



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE/PRODEMA**



**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE AMBIENTAL
NO ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA PADRE
CÍCERO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE,
CEARÁ-MIRIM (RN).**

ANA LÚCIA FERNANDES CAMPOS

2020

Natal – RN

Brasil

Ana Lúcia Fernandes Campos

**GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE
AMBIENTAL NO ASSENTAMENTO DE REFORMA
AGRÁRIA PADRE CÍCERO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO DOCE, CEARÁ-MIRIM (RN).**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Milton Pinheiro da Silva

2020

Natal – RN

Brasil

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Sistema de Bibliotecas – SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN – Biblioteca Setorial Prof. Leopoldo Nelson
Centro de Biociências – CB

Campos, Ana Lucia Fernandes.

Geotecnologias aplicadas à análise ambiental no assentamento de reforma agrária Padre Cícero na bacia hidrográfica do rio doce, Ceará-Mirim (RN) / Ana Lucia Fernandes Campos. - Natal, 2020.
115 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Milton Pinheiro da Silva.

1. Gestão Ambiental - Dissertação. 2. Recursos Hídricos - Dissertação. 3. Solos - Dissertação. 4. Uso da Terra - Dissertação. 5. Geoprocessamento - Dissertação. I. Silva Sebastião Milton Pinheiro da. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSCB

CDU 502/504

ANA LÚCIA FERNANDES CAMPOS

Dissertação submetida ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN), como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sebastião Milton Pinheiro da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

Prof.^a. Dra. Raquel Franco de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PRODEMA/UFRN)

Prof. Dr. Jean Leite Tavares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

“Um mundo onde a pobreza e a desigualdade são endêmicas estará sempre propenso às crises ecológicas, entre outras... O desenvolvimento sustentável requer que as sociedades atendam às necessidades humanas tanto pelo aumento do potencial produtivo como pela garantia de oportunidades iguais para todos.”

“Muitos de nós vivemos além dos recursos ecológicos, por exemplo, em nossos padrões de consumo de energia... No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos.”

Relatório Brundtland, “Nosso Futuro Comum” (1988).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela oportunidade de cursar o Programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFRN.

À Superintendência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária do Rio Grande do Norte, especialmente ao Sr. José Leonardo Guedes e ao Sr. Aílton Alexandre da Silva, pelo apoio, compreensão e liberação do expediente, no INCRA, para dedicação à pesquisa.

Meu respeito e admiração ao Professor Dr. Sebastião Milton Pinheiro da Silva pelas orientações e contribuições que resultaram na realização desta pesquisa e no alcance dos seus resultados.

Aos professores do Programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente/UFRN, pelas disciplinas ministradas durante o curso.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, especialmente em nome do Sr. Douglisnilson de Moraes Ferreira, Coordenador Técnico do Laboratório de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes, da Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, especialmente em nome do Dr. José Araújo Dantas, ao Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, especialmente em nome da Sra. Gláucia Regina Luiz Xavier da Costa, por compartilhar os conhecimentos sobre os resultados das análises de solos e de águas que são apresentados nesta dissertação.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio e incentivo em todos os momentos, especialmente ao meu esposo Manassés Campos e ao meu irmão João Roberto Fernandes.

Aos colegas do INCRA/RN, pelo incentivo e compartilhamento do conhecimento sobre o Programa de Reforma Agrária que vem sendo realizado no Estado do Rio Grande do Norte, especialmente aos agrônomos Sr. Ivanildo Martins Formiga Junior e Sr. Alexandre Aidar, pelas contribuições na elaboração de mapas temáticos.

Aos colegas da Pós-Graduação do PRODEMA/UFRN, pela convivência e pelos valiosos conhecimentos compartilhados.

Aos colegas mestrandos, do Departamento de Geografia/UFRN, Miquéias Rildo de Souza Silva e Moacir Paulo de Sousa pela valiosa colaboração na realização dos trabalhos de campo.

A todos os beneficiários do Assentamento de Reforma Agrária Padre Cícero que participaram e colaboraram para a realização dessa pesquisa.

Ao Professor Dr. Franklin Roberto da Costa pelo compartilhamento das informações e *shapefiles* da Bacia Hidrográfica do Rio Doce/RN.

Aos integrantes da Banca de Qualificação, Prof.^a Dra. Raquel Franco de Souza e Prof. Dr. Fernando Moreira da Silva, pelas observações e contribuições que possibilitaram o aperfeiçoamento da pesquisa.

E, finalmente, dedico e compartilho a alegria de concluir essa etapa importante na minha vida profissional e acadêmica, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização dessa pesquisa.

RESUMO

No estado do Rio Grande do Norte, região nordeste do Brasil, foram criados 286 Projetos de Assentamentos Federais de Reforma Agrária, no período de 1987 até 2019. No total, esses assentamentos ocupam uma área de 520 mil hectares, correspondendo à 10% do território potiguar, e nos quais vivem mais de vinte mil famílias beneficiadas pelo Programa Nacional de Reforma Agrária. A Superintendência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária–RN é o órgão responsável pela gestão das áreas reformadas no Estado. Aspectos políticos, estruturais e conjunturais, consolidados em restrições orçamentárias, dificultam o trabalho de acompanhamento da evolução da ocupação desses assentamentos. Em consequência, a fiscalização e o monitoramento ambiental sistemáticos por métodos tradicionais de visitas em campo tornam-se onerosos para a totalidade dos assentamentos do RN. O objetivo da pesquisa foi o de investigar as alterações, possíveis impactos e as condições ambientais atuais do Assentamento Padre Cícero, buscando contribuir com dados e informações atualizadas para a melhoria do planejamento e da gestão ambiental da área reformada. Também são apresentados dados atuais sobre a regulamentação da reforma agrária no Brasil e sobre a gestão ambiental dos assentamentos de reforma agrária no Rio Grande do Norte. O Assentamento Padre Cícero foi selecionado devido à significativa relevância ambiental, dado que compreende várias microbacias de nascentes do Rio Guajiru e do Rio do Mudo, que integram parte da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN), que é uma das mais importantes do estado. Foram empregadas imagens de satélite, de drone, análises de solos e de águas, além de levantamentos e observações de campo. O Mapa de Uso e Cobertura do Solo foi elaborado a partir de uma cena do satélite Sentinel-2, cujos resultados demonstram que o Assentamento Padre Cícero apresenta boa cobertura vegetal na área de Reserva Legal, que 43% da área corresponde a solo descoberto e área de pastagem, e que os recursos hídricos superficiais representam, de forma preocupante, menos de 1% da área do Assentamento. O solo Neossolo Quartzarênico, predominante na área, é deficiente em nutrientes e susceptível a processos erosivos. As análises de águas indicaram qualidade inadequada para o consumo humano, sendo aproveitável para a dessedentação animal. Ficou constatado que o desmatamento, o manejo inadequado do solo e a ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanentes estão comprometendo a quantidade e a qualidade das águas no assentamento. Se faz necessário a adoção de medidas de recuperação ambiental, principalmente, o reflorestamento das Áreas de Preservação Permanentes da Lagoa dos Pombos e do Riacho Jambolão, que devem contribuir diretamente para melhoria da qualidade e da quantidade da água no assentamento. O emprego de geotecnologias foi importante para a pesquisa e, certamente, poderá contribuir para os estudos que visam a melhoria da gestão ambiental dos assentamentos de reforma agrária na perspectiva do uso e aproveitamento sustentável da terra.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental; Recursos Hídricos; Solos; Uso da Terra; Geoprocessamento.

ABSTRACT

In the state of Rio Grande do Norte, northeast region of Brazil, 286 Federal Land Reform Projects were created, from 1987 to 2019. In total, these settlements occupy an area of 520 thousand hectares, corresponding to 10% of the territory of Rio Grande do Norte, and which live more than twenty thousand families benefited by the National Agrarian Reform Program. The Superintendency of the National Institute of Colonization and Agrarian Reform - RN is the body responsible for managing the reformed areas in the State. Political, structural and conjunctural aspects consolidated in budget restrictions hinder the work of monitoring the evolution of the occupation of these settlements. As a result, systematic environmental inspection and monitoring using traditional field visit methods becomes costly for all RN settlements. The objective of the research was to investigate the changes, possible impacts and the current environmental conditions of PA Padre Cícero, seeking to contribute with updated data and information to improve the planning and environmental management of the occupied area. Current data on agrarian reform regulations in Brazil and on the environmental management of agrarian reform settlements in Rio Grande do Norte are also presented. The Padre Cícero Settlement was selected due to its significant environmental relevance, as it comprises several microbasins from the sources of the Guajiru River and Rio do Mudo, which are part of the Rio Doce-RN Hydrographic Basin, which is one of the most important in the state. Satellite, drone, soil and water analysis were used, in addition to surveys and field observations. The Land Use and Coverage Map was prepared with a scene from the Sentinel-2 satellite, the results of which show that the Padre Cícero Settlement has good vegetation cover in the Legal Reserve area, that 43% of the area corresponds to uncovered soil and pasture area, and that surface water resources represent, worryingly, less than 1% of the settlement area. The soil, Neossolo Quartzarênico, dominant in the area is deficient in nutrients and susceptible to erosive processes. Water analysis indicated inadequate quality for human consumption, being usable for animal drinking. It was found that deforestation, inadequate soil management and irregular occupation of Permanent Preservation Areas are compromising the quantity and quality of water in the settlement. It is necessary to adopt environmental recovery measures, mainly the reforestation of the Permanent Preservation Areas of Lagoa dos Pombos and Riacho Jambolão, which should directly contribute to improving the quality and quantity of water in the settlement. The use of geotechnologies was important for the research and, certainly, it can contribute to the studies that aim to improve the environmental management of the agrarian reform settlements in the perspective of the use and sustainable use of the land.

KEYWORDS: Environmental Management; Water Resources; Soils; Land use; Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Introdução, Caracterização Geral da Área de Estudo e Metodologia Geral.

Figura 1 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	14
Figura 2 – Distribuição Espacial dos Assentamentos Federais de Reforma Agrária no Estado do Rio Grande do Norte.....	21
Figura 3 – Regra da Escadinha.....	25
Figura 4 – Imagens do Lago Paranoá em Brasília.....	33
Figura 5 – Cena do Satélite Sentinel-2 sobreposta a cerca de 50 Assentamentos de Reforma Agrária na região agreste e no semiárido do RN.....	36
Figura 6 – Assentamentos localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN, a partir do Modelo Digital de Elevação da imagem do satélite Alos Palsar.....	38
Figura 7 – Assentamentos localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN, com destaque para os Recursos Hídricos.....	45
Figura 8 – Recorte de imagem do Google Earth Pro com a localização do Assentamento Padre Cícero na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e sua articulação no município de Ceará-Mirim (RN).....	47
Figura 9 – Alguns cenários registrados na área do Assentamento Padre Cícero.....	48
Figura 10 – Imagem do Assentamento Padre Cícero onde constam os locais de coleta de água e de abertura de poços de pesquisas para coleta de amostras dos solos.....	52
Figura 11 – Registros fotográficos apresentando locais dos poços de pesquisas, perfis e amostras de solos no Assentamento Padre Cícero.....	53
Figura 12 – Registros fotográficos mostrando aspectos dos mananciais superficiais no Assentamento Padre Cícero nos quais foram realizadas as coletas das amostras de águas.....	56

Capítulo 1 – Artigo: "MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO DO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO EM CEARÁ-MIRIM–RN, BASEADO EM DADOS SENTINEL-2.

Figura 1 – Localização do Assentamento Padre Cícero e de municípios que estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, sobrepostos à imagem Google Earth do ano de 2011.....	64
Figura 2 – Mapa do parcelamento do Assentamento Padre Cícero, localizado em Ceará-Mirim – RN.....	65

Figura 3 – Imagem do Satélite Sentinel-2 do Assentamento Padre Cícero, datada de 30/06/2018.....	70
Figura 4 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero, localizado em Ceará-Mirim (RN).....	70
Figura 5 – Fotografias obtidas com sobrevoo do drone DJI Phantom 4, na área do PA Padre Cícero, onde se observa a vegetação verdejante no mês de junho de 2019 (fotos a, b, c, d), e a vegetação um pouco mais seca no mês de novembro de 2019 (fotos e, f).....	73

Capítulo 2 – Artigo: "DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (RN), COM APOIO DE GEOTECNOLOGIAS E DADOS DE CAMPO"

Figura 1 – Mapa da localização e do parcelamento do Assentamento Padre Cícero, localizado em Ceará-Mirim – RN.....	86
Figura 2 – Localização dos pontos de coleta de amostras de águas, dos recursos hídricos superficiais, e de solos realizadas no perímetro do Assentamento Padre Cícero.....	89
Figura 3 – Registros Fotográficos dos perfis de solos no Assentamento Padre Cícero.....	90
Figura 4 – Registros Fotográficos dos locais de coleta de amostras de água, com uso de equipamento de pesca, no Assentamento Padre Cícero.....	91
Figura 5 – Mapa Hipsométrico do Assentamento Padre Cícero	93
Figura 6 - Mapa do Assentamento Padre Cícero com rede de drenagem dos rios perenes, dos intermitentes e/ou efêmeros e com as Áreas de Preservação Permanentes sobrepostas à composição colorida 4R-3G-2B do recorte da cena Sentinel-2.....	98
Figura 7 – Registros fotográficos que revelam impactos e a degradação ambiental no perímetro do Assentamento Padre Cícero.....	102
Figura 8 – Recorte de imagem do Google Earth Pro de agosto de 2011 onde se observa áreas de microbacias de nascentes do Rio Guajiru, com vegetação local rasteira típica, e áreas úmidas longilíneas que realçam canais fluviais em forma de leque arborescente, alguns deles ainda com água no médio e baixo curso, com destaque a Rodovia RN-064 que atua como barramento artificial dessas áreas e canais fluviais	103

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 – Artigo: "MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO DO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO EM CEARÁ-MIRIM–RN, BASEADO EM DADOS SENTINEL-2.

Tabela 1 – Precipitação pluviométrica registrada em Ceará-Mirim–RN, no ano de 2018.....67

Tabela 2 – Classes de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero71

Capítulo 2 – Artigo: "DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO, NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (RN), COM APOIO DE GEOTECNOLOGIAS E DADOS DE CAMPO”

Tabela 1 – Resultados das Análises de Fertilidade dos Solos do Assentamento Padre Cícero.....95

Tabela 2 – Resultados das Análises de Granulometria dos Solos do Assentamento Padre Cícero.....96

Tabela 3 – Resultados das Análises de Águas dos Recursos Hídricos Superficiais do Assentamento Padre Cícero;.....99

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	12
1.1	Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	12
1.2	A Reforma Agrária no Brasil	14
1.3	A Reforma Agrária no Estado do Rio Grande do Norte	20
1.4	As Inovações do Código Florestal de 2012	22
1.5	A Regularização dos Assentamentos de Reforma Agrária no RN	27
1.6	As Geotecnologias	31
1.6.1	A Missão do Satélite Sentinel-2	35
1.6.2	A Missão Alos Palsar	36
1.7	Objetivos: Geral e Específicos	38
2	A ÁREA DE ESTUDO	41
2.1	A Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN	41
2.2	O Assentamento de Reforma Agrária Padre Cícero	45
3	METODOLOGIA GERAL	49
3.1	Revisão Bibliográfica e Levantamentos de Dados e de Informações	49
3.2	Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero	50
3.3	Levantamento e análise dos solos no Assentamento Padre Cícero	51
3.4	Levantamento e análise das águas superficiais no PA Padre Cícero	54
CAPÍTULO I		
ARTIGO "MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO DO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO EM CEARÁ-MIRIM-RN, BASEADO EM DADOS SENTINEL-2"		
		57
CAPÍTULO 2		
ARTIGO "DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (RN), COM APOIO DE GEOTECNOLOGIAS E DADOS DE CAMPO"		
		79
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
	REFERÊNCIAS GERAIS	109

1 INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Essa pesquisa está alinhada aos preceitos do Artigo 225 da Constituição Federal de 1988, que estabelece “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O Programa de Reforma Agrária proporciona desconcentração da estrutura fundiária, geração de ocupação e renda, redução da migração campo-cidade, promoção da cidadania e justiça social, combate à fome e à miséria, além de promover o aproveitamento adequado dos recursos naturais disponíveis e a preservação do meio ambiente, ou seja, objetivos que tem relação direta com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), como podemos constatar, principalmente, quanto aos Objetivos nº 1, 2, 10 e 15.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) constituem o eixo central da Agenda 2030, que começou a vigorar em 1º de janeiro de 2016, após ser aprovada pelos 193 Estados-Membros das Nações Unidas, durante a 70ª sessão da Assembleia Geral da ONU, é um documento detalhado que objetiva orientar ações nas três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, social e ambiental) em todos os países participantes, pelos próximos 15 anos, ou seja, até 2030 (ONU, 2016).

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que foram construídos com base nos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, representam um plano de ação global para eliminar a pobreza extrema e a fome, e promover o desenvolvimento sustentável baseado nos pilares ambientais, sociais e econômicos (BELLUZO, 2018).

O Brasil participou de todas as sessões da negociação intergovernamental sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Chegou-se a um acordo que contempla 17 Objetivos e 169 metas, envolvendo temáticas diversificadas, como erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água, saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres (IPEA, 2019).

O Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – IPEA foi o órgão responsável pela adequação das metas globais do Desenvolvimento Sustentável à realidade brasileira, em cumprimento à atribuição recebida pela Comissão Nacional dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Em 2018, a instituição dedicou-se a coordenar o processo

governamental de adaptação das metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas às prioridades do Brasil (IPEA, 2019).

Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)

- 1 – Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
- 2 – Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
- 3 – Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
- 4 – Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- 5 – Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
- 6 – Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos.
- 7 – Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e preço acessível à energia.
- 8 – Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
- 9 – Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
- 10 – Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles.
- 11 – Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e mais sustentáveis.
- 12 – Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
- 13 – Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos.
- 14 – Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
- 15 – Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
- 16 – Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
- 17 – Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

A Figura 1 apresenta o quadro com a síntese dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, que tem sido divulgado em vários meios de comunicação no Brasil.

Figura 1 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: ONU, 2016

1.2 A REFORMA AGRÁRIA NO BRASIL

No Brasil, a Reforma Agrária é regulamentada pelo Estatuto da Terra, Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, e pela Lei Agrária nº 8.629, 25 de fevereiro de 1993, que representam um conjunto de normas que definem os direitos e obrigações relativos aos imóveis rurais, especificamente para execução da reforma agrária. De maneira geral, a reforma agrária visa promover uma melhor distribuição da terra mediante mudanças no regime de posse e uso, buscando respeitar os princípios da justiça social. A Reforma Agrária é um amplo processo de redistribuição da propriedade da terra, com o objetivo de equiparar o quadro de posse, via transformação econômica, social e política. Neste quadro, o INCRA insere-se como a instituição mediadora, assentando e instruindo os novos proprietários da terra (FAGUNDES e GASTAL JUNIOR, 2008; CALDART *et al.*, 2013).

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), foi criado em 9 de julho de 1970, com a missão prioritária de realizar a reforma agrária, manter o cadastro nacional de imóveis rurais e administrar as terras públicas da União. Ressalta-se que o INCRA remonta à Superintendência de Política Agrária (SUPRA), instituída em 11 de outubro de 1962, pelo governo do Presidente João Goulart, que foi extinta em 1964, com a edição do

Estatuto da Terra, que criou o Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (IBRA) e o Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário (INDA), que vieram a ser substituídos pelo INCRA, em 1970, a partir da fusão do IBRA com o INDA. O Órgão tem sede em Brasília, e está espalhado por todo o território nacional por meio de 30 Superintendências Regionais.

Estudos demonstram que todos os países hoje chamados de desenvolvidos realizaram, em algum momento de sua história, alterações em suas estruturas fundiárias, resolvendo problemas causados por distorções semelhantes às existentes no Brasil. Em outras palavras: a concentração de terras, de poder e de oportunidades de acesso às possibilidades de realização humana, que o desenvolvimento das sociedades oferece, foi enfrentada com sucesso, a partir de reformas na estrutura agrária. Assim, a distribuição de terras constituiu as bases necessárias para que na Itália, França, Alemanha, Inglaterra, Japão, Canadá, entre outros, se consolidassem mercados internos fortes, sob o ponto de vista da economia (STÉDILE, 1997; MELGAREJO, 2001; SACHS, 2008).

Nesse contexto, a Lei de Terras promulgada em 1862, no governo de Abraham Lincoln, nos Estados Unidos, garantiu a todos os cidadãos o direito de acesso a 80 hectares de terra, beneficiando mais de 6 milhões de famílias de agricultores, no período de 1862 a 1910 (CALDART *et al.*, 2013).

Segundo Stédile (2005) e Oliveira (2017), no Brasil nunca se efetivou um programa de reforma agrária verdadeiro e o que houve, depois do golpe militar de 1964, foram desapropriações pontuais de alguns latifúndios e um programa mais amplo de colonização de terras públicas na Amazônia, que não afetaram a estrutura da propriedade da terra. Stédile (2005) afirma que as desapropriações de latifúndios oscilam a cada governo, mais como resultado da pressão social dos movimentos e organizações sociais do que de um amplo programa de reforma agrária estruturado pelo Estado, ou seja, o que temos no Brasil é uma política de criação de assentamentos de reforma agrária para atender as demandas sociais.

Nesse sentido, Caldart *et al.* (2013) e Silva (2018) afirmam que o Brasil é um dos países com maiores níveis de concentração de terras no mundo, sendo que em nosso território encontram-se os maiores latifúndios, relacionados às raízes históricas que se originaram no início da ocupação portuguesa no Brasil, no século XVI, com a criação das sesmarias. Essa forma de colonização, do tipo exploratória, imposta pelos colonizadores portugueses no Brasil, estabeleceu as raízes da desigualdade social e territorial, que persistem no país até os dias atuais (PRADO JÚNIOR, 1970).

Legalmente, o Estatuto da Terra, assegura a todos, mais especificamente no 2º Artigo, a oportunidade de acesso à propriedade da terra, desde que essa propriedade desempenhe

integralmente a sua função social, simultaneamente atendida, e de acordo com os incisos específicos:

- a) favorecer o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores que nela labutam, assim como de suas famílias;
- b) manter níveis satisfatórios de produtividade;
- c) assegurar a conservação dos recursos naturais e
- d) observar as disposições legais que regulam as justas relações de trabalho entre os que a possuem e a cultivem.

Pode-se observar a preocupação com a questão ambiental, lembrando que esse Estatuto foi publicado no ano de 1964, antes mesmo da edição do Código Florestal/Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965. O Estatuto da Terra, no artigo 2º, inciso “c”, aborda a questão dos recursos naturais, enfatizando que a terra desempenha sua função social quando assegura a conservação dos recursos naturais.

De acordo com o Estatuto da Terra, a Reforma Agrária visa estabelecer um sistema de relação entre o homem, a propriedade rural e o uso da terra, capaz de promover a justiça social, o progresso e o bem-estar do trabalhador rural e, também o desenvolvimento econômico do país, com a gradual extinção do minifúndio e do latifúndio (Brasil, 1964).

Devido à importância do tema, seguem as definições de minifúndio, latifúndio e propriedade familiar, de acordo com Lei 4.504/1964:

- a) Minifúndio é o imóvel rural de área inferior à da propriedade familiar;
- b) Latifúndio é o imóvel rural que excede a dimensão máxima fixada na forma do artigo 46 desta Lei, ou seja, 600 vezes o tamanho do módulo fiscal, tendo em vista as condições ecológicas, sistemas agrícolas regionais e o fim a que se destine; e não excedendo o limite referido na alínea anterior, e tendo área igual ou superior à dimensão do módulo de propriedade rural, seja mantido inexplorado em relação às possibilidades físicas, econômicas e sociais do meio, com fins especulativos, ou seja, deficiente ou inadequadamente explorado, de modo a vedar-lhe a inclusão no conceito de empresa rural;
- c) Propriedade Familiar é o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros (BRASIL, 1964).

Na prática, de acordo com Stédile (2005), apesar do Estatuto da Terra de 1964, da Constituição Federal de 1988, e da subsequente Lei Agrária 8.629/1993, o processo de concentração da propriedade da Terra no país continuou crescendo e o Brasil se mantém como um dos países de maior concentração fundiária do mundo. O autor esclarece que não considera a criação de assentamentos como um processo de reforma agrária; e ressalta, que mesmo com a criação dos assentamentos, o processo de concentração da propriedade da terra no Brasil continua.

De acordo com Germani (2001) nunca existiu uma estratégia de atuação do estado no sentido de promover a reforma agrária de fato, mas sim, uma tentativa de atender a demanda dos movimentos sociais, conciliando com os interesses dos grandes proprietários de terra, promovendo uma política de criação de assentamentos.

Nesse sentido, Porto Gonçalves (2005), afirma, que ao contrário do que muitos vêm assinalando, o latifúndio não só vem se fortalecendo com a modernização agrícola, como vem mantendo as mesmas práticas autoritárias e violentas, que sempre caracterizaram a formação social no Brasil.

Segundo Ferreira (2010), os movimentos sociais de luta pela reforma agrária contribuíram muito para a democratização no território rural brasileiro, no entanto, a persistência de uma estrutura fundiária fortemente concentradora continua sendo problema grave no Brasil, onde cerca de 30 milhões de brasileiros vivem em condições precárias no campo, haja vista, a persistência de várias dificuldades de tornar os assentamentos modelos de produção.

A Reforma Agrária tem na Constituição Federal de 1988, artigos específicos dedicados ao tema, como o artigo 184: “Compete à União desapropriar por interesse social, para fins de reforma agrária, o imóvel rural que não esteja cumprindo sua função social, mediante prévia e justa indenização em títulos da dívida agrária, com cláusula de preservação do valor real, resgatáveis no prazo de até vinte anos, a partir do segundo ano de sua emissão, e cuja utilização será definida em lei.”

O Artigo 186, da Constituição Federal, descreve fatores ambientais que devem ser atendidos para conceituar “função social da propriedade rural”, e ratifica o Estatuto da Terra, reconhecendo a importância da preservação do meio ambiente, e registra que a função social da terra é cumprida quando a propriedade rural atende, simultaneamente, os seguintes requisitos: aproveitamento racional e adequado; utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente; observância das disposições que regulam as

relações de trabalho e, por fim, exploração que favoreça o bem estar dos proprietários e dos trabalhadores (BRASIL, 1988).

Para regulamentar os artigos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III da Constituição Federal de 1988, foi criada a Lei 8.629/1993, na qual o 9º Artigo detalha os critérios elencados pela Constituição Federal quanto à importância do meio ambiente na conceituação da “função social da propriedade rural”, estabelecendo que a utilização dos recursos naturais disponíveis devem respeitar a vocação natural da terra, de modo a manter o potencial produtivo da propriedade, considerando a preservação do meio ambiente e a manutenção das características próprias do meio natural e da qualidade dos recursos ambientais, na medida adequada à manutenção do equilíbrio ecológico da propriedade, bem como, que a exploração da terra deve favorecer o bem-estar dos proprietários e trabalhadores rurais.

A Lei 8.629/1993 apresenta novos conceitos para a classificação quanto ao tamanho da propriedade, alterando o que foi estabelecido no Estatuto da Terra. Essa nova definição de dimensão da propriedade se faz muito importante, pois passa a classificar a pequena propriedade como imóvel rural até quatro módulos fiscais (BRASIL, 1993), e dependendo do enquadramento da propriedade, a mesma passa a ter certos “benefícios” em termos de uso e recuperação de Áreas de Preservação Permanentes:

- a) Pequena Propriedade é o imóvel de área compreendida até quatro módulos fiscais;
- b) Média Propriedade é o imóvel rural de área superior a quatro e até quinze módulos fiscais;
- c) Grande Propriedade é o imóvel rural de área superior a quinze módulos fiscais.

O Módulo Fiscal é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município do Brasil, levando-se em conta o tipo de exploração predominante no município, bem como a renda obtida no tipo de exploração predominante. A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade. No Brasil, o tamanho do módulo fiscal pode variar de 5 a 110 hectares; no Rio Grande do Norte o módulo fiscal pode variar de 7 a 70 hectares, onde temos o município de Natal com o menor Módulo Fiscal, que corresponde a 7 hectares, e os municípios de Mossoró e Baraúna, que apresentam o maior Módulo Fiscal, que corresponde a 70 hectares, ou seja, a pequena propriedade em Mossoró chega a ter até 280 hectares e a grande propriedade, que é classificada com mais de 15 módulos fiscais apresenta área superior a 1.050 hectares.

A Lei 8.629/1993, no Artigo 18º, define os títulos legais que devem ser emitidos em benefício dos assentados pelo Programa Nacional de Reforma Agrária, que podem ser de forma individual ou coletiva, e nos quais constam cláusulas resolutivas, estipulando os direitos e as obrigações da entidade concedente (INCRA) e dos concessionários (assentados), sendo que para os Projetos de Assentamentos Federais tradicionais (PA's) são emitidos títulos de Contrato de Concessão de Uso e Títulos de Domínio. Para os assentamentos diferenciados, como os Projetos de Assentamentos Florestais, Projetos de Assentamentos Agroextrativistas e Projetos de Desenvolvimento Sustentável, podem ser emitidos títulos de Concessão de Direito Real de Uso (BRASIL, 1993).

No Brasil existem 9.374 Assentamentos de Reforma Agrária Federais, que ocupam área de mais de 88 milhões de hectares, e nos quais são beneficiadas, aproximadamente, 972 mil famílias. A criação de um assentamento é feita por meio de Portaria, publicada no Diário Oficial da União, na qual consta a área do imóvel, a capacidade estimada de famílias, o nome do Projeto de Assentamento (PA) e as etapas que serão adotadas para assegurar a sua implantação.

Os assentamentos podem ser divididos em dois grupos: Projeto de Assentamento de Reforma Agrária tradicional, denominado Projeto de Assentamento; e os ambientalmente diferenciados que são denominados: Projeto de Desenvolvimento Sustentável, Projeto de Assentamento Agroextrativista, e Projeto de Assentamento Florestal (INCRA, 2018).

Seguem informações sobre os tipos de Assentamentos criados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária–INCRA no território brasileiro:

- a) Projeto de Assentamento Federal (PA): São assentamentos convencionais, que predominam no Brasil, onde a obtenção da terra, criação do Projeto e seleção dos beneficiários é de responsabilidade do INCRA. Ocorre emissão de Contrato de Concessão de Uso e, posteriormente, Título de Domínio. A maioria dos PA's é parcelada em lotes individuais, área coletiva, área comunitária e Reserva Legal. Os Assentamentos criados no estado do Rio Grande do Norte são todos dessa modalidade, classificados como PA.
- b) Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS): são Projetos de Assentamentos que foram regulamentados pela Portaria/INCRA nº 477/99, visando o desenvolvimento de atividades ambientalmente diferenciadas, como agroecológicas, e destinados para populações tradicionais, como ribeirinhos e comunidades extrativistas. Não ocorre individualização de parcelas e a emissão dos títulos é coletiva, sendo emitidos Títulos

de Concessão Direito Real de Uso. Trata-se de uma modalidade de assentamento que busca promover atividades produtivas em áreas de interesse ambiental, com acompanhamento sistemático baseado no uso de práticas agroecológicas e produção sustentável.

- c) Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE): são Projetos de Assentamentos regulamentados pelo Decreto 90.897/1990, visando o desenvolvimento de atividades ambientalmente diferenciadas e destinados para populações de comunidades extrativistas. O Título de Concessão de Uso é emitido de forma coletiva. Essa modalidade de Assentamento visa atender a uma realidade regional e ecológica, destinam-se às regiões onde a mata nativa ainda pode fornecer condições de subsistência aos chamados “povos da floresta”, como os seringueiros, castanheiros e ribeirinhos.
- d) Projeto de Assentamento Florestal (PAF): são Projetos de Assentamentos instituídos desde 2006. É uma modalidade de assentamento voltado para o manejo de recursos florestais em áreas com aptidão para a produção florestal familiar comunitária e sustentável, especialmente aplicável à região norte. A produção florestal madeireira e não madeireira no PAF deverá seguir as regulamentações do IBAMA para Manejo Florestal Sustentável. São destinados para produtores florestais assentados que se organizam em associação ou cooperativa, e o Título de Concessão de Uso é emitido de forma coletiva.

1.3 A REFORMA AGRÁRIA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

No Estado do Rio Grande do Norte foram criados 286 Projetos de Assentamentos Federais de Reforma Agrária, no período de 1987 até 2019 (Figura 2). Esses assentamentos ocupam uma área de 520 mil hectares, correspondendo a aproximadamente 10% do território potiguar, e onde vivem mais de vinte mil famílias beneficiadas pelo Programa Nacional de Reforma Agrária (INCRA, 2019). Desse total, 6 Assentamentos estão inseridos, no todo ou em parte, na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, situada na porção leste do estado do Rio Grande do Norte, e abrigam 542 famílias. A Superintendência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária–RN é o órgão responsável pela gestão das áreas reformadas no Estado. Aspectos políticos, estruturais e conjunturais, consolidados em restrições orçamentárias e

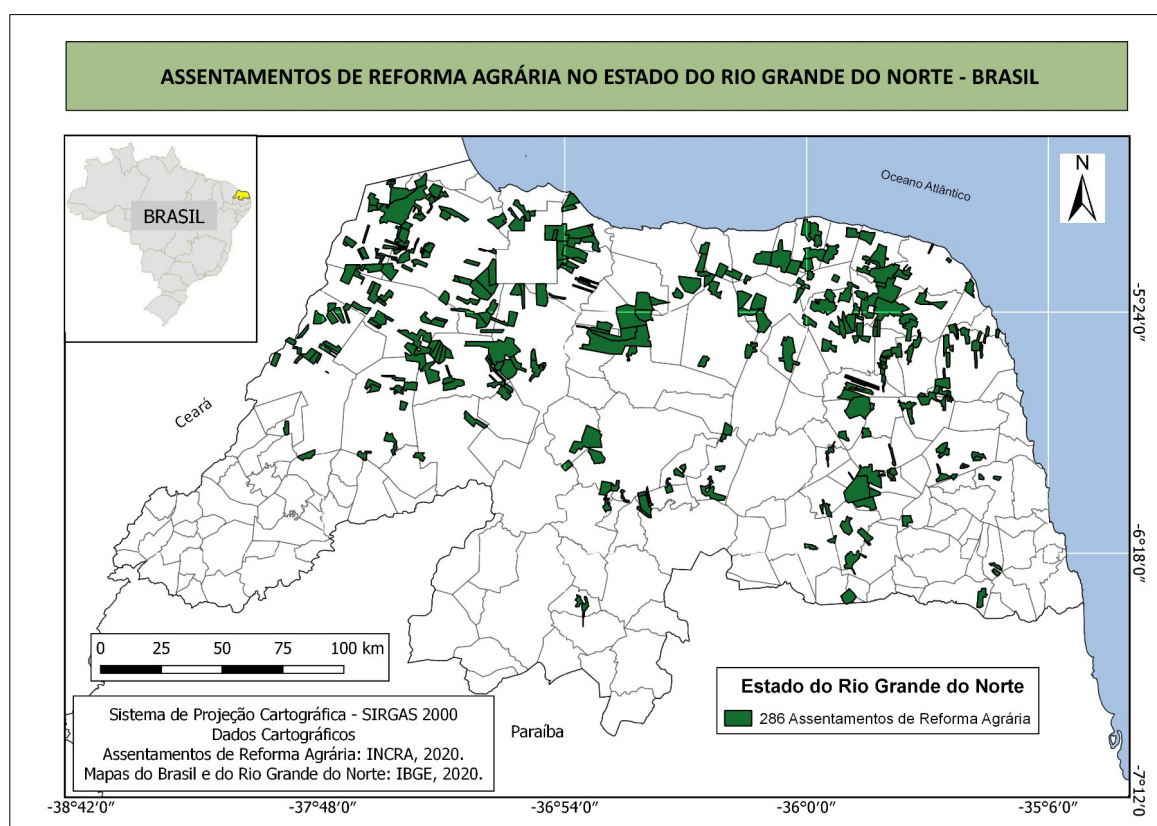
operacionais, dificultam o trabalho de acompanhamento do processo evolutivo da ocupação desses assentamentos.

Cada Superintendência do INCRA estabelece as regiões prioritárias para a obtenção de terras para fins de reforma agrária, considerando a realidade fundiária local e outros critérios, como maior proporção de famílias em situação de extrema pobreza em zonas rurais, áreas de maior concentração de grandes propriedades e características geográficas.

A obtenção de terras para o Programa de Reforma Agrária pode ser feita de diversas maneiras, sendo a desapropriação dos imóveis improdutivos a mais utilizada, seguida do processo de compra e venda.

A Figura 2 apresenta o mapa do estado do Rio Grande do Norte com a distribuição espacial dos 286 Assentamentos Federais de Reforma Agrária, onde observa-se a maior concentração desses assentamentos nos municípios de Mossoró (34), Apodi (16), João Câmara (15), Upanema (13), Governador Dix-Sept Rosado (12) e Ceará-Mirim (12).

Figura 2 – Distribuição Espacial dos 286 Assentamentos Federais de Reforma Agrária no Estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaborado por Ana Campos, a partir de dados cartográficos do IBGE (2020), e do INCRA (2020).

O Programa de Reforma Agrária implica no forte envolvimento do governo federal, estadual e municipal, que devem se integrar para que os assentados tenham melhoria na qualidade de vida e possam desenvolver as atividades agropecuárias respeitando a legislação agrária e ambiental. Cada lote do assentamento é uma unidade da agricultura familiar em seu respectivo município e demanda benefícios de todas as esferas de governo, como escolas (governo municipal e estadual), estradas (governo municipal), créditos (governo federal e estadual), assistência técnica (governo estadual e federal) e saúde (governo municipal). A reforma agrária também proporciona a oportunidade de resgate social do cidadão, buscando garantir a inclusão dos assentados nas políticas públicas de acesso ao crédito, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar–PRONAF, que pode ser utilizado para o financiamento de diversos projetos agropecuários de forma individual ou coletiva, sendo que, atualmente, chega a liberar até R\$ 25.000,00 por agricultor, com juros de 0,5% ao ano, para quitação em 10 anos (INCRA, 2019).

1.4 AS INOVAÇÕES DO CÓDIGO FLORESTAL DE 2012.

A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como Código Florestal, é um instrumento legal que diz respeito à preservação do meio ambiente, e tem como princípio estabelecer normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, incluindo as Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito. Seu texto original foi modificado em alguns pontos pela Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, e alguns artigos foram regulamentados pelo Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. O código Florestal de 2012 revogou o Código Florestal de 1965, que era regulamentado pela Lei 4.771/1965 (BRASIL, 2012).

Uma das inovações do Código Florestal de 2012 foi a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA). O CAR possibilita, ao Governo Federal e aos órgãos ambientais estaduais, conhecer a localização de cada imóvel rural e a situação de sua adequação ambiental, enquanto o PRA possibilita que os estados possam orientar e acompanhar os proprietários e posseiros rurais na elaboração e implementação das ações necessárias para a recomposição das Áreas de Preservação Permanentes, de Reserva Legal ou de Uso Restrito do imóvel (EMBRAPA, 2018).

O Código Florestal de 2012 traz uma série de “benefícios” para o agricultor familiar ou detentor de pequena propriedade ou de posse rural, a partir da inclusão do seu imóvel no Cadastro Ambiental Rural. Como exemplo, podem ser citadas as regras diferenciadas,

baseadas no tamanho do imóvel de acordo com os módulos fiscais, para a regularização das Áreas de Preservação Permanentes.

O Código Florestal, através do artigo 67, também apresenta nova regra para delimitação da área de Reserva Legal para propriedades e posses rurais com até 4 módulos fiscais, definindo-se a dimensão da Reserva Legal como aquela existente até 22 de julho de 2008, sendo estabelecido: “Nos imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até quatro módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo”. Ou seja, não existe a obrigação de delimitar a área de Reserva Legal, nos percentuais estabelecidos na Lei 12.651/2012, se na data de 22 de julho de 2008, o imóvel já apresentava um “déficit” no percentual que deveria ser destinado para compor a área de Reserva Legal.

Esse “benefício” representa prejuízo ambiental significativo, visto que a área de Reserva Legal tem a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais no imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como, garantir abrigo e proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Esse marco que faz referência a data de 22 de julho de 2008, se deve a data que a Lei 9.605/1998, conhecida como a Lei dos Crimes Ambientais, foi regulamentada através do Decreto nº 6.514, que foi publicada em 22 de julho de 2008 (BRASIL, 2012).

O Código Florestal de 2012, no 4º artigo, alterou a forma de definição das Áreas de Preservação Permanentes (APP's), que no Código Florestal de 1965, estabelecia APP's a partir do leito sazonal, ou seja, nível mais alto do rio; e no Código Florestal vigente, a Área de Preservação Permanente ficou estabelecida a partir do leito regular, qual seja: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano. Essa nova delimitação dificulta a implantação de projetos de recuperação das APP's, visto que a área a ser recuperada tende a ser alagada nos períodos de precipitação chuvosa intensa.

Devido à grande importância das Áreas de Preservação Permanentes (APP's), segue o que está vigente para a delimitação das APP's referentes aos recursos hídricos, para os efeitos da Lei 12.651/2012:

- I – As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II – as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III – as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'águas naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'águas perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Outra inovação do Código Florestal de 2012, em seu Artigo 61-A, estabelece benefícios para todas as propriedades rurais que tenham áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanentes, autorizando, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008.

O Código Florestal regulamenta a obrigação de recuperar pequenas faixas marginais de cinco, oito, quinze e trinta metros, independente da largura do rio, dependendo de quantos módulos fiscais a propriedade rural apresente. E, inclusive, estabelecendo a mesma regra para recuperação das APP's consolidadas de lagos e lagoas, como segue:

- § 1º Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal, que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'águas naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.
- § 2º Para os imóveis rurais com área superior a 1 (um) módulo fiscal e de até 2 (dois) módulos fiscais, que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'águas naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas

faixas marginais em 8 (oito) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

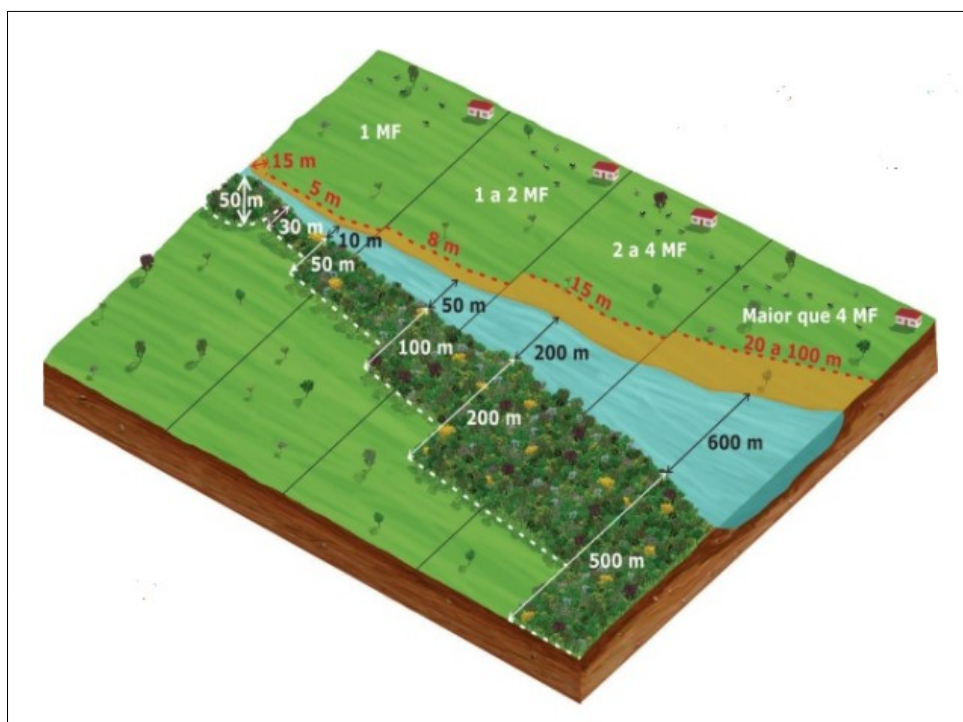
§ 3º Para os imóveis rurais com área superior a 2 (dois) módulos fiscais e de até 4 (quatro) módulos fiscais, que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'águas naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 15 (quinze) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d'água.

§ 4º Para os imóveis rurais com área superior a quatro módulos fiscais que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d'águas naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais de trinta metros, contados da borda da calha do leito regular.

§ 5º Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'águas perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros.

A Figura 3 apresenta a “Regra da Escadinha” que compara a obrigatoriedade de recuperação das faixas de Áreas de Preservação Permanente dos rios, entre o antigo Código Florestal de 1965 e o Código Florestal atual de 2012.

Figura 3 – Regra da Escadinha.



Fonte: Cartilha Ambiental do INCRA, 2019.

O Código Florestal de 2012, em seu artigo 61-C, estabelece o enquadramento do lote dos assentamentos de reforma agrária de acordo com o tamanho estipulado no módulo fiscal de cada município, que normalmente não ultrapassa um módulo fiscal.

Nesse contexto, o pequeno agricultor familiar e os assentados de reforma agrária, passam a ser beneficiados pela chamada “Regra da Escadinha”, ou seja, obrigação de recuperar apenas 5 metros, 8 metros ou 15 metros das Áreas de Preservação Permanentes dos rios, em vez de 30, 50, 100, 200 ou 500 metros: “Para os assentamentos do Programa de Reforma Agrária, a recomposição de áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanentes ao longo ou no entorno de cursos d'água, lagos e lagoas naturais, observará as exigências estabelecidas no artigo 61-A, observados os limites de cada área demarcada individualmente, objeto de Contrato de Concessão de Uso, até a titulação por parte do INCRA” (BRASIL, 2012).

Para o atendimento ao Código Florestal, com relação à inscrição dos Assentamentos de Reforma Agrária no Cadastro Ambiental Rural, o INCRA celebrou Termo de Cooperação Técnica com a Universidade Federal de Lavras para realização da inscrição de todos os perímetros dos assentamentos no CAR. O cadastramento de todos os imóveis rurais do País no CAR é obrigatório, e o não cadastramento resulta em perda da oportunidade de regularização ambiental, incluindo a suspensão das autuações e multas recebidas antes de 22/07/2008. Além disso, o não cadastramento impede que o proprietário tenha acesso ao crédito agrícola em instituições financeiras, além de impossibilitar a liberação de Licença Ambiental para regularização de qualquer atividade desenvolvida no referido imóvel rural.

A responsabilidade de inserir os perímetros das áreas de Reserva Legal, bem como, os recursos hídricos, no Sistema do Cadastro Ambiental Rural, ficou para as Superintendências Estaduais do INCRA. No entanto, existem grandes dificuldades para delimitação, visto que não existe um banco de dados atualizado para o levantamento desses mananciais, ressaltando que no semiárido existem poucos rios perenes, que tem como característica o escoamento superficial de água durante todo o período do ano; e existem muitos rios intermitentes que ficam longos períodos sem escoamento de água, o que dificulta a delimitação de seu leito regular, e ainda podem ser confundidos com os rios efêmeros, que apresentam escoamento superficial apenas durante ou imediatamente após períodos de chuva (CHRISTOFOLETTI, 1981). Enfatiza-se que para o rio intermitente é obrigatória a delimitação das Áreas de Preservação Permanentes, a partir do leito regular de acordo com a largura do rio; enquanto que para o rio efêmero não existe a obrigação de delimitação de Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

1.5 A REGULARIZAÇÃO DOS ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE.

Os assentamentos criados no estado do Rio Grande do Norte são todos classificados como convencionais, designados como Projeto de Assentamento (PA), sendo que, após a criação do assentamento, realiza-se obrigatoriamente o estudo para a elaboração do parcelamento da antiga fazenda, no qual devem ser delimitados e demarcados os lotes individuais, área coletiva (destinada para produção de forma coletiva), área comunitária (destinada para construção das casas, escolas, posto de saúde, quadras esportivas, casas de farinha, igrejas, etc...) e área de Reserva Legal.

Em apenas seis assentamentos, criados no estado do RN, não foi realizado o parcelamento da área, sendo implantado de forma coletiva: Logradouro (Taipu), Águas Vivas (Ceará-Mirim), Zumbi/Rio do Fogo (Rio do Fogo), Lagoa do Sal (Touros), Ronaldo Valença (Campo Grande) e Arapuá (Ipanguaçu).

O Art. 12, da Lei 12.651/2012, regulamenta a delimitação da Área de Reserva Legal, e registra que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, observados os percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no artigo 68, dessa Lei. Os imóveis rurais localizados na Amazônia Legal devem destinar 80% (oitenta por cento) da área do imóvel para compor a área de Reserva Legal. Os imóveis localizados no cerrado, localizados na Amazônica Legal, devem destinar 35% (trinta e cinco por cento), e os imóveis localizados nas demais regiões do País devem destinar 20% (vinte por cento) da sua área para compor a área de Reserva Legal.

O parcelamento do assentamento não é uma tarefa fácil de ser realizada, visto que uma fazenda que pertencia a um proprietário, e que foi desapropriada para fins de reforma agrária, passa a ser dividida para muitas famílias, e normalmente, a área não apresenta uma cobertura de solo homogênea, sendo que alguns lotes acabam sendo demarcados em áreas de afloramento de calcário, em solo arenoso, em solo pedregoso, em áreas de declividade acentuada e em áreas alagáveis; situação que inviabiliza o desenvolvimento de atividades agropecuárias. E raramente, o parcelamento é realizado considerando a inserção territorial ou a condição da microbacia em que estão inseridos (HORA, 2019).

Nesse sentido, as geotecnologias podem facilitar e muito a realização dos estudos e das análises ambientais preliminares (PARANHOS FILHO *et al.*, 2016; BRAZ, 2017). Na fase do projeto de fracionamento da terra desapropriada, é possível realizar o parcelamento de forma mais adequada ambientalmente, com o uso de imagens de satélites sem custos para os

usuários. A disseminação desses produtos, de boa resolução espacial, e com repetibilidade de imageamento praticamente quinzenal, como é o caso das imagens do Satélite Sentinel, possibilitam a visão panorâmica detalhada da área a ser parcelada, inclusive das áreas de drenagens de microbacias de nascentes, como é o caso das imagens da missão Sentinel e do Google Earth Pro. As imagens do Satélite Sentinel podem ser obtidas gratuitamente no *site* <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions> (ESA, 2019).

Após a criação do Assentamento, ocorre a homologação da Relação de Beneficiários, na qual consta os nomes dos assentados que terão direito ao uso da terra, e cada assentado firma com o INCRA, o Contrato de Concessão de Uso e, posteriormente, Título de Domínio.

O Contrato de Concessão de Uso (CCU) é gratuito, inegociável, celebrado de forma individual ou coletiva, que contem cláusulas resolutivas, estipulando-se os direitos e as obrigações da instituição concedente (INCRA) e dos concessionários (assentados). Uma das cláusulas, que consta no Contrato de Concessão de Uso, diz respeito à obrigação de preservar o meio ambiente, inclusive a área de Reserva Legal e as Áreas de Preservação Permanente, como regulamentado na legislação ambiental e agrária.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre as diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente, introduziu o conceito de “Licenciamento Ambiental” entre os instrumentos da legislação ambiental brasileira. A expedição da Licença Ambiental representa o reconhecimento de que a implementação e a ampliação do empreendimento e das atividades consideradas, efetiva ou potencialmente poluidoras, devem adotar critérios capazes de garantir a sustentabilidade, sob o ponto de vista ambiental.

No estado do Rio Grande do Norte, vigora a Lei Estadual 272/2004 e a Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente nº 02/2011, que estabelecem procedimentos para o requerimento da Licença Prévia, que é a licença ambiental expedida pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA) para a criação do Assentamento, e para a Licença de Instalação e Operação, que é a licença ambiental expedida pelo IDEMA para a implantação e operação do Assentamento

No entanto, até o ano de 2007, nenhum Assentamento Federal, no estado do Rio Grande do Norte, havia sido contemplado com o protocolo e a expedição da Licença de Instalação e Operação (LIO). Para solução dessa questão, no ano de 2008, o INCRA/RN celebrou Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) perante o Ministério Público Federal (MPF), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA/RN) e Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), no qual o INCRA/RN assumiu compromisso de regularizar ambientalmente todos

os Assentamentos criados no Estado do RN, através de requerimento de Licença de Instalação e Operação (LIO), a ser protocolado no Órgão Ambiental Estadual IDEMA. O compromisso firmado nesse TAC foi muito importante para a melhoria da gestão ambiental dos assentamentos federais existentes no Estado do RN.

Para o requerimento da LIO, foi necessário a realização de vistorias em todos os Assentamentos existentes no RN, visando a elaboração do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), que consistiu no levantamento das informações sociais, econômicas e ambientais, especialmente, com foco na situação dos recursos hídricos; das áreas de Reserva Legal e das Áreas de Preservação Permanentes, destinação do lixo, uso de agrotóxicos, principais atividades desenvolvidas na área e forma de organização dos assentados. Essas vistorias foram realizadas por equipes técnicas constituídas por servidores do INCRA/RN e por servidores do IBAMA/RN.

Ressalta-se que foram realizadas reuniões na maioria dos assentamentos, oportunidade na qual foram tratadas questões ambientais de grande relevância, como a necessidade de respeitar a legislação ambiental e agrária. Seguem alguns temas que foram abordados nessas reuniões:

- 1) Preservar e respeitar a área de Reserva Legal, e não criar animais domésticos, não desmatar e nem cultivar na área de Reserva Legal,
- 2) Preservar as Áreas de Preservação Permanentes, principalmente as APP's dos rios e lagoas, para evitar o assoreamento dos recursos hídricos, a contaminação e a escassez de água. E, ainda, onde estiver ocorrendo plantio de lavouras, deixar de cultivar nessas áreas para possibilitar o processo de regeneração natural.
- 3) Usar agrotóxicos somente quando necessário, adotando procedimentos adequados quanto ao uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), concentração indicada do produto, bem como, culturas e horários recomendados para o uso de agrotóxicos e agroquímicos.
- 4) Respeitar a Lei nº 9.605/1998, conhecida como “Lei de Crimes Ambientais”, principalmente, os artigos relativos aos Crimes contra a Fauna e Flora, mais especificamente, o Artigo 29: “Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida”; e o Artigo 38: “Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção”.

- 5) Dar destinação adequada aos rejeitos sólidos (lixo doméstico), implantando a coleta seletiva e a compostagem no Assentamento.

A meta inicial, estabelecida no referido TAC, era protocolar todas as Licenças de Instalação e Operação (LIO) no período de 04 anos, com início no ano de 2008 e término em 2012; no entanto, devido à limitações orçamentárias e operacionais, o período se estendeu até o ano de 2018.

Nesse contexto de regularização dos Assentamentos, foram protocolados os requerimentos das 286 LIO's no Órgão Ambiental Estadual IDEMA, o que culminou com a expedição das Licenças de Instalação e Operação.

Nessas Licenças, que foram expedidas pelo IDEMA, vem relacionadas as condicionantes ambientais que devem ser atendidas, cita-se as principais:

- a) Apresentação de Projeto de Recuperação das Áreas Degradadas (PRAD) para as áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanentes, que se encontram degradadas nos perímetros dos Assentamentos.
- b) Cercamento das Áreas de Preservação Permanentes que se apresentam degradadas.
- c) Cercamento das áreas de Reserva Legal e colocação de placa identificadora da área.
- d) Apresentação da Outorga do Direito de Uso da Água referente a utilização dos recursos hídricos existentes nos perímetros dos Assentamentos.
- e) Implantação de Programa de Educação Ambiental votado para as especificidades dos Assentamentos de Reforma Agrária.
- f) Respeitar a Lei de Crimes Ambientais e não manter animais da fauna silvestre em cativeiro nos assentamentos, visto que se observam muitos passarinhos, que são caçados e mantidos em gaiolas, bem como, cessar com a prática da caça de animais silvestres.
- g) Apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e medidas mitigadoras para evitar a deposição de lixo de forma inadequada no assentamento.

As condicionantes constantes nas Licenças Ambientais expedidas, e outras questões de viés social e econômico, poderiam ser atendidas com menos dificuldade, se os assentamentos fossem contemplados com Assistência Técnica de qualidade, com viés econômico, social e ambiental, na qual deve-se incluir Programa de Educação Ambiental voltada para as especificidades dos assentamentos.

No entanto, atualmente, nenhum Assentamento de Reforma Agrária no Estado do Rio Grande do Norte conta com Assistência Técnica contratada pelo INCRA. A assistência técnica adequada e contínua é destacada pelos assentados como primordial para o bom desenvolvimento das atividades agropecuárias (SANTOS, 2011).

E vale ressaltar que muitas das condicionantes demandam significativos recursos operacionais e orçamentários, como elaboração de Projetos para Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD'S), regularização da Outorga do Direito de Uso da Água; demarcação, cercamento e identificação da área de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanentes existentes nos Assentamentos, o que dificulta ainda mais o atendimento devido aos cortes orçamentários sofridos pelos órgãos públicos.

1.6 AS GEOTECNOLOGIAS

As geotecnologias podem ser definidas como o conjunto de aparatos tecnológicos relacionados à coleta, processamento e análise de informação com referência geográfica. São compostas por soluções em hardware e softwares, que juntas constituem poderosas ferramentas para levantamento de informações sobre o espaço geográfico. Dentre as principais geotecnologias, pode-se destacar o sensoriamento remoto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e a cartografia digital (ROSA, 2005; MOREIRA, 2012).

Nos últimos anos, as geotecnologias adquiriram caráter fundamental para realização de pesquisas e monitoramentos ambientais, uma vez que possibilitam a obtenção e tratamento de elevada quantidade de informações sobre os recursos naturais da Terra (JENSEN 2009; FLAUZINO *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2015; PARANHOS FILHO *et al.*, 2016; BRAZ, 2017; MENEZES *et al.*, 2017).

Muitos satélites de sensoriamento remoto foram desenvolvidos e lançados com várias opções de resolução espacial, espectral e temporal, fornecendo imagens apropriadas para o desenvolvimento de vários estudos em diversas áreas. As imagens de satélite estão disponíveis com valores mais acessíveis e até de forma gratuita, permitindo que os interessados tenham acesso aos dados de sua área de interesse (BATISTELLA e MORAN, 2008).

Os sistemas de localização por satélite, como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), permitem posicionar com rapidez e precisão detalhes da superfície terrestre, como a vegetação, cursos d'água, áreas de agricultura e solos expostos. Ao passo que os Sistemas de Informação Geográfica permitem a integração de dados espaciais, gerando uma grande

quantidade de dados georreferenciados sobre o uso e a cobertura da terra e dos recursos naturais. As aplicações de geotecnologias convertidas em ferramentas de sistematização e geração de conhecimento auxiliam na eficiência da gestão territorial (BATISTELLA e MORAN, 2008).

De acordo com Meneses e Almeida (2012), sensoriamento Remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres. Essa definição de sensoriamento remoto é explícita em afirmar que o objeto imageado é registrado pelo sensor por meio de medições da radiação eletromagnética.

Vários autores trazem conceitos sobre o sensoriamento remoto, sendo que um dos mais completos é apresentado por Novo (2010), que descreve o sensoriamento remoto como sendo a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves ou outras plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que a compõem em suas diversas manifestações.

Segundo Meneses e Almeida (2012), as imagens de satélite apresentam várias vantagens, como a capacidade de imagear em curto espaço de tempo toda a superfície do planeta de maneira sistemática, obtendo imagens periódicas de qualquer área do planeta, possibilitando detectar e monitorar mudanças que acontecem na superfície terrestre. O autor ressalta que essa é a principal razão pela qual as imagens de satélites passaram a ser a mais eficiente ferramenta para uso nas aplicações que envolvem análises ambientais dos diversos ecossistemas terrestres.

Nesse contexto, Paranhos Filho e Lastaria (2008), relatam que os satélites de posicionamento global permitiram ao homem ampliar sua capacidade de orientação espacial, tornando-o capaz de se posicionar conscientemente no território.

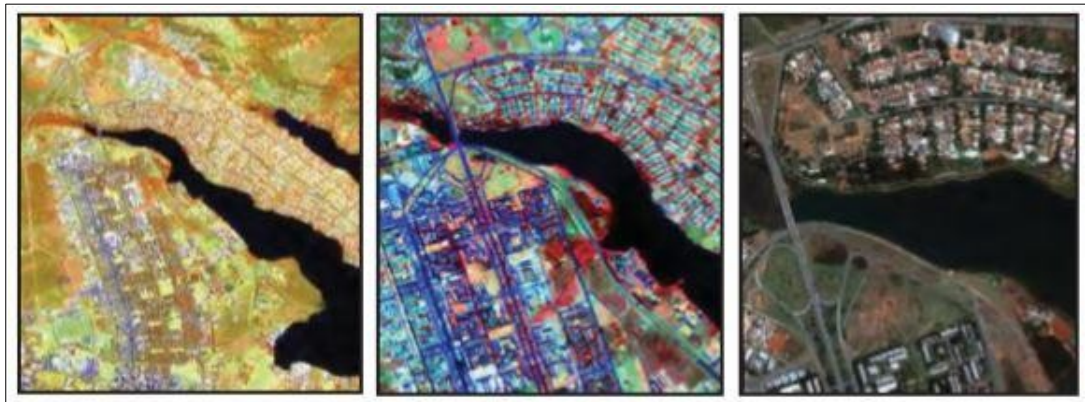
De modo simplificado, pode-se dizer que a tecnologia espacial ampliou os sentidos humanos; com sensores a bordo de satélites orbitando a terra, o homem consegue olhar mais longe e abarcar, num único instante, amplas regiões da superfície terrestre, e perceber mudanças significativas no decorrer do tempo.

Um marco importante que deu início à era do sensoriamento remoto moderno foi o lançamento, pelos Estados Unidos, do primeiro satélite de sensoriamento remoto, ERTS-1, posteriormente renomeado para LANDSAT 1, colocado em órbita em 1972 a cerca de 917 km de altura. A largura da faixa de imageamento desse satélite era de 185 km e a cada 18 dias uma

nova imagem com resolução espacial de 76 metros era obtida de qualquer área do planeta. Do programa americano seguiram-se outros, cada um procurando atender, cada vez mais, necessidades específicas, quer sejam em função das características geográficas das diversas regiões terrestres ou em função das suas aplicações.

A capacidade que o sensor tem de discriminar objetos em função do tamanho é chamada de resolução espacial (Figura 4), e diz respeito aos detalhes que podem ser distinguidos em uma imagem, e representam a menor feição passível de detecção pelo sensor do satélite (NOVO, 2010; FLORENZANO, 2011). A Figura 3 apresenta a imagem do Lago Paranoá em Brasília com três resoluções espaciais diferentes.

Figura 4 - Imagens de uma porção do lago Paranoá, localizado em Brasília-DF, na qual se pode observar as diferenças de resoluções espaciais. Da esquerda para a direita, imagens dos satélites, LANDSAT com resolução espacial de 30 metros, SPOT com 10 metros e Ikonos com 1 metro de resolução espacial.



Fonte: Meneses e Almeida, 2012.

Segundo Jensen (2009), os sistemas de sensoriamento remoto a bordo de satélites fornecem dados de alta qualidade, tornando possível a observação dos ecossistemas de forma consistente, facilitando a análise de mudanças na dinâmica do ecossistema através do monitoramento da vegetação.

O sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são fundamentais para auxiliar na interpretação do espaço geográfico, e constituem ferramentas computacionais que propiciam gerar novas informações espaciais através da análise e representação do espaço ou dos fenômenos espaciais. Assim sendo, o tratamento e a geração de informações, através de Sistema de Informação Geográfica, se tornam imprescindíveis para otimização de tempo e redução de custos em campo (FAUSTINO, 2014).

De acordo com Lima e Silva (2014), as imagens de satélite LANDSAT 5/TM, dos anos de 1985 e de 2010, apresentaram informações úteis no monitoramento da cobertura da terra nos assentamentos de reforma agrária, localizados em Apodi. O resultado desse estudo mostrou que a instalação dos assentamentos modificou a cobertura da terra ao longo do tempo, com redução de 25% da cobertura vegetal e aumento de 26,1% de solo exposto. Os autores concluíram que as imagens de satélite são ferramentas eficientes que podem auxiliar no monitoramento ambiental dos assentamentos rurais.

Medeiros (2005) utilizou imagens do satélite IKONOS 2 para fazer o mapeamento do uso e ocupação do solo do município de Parnamirim, localizado no estado do Rio Grande do Norte. Para esse mapeamento foram utilizadas imagens do satélite IKONOS 2, com resolução espacial de 1 metro, datadas de janeiro de 2003, as quais cobriram toda a extensão do município. A pesquisa revelou que as imagens IKONOS 2 constituem uma importante fonte de dados para o levantamento do uso e ocupação do solo em áreas urbanas devido a alta resolução espacial; e concluiu que foi possível identificar atividades inadequadas e conflitivas, desenvolvidas no município de Parnamirim, que estão causando a degradação do meio ambiente.

De acordo com Dantas (2018), a Serra de Santana apresenta elementos naturais importantes para o estado do Rio Grande do Norte, como a nascente do Rio Potengi. As imagens do LANDSAT 5, do ano de 2008, revelaram que 39,66% da área do município se apresenta antropizada, e, ainda, que 57,37% da área total do município apresenta cobertura vegetal de Caatinga Densa. O autor concluiu que o município de Cerro Corá-RN possui áreas com alto nível de degradação ambiental, principalmente, nas APP's do Rio Potengi.

Rezende *et al.* (2017) realizaram estudos na Bacia Hidrográfica Água Vermelha que está localizada no centro-sul do município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais, com a utilização de imagens Sentinel-2 e do software QGIS, para geração de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os autores relatam que a utilização da ferramenta SCP, que é disponibilizada pelo software livre QGIS, colaborou para atingir os resultados alcançados devido à facilidade de acesso e as funcionalidades ofertadas.

Segundo Nicolau *et al.* (2019), o bioma Cerrado vem sendo desmatado, de maneira intensa desde a década de 1970. Através do mapeamento do uso e cobertura das terras do município de Britânia/GO, com a utilização de imagens do satélite LANDSAT 5 e do LANDSAT 8, do período de 1985 até 2015, os autores identificaram o desmatamento de, aproximadamente, 18% da área total do município de Britânia, nesse período.

Silva *et al.*(2014) apresentaram estudo que resultaram na elaboração do Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Município de Areia Branca/RN, com apoio da imagem do satélite LANDSAT 5, do ano de 2010, identificando áreas que foram utilizadas de maneira inadequada. Como conclusão foi relatado que é possível aplicar metodologias de classificação digital de imagens de satélite com baixo custo, e originando informações relevantes para ordenar as atividades humanas, para que causem o menor impacto possível sobre o meio ambiente.

1.6.1 A MISSÃO DO SATÉLITE SENTINEL-2

O uso de imagens de satélite está cada vez mais disseminado devido à diversidade de sensores disponíveis e, principalmente, às facilidades de acesso de forma gratuita. Por essa razão, antes de iniciar qualquer estudo, deve-se pesquisar quais satélites podem disponibilizar imagens mais adequadas para atender o objetivo do estudo. Nessa perspectiva, a escolha por trabalhar com uma cena do satélite Sentinel-2 se deve a seu recente lançamento, que ocorreu em meados de 2015; a gratuidade de acesso e a boa resolução espacial das imagens. Apresenta alta resolução temporal de 10 dias, e de 5 dias com 2 satélites operacionais, o que garante a continuidade dos dados necessários para o monitoramento global da terra. A resolução radiométrica do Sensor MSI do Satélite Sentinel-2 corresponde a 12 bits, permitindo que a imagem seja adquirida em uma faixa de 0 a 4095 valores potenciais de intensidade de luz (GOMES, 2017; REX *et al.*, 2018; ESA, 2019).

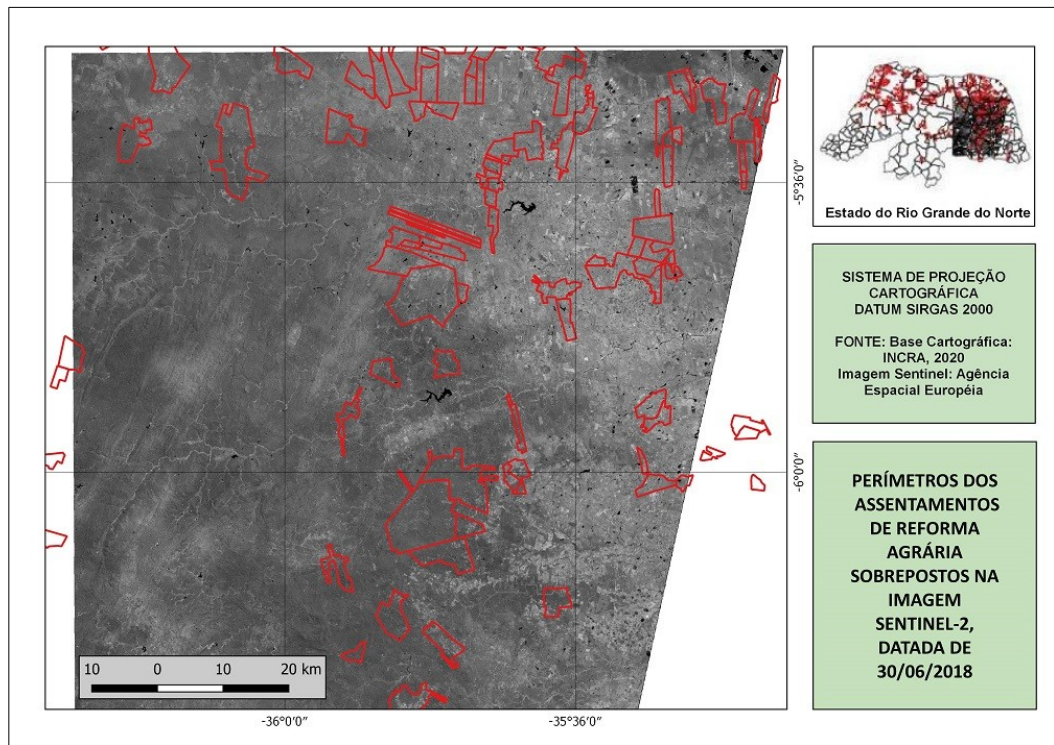
O sensor *Multi-Spectrum Instrument*, do Sentinel-2, permite uma faixa de imageamento de 290 km, e tem como característica mapear mudanças na cobertura da terra, monitorar as florestas e detectar a poluição em lagos e águas costeiras, além de fornecer imagens sobre inundações, erupções vulcânicas e deslizamentos de terra, que podem contribuir para o mapeamento de desastres ambientais (ESA, 2019).

As 13 bandas espectrais do sensor MSI/Sentinel, que correspondem à região do espectro eletromagnético do visível, do infravermelho próximo e do infravermelho de ondas curtas, apresentam diferentes resoluções espaciais. As quatro bandas (2, 3, 4 e 8) garantem a resolução espacial de dez metros para o monitoramento ambiental. As seis bandas (5, 6, 7, 8A, 11 e 12) com 20 metros de resolução satisfazem os requisitos para melhor classificação da cobertura da terra e para a recuperação de parâmetros geofísicos. As três bandas (1, 9 e 10) com resolução de 60 metros são dedicadas, principalmente, para correções atmosféricas e rastreamento de nuvens cirros (ESA, 2019).

As imagens de satélite e os Sistemas de Informação Geográfica permitem a integração de dados espaciais, e assim, torna possível gerar uma grande quantidade de dados georreferenciados sobre o uso e a cobertura da terra, que auxiliam na melhoria da gestão e no monitoramento ambiental.

Na Figura 5 é apresentada uma cena Sentinel-2, datada de 30/06/2018, cobrindo uma área de cerca de 108 km x 108 km onde a visão panorâmica do terreno propicia elaborar variados estudos e diagnósticos sobre a cobertura vegetal dos Assentamentos localizados no Estado do Rio Grande do Norte, contribuindo para a melhoria da gestão ambiental das áreas destinadas para a reforma agrária.

Figura 5 – Cena do Satélite Sentinel-2 sobreposta a cerca de 50 Assentamentos de Reforma Agrária na região agreste e no semiárido do RN.



Fonte: Elaborado por Ana Campos a partir de uma cena Sentinel-2 (ESA, 2019), e da base cartográfica do INCRA (2019).

1.6.2 A MISSÃO ALOS PALSAR

Ao se falar sobre Modelos Digitais de Elevação, o primeiro nome que vem à mente é o da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Mérito total à primeira missão que fez o registro de altitudes de grande parte do globo terrestre e, também, por ter sido o primeiro modelo disponibilizado gratuitamente.

A National Imagery and Mapping Agency (NIMA) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA) foram as instituições responsáveis pela missão SRTM. Os dados de radar foram coletados no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 (durante 11 dias), a bordo da nave espacial *Endeavour*. O objetivo da missão SRTM foi atuar na produção de um banco de dados digitais para todo o planeta, necessários para a elaboração do Modelo Digital de Elevação (MDE) das terras continentais, com resolução espacial de 30 metros para os Estados Unidos e 90 metros para as outras localidades (EMBRAPA, 2019).

Com uma grande base de usuários e aplicações das mais diversas possíveis em todo o mundo; ainda hoje, 20 anos depois de sua disponibilização, os dados SRTM continuam dando suporte a muitos pesquisadores. Assim como o SRTM, outros produtos desta natureza foram sendo disponibilizados, ao longo dos anos, e trazendo consigo uma melhoria significativa nas resoluções espaciais (EMBRAPA, 2019).

Nesse sentido, foi lançado o Satélite Advanced Land Observing Satellite (ALOS), em janeiro de 2006, pela Japan Aerospace Exploration Agency, equipado com o sensor de micro-ondas Phased Arrayed type L-Band SAR (PALSAR), que tem como característica, obter imagens diurnas e noturnas sem a interferência de nebulosidade.

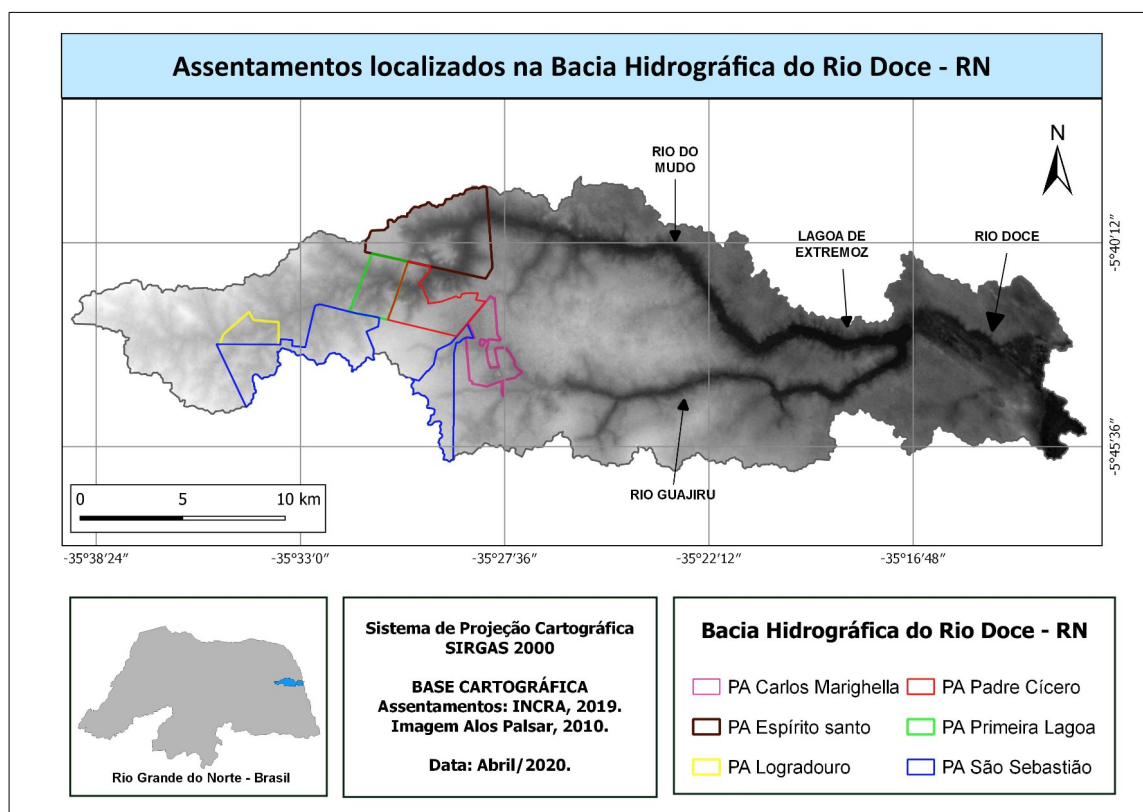
Esse satélite disponibiliza dados de Modelo Digital de Elevação com resolução espacial de 12,5 metros, gratuitamente, através do Laboratório de Sensoriamento Remoto da Universidade do Alaska Fairbanks no endereço: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>. As imagens disponibilizadas possibilitam o acesso a dados topográficos reais da superfície terrestre, uma vez que o sensor imageador não sofre interferências de nuvens, do dossel da vegetação e independe de iluminação natural ou de emissão própria do alvo (SOUZA e OLIVEIRA, 2018).

Nessa pesquisa foi utilizada a imagem de radar do Satélite Alos Palsar, identificada como AP_25526_FBD_F7070_RT2.dem.tif de 09/11/2010, que abrange toda a Bacia Hidrográfica do Rio Doce-RN, para apresentar a inserção dos Assentamentos de Reforma Agrária na Bacia, onde se observa as regiões com altitudes mais baixas em tons escuros, que nessa imagem retratam a calha dos recursos hídricos, com destaque para o Rio do Mudo, Rio Guajiru, Lagoa de Extremoz e Rio Doce; e as regiões mais altas em tons mais claros.

Os Modelos Digitais de Elevação podem contribuir para delimitação das Bacias Hidrográficas, bem como, para delimitação dos recursos hídricos, mesmo se tratando de rios, riachos e lagoas intermitentes. O que pode ser observado na Figura 5, onde o Rio do Mudo se torna intermitente, em períodos de estiagem, na porção oeste da Bacia, e na porção central e leste da Bacia se apresenta perene.

A Figura 6 apresenta a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, obtida através do Modelo Digital de Elevação da imagem de radar do Satélite Alos Palsar, com detalhe dos perímetros dos Assentamentos de Reforma Agrária Federais e dos principais recursos hídricos que constituem a Bacia.

Figura 6 – Assentamentos localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN, a partir do Modelo Digital de Elevação da imagem do satélite Alos Palsar.



Fonte: Elaborado por Ana Campos, a partir de dados do Modelo Digital de Elevação do Satélite Alos Palsar (2010), e base cartográfica do INCRA (2019).

1.7 OBJETIVOS: GERAL E ESPECÍFICOS

Consoante o acima exposto e para tentar entender e esclarecer o *modus operandi* e a evolução da ocupação e do uso da terra no assentamento Padre Cícero, localizado em Ceará Mirim-RN, elegeu-se os seguintes objetivos geral e específicos, abaixo elencados:

OBJETIVO GERAL:

O objetivo geral da pesquisa foi o de investigar possíveis impactos e as condições ambientais do Assentamento Padre Cícero, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Doce

(RN), através do levantamento e análise de dados e informações sobre o meio físico, com apoio das geotecnologias, buscando contribuir para a melhoria do planejamento e da gestão ambiental da área destinada para o Programa de Reforma Agrária.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1 – Resgatar a legislação que regulamenta a Reforma Agrária no Brasil e a gestão ambiental dos Assentamentos de Reforma Agrária no Rio Grande do Norte, e investigar a ocorrência de possíveis irregularidades ambientais no Assentamento Padre Cícero;

2 – Elaborar o Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero, com emprego de imagens de satélite, de drones e dados de campo, com uso do SIG Quantum GIS, para análise da situação ambiental da área reformada, além de servir para apoiar as etapas subsequentes dos trabalhos de campo;

3 – Investigar possíveis condições de degradação ambiental na área do Assentamento Padre Cícero mediante avaliação da cobertura vegetal, da caracterização dos solos e da qualidade das águas dos mananciais, mediante coleta e análise de amostras de solos e de águas na área do Assentamento.

Todo o desenvolvimento do trabalho foi pautado no levantamento e na análise de dados e informações sobre o meio físico, considerando os recursos naturais: vegetação, águas e solos, na tentativa de entender a dinâmica ambiental do Assentamento Padre Cícero, para dessa forma, adquirir conhecimentos que possam vir a subsidiar ações futuras em atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, podendo-se destacar, na ordem abaixo, pelo menos quatro deles, quais sejam:

15 – “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”,
para com isso

12 – “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”,
e, dessa forma,

8 – “Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos”,
e

3 – “Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades”, no âmbito do Assentamento Padre Cícero.

Diante do exposto, perfilou-se e trabalhou-se com a expectativa de que este estudo possa subsidiar outras pesquisas e ações futuras para melhoria da sustentabilidade ambiental e das condições de vida da população de assentados do Rio Grande do Norte.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO, DE ACORDO COM AS NORMAS DO PRODEMA/UFRN

Em atendimento aos objetivos e conforme padronização estabelecida pelo PRODEMA/UFRN, esta Dissertação se encontra composta por essa Introdução Geral, Caracterização Geral da Área de Estudo, Metodologia Geral empregada para o conjunto da pesquisa e por dois capítulos que correspondem aos artigos científicos a serem submetidos para publicação.

CAPÍTULO 1 – Artigo intitulado: “**Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero, em Ceará-Mirim–RN, baseado em dados Sentinel-2**”, que foi submetido à Revista Científica GAIA SCIENTIA, ISSN 1981-1268. Qualis B1 da Área das Ciências Ambientais da CAPES, e, portanto, está formatado conforme este periódico.

CAPÍTULO 2 – Artigo intitulado: “**Degradação Ambiental no Assentamento Padre Cícero, na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN), com apoio de Geotecnologias e Dados de Campo.**”, que deve ser submetido à Revista Boletim Paranaense de Geociências, ISSN 0067-964. QUALIS B1 da Área das Ciências Ambientais da CAPES, e, portanto, está formatado conforme este periódico.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE – RN

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce (BHRD), com área de 39.670,00 ha, está localizada na porção leste do Estado do Rio Grande do Norte, limitada pelos paralelos 05° 48' S e 05°36' S e pelos meridianos 035°12' e 035°40'O de *Greenwich*, se estendendo por cerca de 50 quilômetros de comprimento no sentido oeste-leste (Figura 6). A Bacia é uma das mais importantes do Estado do Rio Grande do Norte porque é formada, principalmente, pela Lagoa de Extremoz, que é fonte hídrica para abastecimento de água de grande parte da população residente na Região Metropolitana de Natal, incluindo o município de Extremoz, de São Gonçalo do Amarante e a zona norte de Natal.

O Rio Doce, que dá nome a bacia, tem origem na Lagoa de Extremoz, que é alimentada pelo Rio Guajiru e pelo Rio do Mudo, que apresentam alguns trechos intermitentes, em decorrência dos períodos de estiagem. A BHRD, como um todo, abrange 08 (oito) municípios do Estado do Rio Grande do Norte, quais sejam: Ceará-Mirim, Extremoz, Natal, Ielmo Marinho, São Gonçalo do Amarante, Taipu, Poço Branco e Bento Fernandes.

Geologicamente, a Bacia Hidrográfica do Rio Doce compreende rochas do Grupo Barreiras, com idade Tércio-quadernária; a Suíte Intrusiva Dona Inês, formada por granitos alcalinos, e a Formação Seridó, constituída essencialmente por micaxistos, no alto curso da bacia, e acompanhando essas unidades, existe uma faixa dos arenitos da Formação Açú. O médio e baixo curso da bacia são dominados essencialmente por sedimentos recentes aluvionares e coluviais (CPRM, 2005). Próximo ao litoral se situam as Paleodunas ou Dunas Fixas com idade do Quaternário, formadas por areias amareladas, inconsolidadas ou parcialmente consolidadas, de origem marinha, que foram transportadas pela ação dos ventos. Nos vales dos leitos dos principais rios encontram-se depósitos aluvionares compostos de areias e cascalhos, associados aos sistemas fluviais atuais, formando planícies fluviais sujeitas á inundações (CPRM, 2005).

De acordo com estudos realizados por Silva (2017) e Costa (2019), foram levantadas três unidades geomorfológicas que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Doce: Faixa Litorânea (porção leste da bacia), Tabuleiro Costeiro (porção central da bacia) e Depressão Sertaneja (porção Oeste da bacia).

Costa (2018), relata que a Bacia Hidrográfica do Rio Doce (BHRD) apresenta pequenas áreas cobertas com vegetação nativa. Isso porque as formas de ocupação marcaram

a supressão da vegetação para o desenvolvimento de atividades diversas, destacando-se principalmente, o desmatamento para implantação da cultura da cana-de-açúcar e da pecuária, além da expansão urbana. O autor afirma que as formações vegetais encontradas na BHRD pertencem ao Domínio Fitogeográfico da Caatinga, e uma pequena parte, mais a leste da bacia, próxima ao Oceano Atlântico, ao Domínio da Mata Atlântica.

Segundo Faustino *et al.* (2014), a Bacia Hidrográfica do Rio Doce sofreu uma forte pressão imobiliária, que culminou com a redução da cobertura vegetal e a ampliação das áreas de impermeabilização dos solos; os autores informaram que transformações significativas ocorreram na Bacia, no intervalo de 24 anos, no período de 1977 a 2001, e se referem, principalmente, na densidade e padrão da cobertura de vegetação natural, que deu lugar aos campos agricultáveis, as áreas urbanizadas e aos solos expostos; e afirmaram, ainda, que o desmatamento e a urbanização acelerada são problemas ambientais preocupantes na Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

De acordo com Silva (2017), a Bacia Hidrográfica do Rio Doce vem lidando com a interferência do processo acelerado de urbanização da zona norte de Natal, do município de São Gonçalo do Amarante e de Extremoz, e nas áreas rurais da Bacia, onde ocorre a presença significativa de propriedades agropecuárias de pequeno e médio porte, inclusive Assentamentos de Reforma Agrária, que, por suposto manejo inadequado do solo, deixam o terreno exposto às condições de erosividade que contribuem para aceleração dos processos de degradação ambiental, e que acabam afetando as condições hídricas da BHRD.

Mediante o emprego de um SIG e de Modelos Digitais de Elevação (MDE), Costa (2018) propôs uma nova delimitação para a Bacia Hidrográfica do Rio Doce/RN, na qual houve um acréscimo de 2,29% da sua área total oficial, passando de 387,8 km² para 396,7 km². Ainda segundo Costa (2018) a bacia vem sofrendo ações antrópicas que estão alterando a paisagem local, transformando áreas anteriormente consideradas “preservadas” em áreas impactadas, principalmente próximo aos grandes centros urbanos e das áreas de nascentes do Rio do Mudo e do Rio Guajiru.

Rocha e Silva (2019) apontam problemas de degradação ambiental na microbacia do rio Guajiru, notadamente nas áreas de nascentes, onde o desmatamento contribuiu para diminuir a lâmina e os cursos d'água, e, onde também, os barramentos artificiais, estão contribuindo para o rebaixamento do nível do lençol freático, como informam moradores que, antigamente, retiravam água daqueles locais.

Nesse contexto, se torna relevante realizar estudos ambientais dos assentamentos de reforma agrária, localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, visando o monitoramento

ambiental na busca pelo desenvolvimento sustentável das áreas destinadas para o Programa de Reforma Agrária.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão localizados seis Assentamentos Federais de Reforma Agrária, sendo eles: Carlos Marighella, Espírito Santo, Logradouro, Padre Cícero, Primeira Lagoa e São Sebastião, que totalizam 7.487 hectares e nos quais são beneficiadas 542 famílias (Figura 6). Devido à importância e ao grande número de famílias que residem nesses Assentamentos, que, com certeza estão contribuindo para as mudanças quanto ao uso e cobertura do solo, registradas em vários estudos sobre essa Bacia, segue um breve histórico sobre a criação desses Assentamentos de Reforma Agrária:

- 1) O Assentamento Logradouro, localizado em Taipu, foi criado pelo INCRA na data de 09/07/1987, em uma área de 300 hectares, através da desapropriação da Fazenda Logradouro, para beneficiar 41 famílias. É um dos Assentamentos mais antigos do Estado do Rio Grande do Norte. Este Assentamento foi criado para solução de conflitos pela posse da terra no município de Taipu/RN, e seu parcelamento ocorreu de forma diferenciada, não sendo demarcada área para agrovila, lotes individuais, área coletiva e Reserva Legal. Se encontra inserido totalmente na área da BHRD.
- 2) O Projeto de Assentamento Espírito Santo, localizado em Ceará-Mirim, foi criado pelo INCRA na data de 27/07/1998, em uma área de 2.115 hectares, através da desapropriação da Fazenda São João, para beneficiar 130 famílias. O parcelamento foi realizado da seguinte forma: uma área destinada para a agrovila com 130 moradias, 130 lotes de produção individual com cerca de 9 hectares cada, uma área coletiva e uma área de Reserva Legal. Se encontra parcialmente inserido na área da BHRD.
- 3) O Assentamento São Sebastião, localizado em Ceará-Mirim e Ielmo Marinho, foi criado pelo INCRA na data de 01/11/1999, em uma área de 3.117 hectares, com a desapropriação das Fazendas Lagoa Comprida, Terra Nova e Marcoalhada, para beneficiar 240 famílias. O parcelamento foi realizado da seguinte forma: quatro áreas destinadas para as agrovilas com 240 moradias no total, 240 lotes de produção individual com 9 hectares cada, várias áreas coletivas e três áreas para compor a Reserva Legal. Se encontra parcialmente inserido na área da BHRD.

- 4) O Assentamento Padre Cícero, localizado em Ceará-Mirim, foi criado pelo INCRA na data de 24/08/2000, em uma área de 800 hectares, com a desapropriação da Fazenda Cavalcante, para beneficiar 60 famílias. O parcelamento foi realizado da seguinte forma: uma área destinada para a agrovila com 60 moradias, 60 lotes de produção individual com cerca de 8 hectares cada, 03 áreas coletivas e uma área de Reserva Legal. Se encontra inserido totalmente na área da BHRD.

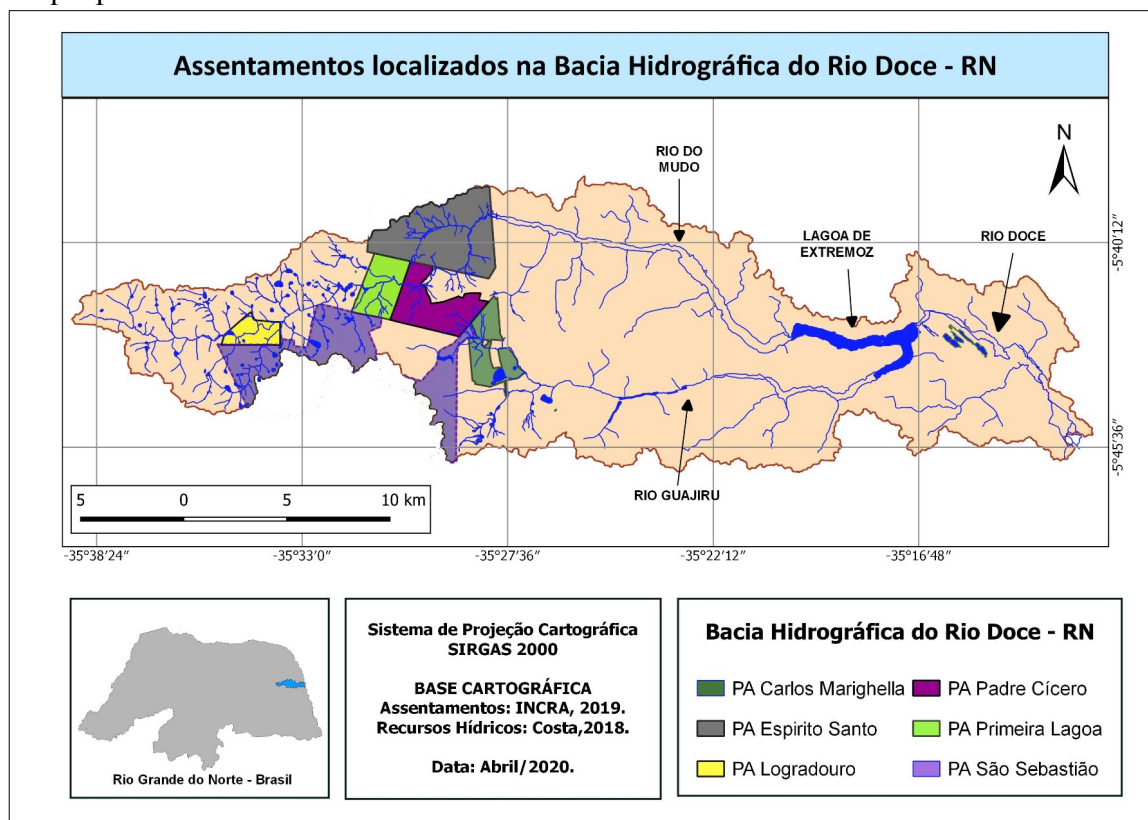
- 5) O Assentamento Primeira Lagoa, localizado em Ceará-Mirim, foi criado pelo INCRA na data de 06/09/2000, em uma área de 555 hectares, com a desapropriação da Fazenda Primeira Lagoa, para beneficiar 36 famílias. O parcelamento foi realizado da seguinte forma: uma área destinada para a agrovila com 36 moradias, 36 lotes de produção individual com cerca de 7 hectares cada, áreas coletivas e duas áreas de Reserva Legal. Se encontra inserido totalmente na área da BHRD.

- 6) O Assentamento Carlos Marighella, localizado em Ceará-Mirim e Ielmo Marinho, foi criado pelo INCRA na data de 24/09/2009, em uma área de 600 hectares, com a desapropriação da Fazenda Nova Guajiru, para beneficiar 35 famílias. O parcelamento foi realizado da seguinte forma: uma área destinada para a agrovila com 35 moradias, 35 lotes de produção individual com cerca de 6 hectares cada, áreas coletivas, e duas áreas destinadas para compor a Reserva Legal. Se encontra inserido totalmente na área da BHRD.

Ressalta-se, que todos esses Assentamentos já apresentavam áreas degradadas, antes da desapropriação das fazendas para o Programa de Reforma Agrária, no que se refere a ausência da mata ciliar e assoreamento dos recursos hídricos, fato devido, principalmente, a intensificação da implantação da cultura de cana-de-açúcar na região de Ceará-Mirim, que posteriormente, com o fechamento de muitos engenhos, foram convertidas em áreas de pastagens. No entanto, que esse fato não exime a responsabilidade do INCRA e dos assentados de recuperar as áreas degradadas existentes nos assentamentos.

A Figura 7 apresenta os Assentamentos que estão inseridos na BHRD e os principais recursos hídricos da Bacia, que teve seus limites definidos de acordo com o Modelo Digital de Elevação disponibilizado pela imagem do Satélite Alos Palsar.

Figura 7 – Assentamentos localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN, com destaque para os Recursos Hídricos.



Fonte: Elaborado por Ana Campos a partir da base cartográfica do INCRA (2019), e dados da rede de drenagem (*shapefile*) no estudo realizado por COSTA (2018).

2.2 O ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA PADRE CÍCERO

O Projeto de Assentamento (PA) Padre Cícero está localizado no município de Ceará-Mirim–RN, foi criado pelo INCRA/RN, em 24 de agosto de 2000, para beneficiar 60 famílias, através do Programa Nacional de Reforma Agrária, em uma área de 800 hectares, mediante a desapropriação da Fazenda Cavalcante. O parcelamento foi realizado da seguinte forma: uma área destinada para a agrovila com 60 moradias, 60 lotes de produção individual com cerca de 8 hectares cada, três áreas coletivas e uma área de Reserva Legal.

O assentamento faz divisa com o PA Espírito Santo ao norte, com o PA São Sebastião ao sul, com a rodovia RN-064 a leste, e com o PA Primeira Lagoa a oeste. O módulo fiscal do município de Ceará-Mirim é estabelecido em 20 hectares e a fração mínima de parcelamento corresponde a 4 hectares. Desse modo, a Fazenda Cavalcante, que foi desapropriada para fins de reforma agrária, era classificada como grande propriedade, possuindo 40 módulos fiscais. Mas como foi destinado para 60 famílias, proporcionalmente, cada família tem direito ao Título de Domínio de 13,33 hectares, sendo enquadrada como pequena propriedade familiar.

O Assentamento Padre Cícero está inserido totalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e compreende trechos do Rio do Mudo e microbacias de nascentes e de afluentes do Rio do Mudo e do Rio Guajiru.

O município de Ceará-Mirim apresenta característica de clima tropical chuvoso, com verão seco (de acordo com a classificação de Koppen), precipitação pluviométrica média anual de 1.500 milímetros, com predominância de período chuvoso de março a agosto, apresentando temperatura média anual registrada de 25,3 °C, Umidade Relativa Média Anual em torno de 79% e média de 2.700 horas de insolação (CPRM 2005).

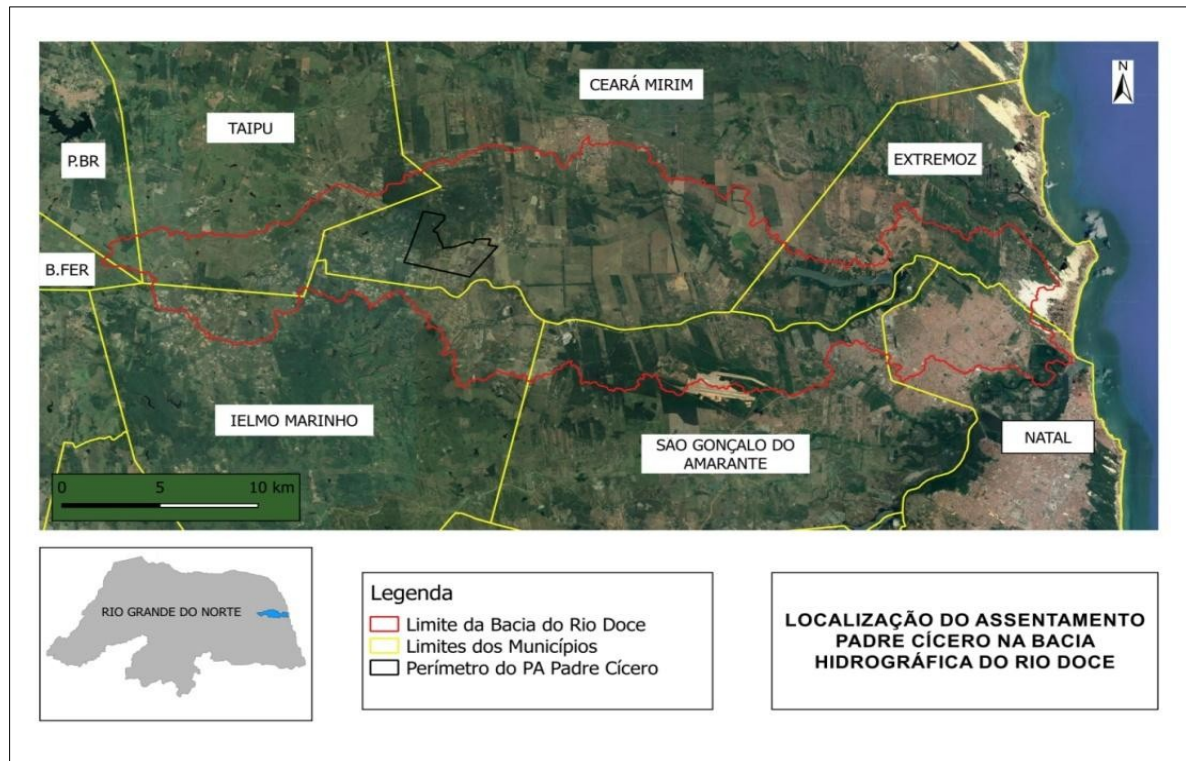
De acordo com Costa *et al.* (2019), que realizaram estudos sobre a média das precipitações pluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN, nos anos de 1997 a 2016, foram registradas médias entre 982 a 1.150 milímetros, na região onde se encontra o Assentamento Padre Cícero, ou seja, na porção centro-oeste da BHRD, na porção de Ceará-Mirim que se aproxima do município de Taipu e Ielmo Marinho. Esses autores observaram que se afastando do litoral, a precipitação diminui consideravelmente, chegando ao extremo oeste da bacia, com uma média anual, com metade do valor da precipitação média anual do extremo leste.

Toda a área do assentamento está geologicamente compreendida por granitos da Suíte Intrusiva Santa Inês e por sedimentos do Grupo Barreiras, que é constituído por arenitos e conglomerados, com intercalações de siltitos e argilitos, associados a sistemas fluviais de idade Tércio-quadernária, sobre os quais se desenvolve relevo plano a ondulado, característico de Tabuleiro Costeiro, onde figura encaixado o Rio do Mudo e suas planícies aluviais e afluentes (CPRM 2005).

A Figura 8 retrata a predominância de vegetação rasteira no perímetro da Bacia Hidrográfica do Rio Doce-RN, através do recorte de imagem do Google Earth Pro, com a inserção do Assentamento Padre Cícero na BHRD e no município de Ceará-Mirim/RN, próximo aos limites do município de Taipu e Ielmo Marinho.

Nessa imagem se observa a expansão urbana da zona norte de Natal, da cidade de São Gonçalo do Amarante e de Extremoz, em direção à Lagoa de Extremoz; como também, pode-se observar a localização do Aeroporto Internacional de São Gonçalo do Amarante-RN, na porção sul nos limites da Bacia do Rio Potengi.

Figura 8 – Recorte de imagem do Google Earth Pro com a localização do Assentamento Padre Cícero na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e sua articulação no município de Ceará-Mirim–RN.



Fonte: Elaborado por Ana Campos, a partir da base cartográfica do IBGE (2019), do INCRA (2019) e imagem Google Earth (2019).

A Figura 9 apresenta alguns cenários que foram registrados nas etapas de visitas de campo realizadas no Assentamento, nas datas de 23/05/2019, 26/09/2019, 18/10/2019, 23/10/2019, 05/11/2019 e 08/11/2019, com a finalidade de analisar a situação dos recursos hídricos superficiais, suas Áreas de Preservação Permanentes e a cobertura vegetal do Assentamento em geral, como também, para coleta das amostras de águas e de solos, como também atualização de documentação cartográfica, inclusive com sobrevoo de drone.

Se faz interessante observar a vegetação, se apresentando verdejante nas vistorias realizadas nos meses de maio e setembro/2019, e apresentando coloração amarronzada, devido ao estresse hídrico, nos meses de outubro e novembro/2019, em decorrência da estiagem, com a escassez de chuvas nesse período do ano.

Figura 9 – Alguns cenários registrados na área do Assentamento Padre Cícero.

 <p>a) Rua de piso natural sobre solos arenosos dentro da agrovila do Assentamento.</p>	 <p>b) Assentado transportando água da Lagoa dos Pombos para dessedentação animal.</p>
 <p>c) Leito seco do Rio do Mudo, localizado na área de Reserva Legal do Assentamento. Pesquisadora ao lado da Oiticica que é espécie mais resistente aos períodos de seca.</p>	 <p>d) Espécie vegetal de grande beleza, encontrada na Área Coletiva 2, conhecida popularmente por Pacoté. Nome científico <i>Permun vitifolium</i>.</p>
 <p>e) Planície fluvial de inundação seca, localizada na área de Reserva Legal, cuja lâmina de água chega até 3 hectares, na época das chuvas.</p>	 <p>f) Sobrevoos para captura de imagens de drones na região da agrovila onde se observa vegetação rasteira verdejante em agosto/2019.</p>
 <p>g) Reconhecimento da vegetação existente na área de Reserva Legal do Assentamento, com participação do Engº Florestal do INCRA Evandro Wagner Lopes.</p>	 <p>h) Mestrandos Miquéias Rildo e Moacir de Sousa e o Prof. Sebastião Milton. Notar capinzal seco ao lado da área de vegetação de Caatinga densa com porte arbóreo e arbustivo, nas proximidades da Área de Reserva Legal.</p>

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 Revisão bibliográfica e levantamento de informações e dados cartográficos.

Na parte inicial do trabalho foi realizada a pesquisa sobre a legislação que regulamenta a Reforma Agrária no Brasil e a legislação ambiental que determina a regularização dos Assentamentos de Reforma Agrária, através do processo de Licenciamento Ambiental e inscrição no Cadastro Ambiental Rural (BRASIL, 1964; BRASIL, 1988; BRASIL, 1993; BRASIL, 2012).

Também foi realizada pesquisa sobre a gestão ambiental dos Assentamentos de Reforma Agrária no Estado do Rio Grande do Norte, na qual foram apresentadas as principais dificuldades de atendimento às condicionantes que constam nas Licenças Ambientais expedidas pelo Órgão Ambiental Estadual (RIO GRANDE DO NORTE, 2004; INCRA, 2019).

Lançou-se mão dos recursos disponíveis no âmbito das geotecnologias, como as imagens de sensoriamento remoto e de sobrevoos de drone, de um Sistema de Informação Geográfica de código aberto, como o SIG Quantum GIS, versão 2.14, disponível no *site* <http://qgisbrasil.org>, além da cartografia digital, para manuseio dos dados geográficos e elaboração dos mapas apresentados na parte introdutória e nos dois capítulos seguintes.

Os dados cartográficos foram obtidos em órgãos e instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Para a realização dos trabalhos de campo, foram utilizados receptores de mão GPS, máquina fotográfica, aparelho celular e trenas para o levantamento das áreas e definição de pontos e estações de observação, principalmente para coleta das amostras de água, abertura das poços de pesquisa para análise do perfil do solo e coleta de amostras de solos, que foram encaminhadas para análise.

Foi utilizado o Drone DJI Phantom 4 para realização de sobrevoos nas áreas do Assentamento com a finalidade de conhecer as características das áreas do assentamento, registrar a situação e, também, para validar as observações extraídas das imagens empregadas.

3.2 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero.

O Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero foi elaborado a partir da imagem do Satélite Sentinel-2, que foi disponibilizada, gratuitamente, no site da Agência Espacial Europeia (ESA), no endereço eletrônico <https://scihub.copernicus.eu/dhus>, de forma gratuita. A cena, datada de 30/06/2018, é identificada pelo ID: S2A_MSIL1C_20180630T125311_N0206_R052_T24MZU_20180630T142855, com percentual de cobertura de nuvem de 0.0%. A imagem foi adquirida com Nível 1-C, com reflectância no Topo da Atmosfera (TOA). O arquivo dessa imagem tem 702.59 Mb.

Para a validação das classes apresentadas no Mapa de Uso e Cobertura do solo, foram realizadas várias visitas ao Assentamento, nas datas de 23/05/2019, 26/09/2019, 18/10/2019, 23/10/2019, 05/11/2019 e 08/11/2019, bem como, com esse objetivo, foi realizado sobrevoo de equipamento Drone Phantom 4, nas áreas do Assentamento. As seis classes de uso e cobertura do solo foram definidas com base no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), e em dados de campo, quais sejam: Caatinga Arbórea Densa, Caatinga Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva, Área de Pastagem, Solo Descoberto e Recurso Hídrico.

Os procedimentos de pré-processamento, composição de bandas, classificação de imagem e pós-processamento foram feitos no software de acesso livre Quantum Gis 2.14 - *Essen*, com uso do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (CONGEDO, 2018). Esse complemento possui ferramentas desenvolvidas exclusivamente para as especificidades das imagens Sentinel-2.

Segundo Rezende (2017), algumas imagens obtidas do Satélite Sentinel-2 são disponibilizadas com valores de reflectância aparente (Top Of Atmosphere – TOA) no Nível 1C, como no caso da imagem acessada para este estudo. Desse modo, foi feita a correção atmosférica pelo algoritmo DOS 1 (*Dark Object Subtraction 1*), disponível no *Semi-Automática Classification Plugin*, do QGIS 2.14, com intuito de minimizar os efeitos causados na cena por conta da absorção e do espalhamento atmosférico. A correção melhora os dados e, conseqüentemente, a visualização de resultados, quando corrigidos para a reflectância de superfície (PESSANHA e SILVA, 2017).

Para a classificação da imagem, foi utilizado o algoritmo classificador por Máxima Verossimilhança (MAXVER). Segundo Meneses e Almeida (2012), esse algoritmo é um método eficiente porque considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos *pixels* das classes, utilizando parâmetros estatísticos para calcular a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica.

3.3 Levantamento e análises de solos do Assentamento Padre Cícero.

Os recortes de imagens obtidas do Google Earth Pro e da cena do satélite Sentinel-2 revelam alta reflectância espectral na área central do assentamento, evidenciando a presença de solos arenosos, desnudos e bastante claros. Essas características espectrais diferem daquelas esperadas de níveis de cinza mais baixos para a classe de solos do tipo Latossolos mapeados nessa área (EMBRAPA, 2009; INCRA, 2009). Esta divergência de dados e informações se justifica em razão dos levantamentos de solos realizados anteriormente serem de pequena escala com característica a alcance regional.

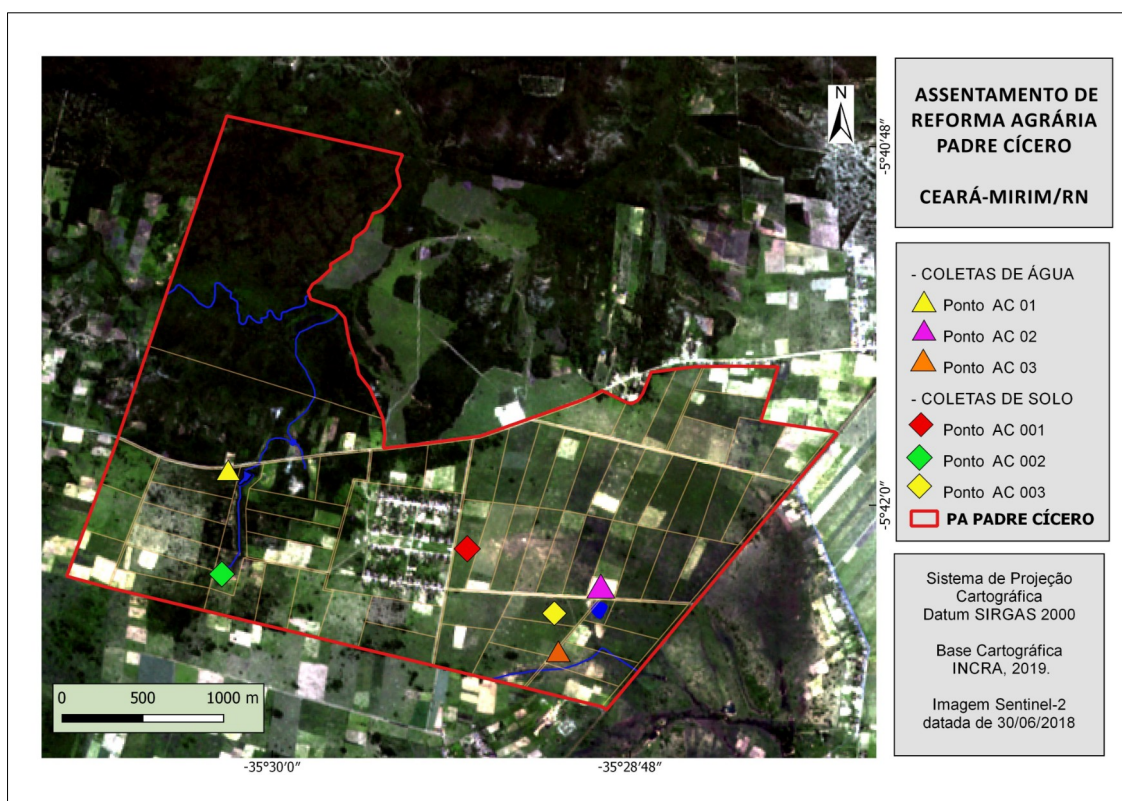
Para análise do perfil do solo e coleta de amostras de solos foram abertos, em 18 de outubro de 2019, 3 (três) poços de pesquisa, medindo, aproximadamente, 1,40 m x 1,40 m x 1,40 m, em locais previamente selecionados no Assentamento Padre Cícero.

Observou-se os horizontes que constituem os perfis dos solos, os quais foram delimitados e medidos, além de coletadas 10 amostras representativas dos horizontes estudados. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente lacrados e identificados, e encaminhadas ao laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte/EMPARN, localizado no município de Parnamirim – RN, para as análises de Granulometria e de Fertilidade do Solo.

A metodologia adotada foi baseada no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) e no Manual Pedológico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015). O perfil do solo de cada poço de pesquisa foi analisado e as informações referentes a localização, cor, textura, estrutura, cerosidade e consistência foram descritas no Modelo de Ficha para Descrição Morfológica dos Solos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A Figura 10 mostra o perímetro do Assentamento Padre Cicero, a partir da composição colorida 4R-3G-2B, do recorte da cena Sentinel-2, datada de 30/06/2018, onde constam os locais de coleta de amostras de água e de abertura de poços de pesquisas para análise do perfil dos solos e coleta de amostras de solos.

Figura 10 – Imagem do Assentamento Padre Cícero onde constam os locais de coleta de água e de abertura de poços de pesquisa para coleta de amostras dos solos.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do INCRA (2019) e de imagem do satélite Sentinel-2 (ESA, 2019).

A Figura 11 apresenta o registro fotográfico dos poços de pesquisa que foram abertos em três locais no Assentamento, bem como, os procedimentos que foram adotados, como a medição de cada horizonte/camada do solo com uso de trena, a classificação da coloração dos solos de acordo com a Carta de Munsell, e o acondicionamento e identificação das amostras que foram coletadas no Assentamento Padre Cícero.

Figura 11 – Registros fotográficos apresentando os locais dos três poços de pesquisa, perfis, materiais e amostras de solos no Assentamento Padre Cícero.

 <p>a) Local do poço AC 01 na área de lote de produção no assentamento.</p>	 <p>b) Medição do perfil do solo no ponto AC 01.</p>	 <p>c) Análise da cor dos solos no campo realizada de acordo com a Carta de Munsell.</p>
 <p>d) Local do poço AC 02 na área da nascente do Riacho Catolé, afluente do Rio do Mudo.</p>	 <p>e) Medição do perfil do solo no ponto AC 02.</p>	 <p>f) Amostras das camadas dos solos que foram encaminhadas para análises.</p>
 <p>g) Local do poço AC 03 na área de lote de produção no Assentamento.</p>	 <p>h) Medição do perfil do solo no ponto AC 03.</p>	 <p>i) Amostras das camadas dos solos que foram encaminhadas para análises.</p>

3.4 Levantamento e análises das águas superficiais do Assentamento Padre Cícero.

Para o diagnóstico da qualidade da água foram coletadas amostras de águas, em 05/11/2019, em 3 (três) corpos de águas selecionados. As coletas foram realizadas com a utilização de equipamento de pesca para garantir a segurança pessoal do coletor, o distanciamento das margens, uma melhor representatividade do corpo d'água, e, também para reduzir, ao máximo, a quantidade de material em suspensão, no caso de muita agitação da água pelo contato do corpo do coletor com o corpo hídrico.

A primeira coleta de água foi realizada no açude localizado na microbacia do Rio do Mudo, denominado Ponto AC 01. Esse açude tem cerca de um hectare de lâmina d'água, cuja parede mede cerca de 50 metros, e sua destinação é para irrigação de pequenos cultivos e para dessedentação do rebanho bovino dos assentados. A sua mata ciliar está quase totalmente preservada.

A segunda coleta de água foi realizada na Lagoa do Pombos, localizada na microbacia do Rio Guajiru, denominado ponto AC 02. Essa lagoa tem menos de um hectare de lâmina de d'água, tem seu volume reduzido na época da estiagem, e sua destinação é para dessedentação do rebanho bovino dos assentados. A mata ciliar foi totalmente retirada.

A terceira coleta de água foi realizada em uma escavação no leito do Riacho Jambolão, localizado na microbacia do Rio Guajiru, denominado ponto AC 03. Esse riacho apresenta 980 metros de extensão, e nota-se a ausência total da mata ciliar. Sua destinação é para dessedentação animal do rebanho dos assentados.

Os frascos de polietileno, para as coletas de água, foram disponibilizados pelo Laboratório do Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes (NAAE), situado no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), em Natal/RN, sendo utilizados dois tipos de frascos, um modelo que comporta 1,5 litro, indicado para análise de pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Nitrato (NO_3), Nitrito (NO_2), Fósforo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); e outro modelo de frasco que comporta 250 ml, indicado para análise de Coliformes Termotolerantes.

Após as coletas de amostras de água, os frascos foram acondicionados em caixa de isopor com bolsas de gelo e encaminhados ao laboratório NAAE/IFRN, localizado em Natal – RN, no mesmo dia para realização das análises. Segundo informações de técnicos do laboratório a metodologia de análises aplicadas estão baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). As variáveis determinantes foram: pH

(Potencial Hidrogeniônico), Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Nitrato (NO_3), Nitrito (NO_2), Fósforo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Coliformes termotolerantes.

O enquadramento dos corpos de água em Classes, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentada pela Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997, e visa estabelecer metas de qualidade da água, a fim de assegurar os usos preponderantes estabelecidos.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, para corpos de água que ainda não tiveram seu enquadramento efetivado, e que não se destinam para abastecimento humano, serão considerados como classe 2, desta maneira, as variáveis analisadas no presente estudo foram comparadas com os padrões de qualidade para água classe 2, conforme Resolução CONAMA 357/2005, visto que os recursos hídricos avaliados ainda não foram devidamente enquadrados. Ressalta-se, no entanto, conforme relato dos assentados, e observação em campo, que a água desses mananciais é utilizada para irrigação e dessedentação animal.

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que a água é um bem de domínio público, recurso natural limitado, e que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais e, ainda, que o Comitê de Bacia Hidrográfica deve implementar o Plano de Recurso Hídrico da Bacia, inclusive aprovando o enquadramento das águas. Ressalta-se que, até o presente momento, não foi instituído o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN.

A Figura 12 apresenta os registros fotográficos onde podemos observar os aspectos dos mananciais onde foram realizadas, em 05/11/2019, as coletas de amostras de água no Assentamento Padre Cícero, com uso de equipamento de pesca, bem como, o acondicionamento das amostras de água que foram encaminhadas ao Laboratório NAAE da Fundação de Apoio a Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do RN - FUNCERN, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, no Campus de Natal – RN.

A Figura 12 (a) retrata o Açude Catolé (Ponto AC 01), com aproximadamente, um hectare de lâmina de água, que é utilizada para irrigação de pequenos cultivos e dessedentação animal. A Figura 12 (b) retrata a Lagoa dos Pombos (Ponto AC 02), com menos de um hectare de lâmina de água, que é destinada para dessedentação animal, como registrado “*in loco*”. A Figura 12 (c) retrata a escavação do leito do Riacho Jambolão (Ponto AC 03), com menos de um hectare de lâmina de água, que é destinada para dessedentação animal.

Figura 12 – Registros fotográficos mostrando aspectos dos mananciais superficiais no Assentamento Padre Cícero, nos quais foram realizadas as coletas das amostras de águas.



a) Ponto AC 01 no açude localizado na microbacia do Rio do Mudo.



b) Ponto AC 02 na Lagoa dos Pombos, localizada na microbacia do Rio Guajiru. Observar a ausência da mata ciliar e a presença de gado bovino.



c) Ponto AC 03 em escavação no leito do Riacho Jambolão, na microbacia do Rio Guajiru e usado para a dessedentação animal.



d) Processo de coleta da amostra de água no ponto AC 02 com emprego de equipamento de pesca.



e) Aspectos da coleta de água no ponto AC 03.



f) Amostras de águas acondicionadas para serem transportadas em depósito de isopor com gelo.

CAPÍTULO 1 – Artigo intitulado: “Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero, em Ceará-Mirim–RN, baseado em dados Sentinel-2”, que foi submetido à Revista Científica GAIA SCIENTIA, ISSN 1981-1268. Qualis B1 na Área das Ciências Ambientais da CAPES, e, portanto, está formatado conforme este periódico.

MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DO SOLO DO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO EM CEARÁ-MIRIM–RN, BASEADO EM DADOS SENTINEL-2.

Ana Lúcia Fernandes Campos^{1*}, Sebastião Milton Pinheiro da Silva²

¹Discente do curso de pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN – Brasil

²Docente do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN – Brasil

*Autora para correspondência: analuincra@gmail.com

RESUMO – O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) tem como missão monitorar os Assentamentos Federais de Reforma Agrária. As imagens de satélites fornecem dados de alta qualidade que possibilitam a análise das mudanças na dinâmica do uso e ocupação das terras e são fundamentais para a realização de pesquisas e monitoramentos ambientais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicabilidade de uma imagem do Satélite Sentinel-2, para confecção do Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento de Reforma Agrária Padre Cícero, localizado em Ceará-Mirim, no estado do Rio Grande do Norte, a partir da técnica de classificação supervisionada MAXVER, implementada no *Semi-Automatic Classification Plugin–SCP*, instalado no software QGIS 2.14. Os resultados demonstram que a Caatinga Arbórea Densa recobre 25,16% do território, a Caatinga Arbórea Aberta 9,65%, a Caatinga Arbustiva 20,14%, as Pastagens 31,26%, os Solos descobertos 13,22%, e os recursos hídricos superficiais compreendem 0,57% das coberturas superficiais do referido Assentamento. O mapa de uso e cobertura ainda permitiu visualizar frações de terra desmatadas em área de restrição de uso legal. Conclui-se que a imagem atendeu satisfatoriamente à demanda do estudo e que esse tipo de produto pode ser utilizado sistematicamente para monitoramento nesse e em outros Assentamentos de Reforma Agrária.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento Remoto; Gestão Agrária; Geoprocessamento; PDI; INCRA.

LAND USE LAND COVER (LULC) MAPPING OF PADRE CÍCERO SETTLEMENT IN CEARÁ-MIRIM–RN BASED ON SENTINEL-2 IMAGE.

ABSTRACT – The Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) has the mission of monitoring the Federal Settlements of Agrarian Reform. Satellite imagery provides high quality data that enables analysis of changes in the dynamics of land use and occupation and is critical for environmental research and monitoring. The objective of this work was to

evaluate the applicability of a scene in the contour of operational monitoring problems, through the land use land cover (LULC) map and ground data in Padre Cícero Settlement generated from the MAXVER supervised classification technique implemented in the Semi Automatic Classification Plugin – SCP installed in QGIS software 2.14. The results show that Caatinga Arbórea Densa covers 25.16% of the territory, Caatinga Arbórea Aberta 9.65%, Caatinga Arbustiva 20.14%, Pastures 31.26%, Exposed Soils 13.22% and Surface Water comprises 0.57% of the surface covers of the Padre Cícero Settlement. Land Use Land Cover (LULC) map also allowed to view deforested land fractions in a legally restricted area. It is concluded that the image satisfactorily met the demand of the study and that this type of product can be systematically used for monitoring in this and other settlements of Agrarian Reform.

KEYWORDS: Remote Sensing; Agricultural Management; Geoprocessing; PDI; INCRA.

MAPEO DE USO Y COBERTURA DEL ASENTAMIENTO PADRE CÍCERO EN CEARÁ-MIRIM-RN CON IMÁGENES SENTINEL-2.

RESUMEN – El Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA) tiene la misión de monitorear los asentamientos federales de la reforma agraria. Las imágenes satelitales proporcionan datos de alta calidad que permiten analizar los cambios en la dinámica del uso y la ocupación del suelo y son esenciales para llevar a cabo investigaciones y monitoreo ambiental. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la aplicabilidad de una imagen del satélite Sentinel-2, evitando los problemas de monitoreo operativo y presupuestario del asentamiento Padre Cícero, para la preparación del uso del suelo y el mapa de cobertura, generado a partir de la técnica de clasificación supervisada de MAXVER, implementado en Semi-Automatic Classification Plugin – SCP instalado en el software QGIS 2.14. Los resultados muestran que Caatinga Arbórea Densa cubre el 25.16% del territorio, Caatinga Arbórea Aberta 9.65%, Caatinga Arbustiva 20.14%, Pastos 31.26%, Suelos descubiertos 13.22% y recursos hídricos la superficie comprende el 0,57% de los revestimientos de superficie de dicho Acuerdo. El mapa de uso y cobertura también permitió la visualización de fracciones de tierra deforestadas en un área restringida para uso legal. Se concluye que la imagen satisfizo satisfactoriamente la demanda del estudio y que este tipo de producto puede usarse sistemáticamente para el monitoreo en este y otros asentamientos.

PALABRAS CLAVE: Sensación Remota; Gestión Agrícola; Geoproceso; PDI; INCRA.

INTRODUÇÃO

No período de 1987 a 2018, foram criados 286 Projetos de Assentamentos Federais de Reforma Agrária no estado do Rio Grande do Norte, onde vivem mais de vinte mil famílias beneficiadas pelo Programa Nacional de Reforma Agrária.

É missão institucional do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária–INCRA supervisionar os assentamentos federais. No Rio Grande do Norte, essa missão está a cargo da Superintendência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária–RN, que é o órgão responsável pela gestão das áreas reformadas.

Aspectos políticos, estruturais e conjunturais, consolidados em restrições orçamentárias e operacionais, dificultam o trabalho de acompanhamento do processo evolutivo da ocupação dos assentamentos. Em consequência, a fiscalização e o monitoramento não têm sido realizados a contento ao longo do tempo, pelos métodos tradicionais de visitas sistemáticas de campo, deixando 286 assentamentos, que deveriam ser avaliados continuamente, sem a necessária supervisão.

A Lei 12.651/2012, datada de 25/05/2012, conhecida como Código Florestal, estabelece que as áreas de Reserva Legal e as Áreas de Preservação Permanentes localizadas nos Assentamentos de Reforma Agrária necessitam ser preservadas. Muitos assentados, por suposto desconhecimento da lei e de normas adequadas de uso dos recursos naturais e/ou por tradição histórica e cultural, utilizam essas áreas para cultivos agrícolas, criação de animais domésticos e corte de madeira para produção de lenha e estacas, agindo em total desacordo às normas estabelecidas na legislação ambiental.

O Artigo 12, da Lei 12.651/2012, regulamenta a delimitação da Área de Reserva Legal e determina que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa a título de Reserva Legal, observando, para a região Nordeste, o percentual mínimo de 20% em relação à área do imóvel.

O uso e a ocupação das terras é um tema básico para o planejamento ambiental porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os recursos naturais (Santos 2004). É sabido que a vegetação funciona como um manto protetor dos recursos naturais e exerce papel essencial na manutenção do ciclo da água, além de proteger o solo contra o impacto das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade dos solos através da ação das raízes e reduzindo o escoamento superficial da água (Melo 2011).

As Áreas de Preservação Permanentes que margeiam os rios e lagoas, conhecidas como matas ciliares, desempenham importantes funções ambientais, como, por exemplo, proteger e manter os recursos hídricos, evitar o processo de erosão do solo, reduzir a poluição e a eutrofização da água, evitar o assoreamento, além de conservar a diversidade de espécies de plantas e animais através da formação dos corredores ecológicos que interligam os remanescentes de vegetação nativa (Miccolis *et al.* 2016).

Nos últimos anos, as geotecnologias tornaram-se fortes aliadas para a elaboração de uma grande diversidade de mapas temáticos territoriais, atualizados, para pesquisas, gestão e monitoramentos ambientais (Schlaffer e Harutyunyan 2018; Lima e Silva 2014; Faustino *et al.*, 2014; Batistella e Moran 2008; Medeiros 2005), uma vez que possibilitam a coleta e o tratamento de elevada quantidade de dados e informações sobre os recursos naturais da Terra.

Muitos satélites de sensoriamento remoto foram desenvolvidos e lançados com várias opções de resolução espacial, espectral e temporal, fornecendo imagens apropriadas para o desenvolvimento de vários estudos em diversas áreas e para a produção de mapas (Batistella e Moran 2008).

Mapas detalhados de uso e cobertura do solo constituem uma base importante para estudos ambientais e tornam possível realizar o monitoramento das mudanças no uso e na ocupação das terras na busca pela gestão adequada do meio ambiente (Schlaffer e Harutyunyan, 2018).

Segundo Gomez *et al.* (2016), o mapeamento de uso da terra é essencial para o planejamento e gerenciamento dos recursos naturais; e o monitoramento das mudanças da cobertura do solo, de maneira consistente, robusta e econômica, é possível com dados de sensoriamento remoto.

Novo (2010) 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. Esse mapeamento tem grande importância para a detecção e delimitação de áreas degradadas e, conseqüentemente, para a elaboração de propostas de recuperação.

Santos (2004) afirma que o uso e a ocupação das terras retratam as atividades humanas que podem impactar os elementos naturais e que as formas de uso e ocupação são especializadas através de mapas que devem expressar a distribuição das atividades no espaço, e que as imagens de sensores remotos são ferramentas úteis para esse mapeamento.

Medeiros (2005) utilizou imagens do satélite Ikonos-2 com resolução espacial de 1 metro, datadas de janeiro de 2003, e revelou que essas imagens são indicadas para estudos voltados para áreas urbanas devido à alta resolução espacial, sendo possível identificar atividades inadequadas e conflitivas que causam a degradação do meio ambiente, auxiliando os governos municipais no planejamento urbano e rural de forma mais adequada ambientalmente.

Imagens de satélites de média resolução espacial, como Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, são as mais disponíveis e também as mais utilizadas, há décadas, no mapeamento e nos estudos de mudanças de uso e cobertura da terra em todo o mundo. No território brasileiro não

foi diferente, podendo-se citar, entre alguns pesquisadores, como: Silva (2013), Lima e Silva (2014), Faustino *et al.* (2014), Costa (2018), Rocha e Silva (2018) e Nicolau *et al.* (2019).

O Satélite Sentinel-2 está entre os sistemas operacionais mais recentes, pois foi lançado em junho de 2015 e também já conta com inúmeros trabalhos publicados no Brasil e no mundo, como os de Oliveira *et al.* (2017), Szostak *et al.* (2017), Rex *et al.* (2018), Schlaffer e Harutyunyan (2018), com imagens geradas pelo sensor MSI (*Multi Spectral Instrument*).

Oliveira *et al.* (2017) utilizaram imagem do satélite Sentinel-2, do ano de 2016, para confeccionar o Mapa de Uso e Ocupação do Solo do município de São Bento–PB e caracterizar o estágio de degradação ambiental das áreas do município. Foi usada a classificação supervisionada das imagens Sentinel-2 com o uso do software QGIS 2.14 e seus complementos, como o *Semi-Automatic Classification Plugin–SCP*.

Szostak *et al.* (2017) afirmam que o monitoramento das mudanças no uso e cobertura da terra é essencial para uma gestão adequada do território e que deve ser adotado para a concessão de subsídios para agricultores que são beneficiados com esse programa na Polônia. Os autores concluíram que o processamento de imagens do satélite Sentinel-2 possibilita a atualização do Banco de Dados Cadastrais da Polônia, de forma rápida e econômica.

Rex *et al.* (2018) avaliaram a qualidade da classificação das imagens do satélite Landsat 8 e do Sentinel-2 após confeccionar o Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de Santa Vitória do Palmar–RS. Os autores relataram que ambas as classificações produziram resultados considerados excelentes com a utilização de imagens digitais disponibilizadas gratuitamente. Mas consideraram que a classificação da imagem MSI/Sentinel-2 produziu resultados mais acurados ($\kappa = 0,98$) em relação à do Landsat 8/OLI ($\kappa = 0,88$).

Schlaffer e Harutyunyan (2018) realizaram o Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra da região da Bacia Hidrográfica do Rio Voghji, localizada na Armênia, com o uso de imagens do satélite Sentinel-2, datada de outubro de 2016, com o objetivo de analisar as mudanças quanto ao uso da terra na citada região, que é afetada pela atividade de mineração.

A seleção do Assentamento Padre Cícero, para o presente estudo, justifica-se por estar inserido totalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN, sendo esta uma das mais importantes bacias do Estado do Rio Grande do Norte, visto que é formada pela Lagoa de Extremoz, fonte hídrica para abastecimento d'água de grande parte da população residente na zona metropolitana de Natal. Esse é um dos motivos pelo qual a bacia tem sido alvo de muitos outros estudos ambientais, como o de Carvalho *et al.* (2013), Faustino *et al.* (2014), Silva (2017), Carvalho *et al.* (2017 e 2019), Costa (2018), Rocha e Silva (2018), Costa *et al.* (2019) e Nóbrega *et al.* (2019).

Segundo Faustino *et al.* (2014), a Bacia do Rio Doce sofreu forte pressão imobiliária, culminando com a redução da cobertura vegetal e a ampliação das áreas de impermeabilização dos solos. A partir da análise temporal do uso e cobertura do solo, os autores afirmaram que a bacia perdeu 52,17% da cobertura vegetal no intervalo de 24 anos (no período de 1977 a 2001) e reforçaram a relevância do uso das imagens de satélite para a elaboração de diagnósticos ambientais voltados para a preservação do meio ambiente.

De acordo com Silva (2017), a Bacia Hidrográfica do Rio Doce vem lidando com a interferência do processo acelerado de urbanização da zona norte de Natal, de São Gonçalo do Amarante e de Extremoz, e, ainda, as áreas rurais da bacia ocupadas por propriedades agropecuárias de pequeno e médio porte, inclusive assentamentos de reforma agrária, que, por suposto manejo inadequado do solo, estão afetando as condições hídricas da bacia.

Costa (2018) estudou as vulnerabilidades, natural e ambiental, da Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN, classificando a vulnerabilidade natural como Medianamente Estável/Vulnerável, com forte tendência a Moderadamente Vulnerável; e a vulnerabilidade ambiental como Moderadamente Vulnerável, com o forte predomínio e influência das ações antrópicas. Destacou como ações mais impactantes, transformadoras de áreas consideradas “preservadas” em áreas impactadas, o cultivo sazonal, responsável pela retirada da vegetação natural, inclusive das matas ciliares; o cultivo de monoculturas e hortaliças no leito maior e menor dos rios Guajiru e do Mudo; a produção em áreas de assentamentos rurais; o cultivo perene de coco, banana e caju nos leitos dos rios perenes; a expansão urbana em direção ao Rio do Mudo e a atividade mineradora na bacia.

Rocha e Silva (2018) avaliaram a situação natural de microbacias de nascentes do Rio Guajiru, utilizando imagens de satélite de alta resolução espacial disponibilizadas pelo Google Earth Pro. Os resultados mostraram que a classe pastagem apresenta maior predomínio, seguida dos campos antropizados, enquanto os corpos d’água ocupam pouco mais de 1% da área total de estudos, atestando que as microbacias de nascentes estão totalmente desmatadas, comprometendo a recarga e os fluxos de água superficial e de subsuperfície, revelando um quadro preocupante de degradação ambiental nessas microbacias.

Para Costa *et al.* (2019), os usos da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Doce estão diretamente ligados às características do meio físico. As áreas de pastagem e cultivo intermitente se dão no oeste da bacia, de clima mais seco, enquanto as culturas permanentes de cana-de-açúcar e hortaliças estão no centro-leste, de clima mais úmido, com maior abundância de água e com maiores concentrações populacionais, o que resulta numa maior degradação ambiental, advinda do uso e da ocupação desordenada na porção centro-leste da bacia.

Na tentativa de superar as dificuldades das vistorias sistemáticas em campo, de fazer diagnóstico e de proceder com o monitoramento ambiental, principalmente das Áreas de Preservação Permanentes e das áreas de Reserva Legal que estão localizadas em assentamentos de reforma agrária, é que se propôs este estudo com o objetivo de avaliar o emprego de geotecnologias, notadamente das imagens de satélite, para investigar possíveis áreas degradadas, além de orientar o planejamento dos trabalhos de vistorias, direcionando-os para otimizar tempo e recursos humanos e financeiros, inerentes à atividade.

Nesse sentido, o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são fundamentais para auxiliar na interpretação do espaço geográfico e constituem ferramentas computacionais que propiciam gerar informações espaciais através da análise e da representação do espaço ou dos fenômenos espaciais. Assim sendo, o tratamento e a geração de informações através de SIG se tornam imprescindíveis para a otimização de tempo e a redução de custos em campo (Faustino *et al.*, 2014).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

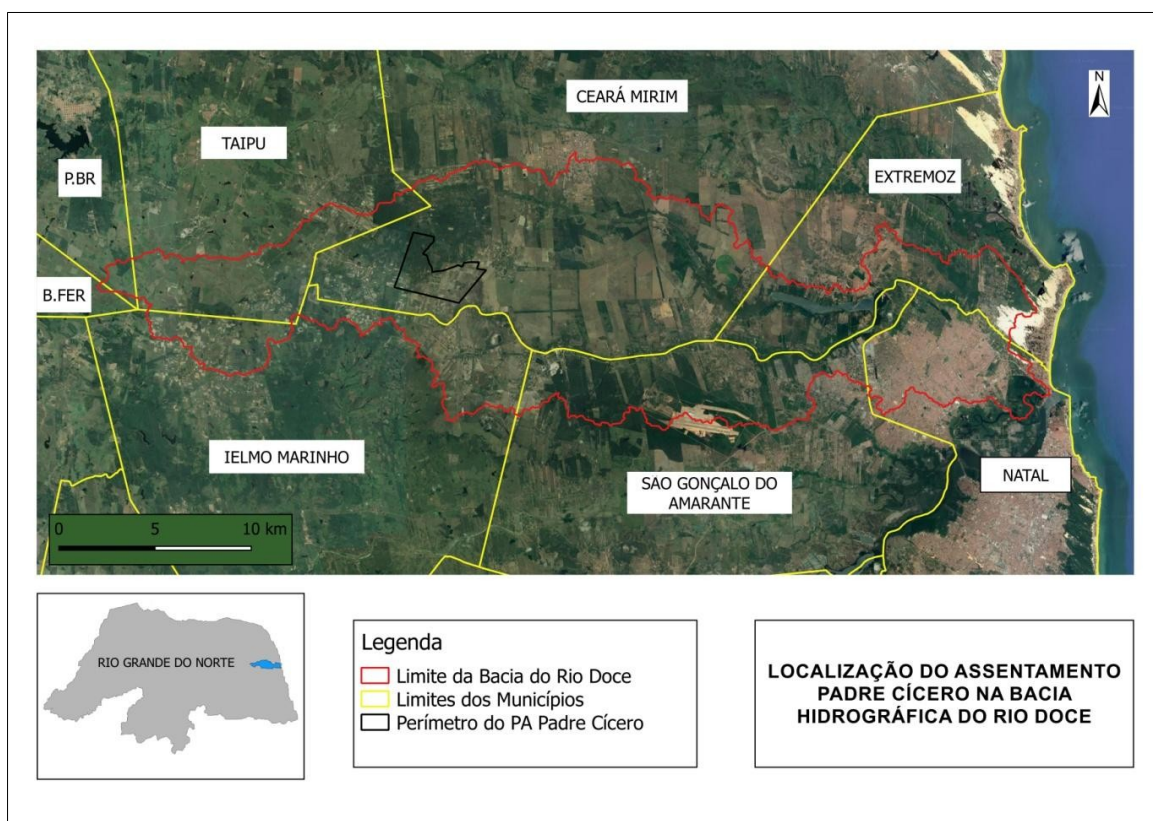
O Projeto de Assentamento (PA) Padre Cícero está localizado no município de Ceará-Mirim-RN, foi criado pelo INCRA, em 24 de agosto de 2000, para beneficiar 60 famílias, através do Programa Nacional de Reforma Agrária, em uma área de 800 hectares, mediante a desapropriação da Fazenda Cavalcante.

O assentamento faz divisa com o PA Espírito Santo ao norte, com o PA São Sebastião ao sul, com a rodovia RN-064 a leste e com o PA Primeira Lagoa a oeste. O módulo fiscal do município de Ceará-Mirim é estabelecido em 20 hectares e a fração mínima de parcelamento corresponde à 4 hectares. Desse modo, a Fazenda Cavalcante, que foi desapropriada para fins de reforma agrária, era classificada como grande propriedade, possuindo 40 módulos fiscais. O Assentamento Padre Cícero está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Doce e compreende trechos do Rio do Mudo e microbacias de nascentes de afluentes do Rio do Mudo e do Rio Guajiru.

A Figura 1 apresenta a imagem, disponibilizada pelo Google Earth Pro, com a delimitação do Assentamento Padre Cícero e parte dos territórios dos oito municípios que estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, quais sejam: Ceará-Mirim, Extremoz, Natal, Ielmo Marinho, São Gonçalo do Amarante, Taipu, Poço Branco e Bento Fernandes. Foi adotada a delimitação da Bacia proposta por Costa *et al.* (2019).

Ainda na Figura 1, pode se observar a intensa ocupação urbana da zona norte de Natal e da cidade de Extremoz, na área de entorno da Lagoa de Extremoz, o que demanda a realização de monitoramento ambiental contínuo na área da bacia, na busca de evitar o colapso da Lagoa de Extremoz, o que pode resultar em uma crise no abastecimento público.

Figura 1 – Localização do Assentamento Padre Cícero e dos municípios que estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, sobrepostos à imagem Google Earth do ano de 2011

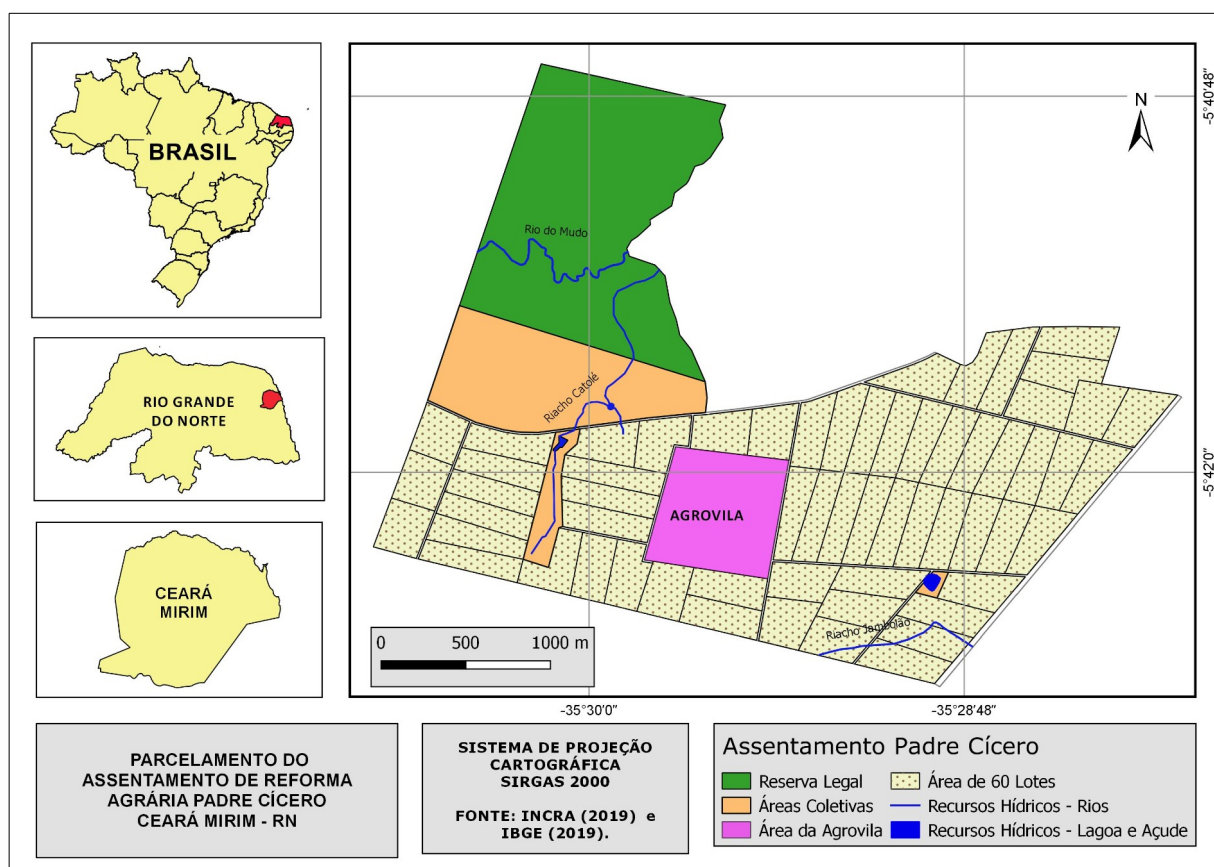


Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados cartográficos do INCRA e do IBGE (2019).

O parcelamento do PA (Projeto de Assentamento) Padre Cícero foi realizado com a demarcação de uma área para a agrovila, com 60 moradias, 60 lotes de produção individual com cerca de 8 hectares cada, três áreas coletivas e uma área destinada para compor a Reserva Legal que compreende 20% da área total do imóvel. Ressalta-se, que o número de famílias existentes no Assentamento tende a aumentar naturalmente, no decorrer dos anos.

A Figura 2 apresenta o mapa de localização e o parcelamento do Assentamento Padre Cícero, onde se pode observar a delimitação das áreas existentes no Assentamento.

Figura 2 – Mapa do parcelamento do PA Padre Cícero, localizado em Ceará-Mirim – RN.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir da base cartográfica do INCRA e dados do IBGE (2019).

Características Fisiográficas da Região do Assentamento Padre Cícero.

O Assentamento Padre Cícero está inserido em uma região de clima tropical chuvoso, com verão seco (de acordo com a classificação de Köppen), precipitação pluviométrica média anual de 1.500 milímetros, com predominância de período chuvoso de março a agosto, apresentando temperatura média anual registrada de 25,3 °C, Umidade Relativa Média Anual em torno de 79% e média de 2.700 horas de insolação (CPRM 2005).

Toda a área do assentamento está geologicamente compreendida por sedimentos do Grupo Barreiras, que é constituído por arenitos e conglomerados, com intercalações de siltitos e argilitos, associados a sistemas fluviais de idade Tércio-quadernária, sobre os quais se desenvolve relevo plano a ondulado, característico de Tabuleiro Costeiro, onde figura encaixado o Rio do Mudo e suas planícies aluviais e afluentes, e também, por granitos da Suíte Intrusiva Santa Inês (CPRM 2005).

A cobertura vegetal desse Assentamento é característica do Bioma Caatinga, sendo predominantes, principalmente na área de Reserva Legal, espécies vegetais, como a Jurema

Preta (*Mimosa tenuiflora*), a Catanduva (*Piptadeniamoniliformis*), o Marmeleiro (*Crotonsonderianus*), a Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e a Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Na porção do assentamento que foi destinada para aproveitamento agropecuário, observa-se a existência de cobertura vegetal de porte herbáceo, típico de área de pastagem.

Os recursos hídricos superficiais resumem-se: ao Rio do Mudo, que corta a Reserva Legal do Assentamento, mas que apresenta leito seco na maior parte do ano, a um açude, na porção centro-norte, cujo riacho, a jusante, se mantém com escoamento superficial restrito, mas constante no único leito não intermitente na área da microbacia do Rio do Mudo. Na porção sul, na região da microbacia do Rio Guajiru, está localizada uma pequena lagoa, conhecida como Lagoa dos Pombos, na porção leste da área, próxima a RN-064, que liga a cidade de Ceará-Mirim a cidade de Ielmo Marinho, e próxima ao Riacho Jambolão, de leito seco, no qual encontra-se água cavando um pouco mais de 1 metro de profundidade, onde se observou a existência de algumas escavações destinadas para dessedentação dos rebanhos dos assentados.

Dados de Laboratório e de Campo

Para a elaboração do Mapa de Uso e Cobertura do Solo do PA Padre Cícero foi utilizada a imagem do satélite Sentinel-2, datada de 30/06/2018, e fotografias aéreas obtidas através de sobrevoo com o Drone DJI Phantom 4 e 4 Pro, além de diversas vistorias “in loco”, realizadas no corrente ano, sendo a última delas em 05/11/2019.

A imagem do Satélite Sentinel-2 foi obtida, de forma gratuita, no site da Agência Espacial Europeia/ESA, no endereço eletrônico <https://scihub.copernicus.eu/dhus>. A cena é datada de 30/06/2018, com percentual de cobertura de nuvem de 0.0%. Identificada pelo ID: S2A_MSIL1C_20180630T125311_N0206_R052_T24MZU_20180630T142855. A imagem foi adquirida com Nível-1-C com reflectância no Topo da Atmosfera (TOA). O arquivo dessa imagem tem 702.59 Mb.

A data da cena de 30 de junho de 2018 é importante porque se refere a um semestre, e a um mês em particular, em que foi registrado um bom índice de chuva na região de Ceará-Mirim, e a imagem MSI/Sentinel-2 retrata a vegetação verde exuberante. Nessa região há períodos prolongados de estiagem, durante os quais a vegetação fica totalmente seca, o que dificulta a análise e a diferenciação das coberturas vegetais das áreas desnudadas, de modo similar ao que ocorre quando se comparam áreas de vegetação típica da caatinga em períodos de estiagem (Melo 2011).

Segundo Jensen (2009), quando a planta se encontra no estado de estresse hídrico ocorre redução na produção de clorofila, o que resulta na diminuição de absorção de energia radiante nas bandas de absorção da clorofila, fazendo com que as plantas pareçam amareladas, diferenciando-se do comportamento espectral da vegetação que apresenta folha verde sadia.

De acordo com dados obtidos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (2019), tendo como posto de coleta a Prefeitura do Município de Ceará-Mirim, a precipitação chuvosa acumulada, referente ao primeiro semestre de 2018, chegou a 824 mm; e para o mês de junho de 2018, foram registrados 100,9 mm de volume de precipitação, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Precipitação pluviométrica registrada em Ceará-Mirim–RN, no ano de 2018

Precipitação Pluviométrica registrada em Ceará-Mirim–RN, no ano de 2018					
Mês	Volume	Mês	Volume	Mês	Volume
Janeiro	59,5 mm	Maio	93,6 mm	Setembro	0,0 mm
Fevereiro	230,3 mm	Junho	100,9 mm	Outubro	0,0 mm
Março	48,9 mm	Julho	178,6 mm	Novembro	0,0 mm
Abril	300,3 mm	Agosto	7,5 mm	Dezembro	0,0 mm

Fonte: EMPARN, 2019.

A plataforma do Satélite Sentinel-2 foi lançada em junho de 2015, com vida útil prevista de 7,25 anos. A largura da faixa de imageamento de cada cena pode chegar a 290 km; o sensor MSI (*Multi spectral-Instrument*) apresenta 13 bandas espectrais, sendo 4 bandas com resolução espacial de 10 metros (bandas 2, 3, 4 e 8), 6 bandas com resolução espacial de 20 metros (bandas 5, 6, 7, 8A, 11 e 12) e 3 bandas com resolução espacial de 60 metros (bandas 1, 9 e 10). A banda 8 situa-se na região do espectro eletromagnético do infravermelho próximo (NIR) com comprimento de onda central de 842 nanômetros. As bandas 4, 3 e 2 situam-se na região do visível, correspondendo às cores vermelha, verde e azul, com comprimento de onda central de 665, 560 e 490 nanômetros, respectivamente. Todas as bandas selecionadas para o estudo apresentam resolução espacial de 10 metros (ESA 2019).

A resolução temporal corresponde aos intervalos de tempo de passagem do satélite pela mesma área da Terra, sendo que a resolução temporal de cada sensor do satélite Sentinel-2 corresponde à 10 dias. A resolução radiométrica é a capacidade do sensor para distinguir

diferenças na intensidade ou refletância da luz. Quanto maior a resolução radiométrica, mais precisa será a imagem detectada (Novo 2010). Essa resolução é rotineiramente expressa como um número de bits, geralmente no intervalo de 8 a 16 bits. A resolução radiométrica do sensor MSI do satélite Sentinel-2 é de 12 bits, permitindo que a imagem seja adquirida em uma faixa de 0 a 4.095 valores potenciais de intensidade de luz (ESA 2019).

Os procedimentos de pré-processamento, composição de bandas, classificação de imagem e pós-processamento, com a avaliação do Índice Kappa, foram feitos no software de acesso livre QGIS 2.14 Essen, através do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (CONGEDO, 2018). Esse complemento possui ferramentas desenvolvidas exclusivamente para as especificidades das imagens Sentinel-2.

Segundo Rezende (2017), algumas imagens obtidas do Sentinel-2 são disponibilizadas com valores de reflectância aparente (Top Of Atmosphere – TOA) no Nivel 1C, como no caso da imagem acessada para este estudo. Desse modo, foi feita a correção atmosférica pelo algoritmo DOS 1 (*Dark Object Subtraction 1*), disponível no *Semi-Automatic Classification Plugin* do QGIS 2.14, com intuito de minimizar os efeitos causados na cena por conta da absorção e do espalhamento atmosférico. A correção melhora os dados e, conseqüentemente, a visualização de resultados quando corrigidos para a reflectância de superfície da imagem (Pessanha e Silva 2017).

Para a classificação da imagem, foi utilizado o algoritmo classificador por Máxima Verossimilhança (MAXVER). Segundo Meneses e Almeida (2012), esse algoritmo é um método eficiente porque considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos para calcular a probabilidade de um dado pixel pertencer a uma classe específica.

Com base no Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012) e em dados de campo, foram definidas seis classes de uso e ocupação do solo, quais sejam: Caatinga Arbórea Densa, Caatinga Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva, Área de Pastagem, Solo Descoberto e Recurso Hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação da imagem do satélite Sentinel-2 foi precedida pela análise das bandas individuais e da composição colorida 4R-3G-2B, conhecida como cor natural, e 8R-4G-3B, conhecida como “falsa cor”. A Figura 3a apresenta a área de estudos na composição colorida 4R-3G-2B, na qual é possível distinguir a vegetação arbórea na tonalidade verde escuro, da

vegetação herbácea que apresenta tonalidade verde mais claro e textura mais lisa. As áreas de pastagens também apresentam diferentes tonalidades devido aos diferentes estágios de crescimento da vegetação herbácea e da umidade do solo, predominantemente arenoso nas áreas mais elevadas, e argilo-arenoso nos terrenos mais baixos, nas planícies e vales de inundação.

De acordo com Novo (2010), o comportamento espectral da vegetação modifica-se ao longo do ciclo vegetativo e as alterações fenológicas e morfológicas sofridas pelas plantas podem influenciar diferentes respostas espectrais, que são dependentes do tipo de cultura, do ângulo de visada, da arquitetura do dossel, do nível de umidade, da declividade e do tipo de substrato.

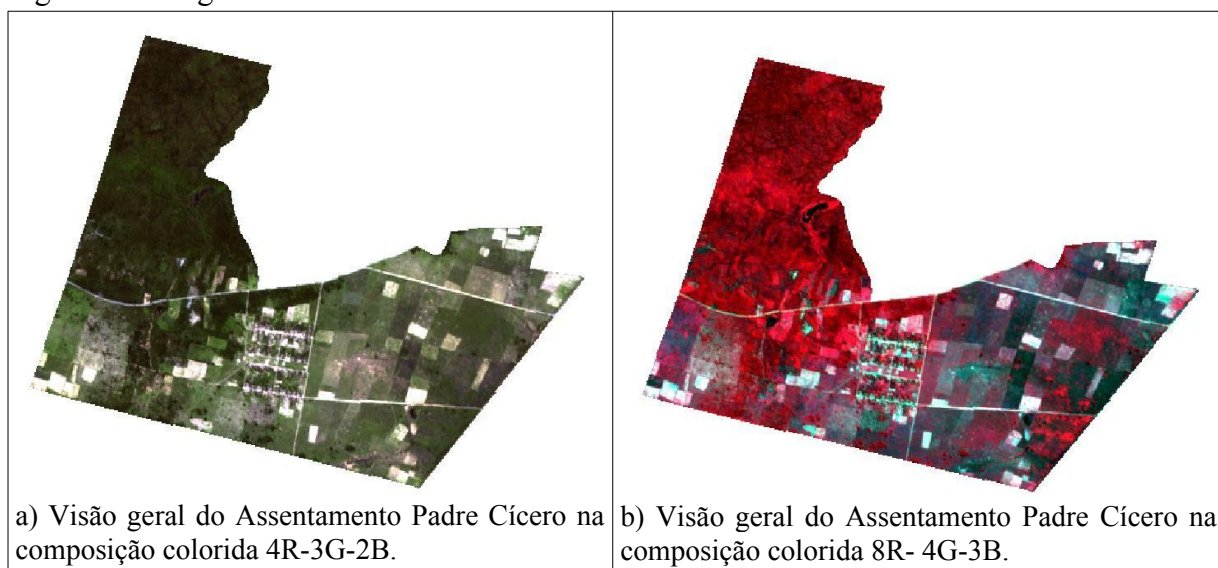
O comportamento espectral diferenciado da vegetação na região do visível resume-se às respostas das folhas e dosséis, sendo a reflectância espectral relativamente baixa devido à forte absorção da radiação pelos pigmentos do grupo das clorofilas nessa região espectral, exceto pelo pico de reflectância na região do verde do espectro visível que explica a coloração verde das plantas (Guedes e Silva 2018; Rosa 2013; Jensen 2009). Essas diferenciações foram observadas quanto ao tipo, ao porte, à densidade e ao vigor vegetativo das espécies encontradas na área.

O solo pode ser entendido como uma mistura de compostos minerais e orgânicos, ar e água que ocupam a superfície da terra. Assim sendo, a composição mineral, a presença de matéria orgânica e a umidade são, reconhecidamente, fatores de forte influência sobre a reflectância dos solos (Moreira 2012). A maior parte dos solos da área do assentamento são arenosos, quando localizados em relevo elevado e plano, sendo todos bem drenados e bem claros na imagem de satélite. Nos leitos secos e nas planícies de inundação dos rios, os solos são mais areno-argilosos a argilosos, apresentando coloração cinza médio a mais escuro.

No perímetro da área de Reserva Legal, pode-se observar uma região mais escura com *pixels* escuros a preto, que mais parecem resposta espectral da água. Contudo, são áreas de sombras induzidas pela associação do terreno inclinado com cobertura vegetal arbórea densa, de maior porte, conforme observação em campo.

A Figura 3b apresenta a composição colorida 8R-4G-3B, da cena Sentinel-2, datada de 30/06/2018. Nela é possível perceber onde se encontram as principais reservas de recursos hídricos superficiais, ora restritos a pequenas lâminas de água. O forte contraste espectral da cor preta da lâmina de água com o seu entorno, deve-se à alta absorção de energia eletromagnética da água, contrastando com a cor avermelhada da vegetação que na composição 8R-4G-3B, resulta da elevada reflectância na banda do infravermelho, relacionada com aspectos fisiológicos da estrutura celular das plantas (Meneses e Almeida, 2012).

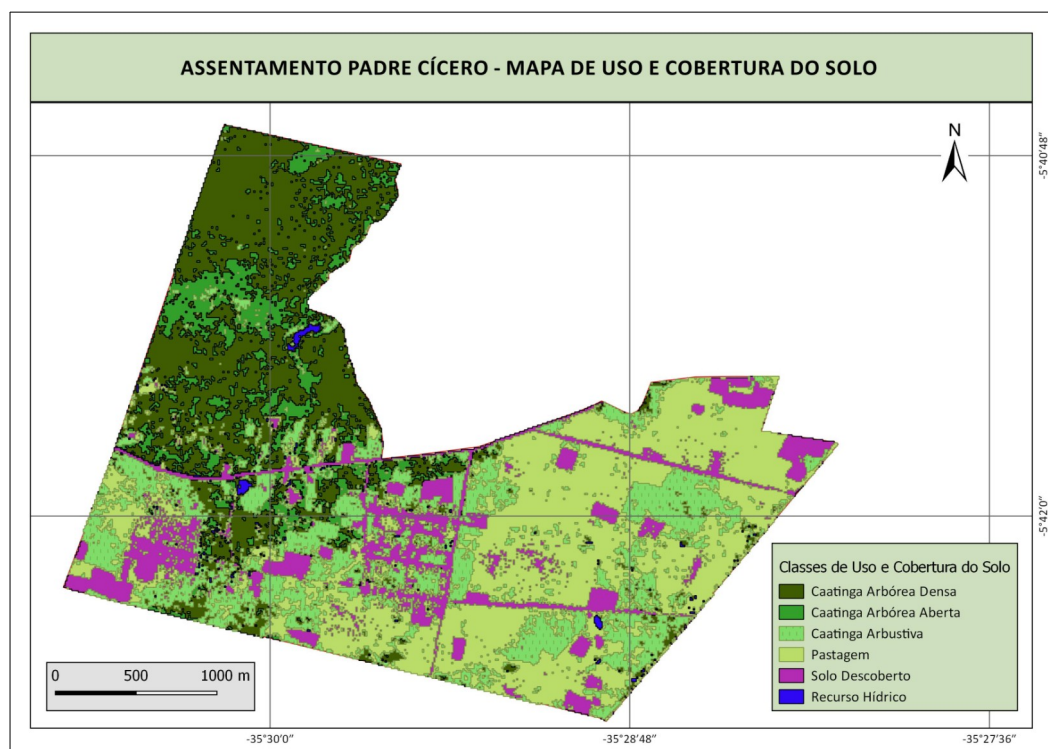
Figura 3 – Imagens do Satélite Sentinel-2 do Assentamento Padre Cícero.



O Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero

A classificação da imagem do satélite Sentinel-2 possibilitou a geração do Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero, apresentado na Figura 4, enquanto a Tabela 2 mostra os percentuais das ocorrências de cada classe mapeada.

Figura 4 – Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Assentamento Padre Cícero.



Elaborado pela autora, 2019.

Tabela 2 – Classes de Uso e Cobertura do Solo no Assentamento Padre Cícero

Classes de Uso e Cobertura do Solo no Assentamento Padre Cícero		
Classe	Área (Hectares)	Percentual
1 – Caatinga Arbórea Densa	201,30	25,16 %
2 – Caatinga Arbórea Aberta	77,21	9,65 %
3 – Caatinga Arbustiva	161,14	21,14 %
4 – Área de Pastagem	250,11	31,26 %
5 – Área de Solo Descoberto	105,80	13,22 %
6 – Recurso Hídrico	4,45	0,57 %
Total	800	100 %

A classe correspondente à Caatinga Arbórea Densa, que ocupa 201,30 hectares e 25,16 % da área do assentamento, está localizada na área da Reserva Legal e na Área Coletiva nº 1, que se encontra vizinha à área de Reserva Legal. Nesse contexto, pode-se concluir que a área de Reserva Legal está de acordo com as normas ambientais, encontrando-se preservada, com boa cobertura vegetal de porte arbóreo, e que não está sendo utilizada para lavoura e nem criação de animais domésticos.

A classe correspondente à Caatinga Arbórea Aberta, ocupa 77,21 hectares e 9,65% da área do assentamento, compreendendo a área de Reserva Legal nas proximidades do Rio do Mudo.

A classe de Caatinga Arbustiva, que ocupa 161,14 hectares e 20,14% da área, está mais presente na área dos lotes de produção individual existentes no assentamento e no entorno da agrovila. Dados oriundos das visitas de campo revelam tratar-se de predominância da espécie Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*).

A classe referente à Área de Pastagem ocupa 250,10 hectares e 31,26% da área total; isso ocorre porque a maioria dos assentados fez a opção por desenvolver a atividade de pecuária, visto que, na época da desapropriação da terra, já havia grande parte da fazenda ocupada por gramíneas, segundo dados do INCRA (2009).

A classe discriminada como Área de Solo Descoberto corresponde à classe mais visível na imagem Sentinel-2, pois os altos níveis de reflexão dos solos, predominantemente arenosos, são de fácil observação. Ocupam 105,80 hectares e 13,22% da área e compreendem parte dos lotes que se encontravam com solo descoberto e vias de acessos existentes no assentamento e na área da Agrovila. Em outra porção do Assentamento, na área localizada na

microbacia do Rio Guajiru, pode ser visualizada área de solo exposto com coloração escura devido à umidade e às características específicas de solos areno-argilosos mais escuros.

A classe referente aos recursos hídricos corresponde a 4,45 hectares e 0,57% da área do assentamento. A maior lâmina d'água detectada pelo sensor MSI/Sentinel-2 corresponde a área de uma planície de inundação, próxima ao leito do Rio do Mudo, que está localizada na área da Reserva Legal do Assentamento. Conforme vistoria realizada na data de 08/11/2019, foi constatado que essa área se encontra quase seca. Outro corpo hídrico detectado na cena Sentinel-2 corresponde ao açude localizado na Área Coletiva 2, às margens da estrada que dá acesso ao Assentamento Primeira Lagoa. A menor lâmina d'água foi detectada na Área Coletiva 3, e corresponde a uma pequena lagoa localizada na área da microbacia do Rio Guajiru, conhecida como Lagoa dos Pombos, que, desde as visitas realizadas, em maio até o mês de novembro, tem apresentado uma significativa redução no volume de água armazenada.

Segundo Santos (2004), não há produto de sensoriamento remoto ou classificação automática, por meio de um Sistema de Informação Geográfica, que dispense a validação de campo. Nesse sentido, foram realizadas várias visitas ao assentamento, com o intuito de validar as informações que constam no Mapa de Uso e Cobertura do Solo. Além disso, as fotografias obtidas através do sobrevoo de drone e de máquina fotográfica, marca Sony, também colaboram para validar o Mapa de Uso e Ocupação do Solo.

De acordo com Novo (2010), após o processo de classificação da imagem de satélite, torna-se necessário avaliar essa exatidão, ou seja, é necessário determinar se o resultado da classificação está condizente com a realidade. O Índice Kappa é um método bastante utilizado na avaliação dos resultados da classificação de imagens. Esse índice varia de 0 (concordância nula) a 1 (concordância perfeita), sendo estabelecidos os valores da estatística Kappa: 0 a 0,2 = ruim; 0,2 a 0,4 = razoável; 0,4 a 0,6 = boa; 0,6 a 0,8 = muito boa; e 0,8 a 1,0 = excelente (Meneses e Almeida 2012). O Índice Kappa resultante da classificação da imagem Sentinel-2, apresentado nessa pesquisa, foi de 0,86%, sendo considerado excelente.

A Figura 5 mostra tomadas aéreas com a descrição da situação natural, em 2019, da principal lagoa da área (5a), de áreas de pastagem (5b), de nascentes e APP's preservadas (5c), de barramento de afluente do Rio do Mudo, conhecido como Riacho Catolé, com APP parcialmente preservada (5d) e de escavações no leito do Riacho Jambolão, expondo a lâmina de água subsuperficial (5e e 5f).

Figura 5 – Fotografias obtidas com sobrevoo do drone DJI Phantom4, na área do Assentamento Padre Cícero, onde se observa a vegetação verdejante no mês de junho de 2019 (fotos a, b, c, d), e a vegetação um pouco mais seca no mês de novembro de 2019 (fotos e, f).



a) Lagoa em microbacia do Rio Guajiru com APP visivelmente degradada



b) Área de pastagem nas proximidades da agrovila do Assentamento



c) Área de nascente do afluente do Rio do Mudo com APP parcialmente preservada.



d) Açude onde ocorreu o barramento do afluente do Rio do Mudo com APP parcialmente preservada.



e) Escavação em leito do riacho Jambolão, expondo a lâmina de água subsuperficial.



f) Outro exemplo de escavação menor em leito do riacho Jambolão a montante da escavação anterior.

CONCLUSÕES

A imagem do satélite Sentinel-2 possibilitou a confecção do Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Assentamento Padre Cícero, permitindo conhecer a dinâmica da ocupação do território.

Os resultados mostram que as áreas das Classes Pastagem e Solos Descobertos recobrem 44,48% do território em que se encontra o assentamento, que a área de Reserva Legal se encontra com boa cobertura vegetal, e ainda, o mapa produzido também permitiu identificar frações de terras desmatadas em área de restrição de uso legal, que se referem às Áreas de Preservação Permanentes da Lagoa dos Pombos e do Riacho Jambolão, localizados na microbacia do Rio Guajiru.

Complementarmente, observa-se que os recursos hídricos disponíveis, em superfície, não chegam a 1% da área total do assentamento, fato preocupante visto que a água é um recurso essencial para as atividades agropecuárias desenvolvidas na área do Assentamento.

A metodologia utilizada indica que as técnicas de processamento digital e classificação de imagens de satélite, com o uso do software de acesso livre QGIS e seus complementos, são adequadas para esse tipo de mapeamento, mostrando-se uma tecnologia acessível e economicamente viável, razão pela qual deve ser replicada para estudos ambientais nos diversos assentamentos de reforma agrária, localizados no Brasil.

Por fim, espera-se que os resultados obtidos neste estudo tenham utilidade para a construção de políticas de planejamento e gestão ambiental dos órgãos públicos municipais, estaduais e federais; e que esta pesquisa estimule o uso de geotecnologias para o desenvolvimento de investigações científicas que possam contribuir para a preservação do meio ambiente nos preceitos da agenda do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

Batistella M, Moran E. 2008. **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. Editora Senac: São Paulo. 283p.

Brasil (Governo do). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Carvalho ETS, Silva MRS, Faustino AB, Silva SMP. 2013. Fatores de Degradação Ambiental pelo Uso Não Sustentável dos Recursos Naturais da Bacia do Rio Doce-RN. In:

Conferência da Terra-Fórum Internacional do Meio Ambiente. TERRA: Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB. João Pessoa-PB. v (1). p. 277-288.

Carvalho ETS, Silva MRS, Silva SMP. 2017. O Uso de Geotecnologias livre no Monitoramento de Áreas Protegidas. In: Seabra e Giovanni. (Org.). **Educação ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade**. 1ed. Ituiutaba: Barlavento. v (1) p. 596-606.

Carvalho ETS, Silva MRS, Silva SMP. 2019. Sensoriamento Remoto Aplicado a Gestão de Áreas Protegidas: Estudo de Caso da Área de Proteção Ambiental Jenipabu-RN. In: Giovanni Seabra. (Org.). **Educação Ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade**. 1 ed. Ituiutaba: Barlavento. v (1) p. 1358-1369.

Congedo L. 2018. **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**, Release 4.8.0.1. Semi-AutomaticClassificationPlugin's (SCP) User Manual doc. for Quantum GIS. Disponível em <https://www.instrutorgis.com.br/wpcontent/uploads/2018/05/.pdf>. Acessado em: 05 de setembro de 2019.

Costa FR. 2018. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN). Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Costa FR, Souza RF, Silva SMP. 2019. Geoprocessamento aplicado a caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce-RN/Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.75, 43-63 p.

Costa FR, Souza RF, Silva SMP. 2016. Análise comparativa de metodologias aplicadas à delimitação da bacia hidrográfica do Rio Doce-RN. Comparative analysis of methodologies applied to demarcation of the basin of Rio Doce-RN. **Sociedade & Natureza**, 28(3): 429-442.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2005. **Diagnóstico do município de Ceará-Mirim, Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/PRODEEM. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br>. Acessado em: 06 de abril de 2019.

Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. 2019. **Índices pluviométricos por municípios**. Disponível em: www.emparn.rn.gov.br. Acessado em: 06 de abril de 2019.

ESA - Agência Espacial Européia. Satélite Sentinel-2. Disponível em URL: <https://scihub.copernicus.eu/>. Acessado: em 06 de abril de 2019.

Faustino AB, Ramos FF, Silva SMP. 2014. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em Sensoriamento Remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. **Revista Sociedade e Território**, 26 (2): 18-30.

Gomez C, *et al.* 2016. Optical remotely sensed time series data for land cover classification: A review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**. 116(1): 55-72.

Guedes JCF, Silva SMP. 2018. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: princípios físicos sensores e métodos. **Acta Geográfica**. v.12, Série 29: 127 - 144 p.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. 2009. **Relatório Ambiental Simplificado do Assentamento Padre Cícero**. Natal/RN, INCRA.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf> Acessado em: 5 de setembro de 2015.

Jensen J. 2009. **Sensoriamento Remoto do Ambiente - Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução de José Carlos Epiphanyo. São José dos Campos: Parenteses, 597 p.

Lima RM, Silva SMP. 2014. 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. **Sociedade e Território**, 26 (2): 1-17.

Medeiros CN, *et al.* 2005. Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12.** Goiânia, Brasil. INPE, p 2709-2716.

Melo ET, Sales MC, Oliveira JG. 2011. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Cratêus-CE. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise.** UFPR-Curitiba. 23 (1): 520-533.

Meneses PR, Almeida T. 2012. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília: CNPq /UNB,264 p.

Miccolis A, *et al.* 2016. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar Conservação com Produção. Opções para Cerrado e Caatinga. **Instituto Sociedade, População e Natureza**, 266 p.

Moreira MA, 2012. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** Viçosa:UFV. 422 p.

Nicolau RF, *et al.* 2019. Mapeamento da mudança do uso e cobertura das terras do município de Britânia do ano de 1985 até 2015 e sua relação com o avanço do setor agropecuário. **Revista Brasileira de Geomática**, 7 (1): 23-41.

Nóbrega TF, Franco RS, Medeiros GF. 2019. Surface water quality of temporary reservoirs located between the semi-arid region and the Brazilian northeast coast. **Ciência e Natura.** V 41 (24) 1-15 p.

Novo-Morais EM. 2010. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações.** Editora Blucher: São Paulo, 387p.

Oliveira GP, *et al.* 2017. O Uso de Imagens Sentinel-2 e do Software Livre QGIS no Zoneamento Ambiental: Um Estudo de Caso no Município de São Bento, Paraíba. **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada-18.** Unicamp-Campinas. P 4871-4883.

Pessanha MS.; Silva, CD. 2017. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo utilizando imagens de Satélite do Sensor MSI/Sentinel-2A para o município de Volta Redonda-RJ. **Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade-6**. Paraíba do Sul-RJ. Junho de 2017.

Rezende P, *et al.* 2017. Uso de dados do Sentinel-2 para cálculo de NDVI com base nos valores da refletância aparente e de superfície. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-18**. Santos, Brasil, INPE, p 4181-4188.

Rex FE, *et al.* 2018. Potencial de Imagens MSI (Sentinel-2) para classificação do Uso e Cobertura da Terra. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, 15 (27) 219- 230.

Rocha MB, Silva SMP. 2018. **Uso e Cobertura da Terra em Microbacias de Nascentes Degradadas do Rio Guajiru (RN) baseada em Dados de Campo e Apoio de Geotecnologias**. Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido-CONADIS. Natal-RN

Rosa R. 2013. **Introdução ao Geoprocessamento**. Universidade Federal de Uberlândia.

Santos RF. 2004. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Oficina de Textos: São Paulo, 184p.

Schlaffer S, Harutyunyan A. 2018. Remote Sensing of Land-Cover/Land-Use in the Voghji River Basin, Syunik Region, Armenia. **Acoopian Center for the Enviroment - American University of Armenia**. March 30, 2018.

Silva G. C. 2013. **Diagnóstico da Degradação Ambiental no município de Areia Branca-RN, por Geotecnologias**. Dissertação (Mestrado) Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFRN, Natal.

Silva CC, *et al.* 2017. **Unidades Naturais da Bacia do Rio Doce/RN**. Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada-17. Campinas: São Paulo.

Szostak M. *et al.* 2017. Using of Sentinel-2 Images for automation of the forest succession detection. **European Journal of Remote Sensing**. ISSN 2279-7254. 51(1): 142-149

CAPÍTULO 2 – Artigo intitulado: "**Degradação Ambiental no Assentamento Padre Cícero na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com Apoio de Geotecnologias e Dados de Campo**", que deve ser submetido à Revista Boletim Paranaense de Geociências, ISSN 0067-964. QUALIS B1 da Área das Ciências Ambientais da CAPES, e, portanto, está formatado conforme este periódico

DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO ASSENTAMENTO PADRE CÍCERO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (RN) COM APOIO DE GEOTECNOLOGIAS E DADOS DE CAMPO.

RESUMO – Urgentemente se faz preponderante a correta interpretação do conceito de uso sustentável dos recursos naturais, visto que a qualidade da água, do solo e do ar, são imprescindíveis para a sobrevivência do ser humano, além do fato de que cada elemento da paisagem tem papel importante na composição e manutenção de um meio ambiente equilibrado. Manter níveis satisfatórios de produtividade e assegurar a conservação dos recursos naturais estão entre os princípios basilares do Estatuto da Terra, que devem ser perseguidos como forma de garantir a sustentabilidade ambiental das áreas destinadas para o Programa de Reforma Agrária. Neste trabalho são apresentados os resultados da pesquisa realizada com imagem do Satélite Sentinel-2, do Google Earth Pro e de Drone DJI Phantom 4, dados de campo e análises de qualidade da água e de solos, com o objetivo de investigar o quadro de degradação ambiental no Assentamento Padre Cícero, no município de Ceará-Mirim (RN) e, concomitantemente, avaliar as possíveis contribuições das geotecnologias para os trabalhos de gestão territorial do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária em 286 assentamentos no Rio Grande do Norte. Os resultados da pesquisa demonstram que no perímetro do assentamento predominam áreas de pastagem, e a Reserva Legal apresenta cobertura vegetal arbórea densa típica do bioma Caatinga. As águas da Lagoa dos Pombos e do Riacho Jambolão estão sem a proteção da mata ciliar, e em desacordo com a legislação ambiental. As amostras de águas analisadas estão fora de padrões aceitáveis de Cor, Turbidez, Fósforo e DBO, sendo a água do Riacho Jambolão a mais comprometida. As análises granulométricas e de fertilidade dos solos revelam o predomínio de Neossolo Quartzarênico, com alto percentual de areia e baixa fertilidade. Conclui-se que é prioritário recuperar as Áreas de Preservação Permanentes da mata ciliar da Lagoa dos Pombos e do Riacho Jambolão para a melhoria da quantidade e da qualidade da água, e a adoção de manejo adequado dos solos para melhor aproveitamento agrícola. Pode-se empregar sistematicamente as geotecnologias nos estudos em outros assentamentos do RN, visando os preceitos da sustentabilidade ambiental das áreas destinadas para a reforma agrária.

Palavras Chave: Assentamentos; Qualidade da água; Fertilidade de solo; Análise ambiental; Gestão territorial.

ENVIRONMENTAL DEGRADATION IN THE FATHER CÍCERO SETTLEMENT IN THE RIO DOCE HYDROGRAPHIC BASIN, CEARÁ-MIRIM (RN), WITH GEOTECHNOLOGIES THE SUPPORT OF FIELD DATA.

ABSTRACT – The correct interpretation of the concept of sustainable use of natural resources is urgently needed, since the quality of water, soil and air, are essential for the survival of human beings, in addition to the fact that each element of the landscape plays an important role in the composition and maintenance of a balanced environment. Maintaining satisfactory levels of productivity and ensuring the conservation of natural resources are among the basic principles of the Land Statute, which must be pursued as a way of guaranteeing the environmental sustainability of the areas destined for the Agrarian Reform Program. This work presents the results of the research carried out with Sentinel-2, Google Earth Pro and DJI Phantom 4 drone images, field data and water and soil quality analyzes in order to investigate the environmental conditions and possibly degradation situations in the Padre Cícero Settlement, in the municipality of Ceará-Mirim (RN) and, concomitantly, to evaluate the possible contributions of geotechnologies to the territorial management work of the National Institute of Colonization and Agrarian Reform - INCRA, in 286 settlements in Rio Grande do Norte. The results indicate the predominance of pasture in the perimeter of the settlement and good dense tree cover typical of the Caatinga biome in the Legal Reserve area. The waters of Lagoa dos Pombos and Riacho Jambolão are without protection from riparian forest, and in disagreement with environmental legislation. The water samples analyzed are out of acceptable standards for Color, Turbidity, Phosphorus and BOD, with the water from Riacho Jambolão being the most compromised. Granulometric and soil fertility analyzes reveal the predominance of Quartzene Neossol with a high percentage of sand and low fertility. It's concluded that it is a priority to restore the Permanent Preservation Areas of the riparian forest of Lagoa dos Pombos and of Riacho Jambolão to improve the quantity and quality of water, and to adopt correct and adequate soil management practices for better agricultural use. Geotechnologies can be systematically used in other settlements studies in RN, aiming at the precepts of environmental sustainability of areas destined for agrarian reform.

Keywords: Settlements; Water quality; Soil fertility; Environmental analysis; Territorial management.

INTRODUÇÃO

O aumento das pressões sobre o meio ambiente gerou uma crescente preocupação mundial relacionada ao esgotamento dos recursos naturais e à insustentabilidade do crescimento econômico, resultando na realização de uma série de encontros internacionais para debater esses temas. Em meio a esses debates, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações na perspectiva de atender às suas próprias necessidades (CMMAD, 1988).

O Brasil é considerado um dos países que apresenta condições de aumentar a produção agropecuária para suprir a demanda mundial por alimentos e biocombustíveis.

Entretanto, muitos obstáculos ainda precisam ser vencidos para que o crescimento do setor agropecuário ocorra de maneira sustentável, garantindo a conservação dos recursos naturais e proporcionando melhores condições de vida para o homem do campo. Um dos grandes desafios para o desenvolvimento brasileiro é manter o crescimento da produção agropecuária e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos dessa produção sobre os recursos naturais, tendo como princípio o desenvolvimento sustentável, visto que os impactos ambientais negativos estão degradando o meio ambiente, comprometendo a qualidade dos solos, da água e do ar (SAMBUICHI, 2012).

A Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, que regulamenta a Política Nacional do Meio Ambiente, define em seu 3º artigo, degradação ambiental como “alteração adversa das características do meio ambiente”.

De acordo com Sanchez (2008), degradação ambiental, que é resultante de impacto ambiental negativo, é conceituada como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais que alteram a qualidade ambiental. Ainda segundo Sanchez (2008), degradação ambiental é um termo de conotação claramente negativa, significando mudança artificial ou perturbação de causa humana nas condições naturais ou no estado de um ambiente, resultando em perda de qualidade ambiental, na qual o agente causador da degradação ambiental é sempre o ser humano: processos naturais não degradam o ambiente, apenas causam mudanças.

A preocupação sobre os impactos produzidos pelo homem não é recente. No Brasil, documentos de caráter ambiental podem ser encontrados no tempo do Império, nas primeiras décadas de 1800, quando eram discutidos problemas ligados aos impactos provenientes das atividades humanas sobre os recursos naturais. Naquela época, naturalistas trazidos da escola francesa já se preocupavam com a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, proteção das florestas para a conservação dos mananciais e o saneamento básico das cidades (SANTOS, 2004).

Nesse contexto, ainda segundo Santos (2004), o Imperador D. João VI convocou o Major Archer, um botânico amador, para reflorestar as áreas no entorno dos cursos de água localizadas no Maciço da Floresta da Tijuca, no município do Rio de Janeiro–RJ, como forma de garantir a quantidade e a qualidade da água necessária para o abastecimento hídrico da população residente na cidade.

No início da nossa colonização, o desenvolvimento proporcionado e vislumbrado não teve objetivo sustentável e nem social. A degradação ambiental no Nordeste não parou com os engenhos de cana-de-açúcar, e seguiu adiante na capacidade de degradação do ambiente, com

a implantação das usinas no início do século XX. A monocultura canavieira permaneceu, ampliando a agressão ao meio ambiente. Além do solo, da floresta e da fauna, os rios do nordeste foram fortemente atingidos pela produção açucareira, merecendo inclusive comentários do sociólogo Gilberto Freyre, “Não há um rio no Nordeste do canavial que alguma usina não tenha degradado em mictório” (MACHADO, 2006).

A Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como Código Florestal, é um instrumento legal que diz respeito à preservação do meio ambiente no território brasileiro, e tem como princípio estabelecer normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, principalmente das Áreas de Preservação Permanentes e das áreas de Reserva Legal.

O Código Florestal estabelece a obrigação de preservar as Áreas de Preservação Permanentes e as áreas de Reserva Legal, e que, se houver degradação nessas áreas, existe a necessidade de recuperar. Nesse sentido, deve haver parceria entre os órgãos ambientais, tanto da esfera municipal, estadual e federal, no sentido de empenhar esforços e recursos financeiros para monitoramento e fiscalização dessas áreas, em atendimento aos preceitos do desenvolvimento sustentável.

O Artigo 12, da Lei 12.651/2012, regulamenta a delimitação das áreas de Reserva Legal e determina que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa a título de Reserva Legal, observando, para a região Nordeste, o percentual mínimo de 20% em relação à área do imóvel.

Uma das inovações do Código Florestal foi a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA). O CAR torna possível ao Governo Federal e órgãos ambientais estaduais conhecer a localização de cada imóvel rural e a situação de sua adequação ambiental, enquanto o PRA possibilita que os estados possam orientar e acompanhar os proprietários e posseiros rurais na elaboração e implementação das ações necessárias para a recuperação das Áreas de Preservação Permanentes, de Reserva Legal ou de Uso Restrito (EMBRAPA, 2018).

A supressão da vegetação, a ocupação e o manejo inadequado podem provocar alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos dos solos, comprometendo a sua qualidade e afetando o equilíbrio dos ecossistemas (SILVA, 2017). É sabido que a vegetação funciona como um manto protetor dos recursos naturais e exerce papel essencial na manutenção do ciclo da água, além de proteger o solo contra os impactos das gotas de chuva, aumentando a porosidade e a permeabilidade dos solos através da ação das raízes e reduzindo o escoamento superficial da água (MELO *et al*, 2011).

Nesse contexto, Costa (2018) estudou as vulnerabilidades naturais e ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN, classificando a vulnerabilidade natural como Medianamente Estável/Vulnerável, com forte tendência a Moderadamente Vulnerável; e a vulnerabilidade ambiental como Moderadamente Vulnerável. Destacou como ações mais impactantes, transformadoras de áreas consideradas “preservadas” em áreas impactadas, o cultivo sazonal, responsável pela retirada da vegetação natural, inclusive das matas ciliares; o cultivo de monoculturas e hortaliças no leito maior e menor dos rios Guajiru e do Mudo; a produção em áreas de assentamentos rurais; o cultivo perene de coco, banana e caju nos leitos dos rios perenes; a expansão urbana em direção ao Rio do Mudo e a atividade mineradora na bacia.

Rocha e Silva (2018) avaliaram a situação ambiental de microbacias de nascentes do Rio Guajiru, utilizando imagens de satélite de alta resolução espacial disponibilizadas pelo Google Earth Pro. Os resultados mostraram que a classe pastagem predomina, seguida dos campos antropizados, enquanto os corpos d’água ocupam pouco mais de 1% da área total de estudos, atestando que as microbacias de nascentes estão totalmente desmatadas, comprometendo a recarga e os fluxos de água superficial e de subsuperfície, revelando um quadro preocupante de degradação ambiental nessas microbacias.

Para Costa *et al.* (2019), os usos da terra na Bacia do Rio Doce estão diretamente ligados às características do meio físico. As áreas de pastagem e cultivo intermitente se dão no oeste da bacia, de clima mais seco, enquanto as culturas permanentes de cana-de-açúcar e hortaliças estão no centro-leste, de clima mais úmido, com maior abundância de água e com maiores concentrações populacionais, o que resulta numa maior degradação ambiental advinda do uso e da ocupação desordenada na porção centro-leste da bacia.

Segundo Faustino *et al.* (2014), a Bacia Hidrográfica do Rio Doce–RN sofreu uma forte pressão imobiliária, que culminou com a redução da cobertura vegetal e a ampliação das áreas de impermeabilização dos solos; os autores informaram que transformações significativas ocorreram na Bacia, no intervalo de 24 anos, no período de 1977 a 2001, e se referem, principalmente, na densidade e padrão da cobertura de vegetação natural, que deu lugar aos campos agricultáveis, as áreas urbanizadas e aos solos expostos; e afirmaram, ainda, que o desmatamento e a urbanização acelerada são problemas ambientais preocupantes na Bacia do Rio Doce.

De acordo com Pieroni *et al.* (2019), o bom uso e a conservação dos recursos hídricos devem ser planejados e gerenciados dentro dos preceitos da sustentabilidade, visando garantir o abastecimento de água para as populações presentes e futuras. Os autores realizaram estudos

envolvendo os recursos hídricos que fazem parte da microbacia do Córrego Ibitinga, localizado no município de Rio Claro-SP. Nesse estudo, os autores concluíram que o desmatamento, processos erosivos e a ausência da mata ciliar estão impactando significativamente a microbacia do Córrego Ibitinga, e comprometendo a qualidade e a quantidade de água da bacia.

A Lei nº 9.433/97, que instituiu, no Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que a água é um bem de domínio público, e em situação de escassez determina que o uso prioritário dos recursos hídricos é para consumo humano e para dessedentação animal, tendo em vista o fato da água ser essencial para a sobrevivência de todos os organismos vivos no planeta (BRASIL, 1997). A qualidade das águas dos rios, lagoas e outros reservatórios naturais estão sob constante ameaça da ação homem. A utilização indevida dos recursos hídricos e a falta de planejamento e gestão adequada dos usos e ocupação do solo têm gerado graves problemas, comprometendo, sobremaneira, a qualidade e a quantidade de água nas diversas bacias hidrográficas existentes no Brasil (MACHADO e TORRES, 2012).

Segundo Panontin (2019), o avanço das atividades agropecuárias está interferindo na qualidade das águas da microbacia dos Rios Lagoa Seca e Lajeado, localizados em Palmas/TO. A qualidade da água foi avaliada através de análises físicas, químicas e microbiológicas (turbidez, fósforo, nitrito, nitrato, amônia, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio), e os resultados indicaram contaminação por coliformes termotolerantes, sendo considerada imprópria para o consumo humano.

A análise de imagens de satélite para obter informações sobre o uso e cobertura do solo é de extrema importância para a compreensão da organização do espaço e das mudanças geradas, principalmente em decorrência do aumento das atividades antrópicas que alteram a cobertura do solo (BRITO e PRUDENTE, 2005).

Nesse sentido, Lima e Silva (2014) realizaram estudos com uso das imagens de satélite LANDSAT 5/TM, dos anos de 1985 e de 2010, voltados para o uso e cobertura da terra nos Assentamentos Federais de Reforma Agrária, localizados em Apodi-RN. Os autores afirmam, que a instalação dos assentamentos modificou a cobertura da terra ao longo do tempo, com redução de 25% da cobertura vegetal e aumento de 26,1% de solos expostos, e ainda, concluíram que as imagens de satélites são ferramentas eficientes que podem auxiliar no monitoramento ambiental dos assentamentos rurais, e assim, possibilitar a melhoria da gestão ambiental nas áreas destinadas para a reforma agrária.

O Sensoriamento Remoto é uma das técnicas mais utilizadas, na atualidade, para os estudos sobre questões envolvendo o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à

vegetação. Dessa forma, não há dúvidas quanto à relevância e eficácia das geotecnologias, principalmente as imagens de satélite, que agilizam os estudos ambientais na geração de mapeamentos de uso da terra, como também no mapeamento da vegetação (GUEDES e SILVA, 2018).

Alinhado aos preceitos da sustentabilidade ambiental, a pesquisa tem como objetivo investigar a degradação ambiental no Assentamento Padre Cícero, localizado no município de Ceará-Mirim – RN, considerando aspectos da vegetação; da conservação e da qualidade das águas superficiais; da caracterização dos solos, com foco na distribuição e qualidade agrícola; e, sobretudo, no diagnóstico da situação da área de Reserva Legal e das Áreas de Preservação Permanentes, com apoio de geotecnologias.

São apresentados e discutidos os resultados das análises de amostras de solos e das amostras de águas coletadas nos recursos hídricos superficiais, e ainda, indicação de outros impactos ambientais, bem como, se a área de Reserva Legal e as Áreas de Preservação Permanentes estão em conformidade com a Legislação Ambiental.

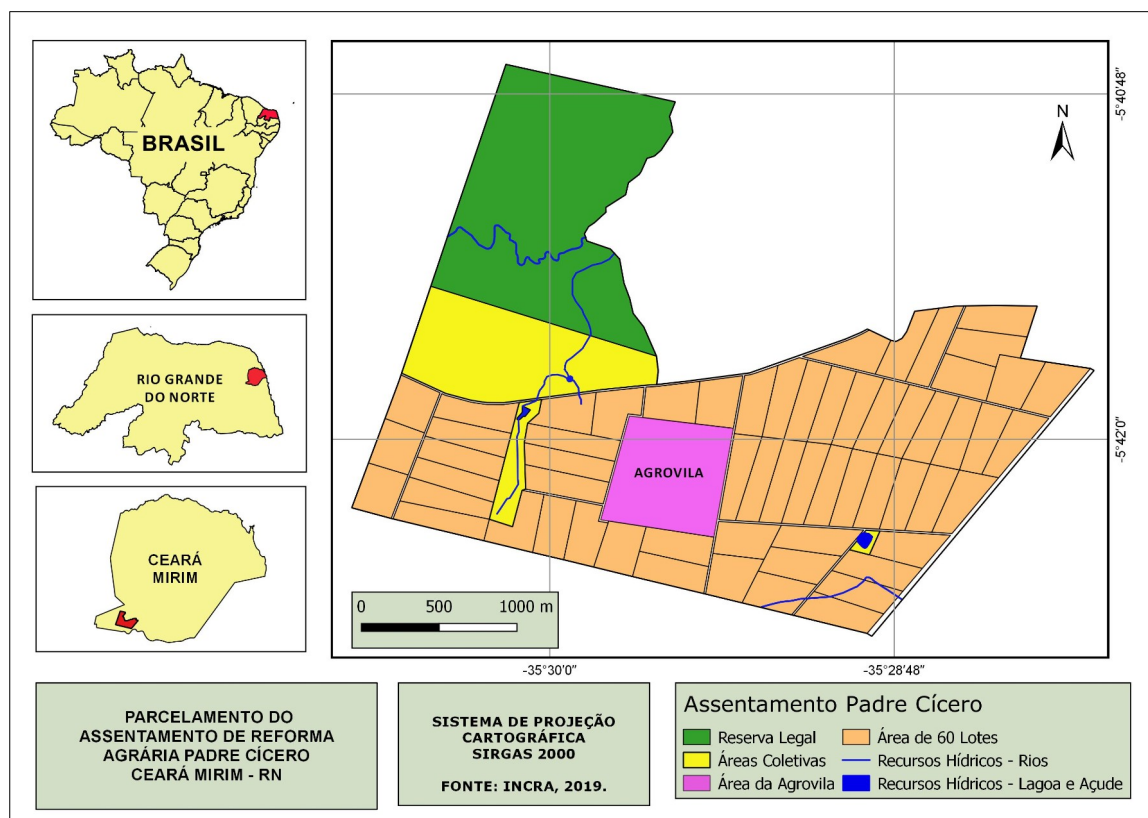
ÁREA DE ESTUDO

O Projeto de Assentamento Padre Cícero está localizado no município de Ceará-Mirim – RN, foi criado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em 24 de agosto de 2000, para beneficiar 60 famílias através do Programa Nacional de Reforma Agrária em uma área de 800 hectares mediante a desapropriação da Fazenda Cavalcante. Faz divisa com o PA Espírito Santo ao norte, com o PA São Sebastião ao sul, com a rodovia RN-064 a leste e com o PA Primeira Lagoa a oeste. Partes dos Assentamentos São Sebastião e Espírito Santo ocupam áreas fora do perímetro da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN. O módulo fiscal do município de Ceará-Mirim ficou estabelecido em 20 hectares e a fração mínima de parcelamento de 04 hectares, ou seja, a Fazenda Cavalcante, que foi desapropriada para fins de reforma agrária, era classificada como grande propriedade, possuindo 40 módulos fiscais.

O Assentamento Padre Cícero está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN, sendo que parte de sua área está localizada na microbacia do Rio Guajiru, e parte na microbacia do Rio do Mudo. Esses dois rios deságuam na Lagoa de Extremoz, que é fonte importante de abastecimento para a população residente dos municípios de Extremoz, São Gonçalo do Amarante e da zona norte de Natal.

A Figura 1 apresenta a localização e o parcelamento do Assentamento Padre Cícero, localizado no município de Ceará-Mirim – RN, onde o parcelamento foi realizado com a demarcação de uma área destinada para a agrovila com 60 moradias, 60 lotes de produção individual, com cerca de 8 hectares cada lote, 3 áreas coletivas e uma área destinada para compor a Reserva Legal, que compreende 20% da área total do imóvel.

Figura 1 – Mapa de localização e do parcelamento do Assentamento Padre Cícero.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados cartográficos do INCRA (2019), e do IBGE (2019).

O Assentamento Padre Cícero está inserido em região de clima tropical chuvoso, com verão seco de acordo com a classificação de Köppen, precipitação pluviométrica média anual de 1.500 mm, com período chuvoso que ocorre de março a agosto; apresenta temperatura média anual registrada de 25,3 °C; Umidade Relativa Média Anual em torno de 79%, e média de 2.700 horas de insolação (CPRM, 2005).

No ano de 2018, foram registrados 824 milímetros de precipitação chuvosa, e no ano de 2019, foram registrados 959 milímetros, conforme dados do posto de observação localizado na Prefeitura Municipal de Ceará-Mirim (EMPARN, 2019).

De acordo com Costa et al. (2019), que realizaram levantamento da média das precipitações pluviométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN, nos anos de 1997 a

2016, foi registrada média entre 982 a 1.150 milímetros, na região onde se encontra o Assentamento Padre Cícero, ou seja, na porção centro-oeste da Bacia; e os autores, observaram, ainda, que se afastando do litoral, a precipitação diminui consideravelmente, chegando ao extremo oeste da bacia com uma média anual com metade do valor da precipitação média anual do extremo leste.

Os estudos elaborados por equipe de técnicos do INCRA identificaram dois tipos de solos no âmbito do Assentamento Padre Cícero, quais sejam, o Latossolo Vermelho Amarelo, que predomina na região da microbacia do Rio Guajiru e o Planossolo, que predomina na região da microbacia do Rio do Mudo (INCRA, 2019).

O Assentamento está inserido no semiárido nordestino, apresentando cobertura vegetal característica do Bioma Caatinga. São predominantes, principalmente na área de Reserva Legal, as espécies vegetais como a Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*), Catanduva (*Piptadenia moniliformis*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), Oiticica (*Licania rigida*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Como a área do Assentamento, em anos anteriores à desapropriação, foi destinada para o cultivo de cana-de-açúcar e depois para pecuária, se verifica a predominância de vegetação do tipo herbácea, onde se pode observar pequenos bosques com a presença da Jurema Preta.

O relevo do Assentamento é classificado de plano a ondulado, característico de Tabuleiro Costeiro. Toda a área do assentamento está geologicamente compreendida por granitos da Suíte Intrusiva Santa Inês e por sedimentos do Grupo Barreiras, que é constituído por arenitos e conglomerados, com intercalações de siltitos e argilitos, associados a sistemas fluviais de idade Tércio-quadernária, sobre os quais se desenvolve relevo plano a ondulado, característico de Tabuleiro Costeiro, onde figura encaixado o Rio do Mudo e suas planícies aluviais (CPRM 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve início com a revisão da bibliografia, seguida da coleta de dados e informações, bem como, de materiais cartográficos, disponíveis em *sites* como do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Espacial Europeia (ESA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Companhia de Produção e Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA).

Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, do Google Earth Pro e imagens de um Drone DJI Phantom 4, com tomadas aéreas realizadas durante as etapas de campo, para avaliar a situação ambiental e auxiliar nos trabalhos e visitas em campo.

A imagem do satélite Sentinel-2 foi obtida no *site* da Agência Espacial Europeia - ESA, no endereço eletrônico <https://scihub.copernicus.eu/dhus>, identificada pelo ID: S2A_MSIL1C_20180630T125311_N0206_R052_T24MZU_20180630T142855, e datada de 30/06/2018. A faixa de imageamento do Sensor MSI do Sentinel-2 corresponde à 290 km e apresenta 13 bandas espectrais, sendo 4 bandas com resolução espacial de 10 metros (bandas 2, 3, 4, 8), 6 bandas com resolução espacial de 20 metros (bandas 5, 6, 7, 8A, 11, 12), e 3 bandas com resolução espacial de 60 metros (bandas 1, 9, 10) (ESA, 2019).

Também foi utilizada uma imagem de radar do Satélite Alos Palsar. Esse satélite disponibiliza dados de Modelo Digital de Elevação com resolução de 30 metros, que são reamostrados para a resolução de 12,5 metros. Para confeccionar o Mapa Hipsométrico da área de estudo foi utilizada a cena AP_25526_FBD_F7070_RT2.dem.tif, datada de 09/11/2010, disponibilizada pelo *site* da NASA/USA: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>, que abrange toda a Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN.

Com base nas imagens analisadas, nos mapas do INCRA e em mapeamentos regionais foram identificadas as classes de vegetação Caatinga Arbórea Densa, Caatinga Arbórea Aberta, Caatinga Arbustiva, Área de Pastagem, de acordo com Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), e os solos dos tipos Latossolo e Planossolo (EMBRAPA, 2009).

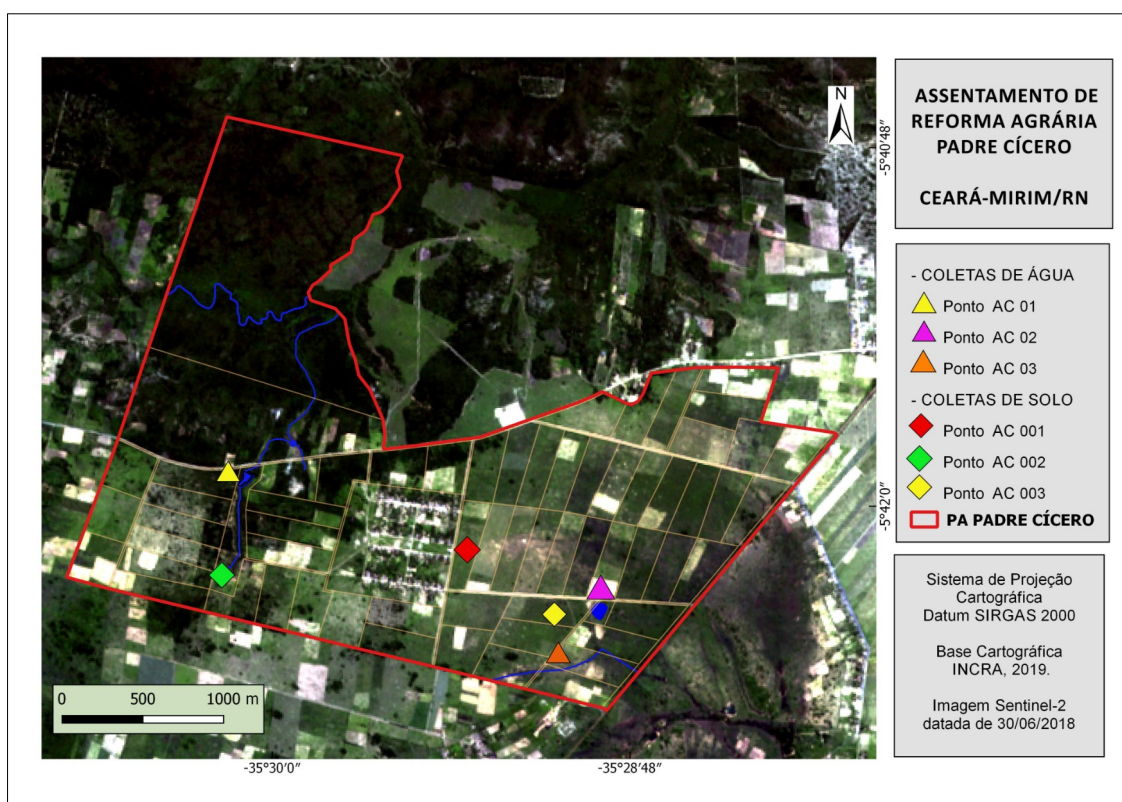
Os recursos hídricos, observados nas imagens e no campo, restringem-se a um açude, conhecido como Açude Catolé, que se refere ao barramento de um afluente do Rio do Mudo; a uma lagoa, conhecida como Lagoa dos Pombos e escavações para a captação de água nas áreas de aluviões na microbacia do Rio Guajiru, principalmente, no leito do Riacho Jambolão.

Após os levantamentos e análise do material produzido, incluindo as imagens aéreas e orbitais, teve início a preparação dos trabalhos de campo com foco nos recursos hídricos, nos solos e na vegetação.

Com relação aos solos, foram abertos 03 (três) poços de pesquisa, com tamanho aproximado de 1,4 m x 1,4 m x 1,4 m, para análise do perfil do solo e coleta de amostras dos perfis desses solos. Dois poços de pesquisa foram abertos em áreas de lotes de produção individual e uma poço de pesquisa na área da nascente do afluente do Rio do Mudo.

Em campo, o perfil do solo de cada poço de pesquisa foi analisado, sendo observadas as características dos horizontes/camadas cujos dados e informações foram registrados nas Fichas de Descrição Morfológica dos Solos, obtidas no site do IBGE. A Figura 2 mostra a localização e a identificação das estações de observação em campo e das coletas de amostras de solo e de águas, realizadas em 18/10/2019 e 05/11/2019, respectivamente. Na Figura 2 o perímetro do Assentamento foi sobreposto à composição colorida 4R-3G-2B da cena Sentinel-2 de 30/06/2018.

Figura 2 – Localização dos pontos de coleta de amostras de águas dos mananciais superficiais e de solos que foram realizadas no perímetro do Assentamento Padre Cícero.



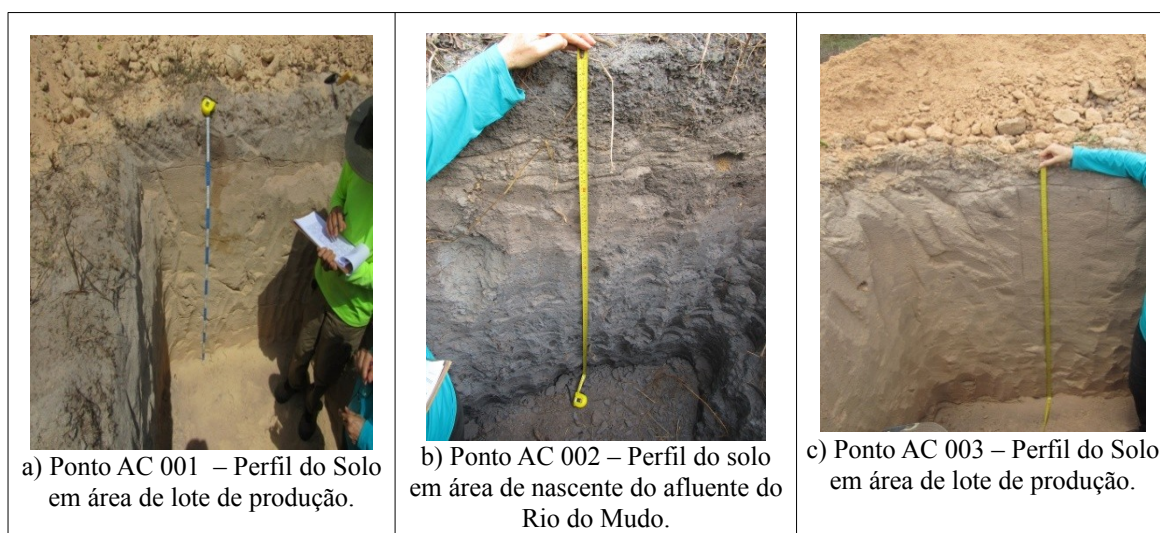
Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

As coletas das amostras de solos de cada horizonte foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas, lacradas (Figura 3) e encaminhadas ao laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-EMPARN, localizado no município de Parnamirim – RN, para análises referentes à Granulometria e Fertilidade do Solo. A Metodologia adotada pelo laboratório da EMPARN foi baseada no Sistema Brasileiro de

Classificação de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) e no Manual Pedológico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015).

As coletas de amostras de águas superficiais foram realizadas, em 05/11/2019, em três mananciais existentes no Assentamento, conforme mostrados na Figura 2 e na Figura 4. A primeira coleta de amostra de água foi realizada no Açude Catolé, localizado na microbacia do Rio do Mudo, denominado ponto AC 01; a segunda coleta foi realizada na Lagoa do Pombos, localizada em microbacia do Rio Guajiru, denominado ponto AC 02, e terceira coleta foi realizada em uma escavação no leito do Riacho Jambolão, localizado na microbacia do Rio Guajiru, denominado ponto AC 03.

Figura 3 - Registros Fotográficos dos perfis de solos no Assentamento Padre Cícero.



Diagnóstico da qualidade das águas superficiais do Assentamento Padre Cícero.

Para a realização do diagnóstico da qualidade das águas superficiais foram coletadas amostras de águas em três mananciais existentes no Assentamento, especificamente, no Açude Catolé, localizado na microbacia do Rio do Mudo, na Lagoa dos Pombos e no Riacho Jambolão, localizados na microbacia do Rio Guajiru (Figura 4).

Figura 4 – Registros fotográficos dos locais de coleta de amostras de água com uso de equipamento de pesca no Assentamento Padre Cícero.



a) Ponto AC 01 em açude localizado na microbacia do Rio do Mudo.



b) Coleta de amostra de água no Ponto AC 01 com uso de equipamento de pesca para evitar turbulência na coluna de água.



c) Ponto AC 02 na Lagoa dos Pombos, localizada na microbacia do Rio Guajiru.



d) Coleta de Amostra de água no Ponto AC 02.



e) Coleta de Amostra de água no Ponto AC 03 em escavação no leito do Riacho Jambolão.



f) Amostras de água encaminhadas para análise no Laboratório de Análise de Águas, Alimentos e Efluentes/NAAE.

As coletas de águas foram realizadas em 05/11/2019, com uso de equipamento de pesca para evitar o contato do pesquisador com o corpo hídrico, para reduzir a movimentação da água e a quantidade de material em suspensão nas amostras coletadas, e armazenadas em frascos de polietileno que foram disponibilizados pelo Laboratório do Núcleo de Análises de Águas, Alimentos e Efluentes (NAAE) da Fundação de Apoio e Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do RN (Figura 4).

No Brasil, os padrões de potabilidade para as águas destinadas ao abastecimento humano são definidos pelo Ministério da Saúde, através da Portaria nº 05 (anexo XX), de 28/09/2017, de um modo geral, são valores máximos permitidos de concentração para uma série de substâncias e componentes presentes na água. No entanto, as coletas de água para análise, realizadas no Assentamento Padre Cícero, foram retiradas de mananciais que não estão destinados para abastecimento humano, sendo destinadas para dessedentação animal e pequenos projetos de irrigação, nesse contexto, foi adotada a Resolução CONAMA 357/2005, para análise dos parâmetros de qualidade das águas.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento conforme a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, e de acordo com essa Resolução, enquanto não são aprovados os respectivos enquadramentos dos corpos de água, as águas são consideradas classe 2 (BRASIL, 2005).

As classes de corpos de água existentes no território brasileiro são classificadas em águas doces, salobras e salinas, definição resultante da análise dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), onde os valores de 0 a 500 mg/L identificam que a água é doce; valores de 501 a 1.500 mg/L para água salobra, e acima de 1.500 mg/L identificam que a água é salgada. A condutividade elétrica multiplicada por um fator de conversão de 0,65 gera uma boa estimativa do teor de Sólidos Totais Dissolvidos na água.

Após as coletas de água, os frascos foram acondicionados em caixa de isopor com gelo, e encaminhados ao Laboratório de Análise de Águas, Alimentos e Efluentes/NAAE, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), em Natal – RN, no mesmo dia, para a realização das análises, que foram realizadas em conformidade com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

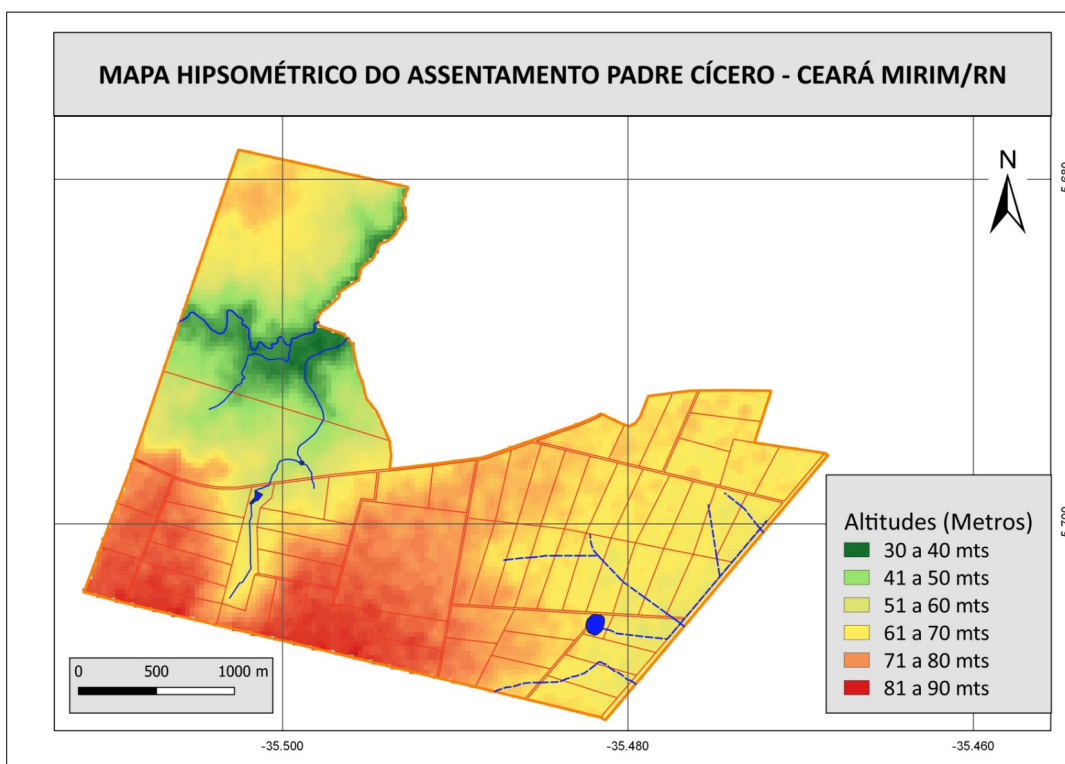
As variáveis determinadas foram: pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Nitrato (NO_3), Nitrito (NO_2), Fósforo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Coliformes Termotolerantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área do Assentamento Padre Cícero, que compreende cerca de 800 hectares, apresenta altitudes que variam de 30 a 90 metros, sendo que a agrovila do Assentamento está localizada na região mais alta, apresentando altitude que chega a 90 metros acima do nível do mar; enquanto o Rio do Mudo e seu principal afluente estão localizados nas regiões mais baixas, apresentando altitude de 30 metros ao nível do mar, fato que requer um cuidado maior com a preservação da cobertura vegetal, que, se suprimida, pode facilitar a ocorrência de processos erosivos, bem como, o carreamento de sedimentos, através da chuva, resultando no assoreamento desses recursos hídricos.

A Figura 5 apresenta o Mapa Hipsométrico do Assentamento Padre Cícero, elaborado com dados do Modelo Digital de Elevação do sistema do Satélite Alos Palsar. Ainda são indicados o rio do Mudo e o açude em um de seus afluentes a noroeste e a lagoa do Pombos e os canais de escoamento superficial a leste, estes últimos representados por linhas azuis tracejadas.

Figura 5 – Mapa Hipsométrico do Assentamento Padre Cícero.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na porção do assentamento que foi destinada para aproveitamento agropecuário, se observa a predominância de cobertura vegetal de porte herbáceo, típica de área de pastagem; isso porque a maioria dos assentados fez a opção para desenvolver a atividade de pecuária, e, na época da desapropriação da terra, já havia grande parte da fazenda ocupada por áreas de pastagens, inclusive nas Áreas de Preservação Permanentes, localizadas na área da microbacia do Rio Guajiru, em desacordo com a Legislação Ambiental (INCRA, 2009).

Também constatou-se “in loco” que pequenas áreas do Assentamento foram destinadas para o cultivo agrícola, sendo a mandioca, macaxeira e o milho, as principais lavouras desenvolvidas. Observou-se que, nas áreas produtivas, que antes eram utilizadas para cultivo e foram abandonadas, está ocorrendo a regeneração natural da vegetação nativa, com predominância da espécie vegetal Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*).

De acordo com a análise da imagem do Sentinel-2, do Google Earth e do Drone Phantom 4, além das vistorias em campo, pode-se concluir que a área de Reserva Legal está de acordo com as normas ambientais, encontrando-se preservada e com boa cobertura vegetal de porte arbóreo.

Foi realizada vistoria na área de Reserva Legal do Assentamento em 08/11/2019 quando foram identificadas espécies arbóreas características do Bioma Caatinga, como a Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*), Catanduva (*Piptadenia moniliformis*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), Oiticica (*Licania rigida*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*).

Solos do Assentamento Padre Cícero

Os resultados das análises granulométricas indicam que os solos existentes nos lotes de produção, referentes aos pontos AC 001 e AC 003, apresentam características de Solos Neossolos Quartzarênicos devido ao grande percentual de areia observada tanto no horizonte A como no horizonte B, que alcançaram percentuais de 88% a 93% de constituição arenosa. Os resultados dos testes de Fertilidade do Solos apontam que esses solos são muito pobres em nutrientes, como o Cálcio, Magnésio, Alumínio, Fósforo e Potássio, enquanto o pH se apresenta dentro do padrão de normalidade.

No Brasil, esses solos eram conhecidos como “Areias Quartzosas”, na antiga classificação da EMBRAPA. Os Neossolos Quartzarênicos são muito bem drenados, visto que apresentam percentual muito baixo de argila, e são considerados muito pobres em nutrientes e

matéria orgânica (LEPSCH, 2011). A Tabela 1 mostra os resultados das Análises de Fertilidade e de Granulometria das amostras de solos coletadas no Assentamento Padre Cícero.

Os Neossolos Quartzarênicos são comuns na região litorânea e em alguns estados do Nordeste, ocupando também grandes concentrações em alguns estados do Centro-Oeste e Norte. Tem como característica alto percentual de areia, que chega a ultrapassar 90% na composição de areias, e para um bom aproveitamento agrícola esse tipo de solo necessita de correção na sua estrutura e composição, para fins de produção de alimentos, mediante a adubação rica em matéria orgânica (IBGE, 2015).

Segundo informações de agricultores do Assentamento Padre Cícero, as tentativas de cultivo e produção de mandioca, milho, feijão, inhame e batata-doce, não obtiveram resultados satisfatórios, em termos de qualidade e de volumes produzidos. Para a melhoria da produção seria necessário investimento significativo para a correção do solo, em valores acima da capacidade financeira e técnica da população assentada. Dessa forma, a terra é considerada, pelos assentados como improdutiva, sendo destinada, em grande parte, para criação de animais bovinos.

Tabela 1 – Resultados das Análises de Fertilidade das amostras de solo coletadas no Assentamento Padre Cícero.

FERTILIDADE DO SOLO					
	Parâmetros Médios	Ponto AC 001 Horizonte A	Ponto AC 001 Horizonte B	Ponto AC 003 Horizonte A	Ponto AC 003 Horizonte B
pH	5,0 a 6,0	5,80	5,60	5,40	5,30
Cálcio (Ca)	1,21 a 2,40	0,92	0,48	0,47	0,19
Magnésio (Mg)	0,45 a 0,90	0,36	0,21	0,23	0,12
Alumínio (Al)	30,1 a 50,0	0	0	0,15	0,19
Hidrogênio (H)	ND	2,41	1,95	2,41	1,86
Fósforo (P)	10 a 30	6,00	2,00	7,00	4,00
Potássio (K)	41 a 90	17,00	5,00	12,00	5,00

Unidades de medidas: Ca, Mg, Al e H - cmol_c/dm³ (Centimol de carga por decímetro cúbico).
P e K - mg/dm³ (Miligrama por decímetro cúbico)

As análises de Granulometria das amostras do poço de pesquisa AC 002, coletada em Área de Preservação Permanente na microbacia do Rio do Mudo, indicou um pequeno percentual de argila, com características do solo Neossolo Flúvico. Na classificação antiga da EMBRAPA, esse solo era denominado “Solos Aluviais”, que são associados aos mananciais

hídricos, formados por grande quantidade de material sedimentar carreado pelas chuvas (EMBRAPA, 2018).

Tabela 2 – Resultados das Análises de Granulometria das amostras de solo coletadas no Assentamento Padre Cícero.

GRANULOMETRIA				
Mineral	Ponto AC 001 Horizonte A	Ponto AC 001 Horizonte B	Ponto AC 003 Horizonte A	Ponto AC 003 Horizonte A
Areia	92,4%	88,0%	93,5%	89,7%
Argila	2,0%	4,0%	2,0%	4,0%
Silte	5,6%	8,0%	4,5%	6,3%
Classificação	Areia	Areia	Areia	Areia

Águas superficiais no Assentamento Padre Cícero

Como resultado das análises de imagens de satélite e vistorias realizadas em campo constata-se que o Assentamento Padre Cícero está totalmente inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, e tanto a microbacia do Rio do Mudo quanto a do Rio Guajiru, se fazem presentes no perímetro do Assentamento. Esses rios têm importância significativa, visto que deságuam na Lagoa de Extremoz, que é fonte de abastecimento hídrico para grande parte da população residente na região metropolitana de Natal. Os principais corpos hídricos superficiais existentes no Assentamento são descritos a seguir:

- a) Trecho do Rio do Mudo, com extensão de 1.300 metros, com Áreas de Preservação Permanentes preservadas.
- b) Um afluente do Rio do Mudo, conhecido como Riacho Catolé, que apresenta 2.200 metros de extensão, e que apresenta Áreas de Preservação Permanentes parcialmente preservadas.
- c) Um açude, conhecido como Catolé, localizado na microbacia do Rio do Mudo, com Áreas de Preservação Permanentes parcialmente preservadas, com cerca de um hectare de superfície de lâmina de água, no qual a parede do barramento chega a ter 40 metros de extensão.

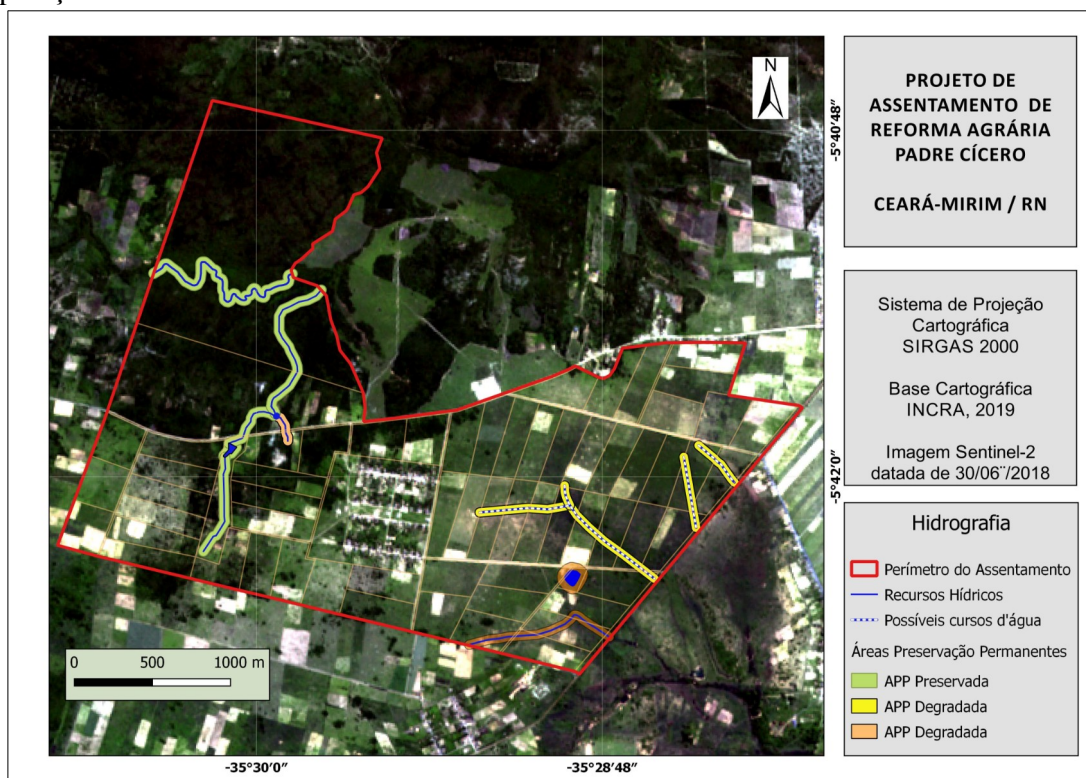
- d) Uma lagoa, conhecida como Lagoa dos Pombos, com aproximadamente 0,7 hectare, localizada na microbacia do Rio Guajiru, com Áreas de Preservação Permanentes, em seu entorno, sem a proteção da mata ciliar.
- e) Um afluente do Rio Guajiru, conhecido como Riacho Jambolão, que apresenta 980 metros de extensão, no trecho dentro do assentamento, e que está com suas Áreas de Preservação Permanentes sem a proteção da mata ciliar. Ressalta-se, que deve haver uma quantidade razoável de água no lençol freático livre, aluvionar, no médio e baixo curso desse riacho, evidenciada a partir das escavações realizadas pelos assentados, para captação de água destinada para dessedentação animal.

No mapa apresentado na Figura 6, pode-se observar a existência de áreas úmidas, evidenciando as possíveis nascentes difusas da microbacia do Rio Guajiru. Sobre essas áreas úmidas projetou-se cursos d'água que, possivelmente, existiam antes do desmatamento da área para implantação da cultura de cana-de-açúcar, posteriormente substituída por áreas de pastagens, em total desrespeito à Legislação Ambiental. Essas áreas estão evidenciadas nas imagens do satélite Sentinel-2 de 30/06/2018, e na imagem disponibilizada pelo Google Earth Pro de agosto de 2011, demonstrando conformidade com os estudos realizados anteriormente por Rocha e Silva (2018).

Ressalta-se, que quando a Fazenda foi desapropriada para fins de reforma agrária, essas áreas já se apresentavam degradadas. A proposta de recuperação dessas áreas deve ser discutida, envolvendo os assentados e os órgãos de governo federal, estadual e municipal da área ambiental como forma de futuramente possibilitar a homologação do Cadastro Ambiental Rural do Assentamento Padre Cícero.

A Figura 6 apresenta o mapa onde foi lançada a rede de drenagem dos rios perenes, e tracejados os canais fluviais de riachos intermitentes e/ou efêmeros, tomando-se como base tanto as imagens de satélite como as vistorias de campo.

Figura 6 - Mapa do Assentamento Padre Cícero com rede de drenagem dos rios perenes, dos intermitentes e/ou efêmeros e com as Áreas de Preservação Permanentes, sobrepostas à composição colorida 4R-3G-2B do recorte da cena Sentinel-2.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Os resultados das análises de águas superficiais do Assentamento Padre Cícero.

Tabela 3 – Resultados das análises das amostras de águas superficiais do Assentamento Padre Cícero

Locais de coleta	pH	Cor mg Pt/L	Turbidez NTU	CE μ S/cm	Nitrato mg/L	Nitrito mg/L	Fósforo mg/L	DBO mg/L	Coliformes Termotol. NMP/100 mL
AC 01	6,36	325	36,35	1800	0,1	0,1	0,16	1,47	230
AC 02	6,44	318	36,70	173	0,1	0,1	0,21	4,40	170
AC 03	5,35	1868	210,00	229	0,1	0,1	0,31	12,00	490
Padrão de Referência	ND	75	100	500	0,10*	0,10*	0,03	5,00	1000

*O limite quantificável para detecção de Nitrito e Nitrato corresponde a 0,10 mg/L, sendo encontrados valores menores nas amostras de águas do Assentamento.

Unidades de medidas: (μ S/cm–microsiemens/cm), (mg Pt/L–miligramas de platina por litro), (mg/L–Miligramas/litro), (UNT–Unidade Nefelométrica de Turbidez), (NMP/mL–Número Mais Provável/mililitro).

Os resultados das análises, apresentados na Tabela 3, demonstram que os valores pH (Potencial Hidrogeniônico) estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005, visto que a amostra AC 03 tem valor de pH 5,35, podendo ser considerado um parâmetro aceitável para a nossa região.

A Turbidez é um parâmetro de qualidade da água que corresponde à redução da transparência em meio líquido, ela é promovida pelo material em suspensão, que inibe a passagem dos raios solares pela água, interferindo no ambiente aquático (LIMA, *et al*, 2018).

Os valores referentes à Turbidez e a Cor, das 3 amostras de água, se apresentam fora do padrão, sendo que o ponto AC 03 teve o resultado mais alterado, que pode ser devido à presença do gado bovino, que tem acesso livre ao corpo hídrico. Ressalta-se, também, que tanto a Lagoa dos Pombos, como o Riacho Jambolão, não estão protegidos pela mata ciliar, cuja função é reduzir o escoamento de sedimentos para o manancial e estabilizar suas margens, o que manteria cor e a turbidez em níveis adequados.

O valor da Condutividade Elétrica (CE) da amostra AC 01, de 1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, está fora do padrão estabelecido para água doce, pois quando se aplica o fator de conversão se chega ao parâmetro de Sólidos Totais Dissolvidos de 1.170 mg/L ($1.800 \times 0,65$), ou seja, característica de água salobra, visto que para a água doce os STD não devem ultrapassar 500 mg/L, e valores de 501 a 1.500 mg/L classificam água salobra; e valores acima de 1.500 mg/L classificam águas salgadas. Essa amostra foi coletada no açude que está inserido na microbacia do Rio do Mudo.

Estudos apontam que a alta salinidade encontrada em pontos do aquífero Barreiras, pode estar relacionada a fatores geológicos, como a proximidade com rochas cristalinas, e com fatores climáticos típicos do semiárido. Damasceno (2018) realizou estudos onde encontrou altas taxas de salinidade no alto curso do Rio do Mudo, chegando ao diagnóstico de águas salobras e salgadas.

Quanto aos valores de Nitrato e Nitrito, o laboratório NAAE não dispõe de equipamento de precisão para medidas de Nitrato e de Nitritos inferiores à 0,10 mg/L, e nesse caso, as 3 amostras apresentaram resultados inferiores, estando em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.

O fósforo é um nutriente importante para diagnosticar processos biológicos, e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. O valor elevado desse parâmetro indica a presença de matéria orgânica na água, que pode ser proveniente dos dejetos dos animais domésticos (bovinos, caprinos e ovinos) e/ou do carreamento de fertilizantes químicos. A análise realizada demonstrou que o Fósforo se apresentou fora do padrão nas 03 amostras, sendo que no ponto AC 03, foi superior em 10 vezes o recomendado pela legislação. O valor

padrão aceitável corresponde a 0,03 mg/L. Foram encontrados valores de 0,16, 0,21 e 0,30, para os pontos AC 01, AC 02, e AC 03, respectivamente.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água por meio da decomposição microbiana aeróbica. Este parâmetro também é um indicador importante no que se refere à poluição das águas. Os resultados demonstram que os pontos AC 01 e AC 02 estão em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005. No entanto, a amostra de água coletada no escavamento do leito do Riacho Jambolão está fora do padrão vigente (até 5 mg/L), apresentando 12 mg/L. Guimarães (2019), relata que encontrou concentrações elevadas de DBO nas águas do Ribeirão do Salitre, que está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais, em decorrência de uso inadequado do solo para o desenvolvimento de atividades agropecuárias.

Os Coliformes são grupos de micro-organismos bioindicadores que podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, além de indicar condições sanitárias inadequadas. Coliformes Termotolerantes não são considerados patogênicos, mas podem atuar como bioindicadores da existência potencial de agentes verdadeiramente patogênicos.

A Resolução CONAMA nº 274/2000, define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, e estabelece a qualidade da água como excelente, quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas, houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes por 100mL.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 define que critérios para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo, e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100 mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80%, em 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (BRASIL, 2005).

Os resultados demonstram que a amostra de água coletada no açude (Ponto AC 01) apresentou valores que quantificam 230 coliformes/100 ml água, ou seja, que está imprópria para irrigação de culturas de consumo direto, para consumo humano e contato direto.

A amostra de água coletada na Lagoa dos Pombos apresentou valores que quantificam 170 coliformes/ml, ou seja, está imprópria para consumo humano, no entanto, pode ser destinada para dessedentação animal e irrigação de culturas que não sejam destinadas

para consumo direto. A água coletada da escavação do leito do Riacho Jambolão foi a amostra que apresentou valores mais elevados, quantificando 490 coliformes/100ml, mas, que de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, ainda pode ser utilizada para dessedentação animal, cujos valores não devem ultrapassar 1000 coliformes termotolerantes, por 100 mL de água.

Impactos ambientais observados no Assentamento Padre Cícero.

Andrade *et al.* (2018) afirmam que a degradação dos recursos naturais está causando preocupação em diversos segmentos da sociedade, principalmente porque o comprometimento dos recursos hídricos coloca em risco a sobrevivência da humanidade. Os autores elegeram a área da microbacia do Rio Gaviãozinho, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Catolé Grande, localizado no município de Planalto–BA, para a realização de estudos referentes à cobertura do solo, situação das Áreas de Preservação Permanente e qualidade da água na microbacia. O estudo ressaltou que o processo histórico de ocupação do território atingiu áreas apropriadas para a manutenção das florestas, e que a supressão das matas ciliares, que foram indevidamente retiradas para o desenvolvimento da agropecuária, estão provocando alterações nos parâmetros de qualidade e quantidade de água na bacia.

No caso específico do Riacho Jambolão, a largura das áreas das aluviões, no seu médio e baixo curso, e a profundidade de algumas escavações aliadas às informações de assentados, indicam potencial de armazenamento de água a ser investigado como possível reservatório de águas subterrâneas para o assentamento.

Esse tipo de ambiente aluvionar tem sido alvo de pesquisa e exploração de águas subterrâneas em outras áreas do nordeste semiárido, em muitos locais com resultados altamente satisfatórios para fins de abastecimento humano (COSTA, 1984; SILVA, MORAIS & SOUSA, 1994; REBOUÇAS, 1997; SILVA, 2000).

Nesse contexto, alguns impactos semelhantes puderam ser observados como a ausência da mata ciliar no entorno da Lagoa dos Pombos (Figura 7.a) e o desmatamento irregular no entorno do Açude Catolé, localizado na microbacia do Rio do Mudo (Figura 7.b). Também foi observada a produção de carvão de forma irregular (Figura 7.c), configurando ações que podem comprometer a qualidade e a quantidade de água nessa microbacia, ao expor o solo a processos erosivos, visto que em algumas áreas do assentamento, o relevo apresenta-se com declividade acentuada e predominância de solo arenoso (Figura 7.d).

Figura 7 – Registros fotográficos que revelam impactos e a degradação ambiental no perímetro do Assentamento Padre Cícero.



A Figura 8 retrata outro significativo problema ambiental, constatado a partir da análise das imagens Sentinel-2 e do Google Earth Pro, que apontam que grande parte dos lotes de produção individual, às margens da RN-064, estão localizados nas áreas de microbacias de nascentes do Rio Guajiru. Essas áreas sofreram desmatamento para cultivo de cana-de-açúcar, e tempos depois foram convertidas em áreas de pastagens; no entanto, nos meses de chuvas intensas ficam encharcadas e barradas, posto terem sido impactadas com a construção da Rodovia Estadual RN-064, que interferiu no escoamento natural da rede de drenagem.

Essa região também foi objeto de pesquisa por Rocha e Silva (2018), que investigaram as áreas de microbacias de nascentes do Rio Guajiru, incluindo essa parte leste do Assentamento Padre Cícero. Os autores apontaram que essas áreas foram desmatadas e utilizadas para a cultura da cana-de-açúcar, seguida da implantação e avanço das atividades agropecuárias, o que ao longo do tempo resultou em um grave problema ambiental.

Ainda, segundo esses autores, essa interferência e o padrão de ocupação antrópica modificaram a paisagem das microbacias das nascentes do Rio Guajiru, provocando a diminuição de sua cobertura vegetal, comprometendo a recarga e os fluxos de águas superficiais e de subsuperfície, confirmando um quadro preocupante de degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN.

Ressalta-se a importância dessas zonas úmidas para o resgate de antigos canais fluviais, prejudicados pelo desmatamento e pela diminuição da precipitação pluviométrica. Entende-se que só a restauração e a preservação poderá melhorar as condições hidrogeológicas desses locais, com aumento do fluxo de águas superficiais e subterrâneas.

Figura 8 – Recorte de imagem do Google Earth Pro de agosto de 2011, onde se observa áreas de microbacias de nascentes do Rio Guajiru, com vegetação local rasteira, e áreas úmidas longilíneas que realçam canais fluviais em forma de leque arborescente, alguns deles ainda com água no médio e baixo curso, com destaque para Rodovia RN-064, que atua como barramento artificial dessas áreas de canais fluviais.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir da base cartográfica do INCRA (2019), e da imagem do Google Earth Pro (2011).

CONCLUSÕES

As imagens de satélite e as vistorias realizadas em campo mostraram que a área de Reserva Legal, que corresponde à 20% da área do imóvel, está com boa cobertura vegetal de porte arbóreo, com predominância de espécies características do Bioma Caatinga, e que grande parte da área produtiva do Assentamento é constituída por áreas de pastagens.

Aquelas que deveriam ser Áreas de Preservação Permanentes (APP's) de nascentes e cursos de água formadores da bacia do Rio Guajiru, inseridas na área de produção agrícola, se encontram totalmente degradadas devido ao desmatamento para implantação da cultura da cana-de-açúcar, sendo, posteriormente, convertidas para áreas de pastagens e que atualmente os assentados continuam utilizando para pastoreio de gado bovino. Atualmente, parte dos lotes de produção individuais destinados aos assentados, localizados na porção leste do assentamento, encontram-se dentro das áreas de recarga e nascentes, que drenam para o rio Guajiru.

As Áreas de Preservação Permanentes (APP's) de nascentes, de rios e riachos das microbacias de nascentes do Rio do Mudo se encontram em melhor estado de conservação, embora tenha sido observado desmatamento ilegal recente, em parte da Área de Preservação Permanente do Açude Catolé, além de cultivos agrícolas nas APP's localizadas na área Coletiva 1.

O resultado das análises de solos demonstram que os Neossolos Quartzarênicos, solos muito arenosos, bem drenados e pobres em nutrientes, predominam nas áreas produtivas do Assentamento, e que para melhor aproveitamento agrícola necessitam de investimento para reestruturação desse solo para melhor aproveitamento agrícola.

O resultado das análises de águas, dos mananciais do Assentamento, apontam que essas águas estão fora do padrão aceitável de qualidade, sendo vedado seu uso para consumo humano e para irrigação de culturas de consumo direto, visto que os valores de Cor, Turbidez, DBO, Fósforo e Coliformes Termotolerantes, estão acima de padrões de normalidade. E, ainda, os resultados apontaram que a água do açude Catolé apresentou valores de Condutividade Elétrica de 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo classificada como água salobra, que pode resultar em processo de salinização do solo, se não houver adoção de critérios técnicos adequados para o uso em irrigação.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que é prioritária a recuperação das Áreas de Preservação Permanentes da Lagoa dos Pombos, do Riacho Jambolão e das áreas úmidas

que compõem as microbacias de nascentes do Rio Guajiru, plenamente visíveis nas imagens de satélite.

São necessárias políticas públicas para a melhoria da quantidade e da qualidade da água e a adequação dos solos para a melhoria do uso ambientalmente sustentável da terra no Assentamento Padre Cícero.

REFERÊNCIAS

APHA; *et al.* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th Washington D C: American Public Health Associations, 2012.

BRASIL (Governo do). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

BRASIL (Governo do). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de Março de 2005. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama. Acessado em 02 dez 2019.

BRITO, Jorge Luís Silva; PRUDENTE, Tatiana Diniz. Análise Temporal do Uso e Cobertura Vegetal do município de Uberlândia – MG, utilizando imagens ETM/Landsat7. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia/MG, 17 (32) 37-46, 2005.

CONGEDO L. **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**. Release 4.8.0.1 User Manual doc. for Quantum GIS. 2018. Disponível em <https://www.instrutorgis.com.br/wpcontent/uploads/2018/05/.pdf>. Acessado em 05 set 2019.

COSTA, Franklin Roberto. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN)**. Tese de Doutorado: PRODEMA/UFRN, Natal, 2018.

COSTA, Franklin Roberto da; SOUZA, Raquel Franco de; SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. Geoprocessamento aplicado a Caracterização Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce - RN/Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**. v.75, p.43 - 63, 2019.

COSTA, W. D. Aquíferos aluviais como suporte agropecuário no nordeste. Anais do 3º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Fortaleza-CE. v.1, 431/440, 1984

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Ceará-Mirim, Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/> Acessado em 06 abr 2019.

DAMASCENO, Micael Batista. Aspectos químicos de águas e sedimentos em corpos hídricos superficiais nos rios Guajiru e do Mudo, Bacia Hidrográfica do Rio Doce/RN. Dissertação

(Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acessado em 08 fev 2020.

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Índices pluviométricos por municípios**. Disponível em: www.emparn.rn.gov.br. Acessado em 06 fev 2020.

ESA – Agência Espacial Europeia. **Satélite Sentinel 2A**. Disponível em URL: <https://scihub.copernicus.eu/>. Acessado em 06 abr 2019.

FAUSTINO, A. B. ; SILVA, S. M. P. da ; RAMOS, F. F. . Dinâmica Temporal do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com Base em Sensoriamento Remoto e SIG: Uma Contribuição aos Estudos Ambientais. **Sociedade e Território**. v. 26, p. 18-30, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de pedologia, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/RN. **Relatório Ambiental do Assentamento Padre Cícero, em Ceará-Mirim (RN)**. Natal, 2009.

GUEDES, J. C. F. ; SILVA, S. M. P. da . Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: princípios físicos, sensores e métodos. **Acta Geográfica**. v. 12, p. 127-144, 2018.

GUIMARÃES, Túlio Machado Humberto. *et al.* Interferência do Uso e Ocupação do Solo na Qualidade da Água em Bacia Hidrográfica com Disponibilidade Hídrica Crítica. **Revista Geociências/UNESP**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 229 - 240, 2019

LEPSCH, Igor. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo. Oficina de Textos, 456 p. 2011.

LIMA, Diego Lanza. *et al.* Revisão Bibliométrica sobre Turbidez e Sólidos Suspensos por Sensoriamento Remoto. **Revista Anuário do Instituto de Geociências /UFRJ**. ISSN 0101-9759 e ISSN 1982-3908 - Vol. 42, n.1, p. 107-116, 2018

LIMA , Roberto Máximo ; SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. 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. **Sociedade e Território** , v. 26, p. 1-17, 2014.

MACHADO, Maria Rita. O Processo Histórico do Desmatamento do Nordeste Brasileiro: Impactos Ambientais e Atividades Econômicas. **Revista de Geografia/UFPE**. v. 23, n. 2, 2006.

MACHADO, Pedro José de Oliveira. TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo; Cengage Learning. 2012.

MELO, E. T. *et al.* Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Cratêus-CE. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise/UFPR**. 23 (1): 520-533, 2011.

NASA/ASF DATA SEARCH VERTEX. **Imagem do Satélite Alos Palsar**. Disponível em <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>. Acessado em 20 out 2019.

PANONTIN, Juliane Farinelli. *et. al.* Interferência do Avanço Agrícola na Qualidade Ambiental das Nascentes dos Córregos Lagoa Seca e Lajeado da APA Serra do Lajeado, em Palmas-TO. **Revista Gaia Scientia**. Vol 13(2): 92-106, 2019.

PIERONI, Juan Pedro, *et al.* Avaliação do Estado de Conservação de Nascentes em Microbacias Hidrográficas. **Revista Geociências/UNESP**. v. 38, n. 1, p 185-193, 2019.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Água na Região Nordeste: desperdício ou escassez**. Estudos Avançados. Embrapa Semiárido, n. 11, (29). 127-154, 1997.

ROCHA, M. B. da; SILVA, S. M. P. da. Uso e Cobertura da Terra em Microbacias de Nascentes Degradadas do Rio Guajiru (RN) baseada em Dados de Campo e Apoio de Geotecnologias. In: Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido – CONADIS. Natal: Realize Eventos e Editora. v.1. P.1-7, 2018.

SAMBUICHI Regina Helena Rosa, *et al.* **A Sustentabilidade Ambiental da Agropecuária Brasileira: Impactos, Políticas Públicas e Desafios**. Texto para Discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro : Ipea, 2012.

SANCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 495 p.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo. Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SILVA, Camilo Vinícius Trindade. *et al.* Caracterização Morfométrica, Uso e Ocupação de uma Bacia Hidrográfica. **Revista Engenharia na Agricultura**. v 25, n 05, p 436-444, 2017.

SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da; MORAIS, Franklin de; SOUSA, Marcos Fernandes de. **Sistema de Informações para Gestão e Monitoramento dos Recursos Naturais da**

Macrorregião do Pajeú-PE - Projeto Alto Pajeú; Água no Sertão do Pajeú – O Município de Afogados da Ingazeira. Recife: CPRM, 1994. 25 p. (Série Recursos Hídricos, 3).

SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. **A Distribuição Espacial das Reservas Hídricas Subterrâneas do Nordeste e a Transposição do Rio São Francisco.** 2000. In: V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Anais – Volume 1. Natal: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. v. 01. p.47 – 55, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reforma agrária que foi implantada no Brasil é muito diferente da que foi implantada em outros países, como Estados Unidos, Itália, França, Alemanha, Inglaterra, Japão, Canadá, entre outros; onde a distribuição das terras constituiu as bases necessárias para a consolidação de mercados internos fortes, sob o ponto de vista da economia.

No Brasil, apesar do Estatuto da Terra de 1964, da Constituição Federal de 1988, da subsequente Lei Agrária 8.629/1993 e da criação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, o processo de concentração da propriedade da terra continua crescente e vem se fortalecendo com a modernização agrícola.

No nosso país nunca existiu uma estratégia de atuação do estado no sentido de promover a reforma agrária de fato, mas sim, uma tentativa de atender a demanda dos movimentos sociais, promovendo a criação de assentamentos para beneficiar famílias de baixa renda, arrecadando, muitas vezes, terras improdutivas e inadequadas para a sobrevivência dos assentados.

Do ponto de vista ambiental e econômico, a falta da assistência técnica, tão prometida e constantemente negada, visto que não basta oferecer somente a terra, tem dificultado a produção nos assentamentos de reforma agrária, bem como, o bom uso dos recursos naturais.

Nesse sentido, a educação ambiental, que deve ser inclusa na Assistência Técnica, tem papel importantíssimo nas comunidades rurais, onde pessoas humildes, de baixa renda, estão desenvolvendo atividades que degradam o meio ambiente, quer seja com a prática das queimadas, desmatamento ou uso inadequado do solo, e que estão resultando no assoreamento e contaminação dos recursos hídricos, degradação dos solos, além da redução e extinção da biodiversidade da fauna e da flora nativa.

Urgentemente, se faz preponderante a correta interpretação do conceito de uso sustentável dos recursos naturais, visto que a qualidade da água, do solo e do ar, são

imprescindíveis para a sobrevivência do ser humano. Ressaltando que cada elemento da paisagem tem papel importante na composição e manutenção de um meio ambiente equilibrado.

As geotecnologias, como as imagens de satélite, sobrevoo de drones, Sistemas de Informação Geográfica e a Cartografia Digital, representam ferramentas acessíveis e economicamente viáveis; e podem ser fortes aliadas na geração de conhecimentos que devem contribuir na supervisão, na fiscalização e na melhoria da gestão territorial dos Assentamentos de Reforma Agrária no Rio Grande do Norte.

O objetivo do primeiro artigo foi plenamente atendido, haja vista que a imagem do satélite Sentinel-2 possibilitou a confecção do Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Assentamento Padre Cícero, permitindo conhecer a dinâmica da ocupação do território.

Os resultados mostram que as áreas das Classes referentes à Pastagem e Solos Descobertos recobrem 44,48% do território em que se encontra o assentamento. O mapa produzido também permitiu identificar frações de terras desmatadas em área de restrição de uso legal, como as Áreas de Preservação Permanente dos recursos hídricos. Complementarmente a essa preocupação, observa-se que os recursos hídricos superficiais não chegam a 1% da área total do assentamento, e que a água é um recurso essencial para o desenvolvimento das atividades agropecuárias no Assentamento.

Os estudos e as vistorias realizadas em campo demonstram que as Áreas de Preservação Permanentes de nascentes e cursos de água formadores da microbacia do Rio Guajiru se encontram totalmente degradadas. As Áreas de Preservação Permanentes de nascentes, de rios e riachos das microbacias de nascentes do Rio do Mudo se encontram em melhor estado de conservação, embora tenha sido observado desmatamento ilegal recente, em parte da Área de Preservação Permanente do Açude Catolé.

O resultado das análises de solos demonstram que os Neossolos Quartzarênicos, solos muito arenosos e pobres em nutrientes, predominam nas áreas produtivas do Assentamento, e que para melhor aproveitamento agrícola necessitam de investimento em adubação.

O resultado das análises de águas dos mananciais existentes no Assentamento apontam que essas águas estão fora do padrão aceitável de qualidade, sendo vedado seu uso para consumo humano e para irrigação de culturas de consumo direto, visto que os valores de Cor, Turbidez, DBO, Fósforo e Coliformes Termotolerantes, estão acima de padrões de normalidade. E, ainda, os resultados apontaram que a água do açude Catolé apresentou valores de Condutividade Elétrica de 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sendo classificada como água salobra, que pode

resultar em processo de salinização do solo, se não houver adoção de critérios técnicos adequados para o uso em irrigação.

Com base nos resultados obtidos conclui-se que é prioritária a recuperação das Áreas de Preservação Permanentes da Lagoa dos Pombos, do Riacho Jambolão e das áreas úmidas da microbacia do Rio Guajiru, plenamente visíveis nas imagens de satélite, ações que devem resultar na melhoria da quantidade e qualidade da água no Assentamento Padre Cícero.

Ressalta-se que, quando a Fazenda Cavalcante foi desapropriada para fins de reforma agrária, essas áreas já se apresentavam degradadas. A proposta de recuperação dessas áreas deve ser discutida, envolvendo os assentados, equipe técnica do INCRA e o Órgão Ambiental Estadual IDEMA, em virtude da elaboração do Programa de Recuperação Ambiental, como forma de homologação do Cadastro Ambiental Rural do Assentamento Padre Cícero.

Por fim, espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam incentivar a construção de políticas de planejamento e gestão ambiental dos órgãos públicos municipais, estaduais e federais; e que esta pesquisa estimule o uso de geotecnologias para o desenvolvimento de investigações científicas que possam contribuir para a preservação do meio ambiente nos preceitos da agenda do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS GERAIS

ANDRADE, Marcela Aparecida Frois; *et al.* Diagnóstico Ambiental de Nascentes do Rio Gaviãozinho no Município de Planalto – BA. **Revista Gaia Scientia**, 2018, vol 12 (4): 75-89

APHA; *et al.* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22th Washington D C: American Public Health Associations, 2012.

BATISTELLA, Mateus. MORAN, Emílio. **Geoinformação e Monitoramento Ambiental na América Latina**. São Paulo: Senac. 2008.

BELLUZO, Regina C.B. Competência em Informação e Midiática: inter-relação com a Agenda 2030 e objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) sob a ótica da educação contemporânea. **Revista de Biblioteconomia e Ciência da Informação**. v4, n. 1, p. 15-24, jan./jun., 2018.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**. Brasília, Imprensa Oficial, 25 de maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. **Diário Oficial da União**. Brasília, Imprensa Oficial, 25 de fevereiro de 1993.

BRASIL, Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, Estatuto da Terra. **Diário Oficial da União**. Brasília, Imprensa Oficial, 30 de novembro de 1964.

BRASIL, Lei nº 4.771, 15 de setembro de 1965, **Diário Oficial da União**. Brasília, Imprensa Oficial, 15 de setembro de 1965.

CALDART, Roseli Salete; *et al.* **Dicionário da Educação no Campo**. São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2013

COSTA, Franklin Roberto. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN)**. Tese de Doutorado: PRODEMA/UFRN, Natal, 2019.

COSTA, F. R. DA; SOUZA, R. F. DE; SILVA, S. M. P. Análise comparativa de metodologias aplicadas à delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Doce – RN / Comparative analysis of methodologies applied to the demarcation of the basin of Rio Doce/RN. **Sociedade & Natureza**. 28, n.3, 23. Dez 2016.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2005. **Diagnóstico do Município de Ceará-Mirim, Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/PRODEEM, Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br> Acesso em 06 de abril de 2019.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia fluvial**. Edgard Blücher, São Paulo, 1981.

DANTAS, Henrique Roque, *et al.* Avaliação da susceptibilidade à degradação ambiental em um município serrano do semiárido do Brasil (Cerro Corá-RN). **Caderno de Geografia**. Belo Horizonte, v. 28, n. 55, p. 880-897, out. 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Semiárido**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/semiárido>. Acesso em 20 jun. 2018

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O Código Florestal**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal>. Acesso em 07 abr. 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A missão Shuttle Radar Topography Mission – SRTM. Disponível em <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/srtm>. Acesso em 30 mar. 2020.

ESA- Agência Espacial Europeia. **Satélite Sentinel 2A**. Disponível em URL: <https://scihub.copernicus.eu/>. Acesso em 06 abr. 2019.

FAGUNDES, Nelson Alexandre. GASTAL JUNIOR, Cláudio Vinicius. Diagnóstico Ambiental e Delimitação de Áreas de Preservação Permanente em um Assentamento Rural. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 30, n. 1, p. 29-38, 2008

FAUSTINO, A. B; RAMOS, F. F; SILVA, S. M. P. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em Sensoriamento Remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. **Sociedade e Território**, v.26, n.2, p.18-30, jul./dez. 2014.

FERREIRA, Brancolina. **Comunicado IPEA Nº 42. PNAD 2008: Primeiras análises – O setor rural**. 2010. Disponível em: www.ipea.gov.br. Acesso em 16 abr. 2019.

FLAUZINO, Fabrício Silvério, et al. Geotecnologias Aplicadas à Gestão dos Recursos naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba no Cerrado Mineiro. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 22 (1), 75-91, 2010.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.

GERMANI, Guiomar I. Assentamentos de Reforma Agrária: produção de novos espaços de vida e de conflitos. Bahia: UFBA: 2001. In **Revista Fórum Social Mundial: como é possível um novo mundo**. São Paulo: Ed. Vozes, no. 6, vol. 95, 2001,

GOMES, Daniel. Uso de imagens Sentinel-2 na identificação de áreas com infestação do capim-anã em o complexo eólico Cerro Chato. 2017. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. UFRS. Porto Alegre, 2017.

HORA, Karla Emmanuela Ribeiro, *et al.* Desafios para o parcelamento dos assentamentos de reforma agrária sob a perspectiva ambiental a partir da experiência do MST em Goiás. **Revista Nera**. Presidente Prudente v. 22, n. 49, pp. 140-167 Ma.-Ago./2019 ISSN: 1806-6755.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf> Acesso em 5 set. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. - 3. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 430 p.

IDEMA – Instituto De Desenvolvimento Econômico e do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Informativo Municipal: Ceará-Mirim – RN. Natal. 1999. 19 p.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Informações gerais sobre os Assentamentos de Reforma Agrária.** Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php> Acesso em 12 out. 2018.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Relatório Ambiental Simplificado do Assentamento Padre Cícero, localizado em Ceará Mirim (RN).** Natal: INCRA, 2009.

IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. **Metas Nacionais dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal>. Acesso em 12 abr. 2019.

JENSEN, John. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres.** Tradução de José Carlos Epiphânio. São José dos Campos: Parentese. 2009.

LIMA JÚNIOR, Roberto Máximo; SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. 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. **Sociedade e Território.** v. 26, n. 2, p. 1-17, 9 maio 2014.

LIMA, Suzane Ferreira de, ÁGUAS, Thiago de Andrade; COSTA, Karen Cristina Pereira Costa. Uso de Geotecnologias para Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Santa Fé. **Fórum Ambiental da Alta Paulista.** v 11 (05), 2015.

MELGAREJO, Leonardo. O Desenvolvimento, a Reforma Agrária e os Assentamentos. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v.2, n.4, out./dez.2001

MEDEIROS, Cleiber Nascimento. *et al.* Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia, Brasil, 2005, **Anais [...].** INPE, p. 2709-2716.

MENEZES, Sady Junior Martins da Costa de; *et al.*, Geotecnologias Aplicadas à Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos. **Diversidade e Gestão**, 1 (1): 57-69, 2017

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati. **Introdução ao Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília: UNB/CNPQ, 2012.

NICOLAU, Ricardo de Faria *et al.* Mapeamento da mudança do uso e cobertura das terras do município de Britânia do ano de 1985 até 2015 e sua relação com o avanço do setor agropecuário. **Revista Brasileira de Geomática** (ISSN: 2317-4285) v. 7, n.1,Paraná, 2019.

NOVO, E. M. **Sensoriamento Remoto Princípios e Aplicações.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

OLIVEIRA, André Santos. *et al.* Avanços e Desafios do Programa de Assessoria Técnica, Social e Ambiental - ATES em Projetos de Assentamento no Vale do Jequiriçá – BA. **Revista Nera**. Ano 20, nº 35 p. 218-229 Jan-Abr. 2017

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS/ONU. **Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org>. Acesso em 24 jul. 2018.

PARANHOS FILHO, Antônio Conceição. LASTARIA, Giancarlo. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado. Introdução as Geotecnologias**. Campo Grande. UFMS. 2008.

PARANHOS FILHO, Antônio Conceição, *et al.* **Geotecnologias em Aplicações Ambientais**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2016. 383 p.

BRAZ, Adalto Moreira. **Geotecnologias Aplicadas na Análise das Implicações entre Uso, Cobertura e Manejo das Terras e a Qualidade das Águas Superficiais: Bacias Hidrográficas dos Córregos Lajeado Amarelo e Ribeirãozinho, Três Lagoas – MS**. Dissertação de Mestrado, UFMS, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br:8443/jspui/handle/123456789/3148> . Acesso em 10 de jul 2020.

PESSANHA, Mariane S.; SILVA, Carlos Domingos da. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo utilizando imagens de Satélite do Sensor MSI/Sentinel-2A para o município de Volta Redonda-RJ. VI Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. Paraíba do Sul-RJ, 2017.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A Nova Questão Agrária e a Reinvenção do Campesinato: o caso do MST**. Enpublicación: Observatorio Social de América Latina, año VI, no. 16. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires, Argentina 2005. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/AC16PortoG>. Acesso em 12 jan. 2019.

PRADO JÚNIOR, Caio. **Historia Econômica do Brasil**. São Paulo: Editora Brasiliense 1970.

REZENDE, Patricia Soares, *et al.* Uso de dados do Sentinel-2 para cálculo de NDVI com base nos valores da refletância aparente e de superfície. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos/SP, maio 2017, INPE, p 4181-4188.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na Geografia Aplicada, **Revista do Departamento de Geografia**. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia/MG, 2005, p 81-90.

REX, Franciel Eduardo; *et al.* Potencial de Imagens MSI (Sentinel-2) para classificação do Uso e Cobertura da Terra. **Enciclopédia Biosfera-Centro Científico Conhecer**. Goiânia, 15 (27) 219- 230. 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei Complementar nº 272, de 3 de março de 2004**. Disponível em: http://www.al.rn.leg.br/portal/_ups/legislacao. Acesso em 10 jul 2020.

- SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento: Includente, Sustentável e Sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.
- SANTOS, Alexandre Rosa dos, et al. **Geotecnologias & Análise Ambiental: Aplicações**. Alegre, ES: CAUFES, 2015. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/Livros/LivroGeotecAnaliseAmbiental>. Acesso em 10 jul 2020
- SANTOS, Júnio Gregório Roza dos; CASTRO, Selma Simões de. Metodologia de avaliação de sustentabilidade de Projetos de assentamento rural aplicada à região do Nordeste goiano, estado de Goiás. **Revista NERA**, v. 23, n. 51, p. 231-259, jan.-abr., 2020. ISSN: 1806-6755
- SILVA, Gabriella Cynara Minora; COSTA JUNIOR, Nivaldo Patrício da; MOREIRA, Fernando. Caracterização do Uso da Terra no Município de Areia Branca-RN, por Técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Geociências**. São Paulo, UNESP, v. 33, n. 2, p.314-329, 2014
- SILVA, Lauriane Borges Sampaio. O Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra na Perspectiva Marxista dos Movimentos Sociais. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL, 6, 2018. ISSN 2175-098X. Vitória anais [...] Vitória, 2018.
- SILVA, Cleanto Carlos Lima, *et al.* Unidades Naturais da Bacia do Rio Doce/RN. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Campinas: São Paulo. 2017.
- SOUZA, S.O. ; OLIVEIRA, R.C. Uso de Imagens de ALOS PALSAR para Mapeamento da Declividade do Litoral Norte Paulista, XII SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia. União da Geomorfologia Brasileira. Crato-CE. 2018.
- STÉDILE, João Pedro. (org.). **A questão agrária no Brasil: programas de reforma agrária (1946-2003)**. São Paulo: Expressão Popular, 2005.
- STÉDILE, João Pedro. **O MST e a questão agrária. Estudos Avançados**. Vol.11, nº 31. São Paulo. 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141997000300005>. Acesso em 12 jun 2019.