

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 4



Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-475-7 DOI 10.22533/at.ed.757191107 1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario CDD 509.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 4*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 22 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISIS DE LAS CÉLULAS DE CARCINOMA DE CÁNCER DE MAMARIA EN RATAS DESPUÉS DE LA IRRADIACIÓN CON EQUIPO DE COBALTO	
Paula de Sanctis Brunno Felipe Ramos Caetano Luis Maurício Montoya Flórez Valéria Barbosa de Souza Luís Fernando Barbisan Marco Antônio Rodrigues Fernandes Ramon Kaneno Rogério Antônio de Oliveira Willian Fernando Zambuzzi Noeme Sousa Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.7571911071	
CAPÍTULO 2	15
AVALIAÇÃO COMPUTACIONAL DE INTERAÇÕES ENTRE AS PROTEÍNAS M E M2-1 DO VÍRUS SINCICIAL RESPIRATÓRIO HUMANO (HRSV) E RIBAVIRINA	
Ernesto Tavares Neto Leandro Cristante de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.7571911072	
CAPÍTULO 3	23
ENCAPSULAMENTO DE NANOPARTÍCULAS FERROMAGNÉTICAS EM MATRIZ EPOXÍDICA PARA O TRATAMENTO DE HEPATOCARCINOMA	
Bruno de Vasconcellos Averaldo Hangai Alexandre Zirpoli Simões	
DOI 10.22533/at.ed.7571911073	
CAPÍTULO 4	38
ESTUDO QUÍMICO DO EXTRATO CLOROFÓRMICO DAS FOLHAS DA <i>Annona muricata</i> L.	
Maria Luiza da Silva Pereira Karoline Pereira Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.7571911074	
CAPÍTULO 5	48
MÉTODO SIMPLIFICADO PARA CALCULAR A ROTAÇÃO DO SOL	
Matheus Leal Castanheira Dietmar Willian Foryta	
DOI 10.22533/at.ed.7571911075	
CAPÍTULO 6	55
MONITORAMENTO AMBIENTAL DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO ESTADO DE ALAGOAS PARA OS ANOS DE 2015 E 2016	
Esdras de Lima Andrade Whendel Cezar Silva de Couto Daniel Nivaldo da Conceição Alex Nazário Silva Oliveira Elizangela Lima de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.7571911076	

CAPÍTULO 7	64
MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PÓS-IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E AÇÕES CORRELATAS DO ÓRGÃO AMBIENTAL FISCALIZADOR	
Poliana Arruda Fajardo	
DOI 10.22533/at.ed.7571911077	
CAPÍTULO 8	74
OSCILADOR HARMÔNICO: MODELO PARA A DESCRIÇÃO DE SISTEMAS FÍSICOS EM EQUILÍBRIO ESTÁVEL SOFRENDO PEQUENAS OSCILAÇÕES	
Pedro Henrique Ferreira de Oliveira João Philipe Macedo Braga	
DOI 10.22533/at.ed.7571911078	
CAPÍTULO 9	86
PALAVRAS CRUZADAS: UMA FERRAMENTA LÚDICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA E DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA	
Osmar Luís Nascimento Gotardi Andréa Martini Ribeiro Fernanda Marchiori Grave Letícia Cristiane Malakowski Heck Mario Victor Vilas Boas	
DOI 10.22533/at.ed.7571911079	
CAPÍTULO 10	102
QUANTIFICAÇÃO DE P-FENILENODIAMINA (PPD) EM FORMULAÇÃO DE CORANTE PERMANENTE DE CABELO	
Maria Letícia Mendes Soares Thamiris Costa dos Santos Carolina Venturini Uliana Mariele Mucio Pedroso Hideko Yamanaka	
DOI 10.22533/at.ed.75719110710	
CAPÍTULO 11	111
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DIRETO DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	
Mariana Basolli Borsatto Beatriz Garcia Silva Paulo César Lodi Rogério Custódio Azevedo Souza Bruna Rafaela Malaghini Caio Henrique Buranello dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.75719110711	

CAPÍTULO 12	121
SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO SEGURO DE BIOPROCESSOS	
Milson dos Santos Barbosa Lays Carvalho De Almeida Isabelle Maria Duarte Gonzaga Aline Resende Dória Luma Mirely Souza Brandão Isabela Nascimento Souza Débora da Silva Vilar Juliana Lisboa Santana Priscilla Sayonara de Sousa Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.75719110712	
CAPÍTULO 13	129
SÍNTESE DOS NÍVEIS INTERPRETANTES DAS ESTAÇÕES DO ANO APRESENTADOS POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS	
Daniel Trevisan Sanzovo Carlos Eduardo Laburú	
DOI 10.22533/at.ed.75719110713	
CAPÍTULO 14	140
SISTEMA DE CONTROLE EMPREGANDO TECNOLOGIA RFID	
Felipe de Carvalho Forti Alexandre César Rodrigues da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.75719110714	
CAPÍTULO 15	150
TÉCNICAS DE MEDIÇÃO BASEADAS NA FUNÇÃO DE RESPOSTA EM FREQUÊNCIA PARA DETECÇÃO DE DANO BASEADA NA IMPEDÂNCIA ELETROMECAÂNICA	
Guilherme Silva Bergamim Caio Henrique Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.75719110715	
CAPÍTULO 16	164
TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS À MINERAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO SERIDÓ POTIGUAR	
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.75719110716	
CAPÍTULO 17	180
UM ESTUDO SOBRE ANÉIS LOCAIS	
Brendol Alves Oliveira Gomes Eliris Cristina Rizzioli	
DOI 10.22533/at.ed.75719110717	
CAPÍTULO 18	192
UMA VISÃO GERAL DE FRAMEWORKS PHP POPULARES PARA PROGRAMAÇÃO WEB	
Lilian N A Lazzarin Leandro do Nascimento dos Anjos João Florentino da Silva Junior	
DOI 10.22533/at.ed.75719110718	

CAPÍTULO 19	202
UM PANORAMA DA QUALIDADE DA INTERNET BANDA LARGA NA REGIÃO DO MATO GRANDE	
Igor Augusto De Carvalho Alves	
Hellen Adélia Oliveira Da Cruz	
Maria De Lourdes Assunção Soares Dantas Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.75719110719	
CAPÍTULO 20	216
USO DE SUPPORT VECTOR MACHINE EM AMBIENTE SUBTERRÂNEO: APLICAÇÃO EM POÇO DE MONITORAMENTO PARA REGRESSÃO DE DADOS DE NÍVEL DE ÁGUA	
Thiago Boeno Patricio Luiz	
Guilherme de Freitas Gaiardo	
José Luiz Silvério da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.75719110720	
CAPÍTULO 21	229
UTILIZAÇÃO DA DIFRAÇÃO DE RAIOS X NA CARACTERIZAÇÃO DO HIDRÓXIDO DUPLO LAMELAR (HDL) MG/AL E SEU EFEITO MEMÓRIA	
Victor De Aguiar Pedott	
Elton Luis Hillesheim	
Iemedelais Bordin	
Rogério Marcos Dallago	
Marcelo Luís Mignoni	
DOI 10.22533/at.ed.75719110721	
CAPÍTULO 22	237
UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES NUMÉRICAS PARA ESTUDO DE ONDAS OCEÂNICAS	
Matheus José de Deus	
Mateus das Neves Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.75719110722	
SOBRE OS ORGANIZADORES	242

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADAS À MINERAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO SERIDÓ POTIGUAR

Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

Programa de Pós-Graduação em Geociência e
Análise de Bacias e Departamento de Engenharia
Ambiental, UFS
Aracaju - Sergipe

RESUMO: A mineração dos quartzitos no município de Ouro Branco no Estado do Rio Grande do Norte restringe-se ao modelo extrativista, sem agregação de valor a esse bem mineral. O quartzito explorado rusticamente e vendido em placas brutas com preço abaixo do mercado é decorrente da desagregação de valor desse bem mineral no próprio município. Outro entrave era a ausência de mapas temáticos relacionados à atividade minerária, visando maximizar a exploração mineral e verticalizar a produção dessa atividade. Desta forma, os objetivos desse trabalho consistiram em gerar mapas temáticos e elaborar um banco de dados georreferenciados, como forma de armazenar, consultar, visualizar, manipular e gerar subsídios para o estabelecimento adequado das atividades minerárias na área de estudo. Os materiais utilizados foram o Mapa Topográfico Jardim do Seridó e as imagens orbitais OLI/Landsat-8. Os procedimentos de mapeamento dos mapas temáticos foram realizados no Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING), com suporte de

trabalho de campo. Os resultados mostraram que é possível organizar e disponibilizar, em uma plataforma unificada georreferenciada, mapas temáticos relacionados à mineração, contribuindo para a formação de um ferramental técnico-gerencial para o desenvolvimento apropriado da mineração de quartzito e para subsidiar o processo de agregação de valor ao produto final.

PALAVRAS-CHAVE: Imagem Landsat-8, Interpretação Visual, Processamento Digital de Imagem.

ABSTRACT: Quartzite mining in the municipality of Ouro Branco in the State of Rio Grande do Norte is restricted to the extractive model, without adding value to this mineral commodity. The quartzite explored rustically and sold in crude plates with below market price is due to the disaggregation of value of this mineral commodity in the municipality itself. Another obstacle was the absence of thematic maps related to the mining activity, aiming to maximize the mineral exploration and to verticalize the production of this activity. In this way, the objectives of this work were to generate thematic maps and to elaborate a georeferenced database, as a way of storing, consulting, visualizing, manipulating and generating subsidies for the proper establishment of mining activities in the study area. The materials used were the Topographic

Map Jardim do Seridó and the OLI/Landsat-8 orbital images. The mapping procedures of the thematic maps were carried out in the Georeferenced Information Processing System (SPRING), with field work support. The results showed that it is possible to organize and make available, in a unified georeferenced platform, thematic maps related to mining, contributing to the formation of a technician-managerial tool for the proper development of quartzite mining and to subsidize the process of value adding to the final product.

KEYWORDS: Landsat-8 Image, Visual Interpretation, Digital Image Processing.

1 | INTRODUÇÃO

No Estado do Rio Grande do Norte, a maioria dos mapeamentos temáticos na escala igual o superior a 1:100.000 concentram-se nas regiões litorâneas. Com exceção de alguns mapeamentos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no interior do estado, a maioria dos mapeamentos são na escala de 1:500.000. Nesse contexto, encontra-se Ouro Branco, município do semiárido potiguar, cujos mapas temáticos existentes estão na escala de 1:500.000 ou menores. O município de Ouro Branco, área de estudo desse trabalho, localiza-se na microrregião Seridó Oriental (RN), geologicamente situada na Província Pegmatítica da Borborema, importante área geoeconômica, destacando a mineração de quartzitos.

A Província Pegmatítica da Borborema é uma importante área geoeconômica do Estado do Rio Grande do Norte, decorrente das inúmeras ocorrências de rochas ornamentais, minerais metálicos e e gemas, associados ou não aos vários corpos de pegmatitos brasileiros. Essa atividade econômica induz a produção de uma enorme quantidade de dados espaciais e não espaciais, porém, atualmente, quando existentes, eles encontram-se de maneira isolada e em diversos formatos (NASCIMENTO; PETTA, 2008). Dessa forma, de acordo com Nascimento *et al.* (2009), é necessário a organização desses dados visando armazenar, consultar, visualizar, manipular e gerar informações para variados fins, como por exemplo: (i) a avaliação da dimensão ou potencial econômico das jazidas; (ii) o desenvolvimento de métodos de lavra e o beneficiamento de acordo com cada tipo de jazimento; e (iii) a localização das minerações empresariais e garimpeiras.

As principais atividades econômicas do município de Ouro Branco são a agropecuária e a mineração, o que possibilitou a formação de uma classe trabalhadora denominada de garimpeiros-agricultores ou agricultores-garimpeiros. Com relação à mineração, destaca-se a extração de quartzitos utilizados na produção de peças de revestimento rústico destinada à fabricação de pisos externos e muros. O quartzito é vendido bruto e em placas para cidade de Várzea (PB), abaixo de preço do mercado, o que provoca uma grande perda do valor econômico desse bem mineral para o município de Ouro Branco e para o Estado do Rio Grande do Norte. Desta forma, a falta

de agregação de valor é o principal entrave para o crescimento socioeconômico dos mineradores e garimpeiros. Esta limitação do desenvolvimento do setor mineral local advém da carência de mapas temáticos, o qual engessa áreas com potencialidade mineral e dificulta o seu aproveitamento em benefício da comunidade.

Se por um lado, a política de aproveitamento dos quartzitos em Ouro Branco tem se concentrado ao modelo extrativista, não agregando valor ao produto extraído e, portanto, não ampliando os benefícios socioeconômicos. Por outro lado, o modelo de verticalização da produção dos quartzitos no município é desejável e produz maior benefício socioeconômico e comercialização. Ou seja, o desenvolvimento eficaz dessa atividade mineral abrange: a prospecção, a extração, o beneficiamento e a comercialização. Essas etapas agregam valor ao quartzito no próprio município e estado.

A partir desse contexto, os objetivos desse trabalho foram: (i) elaborar um Banco de Dado Georreferenciado (BDG), visando à manutenção de uma base de dados geográficos atualizada, unificada e adequada para mapear em meio digital as entidades geográficas relacionadas aos corpos quartzíticos, gerando informações que auxiliem no desenvolvimento da mineração; e (ii) gerar mapas temáticos (geológico, vegetação e uso do solo geomorfológico, pedológico, declividade,), na escala de 1:50.000, por técnicas de interpretação visual e automática de imagens orbitais do sensor OLI do satélite Landsat 8 (com apoio de trabalho de campo), essenciais nas etapas de prospecção e extração mineral.

2 | ÁREA DE ESTUDO

O município de Ouro Branco, área de estudo desse trabalho, localiza-se na porção extremo sul do Estado do Rio Grande do Norte, situado na microrregião Seridó Oriental (mesorregião Central Potiguar). A sede do município tem uma altitude média de 223 metros e coordenadas 6°42'03" de latitude Sul e 36°56'45" de longitude Oeste, distando da capital Natal cerca de 271 km. O seu acesso a partir de Natal é feito pelas rodovias pavimentadas BR-226, BR-427, RN-288 e RN 089.

O Estado do Rio Grande do Norte localiza-se geotectonicamente na Província Borborema (Subprovíncia Setentrional). O substrato é constituído por rochas pré-cambrianas que ocupam cerca de 65% de sua área territorial e o restante por rochas sedimentares mesocenoicas (CPRM, 2006). De acordo com Campelo (1999), essa província geotectônica é limitada pelas zonas de cisalhamento brasileiras Portalegre e a Picuí-João Câmara. O substrato pré-cambriano compreende três domínios tectonoestruturais: (i) Domínio Jaguaribeano, a oeste; (ii) Domínio São José do Campestre, a leste; (iii) Domínio Rio Piranhas-Seridó, parte central, onde está inserida a área de estudo (BRITO NEVES *et al.*, 2000).

O Grupo Seridó é representado pelas formações Jucurutu e Equador e, no topo, pela Formação Seridó, onde se encontram os quartzitos explorados em Ouro Branco,

foco desse trabalho. Sua litologia dominante consta de micaxistos feldspáticos ou aluminosos de fácies de médio a alto grau metamórfico, com sítios restritos de fácies de baixo grau metamórfico. A fácies de médio a alto grau metamórfico é representada por biotita xistos granadíferos, podendo conter estauroлита, cianita, andalusita, cordierita e sillimanita. Na porção inferior da formação ocorrem intercalações de mármore, rochas calcissilicáticas, paragnais, rochas metavulcânicas básicas, quartzitos e metaconglomerados (CPRM, 2006).

Do ponto de vista econômico essa unidade contém inúmeros corpos pegmatíticos com mineralizações metalíferas e gemas tais como: Be (berilo e água marinha), Ta/Nb (tantalita/columbita), Sn (cassiterita), Li (amblygonita) e Bi (bismutinita), além dos não metálicos, turmalina, quartzo, micas, feldspato e caulim. Na região de Currais Novos, na mina São Francisco, ocorre mineralização de ouro associada a veios de quartzo sulfetados em zona de cisalhamento transcorrente.

No que concerne às reservas de quartzitos, salienta-se que as mesmas não estão oficialmente calculadas, visto que esses jazimentos são explorados de uma forma irregular. Em função da informalidade das operações os quais não se dispõem de dados oficiais, onde normalmente a exploração dos quartzitos dá-se em regime de garimpo. A produção em 2005 oriundas dos municípios de Parelhas e Ouro Branco, municípios potiguares, foi estimada em torno de 500.000 m²/ano (CPRM, 2006); não há dados atuais de produção e nem mapeamentos em escala maior que 1:100.000, fato que incentivou a realização desse trabalho.

3 | MATERIAL E MÉTODO

Os materiais necessários para o desenvolvimento desse trabalho foram: (i) carta topográfica digital Folha Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V), escala 1:50.000, Projeção UTM, Zona 24 Sul, Datum SAD69; (ii) imagens orbitais OLI/Landsat-8, órbita/ponto 215/65, datadas de 05 de fevereiro de 2018 e 28 de setembro de 2018, distribuídas gratuitamente pela Agência Espacial Americana (NASA - *National Aeronautics and Space Administration*); e (iii) programa computacional de geoprocessamento Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING – Versão 5.5.5) desenvolvido e disponibilizado gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). É importante ressaltar que as imagens utilizadas não apresentavam coberturas de nuvem e as diferentes datas estão relacionadas com os distintos ângulos de elevação solar. Os ângulos mais baixos (imagens adquiridas no verão) são essenciais para extração de feições geológicas e os mais altos, para extração de feições da vegetação e uso da terra.

As principais etapas de operacionalização realizadas para atingir os objetivos desse trabalho corresponderam: (i) criação do Banco de Dado Georreferenciado (BDG); (ii) restauração e registro das imagens Landsat; (iii) fusão de imagens pelo método IHS (*Intensity, Hue e Saturation*); (iii) composição colorida e realce do contraste

das imagens; e (iv) compilação e confecção dos mapas temáticos por técnicas de interpretação visual e processamento automático de imagens digitais.

No SPRING, o ambiente de trabalho é organizado de acordo com o esquema conceitual associado às entidades do BDG, indicando para cada tipo de dado geográfico (dado espacial) os seus atributos não espaciais (dados alfanuméricos) e as representações geométricas associadas, ou seja, a definição da estrutura do banco precede a entrada dos dados (CÂMARA *et al.*, 1996). Para se operar no SPRING é necessário definir o esquema físico em que o dado será inserido. Isso significa definir um Banco de Dados, um Projeto, as Categorias e os Planos de Informação. Nesse sentido, o banco de dados se caracteriza por ser abrangente, pois as informações armazenadas são úteis para outras pesquisas que utilizem total ou parcialmente, os mesmos tipos de informações. Além disso, novas informações podem ser inseridas para complementar aquelas já existentes ou para realizar outras configurações que se façam necessárias. Assim, o primeiro passo, após definir a estrutura do banco foi a importação automática da cartografia básica digital, especificamente, a rede de drenagem e as isoípsas. Foram realizados alguns ajustes de edição em algumas curvas de nível interrompidas e ausentes de valores altimétricos. A rede de drenagem foi completada, posteriormente, com as imagens Landsat fusionadas para 10 metros de resolução espacial (banda pancromática restaurada).

Antes do registro (georreferenciamento) das imagens, foi realizado o procedimento de restauração das imagens Landsat para a reamostragem radiométrica e geométrica, com consecutivo aumento nos tamanhos dos pixels de 30x30m para 20m por 20m para as bandas multiespectrais e de 15x15m para 10m por 10m para a banda pancromática. Obtendo-se imagens reescaladas em suas resoluções radiométricas e espaciais com relação às imagens originais. Esse procedimento foi realizado em um projeto sem projeção cartográfica para garantir que as mesmas não fossem modificadas e perdessem suas características originais (NASCIMENTO; PETTA, 2010), as quais são essências para a interpretação dos alvos terrestres (rocha, solo, água, vegetação etc.). Após esse procedimento, as imagens foram registradas e só então inseridas automaticamente no BDG.

O registro, mais conhecido como georreferenciamento, de uma imagem orbital compreende uma transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem (linha, coluna) com as coordenadas geográficas (latitudes e longitudes) de um sistema de referência. Essa transformação elimina distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento do satélite (CARVALHO; LAENDER, 2007). No presente trabalho, o registro foi essencial para a integração das imagens a um sistema de referência. Assim, no SPRING, esse sistema de referência é, em última instância, o sistema de coordenadas planas da projeção adotada (Projeção UTM) e transformada para o Datum SIRGAS 2000 (Resolução do Presidente do IBGE nº 01 de 25/02/2005). O Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) é o novo sistema

de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). O emprego de outros sistemas que não possuam respaldo em lei, pode provocar inconsistências e imprecisões na combinação de diferentes bases de dados georreferenciadas. Aplicou-se a transformação polinomial e a reamostragem sobre os níveis de cinza das imagens foi realizada pelo interpolador bilinear. Como resultado, há alteração do valor do nível de cinza do pixel em função da sua vizinhança, mas é indicado em imagens onde há considerável heterogeneidade nos níveis de cinza dos pixels, como é o caso das imagens utilizadas e dos alvos terrestres presentes na área de estudo.

Restauradas, registradas e inseridas no BDG, as imagens Landsat foram processadas automaticamente por técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) visando aumentar a potencialidade de discriminação dos alvos pelo fotointérprete (NOVO, 2013). Em seguida, novas imagens foram geradas com melhor resolução espacial (SCHOWENGERDT, 1997). A técnica utilizada foi a fusão de imagens, que preserva a qualidade espectral das bandas multiespectrais e transfere as informações de detalhes da banda pancromática para o produto híbrido. No SPRING, esse procedimento é realizado pela Transformação IHS (*Intensity, Hue e Saturation*), o qual permite que a componente intensidade (I) seja desacoplada da informação da cor da composição colorida da imagem (matiz e saturação). A componente de intensidade é substituída pela banda pancromática, que após a restauração das imagens passou de 15 metros de resolução espacial para 10 metros e as bandas multiespectrais, originalmente de 30 metros, foram transformadas para 20 metros.

Para execução da transformação do sistema RGB (*Red, Green, Blue*) para o sistema IHS foram utilizadas a combinação das seis bandas multiespectrais: (i) visível (bandas 2, 3 e 4); (ii) infravermelho próximo (banda 5) e infravermelho de ondas curtas (bandas 6 e 7). Foram empregados diferentes ordenamentos no sistema RGB, bastando apenas compreender o comportamento espectral dos alvos e quais os alvos se pretende extrair das imagens. As combinações nas seguintes sequências do sistema RGB 5R, 6G e 4B; 6R, 5G e 7B; e 4R, 3G e 2B foram às composições coloridas mais significativas, isto é, com maior potencial de discriminação dos alvos de interesse. Essas composições coloridas possibilitaram elaborar distintas chaves de fotointerpretação, a partir da adaptação da metodologia difundida por Florenzano (2011).

Realizada esta etapa, as composições coloridas falsas cor 5R6G4B e 6R5G7B e verdadeira cor 4R3G2B foram realçados pelo método de contraste linear, que tem por objetivo melhorar a qualidade visual das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano e então ficaram prontas para a fotointerpretação. É importante ressaltar que muitos autores, como Meneses e Almeida (2012), indicam realizar o realce do contraste de cada banda da imagem antes da confecção da composição colorida. No entanto, considero inadequado, pois não há como desfazer o contraste, caso ocorra, por exemplo, a perda de informação por *overflow* na composição colorida. Desta forma,

recomendo realizar a composição colorida com as imagens no estado original (bruto), e então, realizar o realce em cada banda espectral, visualizando e modificando o seu histograma individualmente até atingir o realce desejado.

O procedimento metodológico adotado para a interpretação visual das composições coloridas supracitadas foi baseado no processo sistemático e lógico de fotointerpretação de imagens de satélites desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982). Em linhas gerais, esse método utiliza os elementos de reconhecimento dos objetos nas imagens mais significativos como: forma, padrão, textura, cor, tamanho, drenagem, tipo de encostas (convexo, côncavo e retilíneo), dentre outras, os quais discriminam os diferentes alvos nas imagens. A interpretação das imagens realizou-se diretamente no monitor do computador e durante essa atividade empregou-se a ferramenta *zoom*, possibilitando a melhor definição e delimitação das referidas áreas homogêneas (zonas homólogas). A definição das áreas homogêneas foi realizada por digitalização manual à medida que foram sendo identificadas no processo de interpretação e relacionando-as com as tipologias de rochas, relevos, solos, vegetação e uso do solo. Nesse processo fotointerpretativo, chaves interpretativas mentais são formadas de acordo com o comportamento espectral dos alvos. Esse comportamento espectral é intrínseco de cada banda e resulta em uma cor típica em cada composição falsa cor. Assim, é recomendado que se utilize mais de uma composição falsa cor, como foi o caso desse trabalho.

Os materiais colaterais para a confecção dos mapas de geologia, geomorfologia e pedologia foram: Mapa Geológico da Folha Jardim do Seridó do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2007), escala 1:100.000; e Mapa de Reconhecimento de Média e Alta Intensidade de Solos de uma área piloto do Núcleo de Desertificação do Seridó, Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba (EMBRAPA, 2002), escala 1:100.000, com seus respectivos relatórios. Esses materiais colaterais foram de grande auxílio na fotointerpretação visual das imagens digitais.

Após a geração dos mapas fotointerpretados de geologia, pedologia e geomorfologia, foram realizados os trabalhos de campo, com verificação das características *in loco*, aproximadamente de 500 a 500 metros, principalmente nos pontos de dúvidas identificados na fotointerpretação. Os dados de campo foram inseridos nos mapas, gerando os mapas geológico, pedológico e geomorfológico, na escala de 1:50.000.

O mapa de cobertura vegetal e uso do solo foi resultado da interpretação visual de imagens com base nos padrões fotográficos (cor, textura, forma, padrão, dimensão, tonalidade e contexto) das composições coloridas verdadeira e falsas cores supracitadas. É importante ressaltar que a composição colorida 5R6G4B foi a que norteou esta etapa, porque ressalta a vegetação em tons de vermelho e o solo exposto em tons azulados, cujos comprimentos de onda são mais perceptíveis ao olho humano. As tipologias de vegetação também ficaram bem demarcadas de acordo com a textura do dossel (homogêneo ou heterogêneo), com ou sem influência de solo exposto, este,

como já exposto, com variações de tons azulados (ciano). A área urbana do município, apesar de, também, se apresentar azulada, a textura tipificada pelos arruamentos foi suficiente para delimitá-la. É importante ressaltar que a legenda das classes foi definida segundo a nomenclatura adotada pelo IBGE (1992), nas verificações em campo e na escala de trabalho (1:50.000).

O mapa de classes de declividade foi elaborado por processamento automático através de máscaras móveis, explorando-se a função de derivação na vizinhança de cada célula para toda a área de interesse, desde a geração das grades triangular e regular até o fim do processo. Findado o mapa, realizou-se a eliminação de pixels isolados (espúrios) no interior das classes de declividade formadas por um conjunto maior e significativo de pixels, tornando o produto mais compreensível (NASCIMENTO e GARCIA, 2004). Os principais procedimentos foram: (i) geração de uma grade triangular de altimetria a partir das curvas de nível, pontos cotados e rede de drenagem; (ii) geração de uma grade retangular de altimetria obtida da grade triangular; (iii) geração de uma grade de declividade obtida pelo fatiamento da grade de declividade em intervalos obtidos pela análise estatística dos intervalos mínimo e máximo, quartis inferior e superior e mediana.

O mapa hipsométrico foi confeccionado pelo fatiamento por arco-íris a partir das curvas de nível da carta topográfica Jardim do Seridó. Assim como para as classes de declividade, os intervalos altimétricos foram definidos com base na análise estatística dos intervalos mínimo e máximo, quartis inferior e superior e mediana.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos mapas temáticos fotointerpretados por vetorização (digitalização) manual e gerados por técnicas de PDI foi possível configurar o ambiente físico-biótico-antrópico da região, na escala de 1:50.000, e assim obter uma base cartográfica, antes inexistente na área de estudo. Assim, apoiado em bases conceituais e tecnológicas configurou-se um ambiente computacional que proporcionou o armazenamento das informações cartográficas relacionadas às atividades mineiras no BDG. Esse banco de dados formou uma plataforma unificada de informações contendo os documentos cartográficos da área de estudo, como carta topográfica, imagens de satélite, mapas temáticos e dados alfanuméricos (descrição dos atributos de cada mapa temático). Configurou-se então a integração das geoinformações espaciais com seus respectivos atributos, típicos de um banco de dados relacional. O armazenamento de dados em um ambiente computacional integrado possui várias vantagens, como a concentração de informações, acesso rápido e automático, inserção de novos dados, atualizações e cruzamentos de mapas temáticos visando obter novos produtos.

O gerenciador do BDG foi o SQLite, na projeção UTM/SIRGAS-2000 com meridiano central 24° Oeste, cujo retângulo envolvente da área de estudo possui as coordenadas plano-retangulares: $X_{min} = 719028$ m, $X_{max} = 741231$ m e $Y_{min} =$

9247500 m e $Y_{max} = 9273006$ m. Apesar da escala da carta topográfica adotada ser de 1:100.000, os mapas gerados foram na escala de 1:50.000, proporcionados pelos procedimentos de restauração e fusão de imagens e pelo trabalho de campo. Assim, a utilização de imagens Landsat foi apropriada para atingir os objetivos do presente trabalho. O resultado do registro das imagens obteve uma exatidão de 0,3 pixel, precisão de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica Planimétrica Estabelecido (BRASIL, 1996).

Os mapas apresentados nesse trabalho fornecem as informações necessárias em formato aberto, de fácil acesso e compreensão para subsidiar as tomadas de decisões. Outras informações podem estar conectadas aos mapas por meio de tabelas, as quais podem ser acessadas e aplicadas, conforme a necessidade do usuário. E ainda, novos dados podem ser incorporados continuamente à medida que os estudos vão se aprofundando.

O potencial tecnológico utilizado nesse trabalho se destaca na geração, organização e centralização das informações em uma única base de dados, que possibilitam vários tipos de modelagem espaciais essenciais no processo de mineração, como por exemplo, a utilização de estatísticas espaciais. No momento, o foco do trabalho concentrou-se no mapeamento regional das principais características físicas, bióticas e antrópicas da área de estudo. Um ponto de partida para estudos de maiores detalhes, tanto no mapeamento tradicional de campo como no uso das potencialidades das geotecnologias. Essa breve discussão tem a finalidade de mostrar a relevância do mapeamento básico para qualquer atividade econômica, pois é essencial o conhecimento do meio físico sobre o qual serão desenvolvidos empreendimentos que alterem a estrutura original das características ambientais, como é o caso da mineração.

A seguir são mostrados e discutidos os mapas temáticos geológico, vegetação e uso da terra, geomorfológico, pedológico, declividade e hipsométrico (Figuras 1 a 4). Esses mapas estão armazenados no BDG nos formatos vetorial e matricial (*raster*). Dessa forma, eles estão disponíveis para a integração dessas informações (sobreposição a partir da estruturação de arquivos de cruzamentos de mapas) por operações de álgebras de mapas através das técnicas disponíveis em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) ou qualquer outro procedimento que auxilie no desenvolvimento da cadeia produtiva dos quartzitos do município de Ouro Branco (RN).

No processo fotointerpretativo das imagens Landsat, as zonas homólogas definidas pelas características texturais e estruturais das redes de drenagens, como densidade, tropia, assimetria e angularidade foram essenciais para a delimitação inicial das rochas, relevos e solos. A geologia da área é composta pelo Complexo Caicó e Grupo Seridó (Figura 1).

O Complexo Caicó inclui uma grande quantidade de litologias na região da microrregião Seridó Oriental Potiguar. No entanto, em campo, na porção sul da

área, foram verificadas somente rochas gnaisse-migmatíticas, apresentando relevos convexos muito dissecados pela erosão. Predominam os argissolos cobertos por vegetação arborizada e planossolos cobertos por gramíneo lenhosa. Na porção oeste da área, a rocha calcissilicática de Formação Jucurutu também se apresenta bastante dissecada pela dissolução dos carbonatos, também formando argissolos, com raros neossolos litólicos em áreas mais silicáticas e neossolos flúvicos nos vales abertos dos rios intermitentes.

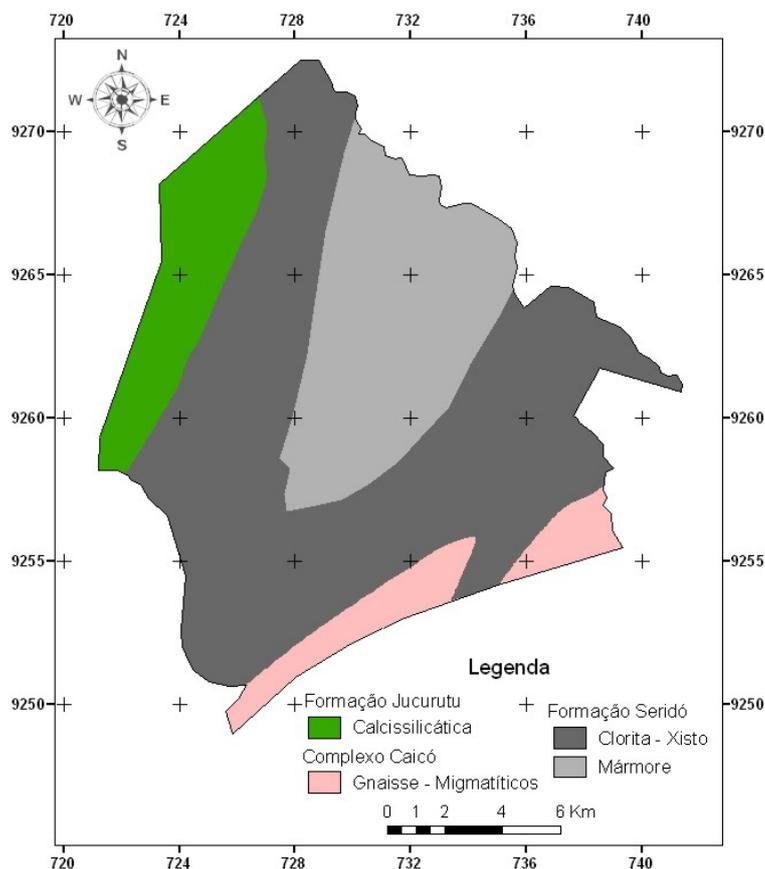


Figura 1. Mapa geológico do município de Ouro Branco - RN.

Apesar da vegetação, por vezes, mascarar o comportamento espectral da rocha calcissilicática e do gnaisse-migmatítico, este se apresenta com albedos bem menores que as calcissilicáticas. As rochas clorita-xistos e mármore da formação Seridó também foram fáceis de serem discriminadas nas imagens. A primeira apresenta albedo muito inferior ao mármore, porém, este apresenta albedo e, conseqüentemente, o comportamento espectral muito próximo da calcissilicática da Formação Jucurutu. As superfícies tabulares e convexas auxiliaram muito o processo de fotointerpretação, mas somente no trabalho de campo foi possível definir com precisão as litologias com seus limites e suas distribuições espaciais.

De acordo com a Classificação do IBGE, o tipo de vegetação dominante no semiárido nordestino é a Savana-Estépica, divididas em quatro subgrupos (Florestada, Arborizada, Parque e Gramíneo-lenhosa). Para a fotointerpretação da vegetação (Figura 2), os padrões inicialmente observados nas imagens foram caracterizados

segundo os parâmetros: tonalidade (alta, média alta, média baixa, baixa), cor (vermelha, verde, magenta e ciano do espaço de cor RGB), textura (lisa, média lisa, média rugosa e rugosa) e forma (regular e irregular). As tonalidades alta e média alta apresentadas pelos grupos das Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa são devidas a grande contribuição do alvo solo e ao menor retroespalhamento da Radiação Eletromagnética (REM) desses grupos. Em oposição, as tonalidades média baixa e baixa, características da Savana-Estéptica Arborizada, são devidas a pequena contribuição do solo e ao maior retroespalhamento da REM no dossel deste grupo.

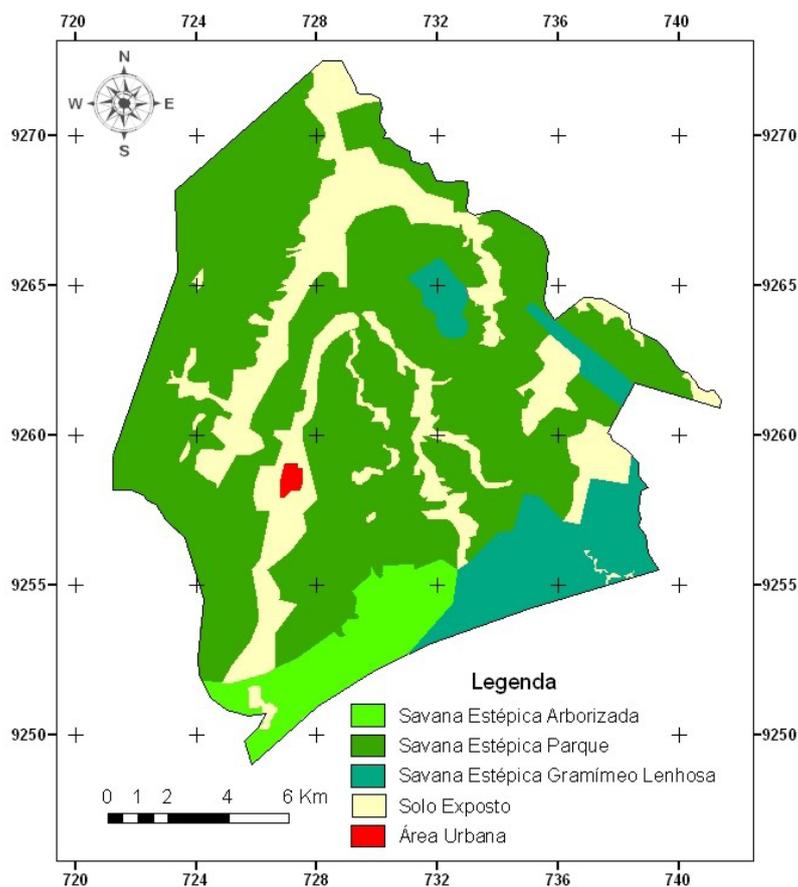


Figura 2. Mapa da vegetação e uso da terra do município de Ouro Branco - RN.

Os aspectos fisionômicos de ação antrópica apresentaram uma certa variabilidade de tipos de usos da terra, mas, em virtude das limitações impostas pela resolução espacial das imagens orbitais, impediu que algumas feições de uso da terra específicas fossem incluídas no mapa. Feições essas que isoladas não são cartografáveis, mas quando unidas são muito representativas. No entanto, pelo trabalho de campo, podem ser citados como pequenas plantações de palma, macaxeira, agave, milho, algodão e cajueiro, compondo a classe agrícola familiar. Além disso, muitas dessas áreas são compostas por mineração de quartzitos e solos preparados para plantio.

Dessa forma, a separação por interpretação visual entre as três tipologias de Savanas-Estépicas foi mais adequada com composição falsa cor 5R/6G/4B das imagens Landsat-8. A Savana-Estéptica Arborizada apresentava cores mais avermelhadas e esverdeadas do que as Savanas-Estépicas Parque Gramíneo-Lenhosa, que

apresentavam matizes magenta e ciano, respectivamente, devido à contribuição do solo (menor contribuição na Savana-Estépica Parque e maior, na Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa). A análise dos diagramas de frequências tanto dos tons de cinza quanto dos matizes, disponíveis no SPRING, possibilitou esse tipo de interpretação e discriminação de alvos com diferenças tênues de radiâncias. Os alvos identificados e não identificados na fotointerpretação foram comprovados em campo e utilizados como chaves para interpretação em toda a imagem.

O mapa geomorfológico (Figura 3) apresentou características das redes de drenagens e relevo mais proeminentes ou mais planares claramente nas imagens. As chaves de interpretação visual auxiliaram na identificação das feições geomorfológicas. Os critérios para delimitação das unidades foram as rupturas nos talvegues (quebras negativas) e nos interflúvios (quebras positivas).

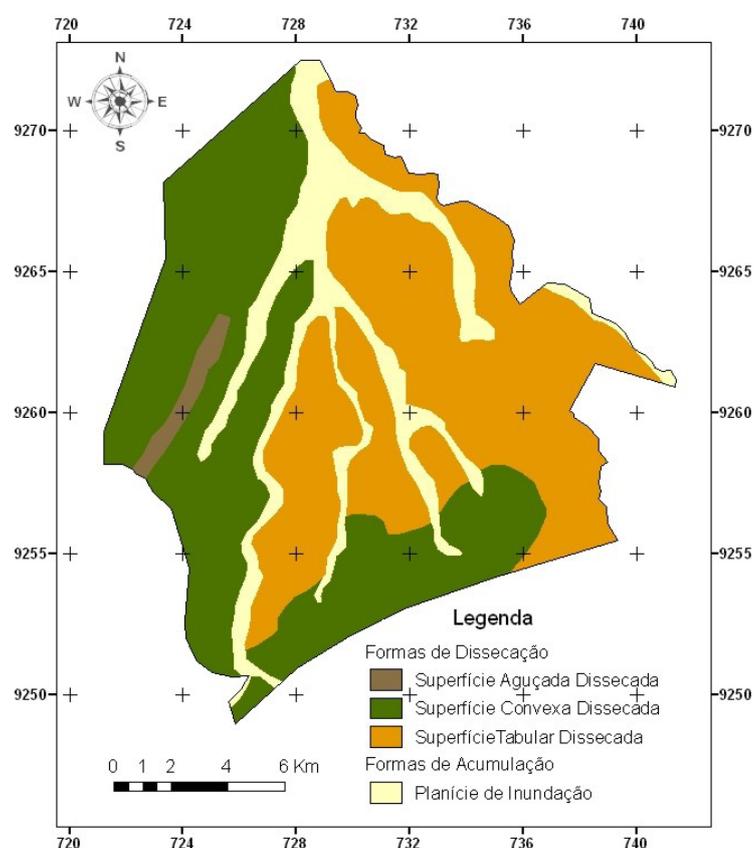


Figura 3. Mapa geomorfológico do município de Ouro Branco - RN.

O mapa pedológico (Figura 4) foi interpretado com auxílio da verdade terrestre formada pelo Mapa de Reconhecimento de Média e Alta Intensidade de Solos de uma Área Piloto do Núcleo de Desertificação do Seridó realizado pela EMBRAPA. Assim, bastou sobrepor este mapa com as imagens e por processo de interpretação por comparação (método da chave de fotointerpretação), assistido pelo mapa geomorfológico, gerou um mapa pedológico preliminar, o qual é notório a interrelação entre os mapas geomorfológico e pedológico. No entanto, somente com o trabalho de campo foi possível a finalização desses mapas.

As planícies de inundação estão relacionadas com os neossolos flúvicos em canais de rios intermitentes e suas margens são aproveitadas para agricultura de subsistência. Os neossolos litólicos são facilmente visíveis nas superfícies dissecadas aguçadas. As superfícies convexas e tabulares dissecadas se distribuem nos argissolos, principal tipo de solo da área de estudo.

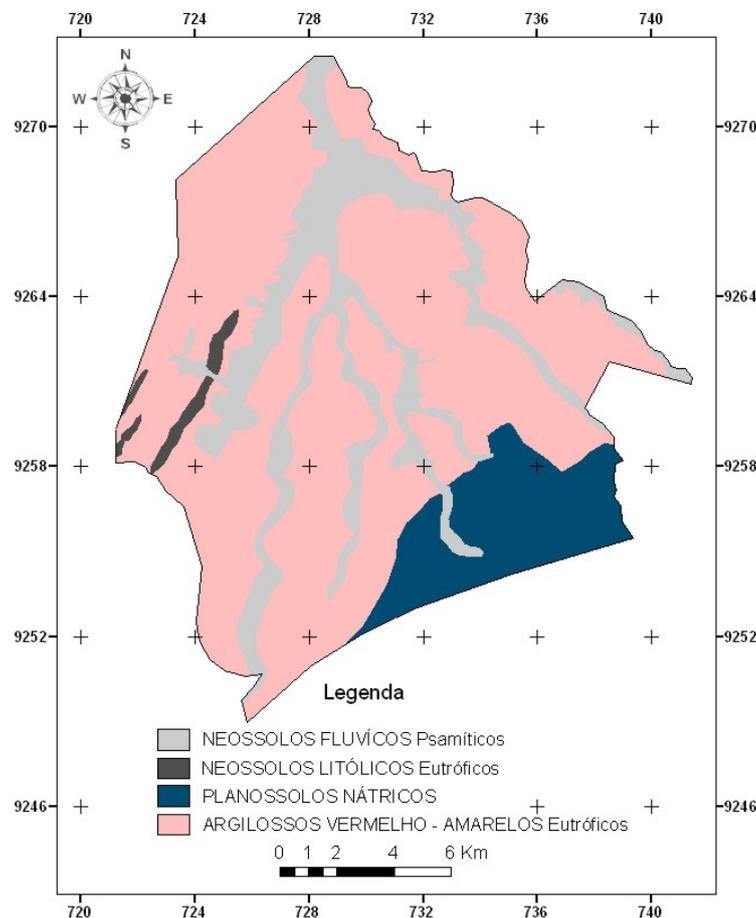


Figura 4. Mapa pedológico do município de Ouro Branco - RN.

As principais ocorrências de quartzito estão localizadas na Formação Seridó, com superfícies dissecadas com declividades menores que 2% e altitudes entre 200 e 300 metros. As pedreiras de quartzitos ocorrem em áreas restritas e não são cartografáveis na escala dessa pesquisa (1:50.000). Os quartzitos possuem várias tonalidades de cores e são lavradas a céu aberto, em placas, para posterior beneficiamento na cidade de Várzea na Paraíba. Apesar da importância marcante na economia interna e no desenvolvimento social da população, não aconteceram avanços tecnológicos significativos com respeito ao extrativismo mineral. Desde do início da extração, a partir da década de 1940, continua sendo executada de forma rústica e sem pesquisa geológica básica.

Os argissolos predominam e podem ser estocados para a recuperação da degradação ambiental, tanto para a reconstituição topográfica do terreno como para a recomposição da vegetação natural (savanas-estépicas). Algumas porções podem ser utilizadas para o desenvolvimento da agricultura familiar, com espécies adaptadas às

condições semiáridas da região. É importante ressaltar que os vários corpos quartzíticos estão próximos das Áreas de Proteção Ambiental, principalmente nas adjacências dos rios intermitentes. Esses corpos quartzíticos ocorrem em áreas com alta a média densidade de drenagem, denotando solos impermeáveis. Esses solos facilitam o carreamento dos rejeitos das minerações, os quais podem contaminar os corpos d'água superficiais. No entanto, também podem afetar os corpos d'água de subterrâneos, por infiltração. Entretanto, se os rejeitos fossem adequadamente estocados para posterior recuperação ambiental das minas exauridas, essa consequência deletéria poderia ser evitada. Outra sugestão para minimizar o impacto ambiental gerado e adicionar mais valor à atividade minerária é a utilização do rejeito na fabricação de massa cerâmica.

Com a criação do BDG, os mapas temáticos gerados ficaram disponíveis e organizados em uma plataforma robusta de trabalho capaz de: (i) armazenar, consultar, visualizar e atualizar as informações para subsidiar o processo de agregação de valor aos quartzitos do município de Ouro Branco; (ii) proporcionar o desenvolvimento socioeconômico dos mineradores e garimpeiros locais e (iii) minimizar os impactos ambientais.

Espera-se no futuro próximo o aumento da competitividade do setor produtivo em âmbito estadual e nacional, com maior rendimento econômico para o município. Para tal é necessário a geração de políticas públicas que visem investir nesse setor, para permitir o melhoramento de tecnologia mineral na extração, beneficiamento e comercialização, bem como a implementação de uma gestão empreendedora que possibilite agregar valor ao quartzito explorado no município de Ouro Branco/RN. Nesse sentido, o beneficiamento visa incorporar aspectos estéticos artificiais que lhe agreguem valorização monetária. Dessa forma, fortalecer a gestão operacional de todas as etapas da mineração e a realização de cursos de qualificação para os garimpeiros, formando trabalhadores especializados é uma sugestão para melhorar esse cenário.

5 | CONCLUSÕES

Com base no desenvolvimento dessa pesquisa, os resultados obtidos permitiram concluir que foram atingidos os objetivos desse trabalho: (i) compilar, gerar, organizar e armazenar em um BDG, ou seja, em uma plataforma unificada de dados geoespaciais, informações da superfície terrestre do município de Ouro Branco (RN); (ii) formar uma base cartográfica com vários tipos de mapas temáticos como a geologia, geomorfologia, pedologia entre outros (antes inexistentes), na escala de 1:50.000, a partir das imagens orbitais do sensor OLI do satélite Landsat 8. Mesmo numa escala regional, as geoinformações do BDG é um suporte técnico-gerencial de subsídio para o estabelecimento de formas adequadas das atividades mineiras na exploração e posterior beneficiamento dos quartzitos na área de estudo. É imperativo a realização de trabalhos voltados à educação cooperativista, preparando e conscientizando o

minerador/garimpero, envolvendo-o nas tomadas de decisões, desde a extração, o beneficiamento até a comercialização dos quartzitos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia e Comissão de Cartografia. **Cartografia e aerolevanteamento** – legislação. Brasília, 1996. p. 26-27.

BRITO NEVES, B. B. de; SANTOS, E. J. dos; VAN SCHMUS, W. R. The tectonic history of the Borborema Province. In: CORDANI, U. G. (Ed.) et al. **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro: 31 International Geological Congress, 2000. 856p. p.151- 182.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA. 2004. 206p.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. C. P. SPRING: integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling. **Computer and Graphics**. v.15, n.6, p.13-22,1996.

CAMPELO, R. C. **Análise de terrenos na porção setentrional da Província Borborema, NE do Brasil: Integração de dados geológicos e gravimétricos**. 1999. 130f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

CARVALHO, G. A.; LAENDER, B. T. **Vetorização no SPRING**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 10p.
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto CPRM - UFRN**. 2007. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=10-26>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. EOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**. Texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte - Escala 1:500.000. Recife: CPRM, 2006. 233p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Caracterização dos recursos naturais de uma área piloto do núcleo de desertificação do Seridó, estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba**. Disponível em: <www.uep.cnps.embrapa.br/publicacoes/bpd_04_caract_serido_2002.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira** (Manuais Técnicos de Geociências nº01). Rio de Janeiro: IBGE. 1992. 92p.

MENESES P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, 2012. 276p.

NASCIMENTO, P. S. R.; GARCIA, G. J. Mapa generalizado semiautomático de declividade realizado pelo Sistema de Processamento de Imagens Georreferenciadas (SPRING). **Geoambiente**. Jataí, v.3, n.2. 2004. p.34-46.

NASCIMENTO, P. S. R., PETTA, R. A. Mapeamento temático por sensoriamento remoto no semiárido. **Ciência Sempre**, v.9, 2008. p.72 – 77.

NASCIMENTO, P. S. R., PETTA, R. A. Mapeamento da vegetação na Província Borborema através de imagens de satélite. **Geonordeste**, v.2 , 2010. p.173-192.

NASCIMENTO, P. S. R., PETTA, R. A., CAMPOS, T. F. Elaboration of thematic maps of geology,

geomorphology, pedology, vegetation and land use in the pegmatitic region of the municipality of Parelhas (N), Brazil. **Estudos Geológicos**, v.19, 2009. p.246-250.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2013. 308p.

SCHOWENGERDT, R. A. **Techniques for image processing and classification in remote sensing**. New York: Academic, 1997. 283p.

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

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento e aplicações em geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982. 61p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-475-7

