

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**FRANCIELLE AVANCINI FORNACIARI**



**VITÓRIA  
2009**

FRANCIELLE AVANCINI FORNACIARI

**RESPOSTA DA REDE DE DRENAGEM À MOVIMENTAÇÃO  
TECTÔNICA NA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ (ES)**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.  
Orientadora: Prof. Dr. Antonio Celso de Oliveira Goulart.

VITÓRIA  
2009

**FRANCIELLE AVANCINI FORNACIARI**

**RESPOSTA DA REDE DE DRENAGEM À MOVIMENTAÇÃO TECTÔNICA  
NA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ (ES)**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Aprovado em 12 de agosto de 2009.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Antonio Celso de Oliveira Goulart**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Orientador.**

---

**Prof<sup>a</sup> Ms<sup>a</sup>. Luiza Leonardi Bricalli**  
**Universidade Federal do Rio de Janeiro**  
**Coorientadora**

---

**Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**

**Aos meus amados pais Antonio Fornaciari e Eugenia  
Maria Avancini Fornaciari e a minha amada irmã  
Rafaela Avancini Fornaciari, bases do meu viver.**

Veja! Não diga que a canção está perdida  
Tenha em fé em Deus, tenha fé na vida  
Tente outra vez  
Beba! Pois a água viva ainda está na fonte  
Você tem dois pés para cruzar a ponte  
Nada acabou, não não não não  
Tente! Levante sua mão sedenta e recomece a  
andar  
Não pense que a cabeça agüenta se você  
parar, não não não não  
Há uma voz que canta, uma voz que dança,  
uma voz que gira  
Bailando no ar.  
Queira! Basta ser sincero e desejar profundo  
Você será capaz de sacudir o mundo, vai  
Tente outra vez  
Tente! E não diga que a vitória está perdida  
Se é de batalhas que se vive a vida  
Tente outra vez.  
Raul Seixas (Tente outra vez)

## AGRADECIMENTOS

O mundo atual tem se tornado cada vez mais competitivo, assim, as pessoas tendem a ser muito individualista, por isso encontrar pessoas que nos ajudam sem esperar nada em troca é uma raridade, benção Divina. Deparei-me com algumas pessoas com essa dádiva ao longo deste trabalho, nas quais agora gostaria de agradecer.

Antes de tudo agradeço a Deus, meu zeloso guardador, que sempre me regeu, me governou e me iluminou durante esta importante fase e em todos os outros momentos da minha vida. Amém!

Aos meus amados pais, Antonio Fornaciari e Eugenia Maria Avancini Fornaciari, pelo amor incondicional, por muitas vezes abrirem mão de muitas coisas para que eu pudesse realizar os meus sonhos e pela compreensão nos momentos que não pude lhes dar toda a atenção que mereciam devido à monografia.

A minha amada irmã Rafaela Avancini Fornaciari pelo amor incondicional, por abrir mão dos seus afazeres e diversões para estar ao meu lado durante todo o período dedicado a este trabalho e ao restante da faculdade, principalmente nas madrugadas e finais de semana. Sem você nada disso teria se realizado.

A minha prima e querida amiga Mariana Fornaciari Favarato por toda paciência, compreensão e conselhos durante todos os anos da faculdade e em todos os outros da minha vida.

A minha prima e querida amiga Doriéli Zuccoloto Fornaciari pelos muitos conselhos, e ensinamentos durante todo o período de faculdade e nas outras fases da minha vida.

Aos meus queridos primos Magda Fornaciari Favarato e Rafael Fornaciari Favarato que me acolheram quando eu estava mais sozinha e com muitas tarefas da monografia para serem feitas. Pelos cafés, cachorros-quentes, “abrigo” e companhia, que fizeram com que eu não esmorecesse.

A Professora e Amiga Luiza Leonardi Bricalli que me orientou com toda boa vontade, me deu força para crescer, a qual me passou muitos ensinamentos

geomorfológicos e ajudou-me na condução deste trabalho. A sua amizade, dedicação, competência e ensinamentos.

Ao meu grande e querido amigo Wanildo Menezes D'Alva Pires dos Santos, pessoa fundamental na realização deste trabalho, principalmente no ensinamento de tudo que sei hoje sobre o Software ArcGis 9.1 e na construção dos “nossos” mapas, madrugada adentro e finais de semanas. Sem tua ajuda seria muito mais árdua esta tarefa. Obrigada pela paciência, dedicação, amizade e competência.

A minha querida amiga Daniela Carvalho Burgos que cresceu comigo durante todo o período de faculdade, na qual realizou sempre comigo os trabalhos, me ajudando nas regras de português com toda sua paciência, e durante a monografia na elaboração de mapas e regras da ABNT. Amiga que dividiu as angústias e alegrias destes bons anos de faculdade.

A amiga Thayana Caus Wanderley por dividir comigo as angústias e alegrias durante a elaboração de nossas monografias e por me ajudar em algumas pesquisas, principalmente em relação ao clima.

A amiga Franciny Siqueira Pravato, na qual estive sempre comigo durante a construção deste curso. Pela sua compreensão e amizade.

Ao IDAF (Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal do Espírito Santo) e em especial ao professor Mario Sartóri, pelo fornecimento de fotografias aéreas da área da bacia do Rio São José.

A Prof<sup>ª</sup>. Dra. Giseli Girardi pela orientação na construção dos mapas desta monografia.

Ao professor Dr. Celso de Oliveira Goulart pela confiança em meu trabalho, compreensão e atenção.

Ao colega Romário Mariano por me ajudar na elaboração de mapas.

Ao Prof. Msc. Luiz Machado Filho, por todos os ensinamentos da ciência Geologia, pela compreensão, e liberação do estágio em alguns períodos para a realização desta monografia.

A querida Soraya Zorzal, a qual realizou minhas tarefas, com toda a boa vontade durante os dias nos quais precisei faltar ao estágio para está concluindo este trabalho.

Ao laboratório de Cartografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Ao laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Ao Núcleo de Estudos Lucia Alves Correia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

E a todos os outros amigos e colegas que estiveram comigo durante a elaboração deste trabalho e em todo o restante do curso de Geografia.

OBRIGADA!



## RESUMO

A presente monografia tem como objetivo principal investigar a resposta da rede de drenagem à atividade tectônica na bacia do rio São José, localizada a norte do rio Doce no estado do Espírito Santo. A área escolhida para este estudo corresponde a uma bacia hidrográfica assimétrica que apresenta rochas do embasamento pré-cambriano a oeste, compondo relevo de serras e colinas altas e baixas, e rochas sedimentares da *Formação Barreiras* a leste, compondo os *Tabuleiros Costeiros*. Nesta área, destacam-se aspectos peculiares da drenagem, tais como padrões de drenagem com influência tectônica, anomalias de drenagem, arranjo geométrico dos principais cursos d'água, presença de um lago barrado (Juparanã), além de direções da drenagem coincidentes com uma feição geotectônica importante na área (Faixa Colatina). Os procedimentos para atingir os objetivos propostos consistiram de trabalhos em gabinete e campo. Em gabinete, foi feita uma análise da rede de drenagem através de mapeamentos de padrões de drenagem, anomalias de drenagem e lineamentos da drenagem; além de análise geomorfológica através de mapeamento hipsométrico e de compartimentos da rede de drenagem sob influência tectônica. Todos esses mapas foram elaborados na escala 1:100.000 e foram um complemento para a caracterização geológica e geomorfológica pré-existente da área. Em campo, foi feito um reconhecimento de alguns compartimentos geomorfológicos e feições de relevo. A análise dos resultados obtidos permitiram compartimentar a bacia em 4 (quatro) compartimentos da drenagem com influência tectônica diferenciada: Compartimento de Serras com Forte Controle Estrutural, Compartimento da Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico, Compartimento de Colinas Altas e Baixas, com Controle Estrutural Moderado, Compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico. Atrelado a isso, os resultados mostraram que a bacia do rio São José parece ter sido controlada pelas estruturas presentes na rocha e pela tectônica recente devido a: 1) destacáveis inflexões abruptas do próprio rio São José, com cotovelos bem marcados, parecendo ser controlado por falhas normais; 2) controle da Faixa Colatina (feixe de lineamentos NW a NNW) controlando a drenagem e o padrão neste local; 3) assimetria da bacia do

rio São José e de sub-bacias dentro desta, indicando basculamento de blocos; 4) presença de anomalias de drenagem distribuídas em toda bacia e; 5) registro de dados estruturais (medidas de pares de falha/estria) de trabalhos pré-existentes realizados na área afetando depósitos cenozóicos que determinaram dois eventos distintos de reativação cenozóica na bacia: um evento de transcorrência dextral E-W; e outro evento de caráter extensional NW-SE.

Palavras-chave: Anomalias de drenagem. Rede de drenagem. Faixa Colatina. Neotectônica.

## ABSTRACT

This monograph aims to investigate the response of the primary network of tectonic activity in the drainage basin of the São José River, located in the North of the Doce River in the state of Espírito Santo. The area chosen for this study corresponds to an asymmetric basin where it presents rocks of pre-Cambrian basement in the west, forming hills and topography of high and low hills, and sedimentary rocks from *Formação Barreiras* in the east, forming the Coastal Plains. In this area, there are unique aspects of drainage, such as drainage patterns that influence tectonics, anomaly drainage, geometric arrangement of the main watercourses, the presence of a lake crossed (Juparanã), and direction of the drainage line with a geotectonic important feature in the area (Belt Colatina). The procedures for achieving the objectives consisted of work in office and field. Then, was a drainage network's review by mapping patterns, drainage anomalies and drainage lineaments, in addition to analysis by geomorphologic mapping hypsometric and compartments of the drainage network under the influence of tectonics. All these maps were produced in the 1:100,000 scale and have been a complement to characterize geological and geomorphologic pre-existing in this area. Working out in survey, was recognition of some compartments and geomorphologic features of relief. The analysis of results led to partition the basin into four (4) drainage compartments with different tectonic influence: Compartment saws with Strong Structural Control, Belt Colatina of the compartment with a strong Structural Control and Tectonics, Compartment Hills High and Low, with Control Moderate structural, Laguna Juparanã compartment with Strong Control Tectonics. Coupled to this, the results showed that the basin of São José River seems to have been controlled by the structures in the rock and the recent tectonics due to: 1) the very abrupt changes detachable from the São José River, with elbows well marked, appear to be controlled by normal faults, 2) control of Colatina Belt (beam of the guidelines NW NNW) and controlling the drainage pattern in this location, 3) asymmetry of the basin of the São José River and within this sub-basin, indicating tilting block, 4) presence of anomalies distributed throughout the drainage basin and, 5) record of structural data (measures of failure / striae) of pre-existing works made in the area affecting cenozoic deposits that

determinate two separate events of cenozic reactivation in the basin: an event of dextral transcurrence EW, and other events that are extensional NW-SE.

Keywords: Anomalies drainage, Drainage network, Belt Colatina, Neotectonic.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da bacia do Rio São José (área de estudo).....	23
Figura 2 - Domínios Morfoestruturais da Região Sudeste do Brasil.....	24
Figura 3 - Mapa tectônico do Orógeno Araçuaí.....	27
Figura 4 - Alinhamento Vitória - Ecoporanga.....	31
Figura 5 - Mapa da área da bacia do rio São José com a parte da extensão da Faixa Colatina.....	32
Figura 6 - Vale estrutural. Ladeado por pontões rochosos próximo a cidade de Pancas (ES).....	33
Figura 7 - Mapa geomorfológico da área de estudo.....	34
Figura 8 - <i>Depressão Marginal</i> .....	36
Figura 9 - <i>Patamares Escalonados do Sul Capixaba</i> .....	36
Figura 10 - <i>Tabuleiros Costeiros</i> .....	37
Figura 11 - Mapa geológico da área de estudo.....	39
Figura 12 - Anomalias de drenagens, analisadas no norte do estado do Espírito Santo, relacionadas aos lineamentos estruturais.....	43

Figura 13 - Análise dos campos de paleotensão cenozóicos, na região norte do estado do Espírito Santo, mostrando uma fase de transcorrência dextral E-W e uma fase de distensão NW-SE.....	44
Figura 14 - Afloramento na região do sistema de lagos de Linhares (ES) mostrando os campos de tensões obtidos a partir dos dois conjuntos de falhas afetando depósitos da <i>Formação Barreiras</i> : 1) falhas normais ENE e NE; e 2) falhas normais dextrais NW e NE.....	46
Figura 15 - Camada de rochas dobrada por forças tectônicas compressivas.....	56
Figura 16 - Falha Normal.....	57
Figura 17 - Falha Reversa.....	57
Figura 18 - Falha Transcorrente. ....	58
Figura 19 - Bacia assimétrica, mostrando técnica para cálculo de Fator do Sistema Topográfico Transversal.....	61
Figura 20 - Mapa com a localização dos pontos onde foram efetuados os cálculos de assimetria de Bacia, na bacia do rio São José.....	82

## TABELAS

Tabela 1 - Tipos principais de padrões drenagem.....	49
Tabela 2 - Tipos modificados de padrões de drenagem.....	50
Tabela 3 - Anomalias da rede de drenagem .....	51
Tabela 4 - Calculo da área e do percentual ocupado por cada tipo de padrão de drenagem.....	64
Tabela 5 - Quantificação do número de lineamentos por direção.....	68
Tabela 6 - Calculo da área e do percentual ocupado por cada tipo de compartimento da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....	72
Tabela 7 - Características fisiográficas dos compartimentos.....	78

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>2 CONHECIMENTOS PRELIMINARES DA ÁREA ESTUDADA.....</b>	<b>22</b>
2.1 LOCALIZAÇÃO .....	22
2.2 GEOMORFOLOGIA REGIONAL.....	22
2.3 GEOLOGIA REGIONAL.....	26
<b>2.3.1 Bacia do Espírito Santo.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3.2 Alinhamento Vitória-Ecoporanga.....</b>	<b>30</b>
2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ.....	33
<b>2.4.1 Geomorfologia.....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.2 Geologia .....</b>	<b>38</b>
<b>2.4.3 Clima.....</b>	<b>41</b>
<b>2.4.4 Solo.....</b>	<b>42</b>
<b>2.4.5 Vegetação.....</b>	<b>42</b>
2.5 DRENAGEM E NEOTECTÔNICA NA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ.....	42
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>48</b>
3.1 INFLUÊNCIA DA NEOTECTÔNICA NA REDE DE DRENAGEM.....	48
3.2 NEOTECTÔNICA.....	54
<b>3.2.1 Aspectos Gerais.....</b>	<b>54</b>
<b>3.2.2 Tipos de falhas.....</b>	<b>55</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>59</b>
4.1 TRABALHOS DE GABINETE.....	59
<b>4.1.1 Análise da rede de drenagem.....</b>	<b>59</b>
4.1.1.1 Mapa de padrão da rede de drenagem predominante da bacia hidrográfica do rio São José.....	59
4.1.1.2 Mapa de lineamentos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....	60



4.1.1.3 Mapa de anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....	60
4.1.1. 4 Assimetria de Bacia Hidrográfica.....	61
<b>4.1.2 Análises geomorfológicas.....</b>	<b>62</b>
4.1.2.1 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio São José.....	62
4.1.2.2 Mapa de compartimentação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José segundo influência de mecanismos tectônicos e/ou estrutural.....	62
4.2 TRABALHOS DE CAMPO.....	63
<b>5 RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>64</b>
5.1 PRODUTOS CARTOGRÁFICOS .....	64
5.1.1 Mapa de padrão da rede de drenagem predominante da bacia hidrográfica do rio São José.....	64
5.1.2 Mapa de lineamentos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....	68
5.1.3 Mapa de anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....	69
5.1.4 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio São José.....	70
5.1.5 Mapa de compartimentação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José segundo influência de mecanismos tectônicos e/ou estrutural.....	72
5.2 CÁLCULO DE ASSIMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA.....	81
<b>6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>84</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>87</b>
<b>8 RERERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>

<b>ANEXO A – Mapa de padrão da rede de drenagem predominante da bacia hidrográfica do rio São José.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO B – Mapa de lineamentos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO C – Mapa de anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO D – Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio São José.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO E – Mapa de compartimentação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José segundo influência de mecanismos tectônicos e/ou estrutural.....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho refere-se a uma monografia de final de curso de Bacharelado em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

O estudo tem como objetivo principal investigar a resposta da rede de drenagem à atividade tectônica na bacia do rio São José, localizada a norte do Rio Doce no estado do Espírito Santo. Atrelado a isso, buscamos investigar a relação da organização da rede de drenagem, mecanismos neotectônicos e Geomorfologia; correlacionar dados estruturais pré-existentes na literatura com a organização da rede de drenagem e, por fim; propomos uma compartimentação da área de estudo segundo a organização da rede de drenagem e sua influência tectônica.

Até poucas décadas atrás se acreditava que não existia, no território brasileiro, movimentações tectônicas, devido a sua localização intraplaca – placa Sul-Americana. No entanto, estudos sobre a Neotectônica no Brasil têm sido muito difundidos, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste do país. Na região Sudeste, estudos neotectônicos estão mais focados na área do *Rift Continental do Sudeste do Brasil*, uma feição geotectônica regional, com ocorrência de abalos sísmicos em área com intensa ocupação urbana, podendo citar, entre estes estudos, os trabalhos desenvolvidos por Riccomini (1989), Salvador e Riccomini (1995), Hiruma, Riccomini e Modenesi-Gauttieri (2001) e Modenesi-Gauttieri, Hiruma e Riccomini (2002). Na região Nordeste os estudos referem-se, principalmente a Bacia Potiguar (NOGUEIRA; BEZERRA; CASTRO, 2006) e na localidade de Sobral, cidade famosa por freqüentes abalos sísmicos.

O estado do Espírito Santo, na região Sudeste, nos últimos anos, apresentou abalos sísmicos (FOLHA ON LINE, acesso em 22 de maio 2008), mesmo que de pequena amplitude, mas suficientes para mostrar que este estado não está em uma área estável tectonicamente.

Há uma gama de trabalhos descritos na literatura científica, mundial e nacional, que evidenciam a reorganização da rede de drenagem influenciada por movimentação tectônica recente (HOWARD, 1967; COX, 1994, BISHOP, 1995, MELLO; RODRIGUES;

HATUSHIKA, 2005a), já que esta se apresenta como um aspecto indicativo de movimentações da crosta terrestre, pois reflete movimentos tectônicos de grande e pequena amplitude.

No estado do Espírito Santo anomalias de drenagem, padrões de drenagem indicativos de movimentos tectônicos e assimetrias de drenagem estão presentes nos depósitos sedimentares e parecem ser controlados por estruturas geológicas (HATUSHIKA; MELLO; SILVA, 2005; MELLO; RODRIGUES; HATUSHIKA, 2005a; RODRIGUES, 2005; NOVAIS, 2005; MIRANDA, 2007; MIRANDA et al., 2008; BRICALLI, 2007 (no prelo)<sup>1</sup>; BRICALLI; MELLO, 2009; FORNACIARI; BRICALLI, 2009).

Além disso, outras características fisiográficas presentes no estado, tais como lagos orientados e planícies afogadas, cuja origem descrita pela literatura está relacionada às variações Quaternárias do nível do mar, parecem também refletir controle estrutural devido ao aspecto retilíneo dos cursos d'água e seus limites por áreas de exposição do embasamento pré-cambriano. Depressões suspensas relacionadas a cabeceiras de drenagem apresentam controle estrutural na região centro-sul do Espírito Santo (BRICALLI, 2006). Soma-se a essas informações, a presença da Faixa Colatina (NOVAIS, 2005), que se estende desde o norte de Vitória (ES) até o estado de Minas Gerais, numa direção NNW, que representa, segundo Novais e outros (2004), um dos lineamentos estruturais mais importantes do sudeste do Brasil, por ser uma zona favorável a processos de reativações tectônicas, principalmente no norte do estado do Espírito Santo.

Dessa maneira, essa monografia pretende contribuir cientificamente com dados sobre a Geomorfologia e Geologia do estado do Espírito Santo, já que pesquisas nessas áreas ainda são poucas e demandam um conhecimento melhor do estado frente ao intenso desenvolvimento econômico e, em particular, a crescente exploração de petróleo, gás e água subterrânea que estão intimamente relacionados a mecanismos tectônicos, influenciando sobremaneira na economia deste estado. Arelado a isso, existe uma preocupação cada vez mais crescente em estudar o uso e ocupação do espaço em delimitação de bacia hidrográfica, integrando aspectos de

---

<sup>1</sup> BRICALLI, Luiza Leonardi. **Condicionamento Neotectônico da Rede de Drenagem do estado do Espírito Santo. Com previsão de termino em 2011.** Tese de Doutorado – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

ocupação humana e ambiental, onde nessa pode ocorrer movimentações neotectônicas que, além de influenciar a evolução do relevo, interfere na ocorrência de processos naturais, como os de movimentos de massa, terremotos, entre outros, que muitas vezes interferem no planejamento urbano e/ou ocupação humana.

## 2 CONHECIMENTOS PRELIMINARES DA ÁREA ESTUDADA

### 2.1 LOCALIZAÇÃO

A bacia do rio São José faz parte, em escala regional, da bacia do Rio Doce e está localizada na porção norte do estado do Espírito Santo, a norte do rio Doce, drenando para o maior lago da região (lago Juparanã). A bacia possui área de 2407,75Km<sup>2</sup> e abrange os municípios de Águia Branca, Alto Rio Novo, São Domingos do Norte e Governador Lindemberg e parte dos municípios de Mantenópolis, Pancas, São Gabriel da Palha, Linhares, Rio Bananal, e Vila Valério (Figura 1).

### 2.2 GEOMORFOLOGIA REGIONAL

O relevo da região Sudeste difere do relevo das demais regiões brasileiras pela diversidade de quadros morfológicos, resultantes da tectônica do Arqueano, falhamentos e fraturamento, que afetam o escudo brasileiro a partir do Mesozóico, e pelo desenvolvimento, no presente, de um modelo tropical úmido com características e um vasto domínio morfoclimático (MOREIRA,1977).

Os grandes domínios morfoestruturais do relevo da Região Sudeste foram classificados em: *Domínio Morfoestrutural do Litoral*, no qual foi estudado a parte, e em *Grandes Domínios Morfoestruturais do Interior* no qual abrange: i) escarpas e maciços modelados em rochas do Complexo Cristalino, ii) altas superfícies modeladas em rochas Proterozóicas; iii) relevo modelado em rochas sedimentares (MOREIRA,1977) (Figura 2).

O estado do Espírito Santo, região Sudeste do Brasil, segundo Ab' Saber (1998) insere-se no Compartimento Megageomorfológico *Paleo-Abóboda do Escudo Brasileiro Transformada em Montanhas de Blocos Falhados*, onde ocorrem os terrenos cristalinos de maior e mais persistente deformação em abóbada do Escudo Brasileiro. Trata-se de um mega domínio cristalino, de presença muito antiga, sujeito a diferentes fases de

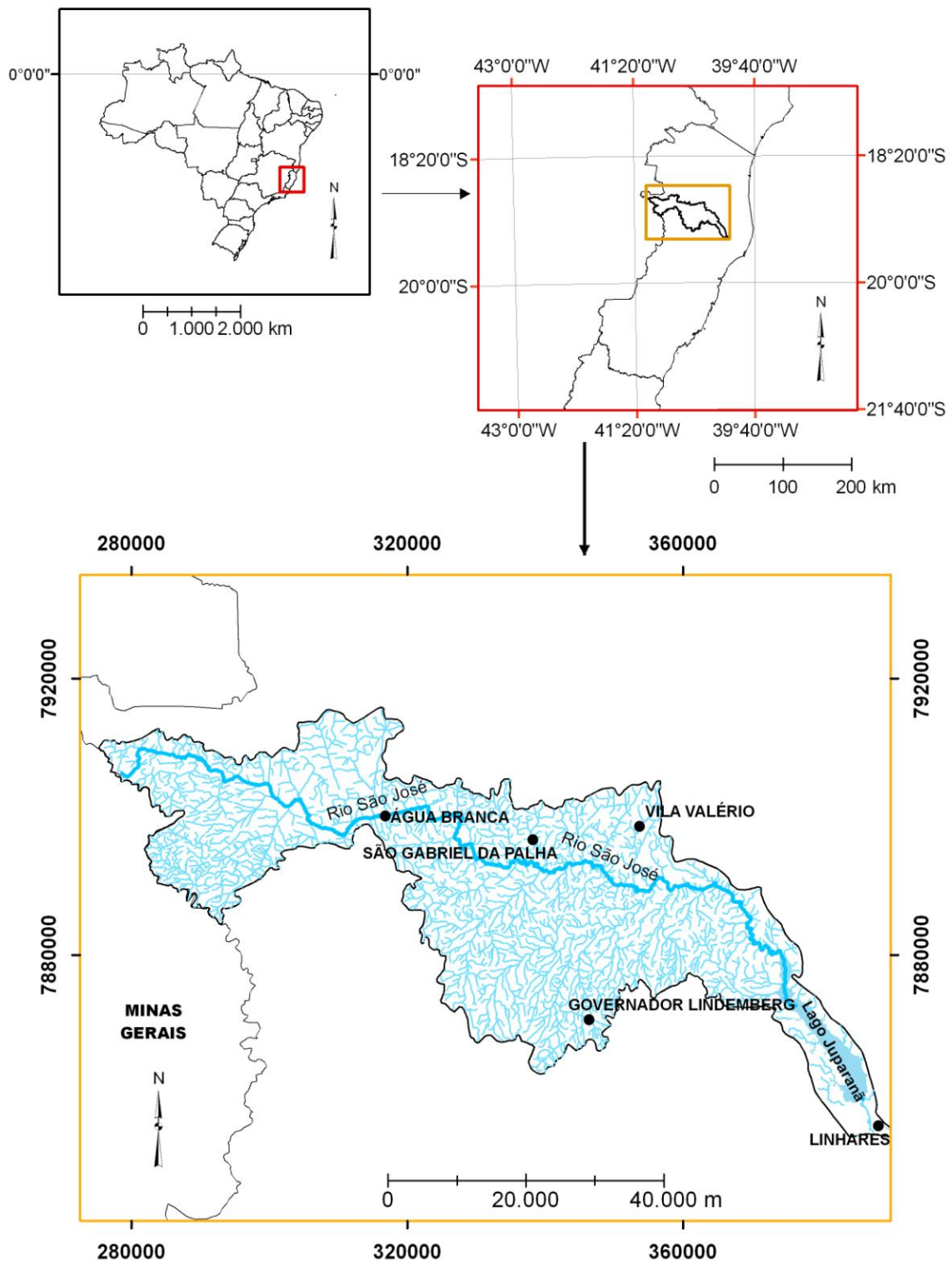


Figura 1 - Mapa de localização da bacia do rio São José (área de estudo)

Base Cartográfica Digital: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002) / Sistema de Coordenadas Geográficas: Datum SAD – 69 – Fuso 24k / Sistema de Projeção Cartográfica: UTM (“Universao Transverse Mercado”) / Produzido em *Software ArcGis 9.1* – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Organização: Francielle Avancini Fornaciari e Wanildo Menezes D’Alva Pires dos Santos

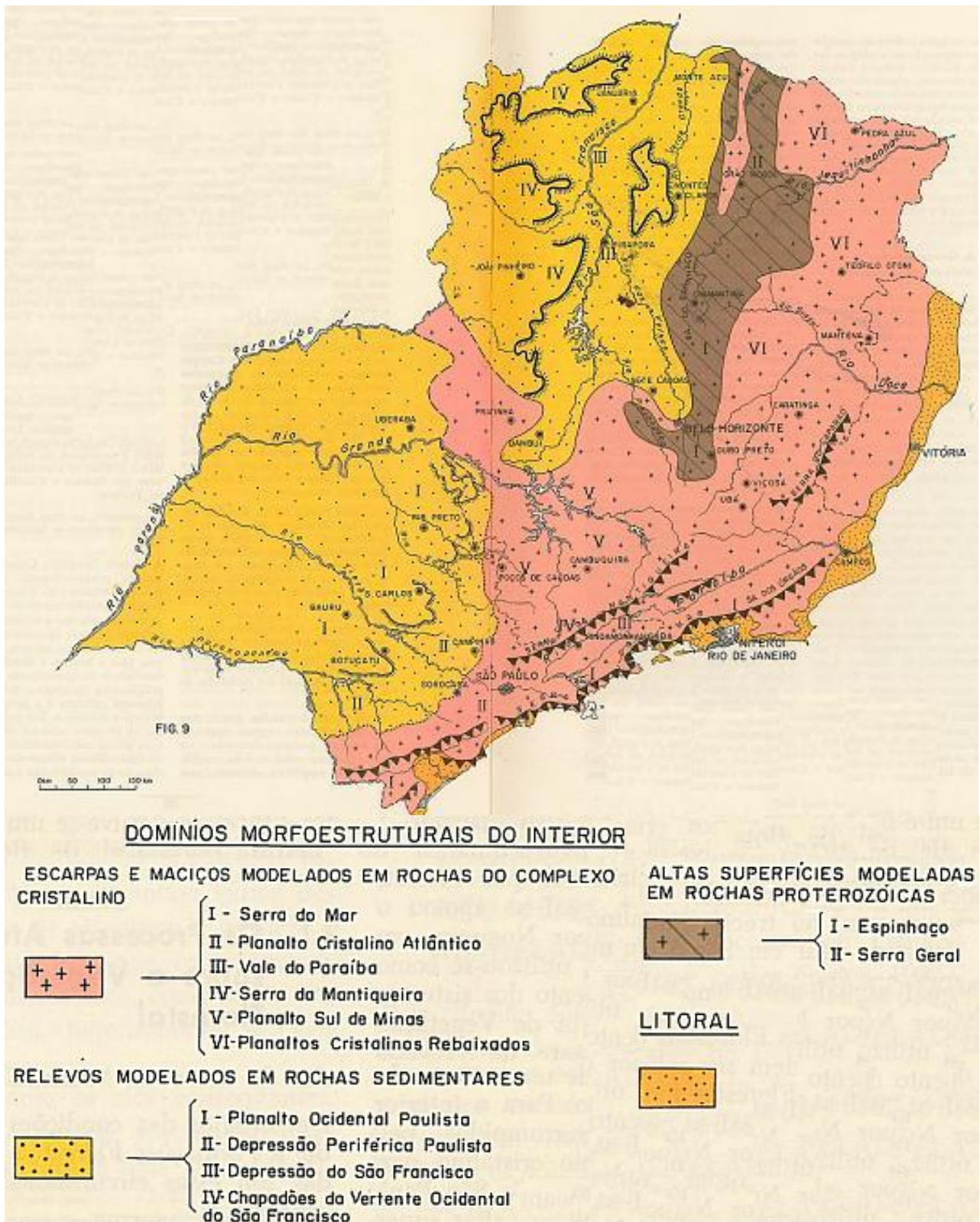


Figura 2 – Domínios Morfoestruturais da Região Sudeste do Brasil.  
 Fonte: Adaptado de Moreira (1977)



reativação, a par com complicações paleo-hidrográficas, devido às interferências da tectônica quebrável, a partir dos meados do Terciário. O mega domínio do Brasil de Sudeste teve continuada atuação, a diferentes níveis tectônicos, desde o Carbonífero superior até nossos dias (AB' SABER, 1998).

A área em estudo, segundo o mapeamento geomorfológico realizado por Mendes; Dantas; Bezerra (1987), apresenta três domínios morfoestruturais – *Maçiços Plutônicos, Faixa de Dobramentos Remobilizados e Depósitos Sedimentares*; quatro regiões – *Planalto Soerguido, Compartimentos Deprimidos, Planalto da Mantiqueira Setentrional e Piemontes Inumados*; quatro unidades geomorfológicas – *Bloco Montanhoso Central, Depressão Marginal, Patamares Escalonados do Sul Capixaba e Tabuleiros Costeiros*.

O Domínio Morfoestrutural *Maçiços Plutônicos* apresenta compartimentos planálticos separados por depressões estruturais e ocorrência de grandes massas intrusivas relacionadas aos diversos ciclos geotectônicos que atingiram a área. A Região do *Planalto Soerguido*, contida neste domínio, está presente em uma porção da área em estudo e engloba relevos atingidos por retomadas erosivas relacionadas à oscilações climáticas ou variações dos níveis de base dos rios, podendo ainda refletir implicações com movimentos tectônicos. A Região dos *Compartimentos Deprimidos*, também está contida neste domínio, e constitui uma faixa semicircular deprimida, que reflete diversos estágios de evolução do relevo comandados pela dinâmica fluvial, adaptado-se às fraquezas litológicas e estruturais e também às condicionantes climáticas (MENDES; DANTAS; BEZERRA,1987).

O Domínio da *Faixa de Dobramentos Reativados* apresenta fortes influências estruturais refletidas em grandes alinhamentos de cristas, de vales muito profundos e de escarpas adaptadas à falhas conforme direções NNE e ESE. A Região do *Planalto da Mantiqueira Setentrional*, contida neste domínio, está presente em uma porção da área em estudo e compreende a parte setentrional do Planalto da Mantiqueira. Apresenta altitudes variadas dispostas geralmente em níveis altimétricos relacionados com as fases de dissecação comandadas pelos rios, adaptados a fraquezas litológicas e estruturais. A rede de drenagem, que integra a bacia do rio Doce, demonstra um

padrão subdendrítico marcado por angulosidades, encachoeiramentos e inflexões bruscas dos canais (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

O Domínio Morfoestrutural *Depósitos Sedimentares* engloba áreas distribuídas numa faixa alongada de direção aproximada norte-sul, localizada à margem do litoral sul do estado da Bahia e do litoral norte do estado do Espírito Santo. Este domínio apresenta sedimentos do Grupo Barreiras e de ambientes costeiros, que foram depositados durante o Cenozóico, sobre o embasamento arqueano. Estes depósitos estão condicionados ao controle tectônico que atingiu, a partir do Cretáceo, o embasamento, constituído por uma faixa orogênica com sistema *rift valleys* (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

Os *Depósitos Sedimentares* devido à diversidade de composição e de estrutura dos depósitos apresenta duas regiões distintas, as *Planícies Costeiras* e o *Piemontes Inundados*. A área da bacia do rio São José apresenta apenas a Região *Piemontes Inundados*, na qual, é constituída por sedimentos cenozóicos do Grupo *Barreiras*, depositados sobre o embasamento muito alterado. Os sedimentos apresentam espessura variada e inclinações locais para NE e SE. Esta Região caracteriza-se por feições predominantemente conservadas, representadas por interflúvios tabulares e apresenta apenas uma unidade geomorfológica denominada *Tabuleiros Costeiros* (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

### 2.3 GEOLOGIA REGIONAL

A área em estudo está inserida, regionalmente, na complexa unidade pré-cambriana denominada *Província Mantiqueira* (HEILBRON et al., 2004), que se estende do sul da Bahia (Brasil), até o Uruguai. Este sistema é constituído pelos orógenos *Araçuaí*, *Ribeira*, *Dom Feliciano*, e *São Gabriel*, e pela zona de interferência entre os orógenos *Brasília* e *Ribeira* (HEILBRON et al., 2004) (Figura 3).

A bacia estudada está inserida no *Orógeno Araçuaí*, no qual está presente no segmento setentrional da *Província da Mantiqueira* e refere-se à faixa de dobramentos

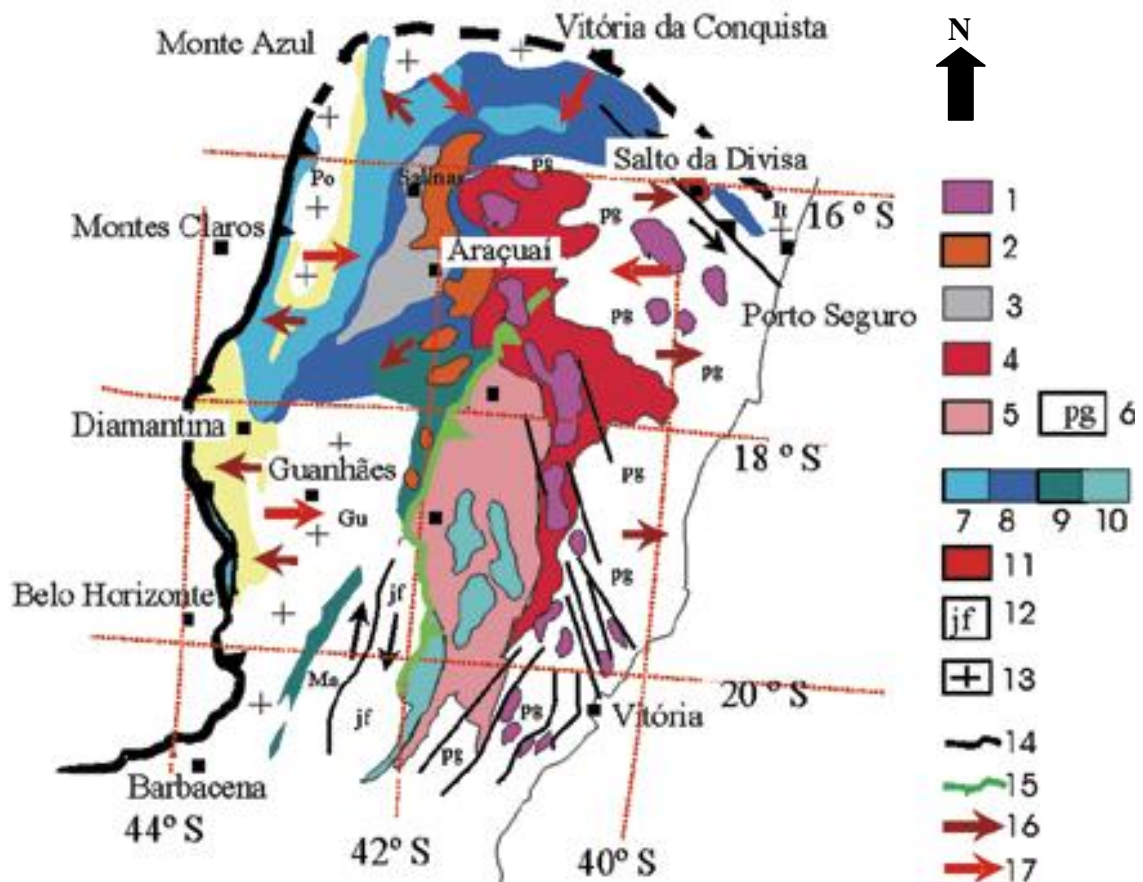


Figura 3 - Mapa tectônico do Orógeno Araçuaí.  
Fonte: Heilbron e outros (2004)

#### Complemento da legenda da figura 3.

- |  |  |
|--|--|
| 1 - Suíte G5, tipo I (520-490 Ma).                             | 12 - Complexo Juiz de Fora (2,2-2,0 Ga).   |
| 2 - Suíte G4, tipo S (520-500 Ma).                             | 13 - Arqueano a Mesoproterozóico retrabalhado na Orogenia Brasileira (Supergrupo Espinhaço em amarelo): complexos Gu- Guanhães, It- Itabuna, Ma- Mantiqueira, P- Pocrane, e Po- Porteirinha. |
| 3 - Formação Salinas (570-520 Ma).                             | 14 - Limite cratônico.   |
| 4 - Suítes G2 (585-565 Ma) e G3S, ambas tipo S.                | 15 - Zona de sutura neoproterozóica.   |
| 5 - Suíte G1, tipo I (630-585 Ma).                             | 16 - Transporte tectônico.   |
| 6 - Complexo paragnáissico.                                    | 17 - Polaridade metamórfica  |
| 7 - Grupo acaúbas proximal.                                    |  |
| 8 - Grupo Macaúbas distal.                                     |  |
| 9 - Formação Ribeirão da Folha (RF) e Grupo Dom Silvério (DS). |  |
| 10 - Grupo Rio Doce.   |  |
| 11 - Granito Salto da Divisa (880 Ma).                         |  |

edificada paralelamente à margem sudeste do Cráton São Francisco, durante a Orogênese Brasileira (HEILBRON et al., 2004)

O *Orógeno Araçuaí* apresenta-se subdividido em compartimentos tectônicos, sendo que os três principais são: o *Domínio Externo*; o *Domínio Interno*; e a *Inflexão Setentrional* (HEILBRON et al., 2004).

A área estudada está contida no *Domínio Tectônico Interno*, que é o núcleo metamórfico-anatético do orógeno. Este domínio apresenta grande quantidade de rochas graníticas originadas em estágios diversos da Orogênese Brasileira, além da zona de sutura com remanescentes oceânicos e o arco magmático cálcio-alcálico. O relevo deste compartimento é do tipo "mar-de-morros" com "pães-de-açúcar" freqüentes. Ainda, podemos observar na porção noroeste deste domínio (Figura 3) a expressiva feição estrutural – Alinhamento Vitória-Ecoporanga (HEILBRON et al., 2004).

A orogenia brasileira deste domínio está registrada pelos estágios pré-colisional (630-585 Ma), sincolisional (585-565 Ma), tardi-colisional (565-535 Ma) e pós-colisional (520-490 Ma) (HEILBRON et al., 2004).

### **2.3.1 Bacia do Espírito Santo**

A bacia do Espírito Santo é uma bacia costeira, localizada na porção norte do estado do Espírito Santo e parte do sul da Bahia, delimitada geologicamente pelo Alto de Vitória ao sul, ao norte pelo paleocânion de Mucuri, pelo embasamento cristalino a oeste e pelo complexo vulcânico de Abrolhos a leste (PHOENIX, 2004).

Litologicamente a bacia é constituída por migmatitos, granulitos, gnaisses granatíferos e granitóides, orientados para norte-nordeste (PHOENIX, 2004).

A porção terrestre está subdividida em quatro regiões morfoestruturais: Plataforma de São Mateus, Paleocanyon de Fazenda Cedro, Plataforma de Regência e paleocanyon de Regência .

A evolução da bacia do Espírito Santo pode ser dividida em três megassequências: 1) Continental; 2) Transicional e; 3) Marinha, onde a primeira fase

corresponde a uma fase *Rift*, em seguida uma fase continental e de mar raso e uma terceira a fase *Drift*.

A evolução tectônica inicia-se com a fase *Rift* (Continental) que corresponde ao início da formação da Bacia do Espírito Santo, iniciando com a separação do supercontinente Gondwana no Permiano. Essa fase é caracterizada por esforços distensivos predominantes, gerando falhas normais. A fase *Drift* marca início da subsidência térmica (fase adiastrófica).

A evolução sedimentar da Bacia do Espírito Santo é dividida em três grandes Megasequências sedimentares: 1) Continental; 2) Transicional e; 3) Marinha.

A Megassequência Continental (Neocomiano ao Aptiano) abrange Grupo Nativo/Formação Cabiúnas e Cricaré/Membro Jaguaré e Sernambi. As rochas sedimentares predominantes são Conglomerados, arenitos, folhelhos (Formação Cricaré) e Depósitos vulcânicos – basaltos (Formação Cabiúnas).

A discordância pré-Alagoas separa a megassequência Continental da Transicional. Esta é caracterizada por ambiente continental e marinho.

A megassequência Marinha é dividida em 3 sequências: carbonática-clástica, marinha retrogradante e marinha prográdante (PHOENIX, 2004).

A sequência carbonática-clástica corresponde às formações São Mateus e Regência, de idade Abiana. Intercalações entre arenitos e calcarenitos caracterizam os depósitos da Formação São Mateus. (PHOENIX, 2004). A sequência retrogradante é composta por folhelhos, margas e arenitos turbidíticos. A fase de progradação ocorre a partir do Mesoeoceno e indicam mudanças na relação suprimento-subsidência/nível do mar, ocorrente com os sedimentos das formações Urucutuca (folhelhos), Caravelas (carbonatos) e Rio Doce (arenitos). Sobreposto a Formação Rio Doce ocorrem os depósitos da Formação Barreiras que numa posição distal da bacia é considerada uma sequência sedimentar marinha e numa posição proximal representa depósitos continentais (leques aluviais e sedimentos fluviais anastomosados) (NOVAIS, 2005).

### 2.3.2 Alinhamento Vitória-Ecoporanga

Silva e outros (1987), em um estudo geológico da porção norte do estado do Espírito Santo, apontaram a existência de uma importante feição estrutural presente nesse estado, denominada “Alinhamento Vitória-Ecoporanga” como sendo uma zona de reativação, caracterizada por intensa catáclase, com orientação NNW-SSE (Figura 4) na qual estão encaixados concordantemente os diques básicos reportados.

Novais e outros (2005) denominam de Faixa Colatina o mesmo alinhamento estudado por Silva e outros (1987) e a consideram uma feição tectônica originada no Proterozóico Superior, cuja origem está associada a um processo de deformação dúctil que ocorreu junto à borda sul do Cráton do São Francisco, na qual apresenta-se com maior freqüência desde o norte de Vitória, passando por Colatina e Ecoporanga, alcançando até 250 km de extensão.

Segundo Novais e outros (2005) esta faixa comporta-se como um elemento do controle do arcabouço tectono-estrutural da Bacia do Espírito Santo e é uma zona favorável a processos de reativações tectônicas, principalmente no norte do Estado, como pode ser observado pela presença de intrusões de diques de diabásio e de registros de microssismos (NOVAIS et al., 2005).

A área da bacia do Rio São José compreende parte da extensão da Faixa Colatina (Figura 5).

41° W

39°W  
18°30'S



Figura 4 – Alinhamento Vitória-Ecoporanga  
Fonte: Adaptado de Silva e outros (1987)

20°S

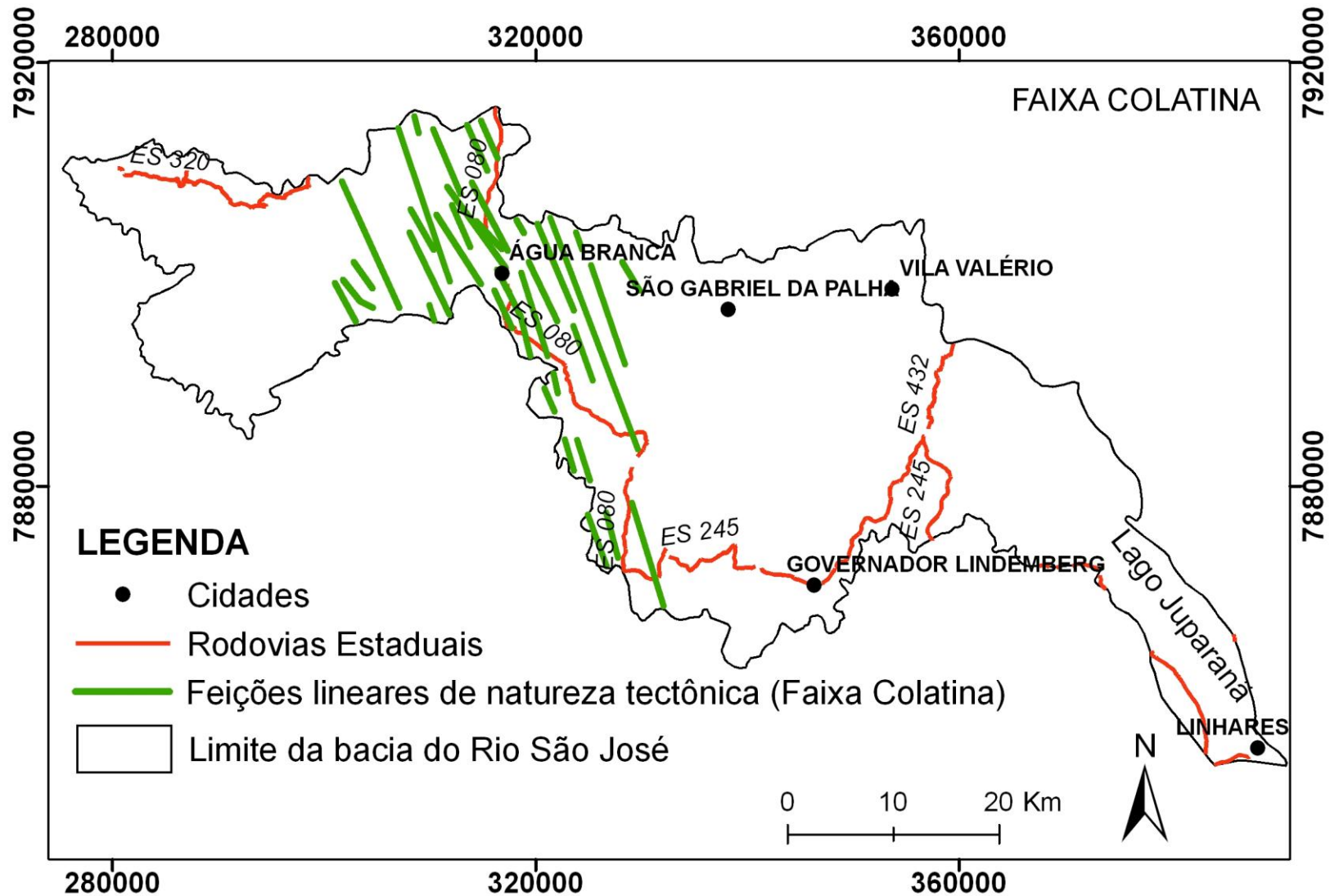


Figura 5 - Mapa da área da bacia do rio São José com a parte da extensão da Faixa Colatina.

Base Cartográfica Digital: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002) / Sistema de Coordenadas Geográficas: Datum SAD – 69 – Fuso 24k / Sistema de Projeção Cartográfica: UTM (“Universao Transverse Mercato”) / Produzido em *Software ArcGis 9.1* – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Organização: Francielle Avancini Fornaciari e Wanildo Menezes D’Alva Pires dos Santos



## 2.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ

### 2.4.1 Geomorfologia

A geomorfologia da bacia do rio São José será descrita a partir das unidades Geomorfológicas classificadas por Mendes, Dantas, Bezerra (1987) do RadamBrasil, folha SE. 24 Rio Doce, escala 1:1.000.000.

#### Unidade Geomorfológica *Bloco Montanhoso Central*

Esta unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central* (Figura 6) insere-se no Domínio Morfoestrutural *Maçiços Plutônicos* e na Região do *Planalto Soerguido* (Figura 7) e apresenta configuração alongada e irregular, na direção N-S, constituída de rochas proterozóicas.



Figura 6: Vale estrutural ladeado por pontões rochosos, próximo a cidade de Pancas (ES). Unidade *Bloco Montanhoso Central*.

Fonte: Mendes, Dantas e Bezerra (1987).

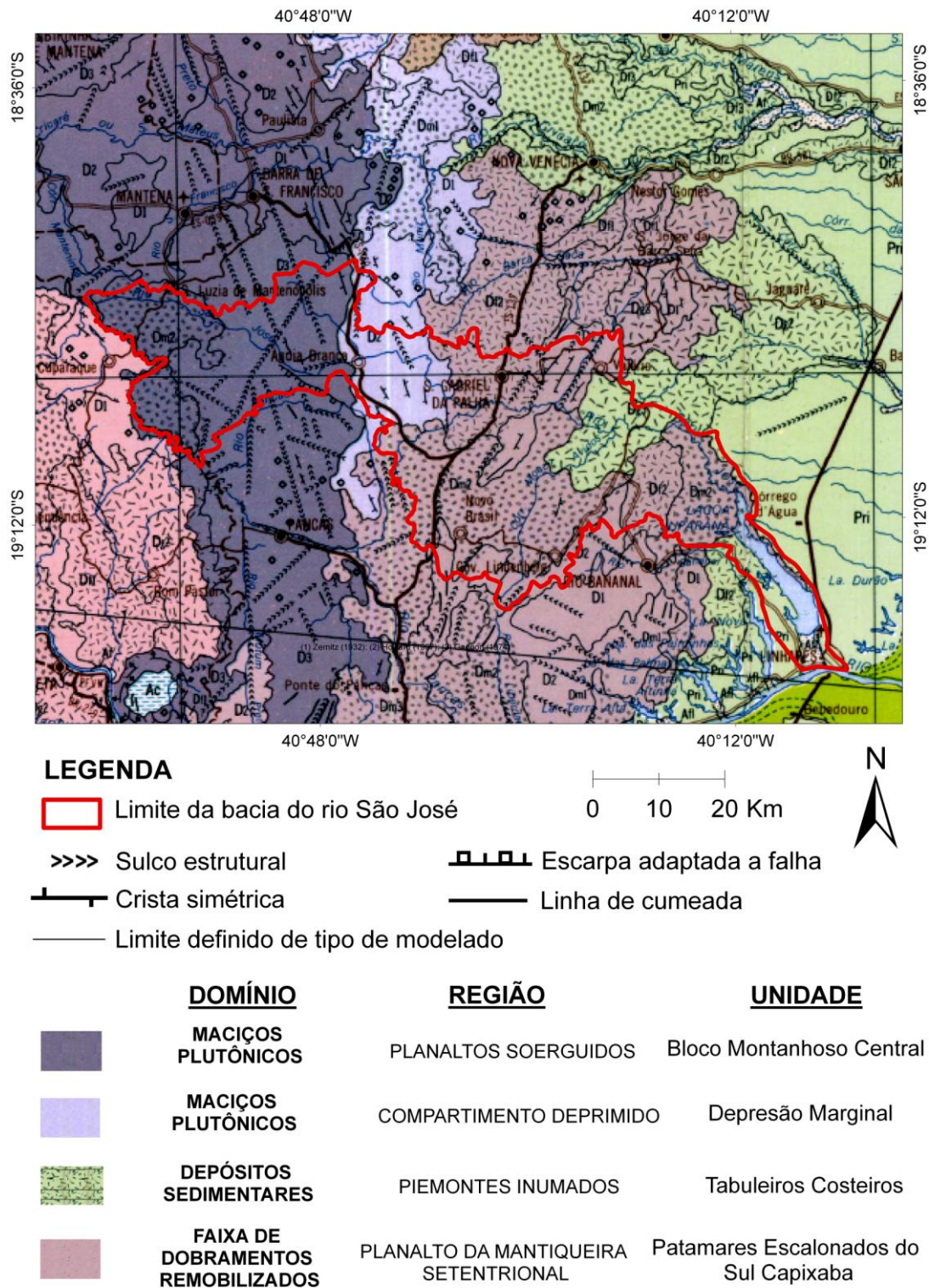


Figura 7 - Mapa geomorfológico da área de estudo

Adaptado de Mendes; Dantas e Bezerra (1987) / Base Cartográfica Digital: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002) / Sistema de Coordenadas Geográficas: Datum SAD – 69 – Fuso 24k / Sistema de Projeção Cartográfica: UTM (“Universal Transverse Mercator”) e Cônica Conforme de Lambert / Produzido em *Software ArcGis 9.1* – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) -

Organização: Francielle Avancini Fornaciari e Wanildo Menezes D'Alva Pires dos Santos

A morfologia desta unidade, em decorrência do forte controle estrutural, compõe-se predominantemente de formas de dissecação diferencial, ressaltando feições preferencialmente aguçadas, com encostas geralmente íngremes. A drenagem apresenta padrão subdendrítico, profundamente influenciado pela tectônica, com encaves locais apresentando padrão radial associado às intrusões. Essa influência estrutural reflete-se através de segmentos de canais retilíneos marcados por angulosidades. O controle estrutural apresenta-se como sulcos estruturais profundos, escarpas, cristas e pontões, orientados preferencialmente nas direções NW-SE e SW-NE de conformidade com fraturas e falhas intercruzadas (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

Esta unidade está localizada nas porções oeste e noroeste na bacia do Rio São José, sendo que, faz limite à leste da porção nordeste da bacia com a unidade geomorfológica *Depressão Marginal*.

#### Unidade Geomorfológica *Depressão Marginal*

Esta unidade, *Depressão Marginal* (Figura 8), insere-se no Domínio Morfoestrutural *Maciços Plutônicos* e na Região dos *Compartimentos Deprimidos* (Figura 7). Apresenta feições dissecadas e setores deprimidos entre os divisores de algumas bacias, dentre elas do Doce e São José (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

Esta unidade está localizada na porção norte-noroeste na bacia do Rio São José, sendo que, faz limite à oeste com a unidade *Bloco Montanhoso Central* e a leste com a unidade *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*.

#### Unidade Geomorfológica dos *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*

A Unidade geomorfológica dos *Patamares Escalonados do Sul Capixaba* (Figura 9) insere-se no domínio da *Faixa de Dobramentos Reativados* e na Região do *Planalto da Mantiqueira Setentrional*. Essa unidade possui características de um elevado bloco basculado para leste e um conjunto de relevos que funcionam como degraus de acesso aos seus diferentes níveis topográficos, com morfologia de aspecto preferencialmente homogêneo (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).



Figura 8: *Depressão Marginal*. Relevos residuais pontiagudos e abaulados testemunhos de fenômenos de autocatálise.

Fonte: Mendes, Dantas e Bezerra (1987).



Figura 9: *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*. Em primeiro plano espesso manto de alteração ou regolito desenvolvido em relevo de dissecação homogênea

Fonte: Mendes, Dantas e Bezerra (1987).

Esta unidade está localizada na porção centro-leste na bacia do Rio São José, sendo que, faz limite à oeste com a unidade *Depressão Marginal* e a leste com a unidade *Tabuleiros Costeiros*.

#### Unidade Geomorfológica *Tabuleiros Costeiros*

A unidade geomorfológica *Tabuleiros Costeiros* (Figura 10) *insere-se* no domínio *Depósitos Sedimentares* e na *Região dos Piemontes Inundados*. Essa unidade caracteriza-se pela predominância de feições aplainadas parcialmente conservadas submetidas a retoques e remanejamentos sucessivos. A altitude desta unidade varia em torno de 10 a pouco mais de 100 metros (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).



Figura 10: Vista da unidade geomorfológica *Tabuleiros Costeiros*  
Fonte: Bricalli (2011), no prelo.

Os *Tabuleiros Costeiros* coincidem com os sedimentos cenozóicos do *Grupo Barreiras*, constituídos de areias e argilas variegadas com eventuais linhas de pedra (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

Esta unidade está localizada na porção extremo-leste na bacia do Rio São José, sendo que, faz limite à oeste com a unidade *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*.

## 2.4.2 Geologia

A geologia da bacia do rio São José será descrita a partir das unidades Geológicas classificadas por Mendes, Dantas, Bezerra (1987) do RadamBrasil, folhas SE. 24 Rio Doce, escala 1:1.000.000.

### Unidade Geológica *Complexo Medina*

Esta unidade posiciona-se no Proterozóico Superior, com idade de 580 MA (Figura 11), caracterizando a sua formação no Ciclo Brasileiro, onde ocorreu um retrabalhamento de rochas crustais preexistentes. (SILVA et al., 1987) e apresenta rochas de composição granítica, secundariamente granodiorítica a tonalítica, com ou sem granada e biotita, apresentando-se na região em estudo de duas maneiras distintas, a biotita granitos e a biotita granitóide (SILVA et al., 1987).

Esta unidade está localizada na borda da bacia do Rio São José (Figura 11), em sua porção mais ao noroeste do extremo-oeste, e em alguns pontos localizados na porção sudoeste da parte central da bacia.

### Unidade Geológica “*Suite*” *Intrusiva Aimorés*

A litologia desta “*Suite*” é caracterizada por termos graníticos a tonalíticos da “*Suite*” Charnokítica, com coloração cinza-esverdeada, textura granular grosseira, com mega-cristais de feldspato esverdeados, biotita e granada de idade de 600MA (Proterozóico Superior), caracterizando a formação dessas rochas no Ciclo Brasileiro. Os litótipos que compõem esta unidade expõem-se em maciços sob a forma de batólitos ou *stocks* (SILVA et al., 1987).

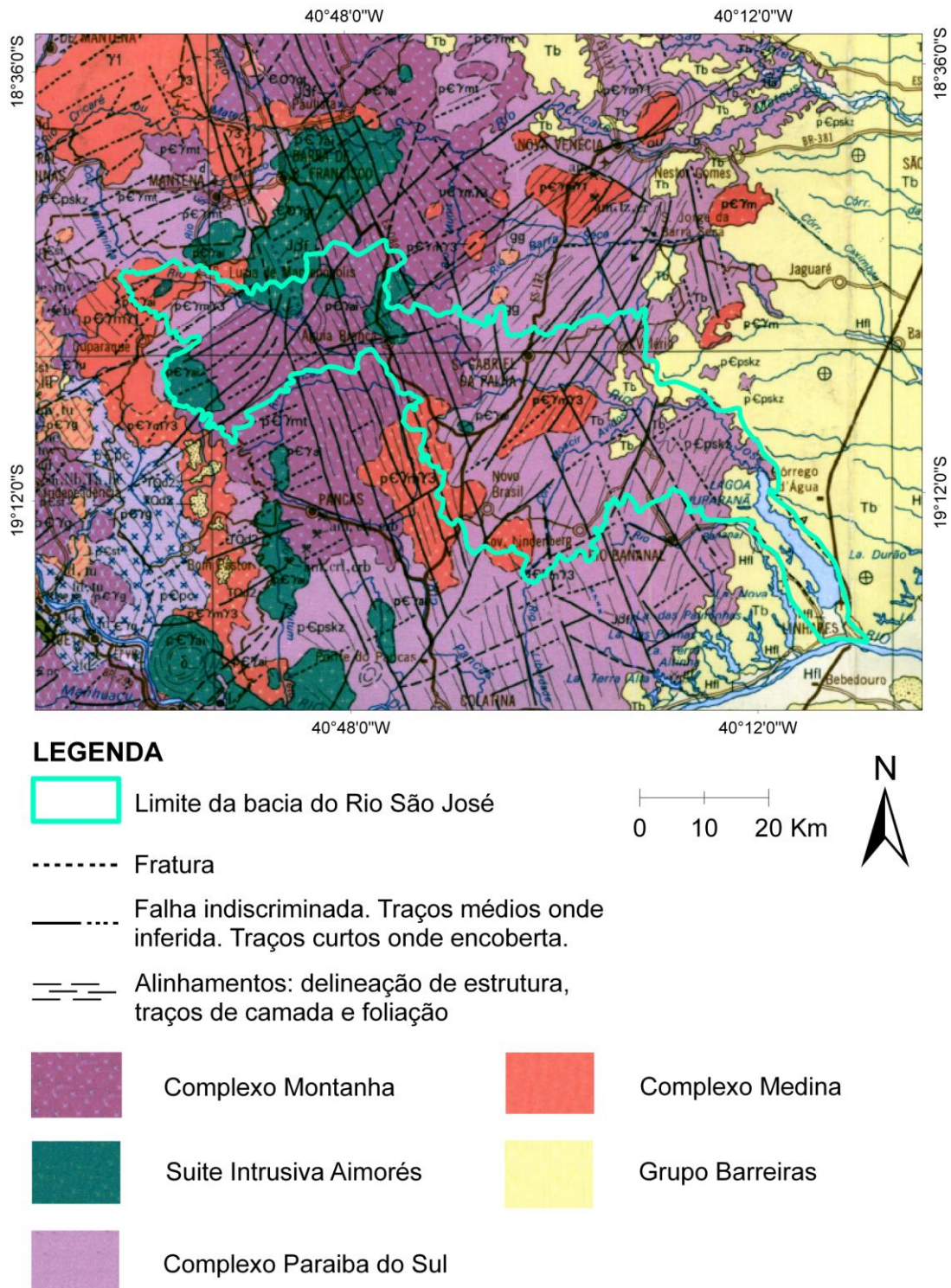


Figura 11 - Mapa geológico da área de estudo.

Adaptado de Mendes; Dantas e Bezerra (1987) / Base Cartográfica Digital: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002) / Sistema de Coordenadas Geográficas: Datum SAD – 69 – Fuso 24k / Sistema de Projeção Cartográfica: UTM (“Universal Transverse Mercator”) e Cônica Conforme de Lambert / Produzido em *Software ArcGis 9.1* – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) -

Organização: Francielle Avancini Fornaciari e Wanildo Menezes D’Alva Pires dos Santos

Esta unidade está localizada na borda da bacia do Rio São José, em sua porção mais ao sudoeste do extremo-oeste (Figura 11), e em alguns pontos localizados na porção noroeste e norte da bacia, além de existir ainda uma pequena área constituída por essa unidade, localizada na porção sudoeste da parte central da bacia.

#### Unidade Geológica *Complexo Paraíba do Sul*

O *Complexo Paraíba do Sul* é uma entidade submetida a eventos tectônicos ao longo de todo o Pré-Cambriano. Constitui o embasamento do Cinturão Móvel Atlântico. Devido à tectônica, as rochas estão imbricadas com o embasamento, o que pode resultar na obtenção de valores de idades radiométricas anômalas, devido à seleção inadequada de amostras. No entanto, determina-se a idade básica Arqueana para as rochas deste complexo (SILVA et al., 1987).

A litologia desse Complexo se caracteriza pela predominância de granitos, gnaisses e migmatitos. A estrutura das rochas possui direção predominante SW-NE, mostrando o forte controle estrutural do relevo (SILVA et al., 1987).

Esta unidade está localizada na borda oeste da bacia do Rio São José (Figura 11), em sua porção mais a noroeste, e principalmente na parte central da bacia.

#### Unidade Geológica *Complexo Montanha*

O *Complexo Montanha* é datado do Proterozóico Superior, com formação em torno de 750-650 Ma, sintectônica em relação ao Ciclo Brasileiro.

Litologicamente o Complexo constitui-se principalmente de granitóides gnaisses à biotita, granada e sillimanita (SILVA et al., 1987).

Este Complexo apresenta contatos com os granitos porfiróides e os granitóides gnáissicos do *Complexo Medina*, com os hiperstênio-granitos da *Suíte Intrusiva Aimorés* e com os gnaisses metatexíticos do *Complexo Paraíba do Sul* (SILVA et al., 1987).

Esta unidade está localizada em uma grande extensão da bacia do Rio São José, que engloba suas porções oeste, noroeste e norte (Figura 11).



### Unidade Geológica *Grupo Barreiras*

Esta unidade, na qual pode também ser denominada de Formação Barreiras, aflora ao longo de toda costa do Espírito Santo sob a forma de extensos tabuleiros ou falésias de vários metros de altura (SILVA et al., 1987) e é composta litologicamente por sedimentos areno-argilosos, mal selecionados, de cor branca a banco-amarelada que, com a percolação de óxido de ferro, adquire tonalidades variadas. Por vezes são observados leitos conglomeráticos que podem atingir até 2 metros de espessura (SILVA et al., 1987).

No modelo de evolução paleogeográfica e paleoclimática proposto por Martin (1997) a sedimentação *Barreiras* ocorreu provavelmente durante o Plioceno, quando o clima era semi-árido, sujeito a chuvas esporádicas torrenciais. Dessa forma teriam se formado amplas faixas de leques aluviais no sopé das encostas constituídas pelas rochas do embasamento.

Esta unidade está localizada na porção extremo-leste da bacia do Rio São José, onde está situado o lago Juparanã (Figura 11), no qual encontra-se encaixado nestes depósitos sedimentares.

### **2.4.3 Clima**

A bacia do Rio São José apresenta três tipos climáticos distintos: Cwb, Aw, e Cwa, segundo classificação climática de Koppen (COSTA, 2001).

O clima Cwb é caracterizado por apresentar verões moderadamente quente, acompanhados de chuvas de verão (AYOADE, 1991). O clima Aw é o de savana, este não apresenta estações frias, e sua temperatura mais baixa geralmente é maior que 18°C. Além disso, possui uma estação seca bem caracterizada ocorrendo no inverno. (AYOADE, 1991). O clima Cwa é caracterizado por apresentar invernos brandos e verões bem quentes, além de chuvas de verão (AYOADE, 1991).

#### 2.4.4 Solo

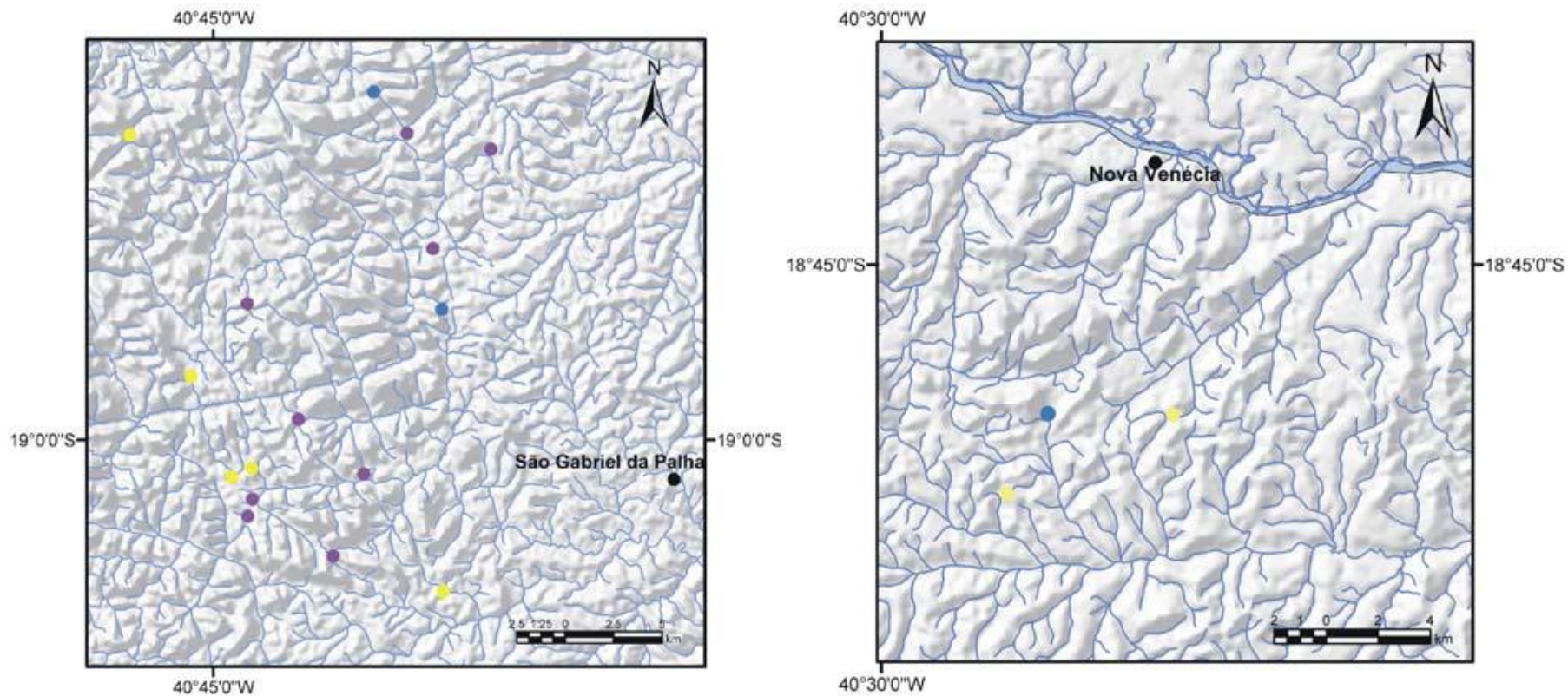
Para a obtenção dos dados referentes à cobertura pedológica da bacia do Rio São José utilizamos o mapeamento realizado pelo RadamBrasil (1987), folha SE. 24 Rio Doce, escala 1:1.000.000. Santos, Vieira e Silva (1987) consideram os seguintes solos na bacia: Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico, Latossolo Amarelo Álico, Podzólico Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, Podzólico Amarelo Álico Distrófico, além de Afloramentos Rochosos.

#### 2.4.5 Vegetação

As informações referentes ao tipo de vegetação da área de estudo foram retiradas do mapeamento feito pelo RadamBrasil (1987), folha SE. 24 Rio Doce, escala 1:1.000.000, elaborado por Jordy Filho (1987), que apresentou as seguintes Regiões Florestais: *Floresta Ombrófila Densa*, *Floresta Estacional Semidecidual* e *Floresta Ombrófila Aberta*. Estas Regiões foram substituídas predominantemente por pastagem, para criação de gado e agricultura permanente onde se cultiva principalmente o café.

### 2.5 DRENAGEM E NEOTECTÔNICA NA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ

Mello, Rodrigues e Hatushika (2005b), realizaram um estudo na porção centro-norte do estado do Espírito Santo sobre as reativações tectônicas cenozóicas da Faixa de Lineamentos Colatina, onde analisaram os campos de paleotensões e verificaram a existência de reativações neotectônicas apresentando duas fases distintas: uma transcorrência dextral E-W e a outra uma extensão NW-SE, responsáveis pelo controle tectônico na rede de drenagem e, originando em alguns locais, anomalias de drenagem (Figuras 12 e 13).



### Legenda

Anomalias de drenagem

● NE-SE -> SE-NW

● E-W -> NNW-SSE

● NNW-SSE -> NE-NW

Figura 12 – Anomalias de drenagens, analisadas no norte do estado do Espírito Santo, relacionadas aos lineamentos estruturais.  
Fonte: Mello, Rodrigues e Hatushika, (2005b).

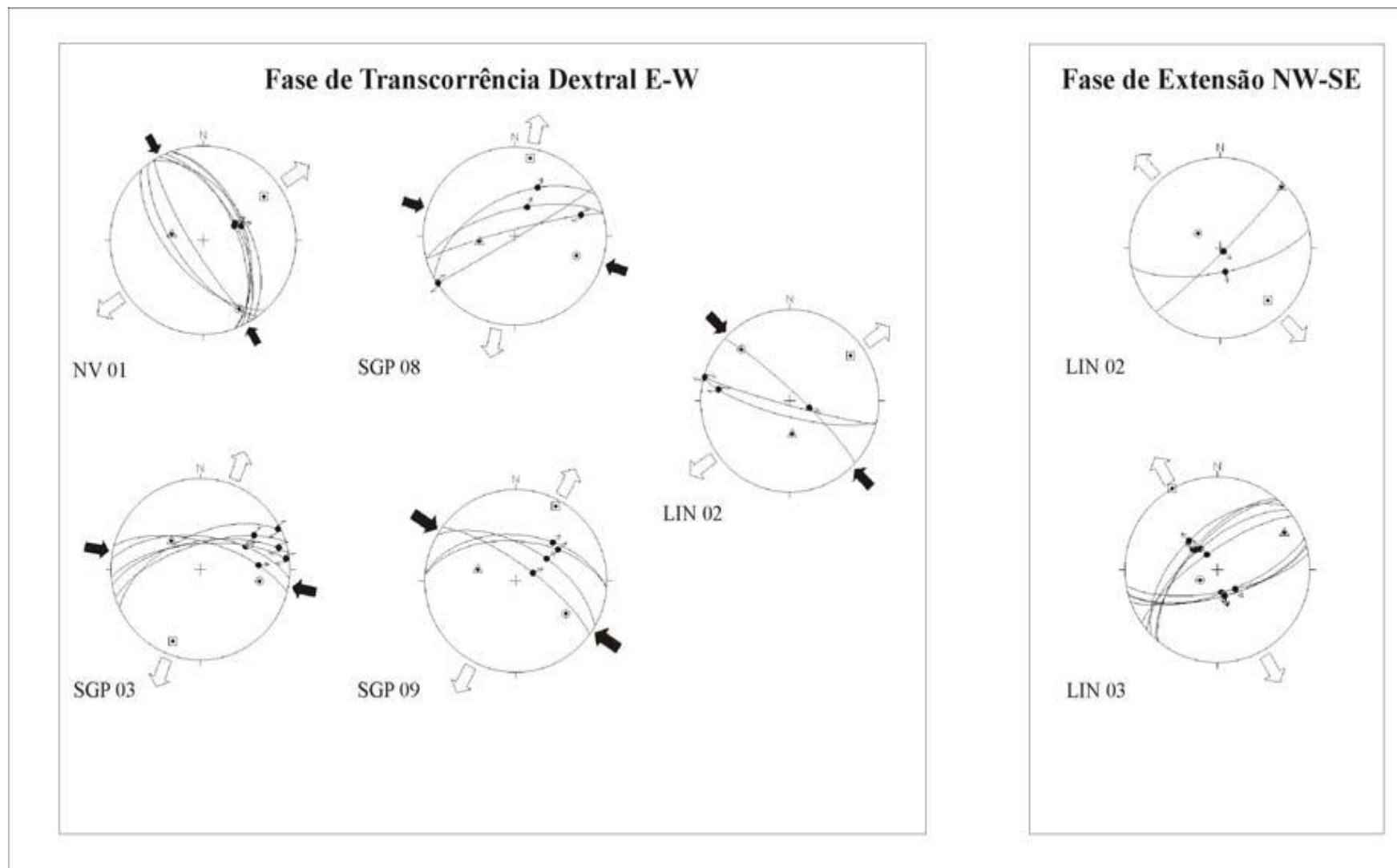


Figura 13 - Análise dos campos de paleotensão cenozóicos, na região norte do estado do Espírito Santo, mostrando uma fase de transcorrência dextral E-W e uma fase de distensão NW-SE.  
 Fonte: Mello, Rodrigues e Hatushika, (2005b).

Novais e outros (2004) realizaram um estudo em uma área compreendida entre as cidades de Vitória e Nova Venécia, no estado do Espírito Santo, sobre a Faixa Colatina. Ao longo da área foi registrado a presença de um conjunto de afloramentos de diques de diabásio - Formação Cabiúnas - cuja direção geral NNW – SSE é similar a da Faixa Colatina. A descoberta do Dique Vitória, próximo à cidade de Vitória, em conjunto com a constatação de microssismos e de outros diques presentes na Faixa Colatina são importantes indicadores do processo de extensão da crosta. Esses autores enfatizaram que a reativação de estruturas rúpteis interfere nos padrões da rede de drenagem, no sistema de lagos da região de Linhares e nos sedimentos das formações *Rio Doce* e *Barreiras*, além de controlar o processo de migrações de hidrocarbonetos<sup>2</sup> e o posicionamento de suas acumulações, pois estas rupturas são zonas de menor pressão, deste modo, os hidrocarbonetos e as águas subterrâneas aprisionados nas rochas se deslocam para e por essas falhas, assim as falhas servem como área de escape e/ou dutos condutores para os hidrocarbonetos e águas subterrâneas.

Novais (2005) realizou um estudo para caracterizar o quadro neotectônico da Bacia do Espírito Santo e observou que a Faixa Colatina (NNW-SSE) desempenha um papel importante na estruturação nesta Bacia, com reativações sucessivas. Nesta região foram detectadas falhas com direções predominantes NW-SE e anomalias de drenagem. Estes processos neotectônicos são freqüentes em sedimentos Terciários e Quaternários, nos quais recobrem o embasamento cristalino e/ou compõem os depósitos sedimentares do Grupo *Barreiras*, na área estudada. Os processos neotectônicos são recorrentes desde a fase *rift* da bacia, sendo controlado por falhas com as direções citadas acima.

Hatushika, Mello e Silva (2005), em estudo no lago Juparanã sobre as possíveis interferências de mecanismos neotectônicos na formação e evolução deste lago e dos demais lagos internos da região do baixo vale do rio Doce, verificaram que o lago Juparanã sofreu prováveis interferências de mecanismos neotectônicos em sua formação e evolução por meio da reativação de conjuntos de falhas, uma vez que a morfologia dos lagos é controlada por falhas estruturais de orientação NW, e o alinhamento da desembocadura dos lagos é controlado por estruturas rúptes de

---

<sup>2</sup> Hidrocarboneto: materiais combustíveis do petróleo e do gás natural (PESS, F, et al., 2006).

orientação NE. Dois conjuntos de estruturas tectônicas (juntas e falhas), afetam o depósito Cenozóico, (Figura 14) sendo o primeiro constituído por orientações NW, WNW e ENE que parece controlar a orientação dos lagos, e o segundo composto por

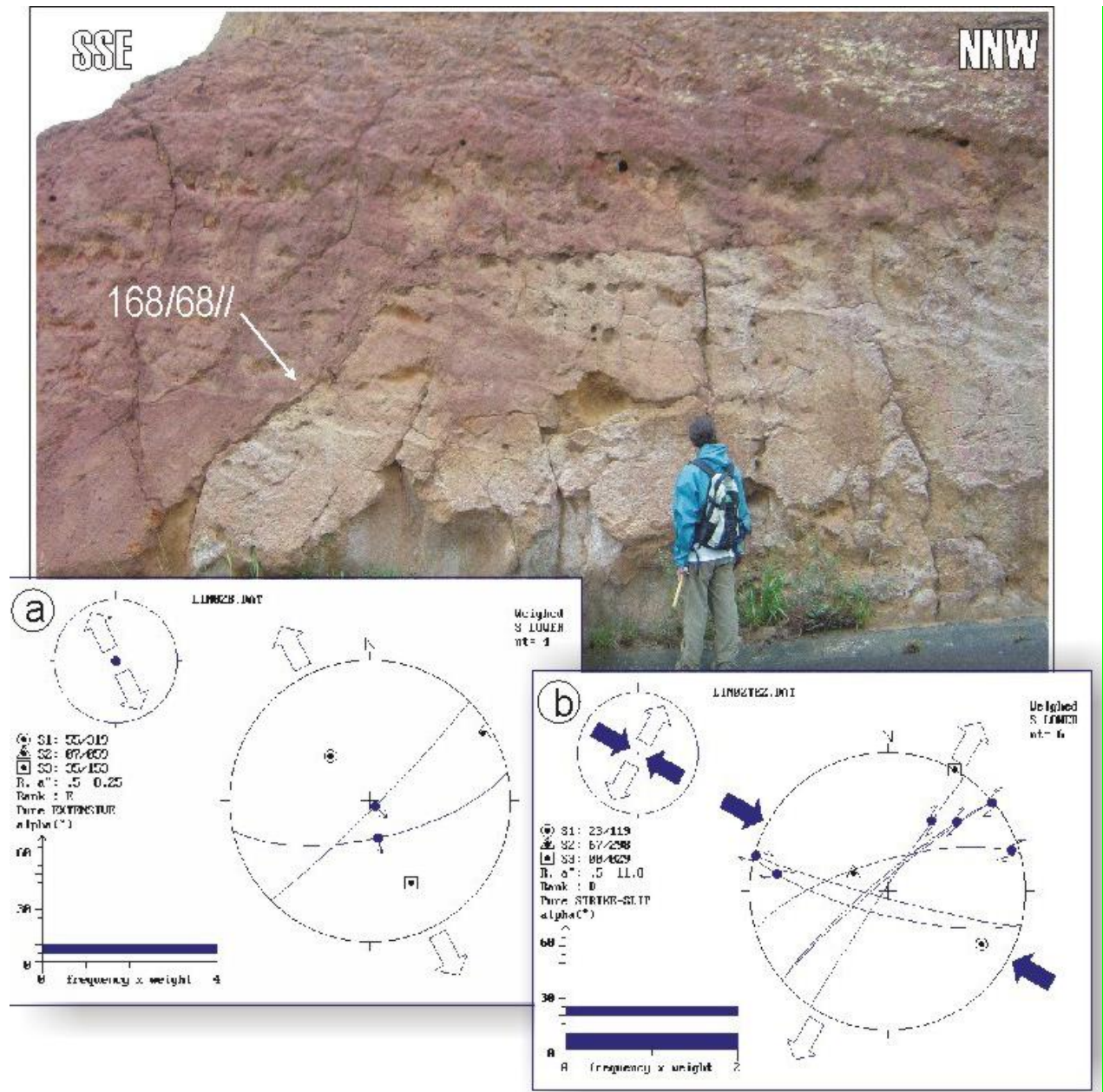


Figura 14: Afloramento na região do sistema de lagos de Linhares (ES) mostrando os campos de tensões obtidos a partir dos dois conjuntos de falhas afetando depósitos da *Formação Barreiras*: 1) falhas normais ENE e NE; e 2) falhas normais dextrais NW e NE.

Fonte: Hatushika, Mello e Silva (2005).

orientações NE e ENE que apresentam uma forte correlação com o alinhamento da desembocadura dos lagos e que também possuem uma expressiva ligação com os basculamentos observados no fundo do Lago Juparanã. Os autores verificaram a existência de dois eventos tectônicos quaternários - transcorrência dextral E-W (Pleistoceno-Holoceno) e distensão NW-SE (Holoceno) - relacionados ao controle da barragem de lagos e de capturas de drenagem. Além disso, relatou-se a existência de anomalias morfológicas como, estrangulamentos do corpo lacustre que coincidem com importantes lineamentos estruturais, principalmente na desembocadura dos lagos internos onde existe um notável alinhamento NE-SW, no qual é responsável pela barragem deste lago.

Rodrigues (2005) realizou um estudo sobre aspectos geomorfológicos e reativação tectônica cenozóica na Faixa de Lineamentos Colatina, onde preocupou-se em investigar o controle tectônico na morfologia do relevo promovido por reativações tectônicas cenozóicas. A autora concluiu que a morfologia do relevo apresenta características de reativação de estruturas pré-existentes (NW-SE, NE-SW), nas quais originam desnivelamentos e basculamentos de blocos, sendo que estas reativações ocorreram principalmente na região da faixa de lineamentos Colatina (NNW-SSE).

Miranda (2007) estudando a região centro-norte do estado do Espírito Santo, detectou falhas normais de direção NW-SE a WNW-ESE as quais representam o principal padrão de estrutura tectônica e que estão relacionadas a eventos tectônicos de idade pleistocênica. O autor observou que este padrão estrutural principal controla fortemente a rede de drenagem regional e os corpos lacustres da região de Linhares. Verificou a existência de dois eventos tectônicos quaternários - transcorrência dextral E-W (Pleistoceno-Holoceno) e distensão NW-SE (Holoceno).

Mais tarde Miranda e outros (2008) verificaram a existência dos mesmos eventos tectônicos influenciando a rede de drenagem dos depósitos da Formação Barreiras e a cobertura sedimentar quaternária a norte do rio Doce, entre as cidades de Linhares e Nova Venécia.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 INFLUÊNCIA DA NEOTECTÔNICA NA REDE DE DRENAGEM

A influência da neotectônica na rede de drenagem será aqui abordada segundo três aspectos elementares a serem identificados como influência tectônica na rede de drenagem: padrões, lineamentos e anomalias de drenagem.

O estudo desenvolvido por Howard (1967) apresenta a classificação dos padrões de drenagem e discute a relação entre os diferentes tipos de padrões de drenagem com os aspectos geológicos.

O autor classificou dos padrões em 7 tipos de Padrões Básicos e 17 de Padrões Básicos Modificados. Sendo os Padrões Básicos os seguintes: Dendrítico; Paralelo; Treliça; Radial; Anelar, Multibasinal e Contorcido. E os Padrões Básicos Modificados formam classificados como: Subdendrítico; Pinado; Anastomótico; Distributário; Subparalelo; Colinear; Subtreliça; Treliça Direcional; Treliça Recurvado; Treliça de falha; Treliça de Junta; Angular; Composto, Palimpsesto; Centrípeta; Glacialmente Perturbado; Cárstico; Termacárstico; e Baía Alongada.

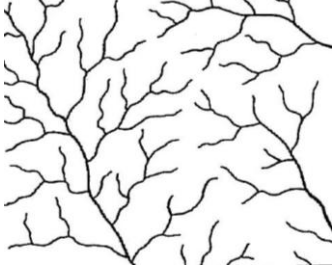
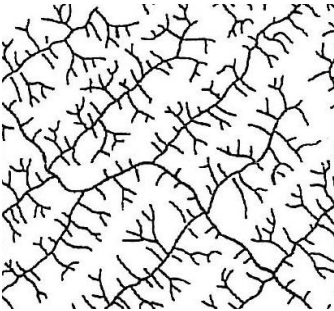
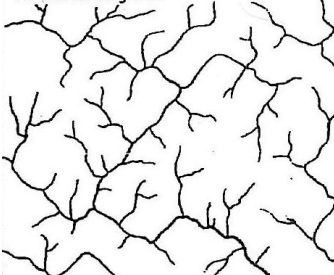
Dentre os tipos principais caracterizados por Howard (1967) foram identificados, na área da bacia do Rio São José, três padrões básicos de drenagem e dois padrões básicos modificados (Tabelas 1 e 2).

Além disso, Howard (1967) menciona sobre a ocorrência de anomalias de drenagem (Tabela 3) que segundo ele seria o desvio da drenagem local, promovido pela interferência das atividades tectônicas e afirmou ainda que a análise da rede de drenagem é muito importante em um estudo sobre a interferência dos mecanismos tectônicos.

Mello e Ferrari (2003) afirmam a presença de feições tectônicas ativas originam formas de relevos diversificadas, como escarpas, deslocamentos de canais fluviais, basculamentos, subsidências, entre outros. Estes autores asseguram que a análise da rede de drenagem constitui um excelente guia de reconhecimento em estudos neotectônicos por ser o elemento da paisagem mais sensível a situações tectonicamente significativas.



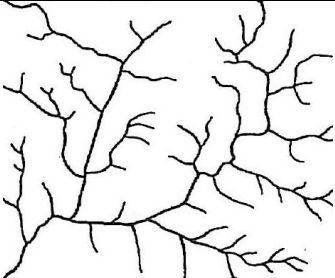
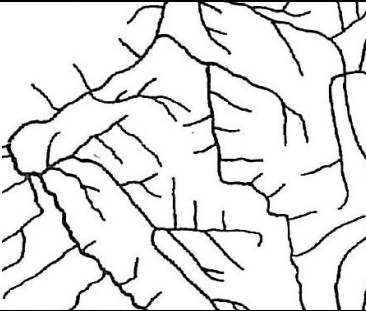
TABELA 1 - TIPOS PRINCIPAIS DE PADRÕES DE DRENAGEM

Tipo	Morfologia	Causas	Padrão Básico
Dendrítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>ramos irregulares em todas as direções (1)</li> <li>- ramos semelhantes a uma árvore</li> <li>- junção do canal principal com os tributários em ângulos variados (1)</li> <li>- os canais são inseqüentes em origem (1)</li> <li>- nenhum canal é conseqüente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- o declive é o fator controlador (1)</li> <li>- as rochas oferecem resistência uniforme em superfícies horizontais (planos, platôs, rochas cristalinas maciças (1)</li> <li>- rochas que sofreram intenso metamorfismo (1)</li> <li>- a drenagem dendrítica implica em carência ou ausência de controle estrutural significativo (1)</li> </ul>	
Treliça	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tributário secundário paralelo ao canal principal ou outro canal para o qual o tributário primário conflui (1)</li> <li>- tributário secundário alongado e em ângulo reto em relação ao tributário primário (1)</li> <li>- situa-se entre o padrão dendrítico e o retangular</li> <li>- a drenagem treliça compreende canais subseqüentes conectados por reseqüentes ou obseqüentes. (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- a drenagem como um todo é conseqüente em origem; pode localmente assumir o padrão treliça como um resultado de glaciação</li> <li>- o padrão treliça é característico de estratos dobrados ou basculados, e em planície costeira dissecada (1)</li> <li>- rochas sedimentares, vulcânicas ou metassedimentares de baixo grau inclinadas ou dobradas (2).</li> <li>- áreas de fraturas paralelas (2)</li> </ul>	
Retangular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- curvas em ângulo reto tanto no canal principal quanto nos tributários; é mais irregular que o padrão treliça.</li> <li>- confluências em ângulo reto. (1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controle estrutural dominante (1)</li> <li>- juntas e falhas das rochas em ângulo reto (1)</li> <li>- os canais seguem linhas de fraqueza (1)</li> <li>- rochas metamórficas e sedimentares dobradas</li> </ul>	

(1)Zernitz (1932); (2) Howard (1967); (3) Gagnon (1974).

Nota: Elaborado pela autora.

TABELA 2 - TIPOS MODIFICADOS DE PADRÕES DE DRENAGEM

Tipo	Morfologia	Causas	Padrão Básico Modificado
<b>Dendrítico Modificado</b>			
Subdendrítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- canais principais conseqüentes (1)</li> <li>- os tributários se estendem horizontalmente</li> <li>- variações sutis do dendrítico. (1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fraco controle topográfico ou estrutural tênue e controle secundário insignificante</li> <li>- rochas homogêneas</li> </ul>	
<b>Retangular Modificado</b>			
Angular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- as junções formam ângulos agudos ou obtusos sem nenhum ângulo reto (1, 2).</li> <li>- numerosas curvas em ângulo agudo e tributário <i>barbed</i> (curso no sentido contrário ao gradiente do vale (2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rochas ígneas ou metamórficas intensamente falhadas (3).</li> <li>- intercessão de sistemas de falhas e juntas nem sempre em ângulo reto (2).</li> </ul>	

(1) Zernitz (1932); (2) Howard (1967); (3) Gagnon (1974).

Nota: Elaborado pela autora.

TABELA 3 - ANOMALIAS DA REDE DE DRENAGEM

(continua)



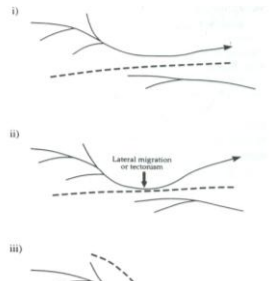
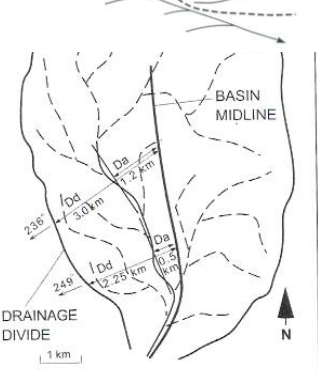


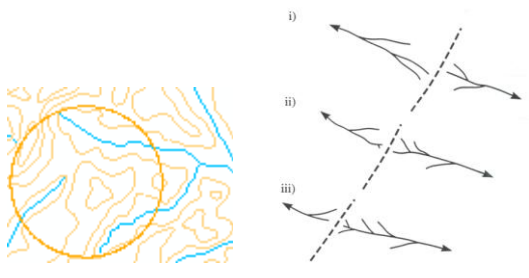
Tipo de anomalia	Morfologia	Definição	Tipo de falha	Principais trabalhos
<b>Drenagem colinear</b>		Ruptura de um curso d'água devido à elevação do terreno. Caracterizado por apresentar dois rios nascendo no mesmo lugar, mas em lados opostos do divisor d'água.	Controle tectônico	Bishop (1995)
<b>Captura fluvial (<i>Fluvial Capture</i>)</b>		Ocorre quando um canal erode mais agressivamente que o outro adjacente, capturando sua descarga por interceptação	Falha normal	(Schum et al (2000) Summerfield, 1991; Bishop, 1995)
<b>Desvio de rios (<i>Diversion</i>)</b>		Rio deslocado lateralmente do seu eixo principal	Controle tectônico (basculamento, avulsão)	Bishop (1995)
<b>Bacia Assimétrica</b>		Rio principal deslocado do eixo central da bacia, ocasionado por basculamentos de blocos tectônicos.	Controle tectônico (basculamento)	Cox (1999) e Cox (2001)

TABELA 3 - ANOMALIAS DA REDE DE DRENAGEM

(conclusão)

Tipo de anomalia	Morfologia	Definição	Tipo de falha	Principais trabalhos
<b>Inflexões abruptas (Cotovelo de drenagem)</b>		Inflexões abruptas do canal de drenagem, apresentando inflexões de até 90°	Falhas normais	Howard (1967); Schum e outros (2000)
<b>Curva anômala</b>		Curvas em meio a um curso d'água retilíneo.	Controle estrutural ou tectônico	Howard (1967) Lima (2002)
<b><i>Beheading</i> (decapitação)</b>		Apropriação de uma área de captação por um rio adjacente sem a preservação das linhas da drenagem.	Controle tectônico	Bishop (1995)

Fonte: Howard (1967); Bishop (1995); Schum e outros (2000), Summerfield, (1991); Cox (1999); Lima (2002); e Cox, Van Arsdale e Harris (2001)

Nota: Organizado pela autora.

\* anomalias que não tem tipo de falha detalhada, na tabela, não apresentam uma falha específica que condicione com as mesmas.

Cox, Van Arsdale e Harris (2001) ao realizarem um estudo na porção nordeste da Bacia do Mississippi, localizado em uma das regiões intraplaca mais sismicamente ativa do mundo, utilizaram técnicas morfométricas, nas quais podem indicar possíveis estruturas ativas em resposta a basculamento de blocos estruturais por meio de tectônica ativa, que podem causar migração lateral de rios. Através de uma média espacial de dados de vetor bruto gera-se um campo de vetores principais. O azimute do vetor principal indica direção preferencial de migração lateral do rio. Em seguida, identifica-se um domínio de assimetria de bacia com algumas sub-regiões do campo de vetores medidos espacialmente com relação aos vetores de azimute.

Holbrook e Schumm (1999) afirmam que a rede de drenagem é um forte indicador de movimentação tectônica e que os canais fluviais responderão de forma diferenciada, como, por exemplo: a) rios orientados transversalmente à estrutura de deformação sofrerão desvios em torno de zonas de soerguimento ou em direção a zonas de subsidência; b) avulsões ou migrações laterais ocorrerão em canais orientados paralelamente à estrutura de deformação.

Para Bishop (1995) existe uma reorganização da rede de drenagem, que pode acontecer por mecanismos associados a movimentos crustais. Essa reorganização da rede de drenagem acontece de 3 (três) formas: captura fluvial, decapitação (*beheading*) ou desvio de rios (*diversion*), que são processos importantes na distribuição dos sedimentos e na evolução da paisagem.

As capturas de drenagem ocorrem quando um canal erode mais agressivamente que o outro adjacente, capturando sua descarga por interceptação (Bishop, 1995). A decaptação (*beheading*) especifica a apropriação de uma área de captação por um rio adjacente sem a preservação das linhas da drenagem. Os desvios de rios (*diversion*) envolvem redirecionamento da drenagem pelos mecanismos: migração de canal, tectonismo (incluindo basculamento, domeamento, etc.) ou avulsão catastrófica (Bishop, 1995).

Bricalli e Mello (2009) realizaram um estudo na Bacia do Barra Seca na qual apresenta características bastantes semelhantes a bacia do Rio São José. Esses autores investigaram a influência dos mecanismos neotectônicos na organização da rede de drenagem e apontaram importantes aspectos de controle tectônico na rede de

drenagem, tais como assimetrias de vale e de bacia, e padrões geométricos na orientação dos canais e complementaram esse estudo com medidas de pares falha/estria em campo. Segundo os autores há ocorrência de 2 (dois) eventos tectônicos responsáveis por este controle: i) transcorrência dextral E-W e; ii) regime de distensão NW-SE. O evento tectônico de transcorrência dextral E-W controla fortemente os lineamentos estruturais e as orientações das drenagens na bacia, enquanto o evento de distensão NW-SE parece controlar as principais mudanças na orientação do rio Barra Seca.

## 3.2 NEOTECTÔNICA

### 3.2.1 Aspectos Gerais

O termo neotectônica refere-se a qualquer movimento da Terra ou deformação do nível de referência geodésico, seus mecanismos, sua origem (não importando quão antiga seja), suas implicações práticas e suas extrapolações futuras; inclui toda a escala de tempo dos movimentos, desde os instantâneos (sismos) até  $10^7$  anos, (COMISSÃO DE NEOTECTÔNICA DA INQUA, apud MELLO; FERRARI, 2003 ).

Hasui (1990, apud MELLO; FERRARI, 2003) propõe como marcos balizadores das manifestações neotectônicas no Brasil o início da deposição da *Formação Barreiras* e do último pacote sedimentar nas bacias costeiras e o fim das manifestações magmáticas no território brasileiro (12 Ma, no Nordeste), por volta do Mioceno médio.

Saadi (1993, apud MELLO; FERRARI, 2003) afirma que toda a Plataforma Brasileira sofreu deformações tectônicas cenozóicas, e que estas deformações ocorrem preferencialmente em linhas de fraquezas pré-existentes, de idade pré-cambriana. Assegura ainda que, a sismicidade atual está relacionada à estruturação e a dinâmica neotectônica. Sendo que os esforços compressivos de direção NW-SE, com variação para E-W e N-S são predominantes dentre os movimentos neotectônica.

Deste modo, pode-se vincular as movimentações tectônicas que estão ocorrendo atualmente no território brasileiro, aos movimentos da crosta terrestre

relacionados a um intervalo de tempo geológico envolvendo o Terciário tardio e o Quaternário – Neotectônica -, que influenciam na formação da topografia contemporânea (MELLO; FERRARI, 2003).

Estes movimentos tectônicos podem vir acompanhados de terremotos, como os ocorrido com grande freqüência na região nordeste do Brasil, especialmente na cidade de Sobral e na região sudeste do Brasil, com tremores pequenos ocorridos nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais no ano de 2008, noticiados pelas redes de comunicação.

### **3.2.2 Tipos de falhas**

As forças tectônicas que deformam as rochas são: forças compreensivas, que encurtam um corpo; forças extensionais, que alongam um corpo e; forças de cisalhamento que empurram cada um dos dois lados de um corpo em direções opostas (PRESS et al., 2006).

O caráter dúctil e rúptil da rocha está relacionado com os domínios deformacionais em função da profundidade na crosta. Assim, o domínio superficial caracteriza-se por uma deformação essencialmente rúptil, enquanto o domínio profundo caracteriza-se por uma deformação dúctil. As dobras (Figura 15) são deformações dúcteis que afetam corpos rochosos da crosta terrestre, enquanto as falhas resultam de deformações rúpteis nas rochas da crosta terrestre.

No presente trabalho, o foco será dado para o estudo das deformações rúpteis, ou seja, as falhas.

Assim sendo, falha é uma fratura com movimento relativo das rochas em ambos os lados paralelos à fratura. Existem três tipos principais de falhas: falha normal, falha reversa e falha transcorrente.

Falhas normais estão associadas à tectônica extensional e são, em geral, de alto ângulo, em que a capa desceu em relação à lapa e onde o deslocamento principal é vertical (Figura 16) e o componente de movimento é segundo o mergulho do plano de falha.



Figura 15: Camada de rochas dobrada por forças tectônicas compressivas  
Fonte: Press e outros (2006)

Falhas reversas apresentam o rejeito seguindo do mergulho do plano de falha e a capa sobe em relação à lapa (Figura 17).

Falhas transcorrentes são caracterizadas por terem o componente principal do deslocamento segundo a direção do plano de falha, com movimentação entre blocos adjacentes sendo essencialmente horizontal (Figura 18).



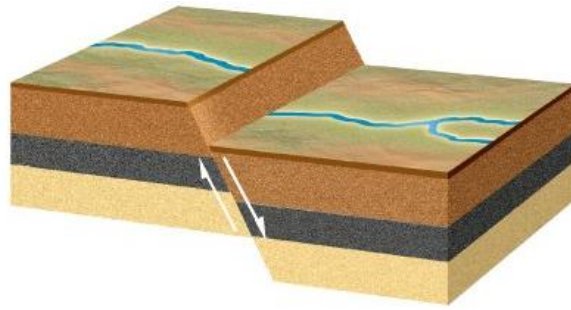


Figura 16: Falha Normal  
Fonte: Press e outros (2006)

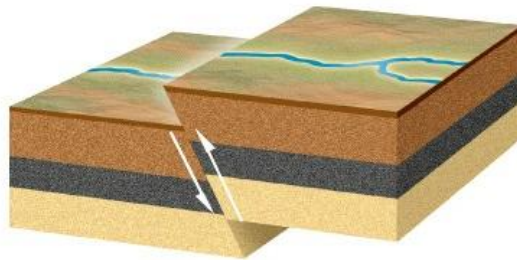


Figura 17: Falha Reversa  
Fonte: Press e outros (2006)

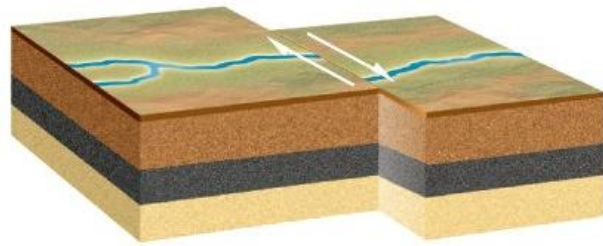


Figura 18: Falha Transcorrente.  
Fonte: Press e outros (2006)

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A neotectônica influencia a rede de drenagem e a morfologia da paisagem atual, como observado por Howard (1967); Mello, Rodrigues e Hatushika (2005a); Novais e outros (2004), Hatushika, Mello e Silva (2005); Rodrigues (2005) e Miranda (2007), dentre outros. Esses autores enfatizam a importância em estudar a rede de drenagem, pois esta se apresenta como elemento importante para a investigação neotectônica, já que reflete até mesmo os movimentos de pequena amplitude.

A metodologia deste trabalho consiste em duas etapas distintas, mas correlacionáveis: trabalhos de gabinete e trabalhos de campo. Em gabinete foram elaborados mapeamentos para estudo da rede de drenagem e influência tectônica. Esses mapas foram feitos com o uso do Software *ArcGis 9.1*, disponível para o Departamento de Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e elaborados sobre a base digital do IBGE (2002) contendo curvas e hidrografia, nos quais foram analisados em escala 1:100.000, no entanto, estes mapas foram impressos na escala 1:150.000, georreferenciado em sistema de coordenadas geográficas com datum SAD-69. Em campo, foram reconhecidos alguns compartimentos e feições geomorfológicas.

### 4.1 TRABALHOS DE GABINETE

#### 4.1.1 Análise da rede de drenagem

##### 4.1.1.1 Mapa de padrões da rede de drenagem predominantes da bacia hidrográfica do rio São José

O mapa de padrões de drenagem foi elaborado a partir da delimitação de polígonos correspondentes a cada padrão, utilizando ferramentas de edição do programa *ArcGis 9.1*, sendo que, para a análise e classificação dos padrões foi seguida à metodologia de Howard (1967)

#### 4.1.1.2 Mapa de lineamentos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José

O mapa de Orientação da drenagem foi elaborado sobre a hidrografia da bacia, onde foram traçadas linhas contínuas na direção dos cursos d' água utilizando ferramentas de edição do programa *ArcGis 9.1*. Após a demarcação das orientações da drenagem, calculamos o ângulo e o azimute de cada lineamento por meio de ferramentas e fórmulas do programa *ArcGis 9.1*. Em seguida foi gerado o diagrama de roseta com a utilização do programa *Rose 1.0*. Por meio da roseta quantitativa foi possível saber a predominância das direções da drenagem.

#### 4.1.1.3 Mapa de anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José

O mapa de Anomalias de drenagem foi elaborado a partir da delimitação de polígonos correspondentes a cada tipo de anomalia, utilizando ferramentas de edição do programa *ArcGis 9.1*.

As anomalias de drenagem mapeadas foram: cotovelos de drenagem mais marcantes, curvas anômalas, provável captura fluvial ou desvio de rio, bacia de drenagem assimétrica, *beheading* e drenagem-colinear (BISHOP, 1995; SCHUMM, 1986; COX, 1994; HOLBROOK; SCHUMM, 1999).

Depois de analisadas, as anomalias identificadas foram assinaladas, por meio de círculos, com cores distintas para cada tipo de anomalia, em ambiente digital, com o uso do programa *ArcGis 9.1*.

Alguns *beheadings* e uma provável captura fluvial assinaladas foram demarcados por círculos deformados, devido ao formato de tais anomalias.

#### 4.1.1. 4 Assimetria de Bacia Hidrográfica

Assimetria da bacia do Rio São José foi calculada segundo a metodologia de Cox (1994), que desenvolveu uma técnica para quantificar o deslocamento de canais devido a causas tectônicas através do cálculo de assimetria de bacia de drenagem por meio do Fator do Sistema Topográfico Transversal. O autor desenvolveu a fórmula  $T = Da/Dd$  para calcular a assimetria, na qual (T) refere-se a razão - Fator do Sistema Topográfico Transversal – (**Da**) representa a razão da distância entre o meio da bacia e o canal, e (**Dd**) à distância do meio da bacia e o divisor da mesma (Figura 19). Com o valor desta razão é possível registrar a direção do deslocamento lateral perpendicular ao segmento do rio, sendo que, quanto mais próximo de 1 for o valor da razão maior será a influência tectônica na bacia de drenagem. Embora esta técnica não apresente provas diretas de basculamentos no terreno, é possível com a mesma, obter um método rápido de identificação de possíveis elementos de basculamentos tectônicos regionais usando apenas mapas topográficos.

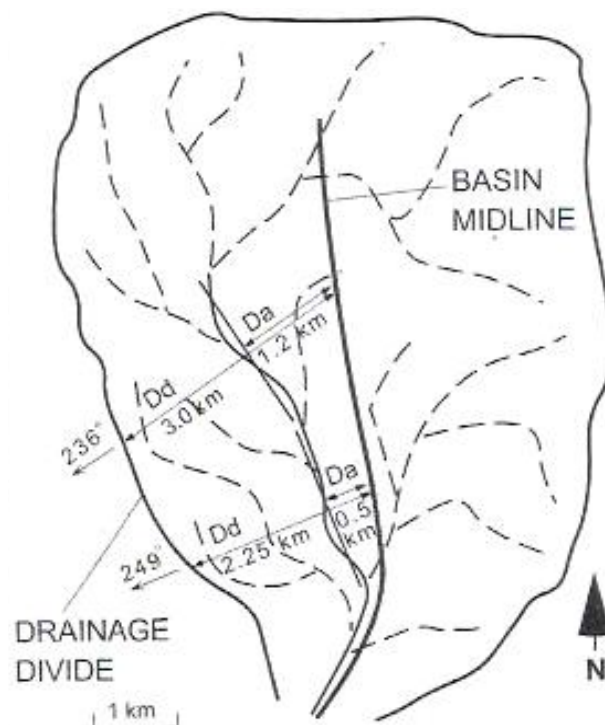


Figura 19: Bacia assimétrica, mostrando técnica para cálculo de Fator do Sistema Topográfico Transversal. Fonte: Cox, Van Arsdale e Harris (2001)

## 4.1.2 Análises geomorfológicas

### 4.1.2.1 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio São José

Uma análise geomorfológica preliminar foi realizada a partir da elaboração do mapa hipsométrico, pois este pode evidenciar indicadores de controle tectônico na compartimentação do relevo – embora não conclusiva – já que pode, muitas vezes, delimitar altos e baixos estruturais.

O mapa hipsométrico foi elaborado a partir da curva de nível, com valores altimétricos atrelados em tabela de atributos. As curvas de nível foram divididas em intervalos de classes altimétricas que melhor representassem a área estudada e respeitasse as diferenças topográficas presentes na área. Foram estabelecidas 9 classes altimétricas, diferenciadas por cores diversas para cada uma. Assim, com a construção deste mapa foi possível visualizar a amplitude topográfica do relevo da área em estudo.

### 4.1.2.2 Mapa de compartimentação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José segundo influência de mecanismos tectônicos e/ou estrutural

Foi elaborado um mapa de compartimentos da drenagem segundo maior ou menor influência tectônica e/ou estrutural na rede de drenagem.

Para isso foram correlacionados todos os mapas elaborados, juntamente com os mapas geomorfológicos e litológicos pré-existent.

Características como tipo de padrão, tipo de anomalia e quantificação, aspecto do relevo e lineamentos da drenagem foram de fundamental importância para guiar essa compartimentação.

Para a elaboração deste mapa foram criados polígonos utilizando ferramentas de edição do programa *ArcGis 9.1* afim de dividir a bacia em 4 (quatro) compartimentos distintos, sendo que, cada área demarcada apresenta um grau de influência de mecanismos neotectônicos distintos.

## 4.2 TRABALHOS DE CAMPO

Foi realizado um trabalho de campo com intuito de reconhecimento da área, de alguns compartimentos e da observação de algumas feições geomorfológicas.

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1 PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

#### 5.1.1 Mapa de padrões da rede de drenagem predominantes da bacia hidrográfica do rio São José

Na área estudada os padrões da rede de drenagem (ANEXO A) foram analisados e classificados em 4 tipos distintos, sendo que alguns apresentam influência de outros padrões. Para a classificação dos padrões utilizamos a metodologia de Howard (1967). Os padrões de drenagem encontrados na bacia foram: Dendrítico, Subdendrítico, Subdendrítico com influência de padrão Treliça, Subdendrítico com influência de padrão Angular, Subdendrítico com influência de padrão Retangular, Retangular com drenagem de pequeno comprimento; Retangular com drenagem de grande comprimento e; Angular.

Por meio dos cálculos da área dos padrões de drenagem e do percentual que eles apresentam em relação à área da bacia do rio São José, foi possível observar os tipos de padrão de maior e de menor destaque na área estudada (Tabela 4).

TABELA 4 - CALCULO DA ÁREA E DO PERCENTUAL OCUPADO POR CADA TIPO DE PADRÃO DE DRENAGEM

<b>Padrão de drenagem</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
Dendrítico	1248,77	51,85
Subdendrítico	447,55	18,58
Subdendrítico com influência de Padrão Treliça	18,82	0,78
Subdendrítico com influência de Padrão Angular	63,26	2,63
Subdendrítico com influência de Padrão Retangular	122,34	5,08
Retangular com drenagem de grande comprimento	307,67	12,78
Retangular com drenagem de pequeno comprimento	133,20	5,53
Angular	66,51	2,76

Nota: Organizado pela autora



O Padrão Dendrítico é o que predomina na área estudada, como pode ser observado na tabela 4, e está presente na porção central e extremo oeste da bacia, sobre as rochas do embasamento pré-cambriano, correspondentes às unidades geológicas *Complexo Medina, Suíte Intrusiva Aimorés, Complexo Paraíba do Sul e Complexo Montanha*. Geomorfologicamente esse padrão corresponde às unidades geomorfológicas *Bloco Montanhoso Central e Patamares Escalonados do Sul Capixaba*.

O Padrão Dendrítico apresenta morfologia semelhante a galhos de árvores de castanheiras (HOWARD, 1967), sem controle tectônico ou estrutural significativo (ZERNITZ,1932).

Na porção extremo oeste da bacia este padrão está localizado na unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central*, onde o relevo apresenta os maiores níveis altimétricos de toda bacia, com a rede de drenagem bastante dissecada, com profundidade média, segundo Mendes, Dantas e Bezerra (1987). Na porção central esse padrão está localizado na unidade geomorfológica *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*, na qual apresenta relevo fortemente dissecado com níveis altimétricos relacionados com as fases de dissecação comandadas pelos rios (MENDES; DANTAS; BEZERRA,1987).

O Padrão Retangular apresenta-se como o segundo padrão de maior predominância na área estudada (Tabela 4). Este Padrão está localizado, em sua maior parte na porção noroeste da bacia e em menor área na porção centro-nordeste da bacia. Este padrão foi subdividido em dois sub-padrões: Retangular de pequeno comprimento e Retangular com grande comprimento, sendo que o Retangular de pequeno comprimento encontra-se somente na porção noroeste e o Retangular de grande comprimento encontra-se nas porções noroeste e centro-nordeste.

O padrão retangular apresenta forte controle tectônico (HOWARD, 1967; ZERNITZ, 1932; GAGNON, 1974, apud BEZERRA, 2003) e é caracterizado por juntas e falhas das rochas em ângulo reto (HOWARD, 1967; ZERNIT, 1932, apud BEZERRA, 2003), com forte controle estrutural e seguindo linhas de fraqueza da rocha (ZERNITZ, 1932, apud BEZERRA, 2003). Na área em estudo a rede de drenagem deste padrão

apresenta-se marcado por ângulos de aproximadamente 90° (cotovelos de drenagem), além de caracterizar-se por rios com cursos d'água bastante retilíneos.

Os lineamentos estruturais da Faixa Colatina de direção NNW-SSE, são predominantes no padrão Retangular da porção noroeste onde há uma grande correspondência das direções desses lineamentos com a drenagem, mostrando um forte controle estrutural na rede de drenagem nessa área, condicionado pela Faixa Colatina.

Geomorfologicamente este padrão localiza-se sobre as unidades *Depressão Marginal e Patamares Escalonados do Sul Capixaba*. Na *Depressão Marginal* a drenagem apresenta configurações irregulares, marcadas por reentrâncias, em decorrência de sua própria evolução geomorfológica comandada pela dissecação fluvial remontante (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987). Nos *Patamares Escalonados do Sul Capixaba* o relevo apresenta-se bastante dissecado com níveis altimétricos relacionados com as fases de dissecação comandadas pelos rios (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987). Geologicamente apresenta-se sobre rochas do embasamento pré-cambriano composto pelas unidades geológicas *Complexo Montanha, Complexo Paraíba do Sul e Suíte Intrusiva Aimorés*.

O Padrão Subdendrítico está presente em duas porções da bacia: uma pequena extensão a SSW e outra no leste da bacia. Este padrão foi subdividido em quatro sub-padrões: Subdendrítico com influência de padrão Angular, Subdendrítico com influência de padrão Trelança e subdendrítico com influência de padrão Retangular.

O padrão subdendrítico é caracterizado por Howard (1967) como sendo derivado do padrão Dendrítico, com controle estrutural ou tectônico pouco significativo. Todavia há influência dos padrões Angular e Retangular que apresentam forte controle tectônico (HOWARD, 1967; ZERNITZ, 1932; GAGNON, 1974, apud BEZERRA 2003), caracterizado por juntas e falhas das rochas em ângulo reto (HOWARD, 1967; ZERNITZ, 1932, apud BEZERRA, 2003), com forte controle estrutural e seguindo linhas de fraqueza da rocha (ZERNITZ, 1932, apud BEZERRA, 2003). O Subdendrítico com influência de padrão Trelança apresenta forte controle tectônico, característico de estratos dobrados ou basculados (ZERNITZ, 1932, apud BEZERRA, 2003) e áreas de fraturas paralelas, apresentando rio com pequenos afluentes de tamanhos essencialmente

iguais, em lados opostos em relação ao rio principal, e paralelos entre si, sendo que, o rio principal é bastante retilíneo (HOWARD, 1967).

Um elemento importante que influência nas subdivisões dos padrões são as altitudes do relevo. Na porção do padrão Subdendrítico existe influência do padrão Angular e o relevo é bastante acentuado, já na área que sofre influência do padrão de Treliça o relevo apresenta menor altitude topográfica.

O Padrão Subdendrítico está localizado nas unidades geomorfológicas *Bloco Montanhoso Central, Patamares Escalonados do Sul Capixaba e Tabuleiros Costeiros*. Geologicamente este padrão apresenta-se sobre o *Complexo Montanha, Complexo Paraíba do Sul e Formação Barreiras*.

O Padrão Angular está presente em uma pequena extensão da área estudada (Tabela 4), localizado-se na sua porção oeste, entre os padrões Dendrítico, Subdendrítico e Retangular.

O relevo desta região possui altitudes elevadas, sendo que, este padrão está localizado na unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central*, onde a rede de drenagem apresenta-se bastante dissecada (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987) e sobre rochas do embasamento pré-cambriano que compõem a unidade geológica *Complexo Montanha*, constituído litologicamente de granitóides gnaisses à biotita, granada e sillimanita.

Este padrão deriva do padrão Retangular, no entanto, apresenta ângulos menos retos e possui forte controle tectônico. É caracterizado por juntas e falhas (HOWARD, 1967; ZERNITZ, 1932; GAGNON, 1974, apud BEZERRA 2003), com forte controle estrutural e seguindo linhas de fraqueza da rocha (ZERNITZ, 1932; GAGNON, 1974, apud BEZERRA 2003). Na área em estudo a rede de drenagem no Padrão Angular apresenta-se pouco marcada por ângulos de aproximadamente 90° (cotovelos de drenagem), mas, caracteriza-se por ter um grande número de rios com cursos d'água retilíneos.

### 5.1.2 Mapa de lineamentos da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José

O mapa de lineamentos da rede de drenagem (ANEXO B) mostra que existe uma predominância de direções de lineamentos de NW-SE e NE-SW, secundariamente NNW-SSE, WNW-ESE, NNE-SSW, ENE-WSW e, em menor quantidade os lineamentos de direção E-W e N-S (TABELA 5).

TABELA 5 - QUANTIFICAÇÃO DO NÚMERO DE LINEAMENTOS POR DIREÇÃO

Direções dos lineamentos	Quantidade de lineamentos
NE	889
NW	756
NNW	375
WNW	326
NNE	316
ENE	315
E-W	66
N -S	56

Nota: Organizado pela autora

Os lineamentos de direções NE e NW, predominantes nesta região, orientam preferencialmente as direções de segmentos de canais retilíneos marcados por angulosidades e sulcos estruturais profundos.

Os lineamentos de direção NE, principalmente os maiores, controlam as rochas do embasamento e apresentam controle muito pequeno nas rochas da *Grupo Barreiras*. Os lineamentos mais longos estão presentes principalmente no *Complexo Montanha*, parecendo refletir estruturas pré-cambrianas das rochas granitóides gnaisses presentes nessa unidade geológica (SILVA, et al., 1987). Essa direção de lineamentos parece controlar o relevo de serras da unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central* e as serras, colinas altas e baixas dos *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*. Além disso, os lineamentos de direção NE parecem controlar dois importantes estrangulamentos da bacia do Rio São Jose: o estrangulamento presente na porção centro-leste da bacia, com um importante feixe de lineamentos nessa direção sobre rochas graníticas e

gnáissicas do *Complexo Paraíba do Sul* e o estrangulamento presente na porção extremo leste da bacia, próximo ao lago Juparanã, sobre as rochas sedimentares do *Grupo Barreiras*. Além disso, a direção da rede de drenagem desta região segue, na sua maioria, a mesma direção da estrutura das rochas (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987), o que demonstra o forte controle estrutural atuante sobre a rede de drenagem.

Os lineamentos de direção NW, principalmente os maiores, controlam as rochas do embasamento e as rochas sedimentares do *Grupo Barreiras* apresentam orientações NW bem marcadas. Nas rochas granitóides gnaisses e granitos do embasamento há um feixe de lineamentos bem marcados, correspondentes a Faixa Colatina, coincidentes, nesse local, com o estrangulamento da porção noroeste da bacia. Os aspectos retilíneos da rede de drenagem com direções semelhantes aos dos lineamentos da Faixa Colatina demonstram o forte controle estrutural da Faixa Colatina na rede de drenagem local. Nas rochas sedimentares do *Grupo Barreiras* essa direção é a mais bem marcada, com destaque para dois grandes lineamentos correspondentes ao limite do lago Juparanã.

Os pontões, além de controlados por estruturas de direções NW e NNW, correspondentes a Faixa Colatina, apresentam orientações ENE e NE bem marcantes.

Os lineamentos E-W e N-S apresentam uma pequena quantidade e parecem não controlar o relevo e as rochas da bacia.

A roseta apresentada no mapa de lineamentos da rede de drenagem refere-se a uma análise quantitativa dos lineamentos.

### **5.1.3 Mapa de anomalias da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José**

Em análise referente ao mapa de anomalias da rede de drenagem (ANEXO C) foram observadas a presença de cotovelos de drenagem, curvas anômalas, *beheading*, drenagem colinear, possíveis capturas fluviais e bacias assimétricas.

O cotovelo de drenagem é o tipo de anomalia analisada que se apresenta em maior número na área pesquisada. Esta anomalia está presente em toda a porção estudada, sendo que os maiores cotovelos de drenagem estão situados nas principais inflexões do rio São José.

A curva anômala apresenta-se como o segundo tipo de anomalia de maior predominância na área estudada e está presente em toda bacia, sendo que, nas bordas da bacia e nos trechos assimétricos existe um aglomerado de curvas anômalas.

O *beheading* manifesta-se como o terceiro tipo de anomalia de maior predominância na área estudada. Este está presente em quase toda a extensão da área trabalhada, mas os mais expressivos estão situados na mesma região onde está localizada a Faixa Colatina e nas partes estranguladas da bacia.

Drenagens colineares aparecem em pequeno número na área analisada, no entanto, apresentando-se bem distribuída por toda bacia.

Nesta análise encontramos apenas uma possível captura fluvial, que está presente na porção sudoeste da bacia do Rio São José, no limite entre os padrões de drenagem Angular e Subdendrítico com influência de padrão Angular.

Bacias assimétricas foram encontradas em toda bacia, no entanto, foram privilegiadas as bacias assimétricas presentes na Faixa Colatina. Elas apresentam a mesma orientação da Faixa Colatina (NW a NNW), algumas basculadas para NE e outras para NW.

Além disso, o mapa mostra vários trechos retilíneos, tanto do rio São José, quanto de rios na Faixa Colatina e adjacências. Esse aspecto retilíneo é considerado um tipo de anomalia fluvial. Estrangulamentos na bacia e do lago Juparanã também são considerados de anomalias fluviais.

#### **5.1.4 Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio São José**

O mapa hipsométrico (ANEXO D) mostra altitudes da bacia variando de 0 a 942m, sendo que altitudes até 100m correspondem a rochas sedimentares da

*Formação Barreiras* correspondente aos *Tabuleiros Costeiros*, e as altitudes de 100 a 942m correspondem a rochas do embasamento pré-cambriano.

A porção oeste da bacia do Rio São José apresenta as maiores altitudes topográficas de toda a área estudada, de 350 a 942m, sendo que o seu extremo oeste possui as altitudes mais elevadas de toda a bacia (500 a 942m). Esta área está compreendida na unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central*, constituída de relevo montanhoso composto principalmente por rochas graníticas, granitóides gnaisses e gnaisse (SILVA ET AL., 1987).

A área localizada na porção noroeste, entre as atitudes de 350 a 500m, predominantemente, e a área a leste desta, com altitudes entre 250 a 500, correspondente a relevo de pontões, são bastante dissecadas e marcadas por grandes lineamentos, de direções predominantes NW-SE, NNW-ESE e, secundariamente, E-W e NE-SW, coincidentes com vales largos de morfologia plana e com o alinhamento dos pontões. Esses lineamentos de direções NW-SE e NNW-ESE correspondem a Faixa Colatina e parece controlar o relevo. A área mais alta, mais a noroeste está situada na unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central*, composto principalmente por rochas graníticas, granitóides gnaisses e gnaisse, e a área dos pontões na *Depressão Marginal*, constituída litologicamente por granitóides gnaisses, predominantemente, e granitos (SILVA et al., 1987). O limite entre essas duas unidades corresponde ao primeiro estrangulamento da bacia mais próximo a montante.

As porções, central e leste, da bacia do Rio São José apresentam as menores altitudes topográficas de toda bacia, variando em sua maioria de 100 a 250m, com trechos isolados mais altos apresentando altitudes entre 250 a 942m, principalmente nas bordas da bacia, próximo aos divisores, correspondentes a unidade geomorfológica *Patamares Escalonados do Sul Capixaba* representando por extensos planaltos alongados, constituído por rochas graníticas e gnáissicas (SILVA et al., 1987). Trechos isolados mais baixos, com altitudes variando de 20 a 100m, com morfologias de topo tabular correspondem aos *Tabuleiros Costeiros*, constituídos de rochas sedimentares. Nessa unidade é importante destacar a presença do lago Juparanã encaixado sobre os depósitos do *Grupo Barreiras*.

### 5.1.5 Mapa de compartimentação da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio São José segundo influência de mecanismos tectônicos e/ou estrutural.

A partir da correlação das características do tipo de padrão, tipo de anomalia e quantificação, aspecto do relevo e lineamentos da drenagem, obtidos por meio da elaboração dos mapas descritos acima e dos mapas geomorfológicos e litológicos pré-existentes elaboramos um mapa de compartimentos da drenagem segundo maior ou menor influência tectônica e/ou estrutural na rede de drenagem (ANEXO E).

Por meio dos cálculos da área de cada compartimento e do percentual que eles apresentam em relação à área da bacia do rio São José, foi possível observar a extensão da área de influência de cada um dos compartimentos (Tabela 6)

TABELA 6 - CALCULO DA ÁREA E DO PERCENTUAL OCUPADO POR CADA TIPO DE COMPARTIMENTO DA REDE DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ

Compartimentos	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico	667,77	27,74
Colinas Altas e Baixas, com Controle Estrutural Moderado	945,52	39,27
Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico	379,59	15,77
Serras com Forte Controle Estrutural	414,68	17,22

Nota: Organizado pela autora

#### Compartimento de Serras com Forte Controle Estrutural

O Compartimento de Serras com Forte Controle Estrutural apresenta as maiores altitudes topográficas de todos compartimentos e relevo típico da unidade geomorfológica *Bloco Montanhoso Central*, no qual é constituído por núcleos plutônicos formados por diferenciações morfológicas, causadas tanto por processos externos, onde houve a retomada erosiva, devido ao abaixamento dos níveis de base da drenagem, em conseqüência de oscilações climáticas, quanto por processos internos, desencadeados por movimentações crustais (MENDES; DANTAS; BEZERRA, 1987).

Os padrões de drenagem existente neste compartimento são: Dendrítico, no qual predomina na área, Subdendrítico com influência de padrão Angular, Subdendrítico com influência de padrão Treliça, e o padrão Angular.



Os padrões Subdendrítico com influência de padrão Angular e Subdendrítico com influência de padrão Treliça e o padrão Angular, são padrões formados por mecanismos tectônicos de rearranjo da rede de drenagem. Assim, estes padrões são marcados por anomalias, sendo que, na área em estudo destacam-se os cotovelos de drenagem, as curvas anômalas, os *beheadings*, as drenagens colineares e as bacias assimétricas. Estas anomalias são características principalmente de processos internos, desencadeados por movimentações crustais.

Neste compartimento o padrão Dendrítico possui algumas anomalias como cursos d'água retilíneos, cotovelos de drenagem; curvas anômalas; *beheadings* e drenagens colineares, além de algumas bacias assimétricas. Estas anomalias indicam que este padrão de drenagem no qual tem características normalmente homogêneas sofreu modificações que têm sua formação associada tanto à diferenciação litológica quanto a mecanismos tectônicos.

Neste compartimento, ainda foi encontrada uma possível captura fluvial, na qual é formada quando um rio erode mais agressivamente que outro devido a processos litológicos e/ou a processos tectônicos. Deste modo, seria necessário realizar levantamento de campo para observar por qual dos dois motivos se desenvolveu tal captura na região. No entanto, por meio do mapa de lineamento da rede de drenagem pode-se observar a possível ligação de tal captura a lineamento.

Este compartimento apresenta principalmente os lineamentos estruturais de direções NE e NW, nas quais se inter cruzam, sendo assim, a rede de drenagem apresentam-se de SW para NE e de NW para SE.

Mendes, Dantas e Bezerra (1987), observaram neste compartimento que a estrutura reflete-se através de segmentos de canais retilíneos marcados por angulosidades, sulcos estruturais profundos, escarpas, cristas e pontões, orientados preferencialmente nas direções NE e NW e de conformidade com fraturas e falhas inter cruzadas com as massas intrusivas.

#### Compartimento da Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico

Este compartimento apresenta altitudes intermediárias, se comparada com os outros compartimentos. A rede de drenagem apresenta-se fortemente influenciada pelo

controle estrutural exercido pela Faixa Colatina. Este controle é evidenciado pela orientação NW a NNW da rede de drenagem, coincidente com a direção daquela feição geotectônica. Assim, pode-se concluir que, o forte controle estrutural é condicionado pela Faixa Colatina no local.

Em estudos realizados na porção norte do estado do Espírito Santo Mello, Rodrigues e Hatushika (2005a), Rodrigues (2005), Miranda (2007) e Bricalli e Mello (2009) identificaram os lineamentos de direção NW-SE nos quais os definiram como sendo resultantes das reativações neotectônicas, onde estes lineamentos parecem controlar as principais mudanças na orientação da rede de drenagem da área em estudo.

As interferências das atividades tectônicas no controle estrutural são refletidas ainda pelo seu padrão de drenagem Retangular, típico de controle tectônico, e também pelo fato das direções dos rios principais desse padrão serem coincidentes com as direções da Faixa Colatina.

Neste compartimento estão presentes as anomalias de drenagem de maior expressão da área em estudo, como vários cursos d'água com ângulos de aproximadamente 90° (cotovelos de drenagem), com destaque para grandes cotovelos no rio principal – São José –, rios com cursos d'água retilíneos, bacias assimétricas, e ainda grandes *beheading*, com gênese relacionada a falhamento.

Este compartimento está situado na unidade geomorfológica *Depressão Marginal*, na qual apresenta, como uma de suas características a irregularidade na rede de drenagem, marcadas por reentrâncias, em decorrência de sua própria evolução geomorfológica comandada pela dissecação fluvial remontante.

As estruturas rúpteis presentes aqui podem controlar o processo de migrações de hidrocarbonetos e água subterrânea e o posicionamento de suas acumulações (NOVAIS et al., 2004), deste modo, é importante que sejam realizadas pesquisas mais específicas nesta área, tendo em vista que a exploração de petróleo, gás e água subterrânea são importantes para a economia do estado do Espírito Santo.

### Compartimento de Colinas Altas e Baixas, com Controle Estrutural Moderado

Este compartimento juntamente com o compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico apresentam as menores altitudes do relevo.

Este compartimento é constituído apenas pelo padrão de drenagem Dendrítico, no qual é caracterizado por não apresentar controle tectônico ou estrutural significativo (ZERNITZ, 1932), no entanto nesta região este padrão apresenta algumas anomalias que interferem em suas características, como cursos d'água retilíneos, cotovelos de drenagem; curvas anômalas; *beheadings* e drenagens colineares, sendo que, as curvas anômalas aparecem em maior destaque neste compartimento. Assim, é possível que tenha havido pequenas alterações, por meio de controle tectônico ou estrutural, nesse padrão dendrítico, mas que não tenham sido significativas para transformar esse padrão em outro tipo. Neste compartimento as anomalias apresentam menor expressão em relação ao padrão dendrítico do compartimento de Serras com Forte Controle Estrutural, e também se comparado com todo o restante da área estudada.

Na parte central deste compartimento existe um aglomerado de curvas anômalas, nas quais apresentam-se alinhadas. O aglomerado de curvas anômalas presentes aqui pode ter sua origem relacionada aos principais lineamentos presentes nesta região.

A porção noroeste deste compartimento é constituída pela unidade geomorfológica *Depressão Marginal*, onde existe uma transição entre os padrões Retangular e Dendrítico. Esta porção possui um número considerável de bacias assimétricas, apresenta pontões rochosos e lineamentos pertencentes à Faixa Colatina. As características desta região, noroeste, refletem o forte controle estrutural exercido pela reativação da Faixa Colatina.

A maior parte deste compartimento, principalmente em sua porção central, é composta pela unidade geomorfológica *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*, que apresenta morfologia de aspecto preferencialmente homogêneo, segundo Mendes, Dantas e Bezerra (1987), na qual possibilita a formação do padrão de drenagem Dendrítico, no qual tem sua morfologia influenciada principalmente por fatores externos.

As direções da rede de drenagem predominante são NE e NW. A direção NE relaciona-se com a unidade geológica *Complexo Paraíba do Sul*, no qual apresenta

litologia que se caracteriza por possuir esta direção predominantemente. Assim, a direção da rede de drenagem desta região segue na sua maioria, a mesma direção da estrutura das rochas, o que demonstra o forte controle estrutural atuante sobre a rede de drenagem.

Neste estudo pode-se perceber que a porção noroeste do compartimento apresenta fortes interferências do controle estrutural no relevo, por meio das reativações tectônicas ocorridas na Faixa Colatina, já o restante do compartimento possui um relevo mais suave, com rede de drenagem com morfologia comandada principalmente pelas interferências climáticas e com menor influência tectônica.

#### Compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico

Este compartimento juntamente com o Compartimento de Colinas Altas e Baixas, com Controle Estrutural Moderado apresenta as menores altitudes do relevo.

É constituído principalmente pelo padrão de drenagem Subdendrítico, e também pelo padrão Subdendrítico com influência de padrão Retangular, no qual está localizado em duas pequenas porções neste compartimento, uma na parte noroeste e outra na parte sudoeste; pelo padrão Retangular com drenagem de grande comprimento que está situado em uma pequena região da parte noroeste, e ainda é composto pelo padrão Dendrítico, localizados em uma pequena porção a noroeste deste compartimento.

O padrão Subdendrítico é caracterizado por Howard (1967) como sendo derivado do padrão Dendrítico, com controle estrutural ou tectônico pouco significante, no entanto, nesta área podemos observar o forte controle estruturas existente no contorno do lago Juparanã, pelos lineamentos de direção NW-SE, sendo assim, pode ser que tenha havido interferência de controle estrutural ou tectônico neste padrão, no qual promoveu algumas alterações, no entanto, não foram tão significativas a ponto de modificar o tipo de padrão existente no local. Ainda, existe o padrão Subdendrítico com influência de padrão Retangular e o padrão Retangular com drenagem de grande comprimento, que apresentam forte controle tectônico (HOWARD, 1967; ZERNITZ, 1932; GAGNON, 1974, apud BEZERRA, 2003).

Este compartimento não possui muitas anomalias, no entanto, apresenta todos os tipos de anomalias analisadas neste trabalho, menos as possíveis capturas fluviais, sendo que, existem, nesta região, principalmente cotovelos de drenagem, curvas anômalas e *beheadings*. Estas anomalias encontram-se espalhadas por todo o compartimento, sendo que, existe uma maior concentração na porção noroeste. O fato de não haver muitas anomalias pode está ligado ao tipo de padrão predominante nesta área o Subdendrítico, no qual caracteriza-se por apresentar poucas interferências do controle estrutural.

A presença do lago barrado Juparanã é um tipo de anomalia de drenagem, pois juntamente com outros lagos adjacentes, e também barrados, no entanto fora da bacia do rio São José, têm sua gênese relacionada à movimentação tectônica com controle -- - responsável pela barragem (HATUSHIKA, 2005) e lineamento na direção coincidente com a direção do lago (MELLO; RODRIGUES; HATUSHIKA 2005a).

Este compartimento apresenta em sua porção oeste a unidade geomorfológica *Patamares Escalonados do Sul Capixaba*, constituída por rochas cristalinas do pré-cambriano. Já a porção leste deste compartimento apresenta a pela unidade geomorfológica *Tabuleiros Costeiros*, constituída de rochas sedimentares, no qual está presente o lago Juparanã encaixado sobre os depósitos do *Grupo Barreiras*.

Este compartimento é constituído principalmente por lineamentos de direção NW-SE, sendo que, observamos que o lago Juparanã, localizado na porção extremo-leste, apresenta-se orientado no sentido NW-SE e encaixado nos depósitos sedimentares do *Grupo Barreiras*, próximo ao contato com o embasamento cristalino do pré-cambriano. Deste modo, como já mencionado por Mello, Rodrigues e Hatushika (2005a) e Hatushika (2005) é possível que exista atuação de lineamentos, de direção NW, controlando o contorno do lago Juparanã e a rede de drenagem da região. Identificamos, ainda neste compartimento, o estrangulamento da drenagem em direção ao lago Juparanã.

As características fisiográficas de cada compartimento foram organizadas (TABELA 7) e adjacentes ao mapa de compartimentação da rede de drenagem auxiliaram para a compreensão do tipo de mecanismo que influencia ( tectônicos e/ou estrutural) no relevo.

TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DOS COMPARTIMENTOS

(continua)

COMPARTIMENTOS	Geologia	Geomorfologia	Padrão de Drenagem (predomínio)	Anomalia	Altitudes predominantes em metros (Hipsometria)	Direção predominante da rede de drenagem
<b>Serras com Forte Controle Estrutural</b>	<i>Complexo Montanha (predominantemente) ; Complexo Paraíba do Sul; Suíte Intrusiva Aimorés e Complexo Medina.</i>	<i>Bloco Montanhoso Central</i>	Dendrítico, Subdendrítico com influência de Padrão Angular e Subdendrítico com influência de Padrão Treliça Contorcida, Angular.	cotovelo de drenagem ; curva anômala; <i>beheading</i> e captura.	150 a 942	NE – SW NW - SE
	Composto, predominantemente, por rochas granitóides gnaisses à biotita, granada e sillimanita.	O relevo possui altitudes elevadas, e a rede de drenagem apresenta-se bastante dissecada.				
<b>Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico</b>	<i>Complexo Montanha (predominantemente) e Suíte Intrusiva Aimorés.</i>	<i>Bloco Montanhoso Central e Depressão Marginal</i>	Retangular de pequeno comprimento e Retangular com grande comprimento	cotovelo de drenagem ; curva anômala e <i>beheading</i> .	150 a 700	NW - SE NNW- SSE
	Composto, predominantemente, por rochas granitóides gnaisses à biotita, granada e sillimanita.	O relevo apresenta principalmente drenagem com configurações irregulares, marcadas por reentrâncias.				

TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DOS COMPARTIMENTOS

(continuação)

COMPARTIMENTOS	Geologia	Geomorfologia	Padrão de Drenagem (predomínio)	Anomalia	Altitudes predominantes em metros (Hipsometria)	Direção predominante da rede de drenagem
<b>Colinas Altas e Baixas, com Controle Estrutural Moderado</b>	<i>Complexo Paraíba do Sul (predominantemente) Complexo Montanha; Suíte Intrusiva Aimorés; Complexo Medina e Grupo Barreiras</i>	<i>Patamares Escalonados do Sul Capixaba (predominantemente); Depressão Marginal e Tabuleiros Costeiros</i>	Dendrítico (predominantemente); Retangular com drenagem de grande comprimento e Subdendrítico com influência de padrão Retangular.	cotovelo de drenagem ; curva anômala; <i>beheading</i> e drenagem colinear.	20 a 500	NE - SW NW - SE
	Composto predominantemente por rochas graníticas e gnáissicas	Relevo fortemente dissecado, com níveis altimétricos relacionados com as fases de dissecação comandadas pelos rios.				

TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DOS COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	Geologia	Geomorfologia	Padrão de Drenagem (predomínio)	Anomalia	Altitudes predominantes em metros (Hipsometria)	(conclusão) Direção predominante da rede de drenagem
Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico	<i>Grupo Barreiras e Complexo Paraíba do Sul</i>	<i>Patamares Escalonados do Sul Capixaba e Tabuleiros Costeiros</i> (predominante mente)	Subdendrítico (predominante mente); Subdendrítico com influência de padrão Retangular e, Dendrítico	cotovelo de drenagem ; curva anômala; <i>beheading</i> e drenagem colinear.	350 a 10	NE - SW NW - SE
	Composto predominantemente por rochas sedimentares	Relevo formado principalmente por topos tabular				
		Relevo formado principalmente por topos tabular				

Nota: Elaborada pela autora.



## 5.2 CALCULO DE ASSIMETRIA DE BACIA HIDROGRÁFICA

O rio principal de uma bacia está localizado normalmente no meio da bacia, entre os divisores d'água. No entanto, observamos que na bacia estudada, seu rio principal – rio São José – apresenta um deslocamento em relação ao eixo central da bacia, assim, foram efetuados cálculos para observar o grau de assimetria de bacia. Para isso foi escolhido um ponto em cada um dos compartimentos referentes ao grau de organização da rede de drenagem e sua influência tectônica (Figura 20).

O calculo de assimetria de bacia de drenagem foi efetuado por meio da fórmula  $T = D_a/D_d$ , desenvolvida por Cox, Van Arsdale e Harris, (2001), que relaciona a assimetria de bacias de drenagem a basculamentos de blocos tectônicos.

Nos cálculos de assimetria de bacia efetuados na área em estudo foram encontrados os seguintes valores:

- a) Compartimento de Serras com Forte Controle Estrutural:  $D_a = 5,4\text{cm}$  e  $D_d = 6,5\text{cm}$ , assim o valor de T é aproximadamente 0,8cm;
- b) Compartimento da Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico:  $D_a = 4,6\text{cm}$  e  $D_d = 5,3\text{cm}$ , assim o valor de T é aproximadamente 0,87cm;
- c) Compartimento de colinas altas e baixas, com controle estrutural moderado:  $D_a = 6,6\text{cm}$  e  $D_d = 12,9\text{cm}$ , assim o valor de T é aproximadamente 0,51cm;
- d) Compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico:  $D_a = 4,0\text{cm}$  e  $D_d = 4,47\text{cm}$ , assim o valor de T é aproximadamente 0,84cm.

Considerando que quanto mais próximo de 1 (um) o valor da razão maior será a influência tectônica na bacia de drenagem (COX; VAN ARSDALE; HARRIS, 2001), é possível concluir que nas porções oeste e leste, e principalmente na porção noroeste, onde está situada a Faixa Colatina ocorreu um grande deslocamento lateral, perpendicular ao segmento do rio principal, relacionado a mecanismos tectônicos, sendo que, este deslocamento também ocorreu na porção central, no entanto, não foi tão intenso quanto nas outras três regiões.

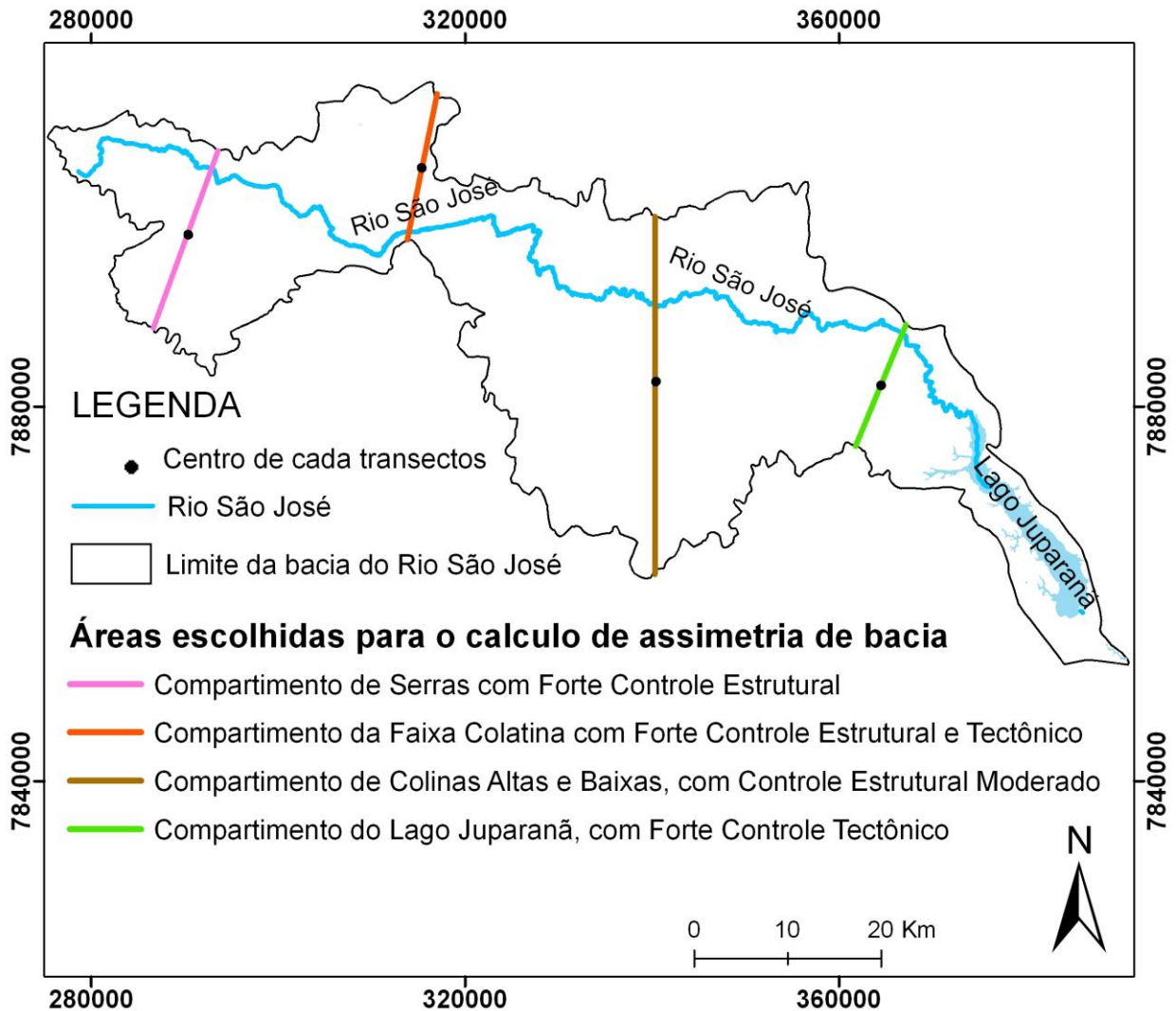


Figura 20 - Mapa com a localização dos transectos, representados por meio de linhas coloridas no mapa, onde foram efetuados os cálculos de assimetria de Bacia, na bacia do rio São José.

Base Cartográfica Digital: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002) / Sistema de Coordenadas Geográficas: Datum SAD – 69 – Fuso 24k / Sistema de Projeção Cartográfica: UTM (“Universal Transverse Mercator”) / Produzido em *Software ArcGis 9.1* – Departamento de Geografia – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Organização: Francielle Avancini Fornaciari e Wanildo Menezes D’Alva Pires dos Santos

O transecto onde foi calculada a assimetria de bacia na porção noroeste, na região da Faixa Colatina, coincide com uma área onde ocorreu um grande estrangulamento da bacia. Nesta área existe, como já mencionado, uma forte assimetria da bacia. Assim, o estrangulamento e a assimetria da bacia, que são indícios de controle tectônico, podem ter sido desenvolvidos devido à reativação da Faixa Colatina, na qual apresenta-se com bastante expressividade presente nesta área.

O transecto onde foi calculada a assimetria de bacia na porção leste corresponde a uma área onde também houve o estrangulamento da bacia, no entanto, em menor proporção se comparado à região da Faixa Colatina. Nesta área o estrangulamento está próximo ao lago Juparanã, que encontra-se encaixado sobre as rochas sedimentares do *Grupo Barreiras*.

## 6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Diante dos resultados obtidos, percebe-se que a bacia do Rio São José parece ter sido controlada pelas estruturas presentes na rocha e pela tectônica recente.

Esse fato é observado, logo em princípio, pelas destacáveis inflexões abruptas do próprio rio São José, que apresenta-se com cotovelos bem marcados, parecendo ser controlado por falhas normais e estruturas em dominó ao longo do rio.

A Faixa Colatina parece controlar o feixe de lineamentos NW a NNW da drenagem, bem marcados nessa direção, assim como exerce controle no padrão de drenagem retangular, com os rios principais nessa direção e coincidentes com o estrangulamento principal da bacia. Além disso, as anomalias mais bem marcadas do tipo *beheading* e bacias assimétricas expressivas estão localizadas no feixe de lineamentos da Faixa Colatina.

As assimetrias de bacia encontradas em toda bacia, mas demarcadas somente na porção da Faixa Colatina são indicativas de existência de basculamento de blocos na área, influenciando na rede de drenagem. Além disso, a própria bacia do rio São José é um indicativo de controle tectônico, pois é assimétrica em vários trechos e estrangulada próxima a assimetrias mais marcantes.

Dados estruturais de trabalhos anteriores realizados na área, sobre dados de falhas afetando os depósitos cenozóicos, permitiram determinarem dois eventos distintos de reativação cenozóica na bacia: um evento de transcorrência dextral E-W; e outro evento de caráter extensional NW-SE.

O evento de transcorrência dextral E-W parece ser responsável pelas direções NW a NNW da drenagem da bacia, refletindo as falhas nessa direção desse tipo de transcorrência. O evento de distensão NW-SE parece ser responsável pelas mudanças de direções do rio São José de E-W para NW-SE.

Ao final do trabalho, a bacia foi compartimentada em 4 (quatro) grandes compartimentos tectônicos, através da correlação dos mapas geológicos e geomorfológicos pré-existentes, mapas de lineamentos da rede de drenagem, anomalias da rede de drenagem, padrão da rede de drenagem, e mapa hipsométrico.

O Compartimento de Serras com Forte Controle Estrutural, localizado na porção oeste da área estudada, apresenta fortes interferências de fatores associados à diferenciação litológica e estrutural. O Compartimento da Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico, localizado na parte noroeste da área estudada possui interferências principalmente dos processos associados a fatores estruturais e tectônicos bem marcados pela Faixa Colatina e padrão Retangular (indicativo de interferência tectônica). O Compartimento de Colinas Altas e Baixas, com Controle Estrutural Moderado, localizado na parte central-leste da área estudada parece ter uma menor influência de fatores tectônicos-estruturais que os outros compartimentos e o Compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico, localizado na parte extremo-leste da bacia do Rio São José, apresenta fortes interferências de mecanismos tectônicos, principalmente pela presença do lago Juparanã com gênese e barragem ligada à movimentação tectônica, como indicado em trabalhos anteriores na área. Em cada um desses compartimentos o rio principal, São José, apresenta comportamento diferenciado, em relação ao seu posicionamento assimétrico, correlacionado a margem da bacia.

O Compartimento da Faixa Colatina com Forte Controle Estrutural e Tectônico e o Compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico, são os compartimentos que apresentam maior controle tectônico. O primeiro apresenta compatibilidade de direções da Faixa Colatina com os lineamentos da drenagem, pela presença de padrão Retangular, representativo de forte controle tectônico, estrangulamento e assimetria de drenagem; e anomalias de drenagem mais representativas da área, além de uma forte concentração dessas. Por esta Faixa ser uma zona favorável a processos de reativações tectônicas (NOVAIS, et al., 2005; MELLO; RODRIGUES; HATUSHIKA, 2005) acredita-se que ocorreu movimentação tectônica que culminou no estrangulamento e posterior assimetria da bacia, e reorganização da drenagem, já que esses indícios morfológicos sugerem movimentações tectônicas controlando a rede de drenagem (SCHUMM; DUMONT; JOHON, 2002; COX, 1994).

O Compartimento do Lago Juparanã, com Forte Controle Tectônico apresenta a presença de um lago de com gênese relacionada à tectônica, como já descrito em

trabalho anterior (HATUSHIKA, 2005), corroborados com dados de falhas/estrias medidas em campo, além de apresentar um forte estrangulamento da drenagem e um cotovelo bem marcado para NW-SE.

## 7 CONCLUSÃO

Como já abordado, sabemos que até bem pouco tempo acreditava-se que o relevo brasileiro sofria apenas mudanças por meio dos fatores exógenos, assim abordar um tema novo, relacionado a transformação do relevo por fatores endógenos foi um grande e interessante desafio, no entanto, ao mesmo tempo árduo, pois durante a elaboração deste estudo nos deparamos com a dificuldade para encontrar bibliografias referente a este tema, já que o mesmo ainda não é muito explorado, principalmente no estado do Espírito Santo.

Este trabalho nos possibilitou levantar a hipóteses de que a bacia do Rio São José parece ter sido controlada pelas estruturas presentes nas rochas e pela tectônica recente, no entanto, se faz necessário que sejam efetuados estudos mais aprofundados, com trabalhos de campo, para comprovar tal hipótese, sendo assim, pretendemos, no futuro próximo, dar continuidade a esta pesquisa.

Por meio deste trabalho pudemos reafirmar a propostas de outros autores, como Mello e Ferrari (2003), sobre o fato da rede de drenagem ser um eficiente instrumento de investigação para os estudos tectônicos, por refletir mesmo os movimentos de pequena amplitude. Assim, o estudo da rede de drenagem servirá como guia para apontar áreas relevantes para os futuros trabalhos de campo.

Ainda com esta pesquisa pudemos observar que a Faixa Colatina apresenta um possível controle sob a rede de drenagem da bacia do Rio São José, no qual pode ser evidenciado pelos ângulos retos, canais retilíneos e por meio do padrão de drenagem Retangular. Estudos em estruturas rúpteis como esta são importantes para o meio econômico, pois como já abordado por Novais e outros (2004) estas estruturas são regiões favoráveis para as migrações de hidrocarbonetos e água subterrânea.

Esta pesquisa serviu como uma ferramenta para colocar em prática os ensinamentos adquiridos durante todo o curso e para solucionar alguns questionamentos. No entanto, como passei a observar o espaço com outros olhos, atentos, analisadores, questionadores, hoje existem ainda mais dúvidas para serem solucionadas, por isso este trabalho é apenas o início.

## 8 REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. Megageomorfologia do Território Brasileiro - In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, cap. 2, p. 71-106, 1998.
- ALBALOS SÍSMICOS NA REGIÃO SUDESTES. Disponível em : <<http://www.folhaonline.com>>. Folha On Line, Vitória. Acesso em: 22 maio 2008.
- Almeida, F. F. M. **Geologia do Continente Sul Americano**: evolução da obra de Fernando Marques de Almeida. São Paulo, 647p, 2004. Organizadores: Virginia Mantesso-Neto, Andre Bartoreli, Celso Dal Ré Carneiro, Benjamin Bley de Brito-Neves.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1983.
- BISHOP, P. **Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion**. Progress in Physical Geography ,19 (4):449-473, 1995.
- BRICALLI L. L.; MELLO C. L. **Controle neotectônico na rede de drenagem da bacia do rio Barra Seca: porção emersa da bacia do Espírito Santo** . In: XII SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, Ouro Preto, 2009.
- BRICALLI, L. L. **Evolução de uma depressão em embasamento cristalino e sua relação com os aspectos geológico-geomorfológicos regionais (Serra-ES)**. 2006.142p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2006.
- COSTA, R. B. **Espírito Santo**: aspectos físicos. Vitória: Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo – Coleção Cadernos de Historia, 2001.
- COX, R. T. **Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify áreas of possible Quaternary tilt block tectonics: as example from the Mississippi Embayment**. In: GEOLOGICAL SOCIETY OF AMÉRICA BULLELIN, 106: 571-581, University of Missouri, Columbia, 1994.
- COX, R. T., Van Arsdale, R. B., Harris, J. B. **Identification of possible Quaternary deformation in the northeastern Mississippi Embayment using quantitative geomorphic analysis of drainage-basin asymmetry**. In: Geological Society of America Bulletin, v. 113, n. 5, p. 615-624, 2001.
- FILHO, J. **Vegetação**. - In: Levantamento de Recursos Naturais, Folha SE 24. v. 34, ed.: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1987.



FORNACIARI, F. A.; BRICALLI, L. L. **Influência da Faixa Colatina na morfologia da rede de drenagem e no relevo da porção oeste da bacia do Rio São José (ES)**. - In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2009, Viçosa. Trabalho completo.

HATUSHIKA, R. S.; MELLO, C. L.; SILVA, C. G. **Evidências de atuação neotectônica na formação do lago Juparanã-Linhares (ES)**. - In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 10., 2005, Guarapari. Resumos expandidos, CD-ROM.

HATUSHIKA, R. S.; SILVA, C. G.; MELLO, C. L. **Sismoestratigrafia de alta resolução no lago Juparanã, Linhares (ES – Brasil) como base para estudos sobre a sedimentação e tectônica quaternária**. - In: REVISTA BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, v. 25, n.4, 2007.

HEILBRON, M.; PEDROSA SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M. C.; SILVA, L. C.; TROW, R. A. J.; VALDECIR, J. A. **Província Mantiqueira**. - In: MANTESSO-NETO et al. (Eds.). **Geologia do Continente Sul-Americano**. São Paulo: Beca, p. 204-234, 2004.

HIRUMA, S. T; RICCOMINI; C.; MODENISI-GAULTIERI, M. C. **Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão, SP**. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v.31, n. 3, p. 375-384, 2001.

HOLBROOK, J.; SCHUMM, S. A. **Geomorphic and sedimentary response of rivers to tectonic deformation: a brief review and critique of a tool for recognizing, subtle apeirogenic deformation in modern and ancient settings**. *Tectonophysics*, 305, 287-306, 1999.

HOWARD, A. D. **Drainage analysis in geologic interpretation: a summation**. In: AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGIE BULLETIM, 51(11) : 2246-2259, 1967.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base Cartográfica Digital**. Rio de Janeiro, 2002.

LIMA, M. I. C. **Análise de Drenagem e seu Significado Geológico - Geomorfológico**. Belém, 2002. CD-ROM.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M. **Geologia do quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo**. Belo Horizonte, CPRM. 112, mapas. 1997.

MELLO, C. L.; FERRARI, A. L. **Neotectônica**. - In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Apostila do curso de Neotectônica. v. 9, p. 35, 2003.

MELLO, C. L.; RODRIGUES, H. B.; HATUSHIKA, R. S. **Reativações tectônicas cenozóicas na Faixa de Lineamentos Colatina (ES)**. - In: CONGRESSO DO SNET, 9., 2005b, Curitiba, PR. Resumos Expandidos.

MELLO, C. L.; RODRIGUES, H. B.; HATUSHIKA, R. S. **Tectônica quaternária e anomalias de drenagem na região centro-norte do Espírito Santo**. - In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., 2005a, Guarapari. Resumo expandido, CD-ROM.

MENDES, I. A.; DANTAS, M.; BEZERRA, L. M. M. **Geomorfologia**. - In: Levantamento de Recursos Naturais, Folha SE 24. v. 34, ed.: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1987.

MIRANDA, D. J. MELLO, C. L.; BITTENCOURT, B. R.; BRICALLI, L. L.; GARCINDO, L. B.; RIBEIRO, C. S. **Deformação neotectônica na região centro-norte do Espírito Santo e sua influência na organização da rede de drenagem**. - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008, Curitiba. Resumo expandido, CD ROM. Paraná.

MIRANDA, Diogo Justa. **Análise de Estruturas Rúpteis Associadas a Deformações Neotectônicas na Região Centro-Norte do Estado do Espírito Santo**. 2007. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MODENESI-GAUTTIERI, M. C; HIRUMA, S. T; RICCOMINI, C. **Morphotectonics of a high plateau on the northwestern flank of the Continental Rift of southeastern Brazil**. *Geomorphology* 43: 257-271, 2002.

MOREIRA, A. A. N. **Relevo da Região Sudeste**. - In: Geografia do Brasil, v. 5, ed.: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria Técnica, Rio de Janeiro, 1977.

NOGUEIRA, F. C. C.; BEZERRA F. H. R. ; CASTRO, D. L. **Deformação Rúptil da Formação Barreiras na Porção Leste da Bacia Potiguar RN**. *Geologia USP. Publicação especial*, 2006.

NOVAIS, L. C. C. Teixeira, L.B; Neves, M. T; Rodarte, J.B.M; Almeida, J. C. H; Valeriano, C. M. **Novas ocorrências de diques de diabásio na faixa Colatina - ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo**. - In: B. GEOCI. PETROBRÁS, 12, 2004, Rio de Janeiro.

NOVAIS, Luiz Carlos Chaves. **Lineamentos Transversais nas Porções Centro e Norte da Bacia do Espírito Santo e na Faixa Proterozóica Adjacente: Influência na Sedimentação e na Compartimentação Estrutural**, Rio de Janeiro, 2005. [s.n.]. Dissertação (Mestrado em Análise de Bacias e Faixas Móveis) – Departamento de Geologia Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PESS, F.; SEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. 4 ed. Porto alegre: Bookman, 2006.

PHOENIX – Fundação Paleontológica Phoenix. Bacias sedimentares brasileiras. V. 6, p. 69, 2004.

RICCOMINI, C. **O Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 1989. 256 p. Tese - Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo, 1989.

RODRIGUES, Helen Belfort. **Aspectos Geomorfológicos e Reativação Tectônica Cenozóica na Faixa de Lineamentos Colatina (Espírito Santo)**, Rio de Janeiro, 2005. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SALVADOR, E. D.; RICCOMINI, C. Neotectônica da Região do Alto Estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 3, p.151-164, 1995.

SANTOS, J. H. G., VIEIRA, E. I. SILVA, B. S., **Pedologia**. - In: Levantamento de Recursos Naturais, Folha SE 24. v. 34, ed.: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1987.

SCHUMM, S. A. **Alluvial river response to active tectonics**. Wallace R.E. Active Tectonics, National Academy Press, p. 80-94, 1986

SCHUM, S. A.; DUMONT, J. F.; HOLBROOK. **Active Tectonics and Alluvial Rivers**. Nova York: Cambridge University Press, p. 275, 2002.

SILVA, J. M. R.; LIMA, M. I. C.; VERONESE, V. F.; RIBEIRO, R. N. J.; ROCHA, R. M.; SIGA, O. J. **Geologia**. - In: Levantamento de Recursos Naturais, Folha SE 24. v. 34, ed.: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1987.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**. New York: John Wiley e Sons, p. 537, 1991.

# **ANEXOS**