

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

IVAN CLAUDIO GUEDES

**ANÁLISE MORFOTECTÔNICA DO PLANALTO OCIDENTAL
PAULISTA, AO SUL DO RIO TIETÊ:** indicadores de deformações
neotectônicas na fisiografia da paisagem.

Rio Claro - SP
2014
(Volume 1)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

IVAN CLAUDIO GUEDES

**ANÁLISE MORFOTECTÔNICA DO PLANALTO OCIDENTAL
PAULISTA, AO SUL DO RIO TIETÊ:** indicadores de deformações
neotectônicas na fisiografia da paisagem.

Tese de Doutorado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor em
Geologia Regional.

Orientador: Prof. Dr. Norberto Morales
Co-orientador: Prof. Dr. Mario Lincoln De Carlos Etchebehere

Rio Claro – SP
2014

551.8 Guedes, Ivan Claudio
 G924a Análise morfotectônica do Planalto Ocidental Paulista, ao sul do Rio Tietê: indicadores de deformações neotectônicas na fisiografia da paisagem / Ivan Claudio Guedes. - Rio Claro, 2014
 2 v. : il., figs., gráfs., quadros, fots., mapas

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
 Orientador: Norberto Morales
 Coorientador: Mario Lincoln De Carlos Etchebehere

 1. Geologia estrutural. 2. Flúviomorfometria. 3. Neotectônica. 4. Perfil longitudinal de drenagem. 5. Relação Declividade Extensão. 6. Morfogênese. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
 Campus de Rio Claro/SP

Comissão Examinadora

Prof. Dr. NORBERTO MORALES – Orientador

IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. ANTONIO ROBERTO SAAD

Universidade Guarulhos/Guarulhos (SP)

Prof. Dr. ARCHIMEDES PEREZ FILHO

IG/UNICAMP/Campinas (SP)

Profa. Dra. CENIRA MARIA LUPINACCI DA CUNHA

IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. CLAUZIONOR LIMA DA SILVA

ICE/UFAM/Manaus (AM)

IVAN CLAUDIO GUEDES

ALUNO

Rio Claro, SP 27 de Março de 2014.

Resultado: Aprovado

Àqueles que me acompanharam nos
melhores e piores momentos, dedico este trabalho.
Gabriel, Enzo e Sayara, este trabalho é para vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e não poderia ser diferente, à Deus pelas provas postas a minha frente, que muito contribuíram com a minha evolução.

Agradeço à minha família pelo constante incentivo aos meus estudos, sobretudo ao meu pai Vitor Guedes e à minha mãe Thereza Rodrigues Guedes (*in memoriam*) pela educação que me fora dada.

Agradeço ao Prof. Dr. Norberto Morales pelo caloroso acolhimento nesta instituição e pela orientação, bem como ao Prof. Dr. Mario Lincoln De Carlos Etchebere que me conduziu desde os primeiros passos na graduação, até literalmente ao doutorado. Ao Prof. Dr. Antonio Roberto Saad, que também me acompanhou desde a graduação, pelo grande incentivo aos meus estudos e pelas valiosas contribuições com este trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Sensoriamento Remoto da Universidade Guarulhos, Prof. Dr. Antonio Manoel dos Santos, Prof. Dr. Marcio Roberto Magalhães de Andrade ao meu irmão de graduação Prof. Ms. William de Queiroz e à grande amiga Profa. Ms. Sandra Emi Sato, pelos auxílios prestados e pelo incentivo dado a este trabalho. Ao laboratório de Geociências, sobretudo ao Biólogo Ms. Fabio Casado, pela inestimável ajuda, auxílio e conselhos que muito contribuíram para este trabalho.

Ao Instituto Geológico de São Paulo, nas pessoas do Geól. Dr. Antonio Luiz Teixeira, da bibliotecária Arlete Alves Ferreira e da Sra. Maria Helena Silva de Jesus, do núcleo de publicações e divulgação, pela disponibilização de materiais para os estudos empregados.

Aos amigos Luiz Fernando dos Santos e Daniela Rocha Porto pelos esclarecimentos sobre seus trabalhos empreendidos no Pontal do Paranapanema e no Rio Aguapeí.

Aos alunos do ensino médio que compõem a equipe de estudos de Neotectônica (PIBIC-EM – UnG-CNPq) da E.E. Bom Pastor II (Caique da Silva Rocha [*in memoriam*], Alan de Carlos Lira Lemes, Ana Caroline da Silva Santos, Ranniry Marcelo Santos Macedo e Luiz Gustavo da Silva) e àqueles que tornaram esse projeto possível: Prof. Dr. Mario L. C. Etchebere, Regiane Souza, Profa. Ms. Rosana Cintia de Moraes e Profa. Dilma Feliciano da Silva.

Aos amigos da E.E. Bom Pastor II, pelo constante incentivo e pelas palavras de apoio, bem como aos amigos, alunos, professores e companheiros da administração que me acompanharam durante todo este tempo. Às amigas Profa. Ms. Leide de Andrade Victorino, minha eterna professora, que me deu o prazer de trabalhar ao seu lado no curso de Pedagogia e Profa. Ms. Tatiana de Jesus Pitta por todo o tempo que passamos discutindo e projetando nossos sonhos.

Não poderia deixar de agradecer aos amigos e companheiros da pós-graduação Valdecir Galvão e Daniel Nery dos Santos pelas longas discussões, elaboração de projetos e companheirismo durante nossos estudos para obtenção dos créditos. Também não poderia deixar de agradecer ao Sr. Nelson Zumpano pelo caloroso acolhimento em seu lar enquanto estávamos cursando os créditos.

Ao meu filho Gabriel Salviano de Moraes que com muita paciência e compreensão, acompanhou os estágios da elaboração dessa tese, sem cobrar a minha presença nos momentos de diversão, ao Enzo Fevereiro que, igualmente ao Gabriel se furtou de vários momentos de lazer ao meu lado e à Sayara Fernanda de Moraes Guedes que acabara de chegar ao mundo e já se deparou com as dificuldades da vida acadêmica de seu pai. À Rosana Cíntia de Moraes, pelo constante incentivo nos projetos decorridos durante este tempo. À Claudia Guarino pelos colóquios afora. À Fabiana Lopes, companheira de lutas, pela ajuda no decorrer deste trabalho. À Jamilly Brandão pela inestimável revisão no abstract. À Andréa Porto Luiz pelo constante apoio e incentivo. Ao Filipe de Sousa pelo constante apoio e incentivo e ao eterno irmão e companheiro de luta em prol de uma educação de qualidade, Omar de Camargo, meus sinceros agradecimentos.

Aos amigos e companheiros que se furtaram da minha presença por muito tempo nas reuniões sociais (churrascos e pizzadas): Irají Oliveira Romeiro, Alexandre Escanuela, Cilene Escanuela, e em especial ao meu amigo, companheiro e irmão Fernando Jordão Romeiro pelas inestimáveis ajudas e incentivos, muito obrigado pela compreensão.

À Rosangela Vacello pelo sempre pronto atendimento às necessidades e ao carinho com que trata os alunos da pós-graduação no IGCE e ao Conselho do Programa de Pós-Graduação, representado pelo Prof. Dr. Antenor Zanardo que compreenderam as dificuldades que tive ao longo deste trajeto.

Aos caríssimos Prof. Dr. Archimedes Perez Filho, Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha e Prof. Dr. Clauzionor Lima da Silva pelas valiosas contribuições para este trabalho, meu muito obrigado.

Por fim, e não menos importante à Giselle Brandão Fevereiro, minha eterna companheira nos momentos fáceis e difíceis, meu muito obrigado por todo apoio, ajuda, incentivo e luta. Minha companheira madrugada adentro colaborando na confecção deste trabalho e nas atividades em campo, meus sinceros agradecimentos a todos.

“Quando você conseguir superar problemas graves, não se detenha na lembrança dos momentos difíceis, mas na alegria de haver atravessado mais essa prova em sua vida”.

Chico Xavier

RESUMO

O Planalto Ocidental Paulista apresenta um grave quadro de erosões aceleradas, decorrente da ocupação desenfreada e do uso intensivo do solo, aliados à fragilidade natural do terreno. Almeja-se na presente tese avaliar a hipótese de que fatores tectônicos têm controlado parte das alterações na paisagem e contribuído para o agravamento dos processos erosivos que se refletem em assoreamento dos canais de drenagens e na abertura de ravinas e voçorocas, bem como sua influência na configuração do relevo, nesta parte do território paulista. Entende-se que as bacias hidrográficas e a conformação das drenagens que compõem a área de estudos refletem blocos estruturais controlados por atividade tectônica e que sofrem processos de esforços intraplaca, resultando em deformações na morfometria fluvial e na incidência de processos erosivos e deposicionais. A análise do quadro neotectônico foi realizada mediante a aplicação de informações fluviomorfométricas, dados geológicos e geomorfológicos, sendo os estudos sobre os perfis longitudinais das drenagens, a aplicação dos índices “RDE – Relação Declividade vs. Extensão” e a identificação de nickpoint as principais ferramentas empregadas. Não obstante, também se aplicou à área de estudos a análise dos lineamentos das drenagens e do relevo, em que foi possível verificar as principais direções das feições e inferir os blocos estruturais, e o registro de informações paleossísmicas, a partir da identificação de estruturas de liquefação. O Planalto Ocidental Paulista assenta-se sobre rochas cretáceas dos grupos Caiuá e Bauru e sedimentos cenozoicos. Entende-se que a evolução da paisagem, no Quaternário, nesta parte do território paulista, tem sido fortemente influenciada pelas deformações impostas pelas forças sísmicas, onde o soerguimento de um bloco morfoestrutural leva à remoção de cobertura pedogênicas, gerando solos rasos, e a subsidência de um bloco adjacente propicia, além da manutenção do regolito, o acúmulo de mantos aluvionares ou coluvionares alimentados de áreas-fonte adjacentes, situadas nos blocos morfoestruturais ascendentes. Acredita-se que o melhor entendimento desse quadro possa contribuir para contenção de erosões aceleradas e a prevenção aos riscos que esses podem trazer às áreas ocupadas pelas atividades antrópicas.

Palavras-chave: Flúviomorfometria; Neotectônica; Perfil longitudinal de drenagem; Relação Declividade Extensão; Planalto Ocidental Paulista; Morfogênese.

ABSTRACT

The Western Plateau of São Paulo presents a grievous framework of accelerated erosion, arising from the unbridled occupation and soil intensive use combined with the natural fragility of the terrain. The aim of this thesis is to evaluate the hypothesis that tectonic factors have controlled part of alterations in the landscape and have contributed to the worsening of the erosion processes that are reflected in siltation of drainage channels and the opening of ravines and gullies as well as its influence on settings of relief in this part of São Paulo's territory. It is understood that the watersheds and the conformation of drainages which compound the study area reflect structural blocks controlled by tectonic activity and suffer processes of intraplate efforts, resulting in deformation of the fluvial morphometry and incidence of erosive and depositional processes. The analysis of neotectonic frame was performed by the application of fluvial morphometric information and geological and geomorphological data. The studies are about the longitudinal profiles of the drainages, the application of SGI "Stream-Gradient Index (slope x length)" and the nickpoint identification of the main tools employed. Nevertheless, the lineament analysis of drainages and relief were also applied to the area of study, wherein was possible to check the directions of structures and to infer the structural blocks, and record of paleoseismics information, from the identification of liquefaction structures. The Western Plateau of São Paulo is seated on Cretaceous rocks of the Bauru and Caiuá groups and Cenozoic sediments. It is understood that the landscape evolution, in the Quaternary, in this part of São Paulo territory, has been tightly influenced by deformations imposed by seismic forces, where the rising of a morphostructural block leads to removal of pedogenic coverage, generating shallow soils, and subsistence of an adjacent block which provides, in addition to the maintenance of the regolith, the accumulation of alluvium or colluvium mantles fed by adjacent areas-source, located in the ascendant morphostructural blocks. It is believed that a better understanding of this frame may contribute to the containment of accelerated erosion and prevention of the risks that they can bring to areas occupied by anthropogenic activities.

Keywords: Fluvial morphometry; Neotectonic; Longitudinal profile of drainage; Stream-Gradient Index; Western Plateau of São Paulo; Morphogenesis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo.	24
Figura 2. Distribuição das culturas de laranja e café no Estado de São Paulo. Fonte: Théry (2006).....	25
Figura 3. Produção de Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo. Fonte: Théry (2006).....	25
Figura 4. Participação dos Setores da Economia no PIB Municipal. Fonte: Théry (2006).....	26
Figura 5. Classificação do clima no Estado de São Paulo pelo sistema de Köeppen, conforme Setzer (1996, extraído e modificado de MARTINELLI, 2010).....	28
Figura 6. Classificação climática baseada em Köeppen para o Estado de São Paulo. Extraído e modificado de Miranda et al. (2012).....	28
Figura 7. Quadro erosivo da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio a partir do levantamento quantitativo de erosões por km ² . Modificado de Guedes (2008).....	29
Figura 8. Base cartográfica elaborada a partir da digitalização das cartas topográficas em escala 1:50.000 editadas pelo IBGE.....	32
Figura 9. Exemplo de medição de trecho de uma drenagem utilizando o Software ArcGis 10.0.....	33
Figura 10. Perfil longitudinal da drenagem 8 na bacia do rio Santo Anastácio. A linha preta representa o perfil do canal e a linha vermelha a linha de menor ajuste. Observa-se o afastamento menor do que 10 m representando um curso em estado de equilíbrio. Fonte: Guedes (2008).....	35
Figura 11. Perfil longitudinal do rio Santo Anastácio. Observa-se afastamento maior que 10 m, em relação à linha de melhor ajuste entre os km 15 e 30 (em estado de soerguimento) e nos 10 km restantes da drenagem (em estado de subsidência). Extraído de Guedes (2008).	35
Figura 12. Perfil longitudinal do córrego do Barro Preto, região do Pontal do Paranapanema. Extraído de Guedes et al. (2010).....	36
Figura 13. Esquema simplificado da evolução de nickpoint.	37
Figura 14. Exemplo de perfil longitudinal de drenagem apresentando "quebras" com concavidade para cima e para baixo.	37
Figura 15. Índice RDE conforme Etchebehere (2000).....	38

Figura 16. Aplicação do índice RDE no Rib. do Futuro, bacia do Rio do Peixe. O gráfico apresenta duas anomalias de 2ª ordem associadas às formações Marília e Adamantina. Extraído de Etchebehere (2000).	39
Figura 17. Índice de RDE aplicado no Cór. Santa Luzia, bacia do rio Santo Anastácio. O gráfico apresenta a drenagem praticamente anômala em todos os seus segmentos Extraído de Guedes (2008).....	40
Figura 18. Aplicação do Índice de RDE no Rib. Da Fartura (Rio Tietê). A linha vermelha indica os valores de RDEs com identificação de anomalias de 2ª (> 2 < 10) e 1ª (> 10) ordem na sua foz.	40
Figura 19. Histograma dos lineamentos da drenagem e do relevo da área de estudo com intervalo de 22°5' em 22°5'.	42
Figura 20. Roseta de frequência dos lineamentos da área de estudo.	43
Figura 21. Roseta de comprimento acumulado dos lineamentos extraídos.	43
Figura 22. Histograma de frequência acumulada, em quilômetros, dos lineamentos extraídos.....	43
Figura 23 Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo. (ALMEIDA, 1964).....	50
Figura 24. Seção geológica-geomorfológica (SE-NW) esquematizada do Estado de São Paulo. Fonte: Modificado de IPT (1981).....	50
Figura 25. Planaltos no Planalto Ocidental Paulista. Fonte: Modificado de Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007).	52
Figura 26. Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo conforme Ross e Moroz (1997).....	55
Figura 27. Distribuição das Unidades Geológicas no Planalto Ocidental Paulista segundo IPT (1981).....	57
Figura 28. Mapa simplificado com a ocorrência dos derrames vulcânicos da Formação Serra Geral. Fonte: Baseado e modificado de Machado et al. (2009).....	62
Figura 29. Curvas de isovalores gerados a partir dos dados de RDE. Extraído de Guedes (2008).	86
Figura 30. Bacia do Rio do Peixe com a localização dos pontos de anomalias morfométricas de RDE. Extraído de Etchebehere (2000).	88
Figura 31. Bacia do Rio Aguapeí com a localização da interpretação dos perfis longitudinais das drenagens e do índice RDEs. Extraído de Porto et al. (2013).	89
Figura 32. Bloco-diagrama mostrando os principais tipos de estruturas de liquefação, baseado em observações de campo na região do Tocuyo, Venezuela, que foi	

afetada por sismos de magnitudes 5,7 e 5 em abril e maio de 1989, (AUDEMARD; DE SANTIS, 1991).	92
Figura 33. Esquema relativo as estruturas de liquefação identificada na bacia do Rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008; GUEDES et al., 2009).	93
Figura 34. Identificação dos pontos com estruturas de liquefação indicados por Etchebehere (2000), na bacia do Rio do Peixe e Guedes (2008), na bacia do rio Santo Anastácio.	96
Figura 35. Localização dos pontos de campo na bacia do Rio Tietê, conforme quadro 3.	102
Figura 36. Mapa das anomalias fluviomorfométricas no trecho Tietê-Jacaré. As numerações correspondem ao Quadro 9.	106
Figura 37. Mapa de anomalias fluviomorfométricas no trecho Tietê-Batalha.	112
Figura 38. Interpretação dos perfis longitudinais das drenagens do Baixo-Tietê. ...	119
Figura 39. Identificação das anomalias fluviomorfométricas na bacia do rio Aguapeí.	123
Figura 40. Perfil longitudinal do rio Aguapei. Modificado de Porto et al. (2013).	124
Figura 41. Gráfico de RDEs. e perfil longitudinal da drenagem 63 da bacia do rio Aguapeí. Extraído de Porto et al. (2013).	124
Figura 42. Anomalias fluviomorfométricas na bacia do Rio do Peixe. Modificado de Etchebehere (2000).	129
Figura 43. Interpretação da bacia do rio Santo Anastácio em imagem SRTM. Extraído de Guedes (2008).	132
Figura 44. Anomalias fluviomorfométricas na bacia do rio Santo Anastácio. Modificado de Guedes (2008).	133
Figura 45. Perfil longitudinal do rio Santo Anastácio e índice de sinuosidade do canal. Extraído de Guedes et al. (2009).	134
Figura 46. Perfis longitudinais das drenagens 34, 40, 42 e 52 do Pontal do Paranapanema.	136
Figura 47. Anomalias fluviomorfométricas no Pontal do Paranapanema.	137
Figura 48. Mapa integrado de informações morfotectônicas no Ponta do Paranapanema. Extraído de Santos, Guedes e Etchebehere (2011).	138
Figura 49. Perfil morfológico entre os pontos 30 e 34 no Pontal do Paranapanema.	141

Figura 50. Detalhe de abertura de ravinas e voçorocas em trecho selecionado do bloco em ascensão no Médio Paranapanema. Coordenadas do Ponto: 50°18'24"W x 22°24'45"S. Imagem Map Link Imagens ©.	146
Figura 51. Evolução temporal de uma erosão entre 2002 e 2006. Coordenadas do ponto: 50°18'24"W x 22°24'45"S. Imagem Map Link Imagens ©.	146
Figura 52. Identificação das anomalias fluviomorfométricas no médio vale do Paranapanema.	150
Figura 53. Perfil longitudinal do rio Turvo.	153
Figura 54. Alinhamento de nickpoint em trechos em soerguimento entre as drenagens 9, 11 e 13 na bacia do rio Turvo.	155
Figura 55. Anomalias fluviomorfométricas na bacia do rio Turvo.	156
Figura 56. Perfil longitudinal do rio Pardo.	160
Figura 57. Identificação das anomalias fluviomorfométricas na bacia do rio Pardo.	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Compilação das medições das drenagens na área de estudo.	31
Quadro 2. Identificação dos pontos levantados em atividades de campo na região de Presidente Prudente-SP entre 28/04/2012 e 01/05/2012.	45
Quadro 3. Identificação dos pontos levantados em atividades da campo na região da bacia do Rio Tietê-Jacaré, entre os dias 26/10/2013 e 27/10/2013.	46
Quadro 4. Identificação dos pontos levantados em atividades de campo entre os dias 16/11/2013 e 20/11/2013.	48
Quadro 5. Compilação das características geomorfológicas e geológicas do Planalto Ocidental Paulista conforme entendimento de Ross e Moroz (1997).	53
Quadro 6. Tabela do tempo geológico com a síntese da morfogênese e a cronologia relativa do Planalto Ocidental e Depressão Periférica. (ROSS; MOROZ, 1997. Modificado).	53
Quadro 7. Coluna estratigráfica simplificada do Planalto Ocidental Paulista. Fonte: Baseado em Etcheberehe, Saad e Fulfaro (2007); Etcheberehe, Casado e Morales (2011).	59

Quadro 8. Localização dos afloramentos das Formações Serra Geral, (Geossolo) Santo Anastácio e Adamantina e os tipos de fósseis identificados. Fonte: Baseado em Agostinho (2009).	69
Quadro 9. Drenagens analisadas no trecho Tietê-Jacaré e seus respectivos índices de RDEt.....	107
Quadro 10. Drenagens analisadas no trecho Tietê-Batalha e seus respectivos índices de RDEt.	114
Quadro 11. Drenagens analisadas no trecho Baixo-Tietê e seus respectivos índices de RDEt.....	121
Quadro 12. Identificação das drenagens da bacia do rio Aguapeí e seus respectivos valores de RDEt.	126
Quadro 13. Identificação das drenagens da bacia do Rio do Peixe e seus respectivos índices de RDEt.	131
Quadro 14. Identificação das drenagens da bacia do rio Santo Anastácio e seus respectivos índices de RDEt.	134
Quadro 15. Identificação das drenagens no Pontal do Paranapanema e seus respectivos índices de RDEt.	143
Quadro 16. Identificação das drenagens no médio vale do Paranapanema e seus respectivos índices de RDEt.	151
Quadro 17. Identificação das drenagens na bacia do rio Turvo e seus respectivos índices de RDEt.	155
Quadro 18. Identificação das drenagens da bacia do rio Pardo e seus respectivos índices de RDEt.	160

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Séries de estratificações cruzadas acanaladas da Formação Pirambóia. A e B. Afloramentos da rodovia SP191, trecho entre Ipeúna e Charqueada. C, rodovia SP280, km 167. D, Areeiro CRS, rodovia SP225, km 74. Fonte: Extraído de Gesicki (2007).....	60
Foto 2. Arenitos finos do sistema eólico seco Botucatu. (A) Estratificações cruzadas de médio a grande porte (B) pegadas fósseis - Pedreira São Pedro, Araraquara, SP; (C), km 12,7 da Rodovia SP 287, entre Sarutaí e Piraju, SP; (D), afloramento da	

rodovia SP253, nas imediações de São Simão, SP. Fonte: Extraído de Gesicki (2007).....	61
Foto 3. Arenitos arroxeados, com estratificações cruzadas de grande porte, pertencentes à Formação Rio Paraná (Gr. Caiuá), recobertos por colúvios arenosos amarronzados. Coordenadas do ponto: 52°3'8"W x 21°57'2"S. Extraído de Guedes (2008).....	63
Foto 4. Intensa bioturbação em arenito pertencente ao Geossolo Santo Anastácio, também afetado por processos lateríticos sob a forma de halos de Liesegang. Coordenadas do ponto: 52°3'83"W x 21°57'32"S. Extraído de Guedes (2008).	64
Foto 5. Exposição de lamitos da Formação Araçatuba. A cava objetivou a exploração de material mais rico em carbonato. Coordenadas do ponto: 51°31'17"W x 22°11'1"S. Extraído de Guedes (2008).....	66
Foto 6. Lamitos arenosos cinza-acastanhados da Formação Araçatuba. Notar tênues superfícies de sigmóides (mergulho para a esquerda). Coordenadas do ponto: 51°29'53"W x 22°6'24"S. Extraído de Guedes (2008).	66
Foto 7. Gretas de contração rico em carbonato em banco de 0,6 m de espessura da Formação Araçatuba. Coordenadas do ponto: 51°31'17"W x 22°11'1"S. Extraído de Guedes (2008).	67
Foto 8. Fóssil em lamito da Formação Araçatuba. Trata-se, provavelmente, de um quelônio, depreendendo-se, pela disposição dos remanescentes ósseos, ser um caso de biocenose. Coordenadas do ponto: 51°31'17"W x 22°11'1"S. Extraído de Guedes (2008).	67
Foto 9. Arenitos com estratificações cruzadas acanaladas da Formação Adamantina, indicando paleocorrente no rumo oeste. Coordenadas UTM do ponto: 51°24'42"W x 22°10'22"S. Extraído de Guedes (2008).....	68
Foto 10. Ripples e tubos de vermes em arenito muito fino-fino da Formação Adamantina. Coordenadas do ponto: 51°23'18"W x 22°9'3"S. Extraído de Guedes (2008).....	68
Foto 11. Detalhamento do ponto 10b com afloramento da Fm. Adamantina exibindo fósseis de crocodilomorfianos e coprólitos. Fonte: Extraído de Agostinho (2009). ...	70
Foto 12. Vista lateral de crânio e mandíbula coletados no ponto 10 (<i>Bauruschus pachecoi</i> ?). Fonte: Extraído de Agostinho 2009.....	70
Foto 13. Arenitos carbonatados da Formação Marília, com destaque para o padrão de bancos com espessuras decimétricas a métricas. As porções mais claras	

apresentam-se mais ricas em nódulos e cimento carbonáticos. Coordenadas do ponto: J45. 50°01'00"W x 22°17'43"S.....	71
Foto 14. Depósito arenoso maciço, friável, de natureza colúvio-eluvionar na bacia do rio Santo Anastácio. Coord.: 51°43'50"W x 22°5'10"S. Fonte: Extraído de Guedes (2008).....	73
Foto 15. Depósitos colúvio-aluvionares dissecados por abaixamento do talvegue. Datação no topo do pacote indicou a idade de 16.000 anos A.P. Coordenadas do ponto: 51°33'22"W x 22°5'18"S. Fonte: Extraído de Guedes (2008).	74
Foto 16. Estruturas de liquefação em sedimentos aluviais e colúvio-aluvionares na bacia do rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008; GUEDES et al., 2009).....	94
Foto 17. Dique de areia visto em planta, também alojado em fácies argilosas de terraço neopleistocênico do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE; SAAD, 2002).....	95
Foto 18. Areias esbranquiçadas (produto de liquefação) em depósito aluvial. Coordenadas: 50°6'92"W x 22°13'25"S. Extraído de Bezerra (2008).....	95
Foto 19. Arenitos conglomeráticos da Formação Pirambóia com estratificação cruzada, grãos mal selecionados, grosseiros, e pequenos seixos subarredondados. Coordenadas do ponto: J22. 48°15'16"W x 22°12'09"S.	98
Foto 20. Arenitos bimodais, grossos e conglomeráticos com coloração cinza-avermelhado da Fm. Botucatu. Coordenadas do ponto: J6. 48°24'26"W x 22°02'28"S.	99
Foto 21. Basaltos da Fm. Serra Geral fraturados. Coordenadas do ponto: J6. 48°24'46"W x 22°02'28"S.	100
Foto 22. Basaltos da Fm. Serra Geral em material alterado com laminação paralela ao topo. Coordenadas do ponto: J20. 48°05'08"W x 22°03'39"S.	101
Foto 23. Tomada da paisagem a partir de colinas médias em que se observa ao fundo morros residuais. Coordenadas do ponto: J7. 48°37'43"W x 21°56'00"S.	105
Foto 24. Erosão na cabeceira da drenagem 83g apresentando solo vermelho escuro no topo, e basaltos na base. Coordenadas: J29. 49°03'50"W x 22°29'42".....	105
Foto 25. Pacote de solo espesso em escavações com mais de 2 m de profundidade, abaixo do nível da rodovia. Coordenadas: S20. 49°47'11"W x 21°25'34"S.....	108
Foto 26. Lamitos da Fm. Araçatuba. Coordenadas do ponto: S8. 49°37'27"W x 22°59'34".....	115
Foto 27. Arenitos da Fm. Adamantina de trato fluvial, com estratificação cruzada. Coordenadas do ponto: S1. 49°39'40"W x 20°46'22"S.	116

Foto 28. Intenso processo de assoreamento sobre drenagem 41a. Coordenadas do ponto: S13. 50°02'24" x 21°25'28".....	116
Foto 29. Depósitos fluviais em planície de inundação assoreada. Coordenadas do ponto: S2. 49°46'42"W x 20°44'44"S.....	117
Foto 30. Intenso processo erosivo provocado por pisoteio de gado, nas cabeceiras do córrego São Pedro (afluente do 34d a). Ponto P24, coordenadas: 51°50'74"W x 22°13'14"S.....	139
Foto 31. Bloco solapado na planície do córrego São Pedro. Ponto P24, coordenadas: 51°50'74"W x 22°13'14"S.	140
Foto 32. Feições de erosão em sulcos próximos à cabeceira da drenagem 40. Coordenadas do ponto: P11. 51°38'54"W x 22°23'28"S.....	141
Foto 33. Interflúvio relativo ao ponto P34 com ondulações médias em área de pasto. Coordenadas do ponto: 51°38'17"W x 22°12'38"S.	141
Foto 34. Córrego Água da Grotinha (afluente da drenagem 52), intensamente assoreado e tomado pela vegetação. Ponto J58, coordenadas: 51°28'27"W x 22°34'05"S.	142
Foto 35. Topo de colina ampla com caimento para o sul em área intensamente ocupada para pasto. Ponto J38, Coordenadas: 50°18'50"W x 22°21'50"S.	144
Foto 36. Trechos de feições de erosões lineares com aberturas ravinas e voçorocas em área de pasto na cabeceira do ribeirão São José (5f). Ponto J43, coordenadas: 50°06'30"W x 22°26'32"S.	145
Foto 37. Terraço fluvial marcado pela dissecação em suas encostas em relevo de colina ampla. Ponto J63, coordenadas: 51°17'07"W x 22°19'32"S.	147
Foto 38. Erosões lineares provocando a abertura de ravinas. Ponto J35, coordenadas: 50°29'19"W x 22°30'22"S.....	147
Foto 39. Vale amplo com morros inclinados com caimento para o sul (sentido rio Paranapanema). Ponto J65, coordenadas: 50°57'43"W x 22°37'58"S.	148
Foto 40. Obras para contenção de enxurrada em área ocupada pelo plantio de cana. Ponto J34, coordenadas: 49°49'03"W x 22°58'48"S.	158

SUMÁRIO

(Volume 1)

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 Objetivo	22
1.1.1 Objetivos específicos.....	22
1.2 Localização da área e caracterização geral	23
2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	30
2.1 Análise da literatura.....	30
2.2 Base cartográfica e imagem.....	30
2.3 Estudos morfométricos da rede de drenagem.....	31
2.4 Análise de lineamentos do relevo e da drenagem.....	33
2.5 Integração de dados.....	44
2.6 Observações de campo.....	44
2.7 Organização da Tese	48
3. GEOMORFOLOGIA	49
3.1 Planalto Ocidental	51
3 GEOLOGIA	56
3.1 Coluna estratigráfica adotada no presente estudo.	58
3.1.1 Grupo São Bento.....	58
3.1.2 Bacia Caiuá	62
3.1.3 Bacia Bauru.....	64
3.1.3 Depósitos Cenozoicos.....	71
4 REVISÃO LITERÁRIA.....	75
4.1 Neotectônica	75
4.2 Neotectônica no Planalto Ocidental Paulista.....	77
4.3 Parâmetros fluviomorfométricos.....	78
4.4 Perfis longitudinais das drenagens.....	81
4.5 Relação Declividade e Extensão (índice RDE)	83
4.6 Registros paleossísmicos.....	90
5. ANÁLISE DAS BACIAS NA REGIÃO DE ESTUDO.....	97
5.1 Bacia do Rio Tietê	97

5.1.1 Tietê-Jacaré	103
5.1.2 Tietê-Batalha	108
5.2 Bacia do Rio Aguapeí.....	121
5.3 Bacia do Rio do Peixe	126
5.4 Bacia do rio Santo Anastácio	131
5.5 Pontal do Paranapanema.....	135
5.6 Médio Paranapanema	144
5.7 Bacia do Rio Turvo	151
5.8 Bacia do Rio Pardo	157
6. CONCLUSÃO.....	162
REFERÊNCIAS.....	168

SUMÁRIO

(Volume 2)

ENCARTE A: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO TRECHO TIETÊ-JACARÉ.....	181
ENCARTE B: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO TRECHO TIETÊ-BATALHA.....	195
ENCARTE C: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO TRECHO DO BAIXO-TIETÊ.....	215
ENCARTE D: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO MÉDIO PARANAPANEMA.....	237
ENCARTE E: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DA BACIA DO RIO TURVO.....	249
ENCARTE F: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DA BACIA DO RIO PARDO.....	261
APÊNDICE A: ESBOÇO GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO.....	270
APÊNDICE B: MAPA DE ANOMALIAS FLUVIOMORFOMÉTRICAS.....	271
APÊNDICE C: CURVAS DE ISOVALORES DE RDET.....	272
APÊNDICE D: ALINHAMENTO DE NICKPOINT.....	273
APÊNDICE E: IMAGEM SRTM COM LINEAMENTOS DA DRENAGEM E DO RELEVO E COM SOLOS ESPESSOS.....	274
APÊNDICE F: PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DOS BLOCOS MORFOTECTÔNICOS PARA O PLANALTO OCIDENTAL PAULISTA.....	275

1. INTRODUÇÃO

O Planalto Ocidental Paulista ocupa uma área de quase 50% do território paulista, compreendendo aproximadamente 126 mil km² (IPT, 1981), e engloba rochas sedimentares e ígneas cretáceas e coberturas cenozoicas. A ocupação desta área, desde o início do século XX, foi impulsionada por conta do ciclo cafeeiro neste Estado. A ocupação sem planejamento e sem conhecimento geotécnico que a região sofreu deu origem a intensos processos erosivos resultando em assoreamento generalizado em grande parte desse território.

A degradação ambiental que ocorre no oeste paulista é fruto do grande desmatamento, aliado à suscetibilidade natural à erosão dos terrenos sedimentares. Não obstante, entende-se que a presente área de estudo também sofre de alterações neotectônicas, o que, em determinadas situações de desnivelamentos e modificação dos níveis de base locais, vem agravar o quadro de erosões (ETCHEBEHERE, 2000; GUEDES 2008).

Sobre os processos neotectônicos, destacam-se, na literatura os trabalhos de Hasui (1990), Saadi (1993), Riccomini (1997), Saad (1997), Borges et al. (1998), Costa et al. (1998), Facincani et al. (1990), Miotto (1993), Contijo (1999), Hasui et al. (1998), Morales et al. (1998), Hasui et al. (1999a; b), Etchebehere (2000), Facincani, Morales e Borges (2001), Etchebehere et al. (2004a), Guedes et al. (2006), Guedes (2008), Guedes et al. (2008), Guedes et al. (2009a; b), Santos, Guedes e Etchebehere (2011), Porto et al. (2013), que buscaram compreender a atuação da neotectônica na conformação fisiográfica da paisagem.

Destaca-se, também, o reconhecimento de estruturas indicadoras de sismos de magnitude superior a 5,5 através de dados paleossísmicos e de interpretações de parâmetros morfométricos de drenagens, na bacia do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE, 2000; ETCHEBEHERE; SAAD, 2002) e na vizinha bacia do rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008; GUEDES et al., 2008; GUEDES et al., 2009a).

O presente trabalho almeja avaliar a hipótese de que os fatores neotectônicos podem representar um dos condicionantes fundamentais na configuração da fisiografia dos relevos nesta porção do território paulista. Espera-se que este trabalho possa colaborar com o entendimento da dinâmica superficial nesta porção do território paulista, contribuindo com o planejamento regional no que diz respeito

ao uso e ocupação do solo, podendo indicar, inclusive, trechos com maior suscetibilidade de atuação tectônica moderna.

1.1 Objetivo

A presente tese tem como objetivo colaborar com o entendimento da atuação da neotectônica como condicionante do relevo nesta porção do território paulista, bem como apresentar seu quadro morfotectônico, a partir da análise das bacias hidrográficas.

1.1.1 Objetivos específicos

Como objetivos específicos desse trabalho, listam-se:

- Compilar e analisar as informações sísmicas e paleossísmicas referente ao Planalto Ocidental Paulista, ao sul da bacia do Rio Tietê;
- Analisar os quadros: estrutural e flúviomorfométricos da área de estudo e cotejá-los com as demais informações, dentro do propósito maior desta pesquisa;
- Diagnosticar a área de estudo quanto a sua fragilidade em termos tectônicos, em especial dos processos de erosão acelerada e de assoreamento dos canais fluviais, gerando modelos de *“tectonic landforms”*.
- Cotejar as informações coletadas e elaborar mapas temáticos para análise regional, a distribuição das evidências sísmicas e a relação destas com os dados flúviomorfométricos:
 - Mapa das anomalias flúviomorfométricas.
 - Mapa de alinhamentos de nickpoints para detecção de prováveis falhas.
 - Mapa dos lineamentos estruturais e compartimentações morfotectônicas.

1.2 Localização da área e caracterização geral

A área de estudo compreende as bacias hidrográficas ao sul da bacia do Rio Tietê, abarcando inclusive esta, no Planalto Ocidental Paulista que se estende por uma área com aproximadamente 88 mil km² ocupando quase a metade do território paulista. É circunscrito pelos rios Tietê, ao norte, Paraná, ao oeste e Paranapanema, ao sul e seu limite oriental delimitado pelas Cuestas Basálticas. Possui uma densa malha rodoviária interligando as principais cidades que fazem parte desta área, tais como: Araçatuba, Araraquara, Osvaldo Cruz, Marília, Presidente Prudente, Assis, dentre outras (FIGURA 1).

A história da ocupação do oeste paulista deu-se pela expansão cafeeira durante o início do século XX. Com a ressaca internacional de 1929 e a industrialização da economia, o café perdeu sua importância econmica, sendo substituído por outras culturas como algodão, amendoim, cana, citrus e pela pecuária bovina de corte em criação extensiva. Monbeig (1984) afirmou que a “frente pioneira” culminou em um movimento colonizador ocupando o oeste paulista e provocando mudanças na exploração dos solos.

O processo de ocupação pela retirada sistemática da vegetação e as práticas agrícolas intensivas resultaram em diversos impactos negativos sobre o ambiente, tais como a aceleração dos processos erosivos, poluição dos cursos d’água por rejeitos orgânicos, perda da qualidade do ar pelas queimadas, perda da capacidade reprodutiva do solo, redução dos nichos ecológicos, perda de solo e assoreamento da rede de drenagem. Como resultado a área produtiva também sofre redução e, conseqüentemente, houve a desvalorização da propriedade (FUJIHARA, 2002).

Atualmente a economia da região é baseada praticamente nos setores primário e agrotercirio. Destaca-se o cultivo de culturas permanentes tais como laranja e café e temporário como a cana-de-açúcar. Também  grande a criação de rebanho bovino e aves, produção de leite e ovos (FIGURAS 2, 3 e 4).

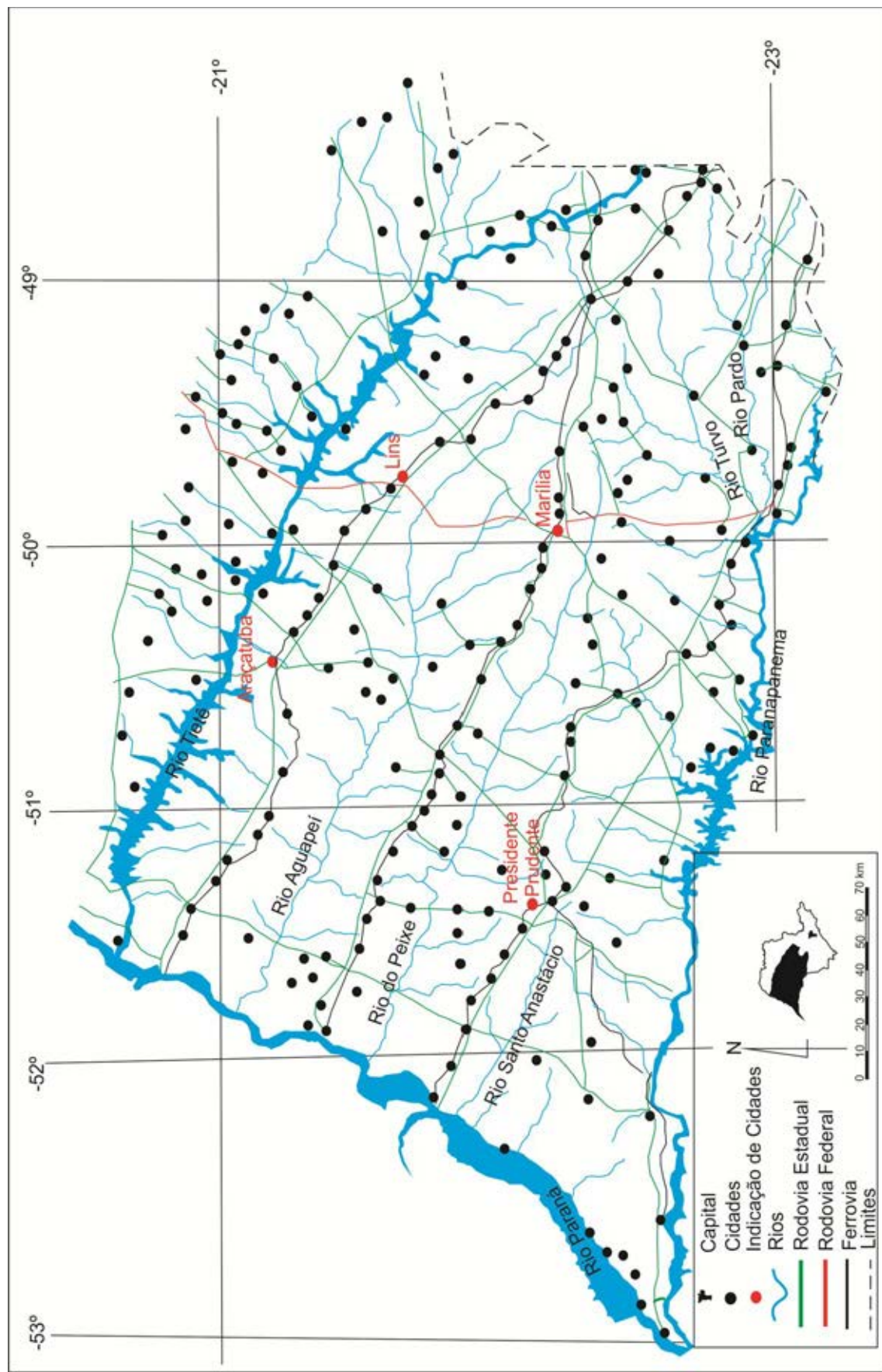


Figura 1. Localização da área de estudo.

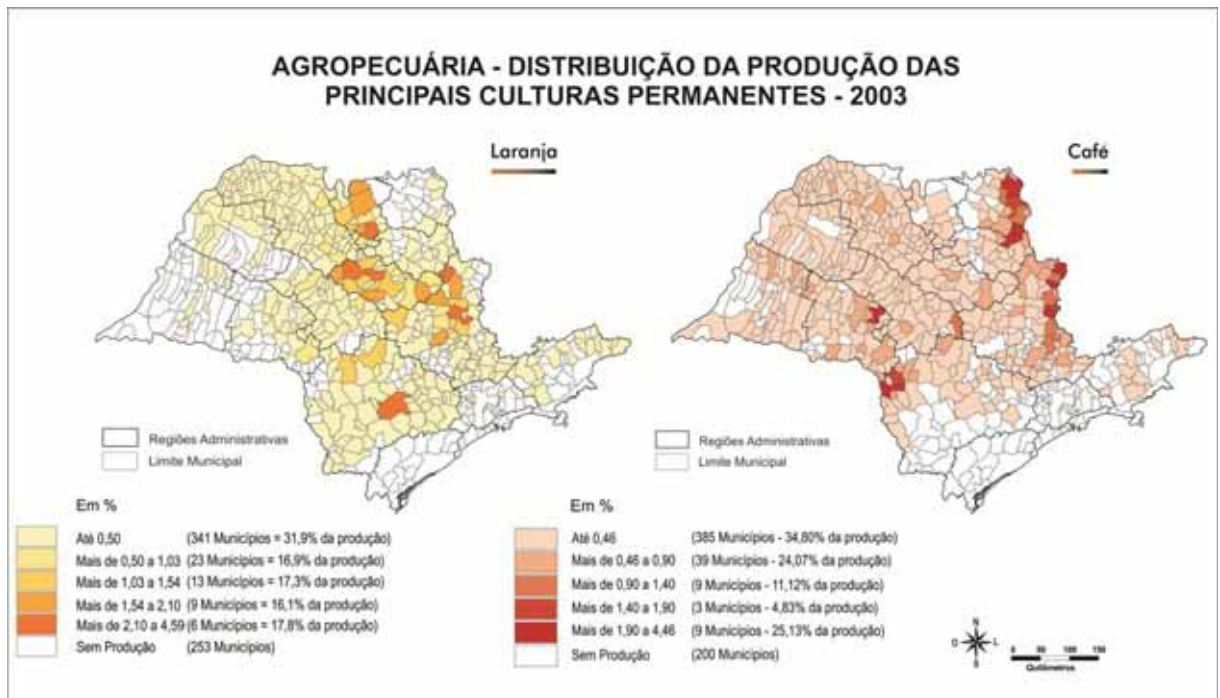


Figura 2. Distribuição das culturas de laranja e café no Estado de São Paulo. Fonte: Théry (2006).

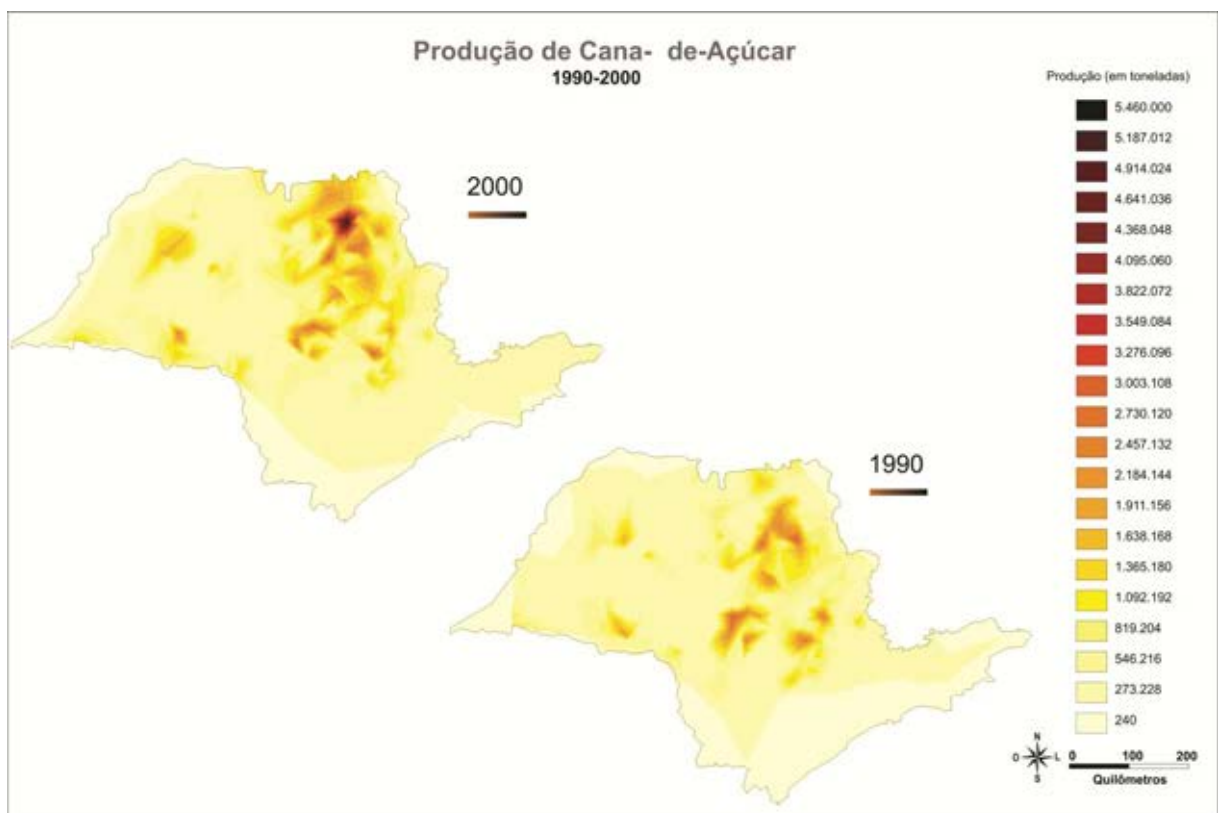


Figura 3. Produção de Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo. Fonte: Théry (2006).

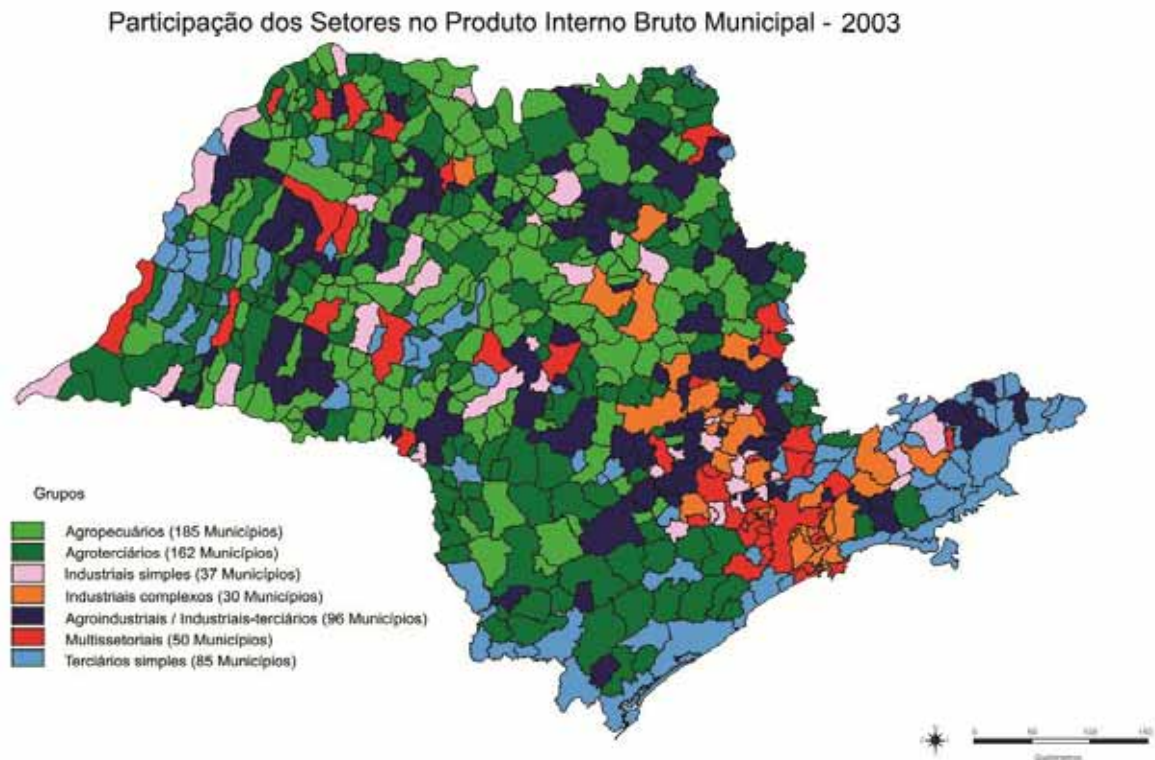


Figura 4. Participação dos Setores da Economia no PIB Municipal. Fonte: Théry (2006).

No que se refere aos condicionantes climáticos, segundo Martinelli (2010), uma zona de transição climática corta o Oeste Paulista e reflete o confronto dinâmico entre os sistemas atmosféricos inter e extratropicais.

Pela classificação climática de Köppen, o Estado de São Paulo compreende sete tipos climáticos. Sua classificação é baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, a maioria dos climas correspondentes ao Estado é referente ao clima úmido. Segundo Miranda et al. (2012), a parte central do Estado é classificada como **Cwa**, caracterizado pela temperatura do mês mais quente superior a 22°C, pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. Algumas áreas do Estado, onde a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e durante pelo menos quatro meses é superior a 10°C é classificado pelo tipo **Cwb**. O nordeste do Estado possui temperaturas mais quentes, pertencendo ao tipo **Aw**, sendo tropical chuvoso com inverno seco e o mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. Em alguns pontos isolados, com clima tropical chuvoso, o inverno seco com precipitação inferior a 60 mm é classificado pelo clima do tipo **Am**. Ao sul

do Estado postam-se faixas de clima tropical, com verão quente, com ausência de estação seca no inverno (tipo **Cf**), e temperatura média do mês mais frio entre 18°C e -3°C (mesotérmico). Nas regiões serranas, tais como as serras do Mar e da Mantiqueira, encontram-se verão ameno e chuvoso com clima do tipo **Cfb**. Por fim, a faixa litorânea é classificada como **Af**, com características do clima tropical chuvoso, sem estação seca. Abaixo, as figuras 5 e 6 comparam a distribuição dos tipos climáticos no Estado de São Paulo, conforme a figura 5, interpretação de Setzer (1966, extraído de MARTINELLI, 2010) e figura 6, extraída de Miranda et al. (2012).

A comparação entre as figuras 5 e 6 permite obter uma visão geral dos tipos climáticos no Estado de São Paulo. Ainda que haja divergências quanto a sua localização e distribuição, no âmbito do Planalto Ocidental Paulista, predominam climas quentes e úmidos (**Aw** e **Cwa**) com períodos de chuvas moderadas (2,8 a 7,6 mm/h) e pesadas (> 7,6 mm/h) o que contribui para agravamento do quadro erosivo.

A literatura conferida sobre a caracterização climática da região do Planalto Ocidental Paulista permite concluir que esta zona de transição climática apresenta variações no comportamento do clima, sendo influenciada pela dinâmica atmosférica que alinha sistemas polares e de interior continental (STEIN, 1999).

A soma de fatores apresentados acima, tais como a desastrosa ocupação antrópica e as variações de temperatura, aliadas à pluviosidade e às tipologias geológica e pedológica, contribuem para que a região ocidental paulista tenha uma enorme expressão no seu quadro erosivo, com a formação de extensas voçorocas (Cf. STEIN, 1999; CRUZ, 2001; OLIVEIRA; BRANNSTROM, 2004; GUEDES, 2008).

A partir dos estudos de Stein (1999), Guedes (2008) apresentou um quadro estatístico das voçorocas identificadas na bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio. Tais estudos contribuíram com o entendimento da fragilidade do solo associada aos processos tectônicos na área (FIGURA 7).

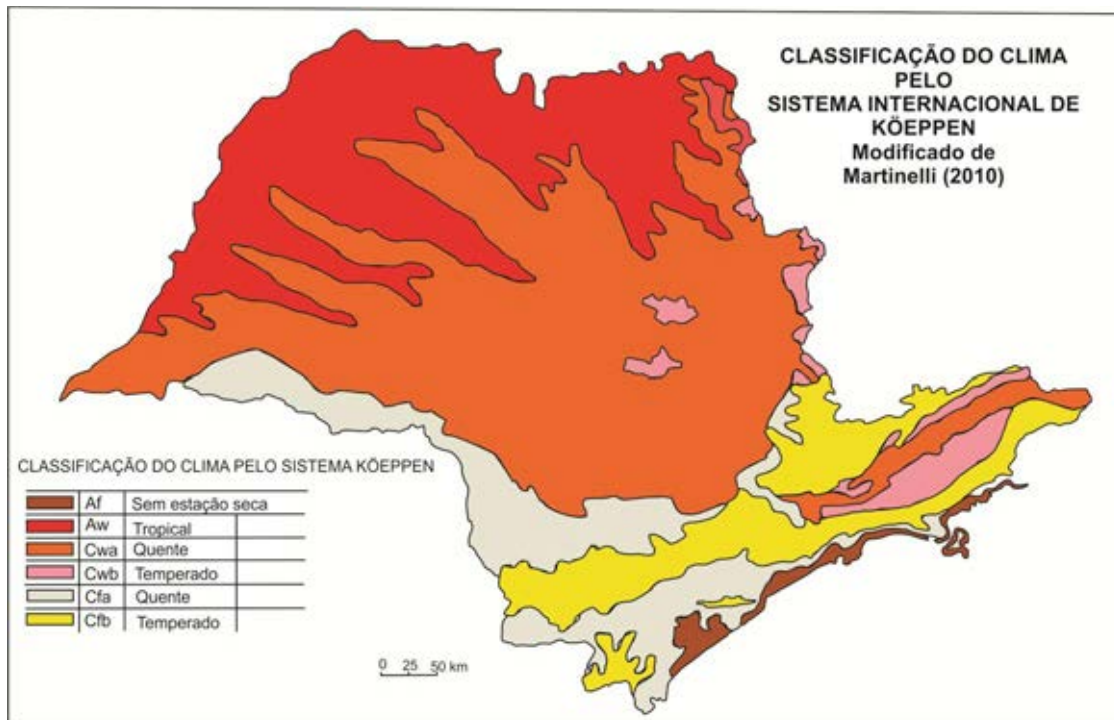


Figura 5. Classificação do clima no Estado de São Paulo pelo sistema de Köppen, conforme Setzer (1996, extraído e modificado de MARTINELLI, 2010).

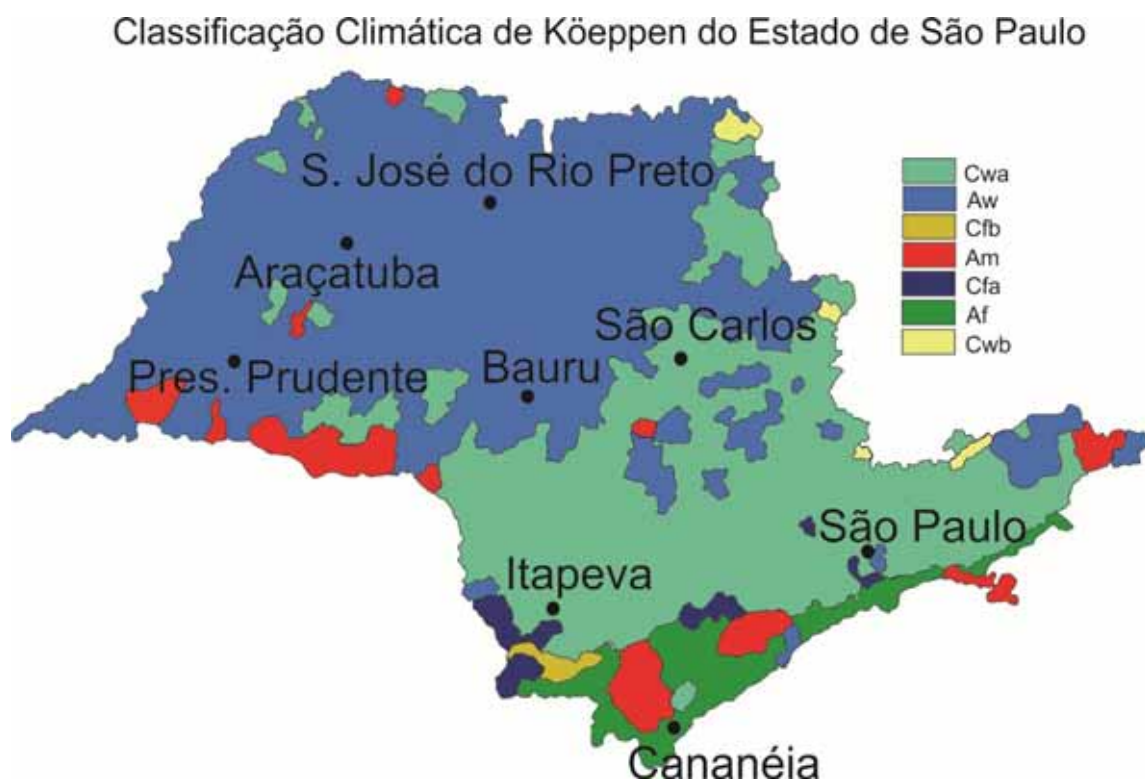


Figura 6. Classificação climática baseada em Köppen para o Estado de São Paulo. Extraído e modificado de Miranda et al. (2012).

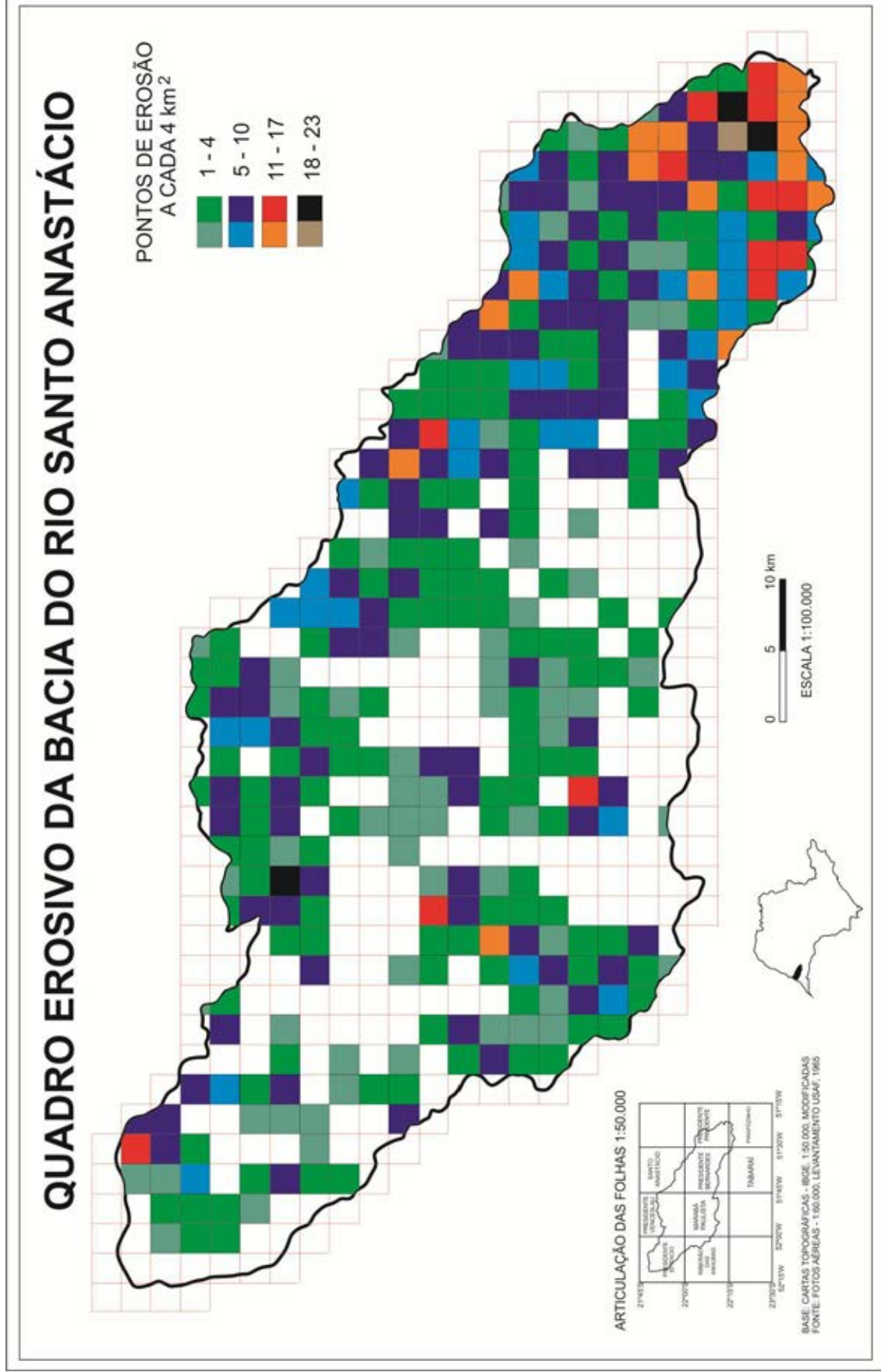


Figura 7. Quadro erosivo da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio a partir do levantamento quantitativo de erosões por km². Modificado de Guedes (2008).

2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Para a elaboração deste trabalho, seguiram-se as seguintes etapas:

2.1 Análise da literatura

Realizada durante todo o desenvolvimento da tese, a revisão da literatura compreendeu os trabalhos em que o assunto era relativo à área de estudos e aqueles relativos aos métodos de investigação geológica pertinentes a este trabalho.

2.2 Base cartográfica e imagem

O Planalto Ocidental Paulista é coberto por levantamento topográficos plani-altimétricos em escala 1:50.000 editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e pelo Instituto Geológico de São Paulo. As cartas foram digitalizadas através de *scanner* e georreferenciadas.

A figura 8 apresenta o mapa de drenagem da área, com a locação das bacias hidrográficas. As bacias do Rio do Peixe (3), do rio Santo Anastácio (4), as drenagens do Pontal do Paranapanema (5) e do Rio Aguapeí (2) foram concluídas em outros estudos, conforme é descrito adiante. A bacia do Rio Tietê (1a; 1b e 1c) foi inicialmente estudada em nível de projetos de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC-EM) e revisada para este trabalho, as bacias do Médio Paranapanema (6), Turvo (7) e Pardo (8) foram levantados, por este autor, para compilar todos os dados em uma análise regional.

As atividades de geoprocessamento que se sucederam foram realizadas pelo *Software ArcGIS 10.0 (Environmental Systems Research Institute – ESRI)*. O software é utilizado para aplicações SIG, em formato vetorial, permitindo o armazenamento de dados espaciais, geração de mapas temáticos e a quantificação de dados em uma série de funções analíticas. Também se utilizou os modelos SRTM (*Missão Suttle de Radar Topográfico*), organizados no formato de 1º por 1º e identificados pelas informações de latitude e longitude. Foram utilizadas as imagens S21W052, S22W048, S22W049, S22W050, S22W051, S22W052, S22W053, S23W048, S23W049, S23W050, S24W049, S24W050, S23W051, S23W052, S23W053 e S23W054. As elevações são representadas em metros sem casas

decimais e referenciadas para o *Datum* Vertical SWG-85 EGM96. As imagens foram manuseadas no *Software Global Mapper®* versão 10, onde foram extraídos os lineamentos das drenagens e do relevo, e identificadas as áreas com solo espesso.

2.3 Estudos morfométricos da rede de drenagem

Conforme descrito acima, utilizou-se as folhas topográficas em escala 1:50.000 e digitalizadas, nas quais as linhas azuis representam os cursos d'água e a equidistância entre as curvas de nível é de 20 m. Os procedimentos para análise dos estudos morfométricos são detalhados adiante, configurando uma das principais ferramentas empregadas neste trabalho. A diferença entre este trabalho e os demais trabalhos apresentados ao longo da revisão bibliográfica é que a utilização do *Software ArcGIS 10.0* para calcular as redes de drenagem, trouxera maior precisão nos cálculos, uma vez que as medidas entre segmentos das drenagens, para curvas de nível nas cartas 1:50.000, possuem erros milimétricos mas que resultam em perdas métricas. Não raro, os valores entre as curvas de nível pode alcançar ordem de 1:10.000 ou 1:5.000, melhorando a visualização entre os segmentos das drenagens (FIGURA 9). O Quadro 1 apresenta as bacias pertencentes a este trabalho, bem como a autoria daqueles que realizaram suas medições.

Nº da bacia	Bacia	Quantidade de drenagens	Autor
1a	Baixo-Tietê	85	Rocha e Guedes (2011), Rocha e Guedes (2013) e revisão para este trabalho.
1b	Tietê-Batalha	77	Santos e Guedes (2011), Silva e Guedes (2013), Macedo e Guedes (2013) e revisão para este trabalho.
1c	Tietê-Jacaré	56	Lemes e Etchebehere (2011), Lemes, Etchebehere e Guedes (2012) e revisão para este trabalho.
2	Aguapeí	92	Porto et al. (2013)
3	Rio do Peixe	66	Etchebehere (2000)
4	Rio Santo Anastácio	25	Guedes (2006), Guedes (2008)
5	Pontal do Paranapanema	82	Guedes et al. (2010), Santos, Guedes e Etchebehere (2011), revisão para este trabalho.
6	Médio Paranapanema	46	Este trabalho
7	Rio Turvo	38	Santos, Itri e Etchebehere (2004), Itri, Santos e Etchebehere (2004), revisão para este trabalho.
8	Rio Pardo	38	Este trabalho.
Total		605	

Quadro 1. Compilação das medições das drenagens na área de estudo.

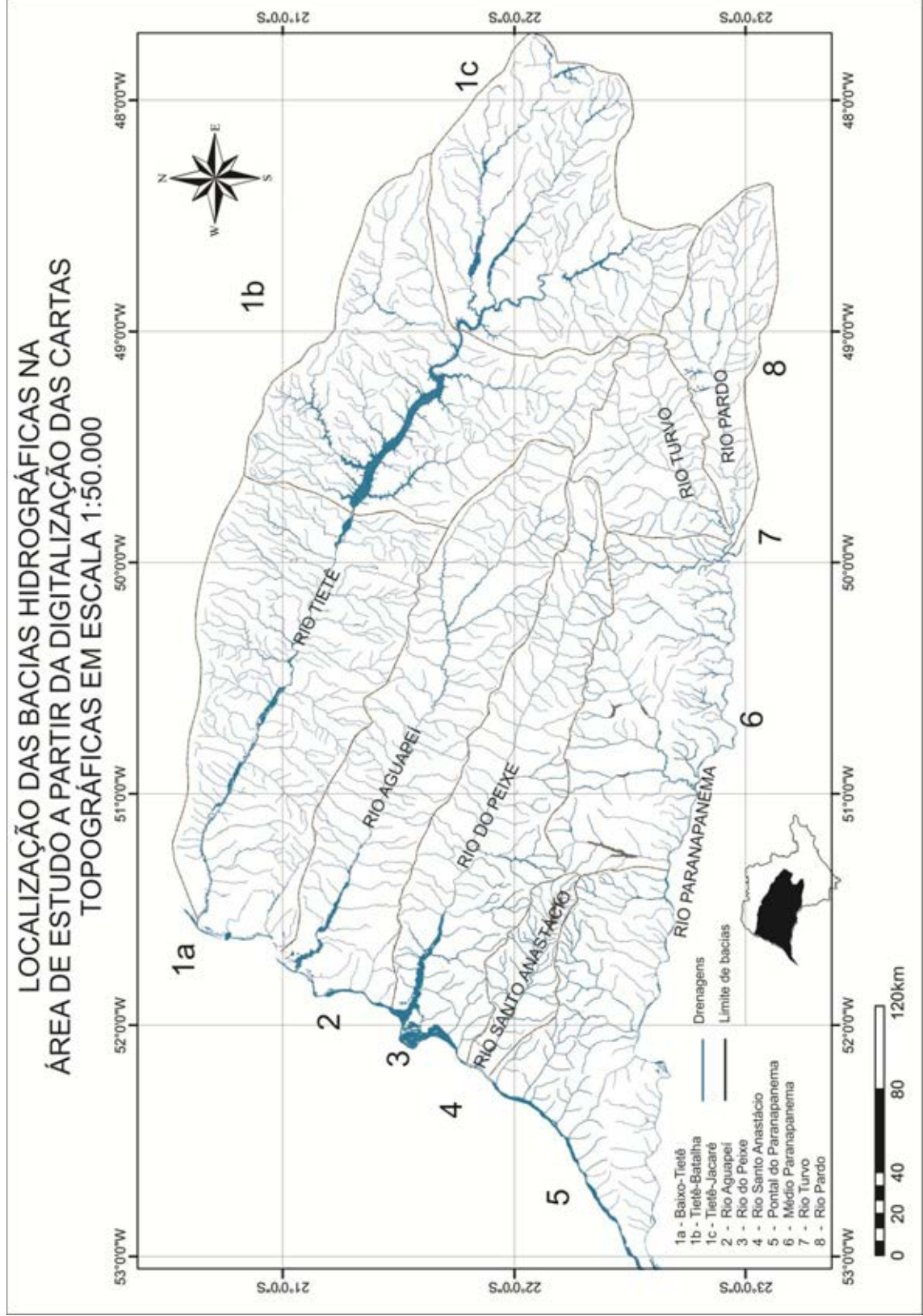


Figura 8. Base cartográfica elaborada a partir da digitalização das cartas topográficas em escala 1:50.000 editadas pelo IBGE.

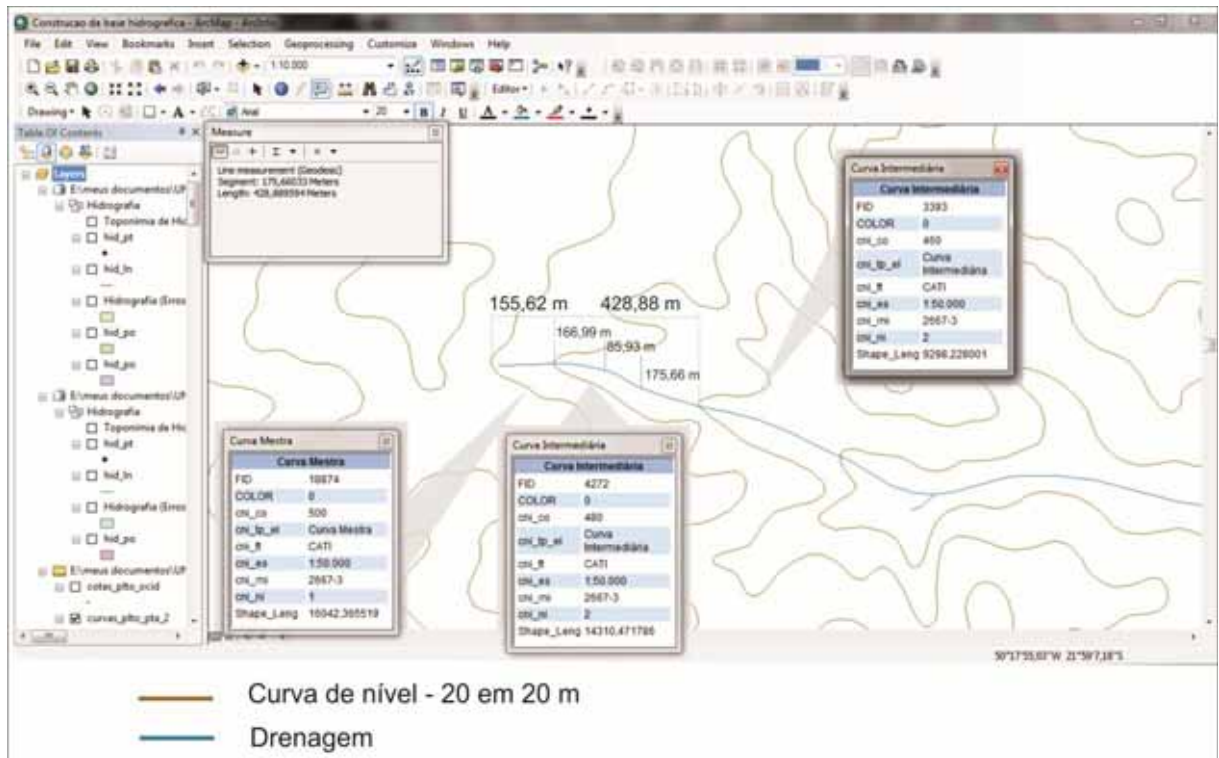


Figura 9. Exemplo de medição de trecho de uma drenagem utilizando o Software ArcGis 10.0.

O estudo dos perfis longitudinais das drenagens foi realizado a partir do levantamento cartográfico das drenagens acima de 8 km de extensão, nos quais os cursos d'água são mostrados como linhas azuis e a equidistância entre as curvas de nível é de 20 m. A partir deste levantamento, foi medido cada seguimento da drenagem e plotado em uma planilha de Excel. Em seguida, utilizou-se o software Grapher 10© para confeccionar os gráficos correspondentes.

Este método utilizado baseia-se na compreensão de que os cursos d'água estão em busca de um ponto de equilíbrio e que a alteração no seu nível de base levará a drenagem a procurar um novo ajuste, buscando um novo ponto de equilíbrio, seja erodindo o seu próprio leito, seja por aggradação. Para determinar os pontos de trechos anômalos (em desequilíbrio) nos perfis longitudinais de cursos d'água, plotam-se a curva de melhor ajuste (*best fit line*) no conjunto de pares ordenados "altitude x distância da cabeceira". Quanto maior o afastamento da drenagem em relação à curva, maior o seu nível de desajuste que pode-se mostrar acima da linha (o que indica área em soerguimento) ou abaixo (que se mostram em subsidência), que podem inclusive ser quantificados, conforme Volkov et al. (1967) que aplicaram na plataforma russa.

É importante salientar que a escolha desse indicativo é arbitrária, uma vez que é possível escolher critérios mais flexíveis, como 5 m, por exemplo. Contudo, McKeown et al. (1988) ressaltam que existe a margem de erro do cálculo dos parâmetros fluviomorfométricos em função da precisão da base cartográfica. Ainda que a utilização das ferramentas de geoprocessamento para geração das curvas de nível, tais como Global Mapper e o ArcMap, tal margem de erro foi mantida, uma vez que mesmo as imagens de satélite e as cartas digitalizadas podem conter erros.

Adicionalmente, é possível incluir rodapé geológico permitindo comparar os trechos anômalos (em subsidência ou em ascensão) e os pontos de nickpoint com o substrato.

As figuras 10 e 11 apresentam dois exemplos extraídos da bacia do rio Santo Anastácio. A primeira apresenta-se em equilíbrio, ou seja, a drenagem não se afasta mais de 10 m em relação à *best fit line*, observa-se que no ponto de contato entre as formações Adamantina e Geossolo Santo Anastácio há uma quebra no perfil, sendo descartado a hipótese de nickpoint por atuação tectônica. O segundo perfil apresenta dois trechos anômalos, e dois pontos de nickpoint (aproximadamente entre 50 km e 120 km), independentemente da mudança no substrato.

A figura 12, Córrego Barro Preto, no Pontal do Paranapanema, apresenta seus trechos anômalos destacados, os quais exibem os afastamentos acima e abaixo da linha de melhor ajuste. O perfil exhibe um trecho com nickpoint no quilômetro 8, onde a mudança da litologia não interfere na mudança do nível de base da drenagem.

Corroborando com os demais métodos fluviomorfométricos, o emprego da identificação de nickpoint tem sido utilizado para agregar dados aos estudos das deformações crustais expressos pelos cursos d'água. Crosby e Whipple (2006) aplicaram a identificação de nickpoint (Knickpoint) na bacia do Waipoa River na Nova Zelândia, Ferreira, Gomes e Antón (2010) aplicaram a técnica na bacia do Rio Douro (Portugal), Etchebehere, Casado e Morales (2011) no Rio Corumbataí, no estado de São Paulo e Silva, Etchebehere, Saad e Franco-Magalhães (2012) na bacia hidrográfica do Alto Rio Jaguari (SP-MG).

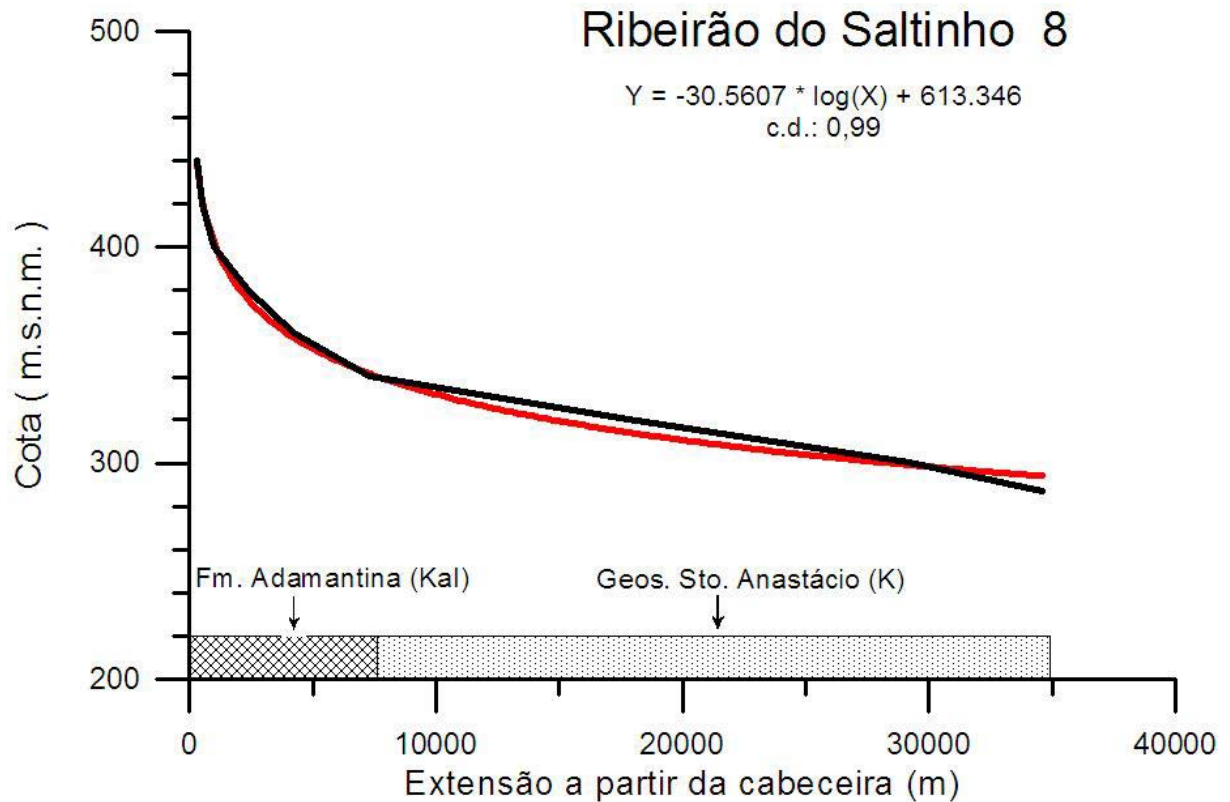


Figura 10. Perfil longitudinal da drenagem 8 na bacia do rio Santo Anastácio. A linha preta representa o perfil do canal e a linha vermelha a linha de menor ajuste. Observa-se o afastamento menor do que 10 m representando um curso em estado de equilíbrio. Fonte: Guedes (2008).

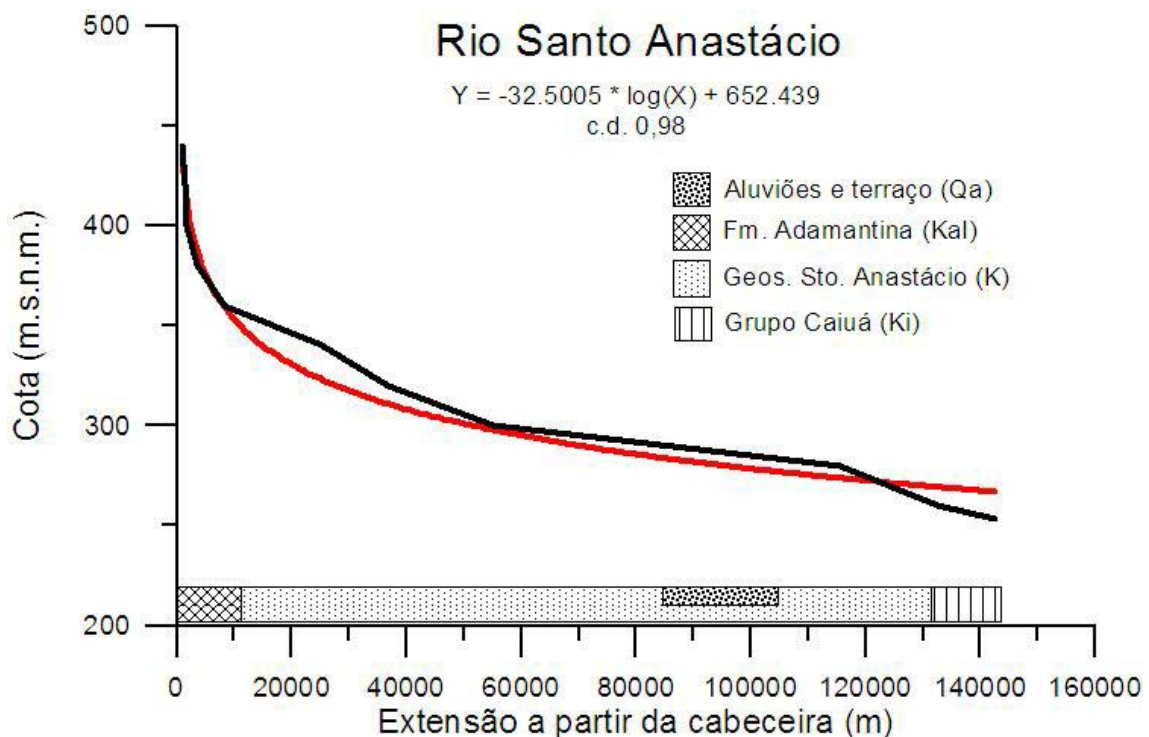


Figura 11. Perfil longitudinal do rio Santo Anastácio. Observa-se afastamento maior que 10 m, em relação à linha de melhor ajuste entre os km 15 e 30 (em estado de soerguimento) e nos 10 km restantes da drenagem (em estado de subsidência). Extraído de Guedes (2008).

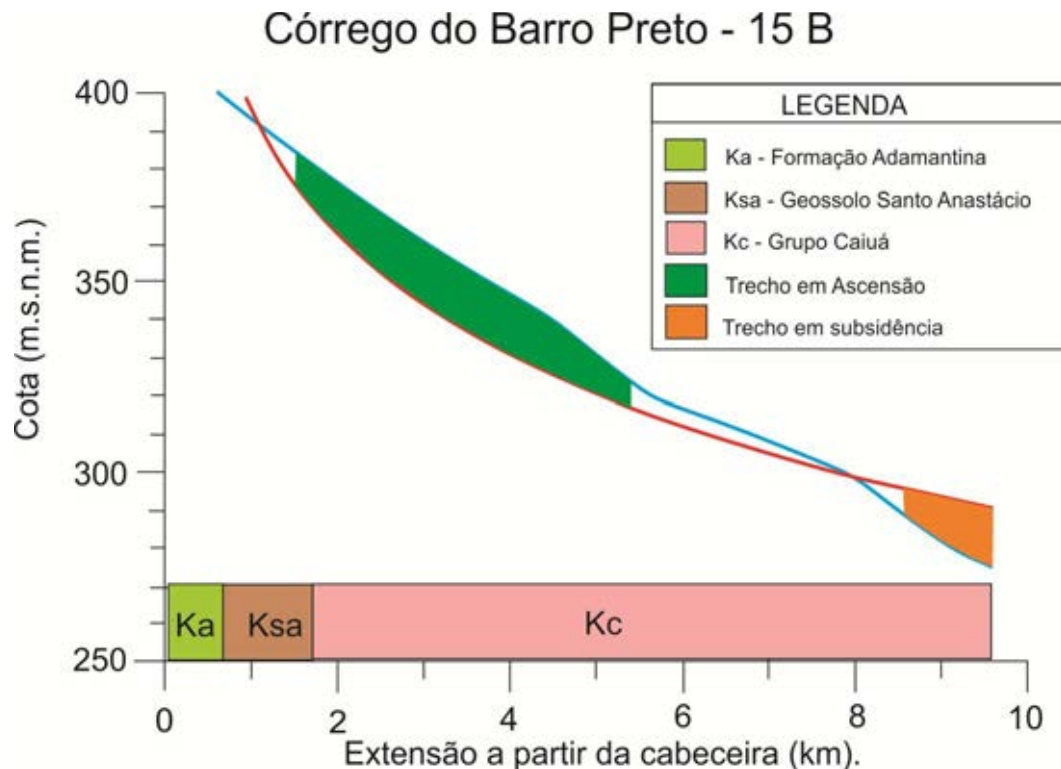


Figura 12. Perfil longitudinal do córrego do Barro Preto, região do Pontal do Paranapanema. Extraído de Guedes et al. (2010).

Para o alinhamento dos trechos de nickpoints, foram desconsiderados os alinhamentos de uma mesma drenagem, por se entender que as prováveis falhas geradoras de nickpoint vão configurar-se em uma conformidade perpendicular e/ou transversal às curvas de nível (FIGURA 13).

Os pontos foram plotados em um mapa de escala 1:500.000, a partir da interpretação dos perfis longitudinais das drenagens, considerando qualquer ponto de “quebra” no perfil (FIGURA 14). Os pontos foram separados em “quebras para cima”, plotados com a simbologia de um triângulo em vermelho e, “quebras para baixo” com a mesma simbologia em preto.

Os traços gerados no mapa expressam alinhamentos de 3 ou 4 nickpoints, uma vez que o controle dessas feições por falhas não devem abarcar áreas muito extensas. Ainda que não se tenha um levantamento estatístico das direções dos alinhamentos, e ainda que cada bacia possua a sua dinâmica, é possível verificar que há traços predominantes ESE-WNW que acompanham a direção das calhas dos Rios Tietê, Aguapeí, Peixe e Santo Anastácio, já na região do Paranapanema predominam os traços E-W.

A interpretação desta técnica por segmento de bacia será realizada adiante.

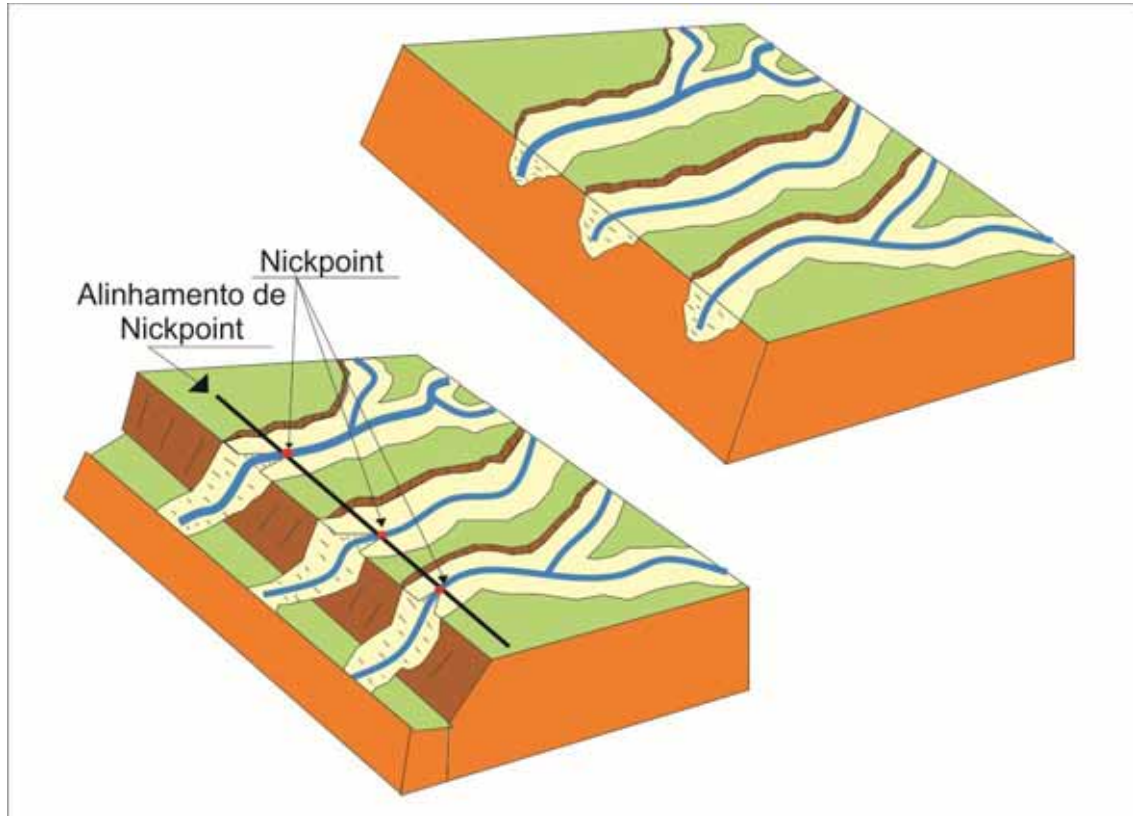


Figura 13. Esquema simplificado da evolução de nickpoint.

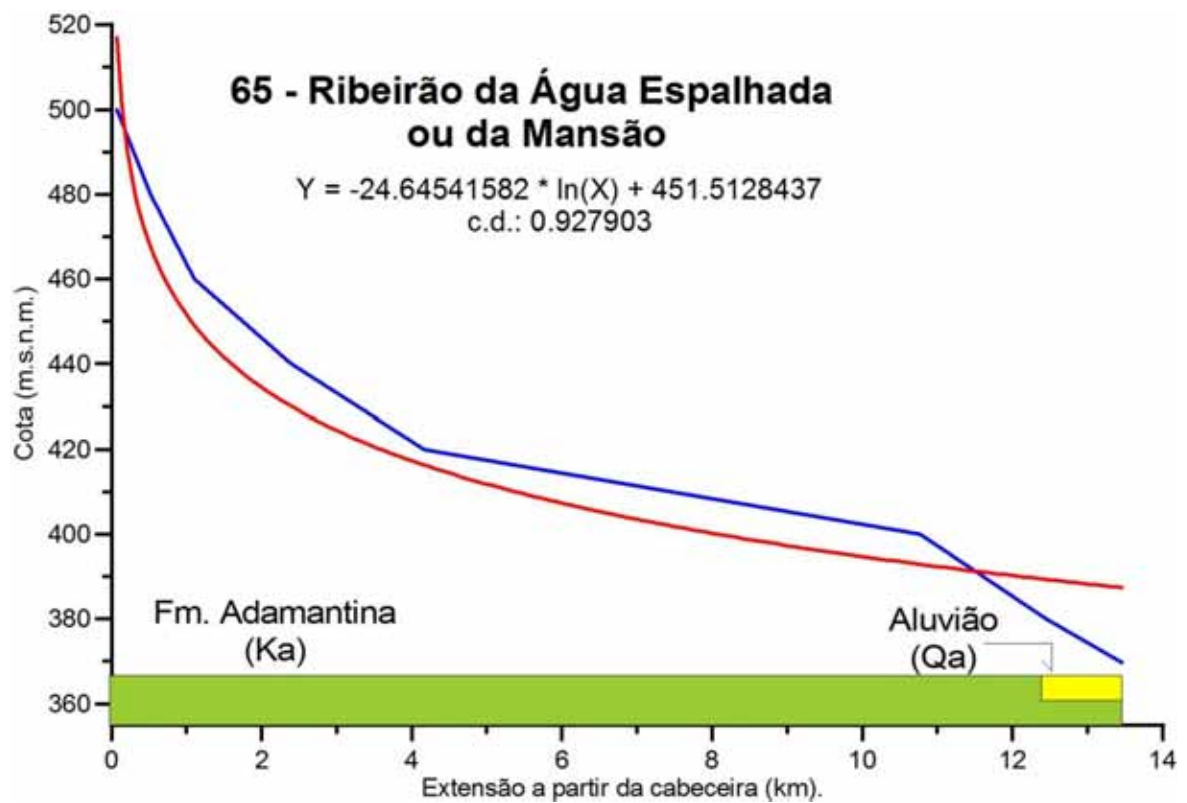


Figura 14. Exemplo de perfil longitudinal de drenagem apresentando "quebras" com concavidade para cima e para baixo.

Os índices Relação Declividade Vs. Extensão (RDE) referem-se à declividade de um curso d'água, ou de determinados trechos da drenagem, normalizada pela extensão total do curso, ou pela distância entre o referido trecho e a nascente. Conforme Etchebehere (2000), o cálculo de RDE dar-se conforme a figura 15.

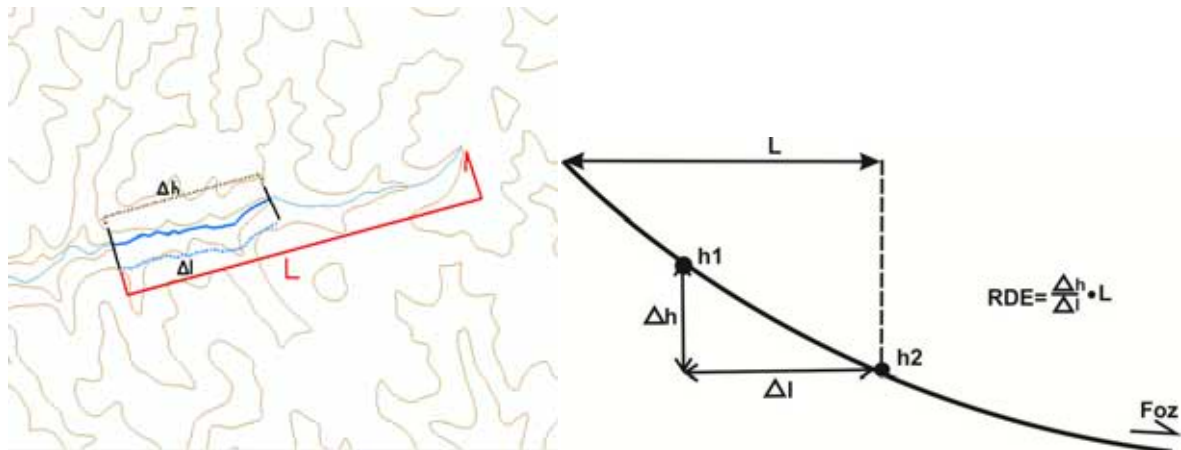


Figura 15. Índice RDE conforme Etchebehere (2000).

Entende-se que Δh é a diferença altimétrica entre dois pontos extremos de um segmento de drenagem; Δl corresponde ao comprimento da projeção horizontal da extensão do segmento considerado (i.e., $\Delta h / \Delta l$ constitui o gradiente hidráulico da drenagem nesse trecho); e L refere-se ao comprimento do curso d'água entre o ponto inferior do segmento considerado e a nascente.

Adicionalmente, pode-se calcular o índice RDE para toda a extensão da drenagem (RDE_{total} ou RDE_t), multiplicando-se a amplitude altimétrica total (diferença topográfica entre as cotas da nascente e da foz) e o logaritmo natural de toda a extensão do curso d'água (em metros), tal como sugerido por McKeown et al. (1988).

As figuras 16, 17 e 18, apresentam alguns exemplos de aplicações dos índices de $RDE_{segmento}$ e os gráficos gerados. As figuras apresentam o substrato geológico, incluído no rodapé do gráfico para que a análise dos índices possa ser melhor interpretada de acordo com a estratigrafia.

Os gráficos de $RDE_{segmento}$ são gerados a partir da medição das drenagens, conforme explicado anteriormente. Os dados são plotados em planilhas eletrônicas para que se façam os cálculos de cada segmento de RDE.

Primeiramente se obtém o valor de RDE_{total} , onde calcula-se a diferença entre a cota da cabeceira e a cota da foz, dividido pelo logaritmo natural da extensão e dividido por mil.

Adiante, calcula-se a diferença entre a cota superior e a cota inferior do trecho, dividido pelo comprimento do trecho e multiplicado pela extensão, que vai gerar o índice RDE (num). Por fim é dividido o valor obtido pelo RDE (num) pelo RDE_{total} , chegando ao valor de $RDE_{segmento}$. A proposta de Seeber & Gornitz (1983), diz que valores de $RDE_{segmento}$ acima de 2 são anomalias de 2ª ordem, e índices acima de 10, anomalias de 1ª ordem.

Após gerar os gráficos, os índices anômalos são plotados em cartas para que se possam localizar os trechos que contem anomalias de RDE_s .

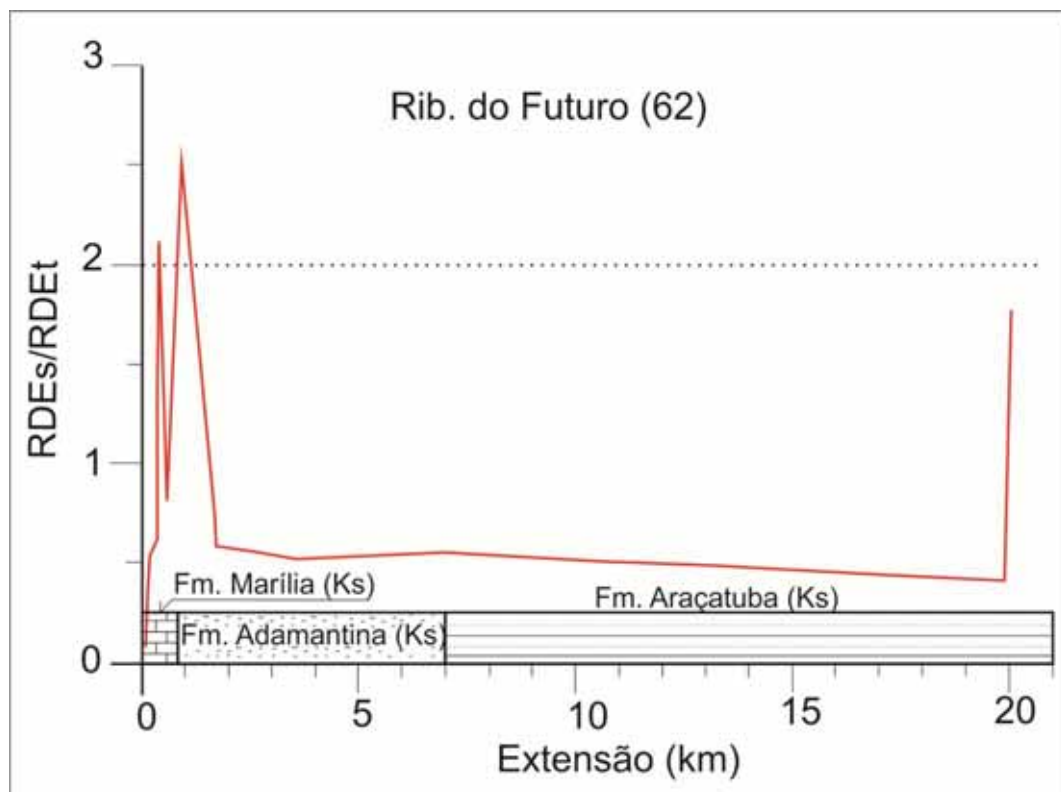


Figura 16. Aplicação do índice RDE no Rib. do Futuro, bacia do Rio do Peixe. O gráfico apresenta duas anomalias de 2ª ordem associadas às formações Marília e Adamantina. Extraído de Etchebehere (2000).

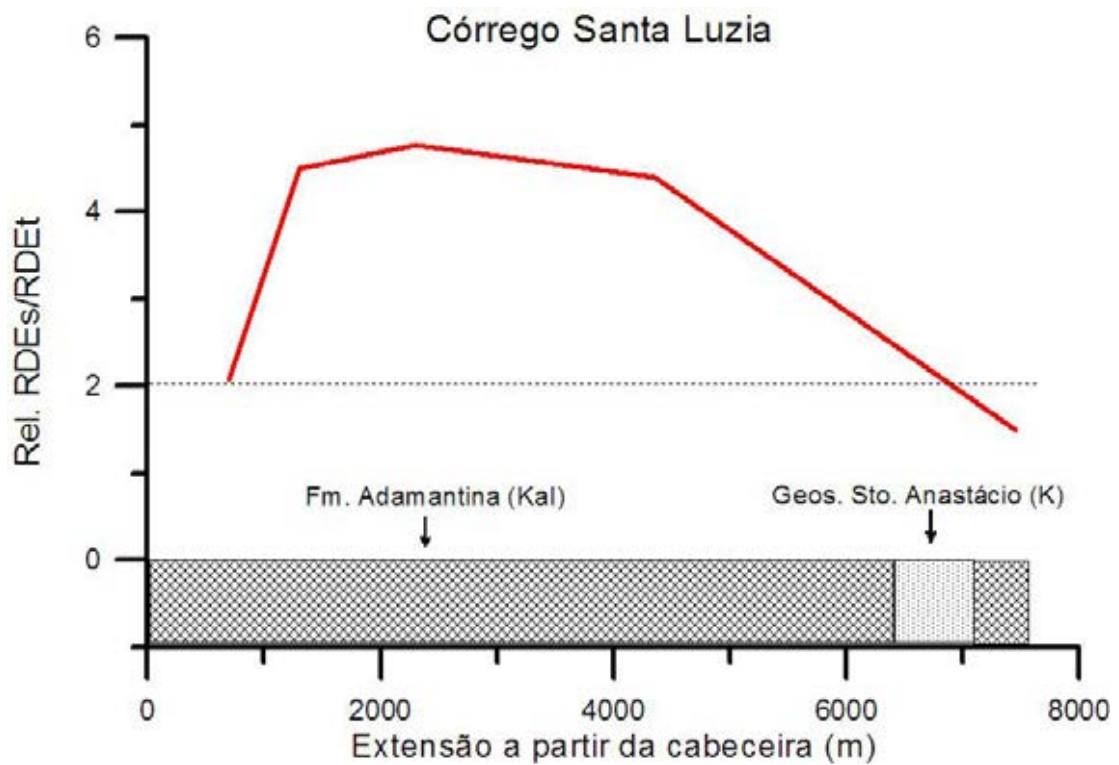


Figura 17. Índice de RDE aplicado no Cór. Santa Luzia, bacia do rio Santo Anastácio. O gráfico apresenta a drenagem praticamente anômala em todos os seus segmentos Extraído de Guedes (2008).

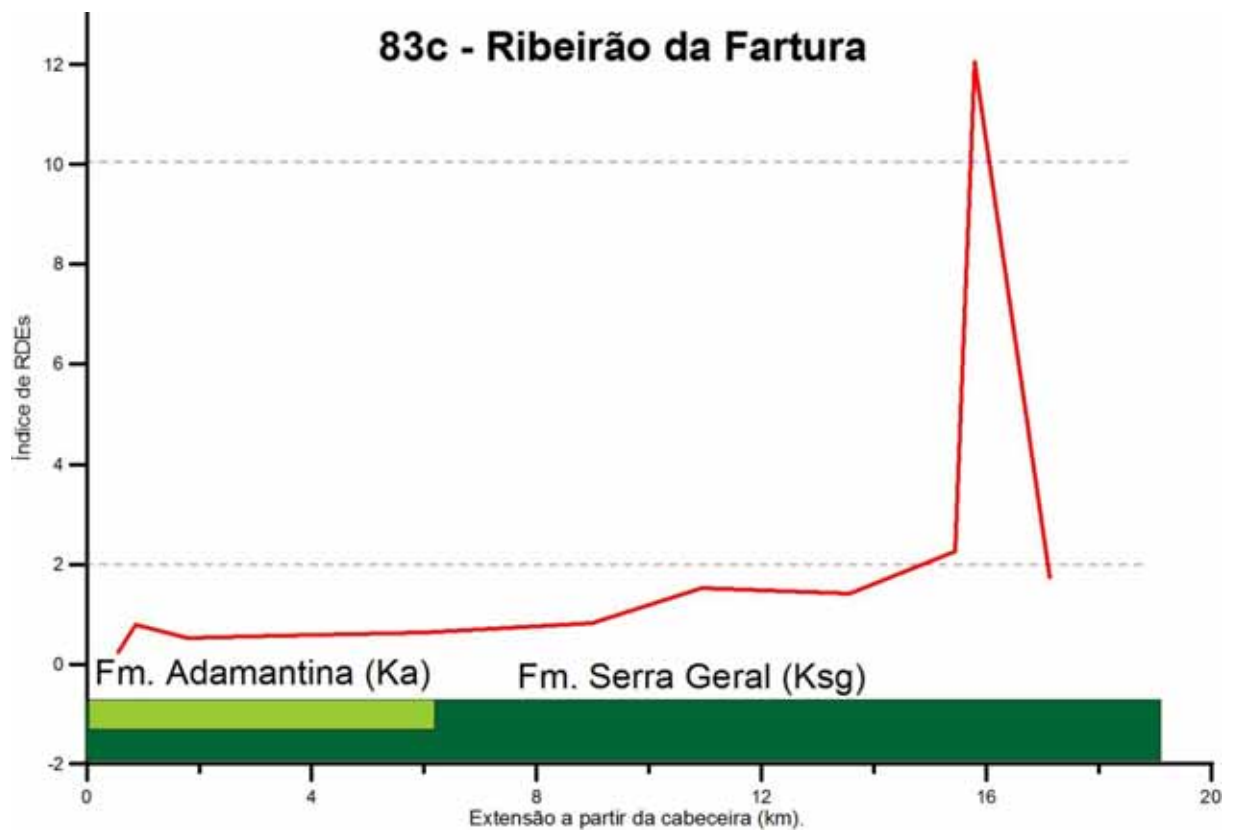


Figura 18. Aplicação do Índice de RDE no Rib. Da Fartura (Rio Tietê). A linha vermelha indica os valores de RDEs com identificação de anomalias de 2ª (> 2 < 10) e 1ª (> 10) ordem na sua foz.

2.4 Análise de lineamentos do relevo e da drenagem

Lineamento de drenagens e do relevo, via interpretação de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), tem sido empregadas para identificar falhas e análises geomorfológicas para identificar deformações causadas por tectonismo, em diferentes contextos geológicos. Entende-se por lineamento os traços como feições lineares topográficas ou tonais no terreno ou em imagens e mapas, que podem representar zonas de fraqueza estrutural (SABINS Jr., 1978). Os lineamentos extraídos constituem segmentos retilíneos hectométricos a quilométricos que, conforme Etchebehere, Saad e Casado (2005), devem refletir descontinuidades de alto ângulo de mergulho.

Tais feições são caracterizadas como fraturas do maciço rochoso e são observadas em imagens de satélite ou por mapas planialtimétricos, mostrando segmentos retilíneos de drenagens ou do relevo. Os lineamentos traçados na área de estudo aqui empregados tratam-se de trechos retilíneos de drenagem, que podem refletir o encaixe dos cursos d'água em descontinuidades estruturais (feixes de fraturas, contatos, falhas etc). Os lineamentos referentes às cristas lineares de relevo podem representar escarpas de falhas ou mesmo zonas de cimentação mais resistente em feixes de fraturas.

Aponta-se a aplicação deste método na região amazônica (COSTA et al., 1996), ao sul do Planalto de Shillong, Bangladesh-Índia (BISWAS; GASEMANN, 2005), bacia do Rio Peixe-SP (ETCHEBEHERE; SAAD; CASADO, 2005), sudeste do Rio Grande do Sul (ANDRADES FILHO; GUASSELLI, SUERTEGARAY, 2008), bacia do Rio Santo Anastácio (SANTONI, 2008), soleira de Arujá-SP (MACIEL, 2009), entre outros.

A análise do lineamento estrutural das drenagens e do relevo foi realizada a partir da interpretação das imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) pelo Software Global Mapper® versão 10. As imagens interpretadas foram geradas a partir do modelo *Gradient Shader* em que a visualização da topografia se dá através do sombreamento em escala de cor cinza, variando de acordo com a diferença altimétrica de 174 m (mais claro) até 1.182 (mais escuro). As elevações são representadas em metros sem casas decimais e referenciadas para o Datum Vertical WGS85. A direção da luz sobre a imagem é de inclinação 45 e azimute 45°. A

imagem analisada procedeu-se em escala de 1:500.000 evidenciando os grandes lineamentos da drenagem e do relevo. Em seguida os lineamentos foram agrupados de acordo com o seu direcionamento variando em agrupamentos de $22^{\circ}5'$ em $22^{\circ}5'$, contabilizados e demonstrados através da confecção de roseta de frequência.

O emprego dessa técnica é apresentado no Apêndice E, em que foi gerada uma imagem SRTM em escala 1:500.000 do Planalto Ocidental Paulista e traçados os lineamentos das drenagens e do relevo. Nesta imagem é possível verificar as famílias de lineamentos nos diversos contextos do Planalto Ocidental Paulista. Foram identificados 2.118 lineamentos e agrupados em direções que variam de $22^{\circ}5'$ em $22^{\circ}5'$. Em seguida foi confeccionado um histograma dos lineamentos (FIGURA 19) e uma Roseta de frequência (FIGURA 20). Adiante também se confeccionou uma roseta de comprimento acumulado (FIGURA 21) e o histograma correspondente (FIGURA 22).

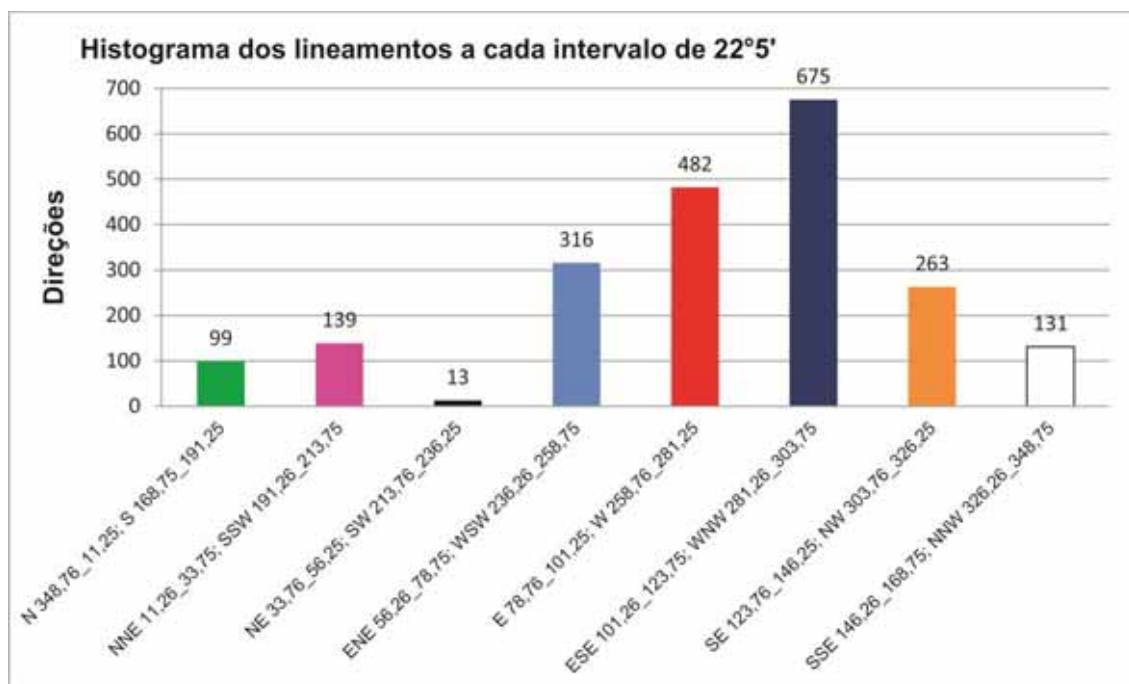


Figura 19. Histograma dos lineamentos da drenagem e do relevo da área de estudo com intervalo de $22^{\circ}5'$ em $22^{\circ}5'$.

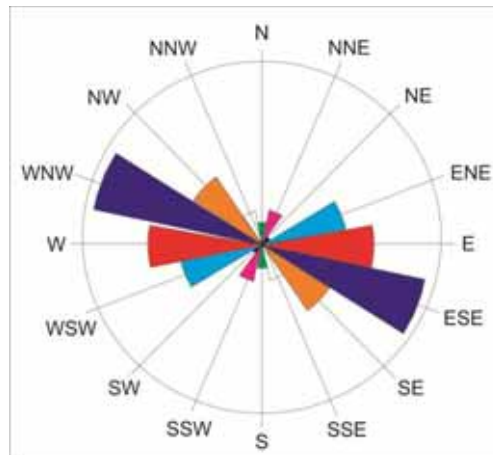


Figura 20. Roseta de frequência dos lineamentos da área de estudo.

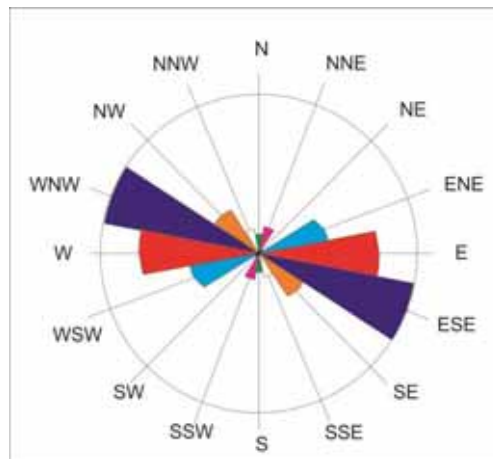


Figura 21. Roseta de comprimento acumulado dos lineamentos extraídos.

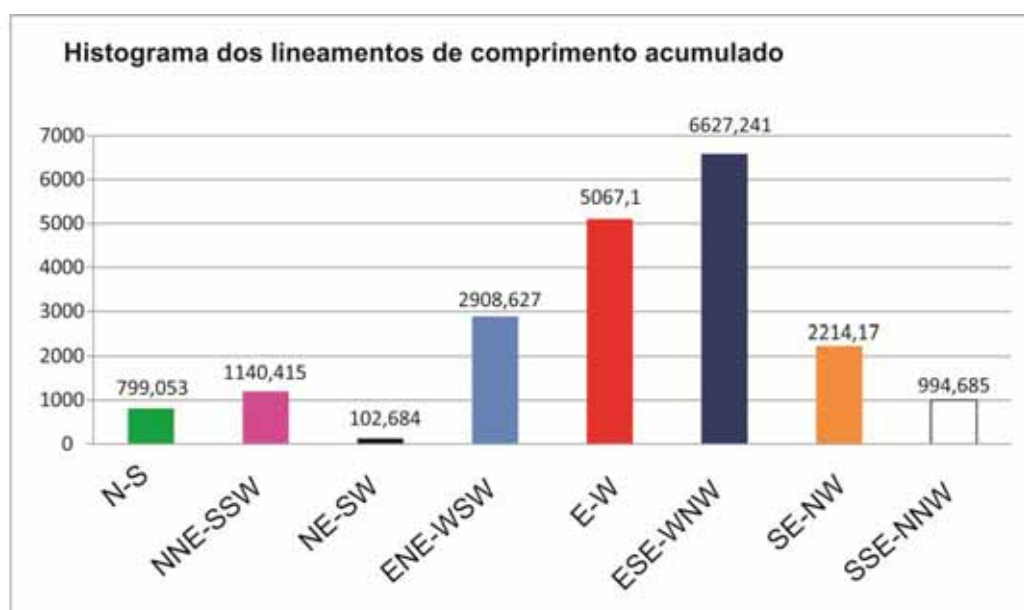


Figura 22. Histograma de frequência acumulada, em quilômetros, dos lineamentos extraídos.

2.5 Integração de dados

Concluída a revisão literária, as medições das drenagens e a elaboração dos gráficos, iniciou-se a interpretação em cada bacia. Após a análise individual, foram plotados, em mapa 1:500.000, as anomalias fluviomorfométricas e os índices de anomalia de RDE (APÊNDICE B), o mapa de isovalores de RDEtotal (APÊNDICE C), os pontos de nickpoint (APÊNDICE D), e um mapa SRTM apresentando os principais lineamentos da drenagem e do relevo, áreas com solos espessos e aluviões (APÊNDICE E). Por fim, os mapas gerados foram sobrepostos e foi adicionado as falhas reconhecidas pela CPRM (PEIXOTO, 2010), realizando a interpretação das áreas em estado de soerguimento e subsidência de toda área de estudo que é apresentado no Apêndice F.

2.6 Observações de campo

A preparação para as atividades em campo foram realizadas mediante a interpretação dos dados, a partir da confecção das cartas de anomalias fluviomorfométricas, do mapa de lineamentos e solo espesso, e da plotagem das indicações de nickpoint.

Levaram-se em consideração as áreas de subsidência e as cabeceiras das drenagens. Procurou-se observar a morfologia da paisagem, os terraços fluviais e a litologia. Através da análise das imagens orbitais, os pontos de interesse para investigação foram compilados em um quadro e descritos. É preciso ressaltar que grande parte dos pontos plotados não pode ser verificados, uma vez que as imagens de satélite de 2006, obtidas pelo Google Earth®, e do GPS utilizado, não correspondiam com o que se encontrou em campo. Em virtude da instalação de diversas usinas de etanol, as estradas vicinais foram modificadas, dificultando o planejamento do trajeto.

Empreenderam-se três campanhas para as atividades em campo. A primeira ocorreu entre os dias 28/04/2012 e 01/05/2012 perfazendo as cidades de Presidente Prudente, Presidente Venceslau, Teodoro Sampaio e Estrela do Norte, totalizando uma área de aproximadamente 6.000 km². Nesta área procurou-se compreender melhor a região denominada Planalto das Lagoas, realizando o levantamento das áreas com solos espessos e a morfologia local (Quadro 2).

Ponto	Longitude (W)	Latitude (S)	Altitude (m.s.n.m.)	Obs.
P1	51°27'33"	22°11'41"	379	Superfície plana com leves ondulações.
P2	51°27'64"	22°11'48"	373	Superfície plana nas proximidades da borda do Planalto das Lagoas.
P3	51°27'30"	22°11'16"	409	Tomada da paisagem.
P4	51°27'08"	22°11'00"	409	Tomada da paisagem.
P5	51°26'52"	22°10'42"	363	Drenagem sobre Fm. Adamantina.
P6	51°25'97"	22°11'48"	429	Fm. Adamantina
P7	51°27'44"	22°14'20"	391	Paisagem com pontos alagados
P8	51°28'42"	22°12'45"	418	Paisagem com pontos alagados
P9	51°28'15"	22°11'88"	343	Contato entre Fm. Adamantina e Fm. Araçatuba.
P10	51°31'02"	22°16'77"	474	Regolitos espessos.
P11	51°38'54"	22°23'28"	340	Tomada da paisagem.
P12	51°59'10"	22°31'64"	323	Tomada da paisagem.
P13	51°54'40"	22°29'11"	309	Pacote de solo espesso.
P14	51°57'64"	22°27'16"	429	Área de pasto.
P15	52°00'19"	22°25'72"	275	Área alagada.
P16	51°46'97"	22°06'98"	370	Topo do vale.
P17	51°49'38"	22°06'22"	318	Espraçamento de areia em terraço fluvial.
P18	51°50'35"	22°06'03"	367	Superfície aplainada.
P19	51°51'30"	22°06'29"	394	Área de solo espesso e arenoso.
P20	51°44'09"	22°05'38"	335	Pacote de solo espesso.
P21	51°44'69"	22°05'98"	329	Superfície plana e alagada com espraçamento de areia.
P22	51°47'62"	22°08'75"	410	Tomada da paisagem.
P23	51°50'06"	22°12'45"	374	Área de pasto com lagoas.
P24	51°50'47"	22°13'14"	350	Terraços fluvial dissecado sobre Geos. Santo Anastácio.
P25	51°57'90"	22°16'88"	370	Solo espesso.
P26	51°50'98"	22°27'67"	369	Borda sul do Planalto das Lagoas.
P27	51°49'54"	22°16'78"	326	Fundo de vale com terraços fluviais.
P28	51°43'83"	22°14'99"	329	Terraço fluvial.
P29	51°43'49"	22°14'60"	368	Tomada da paisagem.
P30	51°39'86"	22°16'86"	397	Solo espesso.
P31	51°39'32"	22°15'95"	344	Solo espesso.
P32	51°39'32"	22°15'59"	380	Pacote de solo espesso.
P33	51°39'38"	22°14'95"	338	Pacote de solo espesso.
P34	51°38'17"	22°12'38"	425	Tomada da paisagem.

Quadro 2. Identificação dos pontos levantados em atividades de campo na região de Presidente Prudente-SP entre 28/04/2012 e 01/05/2012.

A segunda campanha em campo realizou-se entre os dias 26/10/2013 e 27/10/2013 na região da bacia do Rio Tietê-Jacaré. Em campo, buscou-se o contato entre as formações basais, a compreensão do relevo local e a identificação das áreas de solo espesso. Foram plotados 23 pontos (Quadro 3) e descritos, conforme se seguem nos capítulos pertinentes.

Ponto	Longitude (W)	Latitude (S)	Altitude (m.s.n.m.)	Obs.
S1	49°39'40"	20°46'22"	473	Fm. Adamantina.
S2	49°46'42"	20°44'44"	449	Depósito de terraço.
S3	49°51'06"	20°43'04"	531	Fm. Adamantina.
S4	50°03'33"	20°43'12"	479	Tomada da paisagem.
S5	50°03'35"	20°53'25"	445	Tomada da paisagem.
S6	49°59'54"	20°51'13"	477	Drenagem assoreada.
S7	49°48'19"	20°46'24"	502	Solo exposto.
S8	49°37'27"	20°59'34"	464	Fm. Araçatuba.
S9	49°42'51"	21°04'05"	427	Área de brejo.
S10	49°53'46"	21°09'47"	434	Drenagem sobre arenito cinza.
S11	50°05'48"	21°18'04"	391	Drenagem assoreada.
S12	50°03'23"	21°25'04"	407	Solo exposto (laranja claro).
S13	50°02'24"	21°25'28"	392	Drenagem assoreada.
S14	49°54'35"	21°25'07"	408	Superfície de aplainamento.
S15	49°31'34"	21°56'23"	510	Pacote de solo espesso.
S16	49°41'02"	21°06'24"	421	Fm. Adamantina.
S17	49°45'40"	21°15'31"	424	Solo espesso.
S18	49°46'40"	21°16'40"	412	Fm. Araçatuba.
S19	49°47'33"	21°21'27"	407	Solo espesso.
S20	49°47'11"	21°25'34"	434	Escavação na beira da Rod. Com pacotes de solo espesso.
S21	49°46'58"	21°33'20"	437	Solo espesso.
S22	49°47'01"	21°34'20"	432	Solo espesso.
S23	49°38'41"	21°47'51"	481	Solo espesso.

Quadro 3. Identificação dos pontos levantados em atividades de campo na região da bacia do Rio Tietê-Jacaré, entre os dias 26/10/2013 e 27/10/2013.

A terceira campanha de campo ocorreu entre os dias 16/11/2013 a 20/11/2013. Este campo teve como objetivo reconhecer as áreas de solo espesso identificadas a partir da elaboração do mapa SRTM de lineamentos e solos espessos (APÊNDICE E). Este campo deu-se em três etapas. O primeiro entre as proximidades das cidades de Bariri, Ibitinga e Itápolis, até Brotas, nas proximidades da cabeceira da bacia do Rio Tietê-Jacaré, onde se fez o reconhecimento da geologia e da geomorfologia local. A segunda área, na região de Bauru, onde se visitou a cabeceira nordeste da bacia do Rio Turvo, e a terceira em que se empreendeu maiores esforços para compreender a região que divide o Pontal do Paranapanema do médio Paranapanema (QUADRO 4).

Ponto	Longitude (W)	Latitude (S)	Altitude (m.s.n.m.)	Obs.
J1	48°31'40"	22°13'41"	574	Solo espesso com cascalho.
J2	48°31'10"	22°12'51"	588	Fm. Itaquerí.
J3	48°31'28"	22°08'06"	585	Drenagem sobre Fm. Itaquerí.
J4	48°31'35"	22°08'04"	593	Terraço fluvial.
J5	48°30'16"	22°06'58"	590	Tomada da paisagem.
J6	48°24'46"	22°02'28"	517	Contato entre Fm. Serra Geral e

				Fm. Botucatu.
J7	48°37'43"	21°56'00"	462	Tomada da paisagem.
J8	48°39'51"	21°54'40"	464	Drenagem sobre Fm. Serra Geral.
J9	48°41'25"	21°54'13"	464	Drenagem sobre depósitos de areia.
J10	48°48'29"	21°48'42"	425	Planície de inundação.
J11	48°50'50"	21°17'16"	496	Drenagens assoreadas.
J12	48°50'24"	21°48'13"	453	Fm. Serra Geral.
J13	48°49'48"	21°49'25"	412	Planície de inundação do Rio Jacaré-Guaçu.
J14	48°37'15"	22°11'55"	529	Contato entre Fm. Serra Geral e Fm. Botucatu.
J15	48°26'19"	22°07'25"	588	Fm. Serra Geral.
J16	48°26'05"	22°07'23"	587	Morros com afloramento de basaltos.
J17	48°24'25"	22°07'56"	575	Depósitos de enxurradas.
J18	48°17'28"	22°06'41"	713	Seixos entre camadas de solo.
J19	48°11'34"	22°05'32"	730	Fm. Itaquetí.
J20	48°05'08"	22°03'39"	595	Fm. Itaquetí.
J21	48°10'52"	22°12'38"	597	Planície de inundação.
J22	48°15'16"	22°12'09"	538	Fm. Pirambóia.
J23	48°15'09"	22°12'37"	479	Fm. Pirambóia.
J24	48°15'04"	22°12'40"	472	Fm. Pirambóia.
J25	49°00'07"	22°29'41"	602	Terraço fluvial.
J26	49°00'26"	22°30'39"	634	Solo espesso arenoso.
J27	49°01'07"	22°28'52"	657	Fm. Marília.
J28	49°03'48"	22°31'09"	682	Fm. Marília.
J29	49°03'50"	22°29'42"	699	Cabeceira de drenagem com intenso processo erosivo e afloramento da Fm. Marília.
J30	49°03'55"	22°30'07"	666	Fm. Marília.
J31	49°04'05"	22°30'22"	640	Fm. Marília.
J32	49°06'18"	22°32'08"	620	Tomada da paisagem.
J33	49°11'58"	22°32'59"	522	Drenagem sobre área de solo espesso.
J34	49°49'03"	22°58'48"	469	Obras para contenção de erosão.
J35	50°29'19"	22°30'22"	430	Processos erosivos.
J36	50°33'13"	22°30'42"	440	Contato entre Fm. Serra Geral e Fm. Adamantina.
J37	50°19'48"	22°21'27"	588	Erosão linear.
J38	50°18'50"	22°21'30"	572	Área de pasto.
J39	50°16'53"	22°22'10"	467	Erosão laminar.
J40	50°15'59"	22°22'12"	588	Fm. Adamantina.
J41	50°13'34"	22°24'33"	657	Fm. Adamantina em terreno dissecado.
J42	50°09'08"	22°26'08"	640	Fm. Marília.
J43	50°06'30"	22°26'32"	616	Formação de ravinas.
J44	50°02'44"	22°24'13"	440	Fm. Marília.
J45	50°01'00"	22°17'54"	488	Fm. Marília.
J46	50°00'46"	22°17'43"	527	Fm. Marília.
J47	49°57'13"	22°13'51"	633	Tomada da paisagem.
J48	49°54'21"	22°18'01"	543	Contenção de desmoronamento em afloramentos da Fm. Marília.
J49	50°05'55"	22°37'16"	556	Área de pasto.
J50	51°20'50"	22°15'34"	510	Solo espesso.
J51	51°21'43"	22°16'43"	509	Erosões em área de pasto.
J52	51°24'44"	22°18'35"	424	Área de pasto dissecada.
J53	51°25'10"	22°18'55"	393	Terraço fluvial.

J54	51°26'04"	22°19'08"	414	Pontos de erosão e afloramento da Fm. Adamantina.
J55	51°29'30"	22°24'42"	426	Cultivo de cana em planícies.
J56	51°31'08"	22°24'38"	434	Erosão em área com construções para contenção de erosão.
J57	51°32'02"	22°30'43"	429	Planície de inundação assoreada.
J58	51°28'07"	22°34'05"	357	Drenagem intensamente assoreada.
J59	51°23'20"	22°37'59"	338	Drenagem assoreada.
J60	51°21'50"	22°35'32"	358	Drenagem assoreada.
J61	51°21'47"	22°34'17"	392	Erosões em planície.
J62	51°17'50"	22°22'43"	393	Encosta dissecada
J63	51°17'07"	22°19'32"	396	Trechos com erosão e espriamento de areia em depósitos fluviais.
J64	51°03'40"	22°37'46"	457	Drenagem assoreada.
J65	50°57'43"	22°37'58"	360	Vista do Ribeirão Bonito.

Quadro 4. Identificação dos pontos levantados em atividades de campo entre os dias 16/11/2013 e 20/11/2013.

2.7 Organização da Tese

Para facilitar a leitura e a análise dos dados levantados ao longo desta pesquisa, esta tese foi organizada em dois volumes. O primeiro volume apresenta a revisão bibliográfica discutindo os principais conceitos empregados, os métodos e as técnicas pesquisadas, bem como a apresentação de situações análogas em outras partes do território. Ainda no primeiro volume é apresentado e discutido os resultados obtidos a partir das pesquisas em escritório e em campo.

O segundo volume apresenta seis encartes e seis apêndices. Os encartes são perfis longitudinais das drenagens confeccionados para esta tese, em que o leitor poderá comparar o que foi escrito sobre as drenagens mensuradas com os gráficos sem precisar ficar buscando em outras páginas, e os apêndices são os mapas gerados em escala 1:500.000 que poderão ser retirados e abertos sobre uma superfície para serem analisados.

3. GEOMORFOLOGIA

A primeira tentativa de dividir em compartimentos geomorfológicos o território paulista foi apresentada por Luís Flores de Moraes Rêgo em 1932, definindo em seu esboço os principais aspectos geomorfológicos do Estado de São Paulo: Serra do Mar e suas ramificações, Serra do Paranapiacaba e suas ramificações, Divisor Tietê-Paraíba, Serra da Mantiqueira, Cuestas devonianas incipientes, Cuestas da série Passa Dois, Escarpa da série de São Bento, Planura litorânea, Vale do rio Ribeira de Iguape, Terras altas de São Paulo, Vale do Paraíba, Topografia da parte inferior do sistema de Santa Catarina e Planalto Ocidental (MORAIS REGO, 1946). Em seguida, Pierre Deffontaines, em 1935, apresentou sua contribuição com uma nova divisão, não acompanhada em carta, distinguindo o Litoral em dois setores, o Alto da Serra, o Vale do Médio Paraíba, a região de Campos do Jordão, a Mantiqueira, as Serras Graníticas do Norte, a Zona Cristalina à volta de São Paulo, a Depressão Permiana e a Zona dos Arenitos e Derrames Basálticos do centro e oeste do Estado (DEFFONTAINES, 1945). Monbeig (1949) elaborou uma nova divisão do relevo paulista mantendo as três divisões reconhecidas por Moraes Rêgo e Deffontaines (Litoral, Depressão Periférica e Planalto Ocidental) e designou o Planalto Atlântico agrupando os relevos das áreas cristalinas criando uma quarta região fisiográfica.

Os estudos sobre o Estado de São Paulo continuaram com os trabalhos de Ab'Saber e Bernardes (1958), que reelaboraram os trabalhos anteriores, subdividindo o Planalto Atlântico e o Litoral e várias zonas morfológicas (cf. ROSS; MOROZ, 1997). Em seguida, Almeida (1964) apresentou sua proposta, adotada neste trabalho com as inferências de IPT (1981) e Ross e Moroz (1997) que se seguiram.

Almeida (1964) adverte sobre a disposição paisagística condicionante do relevo paulista para que se tenha tomado tal característica como se faz nos dias atuais. Primeiramente faz referência à posição geotectônica do Estado, alongando-se sobre “um escudo cristalino pré-cambriano, banhado pelo oceano, para o interior da grande bacia sedimentar do Paraná” (ALMEIDA, 1964). Seguem-se as análises dos movimentos ascensionais proporcionando a erosão e o afloramento de suas estruturas, recomendações estas que foram levadas em conta para delimitação das zonas de divisão geomorfológica a que se propuseram diversos pesquisadores.

Segundo este autor, a divisão geomorfológica que compreende esta área é apresentada na figura 23 e a sua seção geológica-geomorfológica na figura 24.

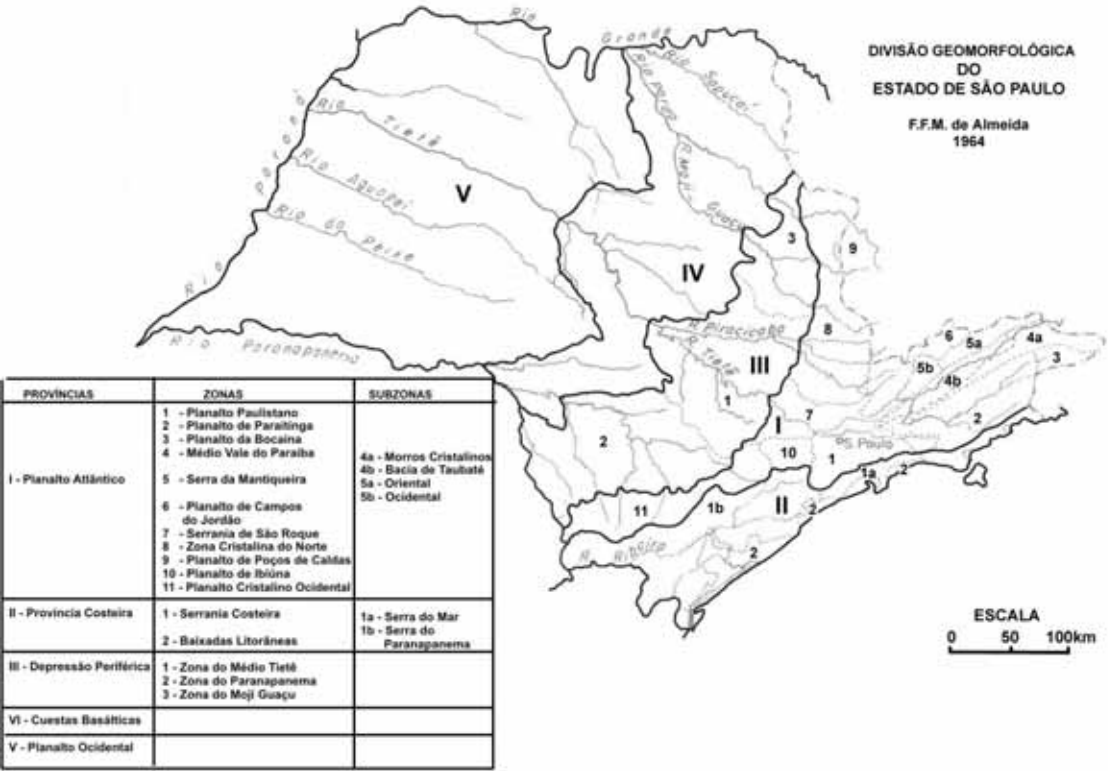


Figura 23 Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo. (ALMEIDA, 1964).

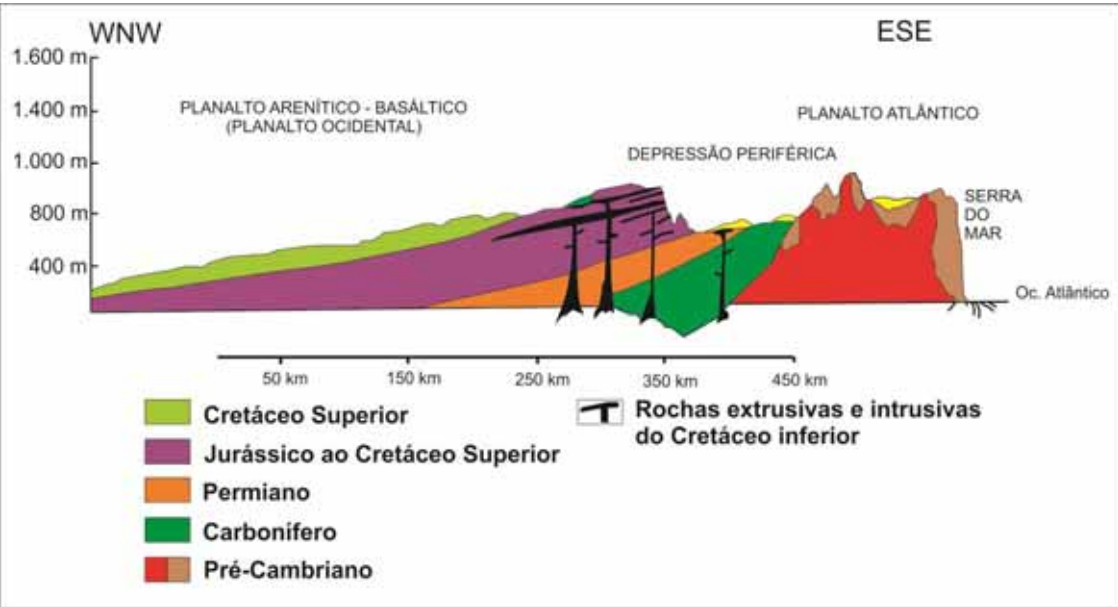


Figura 24. Seção geológica-geomorfológica (SE-NW) esquematizada do Estado de São Paulo. Fonte: Modificado de IPT (1981).

3.1 Planalto Ocidental

A província do Planalto Ocidental se estende a noroeste das Cuestas Basálticas compreendendo aproximadamente uma área de 126.000 km², cerca de 50% do território paulista. Suas maiores altitudes alcançam aproximadamente 1.000m na divisa com as Cuestas Basálticas, chegando a 247 metros no Rio Paraná, junto à foz do Rio Paranapanema. De modo geral, no entendimento de Almeida (1964), se apresenta como uma sucessão de campos ondulados, de relevo suavizado e “muito favorável às atividades agrícolas e ao traçado das vias de comunicação”.

Para Almeida (1964), a geologia aflorante da área é relativamente simples, sendo constituída, na sua quase totalidade, por sedimentos detríticos na sua maior parte arenosa, de espessura aproximada de 300 m, que foram chamados de Grupo Bauru. Deste, o autor apresenta a Formação Itaqueri, com arenitos com cimento argiloso e silicoso, arcósios, siltitos, folhelhos e conglomerados de origem fluvial e a Formação Marília, com arenitos impregnados de carbonato de cálcio. Na bacia do Rio Paranapanema, mas não somente nela, a erosão fez aflorar o substrato basáltico do Grupo Bauru; o autor chama a atenção para as manchas locais, isoladas, de basalto, atribuindo-as às deformações diastróficas como falhas e adernamentos que seriam a explicação para presença de rápidos declives e cachoeiras.

Na maior parte do Planalto Ocidental, o relevo é uniforme e “monótono”, apresentando extensos espigões de perfis convexos e cimos ondulados, com terminações laterais lobadas com baixas e amplas colinas em direção aos vales dos principais rios que deságuam no rio Paraná (ALMEIDA, 1964). Apresentam-se como levemente ondulados, com predomínio de colinas e morrotes. Dentre este relevo, destacam-se, e fazem exceção, os platôs residuais denominados de Planalto de Marília, Planalto de Monte Alto e Planalto de Catanduva (FIGURA 25), formados por erosão diferencial destacando os maciços rochosos de forte cimentação carbonática (IPT, 1981).

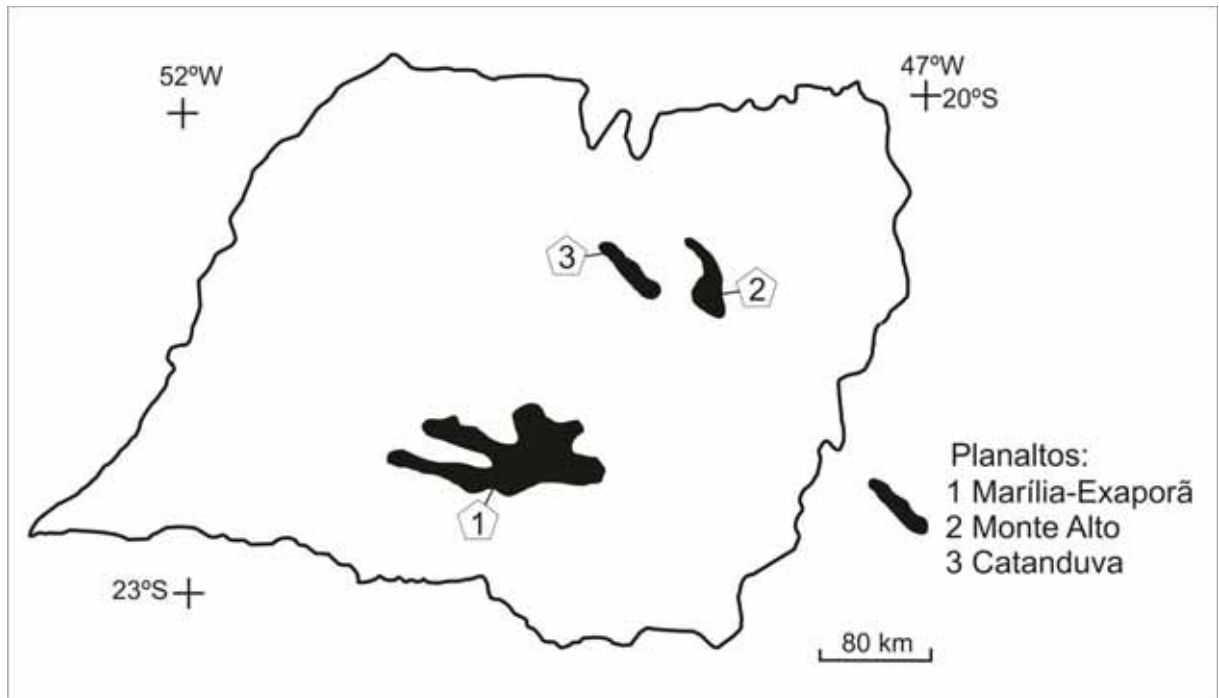


Figura 25. Planaltos no Planalto Ocidental Paulista. Fonte: Modificado de Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007).

Suas drenagens são formadas, na maior parte, por rios consequentes, dentro dos limites do planalto. Outras drenagens são tributárias dos três grandes rios que correm pelo território paulista (Grande, Tietê e Paranapanema). Os principais cursos d'água possuem forte orientação NW e são paralelas, apresentando evidências de capturas em vários locais (IPT, 1981).

Ross e Moroz (1997), diante das feições geomorfológicas, delimitaram seis unidades morfoesculturais: Planalto Centro Ocidental; Patamares Estruturais de Ribeirão Preto; Planaltos Residuais de Franca/Batatais; Planalto Residual de São Carlos; Planalto Residual de Botucatu e Planalto Residual de Marília. Para que se possa compreender melhor as características morfoesculturais propostas pelos autores, seguem-se os quadros 5 e 6, bem como a figura 26.

Quadro 5. Compilação das características geomorfológicas e geológicas do Planalto Ocidental Paulista conforme entendimento de Ross e Moroz (1997).

UNIDADE MORFOESCULTURAL	CARACTERÍSTICAS DO RELEVO	OUTRAS INFORMAÇÕES
PLANALTO CENTRO OCIDENTAL	Relevos denudacionais modelados em colinas amplas e baixas com topos convexos e topos aplanados ou tabulares.	Arenitos com lentes de siltitos e argilitos com solos tipo Latossolo Vermelho-amarelo e Podzólico Vermelho-amarelo. Os principais rios são o Paraná, o Grande, o Rio Tietê, o Aguapeí, o do Peixe e o Paranapanema.
PATAMARES ESTRUTURAIS DE RIBEIRÃO PRETO	Relevos denudacionais formados por colinas amplas e baixas com topos tabulares.	Basaltos e solos do tipo Latossolo Roxo. Os principais rios desta área são: Mogi-Guaçu e Pardo.
PLANALTOS RESIDUAIS DE FRANCA/BATATAIS	Relevos denudacionais com modelado de colinas de topos aplanados ou tabulares com vales entalhados. É um centro dispersor das drenagens.	Arenitos e lentes de siltitos e conglomerados desenvolvendo os solos do tipo Latossolo Vermelho-amarelo
PLANALTO RESIDUAL DE SÃO CARLOS	Relevos denudacionais formados por colinas de topos convexos e tabulares.	Depósitos arenosos e argilosos e os solos do tipo Latossolo Vermelho-escuro.
PLANALTO RESIDUAL DE BOTUCATU	Relevos denudacionais constituindo-se em colinas com topos amplos convexos e tabulares.	Arenitos e lâminas de argilito e siltitos desenvolvendo solos do tipo Latossolos Vermelho-escuro.
PLANALTO RESIDUAL DE MARÍLIA	Relevos denudacionais de colinas com topos aplanados convexos e tabulares.	Arenitos e lâminas de argilito e silito com solos do tipo Latossolo Vermelho-escuro.

Quadro 6. Tabela do tempo geológico com a síntese da morfogênese e a cronologia relativa do Planalto Ocidental e Depressão Periférica. (ROSS; MOROZ, 1997. Modificado).

ERA		PERÍODO	Morfoestrutura da Bacia do Paraná
CENOZÓICA		Quaternário	- Holoceno – Última fase úmida com aprofundamento dos vales, dissecação geral do relevo e formação das planícies fluviais e planícies marinhas. - Depósitos marinhos litorâneos – Planície marinha. - Processos de dissecação generalizada com entalhamento dos vales pela ação química e mecânica das águas. - Pleistoceno – Continuidade dos processos erosivos com alternância de climas secos e úmidos com esculturação da Depressão Periférica, Planalto Ocidental com maior ressaldo dos Planaltos Residuais (Franca-Batatais, São Carlos, Marília e Botucatu)
		Neógeno / Paleógeno	Longo período de processos erosivos comandados por alternância de climas secos (áridos e semi-áridos) e úmidos, rebaixamento e esculturação da Depressão Periférica, do Planalto Ocidental e pondo em ressalto os Planaltos Residuais de Franca-

			Batatais, São Carlos, Marília e Botucatu. • Cessada as fases de sedimentação no Cretáceo, os processos erosivos são ativados nas bordas e interior da Bacia em concomitância com o processo de soerguimento da América do Sul. • Continuação do processo de soerguimento (epirogênese) ao longo do Cenozoico.
MESOZOICO	Diversas fases com diferentes ambientes de sedimentação formando a Bacia Sedimentar do Paraná.	Cretáceo Jurássico	• Ocorrência de derrames vulcânicos básicos e intrusões básicas relacionadas com a reativação Wealdeniana (mobilização tectônica das placas). • Reativação Wealdeniana com início do processo de soerguimento da Plataforma Sul-americana, relacionada com a mobilização tectônica das placas.
PALEOZOICO			

3 GEOLOGIA

Este capítulo tratará especificamente do contexto geológico que abarca o Planalto Ocidental Paulista, objeto de estudo da tese apresentada. Para isto, enquanto fundamentação teórica, empreendeu-se às análises e às interpretações de Soares et al. (1980), Fulfaro e Perinotto (1996), Fernandes (1998), Etchebehere et al. (2004b) e Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007).

O contexto geológico desta área pode ser subdividido em quatro grandes conjuntos, a saber:

1. Não aflorantes: constituídos por rochas sedimentares e ígneas com idades entre Ordoviciano e Cretáceo Superior, com mais de 5.000 m de espessura na porção central da Bacia do Paraná e que inclui a área de estudo no Planalto Ocidental Paulista;
2. Aflorantes:
 - a. Rochas relacionadas à Formação Serra Geral: com idade estimada em 132,4 Ma (cf. RENNE et al., 1992), formadas por derrames de basaltos e intrusões sob a forma de diques e *sills* de diabásio;
 - b. Cobertura sedimentar pós-Serra Geral: englobando os grupos Caiuá e Bauru e;
3. Coberturas sedimentares cenozóicas: representadas por aluviões atuais e subatuais, depósitos de terraço, mantos coluvionares, leques aluviais, formações superficiais em remanescentes pedimentares e depósitos tecnogênicos. Também pertence a esta idade a Formação Itaqueri, ocorrida na forma de leques aluviais com presença de canais anastomosados, associados a depósitos de corrida de lama e depósitos grosseiros de fluxo de detritos, sob um regime climático árido e semi-árido.

A Figura 27 apresenta a distribuição dessas unidades na região do Planalto Ocidental Paulista, conforme o entendimento de IPT (1981). Adiante, o Apêndice A apresenta com melhor nível de detalhe a distribuição das formações em escala 1:500.000.

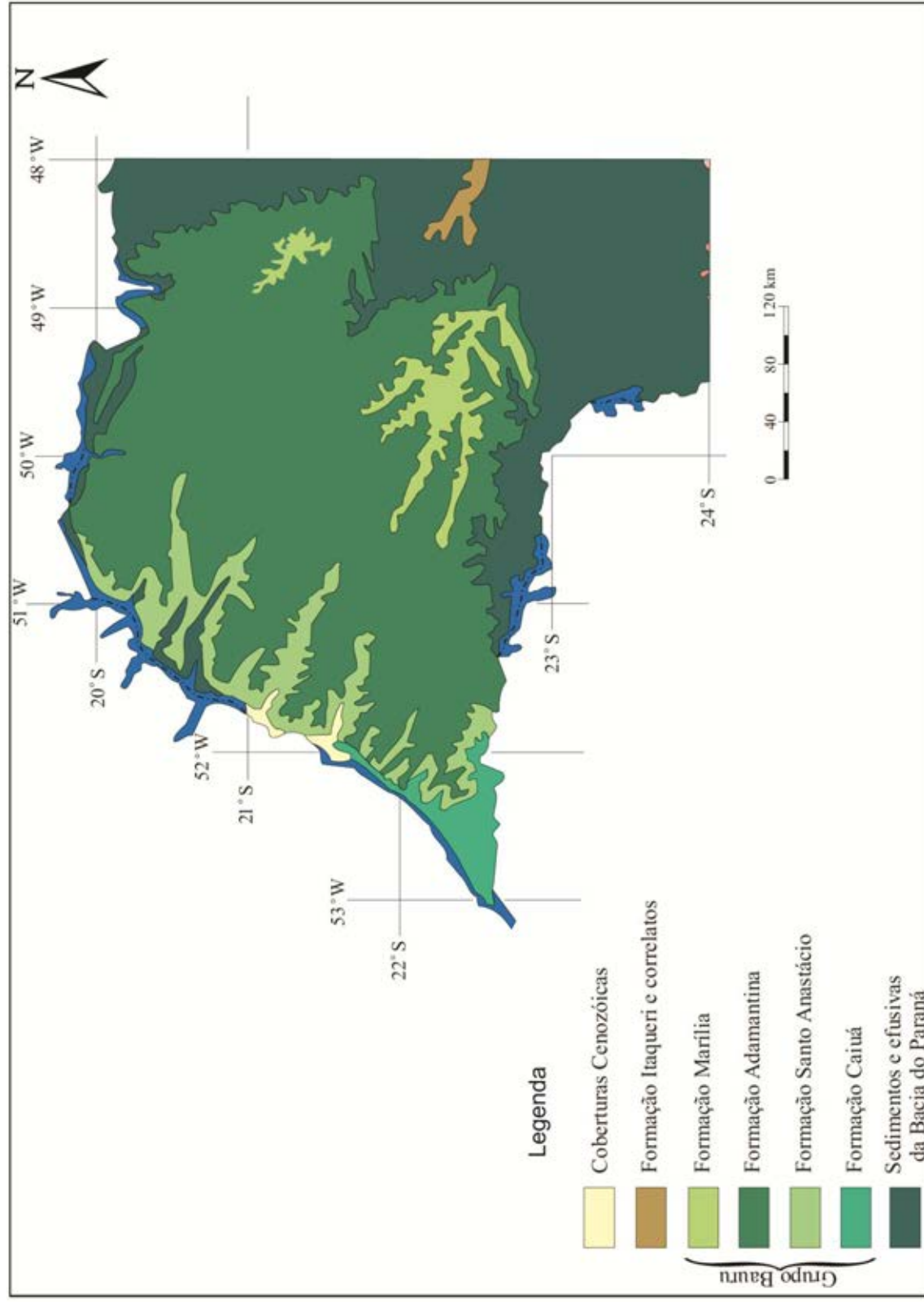


Figura 27. Distribuição das Unidades Geológicas no Planalto Ocidental Paulista segundo IPT (1981).

3.1 Coluna estratigráfica adotada no presente estudo.

Mediante a revisão bibliográfica disponível e adotando os trabalhos atuais, apresenta-se abaixo (QUADRO 7), a descrição dos principais aspectos geológicos da presente área de estudo. Sua disposição espacial encontra-se representada no Apêndice A.

Esta tese adota como cobertura os arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu e os derrames de basalto da Formação Serra Geral (Grupo São Bento). As coberturas pós-basaltos da Bacia Sedimentar do Paraná são compreendidas em duas grandes bacias: Caiuá e Bauru (FULFARO; PERINOTTO, 1996). Entende-se que a bacia Caiuá é composta pelas formações Rio Paraná, Goio-erê (Grupo Caiuá) e pelo Geossolo Santo Anastácio, enquanto que a bacia Bauru compreende as formações Araçatuba, Adamantina e Marília (APÊNDICE A), na porção nordeste da área de estudo aflora a Formação Itaqueri (Cretáceo Superior ou Terciário) e por fim os depósitos cenozoicos que recobrem grande parte da paisagem.

3.1.1 Grupo São Bento

O Grupo São Bento tem idade mesozóica subdividido em três formações, a saber: Formação Pirambóia, Formação Botucatu e Formação Serra Geral. Para Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007), a primeira formação é compreendida em fácies eólicas e fluviais, enquanto que a segunda é formada por sistema de dunas eólicas sendo recobertos por lavas basálticas da terceira formação.

A respeito das formações Pirambóia e Botucatu, diversos trabalhos tem sido elaborados no sentido de entendê-las adequadamente, do ponto de vista estratigráfico (ASSINE; PIRANHA; CARNEIRO, 2004; ETCHEBEHERE; SAAD; FULFARO, 2007; GESICK, 2007; ALMEIDA; ASSINE; CARNEIRO, 2012). Gesick (2007) afirma que essas unidades constituem uma faixa de direção aproximada NNE-SSW, com largura variável de 4 km, no sudoeste do estado próximo ao limite com o Paraná, até aproximadamente 130 km, no centro-leste paulista. Apresentam espessuras em superfície de no máximo 270 e 150 m, respectivamente, e em subsuperfície, no poço de Araçatuba (2-AR-01-SP), em conjunto, é de 437 m.

GEOCRONOLOGIA		LITOESTRATIGRAFIA		DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
		UNIDADES		
		GR.	FM.	
QUATERNÁRIO				Depósitos colúvio-eluviais e aluviais, arenáceos a rudáceos dispostos em terraços fluviais.
TERCIÁRIO			ITAQUERI	Arenitos conglomeráticos e arenitos silicificados/ ferricretes em ambiente de deposição continental (leques aluviais).
CRETÁCEO	SUPERIOR	BAURU		Conglomerados, arenitos médios a conglomeráticos, por vezes maciços a estratificados, intercalados com camadas de argilito (sistema aluvial). Na base ocorrem lamitos argilo-arenosos, estratificados (sistema lacustre).
	INFERIOR	CAIUÁ		Arenitos finos a médios, arroxeados, bem selecionados, com estratificações cruzadas de grande porte, tangenciais na base, podendo conter intercalações de argilitos e brechas basais.
				SERRA GERAL
	JURÁSSICO			BOTUCATU — ? ? ? ? —
			— ? ? ? ? —	
TRIÁSSICO			PIRAMBÓIA	Arenitos finos a médios, localmente conglomeráticos, avermelhados e esbranquiçados com estratificações cruzadas de médio porte, acanaladas e planares, acumulados por sistemas continentais fluvio-eólicos.

Quadro 7. Coluna estratigráfica simplificada do Planalto Ocidental Paulista. Fonte: Baseado em Etcheberehe, Saad e Fulfaro (2007); Etcheberehe, Casado e Morales (2011).

A Formação Pirambóia é caracterizada por predomínio de processos eólicos, e subordinadamente fluvio-aluviais, postando-se em depósito de dunas, interdunas e lençóis de areia (*Sandsheets*). Caetano-Chang (1997) descreve quatro associações de fácies principais, a saber: dunas, interdunas, lençóis de areia e canas fluviais efêmeros (*wadi*). Wu e Caetano-Chang (1992) descrevem os arenitos da Formação Pirambóia em subarcóseos, mineralogicamente maduros e textualmente submaturos

a maduros. Concentra alta a moderada porcentagem de minerais metaestáveis (estauroлита, granada, epídoto e mica). A proposta de Giannini (2001) apud Gesick (2007) é a de que o sistema úmido Pirambóia seja caracterizado, da base para o topo, por fácies de lençóis de areia em planície de marés, fácies de campo de dunas costeiro inferior, com planícies interdunas alagadas, fácies de campo de dunas costeiro superior, com planícies interdunas raramente inundados, e fácies de planície aluvial, com desenvolvimento de rios entrelaçados e dunas. Para o autor, a umidade na Formação Pirambóia deu-se em decorrência do nível freático elevado, provavelmente em virtude da proximidade à costa do sistema marinho Passa Dois.

Giannini (op cit.) apud Gesick (op cit.) afirma que as fácies de planície aluvial são caracterizadas por depósitos rudáceos integrando o desfecho do sistema deposicional eólico úmido. Os arenitos conglomeráticos com estratificações cruzadas acanaladas representariam o desenvolvimento de rios entrelaçados, distais a sistema de leques aluviais, durante fase de acentuada atividade tectônica na bacia. A Foto 1 mostra arenitos com estratificações cruzadas com mais de 10° de inclinação, compondo séries de espessura decimétrica a métrica e extensão decamétrica.



Foto 1. Séries de estratificações cruzadas acanaladas da Formação Pirambóia. A e B. Afloramentos da rodovia SP191, trecho entre Ipeúna e Charqueada. C, rodovia SP280, km 167. D, Areeiro CRS, rodovia SP225, km 74. Fonte: Extraído de Gesicki (2007).

Wu e Caetano-Chang (1992) descrevem os arenitos da Formação Botucatu apresentando predominantemente quartzo-arenitos e subordinadamente subarcóseos, mineralogicamente supermaturos e texturalmente maduros a supermaturos com alta porcentagem de minerais opacos (magnetita e ilmenita).

Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007) afirmam que a Formação Botucatu seria formada por um grande sistema de dunas eólicas, constituindo-se, na atualidade, no “Aquífero Guarani”. Para Gesick (2007) tal ambiente é caracterizado como um ambiente seco. O sistema eólico Botucatu é constituído por fácies de arenitos finos a muito finos com laminação milimétrica, dispostos em séries de estratificações cruzadas de geometria lenticular, com espessura média de 3 m e extensão decamétrica. Para Giannini (2001) apud Gesick (2007), a estratificação, marcada por lentes de fluxo granular relativamente delgadas (menos de 3 cm), seria representativa do avanço de dunas e *draas* em campo de dunas seco.

O sistema eólico seco Botucatu é caracterizado pelas seguintes fácies: arenito fino com estratificação cruzada de alto ângulo de mergulho: os arenitos desta fácies são de granulação tipicamente fina, com laminação milimétrica bem marcada por segregação granular, dispostos em séries, de espessura métrica (de 3 a 5 m), extensão decamétrica e geometria lenticular ou acanalada, de estratificações cruzadas tangenciais na base. Esta fácies é característica do sistema eólico seco Botucatu, representando avanço de dunas em campo de dunas seco (FOTO 2).

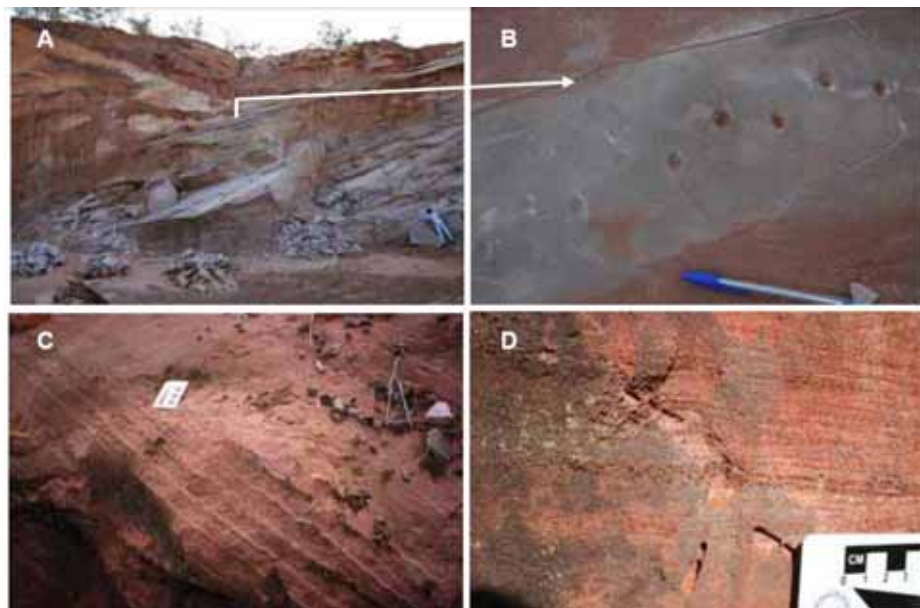


Foto 2. Arenitos finos do sistema eólico seco Botucatu. (A) Estratificações cruzadas de médio a grande porte (B) pegadas fósseis - Pedreira São Pedro, Araraquara, SP; (C), km 12,7 da Rodovia SP 287, entre Sarutai e Piraju, SP; (D), afloramento da rodovia SP253, nas imediações de São Simão, SP. Fonte: Extraído de Gesicki (2007).

Adiante, no que concerne à Formação Serra Geral, há ocorrências de derrames vulcânicos intensamente vesiculados e com vesículas interligadas. As rochas desta formação são basicamente constituídas de basalto, diabásio, riolito, andesito e riodacito. A atividade vulcânica ocorrida há 132,4 +/- 1,1 Ma, recobriu as formações Pirambóia e Botucatu (cf. PEIXOTO, 2010). Fernandes e Pressinotti (2010) descrevem que os derrames da formação Serra Geral atingem 2.000m de espessura na região do Pontal do Paranapanema. Atestam que é uma das maiores províncias de basaltos continentais do mundo, concomitante à abertura do Atlântico Sul (FIGURA 28).



Figura 28. Mapa simplificado com a ocorrência dos derrames vulcânicos da Formação Serra Geral. Fonte: Baseado e modificado de Machado et al. (2009).

3.1.2 Bacia Caiuá

Conforme Etchebehere et al. (2004b), esta bacia é um reflexo da abertura do Atlântico Sul, sendo atribuída cronorrelata à fase pré-rifte da margem continental brasileira, possivelmente ocorrida durante o Cretáceo inferior. Os pacotes rochosos dessa bacia são mais espessos rumo sudoeste do Estado, chegando a atingir mais de 250 m no extremo oeste paranaense.

Os sedimentos que compõem essa bacia são interpretados como de origem eólica (*draas*), formados por arenitos de granulometria fina a média, de coloração arroxeada, com pouca matriz, apresentando estratificações cruzadas de grande

porte (Formação Rio Paraná, cf. FERNANDES, 1992; FOTO 3). A Formação Goio-Erê é formada por pacotes de menos espessura, tanto de fácies dunares, quanto interdunares. O conjunto rochoso sofreu intenso processo intempérico, com laterização, desestruturação das camadas, processos de bioturbação (FOTO 4), interpretados por Fulfaro et al. (1999) como o Geossolo Santo Anastácio. O Geossolo Santo Anastácio é caracterizado por arenitos finos com porcentagem variada de grãos médios, subarcoseanos, maciços, com seleção regular a ruim e disposto plano-parallelamente em bancos espessos com ocasionais estratificações cruzadas tênues e de grande porte. Também é frequente a presença de orifícios de dissolução de nódulos carbonáticos e colorações vermelha e roxa características. Agostinho (2009) identificou fósseis do tipo Ostrácodos, testudinos e crocodilomorfos em afloramento do Geossolo Santo Anastácio, sotoposto à Fm. Adamantina, a aproximadamente 12,5 km ao sul da cidade de Jales (QUADRO 8).



Foto 3. Arenitos arroxeados, com estratificações cruzadas de grande porte, pertencentes à Formação Rio Paraná (Gr. Caiuá), recobertos por colúvios arenosos amarronzados. Coordenadas do ponto: 52°3'8"W x 21°57'2"S. Extraído de Guedes (2008).



Foto 4. Intensa bioturbação em arenito pertencente ao Geossolo Santo Anastácio, também afetado por processos lateríticos sob a forma de halos de Liesegang. Coordenadas do ponto: 52°3'83"W x 21°57'32"S. Extraído de Guedes (2008).

3.1.3 Bacia Bauru

Segundo Fernandes e Coimbra (1996), as atividades vulcânicas da Formação Serra Geral durante o Eo-Cretáceo, podem ter servido de base para a depressão que se formou para dar início a Bacia Bauru. Essa bacia foi alimentada por leques aluviais marginais, decorrentes de progressivo alçamento dos altos tectônicos que delimitaram suas margens. Os sedimentos foram depositados sob clima quente, semi-árido, ou desértico, no interior, sendo carregados rumo SW por canais fluviais entrelaçados, rasos, esculpindo as extensas planícies, por fim, sendo retrabalhados pelos ventos NE formando um grande deserto interno (FERNANDES; COIMBRA, 1996; BATEZELLI, 1998).

O Paleolago Araçatuba teria servido de repositório para os detritos e afluxos aquosos provenientes das terras altas, soerguidas pela movimentação crustal no Cretáceo Superior. A interpretação paleoambiental desta bacia remete-se a um sistema, *playa-lake*, com ampla franja perilacustre, sendo representados por

sedimentos do próprio lago, expostos em episódios de contração de seu nível e planícies aluvionares relativas aos tributários do lago.

No entendimento de Etchebehere et al. (2004b), esta franja lacustre-fluvial estaria circundada, a sul, leste, nordeste e norte, por extensos leques aluviais, cujas áreas-fonte estariam posicionadas nos terrenos soerguidos pela movimentação tectônica neocretácea. O caráter do Paleolago Araçatuba ainda não está precisamente definido, se aberto ou fechado, ou ainda se o mesmo se servia realmente de um único lado, ou diversos espalhados pelo território. Contudo, apesar das associações faciológicas denotarem uma abundância de água, pode-se inferir alguns episódios de maior aridez, testemunhados pela presença frequente de moldes de cristais salinos na unidade Araçatuba – uma de suas notáveis feições – e pelos processos de calcretização pedogenética que atingiram os sedimentos da Formação Marília.

As unidades estratigráficas que representam esse grupo são formadas pelas formações Araçatuba, Adamantina e Marília. Os contatos entre as unidades são concordantes e interdigitados, caracterizando um trado de sistemas lacustre (Araçatuba), fluvial (Adamantina), e de leques aluviais (Marília).

A Formação Araçatuba diferencia-se pela predominância de fácies lamíticas arenosas cinza-esverdeadas, por vezes com copiosos moldes de cristais salinos. Apresenta-se sob a forma de lâminas ou bancos decimétricos a métricos, com estratificação plano-paralela e frequentes sigmóides (FOTOS 5 e 6); em alguns níveis exibe gretas de contração (FOTO 7) e restos fossilíferos (FOTO 8).

A Formação Adamantina, formada a partir de um sistema fluvial meandrante, desenvolvido sobre extensas planícies aluviais, apresenta estratificações cruzadas, correspondente aos depósitos de canais (FERNANDES; COIMBRA, 1996). É formada por arenitos de granulometria muito fina a fina, intercalados com lamitos, lamitos arenosos, siltitos e conglomerados intraformacionais, dispostos em bancos de espessuras decimétricas, tabulares a lenticulares. Sua unidade sedimentar é rica em variações, tais como estratificações cruzadas de pequeno porte, acamamento plano-paralelo, *ripples*, *clay balls*, bioturbação, etc. As fotos 9 e 10 apresentam essa formação.



Foto 5. Exposição de lamitos da Formação Araçatuba. A cava objetivou a exploração de material mais rico em carbonato. Coordenadas do ponto: 51°31'17"W x 22°11'1"S. Extraído de Guedes (2008).



Foto 6. Lamitos arenosos cinza-acastanhados da Formação Araçatuba. Notar tênues superfícies de sigmoides (mergulho para a esquerda). Coordenadas do ponto: 51°29'53"W x 22°6'24"S. Extraído de Guedes (2008).



Foto 7. Gretas de contração rico em carbonato em banco de 0,6 m de espessura da Formação Araçatuba. Coordenadas do ponto: 51°31'17"W x 22°11'1"S. Extraído de Guedes (2008).



Foto 8. Fóssil em lamito da Formação Araçatuba. Trata-se, provavelmente, de um quelônio, depreendendo-se, pela disposição dos remanescentes ósseos, ser um caso de biocenose. Coordenadas do ponto: 51°31'17"W x 22°11'1"S. Extraído de Guedes (2008).



Foto 9. Arenitos com estratificações cruzadas acanaladas da Formação Adamantina, indicando paleocorrente no rumo oeste. Coordenadas UTM do ponto: 51°24'42"W x 22°10'22"S. Extraído de Guedes (2008).



Foto 10. Ripples e tubos de vermes em arenito muito fino-fino da Formação Adamantina. Coordenadas do ponto: 51°23'18"W x 22°9'3"S. Extraído de Guedes (2008).

Ao estudar áreas da Bacia Bauru, Agostinho (2009) identificou a presença de fósseis na Formação Adamantina: Ostrácodos, conchóstracos, microvertebrados, tubos de escavações e túneis foram localizados nas proximidades da cidade de Jales. Entre as cidades de Dirce Reis e General Salgado foram encontrados crocodilomorfos. O quadro 8, bem como as fotos 11 e 12 mostram as pesquisas empreendidas pelo autor.

Quadro 8. Localização dos afloramentos das Formações Serra Geral, (Geossolo) Santo Anastácio e Adamantina e os tipos de fósseis identificados. Fonte: Baseado em Agostinho (2009).

	Coordenadas	Altitude (m)	Presença de fósseis	Formação
1	20°15'55" X 50°34'06"	530	Não	Adamantina
2	20°36'02.4" x 50°30'50.5"	387	Não	Adamantina
3a	20°27'26" x 50°31'10"	376	Não	Sto Anastácio
3b	20°27'26" x 50°31'10"	376	Não	Adamantina
4	20°16'53.04" x 50°30'05.9"	520	Ostrácodos, conchóstracos, microvertebrados (peixes)	Adamantina
5a	20°15'51" x 50°30'11"	509	Iconofósseis com características de <i>Ophiomorpha</i>	Adamantina
5b	20°15'51" x 50°30'11"	509	Iconofósseis, constituídos de tubos e escavações (verticais) e túneis (horizontais)	Adamantina
5c	20°15'51" x 50°30'11"	509	Intensa presença de iconofósseis preenchidos por siltitos, constituídos por tubos e escavações (verticais) e túneis (horizontais).	Adamantina
5d	20°15'51" x 50°30'11"	509	Não	Adamantina
6a	20°14'52" x 50°30'13"	506	Iconofósseis responsáveis por escavações horizontais (túneis) e intensa quantidade de tubos e escavações verticais, preenchidos por arenito muito fino a siltoso.	Adamantina
6b	20°14'52" x 50°30'13"	506	Não	Adamantina
6c	20°14'52" x 50°30'13"	506	Não	Adamantina
7a	20°14'32.8" x 50°30'04.9"	506	Iconofósseis abundantes, com preenchimentos carbonáticos, muitos túneis horizontais e tubos / escavações verticais, com diâmetro sempre supracentimétricos.	Adamantina
7b	20°14'32.8" x 50°30'04.9"	506	Escavações (verticais) de iconofósseis, preenchidas por siltitos.	Adamantina
8a	20°08'13" x 50°35'05"	401	Não	Serra Geral
8b	20°08'13" x 50°35'05"	401	Não	Serra Geral
8b	20°08'13" x 50°35'05"	401	Não	Solo
9	20°09'52" x 50°37'57"	408	Não	Serra Geral
10a	20°22'50" x 50°33'52"	380	Ostrácodos, testudinos, crocodilomorfos.	Santo Anastácio

10b	20°22'50" x 50°33'52"	380	Ostrácodos, testudinos, crocodilomorfos, ovos (?).	Adamantina
10c	20°22'50" x 50°33'52"	380	Não	Adamantina
11	20°16'24" x 50°27'58"	510	Não	Adamantina
12	20°16'33" x 50°28'15"	512	Ichnofósseis.	Adamantina
13	20°33'57,23" x 50°28'03,97"	440	Crocodylomorfos.	Adamantina
14	20°28'11.8" x 50°31'25.5"	367	Não	Santo Anastácio



Foto 11. Detalhamento do ponto 10b com afloramento da Fm. Adamantina exibindo fósseis de crocodilomorfianos e coprólitos. Fonte: Extraído de Agostinho (2009).



Foto 12. Vista lateral de crânio e mandíbula coletados no ponto 10 (*Bauruschus pachecoi* ?). Fonte: Extraído de Agostinho 2009.

A Formação Marília é composta por arenitos imaturos, arenitos conglomeráticos e restritas camadas e lentes de lamitos avermelhados, maciços, em bancos decimétricos a métricos (FOTO 13). Riccomini (1997) atribui à sua formação a intensificação do tectonismo rúptil na Bacia Bauru, mediante o incremento no aporte dos sedimentos rudáceos desta formação. Esta unidade sofreu intensa carbonatação pedogenética do tipo calcrete, conferindo-lhe destacada resistência à erosão, o que explica o fato de sustentar os chamados Planalto de Marília e Monte Alto. A atribuição de um sistema deposicional do tipo leques aluviais é defendida por Soares et al. (1980); Silva e Couto (1980) e Etchebehere et al. (1993).

Dados palinológicos (LIMA et al., 1986) atribuem a idade coniaciana à deposição dos leques de Marília, o que se coaduna com os dados de microfósseis calcários (DIAS-BRITO et al., 1998), ostrácodes (GOBBO-RODRIGUES; PETRI; BERTINI, 1998) e bivalves (SIMONE; MEZZALIRA, 1997) e pelas informações paleomagnéticas (ERNESTO et al., 2006).



Foto 13. Arenitos carbonatados da Formação Marília, com destaque para o padrão de bancos com espessuras decimétricas a métricas. As porções mais claras apresentam-se mais ricas em nódulos e cimento carbonáticos. Coordenadas do ponto: J45. 50°01'00"W x 22°17'43"S.

3.1.3 Depósitos Cenozoicos

Os estudos dos depósitos cenozoicos são associados à conformação e evolução da paisagem. Esses depósitos cobrem a maior parte da superfície, servido de base para as atividades antrópicas, tais como atividades agropecuárias e construções. Além disso, por conta das suas características físicas, como alta

permeabilidade e a baixa coesão, e das práticas desastradas da ocupação desses terrenos, os depósitos acabam sendo intensamente atingidos por processos erosivos acelerados, tanto na forma difusa quanto na linear.

Os depósitos quaternários no Planalto Ocidental Paulista incluem: planícies aluviais holocênicas e terraços de acumulação subatuais, terraços pleistocênicos e depósitos originados a partir da evolução das vertentes, como as rampas coluviais e os alvéolos preenchidos por material colúvio-aluvionar (STEIN, 1999) e depósitos colúvio-eluviais (SALLUN, 2003). Sallun (op cit.) utilizando técnicas de termoluminescência (TL) ou luminescência opticamente estimulada (LOE), datou os depósitos colúvio-eluviais que recobrem a Formação Adamantina como de idade pleistocênica, variando de 21.10^3 – 40.10^3 anos, relativamente mais jovens do que os depósitos equivalentes que recobrem a Formação Marília (datados em torno de 121.10^3 a 140.10^3 anos).

Os depósitos colúvio-eluviais estão associados a relevos suaves, com depósitos arenosos ou areno-argilosos maciços, avermelhados ou marrom-avermelhados, alta permo-porosidade, apresentam fragmentos de carvão vegetal e limonita (0,5 a 3 cm de tamanho) dispersos (FOTO 14). Para IPT (1981), esses depósitos correlacionam-se às rochas basais, apresentam, na base, linhas de seixos limonitizada e/ou formada por fragmentos de canga, com média de 8 m de espessura.

Depósitos de terraços estudados por Etchebehere (2000) no vale do Rio do Peixe indicaram idades variando entre 34 a 10 ka A.P. através de ^{14}C ., não obstante, são encontrados objetos indígenas em colúvios que capeiam os terraços ou em topo de lentes conglomeráticas expostas, sugerindo que tais depósitos podem ter um limite de pelo menos 7 ka.

Ao estudar a região entre Marília e Presidente Prudente, Sallun e Suguio (2006) reconheceram e dataram depósitos colúvio-eluviais e depósitos aluviais. Os depósitos colúvio-eluviais datados por TL e LOE exibiram idade pleistocênica (9.000 ± 1.000 a 980.000 ± 1000 anos A.P.). Os depósitos aluviais identificados em terraços fluviais nas bacias dos rios Paranapanema, Santo Anastácio, Peixe e Aguapeí, e datados pela mesma técnica, também apresentaram idade pleistocênica (14.000 ± 2.000 a 240.000 ± 30.000 anos A.P.). Os terraços altos nas bacias do Rio do Peixe e do Paranapanema apresentaram idades mais antigas (240.000 ± 30.000 e 70.000 ± 5.000 anos A.P.), enquanto que em terraços baixos das bacias

dos rios Santo Anastácio e Aguapeí apresentaram idades mais jovens (18.000 +/- 1.000 e 14.000 +/- 2.000 anos A.P.), concluindo que essas drenagens estão ocorrendo desde 240.000 anos A.P. até os dias atuais, atuando construtiva (terraços) e destrutivamente (dissecação) no afeiçoamento do relevo. Os autores também sugerem que durante o Quaternário poderia ter ocorrido pulsos de erosão e sedimentação relacionados a mudanças paleoclimáticas e/ou atividade neotectônica.

Guedes (2008) ao estudar atividades neotectônicas na bacia do rio Santo Anastácio realizou duas datações por ^{14}C em depósitos colúvio-aluvionares e dez datações por TL, apresentando idades variadas. A relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ nas datações por radiocarbono apresentou valores de -13,6‰ e -12,0‰ (FOTO 15).



Foto 14. Depósito arenoso maciço, friável, de natureza colúvio-eluvionar na bacia do rio Santo Anastácio. Coord.: 51°43'50"W x 22°5'10"S. Fonte: Extraído de Guedes (2008).

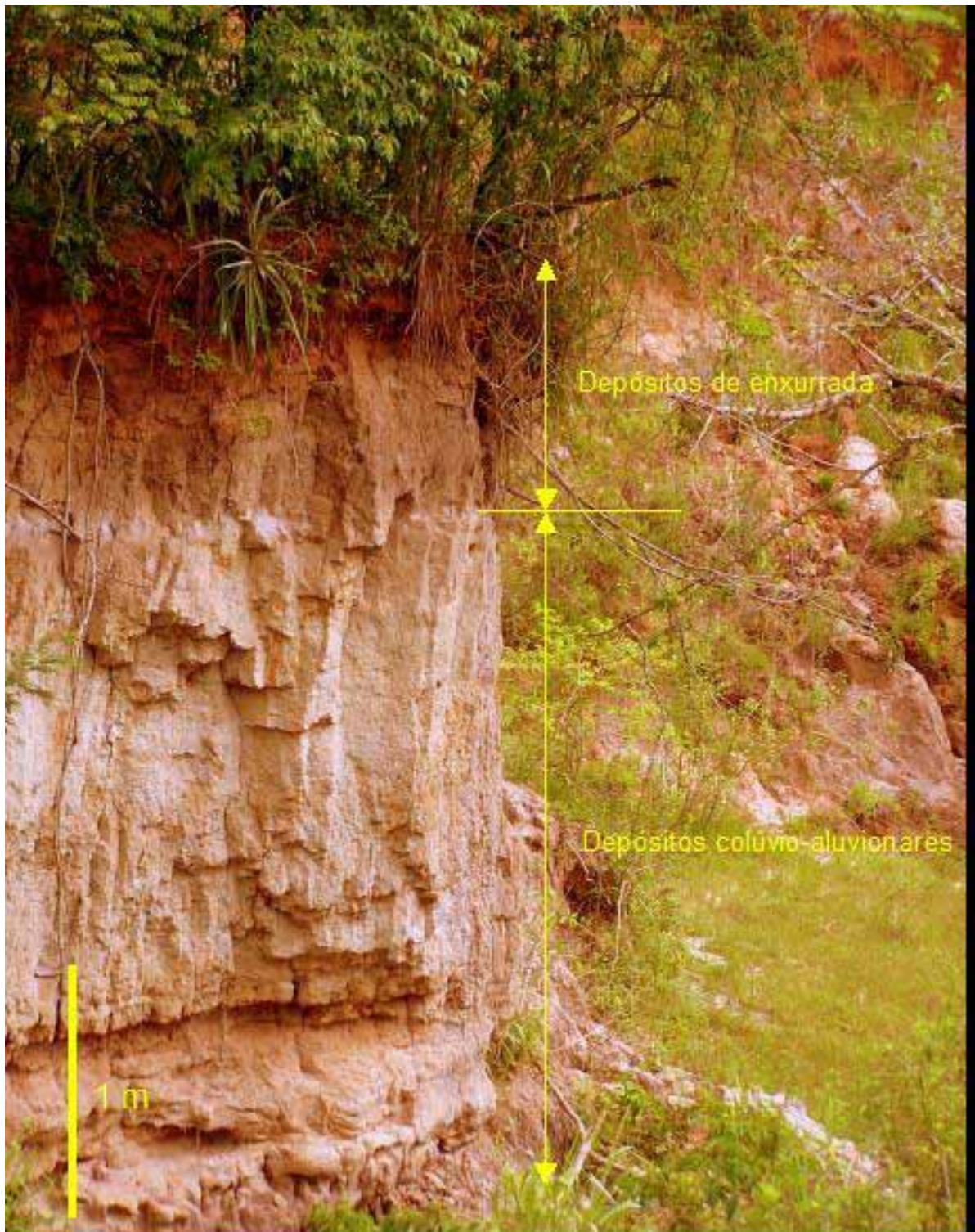


Foto 15. Depósitos colúvio-aluvionares dissecados por abaixamento do talvegue. Datação no topo do pacote indicou a idade de 16.000 anos A.P. Coordenadas do ponto: 51°33'22"W x 22°5'18"S. Fonte: Extraído de Guedes (2008).

4 REVISÃO LITERÁRIA

4.1 Neotectônica

O termo Neotectônica começou a ser utilizado a partir de 1948, por Orbruchev (OBRUSHEV, 1948, apud MELLO, 1997) o qual definia para este termo, os movimentos que ocorriam a partir do fim do Neógeno até o Quaternário e que tinham uma importância imprescindível na construção do relevo.

Já em 1973, o geólogo soviético E.V Jain afirmava que o advento dos estudos neotectônicos representava um importante fator de avanço para as pesquisas em geotectônica, pois permitia a aplicação de fato do princípio do atualismo, através da observação real das feições tectônicas que eram até então inferidas (SAADI, 1993).

Hasui (1990) apresenta a idade máxima para o entendimento da neotectônica no Brasil apontando para o Mioceno, a partir do momento em que se instala a Cordilheira dos Andes e a placa Sul-americana passa a sofrer tensões decorrentes da subducção da placa de Nazca e do ritmo de abertura da cadeia meso-atlântica. Cabe destacar que existe uma grande discussão acerca do entendimento da neotectônica. Saadi (1993) apresentou tal discussão apontando para as seguintes definições para “Neotectônica”:

- Obruchev em 1948 a definiu como movimentos crustais a partir do Terciário Superior (Mioceno e Plioceno) empregando o papel decisivo na formação topográfica contemporânea.
- Em 1962 Nicollev e outros definiram o termo para movimentos contemporâneos ocorridos nos dois últimos séculos e classificaram-no como “jovens”, se ocorridos no Holoceno.
- Belussov em 1974 empregou o conceito de “movimentos oscilatórios atuais”, dentro do nosso período histórico e “movimentos oscilatórios recentes” se dentro do Quaternário.
- Jain, em 1980, adotou-o para os movimentos ocorridos até 6.000 anos A.P.
- Já a *International Union for Quaternary (INQUA) Research* empreende o conceito de Neotectônica sobre “qualquer movimento da Terra ou deformação do nível de referência geodésico, seus mecanismos, sua origem,

independentemente de sua idade de início, suas implicações práticas e suas extrapolações futuras” (MELLO, 1997).

O Brasil localiza-se em uma região intraplaca, longe dos limites das placas tectônicas tanto do contato Placa de Nazca-Placa Sul-americana, quanto da Placa Africana-Placa Sul-americana. Por esta localização “privilegiada”, o Brasil foi, durante vários anos, considerado como praticamente assísmico, sendo consideradas secundárias, as pequenas atividades sísmicas que ocorriam no território brasileiro. Levando-se em conta sua enorme extensão territorial, é um dos países sismicamente mais estáveis do mundo (ASSUMPÇÃO et al., 1997).

Capanéma (1854), a serviço do “Instituto Historico Geographico e Ethnographico do Brasil” elaborou o que se conhece como o primeiro estudo científico sobre terremotos neste país. Capanéma (op. cit.) apresenta duras críticas quanto aos naturalistas europeus que vinham estudar o território brasileiro sem nada conhecer e chegavam à conclusões “sem valor”. Os registros apontados baseavam-se em relatos e documentos históricos. O autor apontou sismos ocorridos no Brasil em 1560, 1744, 1746, 1767 e o melhor relatado, de 1808, que fora sentido nas províncias de Pernambuco e Rio Grande do Norte “onde se ouvem trovões subterrâneos”. Também apresenta outros relatos no sumidouro em Minas e no Rio Grande do Sul em que o chão “ronca como tiro grosso de canhão”. A ausência de registros geológicos nas observações realizadas fez com que chegasse à conclusão de que os sismos relatados não fossem originados no Brasil, mas sim, proveniente do Oceano Atlântico.

Salvador (1994) aponta que um dos pioneiros a mapear as ocorrências espaciais dos sismos no Brasil foi realizado por J. C. Branner em 1920. Em 1937, Malamphy e Oddone estimaram o nível de sismicidade na área de Bom Sucesso (MG) e em 1953 Sternberg, estudando a região amazônica, relacionou a forma das drenagens com a tectônica atual. Nas décadas de 1960/1970, Björnberg, Gandolfi e Paraguassu determinaram, no Estado de São Paulo, vários deslocamentos modernos analisando padrões sedimentológicos e geomorfológicos, causados por tectonismo recente.

Segundo Saadi (1993), as manifestações neotectônicas no território brasileiro ocorreram por deformações tectônicas cenozóicas, afetando a plataforma brasileira; estas deformações aproveitaram-se das áreas de maior fragilidade resultantes de deformações antigas. Hasui (1990) reconheceu vários blocos crustais descontínuos,

muito bem delimitados por falhas relacionadas às áreas de fragilidade cenozóicas, provavelmente datando fim do Oligoceno. Desse modo, desde o Proterozoico até hoje, os processos geológicos reapresentariam, quase sempre, um produto da “herança estrutural crônica” (SUGUIO, 2001).

4.2 Neotectônica no Planalto Ocidental Paulista

Os estudos sobre a atuação da neotectônica no Estado de São Paulo são recentes na literatura geológica. Ainda que seja crescente a quantidade de estudos sobre essa temática, ainda são escassas a aplicação de técnicas que permitam a melhor compreensão da atuação da tectônica na fisiografia desta área.

Saadi et al. (2005) chamam a atenção para os trabalhos aplicados na região sudeste do Brasil, onde a dificuldade de um entendimento regional se faz por conta dos trabalhos serem espalhados em diversos contextos geoestruturais muito diversificados.

Na área que compreende o Planalto Ocidental Paulista, destacam-se os trabalhos desenvolvidos na bacia do Rio do Peixe: Etchebehere et al. (1998), Etchebehere e Saad (1999), Etchebehere (2000), Etchebehere et al. (2004a), Etchebehere, Saad e Casado (2005), Etchebehere et al. (2006); na bacia do rio Santo Anastácio Guedes et al. (2006), Guedes (2008), Guedes et al. (2008), Santoni (2008), Guedes et al. (2009a; b), no pontal do Paranapanema, Santos, Guedes e Etchebehere (2011), na bacia do rio Turvo (GUEDES; MORALES; ETCHEBEHERE, 2011) e na bacia do Rio Aguapei, Porto et al. (2013). No Rio Tietê encontra-se concluídos em sua fase inicial os trabalhos de Rocha e Guedes (2011), na região do Baixo-Tietê; Santos e Guedes (2011) no trecho Tietê-Batalha e Lemes e Etchebehere (2011), no trecho Tietê-Jacaré.

Adiante, esta tese apresenta os resultados obtidos a partir dos estudos empreendidos por este autor nas bacias do Médio Paranapanema e do Rio Pardo, contemplando todas as bacias hidrográficas da presente área de estudo utilizando as mesmas técnicas que foram descritas.

Por fim se cita os esforços que estão em fase de estudos por Saad e Porto (2012) em que se farão na porção setentrional do Rio Tietê contemplando os

estudos neotectônicos nesta área. Após a conclusão deste trabalho, acrescido da análise regional que se apresenta nesta tese, será possível reavaliar o quadro neotectônico de todo o Planalto Ocidental Paulista, mediante as técnicas aqui aplicadas.

4.3 Parâmetros fluviomorfométricos

Os estudos que envolvem as deformações crustais têm sido uma preocupação nas chamadas Geociências. As perturbações recentes que remodelam o planeta, denominado Neotectônica, têm ganhado espaço na literatura, sobretudo nos últimos 30 anos. As deformações na crosta terrestre são dinâmicas e constantes. Algumas movimentações podem ser súbitas, como falhas acompanhadas de terremotos, ou de longa duração, tais como soerguimentos e subsidências, muitas vezes assísmicas. Independentemente da velocidade das deformações, são profundas as implicações na dinâmica superficial de cada porção do planeta, incluindo, no caso dos terremotos, altos riscos para a sociedade.

Ainda que as maiores incidências de terremotos estejam presentes nas faixas limítrofes das grandes placas tectônicas e que a maior concentração de epicentros estejam relacionadas com essas áreas, o interior da placa não está imune aos processos de deformações, inclusive com a presença de terremotos significativos. Alguns trabalhos demonstram que estas áreas podem apresentar sismos de elevada magnitude, conquanto infrequentes, e de grande poder destrutivo (e.g., BURNETT; SCHUMM, 1983; JOHNSTON; KANTER, 1990; HAMILTON; JOHNSTON, 1990; ASSUMPÇÃO, 1992; MIOTO, 1993; BOYD; SCHUMM, 1995; CRONE; MACHETTE; BOWMAN, 1997; ETCHEBEHERE et al., 2004a; GUEDES, 2008; GUEDES, et al., 2009a; b).

Na intenção de contribuir com o entendimento da estrutura geológica regional e considerando a atuação da neotectônica na fisiografia da paisagem do Oeste Paulista, é que este trabalho propõe o uso da análise de parâmetros morfométricos das drenagens que compõem essa área, as quais podem fornecer valiosas informações sobre as deformações da superfície crustal. Não obstante, o melhor conhecimento da dinâmica geológica no território paulista pode servir de base para o

uso e ocupação do solo tanto no que se refere à fragilidade do terreno para a propagação de grandes erosões, quanto na prevenção às grandes construções que, se em lugar de alta vulnerabilidade, podem acarretar em desastres de grandes proporções resultando em grandes prejuízos financeiros e na perda de vidas.

A hipótese de trabalho se fundamenta no fato de que os fluxos de água reagem de modo imediato a qualquer tipo de deformação que se apresente na paisagem, seja antrópica ou natural, devido à ação da gravidade. As técnicas empregadas permitem investigar se essas deformações correspondem a um quadro neotectônico, ou não.

A utilização de parâmetros fluviomorfométricos com o objetivo de identificar possíveis anomalias que evidenciem atividades sísmicas tem sido objeto de estudo de diversos autores (e.g. ZERNITS, 1932; HORTON, 1945; STRAHLER, 1952, HOWARD, 1967; RIVEREAU, 1969). Os parâmetros morfométricos da rede de drenagem se mostram úteis para tais questões. Em território brasileiro, destaca-se o pioneirismo de Alfredo Björnberg (BJÖRNBERG, 1969a, b; 1992) no estudo de perfis longitudinais de drenagens.

Hack (1973) propôs o índice *Slope Length*, compreendido como a Relação entre a Declividade e a Extensão (RDE) dos canais de drenagens, tendo aplicado-o com sucesso na definição de fenômenos neotectônicos em diversos contextos geológicos do território norte-americano. Adiante, Adams (1980) estudou deformações crustais mediante evidências geomorfológicas; Seeber e Gornitz (1983) aplicaram a técnica dos índices RDEs nos Himalaias; McKeown et al. (1988) trabalharam no nordeste de Arkansas e sul do Missouri (USA); Merritts e Vincent (1989) atuaram, de modo similar, no limite tríplice entre as placas tectônicas Norte-Americana, do Pacífico e Gorda; Marple e Talwani (1993) estudaram a região de Charleston (South Carolina, USA); Cox (1994) também estudou drenagens com vistas às deformações crustais aplicando índices de simetria para detectar basculamentos de blocos; Hattingh e Goedhart (1997) estudaram o controle neotectônico na evolução da rede de drenagem na Província do Cabo, África do Sul.

Em *Gulf of Corinth*, na Grécia, Verriou, Zygouri e Kokkalas (2004) aplicaram diferentes técnicas para realizar suas análises. Das técnicas empregadas, destacam-se o Índice de Sinuosidade, a Razão Fundo/Altura de Vale (*the valley floor / width ratio index* [BULL; McFADDEN, 1977]), o índice de RDE e o índice de

simetria das drenagens (*Transverse topographic Symmetry Factor and Drainage Basin Asymmetry* [índice de COX, 1994]).

Na Índia, Biswas e Grasemann (2005), com o apoio das imagens SRTM, estudaram a *Dauki Fault*, reconhecendo lineamento das drenagens e do relevo, utilizando técnicas de índice de sinuosidade das montanhas, índice RDE, simetria das bacias de drenagens, densidade das drenagens, análise dos perfis longitudinais das drenagens e estudos de perfis em 3D e conseguiram delimitar quatro grandes zonas de falhas naquela região.

Em território nacional, além das contribuições de Alfredo Björnberg, conforme já dito, listam registros de aplicação de técnicas semelhantes, como na região amazônica (RODRIGUEZ; SUGUIO, 1992; RODRIGUEZ, 1993), na Bacia Sedimentar de São Paulo (TAKIYA, 1997), na bacia hidrográfica do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE; SAAD, 1999; ETCHEBEHERE, 2000; ETCHEBEHERE et al., 2004a); no Município de Guarulhos-SP (ACKLAS Jr.; ETCHEBEHERE; CASADO, 2003); na bacia do rio Turvo (ITRI; SILVA; ETCHEBEHERE, 2004; SANTOS; GUEDES; ETCHEBEHERE, 2004); na bacia sedimentar de Curitiba (SALAMUNI; EBERT; HASUI, 2004).

Na bacia do rio Bonito, em Petrópolis-RJ, Mendes, Fernandes e Gontijo-Pascutti (2007) fizeram uso da identificação de lineamentos das drenagens e do relevo com a utilização de imagens SRTM, identificaram desnivelamentos topográficos, calcularam o índice de assimetria das drenagens e índice de RDE chegando a definir cinco compartimentos estruturais.

Outros trabalhos se seguiram na bacia do rio Santo Anastácio (SANTONI; ETCHEBEHERE; SAAD, 2004; GUEDES et al., 2006, GUEDES, 2008; GUEDES et al. 2009a, b), na bacia do rio Pirapó, noroeste paranaense (MARTINEZ, 2005), no sudoeste do Rio Grande do Sul (ANDRADES FILHO; GUASSELLI; SUERTEGARAY, 2008), na Soleira de Arujá, região nordeste do Estado de São Paulo (MACIEL, 2009), na bacia do rio Ivaí, estado do Paraná (FUJITA, 2009), na bacia hidrográfica do rio Jaguarí (SILVA, 2010), na região do Pontal do Paranapanema (SANTOS; GUEDES; ETCHEBEHERE, 2011), na bacia do rio Turvo (GUEDES; MORALES; ETCHEBEHERE, 2011), na bacia do rio Aguapeí (PORTO et al., 2013) e na bacia hidrográfica do Rio Gurujá, litoral paraibano, (BARBOSA; FURRIER, 2011) .

Ainda que recente na literatura nacional, o crescimento do interesse de outros pesquisadores por esta prática tem ajudado a difundir as técnicas de investigações neotectônicas no contexto brasileiro, acreditando-se que tais métodos possam contribuir para o planejamento territorial e para melhor entendimento da atuação das deformações crustais em regiões intraplacas.

4.4 Perfis longitudinais das drenagens

Conforme descrito acima, os parâmetros fluviomorfométricos têm se mostrando de grande importância nas avaliações das perturbações crustais. Dentre as ferramentas empregadas para avaliar tal análise, apresenta-se os Perfis Longitudinais das Drenagens. O perfil longitudinal de um curso d'água configura uma das representações mais comuns em estudos morfométricos, podendo ser elaborado em gráficos de coordenadas cartesianas, onde a variável dependente refere-se à altitude do talvegue e a variável independente corresponde à extensão do canal, que pode ser representada tanto em escala aritmética quanto logarítmica.

Via de regra, os cursos d'água exibem perfis longitudinais que se aproximam de uma função logarítmica e este ajuste será tanto melhor quanto mais equilibrada (*graded*) for a drenagem. Faz-se lembrar que o equilíbrio traduz-se pela ausência significativa de processos de entalhe ou de agradação. Curvas de menor concavidade ou quebras na linha do perfil indicam condições de desequilíbrio que implicam em alterações no talvegue, seja pela incisão do canal, seja por mudanças em seu estilo geométrico, ou ainda pela deposição de sedimentos aluvionares.

Os pontos ou áreas em desequilíbrio podem ser decorrentes de fatores hidrológicos, tais como a confluência com tributário de caudal expressivo ou alterações no nível de base da drenagem. Este segundo fator está intrinsecamente ligado a questões de natureza geológica, podendo ser condicionado por: (1) presença de soleiras rochosas, representada pela ocorrência, no talvegue, de rochas mais resistentes à erosão; (2) recuo do *nick point* (cf BJÖRNBERG, 1969; 1992) por erosão remontante, decorrente de alterações de nível de base à montante; e (3) incidência de deformações neotectônicas; valendo ressaltar que este terceiro fator pode ser também o responsável pela presença dos dois anteriores.

Estabelecido um determinado nível de base, o cenário evolutivo do trecho montante da bacia de drenagem compreenderá a ampliação gradual das cabeceiras, a redução das amplitudes altimétricas, a captura de cursos d'água limítrofes, culminando, em última instância, com a geração de um aplainamento do relevo. A velocidade da evolução desse cenário estará vinculada à energia cinética da rede de drenagem, com sua competência erosiva e sua capacidade do transporte de carga sedimentar resultante (*stream power*).

Diversos fatores adicionais contribuirão para o ritmo de evolução da paisagem na bacia hidrográfica e desenvolvimento dos seus perfis longitudinais, incluindo (1) o tipo de substrato rochoso e a decorrente resistência ao entalhe fluvial, como também a natureza e o volume da carga sedimentar gerada; (2) a influência climática, condicionando o tipo de intemperismo, a presença de cobertura vegetal e o balanço hídrico da bacia; (3) a estabilidade tectônica, pois esta evolução pode ser alterada pela presença de processos tectônicos, capazes de gerar modificações na superfície do terreno e, por conseguinte, alterar os níveis de base; e (4) a competência e capacidade do sistema fluvial, refletido na granulometria passível de ser transportada tanto em condições corriqueiras quanto em situações extraordinárias e na quantidade de carga sedimentar na rede de drenagem.

O tempo para o reajuste do perfil equilibrado não pode ser precisado, mas diversos autores (e.g., LEOPOLD; LANGBEIN, 1962; HACK, 1973; PHILLIPS; SCHUMM, 1987) admitiram-no como pequeno em termos geológicos, reforçando o caráter dinâmico dos cursos d'água, que os tornam, assim, elementos-chave em termos de análises neotectônicas, pois poderiam indicar movimentos crustais ativos ou muito recentes.

Os perfis longitudinais de drenagens na bacia do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE, 2000), na bacia do Rio Turvo (ITRI; SILVA; ETCHEBEHERE, 2004; GUEDES; MORALES; ETCHEBEHERE, 2011), na bacia do rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008, GUEDES et al., 2009b), no Pontal do Paranapanema (SANTOS; GUEDES; ETCHEBEHERE, 2011), na bacia do Rio Aguapeí (PORTO et al., 2013), na região do Baixo-Tietê (ROCHA; GUEDES, 2011), no trecho Tietê-Batalha (SANTOS; GUEDES, 2011), no trecho Tietê-Jacaré (LEMES; ETCHEBEHERE, 2011), foram elaborados a partir das bases cartográficas em escala 1:50.000 editadas pelo IBGE, conforme já descrito. As medições das drenagens das bacias apontadas acima foram realizadas utilizando-se um

curvímetro digital (Modelo MR300 da Oregon Scientific), anotando-se as extensões de todos os segmentos de drenagem entre as curvas de nível subsequentes; adicionalmente plotou-se os dados em planilhas eletrônicas Microsoft Excel e confeccionou-se os gráficos no software Grapher. As bacias do Médio Paranapanema e do Rio Pardo foram medidas a partir das cartas digitalizadas e transformadas em *shapes* para utilização no Software ArcMap 10, como já descrito acima.

4.5 Relação Declividade e Extensão (índice RDE)

Após diversas aplicações dos perfis longitudinais de drenagens, Hack (1973) propôs um método de análise para identificação de anomalias nos cursos d'água, decorrentes de alterações no substrato rochoso, denominado *stream-gradient index* (SL) entendendo-se como a relação entre a declividade (*Slope*) e o comprimento do canal (*Length*) e traduzido como Relação Declividade-Extensão (RDE).

Deve-se chamar atenção para o fato de que os índices RDE devem refletir os níveis de energia da corrente (*stream power*), proveniente da declividade e da descarga (volume) nos seus diversos trechos, sendo este segundo fator diretamente proporcional ao comprimento da drenagem, tratando-se de rios tropicais ou subtropicais (cf. KELLER; PINTER, 1996, p. 129). A energia da corrente vai refletir na capacidade de o curso d'água erodir seu substrato, rebaixando o talvegue, e transportar a carga sedimentar gerada, contribuindo, ambos, para o entalhe e, por conseguinte, para o processo de aplainamento da paisagem. Hack (1973) e McKeown et al. (1988) chamaram atenção para o fato de que as cabeceiras das drenagens não são necessariamente esculpidas pela energia cinética dos cursos d'água. Portanto, embora haja dúvidas quanto ao limite a ser adotado, foi consenso entre aqueles que aplicaram este método nos estudos empregados no Planalto Ocidental Paulista (eg. ETCHEBEHERE, 2000; GUEDES, 2008; GUEDES, et al., 2009; PORTO et al., 2013) desconsiderar os valores de RDEs referentes aos primeiros 800 m de cada segmento de drenagem.

Conforme McKeown et al. (1988), o índice RDE pode ser aplicado para toda extensão de um rio calculando as diferenças topográficas entre a cabeceira e a foz, e o logaritmo natural da extensão total do canal. Os índices aplicados nos segmentos das drenagens têm conotação local, associada àquele segmento.

Nas últimas décadas, o emprego desta técnica tem ganhado considerável aceitação no meio acadêmico internacional e nacional. Além dos trabalhos já descritos, pode-se incluir, no Estado da Paraíba, Silva e Furrier (2013) que estudaram as bacias dos Riachos Timbó e Marmelada, afluentes do Rio Itapororoca. Da mesma forma, e no mesmo Estado, procederam Lima e Furrier (2013) empregando a técnica na bacia hidrográfica do Rio Mamuaba.

No Estado de São Paulo, em diferentes contextos geológicos, além, dos já citados acima, a técnica foi aplicada Acklas Jr. et al. (2003) por Silva et al. (2012) na bacia hidrográfica do alto Rio Jaguari (entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais).

As aplicações já concluídas nas bacias hidrográficas do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE, 2000), do rio Turvo (ITRI; SILVA; ETCHEBEHERE, 2004; GUEDES; MORALES; ETCHEBEHERE, 2011), do rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008), no Pontal do Paranapanema (SANTOS; GUEDES; ETCHEBEHERE (2011) e do rio Aguapeí (PORTO et al., 2013) responderam satisfatoriamente às análises de neotectônica podendo ser estabelecidas para se categorizar os valores calculados em classes de interesse à interpretação geológica.

Sendo assim, as anomalias de RDE podem ser utilizadas como um excelente indicador de áreas suspeitas de atividade deformacional recente e apresentam resultados que constituem alvos para verificações de campo, sugerindo a efetividade de análise tectônica em áreas de grandes extensões.

O mapa apresentado na figura 29 aponta para os valores de RDTt em torno de 55-60, tendo em vista que o RDEt deve refletir a energia da corrente, as áreas delineadas tendem a ser as áreas com maior probabilidade à deformações neotectônicas. As maiores concentrações estão na região do Planalto das Lagoas e em sua cabeceira, interpretado pelo autor como uma área em subsidência e em ascensão, respectivamente.

As curvas de isovalores geradas a partir dos valores de RDE_{total} obtidos pelas medições das drenagens e plotadas em carta, permitiu identificar duas principais áreas anômalas, destacadas por Guedes (2008). A primeira corresponde ao

chamado Planalto das Lagoas, que é circundado por curvas de isovalores de RDEt mais elevadas (a linha de *isodef* 45 representa um adequado limiar) em sua porção meridional. A outra área anômala situa-se na porção inferior da bacia (demarcada por *isodefs* superiores a 55), alongadas na direção NE-SW, congruentes com o estrangulamento observado no limite da bacia hidrográfica.

CURVAS DE ISOVALORES RDEt

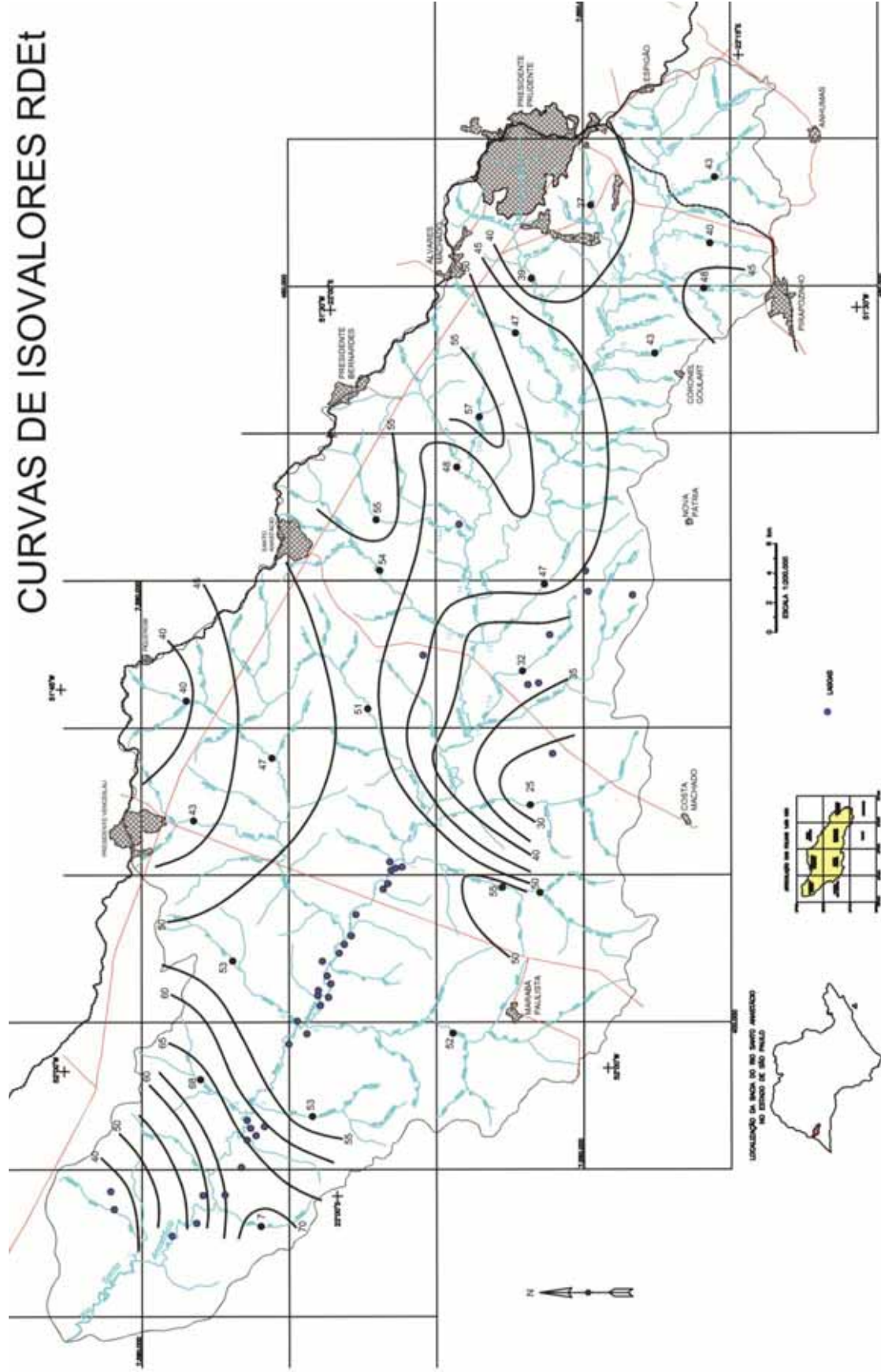


Figura 29. Curvas de isovalores gerados a partir dos dados de RDE. Extraído de Guedes (2008).

Na bacia do Rio do Peixe, Etchebehere (2000), Etchebehere et al. (2004) e Etchebehere et al. (2006) apresentaram suas interpretações quanto a aplicação dos índices de RDEt e RDEs. Para os autores, as concentrações dos índices anômalos de RDEs (FIGURA 30) postam-se nas cabeceiras das drenagens, nas proximidades da escarpa do Planalto de Marília-Exaporã. As variações dos índices nessas drenagens denotam que nem todas as drenagens desse mesmo contexto apresentam anomalias, não sendo descartado um componente tectônico ativo para os pontos registrados.

A segunda concentração de anomalias situa-se ao limite entre o baixo e o médio vale, onde os autores interpretaram como tectonicamente ativa. Destacam que esta mesma área apresenta-se anômala quando empregada outras técnicas, tais como as densidades de traços de drenagem e de lineamentos e a presença de níveis diferenciados de terraços, em que os afluentes da calha principal deságuam em pequenas cascatas.

A figura 31 apresenta a bacia do Rio Aguapeí (PORTO et al., 2013) onde os autores aplicaram as mesmas técnicas aqui descritas com vistas à deformações neotectônicas. A imagem apresenta os índices de RDEs, localização de regolitos espessos (a partir do levantamento de imagem SRTM) e as anomalias dos perfis longitudinais das drenagens.

No que diz respeito às concentrações de anomalias de RDEs, a bacia exhibe valores maiores na sua cabeceira (na proximidade do Planalto de Marília-Exaporã, tal como a vizinha bacia do Rio do Peixe) com diminuição para a foz. A localização dos mantos de regolitos são agrupados em dois conjuntos. O primeiro próximo à cabeceira e o segundo no limite entre o médio e baixo vale. Porto et al. (2013) interpretaram que essas áreas foram poupadas pela dissecação, por se situarem em terrenos estáveis, diferentemente das cabeceiras que representam trechos com maior movimento.

A identificação das anomalias de RDEs, bem como as demais anomalias fluviomorfométricas identificadas em cada uma das bacias estudadas são localizadas no Apêndice B, sua interpretação se faz nos capítulos que se seguem.

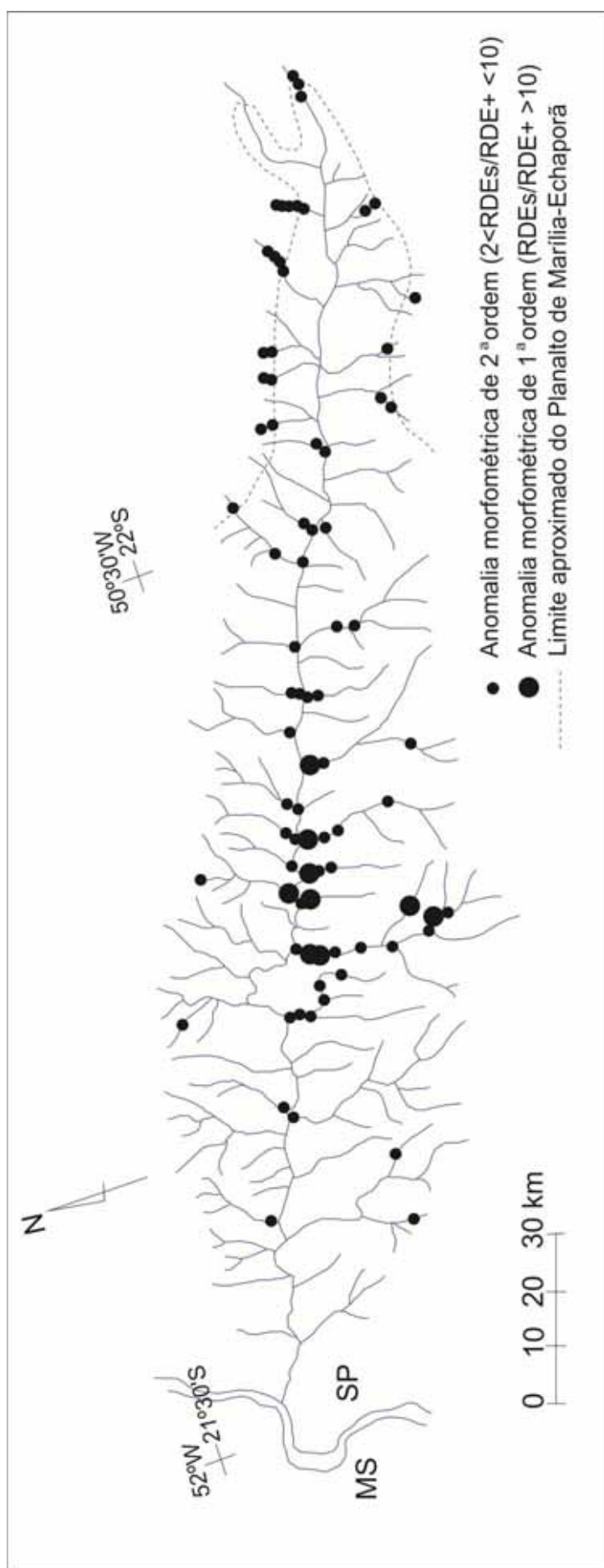


Figura 30. Bacia do Rio do Peixe com a localização dos pontos de anomalias morfométricas de RDE. Extraído de Etchebehere (2000).

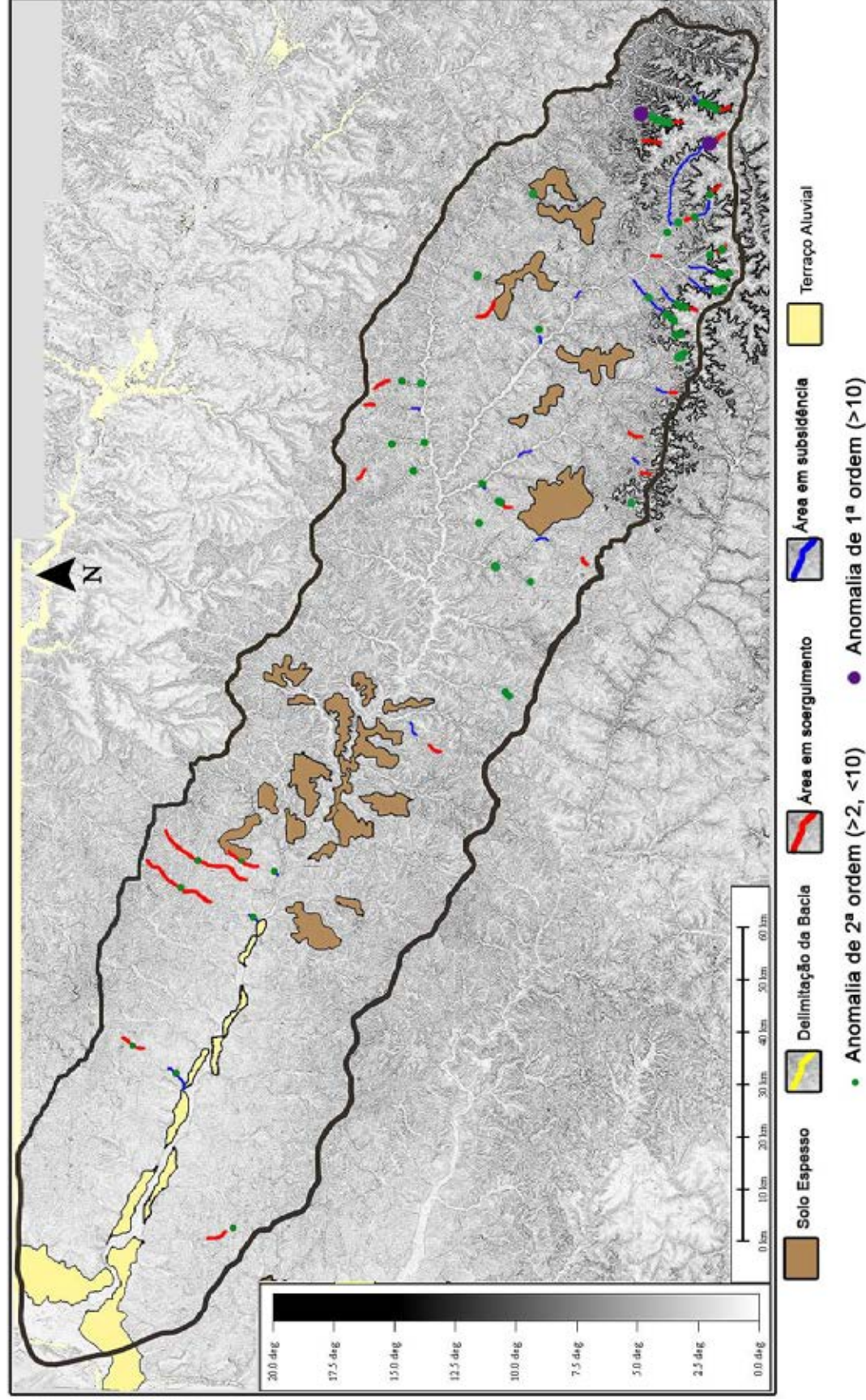


Figura 31. Bacia do Rio Aguapeí com a localização da interpretação dos perfis longitudinais das drenagens e do índice RDEs. Extraído de Porto et al. (2013).

4.6 Registros paleossísmicos

A Paleossismologia é um ramo das Geociências que se preocupa em estudar feições causadas por terremotos pré-históricos, incluindo suas peculiaridades (localização, magnitude, hipocentro, plano de falha, etc.) e o traçado das linhas de isointensidades, com destaque para a delimitação da zona de maior deformação em superfície (*meizoseismic zone*). Para seu estudo, lança-se mão de registros geomorfológicos (*tectonic landforms*) e geológicos (quando os sismos deixam sinais em rochas e sedimentos), conforme Michetti, Audemard e Marco (2005).

Das inúmeras vantagens do estudo da paleossismologia para o ordenamento territorial, Gürpınar (2005) lista alguns, dos quais: a possibilidade de identificar grandes terremotos não registrados historicamente, porque aconteceram antes da ocupação humana; possibilidade de confirmar a ocorrência de grandes terremotos ocorridos na história utilizando técnicas objetivas e precisas para calcular sua magnitude e; identificar a possibilidade da recorrência de terremotos em diferentes áreas.

Nos estudos empregados em território brasileiro, tem se admitido o termo “pré-histórico” empregado como a época precedente à ocupação pelo colonizador de origem europeia, datando-se como início do século XX, para o caso do oeste paulista (cf. ETCHEBEHERE et al., 2006). Sendo que a ocupação no território paulista é recente, torna-se de capital importância a investigação do registro geológico desta área para analisar as eventuais evidências de fenômenos sísmicos (ETCHEBEHERE, 2000). Até o presente momento, encontra-se na literatura a identificação de registros paleossísmicos na bacia do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE, 2000; ETCHEBEHERE; SAAD, 2002) e na bacia do rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008; GUEDES et al., 2009) – (cf. FIGURA 34).

O entendimento das movimentações crustais recentes, neotectônica, aqui empregado é o empreendido pela International Union for Quaternary Research (INQUA), incidindo na análise de movimentação sísmica do presente até 10^7 anos.

As rupturas tectônicas na superfície do terreno ocorrem somente em sismos de intensidade superior a VIII na Escala Mercalli Modificada (ETCHEBEHERE, 2000) e tais rupturas têm feições pouco duradoras na paisagem. Nesse sentido, a análise paleossísmica das suas evidências deve prestar sobre o reconhecimento de outros parâmetros geológicos, tais como as “estruturas de liquefação”, que são geradas por

sismos com magnitudes superiores a 5 (tornando-se mais comuns acima da magnitude 5,5. cf. OBERMEIER, 1998). As características dessas estruturas foram reunidas por Etchebehere e Saad (2002) e são listadas a seguir:

- A liquefação de origem sísmica afeta, com maior frequência, sedimentos arenosos ou siltosos incoesos, saturados e de pequena profundidade (raramente ocorre a mais de 10 m de profundidade);
- As vibrações sísmicas provocam mudanças na estrutura dos sedimentos, levando a um rearranjo da trama granular, com transferência de tensão dos pontos de contato entre os grãos para os fluídos intersticiais. Essa transferência de tensão pode atingir um estado crítico, quando os grãos perdem contato em si (*floating process*) e partes do leito granular passam a se comportar como fluido, injetando-se em fraturas ou cavidades pré-existentes, ou até mesmo gerando novas fraturas (hidrofraturamento);
- O material liquefeito pode dar origem a intrusões do tipo *sill* ou dique de areia e, atingindo a superfície, formar vulcões ou prismas de areia (FIGURAS 32 e 33, FOTOS 16, 17 e 18). Outras vezes pode provocar brechamento da rocha encaixante (mais coesa), envolvendo os fragmentos;
- As estruturas de liquefação, uma vez confirmada a origem sísmica (regra geral, por eliminação de outras hipóteses genéticas, como artesianismos, escorregamentos e diagênese, por exemplo), podem ser empregadas para o reconhecimento e caracterização dos terremotos passados.

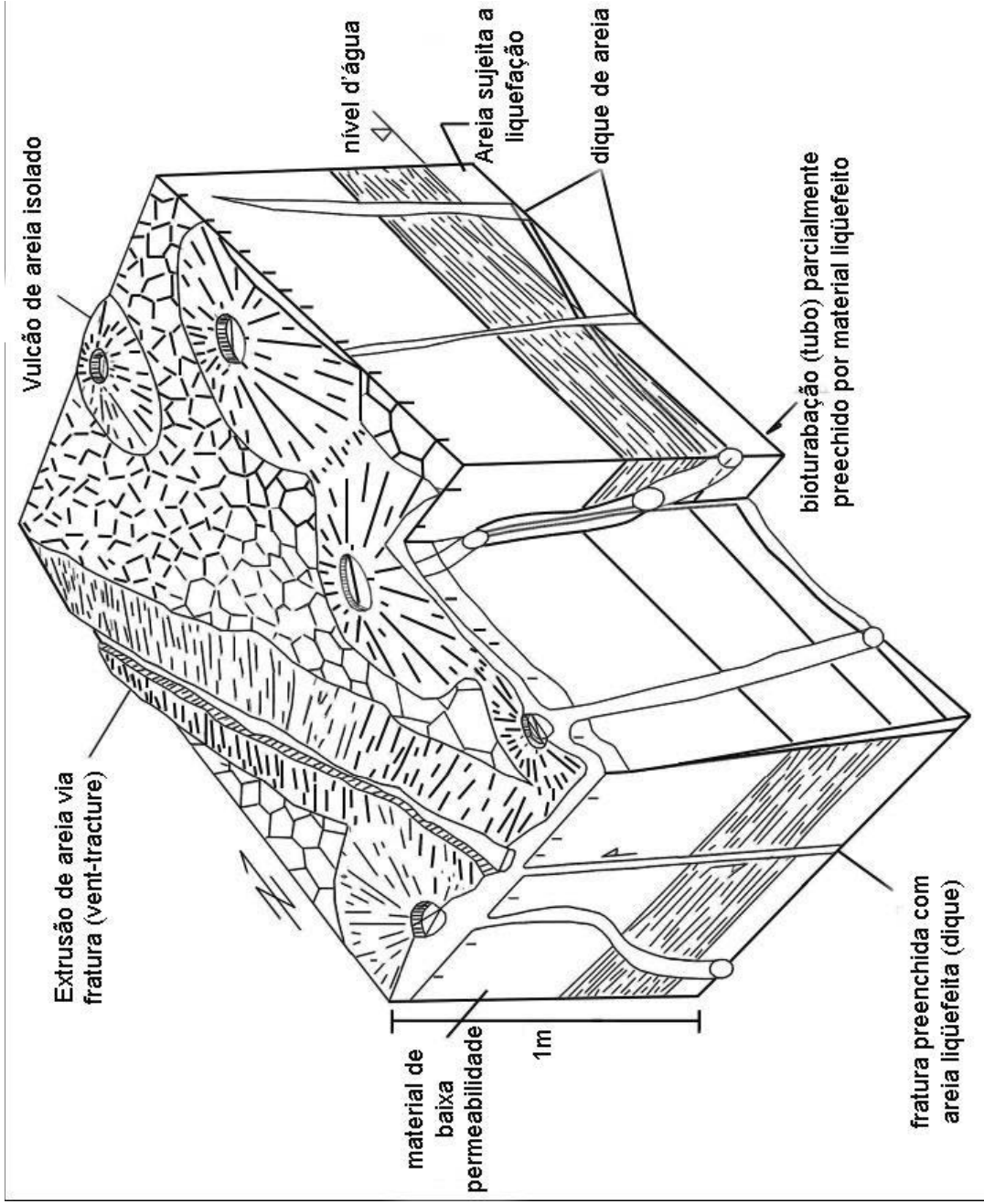


Figura 32. Bloco-diagrama mostrando os principais tipos de estruturas de liquefação, baseado em observações de campo na região do Tocuyo, Venezuela, que foi afetada por sismos de magnitudes 5,7 e 5 em abril e maio de 1989, (AUDEMARD; DE SANTIS, 1991).

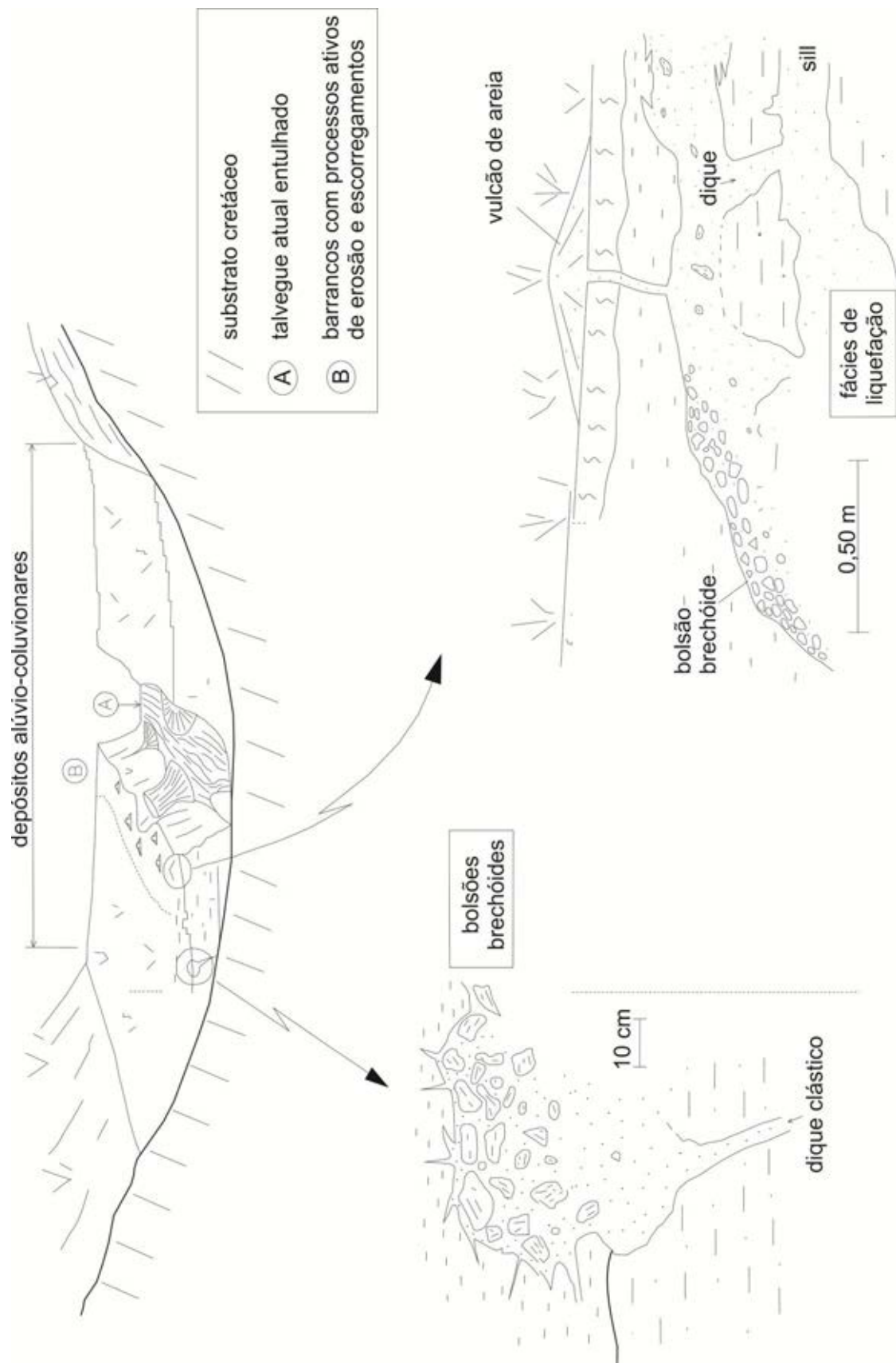


Figura 33. Esquema relativo as estruturas de liquefação identificada na bacia do Rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008; GUEDES et al., 2009).



32.340±320 anos A.P. (datação por radiocarbono em argila orgânica cinza escuro, muito coesa – C)

Bolsão brechóide (estrutura de liquefação) na base de camada de argila orgânica coesa; os fragmentos são decimétricos a milimétricos, angulosos e mostram gradações para argilito cortado por vênulas e diques de areia injetada por liquefação.

Dique clástico de areia fina, bem selecionada, branca, friável, textura sacaróide, interligando camada de areia cinzenta e bolsão brechóide; comprimento aproximado de 1 m.

Sedimento hospedeiro: areia lamítica coesa, acinzentada – B.

639.300±129.200 anos A.P. (Datação LOE em areia muito fina-média, seleção regular, acinzentada – A).

Foto 16. Estruturas de liquefação em sedimentos aluviais e colúvio-aluvionares na bacia do rio Santo Anastácio (GUEDES, 2008; GUEDES et al., 2009).



Foto 17. Dique de areia visto em planta, também alojado em fácies argilosas de terraço neopleistocênico do Rio do Peixe (ETCHEBEHERE; SAAD, 2002).



Foto 18. Areias esbranquiçadas (produto de liquefação) em depósito aluvial. Coordenadas: 50°6'92"W x 22°13'25"S. Extraído de Bezerra (2008).

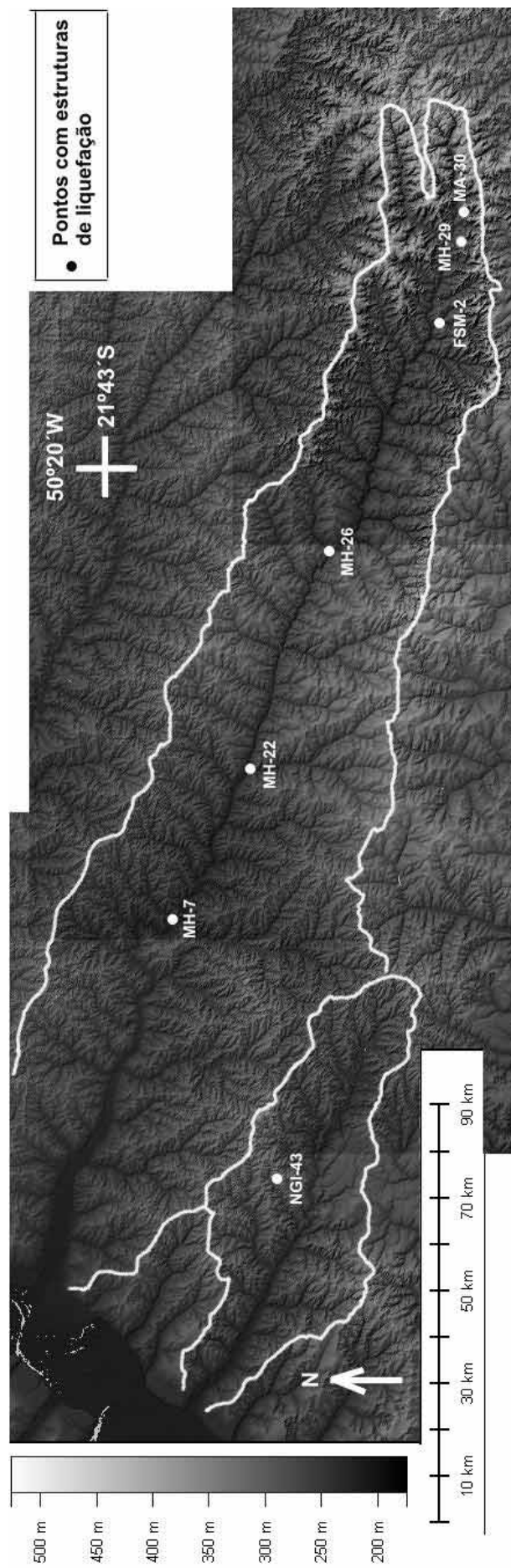


Figura 34. Identificação dos pontos com estruturas de liquefação indicados por Etchebehere (2000), na bacia do Rio do Peixe e Guedes (2008), na bacia do rio Santo Anastácio.

5. ANÁLISE DAS BACIAS NA REGIÃO DE ESTUDO.

Apresentada a literatura pertinente ao estudo, apresentam-se agora as bacias estudadas. Os resultados coletados serão descritos e interpretados, por fim far-se-á a análise regional que compreende as drenagens do Planalto Ocidental Paulista, ao sul do Rio Tietê (FIGURA 1).

5.1 Bacia do Rio Tietê

O Rio Tietê possui aproximadamente 1.100 km de extensão, nascendo na cidade de Salesópolis a aproximadamente 1.030 m na Serra do Mar e desaguando no Rio Paraná a 260 m, acima do nível do mar, servindo de acesso durante a história da colonização do Estado durante os séculos XVI e XVII.

A porção do Rio Tietê que foi utilizada para este estudo é aquela em que se encontra nos domínios do Planalto Ocidental Paulista. Deste, aproximadamente 430 km de rio se encontra nesta província. Conforme pode ser observado no Apêndice A, o Rio Tietê se encontra transcorrendo entre rochas do Grupo São Bento (Fm. Pirambóia, Botucatu e Serra Geral), Grupo Caiuá (com a presença do Geossolo Santo Anastácio em sua foz) e Grupo Bauru (Fm. Araçatuba, Adamantina e Marília). Por fim, na porção extrema da cabeceira deste rio, dentro da área de estudo, é possível identificar rochas da Fm. Itaqueri, além dos depósitos aluvionares e colúvio-eluvionares que percorrem grande parte da drenagem.

Para fins de estudos esta bacia foi dividida em três grandes compartimentos: Tietê-Jacaré, Médio-Tietê e Baixo Tietê, como se seguem.

As atividades em campo nesta porção do território compreenderam a cabeceira do trecho Tietê-Jacaré e o Médio-Tietê (FIGURA 35).

Na cabeceira do Tietê-Jacaré, identificou-se as formações Pirambóia (FOTO 19), Botucatu (FOTO 20), Serra Geral (FOTOS 21 e 22).



Foto 19. Arenitos conglomeráticos da Formação Pirambóia com estratificação cruzada, grãos mal selecionados, grosseiros, e pequenos seixos subarredondados. Coordenadas do ponto: J22. 48°15'16"W x 22°12'09"S.



Foto 20. Arenitos bimodais, grossos e conglomeráticos com coloração cinza-avermelhado da Fm. Botucatu. Coordenadas do ponto: J6. 48°24'26"W x 22°02'28"S.



Foto 21. Basaltos da Fm. Serra Geral fraturados. Coordenadas do ponto: J6. 48°24'46"W x 22°02'28"S.



Foto 22. Basaltos da Fm. Serra Geral em material alterado com laminação paralela ao topo. Coordenadas do ponto: J20. 48°05'08"W x 22°03'39"S.

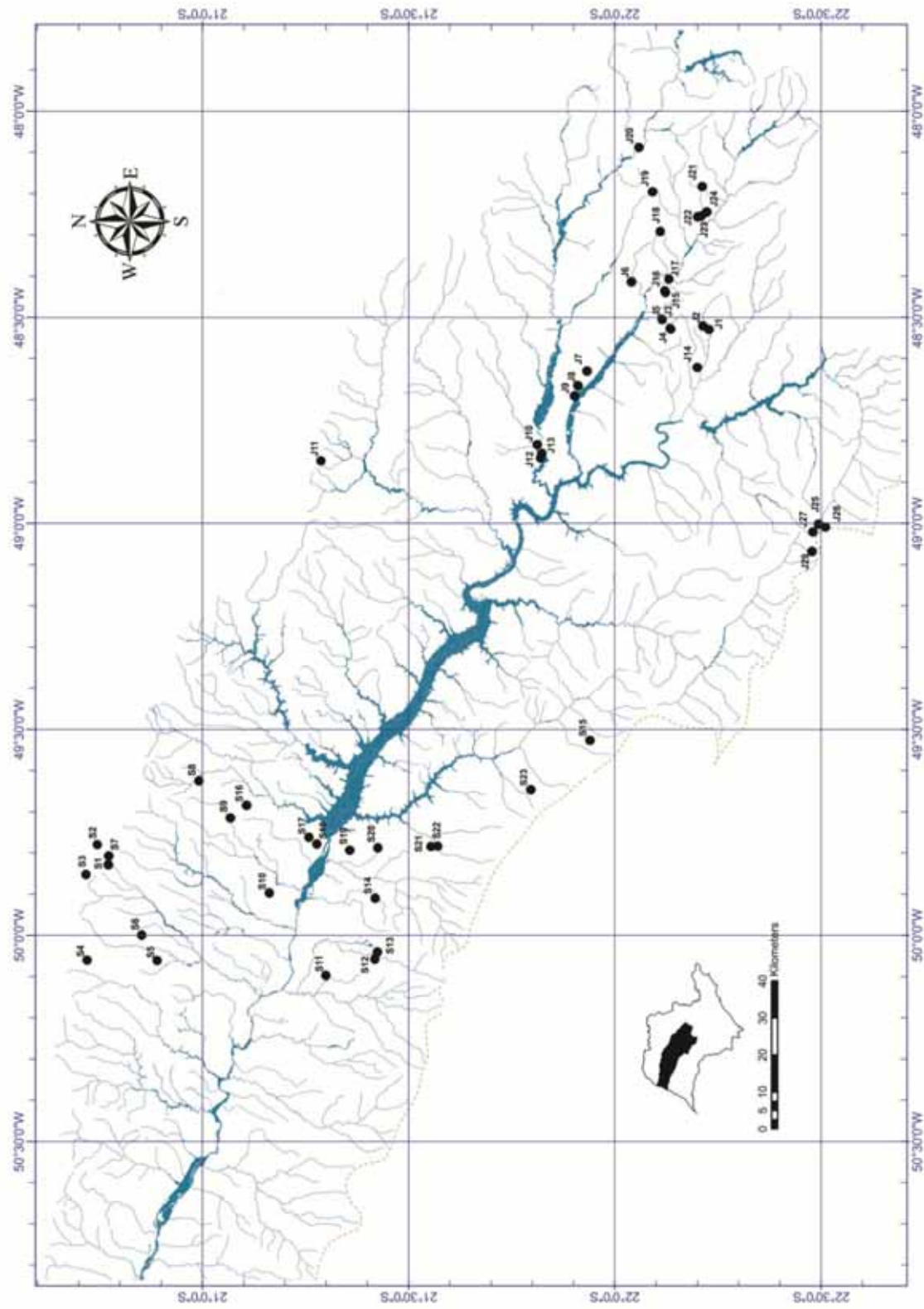


Figura 35. Localização dos pontos de campo na bacia do Rio Tietê, conforme quadro 3.

5.1.1 Tietê-Jacaré

A bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré compreende uma área de aproximadamente 14.055 km². A montante encontra-se a cota 440 m e a jusante 380 na usina hidrelétrica de Ibitinga. Seus principais afluentes são os rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, ambos com mais de 150 km de extensão.

A montante desta área encontra-se rochas da Fm. Pirambóia, Botucatu e Serra Geral sendo capeados pelas formações Itaqueri e por depósitos colúvio-eluvionares. A jusante a drenagem corre pela formação Adamantina e nas cabeceiras das drenagens 83, 75, 61 e 47 aflora a Fm. Marília.

Os estudos iniciais deste trecho do rio Tietê foram realizados por Lemes e Etchebehere (2011) em que os autores selecionaram e mediram as 56 drenagens, maiores que oito quilômetros. A partir da medição das drenagens, os autores fizeram o levantamento preliminar dos perfis longitudinais das drenagens. Posteriormente, Lemes, Etchebehere e Guedes (2012) confeccionaram os gráficos de perfis e calcularam os índices de RDE_{segmento} . Após esses estudos empreendidos, este autor compilou os dados disponíveis plotando em mapa os trechos em soerguimento e ascensão, a partir dos Perfis Longitudinais das Drenagens, as anomalias de RDEs (FIGURA 36) e os nickpoint (APÊNDICES C e D).

Mediante análise empregada, chegou-se a conclusão de que este trecho pode ser controlado por estruturas tectônicas (*Tectonic Landform*). É permitido sugerir que os trechos em ascensão estão concentrados nas cabeceiras, enquanto que a concentração de trechos em subsidência estão nas drenagens dos rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu. A cabeceira a montante desta área apresenta alinhamentos de nickpoints N-S, enquanto que nas cabeceiras dos seus afluentes a direção predominante é E-W com algumas variações SE-NE. A análise dos perfis longitudinais das drenagens é apresentada abaixo, bem como os gráficos gerados podem ser acompanhados no Encarte A. A compilação dos dados e a sua interpretação será tratada adiante:

- As drenagens 65, 74g, 75b e 76i apresentam perfis longitudinais equilibrados, o afastamento da drenagem em relação a *best fit line* é menor que 10 m.
- Ainda que as drenagens acima não apresentem desequilíbrio em seu perfil, exibem “quebras” ou dobras, que podem indicar nickpoin.

- A drenagem 67 apresenta equilíbrio em mais da metade do seu curso, apresentando intensa queda aos 15 km, correndo abaixo da linha de melhor ajuste.
- A drenagem 69 apresenta pequeno trecho de soerguimento entre 4 e 6 km e a drenagem 69a apresenta trecho em soerguimento em sua cabeceira e em ascensão em sua foz, delimitada por um ponto de quebra.
- A drenagem 71 apresenta grande trecho em soerguimento sobre rochas da Formação Adamantina e ascensão em sua foz.
- As drenagens 73, 74a, 77, 81, 83, 83a, 83b e 83c, apresentam-se, quase que em sua totalidade anômalas, com trecho em soerguimento junto a cabeceira e trecho em ascensão na foz.
- As drenagens 74, 74b, 74i, 76, 76c, 76d, 76f, 76h, 76j i e 79 apresentam perfil totalmente anômalo com diversos pontos de “quebra” do perfil e indicações de nickpoints.
- As drenagens 74c, 74e e 74f i, apresentam perfil retilíneo na sua cabeceira, com ponto de quebra em sua foz causada, provavelmente, pela mudança da litologia.
- Os perfis 74d 75a i, 76a e 76b apresentam grande trecho em ascensão ao longo da drenagem com ponto de quebra acentuado no trecho final, correndo em subsidência.
- Os perfis 74e, 74f, 74f i, 74i, 76c, 76e, 76f, 76h e 76ji apresentam-se com grande anormalidade ao longo do seu perfil. Apresentam notável ponto de quebra, provavelmente, causado pela mudança no substrato de arenitos para rochas ígneas.
- Os perfis 74h, 76g, 78b, 78c, 78c i, 78d, 78f ii e 81e, exibem trechos retilíneos com pontos de nickpoint.
- As drenagens 74j, 75, 75a, 78, 78a, 83a i, 83d e 85 apresentam a maior parte do seu curso em ascensão e o trecho de foz em subsidência.
- As drenagens 76j, 80 e 82 exibem perfis com a cabeceira soerguida e o longo do caudal em subsidência.
- As drenagens 73f e 83g exibem perfis a partir dos dois primeiros quilômetros com a cabeceira em subsidência e o restante do rio em ascensão.

Em campo observou-se a morfologia da paisagem em que se identificaram colinas médias e morros residuais (FOTO 23). As planícies de inundação são amplas, as drenagens correm sobre afloramentos e há ausência de barrancos nas margens das drenagens.

O ponto 29, nas cabeceiras da drenagem 83g, apresenta processo erosivo com extensão de aproximadamente 180m na direção E-W (FOTO 24). Nesta área identificaram-se solos avermelhados no topo com depósitos de cascalhos e fragmentos na base de basaltos.

A área das cabeceiras das drenagens apresenta as encostas dos morros dissecados pela erosão laminar. Nas proximidades da foz das drenagens, nas áreas interpretadas em processo de subsidência, observou-se intenso processo de assoreamento dos canais.



Foto 23. Tomada da paisagem a partir de colinas médias em que se observa ao fundo morros residuais. Coordenadas do ponto: J7. 48°37'43"W x 21°56'00"S.



Foto 24. Erosão na cabeceira da drenagem 83g apresentando solo vermelho escuro no topo, e basaltos na base. Coordenadas: J29. 49°03'50"W x 22°29'42".

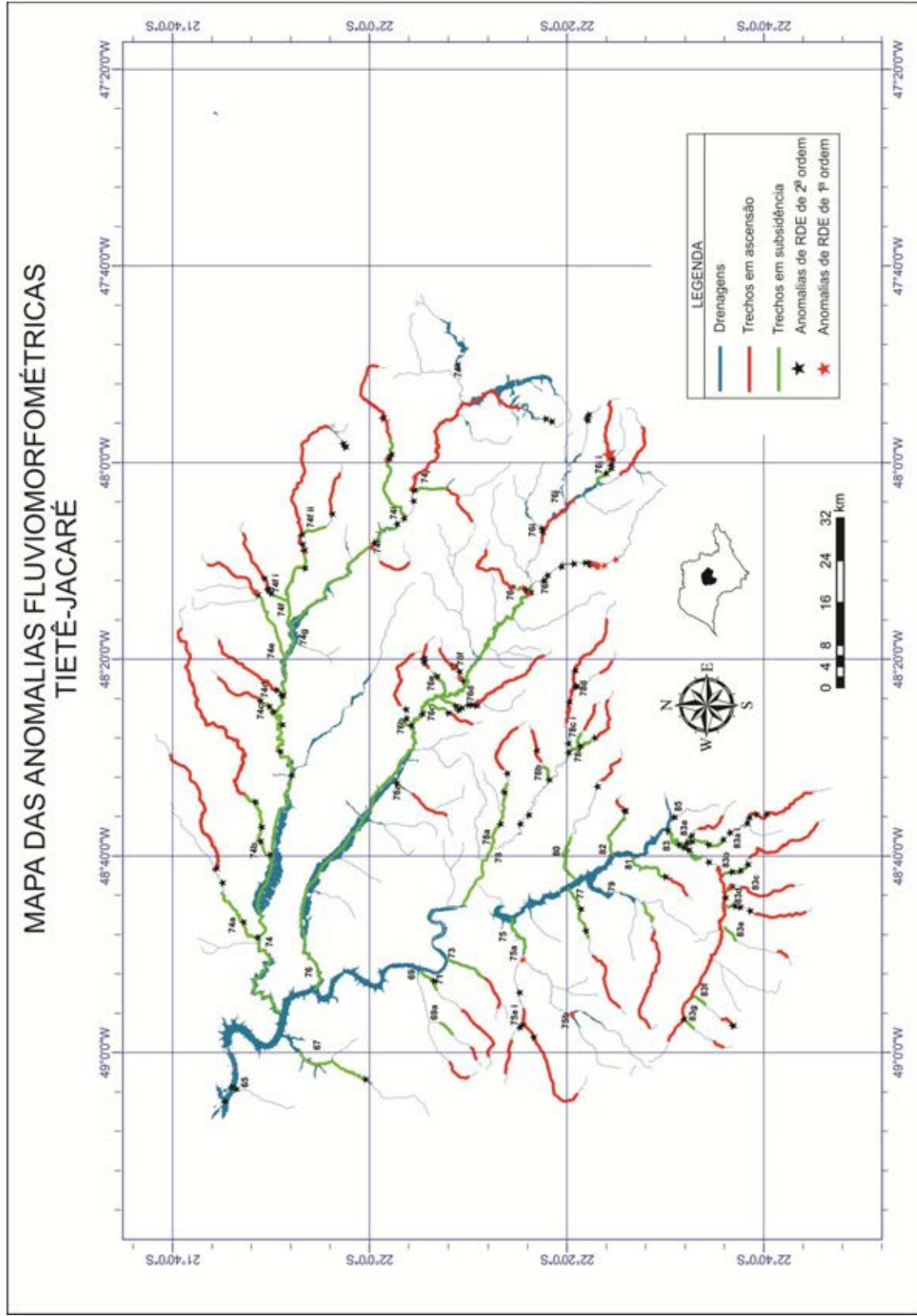


Figura 36. Mapa das anomalias fluviomorfológicas no trecho Tietê-Jacaré. As numerações correspondem ao Quadro 9.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
65	Rib. Água Espalhada ou da Mansão	13.44	505	370	135	52
67	Rio Claro	34.83	580	410	170	48
69	Rib. Bonito	27.24	620	410	210	64
69a	Rib. Piratininga	13.63	620	450	170	65
71	Rib. Veado	23.40	655	410	225	78
73	Rib. Água Limpa	16.44	540	410	130	46
74	Rio Jacaré-Guaçu – Rib. Lobo	179.97	900	410	472	94
74a	Rib. São João	49.71	578	410	168	43
74b	Rio Itaquare	65.31	660	410	270	60
74c	Cór. Mulada	14.80	618	470	148	55
74d	Cór. Tanque	17.93	625	470	155	54
74e	Rib. Cruzes	27.38	680	490	190	57
74f	Rio do Chibarro	51.17	840	490	350	89
74f i	Rib. Ouro	18.80	678	490	188	64
74f ii	Rib. São José das Correntes	17.46	800	600	200	70
74g	Rio do Peixe	9.64	550	490	60	26
74h	Rib. Bonito	13.57	658	490	168	64
74i	Rib. Monjolinho	39.35	905	540	365	99
74j	Cór. Aterrado ou Santa Joana	16.55	730	570	160	57
75	Rib. Grande	47.03	640	430	210	54
75a	Rio Bauru	38.12	538	430	108	30
75a i	Cór. Faxinal	12.07	620	470	150	60
75b	Rib. Campo Novo	15.27	540	470	70	25
76	Jacaré-Pepira	164.96	940	410	530	104
76a	Cór. Curralinho – Dr. Taboca ou da Farinha	15.89	520	410	110	40
76b	Rib. Paião	19.95	590	420	170	57
76c	Rib. Boa Vista	12.27	698	450	248	265
76d	Rib. Figueira	29.15	758	470	288	85
76e	Rib. Vermelho	14.23	718	470	248	93
76f	Rib. Do Dourado	10.78	718	470	248	104
76g	Rib. Bonito	18.28	720	490	230	76
76h	Rib. Pinheirinhos ou da Cachoeira	41.67	918	490	428	115
76i	Cór. Gouvea	15.17	758	610	148	54
76j	Rib. Tamanduá	23.10	925	630	295	94
76j i	Rib. Pinheirinho	20.26	955	630	325	108
77	Rib. Pederneiras	27.87	575	430	145	43
78	Rio Jau – Ribeirão do Bugio	80.89	815	430	385	88
78a	Rib. Pouso Alegre	30.94	678	430	248	72
78b	Cór. Santo Antonio	11.64	690	490	200	81
78c	Rib. São João	18.42	720	530	190	65
78c i	Cór. Gavião	10.10	730	550	180	78
78d	Rib. Lajeado	11.12	755	630	125	52
79	Rib. Patos	40.63	610	430	180	48
80	Rib. Ave Maria	33.35	680	430	250	71
81	Rib. Tanquinho	15.44	610	430	180	65
82	Cór. Iguatemi	13.28	670	430	240	93
83	Rio Lençóis – Cór. Taperão	68.13	619	430	189	44
83a	Rib. Santo Antonio	14.70	558	450	108	40
83a i	Rib. Paraíso	36.83	775	450	325	54
83b	Cór. Bonfim ou da Areia Branca	28.90	778	490	288	85
83c	Rib. Fartura	17.13	698	490	208	73
83d	Rib. Prata ou Barra Grande	19.40	665	510	155	52
83e	Rib. Prata	16.80	655	530	125	44
83f	Rib. São Mateus	11.66	718	550	168	64
83g	Cór. Das Antas	11.46	700	550	150	61
85	Rib. Das Posses	14.95	545	430	115	42

Quadro 9. Drenagens analisadas no trecho Tietê-Jacaré e seus respectivos índices de RDEt.

5.1.2 Tietê-Batalha

A região que abarca o trecho Tietê-Batalha está assentada sobre rochas da Fm. Adamantina e Fm. Araçatuba, sendo esta predominante na área. Sua área compreende aproximadamente 12.365 km², e o Rio Tietê, neste trecho, corre entre as curvas de nível 380 e 360 m. As nascentes de seus afluentes da margem direita possuem uma amplitude que varia entre 245 m (Ribeirão dos Porcos, 72) e 210 m (Rib. Cubatão ou Barra Mansa, 54), enquanto que na margem esquerda a maior amplitude é do Rio Batalha (61), com 280 m.

Esta área apresenta colúvios evidenciados ao longo das rodovias que atravessam a sua área (FOTO 25). A grande quantidade de solos espessos ao longo desta área pode ser resultado do material recebido da bacia do Tietê-Jacaré, uma vez que se interpreta que aquela está em movimento ascensional.



Foto 25. Pacote de solo espesso em escavações com mais de 2 m de profundidade, abaixo do nível da rodovia. Coordenadas: S20. 49°47'11"W x 21°25'34"S.

Os estudos morfométricos nessa porção do território iniciaram-se por Santos e Guedes (2011) que selecionaram as 77 drenagens e fizeram as primeiras medições. Em seguida, Silva e Guedes (2013) empenharam seus esforços nas 27 drenagens que compreendem da 50 à 72 (margem direita) e Macedo e Guedes (2013) que concentraram seus trabalhos entre as drenagens 47 e 65 da margem esquerda. Realizadas as medições, os autores citados confeccionaram os gráficos de perfis longitudinais para apresentar as primeiras interpretações sobre a área.

Após esta primeira etapa, este autor compilou os dados levantados plotando em mapa os trechos interpretados como em soerguimento e em ascensão. Também foram apontados os trechos com anomalias de RDE de 1ª e 2ª ordens (FIGURA 37), bem como também se utilizou esses dados para apontar os trechos de nickpoints (APÊNDICE D) e as linhas de isovalores de RDEt (APÊNDICE C).

Diante dos dados levantados, compreendeu-se que esta área entre o trecho do Rio Tietê-Jacaré e o baixo Tietê estão recebendo materiais provenientes da bacia a montante. As drenagens não apresentaram significativos pontos anômalos, concentrando-se em sua maioria os trechos em soerguimento próximos a cabeceira e com apenas dois trechos anômalos em subsidência sendo as drenagens 54 e 72 (margem direita) e 54 (margem esquerda).

Diferente da bacia vizinha a montante, este trecho possui valores baixos de RDEt, bem como de RDEs. A ausência de valores altos de RDE permite sugerir que esta área não sofre deformações neotectônicas em suas drenagens, ou se sofreram já foram ajustadas.

A imagem SRTM interpretada (APÊNDICE E) apresenta nesta região concentração de solos espessos e a quase ausência de lineamentos estruturais. Os poucos lineamentos apontados nesta área são de direção ESE-WNW. Os alinhamentos de nickpoints indicam direções do tipo E-W nos afluentes de maior porte e SE-NW nos afluentes de menor porte. A integração dos dados e sua interpretação serão feitas adiante.

A interpretação dos perfis longitudinais segue-se abaixo:

- As drenagens 47a, 47c, 50, 52, 53, 54b, 54e, 55, 57, 58, 58a, 59, 59a, 60, 61a, 61e, 61h, 61i, 61j, 61j ia, 61l, 61m, 62, 64a, 72b i, 72d, 72g e 72i não apresentam qualquer anomalia em seus perfis. A indicação de quebra no seu perfil provavelmente está associada à mudança litológica no substrato.

- Os perfis 47e, 54f, 58c e 72b ii exibem trechos retilíneos com indicação de nickpoint próximo ao centro da drenagem sem a mudança de substrato. Apresentam trecho em ascensão próximo a cabeceira e em subsidência em sua foz.
- As drenagens 47f, 64, 72 e 72b iii exibem diferentes pontos de nickpoint, trechos retilíneos durante o curso da drenagem, soerguimento na cabeceira e ascensão na foz.
- As drenagens 49, 51, 54d e 58b não apresentem longos afastamentos da linha de melhor ajuste, entretanto, os perfis apresentam nickpoint próximos a cabeceira (2 km a partir da nascente) e correm retilineamente sugerindo o controle por falhas ou fraturas. As drenagens 50c e 61c exibem o mesmo comportamento, diferenciando-se apenas pelo trecho em soerguimento próximo à nascente.
- As drenagens 47d, 50b, 61b, 63, 70b, 72b iv, 72e, 72h e 72j ainda que não apresentem anomalias em relação a *best fit line*, exibem significativos perfis de nickpoint.
- As drenagens 47 e 72f apresentam perfis relativamente equilibrados, com trecho em soerguimento no centro do perfil e diferentes pontos de nickpoint.
- As drenagens 50a, 50b i, 54a, 54c, 61f, 68, 72b v e 72c exibem seus perfis retilíneos, quase que em perfil aritmético, por vezes com ponto de nickpoint e sem a mudança do substrato. Apresentam suas cabeceiras soerguidas em relação à linha de melhor ajuste e sugerem o controle por falhas ou fraturas.
- A drenagem 54 exhibe pequeno trecho em ascensão dos km 5 a 15 a partir da sua cabeceira e mais de 50 km da sua drenagem em subsidência. Não apresenta nickpoints e é uma drenagem com grandes áreas de alagamento.
- Os perfis 61, 61g, 61g i, 70 e 72b apresentam cabeceira equilibrada, com soerguimento no centro da drenagem e subsidência em sua foz. Identificam-se, também, diferentes pontos de nickpoint.
- As drenagens 47b, 47c i, 47g, 70a, apresentam perfil retilíneo não destoante da *best fit line*. Mesmo mediante a mudança brusca de litologia (70a) o perfil se mantém retilíneo, sugerindo o controle da drenagem por falha ou fratura.
- As drenagem 47c exhibe perfil em ascensão (10 m, no mínimo, acima da *best fit line*) na sua cabeceira, queda de mais de 20 m em um espaço de 2 km ao

centro da drenagem e trecho em subsidência (10 m, no mínimo, abaixo da *best fit line*) em sua foz.

- A drenagem 61j i apresenta queda de 60 metros ao longo dos três primeiro quilômetros. Sua cabeceira apresenta-se em ascensão com intenso processo erosivo com formação de voçoroca, correndo sobre a Formação Marília, no decorrer dos seus próximos sete quilômetros a drenagem corre sobre uma planície sem qualquer tipo de erosão ou anomalia.
- O perfil 56 exibe longo trecho em ascensão a partir da sua cabeceira e subsidência em sua foz.
- A drenagem 61d corre em ascensão nos seus seis primeiros quilômetros
- A drenagem 72a apresenta longo trecho em ascensão com ponto dois pontos de quebra no seu perfil. Um ocorrendo no seu primeiro quilômetro de extensão e o seguindo no centro de sua drenagem.
- A drenagem 61k mostra diferentes pontos de quebra no perfil com um pequeno trecho em ascensão entre os km 2 e 4 a partir da cabeceira e em subsidência nos seus últimos 3 quilômetros.

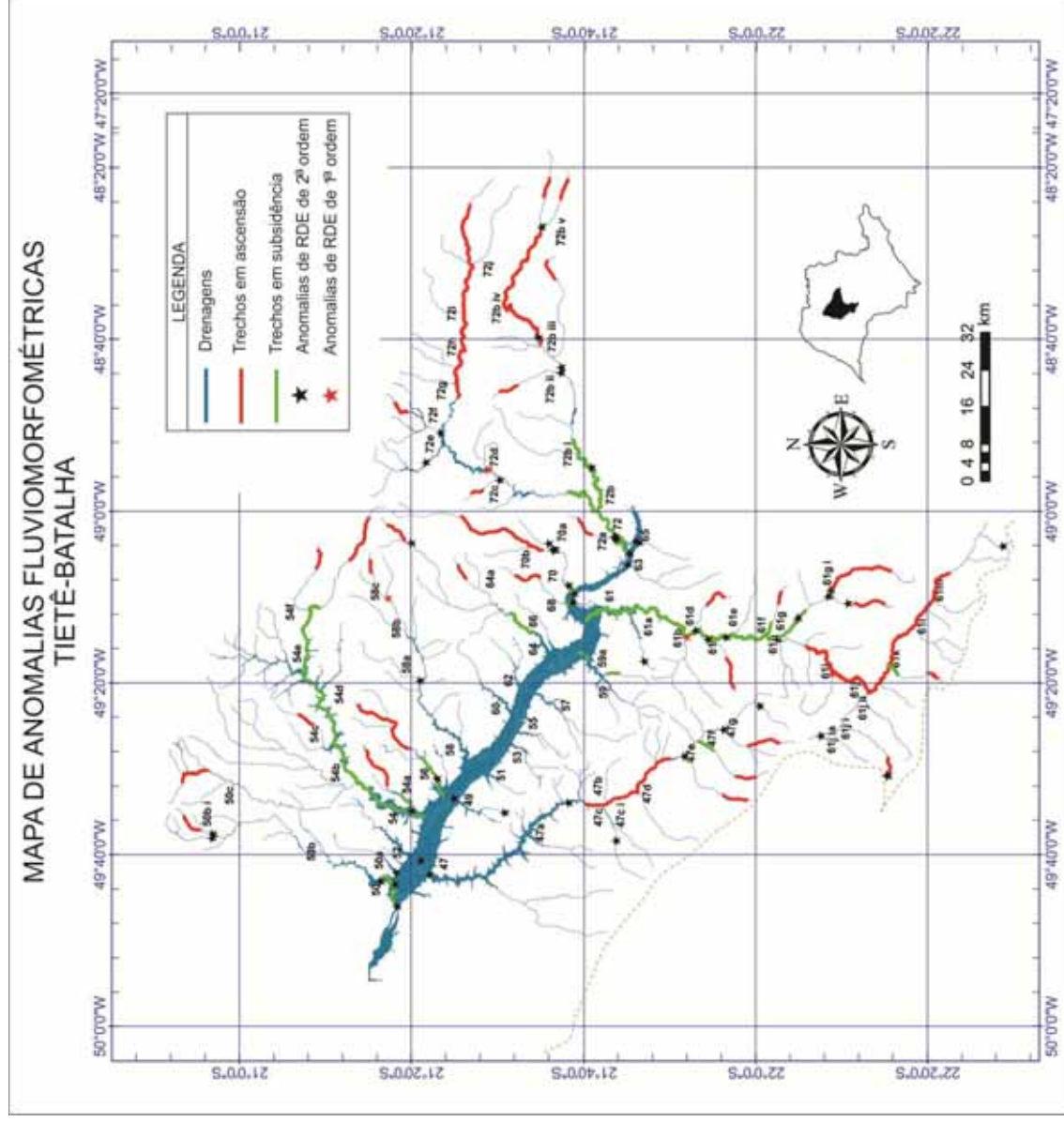


Figura 37. Mapa de anomalias fluviomorfométricas no trecho Tietê-Batalha.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
47	Rio Dourado	102.95	558	350	208	45
47a	Rib. Capão Bonito	17.01	498	370	128	45
47b	Cór. Três Barras	10.57	478	390	88	37
47c	Rib. Grande	20.12	480	390	90	30
47c i	Cór. Paredão	13.50	518	395	123	47
47d	Cór. Saltinho	19.22	498	410	88	30
47e	Rib. Coqueirão	19.29	515	410	105	35
47f	Cór. Congonhas	18.72	555	410	145	50
47g	Rio Dourado do Leste	17.82	578	410	168	58
49	Cór. Baguaçu - Esgotão	13.71	435	350	85	32
50	Rib. Fartura	77.95	550	350	200	46
50a	Cór. Sobrado	20.82	439	350	89	29
50b	Rib. Jacaré	48.69	558	390	168	43
50b i	Cór. Jacaré	11.81	538	410	128	52
50c	Cór. Mandioca – do Pavão – do Boi	12.62	530	410	120	47
51	Cór. Mariana	10.29	425	370	55	24
52	Rib. Bagres	24.51	460	350	110	34
53	Cór. Macuco	13.44	450	370	80	31
54	Rib. Cubatão ou Barra Mansa	103.37	560	350	210	45
54a	Cór. José Rodrigues ou do Rachid	18.10	450	360	90	24
54b	Rib. Bora	63.99	540	370	170	41
54c	Cór. Cachoeira da Boa Vista	15.05	478	390	88	32
54d	Cór. Barreiro ou do Barreirão	16.77	480	370	110	39
54e	Rib. Barra Grande	17.55	460	370	90	31
54f	Rib. Bicas – Cór. Três Irmãos	19.06	540	390	150	51
55	Cór. Do Meio	14.29	470	370	100	38
56	Cór. Cervinho	32.23	475	350	125	36
57	Rib. Cervão	31.58	498	370	128	37
58	Rib. Cervo Grande	64.31	510	350	140	38
58a	Cór. Bacuri ou do Coqueiro	18.52	485	390	95	32
58b	Rib. Palmeiras – Cór. Barro Preto	15.42	478	410	68	25
58c	Cór. Lagoa Seca	11.49	510	410	100	41
59	Rib. Sucuri	24.44	498	370	128	40
59a	Rib. Sucurizinho	12.03	500	370	130	52
60	Rib. Ponte Alta	24.14	465	370	95	30
61	Rio Batalha	162.92	650	370	280	55
61a	Cór. Uru	14.88	480	370	110	41
61b	Rib. Balbinos ou Duas Pontes	18.03	500	370	130	45
61c	Rib. Boa Vista	13.58	510	370	140	54
61d	Água da Corredeira	13.90	495	370	125	47
61e	Água da Rosa	15.01	520	390	130	48
61f	Cór. Clavinote	11.42	538	390	148	61
61g	Rib. Água Parada	40.03	590	410	180	49
61g i	Cór. Barra Grande	15.59	570	450	120	44
61h	Rib. Carneiro - Guaricanga	13.33	540	405	135	52
61i	Rib. Jacutinga	17.88	538	430	108	37
61j	Rib. Avaí ou Batalhilha	30.05	650	450	200	59
61j i	Rib. Presidente Alves	9.83	545	470	75	33
61j ia	Cór. Prainha	10.26	595	470	125	54
61k	Rib. Barreiro	15.48	630	450	180	66
61l	Água do Paiol	13.90	570	450	120	45
61m	Água da Faca	13.31	560	450	110	42
62	Rio Morto	13.02	458	370	88	34
63	Rib. Doce	24.14	539	370	169	53
64	Rib. Três Pontes	69.26	530	370	160	38
64a	Cór. Grande	13.27	490	390	100	39
66	Cór. Aparecida	19.37	470	370	100	34
68	Rib. Espírito Santo	20.33	490	370	120	40

70	Rib. Fugido – das Palmeiras	54.00	538	370	168	42
70a	Cór. Da Lagoa	10.50	460	410	50	21
70b	Cór. Fugidinho	10.89	490	430	60	25
72	Rib. Porcos	149.02	615	370	245	49
72a	Cór. Tanquinho	13.17	470	370	100	39
72b	Rio São Lourenço	118.11	618	390	228	48
72b i	Rib. Da Onça	24.63	550	410	140	44
72b ii	Cór. São Pedro	16.44	530	430	100	36
72b iii	Rib. Espírito Santo	25.44	595	450	145	45
72b iv	Cór. Azevedo – Cór. Fundo	11.48	538	450	88	36
72b v	Cór. Cascavel	14.09	618	490	128	48
72c	Cór. Samambaia	9.82	490	410	80	36
72d	Cór. São Francisco – Cór. Monjolinho	13.82	530	410	120	46
72e	Rib. Tamboril – Água Limpa - Tabuas	21.86	555	430	125	40
72f	Rib. Anhumas - Frutal	16.62	598	430	168	60
72g	Cór. Agulha	13.10	580	450	130	50
72h	Cór. Areias	13.76	558	450	108	41
72i	Rib. Jurema	16.82	680	470	210	74
72j	Rib. Dobrada	22.44	590	490	100	32

Quadro 10. Drenagens analisadas no trecho Tietê-Batalha e seus respectivos índices de RDEt.

5.1.3 Baixo Tietê

A área que compreende o baixo Tietê abarca aproximadamente 14.663 km², na qual afloram sedimentos das formações Araçatuba (FOTO 26) e Adamantina (FOTO 27) na maior parte da sua extensão e nas proximidades da sua foz afloram a Fm. Serra Geral e o Geossolo Santo Anastácio. Seu relevo é levemente ondulado com longas encostas e baixas declividades, caracterizados por colinas amplas e médias. Grande parte da sua rede de drenagem se encontra assoreada (FOTOS 28 e 29) e a amplitude média do relevo é baixa. A declividade do Rio Tietê neste trecho é maior entre a Represa de Promissão e sua foz, a drenagem escoas das curvas de nível de 360 m até desaguar no Rio Paraná na cota 260 m. As cabeceiras dos seus afluentes que apresentam a maior amplitude são as drenagens 40 (Ribeirão Santa Bárbara) e 9 (Ribeirão Travessa Grande), ambas com 205 m de desnível.

Os trabalhos nesta porção do território paulista iniciaram-se com Rocha e Guedes (2012) que selecionaram as 85 drenagens acima de 8 km de extensão para medição dos cursos d'água. Adiante Rocha e Guedes (2013) apresentaram a interpretação preliminar dos perfis longitudinais das drenagens e prepararam o mapa da Figura 38. Segundo esta interpretação, as cabeceiras das drenagens encontram-se em soerguimento e suas foz em subsidência.

Adiante, a análise dos lineamentos da drenagem e do relevo (APÊNDICE C), apresentou direção predominante entre ESE-WNW e E-W. O direcionamento E-W não é predominante nos outros dois compartimentos do Rio Tietê (apresentados acima). Este direcionamento corrobora com os alinhamentos de nickpoint que esboçam tal comportamento, sugerindo o forte controle estrutural nesta porção.

As curvas de isovalores de RDEt apontam para a concentração de valores baixos ($40 < 50$) nos trechos em que há apontamentos de blocos em soerguimento. Por fim, sugere-se que o controle estrutural esteja atuando de forma com que esta porção do Rio Tietê esteja sob o controle falhas que acompanham a sua calha na direção ESE-WNW formando um graben, enquanto que nas cabeceiras dos seus afluentes estão em processo de soerguimento.



Foto 26. Lamitos da Fm. Araçatuba. Coordenadas do ponto: S8. 49°37'27"W x 22°59'34".



Foto 27. Arenitos da Fm. Adamantina de trato fluvial, com estratificação cruzada. Coordenadas do ponto: S1. 49°39'40"W x 20°46'22"S.



Foto 28. Intenso processo de assoreamento sobre drenagem 41a. Coordenadas do ponto: S13. 50°02'24" x 21°25'28".



Foto 29. Depósitos fluviais em planície de inundação assoreada. Coordenadas do ponto: S2. 49°46'42"W x 20°44'44"S.

Adiante, seguem-se as descrições dos perfis longitudinais interpretados.

- As drenagens 11, 12, 17, 20, 25, 28, 28a, 30, 33, 33b, 34c, 34d, 35, 36a, 37a, 40a, 40b, 41c, 43, 44a, 44d e 45, 45b 46b não apresentam anomalias em seus perfis. Não apresentam distanciamento da *best fit line* e suas quebras nos perfis estão relacionadas a mudança na litologia.
- As drenagens 40c, 44c e 45a não apresentam perfis distantes da linha de melhor ajuste, entretanto sua conformidade sugere o controle da drenagem por falhas ou fraturas.
- Os perfis 1, 2, 40 e 41d apresentam a primeira metade da sua extensão em estado de soerguimento e a segunda metade em subsidência. Apresentam nickpoints ao longo da sua extensão e trechos retilíneos.
- As drenagens 3, 7, 14 e 44b apresentam grande parte, a partir da cabeceira, do seu trecho em ascensão e um curto trecho na foz em subsidência. Apresenta ponto de quebra do perfil que podem estar associado à mudança na litologia.
- Os perfis 4, 5, 5a, 6, 9, 15, 16, 17a, 19, 19a, 19b, 19c, 27a, 27c i, 27c ii, 33a, 38, 44b e 48 apresentam grande parte do seu trecho a partir da cabeceira em ascensão e pequeno trecho em sua foz em subsidência. Algumas mudanças podem estar associadas à mudança litológica. Apresentam trechos com

nickpoint e trechos do perfil retilíneos, que podem ser controlados por fraturas.

- Os perfis 5b, 8, 10, 18, 23, 26, 34e, 37, 41 41b, 43a, 45c e 46a apresentam-se com a cabeceira em soerguimento e seu restante do curso em equilíbrio (com afastamento da *best fit line* menor que 10 m).
- Os perfis 13, 27b, 27c, 27c i, 32, 34d i e 34f apresentam somente pequeno trecho em subsidência próximo da sua foz.
- Os perfis 21, 22, 24, 27, 34, 36, 44 e 46 apresentam trecho em ascensão próximo a cabeceira e trecho em subsidência em sua foz. Apresentam diversos pontos de quebra no perfil e trechos retilíneos.
- As drenagens 29, 31, 34a, 34b e 39 apresentam características que permitem sugerir o controle da sua drenagem por falhas ou fraturas. Exibem trechos retilíneos em ascensão, seguido de nickpoint e trecho em subsidência, também retilíneo.
- As drenagens 41a e 42 apresentam trechos em soerguimento no centro das drenagens e em subsidência nos quilômetros finais dos cursos d'água.

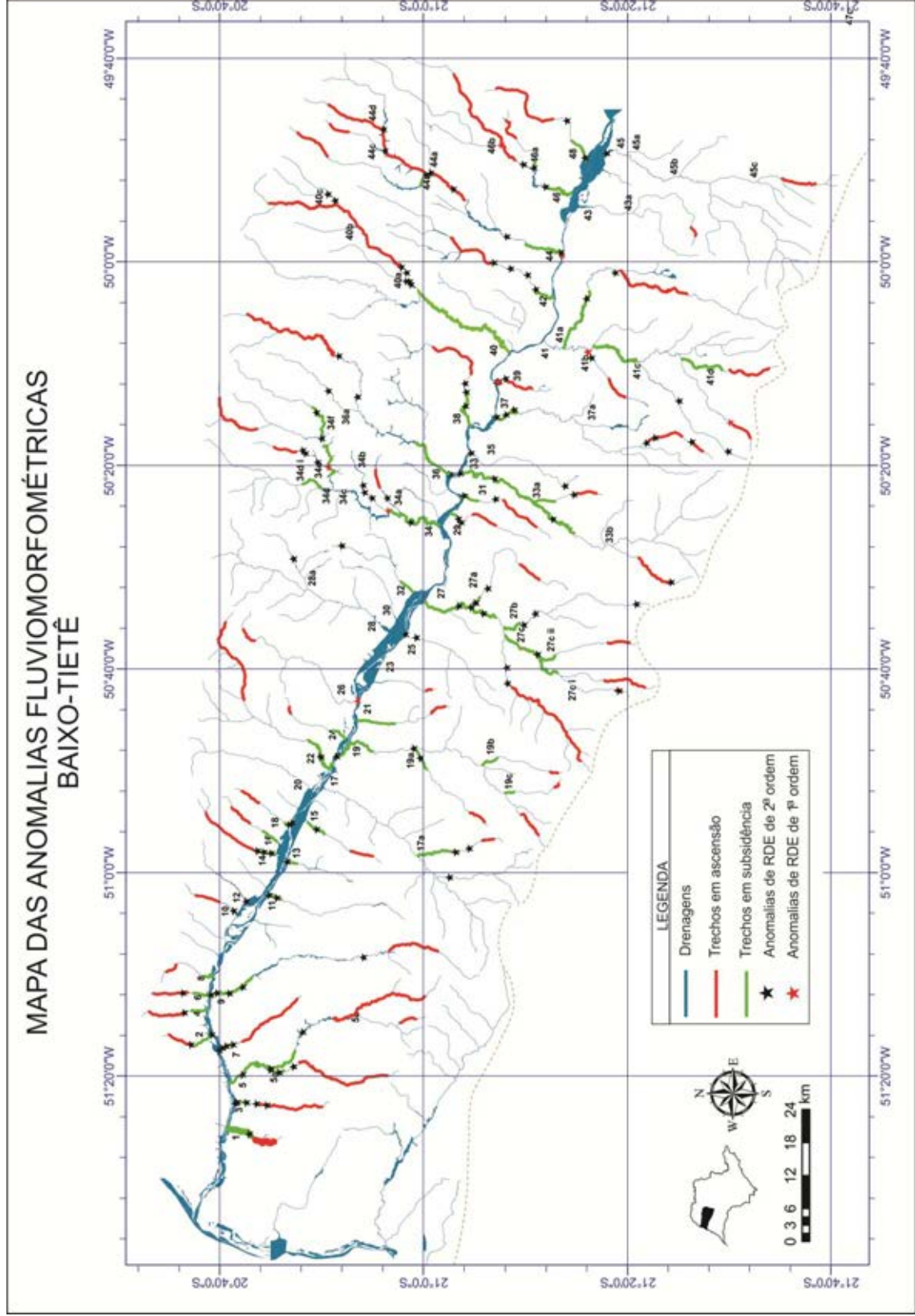


Figura 38. Interpretação dos perfis longitudinais das drenagens do Baixo-Tietê.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
1	Ribeirão Anhumas	11.31	392	275	117	48,15
2	Cór. Vila Augusta	10.60	408	275	133	56.34
3	Cór. Timboré	20.56	398	275	123	40.68
4	Cór. Barra Bonita	13.10	409	285	124	48.2
5	Rib. Três Irmãos ou Iguatemi	48.12	447	275	172	44.4
5a	Cór. São Pedro	27.77	388	302	86	25
5b	Cór. Fundo - Tupi	14.81	419	330	89	33.02
6	Cór. Anhumas	10.95	390	285	105	43.87
7	Cór. Macaé	18.60	362	275	87	29.76
8	Cór. Pederneiras	12.99	380	285	95	37.04
9	Rib. Travessa Grande	59.36	490	285	205	50.2
10	Cór. Santista	15.05	380	285	95	35.04
11	Cór. Cotovelo	27.94	410	285	125	37.54
12	Cór. Leopoldina	14.78	399	285	114	42.33
13	Prudente de Moraes ou da Minerva	13.19	400	290	110	42.64
14	Cór. Campestre	18.60	408	295	113	38.66
15	Cór. Quintinho Bocaiúva	16.95	394	290	104	36.75
16	Cór. Do Cateto	14.66	399	290	109	40.59
17	Rib. Água Fria	33.96	409	290	119	33.76
17a	Cór. Marisa	17.10	439	320	119	41.92
18	Cór. Quinze de Novembro	12.80	378	285	93	36.48
19	Rib. Água Parada – Rib. Jacaré Catinga	52.55	419	280	129	35.09
19a	Rib. Dezoito	25.90	432	300	132	40.56
19b	Cór. Dr. Leite	16.18	435	335	100	35.92
19c	Cór. Suspiro	11.96	435	335	100	40.29
20	Cór. Osório ou Araçatubinha	28.18	399	295	104	31.15
21	Cór. Anhangai	18.81	412	295	117	39.87
22	Rib. Barreiro	46.24	458	290	168	43.82
23	Cór. Saint Martin	12.4	428	310	118	46.87
24	Cór. Areia	14.75	410	295	115	42.73
25	Cór. Aracangua Mirim	24.98	428	298	130	40.40
26	Cór. Ribeirão das Cruzes	34.98	438	295	143	40.23
27	Rib. Do Aracangua ou Azul	56.56	448	295	153	34.20
27a	Cór. Lafon – Pequer ou Jacó	28.25	410	305	105	31.43
27b	Cór. Da Divisa – Cór. da Prata	32.42	460	335	125	35.92
27c	Cór. Barra Grande	37.48	452	325	127	35.05
27c i	Cór. Borboleta - Nascente	14.52	438	355	83	31.02
27c ii	Cór. Frutal	19.22	455	335	120	40.60
28	Rib. Lambari	43.26	445	305	140	37.16
28a	Cór. Lajeado	14.27	419	320	99	37.25
29	Cór. Espanhóis	17.30	390	315	75	26.31
30	Cór. Ferreirinha	16.90	419	305	114	40.32
31	Rib. Machado de Melo ou Santa Fé	20.05	398	320	78	26.02
32	Rib. Da Mata	20.27	419	305	114	37.88
33	Rib. Das Ondinhas ou Baguaçu	71.75	467	330	147	32.06
33a	Cór. Água Branca	13.5	453	335	118	45.34
33b	Cór. Da Colônia	11.25	458	365	93	38.42
34	Rib. Macaubas	71.82	490	315	175	40.94
34a	Cór. Florescios ou Araça	12.67	398	325	73	28.75
34b	Cór. Lagoa Escura ou Macaco	14.23	400	325	75	28.24
34c	Cór. Da Ponte	11.76	419	335	84	34.08
34d	Cór. Topeira Queimada	9.10	430	335	95	43.02
34d i	Cór. Açoita Cavalos	26.65	495	335	160	48.74
34e	Cór. Do Retiro	15.45	459	335	124	45.30
34f	Rib. Guarirobas	26.78	480	355	125	38.02
35	Cór. Baixote Goulart ou Moinho	24.60	418	325	93	29.04
36	Rib. Mato Grosso	76.01	500	305	195	45.03
36a	Cór. Matogrossinho ou Barra Grande	18.95	450	335	105	39.09
37	Cór. Baixote	56.45	470	325	145	35.95
37a	Cór. Do Campo	14.12	414	360	54	20.40

38	Rib. Palmeiras – Cór. Do Campo	35.60	430	325	105	29.39
39	Cór. Seco	11.88	410	325	85	34.35
40	Santa Bárbara	84.88	535	330	205	46.16
40a	Cór. Cascavél	17.33	460	355	105	36.81
40b	Cór. Coqueiros	12.17	510	410	100	40.02
40c	Cór. Do Bálsamo	12.02	530	418	112	45.04
41	Rib. Bonito	70.28	510	335	175	41.15
41a	Rib. Lajeado	66.36	490	335	155	36.95
41b	Cór. Caximba	15.77	410	335	75	27.19
41c	Cór. Água Limpa	29.78	490	355	135	39.78
41d	Cór. Coroados	21.07	495	365	130	42.65
42	Rib. São Jerônimo	45.75	479	335	144	37.67
43	Rib. Farelo – Cór. Brejão	30.41	458	355	103	30.16
43a	Cór. São José ou Rancharia	21.48	450	370	80	26.08
44	Rib. Ferreiros ou das Oficinas	68.38	525	330	195	45.15
44a	Cór. Barra Grande	11.95	485	390	95	38.30
44b	Rib. Laranjal – Cór. Pendera	31.75	520	440	80	23.14
44c	Cór. Barreiro ou Moinho	12.95	520	450	70	27.33
44d	Cór. Tiaz – do Moinho	31.88	530	390	140	40.44
45	Rib. Dos Patos	52.91	468	350	118	29.73
45a	Cór. Douradinho	12.17	418	360	58	23.21
45b	Cór. Barreiro	12.18	438	370	68	27.20
45c	Cór. Gonzaga	13.92	450	390	60	23
46	Cór. Corredeira ou do Cerrado	49.06	500	350	150	38.53
46a	Cór. Rancho Queimado	13.83	462	370	92	35.02
46b	Rib. Boa Vista dos Castilhos	33.373	518	395	123	35.07
48	Cór. Dos Pintos - Bacaina	27.22	470	360	110	33.29

Quadro 11. Drenagens analisadas no trecho Baixo-Tietê e seus respectivos índices de RDEt.

5.2 Bacia do Rio Aguapeí

Os estudos empregados nesta bacia foram realizados por Porto et al. (2013) em que empregaram a técnica da análise dos perfis longitudinais das drenagens, a aplicação do índice Relação Declividade vs. Extensão (RDE) e a análise dos lineamentos da drenagem e do relevo a partir das imagens SRTM.

A formação Marília aflora em suas cabeceiras, seguindo o médio e baixo vale com afloramentos da formação Adamantina. Sedimentos cretáceos dos grupos Caiuá (Fm. Caiuá e Geossolo Santo Anastácio) localizam-se no baixo vale e há rochas basálticas da Formação Serra Geral na porção central. A principal cobertura sedimentar da área é a Formação Adamantina que abrange a maior área exposta da bacia.

Nesta porção do território encontra-se o Planalto de Marília-Exaporã, feição residual entalhada em arenitos carbonatados da Formação Marília. A bacia também compreende o relevo de colinas suaves e interflúvios espaçados, com caimento sentido rio Paraná.

As anomalias de RDEt plotadas no Apêndice C, e descritas no Quadro 12, apresentam a diminuição dos valores das cabeceiras para a foz, com a principal

concentração de anomalias na região do Planalto de Marília com valores superiores a 80. No decorrer da bacia apontam-se valores médios com anomalias isoladas. Porto et al., (2013) afirmam que no âmbito desse intervalo de anomalias se posicionam os principais depósitos de sedimentos aluviais, tanto em terraços, como no baixo vale, quanto aluviões atuais predominantes a montante das ocorrências de basalto. Quanto à interpretação dos perfis longitudinais das drenagens, os autores identificaram os seguintes conjuntos de anomalias:

- No âmbito das escarpas do Planalto de Marília – os trechos de topografia mais íngreme incorrem em valores anômalos de RDEs, separando anomalias expressivas no perfil longitudinal, com alçamentos a montante e subsidências a jusante da escarpa. Segundo a análise dos autores, esses desequilíbrios são explicados pelo reajuste isostático que acomete bordas das escarpas, tanto de vales quanto de escavações artificiais.
- Direção alongada de anomalias fluviomorfométricas NE-SW coincidente com feixe de lineamentos onde, a montante, situam-se planícies aluviais e os principais interflúvios apresentam regolitos espessos, configurando um bloco estrutural relativamente preservado da dissecação.
- No baixo vale do rio Aguapeí, mais dois conjuntos de anomalias, ambos na margem direita do vale e com lineamentos N-S. O primeiro demarca o limite ocidental de uma zona expressiva de regolitos espessos, o segundo com um trecho abatido na foz da drenagem medida, que coincidem com a faixa de terraços e aluviões atuais.

A Figura 39 demonstra a adaptação realizada mediante os dados disponibilizados por Porto et al. (2013) para a bacia do rio Aguapeí, bem como as Figuras 40 e 41 que demonstram exemplos de perfis longitudinais das drenagens nesta bacia.

O emprego da análise dos alinhamentos de nickpoint (APÊNDICE D) apresenta um grande alinhamento NW-SE que se estende da cabeceira ao médio vale na margem esquerda. Nas cabeceiras próximas ao Planalto de Marília apresentam dois feixes NNW-SSE e um alinhamento WNW-ESE. No baixo vale, na margem direita, interpretada como uma área em estado de soerguimento alinham-se três feixes de direção NW-SE. Por fim, no centro da bacia, dois alinhamentos de direção E-W atravessam a bacia, entendendo até os limites do rio Tietê.

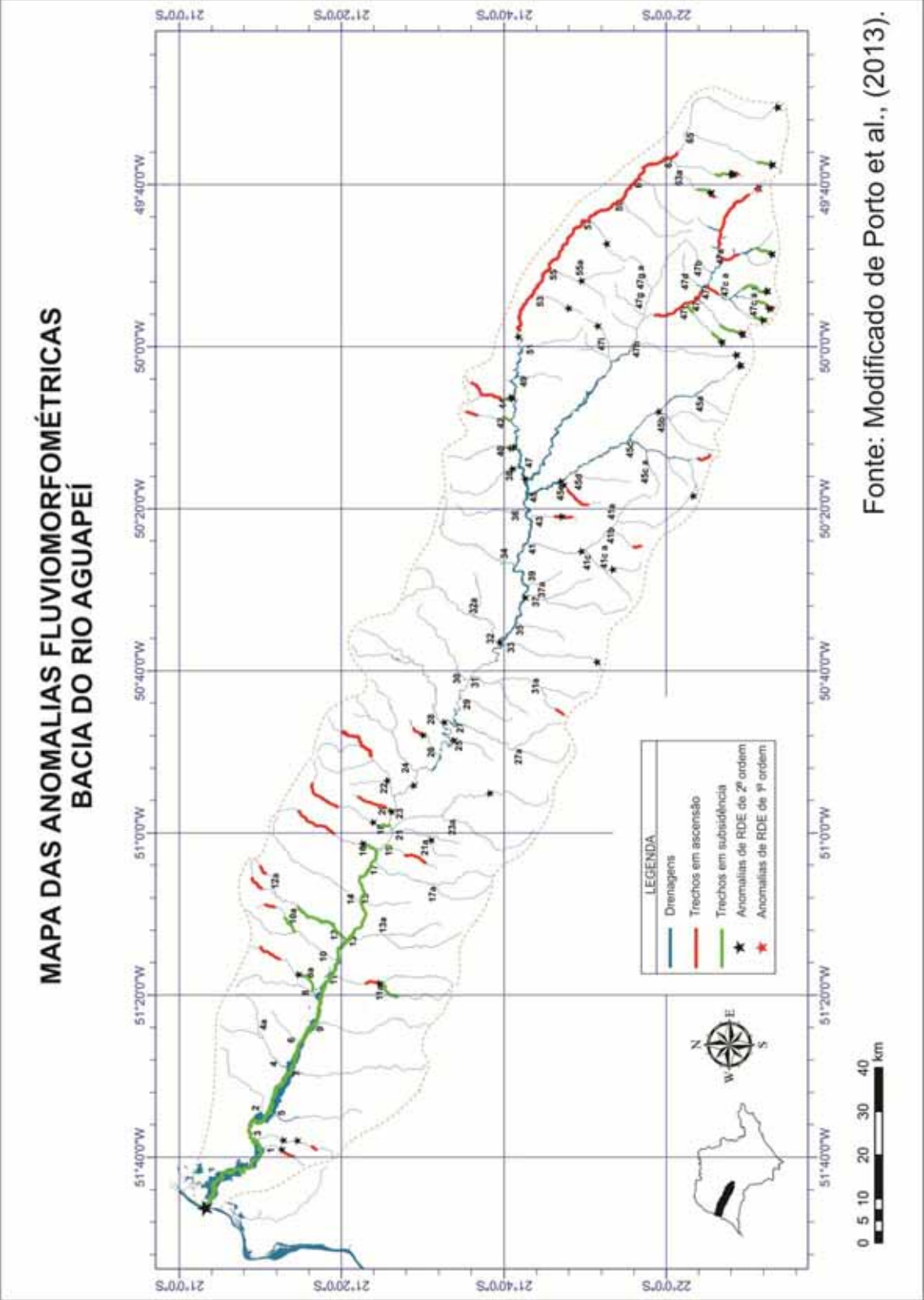


Figura 39. Identificação das anomalias fluviomorfométricas na bacia do rio Aguapeí.

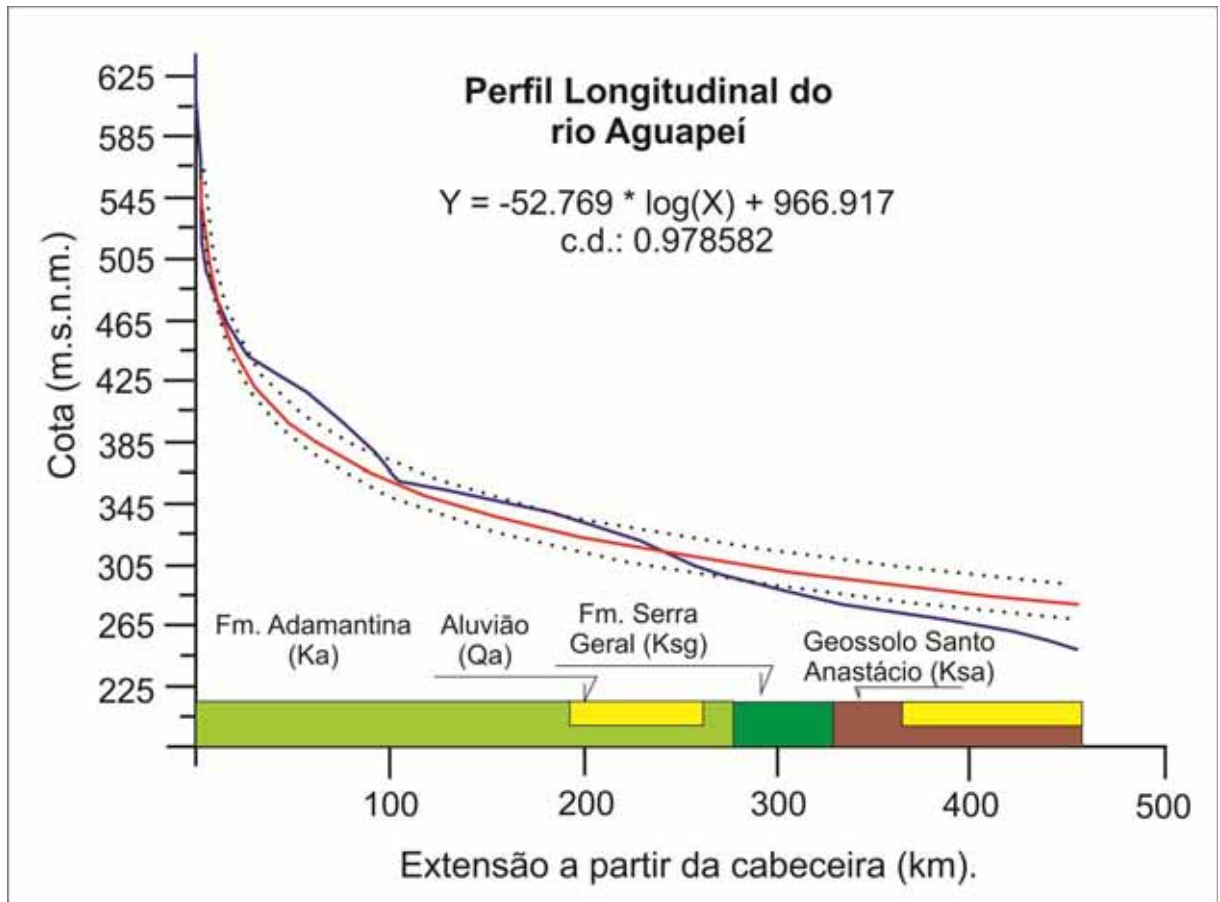


Figura 40. Perfil longitudinal do rio Aguapeí. Modificado de Porto et al. (2013).

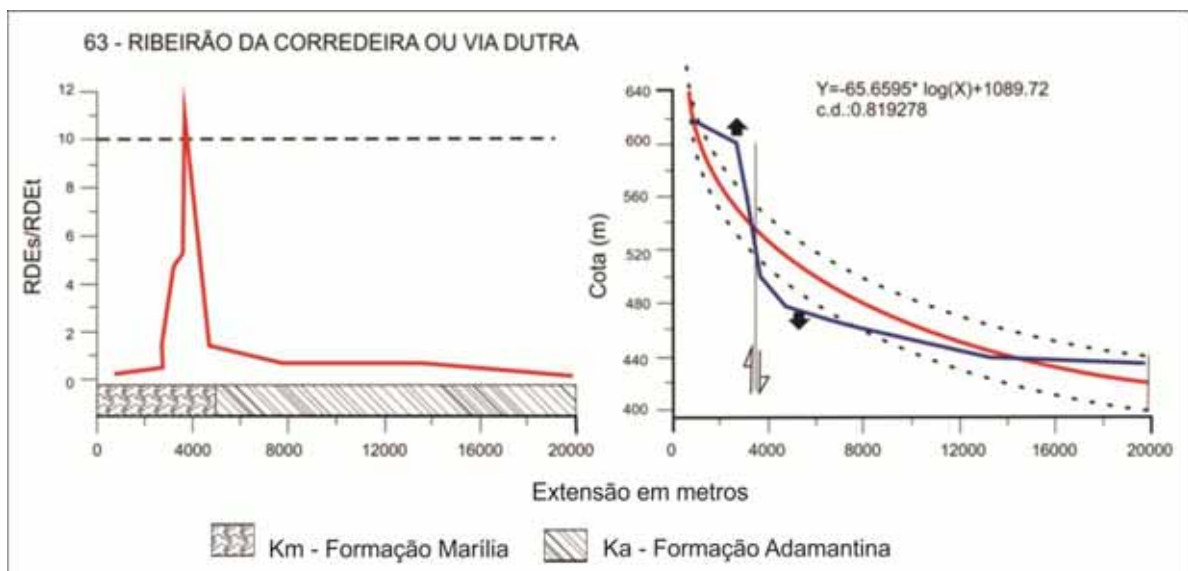


Figura 41. Gráfico de RDEs. e perfil longitudinal da drenagem 63 da bacia do rio Aguapeí. Extraído de Porto et al. (2013).

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
1	Cór. Taquara Branca	12.9	350	260	90	35
2	Cór. Independência	22.9	365	270	95	30
3	Cór. Independência	21.4	380	275	105	34
4	Cór. Volta Grande	20.9	368	275	93	31
4a	Cór. Da Onça	14.2	400	295	105	40
5	Rib. Galante	23.5	358	272	86	27
6	Cór. Da Sorte	10.1	357	272	85	37
7	Rib. Nova Palmeira	38.6	390	272	118	32
8	Cór. Do Macaco	22.7	400	278	122	39
8ª	Cór. Água Amarela	19.9	410	290	120	40
9	Rib. Do Taquaruçu	32.7	416	276	140	40
10	Cór. Monte Serrate	28.6	420	290	130	39
10a	Cór. Seco ou Jacu	12.3	425	320	105	42
11	Cór. Paturi	31.3	415	295	120	35
11a	Rib. Paturizinho	20.5	430	310	120	40
12	Rib. Claro	38	459	290	169	46
12a	Cór. Barreirão	10.4	430	335	95	41
13	Rib. Iracema	30.2	417	290	127	37
13a	Cór. Mandagari	16	398	298	100	36
14	Rib. Quinze de Janeiro	33.3	417	290	127	36
15	Cór. Indaiá	14.4	390	290	100	37
16	Cór. Jacaré ou Lajeado	27.4	412	290	122	37
17	Rib. Tucuruvi	34.4	434	290	144	41
17a	Rib. Da Jacutinga ou dos Andradas	16.9	438	320	118	42
18	Rib. Sapé	25	398	292	106	33
19	Cór. Japi	13.8	397	290	107	41
20	Cór. Do Bispo	11.2	390	295	95	39
21	Cór. Da Cana Verde	19.8	421	295	126	42
21a	Cór. Do Oito	12	439	316	123	49
22	Rib. Pimenta	28.1	419	298	121	36
23	Rib. Aguapeí Mirim ou Lajeado	28.4	400	294	106	32
23a	Rib. Do Pavão ou Boa Esperança	26.5	437	318	119	36
24	Rib. Bálsamo	18.8	338	315	23	25
25	Cór. Cupri	11.4	413	318	95	39
26	Cór. Bom Sucesso	12.2	408	315	93	38
27	Rib. Drava	35.2	467	350	117	38
27a	Cór. Da Lagoa	17.9	476	315	161	44
28	Rib. Jangada ou Água Fria	40.8	458	315	143	39
29	Cór. Água Limpa	14.5	438	335	103	39
30	Cór. Do Barreio ou Itapeva	27.5	452	335	117	35
31	Rio Itatuna	32.3	492	333	159	46
31a	Cór. Itaquí	11.0	478	460	18	43
32	Rib. Do Lontra	27.3	440	339	101	33
32a	Cór. Do Agrião	12	437	350	87	35
33	Rib. Da Jurema	29.2	476	335	141	42
34	Rib. Da Promissão	33.8	498	350	148	42
35	Rib. Goiotchoro	13.6	438	332	106	41
36	Rib. Luisiânia	19.5	480	354	126	42
37	Rib. Sete de Setembro	27.2	480	336	144	45
37a	Cór. Do Toledo	12.7	436	353	83	32
38	Rib. Grande	20.5	479	353	126	42
39	Cór. Do Sumidouro	10.4	450	355	95	30
40	Cór. Do Padre Claro	17.3	478	353	125	44
41	Rio Iacri	50.9	583	350	233	59
41a	Cór. Juliópolis	11.8	498	390	108	44
41b	Cór. Da Granada	10.6	481	390	91	39
41c	Rib. Afonso Treze	16.2	478	372	106	38
41c a	Cór. São Martinho	11.1	499	378	121	50

42	Cór. Capitão Honório	13.6	489	356	133	51
43	Rio Caiói	12.1	459	350	109	44
44	Cór. Do Matão	13.9	478	357	121	46
45	Rio Caingangue ou Guaporanga	62.7	605	350	255	62
45a	Cór. Iacanga ou Iaiacani	10.7	575	416	159	67
45b	Cór. Jacutinga	18.6	595	379	216	76
46c	Cór. Do Veado	23.7	598	370	228	72
45c a	Cór. Branco	13.0	545	390	155	60
45d	Cór. Das Águas Claras	13.7	492	370	122	47
45e	Cór. Do Ribeirão	11.9	458	350	108	44
47	Rio Tibiriçá	104.2	662	358	304	67
47a	Rib. Ipiranga	14.8	615	435	180	67
47b	Cór. Da Forquilha ou João Lanzo	14.6	570	409	161	60
47c	Rib. Da Cincinatina – Cór. Palmital	16.5	598	410	188	67
47c a	Cór. Das Sete Quedas	13.1	605	435	170	66
47c aa	Cór. Das Cascatas	13.4	636	620	15	78
47d	Cór. Do Quarenta	12.4	560	413	147	58
47e	Rib. Dos Índios	16.2	617	397	220	79
47f	Rib. Do Macuco	16.3	595	580	15	75
47g	Rib. Pádua Sales	21.3	558	395	163	53
47g a	Cór. Da Iracema ou Figueira	11.2	538	415	123	51
47h	Rib. Do Veado	28.4	622	390	232	69
47i	Rib. Jurema	15.1	500	372	128	47
49	Cór. Baguaçu ou do Veado	11.1	457	355	102	42
51	Rib. Guaporé ou Sete de Abril	17.9	477	352	125	43
53	Rib. Gavanheri	14	498	397	101	38
55	Rib. Aliança	17.6	519	392	127	44
55a	Cór. Santa Elza ou Santa Angélica	12.2	523	416	107	45
57	Cór. Água Preta ou Sete	14.4	510	410	100	37
59	Rib. Moraes Barros ou Cór. São João de Inhema	22.7	579	410	169	54
61	Rib. Bonito	17.6	510	433	77	27
63	Rib. Da Corredeira ou Via Dutra	19.9	638	435	203	68
63a	Cór. Barra Grande	14.8	640	433	207	77
65	Cór da Cascata – Rib. Do Barreiro	25.5	658	430	228	70

Quadro 12. Identificação das drenagens da bacia do rio Aguapeí e seus respectivos valores de RDEt.

5.3 Bacia do Rio do Peixe

Os estudos envolvendo o emprego de parâmetros fluviomorfométricos para identificação de anomalias neotectônicas, no âmbito do Planalto Ocidental Paulista, tiveram início na bacia do Rio do Peixe com os trabalhos de Etchebehere (2000).

Nesta fase, o autor selecionou 66 drenagens (QUADRO 13) que apresentavam anomalias em seu perfil. Empreendeu as atividades de campo para o reconhecimento geológico e geomorfológico.

A bacia do Rio do Peixe assenta-se sobre rochas cretáceas dos grupos Caiuá e Bauru. Nas suas cabeceiras no denominado Planalto de Marília-Echaporã afloram

rochas da Fm. Marília. Acompanhando as drenagens até o médio vale afloram arenitos da Fm. Araçatuba. Nos interflúvios em toda sua extensão predominam arenitos de trato fluvial da Fm. Adamantina e no baixo vale afloram o Geossolo Santo Anastácio e arenitos do Caiuá. Conforme pode ser observado no Apêndice A, os limites da formação Araçatuba e o seu contato com a formação Adamantina ainda não estão bem definidos, entretanto, o esforço empreendido por Etchebehere (2000) foi compilado para a elaboração do esboço geológico desta tese.

A morfologia colinosa é marcada por interflúvios amplos, de topo plano e vertentes suavemente convexas.

Etchebehere e Saad (2002) apresentaram e descreveram as estruturas de liquefação identificadas na bacia do Rio do Peixe, conforme já apresentado e descrito anteriormente (cf. FIGURA 33).

Etchebehere et al. (2004) descreveram a aplicação do índice de RDE, onde os valores de RDE diminuem ao longo da bacia. Os maiores valores concentram-se no alto vale. Os referidos autores delimitaram três zonas anômalas: 1. Ao sul da cidade de Marília, com valores mais elevados de RDE, com terminações abruptas nas duas extremidades, com a ocorrência de estruturas de liquefação, 2. Entre os quilômetros 200 e 230 a partir da nascente com elevada densidade de drenagem e depósitos de terraço, bem como frequentes cascalheiras em topos de elevações e estruturas de liquefação, especialmente do tipo extrusivo e 3. De menor expressão, com terrenos de feições geomórficas muito suaves, com ampla planície aluvionar atual do Rio do Peixe, baixa densidade de drenagem, depósitos de terraço contínuos, que se interligam com acumulações de mesma natureza na margem esquerda do rio Paraná, interpretada como um setor subsidente, em formato de cunha.

Adiante, Etchebehere, Saad e Casado (2005) aplicaram seus estudos morfoestruturais utilizando as técnicas de análise de lineamentos a partir da fotointerpretação em escala 1:250.000. Os segmentos retilíneos traçados de ordem hectométricos a quilométricos revelaram heterogeneidade à frequência de traços, com maiores concentrações no alto vale e na faixa onde a bacia apresenta sua maior largura. Há uma baixa densidade de lineamentos no baixo vale do Rio do Peixe e, no trecho entre à montante da chamada área Região dos Saltos e a jusante do alto vale. Os autores apresentaram, também, a análise das assimetrias de

drenagens, a partir do índice de Cox. Os melhores resultados foram obtidos na análise de bacias de 4ª ordem, medidas em cartas topográficas em escala 1:50.000.

Etchebehere Saad e Casado (2005) apresentaram a aplicação do índice RDE_{segmento} em que foi aplicada em 49 drenagens com extensões iguais ou superiores a 15 km, apontados na Figura 42. As concentrações de RDEs deram-se: no alto vale, nas cabeceiras das drenagens, havendo correlação entre as anomalias de RDE e as rochas carbonáticas que sustentam a escarpa do Planalto de Marília; próximo ao limite entre o baixo e o médio vale, com destaque para as anomalias de 1ª ordem, interpretada como uma zona tectonicamente ativa; e na Sutura Presidente Prudente com o principal conjunto de anomalias, delineando um mosaico de blocos estruturais, demarcados por feixes de lineamentos e anomalias de RDE, denotando trechos de drenagens com maior declividade, indicando possíveis falhas modernas.

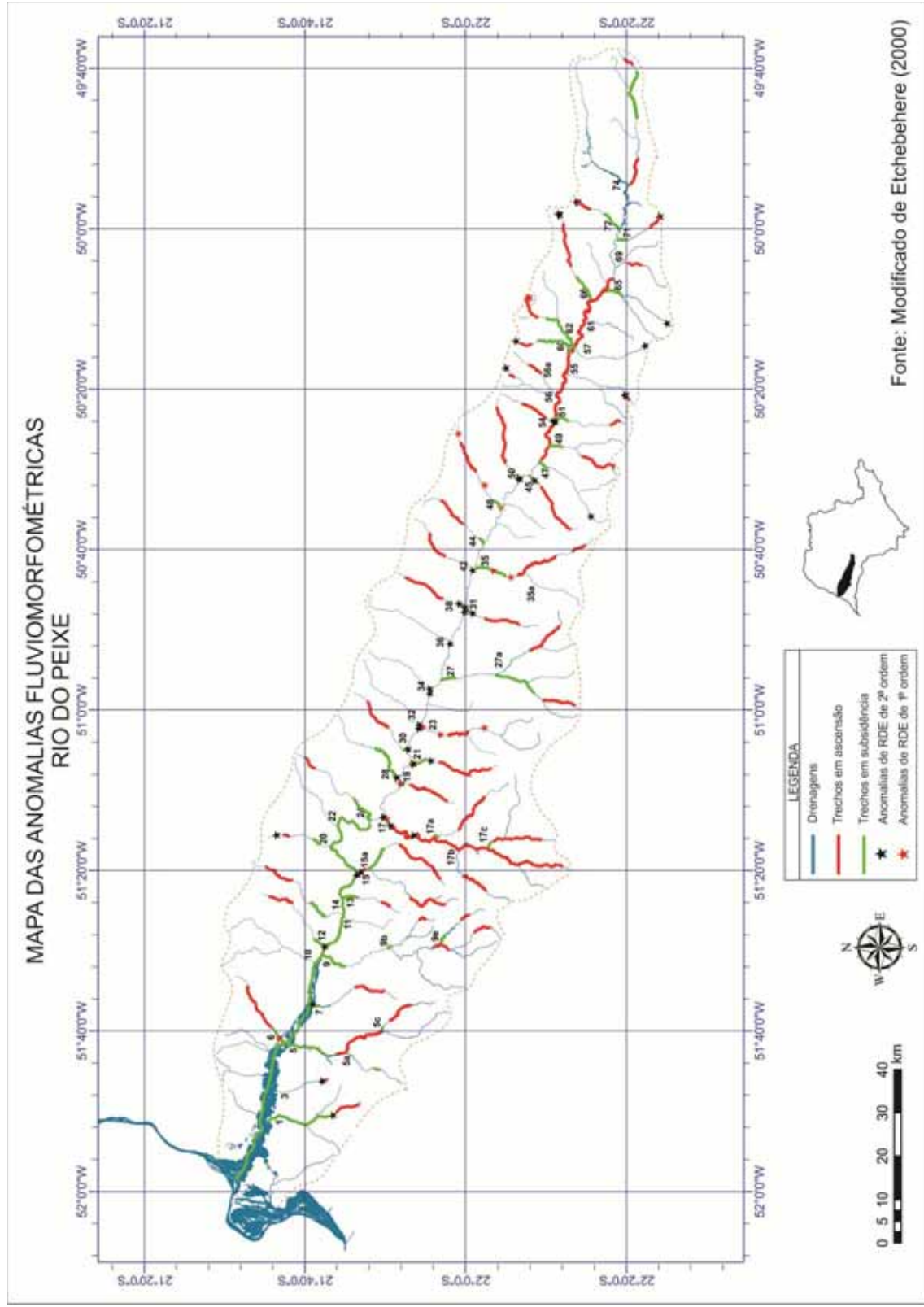


Figura 42. Anomalias fluviomorfométricas na bacia do Rio do Peixe. Modificado de Etchebehere (2000).

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
	Rio do Peixe	398.1	675	250	425	71
1	Rib. Pederneiras	24.29	398	240	158	50
3	Cór. Vargim	16.2	390	250	140	50
5	Rib. Claro	45.4	435	258	177	46
5a	Rib. Grande	17.2	420	281	139	49
5c	Cór. Laje	17	420	310	110	39
6	Cór. Prado	21.05	380	258	122	40
7	Rib. Dos Índios	23.4	415	262	153	48
9	Rib. Taquaruçu	50.3	460	279	181	46
9b	Cór. Saudade	16.1	440	310	130	47
9d	Cór. Guaruaia	21.7	435	330	105	34
9e	Cór. São Geraldo	15.2	470	342	128	47
9f	Cór. Dos Macacos	15.8	455	350	105	38
10	Rib. Dos Cainguangues	28.1	400	278	122	36
11	Cór. Bonfim	13.8	420	295	125	48
12	Cór. Fogo	23.5	410	281	129	41
13	Rib. Santo Expedito	15.3	415	295	120	44
14	Rib. Da Ilha	32	435	295	140	40
15	Rib. Taquaruçu	34.05	475	296	179	51
15a	Cór. Pereira	25.95	480	315	165	51
17	Rib. Mandaguari	66.5	475	299	176	42
17a	Rib. Santa Teresa	27.8	535	385	150	45
17b	Cór. Da Onça	21	440	387	53	17
17c	Cór. Acampamento	18.15	520	390	130	45
17d	Cór. Jacaré	17	545	435	110	39
19	Rib. São José	16.95	515	299	216	76
20	Rib. Santa Maria	23.6	410	297	113	36
20a	Cór. Destino	14.8	395	299	96	35
21	Rib. Coroados	23.95	535	305	230	72
22	Rib. Emboscada	22.15	445	297	148	48
23	Rib. Guachos	36.32	460	310	150	42
24	Rib. Dos Ranchos	29.3	465	299	166	49
27	Rib. Da Confusão	41.3	540	315	225	60
27a	Rib. Bartira	22.7	565	365	200	64
28	Rib. Baliza	24.65	440	301	139	43
30	Rib. Macacos	21.4	450	307	143	42
31	Rib. Barra Mansa	18.6	495	322	173	59
32	Rib. Canguçu	24.6	455	307	148	46
34	Rib. Da Negrinha	22	455	313	142	46
35	Rib. Francisco Padilha	36.15	555	330	225	63
35a	Água da Boa Prata	16.4	535	382	153	55
36	Rib. Da Onça	24.6	480	319	161	50
38	Cór. Da Fortuna	18.6	485	322	163	56
42	Rib. Da Copaíba	20.4	480	329	151	50
44	Rib. Santa Terezinha	20.2	480	332	148	49
45	Cór. Taquara Branca	18.95	550	342	208	71
47	Rib. Do Cristal	24.05	555	344	211	66
48	Rib. Das Pitangueiras	25	500	337	163	51
49	Rib. Do Hospital	18.7	515	348	167	57
50	Rib. Picadão das Araras	22	520	339	181	58
51	Rib. Do Monjolinho	18.8	575	354	221	75
54	Cór. Santo Antonio	15.95	555	353	202	73
55	Rib. Do Engano	20.05	580	370	210	70
56	Rib. Macaúbas	14.75	575	365	210	78
56a	Rib. Do Salto	17.4	555	359	196	69
57	Rib. Da Panela	21.5	595	378	217	71
60	Rib. Guaiuvira	15.35	600	377	223	82
61	Rib. Mumbuca	15.3	595	400	195	71
62	Rib. Do Futuro	20.05	605	379	226	75
65	Rib. Do Barreiro	21.3	655	390	265	87
66	Rib. Barra Grande	29.6	620	388	232	68

69	Rib. Três Lagoas	16.1	580	395	185	66
71	Rib. Do Arrependido	14.9	660	399	261	97
72	Cór. Do Barbosa	14.65	635	401	234	87
74	Rib. Da Garça	38,7	650	420	230	63

Quadro 13. Identificação das drenagens da bacia do Rio do Peixe e seus respectivos índices de RDEt.

5.4 Bacia do rio Santo Anastácio

Os estudos de cunho neotectônico empregados nesta porção do território iniciaram-se com os trabalhos de Santoni et al. (2004) em que se fez o levantamento preliminar das drenagens do rio Santo Anastácio (QUADRO 14). Adiante Guedes et al. (2006), apresentaram a interpretação preliminar dos perfis longitudinais das drenagens. Em seguida Santoni e Morales (2006) empregaram seus esforços na compreensão do quadro morfoestrutural da área a partir dos lineamentos das drenagens e do relevo.

Etchebehere et al. (2007) empreenderam os trabalhos em campo para o reconhecimento geológico e geomorfológico da área. As unidades estratigráficas da região compreendem o Grupo Caiuá de origem eólica, no extremo oeste da bacia e o Geossolo Santo Anastácio, que predomina nas demais porções do vale do rio Santo Anastácio. As formações Adamantina e Araçatuba, pertencentes ao Grupo Bauru, afloram na maior parte da bacia, sendo a primeira no vale superior e nas cabeceiras dos interflúvios da margem direita e, a segunda, ao longo dos médios e baixos vales da bacia. Os depósitos cenozoicos compreendem os depósitos colúvio-eluviais associados a relevos suaves, e depósitos colúvio-aluvionares que ocupam as porções mais baixas dos vales amplos e expostos em voçorocas e ravinas. Os depósitos aluviais ocupam as planícies fluviais atuais e os remanescentes aluvionares sob a forma de terraços.

Guedes (2008) sintetizou os dados coletados anteriormente e agregou o emprego dos índices de RDEs e RDEt. Também reinterpretou e refinou os dados divulgados Guedes et al. (2006) sobre a análise dos perfis longitudinais das drenagens propondo um modelo estrutural para a área (FIGURA 43).

Guedes et al. (2008) apresentaram e descreveram a estrutura de liquefação identificada nesta bacia, em terraço fluvial de idade 32.340 ± 320 A.P. (cf. FIGURAS 33 e 34 e FOTO 16). Guedes et al. (2009a; b) apresentaram a análise

morfoestrutural desta bacia, descrevendo os perfis longitudinais das drenagens, os índices de RDE (FIGURA 44), o índice de sinuosidade do rio Santo Anastácio (FIGURA 45) e apresentando as evidências paleossísmicas (sismitos) identificados na bacia.

Os alinhamentos de nickpoint apresentam direções do tipo E-W, ESE-WNW ao longo dos interflúvios. Os índices de RDEt nesta porção do território apresentam-se elevados entre o médio e baixo vale, estendendo-se até o trecho em que foram identificadas as estruturas de liquefação. Uma expressiva concentração de energia em uma área interpretada como em movimento de subsidência no baixo vale pode representar os esforços tectônicos que esta região pode estar acometida. Destaca-se o denominado Planalto das Lagoas, em que os valores de RDEt são muito baixos (< 40), região esta que se estende até o rio Paranapanema, que será tratado adiante.

Por fim, os principais lineamentos traçados na bacia (APÊNDICE E) são de direção WNW-ESE, nas cabeceiras duas margens da bacia e NNE-SSW no centro do médio vale, região essa interpretada por Guedes (2008); Guedes et al. (2009) por onde poderia passar uma zona de falha.

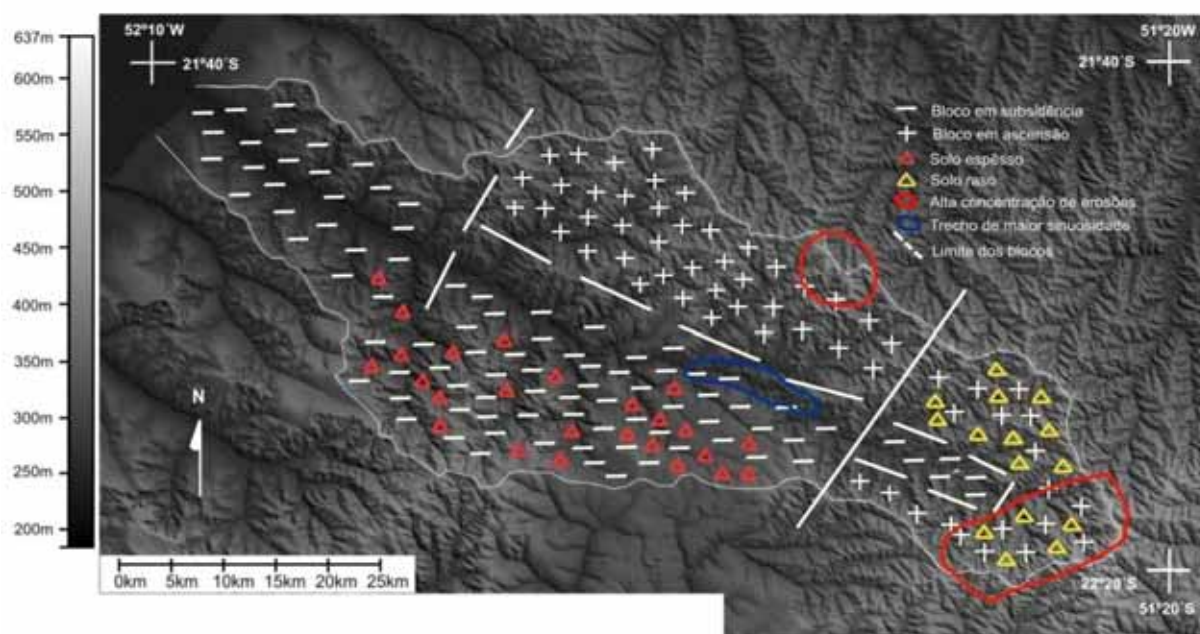


Figura 43. Interpretação da bacia do rio Santo Anastácio em imagem SRTM. Extraído de Guedes (2008).

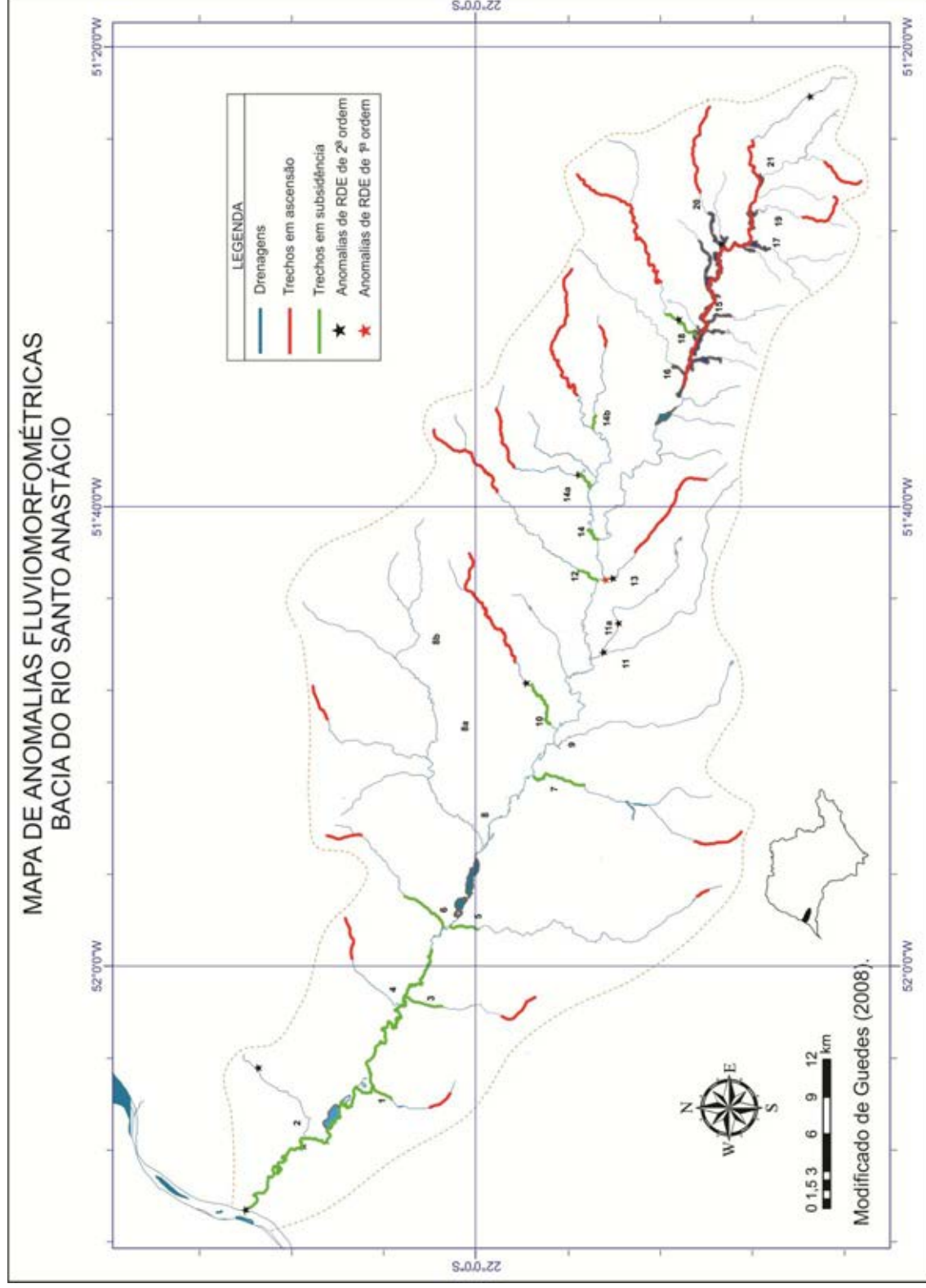


Figura 44. Anomalias fluviomorfológicas na bacia do rio Santo Anastácio. Modificado de Guedes (2008).

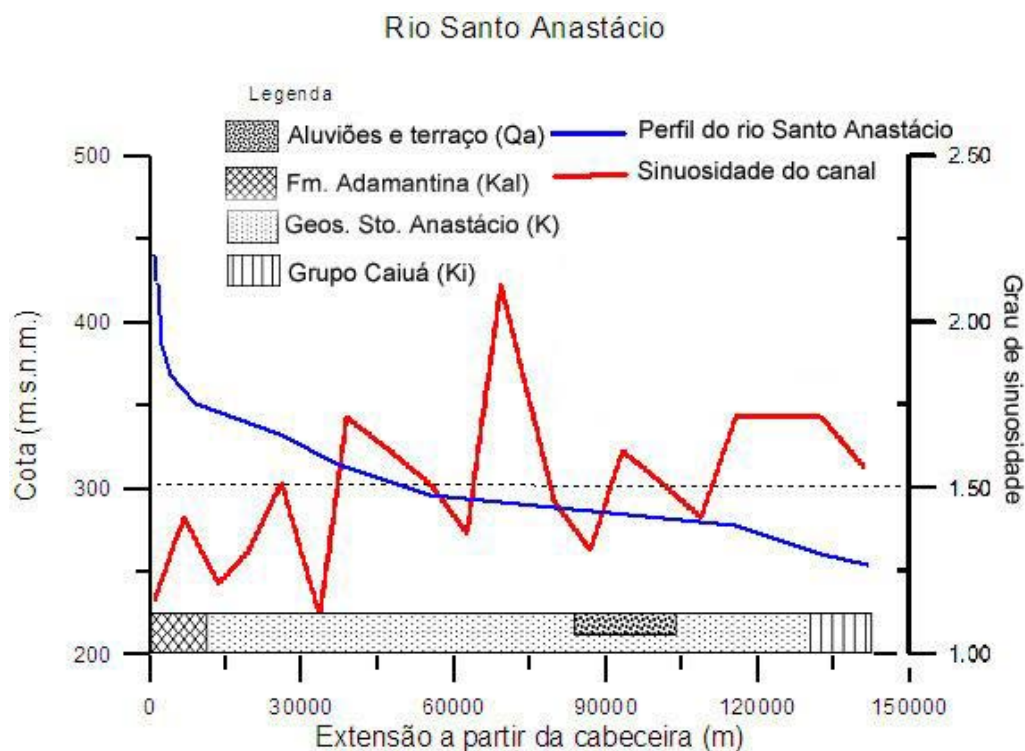


Figura 45. Perfil longitudinal do rio Santo Anastácio e índice de sinuosidade do canal. Extraído de Guedes et al. (2009).

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
	Santo Anastácio	142.5	457	253	204	41
1	Cór. Alegria	8.5	418	267	151	70
2	Cór. Santa Cruzinha	8.95	365	278	87	40
3	Cór. Jaguatirica	10.87	422	295	127	53
4	Cór. Santa Maria	9.23	438	287	151	68
5	Rib. Areia Dourada	27.1	459	286	173	52
6	Cór. Cerrado	12.71	422	287	135	38
7	Rib. Santo Antônio	18.65	459	297	162	55
8	Rib. Saltinho	34.6	455	287	168	47
8a	Cór. Fortuna	12.4	418	310	108	43
9	Rib. Feiticeiro	18.9	365	292	73	25
10	Rib. Sei La	18.29	438	290	148	51
11	Rib. Claro	15.2	390	295	95	35
11a	Cór. Vai e Volta	13.3	383	299	84	32
12	Rib. Vai e Vem	18.95	458	298	160	54
13	Cór. Mandacaru	13.85	420	297	123	47
14	Rib. Guaíçara	28.25	459	299	160	48
14a	Cór. Pedras	13.95	460	315	145	55
14b	Cór. Quilometro Oito e Meio	9.57	461	333	128	57
15	Cór. Santa Luzia	7.45	420	334	86	43
16	Cór. Brejão do Guaíçarinha	14.83	460	333	127	47
17	Cór. Do Lajeado	9	460	355	105	48
18	Cór. Limoeiro	19.62	448	333	115	39
19	Cór. Araci	8.9	438	350	72	40
20	Cór. Cedro	12.2	438	345	93	37
21	Cór. Noite Nega	10.15	455	355	100	43

Quadro 14. Identificação das drenagens da bacia do rio Santo Anastácio e seus respectivos índices de RDEt.

5.5 Pontal do Paranapanema

A região de estudo apresenta rochas sedimentares cretáceas dos grupos Caiuá e Bauru, recoberta por espessos mantos regolíticos e por sedimentos cenozoicos inconsolidados, que incluem terraços fluviais, colúvios e depósitos aluviais recentes. Ao sul desta área, afloram basaltos da Formação Serra Geral (132 Ma), que constituem o substrato das bacias Caiuá e Bauru.

Os estudos morfométricos aplicados nesta área iniciaram-se com Guedes et al. (2010) que apresentaram os estudos sobre os perfis longitudinais das drenagens. Adiante, Santos, Guedes e Etchebehere (2011), aplicaram as técnicas de análise dos perfis longitudinais das drenagens, os índices de RDE nas 82 drenagens selecionadas (QUADRO 15) e a extração dos lineamentos e delimitação de solos espessos a partir da fotointerpretação de imagem SRTM.

Os autores encontraram 73 anomalias de RDE de 2ª ordem interpretando como indicadores de falhas ativas; confluência com drenagens de porte expressivo ou mudança de substrato geológico, ressaltando a importância dos trabalhos em campo para determinar os indicadores apresentados.

Os perfis longitudinais revelaram 38 trechos em ascensão e 23 em subsidências, onde muitos destes coincidiram com as anomalias de RDEs/RDEt. A maior parte dos trechos em subsidência ocorre próxima ao rio Paranapanema, onde há os aluviões mais expressivos.

Outro processo anômalo descrito se faz aos 18 perfis longitudinais retilíneos, diferenciando do perfil logaritmo clássico das drenagens, em regiões dissecadas pela rede de drenagem.

A análise dos lineamentos da drenagem e do relevo apresentou as seguintes famílias: EW, WNW, NW, NNW, NS, NNE e ENE. Destacam que os principais lineamentos são EW e NS e as demais famílias se distribuem pela área sem concentrações localizadas. As áreas com solos mais espessos possuem menor densidade de traços, mas, por vezes, seus limites são retilíneos e controlados por traços específicos dessas feições lineares (FIGURA 48).

Adicionalmente, este trabalho empregou os alinhamentos de nickpoint, onde se destacam três áreas: 1. WNW-ESE nas drenagens que fluem para o rio Paranapanema, 2. NE-SW nas drenagens que correm para o rio Paraná e, 3. E-W

no extremo da área. Os alinhamentos de nickpoint corroboraram com as famílias de lineamentos da drenagem e do relevo que são apresentados no Apêndice E.

Os índices de RDEt apresentam valores médios ($50 < 70$) nas drenagens que fluem para o rio Paraná e baixos ($40 < 50$) ao longo da sua região. Merece destaque o denominado Planalto das Lagoas que se estende da bacia do rio Santo Anastácio até o rio Paranapanema, onde os valores concentram-se de baixos a muito baixos, denotando o estado de subsidência que essa área demonstra.

A reinterpretação dos perfis longitudinais nesta porção do território trouxe outras informações para a região nordeste desta área. A princípio, esta área com valores muito baixos de RDEt e com drenagens em subsidência foi anunciado por Santos, Guedes e Etchebehere (2011). As drenagens 34, 40, 42 e 52 mostradas na figura 46 foram as que apresentaram diferenças na sua confecção e consequentemente na interpretação.

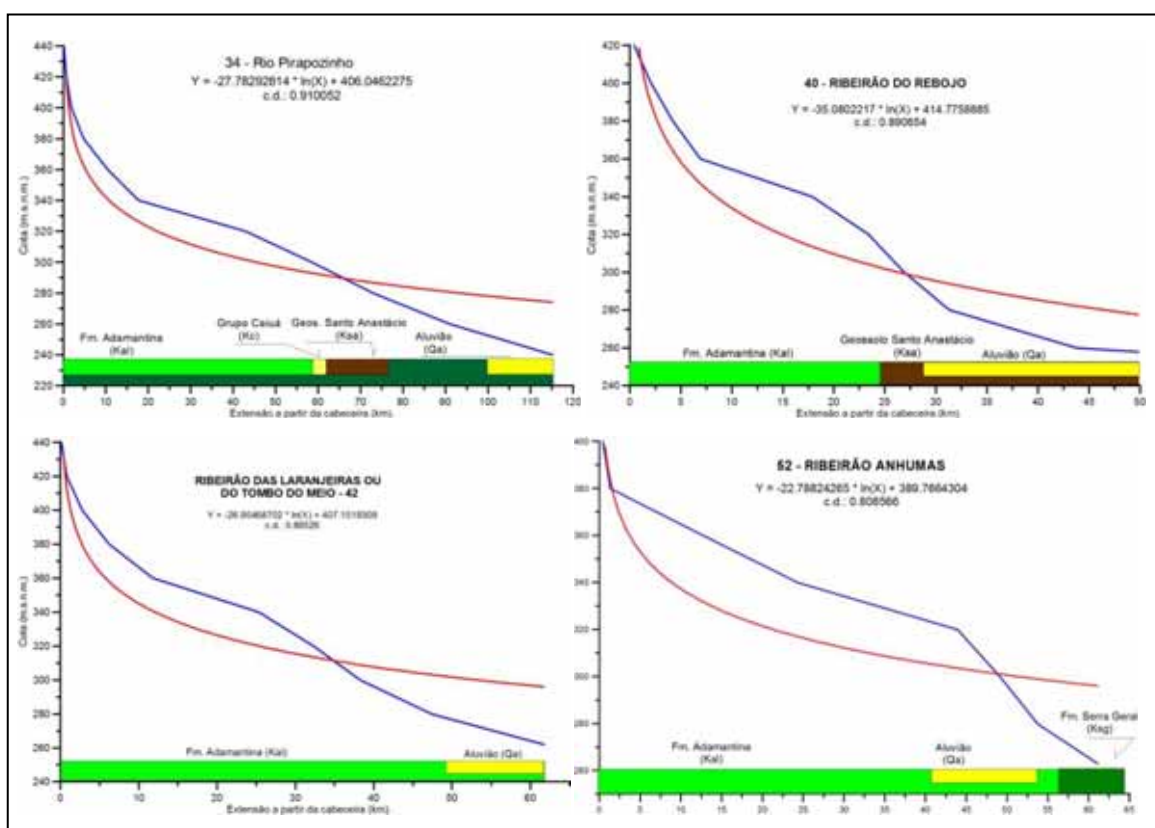


Figura 46. Perfis longitudinais das drenagens 34, 40, 42 e 52 do Pontal do Paranapanema.

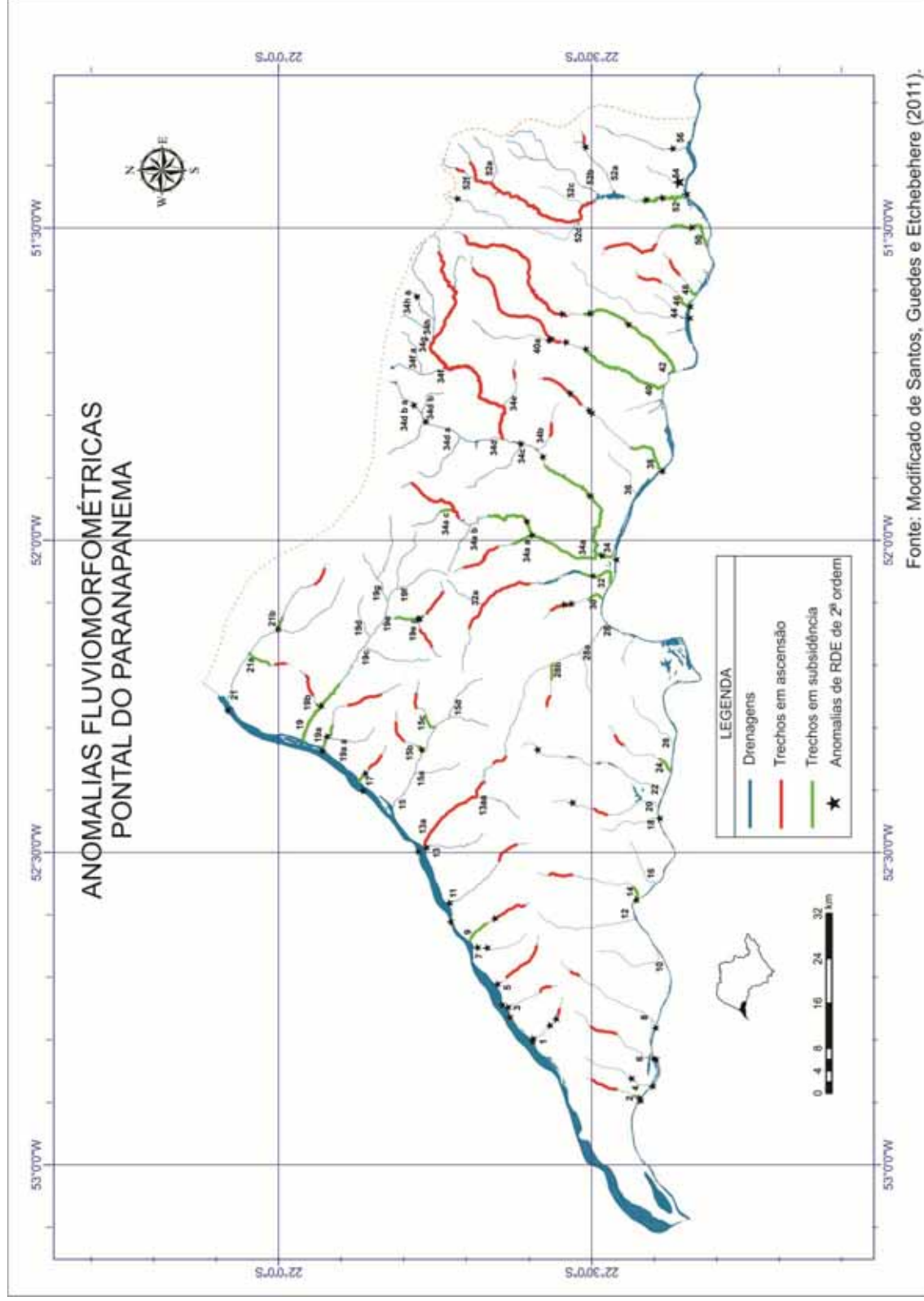


Figura 47. Anomalias fluviomorfológicas no Pontal do Paranapanema.

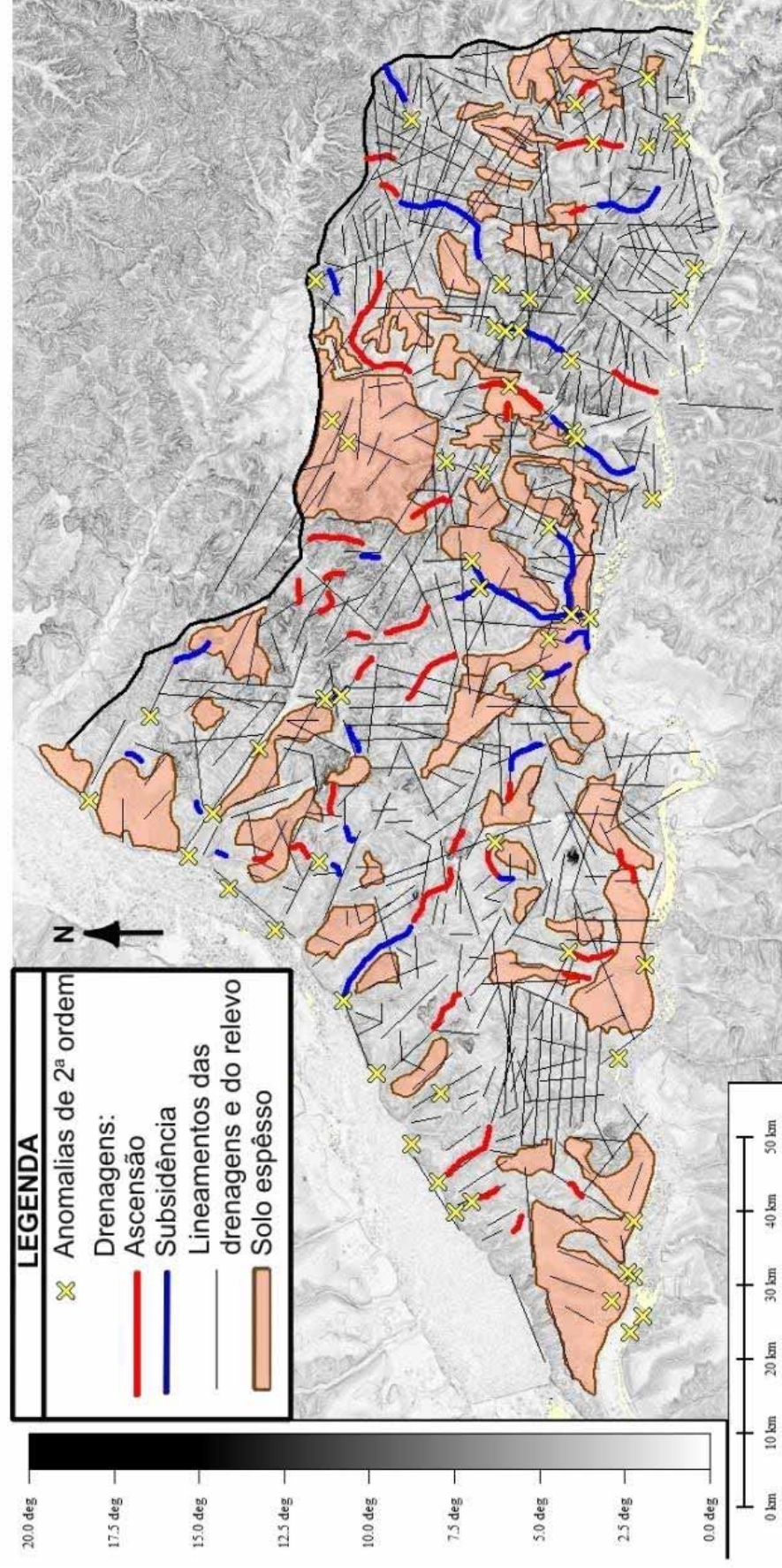


Figura 48. Mapa integrado de informações morfotectônicas no Ponta do Paranapanema. Extraído de Santos, Guedes e Etchebehere (2011).

Na porção nordeste desta região, identificaram-se processos erosivos em terraço fluvial, em drenagem correndo sobre Geossolo Santo Anastácio (FOTO 30). As encostas solapadas apresentam blocos deslocados de solo que apresenta horizonte O, com coloração do tipo marrom escuro e gramíneas. As camadas que se seguem são arenosas com coloração cinza e em contato com o Geossolo que serve de base para a drenagem (FOTO 31).



Foto 30. Intenso processo erosivo provocado por pisoteio de gado, nas cabeceiras do córrego São Pedro (afluente do 34d a). Ponto P24, coordenadas: 51°50'74"W x 22°13'14"S.



Foto 31. Bloco solapado na planície do córrego São Pedro. Ponto P24, coordenadas: 51°50'74"W x 22°13'14"S.

As cabeceiras das drenagens nessa região apresentam erosões laminares e o relevo apresenta inclinação para oeste (FOTO 32). A região nordeste desta área de estudo apresenta relevo colinoso de média a alta inclinação (sobretudo nas regiões de cabeceiras, onde a energia da corrente é alta [FIGURA 49, FOTO 33]). As erosões lineares também foram identificadas no ponto J51, J52, J53, J54 e J56. Os pontos citados espalham-se desde as cabeceiras até o médio vale da drenagem 52, onde a configuração muda completamente. Nas áreas do baixo vale predominam o intenso assoreamento dos canais, a baixa amplitude entre as vertentes dos interfúvios e o alargamento dos vales fluviais (FOTO 34).



Foto 32. Feições de erosão em sulcos próximos à cabeceira da drenagem 40. Coordenadas do ponto: P11. 51°38'54"W x 22°23'28"S.



Figura 49. Perfil morfológico entre os pontos 30 e 34 no Pontal do Paranapanema.



Foto 33. Interflúvio relativo ao ponto P34 com ondulações médias em área de pasto. Coordenadas do ponto: 51°38'17"W x 22°12'38"S.



Foto 34. Córrego Água da Grota Funda (afluente da drenagem 52), intensamente assoreado e tomado pela vegetação. Ponto J58, coordenadas: 51°28'27"W x 22°34'05"S.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
1	Cór. Borboleta	8.9	378	235	143	65
2	Grota Seca	10.1	325	238	87	38
3	Cór. Junqueira	10.3	392	235	157	67
4	Cór. São Francisco	13.1	340	238	102	40
5	Cór. Do Inseto	12.6	358	235	123	49
6	Cór. Cachoeirinha	13.2	330	238	92	36
7	Cór. Guaná	10.5	378	235	143	61
8	Rio do Piau	22	419	239	180	58
9	Cór. Laranjeira	14.4	382	235	147	55
10	Cór. Santa Rita	16.1	360	241	119	43
11	Cór. Laranja Azeda	19.7	405	235	170	57
12	Rib. Anta	20.5	378	241	137	45
13	Cór. Areia Branca	11.4	357	240	117	48
13a	Rib. Das Pedras	27	430	245	185	56
13a a	Cór. Água da Prata	9.6	376	286	90	40
14	Água Branca	15.3	340	241	99	36
15	Rib. Lagoa	31.8	440	245	195	56
15a	Cór. Da Lontra	8.8	360	265	95	44
15b	Cór. Barro Preto	9.6	418	275	143	63
15c	Cór. Água Limpa	10.85	444	290	154	65
15d	Cór. Macaco	8.8	377	296	81	37
16	Cór. Varginha	10.8	298	241	57	24
17	Cór. Santa Fé	8.5	395	245	150	70
18	Cór. Engano	12.8	343	250	93	36
19	Rib. Anhumas	52.2	466	247	219	55
19a	Cór. Arigó	21.2	399	245	154	50
19a a	Cór. Evaristo	10.2	414	265	149	64
19b	Cór. Jacutinga	9.5	400	257	143	64

19c	Cór. Jataí	13.2	438	293	145	56
19d	Cór. Do Coqueiro	8	418	298	120	58
19e	Cór. Da Areia Branca	16.4	456	313	143	51
19e a	Cór. Das Antas	9	432	313	119	54
19f	Cór. Água do Ourinho	12	459	328	131	53
19g	Cór. Da Prata	21.1	468	319	149	49
20	Rib. Do Estreito ou Evaristo	24.6	390	250	140	44
21	Rib. Santa Cruz	32.6	416	245	151	49
21a	Cór. Do Sapo	9.2	410	273	137	62
21b	Cór. São João	16.8	443	299	144	51
22	Rib. Estreito ou Bonito	35.2	391	250	141	40
24	Có. Do Sopé	15.8	370	250	120	43
26	Rio do Piau	22.7	419	235	184	59
28	Rib. Cuiabá	31.5	410	250	160	46
28a	Cór. Lajeadozinho	9.2	340	256	84	38
28b	Cór. Quebra Panela	8.25	398	267	131	62
30	Rib. Da Lontra	14.2	385	250	135	51
32	Rib. Nhancá	42	388	250	138	37
32a	Cór. Ravenágora	9.3	460	315	145	65
34	Rio Pirapozinho	115.1	442	240	202	43
34a	Rib. Do Engano	54.7	464	250	214	53
34a a	Rib. Da Água Sumida	17.5	430	277	153	53
34a b	Cór. Do Repouso	10.4	448	315	133	57
34a c	Água da Saúde	9.7	464	330	134	59
34b	Cór. Da Arara	12.6	418	282	136	54
34c	Água da Prata	14.2	419	290	129	49
34d	Rib. Do Veado ou Costa Machado	28.5	449	296	153	46
34d a	Cór. Cavalo Morto	12.1	438	309	129	52
34d b	Rib. Lituânia	6.9	378	326	52	27
34d ba	Cór. Cateto	9.3	380	330	50	22
34e	Cór. Samambaia	12	438	306	132	53
34f	Cór. Da Onça	11.7	393	332	61	25
34f a	Cór. Camilo	9.8	415	350	68	30
34g	Cór. Água Clara	8.4	422	330	92	43
34h	Rib. Do Remanso	22.5	440	331	109	35
34h a	Cór. Ilha Grande	36.3	419	335	84	23
36	Rib. Do Mutum	10.2	338	250	88	38
38	Rib. Taquaruçu	31.4	403	250	153	44
40	Rib. Do Rebojo	49.8	434	258	176	45
40a	Cór. Do Veado	16.7	393	317	76	27
42	Rib. Das Laranjeiras	61.7	452	262	190	46
44	Rib. Da Laranjeirinha	26.4	415	262	153	47
46	Água do Siqueira	12.7	370	262	108	42
48	Água do Pedregulho	11	378	262	116	48
50	Rib. Do Mosquito	26.6	404	262	142	43
52	Rib. Anhumas	61.1	415	263	152	37
52a	Cór. Do Boi	13.8	415	324	91	35
52b	Rib. Boa Vista	18.6	400	326	74	25
52c	Cór. Mandacaru	8.7	415	333	82	38
52d	Rib. Da Onça	31.2	450	334	116	34
52e	Cór. Cambuí	11.2	455	369	86	36
52f	Cór. São Pedro	10.6	455	375	80	34
54	Cór. Virador	8.5	408	263	145	68
56	Rib. Da Gruta	19.6	418	263	155	52

Quadro 15. Identificação das drenagens no Pontal do Paranapanema e seus respectivos índices de RDEt.

5.6 Médio Paranapanema

A região compreendida por “Médio Paranapanema” encontra-se situada entre os paralelos $22^{\circ}12'30''\text{S}$ e $22^{\circ}57'09''\text{S}$ e entre os meridianos $49^{\circ}53'55''\text{W}$ e $51^{\circ}20'43''\text{W}$. A área compreendida possui aproximadamente 9.651 km^2 e assenta-se sobre rochas cretáceas da Fm. Serra Geral e arenitos da Fm. Adamantina. Adicionalmente encontra-se nas suas cabeceiras afloramentos da Fm. Marília, no extremo nordeste da bacia. Suas cabeceiras limitam-se entre os divisores d'água da bacia do Rio do Peixe (ao norte) e Santo Anastácio (noroeste). Suas divisas laterais limitam-se entre o rio Turvo, a direita, e ao Pontal do Paranapanema, a esquerda. Todas as suas drenagens deságuam no Rio Paranapanema.

A região é caracterizada por relevo colinoso amplo e suave, com caimento para o sul, em direção ao rio Paranapanema (FOTO 35). As cabeceiras apresentam característica montanhosa dissecada pela ação das águas. O intenso desmatamento associado ao uso e ocupação do solo voltado principalmente para o cultivo da cana e para o uso de pasto, associado à suscetibilidade natural do terreno, trouxe um intenso quadro erosivo para a região (FIGURAS 50 e 51, FOTOS 36, 37 e 38).



Foto 35. Topo de colina ampla com caimento para o sul em área intensamente ocupada para pasto. Ponto J38, Coordenadas: $50^{\circ}18'50''\text{W}$ x $22^{\circ}21'50''\text{S}$.

O intenso processo erosivo em que a região está acometida pode ser corroborado com a atuação da ação neotectônica, por vezes, fora identificado em erosões lineares e paralelas, confluindo com os pontos de nickpoint plotados no Apêndice D (FOTO 36).



Foto 36. Trechos de feições de erosões lineares com aberturas ravinas e voçorocas em área de pasto na cabeceira do ribeirão São José (5f). Ponto J43, coordenadas: 50°06'30"W x 22°26'32"S.

Adiante, a Figura 50 mostra o detalhe da figura 51 em que é possível verificar a evolução de um dos pontos de erosão, nas proximidades das cabeceiras da drenagem 5. A imagem foi obtida em 15/10/2013, com elevação de 522 m e altitude do ponto de visão em 1.08 km.

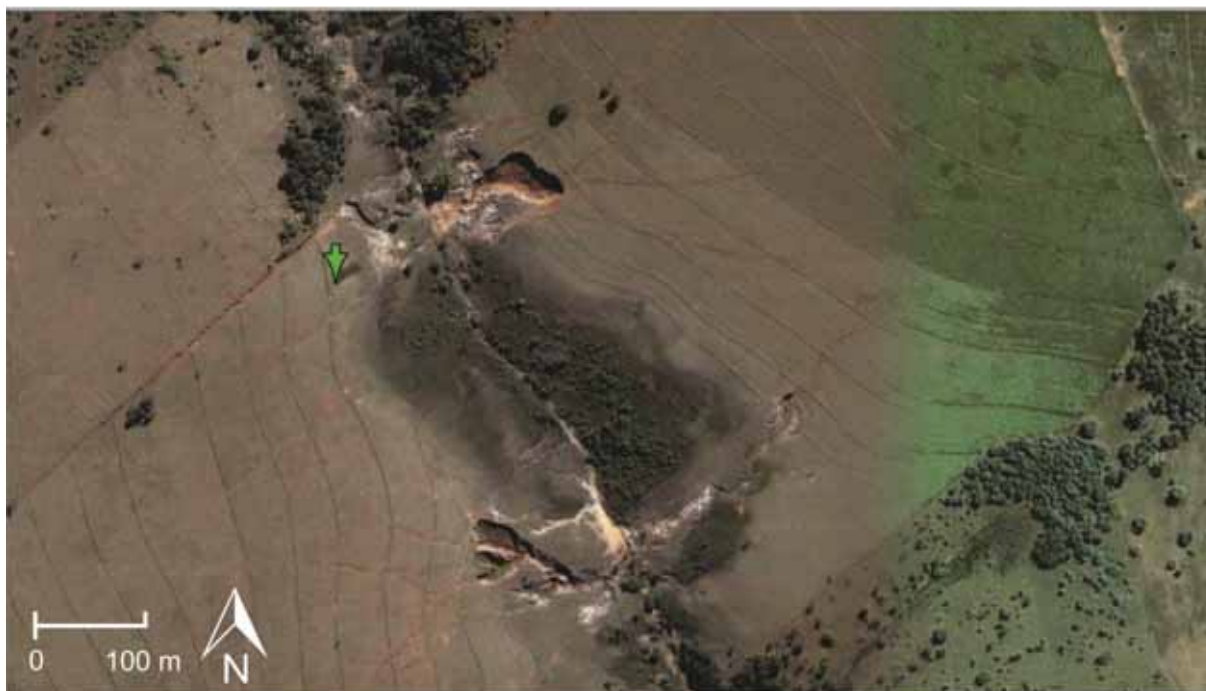


Figura 50. Detalhe de abertura de ravinas e voçorocas em trecho selecionado do bloco em ascensão no Médio Paranapanema. Coordenadas do Ponto: 50°18'24"W x 22°24'45"S. Imagem Map Link Imagens ©.

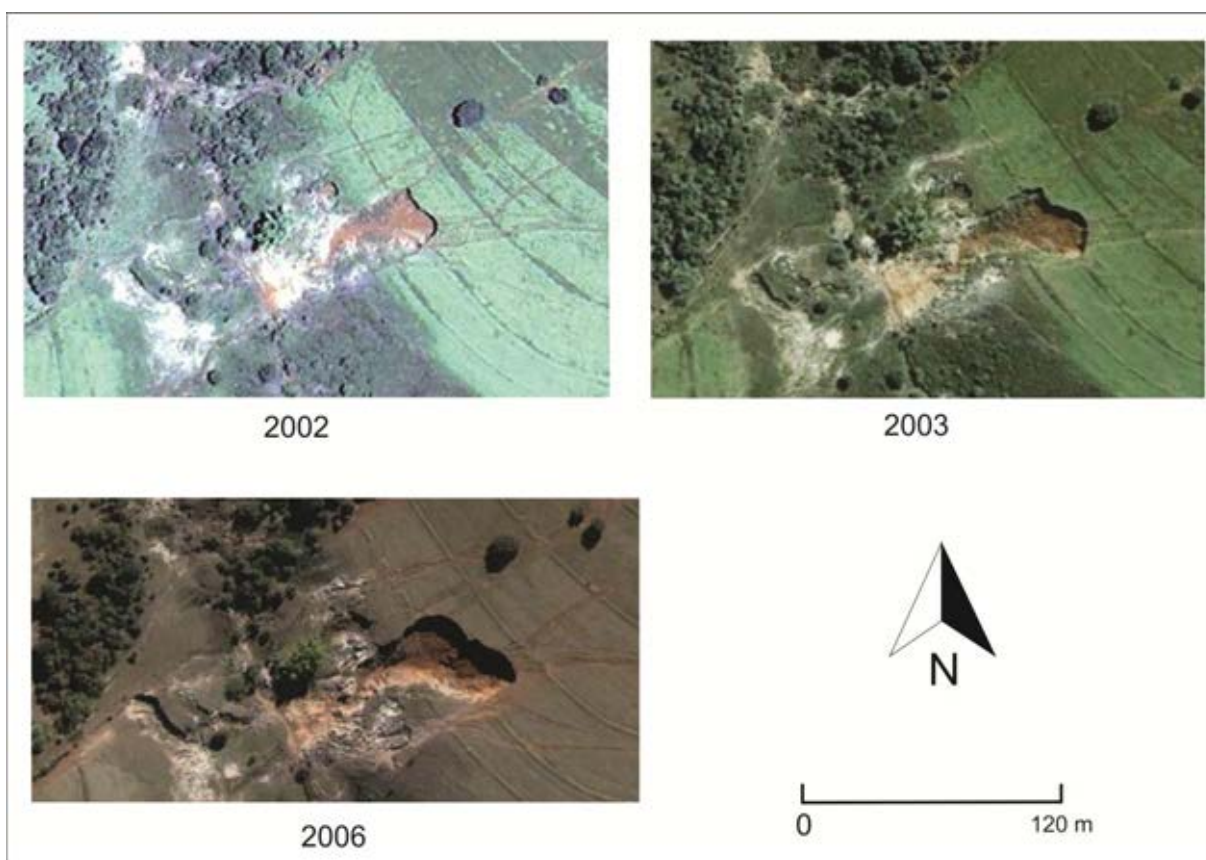


Figura 51. Evolução temporal de uma erosão entre 2002 e 2006. Coordenadas do ponto: 50°18'24"W x 22°24'45"S. Imagem Map Link Imagens ©.



Foto 37. Terraço fluvial marcado pela dissecação em suas encostas em relevo de colina ampla. Ponto J63, coordenadas: 51°17'07"W x 22°19'32"S.



Foto 38. Erosões lineares provocando a abertura de ravinas. Ponto J35, coordenadas: 50°29'19"W x 22°30'22"S.

A porção sul da região é acometida de intenso processo de sedimentação e marcada pela presença de solos espessos. Seus vales são amplos e a malha fluvial se estende por extensas planícies alargadas (FOTO 39).



Foto 39. Vale amplo com morros inclinados com caimento para o sul (sentido rio Paranapanema). Ponto J65, coordenadas: 50°57'43"W x 22°37'58"S.

O emprego das técnicas de análise fluviomorfométricas na região apresentou rendimento satisfatório, as 46 drenagens medidas (QUADRO 16) geraram gráficos dos perfis longitudinais, de onde foi possível interpretar as áreas em estado de soerguimento e em ascensão. Não obstante, também foram extraídos os nickpoint (APÊNDICE D), bem como os índices de RDEt (APÊNDICE C) e RDEs (FIGURA 52).

A análise dos lineamentos da drenagem e do relevo, extraídos a partir da imagem SRTM em escala 1:500.000 revelou lineamentos de direções variadas, predominando WNW-ESE nas cabeceiras e E-W ao decorrer da área. Os índices de RDEt com valores altos ($70 < 100$) postam-se nas cabeceiras a nordeste onde limita-se com o alto vale do Rio do Peixe, já na porção ocidental apresenta valores médios ($50 < 70$). A bacia do Rio da Capivara (drenagem nº5) apresenta em sua grande parte inserida em valores baixos ($40 < 50$), com exceção das cabeceiras da margem oriental que expressam valores altos, compreendida como em estado de soerguimento.

Os alinhamentos de nickpoint apresentam principalmente a direção E-W, ESE-WNW e secundariamente N-S revelando possíveis zonas de falhas.

Denota-se a região nordeste da área (vizinha da porção oeste do rio Turvo) que apresenta fortes indícios de ser controlada por movimento de ascensão. A exposição dos índices de RDEs espalhados pelas drenagens principais e seus afluentes também corroboram para os esforços tectônicos que a região é acometida.

Por fim, a porção meridional da área apresenta-se em estado de subsidência, apresentando extensos pacotes de solo espesso e mantos de regolitos sobre rochas basálticas da Fm. Serra Geral. Adiante, seguem as interpretações dos perfis longitudinais das drenagens, conforme a Figura 52.

- As drenagens 1a, 1b, 5c, 5f, 5g, 5i, 7, 12, 12a, 13a, 14, 14a, 14b, 14c e 15 não apresentaram nenhum tipo de perfil anômalo e ausência de nickpoint, contendo apenas valores médios de RDEt.
- A drenagem 1 exibe diferentes trechos de nickpoint com a cabeceira e o trecho central em soerguimento e com a foz em subsidência.
- Os perfis 1c, 1e, 3, 3a, 5a, 5b i, 5c i, 5j, apresentam somente um pequeno trecho em suas cabeceiras indicando ascensão, o restante finais das drenagens encontram-se em equilíbrio.
- Ainda que os perfis 1d, 1e i, 3, 3a, 4 e 5b, não apresentem significativos pontos de afastamento da linha de melhor ajuste, a análise do perfil e do lineamento da drenagem permite supor o controle por falhas.
- A drenagem 2 apresenta da cabeceira até o centro da drenagem acima da linha de melhor ajuste e o restante da drenagem em subsidência. A mudança no seu perfil pode estar associado a mudança geológica.
- As drenagens 5, 5d, 5d i, 5e, 6, 8a, 8a i, 9, 10, 11, 11a, 11b, 13, 14e e 14f, apresentam suas cabeceiras em soerguimento e grande trecho da sua foz em subsidência. Os trechos em soerguimento dessas drenagens estão entre as cidades de Assis, Paraguaçu Paulista e Echaporã. O alinhamento dos nickpoint, associados a interpretação do perfil longitudinal das drenagens sugerem que este trecho forma um bloco em ascensão. As drenagens são na sua maioria controladas pela direção E-W e ESE-WNW, com trechos retilíneos, sugerindo, também, o controle por falhas.
- A drenagem 5h possui apenas um pequeno trecho de sua foz em subsidência, associado a mudança litológica.
- As drenagens 8, 8a, 9 e 11 possuem grandes trechos em subsidência. São drenagens com sua foz voltada para o Rio Paranapanema e os trechos apontados em subsidência acumulam grandes pontos de assoreamento dos canais.

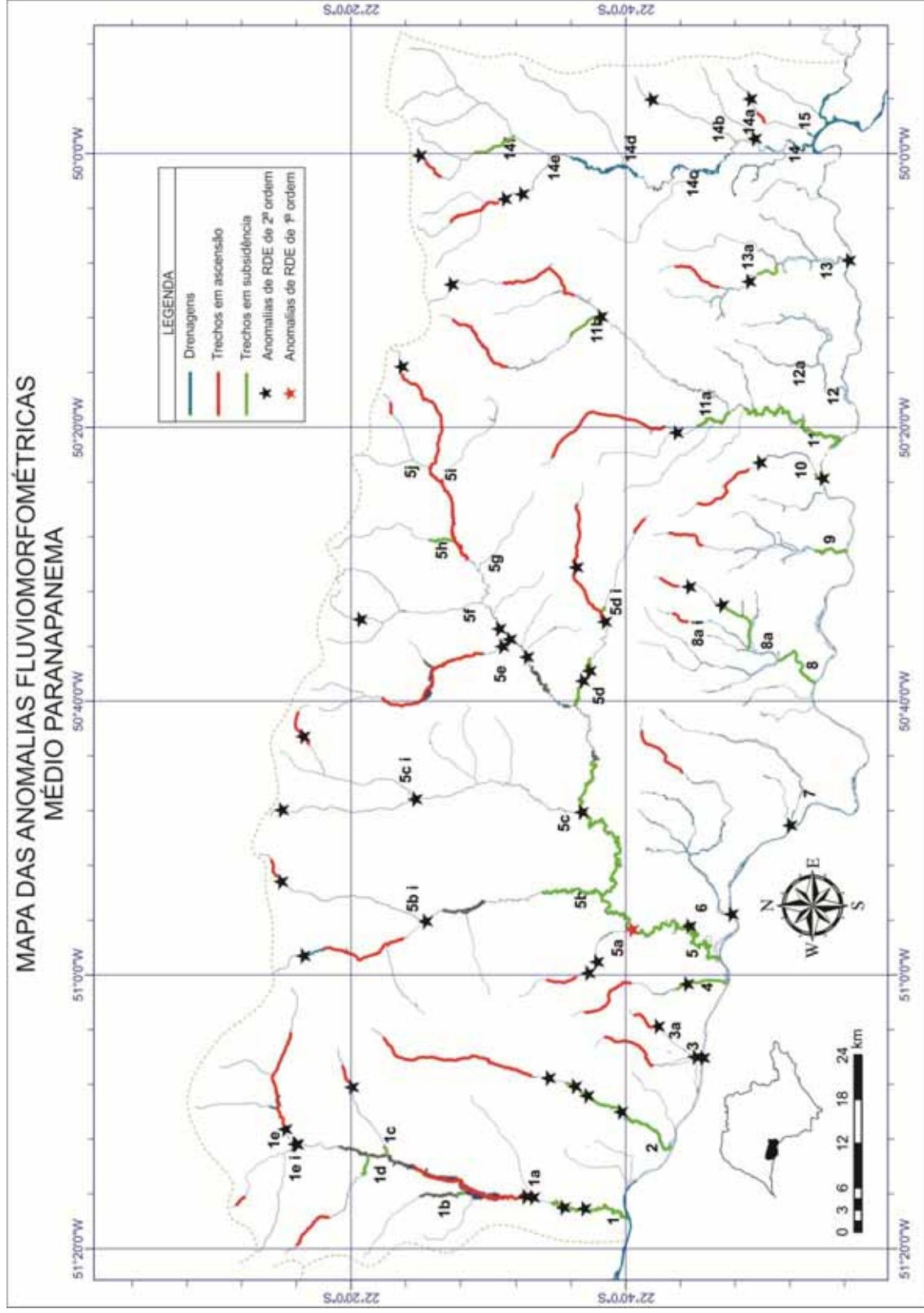


Figura 52. Identificação das anomalias fluviomorfométricas no médio vale do Paranapanema.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
1	Rib. Laranja Doce	79.29	538	270	268	61
1a	Cór. Bocó	15.8	450	330	120	43
1b	Água da Formiga	17.95	470	340	130	45
1c	Cór. Engano	15.83	519	350	169	61
1d	Cór. Paça ou Azul	21.98	490	350	140	45
1e	Cór. Palmital Indiana	13.87	505	370	135	51
1e i	Cór. Represa	14.13	480	390	90	34
2	Rib. Jaguaretê	48.71	505	270	235	60
3	Rib. Patos	17.13	419	270	149	52
3a	Cór. Estiva	10.97	380	290	90	37
4	Rib. Figueira	24.20	418	270	148	46
5	Rio da Capivara	151.28	630	270	360	72
5a	Rib. Bonito	20.99	419	290	129	42
5b	Rib. Capivari	53.18	558	310	248	62
5b i	Rib. Rancharia	26.6	538	370	168	51
5c	Rio São Mateus	50.68	538	320	218	55
5c i	Rib. Bugio	25.08	558	370	188	58
5d	Rib. Cervo	37.51	530	350	180	50
5d i	Rib. Fortuna	15	522	430	92	34
5e	Rib. Sapé	32.44	538	370	168	48
5f	Rib. Alegre	24.98	550	410	140	43
5g	Rib. Antas	13.40	520	410	110	42
5h	Rib. Grande	18.8	570	410	160	54
5i	Rib. São Bartolomeu	15.63	540	450	90	33
5j	Rib. Vermelho	12.42	610	450	160	63
6	Rib. Anhumas	39.52	438	270	168	46
7	Rib. Bugio	28.64	420	290	130	39
8	Rib. Dourado	30	495	310	185	54
8a	Rib. Tarumã	18.8	480	330	150	51
8a i	Cór. Aldeia	16.82	540	350	190	67
9	Rib. Do Bagre	28.94	518	330	188	56
10	Água do Macuco	22.02	498	330	168	54
11	Rio do Pari	88.35	678	330	338	78
11a	Rib. Pirapitinga	33.26	555	370	185	53
11b	Rib. Taquaral	27.94	658	400	258	77
12	Rib. Palmital	24	420	330	90	28
12a	Cór. Aldeia	12.5	420	350	70	27
13	Rib. Pau-d'alho	31.06	510	350	160	46
13a	Cór. Água Nova	17.6	500	370	130	45
14	Rio Novo	79.72	645	390	255	58
14a	Rib. Santana	12.45	560	410	150	59
14b	Rib. Capim	17.48	575	420	155	54
14c	Rib. Santa Rosa	19.02	500	410	90	30
14e	Rib. São José	25.65	580	430	150	46
14f	Cór. Palmital	17.99	620	490	130	45
15	Rib. Bugres	16.42	498	390	108	39

Quadro 16. Identificação das drenagens no médio vale do Paranapanema e seus respectivos índices de RDEt.

5.7 Bacia do Rio Turvo

A bacia do rio Turvo compreende uma área de aproximadamente 3.937 km², e compreende as cidades de Cabrália Paulista, Lucianópolis, Alvinlândia e Ocaçu,

nas suas cabeceiras, até desaguar no rio Paranapanema, nas proximidades de Ourinhos.

O substrato geológico desta bacia compreende basaltos da Formação Serra Geral (datados de aproximadamente 132 Ma), capeados por rochas sedimentares siliciclásticas do Grupo Bauru (formações Adamantina e Marília), afora coberturas cenozóicas, que incluem formações superficiais (regolitos) e aluviões quaternários. Na porção nordeste da bacia ocorre a chamada Estrutura de Piratininga, em cujo centro afloram rochas permo-triássicas (formações Pirambóia e Corumbataí) e diques de diabásio, estrutura esta que já foi objeto de prospecção petrolífera. A bacia hidrográfica do Rio Turvo abrange uma área de cruzamento de notáveis lineamentos e suturas crustais, com destaque para as direções NW-SE, NE, NNW e EW, esta última ligada ao chamado Alinhamento do Paranapanema, que separa blocos estruturais adjacentes com notáveis variações no empilhamento estratigráfico (FULFARO et al., 1982) .

O estudo da fluviomorfometria nessa área iniciou-se com Santos, Itri e Etchebehere (2004) que selecionaram as 38 drenagens e fizeram as primeiras interpretações dos perfis longitudinais das drenagens, bem como Itri, Santos e Etchebehere (2004) analisaram os valores de RDE da referida bacia.

O emprego do índice de RDE revelou duas anomalias de primeira ordem e 28 anomalias de segunda ordem (RDEt). A análise dos perfis longitudinais das drenagens apresentou vários trechos em soerguimento, com maior atenção para a calha do rio Turvo, que se mostrou totalmente anômalo (FIGURA 53). Paralelo à calha do Turvo, apresentam-se (APÊNDICE D) alinhamentos de nickpoint de direções NE-SW e E-W, sobre essa região predominam-se índices de RDEt médios e altos, com destaque para a cabeceira do rio Turvo, que apresenta índices muito altos (>70).

Os trechos em subsidência ocorrem em pequenos espaços na foz de apenas cinco drenagens, não apresentando grandes estruturas que permitam afirmar um estado eminentemente anômalo, entretanto, a drenagem 4 apresenta praticamente 60% em estado de subsidência, bem como a drenagem 6c. Tais drenagens aproximam-se de uma área de subsidência do Rio do Peixe, permitindo sugerir um controle por falhas que estejam rebaixando a área. Nesta porção da bacia, os alinhamentos de nickpoint apresentam dois pares de direção NNE-SSW e E-W que se alongam em direção a bacia vizinha (médio Paranapanema), e tal hipótese de

rebaixamento pode ser auferida verificando os valores de RDEt, que apresentaram concentração de valores muito baixos (<40).

Adiante, a figura 54 apresenta um alinhamento de nickpoint entre as drenagens 9, 11 e 13 em que delimitam uma zona em estado de soerguimento. Na referida figura, as linhas verdes apresentam trechos em subsidência e as linhas vermelhas trechos em ascensão. As cruzes vermelhas indicam o posicionamento dos três nickpoint, bem como o perfil entre esses três pontos. As linhas amarelas sugerem limites de compartimentos. O alinhamento dos nickpoints pode sugerir zonas de falha em que estejam delimitando basculamento entre blocos tectônicos. Os nickpoint estariam alinhados e recuados a partir dos limites de compartimentos, para montante.

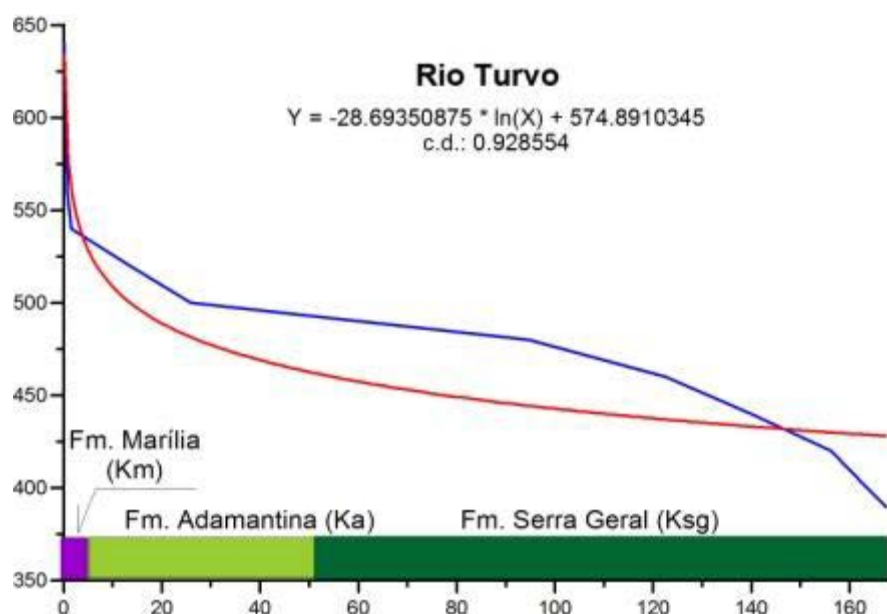


Figura 53. Perfil longitudinal do rio Turvo.

As interpretações dos perfis longitudinais das drenagens selecionados encontram-se listadas abaixo:

- O Rio Turvo apresenta-se na sua totalidade em ascensão e com grande sinuosidade independentemente da mudança litológica. Não possui anomalias de RDEs, mas abarca grandes índices de RDEt em seus afluentes.
- Os perfis 4b ii, 4b iii, 4.c, 5, 6a, 6b, 6c, 6g, 6i, 6j, 6k, 8, 9, 13a, 16, 18, 20, 21, 25 e 29, não apresentam anomalias em relação a *best fit line*.

- As drenagens 1, 2, 4, 6d, 6h, 6j, 7 e 15, apresentam trecho próximo a cabeceira em soerguimento e trecho em subsidência próximo a foz.
- A drenagem 4 apresenta nos seus 18 km de trecho em subsidência, confluência com as drenagens 4b, 4b i. Nesta área é possível identificar diversas planícies de inundação e áreas de sedimentação nos canais.
- Os perfis 2a e 4b iv apresentam somente um pequeno trecho em soerguimento próximo a cabeceira e em subsidência em sua foz.
- Os rios 3, 4a, 6d, 10, 11, 13, 19, e 23 sugerem o controle das drenagens por falhas, dada a sua conformação retilínea e notáveis trechos com nickpoint. Com exceção do perfil 10, as demais drenagens estão alinhadas pela direção ESE-WNW, característico nesta porção do território e cartografado no Apêndice B.
- As drenagens 6, 6e, 6h, 6j, 12, 14, apontam para um bloco em soerguimento com suas cabeceiras acima da linha de melhor ajuste. As drenagens também se postam retilineamente, evidenciando a presença do controle de falha.
- Os perfis 6d i, 6f, 11, e 27 apresentam somente um pequeno trecho em ascensão na sua cabeceira.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
1	Rib. Três Barras	15.43	585	432	153	56
2	Rib. Grande	25.91	575	419	156	48
2a	Rib. Claro	14.4	575	442	133	50
3	Rib. Perobas	9.55	578	456	122	54
4	Rio São João	58.98	650	452	198	49
4a	Rib. São Pedro	16.9	590	460	138	49
4b	Rib. Santo Inácio	40.35	640	466	174	47
4b i	Rib. Bonito I	16.65	585	478	107	39
4b ii	Rib. Areia Branca	10.9	575	481	94	39
4b iii	Rib. Estevão	10.21	558	489	69	30
4b iv	Rib. Barra Grande	9.65	655	497	158	70
4c	Rib. Anhumas	16.45	625	478	147	52
5	Cór. Onça	9.65	579	466	113	50
6	Rio Alambari	88.35	600	475	125	28
6a	Rib. Bonito II	12.37	610	482	128	51
6b	Rib. Bonito III	9.78	610	487	123	54
6c	Cór. Mutuca	10.55	630	488	142	60
6d	Rib. Vermelho	41.65	660	489	171	46
6d i	Cór. Boa Vista	9.23	657	512	145	65
6d ii	Cór. João Pinto	7.5	655	514	141	70
6e	Água da Boa Vista	9.6	608	490	118	52
6f	Rib. Das Antas	46.65	652	490	162	42
6f i	Água dos Rosas	9.9	618	504	114	50

6g	Cór. Santo Antônio	10.25	600	492	108	46
6h	Rib. Jibóia	14.78	630	494	136	50
6i	Rib. Serrote	19.47	619	495	124	42
6j	Rio Corrente	14.62	620	497	123	46
6k	Rib. Água Branca	8	570	498	72	35
7	Cór. Barreiro	11.55	595	470	125	51
8	Cór. Leme	9.45	618	485	133	59
9	Cór. Cubas	13.85	588	477	111	42
10	Rib. Macacos	19.06	616	487	129	44
11	Cór. Grande	8.82	574	480	94	43
12	Rib. Limoeiro	10.86	615	493	122	51
13	Rib. Santa Clara	22.55	676	483	193	62
13a	Cór. São Pedro	14.05	618	502	116	44
14	Rib. Ventania	12.65	602	495	107	42
15	Cór. Rangel	8.24	615	487	128	61
16	Rib. Barreiro	20.47	600	499	101	33
17	Rib. Santa Bárbara	14.28	654	487	167	63
18	Cór. São Romão	8.72	630	513	117	54
19	Rib. Boa Vista	15.23	673	489	184	68
20	Cór. Marimondo	11.93	640	516	124	50
21	Rib. Da Onça	20.6	653	490	163	54
23	Rib. São Domingos	17.45	623	493	133	47
25	Rib. Boi Pintado	14.77	675	502	173	64
27	Cór. Tamanduá	8.77	678	514	164	76
29	Cór. Salto	9.42	695	522	173	77

Quadro 17. Identificação das drenagens na bacia do rio Turvo e seus respectivos índices de RDEt.

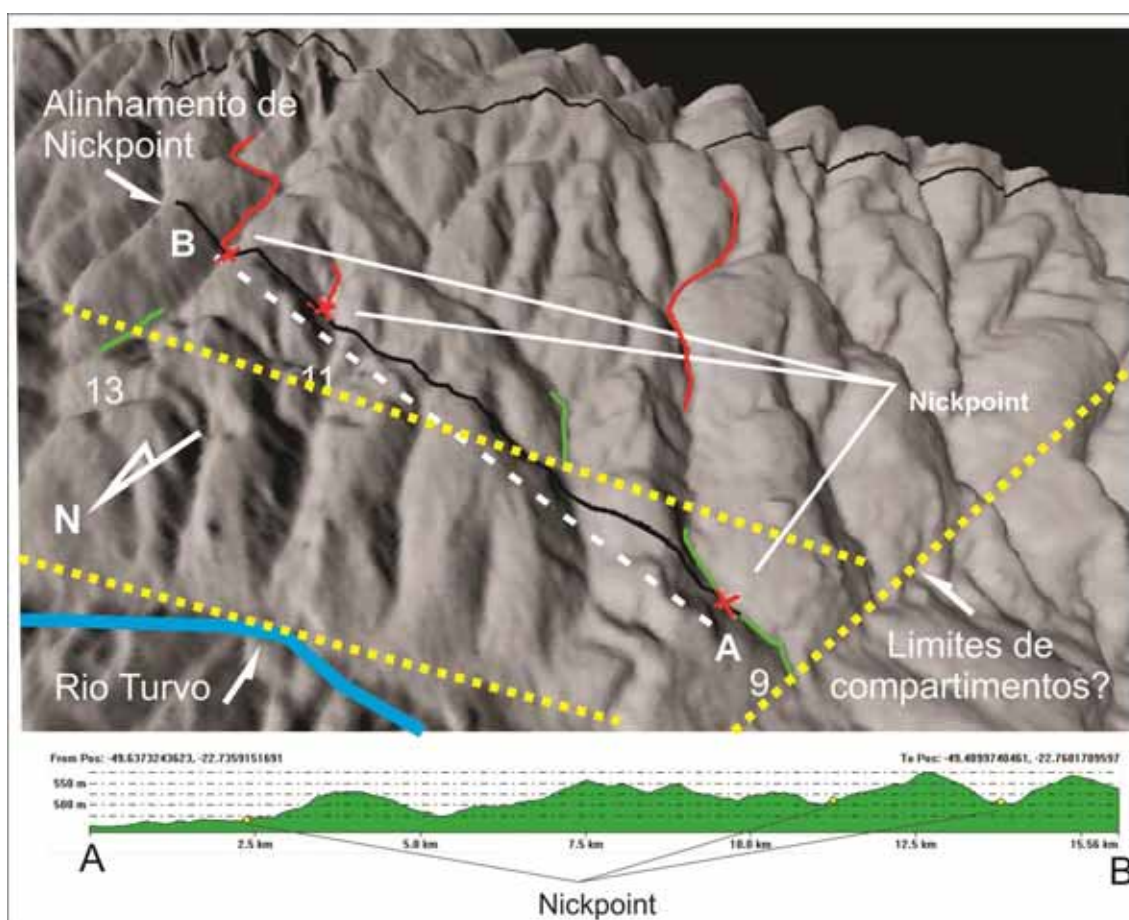


Figura 54. Alinhamento de nickpoint em trechos em soerguimento entre as drenagens 9, 11 e 13 na bacia do rio Turvo.

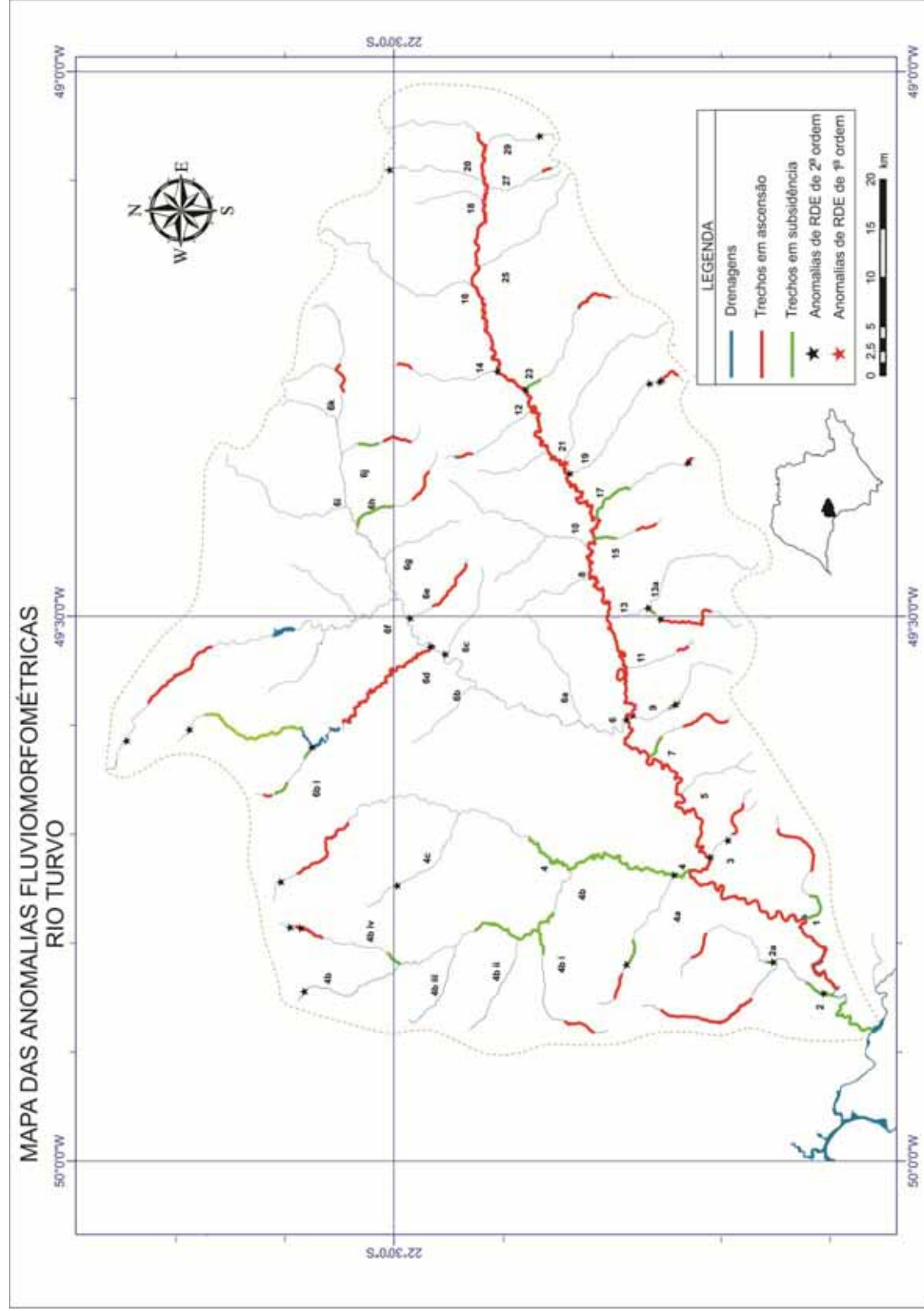


Figura 55. Anomalias fluviomorfológicas na bacia do rio Turvo.

5.8 Bacia do Rio Pardo

A bacia do rio Pardo compreende uma área de aproximadamente 3.612 km², entre as cidades de Águas de Santa Bárbara e Cerqueira Cesar, até desaguar nas proximidades da cidade de Ourinhos, no rio Paranapanema.

As drenagens correm sobre basaltos da Formação Serra Geral que servem de base para os afloramentos da Formação Marília, na sua cabeceira e interflúvios marcados pela Formação Adamantina. Não raro ocorrem extensos mantos de regolitos e barrancos de solo exposto. Na foz do rio Pardo são constantes as obras para contenção de enxurradas que denotam o solo espesso, vermelho escuro em área extensamente ocupada pela cultura canavieira (FOTO 40).

A região é formada por planaltos e baixos platôs, colinas amplas e suaves, com baixo potencial de erosão. Este ambiente é favorável à pedogênese e ao desenvolvimento de manto de alteração predominantemente profundo, com a porção superior pouco erosiva e de boa estabilidade nos taludes (PEIXOTO, 2010).

Os estudos nesta área empreenderam a seleção das drenagens acima de 8 km, resultando em 38 amostras (QUADRO 18) que serviram de base para a interpretação dos perfis longitudinais das drenagens, para a elaboração dos índices de RDEt e RDEs e para a identificação dos nickpoints.

A interpretação dos perfis longitudinais revelou um forte controle de subsidência na calha do rio Pardo e em seus afluentes da margem esquerda (sugerindo abatimento de bloco para o sul). As cabeceiras da margem direita apresentam fortes anomalias em ascensão, juntando-se às anomalias análogas das bacias vizinhas (Turvo e Tietê). Ainda que as drenagens pertencentes à sub-bacia do Rio Claro (14) não apresentem diferenciação em relação a *best fit line*, seus perfis exibem grandes trechos retilíneos, sugerindo o controle por falhas.

A análise da imagem SRTM apresenta lineamentos expressivos da família de direção WNW-ESE em toda sua extensão. Secundariamente apresentam-se as direções NW-SE e E-W, com alguns traços WSW-ENE na cabeceira da margem direita. Alinhamentos de nickpoint nesta bacia apresentaram dois traços principais na margem esquerda de direção E-W e quatro traços que migram de NNW a W na sua cabeceira.



Foto 40. Obras para contenção de enxurrada em área ocupada pelo plantio de cana. Ponto J34, coordenadas: 49°49'03"W x 22°58'48"S.

Os valores de RDEt nesta bacia apresentam-se muito baixo (<40) na sua foz, com valores altos ($70 < 100$) na porção entre o baixo e médio vale e médios ao longo da sua área. Valores muito baixos de RDEt também são encontrados na sub-bacia 14.

As interpretações dos perfis longitudinais desta bacia encontram-se listados abaixo, seguidas da Figura 57 que as representam.

- O Rio Pardo (FIGURA 56) escoar em sua totalidade sobre a Fm. Serra Geral (Ksg). Apresenta perfil bastante alterado com diversos pontos de nickpoint. Dos 260 km de extensão, aproximadamente 80 km apresenta-se em soerguimento e aproximadamente 160 km em subsidência. O perfil bastante alterado apresenta, pelo menos, duas grandes quedas d'água com uma amplitude de 60 m (entre os km 30 e 35) e 20 m (km 185).
- As drenagens 1, 2, 13f, 13g, 14a, 14b, 14c, 14d, 16, 20 e 22 não exibem nenhum tipo de anomalia em seus perfis.
- Ainda que os perfis 1, 2, 13f, 13g, 14, 14a, 20 não apresentem afastamento em relação à linha de melhor ajuste, todas apresentam perfil retilíneo,

correndo sobre a Fm. Serra Geral (Ksg), sugerindo o controle da drenagem por falhas ou fraturas.

- Os perfis 3, 4, 5, 5a, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 14b, 14b i, 14c, 14e, 14f, 15, 15a, 17, 18 e 24 apresentam forte controle estrutural e significativos pontos de nickpoint.
- As drenagens 7, 9, 10 e 12 correm quase que em sua totalidade acima da *best fit line*, apresentando suas drenagens em soerguimento.
- Os perfis 3, 4, 5, 5a, 6, 8, 11, 13, 13a, 13c, 13d, 13e, 15, 15a, 17 e 24 apresentam suas cabeceiras em soerguimento e foz em subsidência. Todas as drenagens apontam anomalias de RDEs e indicações de nickpoint.
- As drenagens 13b e 14e indicam apenas um pequeno trecho em sua cabeceira em soerguimento.
- O perfil 14b i exibe 50% do seu canal acima da linha de melhor ajuste.
- O perfil 14f apresenta um pequeno trecho em sua foz em subsidência.
- A drenagem 18 apresenta trecho central em ascensão, talvez provocado pela mudança na litologia.

Nº	Drenagem	Extensão (km)	Cota na cabeceira (m)	Cota na foz (m)	Amplitude (m)	RDEt
	Rio Pardo	263.80	970	390	580	104
1	Rib. Grande	12.13	555	430	125	50
2	Cór. São José	11.54	479	410	69	28
3	Cór. Primavera	11.18	562	430	132	55
4	Rib. Mandaçaia	14.86	600	450	150	55
5	Rib. Palmeiras	10.99	560	430	130	54
5a	Rib. Figueira	16.5	660	460	230	82
6	Rib. Água Limpa	12.82	650	450	200	78
7	Rib. Dourado	13.85	690	490	200	76
8	Rib. Guacho	18.5	650	530	120	41
9	Rib. Lajeado	14.4	698	490	208	78
10	Rib. Capivari	14.62	650	550	100	37
11	Rib. Barra Grande	22.08	715	530	185	60
12	Rib. Capão Rico	14.7	658	570	88	33
13	Rio Novo	102	878	550	328	71
13a	Rib. Três Ranchos	22.59	780	590	190	61
13b	Rib. Vareta	12.4	758	590	168	67
13c	Rib. Rosário	11.4	770	610	160	66
13d	Rib. Boa Vista	12.1	770	630	140	56
13e	Rio do Lajeado	28.3	855	630	225	67
13f	Rib. Cabiúna	12.7	805	710	95	37
13g	Rib. Bonito	13.1	815	730	85	33
14	Rio Claro	89	860	570	290	65
14a	Rib. Capivara	13.5	678	590	88	34
14b	Rio Turvinho	19.8	665	590	75	25

14b i	Rib. Caçador	12.6	690	590	100	39
14c	Cór. Pulador	12.5	675	600	75	30
14d	Rib. Conchos	14.6	798	630	168	63
14e	Rib. Dois Córregos	8.4	770	650	120	56
14f	Rio da Prata	14.2	825	670	155	58
15	Rib. Pedras	34.2	895	690	205	58
15a	Rib. Atalho	18.9	920	790	130	44
16	Rio Palmital	32.2	778	610	168	48
17	Rib. Mato do Frutal	13.4	930	750	180	69
18	Rib. Divisa	13.8	778	630	148	56
20	Cór. Bruno	11.3	800	690	110	45
22	Rib. Faxinal	15.5	835	710	125	46
24	Rib. Serra d'Água	12.3	905	710	195	78

Quadro 18. Identificação das drenagens da bacia do rio Pardo e seus respectivos índices de RDEt.

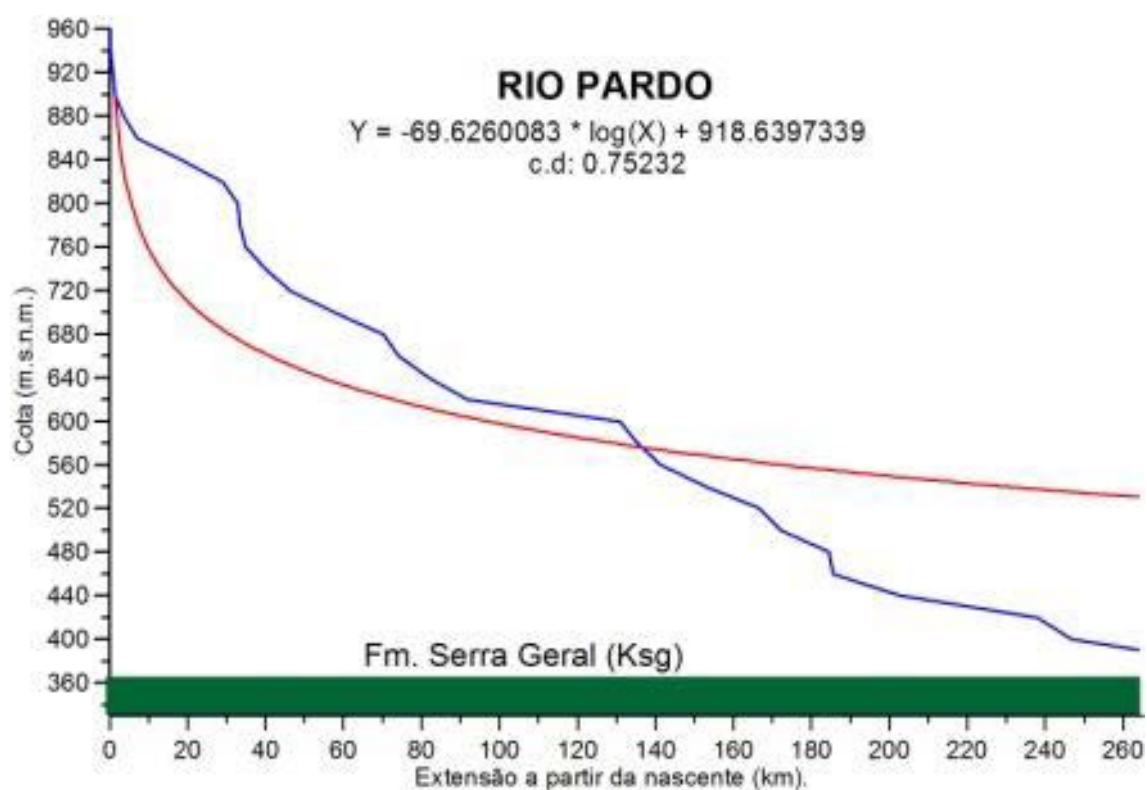


Figura 56. Perfil longitudinal do rio Pardo.

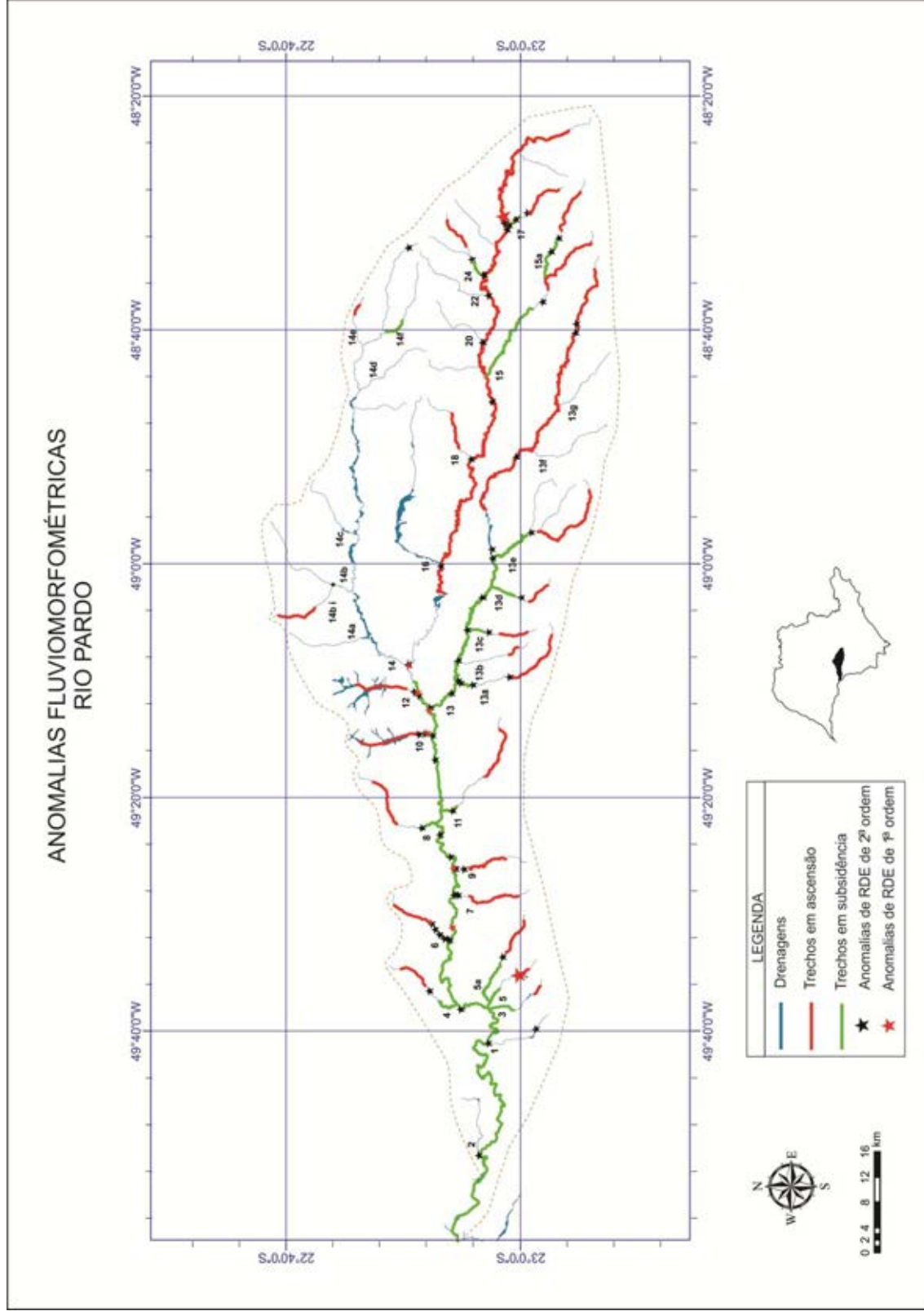


Figura 57. Identificação das anomalias fluviomorfológicas na bacia do rio Pardo.

6. CONCLUSÃO

O conjunto dos trabalhos empreendidos nos 88 mil km² do Planalto Ocidental Paulista (ao sul do Rio Tietê), permite confirmar a hipótese de que os fatores neotectônicos são um dos condicionantes presentes na configuração do relevo nesta porção do território paulista.

O emprego das técnicas de fluviomorfometria apresentadas ao longo deste trabalho resultou na análise de 577 drenagens acima de 8 km. Os gráficos de perfis longitudinais das drenagens possibilitaram delimitar os principais trechos em estado de soerguimento e em subsidência, resultado no mapa apresentado no Apêndice B. Não obstante, também permitiram reconhecer os trechos com anomalias de RDEs de 1ª e 2ª ordem apresentando as possíveis ocorrências de falhas localizadas, produtos da movimentação relativa entre os blocos dentro do regime neotectônico.

Os índices de RDEt foram plotados no centro de cada uma das drenagens em uma carta 1:500.000 (APÊNDICE C). Em seguida foi confeccionada a linha de isovalores revelando as áreas com maiores ou menores deformações, entendendo-se que o RDEt deve refletir, grosso modo, a energia da corrente, portanto, as áreas com maiores concentrações tendem a apontar as áreas com maiores trechos em soerguimento. Ressalva-se que a energia da corrente (*stream power*) aumenta devido a dois fatores principais: declividade e vazão. O primeiro pode ser definido pela amplitude topográfica dividida pela distância horizontal entre os dois pontos extremos da cota e o segundo podendo ser inferido pela extensão do próprio curso d'água, que é, em regiões tropicais (rios eminentemente exorréicos), diretamente proporcional ao comprimento da drenagem.

O emprego desta técnica permitiu delinear três grandes conjuntos: 1. Os valores mais proeminentes se encontram no extremo oriental da área, a leste do meridiano 49°W, em especial no âmbito das cabeceiras da bacia Tietê-Jacaré; 2. Observa-se uma nítida faixa de valores mais pronunciados abaixo do paralelo 21°45'S, com destaque para alguns setores, além da faixa oriental já referida acima: região das cabeceiras e altos cursos dos rios Aguapeí e do Peixe, confluência dos rios Turvo, Pardo e Paranapanema, região do médio Rio do Peixe, a nordeste de Presidente Prudente e, já no Pontal do Paranapanema, abaixo da foz do Rio Santo Anastácio e; 3. Nesta faixa de valores mais elevados, não raro, se observam

pequenos “baixos” localizados, que geram expressivos gradientes de RDEt. Ainda que demande trabalhos de campo, é possível sugerir áreas de limites de blocos morfotectônicos, em estado de subsidência vs. soerguimento relativos entre os blocos (APÊNDICE F).

A compilação das análises descritas acima resultou na confecção do Apêndice F, onde se apresenta uma proposta de delimitação dos blocos morfotectônicos para a área de estudo.

O emprego das técnicas descritas ao longo deste trabalho permitiu sugerir que a calha do Rio Tietê encontra-se em processo de subsidência. É no trecho compreendido como Tietê-Jacaré, que se delineou o maior bloco em processo de subsidência, alongando-se durante todo o seu curso. Os alinhamentos de nickpoint por vezes apontam para os limites que podem balizar os trechos em subsidência e os trechos em ascensão. A região dos rios Jacaré-Pepira (76), Jacaré-Guaçu (74) e deste trecho do Rio Tietê apresentam estado de subsidência, exibem áreas com solos espessos e sua drenagem é intensamente assoreada com depósitos aluvionares. Os depósitos aluvionares seguem-se durante todo o curso do Rio Tietê e apresenta na sua porção central grande concentração de solos espessos.

Nos limites entre o Planalto Ocidental e as Cuestas Basálticas os alinhamentos de nickpoint e os lineamentos da drenagem e do relevo exibem preferencialmente as direções ENE-WSW e ESE-NNW e secundariamente as direções E-W e ENE-WSW. Neste trecho denotam-se grandes valores de RDEt entre 100 e 200 expressando a deformação que a área está acometida (cf. APÊNDICE C).

Os alinhamentos de nickpoint e os lineamentos extraídos nas encostas da margem direita alongam-se de ESE-WNW. Observa-se a tendência das drenagens menores em seguir esta direção, enquanto que os afluentes do Rio Tietê alongam-se de NNE-SSW a NE-SW, acompanhadas por menores lineamentos desta direção. Em campo, nesta porção interpretada como em estado de subsidência, observaram-se colinas amplas e médias com solo raso nos topos e extensas planícies aluvionares (como já dito acima) nas áreas em estado de subsidência.

Na margem esquerda do Rio Tietê os lineamentos das drenagens e do relevo seguem, preferencialmente, a direção ESE-WNW, sugerindo os limites que pode haver entre os blocos tectônicos. Esta porção exhibe valores muito baixos de RDEt e a quase ausência de anomalias de perfis fluviomorfométricos e de RDEs, sugerindo

uma área de menor deformação tectônica em relação aos arredores. Em campo, observou-se que a superfície é plana e monótona, com ligeiro caimento para NW, tratando-se de uma região de solo espesso, laranja claro e ocupado pelo cultivo da cana-de-açúcar e da criação de gado.

Nesta porção da bacia do Rio Tietê observa-se somente três áreas em ascensão. A primeira área situa-se entre as cabeceiras das drenagens 37, 41 (Rio Tietê) e 42 e 44 (Rio Aguapeí), com nickpoints que podem controlar os limites desta porção na sua porção central e na foz. A segunda que se situa entre a bacia do rio Aguapeí e a bacia do Rio Tietê, entre as drenagens 17, 19 e 27, que aparentemente é influenciado pelo controle estrutural já na bacia meridional do rio Aguapeí, e a terceira na foz do Rio Tietê que abarca as cabeceiras das drenagens 1-9. Este bloco apresenta nítido controle pelo alinhamento de nickpoint e pelos lineamentos da drenagem e do relevo. Os afluentes das drenagens 1-9 são fortemente controlados pelos lineamentos E-W e o alinhamento de nickpoint denota o limite entre a área em ascensão e em subsidência, nesta porção o relevo é montanhoso com amplitudes com mais de 100 m entre as cabeceiras e a foz.

Na interpretação dos perfis longitudinais das drenagens na bacia do rio Aguapeí não foram reconhecidos significativos trechos anômalos em suas drenagens. Ao longo da bacia, os alinhamentos de nickpoint postam-se preferencialmente nas direções ESE-WNW, já os lineamentos extraídos exibem as direções ESE-WNW na margem direita e E-W na margem esquerda, próximo à foz. Ainda na margem esquerda, os lineamentos ENE-WSW e NNE-SSW atravessam o médio Aguapeí, cruzando com os alinhamentos de nickpoint. Além da área em soerguimento na margem direita que já foi descrita acima, a bacia denota uma extensa área em soerguimento na sua cabeceira, nesta área as famílias de lineamentos ESE-WNW e ENE-WSW se cruzam com os alinhamentos de nickpoint de direção NNW-SSE. As drenagens da cabeceira do rio Aguapeí apresentam elevados índices de RDEt, alongando-se em direção à cabeceira da vizinha bacia do Rio do Peixe (região do Planalto de Marília-Echaporã).

Neste trabalho interpretou-se que a calha do rio Aguapeí, do médio vale até a sua foz, está em estado de subsidência. A análise dos perfis longitudinais e os pacotes de regolitos espessos podem induzir a tal hipótese, não obstante, os feixes de lineamentos ESE-WNW acompanham o sentido da drenagem, juntamente com o alinhamento de nickpoint dos seus afluentes.

A bacia do Rio do Peixe, já bem descrita na literatura, apresentou seu quadro com elevado nível de anomalias neotectônicas, nesta bacia estão descritos vinte pontos com identificação de estruturas de liquefação entre diques, sill e vulcões de areia em depósitos modernos.

As isolinhas geradas a partir de os índices de RDEt apresentam valores baixos da foz até o médio curso do rio, elevando seus valores até chegar ao Planalto de Marília. Para esta bacia delimitou-se duas áreas, sendo que a primeira compreende um trecho em subsidência entre o médio curso e baixo Rio do Peixe, e que nele foram descritos extensos pacotes de regolitos espessos e mantos colúvios aluvionares. Os feixes de lineamentos postam-se entre ESE-WNW e SE-NW. A segunda, em soerguimento, alonga-se pelas cabeceiras dos interflúvios até as proximidades com a cabeceira do Rio do Peixe no domínio do Planalto de Marília. Esta área apresenta drenagens acentuadamente anômalas com altos índices de RDEt e RDEs de 1ª e 2ª ordens.

A bacia do rio Santo Anastácio também está relativamente bem descrita na literatura e nesta bacia também se identificou um ponto com estrutura de liquefação em sedimentos modernos. A delimitação das áreas em soerguimento e em ascensão na bacia do rio Santo Anastácio seguiu-se pelo que já foi descrito na literatura e está dividida em três áreas. A primeira, na sua cabeceira, exhibe perfil em estado de soerguimento. Os traços de lineamentos postam-se em direção ESE-WNW, com feixes secundários de direção NNE-SSE, os alinhamentos de nickpoint de direção E-W e ESE-WNW, podendo indicar a delimitação entre basculamentos de blocos morfotectônicos. A segunda área no médio vale se posta em subsidência alongando-se pelo denominado Planalto das Lagoas até o rio Paranapanema. Esta área possui intenso processo de assoreamento, depósitos aluvionares e mantos de regolitos espessos. Por fim, o baixo vale também se apresenta em estado de subsidência, evidenciado pelas anomalias morfométricas e pelos alinhamentos de nickpoint. Os elevados níveis de RDEt plotados nesse trecho indicam os esforços que esta região está sofrendo.

O emprego da técnica de análise dos perfis longitudinais das drenagens no Pontal do Paranapanema revelou que grande parte desta região é acometida de processos em estado de soerguimento. Duas regiões em soerguimento nesta área se destacam: a primeira no extremo oeste do pontal que denotam expressivos índices de RDEt, onde os feixes de lineamentos postam-se entre ENE-WSW e ESE-

WNW, juntamente com os alinhamentos de nickpoint que acompanham essa direção. A segunda área em soerguimento acompanha o extremo leste da bacia em direção ao médio Paranapanema. Esta área é acometida de intenso processo erosivo com encostas solapadas e blocos de solo deslocados, seu relevo é colinoso com inclinações médias e altas. Os lineamentos extraídos da imagem SRTM permitem afirmar que as direções ESE-WNW são predominantes no contexto do Pontal do Paranapanema. Esta direção também se repete no extremo norte do Planalto e nas bacias do Rio do Peixe, Aguapeí e Santo Anastácio. Outra direção de grande expressão encontra-se a E-W distribuídas por todo o Planalto Ocidental.

Entre as duas áreas em soerguimento, observa-se uma área em subsidência que se alinha com o Planalto das Lagoas, na bacia do rio Santo Anastácio. Esta área possui as drenagens intensamente assoreadas e espesso manto de regolitos assentados em relevo de baixa amplitude e vales fluviais alargados. Esta configuração se alonga em direção ao médio vale do Paranapanema, onde os alinhamentos de nickpoint de direção ENE-WNW estão paralelos aos lineamentos

Nas cabeceiras das drenagens do médio vale do Paranapanema, os traços de lineamentos exibem a direção predominante ESE-WNW com feixes secundários E-W. Os alinhamentos de nickpoint acompanham os traços ESE-WNW em relevos montanhosos dissecados pela erosão. Mediante os parâmetros aplicados, pode-se sugerir que os esforços tectônicos nesta região corroboram para o estado em ascensão.

A bacia do rio Turvo apresenta duas áreas bem distintas, uma em ascensão e outra em subsidência. O trecho em ascensão compreende do médio ao alto vale com índices médios de RDEt chegando a níveis altos na sua cabeceira. Os lineamentos mais expressivos são de direção E-W na cabeceira e ESE-WNW no médio vale e os alinhamentos de nickpoint revelaram traços E-W. Os traços de nickpoint, por vezes, culminam com zonas em subsidência e em ascensão, evidenciados a partir da análise dos perfis longitudinais das drenagens, conforme foi demonstrado na Figura 54 onde foi possível verificar tal feição.

Os divisores d'água entre esta bacia e o trecho Tietê-Jacaré exibem forte controle estrutural de direção ESE-WNW, tal controle é evidente ao comparar esta direção com os rios Lençóis (83 – Tietê-Jacaré) Batalha (61 – Tietê-Batalha) e com a cabeceira do rio Aguapeí.

O trecho em subsidência localiza-se a noroeste da bacia, compreendendo o rio São João (4) e seus afluentes. Esta área alinha-se da, já descrita, área em subsidência na cabeceira do Rio do Peixe e do rio Novo (14 – médio Paranapanema), onde as drenagens possuem vales amplos postos em relevos de baixa inclinação e depósitos de terraços com espessos pacotes de regolitos.

Por fim, a bacia do rio Pardo apresenta um estado em soerguimento nas suas cabeceiras e em subsidência do médio vale ao encontro com o rio Turvo. Os lineamentos extraídos exibem direção predominante ESE-WNW e os alinhamentos de nickpoint direções variadas entre NE-SW, N-S e E-W.

Os perfis auferidos nas drenagens da margem direita desta bacia, em estado de soerguimento, confluíram com os resultados obtidos na bacia do rio Turvo, sugerindo que possam fazer parte de um mesmo controle estrutural. A configuração do relevo nesta porção é montanhosa com limites bem definidos, a partir das imagens SRTM, entre os mantos de regolitos rasos e espessos.

Na região compreendida como em estado de subsidência são comuns as construções para contenção de enxurradas, evitando o deslocamento de solo e o já intenso assoreamento das drenagens, que provavelmente são recebidos das áreas em soerguimento, onde o processo erosivo é intenso.

Carecem maiores trabalhos em campo para a identificação de estruturas de liquefação, além daquelas apresentadas por Etchebehere (2000) e Guedes (2008). Entende-se que tais feições também podem ser identificadas em outras porções do território paulista.

Os estudos fluviomorfométricos empregados na área de estudo tiveram como objetivo maior contribuir com o entendimento da dinâmica das drenagens com vistas às deformações crustais. Também se objetivou compreender o quadro estrutural desta área, bem como definir as áreas que sofrem tensões tectônicas. Espera-se que tal entendimento possa contribuir com o planejamento regional no que diz respeito ao uso do solo para plantios, cultivos ou construções, uma vez que as áreas com maior propensão às perturbações crustais podem resultar em desastres de grandes proporções.

REFERÊNCIAS

ACKLAS JÚNIOR, R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; CASADO. Análise de perfis longitudinais de drenagens do município de Guarulhos para a detecção de deformações neotectônicas. Revista Universidade Guarulhos Geociências, Guarulhos, v. 8, n. 6, p. 64-78, 2003.

ADAMS, J. Active tilting of the United States midcontinent: geodetic and geomorphologic evidence. Geology, v. 8, n. 9. p. 442-446, 1980.

AGOSTINHO, M. B. Reconhecimento geológico (Formações Santo Anastácio e Adamantina) e paleobiológico (*mesoeucrocodylia baurusuchidae* e *sphagesauridae*) na região noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 158f. Dissertação (mestrado em Geologia Regional). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ALMEIDA, F. F. M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. Boletim IGG, São Paulo, v. 41, p. 169-263, 1964.

ALMEIDA, F. F. M.; ASSINE, M. L.; CARNEIRO, C. D. R. A megadesertificação mesozoica. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (Orgs). Geologia do Brasil: São Paulo: Beca, p. 419-428, 2012.

ANDRADES FILHO, C. O.; GUASSELLI, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. Identificação de deformações neotectônicas, através de imagem SRTM, e sua relação com a gênese dos areais-sudoeste do Rio Grande do Sul. Revista Geografia Acadêmica, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 96-110, 2008.

ASSINE, M. L.; PIRANHA, J. M.; CARNEIRO, C. D. R. Os Paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flavio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, p. 77-93, 2004.

ASSUMPÇÃO, M. The regional intraplate stress field in South America. Journal of Geophysical Research, v. 97, n. B8, p. 11.889-11.903, 1992.

ASSUMPÇÃO, M.; BARBOSA, J. R.; BERROCAL, J.; BASSINI, A. M.; VELOSO, V. I.; MÂRZA, V. I.; HUELSEN, M. G.; RIBOTTA, L. C. Seismicity patterns and focal mechanisms in southeastern Brazil. Revista Brasileira de Geofísica. São Paulo, v. 15, n. 2, 1997.

AUDEMARD, F. A.; SANTIS, F. Survey of liquefaction structures induced by recent moderate earthquakes. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. v. 44, n. 1, p. 5-16, 1991.

BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Análise de bacia hidrográfica como subsídio para detecção de neotectônica: estudo da bacia hidrográfica do Rio Gurujá, litoral sul do Estado da Paraíba. Cadernos de Geociências, Salvador, v. 8, n. 1, p. 10-18, 2011.

BEZERRA, M. A. Influência do uso da terra na incidência de processos de dinâmica superficial na região de Marília (SP). 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação e Pesquisa – CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos.

BISWAS, S.; GRASEMANN, B. Quantitative Morphotectonics of the Southern Shillong Plateau (Bangladesh/India). Austrian Journal of Earth Sciences. v. 97, p. 82-93, 2005.

BJÖRNBERG, A. J. S. Contribuição ao estudo do Cenozóico paulista: tectônica e sedimentologia. 1969a. 128 f. Tese (Provimento do cargo de Professor) - Universidade de São Paulo, São Carlos.

BJÖRNBERG, A. J. S. Critério geomorfológico para determinação de áreas falhadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., 1969b, Salvador. Resumo das conferências e das comunicações... Salvador: SBG, 1969b. p. 65-66.

BJÖRNBERG, A. J. S. Microestrutura dos solos. In: NEGRO JÚNIOR, A. et al. (Eds.). Solos da cidade de São Paulo. São Paulo: ABMS/ABEF, 1992. p. 89-109.

BORGES, M.S.; SENA COSTA, J.B.; HASUI, Y.; PIRES NETO, A.G.; MORALES, N.; JIMENEZ-RUEDA, J.R. Compartimentação neotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40. 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBG, 1998, p.74.

BOYD, K. F.; SCHUMM, S. A. Geomorphic evidence of deformation in the Northern part of the New Madrid seismic zone. In: SHEDLOCK, K. M.; JOHNSTON, A. C. (Eds.) Investigations of the New Madrid seismic zone. U.S. Geol. Survey, 1995. 35 p. (Prof. Paper; 1538-R).

BURNETT, A. W.; SCHUMM, S. A. Alluvial-river response to neotectonic deformation in Louisiana and Mississippi. Science, 222, p. 49-50, 1983.

CAPANEMA, G. S. Quaes as tradições, ou vestígios geológicos que nos levem á certeza de ter havido terremotos no Brasil? Revista Trimestral do Instituto Historico Geographico e Ethnographico do Brasil, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 135-159, 1854.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 2ed, 1980.

CONDIE, K. C. Plate Tectonics and Crustal Evolution. 4 ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 1997.

COSTA, J.B.S., BORGES, M.S., HASUI, Y., PIRES-NETO, A. G., MORALES, N., RUEDA, J.R.J. Compartimentação Neotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40, 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBG, 1998 p.75.

COSTA, J. B. S.; BEMERGY, R. L.; HASUI, Y. BORGES, M. S.; FERREIRA Jr., C. R. P. F.; BEZERRA, P. E. L.; COSTA, M. L.; FERNANDES, J. M. G. Neotectônica da região Amazônica: Aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. Geonomos, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 23-24, 1996.

COX, R. T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify áreas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. Geological Society of America Bulletin, v. 106, n. 5, p. 571-581, 1994.

CRONE, A. J.; MACHETTE, M. N.; BOWMAN, J. R. Episodic nature of earthquake activity in stable continental regions revealed by paleoseismicity studies of Australian an North American Quaternary faults. Australian Journal of Earth Sciences, v. 44, p. 203-214, 1997.

CROSBY, B. T.; WHIPPLE, K. X. Knickpoint initiation and distribution within fluvial networks: 236 waterfalls in the Waipaoa River, North Island, New Zealand. Geomorphology, v. 86, p. 16-38, 2006.

CRUZ, C. da. Análise comparativa da evolução das boçorocas nos anos de 1962 e 1999 nos municípios de Pompéia e Oriente-SP. 2001. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional). Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DEFFONTAINES, P. Regiões e Paisagens do Estado de São Paulo: Primeiro esboço de divisão regional. Boletim Geográfico, Ano II, n.24, p. 1837-1850, 1945.

DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; MARANHÃO, M. S. A. S.; CASTRO, J. C.; SUAREZ, J. M.; RODRIGUES, R. Cretaceous non marine calcareous microfossils from the Adamantina Formation (Bauru Group), western São Paulo, Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE SOUTH ATLANTIC MESOZOIC CORRELATION-PROJECT 381, 3., 1998, Comodoro Rivadavia, Abstracts... Comodoro Rivadavia: IGCP-IUGS, Boletim 2 (Edición Especial), 1998, Año 1, p. 8-10.

ERNESTO, M. BATEZELLI, A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; FULFARO, V. J. Início da sedimentação suprabasáltica na Bacia do Paraná: paleomagnetismo do Grupo Caiuá (oeste de São Paulo e noroeste do Paraná). In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7., 2006, Serra Negra. Boletim... Serra Negra: UNESP, 2006. p. 48.

ETCHEBEHERE, M. L. C. Terraços neoguaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas. 2000. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R. Relação Declividade / Extensão de Curso (RDE) aplicada à detecção de deformações neotectônicas regionais na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6., 1999, São Pedro. Boletim de Resumos... Rio Claro: SBG-SP/RJ-ES/UNESP, 1999. p. 93.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R. Feições de liquefação em sedimentos quaternários no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista: implicações paleossísmicas. Geociências, Rio Claro, v. 21, n. 1/2, p. 43-56, 2002.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; CASADO, F. C. Análise morfoestrutural aplicada no vale do Rio do Peixe (SP): uma contribuição ao estudo da neotectônica e da morfogênese do Planalto Ocidental Paulista. Revista Universidade Guarulhos Geociências, Guarulhos, SP, v. 10, n. 6, p. 45-62, 2005.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J. Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no Planalto Ocidental Paulista. Revista Geociências, Rio Claro, v. 26, n. 3, p. 229-247, 2007.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do índice “relação declividade-extensão – rde” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. Revista do Instituto de Geociências – USP. Sér. Cient., São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56, out. 2004a.

ETCHEBEHERE, M. L. C. SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; LANDIM, P. M. B. Revisão estratigráfica da cobertura sedimentar Pós-Basáltica do Planalto Ocidental Paulista: a contribuição do séc. XX. Revista Universidade Guarulhos Geociências, Guarulhos, SP, v. 9, p. 69-88, 2004b.

ETCHEBEHERE, M. L. C. SAAD, A. R.; SANTONI, G.; CASADO, F. C.; FULFARO, V. J. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. Geociências, Rio Claro, v. 25, p. 290-319, 2006.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; THOMAZELLA, H. R.; BATEZELLE, A.; FULFARO, J. V. Feições de liquefação em sedimentos cenozóicos no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista: implicações neotectônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40. 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBG, 1998, p. 80.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SILVA, R.B.; SAAD, A.R.; RESENDE, A.C. Reavaliação do potencial do Grupo Bauru para evaporitos e salmouras continentais. Geociências, Rio Claro, v. 12, p. 333-352, 1993.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; CASADO, F. C.; MORALES, N. Análise fluviomorfométrica do Rio Corumbataí (SP) – implicações morfotectônicas vinculadas à migração de nickpoint. Revista Universidade Guarulhos Geociências, Guarulhos, SP, v. 10, n. 1, p. 74-94, 2011.

FACINCANI, E.M.; MORALES, N.; BORGES, M.S. Aspectos estruturais e neotectônicos das coberturas superficiais da Depressão Periférica: região de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba – SP. In: 8º Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos e 2º International Symposium on Tectonics of the Brazilian Geological Society, 2001, Recife. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Nordeste e Universidade Federal de Pernambuco, 2001. P. 311 – 313.

FACINCANI, E.M., MORALES, N., EBERT, H.D., HASUI, Y., BORGES, M.S. Tectonic controls on morphogenesis around São Carlos, Rio Claro and Piracicaba, São Paulo state, Brazil. In: Regional Conference on Geomorphology, IAG, Rio de Janeiro, 1999, p.35.

FAIRCHILD, T. R.; TEIXEIRA, W.; BABINSKI, M. Em busca do passado do planeta: Tempo Geológico. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Orgs). Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 306-326.

FERNANDES, L. A. Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). 1998. 232 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FERNANDES, L. A. A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (São Paulo) – Grupos Bauru e Caiuá. 1992. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

FERNANDES, A. J.; PRESSINOTTI, M. M. N. Estratigrafia dos derrames de basaltos da Formação Serra Geral (Ribeirão Preto-SP) baseada na geologia física, petrografia e geoquímica. Revista do Instituto de Geociências – USP. Sér. Cient., São Paulo, v. 10, n. 2, p. 73-99, jul. 2010.

FERREIRA, C.; GOMES, A.; ANTÓN, L. Knickpoints na bacia hidrográfica do Douro: análise da sua distribuição e implicações estruturais. In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, 6. Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2. 2010. Coimbra. Boletim de Resumos... Universidade de Coimbra, Maio de 2010, p. 1-13.

FUJIHARA, A. K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FUJITA, R. H. O perfil longitudinal do Rio Ivaí e sua relação com a dinâmica de fluxos. 2009. 98f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade de Maringá, Maringá.

FULFARO, V. J. ETCHEBEHERE, M.L.C.; PERINOTTO, J.A.J.; SAAD, A.R. Santo Anastácio: um geossolo cretácico na Bacia Caiuá. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Serra Negra. Boletim... Serra Negra: UNESP, 1999. p.125-130.

FULFARO, V.J.; SAAD, A.R.; SANTOS, M.B.; VIANNA, R.B. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, v. 12, n.4, p.590-611. 1982.

FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. A bacia Bauru: estado da arte. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Águas de São Pedro. Boletim... Rio Claro: UNESP, 1996. p. 297-303.

GESICKI, A. L. D. Evolução diagenética das Formações Pirambóia e Botucatu (sistema Aquífero Guarani) no Estado de São Paulo. São Paulo, 2007. 175f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOBBO-RODRIGUES, S. R.; PETRI, S.; BERTINI, R. J. Possibilities of biotic correlations between Bauru Group (Paraná Basin, Brazil) and Neuquén Basil (Argentina) in the Upper Cretaceous. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE SOUTH ATLANTIC MESOZOIC CORRELATION-PROJECT 381, 3, Comodoro Rivadavia, Argentina, 1998. Abstracts... Comodoro Rivadavia, IGCP-IUGS, Boletín 2 (Edición Especial), Año 1, p. 15-16.

GONTIJO, A. H. F. Morfotectônica do médio vale do Paraíba do sul: região da Serra da Bocaina, estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Rio Claro, 1999. 259 f. Tese (Doutorado em Geologia) - IGCE-UNESP, Rio Claro.

GUEDES, I.C. Aplicação de análise flúvio-morfométrica na bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio – SP para detecção de deformações neotectônicas. Guarulhos, 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação e Pesquisa – CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos.

GUEDES, I. C. ; MORALES, N. ; ETCHEBEHERE, M. L. C. Parâmetros flúvio-morfométricos aplicados na bacia hidrográfica do rio Turvo-SP para detecção de atividade neotectônica. In: ENCONTRO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 5, 2011, Rio Claro. Caderno de Resumos. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2011. p. 81.

GUEDES, I. C.; MORALES, N.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; SANTOS, L. F. F. Interpretação de parâmetros fluviomorfométricos no pontal do paranapanema (SP) para detecção de atividades neotectônica. In: Encontro dos programas de pós-graduação em geociências, 4, 2010, Rio Claro. Resumos... Rio Claro: IGCE Instituto de Geociências e Ciências Exatas, IGCE-Unesp, 2010. p. 38.

GUEDES, I. C.; ETCHEBEHERE, M. L.; MORALES, N.; STEVAUX, J. C.; SANTONI, G. C. Feições de liquefação no vale do rio Santo Anastácio (SP) – Indicativo de atividade sísmica quaternária? Revista Universidade Guarulhos, Geociências, Guarulhos, v. 7, n. 1, p. 64-77, 2008.

GUEDES, I. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; MORALES, N.; STEVAUX, J. C.; SANTONI, G. C. Análise morfotectônica da bacia do rio Santo Anastácio, SP, através de parâmetros flúvio-morfométricos e de registros paleossismológicos. Geociências, Rio Claro, v. 28, n. 4, p. 345-362, 2009a.

GUEDES, I. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; MORALES, N.; STEVAUX, J. C.; SANTONI, G. C. Análise Flúvio-morfométrica na Bacia do Rio Santo Anastácio-SP: Indicação de deformações neotectônicas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 11, 2009, São Pedro. Anais... Rio Claro: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleos SP/RJ/ES, 2009b. p. 67.

GUEDES, I. C.; SANTONI, G. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; STEVAUX, J. C.; MORALES, N.; SAAD, A. R. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. Revista Universidade Guarulhos, Geociências, Guarulhos, v. 5, n. 1, p. 75-102, 2006.

GÜRPINAR, A. The importance of paleoseismology in seismic hazard studies for critical facilities. Tectonophysics, 408, p. 23-28, 2005.

HAMILTON, R. M.; JOHNSTON, A. C. Tecumseh's prophecy: preparing for the next New Madrid earthquake. U.S.Geological Survey Circular 1066: 1990. 30 p.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index. Journal Research of the United State Geological Survey, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, 1., 1990, Belo Horizonte. Boletim... Belo Horizonte: SBG-MG, 1990. p. 1-31.

HASUI, Y.; COSTA, J.B.S.; BORGES, M.S.; JIMENEZ-RUEDA, J..R.; MORALES, N.; BERMEGUY, R.L. Compartimentação neotectônica do Lineamento Paranapanema. In: Simp. Nac. Estudos Tectônicos, 7., 1999, Lençóis. Atas... Lençóis-BA: SNET, 1999, p.37-39.

HASUI, Y., BORGES, M.S., MORALES, N., COSTA, J. B. S., JIMENEZ-RUEDA, J. R., PIRES NETO, A.G., BERMEGUY, R. L.. Mapa neotectônico do estado de São Paulo: quadro preliminar. In: Simp.Geol. Sudeste, 6, 1999, São Pedro.. Boletim de Resumos. São Pedro: Sociedade Brasileira de Geologia SP/RJ/ES e IGCE/UNESP, 1999. p.98.

HASUI, Y.; SENA COSTA, J.B.; BORGES, M.S.; MORALES, N.; JIMENEZ-RUEDA, J.R. Evolução morfotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGR. BRAS. GEOL., 40, 1998, Belo Horizonte: SBG, 1998, p.78.

HATTINGH, J.; GOEDHART, M. L. Neotectonic control on drainage evolution of the Algoa basin, southeastern Cape Province. South African Journal of Geology. v. 100, p. 43-52, 1997.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin, v. 56, p. 275-370, 1945.

HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summary. American Association of Petroleum Geologists Bulletin – AAPG, v. 56, p. 275-370, 1967.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 1981. 2 v. Escala 1:1.000.000. (Monografias IPT; 7).

ITRI, S. L.; SANTOS, A.; ETCHEBEHERE, M. L. C. Aplicação do índice “Relação Declividade Extensão - RDE” na Bacia do Rio Turvo (SP) para detecção de deformações neotectônicas. In: ENCONTRO DE PESQUISA E JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2., Guarulhos, Resumos... Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2004, CD-ROM.

JOHNSTON, A. C.; KANTER, L. R. Earthquakes in stable continental crust. Scientific American, v. 254, p. 68-75, 1990.

KELLER, E.A.; PINTER, N. Active tectonics: Earthquakes, uplift, and landscape. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

LABOURIAU, M.L.S. História Ecológica da Terra. São Paulo, Edgard Blücher, 1998.

LEMES, A. C. L.; ETCHEBEHERE, M. L. C. Análise dos perfis longitudinais das drenagens do trecho do Rio Tietê-Jacaré-SP para identificação de atividades neotectônicas. In: Jornada de Iniciação Científica, 9, 2011. Guarulhos. Pôsteres... Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2011.

LEMES, A. C. L.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; GUEDES, I. C. Análise dos perfis longitudinais das drenagens no trecho do Rio Tietê-Jacaré, SP para identificação de atividades neotectônicas. In: Jornada de Iniciação Científica, 10, 2012. Guarulhos. Pôsteres... Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2012.

LEOPOLD, L. B.; LANGBEIN, W. B. The concept of entropy in landscape evolution. Washington, DC: United State Geological Survey, Prof. Paper, 1962.

LIMA, M. R.; MEZZALIRA, S.; DINO, R.; SAAD, A. R. Descoberta de microflora em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo do Estado de São Paulo. Rev. Instituto Geológico, São Paulo, v. 7, n. 1-2, 1986, p. 5-9.

MACEDO, R. M. S.; GUEDES, I. C. Análise neotectônica da bacia do Rio Batalha-SP, áreas vizinhas, através da interpretação de parâmetros fluviomorfométricos. Revista Educação, Universidade Guarulhos, Guarulhos, v. 8, n. 2, (especial), p. 102, 2013.

MACHADO, F. B.; NARDY, A. J. R.; ROCHA Jr., E. R. V.; MARQUES, L. S.; OLIVEIRA, M. A. F. Geologia e litogeoquímica da Formação Serra Geral nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do sul. Geociências, Rio Claro, v. 28, n. 4, p. 523-540, 2009.

MACIEL, D. L. P. Aplicação de parâmetros morfométricos de elementos de drenagem para a caracterização da soleira de Arujá e a análise de processos neotectônicos. 2009. 100f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação e Pesquisa – CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos.

MARPLE, R. T.; TALWANI, P. Evidence of possible tectonic upwarping along the South Carolina coastal plain from an examination of river morphology and elevation data. Geology, v. 21, p. 651-654, 1993.

MARTINELLI, M. Clima do Estado de São Paulo. Confins, Paris, n. 9, mar, 2010. Disponível em: <<http://confins.revues.org/6348>>. Acesso em 15 fev. 2012.

MARTINEZ, M. Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

McKEOWN, F. A.; JONES-CECIL, M.; ASKEW, B.L.; McGRATH, M. B. Analysis of stream-profile data and inferred tectonic activity, Eastern Ozark Mountains region. Denver. United State Geological Survey Bulletin, n. 1807, 39 p., 1988.

MELLO, C. L. *Sedimentação e tectônica cenozóica no médio vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos*. 1997. 288 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

MENDES, L. D.; FERNANDES, N. F.; GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. Morfotectônica da bacia hidrográfica do Rio Bonito, Petrópolis-RJ. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 8, n. 1, p. 63-77, 2007.

MERRITTS, D.; VINCENT, K. R. Geomorphic response of coastal streams to low, intermediate, and high rates of uplift, Mendocino triple junction region, northern California. Geological Society American Bulletin, v. 101, p. 1.373-1.388, 1989.

MICHETTI, A. M.; AUDEMARD, F.A.; MARCO, S. Future trends in paleoseismology: Integrated study of the seismic landscape as a vital tool in seismic hazard analyses. Tectonophysics, v. 408, p. 3-21, 2005.

MIOTO, J. A. Sismicidade e zonas sismogênicas do Brasil. 1993. 2 v. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MIRANDA, M. J.; PINTO, H. S.; ZULLO Jr., H.; FAGUNDOS, R. M.; FONSECHI, D. B.; CALVE, L.; PELLEGRINO, G. Q. A classificação climática de Koeppen para o Estado de São Paulo. Campinas: Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em 10 fev. 2012.

MONBEIG, P. A divisão regional do Estado de São Paulo. Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros, São Paulo, v. 1. p. 19-36, 1949.

MONBEIG, P. *Pioneiros e fazendeiros de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1984.

MORAIS RÊGO, L.F.M. Notas sobre a Geomorfologia de São-Paulo e sua Gênese. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, v. 4, n. 37, p. 9-17, abr. 1946.

MORALES, N., HASUI, Y., COSTA, J.B.S., BORGES, M.S., RUEDA, J.R.J. Evolução Morfotectônica do Sudeste do Brasil. In: Congr.Bras.Geol., 40, 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: SBG/MG, 1998. p.78.

OBERMEIER, S. F. Liquefaction evidence for strong earthquakes of Holocene and latest Pleistocene ages in the states of Indiana and Illinois. United State of America Engineering Geological, v. 50, p. 227-254, 1998.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C. Fundamentos da história ambiental do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. In: ENCONTRO ESTADUAL DE HISTÓRIA, 2., 2004, Feira de Santana, Anais Eletrônicos... Feira de Santana: ANPH-BA, 2004.

PEIXOTO, C. A. B. (Org). Geodiversidade do Estado de São Paulo. São Paulo: CPRM, 2010.

PHILLIPS, L. F.; SCHUMM, S. A. Effect of regional slope on drainage networks. Geology, v. 15, p. 813-816, 1987.

PORTO, D. R. ; PELLEGRINI, P. S. ; ETCHEBEHERE, M. L. C. ; SAAD, A. R. . Análise morfotectônica da bacia do rio Aguapeí, planalto ocidental paulista, mediante fluviomorfometria e fotointerpretação. Geociências, Rio Claro. v. 32, n. 2, p. 227-246, 2013.

RENNE, P. R.; ERNESTO, M.; PACCA, I. G.; COE, R. S.; GLEN, J. M.; PRÉVOT, M.; PERRIN, M. The age of the Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic-Cretaceous boundary. Science, v. 258, p. 975-979, 1992.

RICCOMINI, C. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo. v. 27, n. 2, p. 153-162, 1997.

RIVEREAU, J. C. Notas de aula do curso de fotointerpretação. Curitiba: C.C.G.P. Instituto Geológico UFP, 1969. 93 p.

RODRIGUEZ, S. K. Neotectônica e sedimentação quaternária na região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA. 1993. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRIGUEZ, S. K.; SUGUIO, K. Gradientes hidráulicos das drenagens de 2ª ordem: uma contribuição para os estudos de neotectônica da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira - PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992. São Paulo. Resumos expandidos... São Paulo: SBG, 1992. p. 598-600.

ROCHA, C. S.; GUEDES, I. C. Análise neotectônica no trecho do baixo Tietê-SP através da interpretação de parâmetros fluviomorfométricos. In: Jornada de Iniciação Científica, 9., 2011. Guarulhos. Pôsteres... Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2011.

ROCHA, C. S.; GUEDES, I. C. Análise neotectônica no trecho do Tietê-SP através da interpretação de parâmetros fluviomorfométricos. Revista Educação, Universidade Guarulhos, Guarulhos, v. 8, n. 2, (especial), p. 97, 2013.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo, DG-FFLCHUSP, IPT, FAPESP, 1997.

SAAD, A. R. Análise da produção técnico-científica. 1997. 150 f. (Concurso para obtenção do título de Livre-Docente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SAAD, A.R.; PORTO, D. R. Análises fluviomorfométricas e geológica da porção setentrional do Planalto Ocidental Paulista para detecção de possíveis deformações neotectônicas. Projeto de pesquisa, FAPESP nº 11/6355-7. Vigência, 01 mar-2012 a 28 fev 2014.

SAADI, A.; BEZERRA, F. H. R.; COSTA, R. D.; IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, Holos, 2005. P, 211-230.

SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. Geonomos, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 1-15, nov. 1993.

SABINS Jr., F. F. Remote sensing, principles and Interpretation. San Francisco: W. H. Freeman, 1978.

SADOWSKI, G. R.; DIAS NETO, C. M. O lineamento sismo-tectônico de Cabo Rio. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.11, n. 4, p. 209-212. 1981.

SALAMUNI, E.; EBERT, H. D.; HASUI, Y. Morfotectônica da Bacia Sedimentar de Curitiba. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 469-47, 2004.

SALVADOR, E. D. Análise neotectônica da região do vale do rio Paraíba do Sul compreendida entre Cruzeiro (SP) e Itatiaia (RJ). 1994. 124f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo.

SALLUN, A. E. M. Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP). 2003. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTONI, G.C. & MORALES, N. Análise estrutural do fraturamento na bacia do rio Santo Anastácio, Planalto Ocidental Paulista, para detecção de deformações neotectônicas. Rio Claro: FAPESP, 2006. Relatório Parcial FAPESP, n. 06/50237-3, 48 p., 2006.

SANTONI, G.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R. Análise de parâmetros morfométricos de drenagem visando à detecção de movimentos neotectônicos na bacia do rio Santo Anastácio, SP. In: ENCONTRO DE PESQUISA E JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2., 2004, Guarulhos. *Resumos...* Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2004. CD-ROM.

SANTOS, P. R.; GABOARDI, C.; OLIVEIRA L. C. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005. Goiânia: INPE, 2005, p. 4473-4480.

SANTOS, A.; ITRI, S.L.; ETCHEBEHERE, M.L.C. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia hidrográfica do Rio Turvo (SP) para avaliação de deformações neotectônicas. Uma contribuição para o planejamento territorial. In: ENCONTRO DE PESQUISA E JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2, 2004, Guarulhos. Resumos... Guarulhos: Universidade de Guarulhos, 2004. CD-ROM.

SANTOS, A. C.; GUEDES, R. C. M. Análise neotectônica no trecho do Tietê-Batalha-SP através da interpretação de parâmetros fluviomorfométricos. In: Jornada de Iniciação Científica, 9., 2011. Guarulhos. Pôsteres... Guarulhos: Universidade Guarulhos, 2011.

SANTOS, L. F. F.; GUEDES, I. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C. Análise neotectônica do Pontal do Paranapanema (SP) mediante aplicação de parâmetros fluviomorfométricos. Geociências, Rio Claro, v. 30, n.4, p. 491-507, 2011.

SEEBER, L.; GORNITZ, V. River profiles along the Himalayan arc as indicators of active tectonics. Tectonophysics, v. 92, p. 335-367, 1983.

SILVA, L. G.; GUEDES, R. C. M. Análise neotectônica em bacias do trecho do Rio Tietê-SP (Tietê-Batalha) através da interpretação de parâmetros fluviomorfométricos. Revista Educação, Universidade Guarulhos, Guarulhos, v. 8, n. 2, (especial), p. 101, 2013.

SILVA, G.P.R. Aplicação de análise flúvio-morfométrica na bacia hidrográfica do rio Jaguari (parte montante) para detecção de deformações neotectônicas. 2010. 148f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação e Pesquisa – CEPPE, Universidade Guarulhos, Guarulhos.

SILVA, G.P.R.; ETCHEBEHERE, M.L.; SAAD, A.R.; FRANCO-MAGALHÃES, A.O.B. Análise de perfis segmentados de drenagem para a avaliação morfotectônica na bacia hidrográfica do alto Rio Jaguari (SP-MG). Geociências, Rio Claro, v.31, n.2, p. 259-271, 2012.

SILVA, R. B.; COUTO, E. A. Geologia do Bloco 45, balizado pelas cidades de Bauru, Marília, Ourinhos e Águas de Santa Bárbara. São Paulo: Consórcio CESP-IPT, 1980. 2 v. Relatório BP-011/80.

SILVA, I. C.; FURRIER, M. Análise de parâmetros físicos, morfológicos e morfométricos para avaliação de influência neotectônica nas bacias dos riachos Timbó e Marmelada, afluentes do Rio Itapororoca-PB. Cadernos de Geociências, Salvador, v. 10, n. 1, p. 23-33, 2013.

SIMONE, L. R. L; MEZZALIRA, S. A posição sistemática de alguns bivalves unionoidea do Grupo Bauru (Cretáceo Superior) do Brasil. Revista Universidade Guarulhos, Geociencias, Guarulhos, v. 2, n. 6, p. 63-65, 1997.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

STEIN, D. P. Avaliação da degradação do meio físico – Bacia do rio Santo Anastácio, oeste paulista. Rio Claro. 2 v. 1999. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p. 1.117-1.142, 1952.

SUGUIO, K. Influence of the "Hypsithermal Age" and "Neoglaciation" climatic conditions on the Brazilian coast. Pesquisas em Geociências, Porto Alegre, v. 28, n. 2, p. 213-222, 2001.

TAKIYA, H. Estudo da sedimentação neogênico-quaternária no município de São Paulo: caracterização dos depósitos e suas implicações na geologia urbana. 1997. 152 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

THÉRY, H. Atlas Seade da economia paulista. São Paulo: SEADE, 2006. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/atlasecon/>>. Acesso em 10 fev. 2012.

LIMA, V. F.; FURRIER, M. Avaliação morfológica e morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Mamuaba-PB, para detecção de prováveis deformações neotectônicas. Cadernos de Geociências, Salvador, v. 10, n. 1, p. 34-44, 2013.

VERRIOS, S.; ZYGOURI, V.; KOKKALAS, S. Morphotectonic analysis in the Eliki fault zone (gulf of Corinth, Greece). Bulletin of the Geological Society of Greece, v. 34, p. 1706-1715, 2004.

WU, F.T.; CAETANO-CHANG, M.R. Estudo mineralógico dos arenitos das formações Pirambóia e Botucatu no centro-leste do Estado de São Paulo. Rev. IG., São Paulo, v. 13. n. 1, p. 58-68, 1992.

ZERNITS, E. R. Drainage patterns and their significance. Journal of Geology, v. 40, p. 498-521, 1932.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

IVAN CLAUDIO GUEDES

**ANÁLISE MORFOTECTÔNICA DO PLANALTO OCIDENTAL
PAULISTA, AO SUL DO RIO TIETÊ:** indicadores de deformações
neotectônicas na fisiografia da paisagem.

Rio Claro - SP

2014

(Volume 2)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

IVAN CLAUDIO GUEDES

**ANÁLISE MORFOTECTÔNICA DO PLANALTO OCIDENTAL
PAULISTA, AO SUL DO RIO TIETÊ: indicadores de deformações
neotectônicas na fisiografia da paisagem.**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geologia Regional.

Orientador: Prof. Dr. Norberto Morales

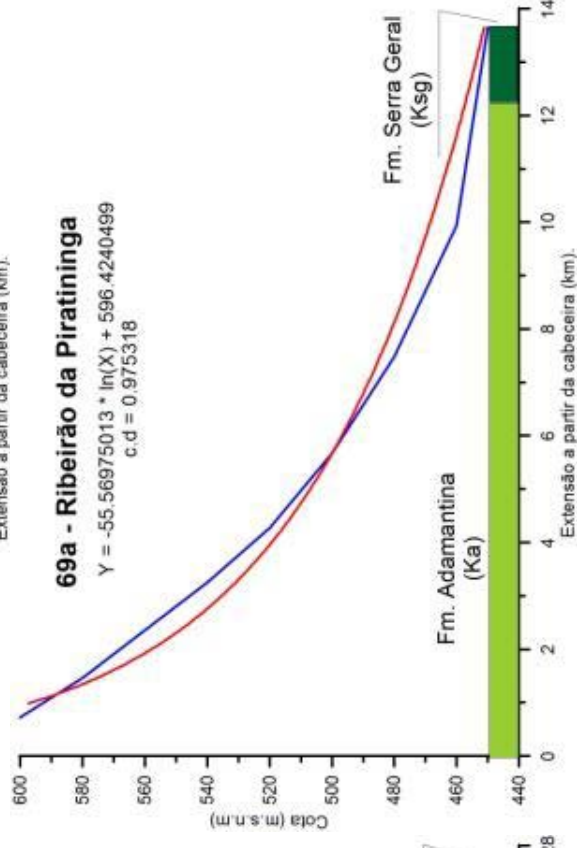
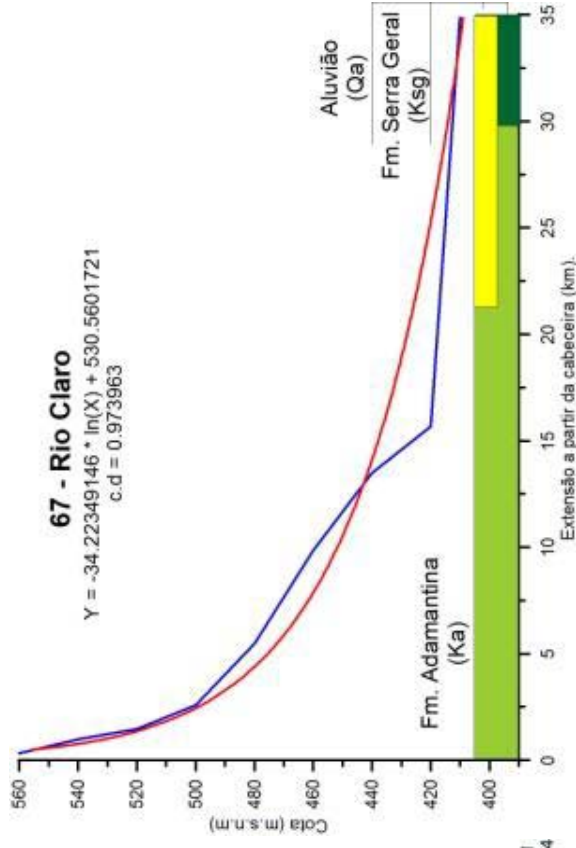
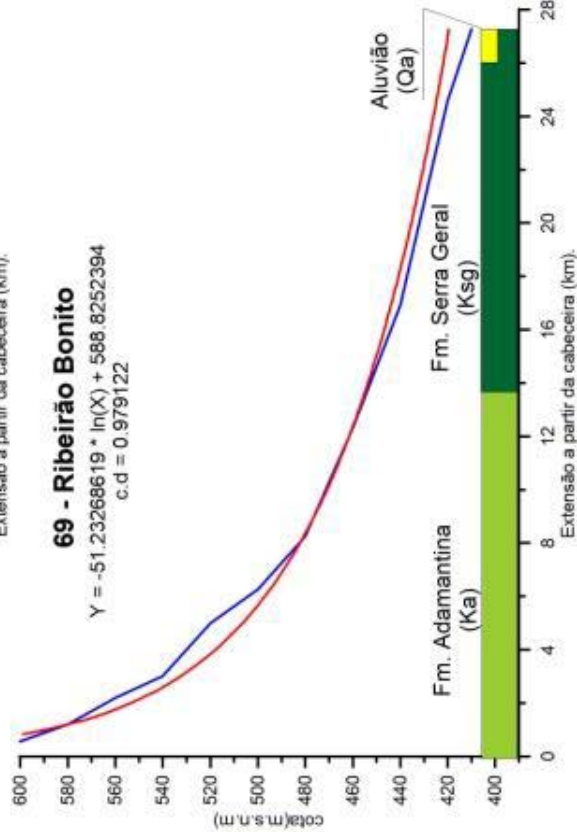
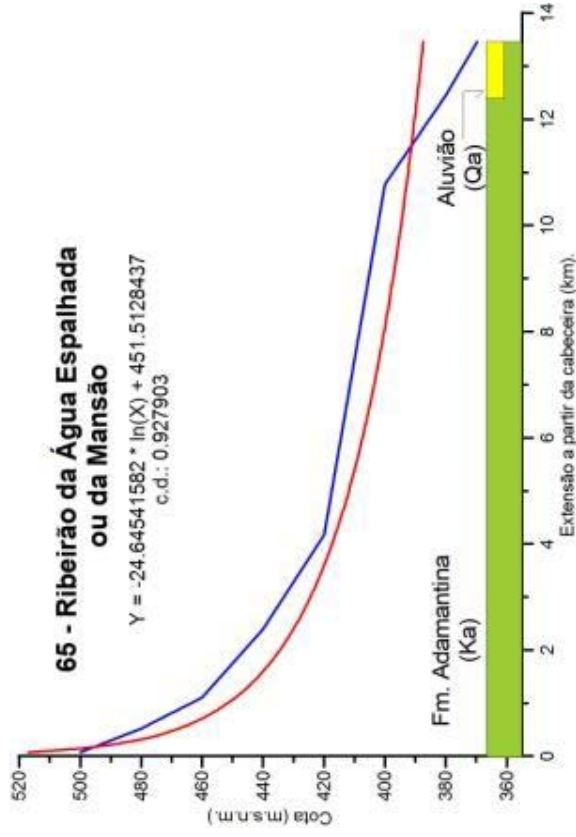
Co-orientador: Prof. Dr. Mario Lincoln De Carlos Etchebehere

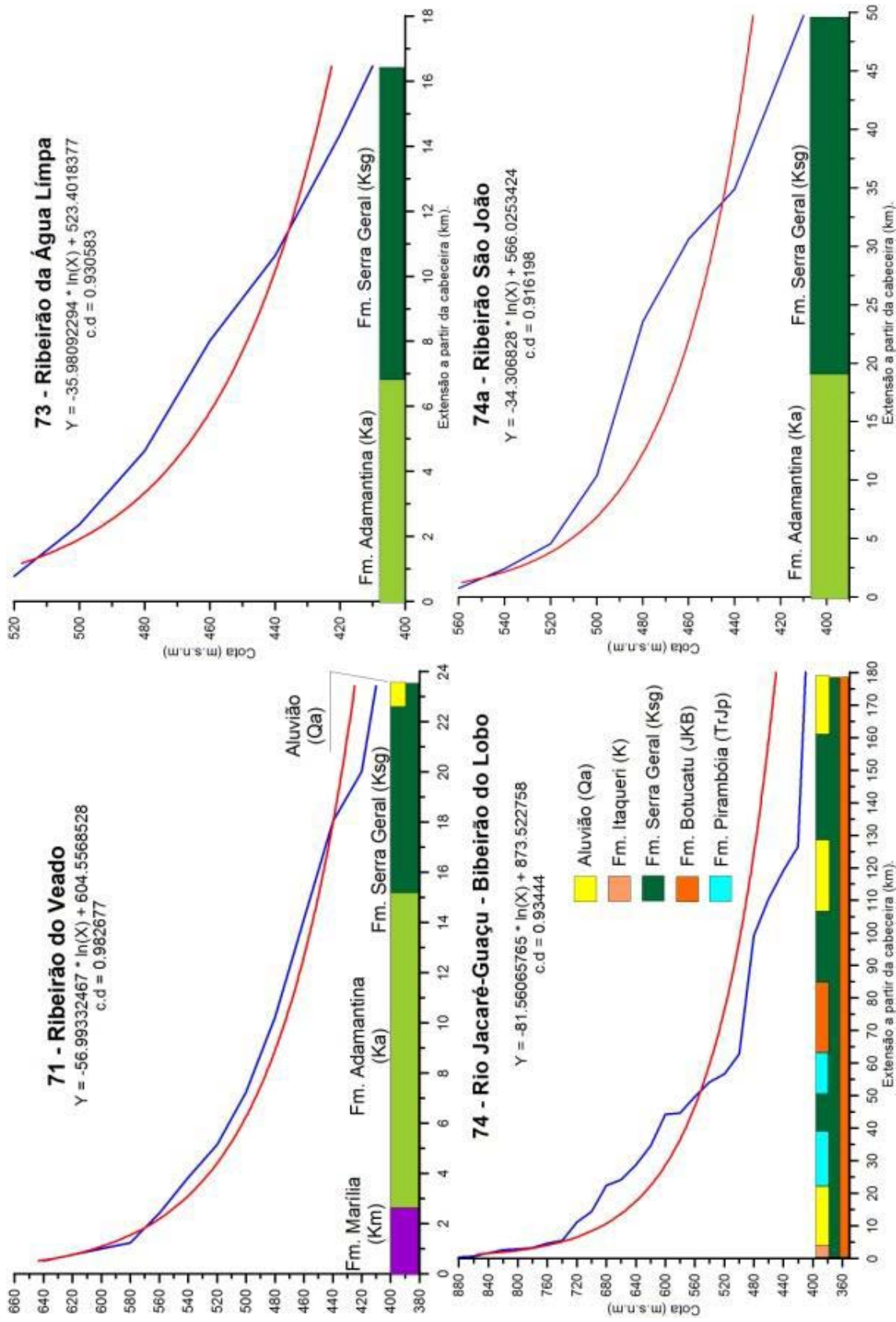
Rio Claro – SP

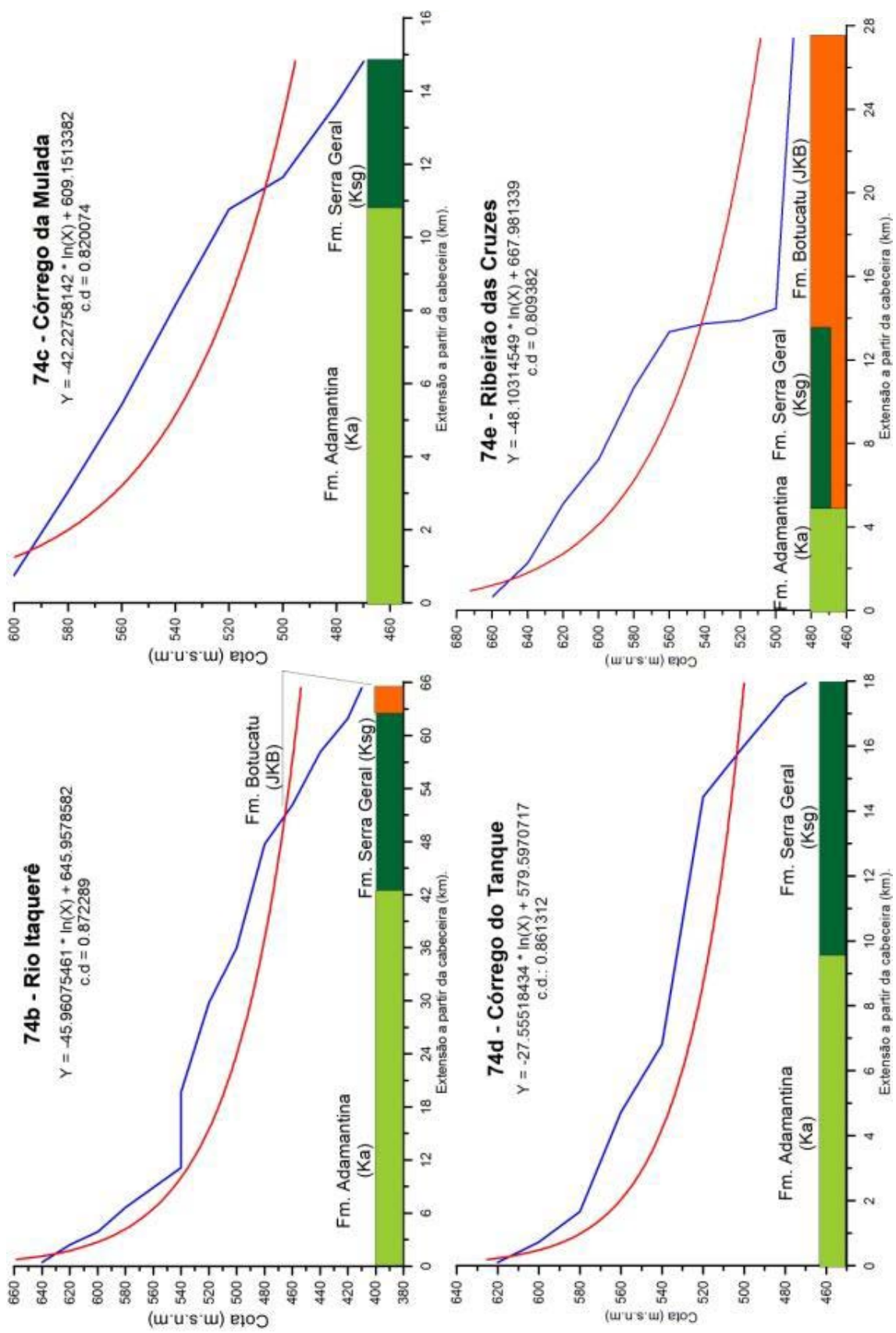
2014

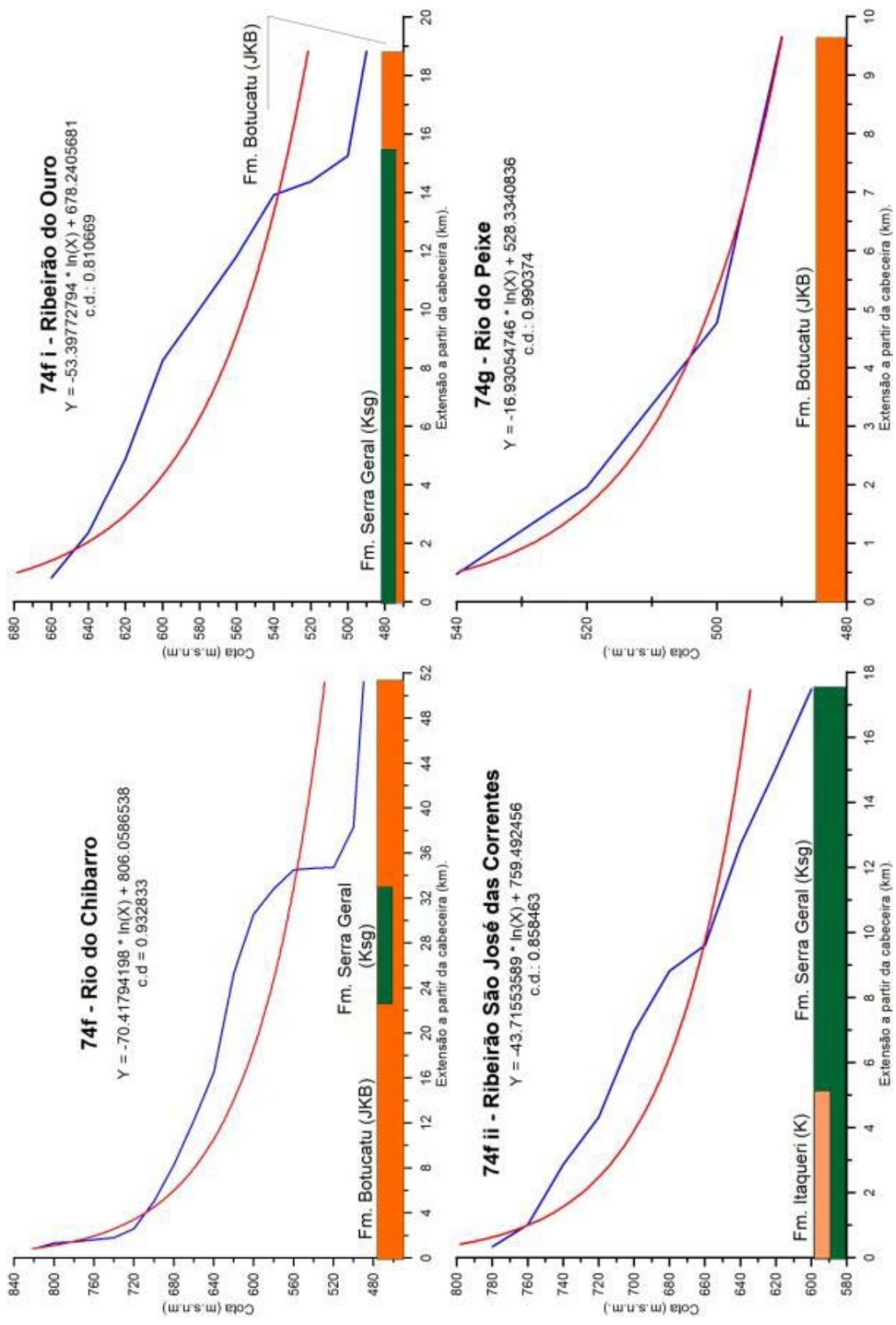
(Volume 2)

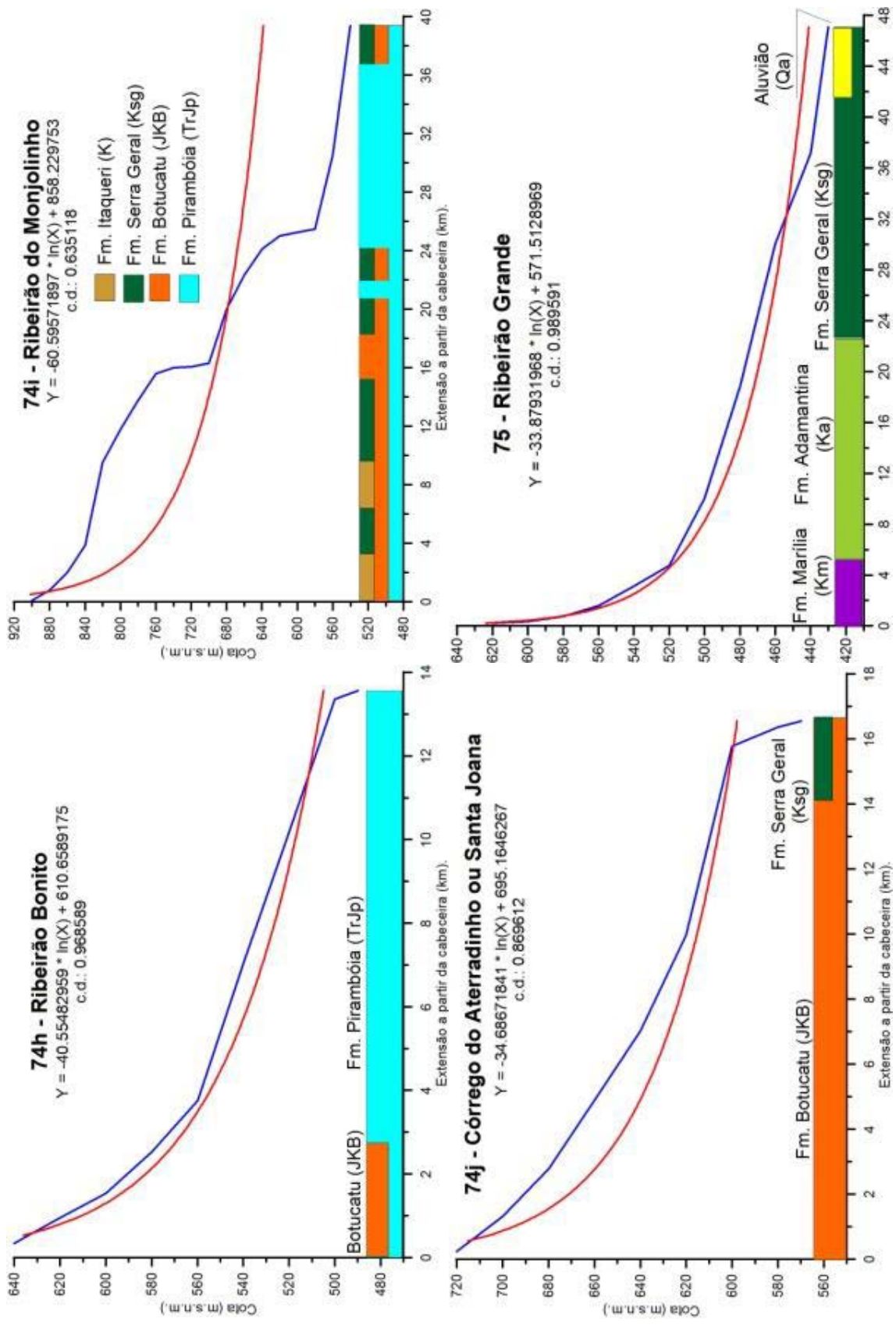
ENCARTE A: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO TRECHO TIETÊ-JACARÉ.

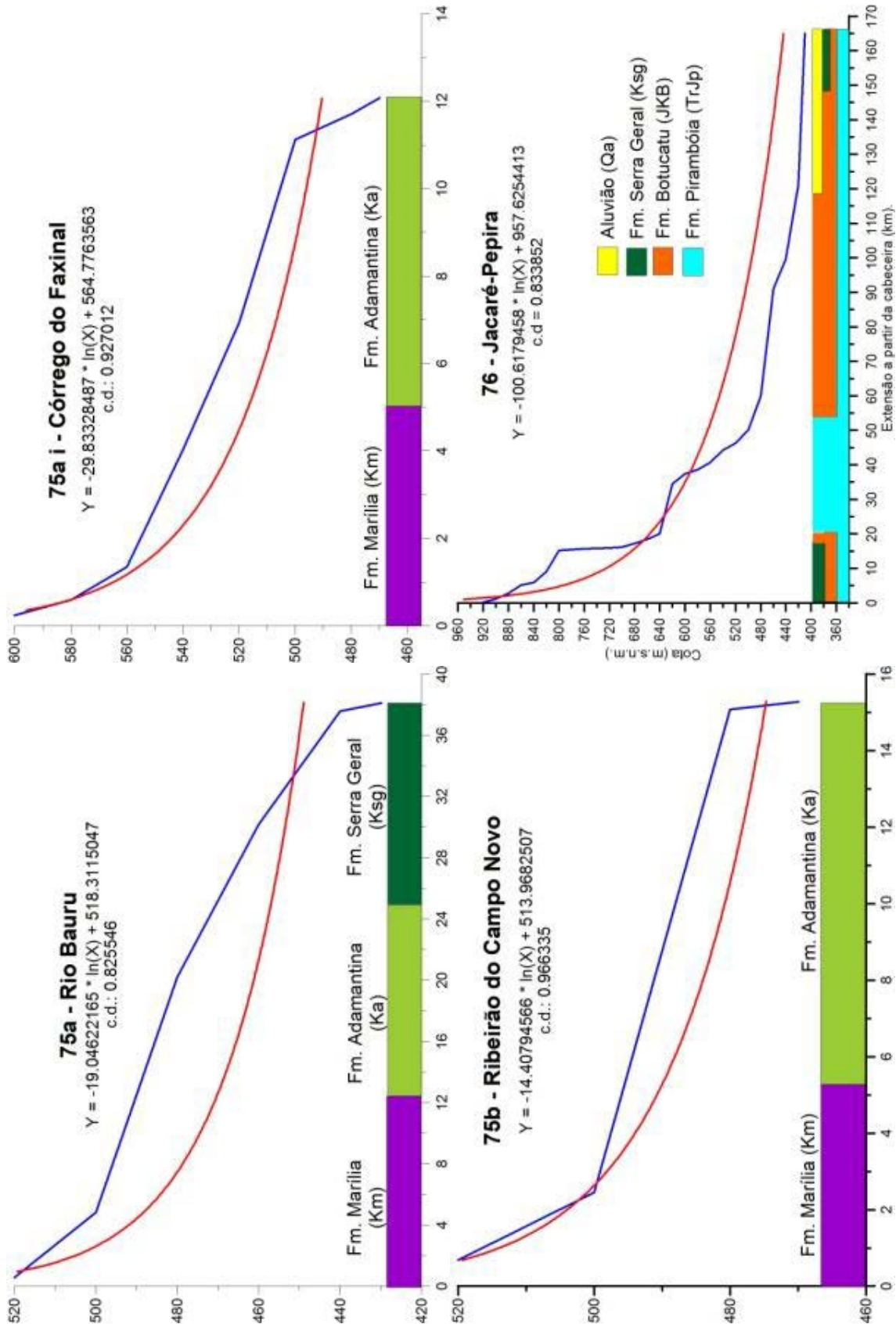


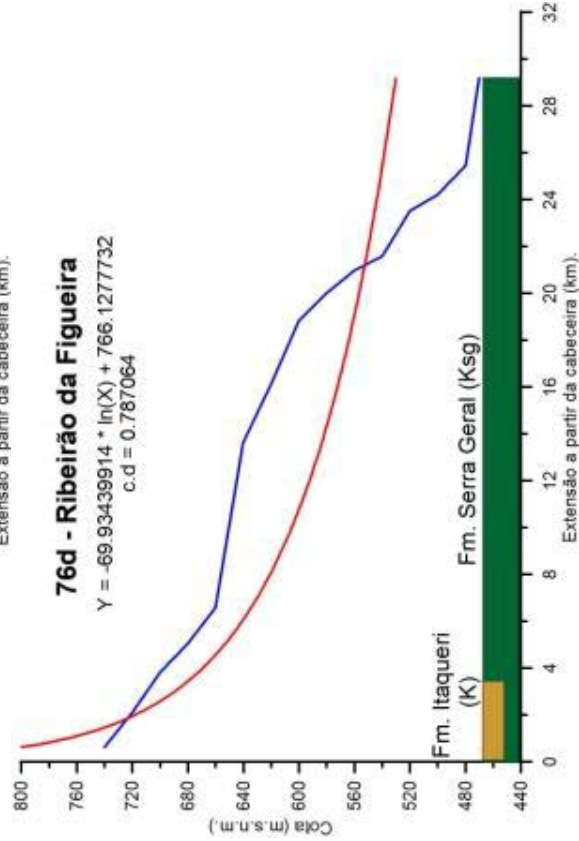
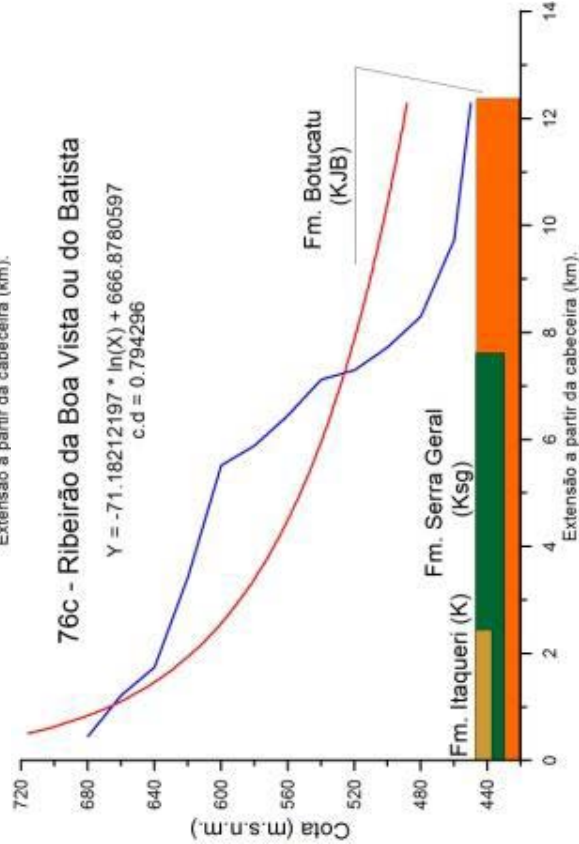
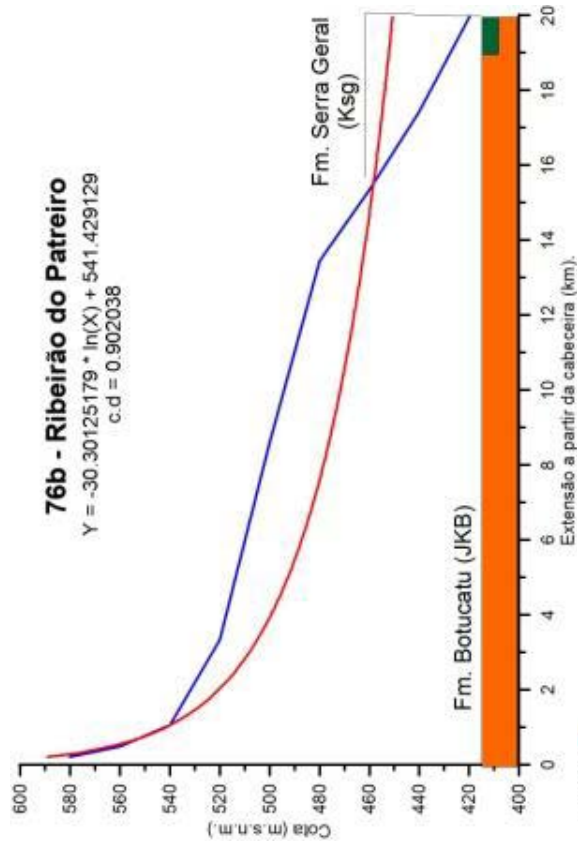
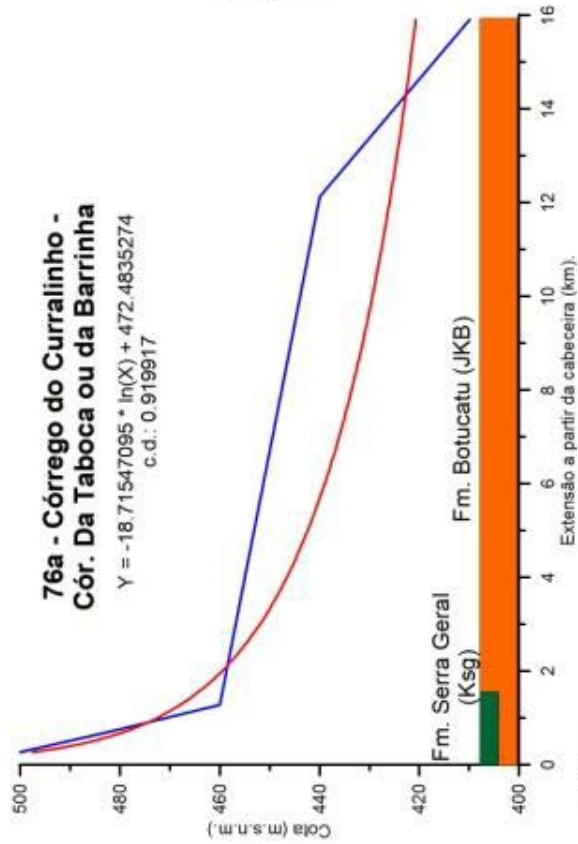


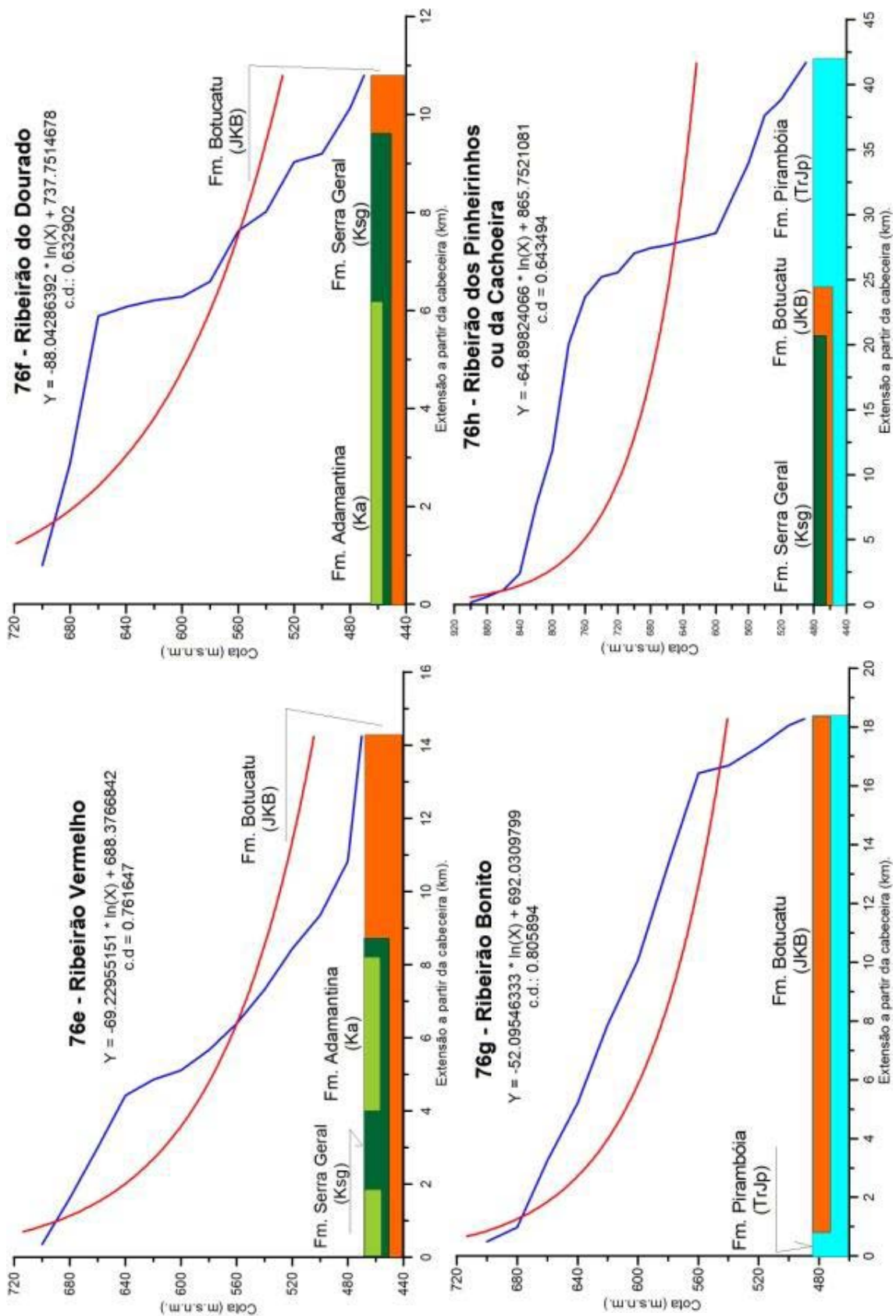


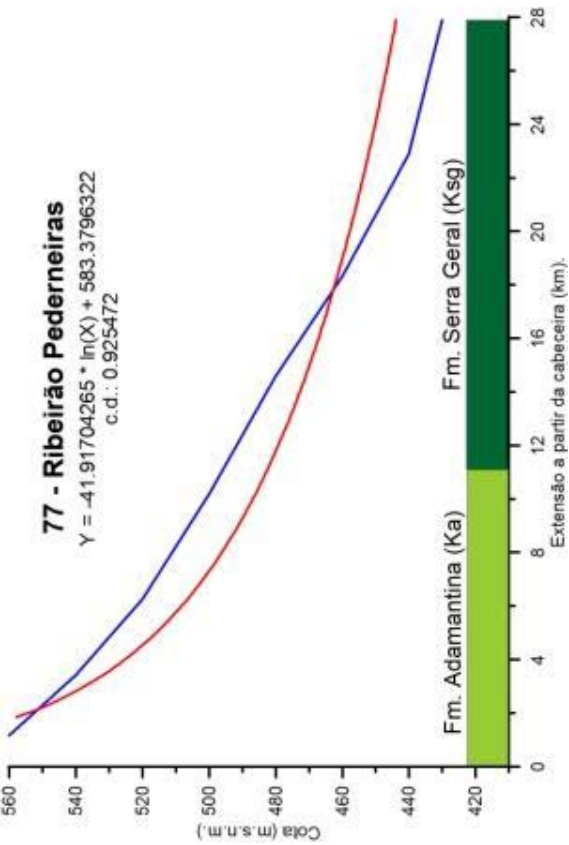
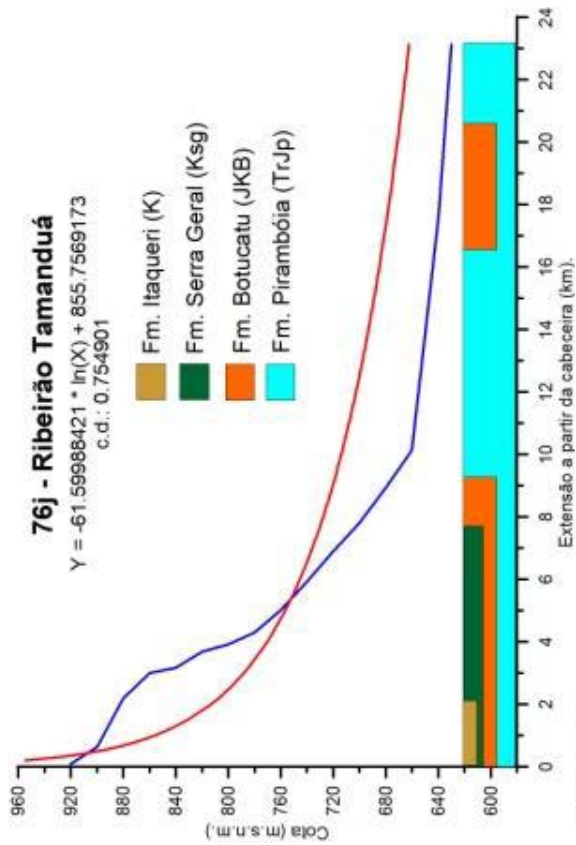
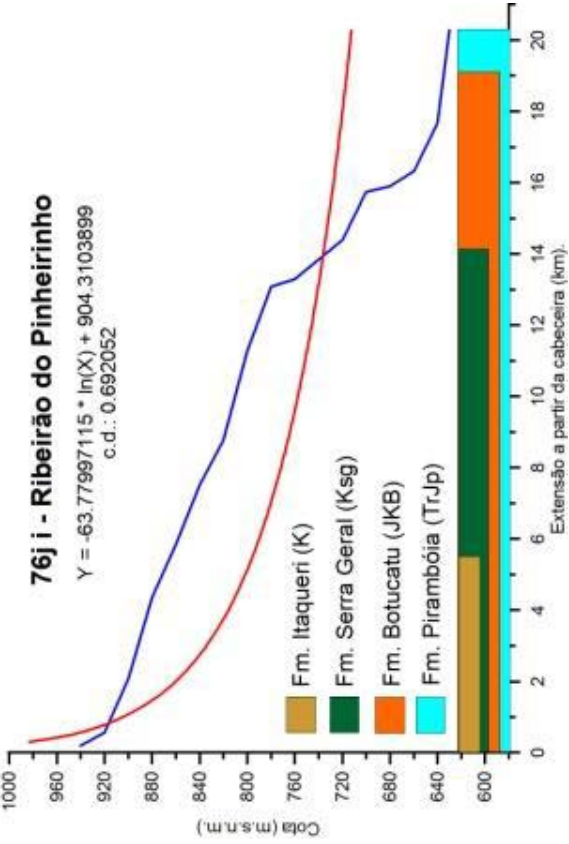
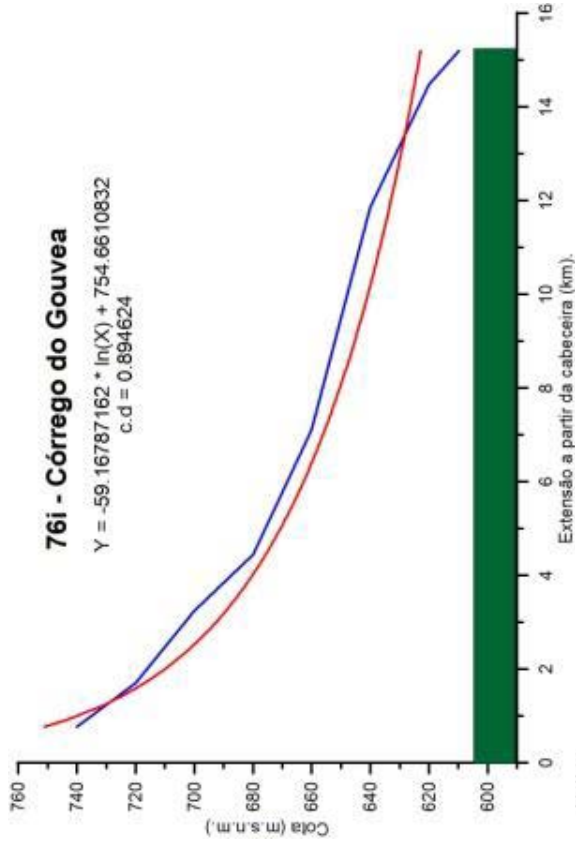


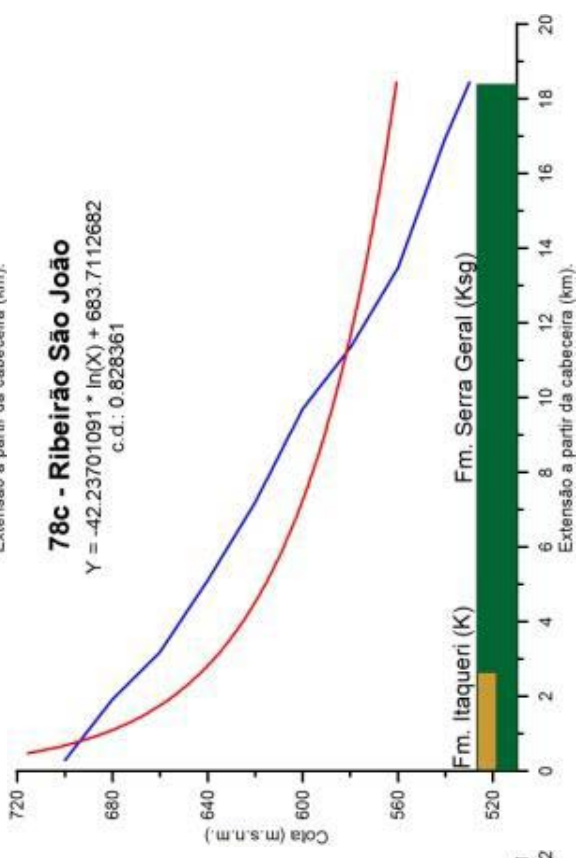
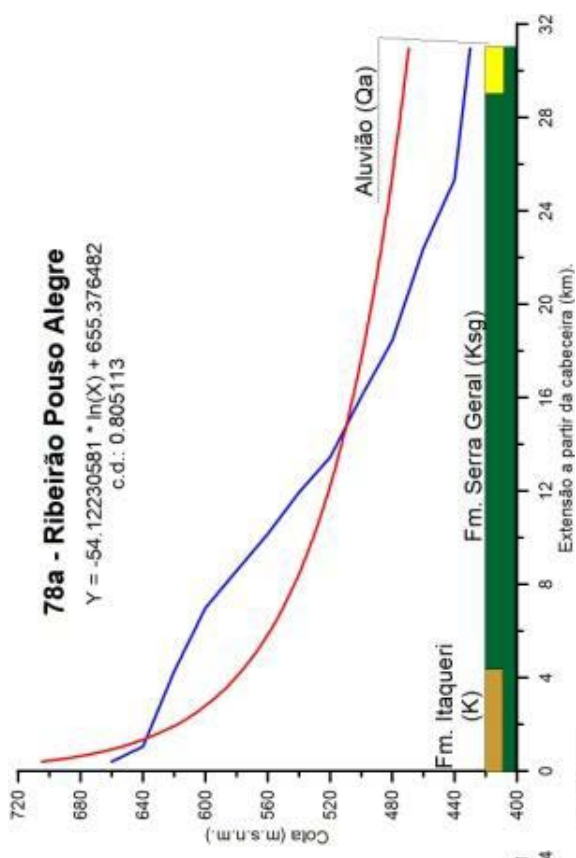
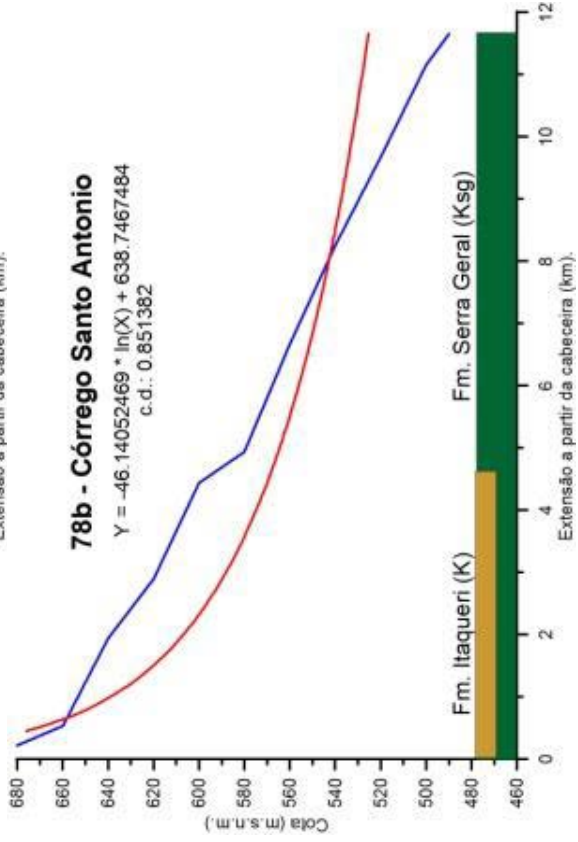
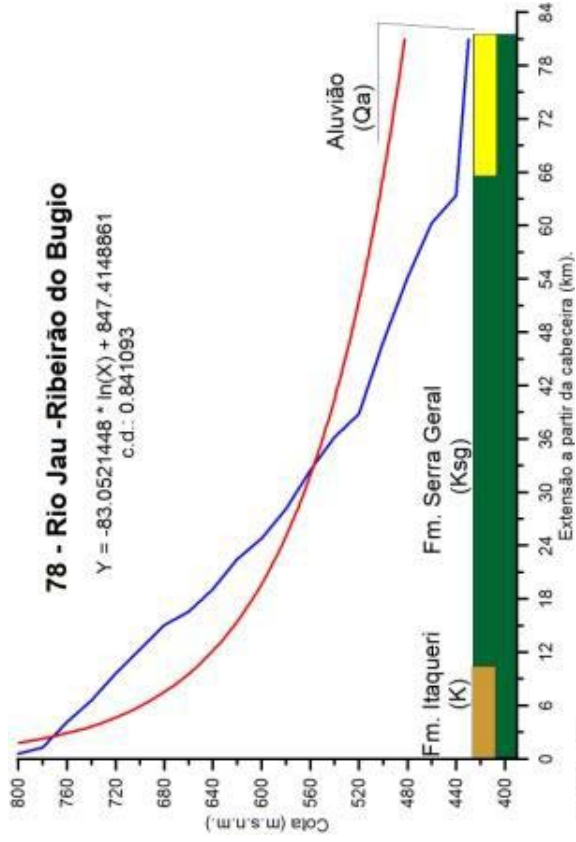


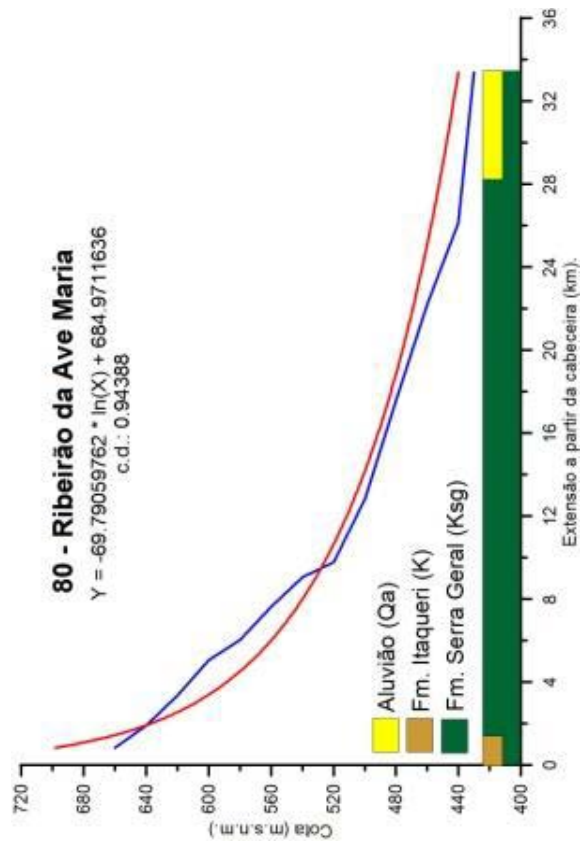
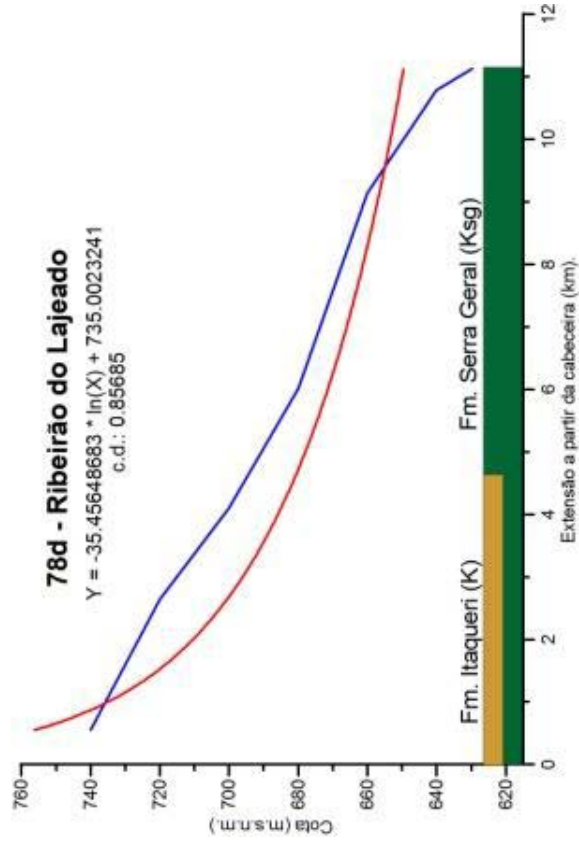
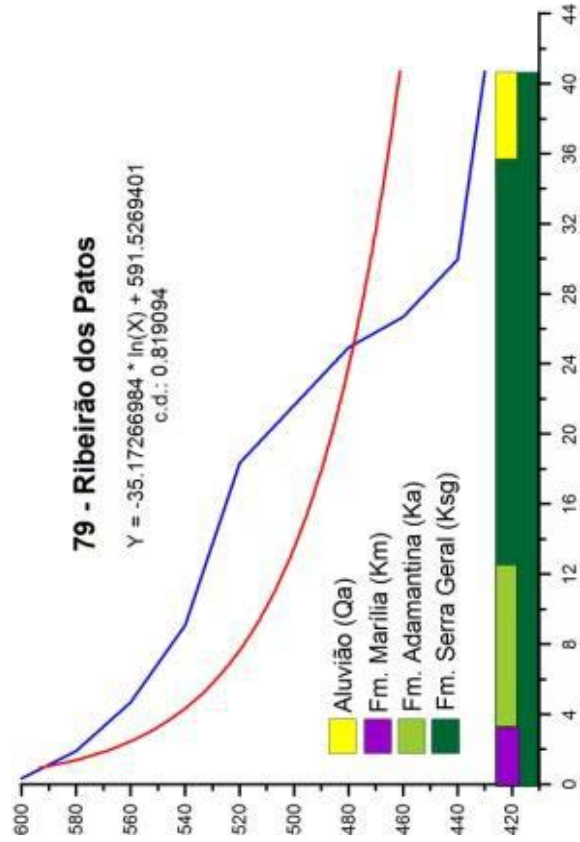
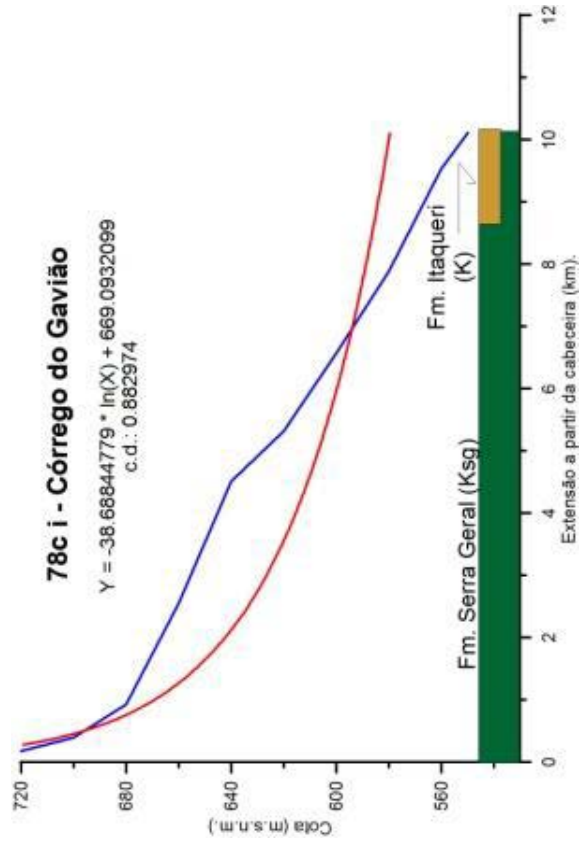


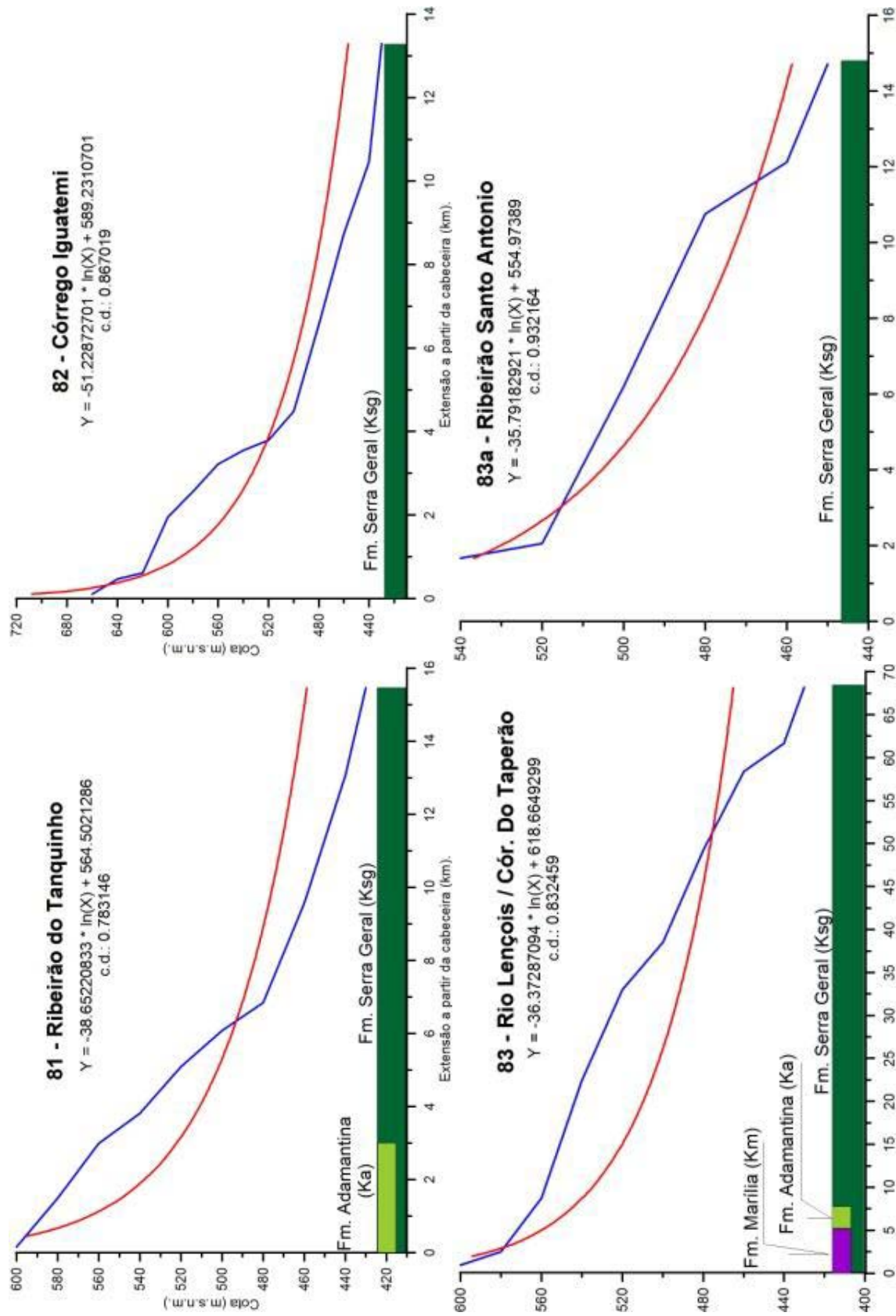


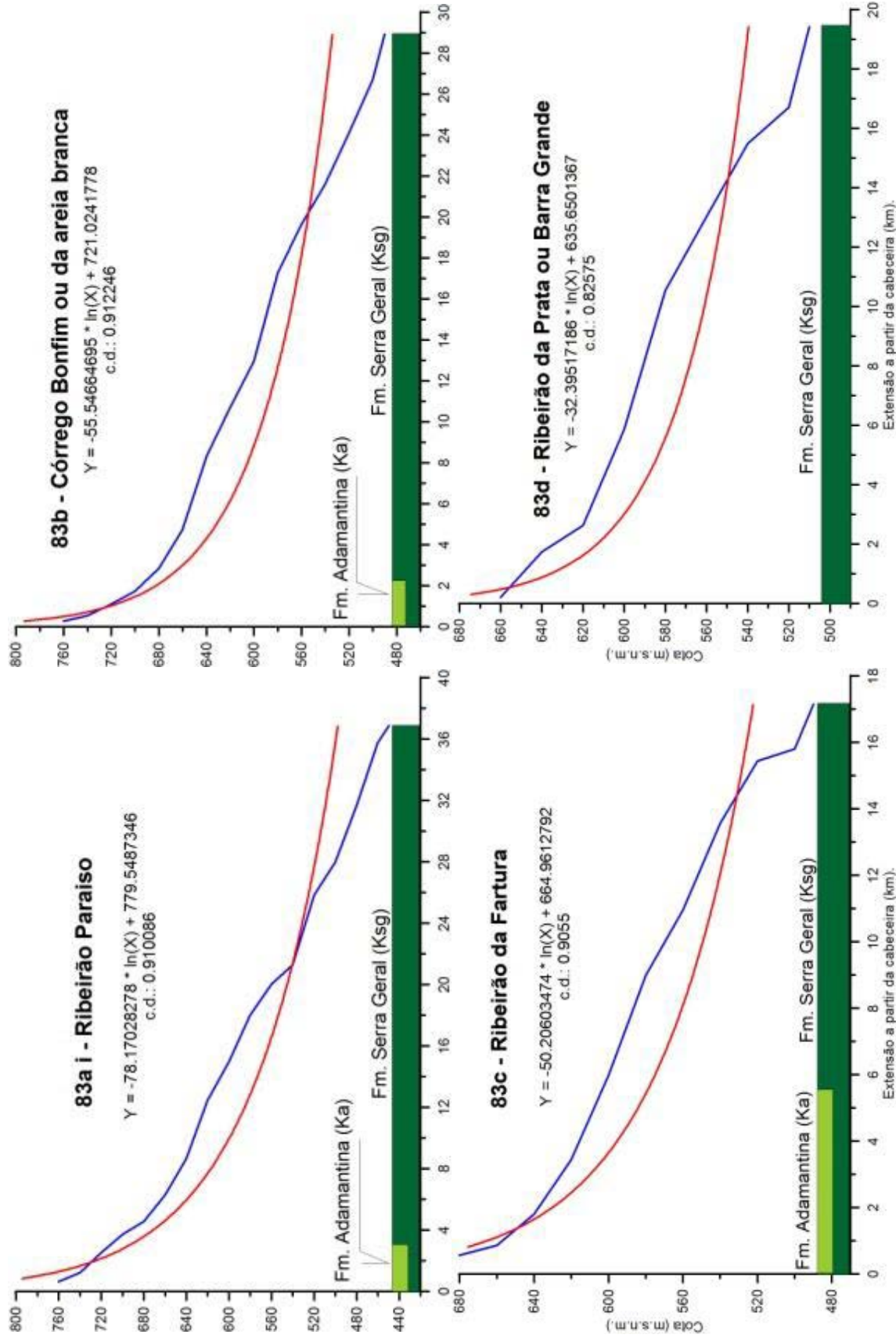


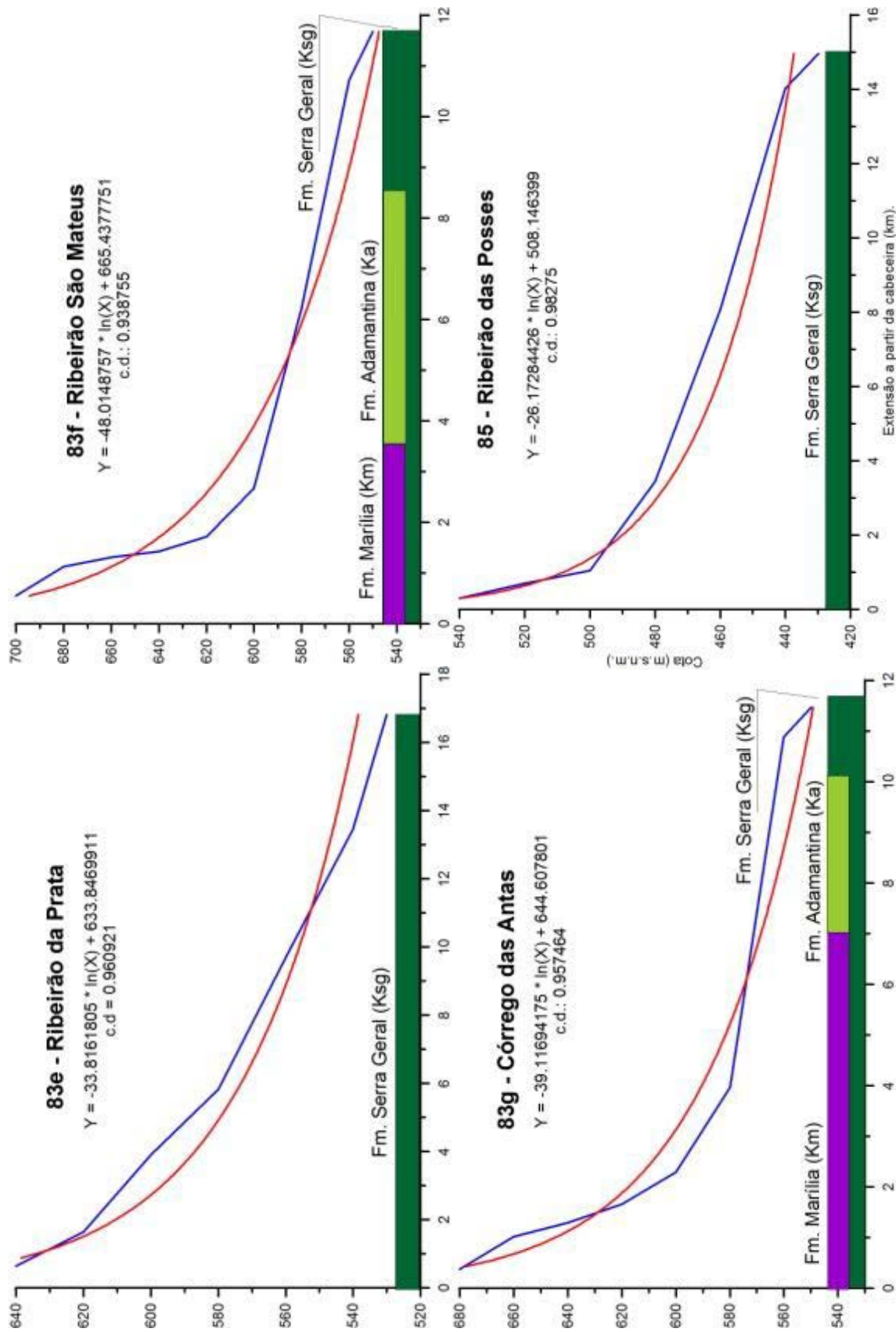




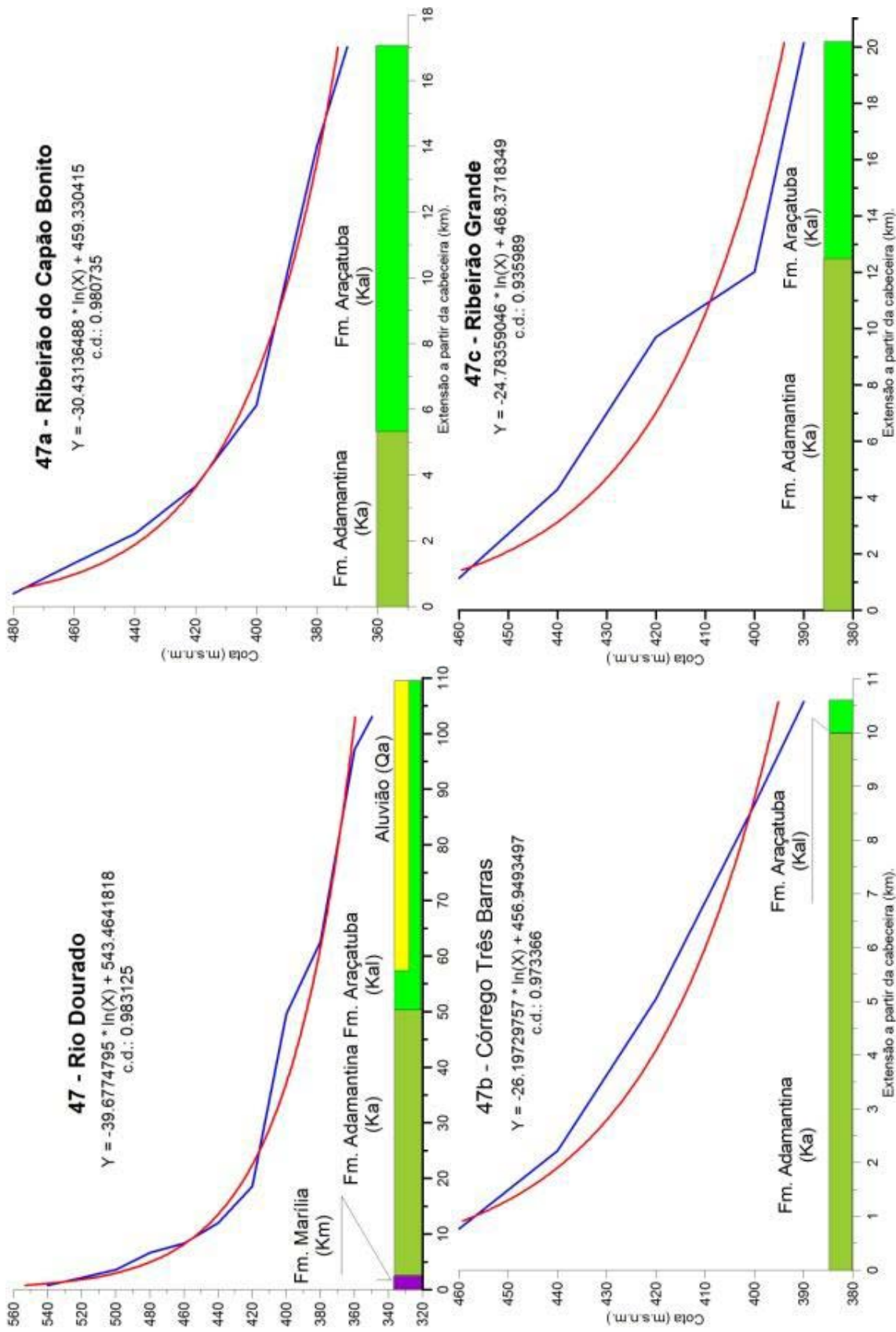


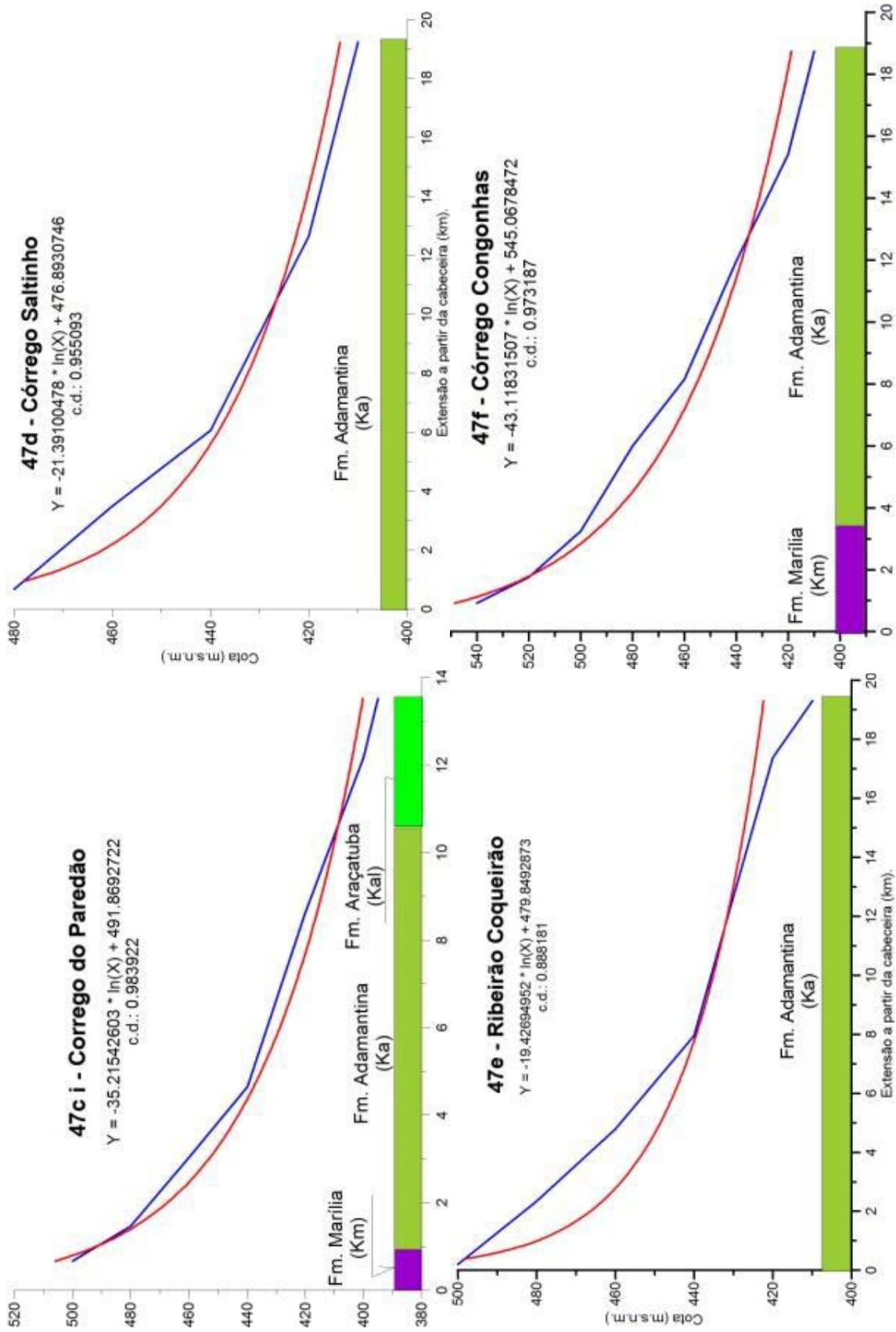


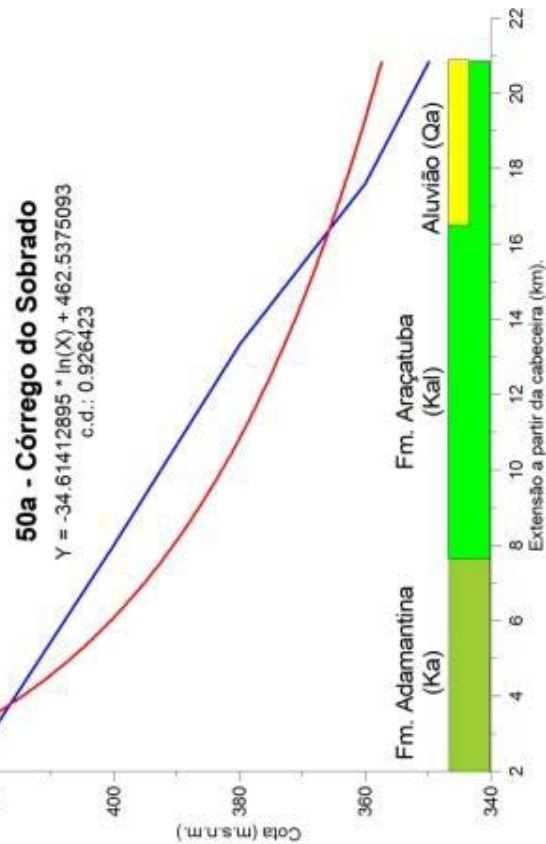
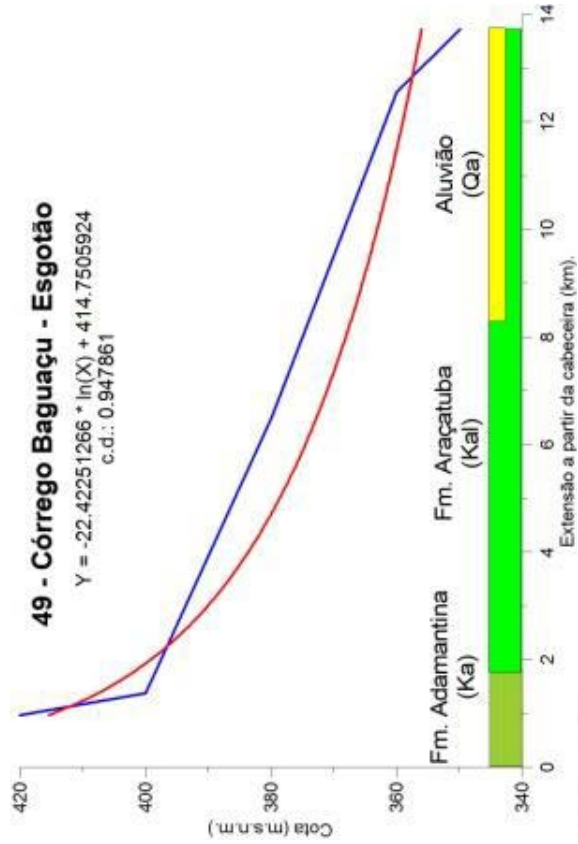
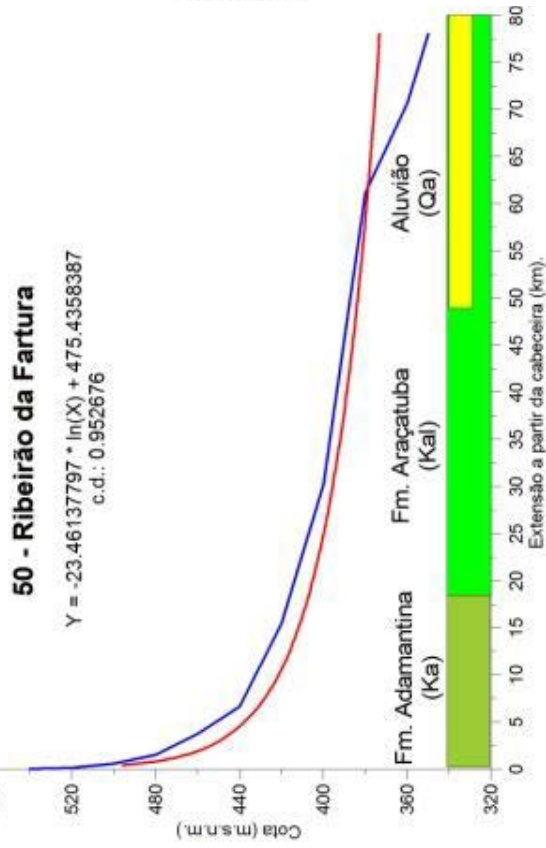
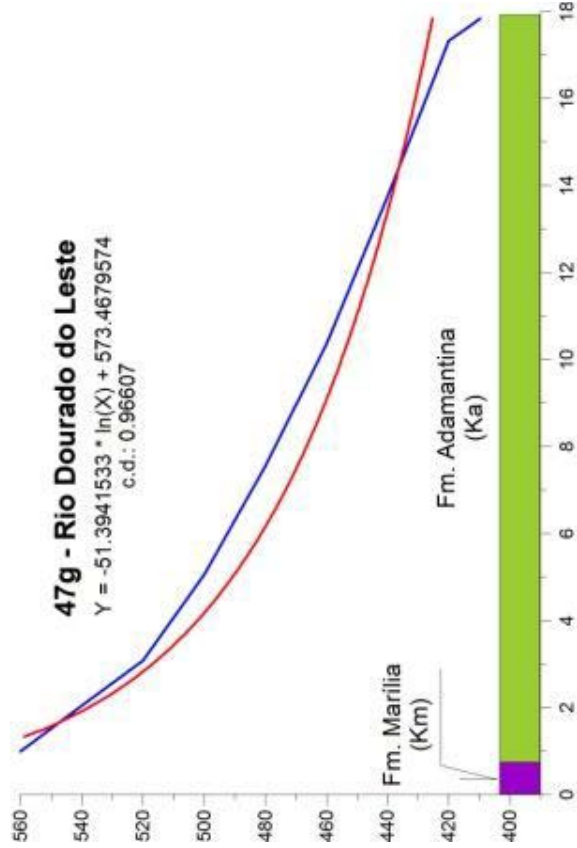


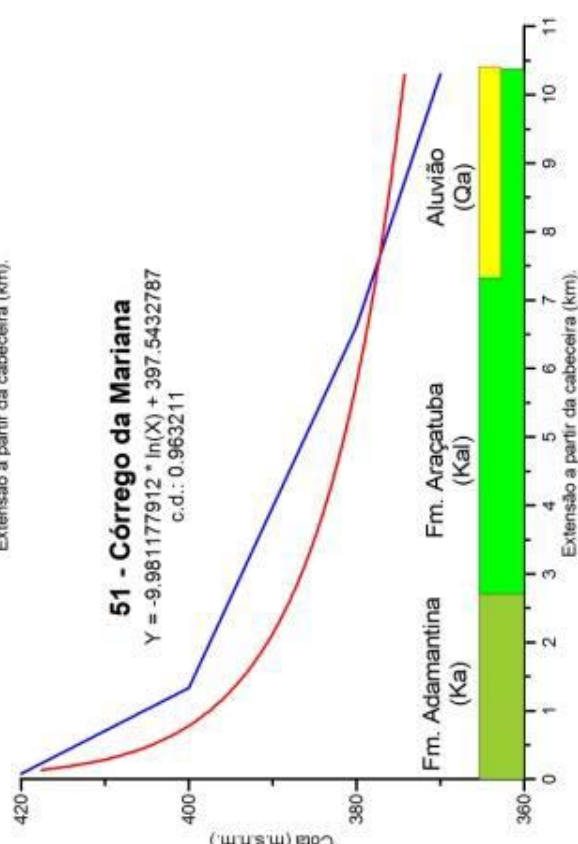
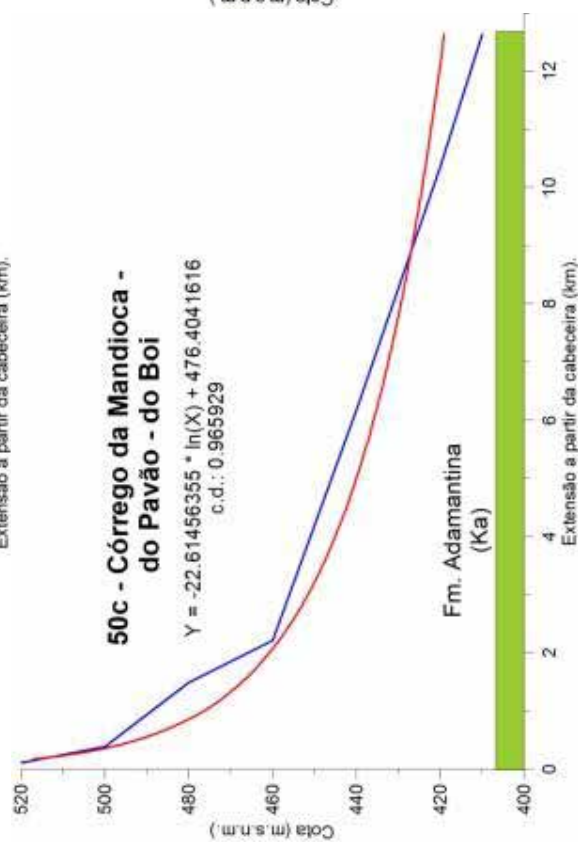
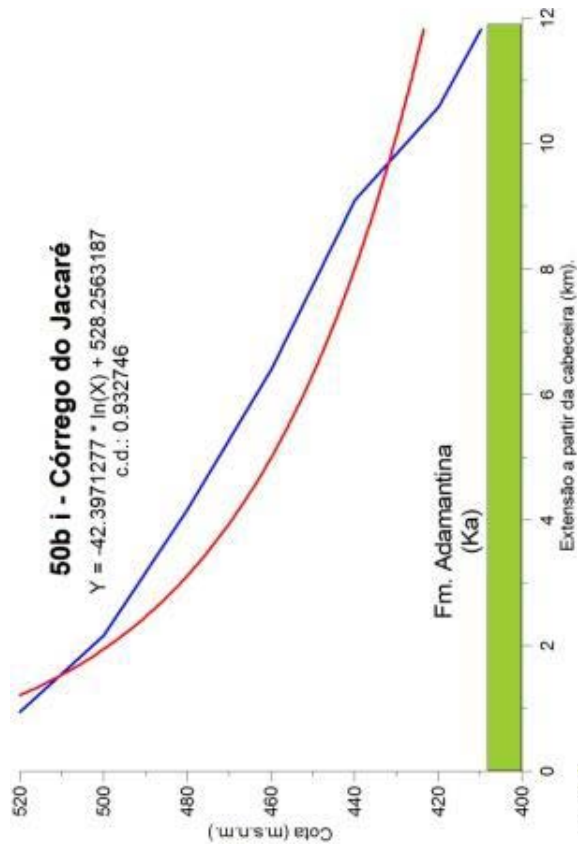
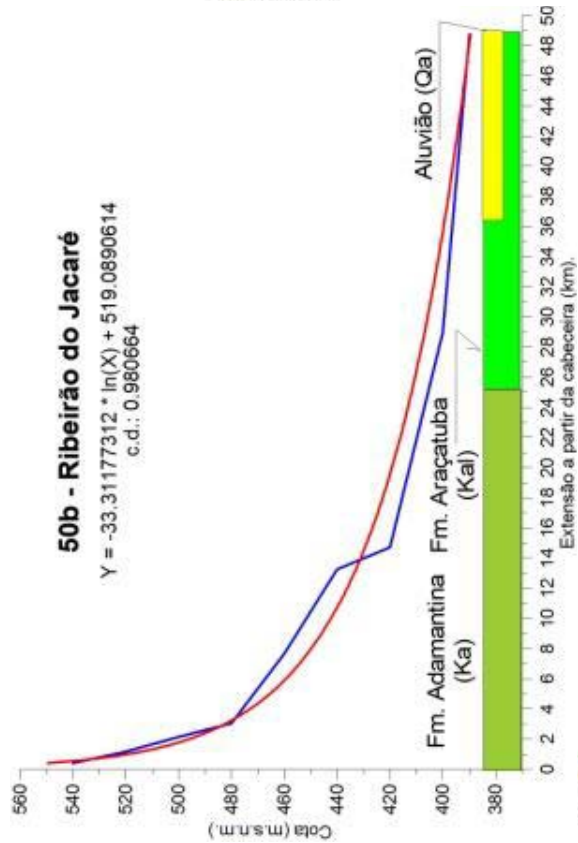


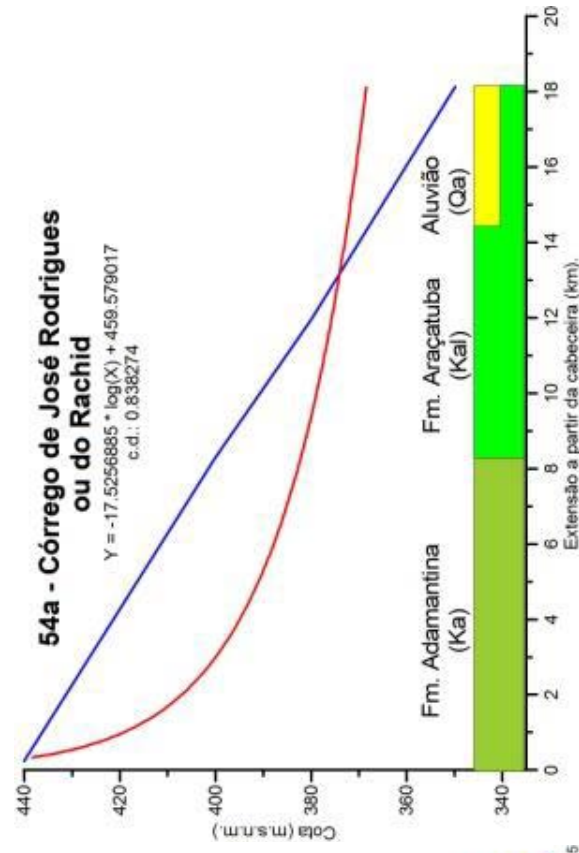
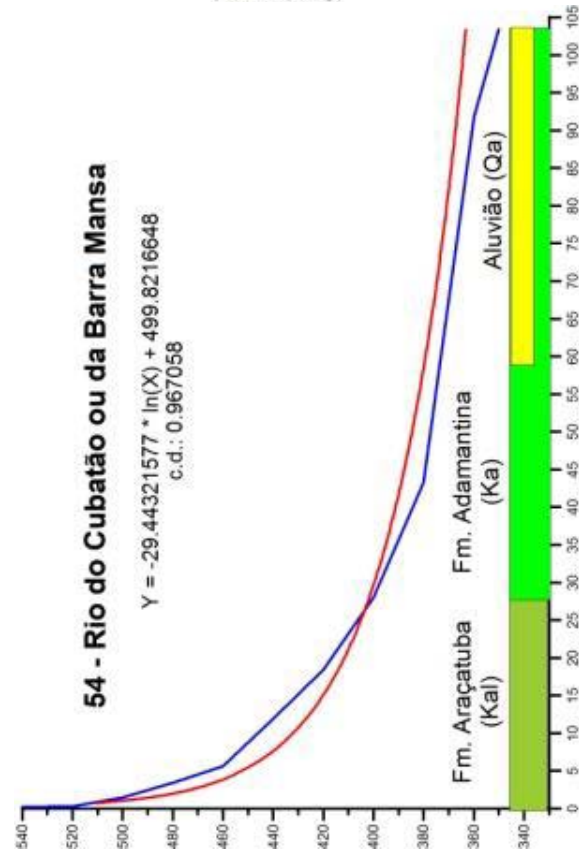
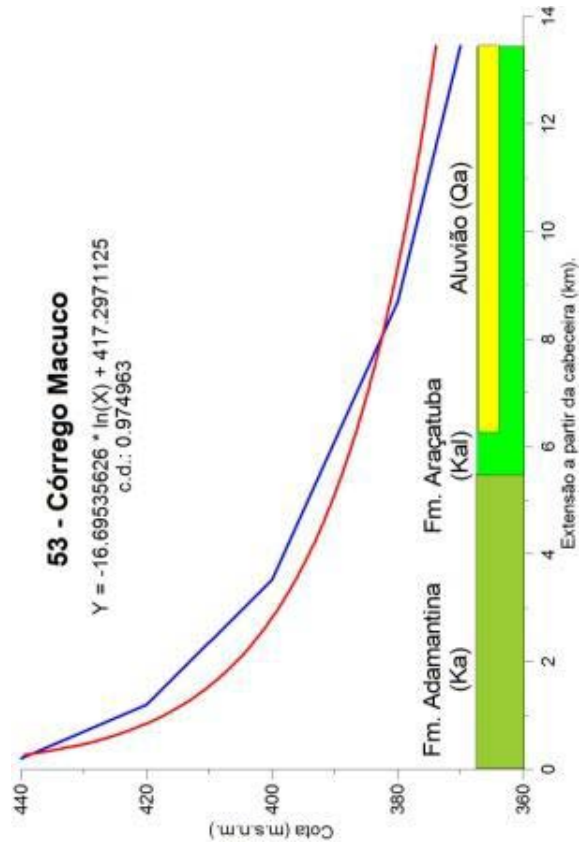
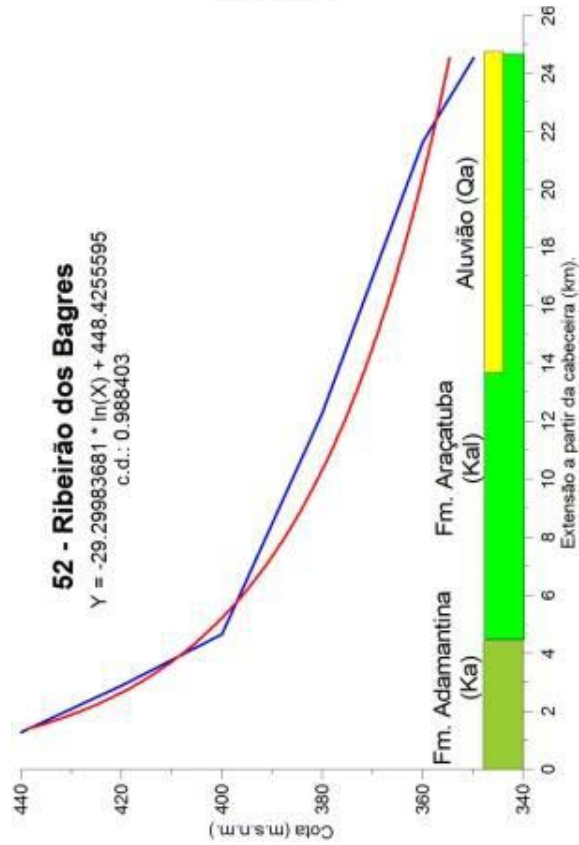
ENCARTE B: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO TRECHO TIETÊ-BATALHA.

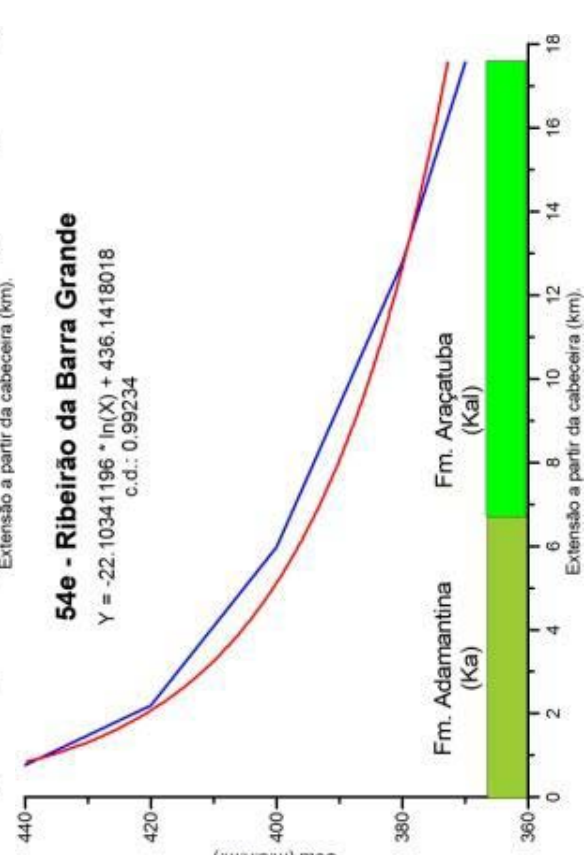
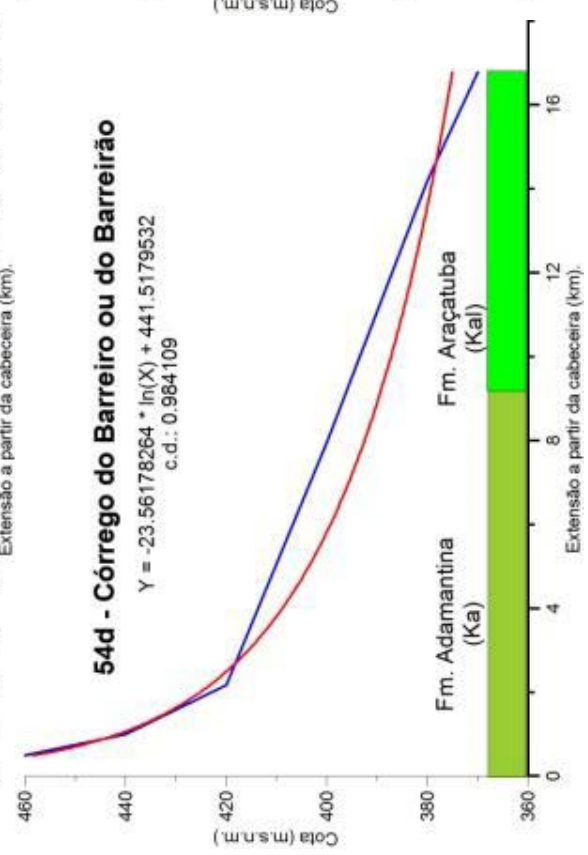
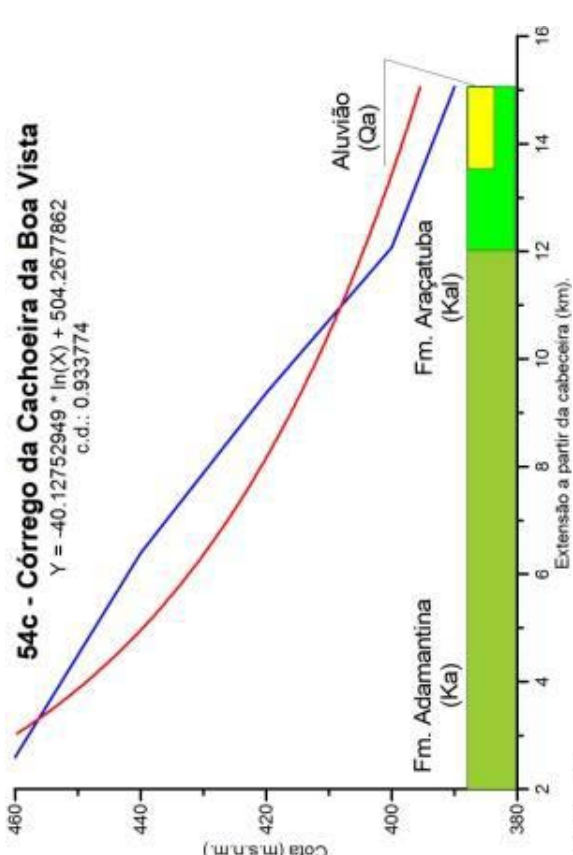
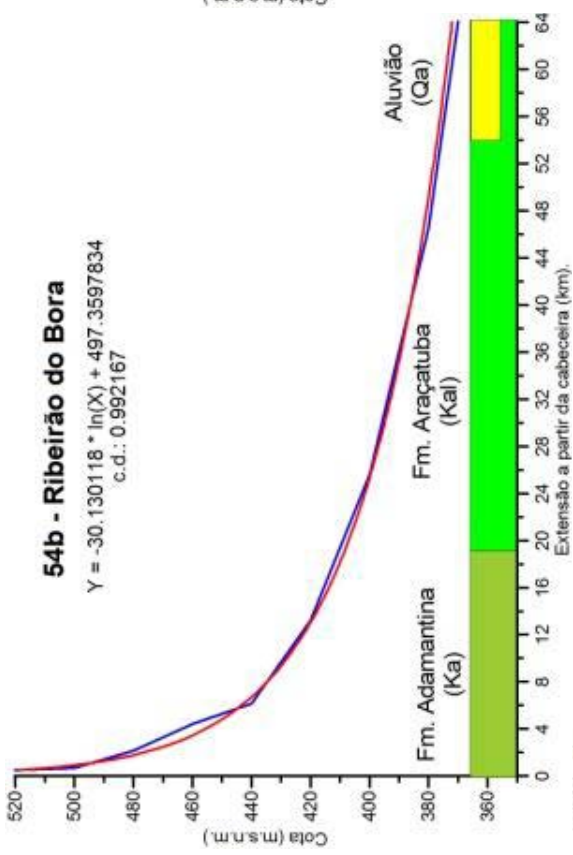


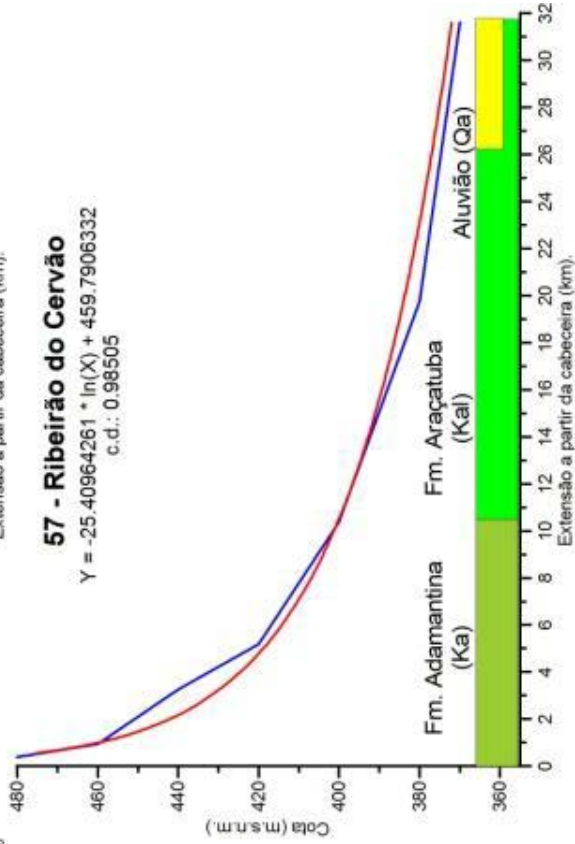
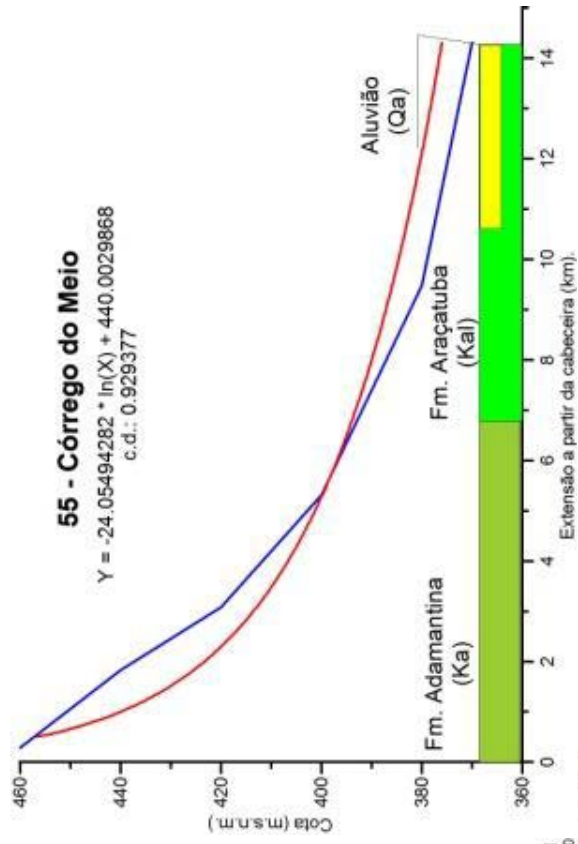
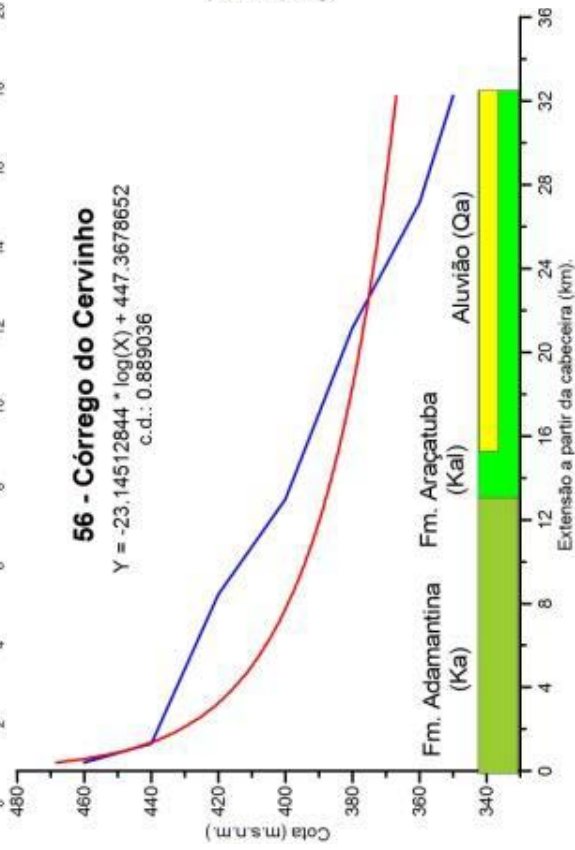
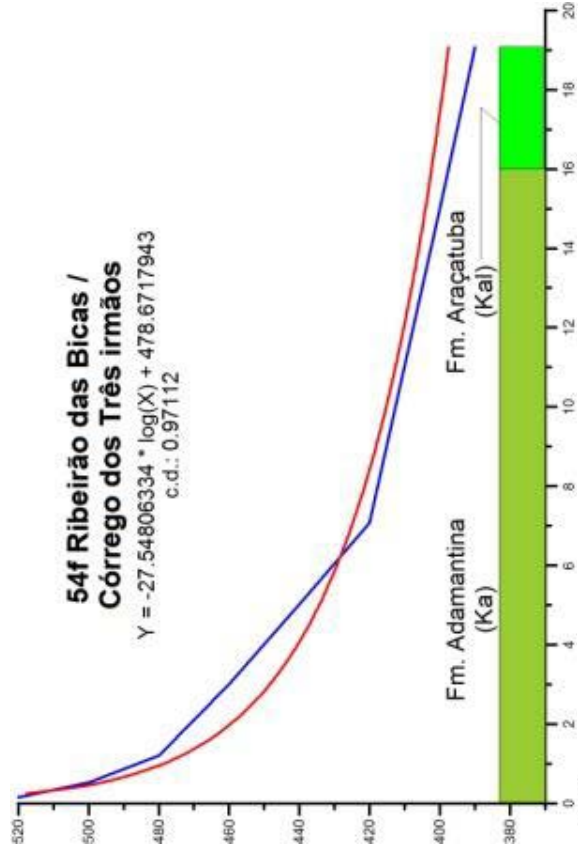


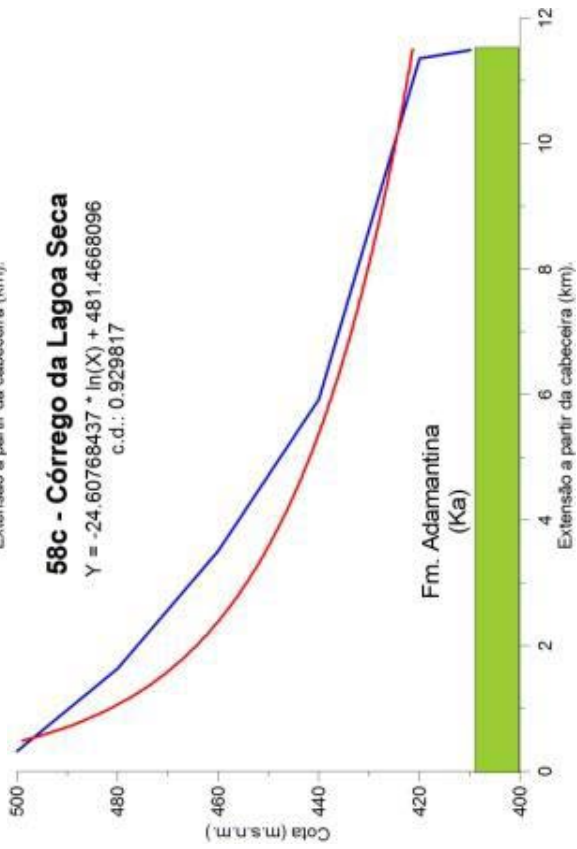
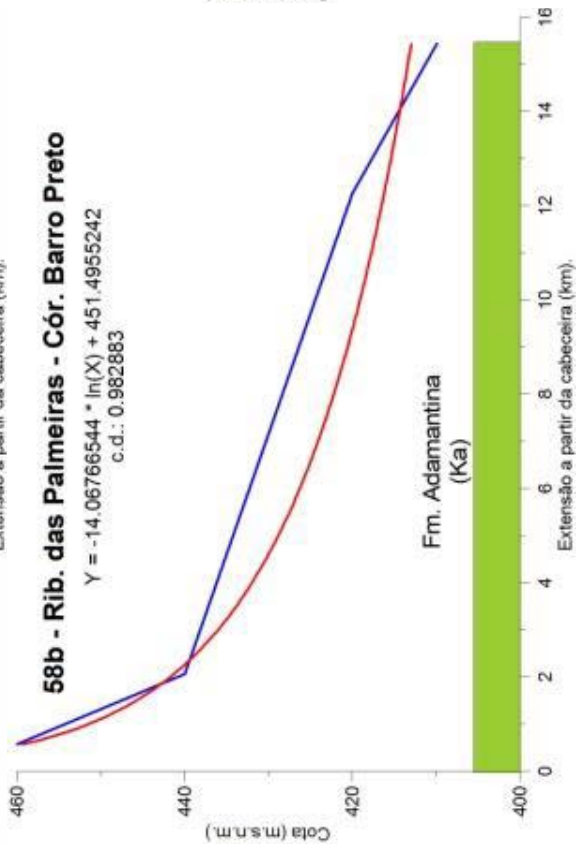
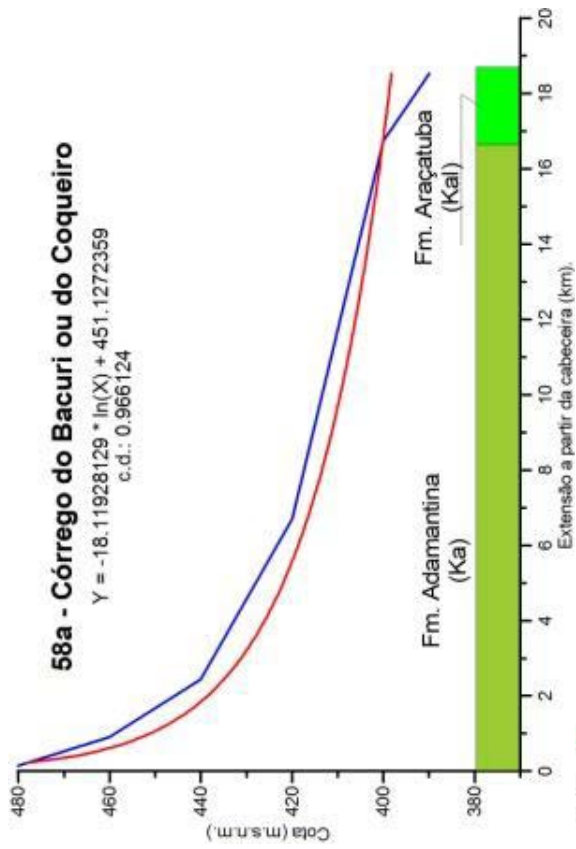
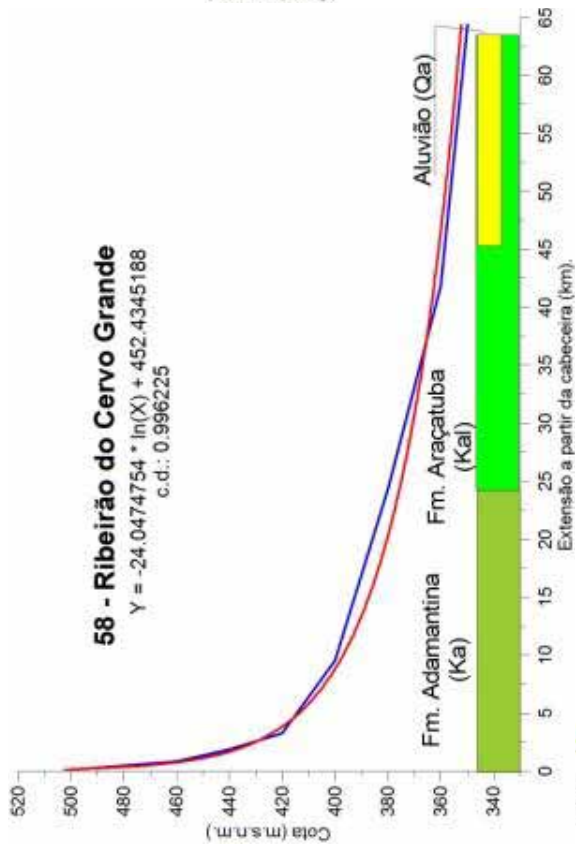


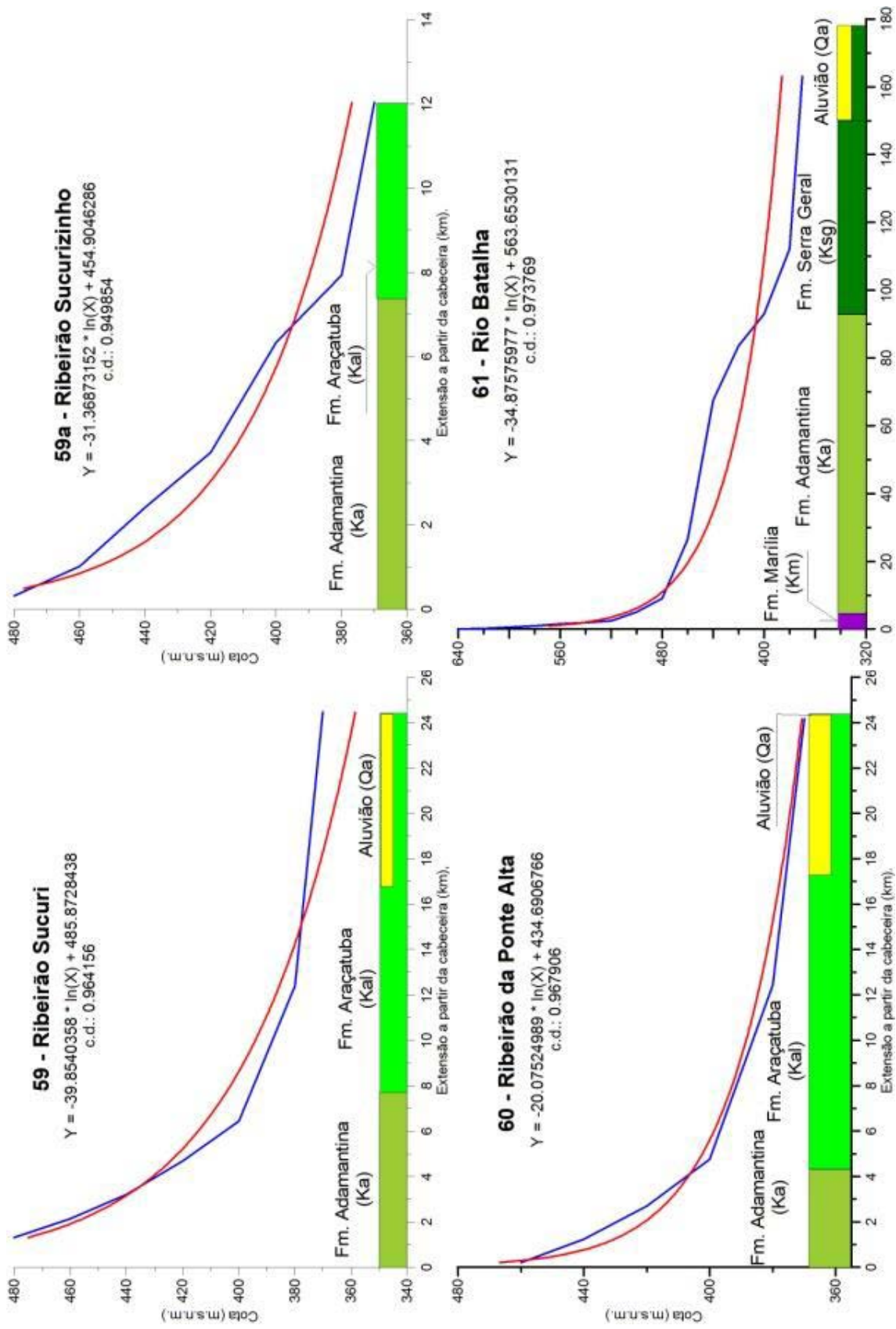


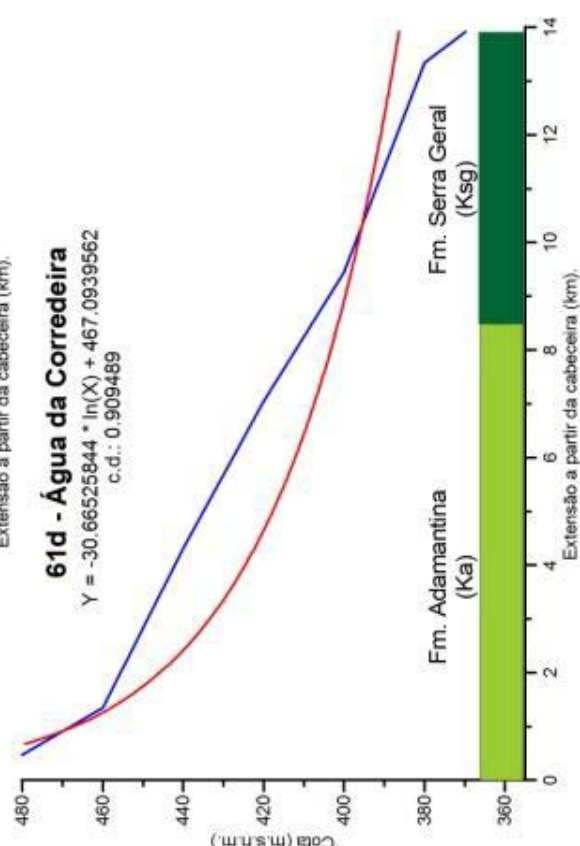
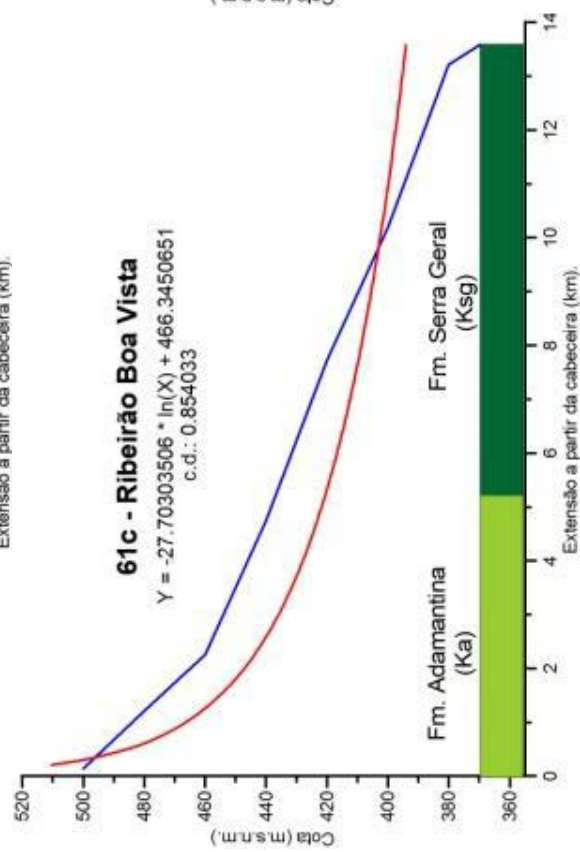
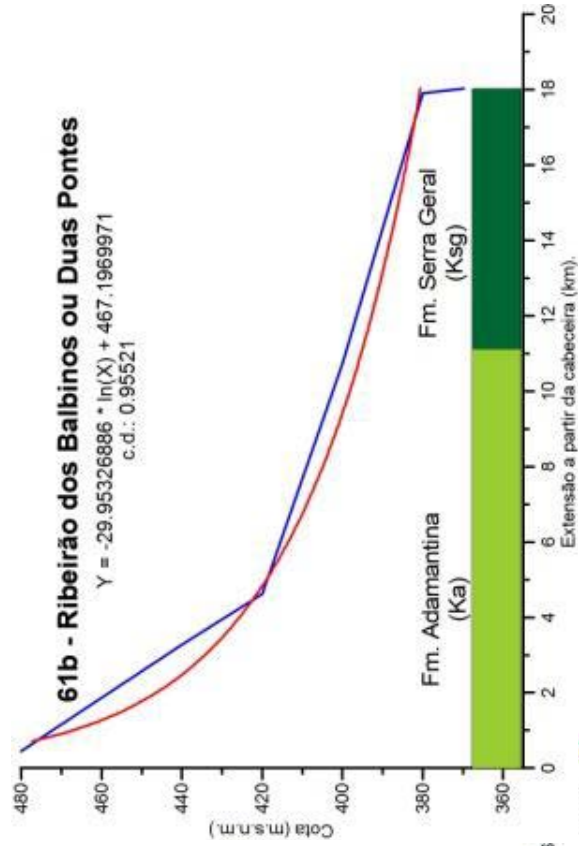
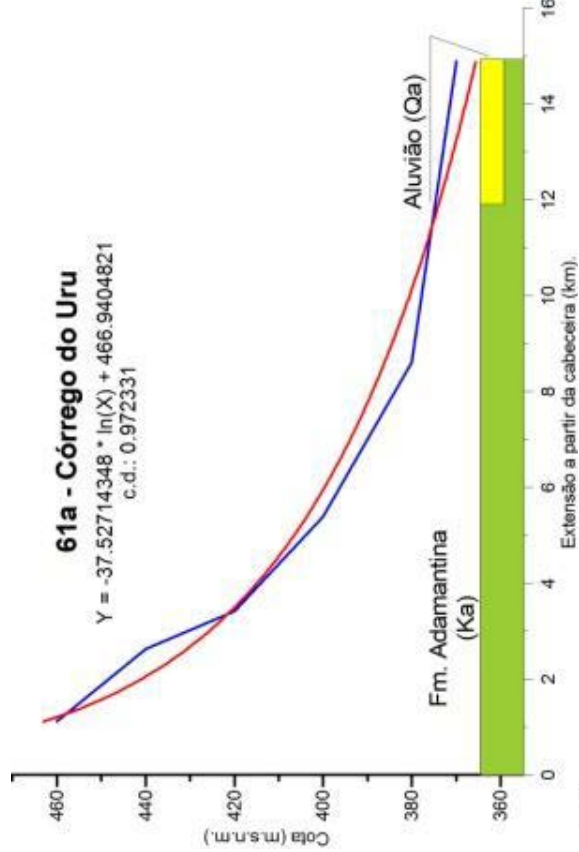


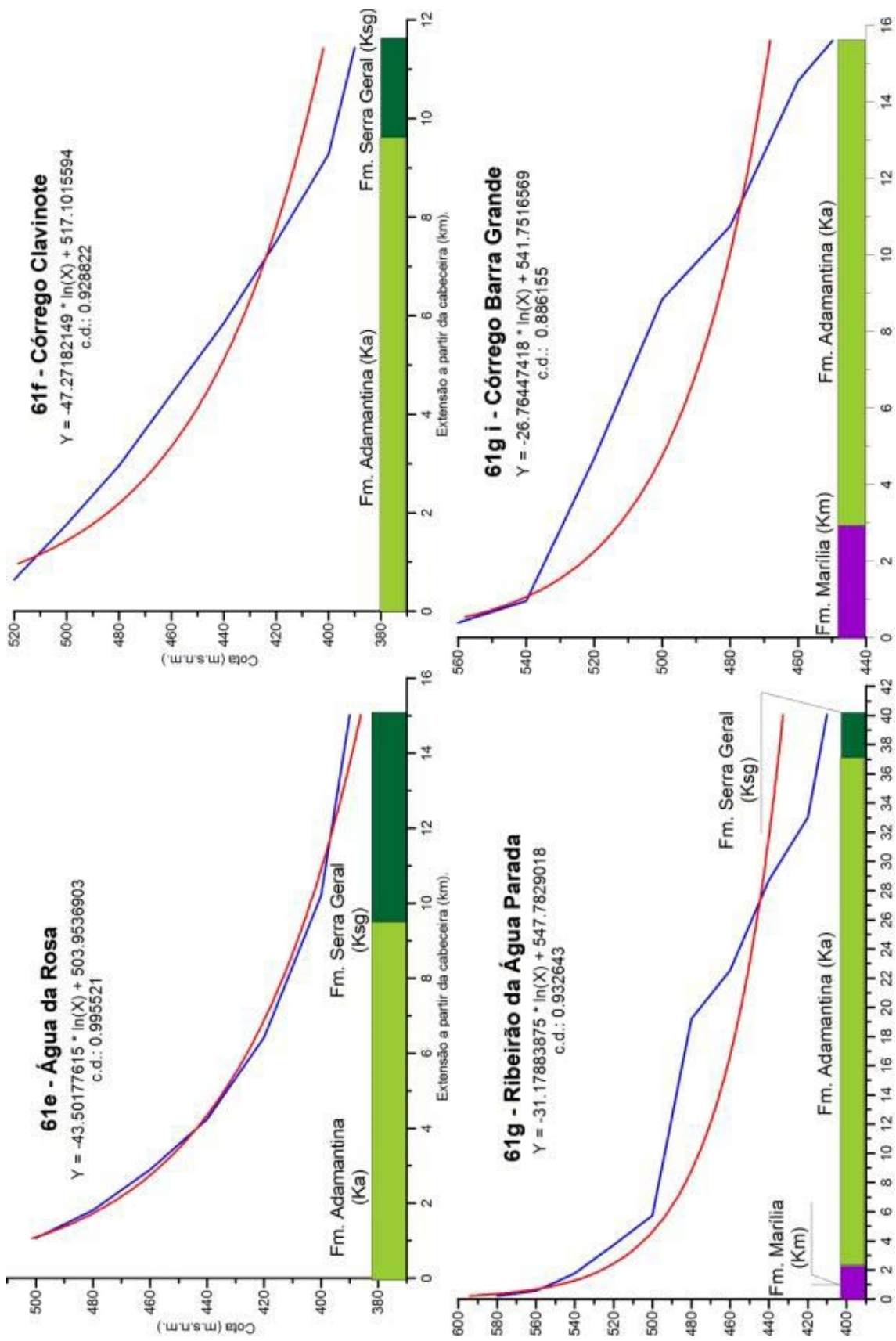


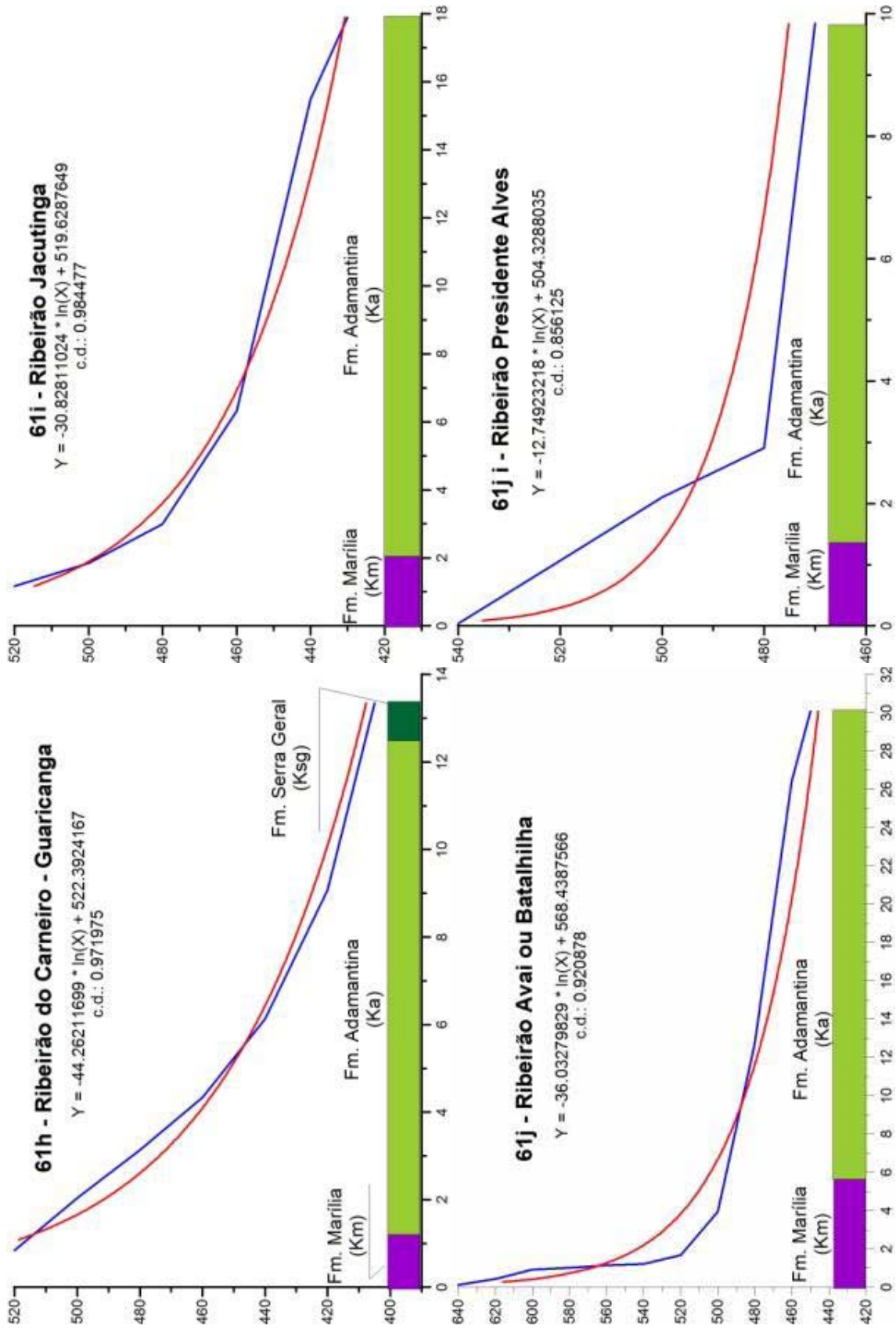


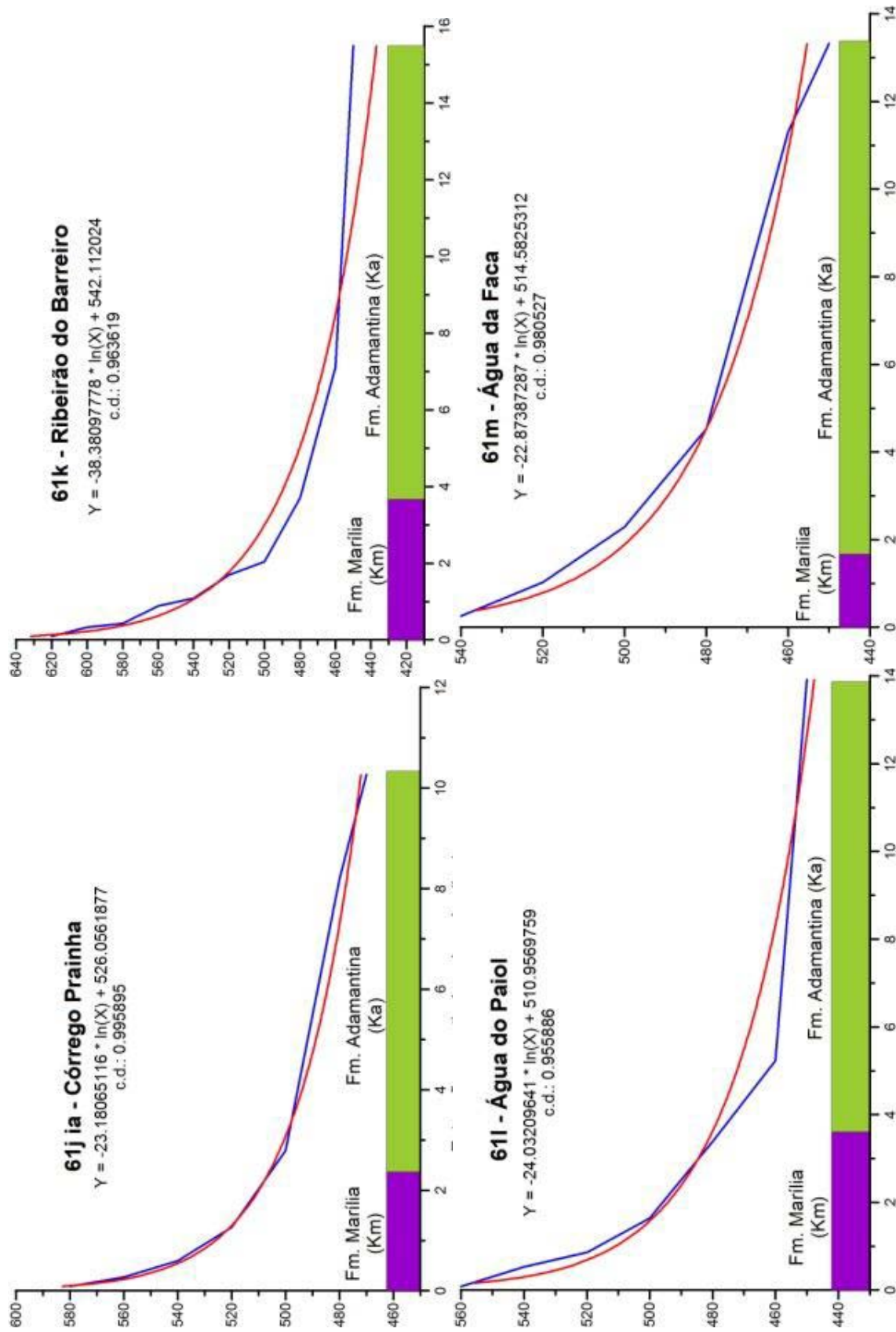


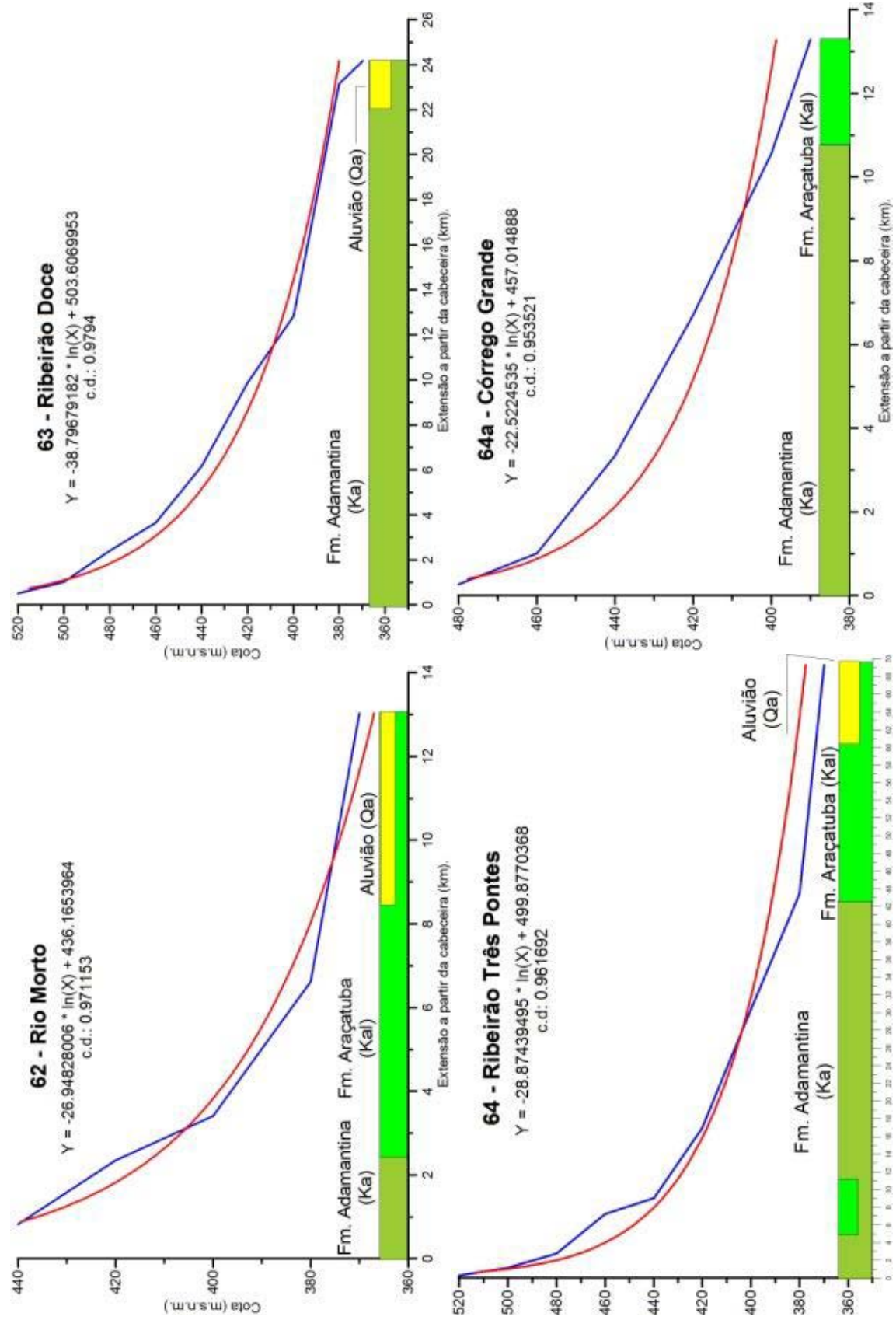


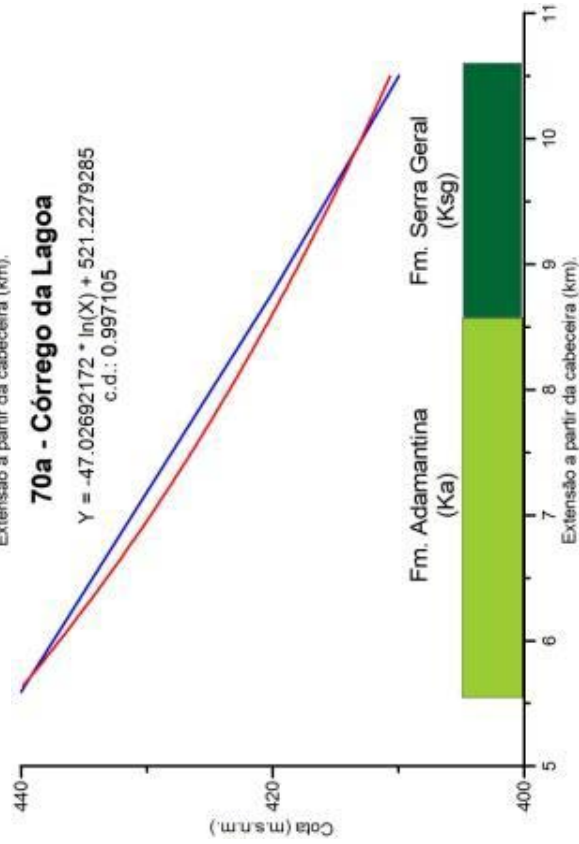
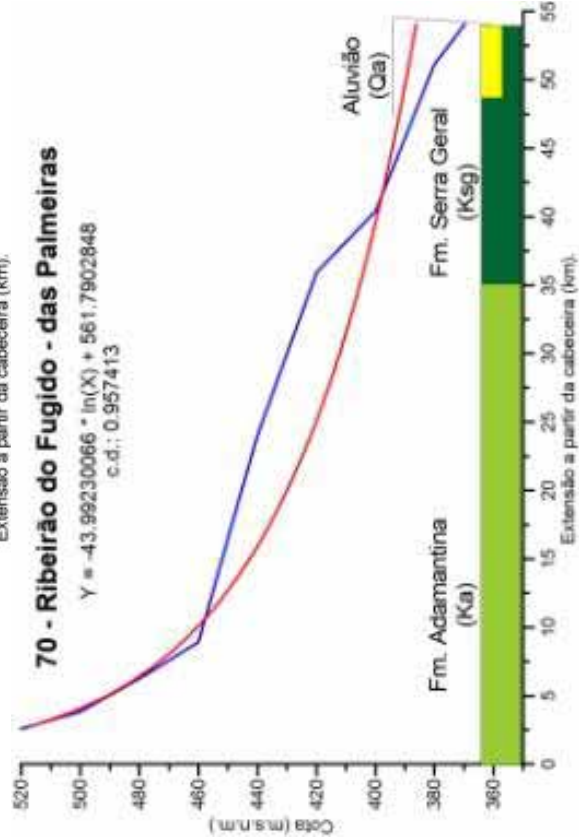
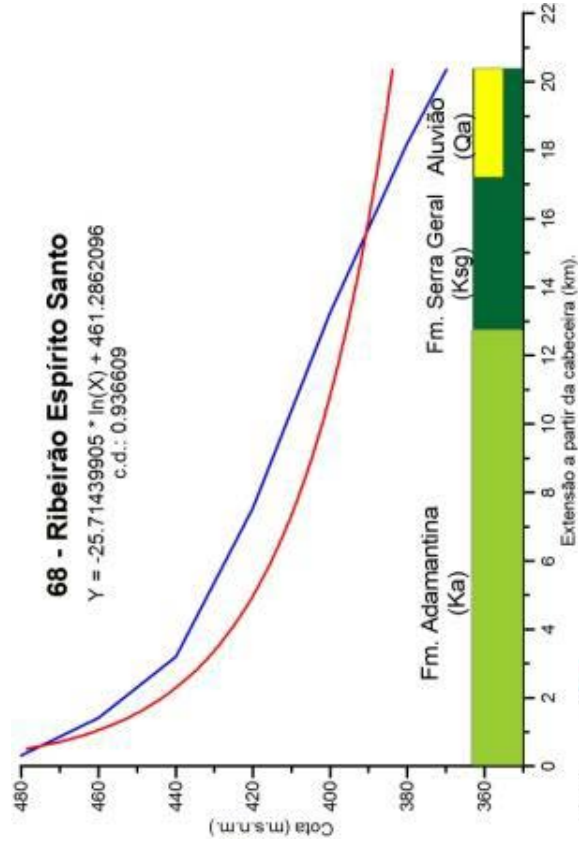
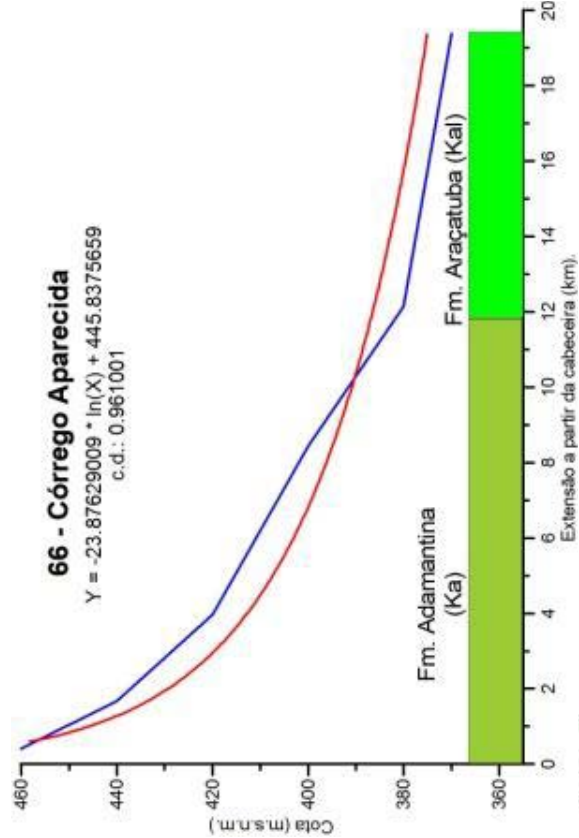


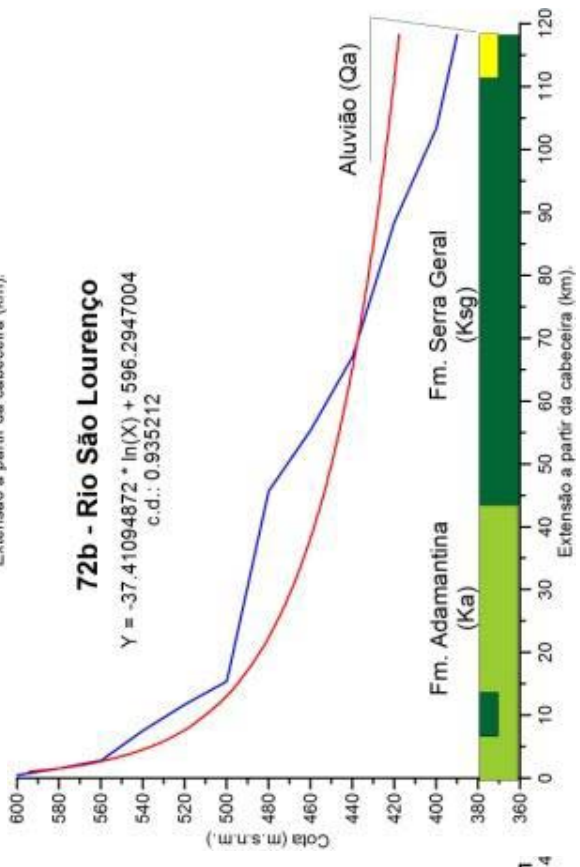
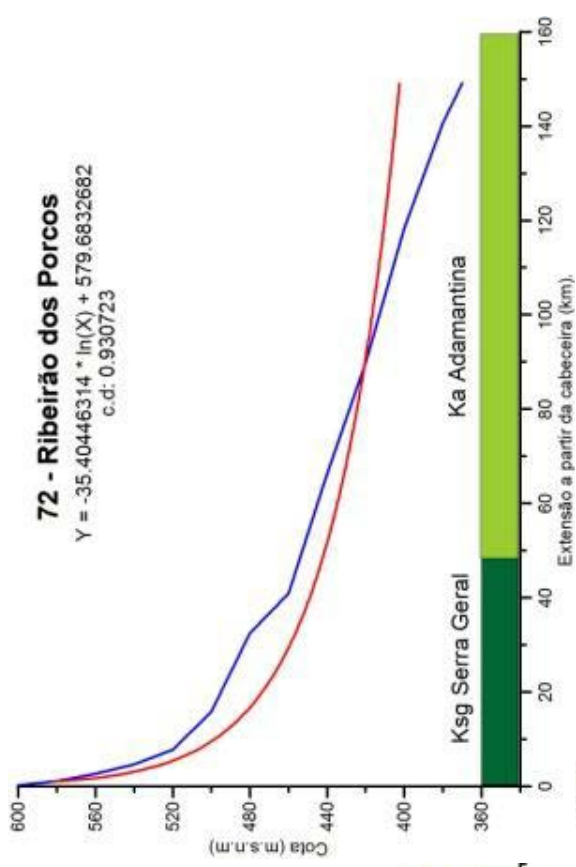
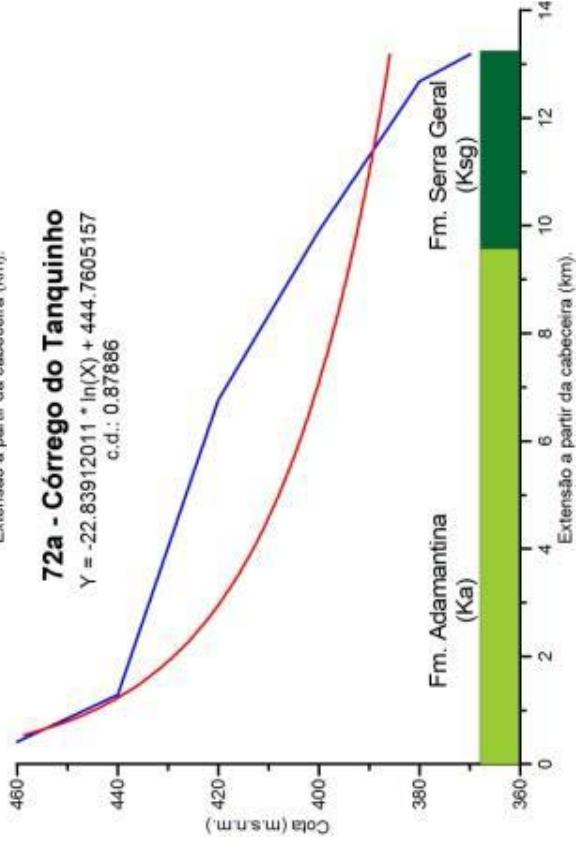
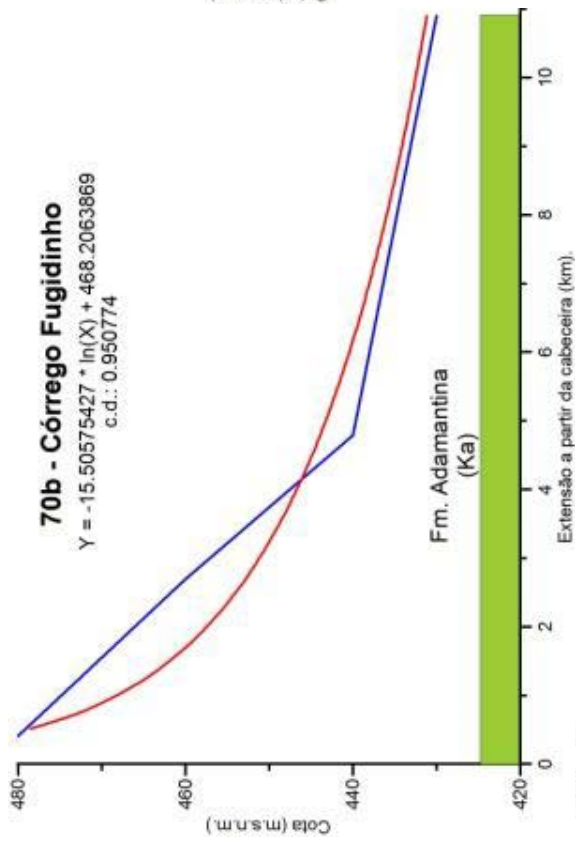


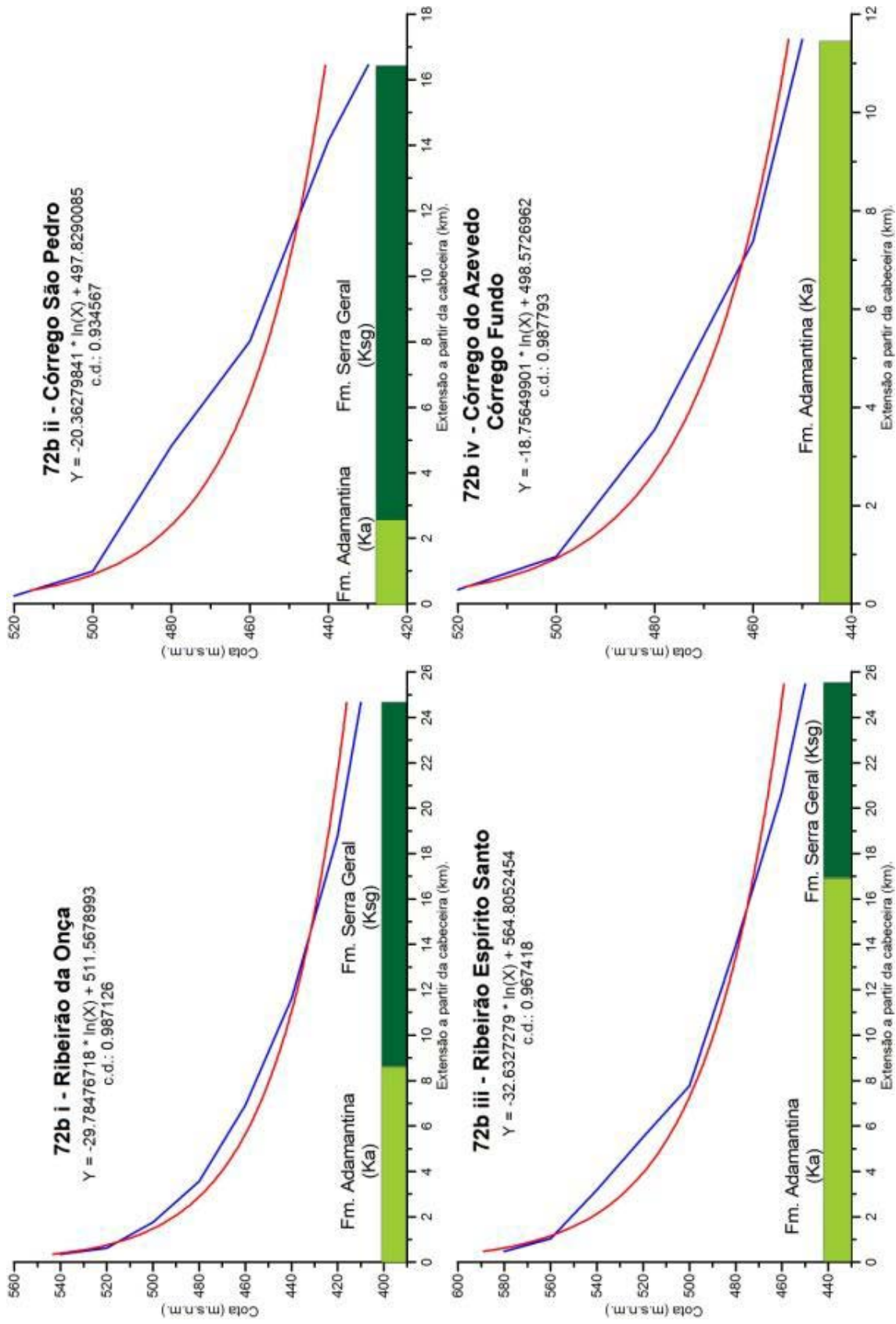


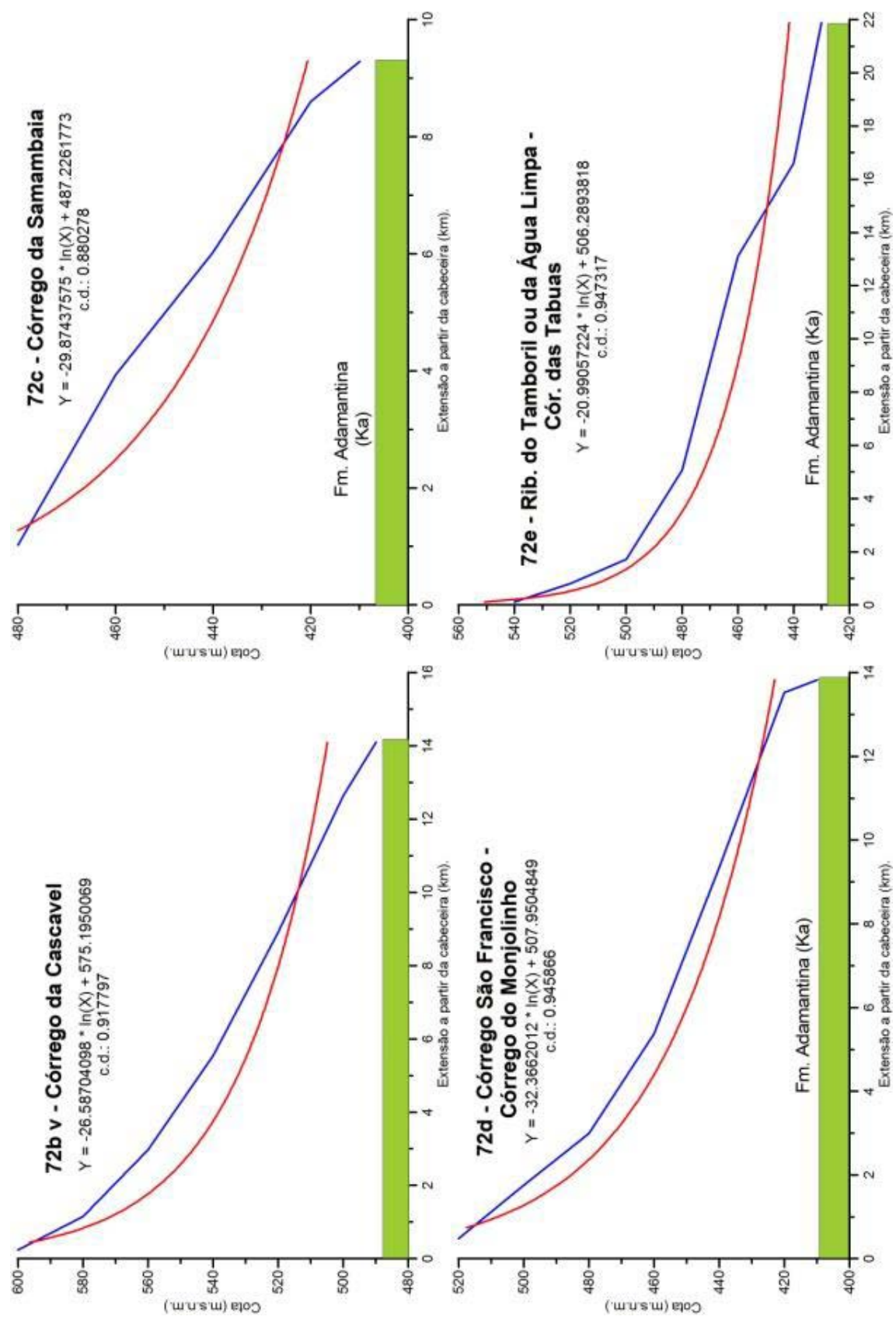


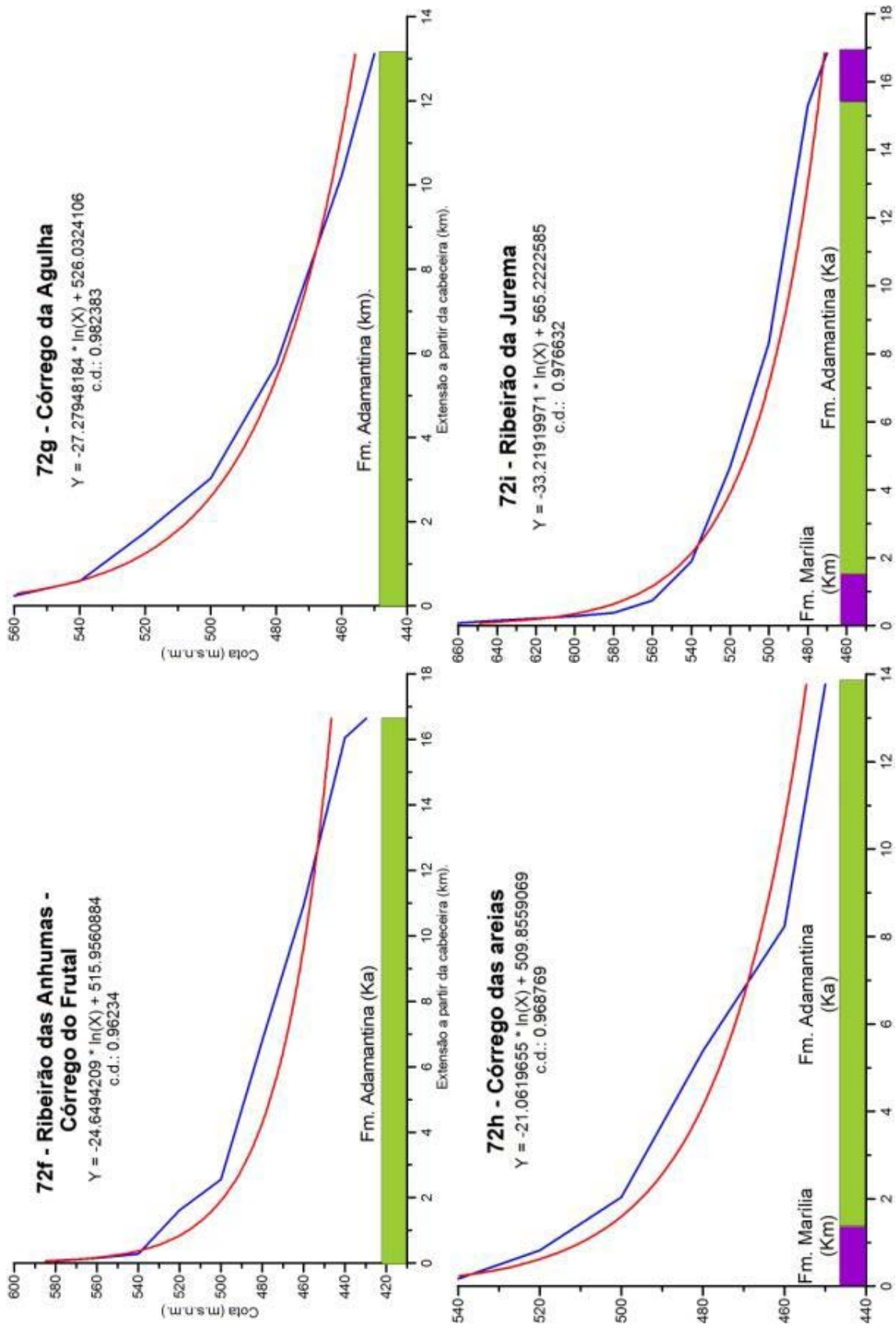


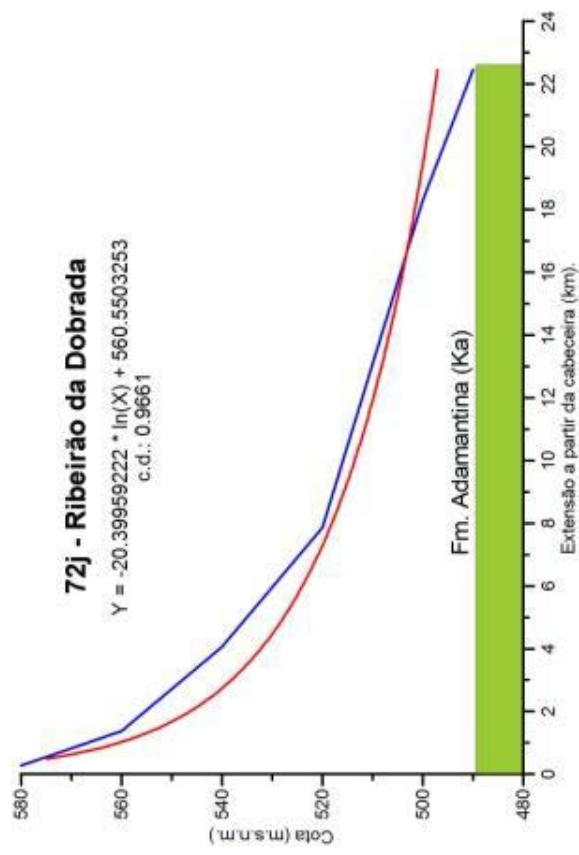




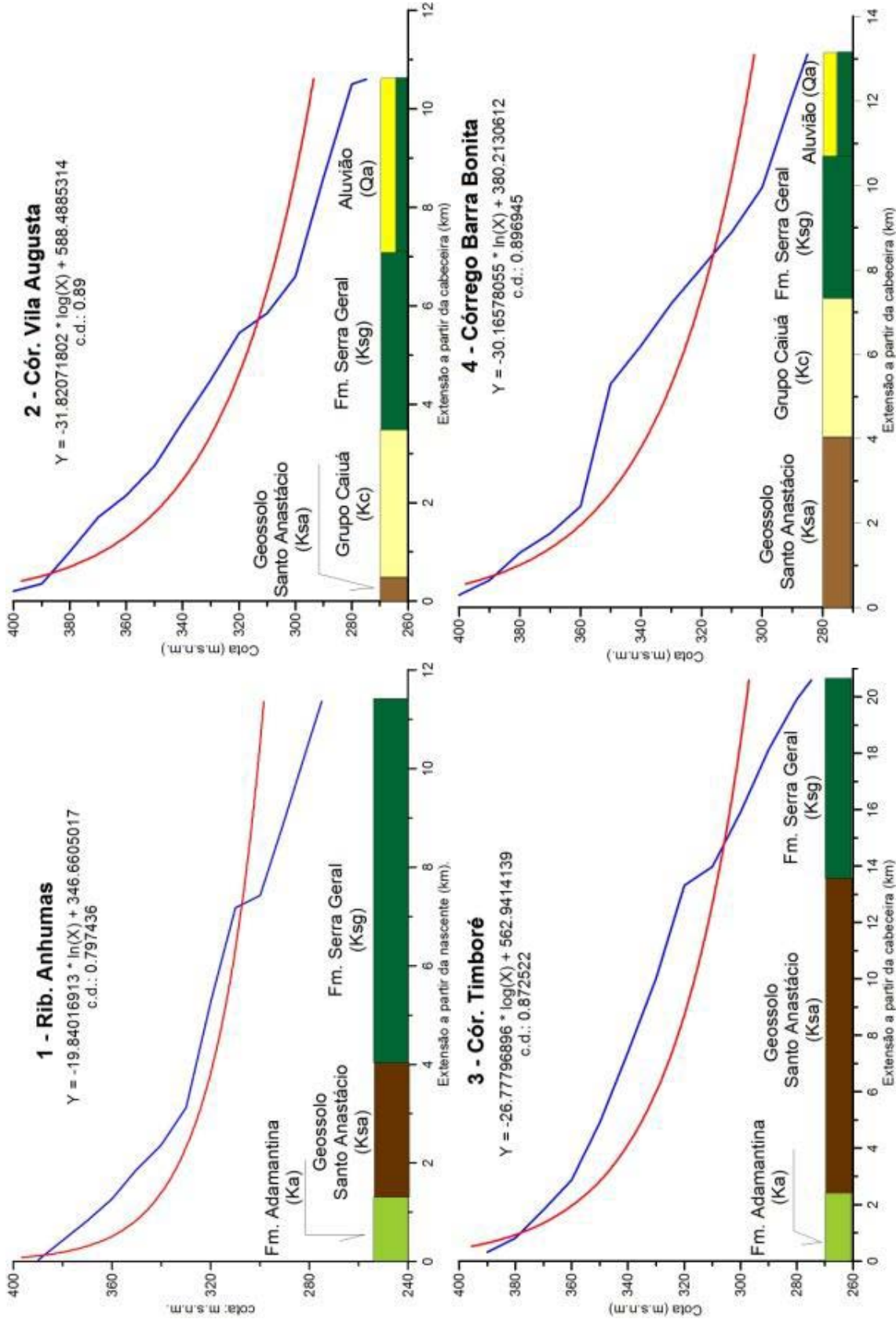


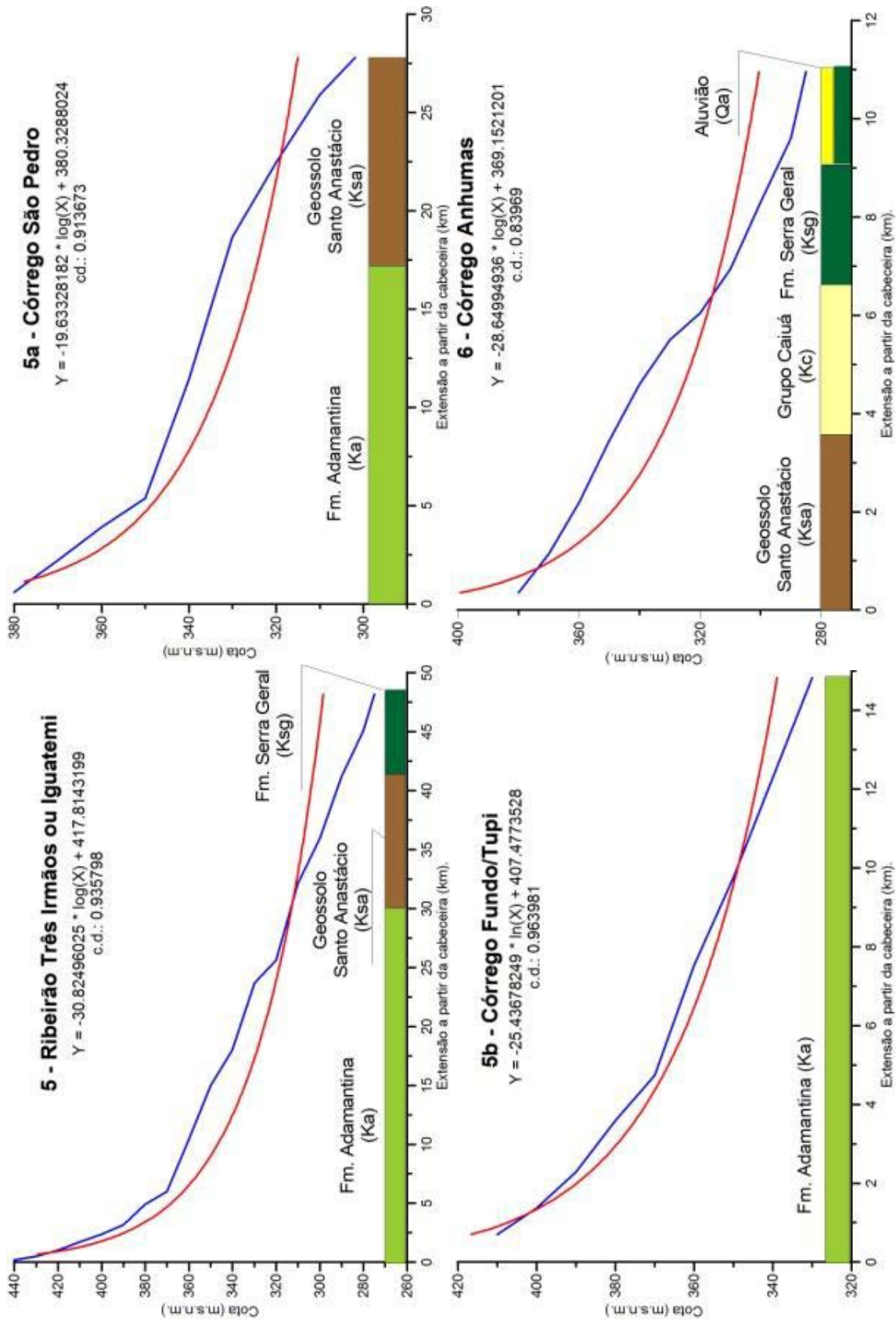


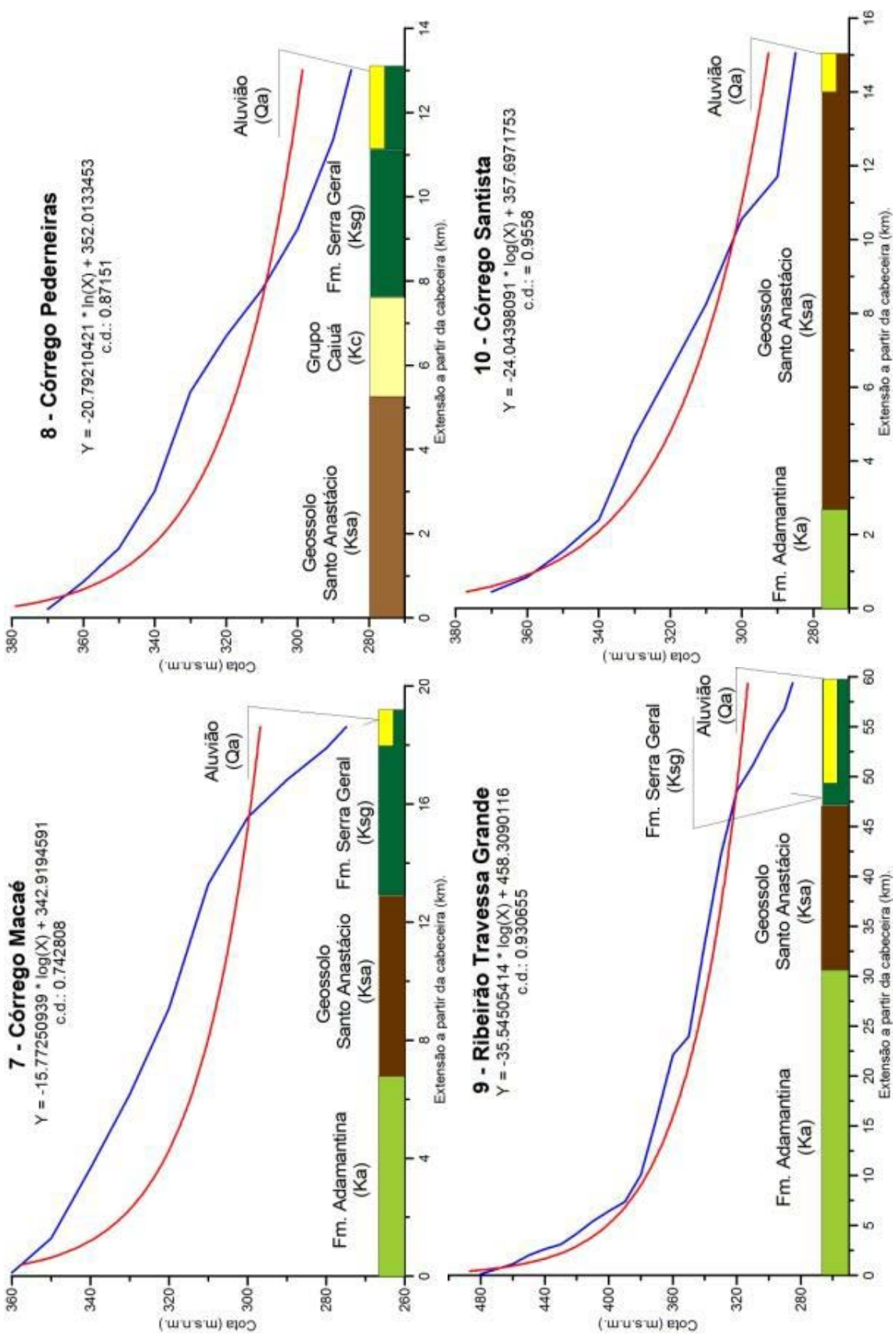


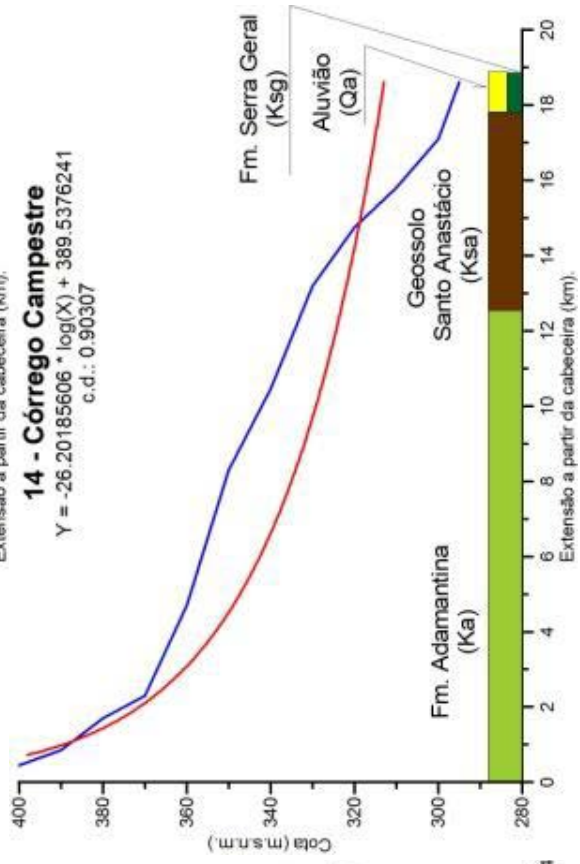
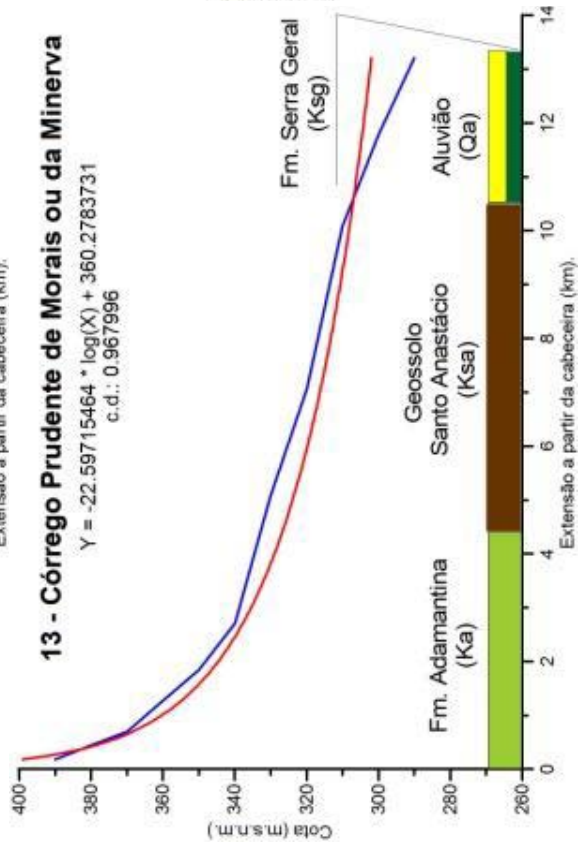
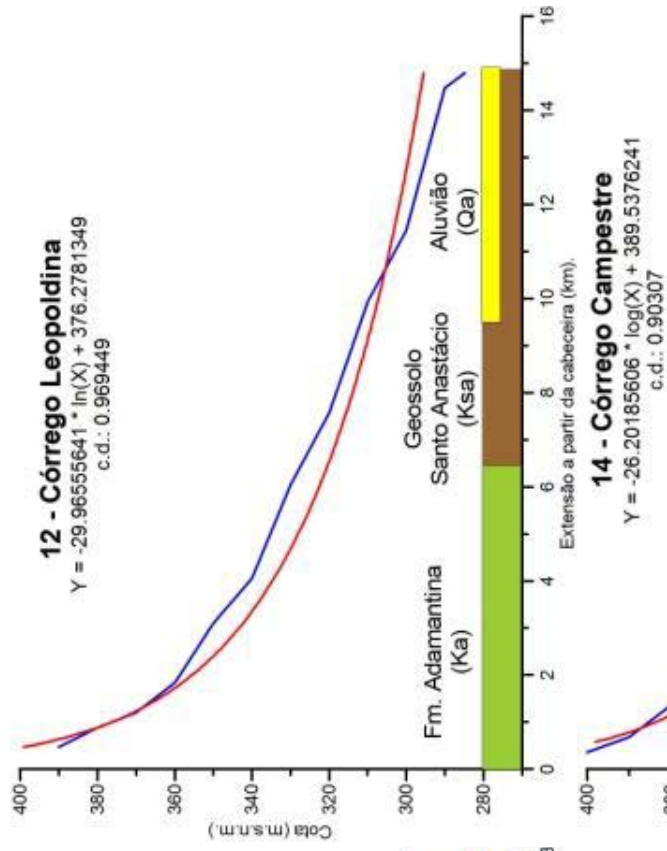
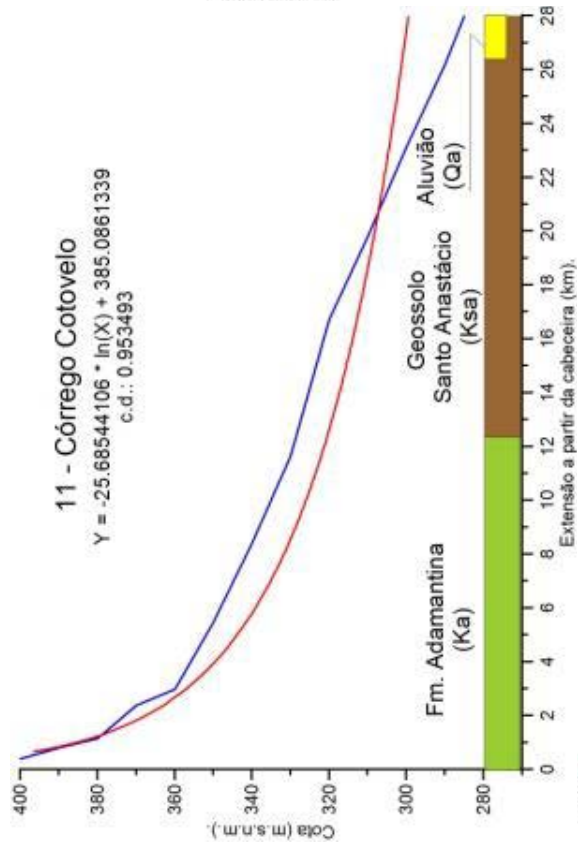


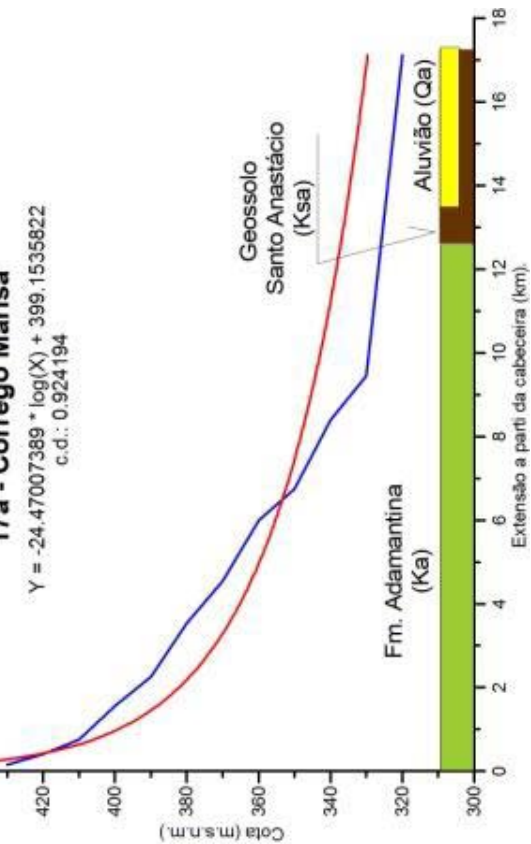
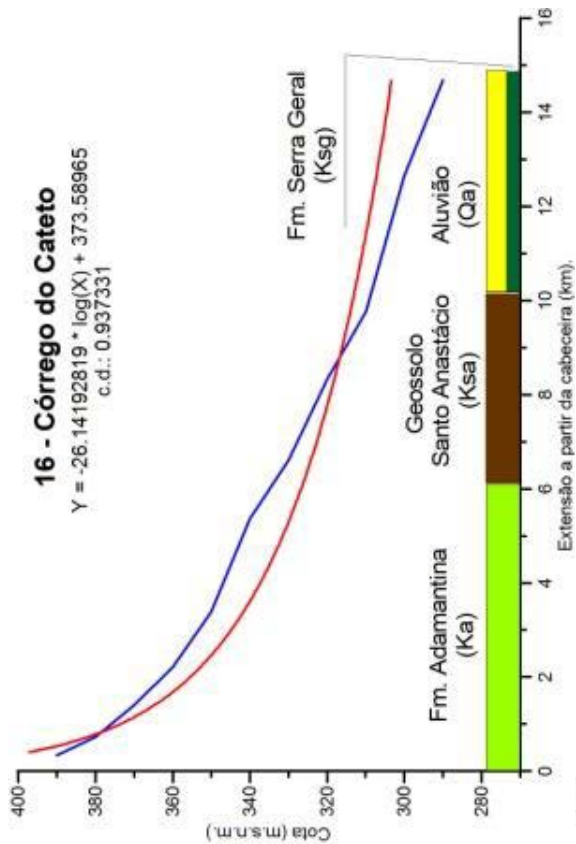
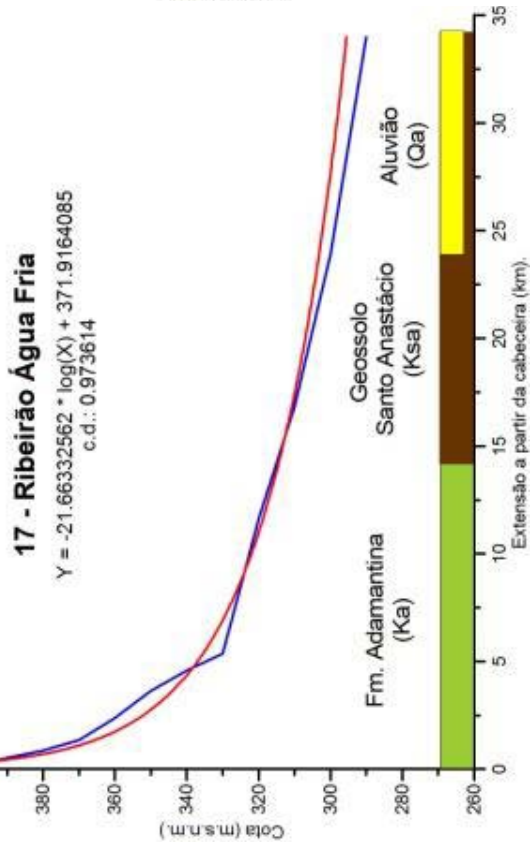
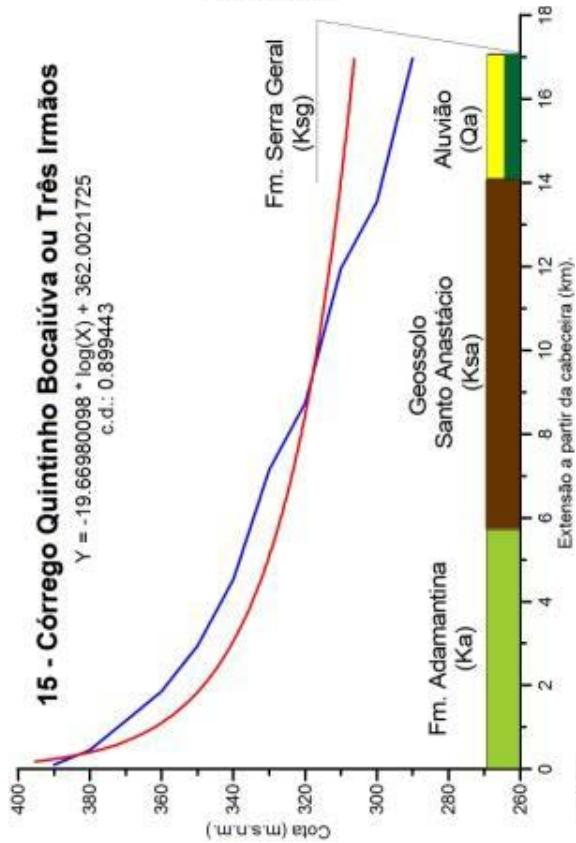
ENCARTE C: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO TRECHO DO BAIXO-TIETÊ.

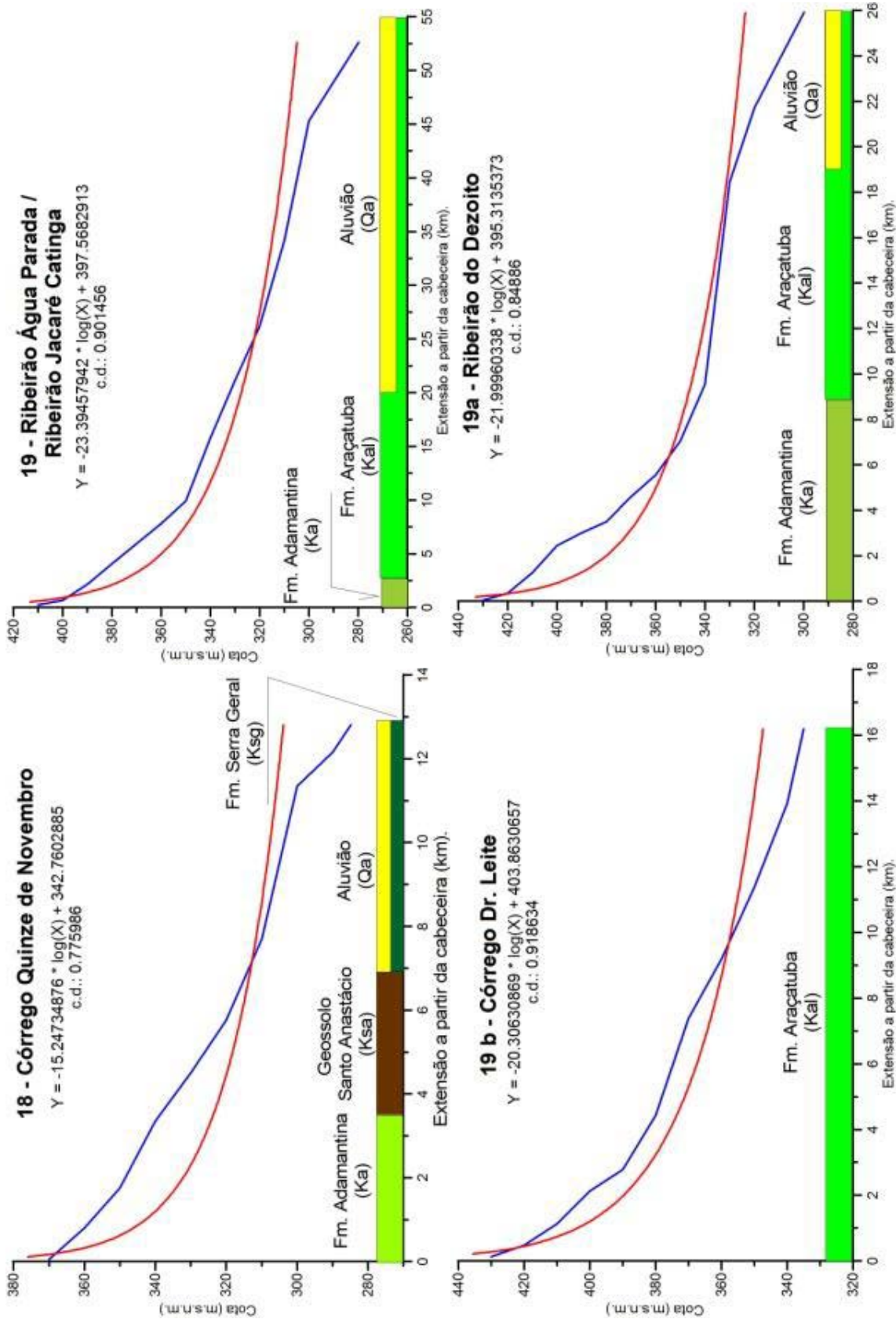


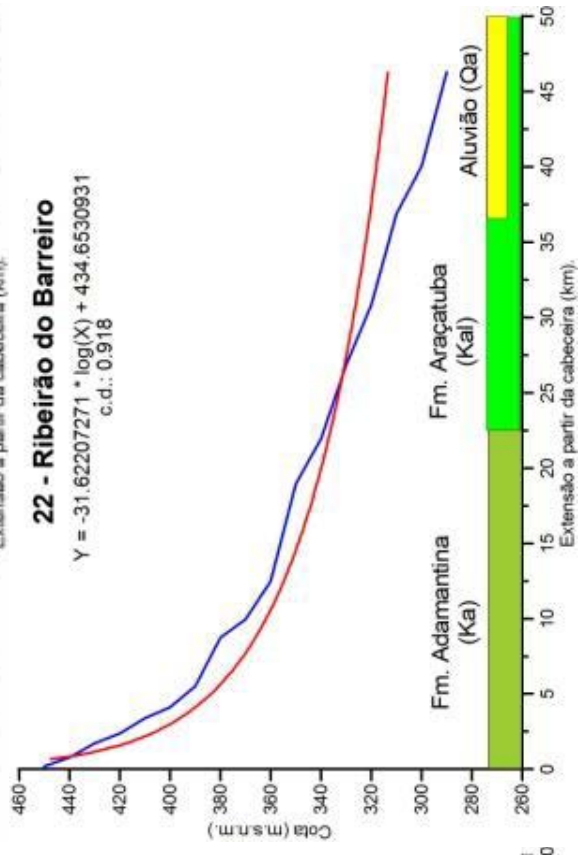
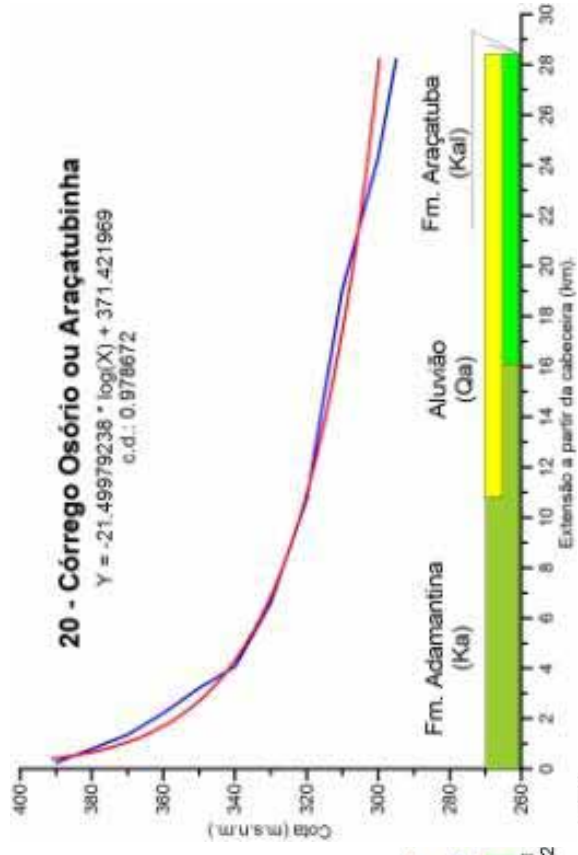
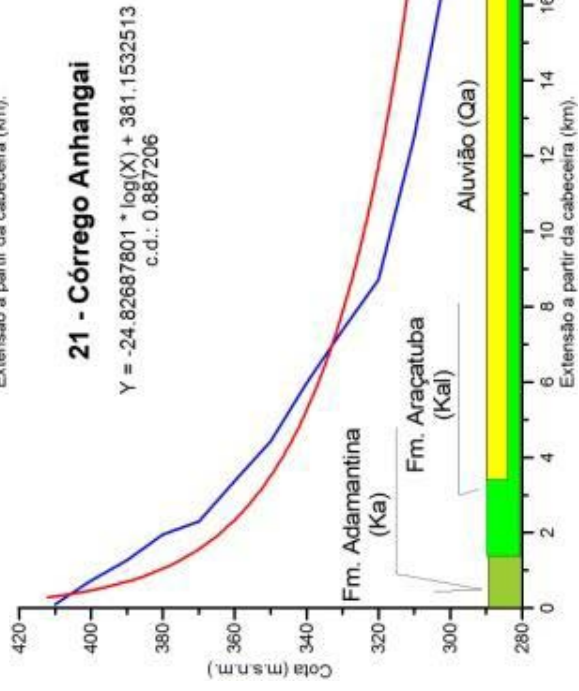
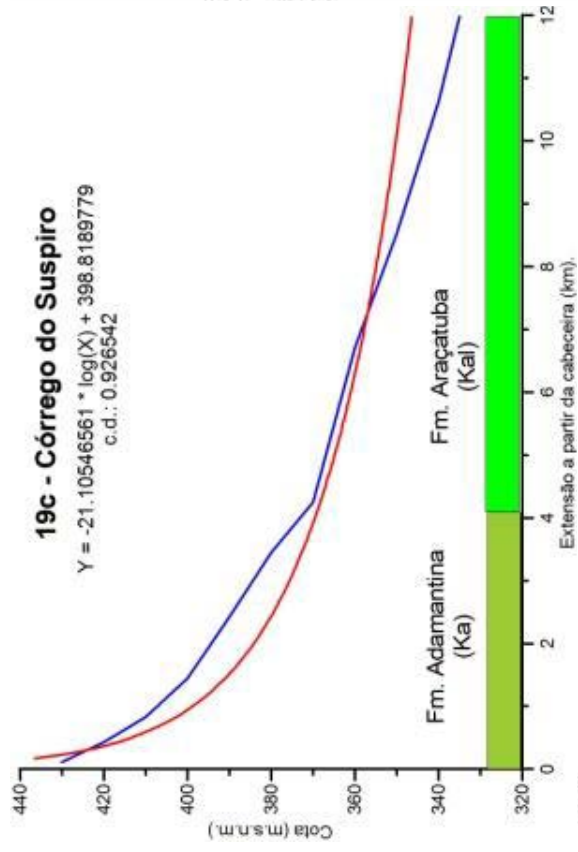


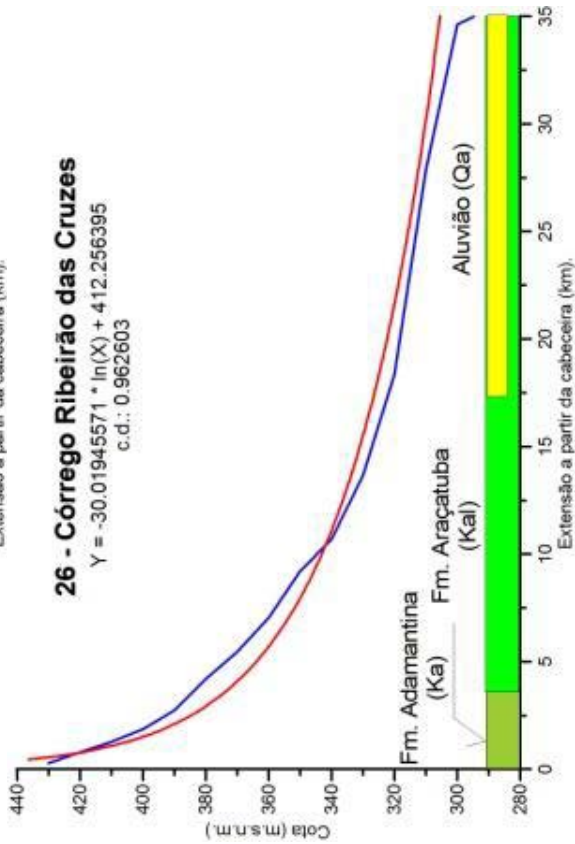
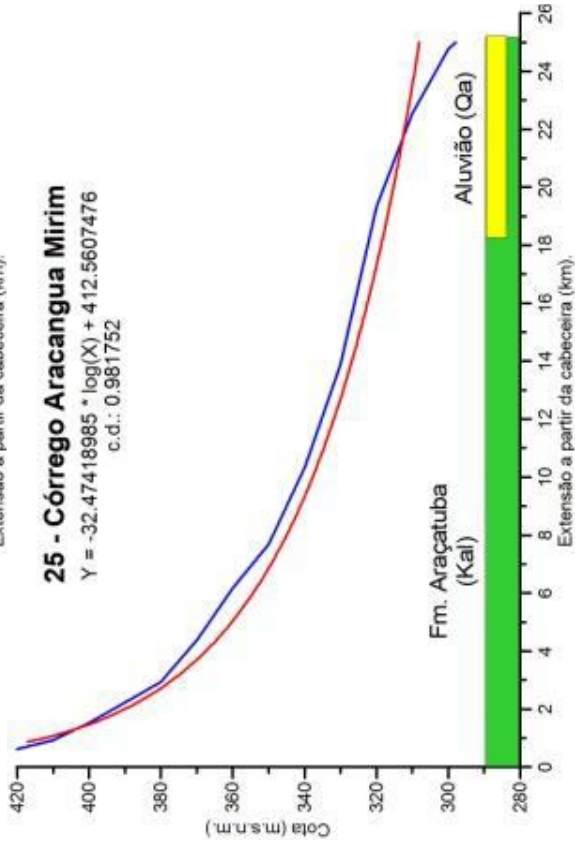
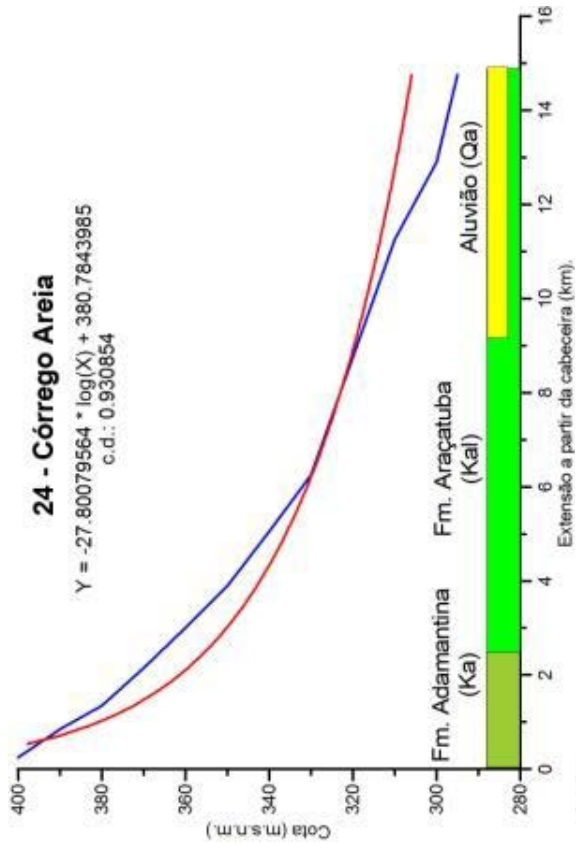
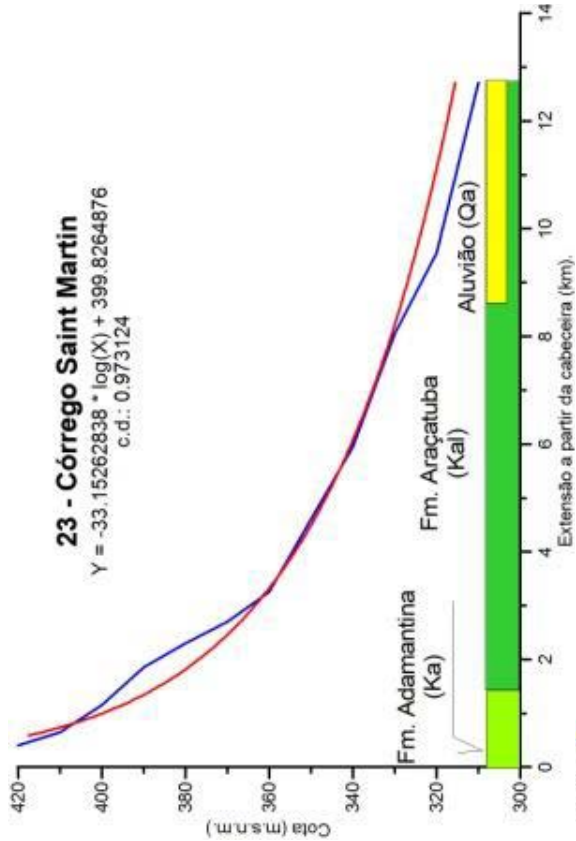


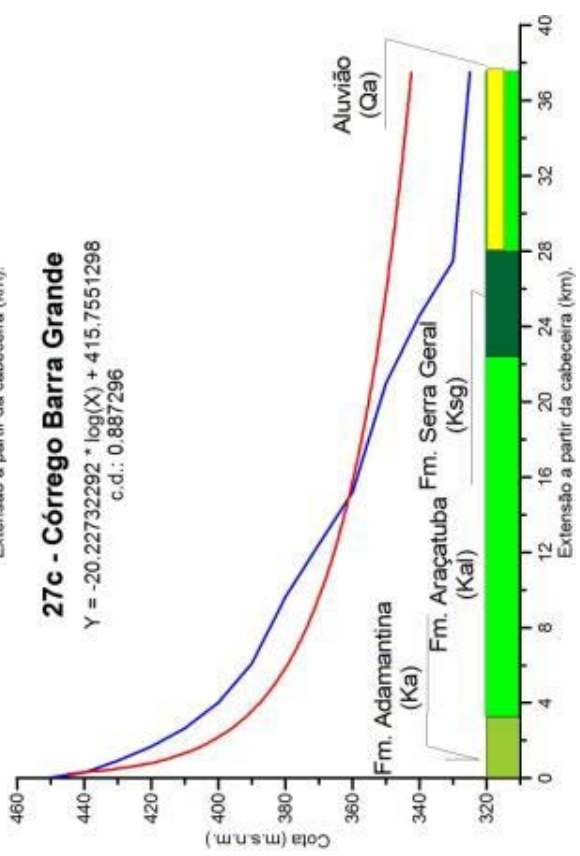
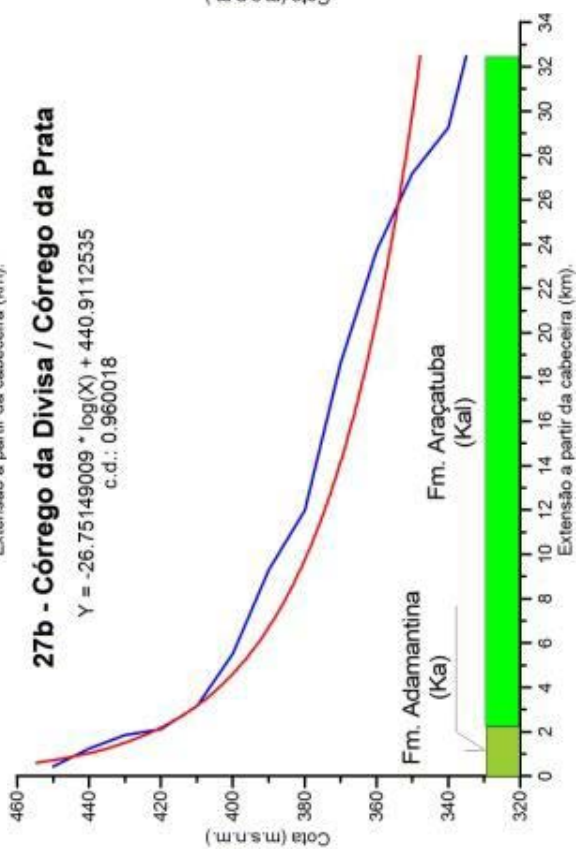
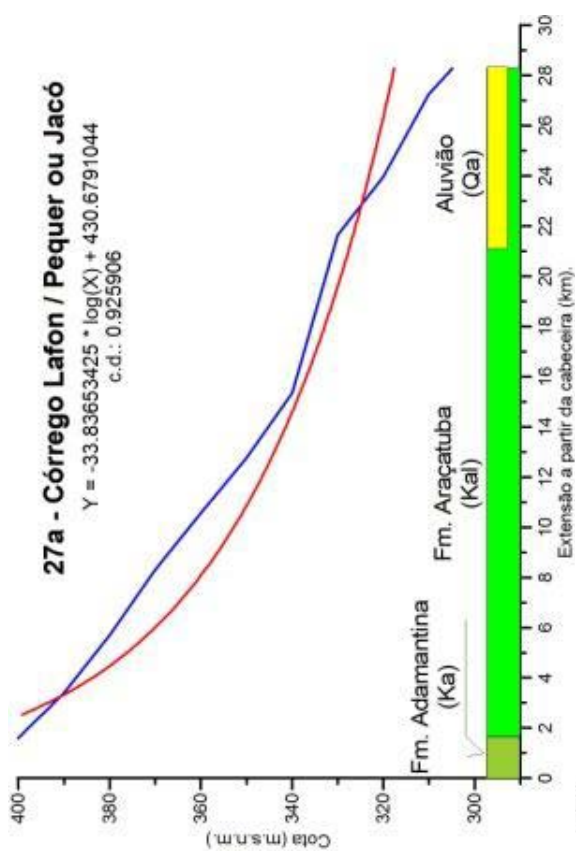
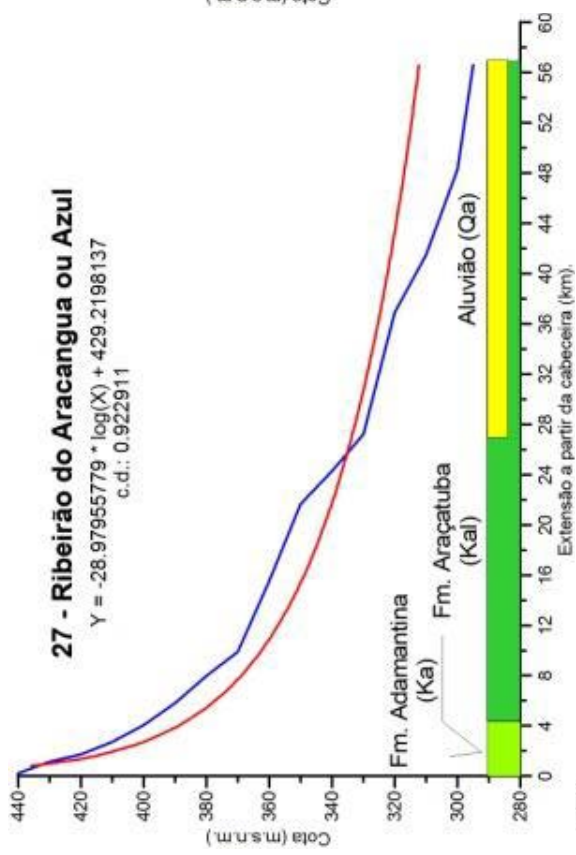


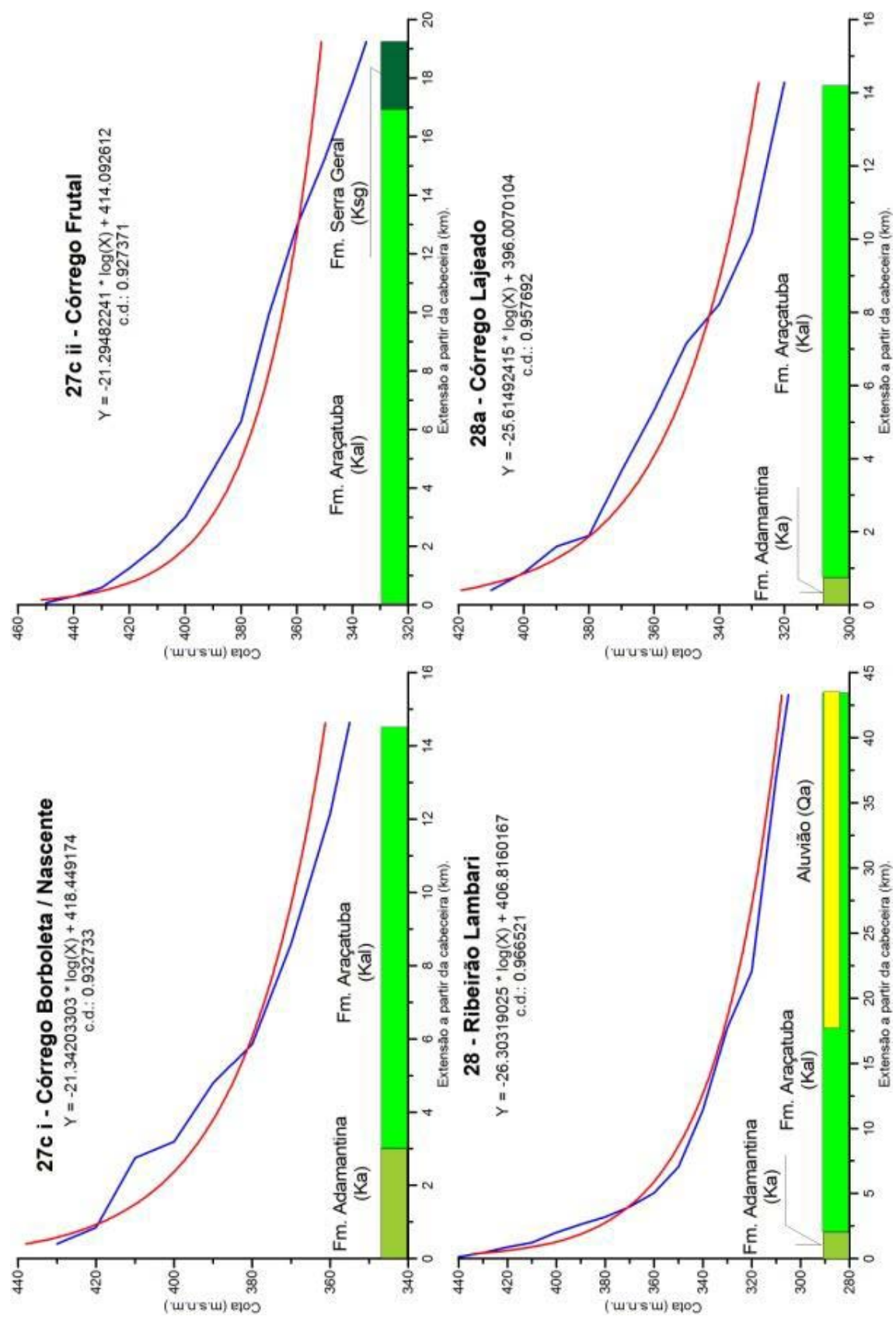


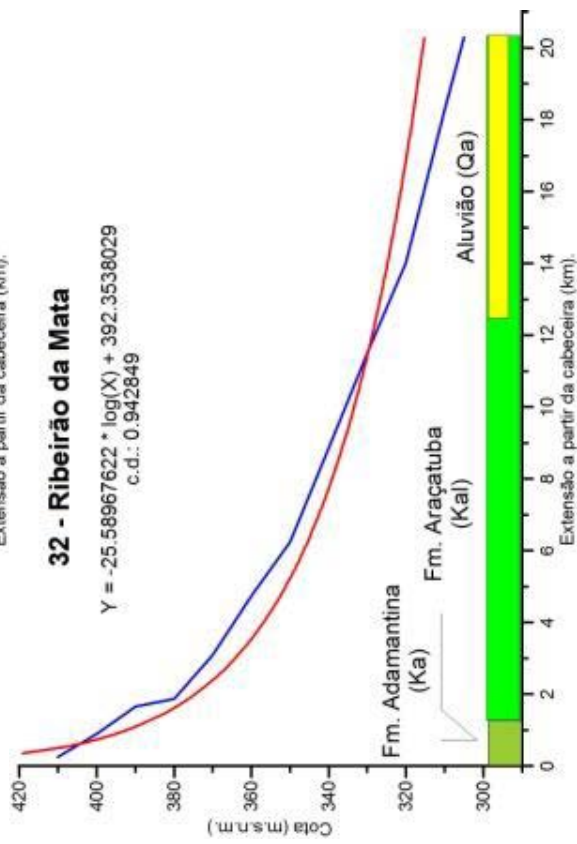
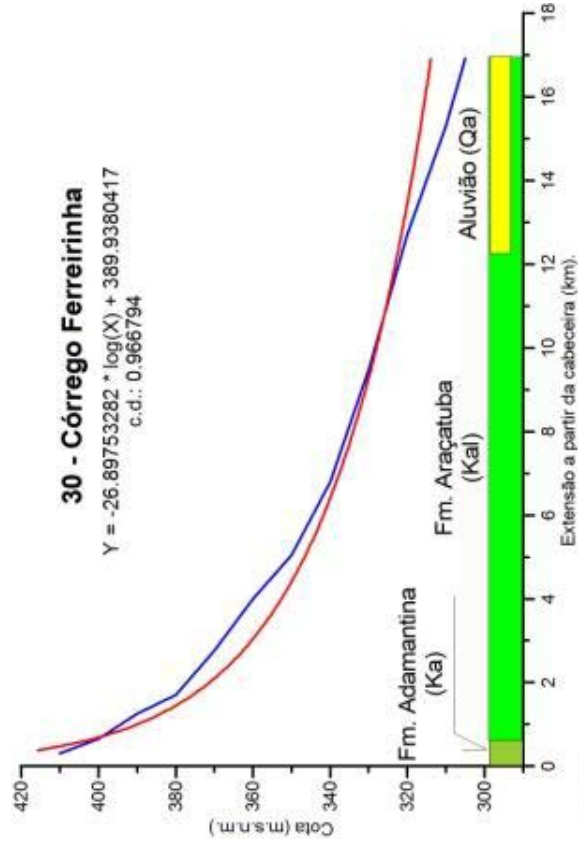
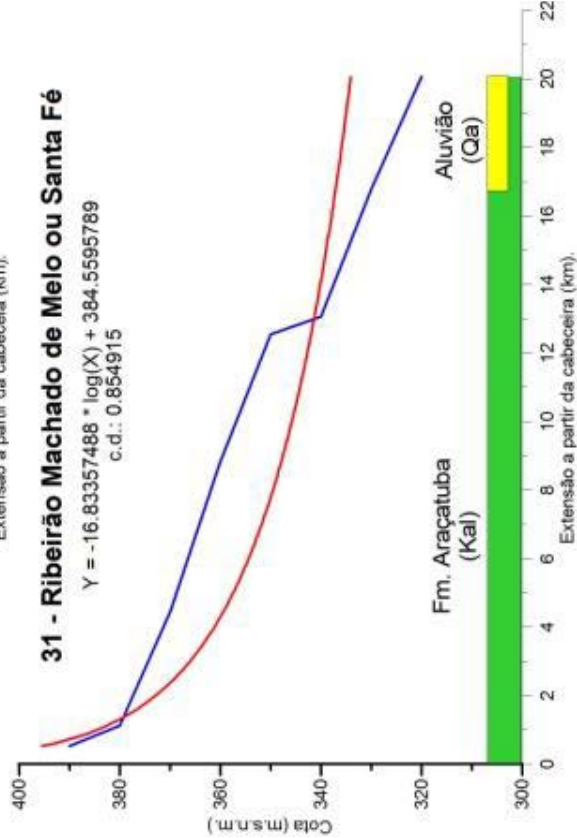
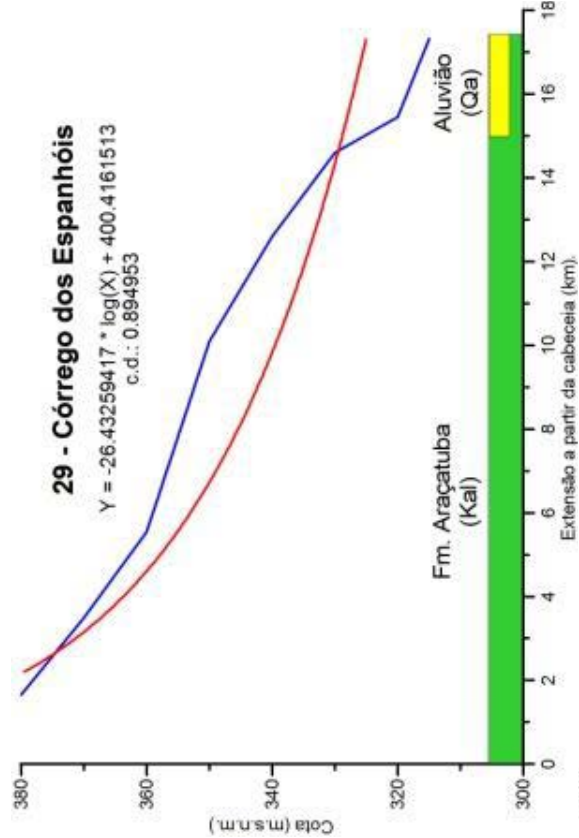


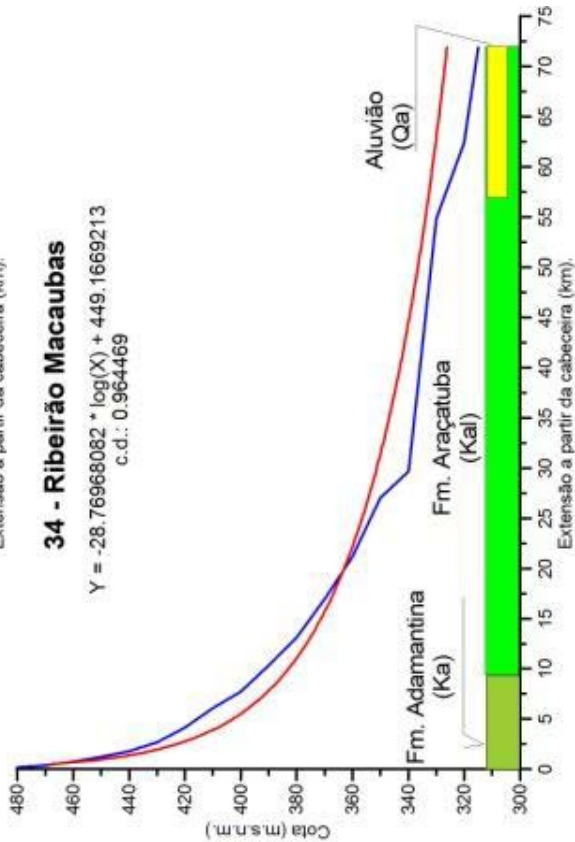
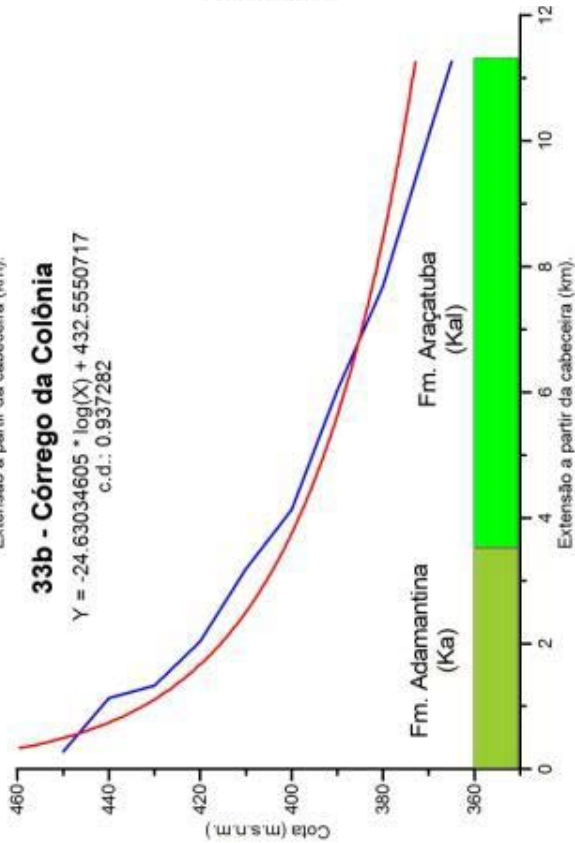
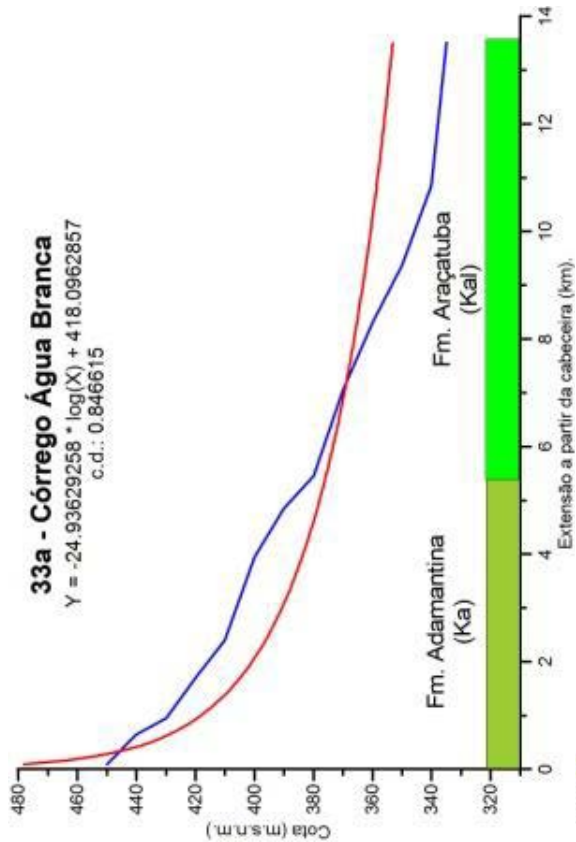
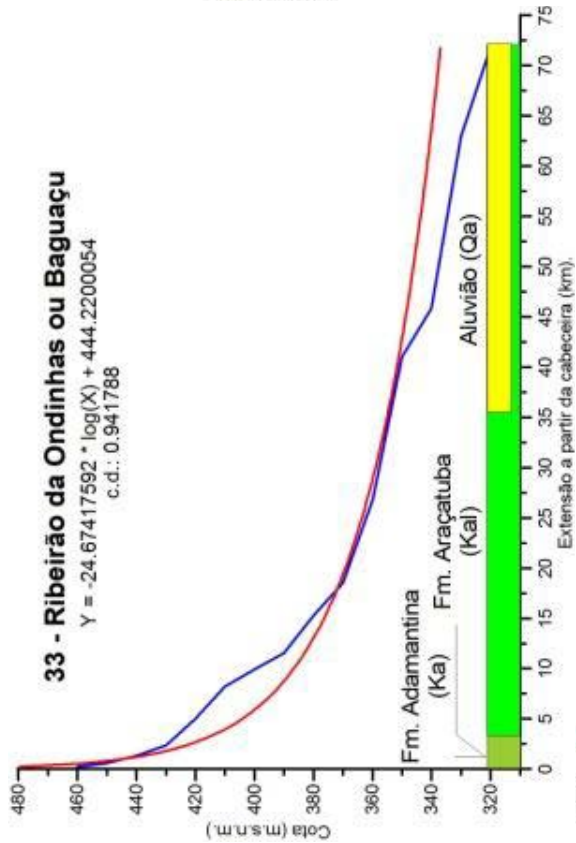


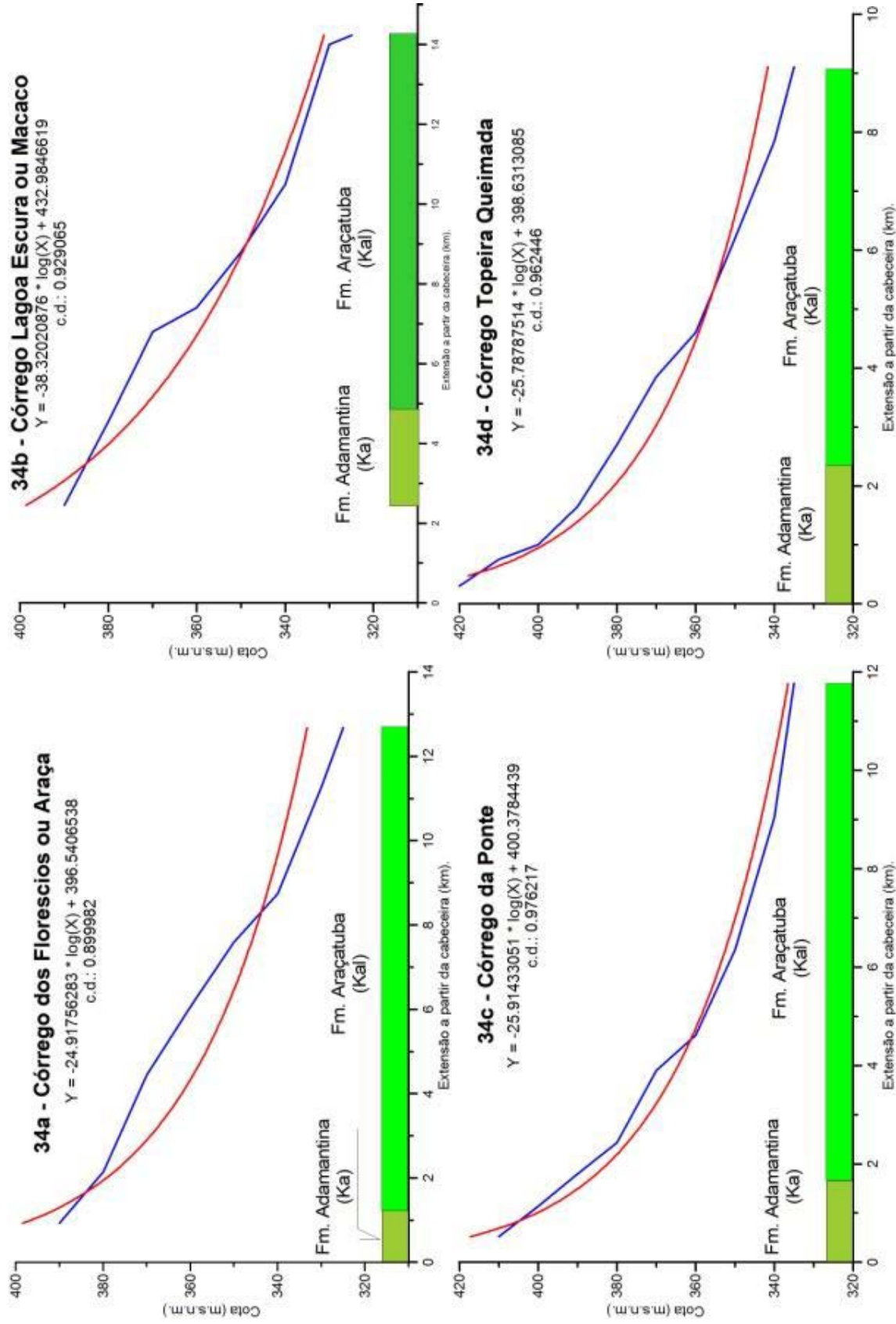


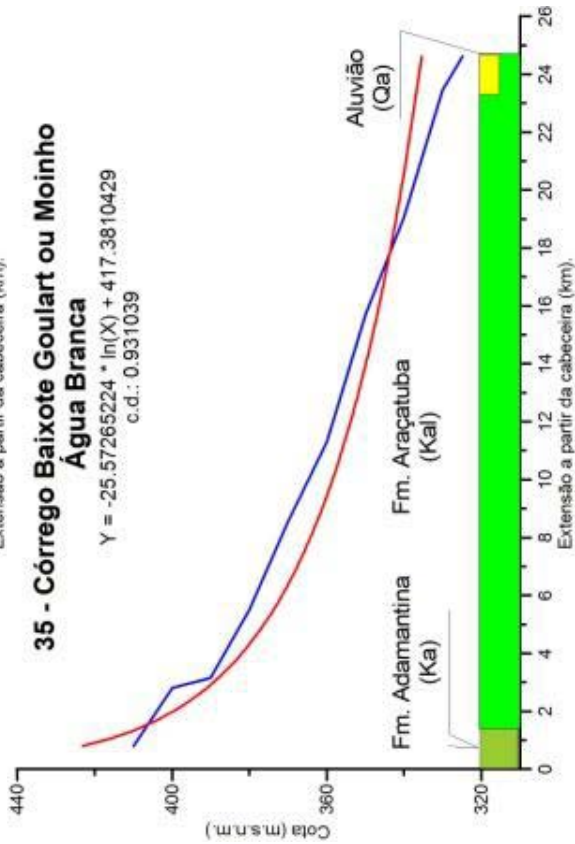
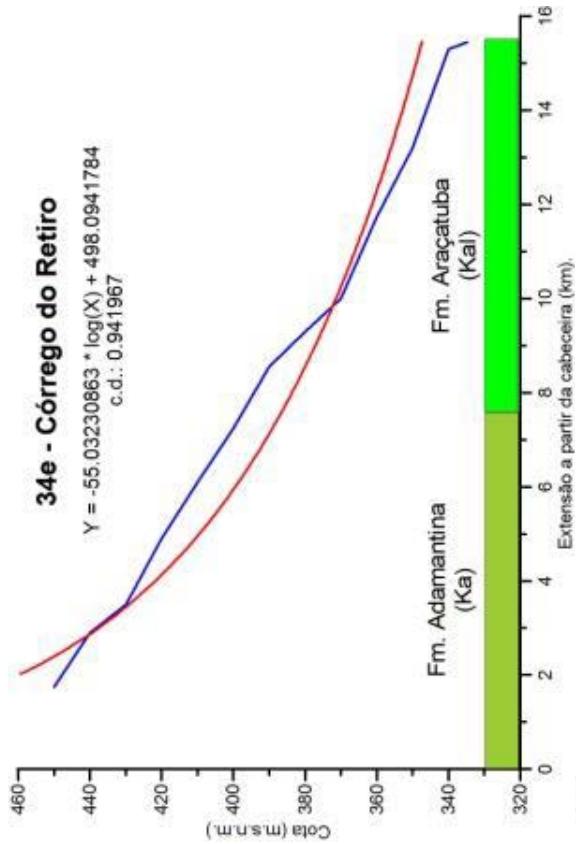
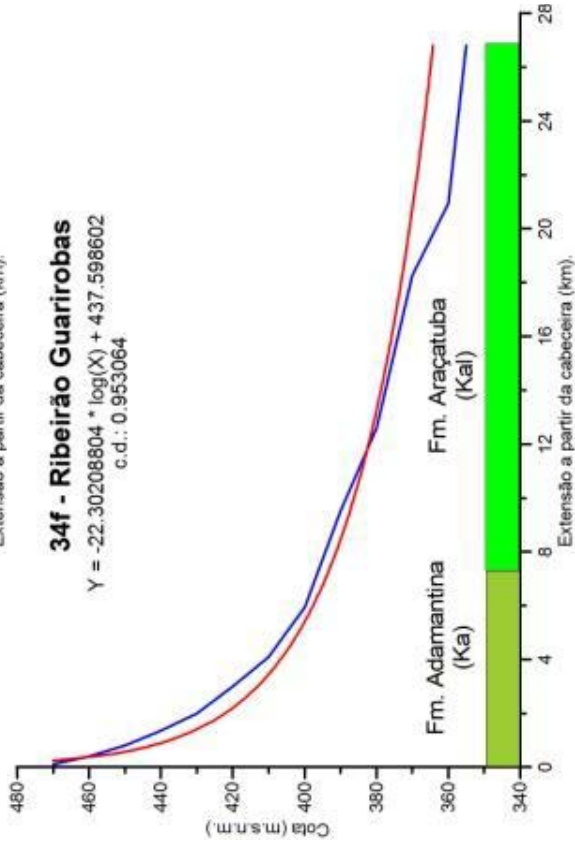
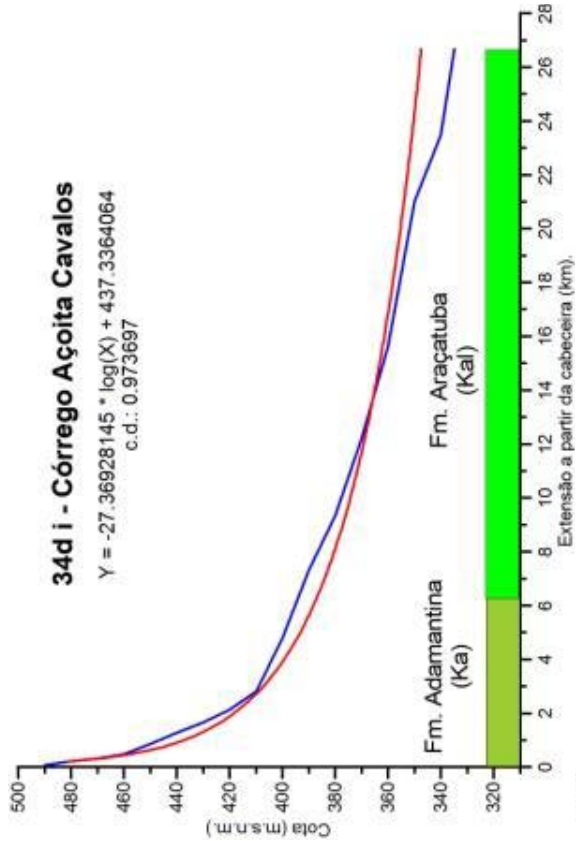


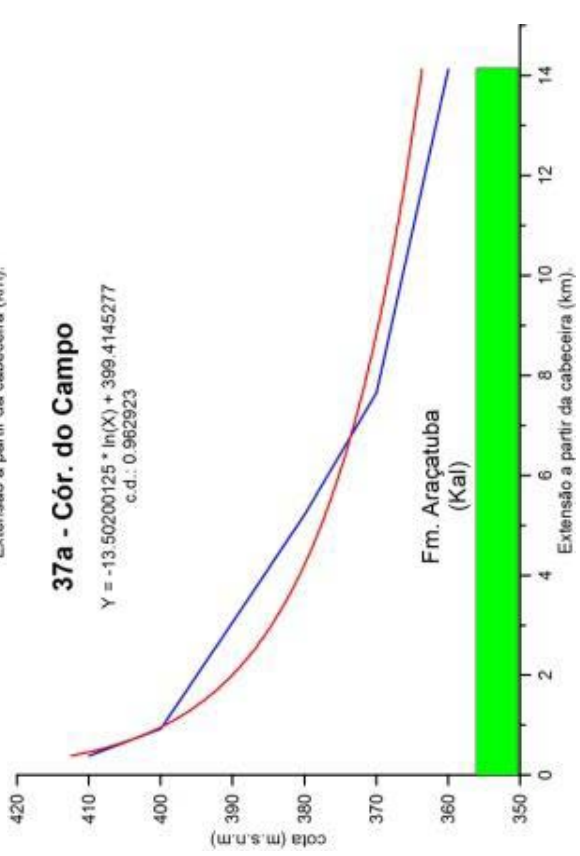
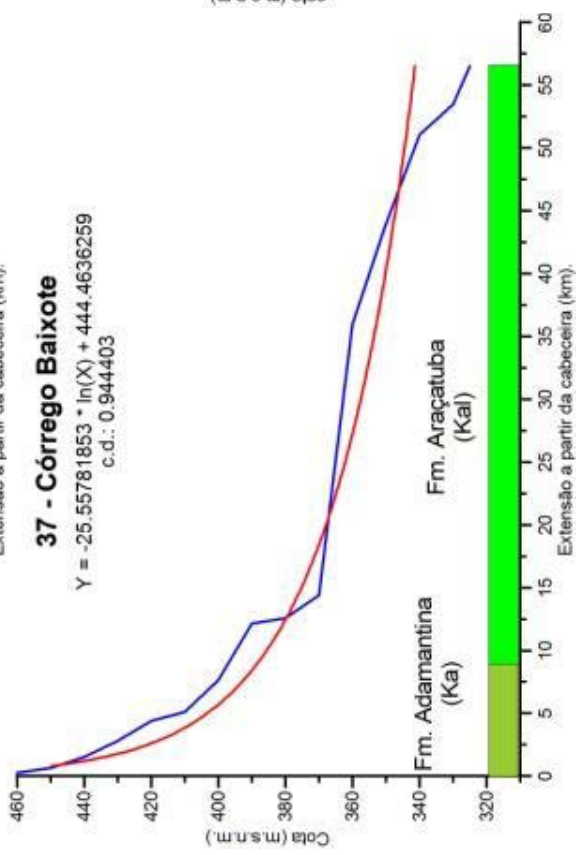
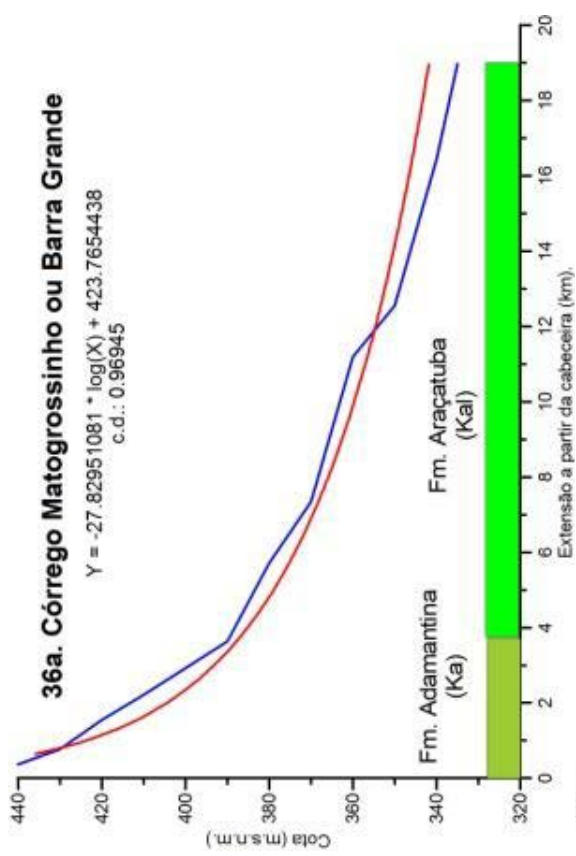
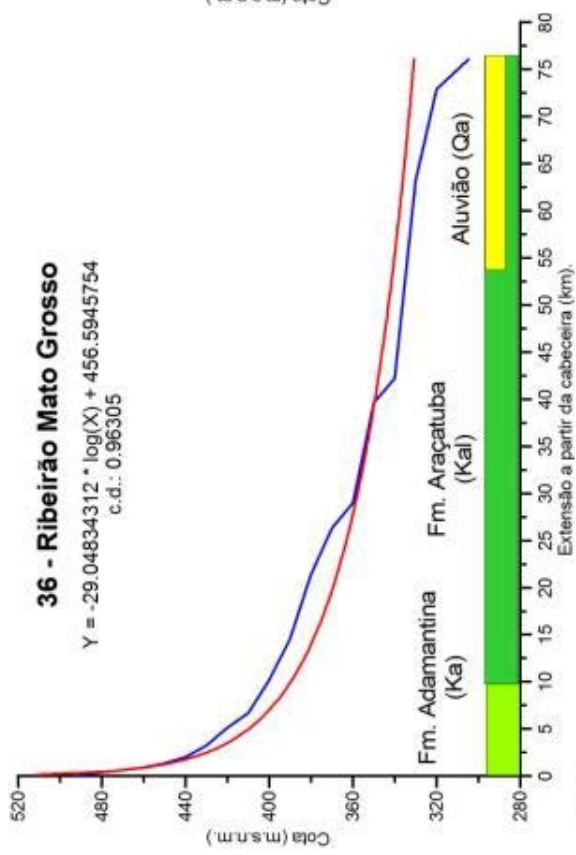


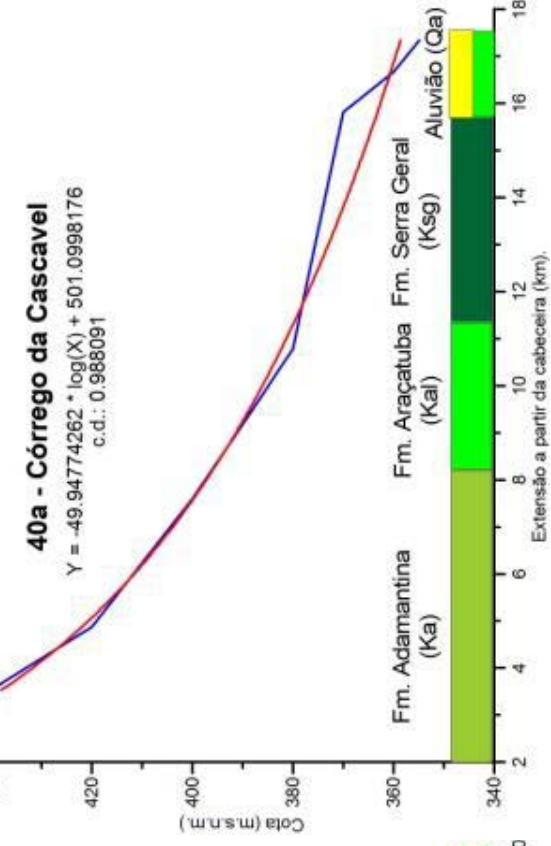
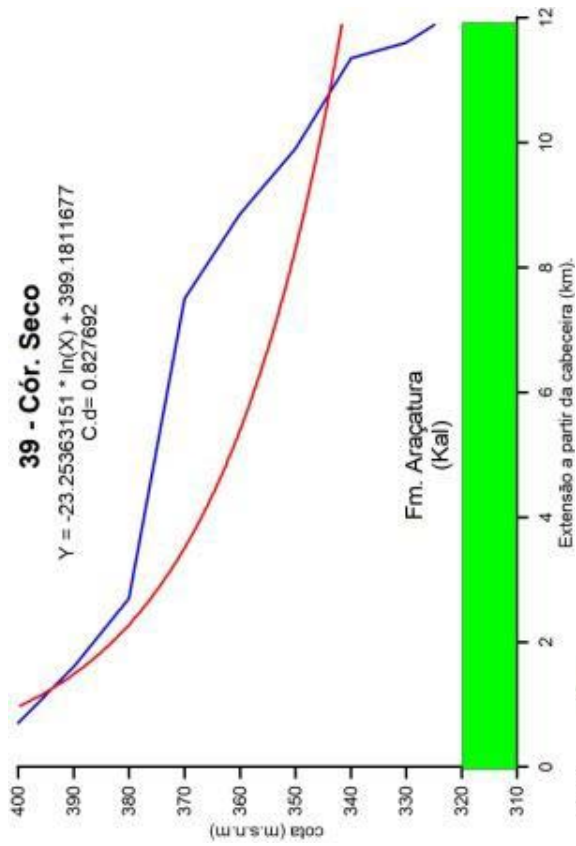
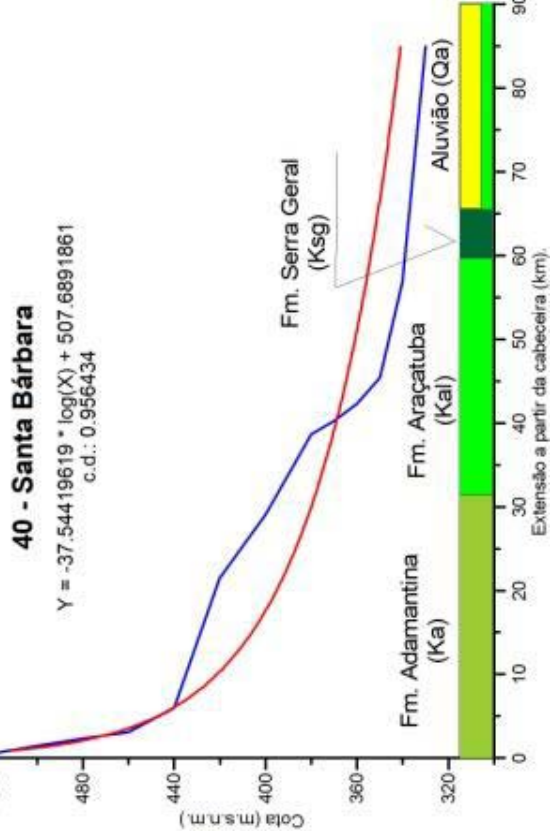
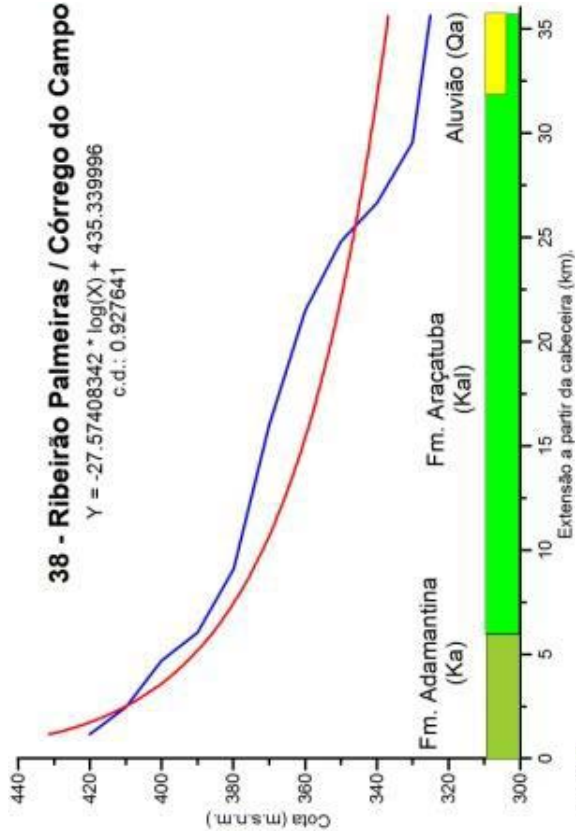


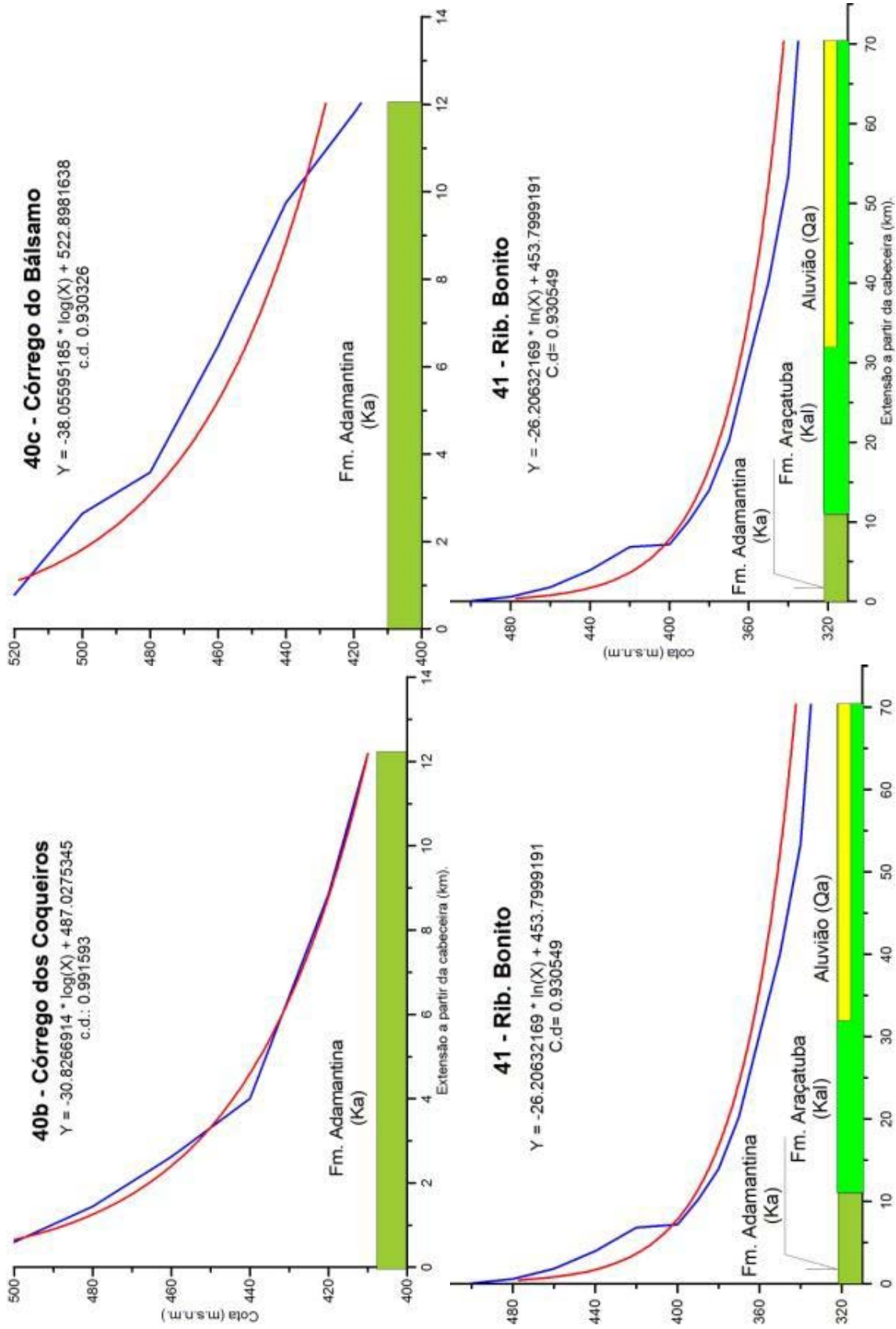


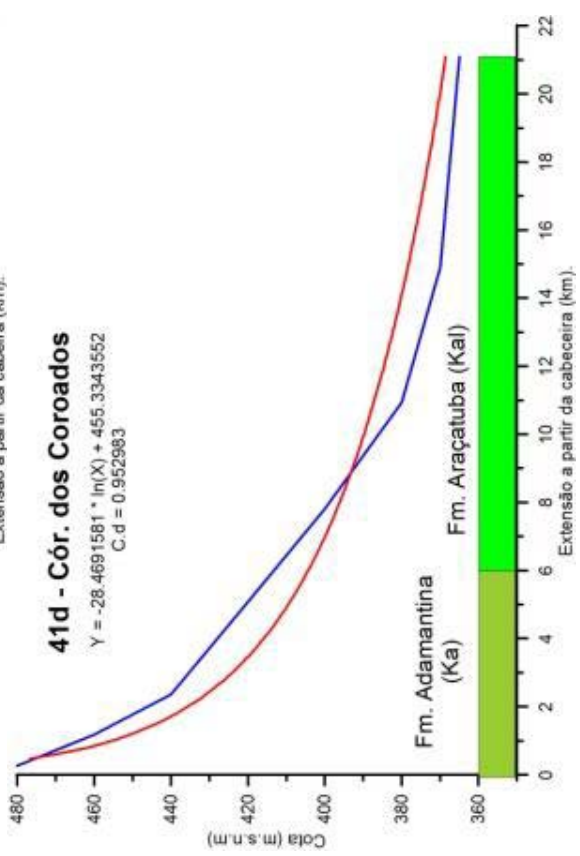
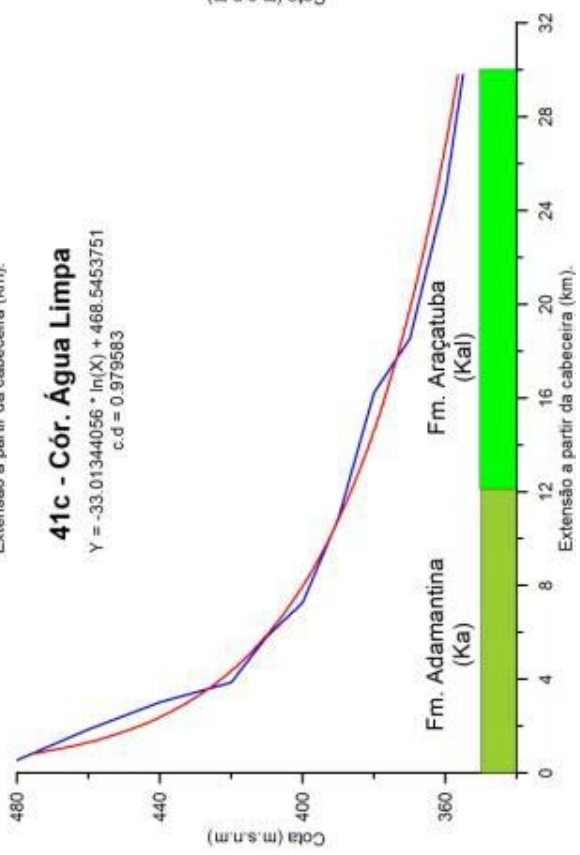
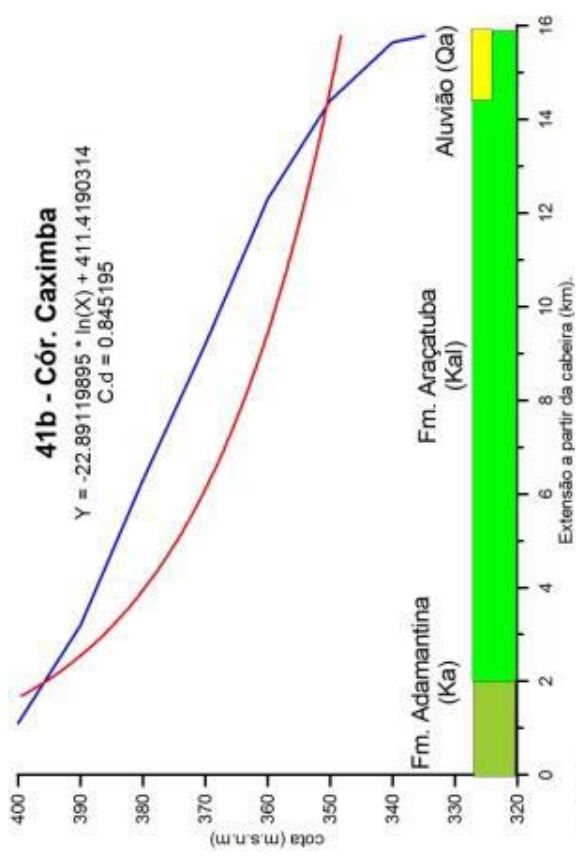
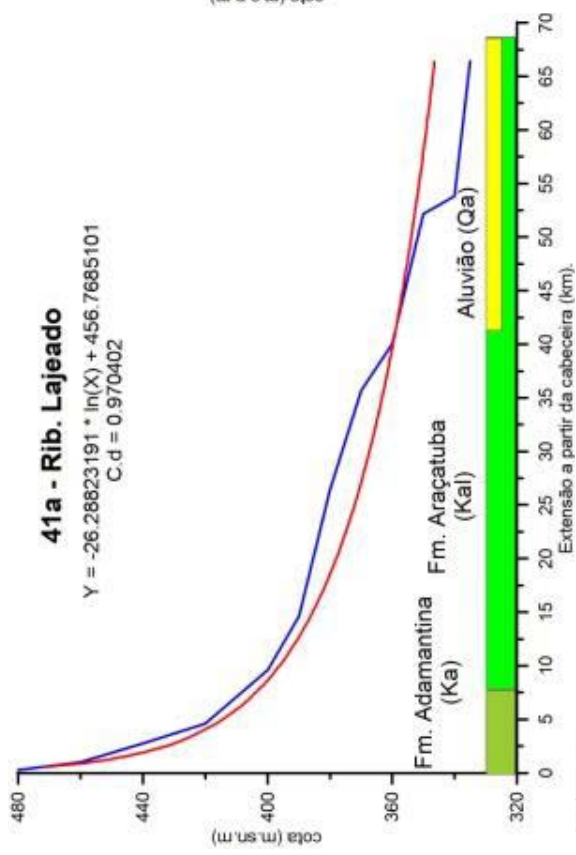


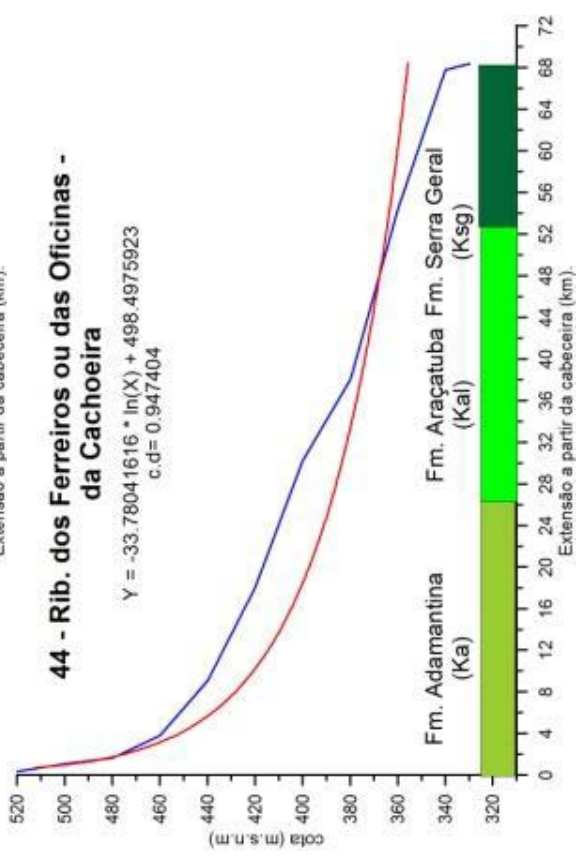
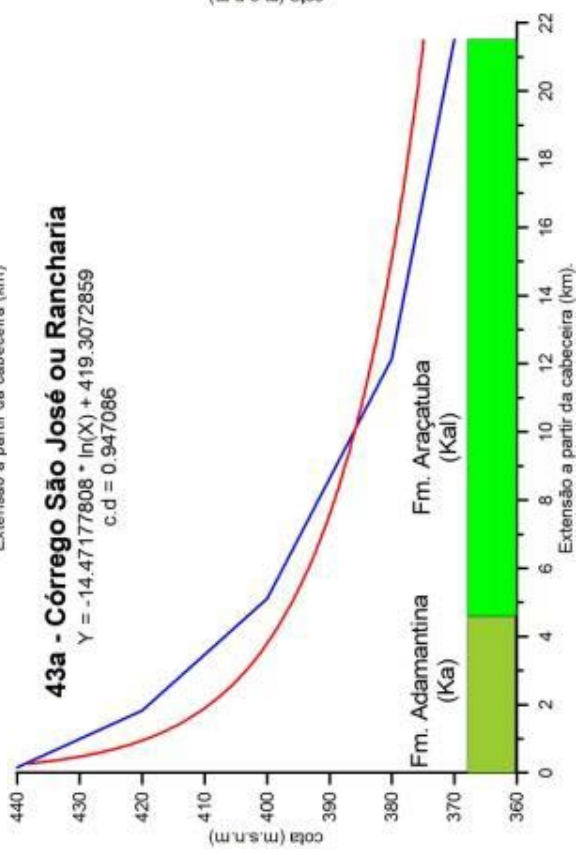
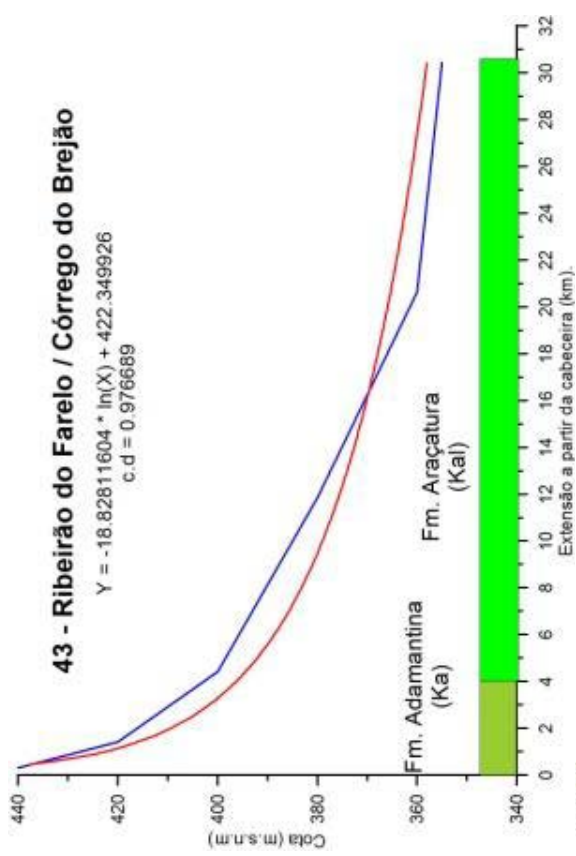
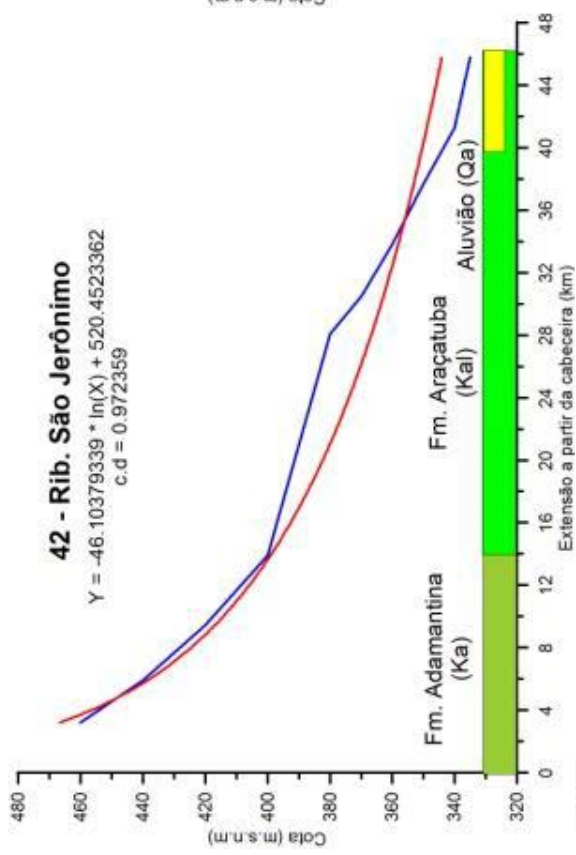


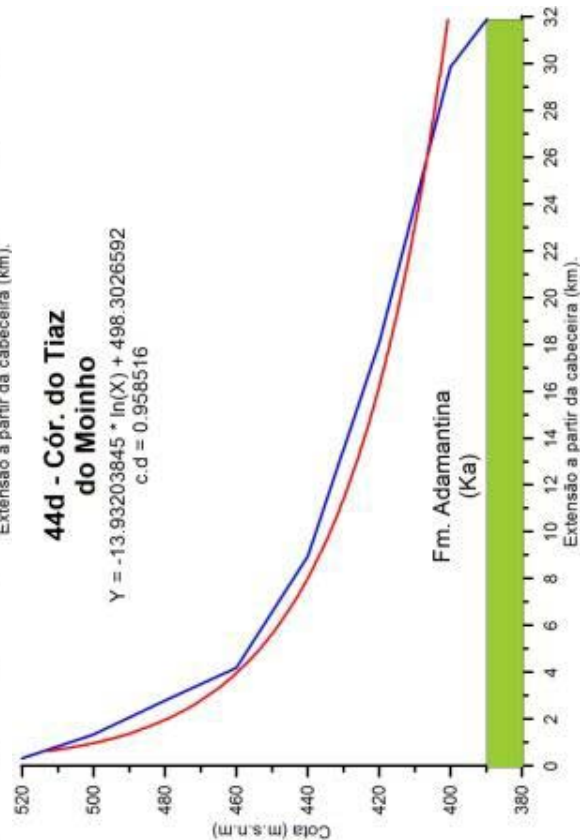
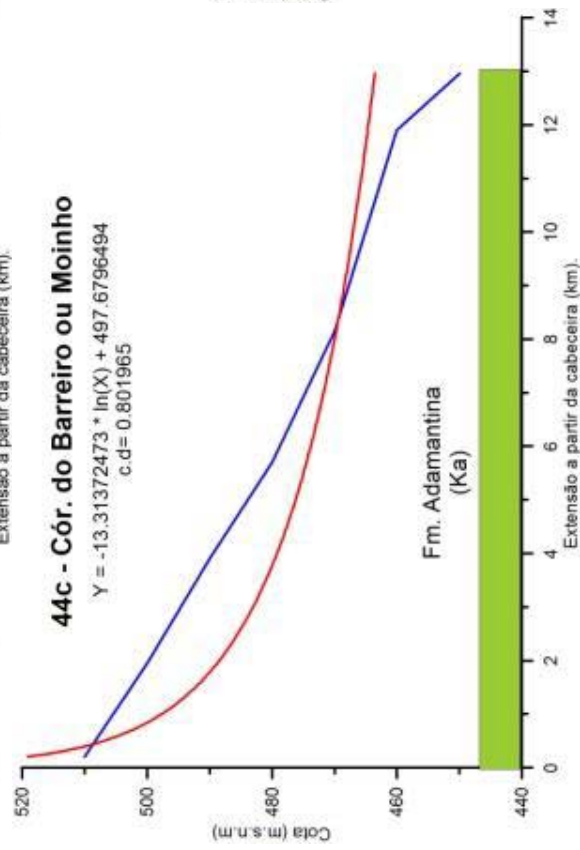
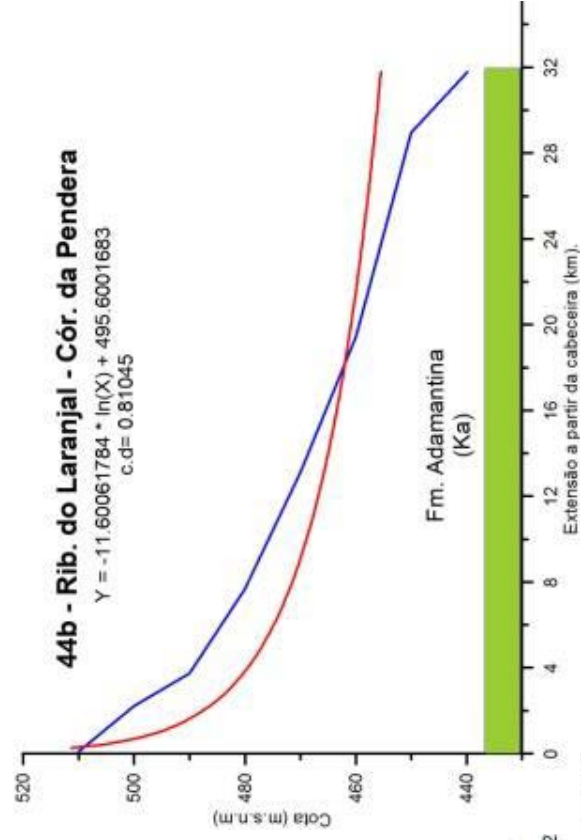
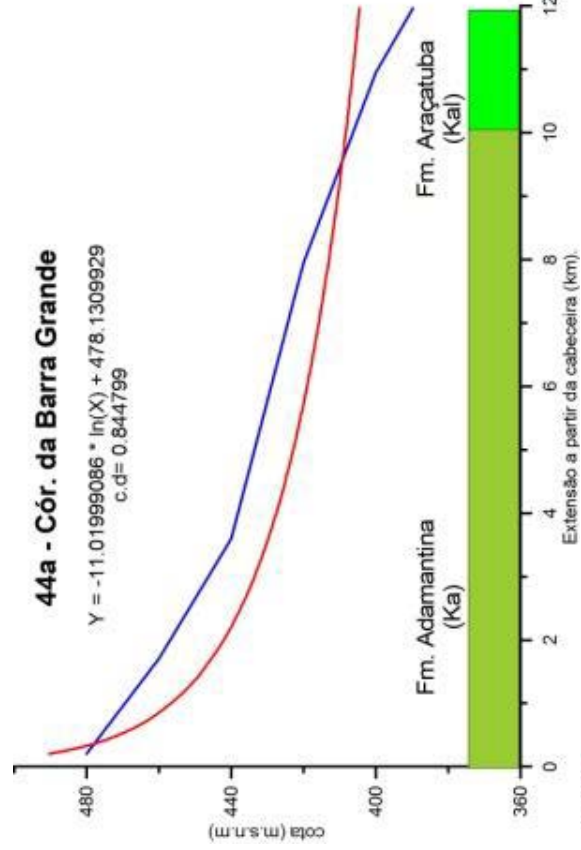


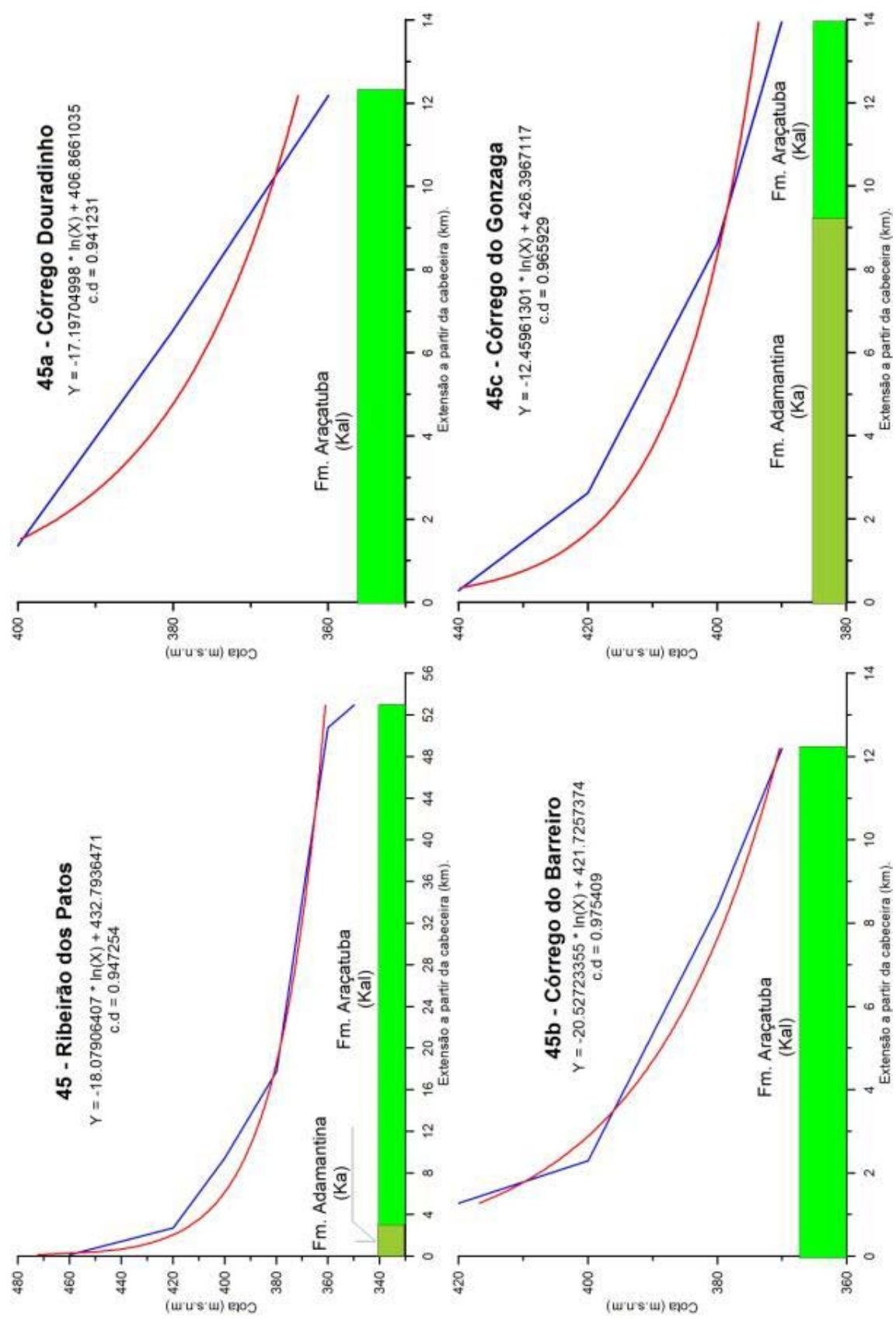


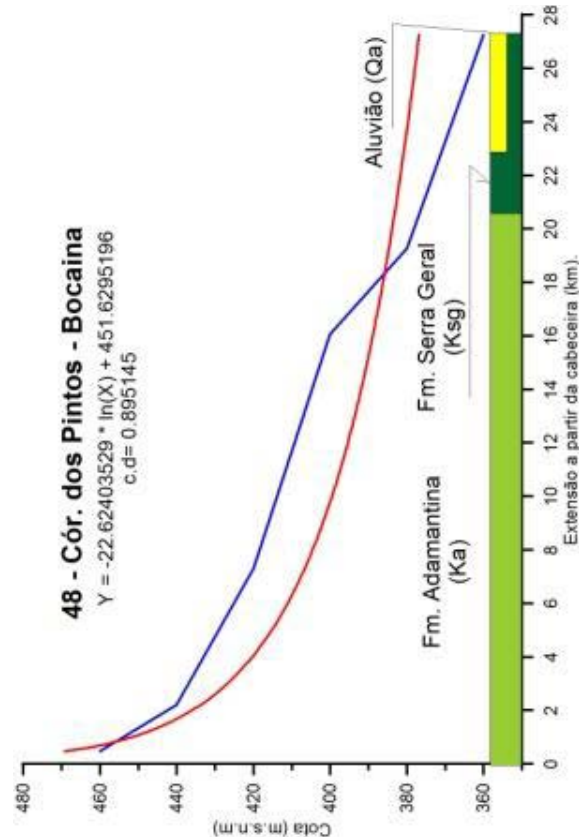
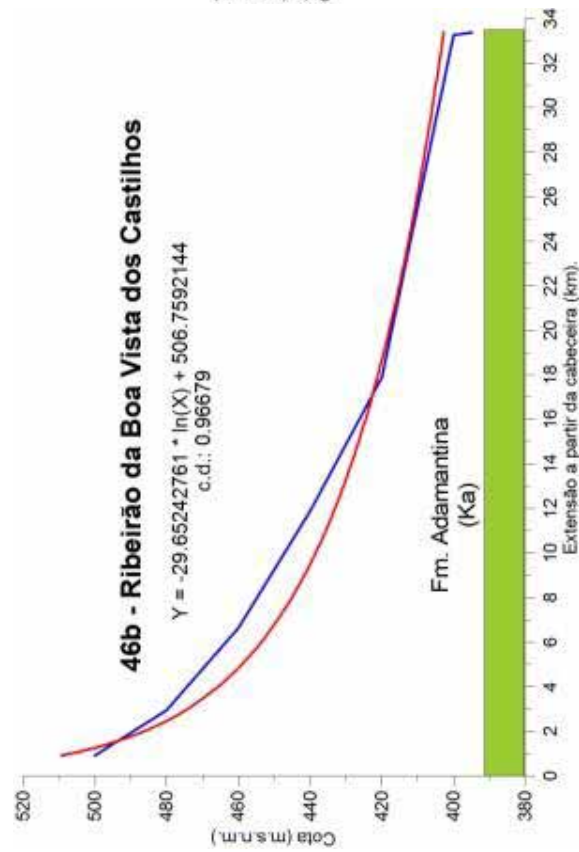
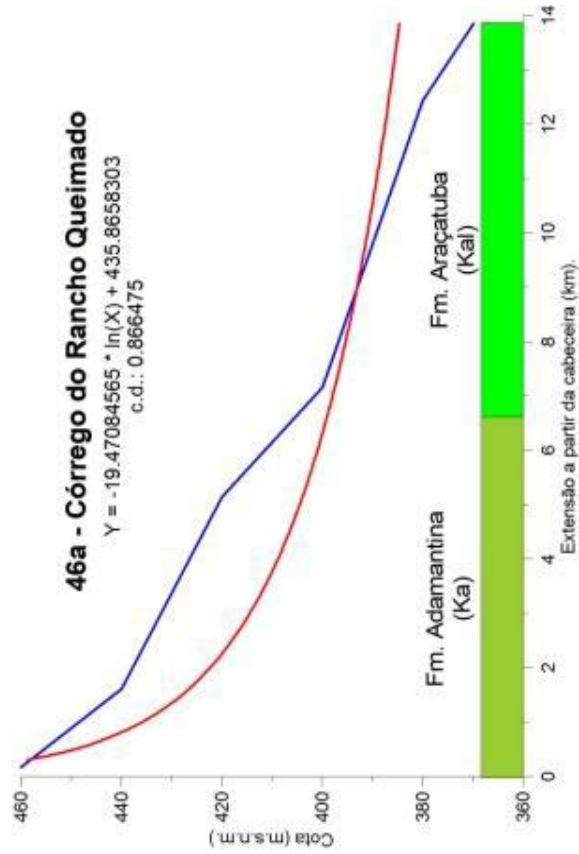
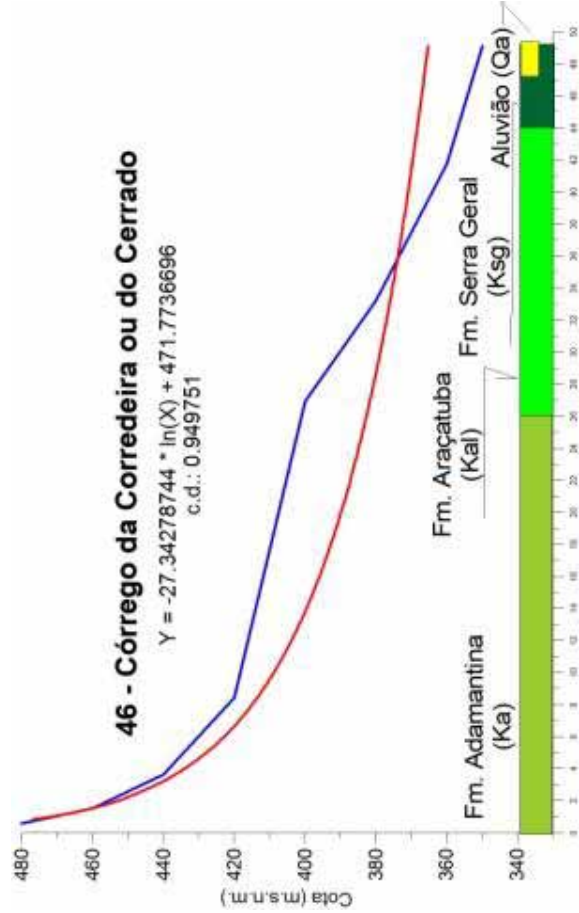




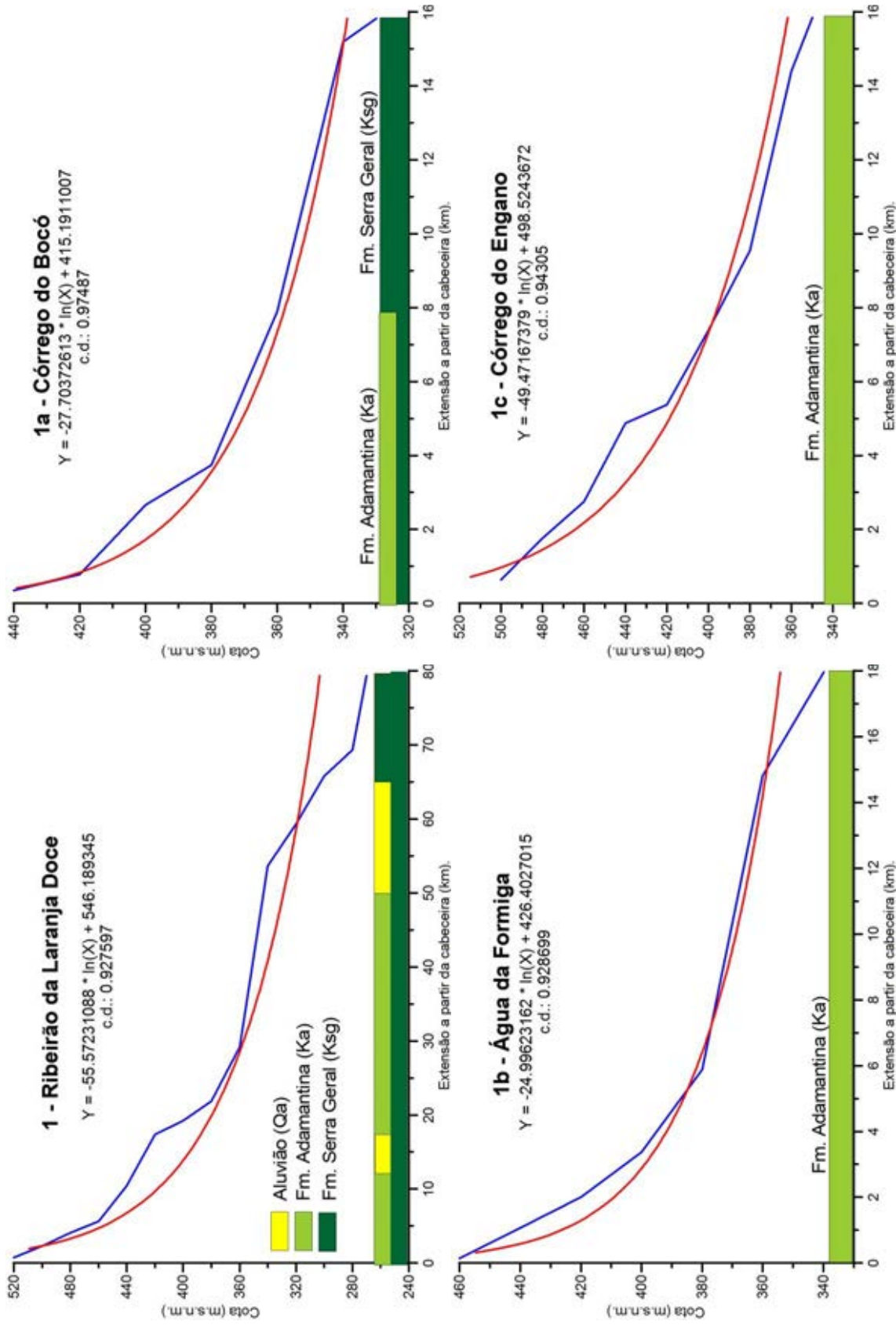


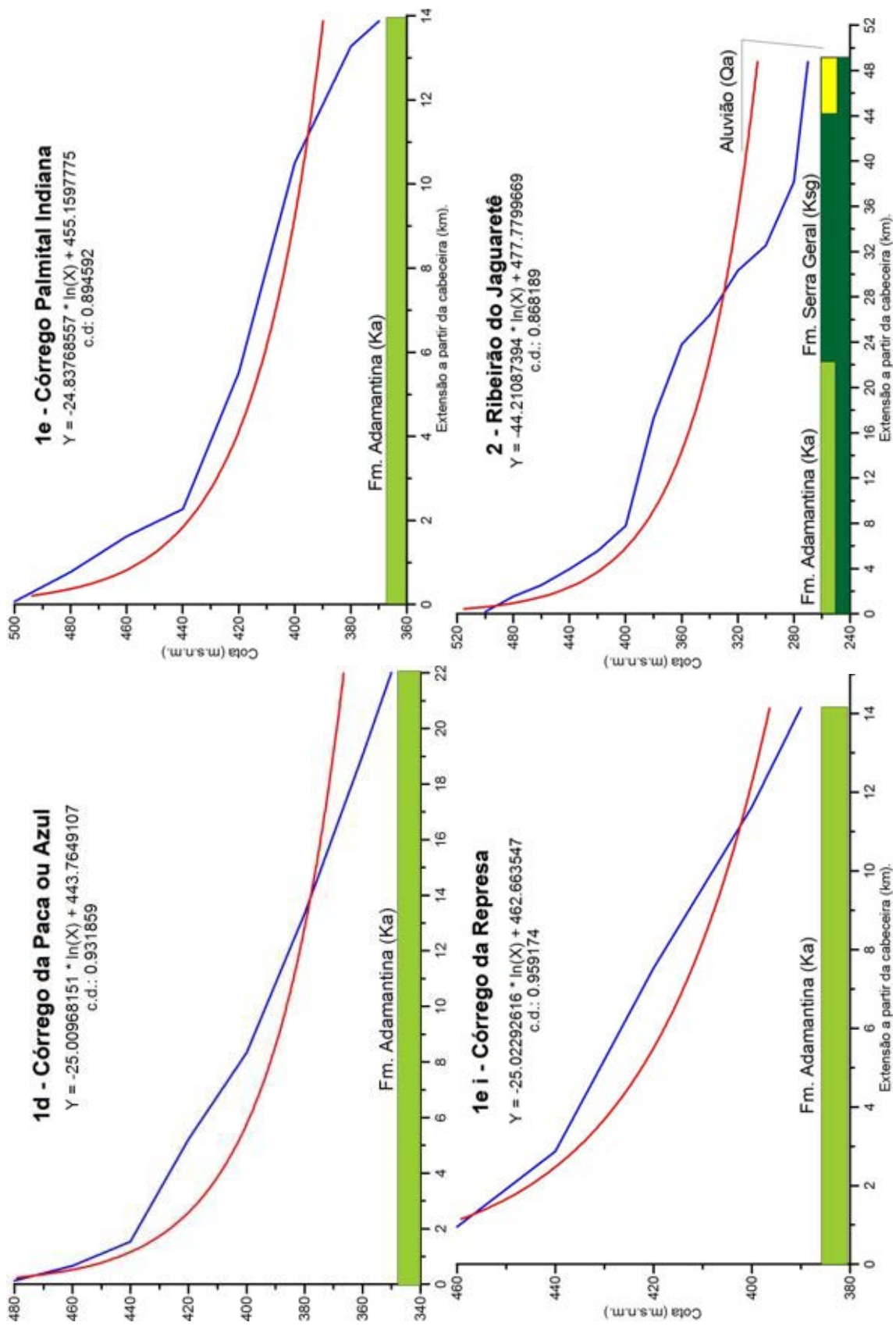


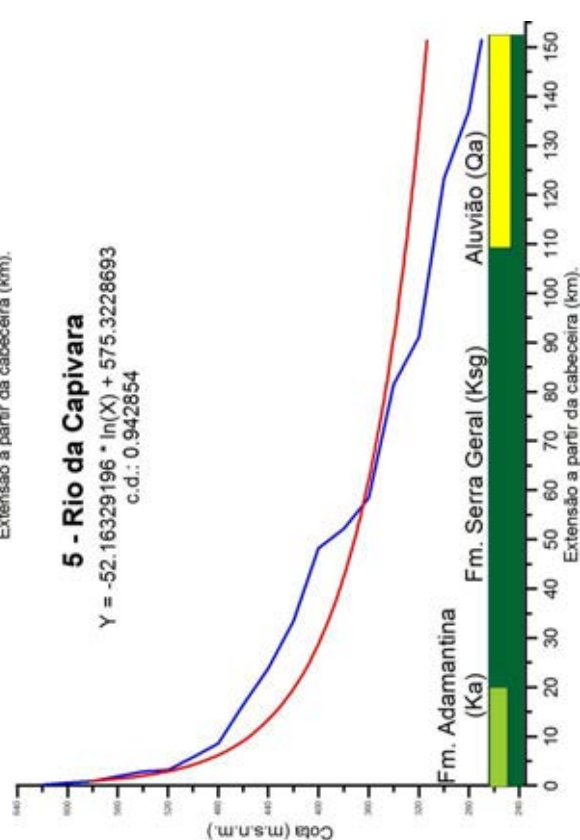
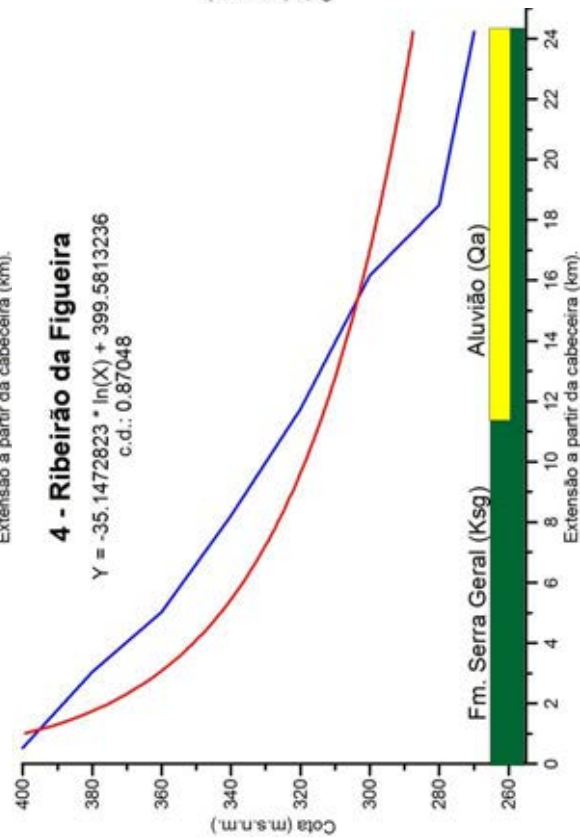
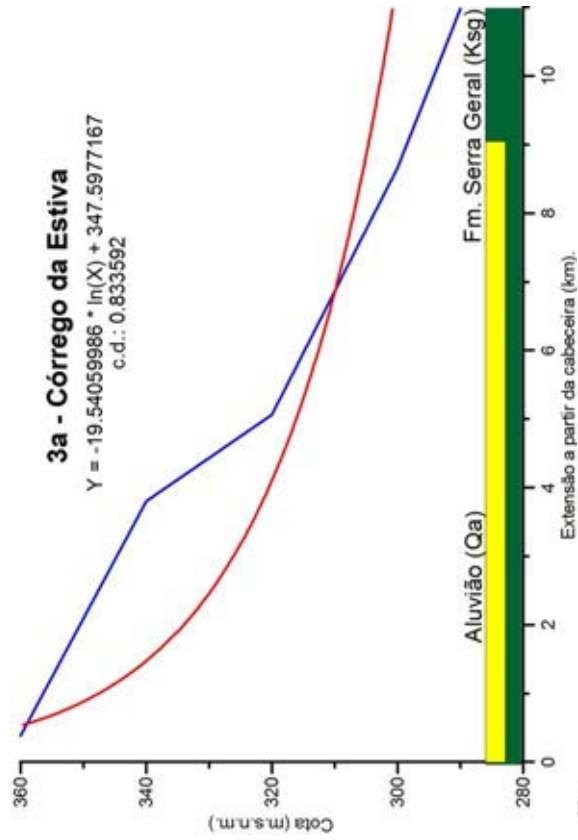
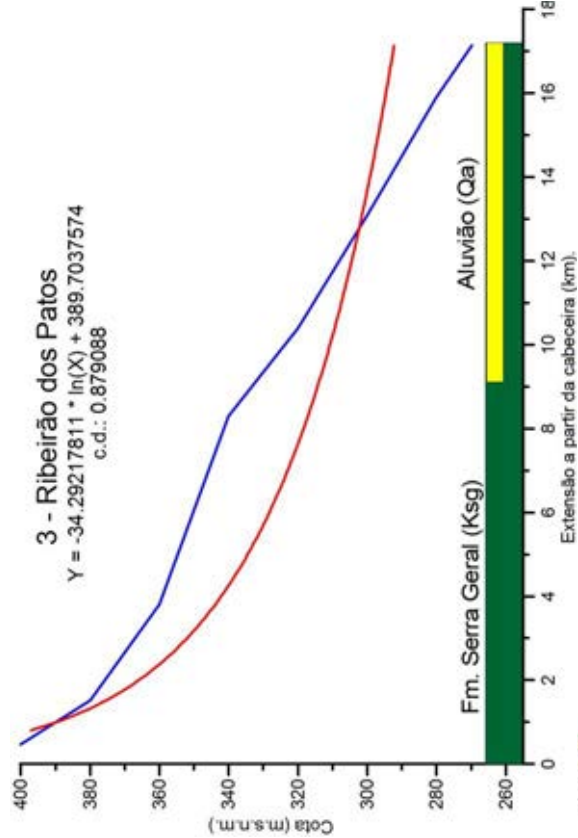


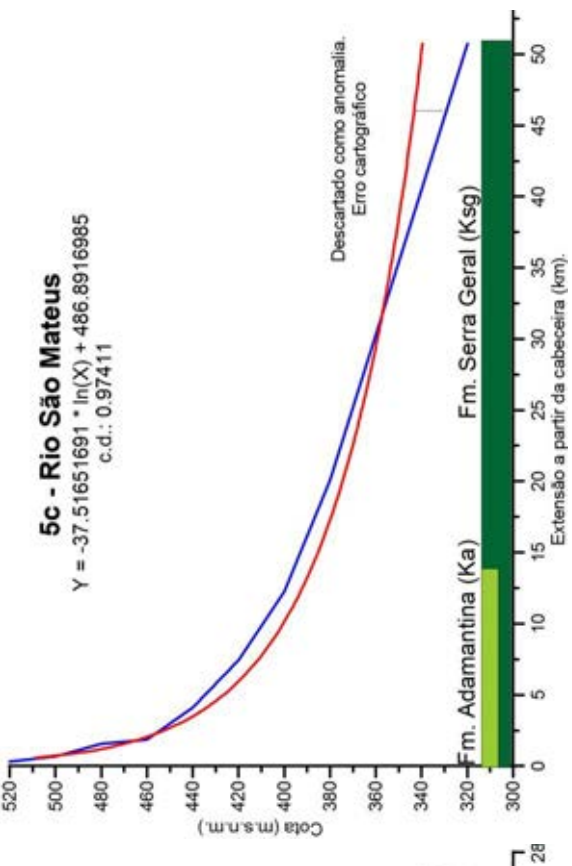
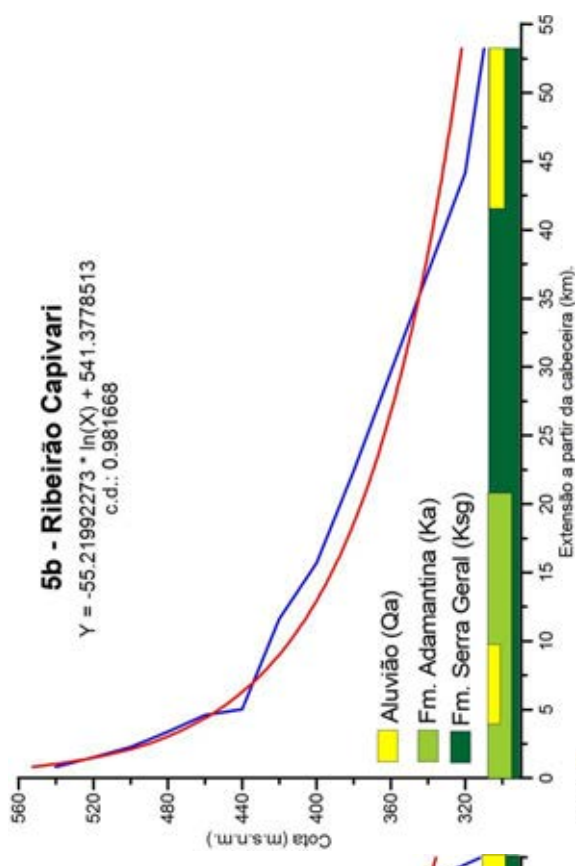
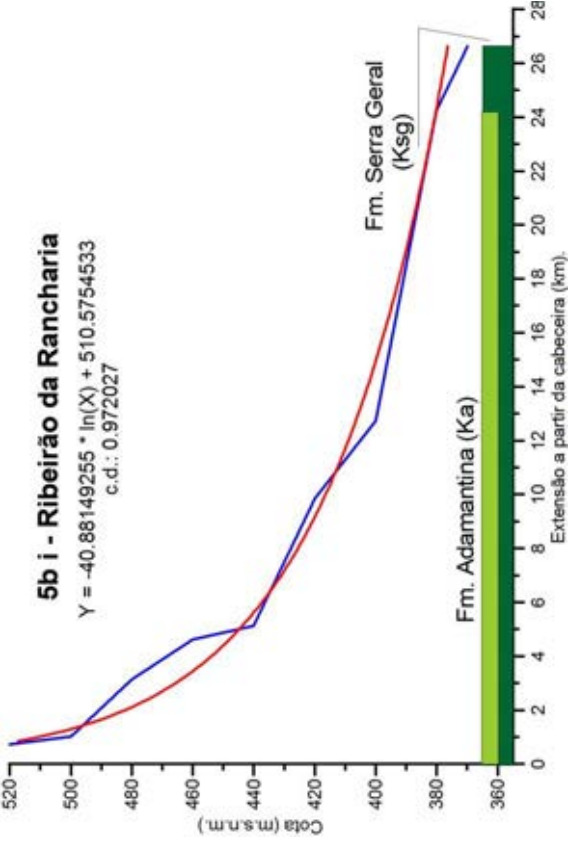
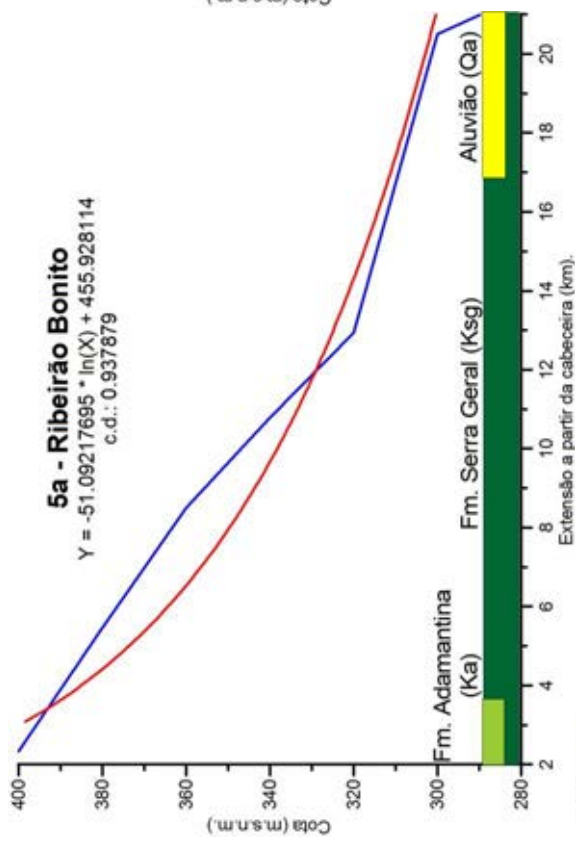


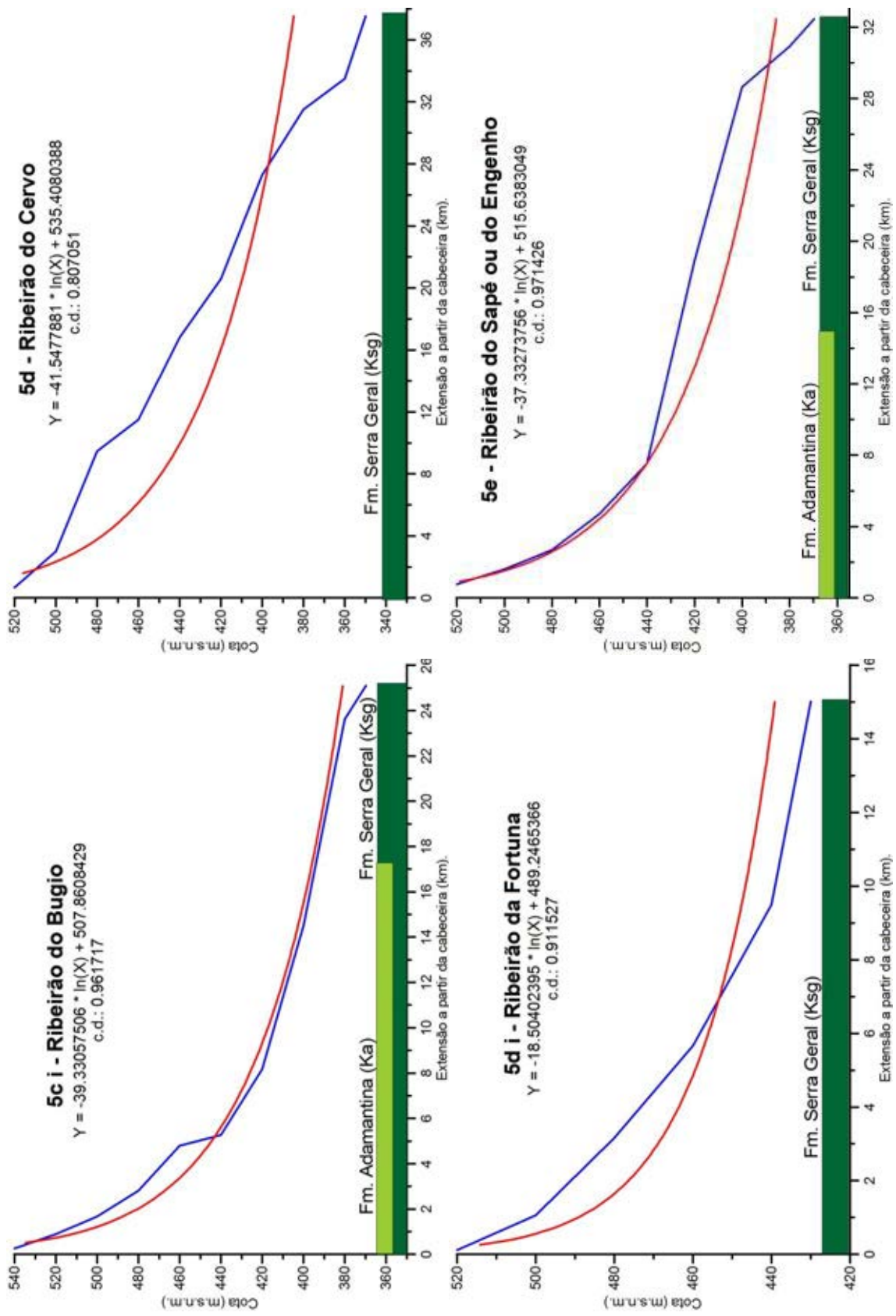
ENCARTE D: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DO MÉDIO PARANAPANEMA.

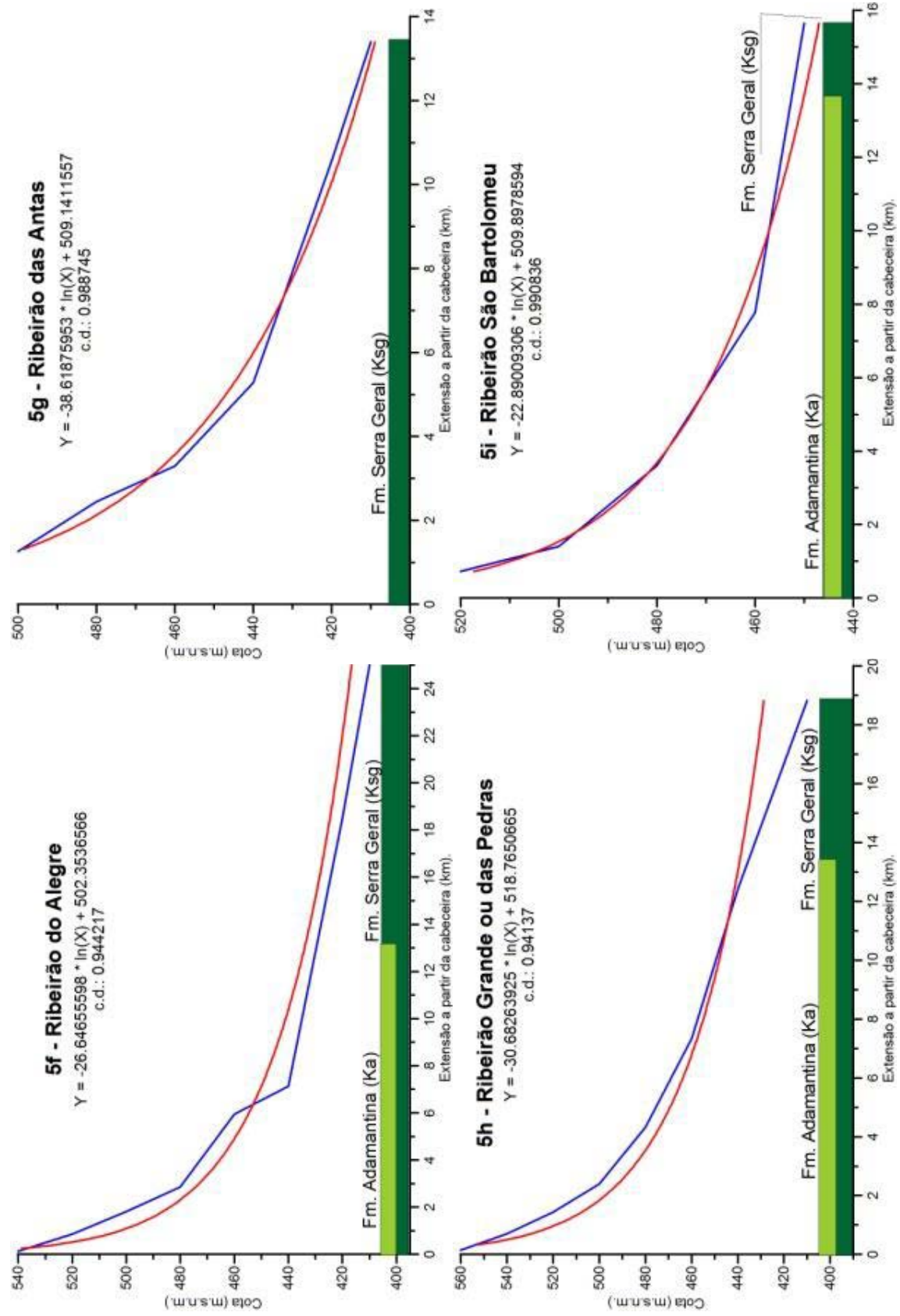


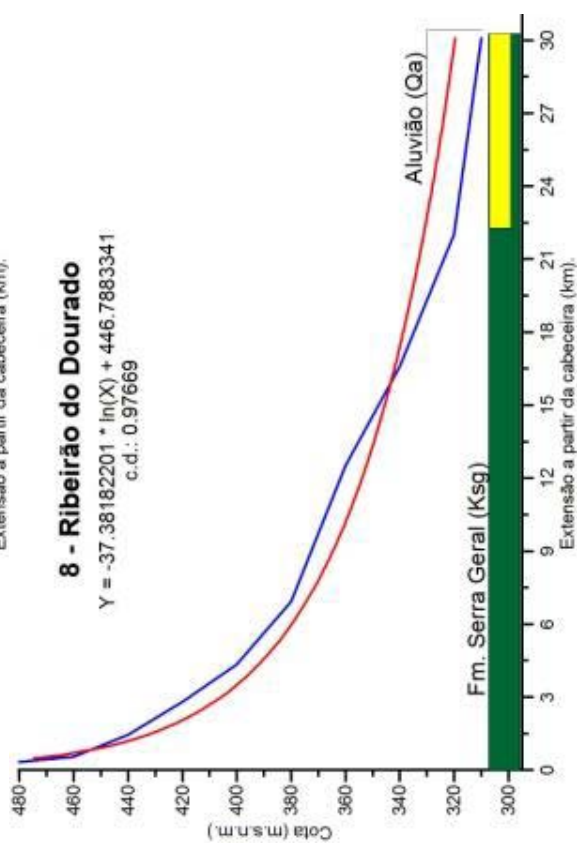
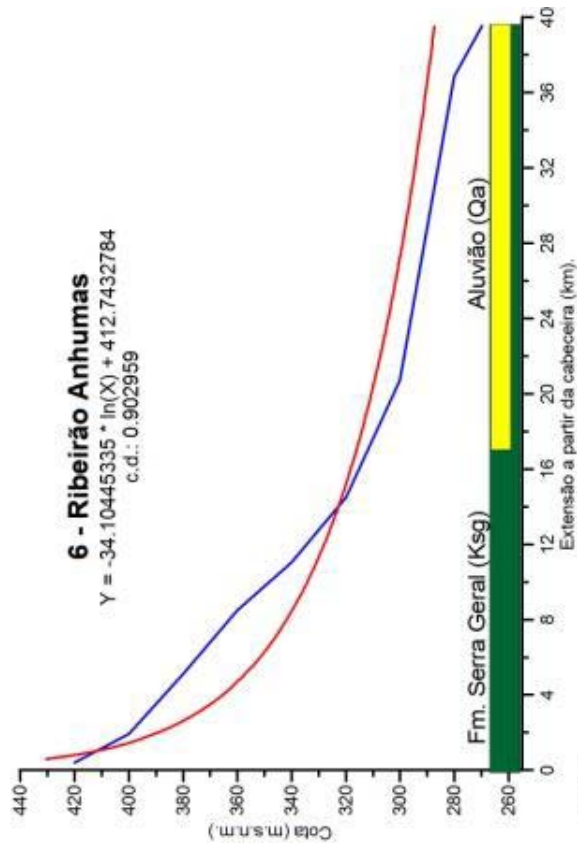
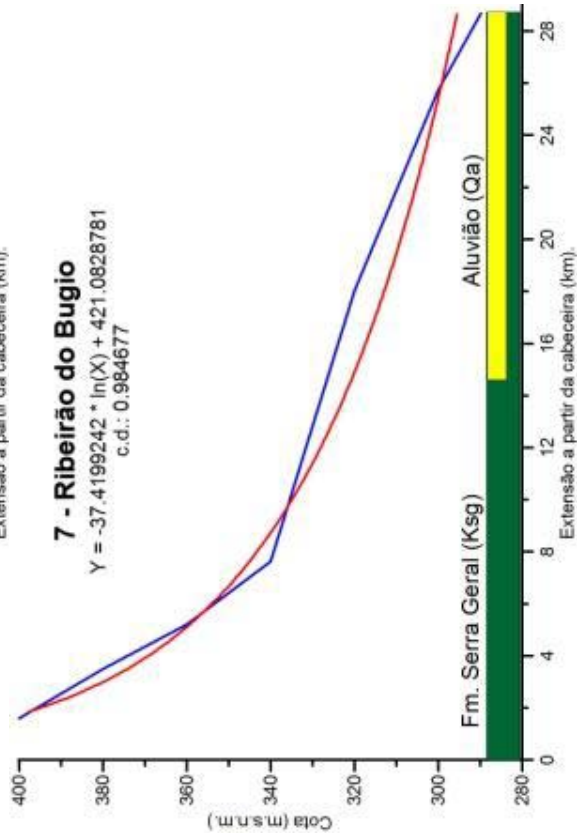
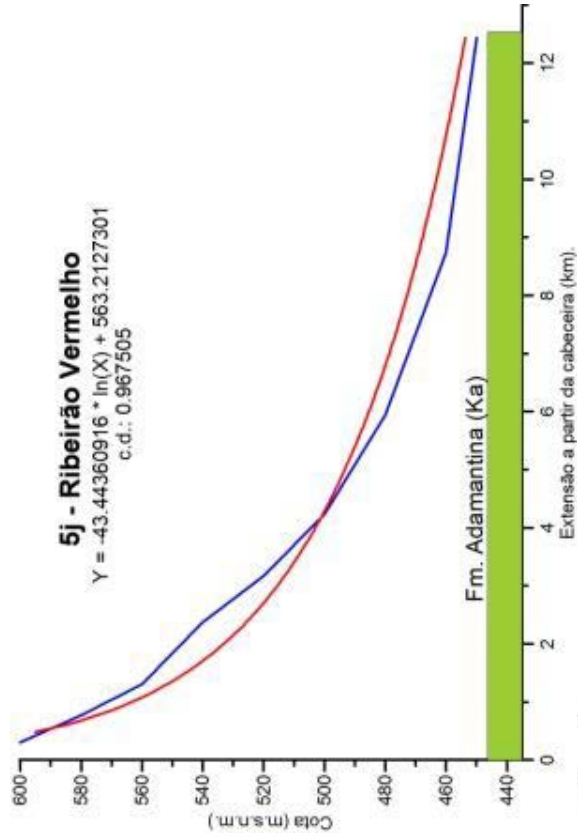


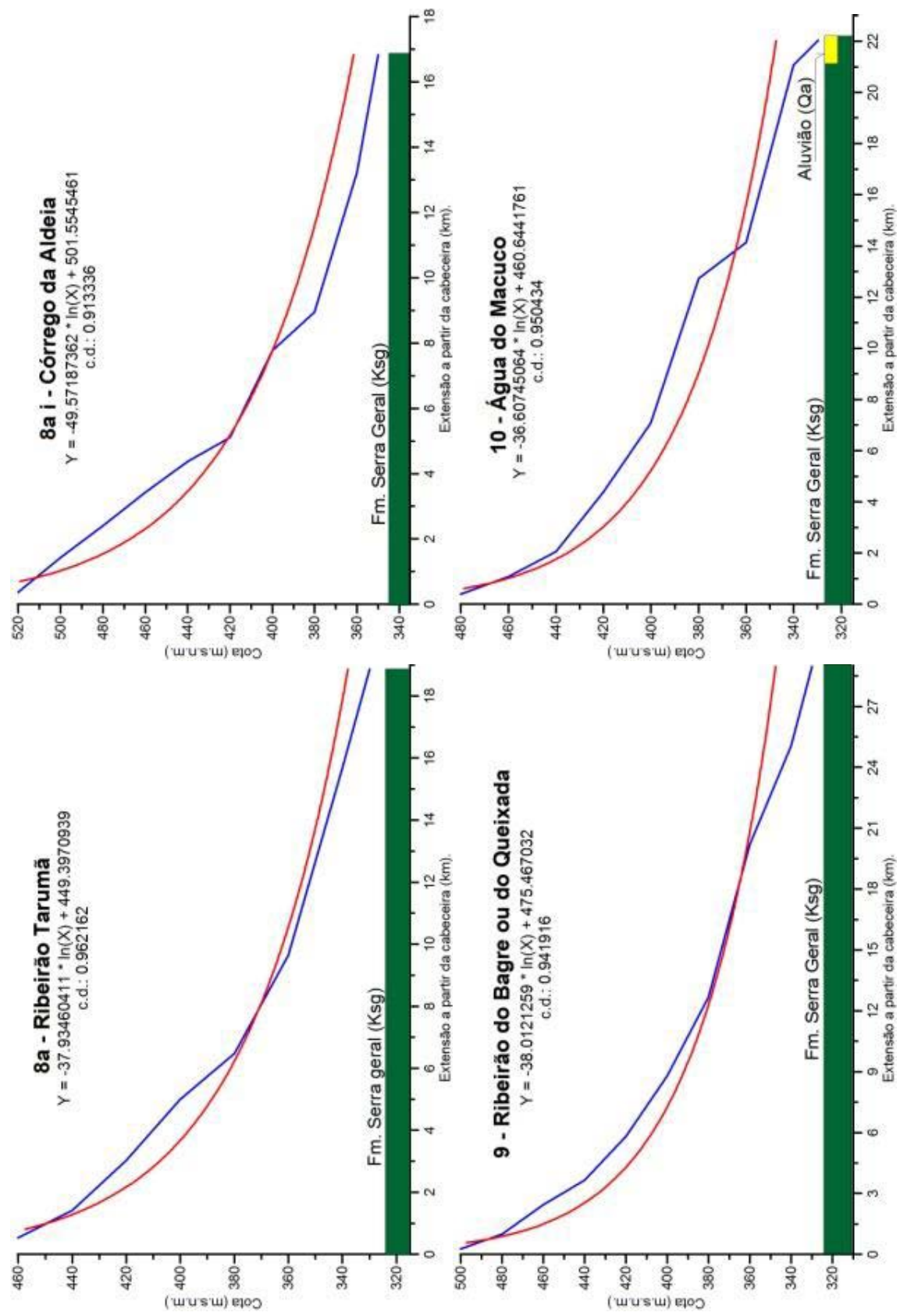


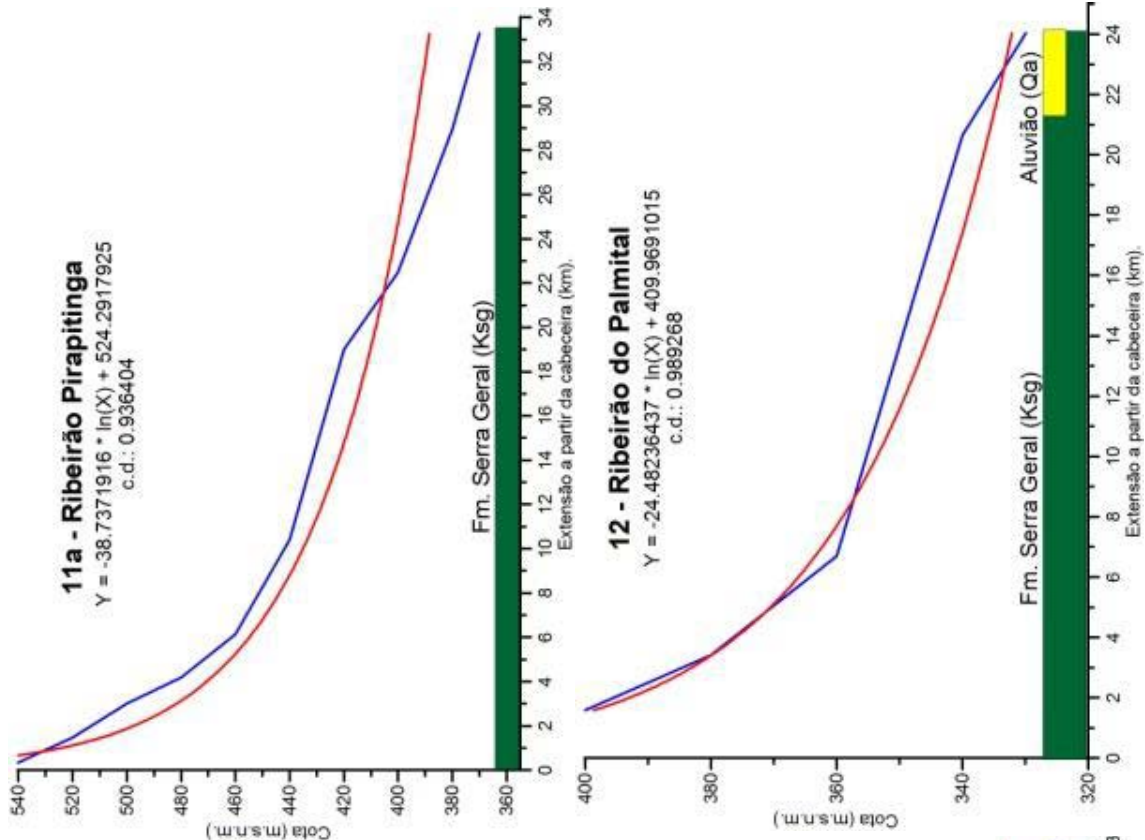
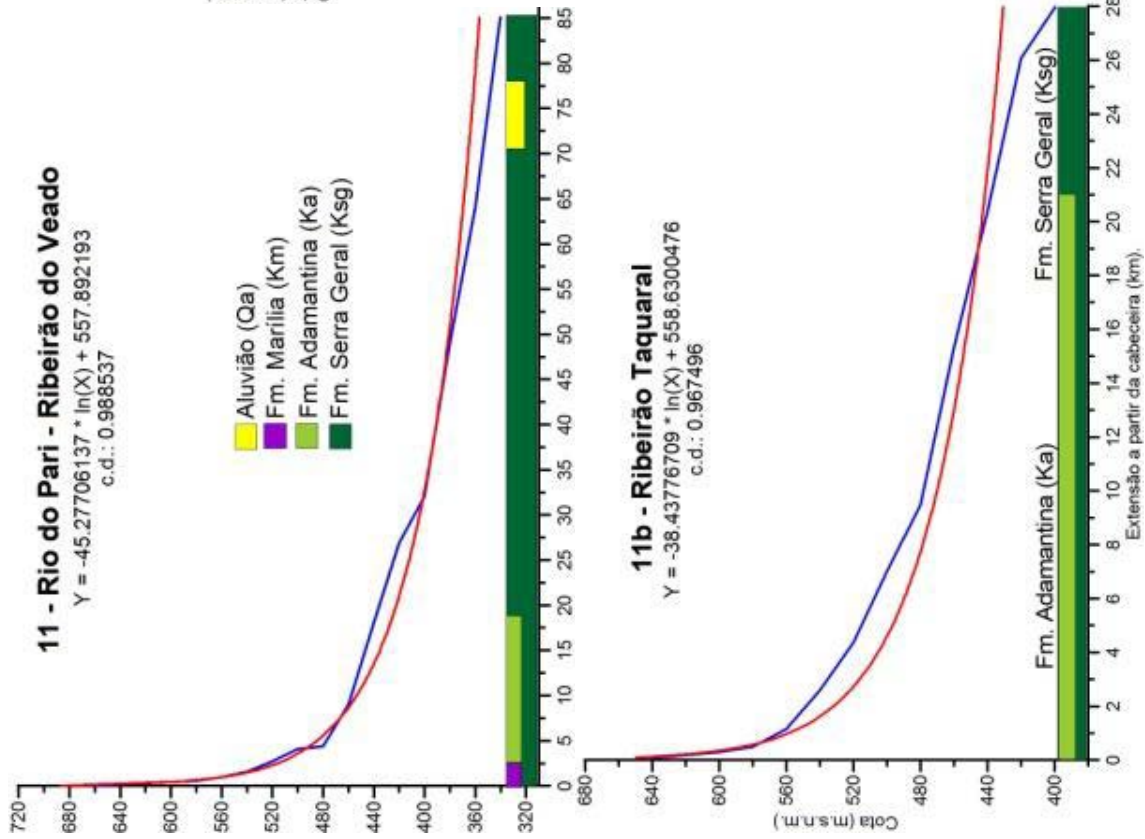


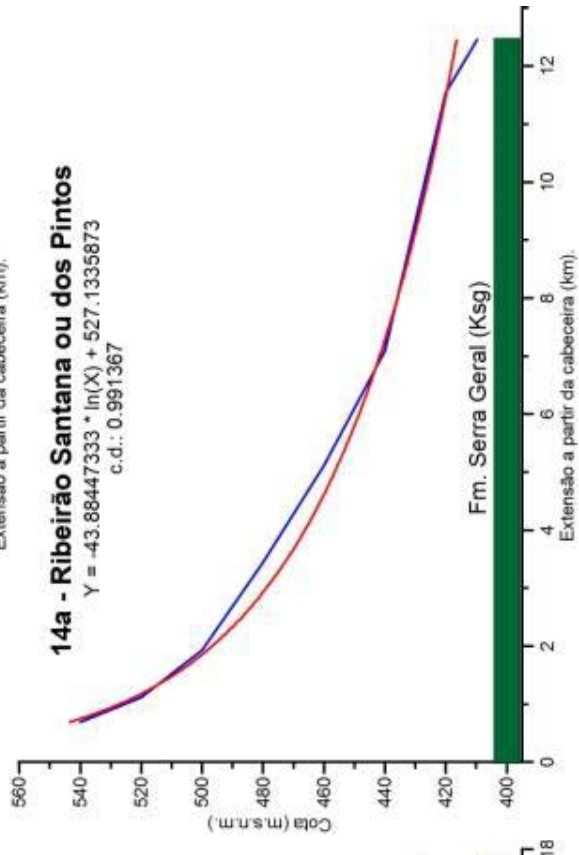
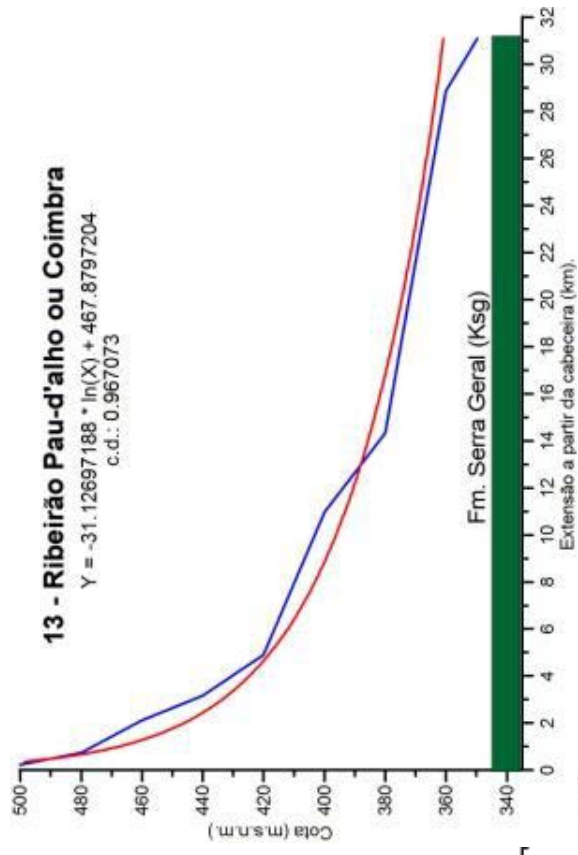
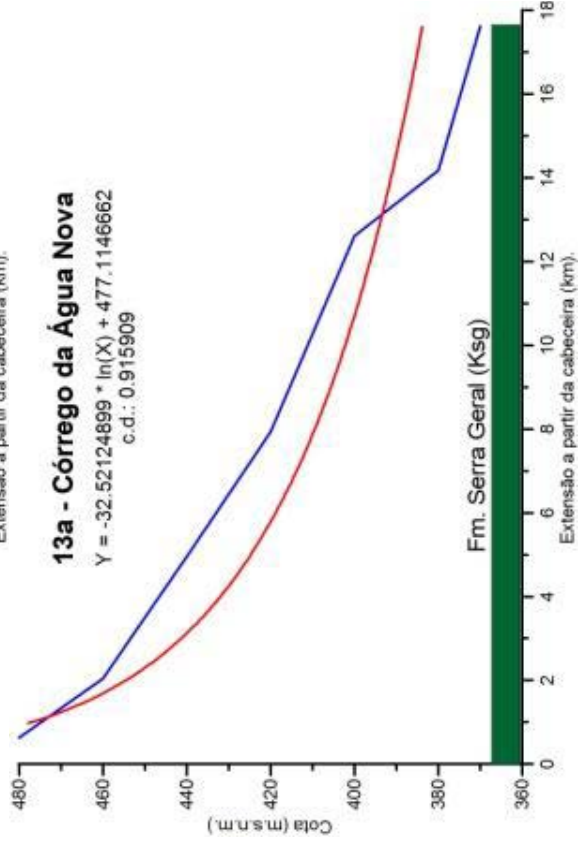
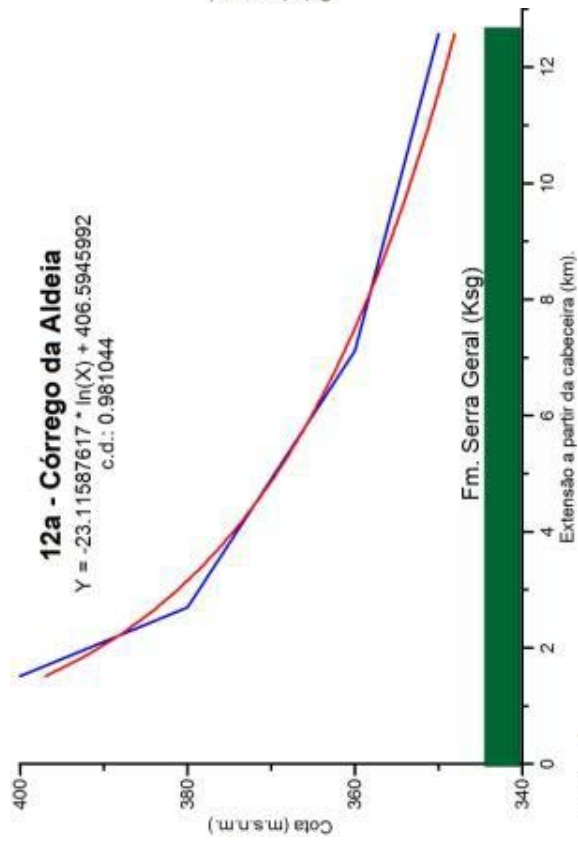


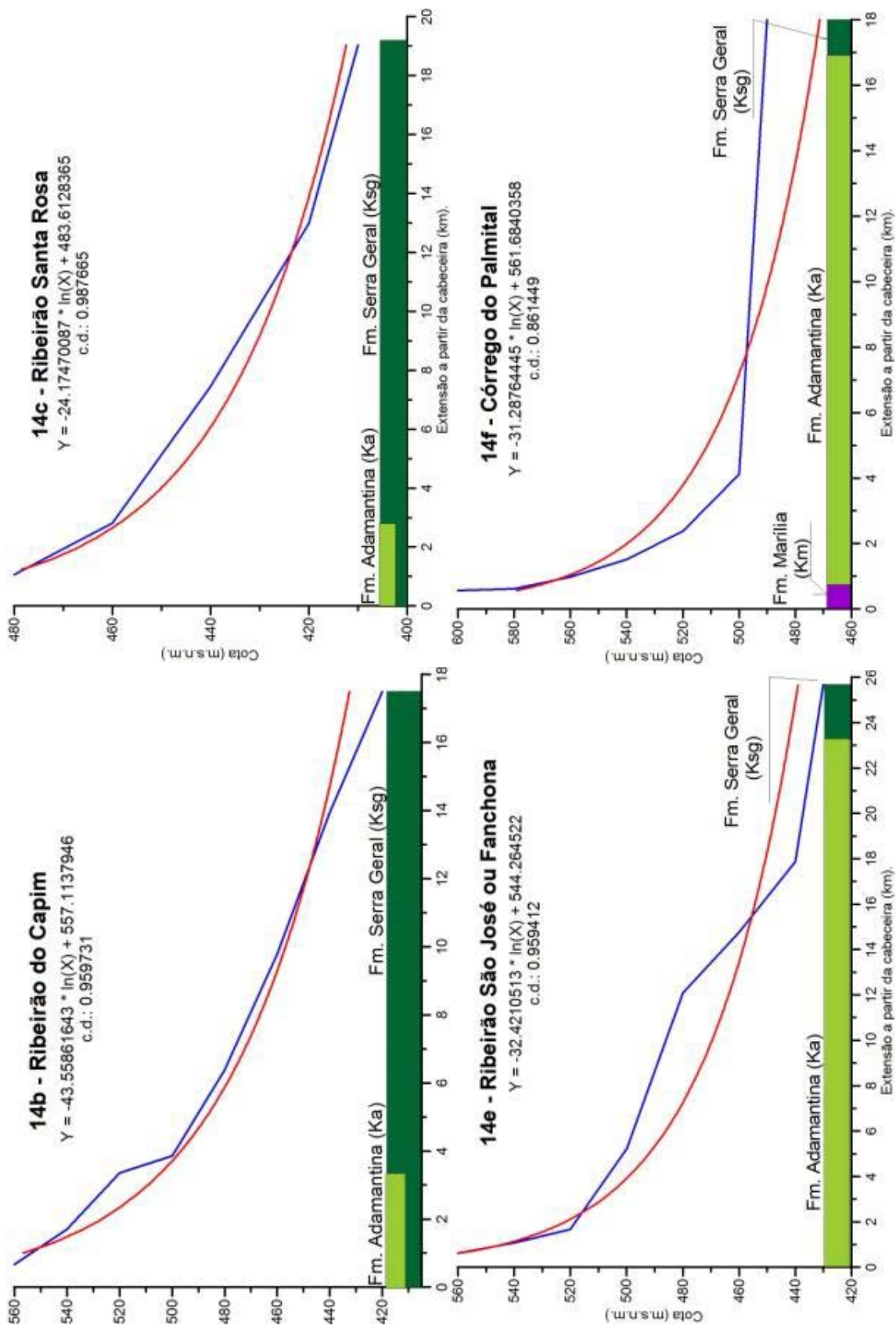


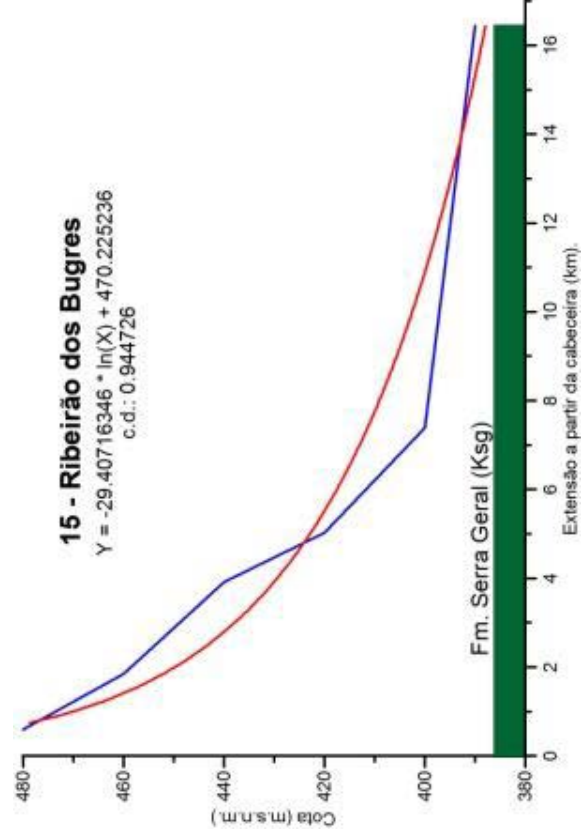




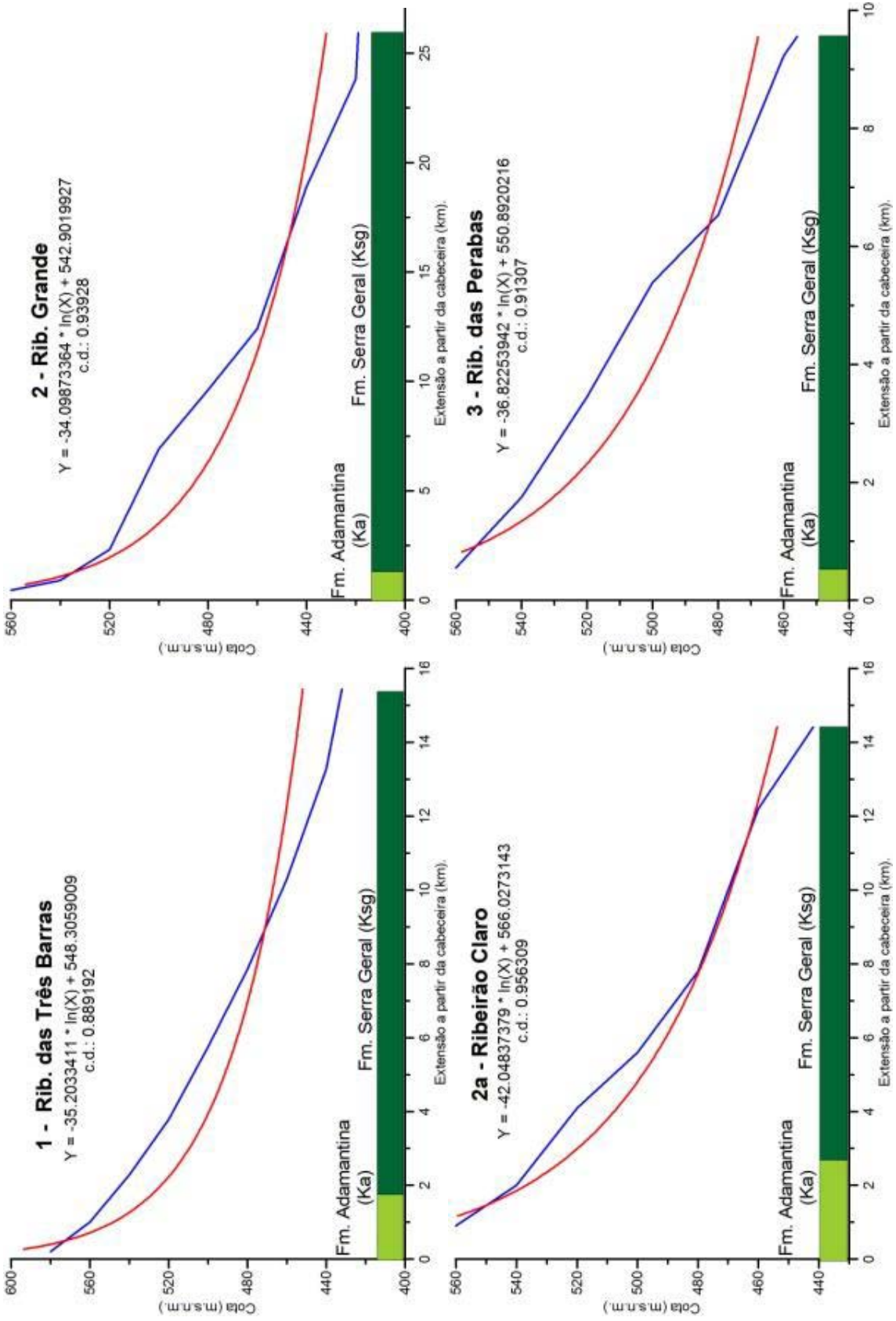


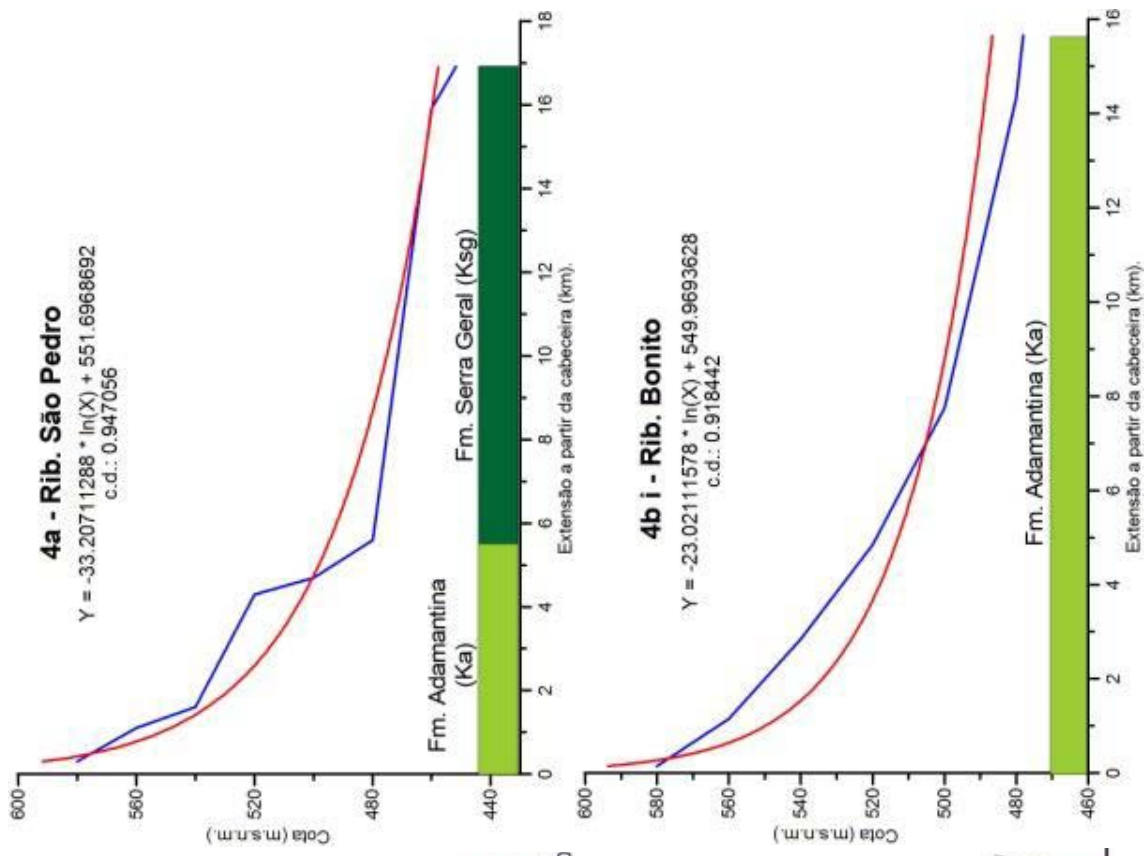
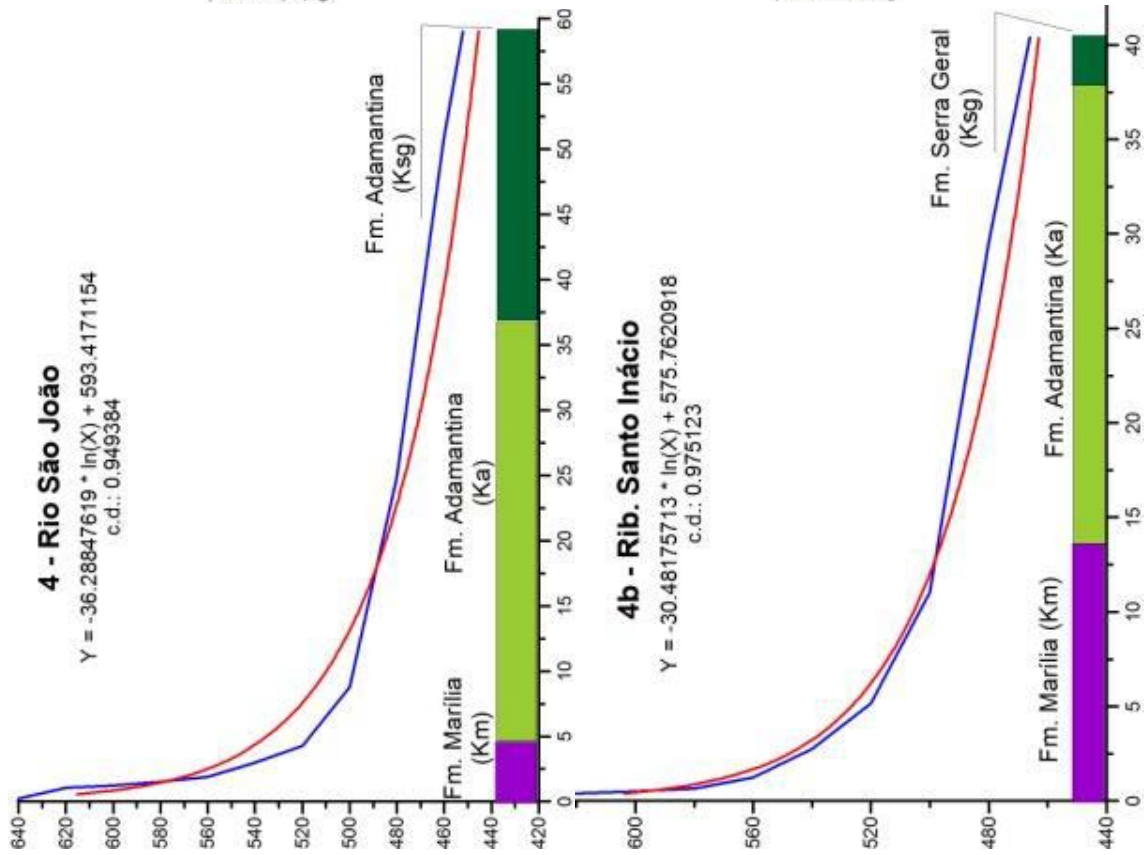


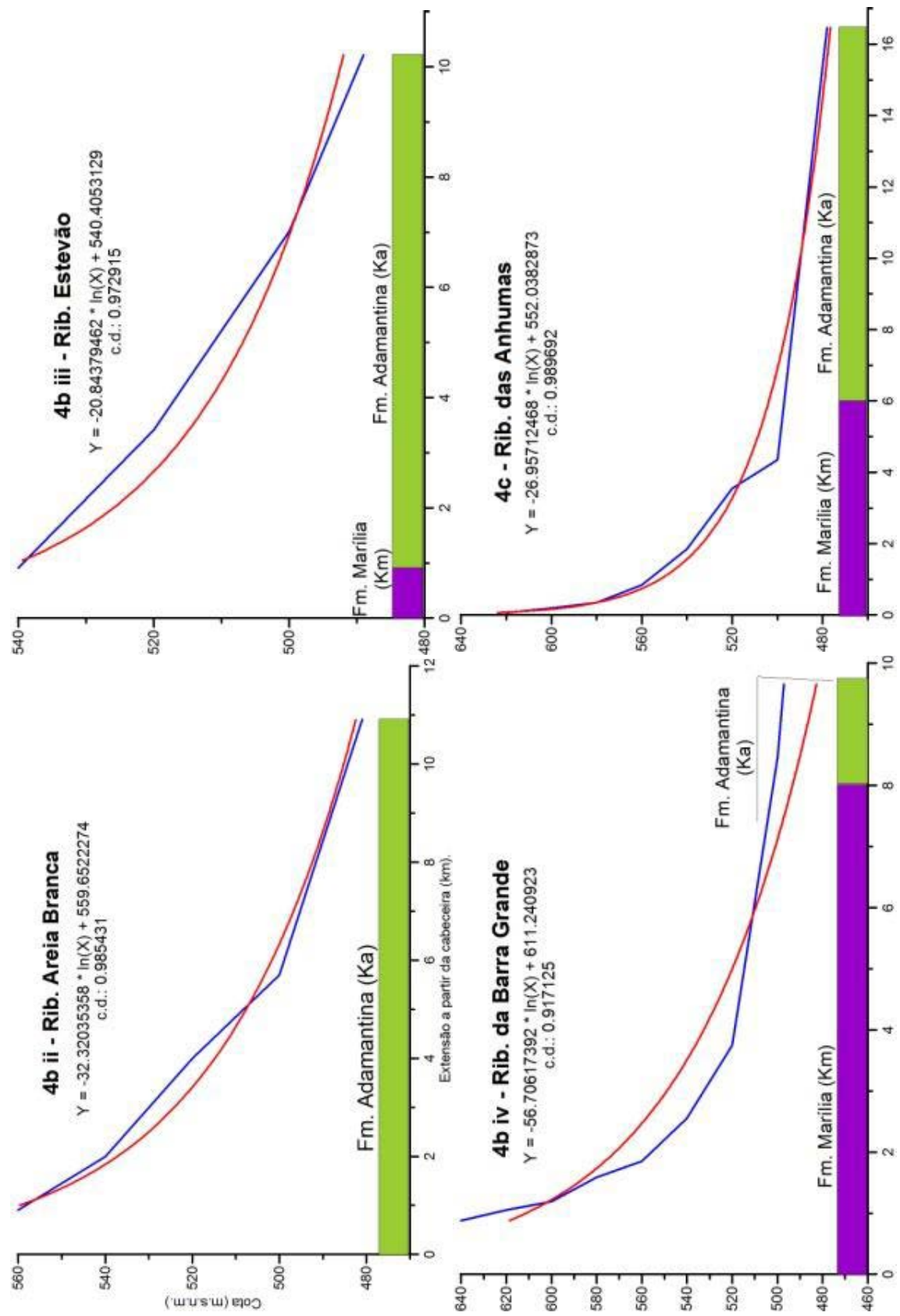


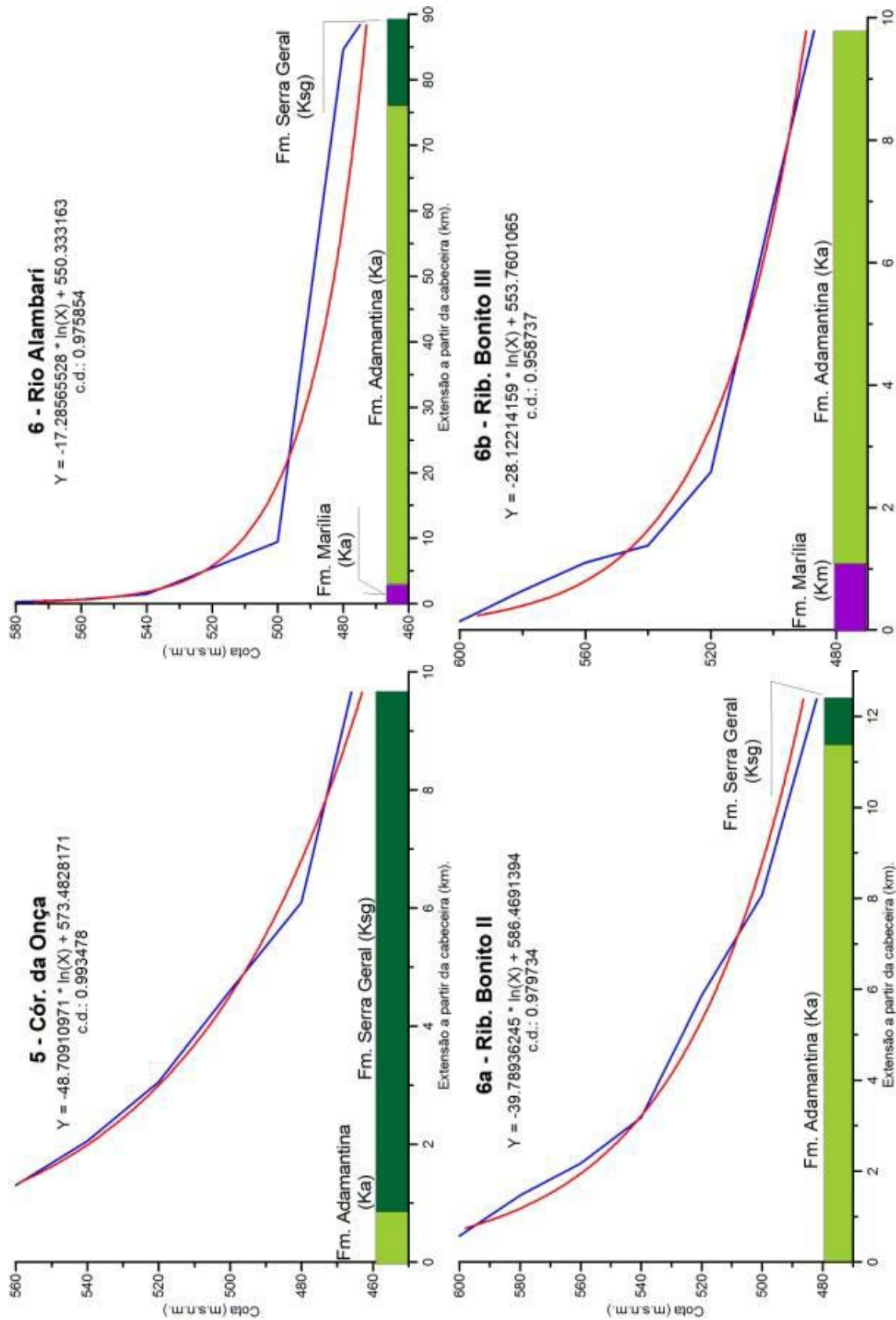


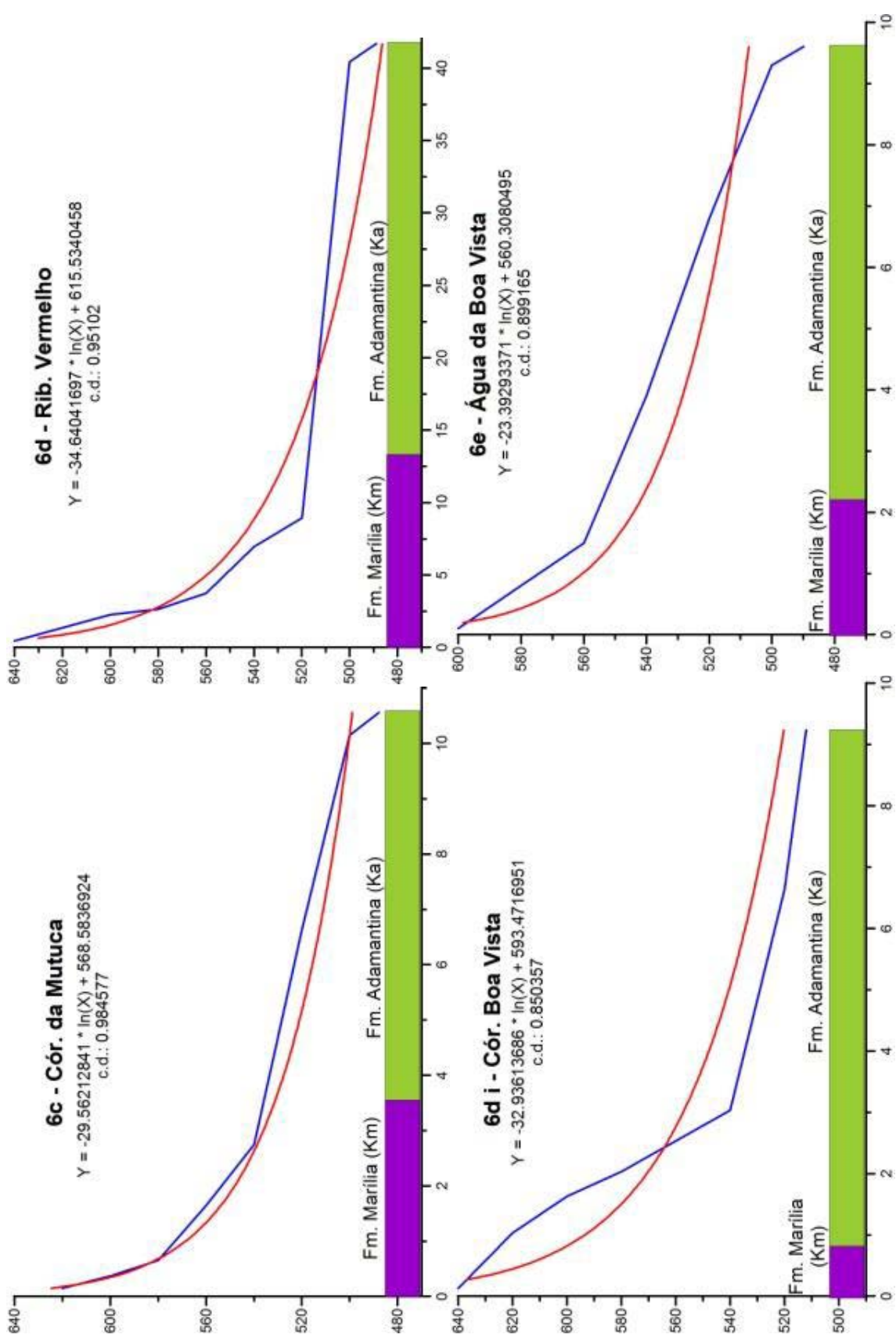
ENCARTE E: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DA BACIA DO RIO TURVO.

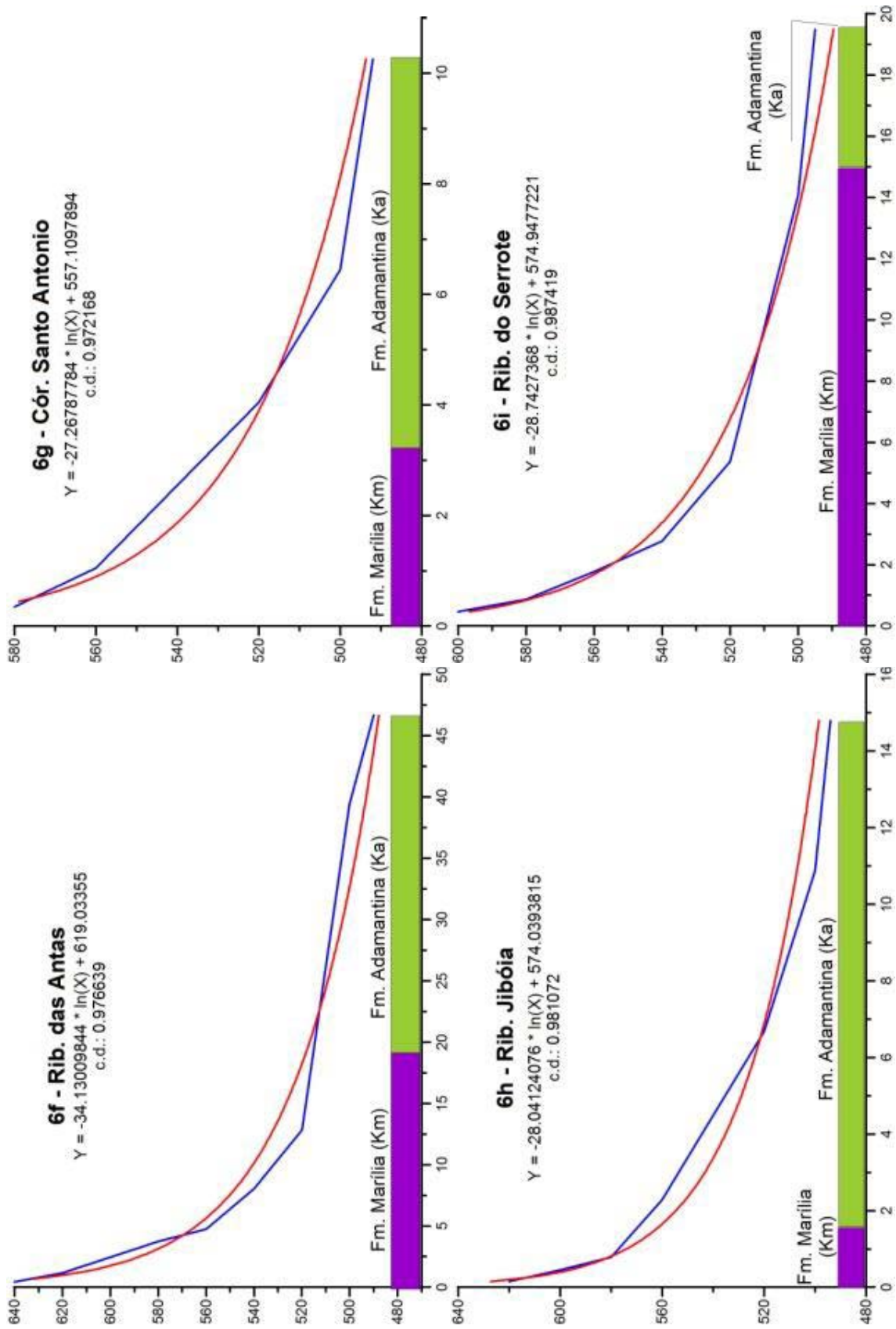


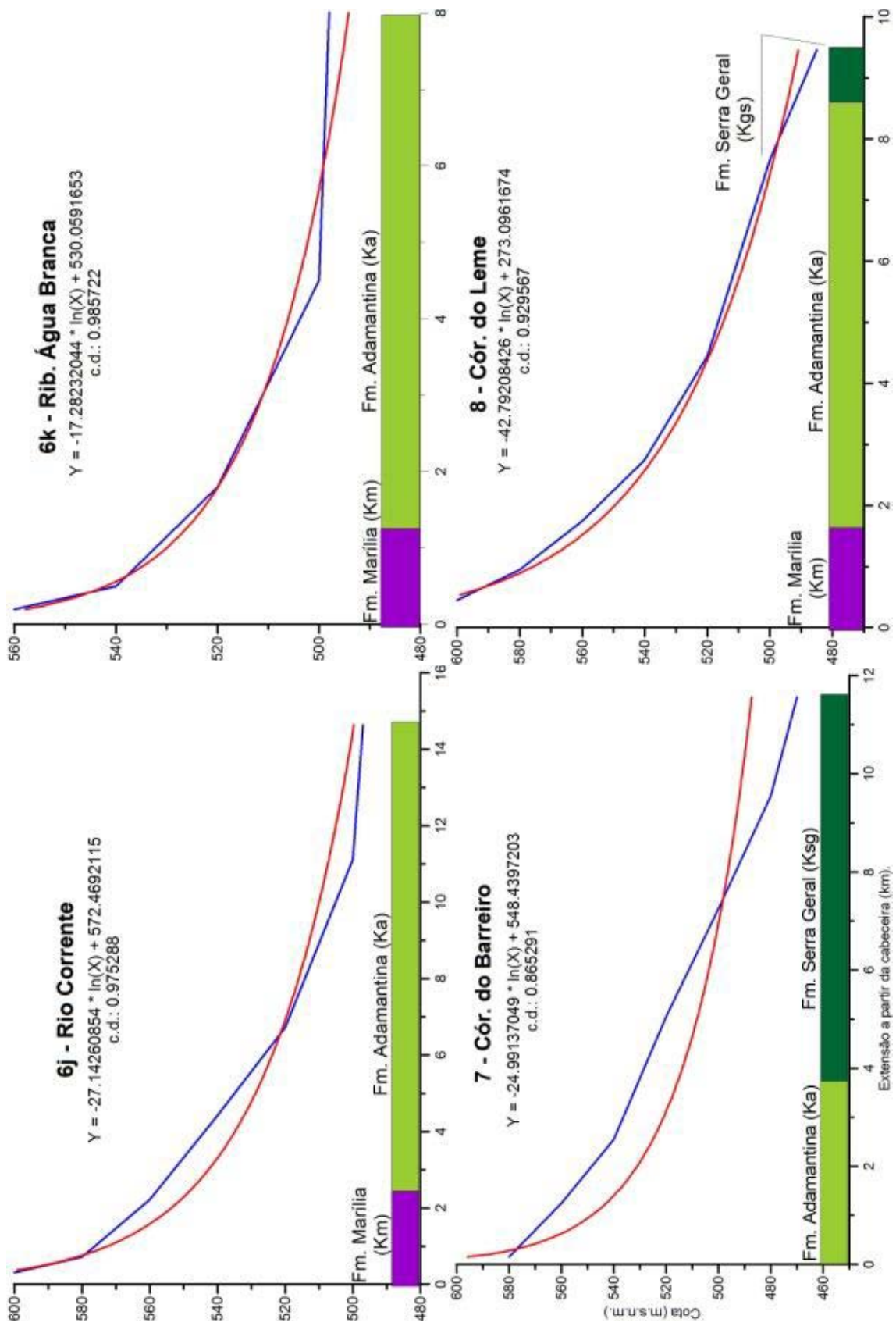


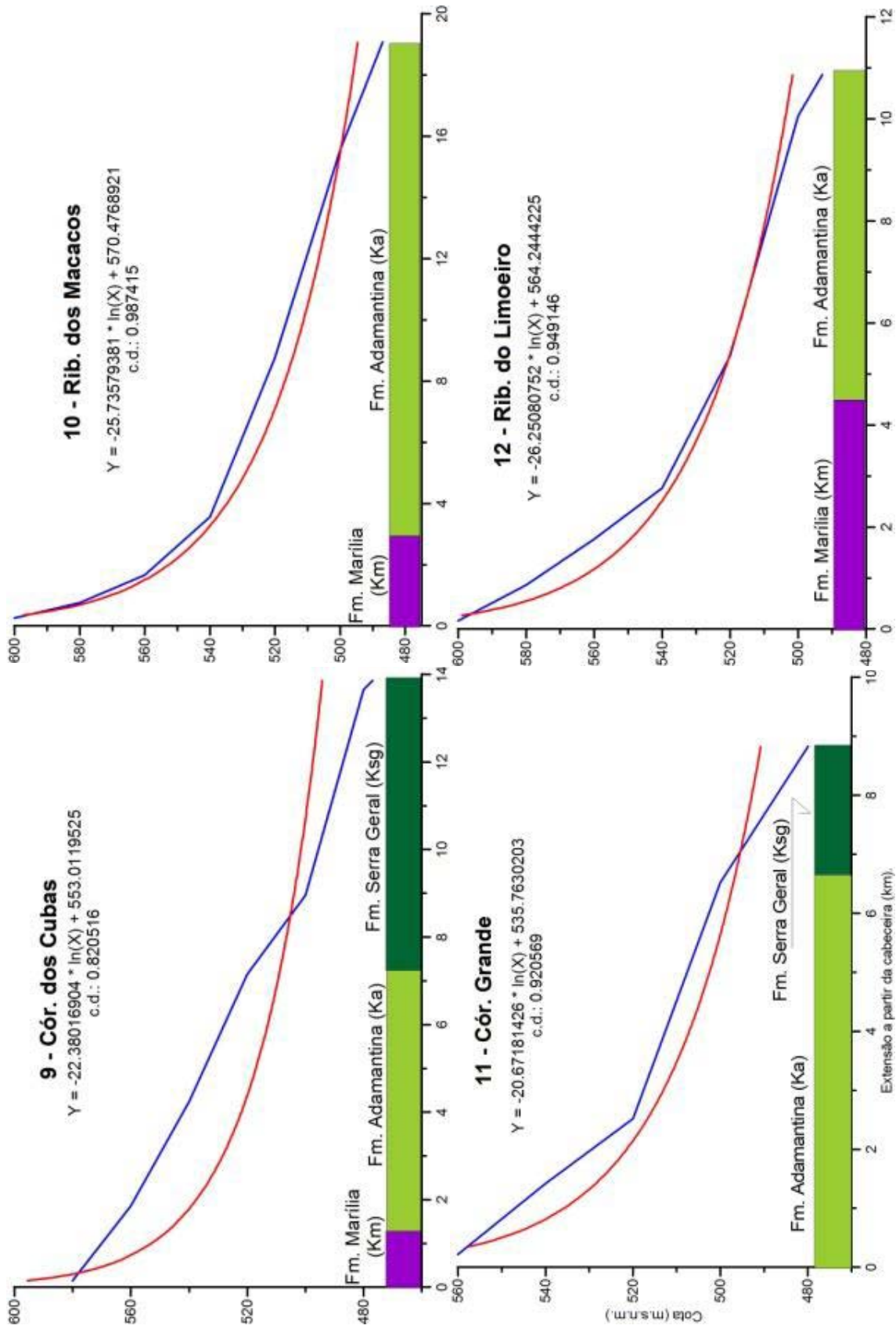


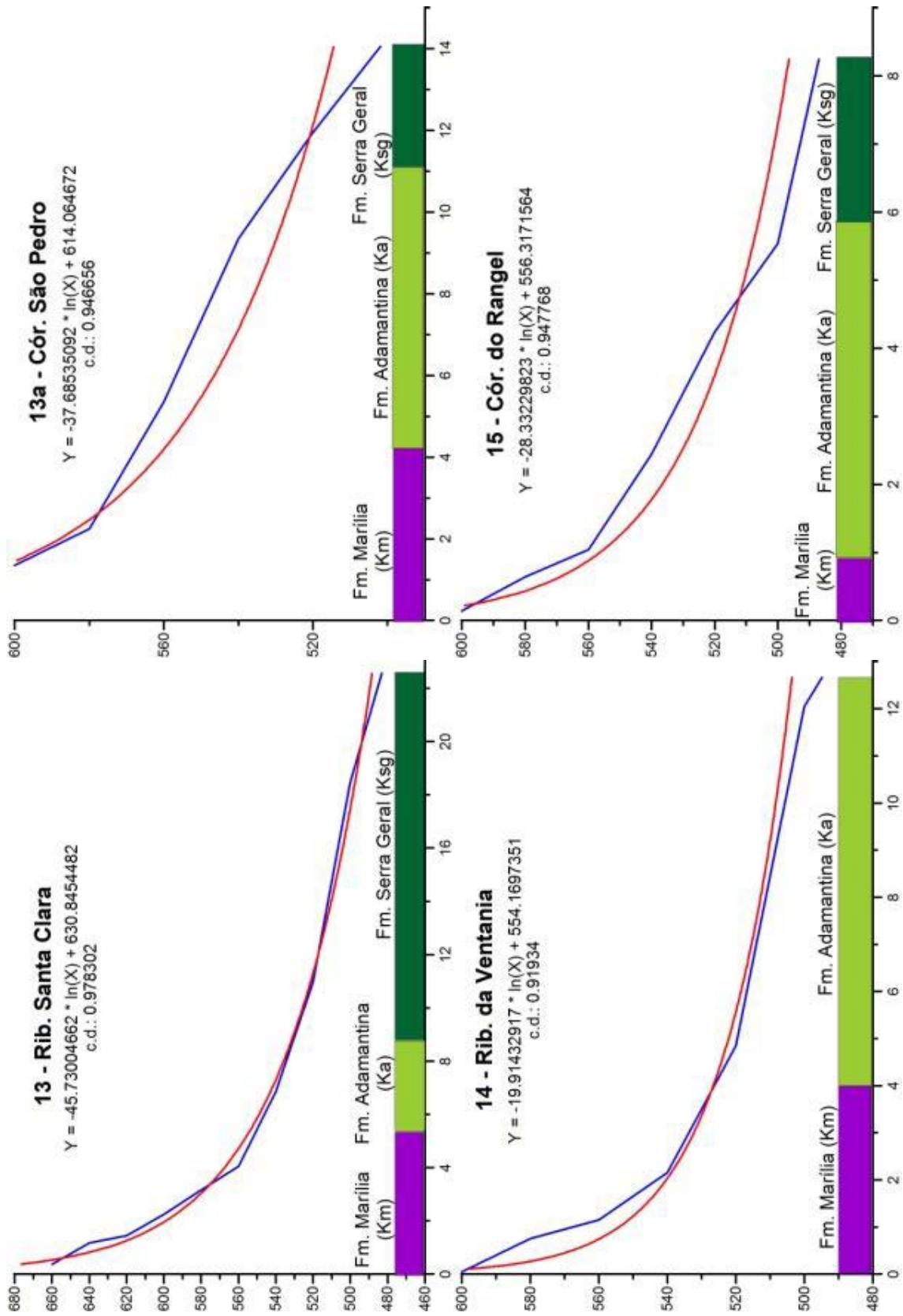


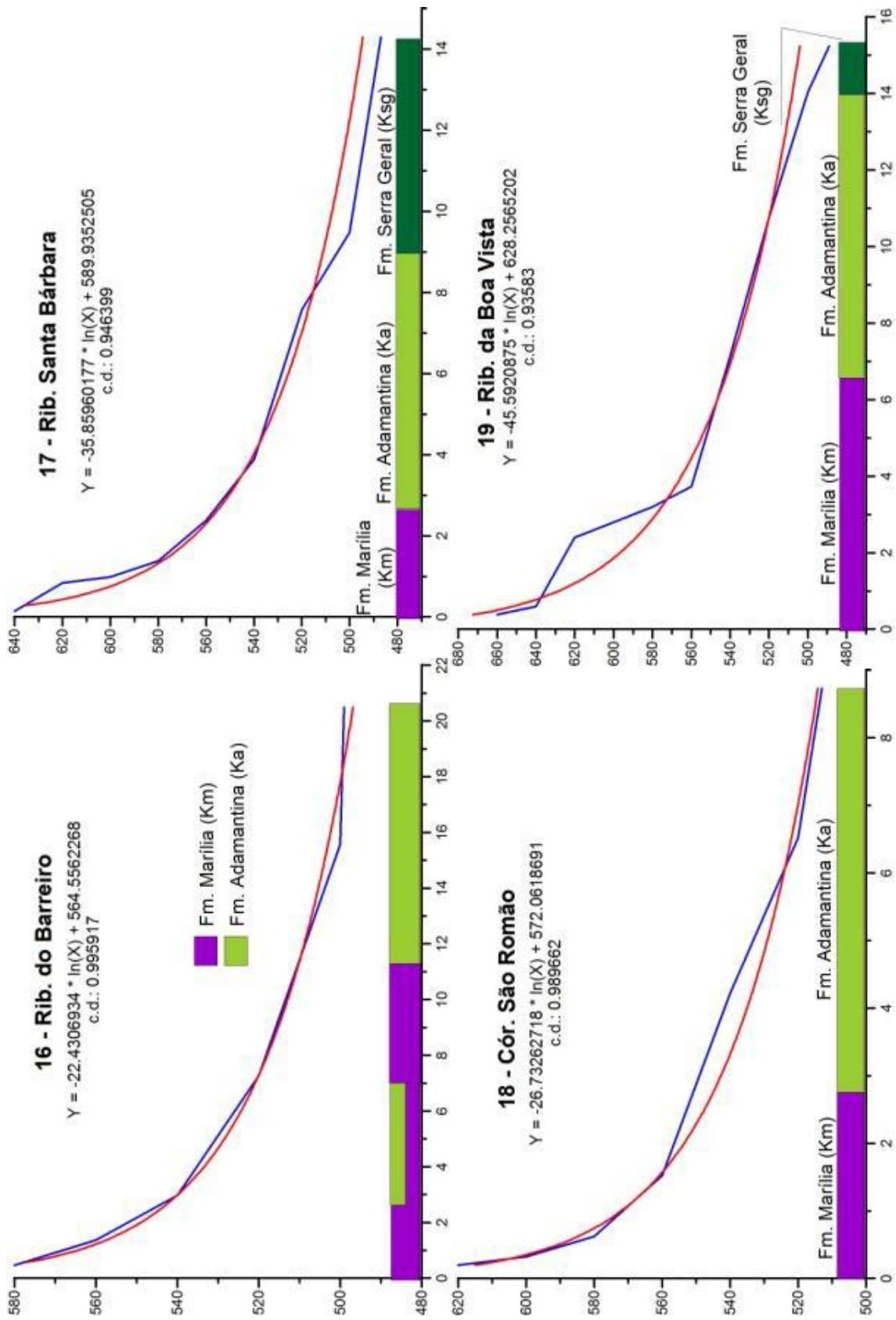


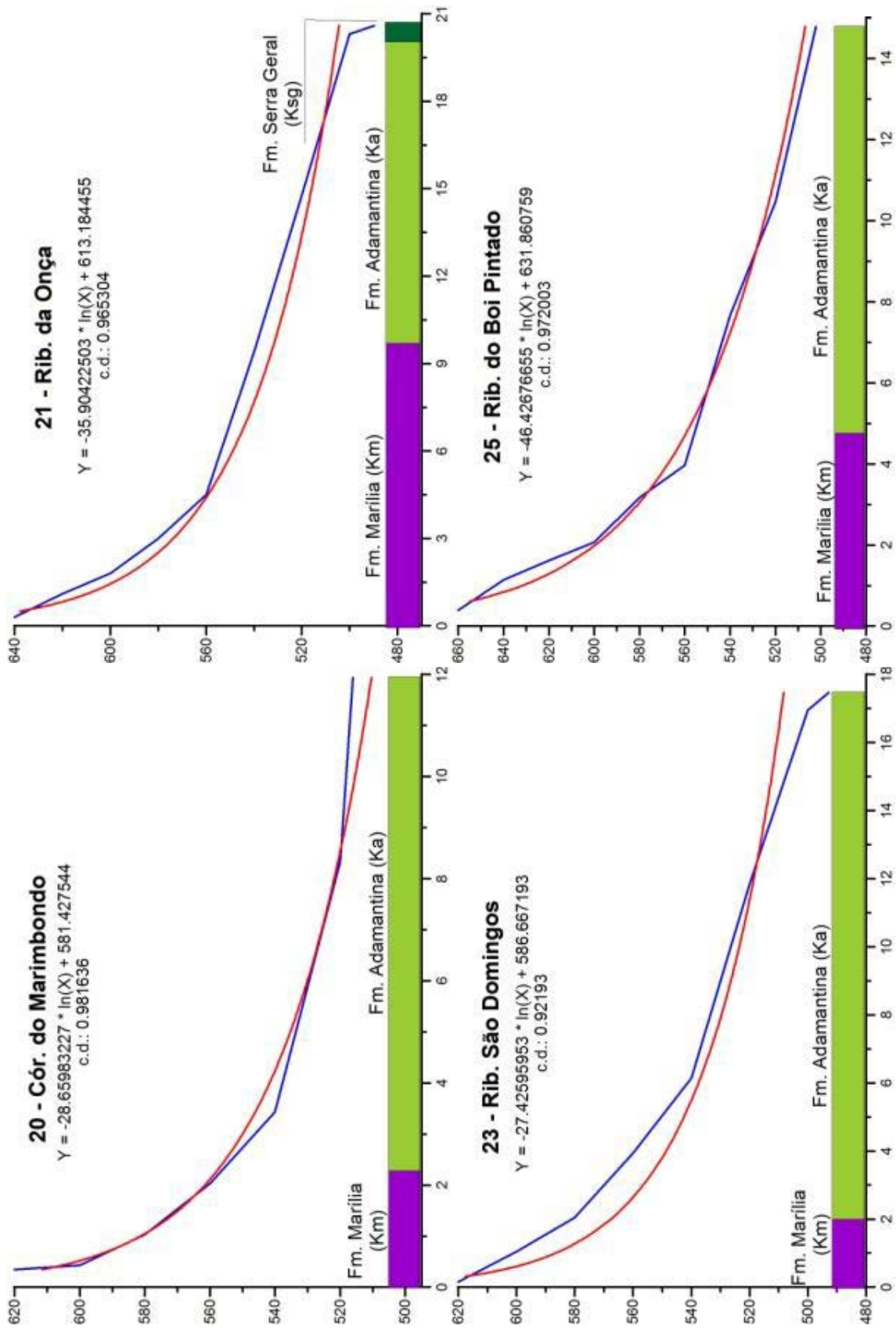


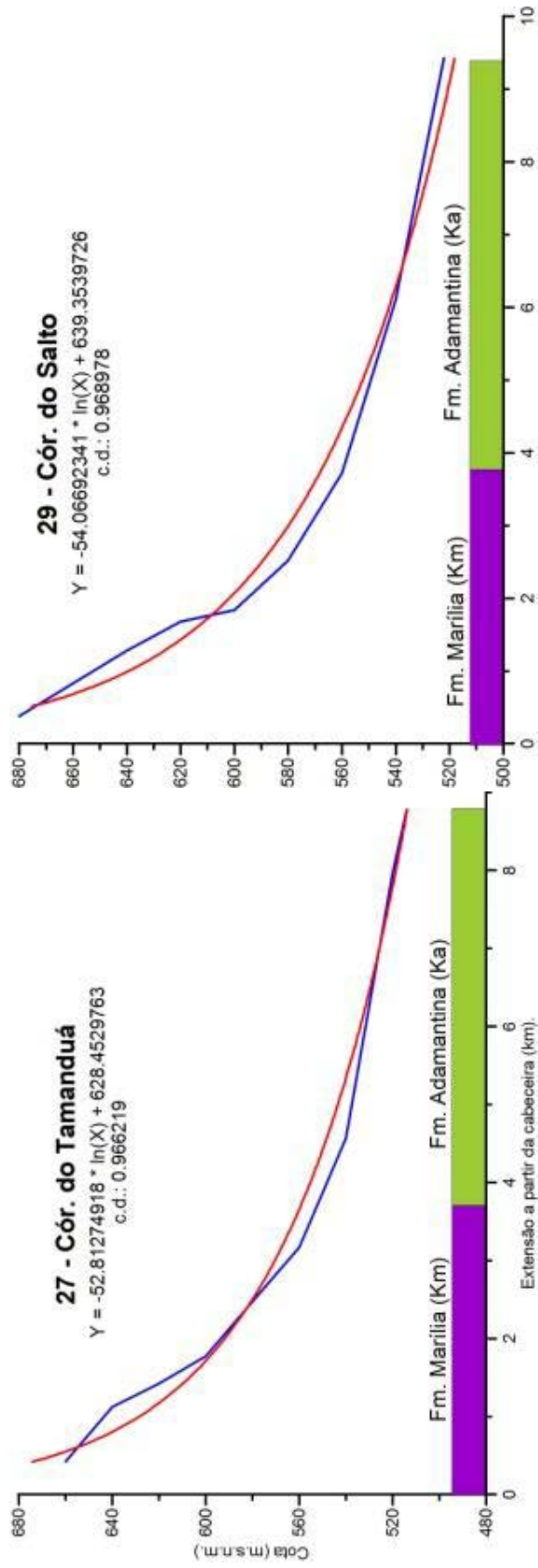












ENCARTE F: SEQUÊNCIA DOS PERFIS LONGITUDINAIS DA BACIA DO RIO PARDO.

