Formação Jandaíra. A Figura 7 mostra aspectos gerais do Lajedo de Soledade. Essas

rochas calcárias sofreram erosão diferencial, através da dissolução por ação química das águas superficiais e subsuperficiais, originando grutas e cavernas de interesse arqueológico e geoturístico de importância nacional, devido às inúmeras pinturas rupestres encontradas em suas paredes.



Figura 7 – Aspecto gerais das macro e micro-formas de relevo esculpidas sobre rochas carbonáticas, subhorizontais, da Formação Jandaíra, no sítio arqueológico denominado de Lajedo de Soledade, localizado no município de Apodi/RN.

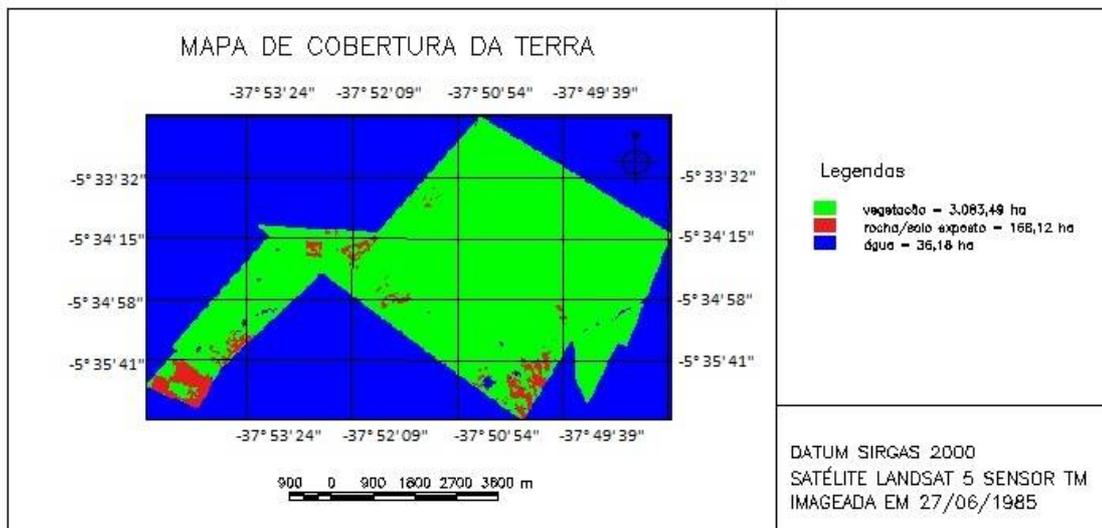


Figura 8 – Mapa de Cobertura da Terra gerado a partir da classificação da cena LANDSAT 5/TM, de 27/06/1985.

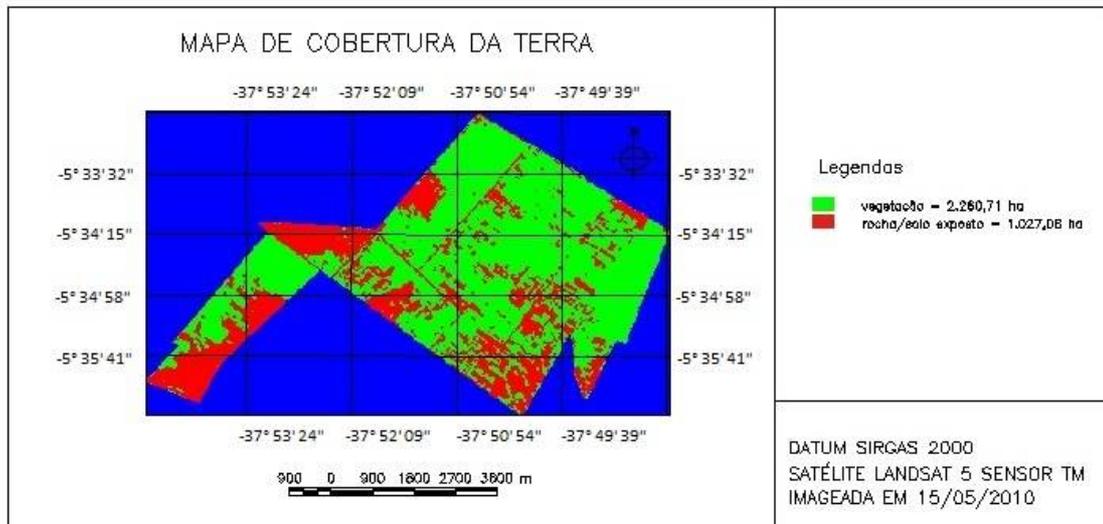


Figura 9 – Mapa de Cobertura da Terra gerado a partir da classificação da cena TM LANDSAT 5/TM, de 15/05/2010.

As imagens LANDSAT 5/TM utilizadas apresentaram informações úteis no monitoramento da cobertura da terra nos assentamentos considerados, gerando imagens que auxiliarão na gestão ambiental dessas áreas. Durante o estudo comparativo entre os dois mapas temáticos de cobertura da terra (1985 e 2010), identificou-se aumento de 858,96 hectares de área de solo exposto, diminuição de 822,78 ha de área de vegetação e de 36,18 ha de superfície de lâminas d'água (Tabela 1).

TABELA 1 - Classes de cobertura da terra			
Alvos/cenas	Rocha/Solo exposto	Vegetação	Água
27/06/1985	168,12 ha	3.083,49 ha	36,18 ha
15/05/2010	1.027,08 ha	2.260,71ha	0 ha

Na Figura 10 são mostrados dois gráficos com as variações percentuais das transformações da cobertura da terra ocorridas na área. Merece destaque a ausência de lâmina d'água na cobertura da terra na cena de 15/05/2010, explicada parcialmente pelo ano climatológico com chuvas escassas.

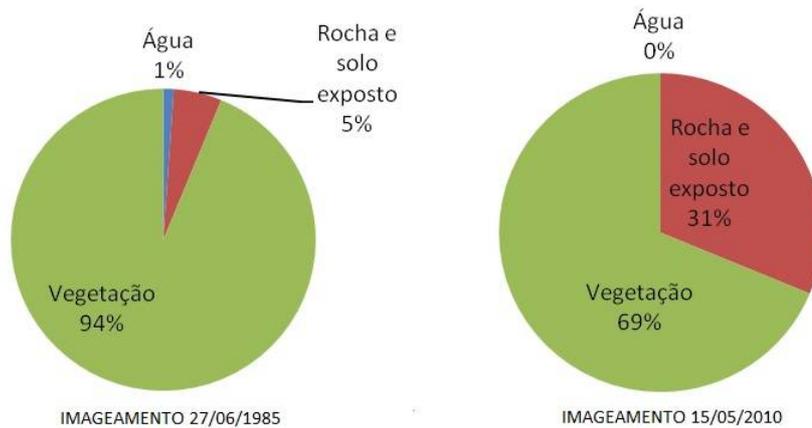


Figura 10 – Gráfico do percentual das classes de cobertura da terra, obtidas através da imagem TM/LANDSAT 5 de 27/06/1985 e de 15/05/2010.

## Conclusões

As imagens analisadas mostraram que o desmatamento para ocupação da área tornou o solo mais exposto ao longo do tempo, com as áreas desmatadas acompanhando visivelmente o desenvolvimento dos lotes produtivos, em consequência do aumento do uso do solo. A partir do exposto, entende-se que a pesquisa de imagens obtidas através de sensores remotos no semiárido brasileiro deve ser incentivada, de forma a promover o conhecimento de ferramentas úteis aos estudos de desenvolvimento regional. Espera-se que esta pesquisa possa contribuir para novas iniciativas de estudos de cobertura da terra, com uso de imagens de sensores orbitais, especialmente se realizadas em áreas de assentamentos rurais localizados em ambientes semiáridos, devido à possibilidade de implantação de políticas públicas nessas regiões.

A utilização de imagens de melhor resolução espacial certamente fornecerá resultados com maior nível de detalhamento, favorecendo o planejamento e a fiscalização das atividades conduzidas pelos assentados.

## Referências

ANGELIM, L. A. A.; MEDEIROS, V. C.; NESI, J. R. Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, 2006 **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala 1:500.000**. CPRM/FAPERN, Recife. 1 mapa color.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa Exploratório Reconhecimento de Solos do Município de Apodi/RN**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2013a.

\_\_\_\_\_. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

\_\_\_\_\_. Serviço Geológico do Brasil. **Geologia e Recursos Minerais do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2007.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Mapa Geral dos Assentamentos do RN**. Natal: INCRA, 2011.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Relatório Ambiental Simplificado do Assentamento Soledade**. Natal: INCRA, 2013b.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2013c.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade: áreas prioritárias**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidadebrasileira/areas-prioritarias>>. Acesso em: 15 de novembro de 2013d.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Históricos**. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera\\_serie\\_txt\\_mensal.php](http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/gera_serie_txt_mensal.php)> Acesso em: 20 de fevereiro de 2014.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tutorial Spring**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2014b.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

COSTA, F. R. **Geotecnologias na Análise da Dinâmica da Paisagem Mossoroense a partir dos Assentamentos Rurais do INCRA**. Monografia. Centro de Ciências Humanas, Letras e Arte. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: Editora da Unicamp, 1992.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MAY, M. A. C.; SILVA, A. B. da. **Uso da Terra no Município de Santiago/RS, analisado por aerofotogramas de 1975**. Geografia – Ensino e Pesquisa. Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Geociências, 5 de dezembro de 1994.

MENESES P. R.; NETTO, M. S. J., MORAES, L. M. E., PONZONI, J. F.; JUNIOR, F. G. L.; GALVÃO, S. L. (Eds.). **Sensoriamento Remoto: reflectância de alvos naturais**, n.d., 2001. 262 pp.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (Orgs.). **Introdução ao Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB/CNPQ, 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S.; SANTOS, A. R. dos. **SPRING 5.1.2: passo a passo aplicações práticas**. Alegre, ES: CAUFES, 2010.

PONZONI, F. J., SHIMABUKURO, Y. E., KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. Oficina de Textos, 2012. 160 p.

ROSA, R. **A Utilização de Imagens TM/LANDSAT em Levantamento do Uso do Solo**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Manaus/ AM. 1990. Anais... São José dos Campos: INPE, v.2, 1990.

SILVA, M. S. da. **Geotecnologias na Análise Temporal do Uso e Ocupação do Solo no Assentamento Favela em Mossoró/RN**. Monografia. Centro de Ciências Humanas, Letras e Arte. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.

\_\_\_\_\_. **Espectroscopia de imageamento e gamaespectrometria aérea e terrestre de pegmatitos e granitos da porção sul da Província Pegmatítica da Borborema (BPP), Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Campinas, SP: [s.n.], 2009. 173 p.

*Recebido em Maio de 2014.*

*Publicado em Junho de 2014.*