



# APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO DE LINEAMENTOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS FAVORÁVEIS A PROSPECÇÃO E CAPTURAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO (SUDESTE DO BRASIL)

Viviane dos Santos Coutinho<sup>(a)</sup>, Luiza Leonardi Bricalli<sup>(b)</sup>, Gabriel Pedro Alves Lopes<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup>Centro de Ciências Humanas e Naturais/ Universidade Federal do Espírito Santo, vivianecoutinho74@gmail.com

<sup>(b)</sup>Centro de Ciências Humanas e Naturais/ Universidade Federal do Espírito Santo, luiza.bricalli@ufes.br

<sup>(c)</sup>Centro de Ciências Humanas e Naturais/ Universidade Federal do Espírito Santo, gabriel14pedro@gmail.com

## EIXO: GEOTECNOLOGIAS E MODELAGEM ESPACIAL EM GEOGRAFIA FÍSICA

### Resumo

Este estudo teve como objetivo principal apontar possíveis áreas de prospecção e captação de água subterrânea no norte do Espírito Santo, sudeste do Brasil. A base metodológica utilizada foi a elaboração de um mapa de lineamentos e um mapa de densidade de lineamentos com principais *trends* estruturais sobre Modelo Digital de Elevação (MDE), utilizando o *software* ArcGis™ 10.1. Além disso, foram elaboradas rosetas de direções para os lineamentos e para os *trends* estruturais. Os resultados mostram a presença de grande quantidade de lineamentos nos compartimentos do embasamento pré-cambriano e nas rochas sedimentares cenozoicas. As rochas sedimentares da *Formação Barreiras*, apresentam, além do faturamento, alta porosidade, e, por isso, apresentam-se mais propícias a infiltração de água subterrânea. A utilização de águas subterrâneas provenientes de aquíferos fraturados pode representar uma alternativa de possível solução para os problemas da crise hídrica que o estado enfrenta.

Palavras-chave: Lineamentos; Modelo Digital de Elevação; Espírito Santo; Linhas de fraqueza; Água subterrânea.

## 1 Introdução

Da quantidade total de água existente no Planeta Terra, cerca de 97,5% corresponde as águas salgadas contidas nos mares e oceanos. Excluindo a água congelada dos polos, a água doce representa apenas 0,6% do total. Destes, 98% estão contidas nos aquíferos e apenas 2% nos rios e lagos (COLERIDGE, 2009).

Frente à crescente demanda dos recursos hídricos, a exploração das águas subterrâneas é uma alternativa para abastecimento, em virtude da sua abundância, qualidade e relativo baixo custo de captação.

A água subterrânea se acumula e circula nos espaços intersticiais das rochas, formando quando as gotas de chuva se infiltram, penetrando em rachaduras e fendas do substrato rochoso (COLERIDGE, 2009). Essas fendas constituem, geralmente, linhas de fraqueza pré-cambrianas ou zonas de fratura da crosta terrestre, que são identificadas, num primeiro momento, a partir da análise de lineamentos (BRICALLI, 2011).



Essa pesquisa teve como objetivo apontar possíveis áreas de prospecção e captação de água subterrânea no norte do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (Figura 1), a partir da identificação de lineamentos.

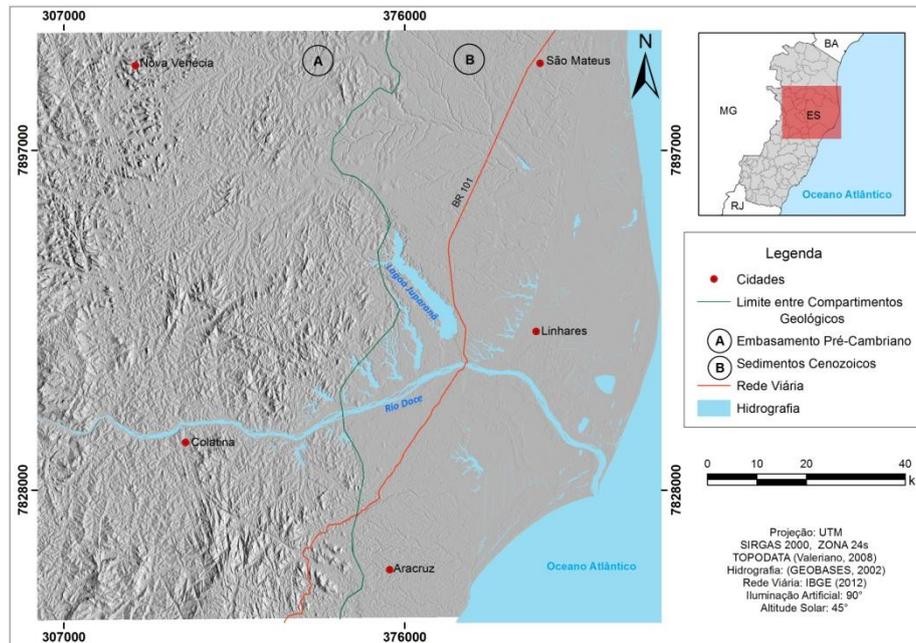


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo: porção norte do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Análises de lineamentos

Os lineamentos foram decalcados segundo a metodologia de Bricalli (2011), na escala 1:110.000, sobre um modelo digital de elevação (MDE) do Serviço Geológico Norte-Americano (USGS), referente ao levantamento realizado pela Shuttle Radar Topography Mission (SRTM-NASA), com resolução espacial de 30m (Topodata) - Valeriano (2002) (<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>). Sobre o MDE foram aplicadas técnicas de iluminações artificiais (0°, 45°, 90° e 315°), com o uso do software ArcGIS 10.1™ (ESRI, 2012), disponível para uso da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), afim de ressaltar os lineamentos. Os lineamentos foram identificados segundo a proposta de Liu (1984) que estabelece como lineamentos: linhas de segmentos de escarpas, alinhamento de cristas, vales, trechos de rios e lagos, depressões alongadas e ainda feições lineares separando terrenos através da diferença de textura e feições tonais lineares.

### 2.2 Elaboração de rosetas de orientação

Os valores de direção e comprimento de lineamentos serão representados em diagramas de rosetas através do software Oriana (versão 4.0, license demo) da KovachComputing Services, disponível no site <https://www.kovcomp.co.uk/oriana/>.

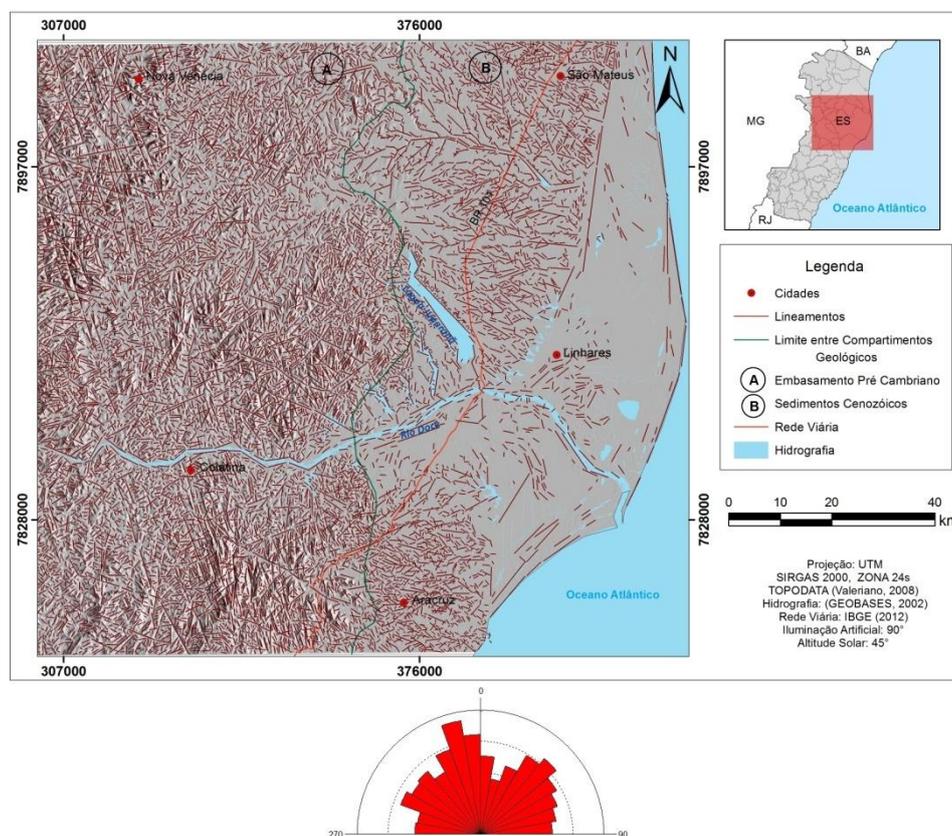


### 2.3 Mapa de densidade de lineamentos

Foi elaborado o mapa de densidade de lineamentos no software ArcGIS 10.1™ (ESRI, 2012), englobando todas as direções, utilizando-se a ferramenta LineDensity, presente no ArcToolbox, com tamanho de célula 30 e unidade da área em km/km<sup>2</sup>.

## 3 Resultados e Discussões

O mapa de lineamentos mostra a presença de uma grande quantidade de lineamentos, tanto nas rochas do embasamento pré-cambriano, quanto nas rochas sedimentares cenozoicas (Figura 2), com uma maior concentração nas rochas do embasamento pré-cambriano, mas com uma significativa presença de lineamentos nas rochas sedimentares cenozoicas (Figura 2).



**Figura 2 – Mapa de lineamentos sobre Modelo Digital de Elevação (MDE) com iluminação artificial de 90°, mostrando as orientações principais dos lineamentos da porção norte do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil.**

Esses lineamentos representam principalmente os cursos d'água e os alinhamentos de vales, pois são justamente áreas de fraquezas da crosta terrestre. Os lineamentos possuem, predominantemente, direções NNW-SSE, NE-SW e NW-SE (Figura 2), respectivamente. Os lineamentos de direção NNW-SSE parecem refletir o domínio da Faixa Colatina, relacionada ao regime de transcorrência dextral E-W (BRICALLI, 2011). As estruturas de direção NW-SE controlam fortemente a rede de drenagem local e os corpos lacustres da região de Linhares, enquanto os lineamentos de direção NE-SW podem



ser associados ao padrão de fraturamento gerado no evento de distensão NW-SE Holocênico (BRICALLI, 2011).

O mapa de densidade de lineamentos demonstra a grande densidade de lineamentos nos dois compartimentos geológicos, com maior concentração nas rochas do embasamento pré-cambriano e uma significativa presença de lineamentos nas rochas sedimentares cenozoicas (Figura 3). Além disso, apresenta trends estruturais nas orientações NW-SE e NE-SW, predominantemente, acentuando a influência dos eventos neotectônicos nessa área (BRICALLI, 2011).

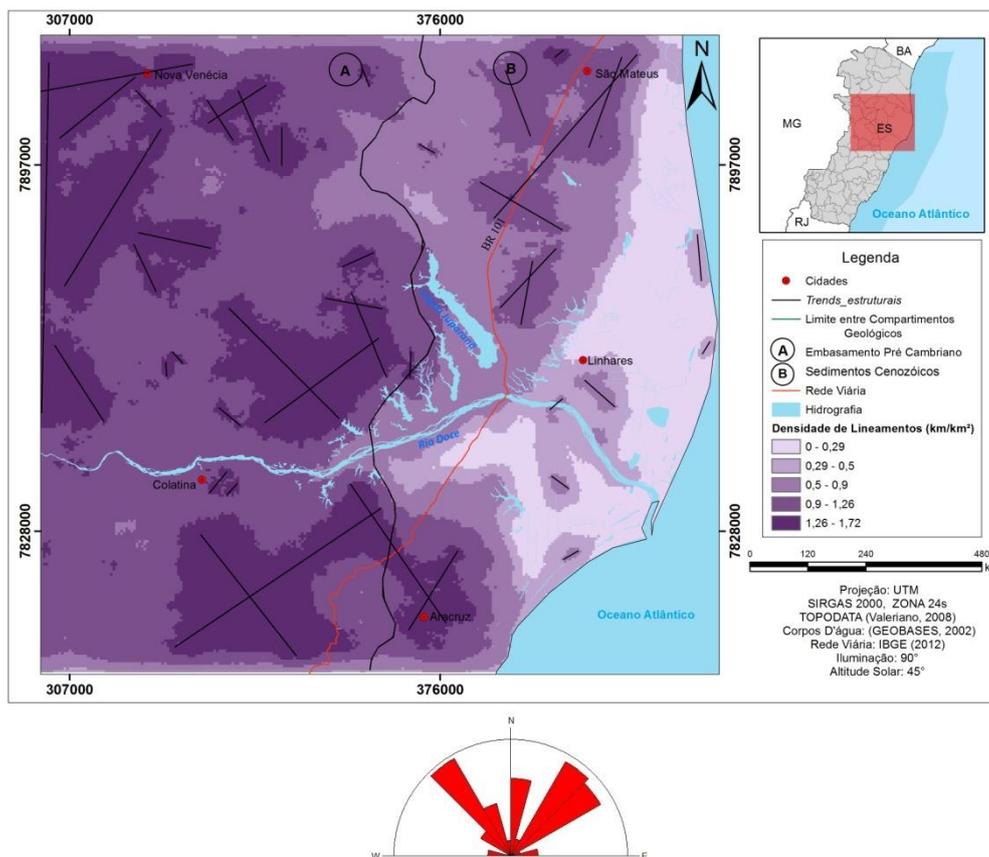


Figura 3 – Mapa de densidade de lineamentos e principais trends estruturais da porção norte do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil.

#### 4 Considerações Finais

Através do mapa de lineamentos e densidade de lineamentos (Figuras 2 e 3), nota-se a existência de uma representativa quantidade de lineamentos presentes na área, refletindo a existência significativa de fraturas e discontinuidades litológicas, as quais possibilitam a infiltração de água e, possível captação da mesma.

O compartimento do embasamento pré-cambriano, a oeste da área estudada, representado por rochas do embasamento pré-cambriano, apresenta maior concentração de lineamentos que o compartimento das rochas sedimentares cenozoicas. Esse fato está relacionado às características litoestruturais das



rochas metamórficas e ígneas do embasamento pré-cambriano. Ressalta-se que as rochas desse compartimento encontram-se bastante e/ou quase totalmente intemperizadas, apresentando assim uma expressiva cobertura quaternária, podendo assim facilitar a captação de água.

O compartimento das rochas sedimentares cenozoicas também apresenta uma expressiva concentração de lineamentos, refletidas pelo faturamento presente, especialmente, nas rochas sedimentares da *Formação Barreiras*, apresentando também forte controle neotectônico (BRICALLI, 2011). Por serem rochas que apresentam, além do faturamento, características litológicas como alta porosidade, apresentam-se mais propícias a infiltração de água subterrânea.

O Espírito Santo tem apresentado, nos últimos anos, um aumento populacional e uma crescente expansão urbana, ocasionando um aumento na exploração dos recursos hídricos superficiais, para sobrevivência humana, especialmente para agricultura e abastecimento populacional, afetando, a qualidade hídrica e a dinâmica fluvial de bacias hidrográficas. Com isso o estado vem enfrentando a pior crise hídrica dos últimos 40 anos (AGERH, 2016). Nesse contexto a utilização de águas subterrâneas provenientes de aquíferos fraturados pode apresentar como uma alternativa de possível solução para esses problemas.

## 5 Referências Bibliográficas

BRICALLI, L.L. Padrões de Lineamentos e Fraturamento Neotectônico no estado do Espírito Santo (sudeste do Brasil). 2011.221p. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

COLERIDGE, S.T. O Ciclo Hidrológico e a Água Subterrânea. In: Para entender a Terra.2009. 656p.

ESRI. ArcGIS® 10 - ArcMap™ Tutorial. 2012. Disponível em: <<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/>>. Acesso em 20 abril 2015.

GEOBASES - Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do estado do Espírito Santo (Geobases) Plano de informações: hidrografia, rodovias e malha municipal, área urbana, Limite de bairros, Logradouros. Fornecido pelo Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias (LCGGEO) em 2013.

LIU,C.C. 1984.Análise Estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao estado do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 157p.

VALERIANO, M. M. Modelos digitais de elevação de microbacias elaborados com krigagem. São José dos Campos, SP: INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-9364-RPQ/736). 54p., 2002.

ESPÍRITO SANTO. Agência Estadual de Recursos Hídricos- AGERH, Disponível em:<<https://agerh.es.gov.br/>> Acesso em: 05 abr. 2016.



XVII Simpósio Brasileiro  
de Geografia Física Aplicada  
I Congresso Nacional  
de Geografia Física

**OS DESAFIOS DA GEOGRAFIA FÍSICA NA FRONTEIRA DO CONHECIMENTO**

Instituto de Geociências - Unicamp

Campinas - SP

28 de Junho à 02 de Julho de 2017

Agradecimentos: à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pela bolsa concedida para realização da pesquisa de extensão e ao Grupo de pesquisa Neotectônica no Espírito Santo, pelas valiosas discussões.