

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Robson Clayton Pinto**

**EVENTOS DEPOSICIONAIS CENOZÓICOS NO MÉDIO  
VALE DO RIO DAS VELHAS: PALEONÍVEIS  
DEPOSICIONAIS E DINÂMICA ATUAL**

**Minas Gerais – Brasil**  
**Outubro – 2009**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Robson Clayton Pinto**

**EVENTOS DEPOSICIONAIS CENOZÓICOS NO MÉDIO  
VALE DO RIO DAS VELHAS: PALEONÍVEIS  
DEPOSICIONAIS E DINÂMICA ATUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Análise Ambiental.

Orientador: Antônio Pereira Magalhães Júnior

**Belo Horizonte  
Departamento de Geografia da UFMG  
2009**

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que direta ou indiretamente me apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

### **Em especial:**

A Deus, nosso Pai, que governa os nossos destinos e que me permitiu ter a oportunidade de trilhar o caminho da sabedoria e do aprendizado;

Aos meus pais, que tanto amo, pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida e pela paciência e compreensão durante meus períodos de ausência devido ao tempo dedicado aos estudos. Por acreditarem desde o início na minha capacidade e pela orientação ao longo de minha vida, pelo amor e compreensão, pelo auxílio e carinho ao longo desta minha caminhada;

Aos meus irmãos Renato e Rosana pelas críticas e sugestões; ao meu sobrinho Vitor pelos momentos de alegria quando me encontrava angustiado e à minha afilhada Dayana pelo carinho e compreensão;

À minha esposa Elaine pelo apoio e compreensão, mesmo nos momentos mais difíceis, quando somente o amor foi capaz de compreender as minhas necessidades;

Ao Professor Antônio Pereira Magalhães Júnior, meu orientador, pela dedicação, boa vontade e comprometimento com o meu trabalho, pela orientação competente, presente e essencial, pela presteza, pela confiança em mim depositada para a realização deste trabalho e pela dedicação quanto aos esclarecimentos e conhecimentos transmitidos durante o desenvolvimento da pesquisa;

A todos os Funcionários do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, sem a presença dos quais a realização deste trabalho seria inviável;

Aos funcionários da Biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais pela atenção, gentileza e presteza;

Aos técnicos do Laboratório de Geomorfologia do Instituto de Geociências da UFMG, Nívea e Ricardo, pela amizade;

À Secretária Paula, à Professora Cristiane Valéria e ao Professor André pela atenção e atendimento nos trabalhos burocráticos;

Aos amigos que participaram diretamente do trabalho por meio do apoio e discussões durante a realização dos campos e pela amizade;

Aos amigos e colegas pós-graduandos e mestres por compreenderem as angústias, por dividirem conquistas e pelo apoio durante o período do mestrado;

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela concessão da bolsa, que permitiu a minha dedicação em tempo integral à pesquisa.

*“Em tudo daí graças, porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para Convosco.” - Paulo.*

**(I TESSALONICENSES, 5:18)**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	6
<b>3. EMBASAMENTO TEÓRICO</b> .....	7
3.1. Sistema deposicional fluvial.....	7
3.2. Tipos e padrões fluviais .....	12
<b>4. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	19
4.1. Caracterização regional da bacia do Rio das Velhas.....	19
4.2. Localização da área de estudo.....	21
4.3. Quadro geológico.....	24
4.3.1. A depressão de Belo Horizonte .....	24
4.3.2. A Bacia Sedimentar do Bambuí .....	24
4.4. Aspectos geomorfológicos.....	29
4.4.1. Depressão de Belo Horizonte .....	29
4.4.2. Borda sul da Bacia Metassedimentar do Grupo Bambuí .....	32
<b>5. CLIMA E VEGETAÇÃO</b> .....	36
<b>6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	38
6.1. Etapa de gabinete .....	38
6.2. Etapa de campo.....	39
6.3. Tratamento dos dados .....	40
<b>7. RESULTADOS</b> .....	48
7.1. Compartimentação dos Vales Fluviais .....	48
7.1.1. Compartimentação do Vale do Rio das Velhas.....	48
7.1.2. Compartimentação do Vale do Ribeirão da Mata.....	51
7.1.3. Compartimentação do Vale Fluvial do Ribeirão Jequitibá .....	55
<b>8. NÍVEIS E SEQÜÊNCIAS DEPOSICIONAIS DOS VALES ESTUDADOS</b> .....	57
8.1. Caracterização dos Eluvios.....	103

	8.2. Análise Comparativa Entre os Níveis e Sequências Depositionais..	105
9.	<b>NÍVEIS DEPOSICIONAIS</b> .....	110
	9.1. Nível de Terraço T5 do Rio das Velhas.....	110
	9.2. Nível de Terraço T4 do Rio das Velhas.....	131
	9.3. Nível de Terraço T3 do Rio das Velhas.....	136
	9.4. Rio das Velhas Vale Atual.....	145
	9.4.1. Nível de Terraço T2 (Vale Atual).....	145
	9.4.2. Nível de Terraço T1 (Vale Atual).....	148
	9.5 Nível de Várzea .....	151
	9.5.1. Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá.....	151
	9.5.2. Nível de Várzea do Ribeirão da Mata.....	153
	9.5.3. Nível de Várzea do Rio das Velhas.....	156
10.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO</b> .....	159
11.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	165
12.	<b>ANEXOS</b> .....	165

## LISTA DE FIGURAS

<b>Fig.1</b>	Modelo deposicional do sistema fluvial meandrante e a seção colunar esquemática representada por depósitos de acreção lateral e vertical (WALKER & CANT, 1984) .....	<b>9</b>
<b>Fig.2</b>	Modelo deposicional do sistema fluvial entrelaçado e a seção colunar.....	<b>10</b>
<b>Fig.3</b>	Modelo deposicional do sistema fluvial anastomosado (Smith & Smith, 1980) .....	<b>12</b>
<b>Fig.4</b>	Apresentação dos modelos de fácies definidos com base na geometria do canal e no arranjo tridimensional dos elementos arquiteturais (MIALL, 1996).....	<b>11</b>
<b>Fig.5</b>	Série de elementos arquiteturais dos depósitos fluviais, com códigos de litofácies (MIALL, 1978).....	<b>13</b>
<b>Fig.6</b>	Modelos de terraço (Christofolletti, 1974): A - <i>Terraço embutido</i> ; B – <i>Terraço encaixado</i> .....	<b>15</b>
<b>Fig.7</b>	Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Território Brasileiro e da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.....	<b>19</b>
<b>Fig.8</b>	Divisão política da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – MG (CAMARGOS, 2005) .....	<b>20</b>
<b>Fig.9</b>	Localização da área investigada em relação ao Brasil, Estado de Minas Gerais e Municípios vizinhos.....	<b>22</b>
<b>Fig.10</b>	Mapa Geológico da área de Estudo.....	<b>23</b>
<b>Fig.11</b>	Compartimentação Geo-Estrutural de Minas Gerais.....	<b>26</b>
<b>Fig.12</b>	Esboço Geológico: Quadrilátero Ferrífero, Terrenos Graníticos-Gnaíssicos e Grupo Bambuí. Adaptado Renger <i>et all.</i> (1994) .....	<b>27</b>
<b>Fig.13</b>	A) Planalto de Lagoa Santa; (B) Limites Área da APA-CARST Lagoa Santa	<b>31</b>
<b>Fig.14</b>	– Segmentos e compartimentação dos trechos estudados do Médio Vale do Rio das Velhas	<b>33</b>
<b>Fig.15</b>	Perfil Longitudinal do Ribeirão Jequitibá e distribuição dos níveis deposicionais.....	<b>44</b>
<b>Fig.16</b>	Perfil Longitudinal do Ribeirão da Mata e distribuição dos níveis deposicionais.....	<b>45</b>
<b>Fig.17</b>	Perfil Longitudinal do Rio das Velhas e distribuição dos níveis deposicionais....	<b>46</b>
<b>Fig.18</b>	Perfil Longitudinal e Segmentos D e E do Médio Vale do Rio das Velhas .....	<b>50</b>
<b>Fig.19</b>	Perfil Longitudinal e Segmentos F e G do Vale do Ribeirão da Mata .....	<b>54</b>
<b>Fig.20</b>	Perfil Longitudinal e Segmentos H e I do Ribeirão Jequitibá .....	<b>56</b>
<b>Fig.21</b>	Distribuição esquemática dos Níveis de Terraços.....	<b>58</b>
<b>Fig.22</b>	Algumas das ocorrências do Nível de Terraço T5 no vale ocupado pelo Ribeirão Jequitibá.....	<b>62</b>
<b>Fig.23</b>	Algumas das ocorrências do Nível de Terraço T5 no vale ocupado pelo Ribeirão.....	<b>63</b>
<b>Fig.24</b>	Nível basal remanescente do Nível de Terraço T5 apresentando.....	<b>64</b>

<b>Fig.25</b>	T5 do Rio das Velhas.....	<b>65</b>
<b>Fig.26</b>	Distribuição esquemática das cotas altimétricas do Nível de Terraço T5 ao longo do Paleovale do Rio das Velhas.....	<b>66</b>
<b>Fig.27</b>	Distribuição esquemática do Nível de Terraço T5.....	<b>67</b>
<b>Fig.28</b>	- Nível de Terraço T4 estrada Sete Lagoas – Santana do Pirapama.....	<b>70</b>
<b>Fig.29</b>	Nível de Terraço T4 próximo ao município de Vespasiano.....	<b>71</b>
<b>Fig.30</b>	Nível de Terraço T4 no bairro Serra Dourada.....	<b>72</b>
<b>Fig.31</b>	Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T4 ao longo do Paleovale do Rio das Velhas.....	<b>73</b>
<b>Fig.32</b>	Distribuição esquemática do Nível de Terraço T4 .....	<b>74</b>
<b>Fig.33</b>	Nível de Terraço T3 Embrapa Sete Lagoas.....	<b>77</b>
<b>Fig.34</b>	Nível de Terraço T3 próximo ao município de Pedro Leopoldo.....	<b>80</b>
<b>Fig.35</b>	Nível de Terraço T3 do Rio das Velhas.....	<b>81</b>
<b>Fig.36</b>	Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T3 ao longo do Paleovale do Rio das Velhas.....	<b>82</b>
<b>Fig.37</b>	Distribuição esquemática do Nível de Terraço T3.....	<b>83</b>
<b>Fig.38</b>	- Nível de Terraço T2 município de Lagoa Santa.....	<b>84</b>
<b>Fig.39</b>	Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T2 ao longo do vale do Rio das Velhas.....	<b>85</b>
<b>Fig.40</b>	Distribuição esquemática do Nível de Terraço T2 do Rio das Velhas.....	<b>86</b>
<b>Fig.41</b>	Nível de Terraço T1.....	<b>88</b>
<b>Fig.42</b>	Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T1 ao longo do vale do Rio das Velhas.....	<b>89</b>
<b>Fig.43</b>	Distribuição esquemática do Nível de Terraço T1 do Rio das Velhas.....	<b>90</b>
<b>Fig.44</b>	Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá.....	<b>92</b>
<b>Fig.45</b>	Distribuição esquemática do Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá ao longo do Paleovale.....	<b>93</b>
<b>Fig.46</b>	Nível de Várzea do Ribeirão da Mata.....	<b>95</b>
<b>Fig.47</b>	Distribuição esquemática do Nível de Várzea do Ribeirão da Mata ao longo do Paleovale.....	<b>96</b>
<b>Fig.48</b>	Nível de Várzea do Rio das Velhas entre Santa Luzia e a foz do Ribeirão da Mata Município de Vespasiano.....	<b>99</b>
<b>Fig.49</b>	Perfil Síntese do Nível de Várzea mostrando as diferentes fases de formação deste nível para o paleovale do Rio das Velhas (MAGALHÃES JR., 1993).....	<b>100</b>
<b>Fig.50</b>	Perfil Síntese do Nível de Várzea do Rio das Velhas.....	<b>101</b>
<b>Fig.51</b>	Distribuição esquemática do Nível de Várzea do Rio das Velhas.....	<b>102</b>
<b>Fig.52</b>	Eluvio e substrato rochoso.....	<b>104</b>
<b>Fig.53</b>	Nível de Terraço T5.....	<b>111</b>
<b>Fig.54</b>	Nível de Terraço T3 - porção final do Segmento E.....	<b>112</b>

<b>Fig.55</b>	Perfil Transversal de um trecho do canal fluvial do Rio das Velhas que apresenta uma sucessão de rápidos e pools, indicativo indireto da existência de um condicionamento estrutural.....	<b>113</b>
<b>Fig.56</b>	- Nível de Terraço T5 município de Vespasiano. ....	<b>115</b>
<b>Fig.57</b>	Nível de Terraço T5.....	<b>117</b>
<b>Fig.58</b>	Vista parcial do Paleovale do Rio das Velhas e Depressão de Vespasiano.....	<b>119</b>
<b>Fig.59</b>	Nível de Terraço T5 cujo perfil transversal esta representado na figura 64 início do trecho de acumulação de material areno-argiloso recobrimdo depósito de argila e seixos de quartzo que formam a base deste pacote deposicional.....	<b>120</b>
<b>Fig.60</b>	Perfil Transversal da área de acumulação do Paleovale do Rio das Velhas próximo ao município de Pedro Leopoldo.....	<b>121</b>
<b>Fig.61</b>	Nível de Terraço T5 – Matozinhos.....	<b>123</b>
<b>Fig.62</b>	Nível de Terraço T5 recortado pelo Ribeirão da Forquilha, próximo a Capim Branco.....	<b>125</b>
<b>Fig.63</b>	Nível de Terraço T5 exumado por corte de Ferrovia e apresentando nível de seixos de quartzo deformado.....	<b>126</b>
<b>Fig.64</b>	Nível de Terraço T5 apresentando deformações sin e pós-deposicionais, evidências indiretas da movimentação de falhas na área.....	<b>128</b>
<b>Fig.65</b>	Nível de Terraço T5.....	<b>130</b>
<b>Fig.66</b>	Nível de Terraço T4.....	<b>132</b>
<b>Fig.67</b>	Nível de seixos de quartzo afetado por deformações.....	<b>133</b>
<b>Fig.68</b>	Nível de Terraço T4. Fotos 1 a 3: blocos concrecionados por ferro, agregando seixos e matriz em uma massa compacta.....	<b>135</b>
<b>Fig.69</b>	Nível de Terraço T3 embutido no Nível de Terraço T4.....	<b>137</b>
<b>Fig.70</b>	Nível de Terraço T3. Fotos 1 a 5: diferentes vistas da fácies que forma este nível.....	<b>139</b>
<b>Fig.71</b>	Nível de Terraço T3 altitude 815m, próximo à área das nascentes do Ribeirão Jequitibá e Ribeirão da Mata.....	<b>143</b>
<b>Fig.72</b>	As fotos: 1,2,3 e 4 apresentam a distribuição do Nível de Terraço T3.....	<b>144</b>
<b>Fig.73</b>	Nível de Terraço T2.....	<b>146</b>
<b>Fig.74</b>	Nível de Terraço T2 próximo a Lagoa Santa.....	<b>147</b>
<b>Fig.75</b>	Nível de Terraço T1.....	<b>149</b>
<b>Fig.76</b>	Nível de Terraço T1 – números: 1 vista parcial do Nível de Terraço T1.....	<b>150</b>
<b>Fig.77</b>	Vale Ribeirão Jequitibá. 1 – Nível de Terraço T3 ; 2 – Nível de Terraço T4.....	<b>151</b>
<b>Fig.78</b>	Fotos 1 e 2: Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá.....	<b>152</b>
<b>Fig.79</b>	Nível de Várzea Ribeirão da Mata (1).....	<b>153</b>
<b>Fig.80</b>	Encaixamento do canal fluvial do Ribeirão da Mata sobre o Nível de Terraço Inferior .	<b>154</b>
<b>Fig.81</b>	Depósitos de Várzea do Rio das Velhas. Fotos 1 e 2.....	<b>158</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA I</b>	Classificação de Litofácies de Miall (1985).....	<b>18</b>
<b>TABELA II</b>	Caracterização dos Níveis deposicionais.....	<b>107</b>
<b>TABELA III</b>	Descrição das principais características e estratigrafia dos Níveis....	<b>109</b>

## RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Médio Vale do Rio das Velhas está situada no centro do Estado de Minas Gerais, compreendendo parte dos domínios geológicos do Embasamento Cristalino na Depressão de Belo Horizonte e da Borda Sul da Bacia Sedimentar do Bambuí. O Rio das Velhas é um dos principais tributários do Rio São Francisco. Apesar da proximidade de Belo Horizonte ainda não foi realizado estudos específicos de geomorfologia fluvial no trecho estudado da bacia motivando a proposição do seguinte objetivo geral: mapear, descrever e analisar os níveis e seqüências deposicionais fluviais ao longo de um trecho do médio vale do Rio das velhas, do vale do Ribeirão da Mata e do vale do Ribeirão Jequitibá. A área de estudo está situada a jusante dos trechos estudados por outros autores que abordaram os aspectos referentes à dinâmica fluvial do médio-alto Rio das Velhas e a geomorfologia fluvial e a dinâmica atual no alto Rio das velhas. A metodologia baseou-se em análises aerofotogramétricas e trabalhos de campo, quando foram levantados a partir de critérios visuais, aspectos sedimentológicos e estratigráfico, dos pacotes deposicionais. Considerando-se os depósitos superficiais como os registros paleoambientais mais eficientes, estes constituíram a base para reconstituição da dinâmica fluvial Cenozóica ao longo dos vales estudados, através da análise estratigráfica dos níveis deposicionais levantados. A adoção destes procedimentos permitiu compartimentar e espacializar os ambientes fluviais, resultando em uma síntese da geomorfologia fluvial da área em estudo. Foram identificados, mapeados e descritos quatro níveis deposicionais aluviais ao longo dos vales estudados, sendo um Nível de Várzea e três níveis de terraços (Terraço Superior, Terraço Intermediário e Terraço Inferior). A interpretação das litofácies dos perfis-síntese dos níveis de terraços utilizou como base para a sua realização a proposta de Análise Arquitetural. Os níveis indicam a ocorrência de alterações, ao longo do tempo, no padrão de drenagem e de regime hidrológico da área, possivelmente associadas ao condicionamento tectônico. Merecem destaque os terraços sob forma de grandes feições sedimentares acanaladas (Terraço Superior) atualmente na posição de topos de colinas suavizadas. Os espessos pacotes heterogêneos de material fino indicam fases de acentuado entulhamento na evolução da rede de drenagem. Para os vales estudados, os níveis de Terraço Intermediário e Terraço Inferior, apresentam-se escalonados. O escalonamento dos níveis de terraços demonstra a permanente ocorrência de um soerguimento crustal de alcance regional (soerguimento do Escudo Brasileiro), enquanto que a variação no Terraço Inferior associada a anomalias no perfil longitudinal do depósito é resultante da diferença das taxas de encaixamento do canal, devido ao comportamento diferencial de blocos ao longo do vale que levaram ao abandono do antigo leito fluvial pelo Rio das Velhas. As mudanças ocorridas no padrão fluvial implicam em alterações significativas do gradiente de energia, velocidade, competência e capacidade de transporte da carga sedimentar relacionada a cada nível deposicional investigado.

**Palavras-chave:** Geomorfologia Fluvial; Níveis Depositionais, Dinâmica Atual; Reconstituição de Paleocanal.

## ABSTRACT

The Hydrological basin of the Middle Valley of the Velhas' River is situated in the centre of Minas Gerais State; it is part of the geological powers of the Crystal clear Foundation in the Depression of Belo Horizonte and of the South Edge of the Basin to consolidate of the Bambuí. The Velhas' River is the principal tributaries of the Saint Francisco River. In spite of the proximity of Belo Horizonte it was still not carried out specific studies of fluvial geomorphology in the studied passage of the basin causing the proposition of the next general objective: to relate, to describe and to analyze the levels and fluvial sequences along a passage of the Middle Valley of the Velhas' River, Mata' Stream Valley and Jequitibá's Stream Valley. The study area is situated beside in the course of water on the opposite side of the source, studied by other authors who boarded the aspects referring to the high-middle Velhas' River fluvial dynamic and the geomorphology fluvial and the dynamic current in the high Velhas' River. The methodology based on aerophotogrametric analyses and field works, when they were lifted from visual criterion, sedimentological and stratigraphic aspects of the depositonals packets. When the superficial deposits are considered as the most efficient paleoenvironmental, these registers they constituted the base for reconstitution of the fluvial Cenozoic dynamic along the studied valleys, through the stratigraphic analysis of the depositonals levels lifted. They were identified and described in four levels depositonals alluvial along the studied valleys, being a Level of Meadow and three levels of terraces (Superior Terrace, Intermediary Terrace and Inferior Terrace). The lithofacies interpretation of the profiles-syntheses and the levels of terraces used like base for his realization the proposal of architectural analysis. The levels indicate an incident of alterations, along the time in the standard of drainage and in the hydrological regime of the area, when the terraces were possibly associated to the tectonic conditioning. They deserve distinction under you consolidate the form of great forms when (Superior Terrace) was channelled at present in the position of tops of softened hills. The thick heterogeneous packets of fine material indicate phases when of it was accented rubble in the evolution of the net of drainage. For the studied valleys, the levels of Intermediary Terrace and Inferior Terrace, they present scheduled. That demonstrates the crustal uplift constant incident of a regional reach (the Brazilian Shield uplift), whereas the variation in the Inferior Terrace associated to anomalies in the deposit profile longitudinal is a result of the difference the taxes of socket in the channel, due to the differential behavior of blocks along the valley that led to the desertion of the ancient fluvial bed for the Velhas' River. The changes occurred in the river standard implicate in significant alterations of the gradient energy, speed, competence and transport capacity of the load to consolidate made a list at each depositional level investigated.

**Keywords:** Fluvial Geomorphology; Depositional Levels, Current Dynamics; Paleochannel Reconstitution.

# 1. INTRODUÇÃO

As pesquisas Geográficas freqüentemente elegem como objetos de estudo os canais fluviais, utilizando-se de diferentes perspectivas e enfoques. Tal fato pode ser explicado pela diversidade de usos a que os canais fluviais estão sujeitos e por serem considerados os principais agentes responsáveis pela esculturação do relevo, refletindo os padrões climáticos e geológicos locais. Nesse sentido, os canais fluviais podem ser utilizados também como parâmetros para se diagnosticar o meio físico.

São vários os usos a que os canais fluviais são submetidos, sendo aproveitados em hidrovias locais e regionais e na geração de energia hidroelétrica ou fornecendo água para o abastecimento público e para a irrigação, dentre outros. Outro ponto de destaque se refere às margens dos cursos fluviais ou ambientes fluviais, dada sua importância em sustentar diferentes usos e atividades humanas ali desenvolvidas. As áreas sujeitas às inundações sazonais são ocupadas para o cultivo de variadas espécies vegetais ou para a exploração de recursos minerais a elas associadas. Nesse sentido, os diferentes estudos que abrangem os cursos fluviais e seus ambientes marginais, bem como as bacias hidrográficas, possuem na Geografia uma importância transversal, principalmente quando utilizados no desenvolvimento de planejamentos de uso e ocupação do solo.

Geralmente, os rios são classificados como sistemas abertos onde ocorrem constantes trocas de energia e matéria com o ambiente. Fatores como clima, vegetação, topografia, geologia, uso do solo e níveis de base locais, refletem o caráter e o comportamento dos sistemas fluviais em locais específicos, pois juntos determinam o regime hidrológico e hidrossedimentológico locais. A integração entre os diferentes fatores tende a gerar rearranjos na geometria interna do sistema fluvial na busca constante pelo equilíbrio (KNIGHTON, 1984).

Church (1992) afirma que fatores variados condicionam a atuação dos processos físicos em canais fluviais e, em conseqüência, atuam sobre a sua morfologia. Para este autor se destacam como principais fatores ou agentes modificadores: o fluxo (volume por tempo de escoamento), o tipo de sedimento transportado (e suas características) e a história geológica (representada pela paisagem fluvial). Como fatores secundários, se destacam o tipo climático local, o tipo e as características da vegetação ripária e o tipo de uso do solo na bacia de drenagem. O autor também considera como um fator de modificação adicional, e de grande importância, as

modificações diretas da morfologia do canal causadas pelo desenvolvimento das atividades antrópicas, que podem impactar fortemente, gerando graves desequilíbrios ao sistema natural.

Para Petts & Foster (1985) a sistematização temporal das relações surgidas entre as formas e processos fluviais e as investigações de cunho paleogeomorfológico contribuiriam para o prognóstico de impactos advindos das atividades humanas e do uso de recursos naturais sobre a dinâmica fluvial. Os registros sedimentares aluviais podem ser entendidos como os mais adequados indicadores da evolução geomorfológica fluvial e das características dos eventos deposicionais que abrangem determinada área. Diferentes cursos fluviais que drenam ou se originam de ambientes antropizados podem refletir (ou revelar) de maneira eficiente as pressões humanas que se fazem presentes em termos de alterações na capacidade ou competência de transporte, dentre tantas outras variáveis hidrológicas.

A identificação de níveis deposicionais e seqüências sedimentares associadas representam um dos primeiros e mais importantes passos para a reconstituição geomorfológica da evolução espaço-temporal da rede de drenagem. A partir do levantamento de níveis de terraço ou de várzea e dos pacotes aluvionares correlatos, podem ser empreendidas pesquisas de interpretação geomorfológica que busquem reconstituir padrões de drenagem e condições sindeposicionais cenozóicas.

Os depósitos quaternários possuem uma relação quase sempre direta com o relevo atual. O seu estudo possibilita, quase sempre, o desenvolvimento de pesquisas a partir de um material em conexão com a superfície topográfica atual, embora possuam espessuras relativamente delgadas (SUGUIO & BIGARELLA, 1979). Os depósitos quaternários, então se constituem em registros freqüentes das grandes alterações paleoambientais, ocorrendo freqüentemente em regiões relativamente baixas de zonas litorâneas ou ao longo dos cursos fluviais.

As seqüências sedimentares aluviais estão entre os poucos registros paleogeomorfológicos capazes de permitir a reconstituição da história fluvial. No entanto, em ambientes tropicais os processos de intemperismo e erosão normalmente não favorecem a conservação destes registros por um longo tempo. Nesse sentido, a identificação de níveis e depósitos aluviais pode contribuir para estudos de cunho mais interpretativo, sendo que análises sedimentológicas e datações podem vir a contribuir para uma melhor compreensão do quadro geomorfológico regional.

A área investigada no presente estudo corresponde a um trecho do médio vale do Rio das Velhas e os vales ocupados por dois de seus afluentes: o Ribeirão Jequitibá e o Ribeirão da Mata. O médio vale do Rio das Velhas está situado no centro do Estado de Minas Gerais, compreendendo parte dos domínios geológicos do Embasamento Cristalino, na Depressão de Belo Horizonte, e da Bacia Sedimentar do Bambuí, em sua borda Sul. Esta área se insere no interior de uma das mais importantes regiões do Estado de Minas Gerais e do Brasil, por sua importância sócio-econômica, geopolítica e natural. O Rio das Velhas é um dos principais tributários do Rio São Francisco e foi um dos grandes condicionadores do povoamento da região ao longo dos últimos séculos.

Na área estudada reúnem-se variadas feições morfológicas e um arcabouço lito-estrutural diversificado. Mesmo exibindo uma riqueza de dados geomorfológicos e uma grande facilidade de acesso, as áreas situadas ao norte de Belo Horizonte carecem de estudos que contemplem a estratigrafia cenozóica e sua evolução morfodinâmica.

É importante salientar que a maioria dos trabalhos que abrangem a dinâmica fluvial no Brasil é realizada em rios de grandes extensões que correm ao longo de planícies costeiras e deságuam no Oceano Atlântico, em detrimento dos poucos estudos de rios interiores e intermontanos, como o Rio das Velhas. Menos comuns, ainda são os estudos de cursos d'água localizados em áreas montanhosas, marcados por uma dinâmica fluvial descontínua, diretamente afetada por variações nas características geológicas e geomorfológicas (CASTRO *et. all*, 2005). Este é o caso da maior parte do curso do alto Rio das Velhas, cujas características morfológicas e hidrológicas refletem o forte condicionamento geológico e morfológico.

Poucos estudos abordam a geomorfologia regional da área. Destacam-se as contribuições de King (1956), Barbosa (1967,1980), Köhler (1989), Magalhães Jr. (1993), Magalhães Jr. e Saadi (1994) , Saadi (1995) e Valadão (1998).

Em seu estudo, Magalhães Jr. (1993) buscou a identificação, o mapeamento e a interpretação de níveis e seqüências deposicionais aluviais no trecho de transição entre o alto e o médio vale do Rio das Velhas, na tentativa de reconstituir a geomorfologia fluvial regional. A partir de interpretações estratigráficas, o autor identifica e analisa três níveis de terraços fluviais, os quais refletem dentre outros aspectos o importante papel da Serra do Curral (borda norte do Quadrilátero Ferrífero) no controle dos eventos deposicionais cenozóicos e a marcante influência do condicionamento estrutural e tectônico na evolução da geomorfologia fluvial regional.

O médio vale do Rio das Velhas, apesar de se constituir em um vasto campo para a realização de estudos envolvendo os seus aspectos geomorfológicos, ainda não foi objeto de estudos mais detalhados que abrangessem os depósitos superficiais, principais elementos de reconstrução ambiental. Percebe-se que mesmo apresentando uma riqueza de informações geomorfológicas, nas áreas situadas mais ao sul da capital do Estado prevalecem os estudos geológicos.

Este trabalho começou a ser elaborado a partir do levantamento e identificação dos níveis deposicionais aluviais localizados em um trecho da bacia do Ribeirão Jequitibá (PINTO e MAGALHÃES Jr. 2006), quando alguns depósitos antigos foram geneticamente dissociados da dinâmica atual daquele curso fluvial. Embora a investigação realizada pelos referidos autores tenha se restringido a uma parte da bacia do Ribeirão Jequitibá, surgiram evidências de que alguns níveis deposicionais ali encontrados teriam sido gerados em um ambiente sedimentar de maior energia, em contraposição à atual dinâmica fluvial do Ribeirão Jequitibá.

Esta dissertação tem como objetivo mapear, identificar, descrever e analisar os níveis e seqüências deposicionais aluviais ao longo de um trecho do médio vale do Rio das Velhas, visando a reconstituição da geomorfologia fluvial regional, considerando os sistemas geomorfológicos deposicionais como elementos investigativos. Desse modo, o trabalho visa também a caracterização dos níveis e seqüências deposicionais, auxiliada por técnicas de estratigrafia, buscando-se levantar elementos para a comparação entre a dinâmica fluvial passada e a atual. Portanto, este trabalho visa fornecer registros para a análise da evolução temporal e espacial da dinâmica fluvial do médio Rio das Velhas.

Os resultados obtidos a partir da compartimentação geomorfológica do vale fluvial do médio Rio das Velhas, baseada na morfologia e dinâmica, podem permitir a complementação dos trabalhos já realizados na área por outros autores. Nesse sentido, o presente trabalho visa somar esforços na busca de maior sistematização de pesquisas voltadas para rios interiores no Brasil, destacando aqui não apenas a importância geomorfológica e ambiental do vale do Rio das Velhas, mas também as suas singularidades em termos geológicos e geomorfológicos.

Os procedimentos adotados para esta pesquisa se inspiram na proposta de classificação e codificação de fácies e elementos arquiteturais (diferentes associações de fácies)

de Miall (1985; 1996). O termo Fácies, de acordo com a proposta de Selley (1978), constitui um pacote de sedimentos que se distingue dos demais por sua geometria, composição, estruturas sedimentares, padrão de paleocorrentes e conteúdo fossilífero.

A utilização de técnicas de gabinete e de campo, visando à descrição e a caracterização das seqüências deposicionais, com base nos pilares da estratigrafia, tornaram possível a interpretação genética desses depósitos a partir da determinação de suas principais litofácies, respectivas estruturas sedimentares, geometria, relações verticais e horizontais entre outras características internas e externas. A interpretação genética desses depósitos envolve os processos atuantes durante a fase de deposição e os sistemas deposicionais a eles vinculados, ou seja, os paleoambientes sedimentares. A partir da caracterização destes, foi possível compará-los ao padrão de sedimentação das calhas atuais.

A identificação de níveis de terraços fluviais tornou-se possível através do levantamento estratigráfico. A correlação entre os níveis de terraços fluviais torna-se possível pela adoção de critérios altimétricos e sedimentares. A partir da associação destes dados, pretende-se caracterizar e identificar domínios ou subáreas que apresentem similaridades, que se assemelham segundo o seu comportamento em relação aos ciclos de deposição e seqüências estratigráficas ao longo dos vales estudados.

As seqüências sedimentares analisadas se constituem verdadeiros registros das condições paleoambientais vigentes na época de sua deposição, permitindo a explicação, ainda que parcial, da atual configuração da paisagem local através da reconstituição e correlação dos episódios morfodinâmicos responsáveis pela sua gênese.

Dessa forma, foi possível conhecer o comportamento dos vales estudados ao longo dos domínios morfoestruturais regionais em diferentes etapas evolutivas, como também o comportamento geral dos próprios domínios Depressão de Belo Horizonte e Bacia do Grupo Bambuí, que podem refletir sucessões de eventos e ambientes morfodinâmicos.

Uma síntese da geomorfologia fluvial do trecho estudado é apresentada ao final deste trabalho. Ela foi construída com base na caracterização, mapeamento e classificação dos ambientes fluviais estudados e poderá ser utilizada como um guia comparativo de auxílio e apoio à identificação e interpretação de ambientes fluviais em outros trechos inseridos na bacia do Rio das Velhas.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo geral desta dissertação é investigar a geomorfologia fluvial do médio vale do Rio das Velhas, incluindo os vales do Ribeirão da Mata e do Ribeirão Jequitibá, a partir da identificação, descrição, mapeamento e análise de níveis e seqüências deposicionais aluviais, possibilitando à reconstituição da dinâmica fluvial Cenozóica regional.

Por fim, como outro objetivo específico, pretende-se realizar a compartimentação geomorfológica do trecho fluvial estudado.

### **3. EMBASAMENTO TEÓRICO**

#### **3.1. Sistema deposicional fluvial**

A interpretação de um sistema deposicional, em um tempo geológico específico, objetiva a reconstrução paleogeográfica de uma determinada área, tendo como base a leitura de fácies sedimentares em afloramentos ou testemunhos, como também o seu arranjo tridimensional.

O termo fácies é o produto resultante da atuação de processos físicos, químicos e biológicos nos diferentes sistemas deposicionais. De maneira geral, pode-se descrever o termo fácies como a resultante de processos sedimentares responsáveis pela caracterização da rocha, podendo assumir caráter genético, descritivo, ambiental ou tectônico. Em sistemas deposicionais fluviais, as dimensões e morfologias das fácies sedimentares, bem como o seu arranjo interno, estão intimamente relacionadas à morfologia dos canais fluviais.

Várias propostas de modelos deposicionais fluviais foram apresentadas desde a década de 70 por vários autores, porém os modelos mais difundidos na literatura são os modelos meandrante e entrelaçado.

Os rios meandrantés apresentam alta sinuosidade de seu curso. São encontrados mais comumente em regiões úmidas, cobertas por vegetação e a carga de sedimentos transportados é relativamente baixa em virtude da topografia suavizada e da existência de cobertura vegetal.

Walker & Cant (1984) propuseram um modelo teórico a partir da observação de muitos exemplos modernos e antigos de rios meandrantés, e desenvolveram um ciclo ideal para o estudo de seqüência vertical de fácies.

Estes autores propõem um arranjo deposicional para o sistema meandrante. Tal sistema seria composto por um canal meandrante ativo, meandros abandonados e uma série de outros depósitos formados próximos ao canal ativo: barras de acreção lateral, diques marginais e depósitos de transbordamento. Segundo este modelo, as seqüências deposicionais completas representativas de sistemas meandrantés apresentariam uma sucessão de fácies com granodecrescência ascendente compostas por depósitos de lag residual na base, sendo sucedidas

por seqüências arenosas de acresção lateral da barra de pontal, pelos depósitos de diques marginais e pelitos da planície de inundação (acresção vertical) (Figura 1).

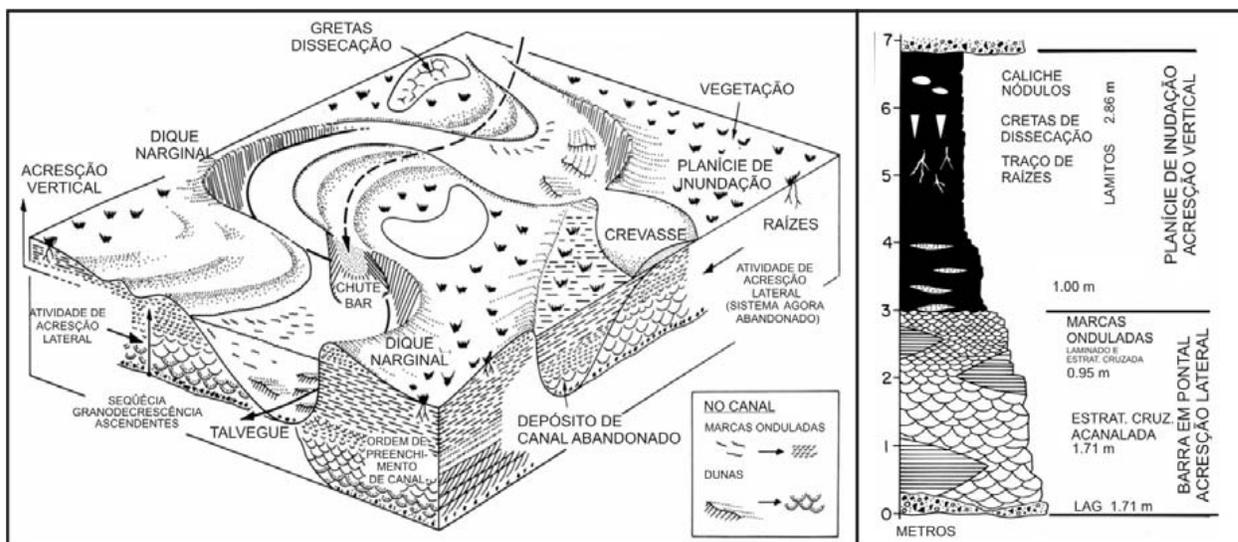
Os depósitos residuais (“*channel lag deposits*”) apresentam fácies areno-conglomeráticas com estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte. Nesses depósitos é comum a presença de clastos de argilas.

Nas barras de pontal são depositadas areias finas à médias com estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte e cruzadas tabulares. Porém, com a redução da energia do fluxo, podem ser encontradas nos topos dessa barras estratificações plano-paralelas e laminações cruzadas cavalgantes.

Os depósitos de diques marginais são caracterizados por apresentarem estruturas sedimentares similares àquelas encontradas nas barras de pontal, porém com granulometria mais fina. No sistema meandrante, os depósitos de transbordamento de canal apresentam extensos pacotes de siltitos e argilitos com a presença bastante comum de marcas de raízes e gretas de dissecação (ALLEN, 1970 apud WALKER & CANT, 1984).

Já o modelo entrelaçado baseia-se principalmente na fisiografia do rio South Saskatchewan, nos Estados Unidos, e apresenta como seqüência vertical ideal uma seção colunar esquemática do Arenito Battery Point.

O sistema fluvial entrelaçado (“*braided*”) possui um arranjo deposicional marcado principalmente pela presença de sedimentos grosseiros, resultantes de intensas descargas sazonais. Este modelo é marcado por uma complexidade de feições deposicionais, representadas por formas de leitos individuais (dunas 2D e 3D), barras transversais e longitudinais e um complexo de planícies arenosas (“*sand flat*” e ilhas vegetadas) (Figura 2). Seqüências completas são marcadas por uma sucessão de fácies com granodecrescência ascendente, representados na sua base por depósitos de preenchimento de canal.



**Figura 1** - Modelo deposicional do sistema fluvial meandrante e a seção colunar esquemática representada por depósitos de acreção lateral e vertical (WALKER e CANT, 1984).

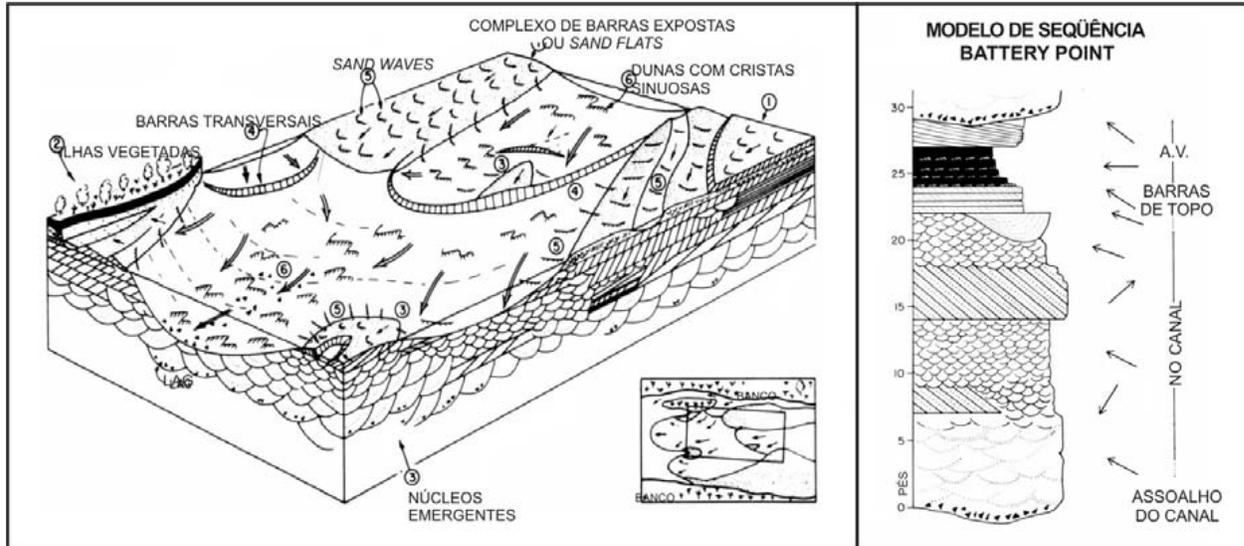
Os depósitos residuais característicos do modelo entrelaçado (“*channel lag deposits*”) são mais expressivos do que aqueles encontrados no modelo meandrante, apresentando textura extremamente grosseira e podendo apresentar estratificações cruzadas acanaladas.

Na porção intermediária da seqüência vertical do modelo entrelaçado encontram-se sedimentos grosseiros com estratificações cruzadas, passando a cruzadas tangenciais, atingindo gradativamente sedimentos menos grosseiros, com estratificações cruzadas de baixo ângulo, caracterizando os depósitos de topo de barras.

A parte superior da sucessão é representada por depósitos pelíticos, de acreção vertical, intercalados com areias finas com pequenas marcas onduladas. A parte superior destas fácies é raramente preservada, devido a processos erosivos gerados no pulso descarga seguinte (WALKER e CANT, 1984). (Figura 2).

Os modelos meandrante e entrelaçado são considerados como os padrões típicos do sistema fluvial, entretanto é comum na literatura a referência de modelos com características intermediárias. Dentro deste contexto podemos citar o trabalho de Miall (1996), que define 12 modelos deposicionais aluviais, nos quais a maioria representa características intermediárias aos modelos meandrante e entrelaçado proposto por Walker e Cant (1984). Estes

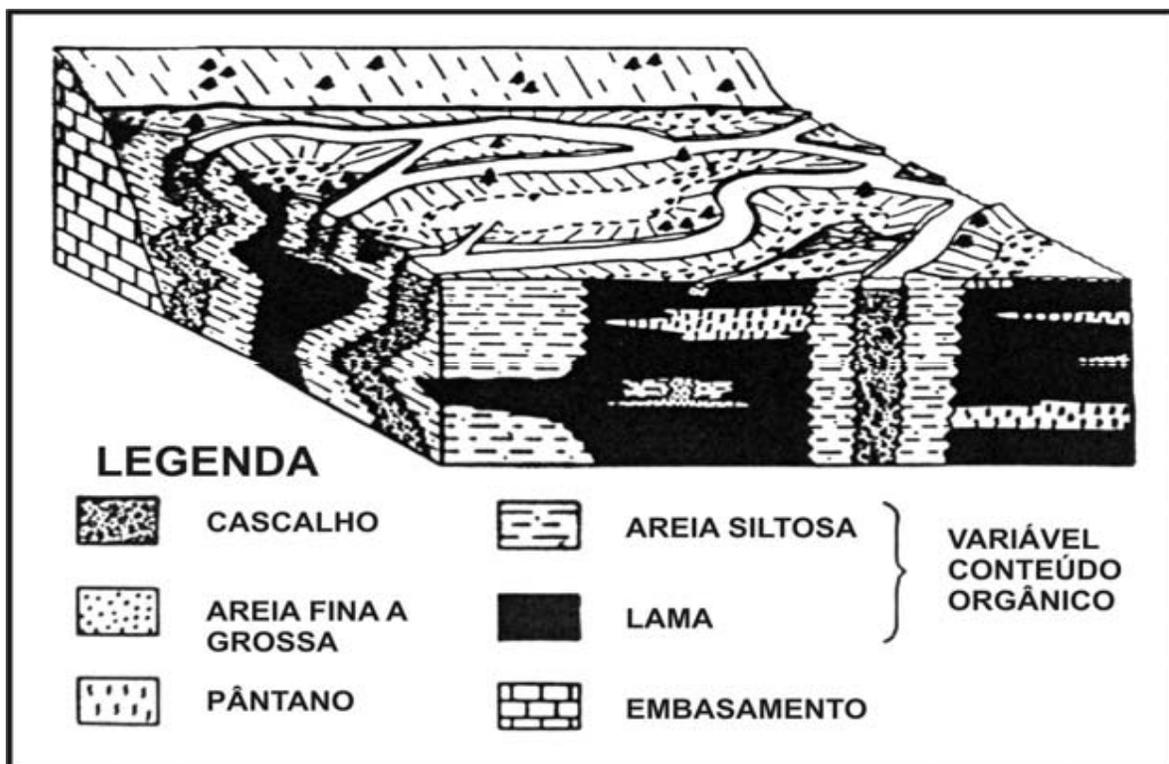
modelos foram idealizados usando um método de análise de fácies denominada de Análise dos Elementos Arquiteturais (“*Architectural Element Analysis*”) (MIALL, 1985).



**Figura 2** - Modelo deposicional do sistema fluvial entrelaçado e a seção colunar esquemática do arenito Battery Point (Walker & Cant, 1984).

Trabalhos mais recentes tentam aplicar as propostas estratigráficas de Miall em sistemas fluviais. Nesse contexto, podemos citar Magalhães Jr. (1993), que realizou estudo de identificação, mapeamento e interpretação de níveis e seqüências deposicionais aluviais no trecho de transição entre o alto e o médio vale do Rio das Velhas, visando à reconstituição da geomorfologia fluvial regional. Santos (2008) também desenvolveu estudos sobre a geomorfologia fluvial e a dinâmica atual no Alto Rio das Velhas e aplicou a proposta de classificação de fácies de Miall (1996).

Outro modelo deposicional bastante conhecido é o sistema de canais anastomosados (“*anastomosed channel*”), definido por Smith & Smith (1980). Este modelo é formado por uma rede de canais interconectados, relativamente profundos e estreitos, retilíneos a sinuosos, em locais de gradiente relativamente alto. Os canais são caracterizados pela presença de areias grossas e clastos, enquanto a planície de inundação apresenta lamitos. Neste sistema, predomina a agradacão vertical. (Figura 3).



**Figura 3** - Modelo deposicional do sistema fluvial anastomosado (Smith & Smith, 1980).

Segundo Petts & Foster (1985), existem divergências entre as diferentes classificações dos padrões de canais. Alguns autores consideram o padrão anastomosado como sinônimo de entrelaçado, porém a maioria dos autores os distingue pela quantidade e característica dos sedimentos transportados. De acordo com Miall (1978), rios entrelaçados são caracterizados pela alta razão largura/profundidade do canal.

Para os diferentes autores que distinguem estes padrões, o padrão anastomosado pode ser definido como um ou mais canais com ilhas largas e estáveis. Consideram o tipo entrelaçado como aquele que apresenta um ou mais canais com barras e ilhas pequenas. Mesmo com sua difusão, muito pesquisadores consideraram prematura a proposição do modelo anastomosado devido aos poucos exemplos modernos e antigos

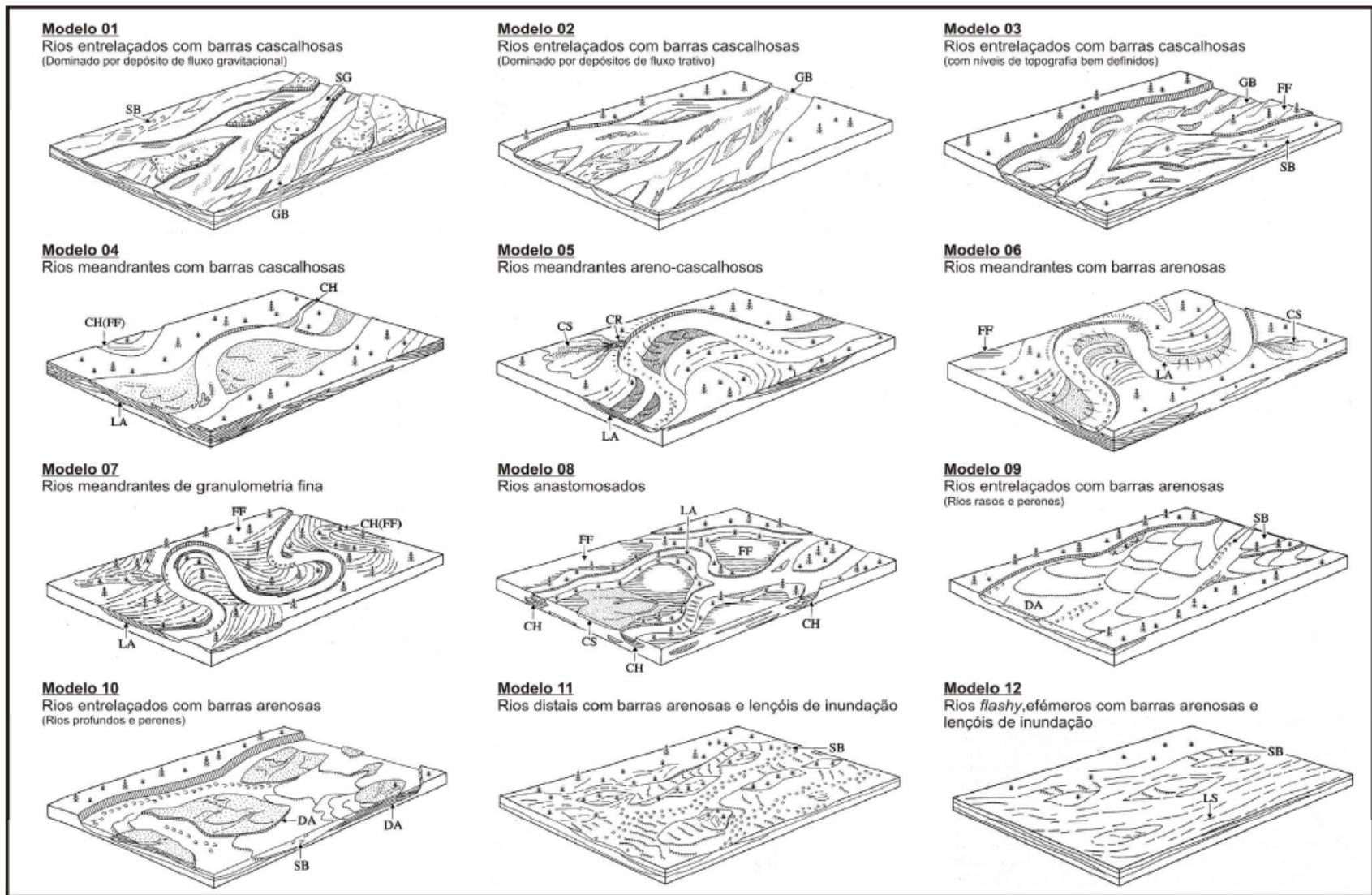
### **3.3. Tipos e padrões fluviais**

Um canal fluvial é formado por três características, quais sejam: seu perfil transversal, seu perfil longitudinal e seu padrão. Tais características devem ser analisadas em conjunto com o contexto de sua bacia de drenagem. Essa necessidade se deve à existência de um ajustamento mútuo entre as mesmas, responsáveis por manter uma continuidade de transferência de fluxo e sedimentos.

Hoje, as principais discussões que se fazem em torno da morfologia fluvial estão relacionadas à interação entre processos erosivos e deposicionais. A ocorrência de variações sazonais de descarga e carga de sedimentos pode ser considerada como um indicador de ajustamento do padrão fluvial, determinado pelo clima e geologia da área onde a bacia está inserida, bem como por sua morfologia e uso antrópico.

Como já dito, alguns autores, no entanto, consideram também a ocorrência padrões intermediários entre os vários tipos. Para classificação de padrões de drenagem são utilizados critérios diferenciados, como estabilidade, número de canais, relação entre declividade e quantidade de sedimentos transportados.

É importante ressaltar que os tipos de padrões de drenagem não são contínuos, e sim partes de um curso fluvial determinadas por condições de energia e relacionadas a circunstâncias locais. (Figura 4).



**Figura 4** - Apresentação dos modelos de fácies definidos com base na geometria do canal e no arranjo tridimensional dos elementos arquiteturais (MIALL, 1996).

Além disso, os padrões fluviais podem apresentar variações. Um rio anastomosado pode apresentar, por exemplo, alta sinuosidade ou proximidade ao padrão retilíneo. Quanto ao processo de acreção lateral, que é característica marcante de rio meandrante sinuoso, pode também ocorrer em rios entrelaçados.

Associados a um complexo fluvial existem vários sistemas de deposição, como os que ocorrem em leques aluviais, planícies de inundação, deltas e barras de canal e suas derivações (como as barras de pontal, as longitudinais, as transversais, centrais e laterais). Cada modelo de deposição é originado por uma combinação diferente de processos que se refletem em sua morfologia e, por consequência, em sua estratigrafia.

A simples identificação e o reconhecimento de uma determinada fácies, porém não é suficiente para se inferir sobre o seu ambiente de formação. Walker (1984) exemplifica que uma fácies de arenito com estratificação cruzada pode ter sido formada em um ambiente fluvial meandriforme ou entrelaçado, por canal de maré ou em áreas de *off-shore* dominadas por correntes costeiras. Torna-se necessário, portanto estabelecer-se uma forma pela qual as fácies se associam e sucedem.

Para atender a esta condição, utilizou-se dos preceitos contidos na "Lei da Correlação de WALTHER (1893, *apud* WALKER, 1984). Segundo esta "Lei", em uma sucessão vertical de fácies, a passagem gradacional entre duas fácies sugere que elas estão associadas, tendo sido geradas em ambientes deposicionais lateralmente contíguos. Por outro lado, um contato abrupto ou erosivo (que indica descontinuidades) pode indicar intervalos de não deposição ou mudanças significativas no ambiente deposicional. Entende-se como superfície de descontinuidade física uma interrupção ou mudança no processo de sedimentação. Esta superfície pode ser também gerada através de processos erosivos, podendo ter implicações temporais.

Petts & Foster (1985), consideram que existe uma diversidade de estilos de canais e de tipos de depósitos. Este fato está associado à grande variedade de fatores controladores que agem de modo independente, dirigindo os processos responsáveis pela sedimentação fluvial. Cada combinação destes processos resulta na elaboração de uma fácies que pode ser distinguida por um padrão regular em sua geometria, orientação interna das partículas, existência ou não de estrutura sedimentar e de evidência fóssil.

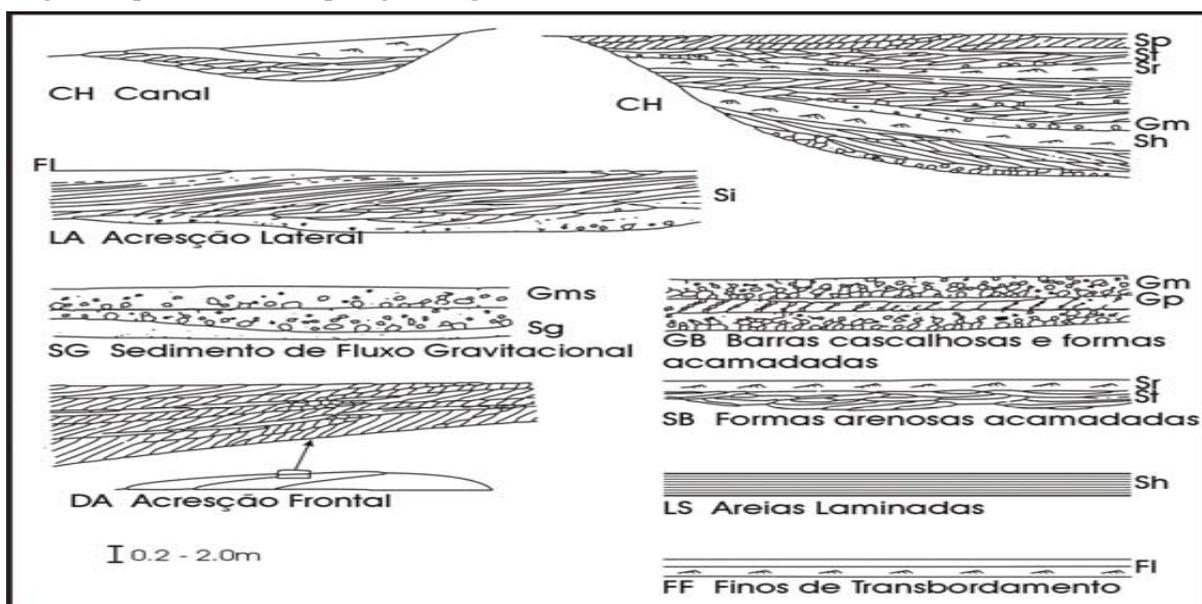
Autin (1992) denominou de "aloformação" um tipo de fácies que pode ser diferenciada com auxílio do arranjo geométrico da topografia, dos perfis transversais, de construções das feições geomorfológicas e as relações entre a pedogênese e a sua posição ao longo das vertentes. O limite superior de cada aloformação é definido por uma superfície

geomorfológica e a base da seqüência sedimentar associada é marcada por uma descontinuidade erosiva. Para este autor, a interpretação estratigráfica baseada em fácies deve ser feita em escala regional a sub-regional, a partir de uma análise tridimensional, e os depósitos devem ser geneticamente homogêneos, tendo sido gerados por processos fluviais de deposição semelhantes.

A composição mineralógica das rochas detríticas oferece algumas informações sobre a área fonte. A granulometria, o grau de seleção e as estruturas sedimentares funcionam como indicadores das condições de transporte e deposição. A partir de análises dos atributos físicos das fácies (granulometria, textura e estruturas sedimentares) podem ser feitas inferências sobre o nível de energia e os processos sedimentares envolvidos na formação de uma dada fácies. Seguindo-se este raciocínio, torna-se possível fazer associações de fácies, agrupá-las e relacioná-las a um determinado tipo ou modelo de sistema deposicional.

Miall (1985) elaborou uma proposta de análise dos elementos da arquitetura vertical dos depósitos fluviais (Terraços fluviais), relacionando-os à morfologia dos canais, e estabeleceu códigos para designar as principais litofácies verificadas em diferentes depósitos (Tabela 1).

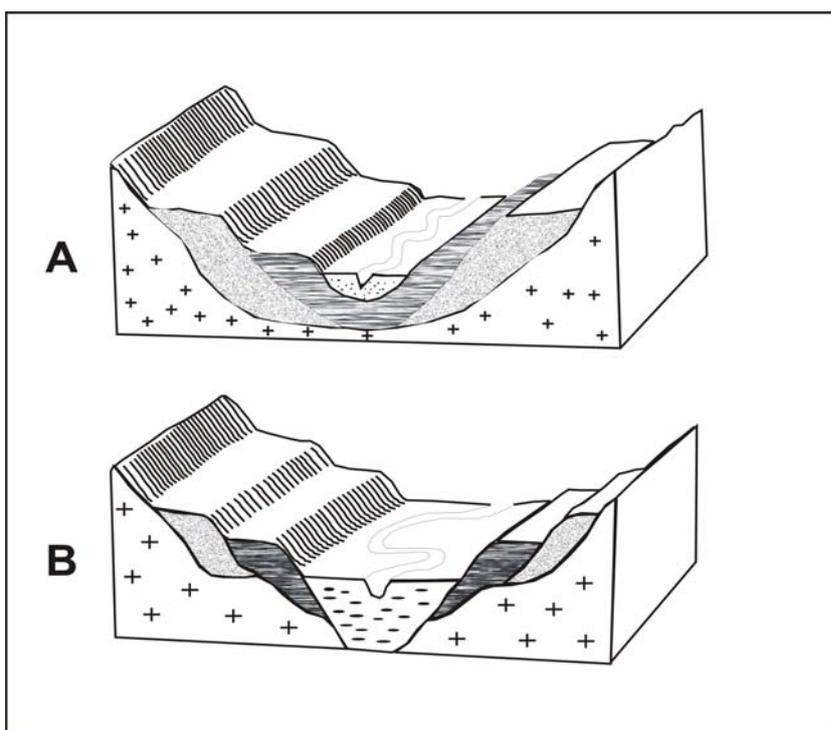
Miall (1996) adverte que a variedade de estilos da estratigrafia fluvial é o reflexo da acreção e migração nos padrões de canal dos diferentes tipos de rios. Assim, cada padrão de drenagem possui uma hidrodinâmica própria, que se reflete em um arranjo de feições específicas de deposição (Figura 5).



**Figura 5.** Série de elementos arquiteturais dos depósitos fluviais, com códigos de litofácies (MIALL, 1978).

A Interpretação estratigráfica deve considerar estas feições, o que se faz por meio da análise das estruturas sedimentares associadas e das investigações de suas relações vertical e lateral, características capazes de desenvolverem generalizações na forma de modelo de fácies.

Os terraços fluviais se constituem em importantes registros da paisagem e, em muitos casos, podem ser considerados elementos chave para se compreender os processos associados à gênese do cenário geomorfológico local. Encontra-se no ambiente diferentes tipos de terraços fluviais. Para Suguio & Bigarella (1979) se destacam dois tipos de terraços. O primeiro é denominado de terraço embutido, quando não ocorre o entalhamento da calha fluvial no embasamento rochoso do fundo de vale e tanto a várzea como o terraço repousam sobre a mesma calha rochosa (Figura 6A). O outro tipo é denominado de terraço encaixado, onde a várzea e os diferentes níveis de terraço repousam sobre o embasamento rochoso e por ele são separados (Figura 6B).



**Figura 6:** Modelos de terraço (Christofolletti, 1974): A - *Terraço embutido*; B - *Terraço encaixado*.

Quanto à identificação e análise de terraços fluviais, Magalhães Jr. (1993) alerta que um nível deposicional ou uma seqüência sedimentar completa de terraço dificilmente são encontrados. Isto se deve ao fato de que a atuação dos processos erosivos

torna a ocorrência dos depósitos descontínua e fragmentada no espaço. As fácies só se constituem em eficiente marcos de interpretação quando podem ser analisadas em conjunto e inseridas em um contexto amplo de comparações entre seqüências faciológicas. Não se deve perder a noção de que os diferentes níveis de depósitos observáveis na paisagem somente representam pequenas frações temporais da história deposicional.

Tabela I

CLASSIFICAÇÃO DE LITOFÁCIES DE MIALL (1985)		
Código	Fácies	Interpretação
Gmm	Cascalho maciço suportado pela matriz; levemente gradacional	Fluxo viscoso de detritos
Gmg	Cascalho maciço suportado pela matriz; gradação inversa normal	Fluxo viscoso de detritos
Gci	Cascalho suportado pelos clastos; gradação inversa	Fluxo de detritos rico em clastos
Gcm	Cascalho suportado pelos clastos e maciço	Fluxo turbulento
Gh	Cascalho suportado pelos clastos e toscamente estratificado; estratos horizontais, imbricamento dos seixos	Formas de leito longitudinais; depósitos residuais
Gt	Cascalho estratificado; estratificação cruzada acanalada	Preenchimentos de canais secundários
Gp	Cascalho estratificado; estratificação cruzada tabular	Formas de leito transversais
St	Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada acanalada	Dunas 3D
Sp	Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; estratificação cruzada tabular	Dunas 2D
Sr	Areia muito fina a grossa; laminação cruzada por <i>ripples</i>	<i>ripples</i>
Sh	Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação planar	Fluxo planar crítico
Sl	Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; laminação de baixo ângulo (<15°)	Preenchimento de escavações ( <i>scours</i> ) e antidunas
SS	Areia fina a muito grossa, podendo ser cascalhenta; escavações ( <i>scous</i> ) largas e rasas	Preenchimento de escavações
SM	Areia fina a grossa; maciça ou levemente laminada	Depósitos de gravidade
Fl	Areia, silte, argila; laminação fina, <i>ripples</i> muito pequenas	Depósitos de transbordo, canais abandonados ou de fluxo decrescente ( <i>waning flood</i> )
Fsm	Silte, argila, maciço	Depósitos de canais abandonados ou brejos
FM	Argila, silte, maciço, gretas de dessecação	Canais abandonados ou depósitos de cobertura
Fr	Argila, silte; maciço, raízes, bioturbações	Solos
C	Carvão; argilas orgânicas; plantas; filmes de argilas	Depósitos de brejos
P	Calcretes; feições pedogenéticas; nódulos	Solos com precipitação química

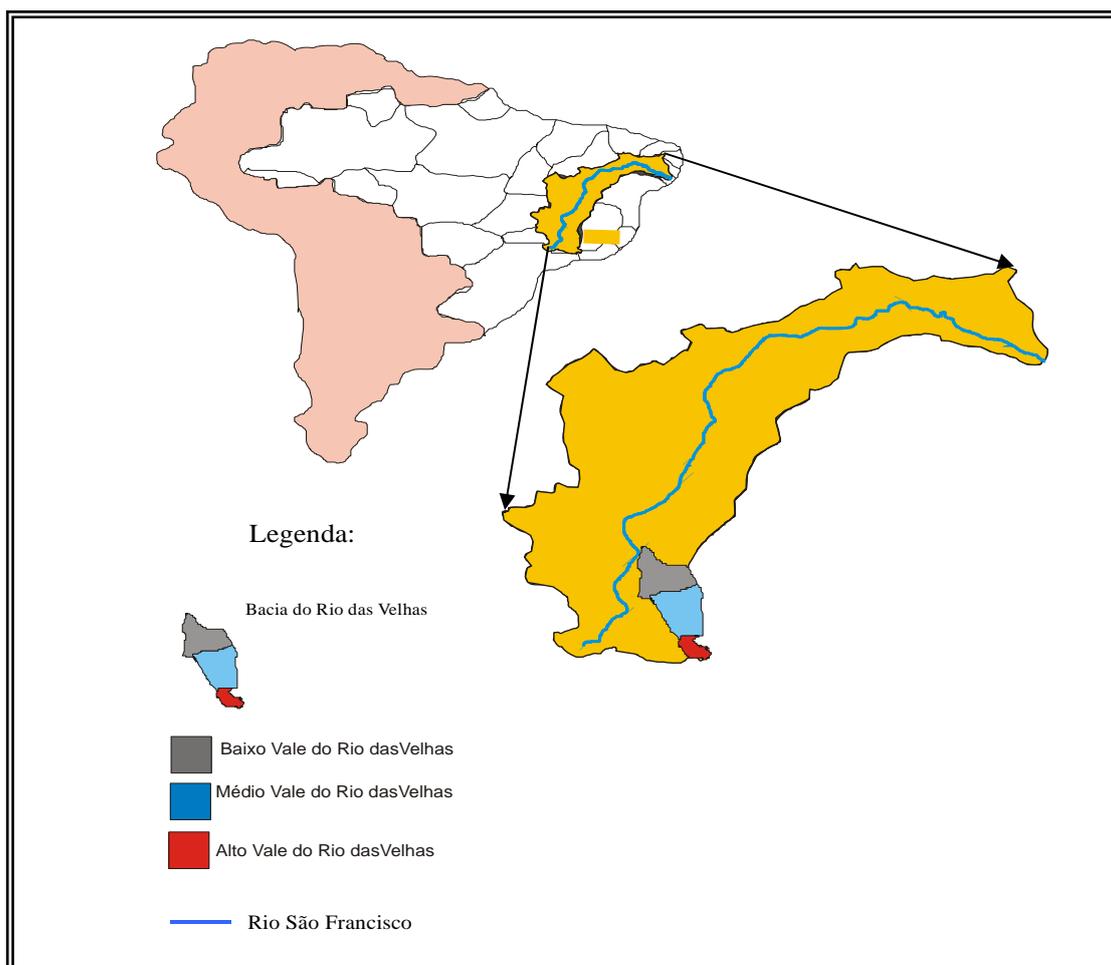
Fonte: Ferreira JR. & Castro, (2001).

## 4. ÁREA DE ESTUDO

### 4.1. Caracterização Regional da Bacia do Rio das Velhas

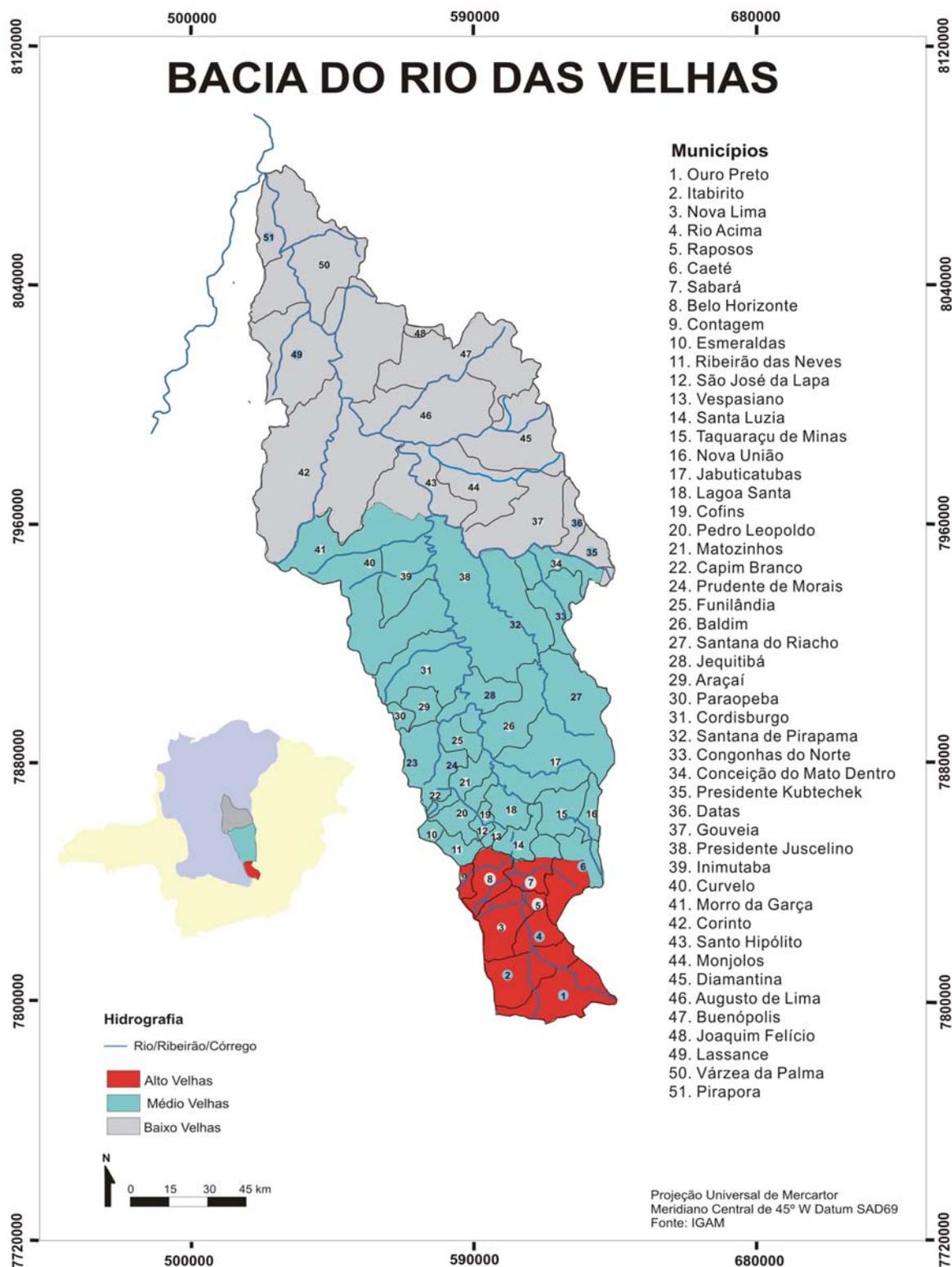
A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas está localizada na porção central do Estado de Minas Gerais, entre os paralelos 17°15' e 20° 25' S e os meridianos 43° 25' e 44° 50' W. O curso fluvial do Rio das Velhas apresenta forma alongada, seguindo direção aproximada SE-NW, e possui extensão total de 761 km, com 38,4 m de largura média, drenando uma área de 29.173 km<sup>2</sup> (POLIGNANO *et all.* 2001). Integram a bacia 51 municípios, com uma população estimada de cerca de 4,9 milhões de habitantes no ano de 2007.

O Rio das Velhas é o maior afluente em extensão, da bacia do Rio São Francisco. Nasce no município de Ouro Preto e percorre a porção central do Estado até desaguar no Rio São Francisco (Figura 7) em Barra do Guaicuí, Distrito de Várzea da Palma.



**Figura 7** - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no território brasileiro e da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

O vale do Rio das Velhas foi segmentado seguindo-se o critério de divisão política administrativa em alto, médio e baixo por COBRAPE (2001) (Figura 8):



**Figura 8** - Divisão política da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – MG (CAMARGOS, 2005).

- Alto Rio das Velhas: compreende a porção do rio que vai da Cachoeira das Andorinhas (Ouro Preto), até a jusante da foz do Ribeirão do Arrudas, em Belo Horizonte;

- Médio Rio das Velhas: depois da foz do Ribeirão do Arrudas até a foz do Rio Paraúna;

- Baixo Rio das Velhas: do Rio Paraúna até a foz no Rio São Francisco, em Barra do Guaicuí.

As principais sub-bacias da margem direita do Rio das Velhas são: Taquaraçu, Jabuticatubas, Paraúna, Pardo Grande e Curimataí. Na margem esquerda, as principais sub-bacias são: Itabirito, do Peixe, Arrudas, Onça, da Mata, Jequitibá, do Onça, Maquiné e Bicudo.

A maior parte da drenagem do médio vale do Rio das Velhas se insere nos domínios da Bacia Sedimentar do Grupo Bambuí, tendo o distrito de Barra do Guaicuí como o limite Norte. O limite sul do médio vale do Rio das Velhas se localiza entre os terrenos granítico-gnaíssicos (Arqueanos) que caracterizam a Depressão de Belo Horizonte e os metassedimentos constituintes do Grupo Bambuí (de idade Brasileira 900 - 600 m.a.). As unidades morfológicas cimeiras do médio vale são o Planalto do Espinheiro, a Leste, e a Serra de Santa Helena, a Oeste.

#### **4.2. Localização da Área de Estudo**

A área de estudo situa-se aproximadamente entre os paralelos 19°10' e 19°45' de longitude Sul e os meridianos 43°50' e 44°15' de latitude Oeste, em uma extensão aproximada de 60 km<sup>2</sup>. Abrange a área dos municípios de Capim Branco, Prudente de Moraes, São Jose da Lapa, Sete Lagoas, Vespasiano e parte dos Municípios de Confins, Esmeraldas, Lagoa Santa, Matozinhos e Pedro Leopoldo (Figura 9).

A área investigada compreende:

- A Bacia do Ribeirão Jequitibá.

Visando-se facilitar a localização desta sub-bacia na área de estudos, foi escolhido como referencia o Município de Sete Lagoas. Porém, a sub-bacia se estende pelos os municípios de Capim Branco, Prudente de Moraes, Sete Lagoas, Funilândia e Jequitibá;

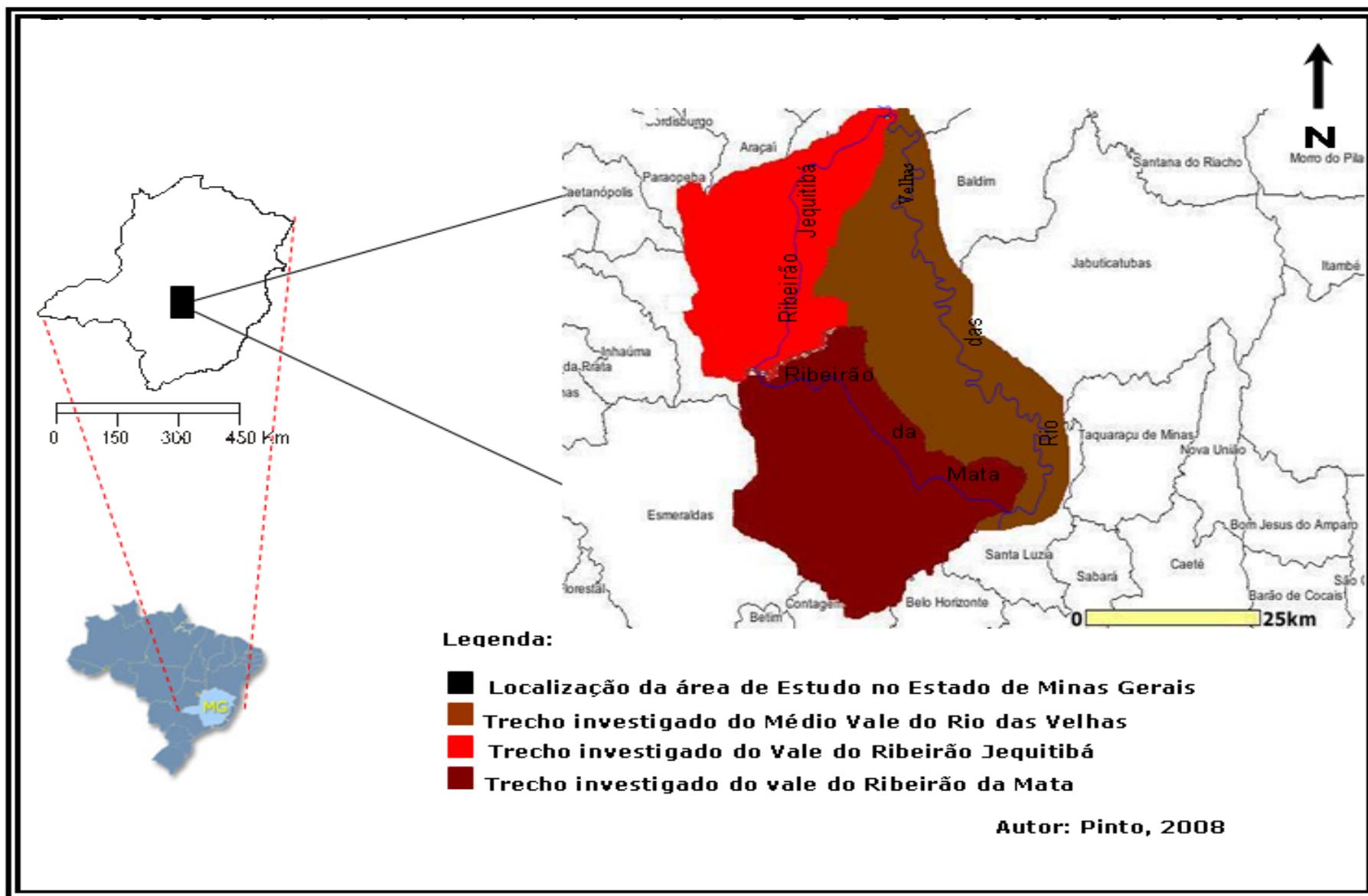
- Um trecho da Bacia do Ribeirão da Mata.

Para esta área o município de referência é Pedro Leopoldo. A bacia abrange os municípios de Capim Branco, Confins, Esmeraldas, Lagoa Santa, Matozinhos, Pedro Leopoldo, Ribeirão das Neves, Santa Luzia, São José da Lapa e Vespasiano;

- Um trecho do Médio Vale do Rio das Velhas, entre os municípios de Santa Luzia e Jequitibá.

As principais vias de acesso à área de estudo são: BR-040, que liga o Rio de Janeiro a Brasília, passando por Belo Horizonte; MG 238, que liga Santana de Pirapama a Sete Lagoas e corta transversalmente a área de estudos; o entroncamento entre as MG's 010 e 238, que ligam Baldim/Belo Horizonte e Sete Lagoas/Santana do Pirapama; MG-010, entre as cidades de Belo Horizonte e Datas, passando por Conceição do Mato Dentro; além da MG-424 e BR-040, entre Belo Horizonte e Sete Lagoas.

No interior da área de estudo, várias estradas vicinais integram o conjunto de vias da Estrada Real. Estes “caminhos” são de grande importância no histórico da região, pois permitiram a ocupação e o desbravamento da mesma em direção ao norte, sendo utilizadas pelos bandeirantes que percorriam o vale do Rio das Velhas em busca de riquezas.



**Figura 9** – Localização da área investigada em relação ao Brasil, Estado de Minas Gerais e Municípios vizinhos

### **4.3. Quadro Geológico**

#### **4.3.1. A Depressão de Belo Horizonte**

O quadro geológico geral da porção sul do Cráton do São Francisco é formado por várias seqüências de rochas metassedimentares assentadas sobre o embasamento granito-gnássico de idade arqueana. As rochas são caracterizadas em seu aspecto geral como gnaisses biotíticos ortoderivados, geralmente de bandamento grosseiro com faixas miloníticas e migmatíticas freqüentes (CPRM/EMBRAPA, 2006).

O Embasamento cristalino é um complexo metamórfico de rochas graníticas arqueadas, representadas principalmente por gnaisses e migmatitos com composição granítica, granitos, granodioritos, anfibolitos e ultramáficas subordinadas. Estas rochas apresentam idade arqueana de 2,9 a 3,2 Ga (ALKMIM *et. al.* 1989). Os gnaisses pertencentes a este conjunto de rochas possuem um bandamento de direção NS e mergulhos altos quando não se encontram muito migmatizados (ENDO *et. al.*, 1991).

As rochas do embasamento granito-gnássico afloram entre as rochas que formam o Quadrilátero Ferrífero, limite mais ao sul, e a Bacia Sedimentar do Grupo Bambuí, limite mais ao norte, caracterizando terrenos deprimidos em relação às escarpas adjacentes. Inserida no interior desta área, e ocupando grande parte do Complexo Basal, está a cidade de Belo Horizonte, cujo nome foi adotado para definir esta depressão.

A região foi denominada de Depressão de Belo Horizonte por Barbosa e Rodrigues (1967), que definiram-na como uma depressão periférica situada no interior da Depressão Sanfranciscana. Seus limites ainda não foram bem definidos. A sua gênese e evolução estão associadas à ocorrência de eventos erosivos que atuaram sobre a área, ao longo de uma fase associada a uma reativação meso-cenozoica de antigos falhamentos.

#### **4.3.2. A Bacia Sedimentar do Bambuí**

A área estudada encontra-se quase que totalmente inserida no interior dos metassedimentos constituintes do Grupo Bambuí, excetuando-se as nascentes dos cursos fluviais investigados e alguns de seus afluentes (Figura 10). Os metassedimentos do Grupo Bambuí foram depositados em grande parte sobre o Cráton do São Francisco, que se

constituía em um núcleo estabilizado no final do Ciclo Transamazônico (DARDENNE, 1978).

O contato do Grupo Bambuí com as cadeias marginais ocorre nos limites E e W por falhas de empurrão de alto ângulo. Além destas, ainda ocorrem falhas de gravidade, falhas de cavalgamento nos limites de sua borda ocidental e falhas de rasgamento (COSTA & GROSSI SAD, 1987). Estudos anteriores demonstraram a ocorrência de reativações neotectônicas nas rochas do Grupo Bambuí atingindo a borda do Cráton do São Francisco (UHLEIN e PAIM, 1989; MAGALHÃES JR., 1993). Nesse sentido, muitas das falhas presentes no interior do Grupo Bambuí são de idades mesozóicas e mesmo cenozóicas, atestando reativações tectônicas recentes na região, que também atingiram o interior da zona “cratônica”.

Couto *et al.* (1983) discorrem sobre as principais épocas de fraturamento do Cráton do São Francisco. Estudos abrangendo a porção central do Cráton identificaram que as rochas desta porção permanecem horizontalizadas ou sub-horizontalizadas, diferentemente das rochas localizadas próximas ou ao longo das bordas da área cratônica, que foram afetadas por dobramentos durante a Orogênese Brasileira (Figura 11).

Vários autores em seus estudos identificaram compartimentos estruturais na região centro-sul da bacia do Rio São Francisco que atestam uma evolução tectônica distinta desta área em relação às áreas circunvizinhas. Isso decorre da atuação diferencial de ao menos duas fases compressivas distintas e uma fase extensional envolvendo a porção central desta bacia e cadeias marginais (ALCKIMN *et. al.*, 1989; BARCELAR, 1989).

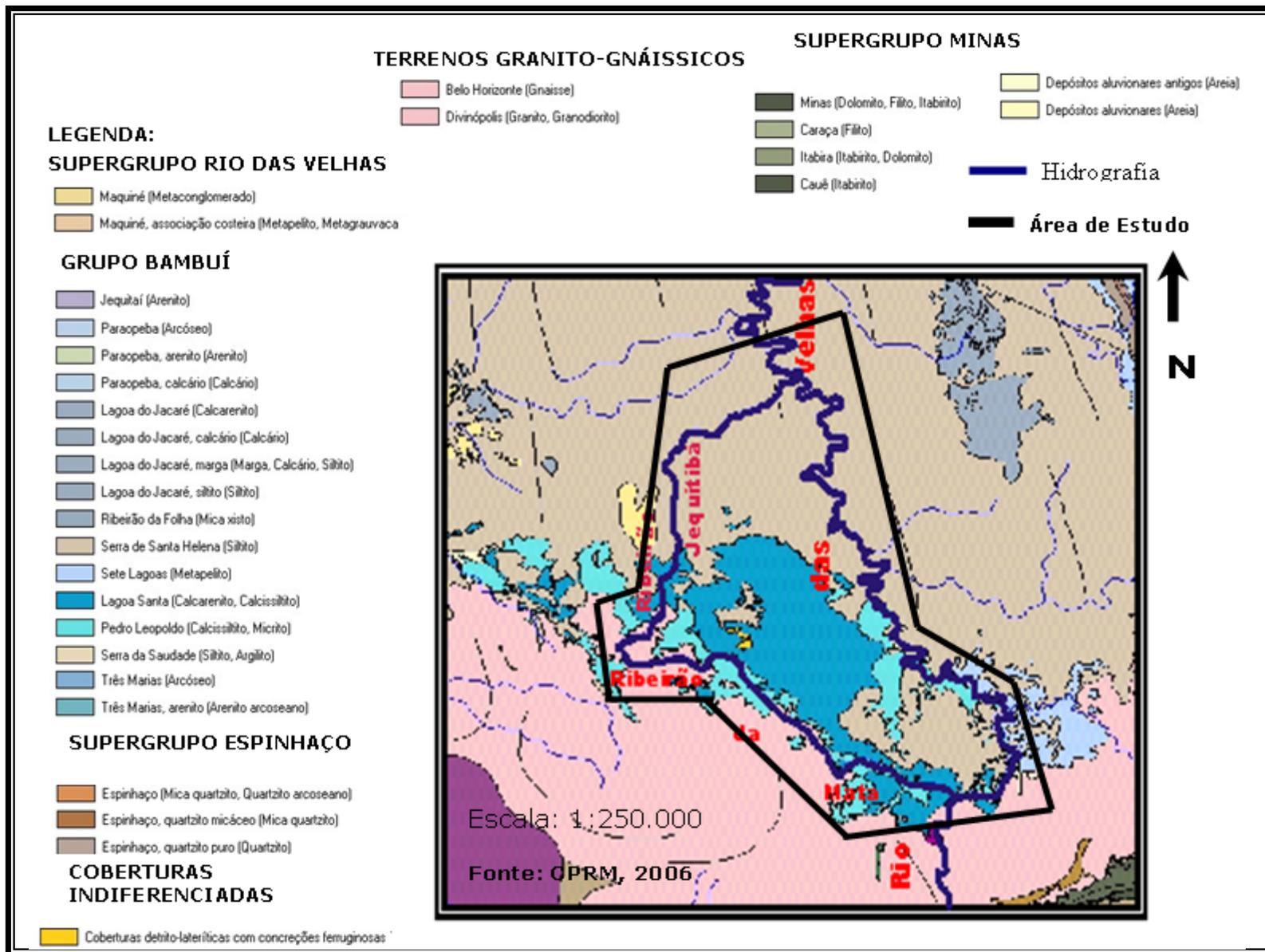
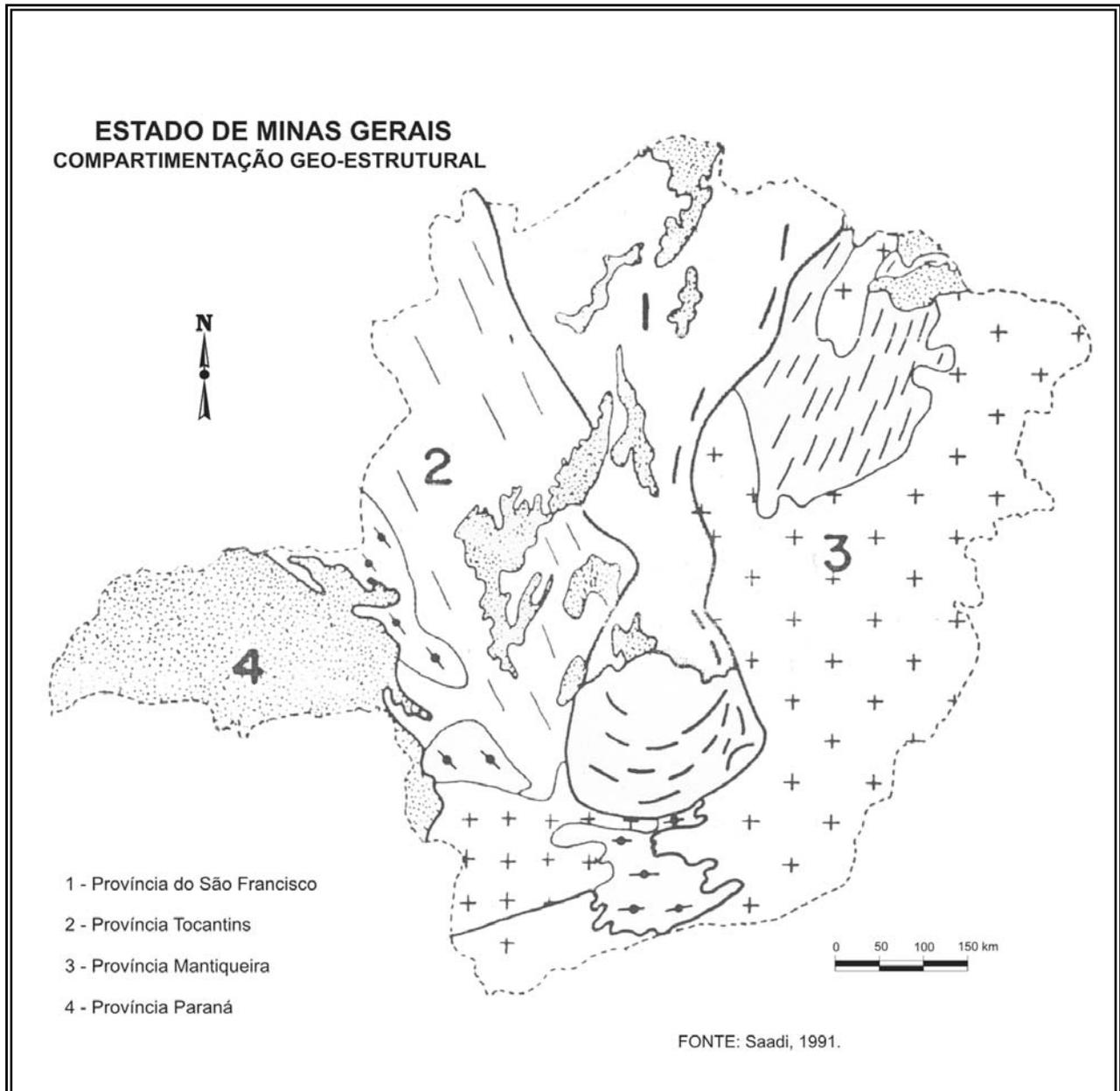


Figura 10 – Mapa Geológico da Área de Estudo



**Figura 11** - Compartimentação Geo-Estrutural de Minas Gerais.

O Grupo Bambuí constitui-se em uma subunidade do Supergrupo São Francisco, composto essencialmente por rochas metapelíticas e carbonatadas de idade Brasiliana (900 – 600 M.a.), depositadas em grande parte sobre o complexo granito-gnáissico do Cráton do São Francisco (UHLEIN e PAIM, 1989). Quanto à estratigrafia do Grupo Bambuí, é bastante aceita a definição de que a coluna de Dardenne (1978) apresenta uma boa resolução em se tratando da porção central do Brasil.

Dardenne (1978) propõe um número de seis formações, assim definidas da base para o topo:

- Formação Jequitai: conglomerado, arcósios e filitos;

- Formação Sete Lagoas: dolomitos bege, calcários cinza a cinza escuro, filitos e mármore;
- Formação Serra de Santa Helena: folheiros e siltitos cinza, intercalados com horizontes carbonatados;
- Formação Lagoa do Jacaré: calcários oolíticos e pisolíticos cinza escuro, siltitos e folhelhos preto-acinzentados;
- Formação Serra da Saudade: folhelhos e argilitos verdes, siltitos;
- Formação Três Marias: siltitos e arcóseos verde-escuro.

As unidades inferiores ao paraconglomerado basal foram agrupadas em uma só unidade recebendo a denominação de Grupo Paranoá.

Para a porção sudeste da Bacia do Bambuí, Scholl (1976) propôs ser o Grupo Bambuí constituído apenas das formações Lagoa do Jacaré, Serra de Santa Helena e Sete Lagoas. Grossi Sad e Quade (1985) propuseram uma revisão na estratigrafia do Grupo Bambuí em seu bordo oriental. Estes autores concluíram que o Grupo Bambuí, *stricto sensu*, seria constituído apenas das formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena. Já a seqüência inferior do Grupo Bambuí seria constituída pela Formação Vespasiano (cálcio-filitos), que ocorre também na região de Lagoa Santa.

Costa e Grossi Sad (1987) reavaliaram a estratigrafia do Grupo Bambuí, propondo uma nova seqüência baseada nas zonas tectônicas onde ocorreu a sedimentação, definindo-as como Zona Estável e Zonas Dobradas. Para a Zona Estável propuseram à seguinte subdivisão:

**Grupo Paraopeba:**

- Formação Três Marias (topo): Siltitos e Arcóseos;
- Formação Lagoa do Jacaré: Siltitos e Calcários;
- Formação Santa Helena; Ardósias.

**Grupo Ribeirão da Mata:**

- Formação Sete Lagoas: Calcários;
- Formação Carrancas: Conglomerado basal e filitos.

## 4.4. Aspectos Geomorfológicos

### 4.4.1. Depressão de Belo Horizonte

As rochas constituintes do embasamento cristalino que afloram e caracterizam a Depressão de Belo Horizonte apresentam uma fragilidade litológica relacionadas ao alto grau de intemperismo que apresentam. As frágeis litologias condicionam o rebaixamento elevado da morfologia local, desenvolvendo interflúvios alongados e colinas concavo-convexas que apresentam topos aplainados ou arredondados, com altitudes médias em torno dos 800 metros, decrescendo de sul para norte (COBRAPE, 2001).

A Depressão de Belo Horizonte (Figura 12) se caracteriza como uma área rebaixada, principalmente em relação às proeminentes escarpas apresentadas por seus limites serranos, como o seu contato com o Quadrilátero Ferrífero, ao sul, no qual interpenetra localmente em algumas áreas distintas como, por exemplo, no entorno da cidade de Caeté. Os vales fluviais são principalmente de fundo chato e o padrão de drenagem predominante no interior da Depressão é o dendrítico.

Rodrigues *et al.* (1985) descrevem essa Depressão como trechos onde predominam as formas colinares que se desenvolveram às bordas do Quadrilátero Ferrífero. A sua evolução, segundo estes autores, se fez seguindo as seguintes etapas: aplainamento Plio-Pleistoceno, elaboração de vertentes típicas de clima úmido e deposições preenchendo os fundos de vales, incluindo os baixos terraços e sedimentos recentes.

O desenvolvimento de espesso regolito areno-argiloso, variando a argilo-arenoso, e a ocorrência de extensos pacotes aluvionares e colúvio-aluvionares são outros fatores que merecem destaque em grande parte do interior desta área. Quando se percorrem algumas áreas próximas à borda norte e sudeste da Depressão de Belo Horizonte, essas características não são mais tão expressivas. Pode ser observado nestas áreas o afloramento das rochas que constituem o embasamento cristalino, algumas inclusive foram utilizadas na urbanização da capital, como a pedreira instalada no bairro Jaqueline, hoje desativada, na zona norte de Belo Horizonte, e a Serra Verde, que ocorre em bairro homônimo.

O desenvolvimento do modelado local apresenta formas do tipo cristas, com vertentes retilíneas e vales fluviais encaixados. Em razão destas condições desfavoráveis, não se desenvolvem espesso regolito. Estas áreas constituem uma certa descontinuidade entre os

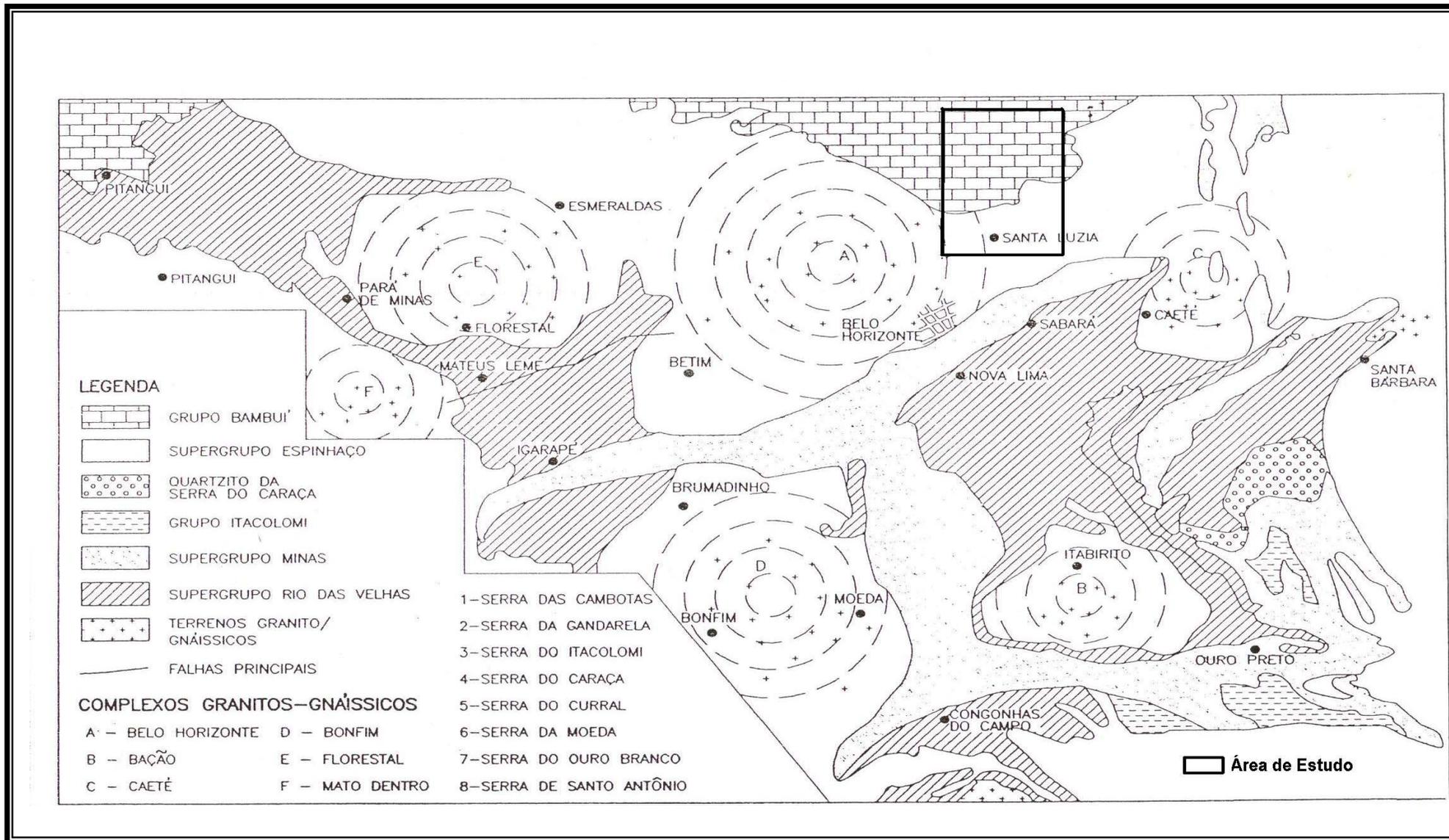
setores sudoeste (zona de colinas da Depressão de Belo Horizonte) e seu prolongamento nordeste, em direção à Serra da Piedade, no município de Caeté.

O limite entre o domínio de elevadas morfologias, características do Quadrilátero Ferrífero, e o relevo formado por colinas rebaixadas, características da Depressão de Belo Horizonte, se faz no ponto em que o Rio das Velhas penetra o interior da Depressão. Este ponto é marcado pela confluência do Ribeirão Arrudas com o Rio das Velhas. O Ribeirão Arrudas é um dos principais afluentes da margem esquerda do Rio das Velhas.

A Depressão de Belo Horizonte, segundo Barbosa e Rodrigues (1967) teria sua origem no Ciclo Velhas, de King (1956), com predomínio de altitudes de 758 m sobre os terrenos graníticos-gnáissicos. A Depressão de Belo Horizonte, segundo estes autores, se localiza entre o maciço antigo e a Bacia Sedimentar do Bambuí, sendo definida como Depressão Periférica.

Os dois principais cursos fluviais que drenam a referida depressão, Rio das Velhas e Rio Paraopeba, possuem direção predominante SE-NW. Para Barbosa e Rodrigues (1967) do ponto de vista geológico, estes cursos marcariam linhas de direção de idades Pré-Cambrianas, assinaladas pela ocorrência de sedimentos Eo-paleozóicos. Geomorfologicamente estes cursos fluviais apresentam características de alogenia em direção à Depressão de Belo Horizonte.

Para estes autores, nas áreas ocupadas pelos terrenos constituintes do embasamento granito-gnáissico do paleoplano exumado e reelaborado, ocorreriam remanescentes da Superfície Sul-Americana, representada pela ocorrência de colinas isoladas instaladas sobre os quartzitos ferruginosos e filitos. Estas colinas são isoladas umas das outras por vales fluviais paralelos e profundos de direção predominante S-N.



**Figura 12** – Esboço Geológico: Quadrilátero Ferrífero, Terrenos Graníticos-Gnáissicos e Grupo Bambuí. Adaptado de Renger *et al.* (1994).

#### **4.4.2. Borda Sul da Bacia Metassedimentar do Grupo Bambuí**

A morfologia que se sobressai na área estudada é de suaves colinas alongadas associadas ao desenvolvimento de formas cársticas, sendo geralmente recobertas por espesso regolito argiloso. Nesse contexto geomorfológico, várias destas colinas apresentam uma vertente mais abrupta, à semelhança de pseudo-cuestas. Porém, a ocorrência deuestas típicas pode ser identificada freqüentemente nas áreas onde o substrato apresenta a ocorrência das ardósias e siltitos, a norte da cidade de Sete Lagoas. A média das altitudes se concentra em torno dos 800 m, estando os topos entre 850-900 m nos filitos da Formação Santa Helena. King (1956) relacionou os patamares altimétricos em torno dos 800 metros como níveis remanescentes da Superfície Sul-Americana, podendo-se considerar que os patamares situados sobre os filitos da Formação Santa Helena são também remanescentes daquela Superfície.

Sobretudo ao sul do domínio da Bacia Sedimentar do São Francisco, na borda de contato com a Depressão de Belo Horizonte, a ocorrência das rochas sedimentares do Grupo Bambuí sofre uma descontinuidade, alterando-se com afloramentos das rochas que constituem o substrato granito-gnáissico. As formas de desenvolvimento do relevo cárstico não são aí evidentes. O contrário ocorre mais ao norte destes limites, quando as rochas carbonáticas assumem uma expressiva continuidade espacial (Figura 12).

As áreas onde as formas típicas do relevo cárstico apresentam-se mais desenvolvidas estão localizadas no Planalto de Lagoa Santa, interflúvio entre o Rio das Velhas e o Ribeirão da Mata (700-800 m). Neste Planalto se desenvolveram quase todas as feições características de um carste desenvolvido em clima tropical úmido, como dolinas, maciços, uvalas, grutas, cavernas, pítons, paredões e torres, além de muitos outros tipos de microformas cársticas (TRICART, 1956; KOHLER, 1989). A porção cárstica do Planalto de Lagoa Santa foi subdividida por Kohler (1989) em quatro compartimentos fisiográficos distintos de SW para NE: Desfiladeiros e abismos caracterizados pela ocorrência de altos paredões, Cinturão de uvalas, Planalto de dolinas e Planícies cársticas ou Poljés. (Figura 13).

Em muitos trechos, a drenagem superficial local apresenta-se sob padrão endorréico, gerando inúmeras lagoas oriundas de dolinas de dissolução e/ou de abatimento. A drenagem superficial segue o padrão de disposição dedrítico, sendo que os cursos d'água

possuem o padrão geral meandrante e os vales apresentam uma direção predominante da drenagem no sentido S-N.

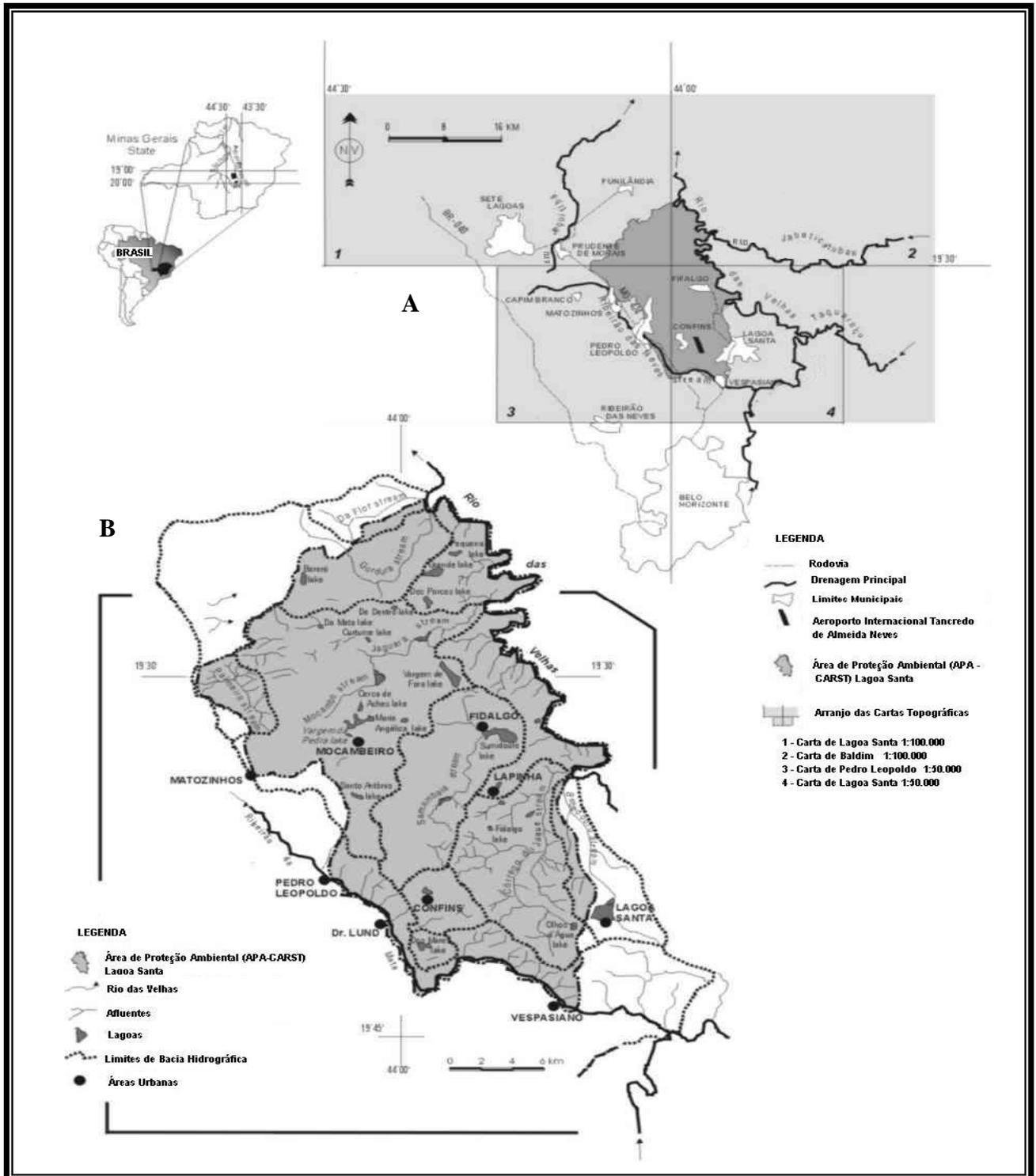


Figura 13 - (A) Planalto de Lagoa Santa; (B) Limites Área da APA-CARST Lagoa Santa.

Ao longo do vale fluvial do Ribeirão da Mata, Kohler *et. al.* (1976) investigaram a ocorrência de níveis de terraços e seqüências sedimentares correlatas, fato este devido à importância do referido vale no desenvolvimento do contexto geomorfológico da região.

Ao longo de um trecho do médio vale fluvial do Ribeirão Jequitibá, Pinto e Magalhães Jr. (2006) levantaram, identificaram e descreveram Três níveis deposicionais, definindo-os da base para o topo como sendo T1, T2 e T3 e Nível de Várzea. O Ribeirão Jequitibá apresenta direção de drenagem SO-NE, mantendo esta direção até a confluência com o Rio das Velhas no município de Jequitibá.

Já o curso fluvial do Ribeirão da Mata apresenta direção de drenagem NW-SE, quase oposta à apresentada pelo Rio das Velhas, que segue direção S-N até a confluência de ambos, já nos limites da Depressão de Belo Horizonte e os metassedimentos do Grupo Bambuí, no Bairro do Amaral, município de Santa Luzia.

O Rio das Velhas segue o seu curso sobre os terrenos constituintes do embasamento cristalino até as proximidades do distrito de Pinhões, também no município de Santa Luzia, efetivo limite entre os terrenos graníticos-gnaissícos (embasamento cristalino) e os metassedimentos do Grupo Bambuí. Deste ponto em diante, o Rio das Velhas segue seu curso, agora sobre as rochas carbonáticas, variação cálcio-filitos, assumindo nova direção NW e aprofundando o seu leito fluvial, esculpindo um vale sinuoso com vertentes íngremes.

A alta sinuosidade dos cursos fluviais que drenam a borda da Bacia Sedimentar do Bambuí pode ser condicionada pela existência de falhamentos ou fraturas, que capturaram os leitos fluviais, possivelmente associadas à ocorrência de *horsts* e *grabens*. Saadi (1995), analisando o entorno da Serra do Espinhaço, considera que a depressão ocupada pelos rios Cipó e das Velhas, sobre o Cráton do São Francisco, corresponderia ao abatimento tectônico desta última, resultando num deslocamento de 300 a 400 m (SAADI,1995).

A morfologia que se sobressai no domínio setentrional da área estudada se constitui de suaves colinas alongadas associadas a formas cársticas, sendo geralmente cobertas por espesso regolito argiloso. Predominantemente ao sul do domínio da Bacia Sedimentar do São Francisco, na borda de contato com a Depressão de Belo Horizonte, a ocorrência das rochas sedimentares do Grupo Bambuí sofre uma descontinuidade, alterando-se com afloramentos das rochas que constituem o substrato granítico-gnaissíco. As formas de desenvolvimento do relevo

cárstico são evidentes apenas ao norte, quando as rochas carbonáticas assumem contínua expressão espacial.

Os principais cursos d'água que drenam os terrenos no entorno da área de estudo são: Ribeirão Jequitibá e Córrego do Paiol, ambos afluentes da margem direita do Rio das Velhas.

## 5. CLIMA E VEGETAÇÃO

A inclusão deste subcapítulo no corpo de texto deste trabalho justifica-se pelo fato de os fatores clima e vegetação serem muito importante na abordagem da dinâmica sedimentar atual do Rio das Velhas, do Ribeirão Jequitibá e do Ribeirão da Mata.

O clima de Belo Horizonte é o tropical de altitude. Os verões são agradáveis e os invernos relativamente frios.

A região apresenta clima tropical com regime sazonal de chuvas, apresentando uma estação úmida e chuvosa (Setembro à Março), sendo o mês de Janeiro o mais chuvoso, e outra seca e fria (Abril a Agosto), em que o mês de Agosto é o mais seco. A temperatura média anual varia em torno dos 20,5° C. Os totais anuais de chuva registrados para a região são relativamente altos (1.450 mm aproximadamente) (MSN WEATHER, 2006).

Os verões apresentam temperaturas mínimas médias que variam em torno dos 18°C e variações máximas médias em torno dos 28°C. Os invernos se caracterizam por serem geralmente frios para os padrões climáticos brasileiros, apresentando temperaturas mínimas médias da ordem de 13°C e variações máximas médias de 25°C. A menor temperatura já registrada, em Belo Horizonte foi de 2,2°C e a maior, 37°C (MSN WEATHER, 2006).

Na região de Lagoa Santa o registro pluviométrico anual se reduz para 1381 mm, com máxima diária de 162 mm (COBRAPE, 2001). A temperatura média anual registrada para a área de estudo é de 20,8° C, enquanto a média das temperaturas dos meses mais quentes e meses mais frios é de 27,2° C e 15,4° C, respectivamente. A temperatura máxima atinge 35,9° C, podendo apresentar variações de até 2°C ao longo dos meses de Junho e Julho.

A região metropolitana de Belo Horizonte apresenta uma redução cada vez maior de sua cobertura vegetal nativa. O avanço do processo de ocupação do setor norte da capital, condiciona o predomínio de formações vegetais secundárias. Os principais tipos de formações vegetais que subsistem na área são constituídos por matas, cerrado, cerradão, capoeira e campos, modificados devido à ocupação antrópica, crescente e desenfreada.

As matas apresentam características das sucessões secundárias, sendo do tipo subcaducifólia tropical em sua grande maioria e possuindo um estrato superior arbóreo, um estrato intermediário arbustivo e subarbustivo. As matas ocorrem associadas principalmente às margens dos cursos fluviais (mata ciliar), que têm sua preservação sob a forma da lei. As

principais formações vegetacionais que ainda apresentam uma massa arbustiva conservada ou são parques florestais ou estão em vias de se tornarem: Matas do Jambreiro, Macacos, Rola Moça, entre outros situados na área de abrangência do Quadrilátero Ferrífero.

Instaladas sobre os metassedimentos do Grupo Bambuí se desenvolvem formações vegetacionais de cerrado e floresta estacional semidecidual (IBGE, 1993). O cerrado se restringe a manchas remanescentes, em regeneração ou em transição (mata-cerrado). Nas dolinas e arredores dos afloramentos prevalece a Floresta Estacional Semidecidual e nos afloramentos calcários desenvolve-se Floresta Estacional Decidual (“mata seca”) (PILÓ, 1998), que ainda se encontra em alguns remanescentes sobre afloramentos calcários.

As formações vegetais secundárias de porte médio dão origem à capoeira. São árvores e arbustos sucessores da formação arbórea nativa que foi queimada ou removida para a formação de pasto, sendo mais densas e de menor porte que o capoeirão. A vegetação nativa que deu origem aos campos subdivide-se em campo-cerrado, campo-limpo e campo rupestre, associado principalmente às áreas de maior altitude ao sul, a sudeste e leste do município de Belo Horizonte.

Característica do campo-cerrado é a presença da flora arbóreo-arbustiva, apresentando espaçamento relativo entre os indivíduos que exibem porte atrofiado e se distribuem sobre as gramíneas. As áreas associadas à ocorrência dos campos-limpas e campos rupestres apresentam quase que exclusivamente a presença de estrato herbáceo formado quase que unicamente por gramíneas.

A área estudada ao longo do vale do Rio das Velhas se insere em uma região cuja ocupação se remete à antiga colonização, responsável pela devastação da vegetação e de sua alteração. O trecho estudado apresenta impactos característicos de áreas sujeitas à ocupação não planejada, com grandes extensões de solo exposto, associadas principalmente à expansão das áreas urbanizadas, que restringem a cobertura vegetal a focos isolados sobre a área. As áreas de solo exposto e a pouca proteção oferecida pela vegetação, associada ao regime de clima tropical no qual a área está inserida, favorecem, sobremaneira, o desequilíbrio no fornecimento de carga sedimentar às calhas fluviais.

## **6. Procedimentos Metodológicos**

### **6.1. Etapa de Gabinete**

Na etapa de gabinete foi realizada a pesquisa bibliográfica, abordando temas de relevante interesse que embasaram a elaboração do Capítulo 2. A bibliografia abrangendo o arcabouço geológico e a geomorfologia referente à área estudada serviu de base para a elaboração do Capítulo 3.

Os dados referentes à geologia e geomorfologia foram inicialmente levantados através de cartas topográficas da área estuda, sendo complementados por informações levantadas em campo. Foram analisados dados referentes à topografia, altitude e organização geral da rede de drenagem (padrão fluvial). As cartas geológicas forneceram informações relevantes sobre a organização das principais estruturas litoestratigráficas regionais e locais e principais direções de falhas.

Também foram elaborados perfis topográficos abrangendo os vales fluviais do Rio das Velhas, Ribeirão Jequitibá e Ribeirão da Mata, na escala de 1:25000, e perfis em varredura transversais e longitudinais destes mesmos vales. A construção dos perfis se fez em papel milimetrado, representando-se as cotas de topos que foram obtidas a partir de informações de cartas topográficas na escala de 1:25.000, utilizando-se faixas de dimensões variáveis, em consonância com a extensão da área de interesse. A construção dos perfis topográficos se mostrou necessária, pois facilitou a identificação ou a confirmação de superfícies ou patamares que possivelmente poderiam ser correlacionados à ocorrência de níveis deposicionais aluviais.

A elaboração dos perfis em varredura possibilitou a identificação de níveis deposicionais e de compartimentos topográficos, que confirmaram a existência de domínios morfológicos regionais. A utilização destes perfis ao longo deste trabalho se deu em diferentes capítulos e também atendeu a diferentes objetivos.

Outra etapa que proporcionou o enriquecimento das análises realizadas foi a fotointerpretação, quando foi possível identificar, numa primeira abordagem, áreas de ocorrência de alguns níveis deposicionais aluviais, por meio de suas características morfológicas. Estes depósitos foram melhor detalhados em campo. Para a fotointerpretação e sensoriamento remoto foram utilizadas imagens de satélite LandSat com resolução espacial de até 64 metros e

fotografias aéreas comuns da cobertura 1:8.000 (CEMIG, 1989) 1:30.000 (CEMIG,1989). Foram utilizadas ainda, técnicas de Processamento Digital de Imagens, na medida de sua aplicabilidade, tais como classificações, realces de imagens, filtragens, fusão e principais componentes.

A realização da síntese dos dados obtidos, por meio da superposição dos dados que foram levantados separadamente - obtidos em catas topográficas e geológicas, fotos aéreas, imagens de satélite e perfis topográficos e de varredura - possibilitou identificar e confirmar as áreas de ocorrência dos grandes domínios morfoestruturais que foram descritos na literatura, que são para a área de estudo, a Depressão de Belo Horizonte e a borda da Bacia Sedimentar do Bambuí.

## **6.2. Etapa de Campo**

Os procedimentos realizados em campo objetivaram confirmar as informações obtidas na etapa anterior (de gabinete), incluindo-se nesta etapa o reconhecimento do quadro geomorfológico geral, bem como a identificação, descrição, e caracterização dos níveis e seqüências deposicionais aluviais e, em segundo plano, a caracterização de ocorrências de depósitos de encosta ou eluvios.

Para um melhor detalhamento dos níveis deposicionais, a partir de elaboração de perfis estratigráficos foram considerados: a textura do material, cor, arranjo espacial, organização, tipo de contato entre camadas, a geometria dos depósitos, sua espessura, natureza do substrato, presença ou não de estruturas primárias, tipo de estruturas, presença ou não de concreções, mosqueamentos, matéria orgânica, bioturbação, entre outros. Quando observada a presença de seixos, estes foram caracterizados quanto à litologia, dimensões, grau de arredondamento, organização e matriz. Quando necessário, foram realizadas também medidas de imbricamento dos seixos para a obtenção de dados de paleocorrentes.

Além de registrados por fotografias, cada um dos níveis deposicionais foi devidamente georreferenciado com o auxílio de um aparelho de GPS, tendo sido as cotas altimétricas levantadas com o auxílio de um altímetro. As seqüências estratigráficas da área, levantadas em campo, foram ainda devidamente reproduzidas de forma fiel em desenhos esquemáticos.

Uma vez concluído o estudo vertical dos depósitos, estes foram mapeados em planta. A realização do mapeamento considerou a correlação existente entre as diferentes características dos depósitos (feições sedimentológicas semelhantes, posicionamento estratigráfico, relações laterais e verticais, altitude e altura).

### **6.3. Tratamento dos Dados**

A discussão, caracterização e distribuição espacial dos níveis deposicionais aluviais e seqüências sedimentares a eles associadas são feitas no Capítulo 8. A partir das análises realizadas nas etapas de fotointerpretação e levantamento de campo, foi possível identificar os níveis deposicionais através de correlações dos dados sedimentológicos, posição estratigráfica, relações laterais e verticais, altitude e altura em relação à calha do curso fluvial.

Foram elaboradas em campo várias seções estratigráficas, que resultaram na confecção de perfis-síntese de cada nível deposicional investigado, em cada segmento do vale, com o objetivo de identificar variações que refletissem a compartimentação do vale fluvial anteriormente proposta e possibilitasse a comparação entre os níveis deposicionais aluviais encontrados ao longo de cada um dos vales fluviais estudados.

A compreensão dos perfis-síntese deve ser entendida como um sumário de todas as seções estratigráficas compreendidas no interior de certo espaço geográfico. É a espacialização de certa característica local. Os perfis-síntese, portanto, não representam uma seção tipo - reprodução fiel do perfil sedimentar mais significativo da área - não podendo ser situados exatamente, pois são produtos da superposição dos dados.

Os eluvios, embora pouco representativos na área, foram descritos de forma breve no sub-item 9.4. Foram analisados os aspectos sedimentológicos, posição estratigráfica e distribuição espacial dos níveis. Os seus perfis são pobremente desenvolvidos em toda a área, predominando a rocha intemperizada, fato também observado por Magalhães Jr. (1993) no alto-médio rio das Velhas. Devido ao seu perfil pobremente desenvolvido, os eluvios serão utilizados como suporte a interpretação da evolução fluvial da área estudada.

Trabalhos futuros que abranjam em seus objetivos o estudo mais aprofundado dos eluvios poderão revelar os seus aspectos mais importantes.

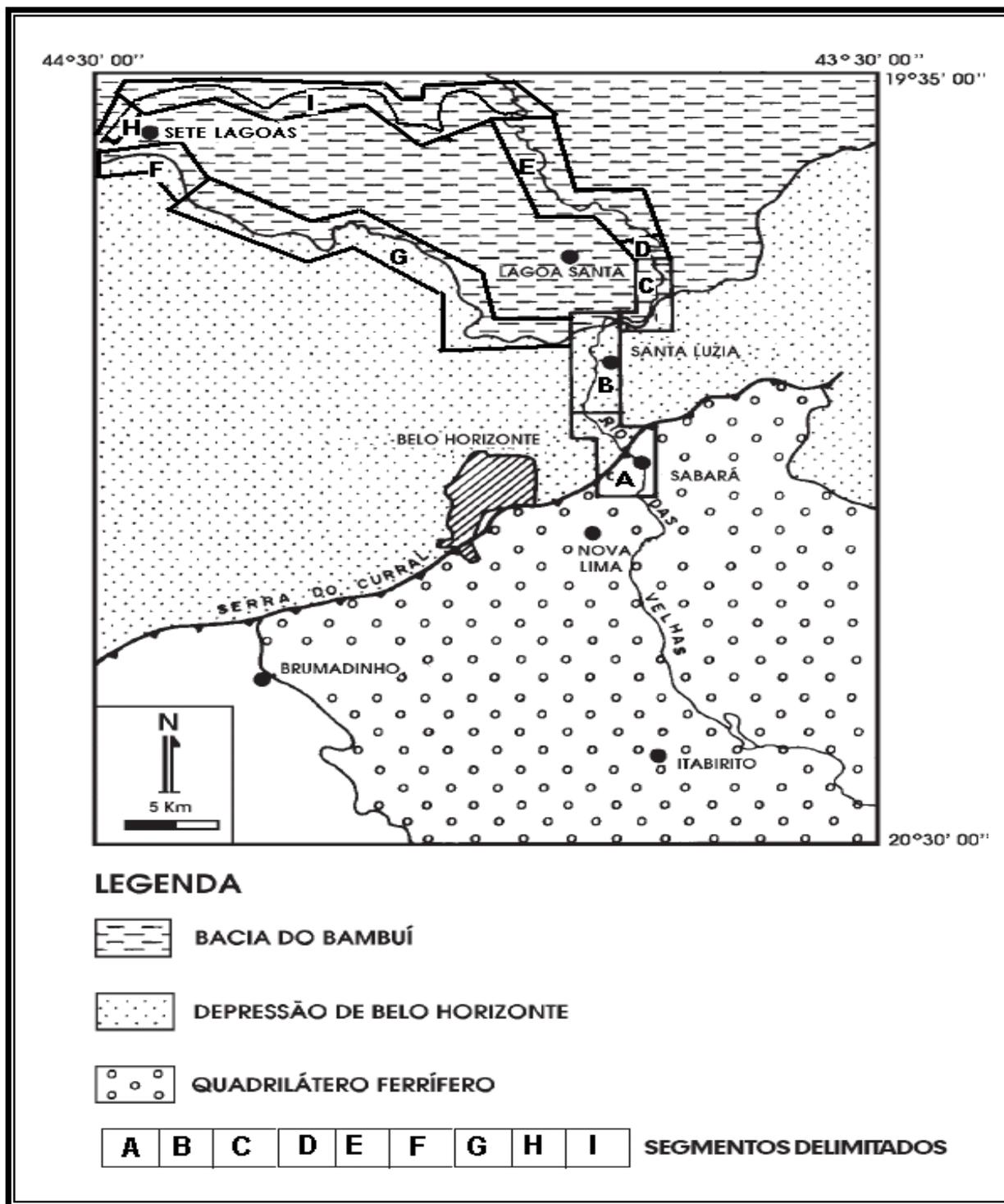
Os vales fluviais do médio Rio das Velhas, do Ribeirão Jequitibá e Ribeirão da Mata foram compartimentados. O vale do Rio das Velhas foi dividido, inicialmente, em 2 seções, sendo os segmentos classificados de montante para jusante.

Para o médio vale do Rio das Velhas, este trabalho manteve a compartimentação morfo-estrutural adotada por Magalhães Jr. (1993), inclusive a sua nomenclatura. Os demais compartimentos morfoestruturais localizados a jusante da área anteriormente estudada, foram segmentados seguindo-se o mesmo padrão de nomenclatura. O compartimento “D” se localiza à jusante do compartimento “C” de Magalhães Jr. (1993), se estendendo inicialmente até a Foz do Rio Cipó. O compartimento “E” se estende do ponto anterior até a Foz do Ribeirão Jequitibá. Nestes pontos a drenagem do Rio das Velhas já percorre o interior dos sedimentos do Grupo Bambuí. A compartimentação dos segmentos foi baseada em critérios geológicos.

O vale fluvial do Ribeirão da Mata foi compartimentado em 2 seções, observando-se suas características lito-estruturais e a distribuição e conformação dos níveis deposicionais em relação ao seu canal principal. O compartimento “F” se estende de sua cabeceira até o ponto de seu alto-médio curso, onde foram identificados os níveis deposicionais aluviais concordantes com a dinâmica atual deste trecho. O Compartimento “G” passa pela cidade de Pedro Leopoldo, onde ocorre clara mudança de direção do curso fluvial de NW para SW. A partir deste ponto segue até a Cidade de Vespasiano e desta até a confluência com o Rio das Velhas, atingindo novamente o compartimento “C” de Magalhães Jr. (1993). (Figura 14)

O vale fluvial do Ribeirão Jequitibá foi compartimentado em 2 seções, observando-se as características lito-estruturais, a distribuição e a conformação dos níveis deposicionais ao longo de seu canal principal. O compartimento “H” se estende de sua cabeceira até o ponto de seu alto-médio curso onde foram identificados os níveis deposicionais aluviais concordantes com a dinâmica atual (moderna) deste ribeirão. O Compartimento “I” se estende até a confluência do Ribeirão Jequitibá com o Rio das Velhas. Os vales fluviais são amplos e sua gênese esta dissociada da dinâmica atual do referido ribeirão.

A representação espacial dos dados foi necessária à reprodução e descrição dos perfis-síntese dos níveis aluviais. Para isso foi utilizada uma base cartográfica na escala de 1:25.000, a fim de se representar da melhor forma os dados levantados.



**Figura 14** – Segmentos e compartimentação dos trechos estudados do Médio Vale do Rio das Velhas

As cotas altimétricas mais representativas foram plotadas nas figuras 26, 30, 35, 38 e 41 e elaborados perfis topográficos ao longo de trechos considerados de maior importância para o entendimento da dinâmica fluvial da área. Os perfis longitudinais, dispostos após cada seção do trabalho, representam a posição dos níveis deposicionais em relação à calha e sua altitude. A plotagem das cotas altimétricas obedeceu à configuração dos vales (ou a sua segmentação) e a ocorrência de variações litológicas, com o objetivo de identificar a correlação entre altitude/altura das bases que constituem os níveis deposicionais levantados e a compartimentação dos segmentos (Figuras 15, 16 e 17) A confecção de encartes referentes aos trechos mais representativos das seções servirá de suporte aos capítulos seguintes, que versam sobre a reconstituição da dinâmica fluvial pretérita.

A distribuição espacial de cada nível deposicional, possibilitou a análise e a identificação dos aspectos gerais, cuja variação nos perfis longitudinais do Rio das Velhas, Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá ocorrem associadas à segmentação dos vales e variações das características litológicas locais de cada nível deposicional. A análise dessa distribuição espacial foi realizada considerando-se a altitude, a petrografia e o comprimento dos seixos, a altura da base dos níveis aluviais em relação à calha fluvial, ou seu desnível, e a espessura das seqüências sedimentares, o que será tratado no item 8.

Para se definir as características petrográficas dominantes dos seixos, foram analisados os dados referentes à composição litológica de 100 seixos em pontos diversos de cada vale investigado. Os resultados serão apresentados na forma de tabela, com os valores percentuais referentes a cada nível deposicional.

O levantamento dos níveis deposicionais em campo permitiu caracterizar o comportamento geral da distribuição e composição litológica dos seixos em cada vale investigado, assim como a comparação posterior entre a distribuição altimétrica, características petrográficas, tamanho, grau de arredondamento, altura em relação ao canal fluvial e espessura máxima das seqüências. Esses últimos dados foram obtidos através da medição direta dos perfis deposicionais observados em campo.

A formulação das interpretações se baseou na análise da distribuição altimétrica longitudinal dos níveis deposicionais, referentes aos vales fluviais de cada curso e em evidências diretas observadas em campo, como a topografia, substrato geológico e distribuição dos níveis deposicionais ao longo dos vales fluviais.

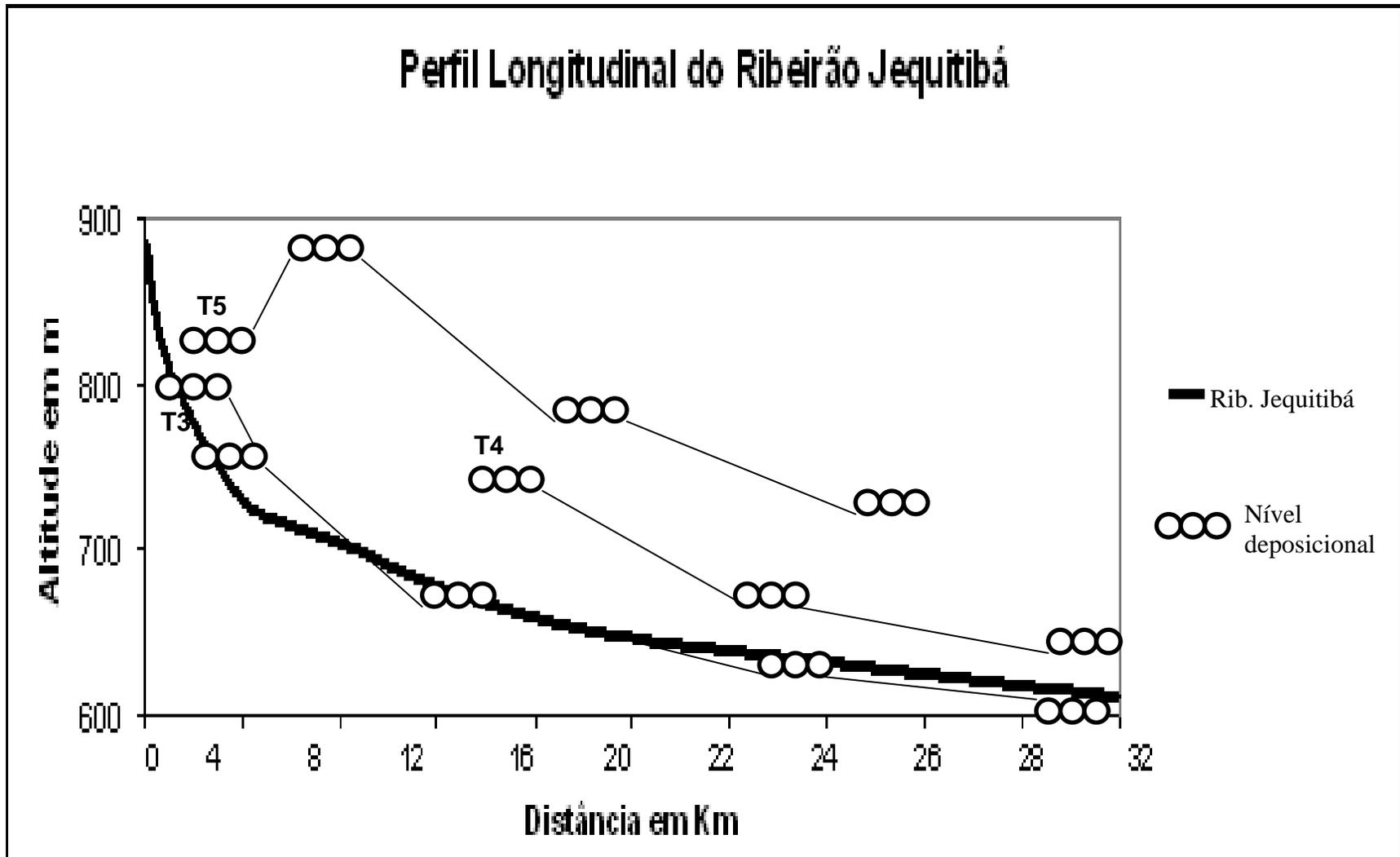


Figura 15 - Perfil Longitudinal do Ribeirão Jequitibá

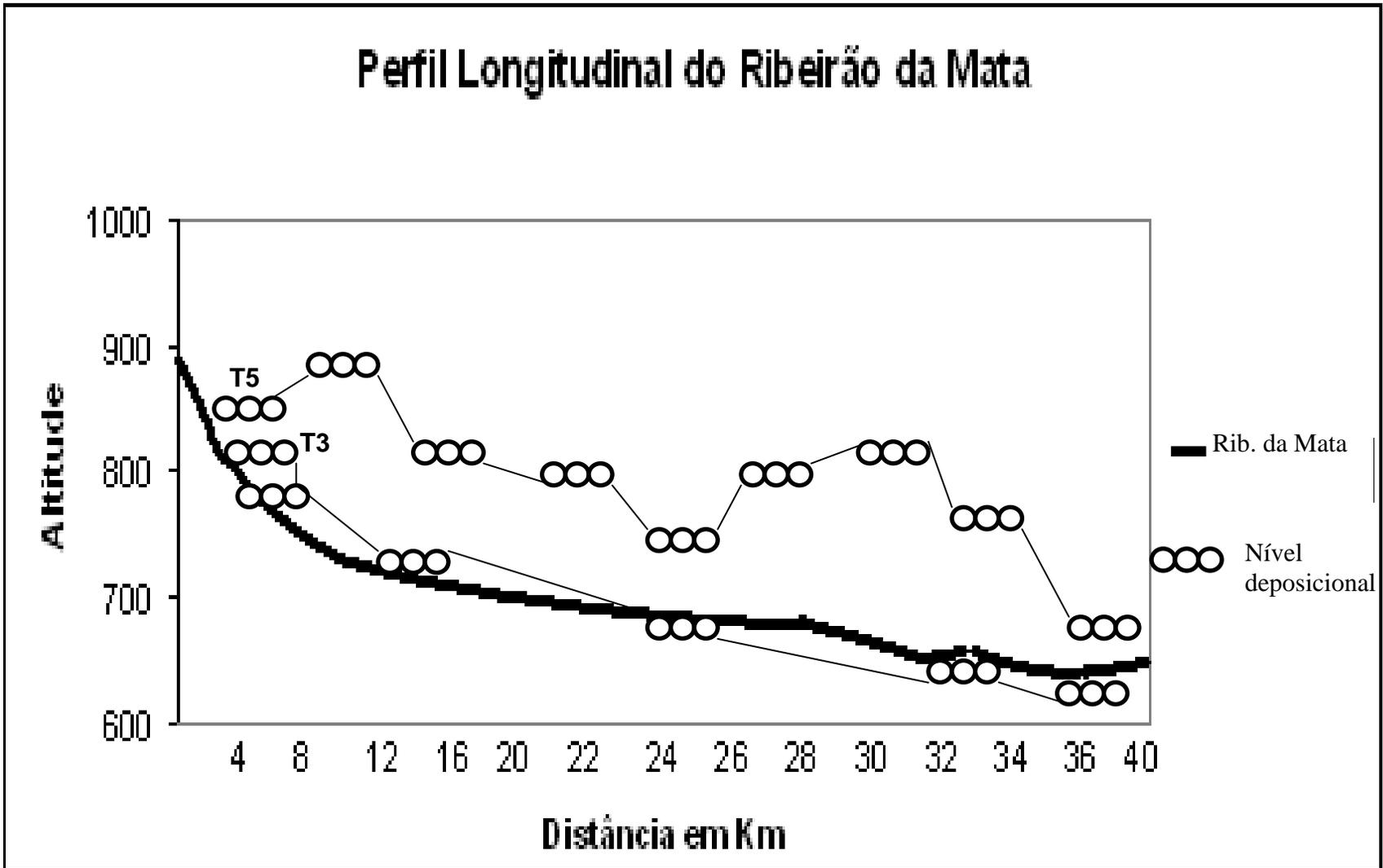


Figura 16 - Perfil Longitudinal do Ribeirão da Mata

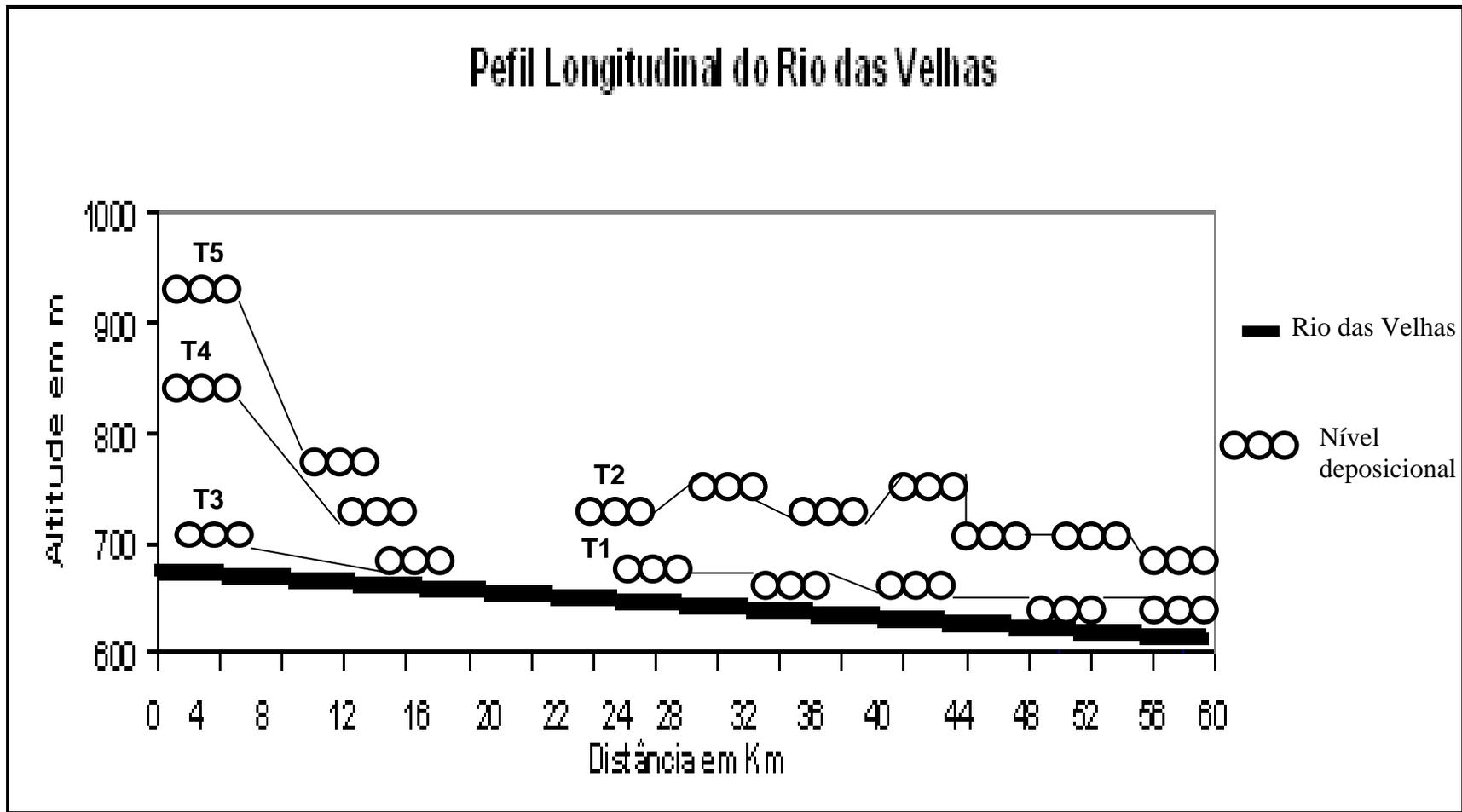


Figura 17 - Perfil Longitudinal do Rio das Velhas

As concepções da estratigrafia genética foram utilizadas para se interpretar os perfis-síntese dos níveis deposicionais associados a cada vale, e reconstituir os paleoambientes sedimentares a eles associados. A interpretação fundamentou-se, sobretudo, na análise dos aspectos e características sedimentológicas, nos contatos laterais e verticais, posição das fácies em relação ao canal fluvial e sua distribuição espacial.

A proposta de interpretação de litofácies de Miall (1985; 1996) foi utilizada como um guia para a realização das comparações, sendo a base para a associação litofácies/estruturas sedimentares. Contudo, não se deve esquecer que todo guia ou modelo possui limitações. Eles devem servir como uma orientação e devem ser utilizados com cautela, adaptando-os a cada realidade específica.

A reconstituição do padrão deposicional dos níveis aluviais foi possível por meio da interpretação das litofácies, considerando-se os diferentes tipos de padrões fluviais intermediários entre o entrelaçado e meandrante.

Mesmo que certo tipo de morfologia fluvial esteja diretamente associada à ocorrência de determinado padrão sedimentar, a correlação entre ambos pode induzir a perigosos erros. Estes erros podem ser gerados caso haja dificuldades na reconstituição da morfologia dos vales e em ambientes sujeitos a mudanças no padrão sedimentar, onde a correlação pode não mais existir. A ocorrência de matéria orgânica e de fácies finas foi utilizada como indicadores preferenciais na reconstituição do padrão sedimentar.

Através da análise de fácies, foi possível identificar também o padrão atual de sedimentação, permitindo a sua comparação com o padrão deposicional dos níveis aluviais, em especial com o nível de várzea, a partir da identificação de variações das litofácies e sua distribuição. A comparação do padrão do canal atual com a classificação de canais fluviais de Rust (1978, in REINICK, 1980) pôde dar uma idéia do seu grau de entrelaçamento (MAGALHÃES Jr. 1993).

## **7. RESULTADOS**

### **7.1. Compartimentação dos Vales Fluviais**

Os diferentes trechos dos vales fluviais estudados foram compartimentados obedecendo-se às características geomorfológicas e litológicas que se sobressaem em cada um. Dessa forma, o médio vale fluvial do Rio das Velhas foi compartimentado em 2 segmentos, denominados **D** e **E** (Figura 18). Conforme referido anteriormente, a compartimentação do Médio Vale do Rio das Velhas seguiu a proposta de Magalhães Jr. (1993). Os vales fluviais do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá também foram divididos em 2 segmentos, denominados de **F** e **G** (Figura 19) e de **H** e **I** (Figura 20), respectivamente.

#### **7.1.1 Compartimentação do Vale do Rio das Velhas**

##### **Segmento D:**

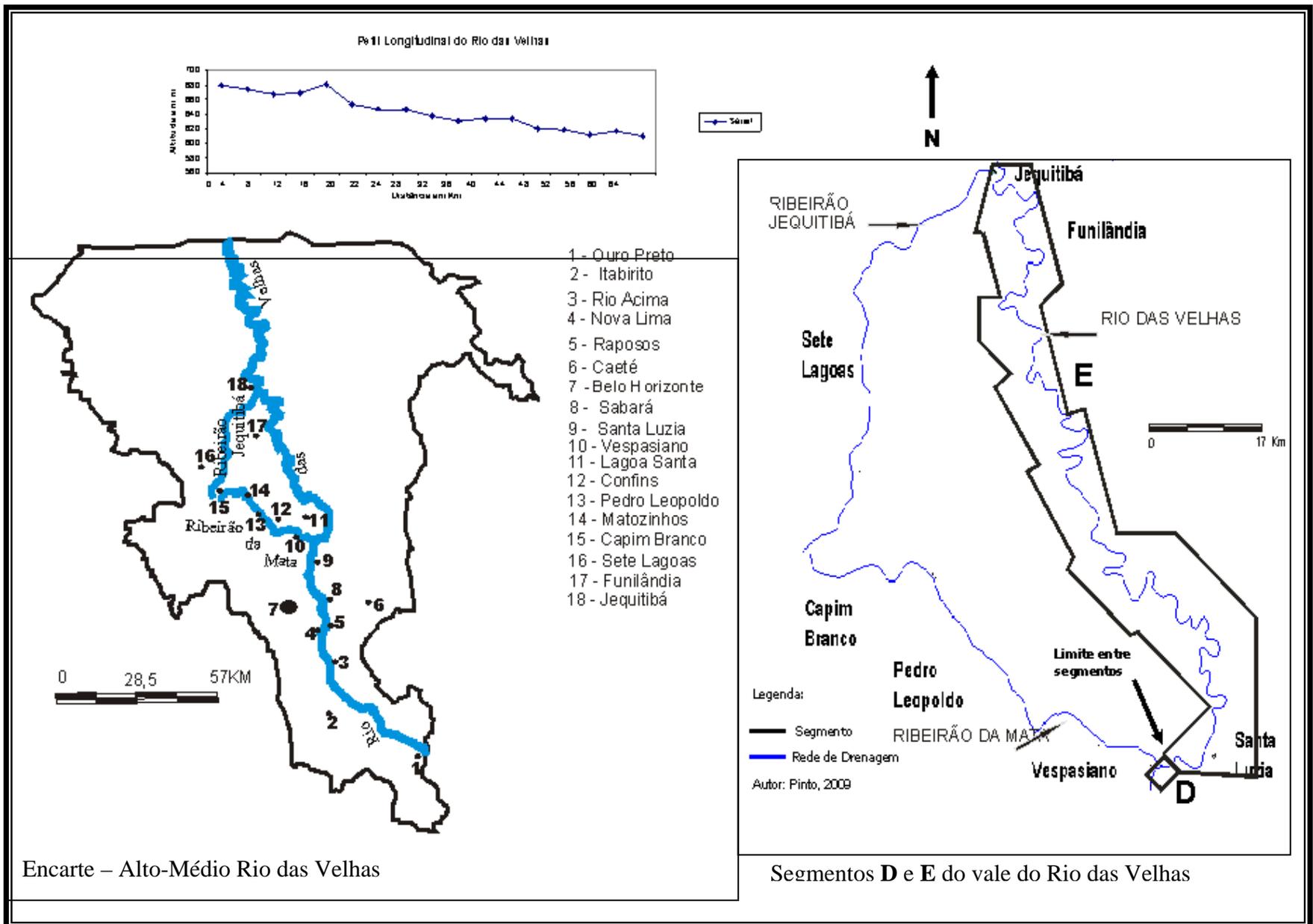
O vale do Rio das velhas no segmento **D** é limitado por cristas e espigões alongados, apresentando vertentes íngremes em ambas as margens, sendo definido como vale fluvial encaixado. Este segmento está assentado sobre os terrenos granítico-gnáissicos da Depressão de Belo Horizonte.

##### **Segmento E:**

O segmento **E** apresenta um modelado formado por colinas alongadas, com extensas rampas, e o vale fluvial ganha novamente amplitude pouco à jusante da cidade de Baldim. Geralmente, estas colinas são recobertas por um manto eluvial pouco desenvolvido - com espessura média variando entre 40 a 120 cm - repousado diretamente sobre o substrato rochoso formado por rochas pelíticas pertencentes ao Grupo Bambuí.

Dessa forma, o segmento **D** se diferencia do segmento **E**, em primeiro lugar, pelo substrato geológico.

Foram levantados, identificados e caracterizados ao longo do segmento **D** três níveis deposicionais e um nível de várzea (da base para o topo): nível de várzea, nível inferior, nível intermediário e nível superior. No segmento **E**, que representa a moderna dinâmica do Rio das Velhas, foram identificados e caracterizados dois níveis deposicionais e um nível de várzea (da base para o topo): nível de várzea, nível inferior e nível intermediário.



**Figura 18** – Perfil Longitudinal e Segmentos D e E do Médio Vale do Rio das Velhas

### 7.1.2. Compartimentação do Vale do Ribeirão da Mata

#### Segmento F:

O segmento **F** do vale do Ribeirão da Mata compreende a área de sua nascente, localizada nos limites entre os terrenos granítico-gnáissicos do embasamento e os terrenos pertencentes ao Bambuí. Este segmento marca também as áreas onde a gênese dos depósitos aluviais encontrados ao longo dos vales fluviais está diretamente relacionada à dinâmica atual dos cursos fluviais. Estes depósitos são formados por areias finas, com seixos de quartzo, com tamanho médio de 2 cm, dispersos em matriz aluvial areno-siltosa ou de areia fina, apresentando coloração amarelada e espessura de 1,2 m, nas áreas de várzea.

Foi possível notar a ocorrência de depósitos fluviais de origem pretérita na área investigada. Estes depósitos se limitam às áreas de entorno das nascentes do Ribeirão da Mata e do Ribeirão Jequitibá e distam uns dos outros algumas centenas de metros, posicionando-se em atitudes próximas a 860 metros.

Nos limites das bacias do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá (sítio Quebra Canzil, município de Capim Branco) foi identificado, sobre substrato rochoso, um depósito de 60 cm de seixos de quartzo, rolados e ferruginizados, inseridos em matriz aluvial marrom amarelada com presença de seixos angulosos também de quartzo. Este seria o remanescente do Nível de Terraço Superior na área delimitada por este segmento.

Fora do segmento **F** foram encontrados indícios de níveis deposicionais que podem estar relacionados à ocorrência de capturas de drenagens ou à preexistência de um sistema fluvial com características de energia e capacidade maiores que as apresentadas pelos modernos cursos fluviais locais, sendo necessária uma investigação mais apurada destas áreas por trabalhos futuros. Somam-se a estes depósitos as ocorrências de paleocanais como indícios de capturas fluviais na área – o que é aqui apenas citado.

No segmento **F** os vales são encaixados, as vertentes são íngremes, os canais fluviais estreitos e encaixados, sendo marcados pela proximidade das cabeceiras de drenagens dos cursos d'água. Os cursos fluviais que drenam esta área seguem em direção às bacias dos rios Paraopeba e das Velhas.

### **Segmento G:**

Este segmento inicia-se no ponto onde ocorre a mudança brusca de direção do Ribeirão da Mata, que de sua nascente até próximo à cidade de Capim Branco segue na direção SW-NE (seguindo plano de falha), sendo que seus afluentes seguem direção N-S, mantendo sua direção até a confluência com o Rio das Velhas, que segue direção S-N. Kohler (1989) chama a atenção para o fato de o Ribeirão da Mata correr quase que paralelo a seu receptor, o Rio das Velhas.

A partir da confluência com o Ribeirão das Areias, em sua margem direita, o Ribeirão da Mata altera profundamente sua direção e segue novo rumo (W-E), passando a drenar a Depressão de Vespasiano até sua foz com o Rio das Velhas.

O Ribeirão da Mata amplia a largura de seu vale fluvial e apresenta seu canal encaixado, sendo sua margem esquerda limitada por escarpa. A disposição da rede de drenagem sugere um padrão de direção N-S que sofreu alteração por condicionamento estrutural advindo de um reajuste possivelmente ligado à atuação de forças tectônicas isostáticas que afetaram de maneira diferenciada blocos locais, gerando um comportamento de blocos no estilo *horst-graben*.

A atuação destes esforços sobre blocos individualizados, no contexto geral, provocou o basculamento destes em direção preferencial NW-SE. Tal fato parece ser evidenciado pelas alterações de direções apresentadas pelos tributários do Ribeirão da Mata neste segmento e indícios de ocorrências de capturas fluviais entre tributários.

Segundo (KOHLENER, 1989), as estruturas herdadas do Ciclo Brasileiro (Proterozóico, 450 – 680 M.a.) de direção SW-NE e NW-SE sofreram nova reativação. A reativação Waldeniana (ALMEIDA, 1967) - ou Sul Atlântica, segundo denominação proposta por Schobbenhaus *et al.* (1984) -, de idade Cenozóica seria responsável por definir os principais lineamentos estruturais, falhas, fraturas e diaclases presentes na área de estudo. Segundo (ALMEIDA, 1967) a reativação Waldeniana teria atuado do final do Jurássico e Cretáceo, atenuando-se durante o Terciário e Quaternário.

Saadi (1991) argumenta que a neotectônica está presente em vários trabalhos desenvolvidos por autores que tratam de estudos em escala regional no sudeste do Brasil. Este mesmo autor mostra um conjunto de feições morfotectônicas, representadas por escalonamento de superfícies (principalmente terraços fluviais); por basculamentos, que afetaram diretamente

várias partes das superfícies de aplainamento; pelo vigor persistente das escarpas marginais independente da litologia; pela organização geral da rede de drenagem; por várias capturas intra e inter-bacias e pela ocorrência de blocos basculados situados a oeste da Serra do Cipó, entre outras. Com isso, Saadi (1991) visa comprovar a recorrência de atividades tectônicas durante todo o Cenozóico. Na região de Lagoa Santa, Kohler (1978 a) observou fortes vestígios de lineações estruturais inferidos, segundo este autor, em função do alinhamento de dolinas, paredões e de seções retilinizadas dos canais fluviais.

Neste segmento foram encontrados depósitos aluviais ao longo do vale do Ribeirão da Mata - descritos no sub-capítulo 9.2 - formados por intercalações de lentes de areia, argila, matéria orgânica e silte, o que se relaciona a um ambiente de acumulação. Foram identificadas também ocorrências de paleocanais cuja morfologia encontra-se perfeitamente preservada na paisagem, constituindo um nível contínuo, sendo aqui denominado de Terraço Superior do Ribeirão da Mata. São identificados apenas vestígios de sua pré-existência no segmento **F** deste curso. A mudança de direção do curso do Ribeirão da Mata e o alargamento de seu vale fluvial, que é incompatível com sua dinâmica atual, são os principais fatores que diferenciam os segmentos **F** e **G**.

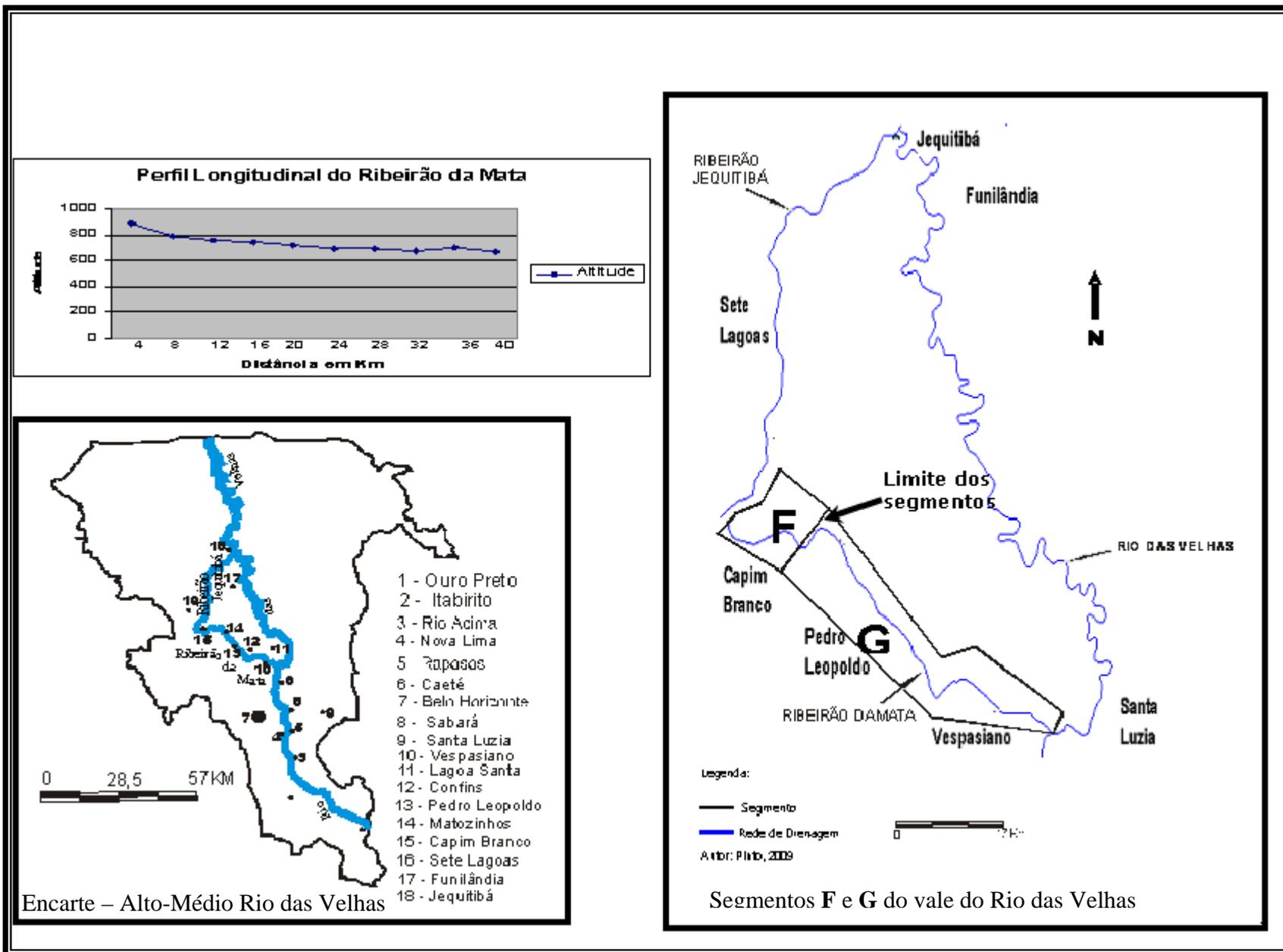


Figura 19 – Perfil Longitudinal e Segmentos F e G do Vale do Ribeirão da Mata

### 7.1.3. Compartimentação do Vale Fluvial do Ribeirão Jequitibá

#### Segmento H:

Este segmento é contíguo ao Segmento **F** do vale fluvial do Ribeirão da Mata, onde se localiza a nascente do Ribeirão Jequitibá, ainda nos limites entre os terrenos granítico-gnáissicos do embasamento e as rochas do Bambuí. O Ribeirão Jequitibá drena a área seguindo direção SW–NE, mantendo este curso até a confluência com o Córrego Forquilha, quando faz um “cotovelo” em direção SE–NW, alinhando seu canal com a paleodireção levantada a partir da plotagem dos níveis deposicionais. Este alinhamento direcional NW–SE se verifica em ambos os vales, Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá, nos segmentos **F** e **H**, respectivamente.

Neste segmento **H**, o vale fluvial segue encaixado, assim como o canal que o drena até o ponto onde foi levantado um nível deposicional que se difere dos modernos sedimentos depositados. Os sedimentos que formam o Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá apresentam, da base para o topo: fácies de areia fina com seixos de quartzo arredondados a sub-angulosos; coloração marrom amarelada e espessura média de 20 cm. Não foi observada a ocorrência de outro nível deposicional neste segmento.

#### Segmento I:

O segmento **I** é caracterizado pelo alargamento repentino do vale fluvial, onde foram identificados níveis deposicionais que não poderiam estar ligados à dinâmica atual do Ribeirão Jequitibá. Os quatro níveis deposicionais identificados neste segmento, da base para o topo, são: Nível de Várzea, Terraço Inferior, Terraço Intermediário e Terraço Superior. Este apresenta forma típica de canal fluvial preservado em posição de topo e, estratigraficamente, é idêntico aos demais paleocanais identificados ao longo do segmento **G** do vale do Ribeirão da Mata.

Neste segmento as vertentes são formadas por colinas suaves e alongadas, apresentando rampas extensas. O leito do Ribeirão Jequitibá recorta os sedimentos constituintes do Terraço Inferior, ocorrendo o encaixamento do canal fluvial sem que seja exposto o substrato rochoso. O vale fluvial apresenta largura incompatível com a dinâmica fluvial atual do canal, assim como os sedimentos que formam os níveis de terraços. A ocorrência destes níveis difere este segmento do vale do Ribeirão Jequitibá, do anterior.

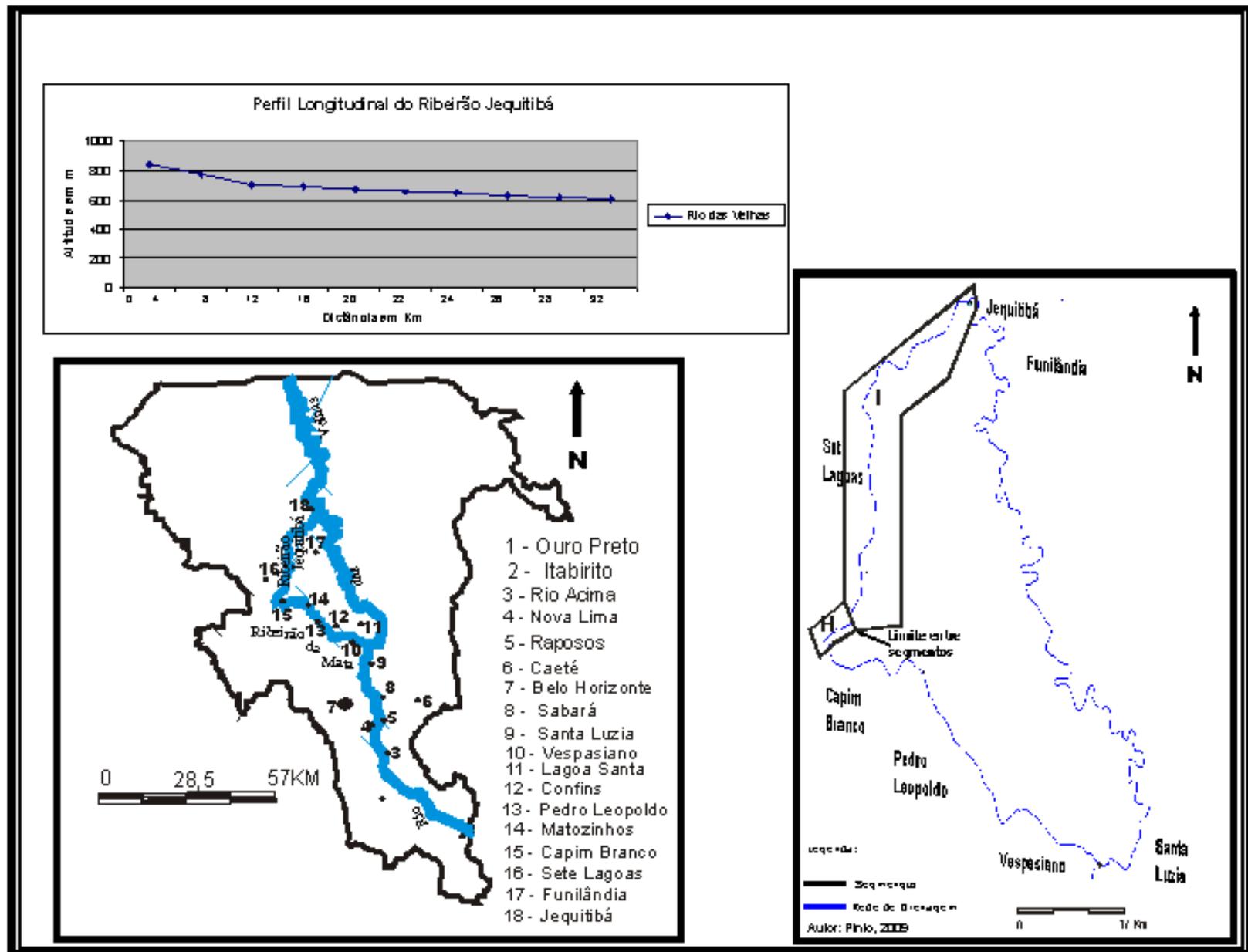


Figura 20 – Perfil Longitudinal e Segmentos H e I do Ribeirão Jequitibá

## 8. NÍVEIS E SEQÜÊNCIAS DEPOSICIONAIS DOS VALES ESTUDADOS

Foram identificados quatro níveis deposicionais ao longo do médio vale do Rio das Velhas (da base para o topo): Nível de Várzea (embutido no nível de Terraço Inferior), Terraço Inferior (de recobrimento), Terraço Intermediário (escalonado) e Terraço Superior (escalonado) (Figura 21).

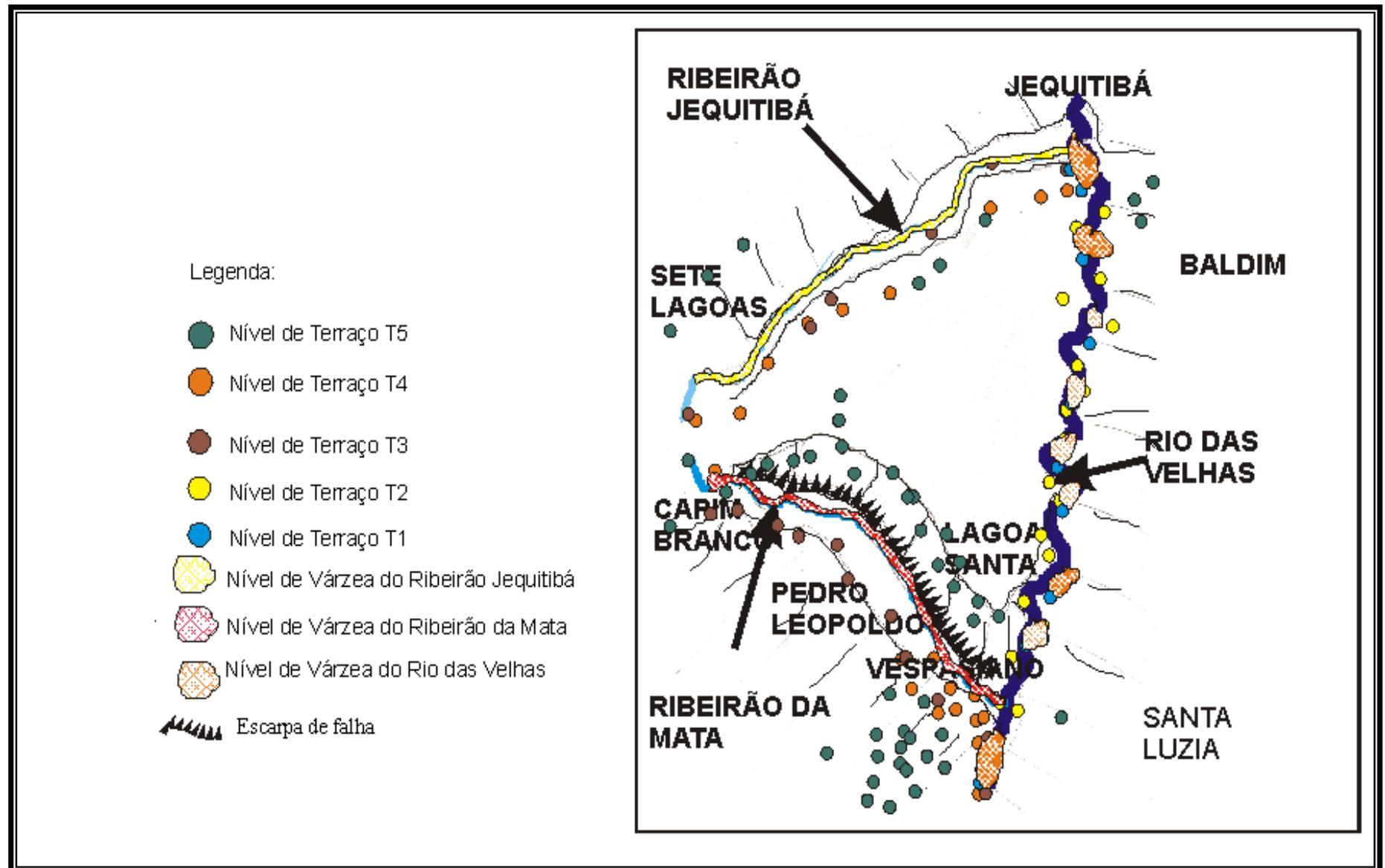
Ao longo dos vales do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá foi identificado apenas o Nível de Várzea, estando sempre embutido no nível de Terraço Inferior do paleovale do Rio das Velhas.

Embora tenham sido identificados quatro níveis deposicionais ao longo dos vales do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá, apenas o Nível de Várzea foi associado à dinâmica própria de ambos os ribeirões, sendo os demais níveis deposicionais considerados como pertencentes ao paleovale do Rio das Velhas.

As características estratigráficas e sedimentométricas, bem como a fisiografia espacial dos vales permitiram interpretá-los com sendo pertencentes ao Rio das Velhas em um paleovale abandonado no Cenozóico.

Neste trabalho, utilizou-se a seguinte nomenclatura para identificar os diferentes níveis deposicionais ao longo dos seguimentos, associando-os aos seus respectivos vales:

- Nível de Terraço Superior: T5;
- Nível de Terraço Intermediário: T4;
- Nível de Terraço Inferior: T3;
- Nível de Terraço Intermediário: T2;
- Nível de Terraço Inferior Atual: T1;
- Nível de Várzea



**Figura 21** – Distribuição esquemática dos Níveis de Terraços

## Rio das Velhas

### Nível de Terraço T5

O Nível de Terraço T5 foi identificado ocupando os topos das colinas, em alguns trechos dos segmentos **H** e **I** do vale do Ribeirão Jequitibá. Os depósitos do T5 que se localizam em área próxima da nascente do Ribeirão Jequitibá pertencem ao segmento **H** estando bastante erodidos. Os perfis de T5 aqui descritos para o segmento **I** do Ribeirão Jequitibá estão representados na (Figura 22). O T5 é encontrado ao longo do segmento **I** ocupando média altimétrica de 750 m (Figura 26).

Registrou-se a ocorrência de dois pacotes deposicionais relacionados a este nível, estando próximos um do outro e apresentando forma acanalada, com bordas suavizadas e em posição de topo de colinas suaves estando neste ponto a 690m (Figura 22).

A ocorrência do T5 foi identificada nos segmentos **F** e **G** deste estudo (Figuras 23 e 24). A espessura média deste pacote deposicional no segmento **F**, onde se encontra apenas a base do terraço em acelerado processo de desmanche, foi de 40 cm. No segmento **G**, a espessura é bem maior, igual a 6 m. Em ambos os segmentos esses depósitos ocupam posição de topo.

A ocorrência do T5 foi verificada não apenas sob forma acanalada, como na área próxima à nascente do Ribeirão da Mata, mas também como paleocanais de dimensões significativas, ocupando posição de topo ao longo do vale onde hoje se encontra o Ribeirão da Mata (Figura 23).

A preservação das cotas altimétricas nos topos ocupados pelos depósitos do T5 estaria associada à diferença de resistividade dos materiais que compõem o alúvio. O alúvio forma uma massa compacta que confere maior resistência à ação dos processos erosivos, dificultando a sua remoção. Já o elúvio é removido mais rapidamente pela ação dos processos erosivos, por apresentar características físico-químicas derivadas diretamente da rocha matriz e por não estar compactado.

Magalhães Jr. (1993), ao estudar a área limítrofe localizada à montante do Segmento **D**, encontra vestígios da existência de um Nível de Terraço Superior cujos testemunhos estariam localizados, para aquela área, na cota de 750 m de altitude, com exceção do trecho setentrional da área, à montante do município de Pinhões, cuja ocorrência foi localmente identificada na cota de 700 m. Na área do presente estudo o T5 ocorre em cota altimétrica média de 830 m, sendo sua maior altitude na área, registrada a 906 m. (Figura 26).

Este nível é encontrado apenas em dois locais na região da cidade de Santa Luzia e não apresenta perfis tão bem desenvolvidos quanto os apresentados pelos níveis inferiores (MAGALHÃES Jr., 1993). Este autor calcula a variação altimétrica da base deste terraço em relação à calha atual entre 50 e 80 m ao norte do distrito de Pinhões, ou seja, ocuparia as cotas entre 730 a 760m naquela área. Sua ocorrência se dá em áreas de topo dos interflúvios locais, excetuando-se os trechos sobre calcários. Ainda segundo Magalhães Jr. (1993), as espessuras máximas residuais encontradas atingiriam 3 m. Vestígios deste nível foram encontrados no município de Sabará. Sua existência foi atestada indiretamente por meio da ocorrência de seixos de quartzo arredondados inseridos em depósitos típicos de fluxo de detritos.

Na área do presente estudo a base deste nível de terraço apresenta desnível entre 130 e 220 m em relação à calha atual, ocupando cotas entre 710 e 900 m. As espessuras máximas registradas são de 4 m.

Magalhães Jr. (1993, p.85) descreve a seguinte seqüência de fácies repousando diretamente sobre substrato rochoso:

*1 – Nível de Seixos de quartzo e itabirito arredondados a sub-arredondados suportados, com comprimento médio de 5 cm e matriz de areia grossa amarelada bem selecionada.*

*- Não foram verificadas estruturas.*

*- Espessura média de 0,80 m*

*2 – Material areno-argiloso acinzentado, com seixos e grânulos de quartzo arredondados a angulosos esparsos, e comprimento médio de 2 cm. Em direção ao topo, ocorre material arenoso (areia fina) marrom, com seixos de quartzo esparsos.*

*- Material Maciço.*

*- Espessura de 1,5 m.*

Apesar de pouco preservados, os remanescentes deste nível de terraço ocorrem na paisagem sob a forma de topos e patamares suavizados, não tendo sido identificados depósitos coluviais recobrimdo este nível (MAGALHÃES Jr., 1993).

No presente estudo observou-se a ocorrência do nível de Terraço Superior (Figura 25) não só em sua morfologia típica encontrada à montante, mas também sob a forma

de paleocanais de dimensões significativas, ocupando posição de topo ao longo dos vales do Ribeirão da Mata, Ribeirão Jequitibá e Rio das Velhas. Estes paleocanais, cuja gênese é associada ao antigo sistema Rio das Velhas (mesmo ocupando vales fluviais de diferentes cursos fluviais), ocorrem em cotas altimétricas iguais ou superiores às aquelas identificadas por Magalhães Jr. (1993) para o Nível de Terraço Superior (Figura 27).

A figura 26 representa a distribuição esquemática das cotas altimétricas registradas para o Nível de Terraço T5. Este nível apresenta seqüências depositadas diretamente sobre o substrato rochoso, constituídas das seguintes fácies, da base para o topo:

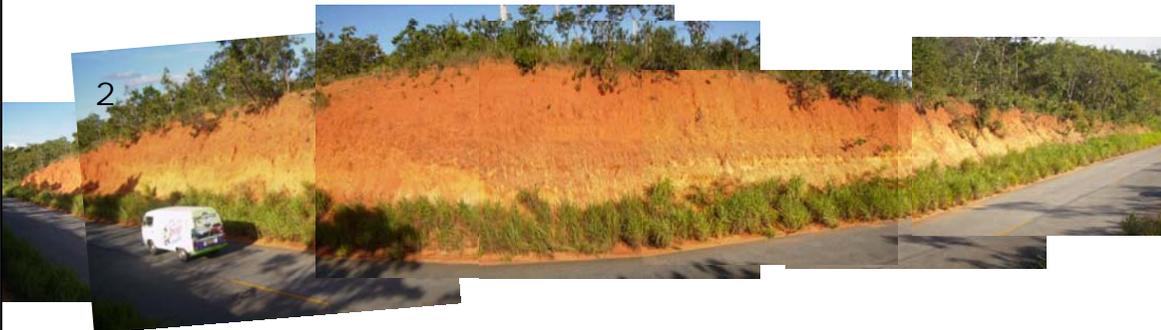
A – Nível basal de seixos de quartzo (99,9%), calcário e itabirito (0,1%) arredondados a sub-arredondados suportados, com tamanho médio de 5 cm (tamanho médio de 9 cm para os maiores e de 1 cm para os menores) e matriz areno-argilosa (areia grossa) amarelada, bem selecionado. Não foi possível verificar a ocorrência de estruturas. Espessura média de 90 cm.

B – Material areno-argiloso (areia fina a média) de cor marrom, variando a amarelo claro, com seixos de quartzo arredondados a sub-arredondados esparsos, com tamanho médio 2 cm (média dos maiores de 3 cm e dos menores de 1 cm). Material maciço com espessura média de 3,9 m.

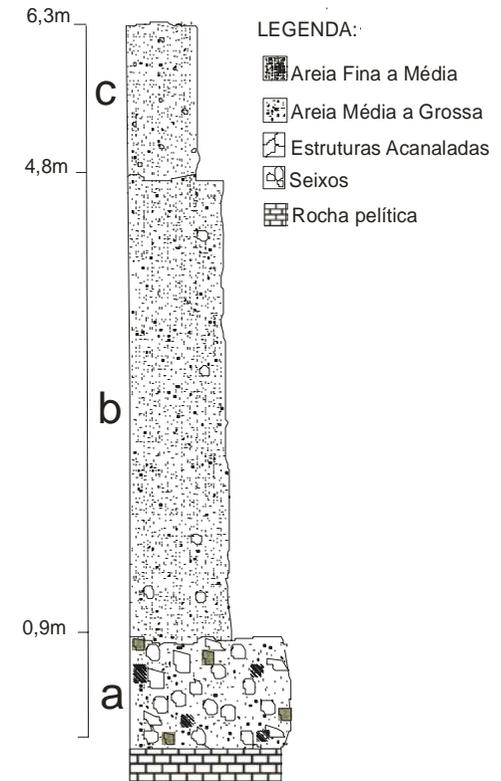
C – Material maciço areno-argiloso (areia fina) de cor marrom, variando a marrom claro ou amarelo, apresentando seixos de quartzo com tamanho médio de 1 cm (em média 1 cm para os maiores e 0,2 cm para os menores). Espessura média de 1,5 m.

Em alguns locais as fácies superior e intermediária podem apresentar uma maior espessura, enquanto em outros podem ter sido totalmente removidas ou não terem sido depositadas.

A ocorrência de material concrecionado por ferro foi registrada no nível basal de seixos. Sua formação estaria relacionada a variações sazonais do nível freático, proporcionando a concentração relativa do  $Fe^{2+}$  na sua forma reduzida e sua posterior oxidação.

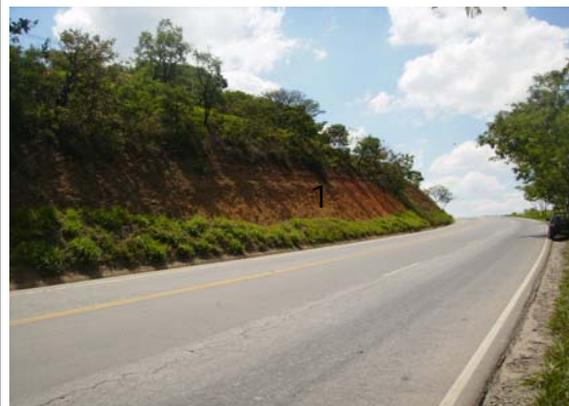


Perfil síntese do Nível de Terraço T5

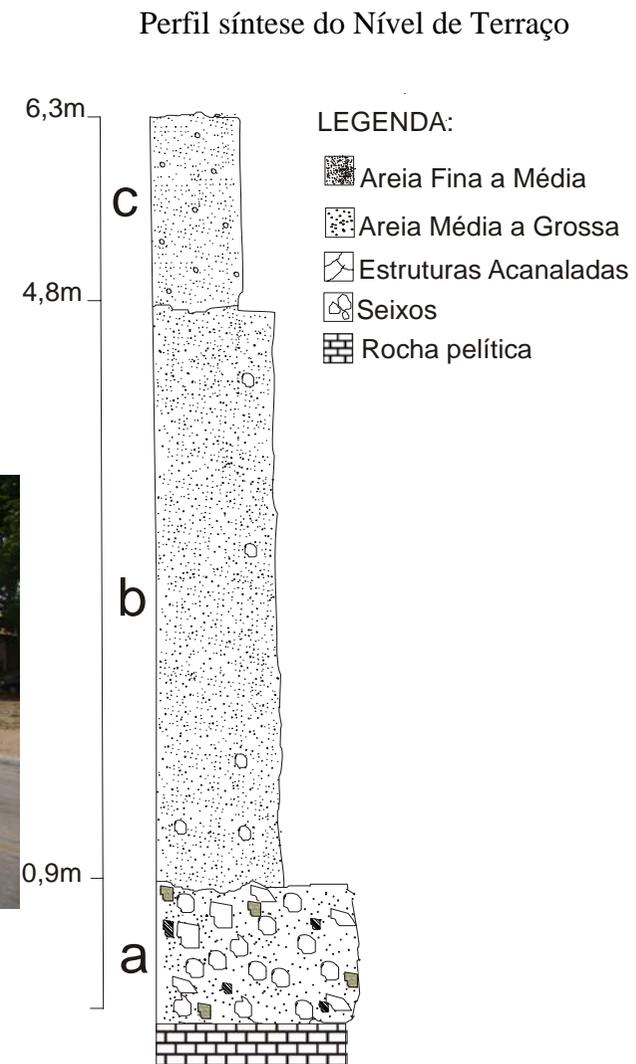


1 e 2 – Ocorrências do Nível de Terraço T5, formas acanaladas ocupando posição de topo de colinas; Estrada Sete Lagoas - Jequitibá;

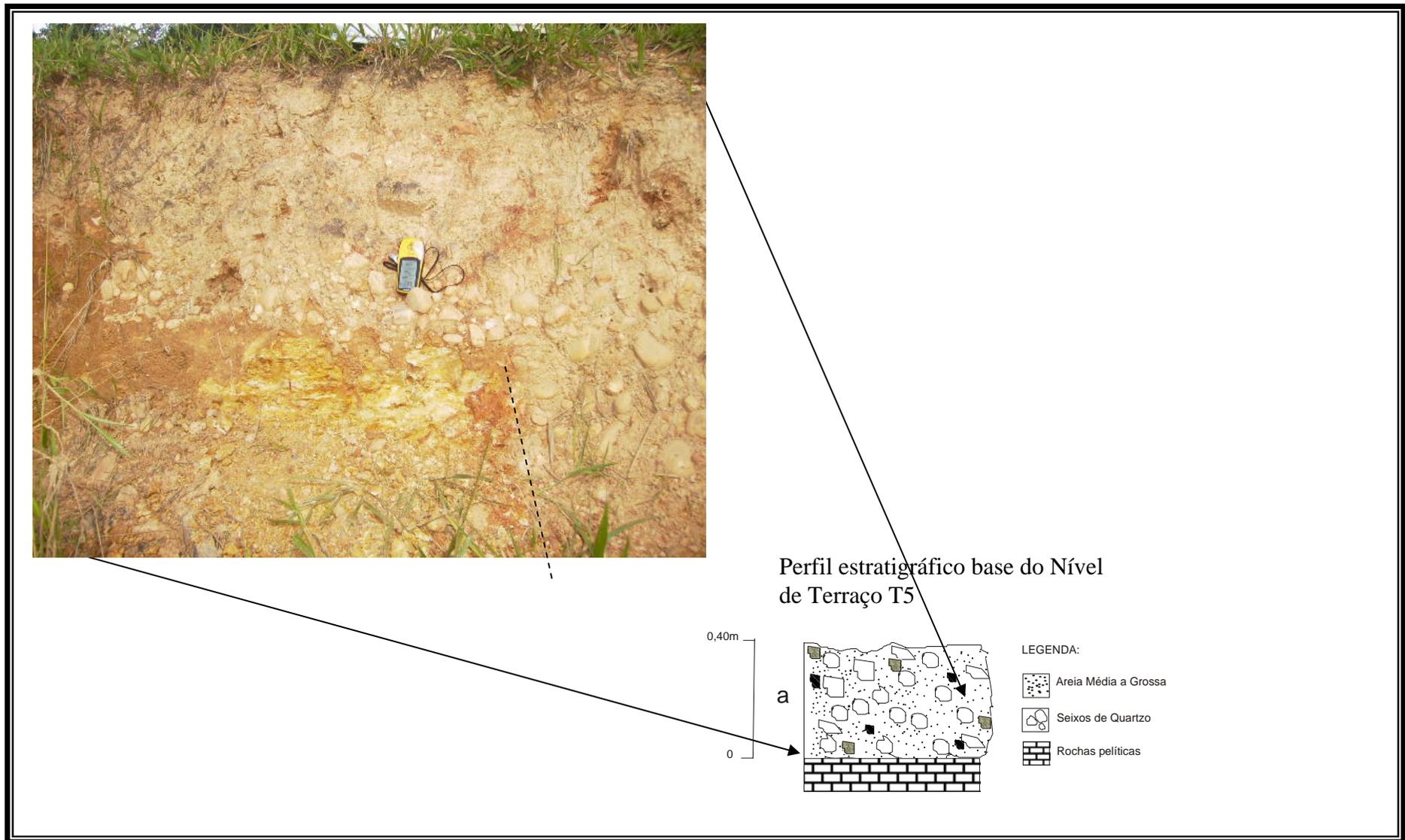
**Figura 22** – Algumas das ocorrências do Nível de Terraço T5 no vale ocupado pelo Ribeirão Jequitibá



1 – Visão lateral e Frontal do Nível de Terraço T5;  
2 e 3 – Outras ocorrências do Nível de Terraço T5;



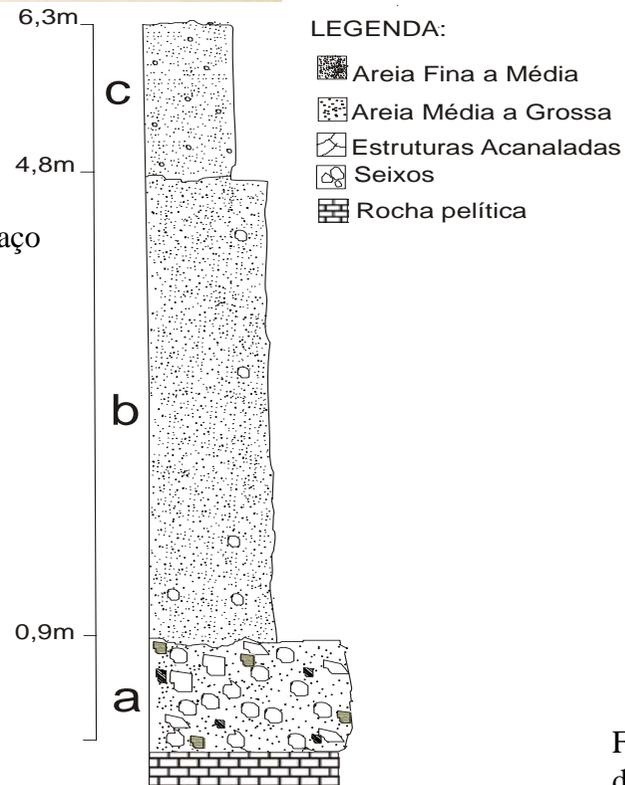
**Figura 23** – Algumas das ocorrências do Nível de Terraço T5 no vale ocupado pelo Ribeirão da Mata.



**Figura 24** – Nível basal remanescente do Nível de Terraço T5 apresentando deformação pós deposicional, ocupando posição de topo próximo às cabeceiras do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá.



Perfil Estratigráfico do Nível de Terraço Superior – T5 do Rio das Velhas



Fotos 1 e 2: detalhe da distribuição do nível de seixos de quartzo no interior do material areno-argiloso.

Figura 25 – T5 do Rio das Velhas

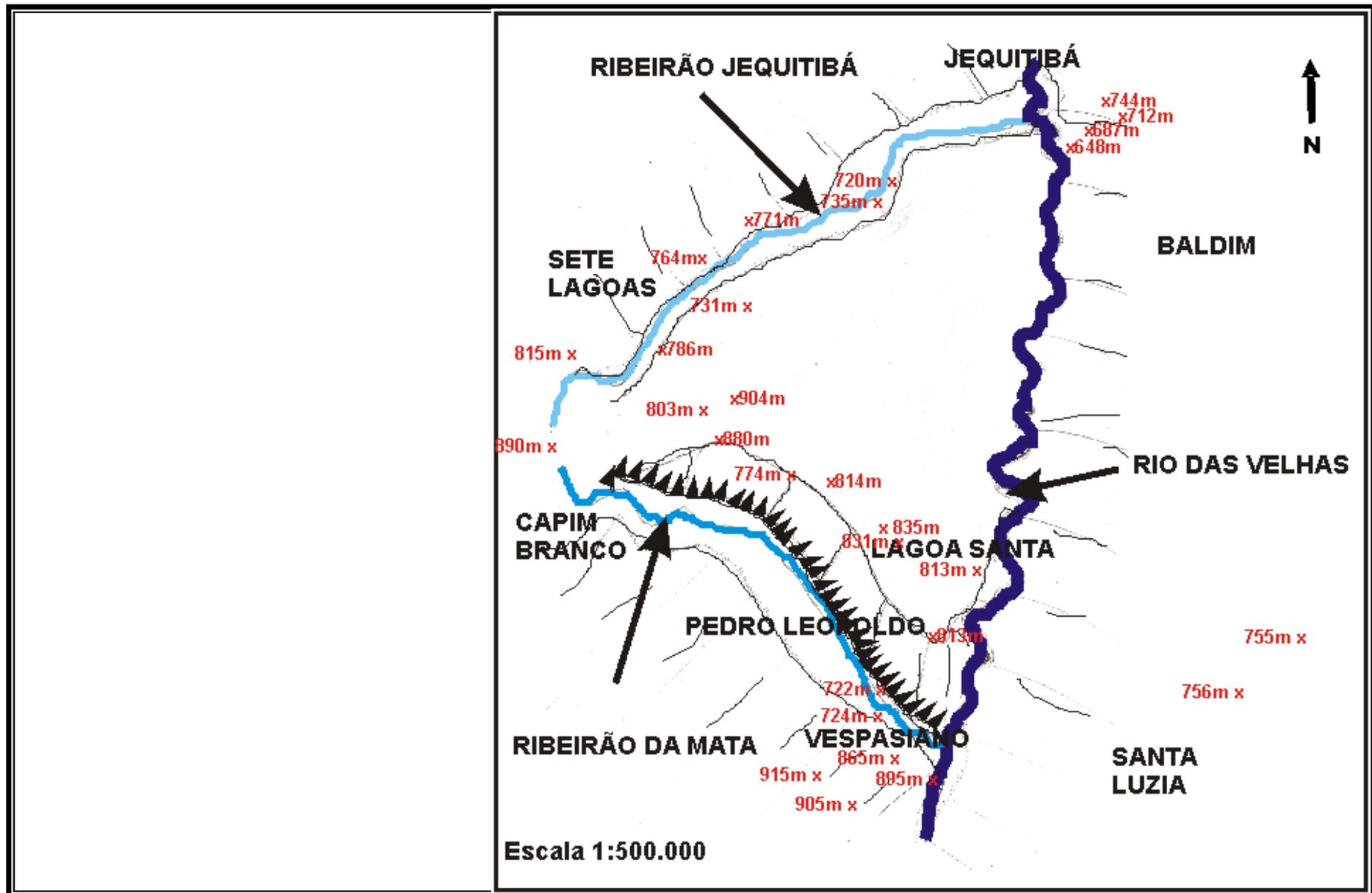
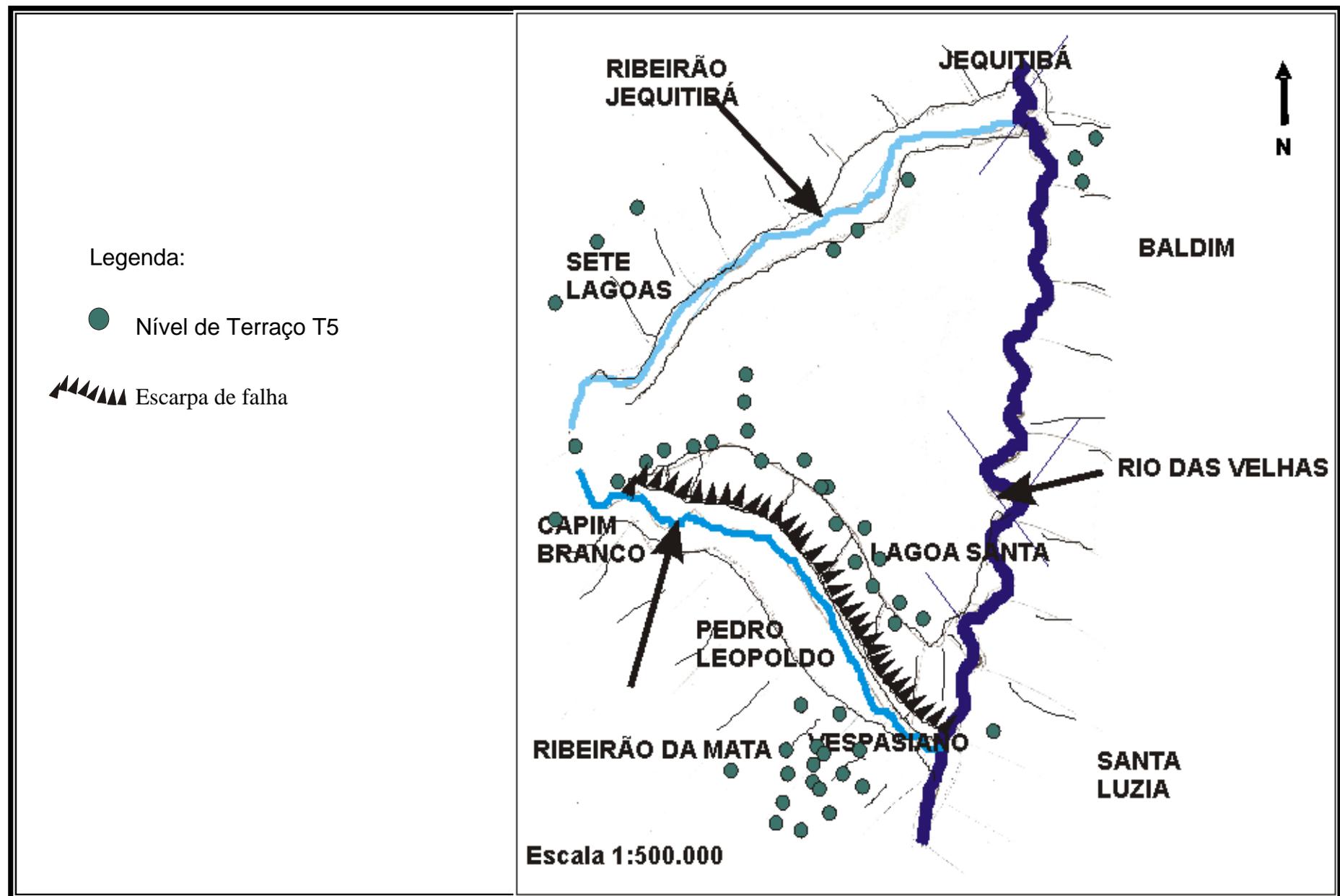


Figura 26 - Distribuição esquemática das cotas altimétricas do Nível de Terraço T5 ao longo do Paleovale do Rio das Velhas



**Figura 27** – Distribuição esquemática do Nível de Terraço T5

## Nível de Terraço T4

O segmento **H** do Ribeirão Jequitibá se situa no domínio dos terrenos granítico-gnaíssicos, conforme exposto no Capítulo 8. Neste segmento, o Nível de Terraço T4 está a uma altitude média de 805 m.

Já no segmento **I** este nível deposicional (Figura 28) está assentado, em média, a 700 m. Neste trecho do vale do Ribeirão Jequitibá o T3 ocorre, em alguns pontos, embutido no T4.

O T4 ocorre no segmento **F** do Ribeirão da Mata sobre os terrenos granítico-gnaíssicos e em cota altimétrica igual a 800 m. No segmento G, por sua vez, o T4 foi identificado ocupando, em média, a cota de 730m.

Para o segmento **G**, a ocorrência T4 pode ser registrada somente na porção final deste trecho. Os depósitos deste nível se distribuem desde a foz do Ribeirão da Mata com o Rio das Velhas até as proximidades da cidade de Vespasiano (Figura 29). Nas áreas localizadas à montante desta cidade não foram verificados registros da ocorrência deste nível deposicional (Figura 32).

Nos segmentos **C** e **D**, onde se registra a presença deste nível deposicional pode-se perceber, em alguns pontos, que o T4 é recoberto por material coluvionar. (Figura 30). Em outros locais, o T3 está embutido neste nível deposicional. A descrição acima é idêntica à observada para o trecho inicial do segmento **D**, atestando a mesma gênese para estes depósitos.

O T4 ocorre em altitude média de 700 metros no segmento **D**, sobre os terrenos granítico-gnaíssicos, sendo que a altitude de sua base varia em relação ao nível de base atual (Figura 29). Nos domínios destes terrenos o T4 ocupa a cota de 730 m de altitude.

As cotas altimétricas deste nível foram representadas de forma esquemática na figura 31. Em alguns casos, este nível ocorre ao longo do vale fluvial recoberto por material coluvial, independentemente do segmento, e pode ser assim descrito, da base para o topo:

A – Nível de seixos de quartzo (99,9%) e itabirito (0,1%) arredondados a sub-arredondados, de tamanho médio igual a 3 cm (média de 5 cm para os maiores e 1 cm para os menores). Os seixos estão inseridos em matriz aluvial arenosa (areia média a grossa) de cor marrom-amarelada. Este nível apresenta grandes estratificações cruzadas acanaladas e espessura média de 1,6 m. Segundo Magalhães Jr. (1993), à montante dos segmentos **D** e **E**,

onde há a ocorrência de recobrimento do Nível de Terraço T3 por materiais oriundos de rampas de colúvio, os seixos pertencentes a este pacote deposicional formam nível inserido em meio à matriz. A base deste pacote pode ser diferenciada pela ocorrência de um nível de seixos maiores (tamanho médio de 10 cm), repousados diretamente sobre o substrato rochoso.

B – Fácies areno-argilosa (areia média a grossa) de coloração marrom claro. Presença de seixos de quartzo (100%) espaçados ou em pequenos níveis. Espessura média de 90 cm.

C – Material areno-argiloso (areia fina a média) de cor marrom claro a marrom amarelado. Espessura média de 60 cm.

### Perfil estratigráfico do Nível de Terraço T4

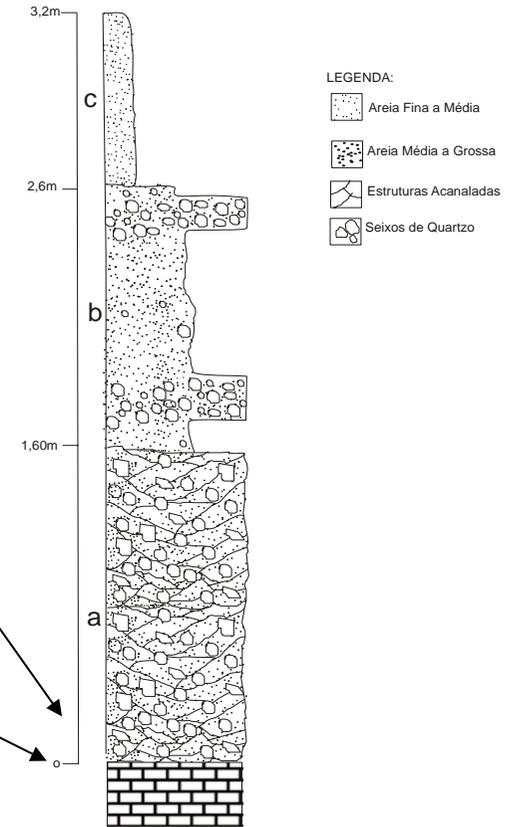
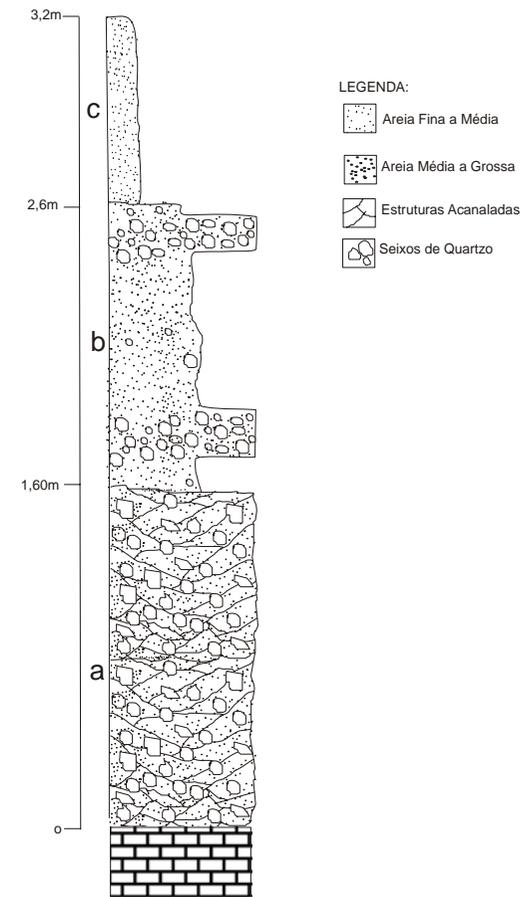


Foto 1: seixos de quartzo que formam a base do Nível de Terraço T 4 ;  
Foto 2: visão geral do Nível de Terraço T 4, estrada Sete Lagoas/Jequitibá.

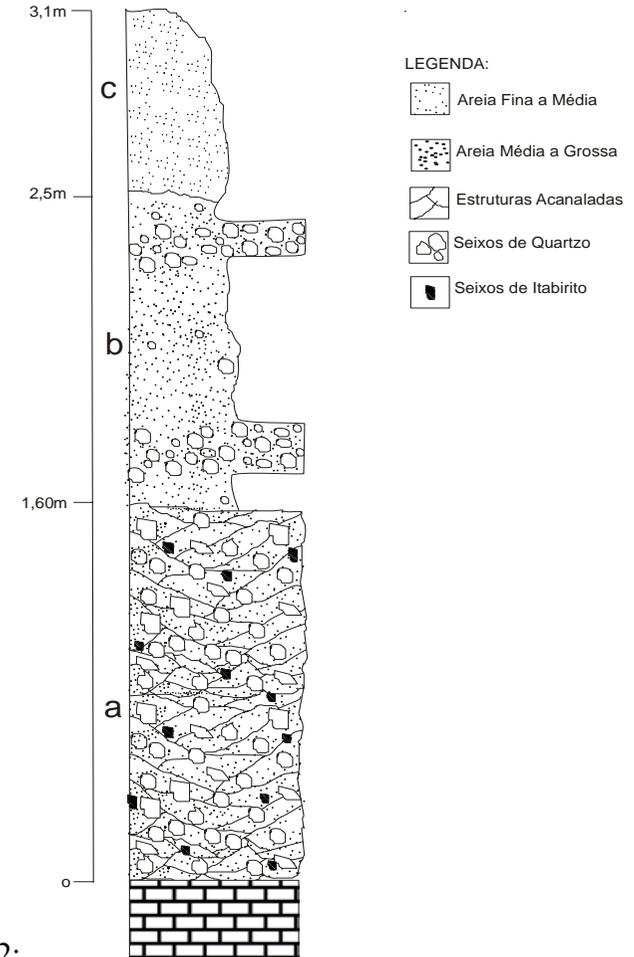
**Figura 28** - Nível de Terraço T4 estrada Sete Lagoas – Santana do Pirapama.

### Perfil Estratigráfico do Nível de Terraço T4



**Figura 29** – Nível de Terraço T4 próximo ao município de Vespasiano.

### Perfil Estratigráfico do Nível de Terraço T4



Fotos 1 e 2:  
1 – Detalhe do nível basal de seixos de quartzo;  
2 – Vista lateral do Nível de Terraço Intermediário T4 do Rio das Velhas

**Figura 30** – Nível de Terraço T4 no bairro Serra Dourada.

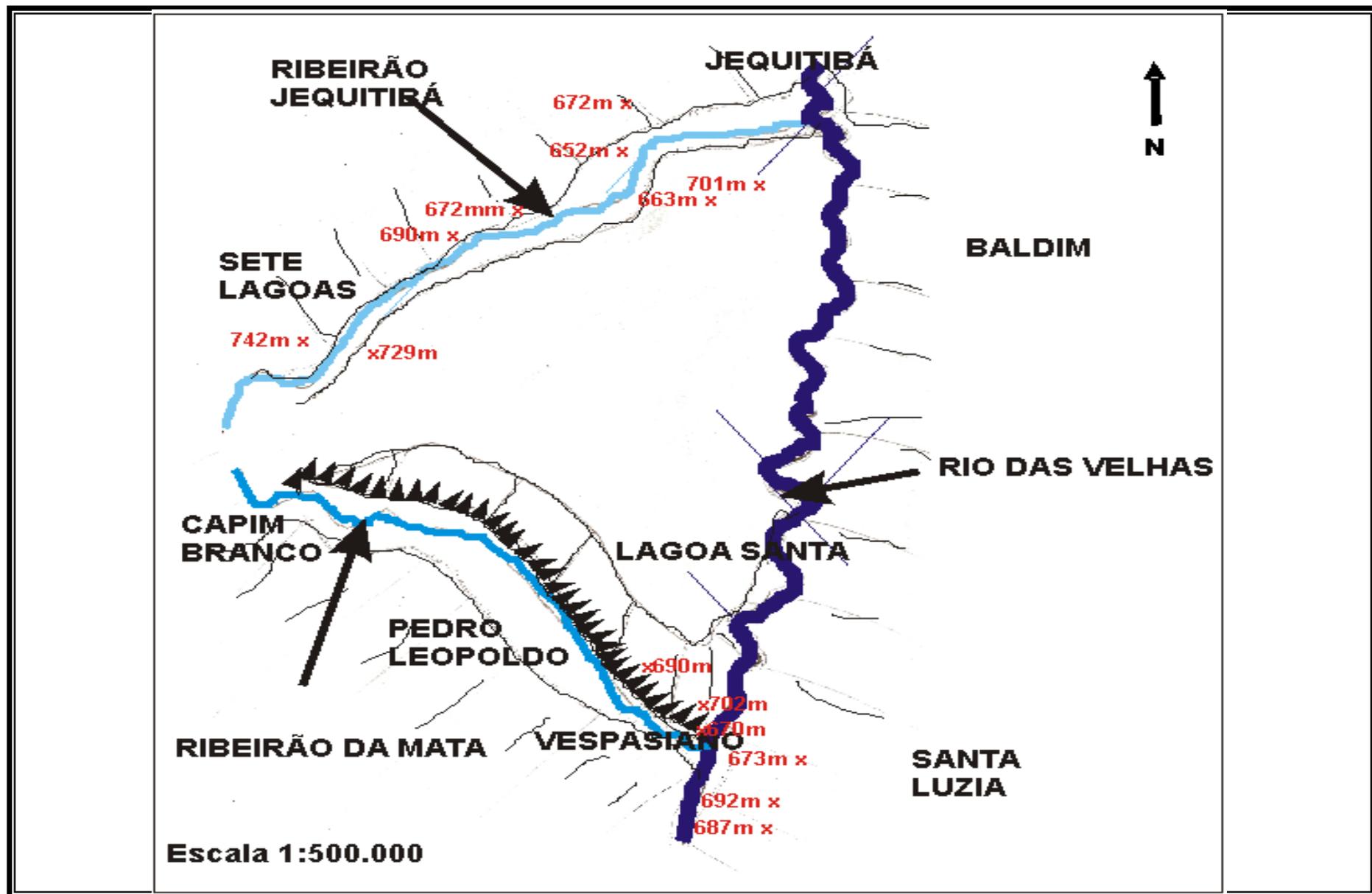


Figura 31 - Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T4 ao longo do Paleovale do Rio das Velhas

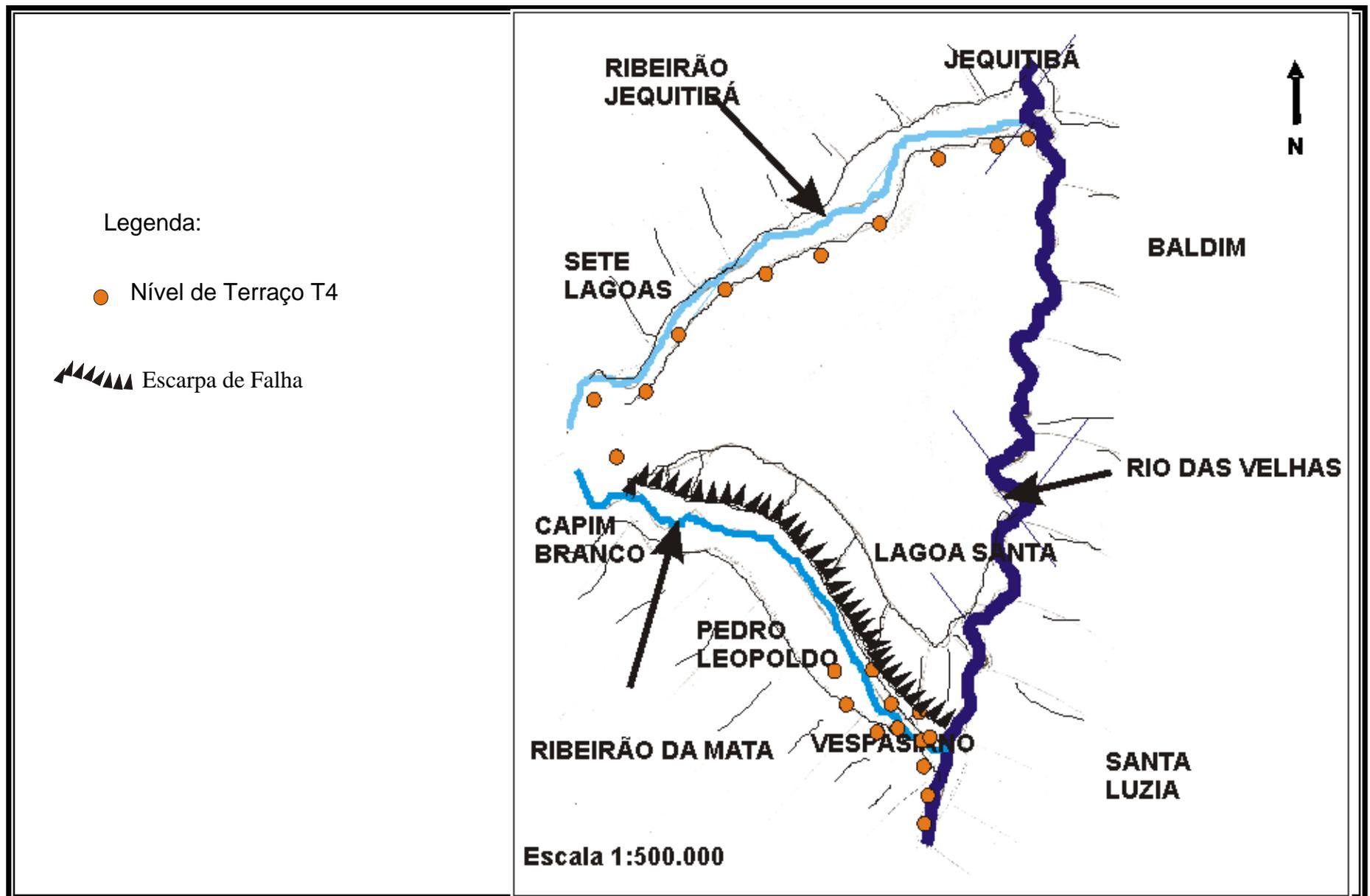


Figura 32 – Distribuição esquemática do Nível de Terraço T4

### Nível de Terraço T3

O nível de seixos de quartzo que forma a base do T3 não pode ser visualizado, pois a base deste pacote deposicional se encontra abaixo da linha d'água do canal do Ribeirão Jequitibá (Figura 33). Porém, é possível inferir a existência de um nível de seixos de quartzo formando a base deste pacote deposicional, uma vez que foram identificados seixos de quartzos distribuídos no interior do pacote deposicional.

Atualmente, o Nível de Terraço T3 corresponde topograficamente ao nível de várzea, mesmo não estando mais em construção. Este nível é encontrado ao longo do atual vale do Ribeirão Jequitibá, tendo seu canal se encaixado neste nível deposicional, erodindo-o. A instalação do canal fluvial sobre estes depósitos não permitiu que se desenvolvessem condições para a construção de uma planície de inundação típica, sendo os sedimentos atuais depositados sobre este nível, em alguns trechos, formando uma fácies jovem sobre a fácies superior do Nível de Terraço T3.

O Nível de Terraço T3 se situa em uma altitude média de 690 m (Figura 36). Nas áreas onde este nível deposicional ocorre ao longo do vale ocupado pelo Ribeirão Jequitibá não se observou o seu recobrimento por materiais oriundos dos processos de encostas, facilitando a sua identificação na paisagem. (Figura 34).

O Nível de Terraço T3 se distribui de maneira quase contínua ao longo do vale do Rio das Velhas, estando situado, em média, a 680 m de altitude. (Figura 36). O T3 ocorre escalonado em relação ao T4 e, em alguns trechos, o Nível de Várzea ocorre ora embutido ora recobrindo o T3.

Nas áreas de sua ocorrência ao longo do médio vale do Rio das Velhas não se observou o recobrimento deste nível por material proveniente das encostas, tornando mais fácil a sua identificação na paisagem, já que ocorre ocupando a mesma posição ao longo do vale fluvial. O T3 apresenta as seguintes fácies, da base para o topo:

A – Nível de seixos arredondados a sub-arredondados de quartzo (99,9 %) e itabirito (0,1%), com comprimento médio de 3 cm (média de 5 cm para os maiores e de 1 cm para os menores), em matriz areno-argilosa de coloração amarelada com presença de grandes estruturas acanaladas. Espessura média de 70 cm. Apesar de não ter sido possível visualizar a base deste pacote deposicional, infere-se a existência de seixos formando a sua base.

B – Material areno-argiloso (areia fina) marrom-amarelado com seixos de quartzo (100%) arredondados e de comprimento médio igual 3 cm (tamanho médio dos maiores igual a 5 cm e dos menores igual a 1 cm). O material apresenta-se maciço e com espessura média de 1,8 metros.

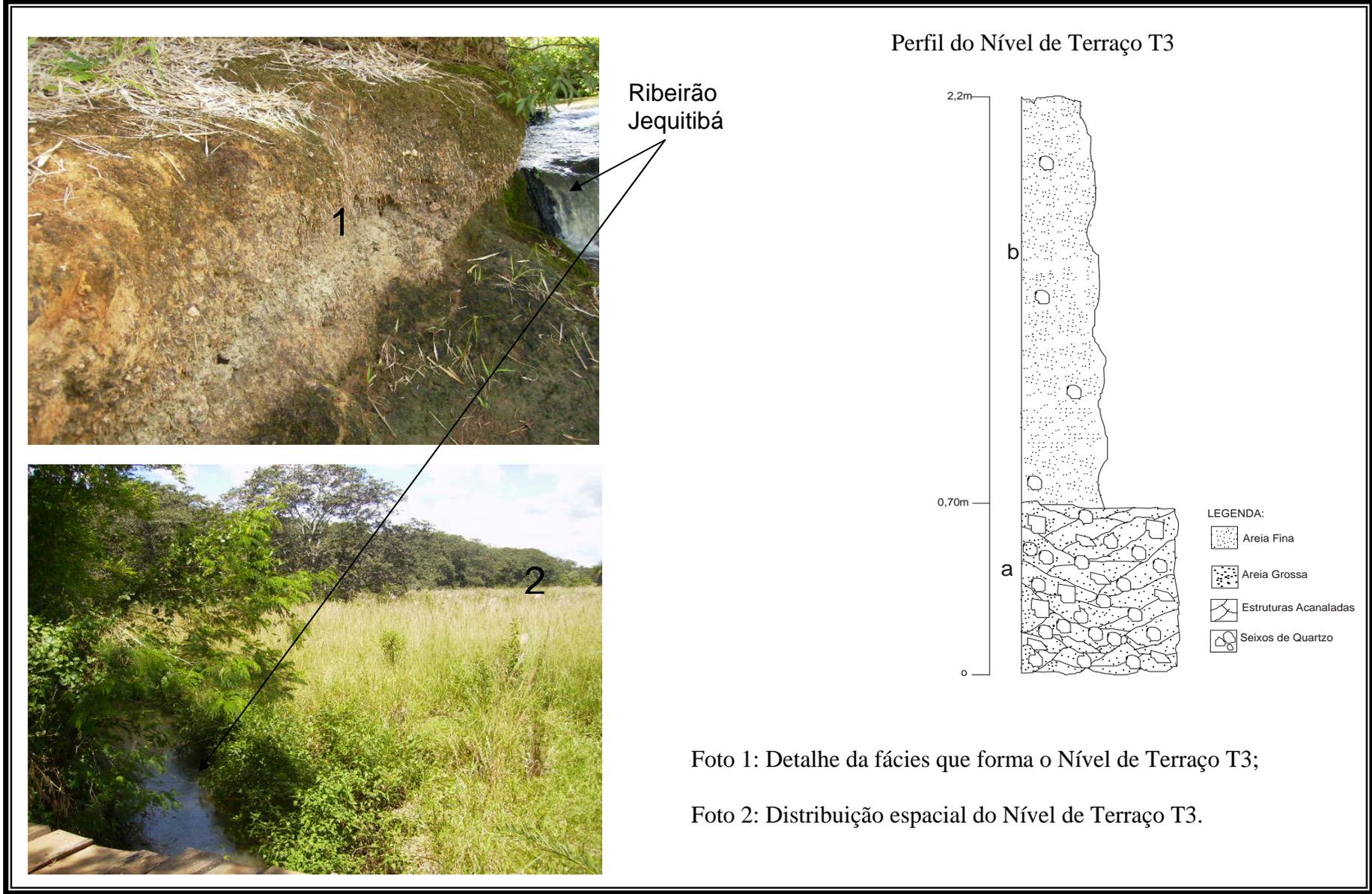


Figura 33 – Nível de Terraço T3 Embrapa Sete Lagoas

### **Nível de Terraço T3 (Segmento G)**

O nível de seixos que forma a base do T3 (Figura 35) não pode ser visualizado, sendo possível confirmar apenas indiretamente sua existência. O tamanho médio dos seixos, de quartzo, pode ser avaliado por meio de materiais dragados. As dragas extraem as areias que estão abaixo de argilas escuras, ricas em matéria orgânica, gerando uma fácies típica. O T3 foi encontrado nos segmentos **F** e **G**. A espessura média apresentada pelos depósitos deste nível é igual a 6 metros (Figura 34). As cotas altimétricas mais representativas estão representadas na figura 36 e sua distribuição espacial de forma esquemática está representada na figura 37.

Kohler (1989), ao analisar as fácies de argilas escuras ricas em matéria orgânica, encontra restos de vegetais (troncos) cuja datação por  $C_{14}$  acusou idades de  $3080 \pm 220$  A.P. e  $5150 \pm 300$  A.P. Magalhães Jr. (1993) localiza esta fácies como fase superior da 2ª fase e base da 3ª fase de formação do nível de várzea do Rio das Velhas em seu alto-médio curso, região de Belo Horizonte.

Por meio de observações e levantamentos desenvolvidos nas áreas de exploração de argilas e areias do T3, foi possível descrever este pacote sedimentar, da base para o topo, como sendo formado por:

A – Nível basal de seixos de quartzo (100%) arredondados a sub-arredondados, de tamanho médio igual a 2 cm (em média 4 cm para os maiores e 0,3cm para os menores) e material areno-argiloso (areia fina a média) de coloração amarelado, variando a cinza.. Não foi possível determinar sua espessura ou observar a presença de estruturas.

B – Fácies arenosa (areia fina a média) de coloração amarelada, variando a cinza claro, com a presença de seixos de quartzo (100%) arredondados a sub-arredondados, com tamanho médio de 2 cm (tendo os maiores 2 cm e os menores 0,1 cm, em média) dispersos na matriz. Da mesma forma, não foram observadas estruturas ou precisada sua espessura, pois este nível encontra-se submerso. Sua existência é comprovada pela extração de suas areias e seixos.

C – Material composto por argila cinza, apresentando mosqueamentos, estratificação tabular plano-paralela. Estrutura maciça de espessura igual a 1,5 m.

D – Fácies maciça de argila cinza escuro, variando a cinza claro, rica em matéria orgânica. Presença de mosquamentos e estratificação tabular plano-paralela. Espessura igual a 40 cm.

E – Material areno-argiloso (areia fina a média) de cor marrom claro a cinza claro. Marcante presença de estruturas acanaladas, cruzadas tabulares e plano-paralelas. Espessura média de 1 m.

F – Nível de Seixos de quartzo (100%) arredondados a sub-arredondados com comprimento médio de 2 cm (média dos maiores igual a 2 cm e dos menores igual a 0,1 cm), estando dispersos em matriz de areia grossa amarelada. Presença de estruturas acanaladas. Espessura de 1,80 m. Esta fácies foi definida por Magalhães Jr. (1993) como a 3ª Fase de deposição deste nível para o Rio das Velhas.



Foto 1 – Fácies do Nível de Terraço T3

### Perfil Estratigráfico do Nível de Terraço T3

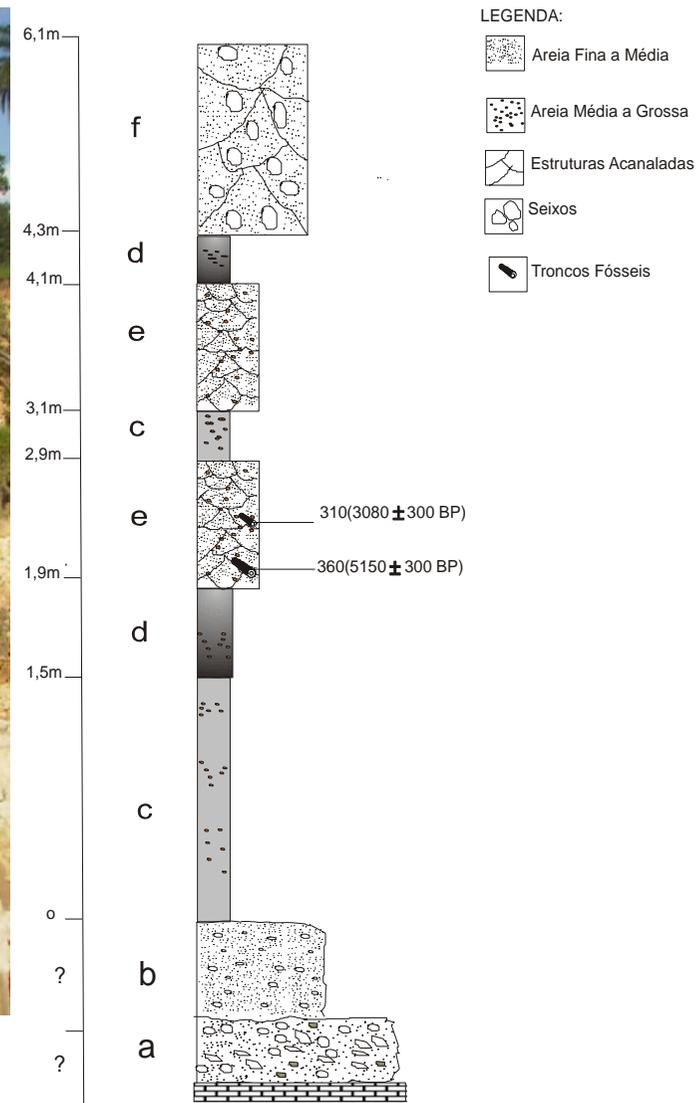


Figura 34 – Nível de Terraço T3 próximo ao município de Pedro Leopoldo

Perfil síntese do Nível de Terraço T3 do Rio das Velhas

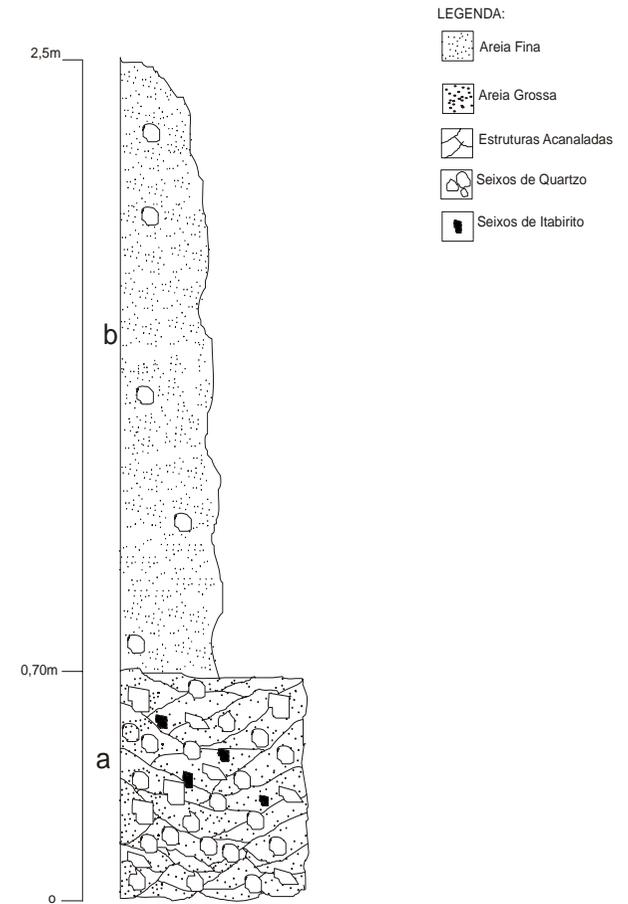
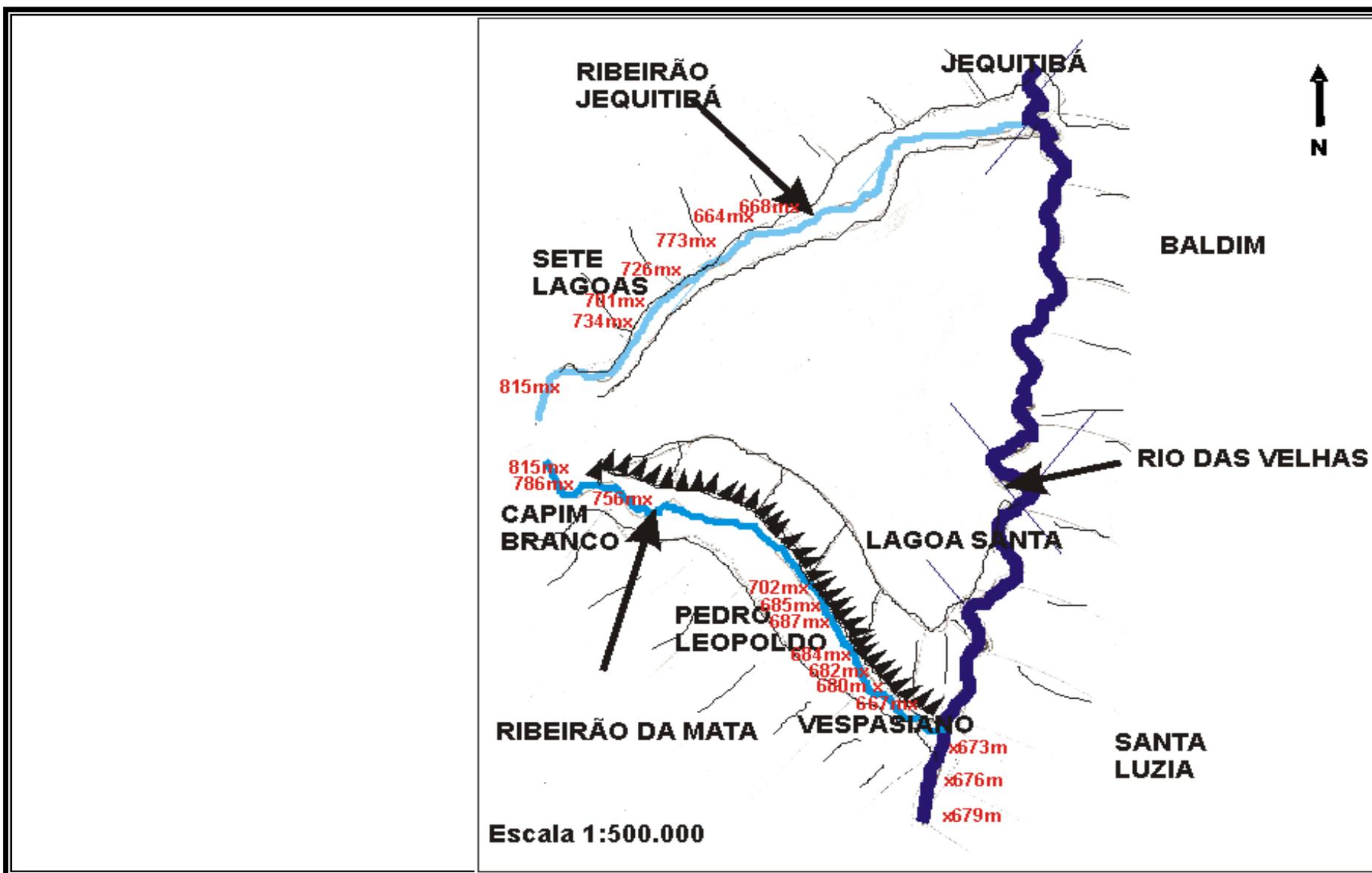
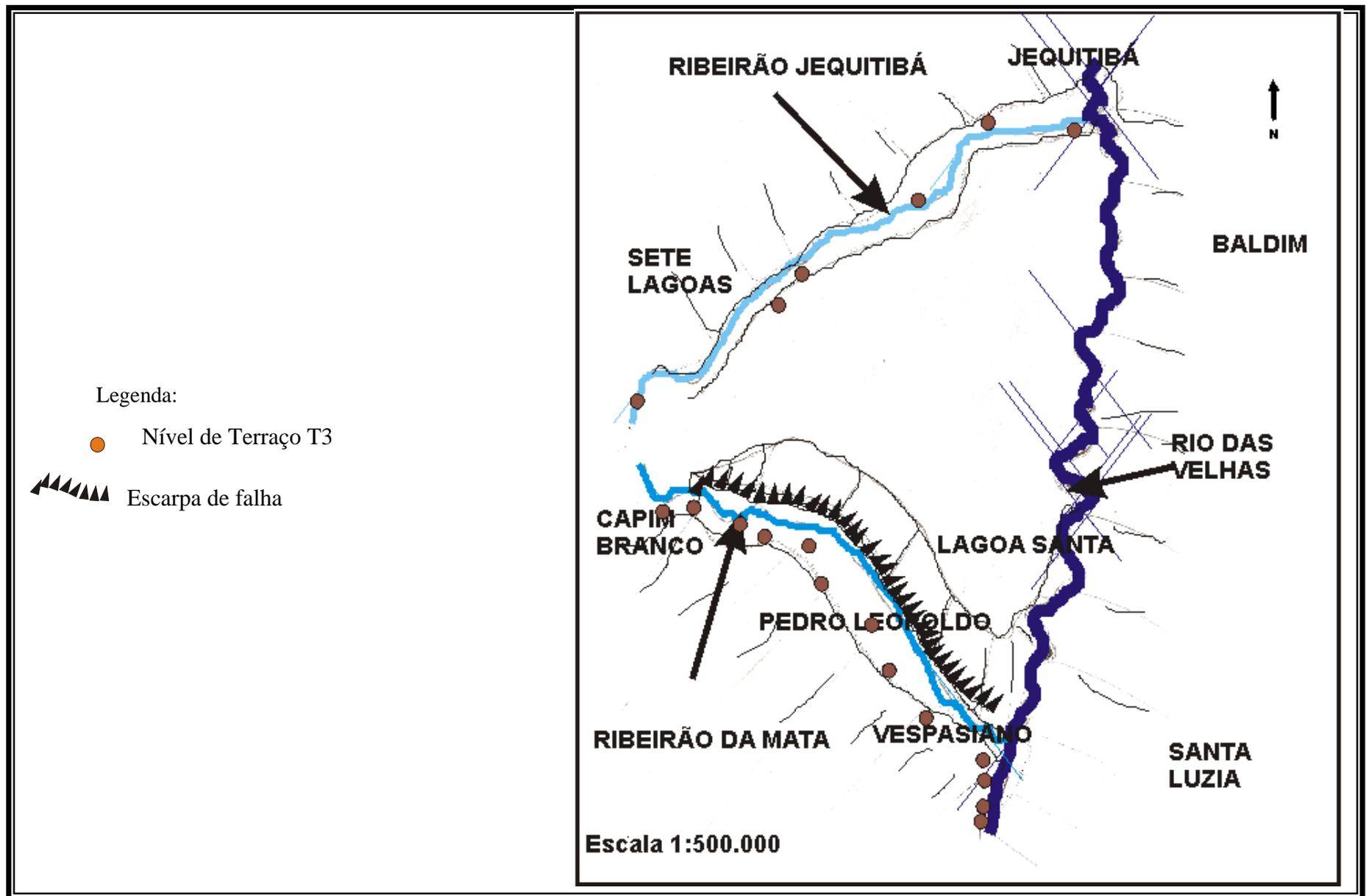


Figura 35 - Nível de Terraço T3 do Rio das Velhas



**Figura 36** - Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T3 ao longo do Paleovale do Rio das Velhas

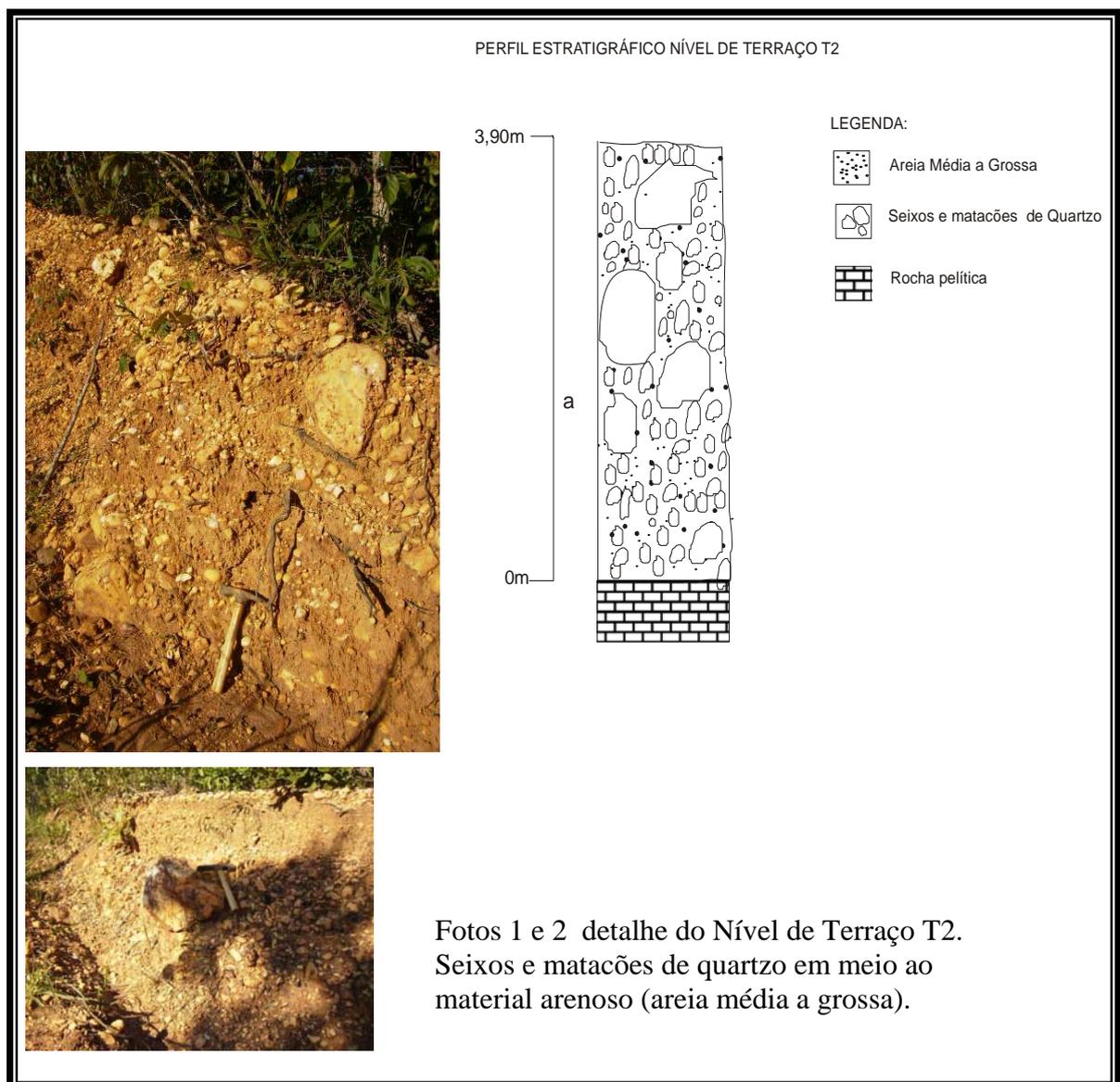


**Figura 37** – Distribuição esquemática do Nível de Terraço T3

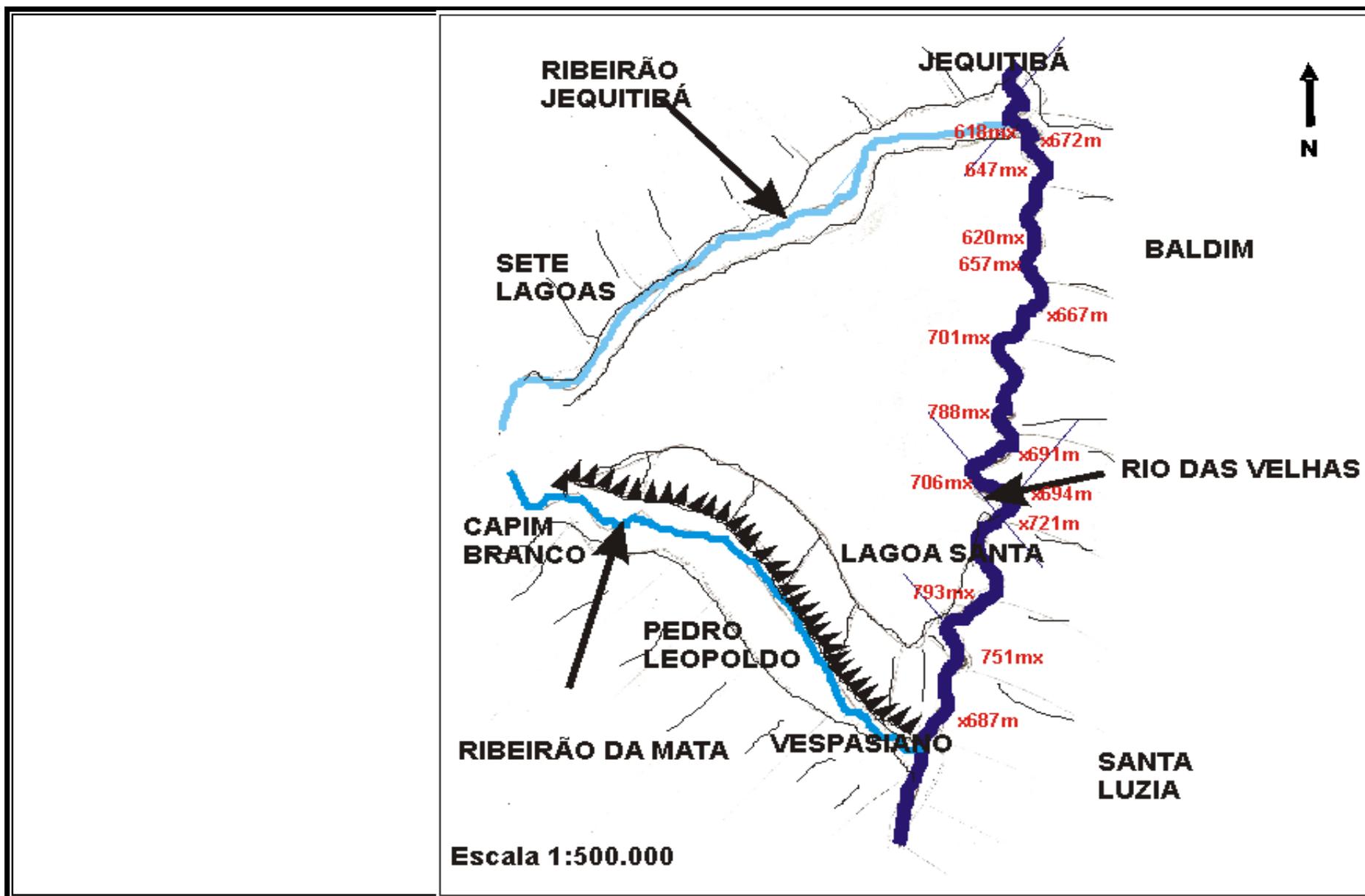
## Nível de Terraço T2

O T2 tem por substratos as rochas pelíticas, estando localizado no segmento E com altitude média de 780 m (Figura 38). A distribuição do T2 ao longo do segmento E indica uma gênese diferenciada deste nível neste segmento. As principais cotas altimétricas registradas para este nível ao longo do trecho estudado foram registradas na figura 39 e sua distribuição espacial, ao longo do vale fluvial esta representada de maneira esquemática na figura 40.

O T2 apresenta fácies formadas, da base para o topo, por seixos e matacões de quartzo (100%) em meio a material arenoso (areia média a grossa) de cor marrom, apresentando estrutura maciça. A sua gênese parece estar ligada a um ambiente de elevada energia, com grande fornecimento de carga grosseira.



**Figura 38** - Nível de Terraço T2 município de Lagoa Santa



**Figura 39** - Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T2 ao longo do vale do Rio das Velhas

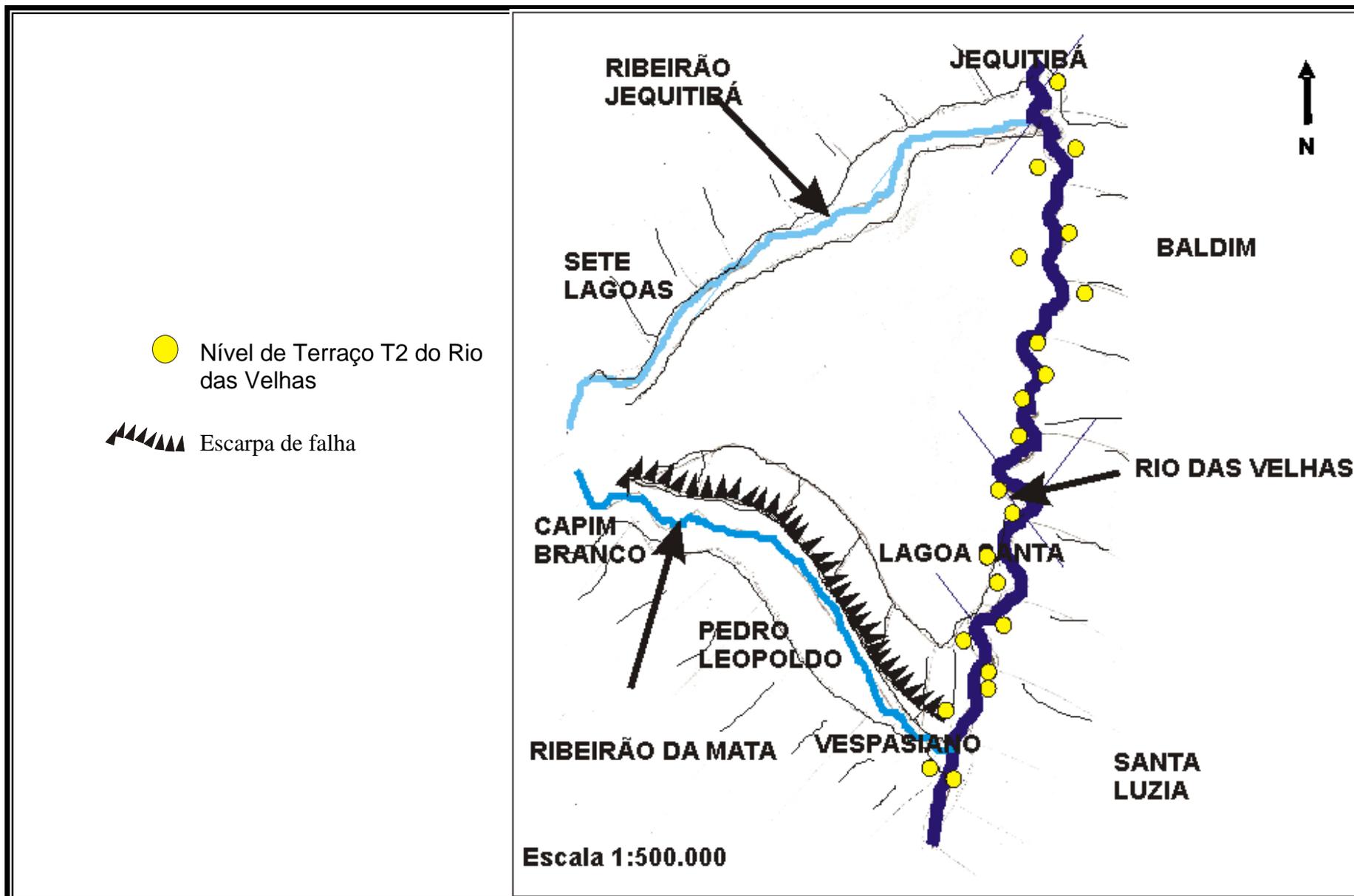


Figura 40 – Distribuição esquemática do Nível de Terraço T2 do Rio das Velhas

## **Nível de Terraço T1**

A gênese do T1 está associada a um ambiente de alta energia, não havendo deposição de materiais finos. Predomina areia (média a grossa) e seixos de quartzo. (Figura 41).

O T1 acompanha altimetricamente o canal fluvial, por vezes sustentando a várzea, embora seu ciclo de deposição tenha sido encerrado (Figura 43). Os sedimentos transportados pelo canal fluvial do Rio das Velhas recobrem este nível nas áreas onde a planície de inundação não se desenvolve. A representação esquemática das cotas altimétricas estão representadas na figura 42.

O Nível de Terraço T1 do Rio das Velhas é formado pelas seguintes fácies, da base para o topo:

A – Fácies arenosa (areia média a grossa) intercalada por lentes de argila, areia fina e matéria orgânica (galhos, folhas e restos de vegetação). Nota-se a presença de grandes estratificações plano-paralelas e nível basal seixos arredondados de quartzo, de tamanho médio igual a 4 cm (tamanho médio dos maiores igual a 6 cm e dos menores igual a 3 cm). A espessura da fácies é de 1,50 m. Não foi possível observar a base deste pacote.

B – Material arenoso (areia média a grossa) sem a presença de seixos, sendo observados apenas grânulos de quartzo de tamanho milimétrico e cerca de 3 m de altura.. Presença de estruturas plano-paralelas. Em alguns trechos esta fácies é recoberta por material areno-argiloso (areia fina a média) proveniente da deposição atual.



Foto 1 - Nível de Terraço T1

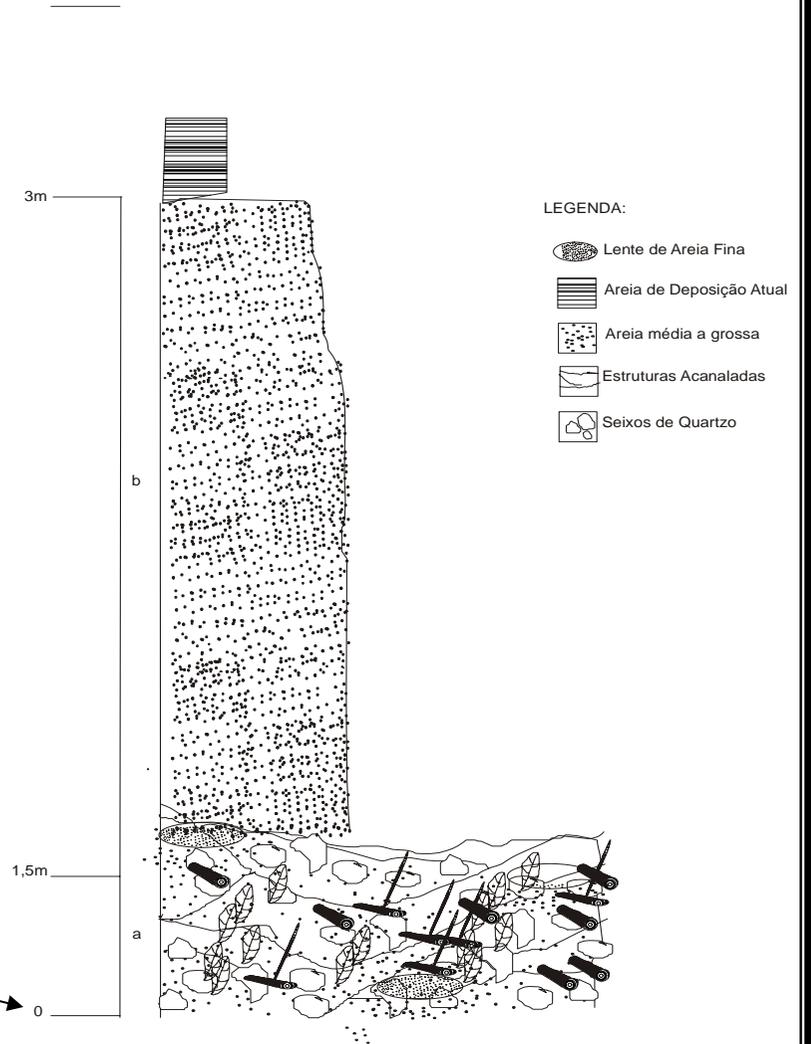


Figura 41 – Nível de Terraço T1

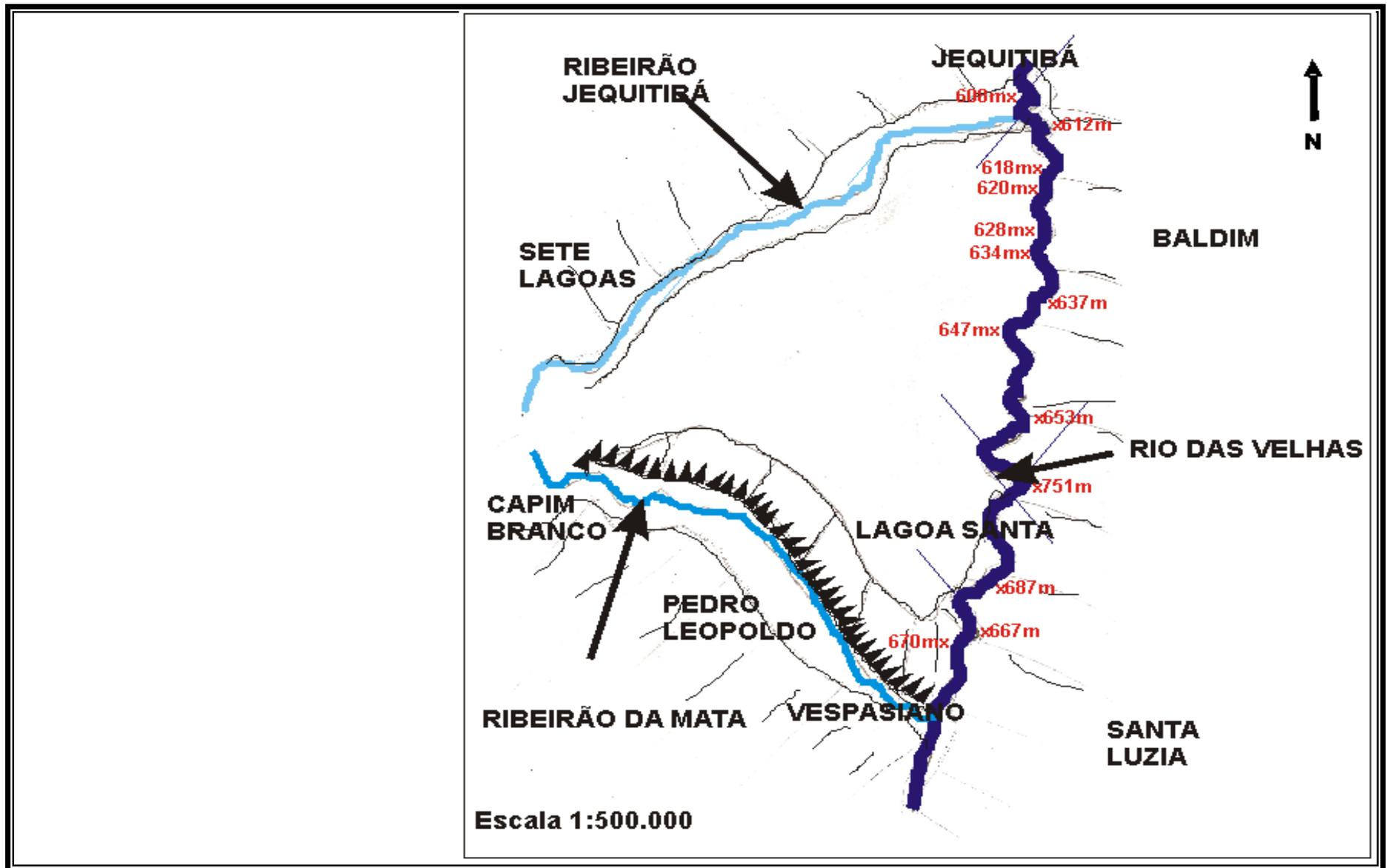
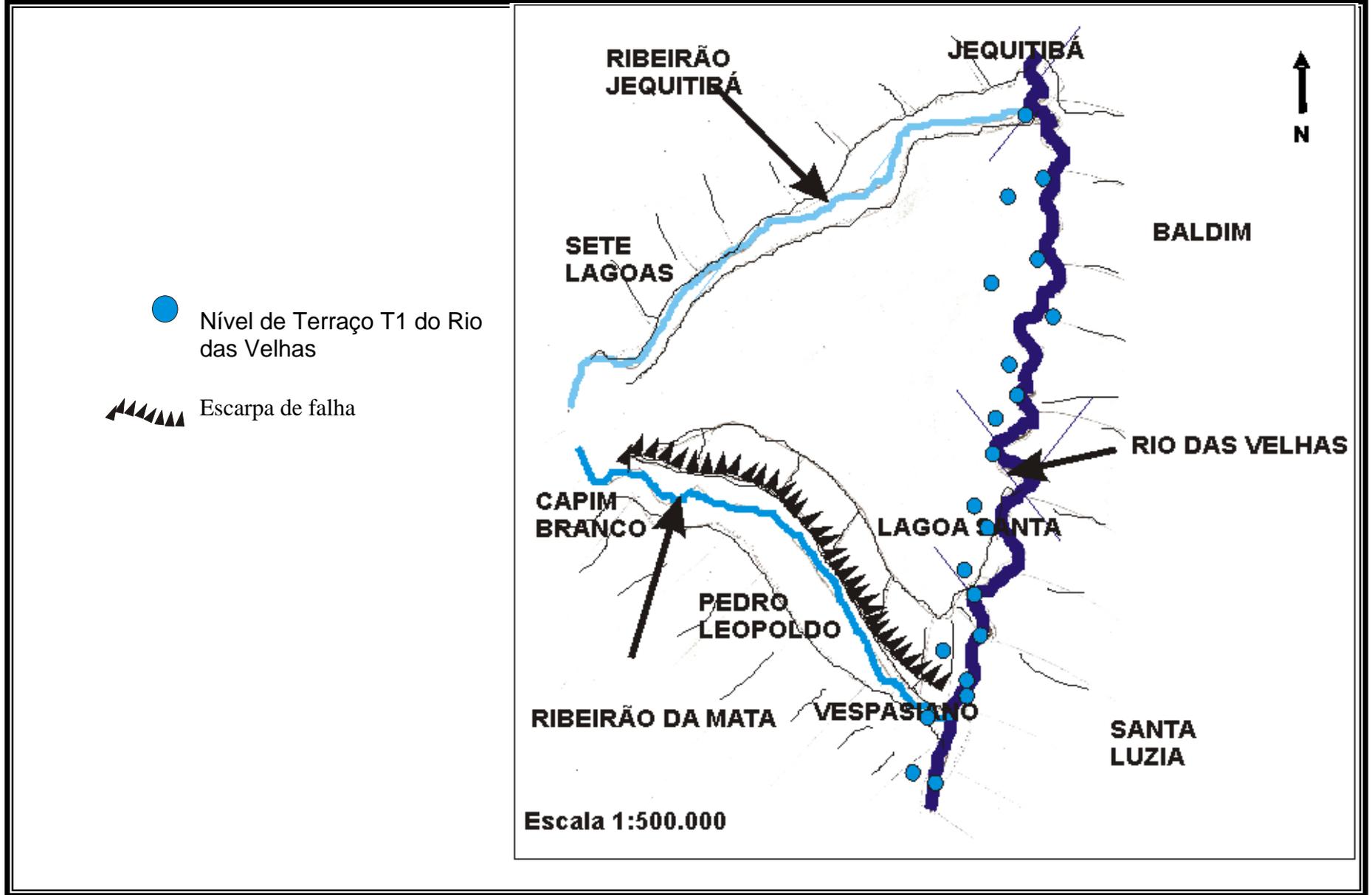


Figura 42 - Representação esquemática da distribuição das cotas altimétricas do Nível de Terraço T1 ao longo do vale do Rio das Velhas



**Figura 43** – Distribuição esquemática do Nível de Terraço T1 do Rio das Velhas

## Nível de Várzea

A construção do perfil síntese representativo do Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá foi baseada na observação direta em campo deste pacote e de suas principais características.

O Nível de Várzea ocupa área pouco significativa das margens e, quando ocorre, está embutido no T3. Em alguns trechos do vale é o próprio T3 que sustenta a várzea, sendo o material transportado pelo canal do Ribeirão Jequitibá depositado sobre este nível, recobrando-o (Figura 44).

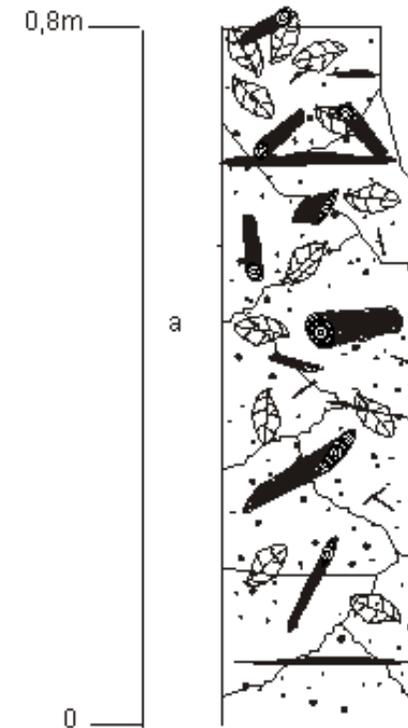
O entalhe da rede de drenagem nos depósitos constituintes do T3 não permite o desenvolvimento de uma planície de inundação típica, sendo o material transportado pelo canal fluvial depositado diretamente sobre o terraço, desenvolvendo uma fácies jovem sobre uma fácies antiga. A disposição do Nível de Várzea ao longo do canal fluvial do Ribeirão Jequitibá está representada na figura 45. Este Nível de Terraço, então, passa a corresponder topograficamente ao nível de várzea, sofrendo periódicas inundações, embora não esteja mais em construção, uma vez que os materiais depositados são outros.

A distinção entre os depósitos de várzea atuais e os constituintes do T3 se faz, principalmente, por critérios estratigráficos. O limite entre a fácies superior do Nível de Terraço Inferior e o nível de várzea não puderam ser visualizadas, pois se encontram abaixo da linha da água e não ocorre a formação de uma planície de inundação típica. O Nível de Várzea apresenta a seguinte fácies:

A – Material areno-argiloso (areia média a grossa), de coloração marrom amarelado, presença de estruturas acanaladas e matéria orgânica (galhos, troncos, folhas, etc). O pacote sedimentar apresenta espessura média de 0,8 m.

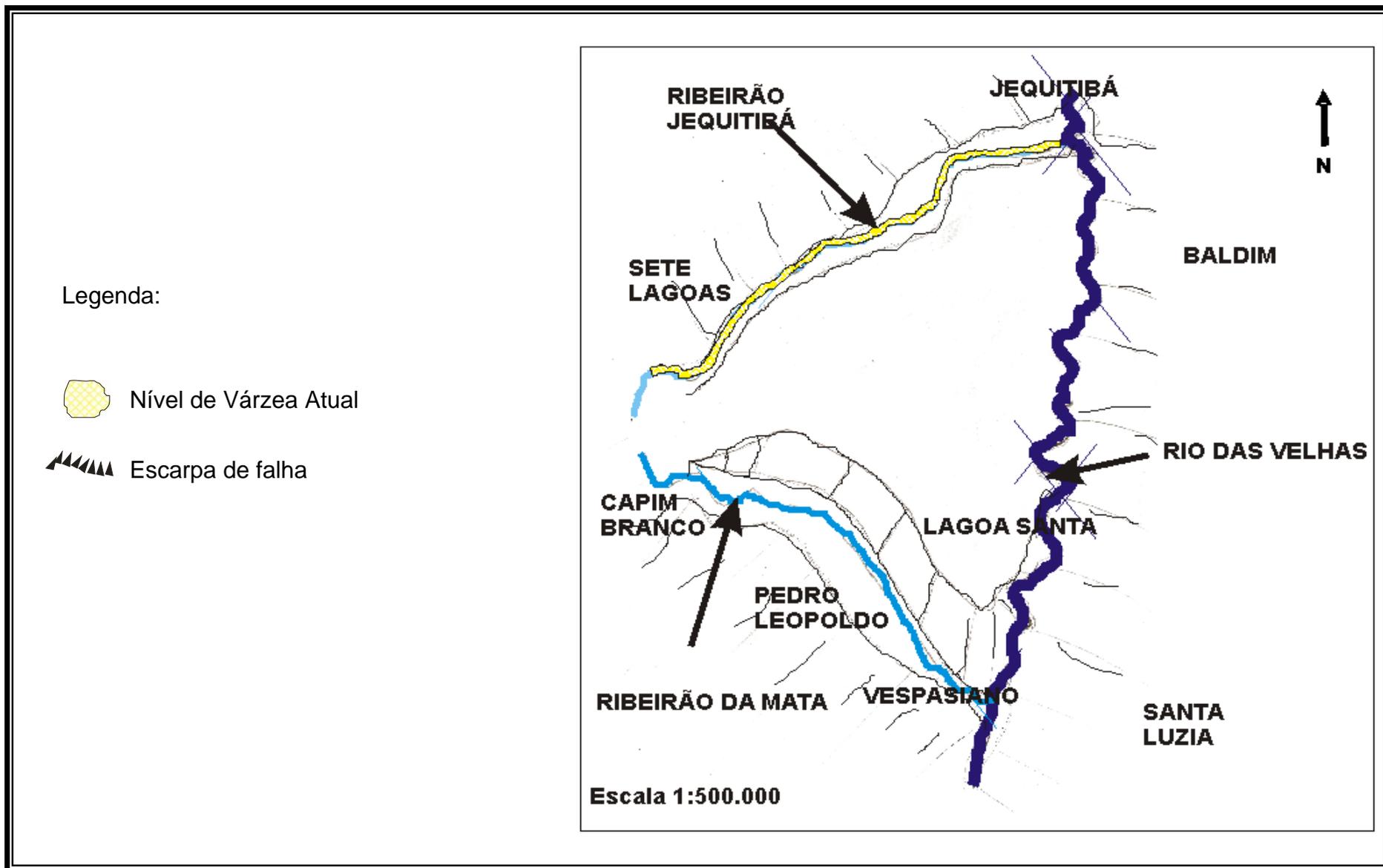


Perfil síntese do Nível de Várzea do  
Ribeirão Jequitibá



Fotos 1 e 2 - Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá. Notar a forte presença de troncos e folhas que caracterizam este nível deposicional.

**Figura 44** – Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá

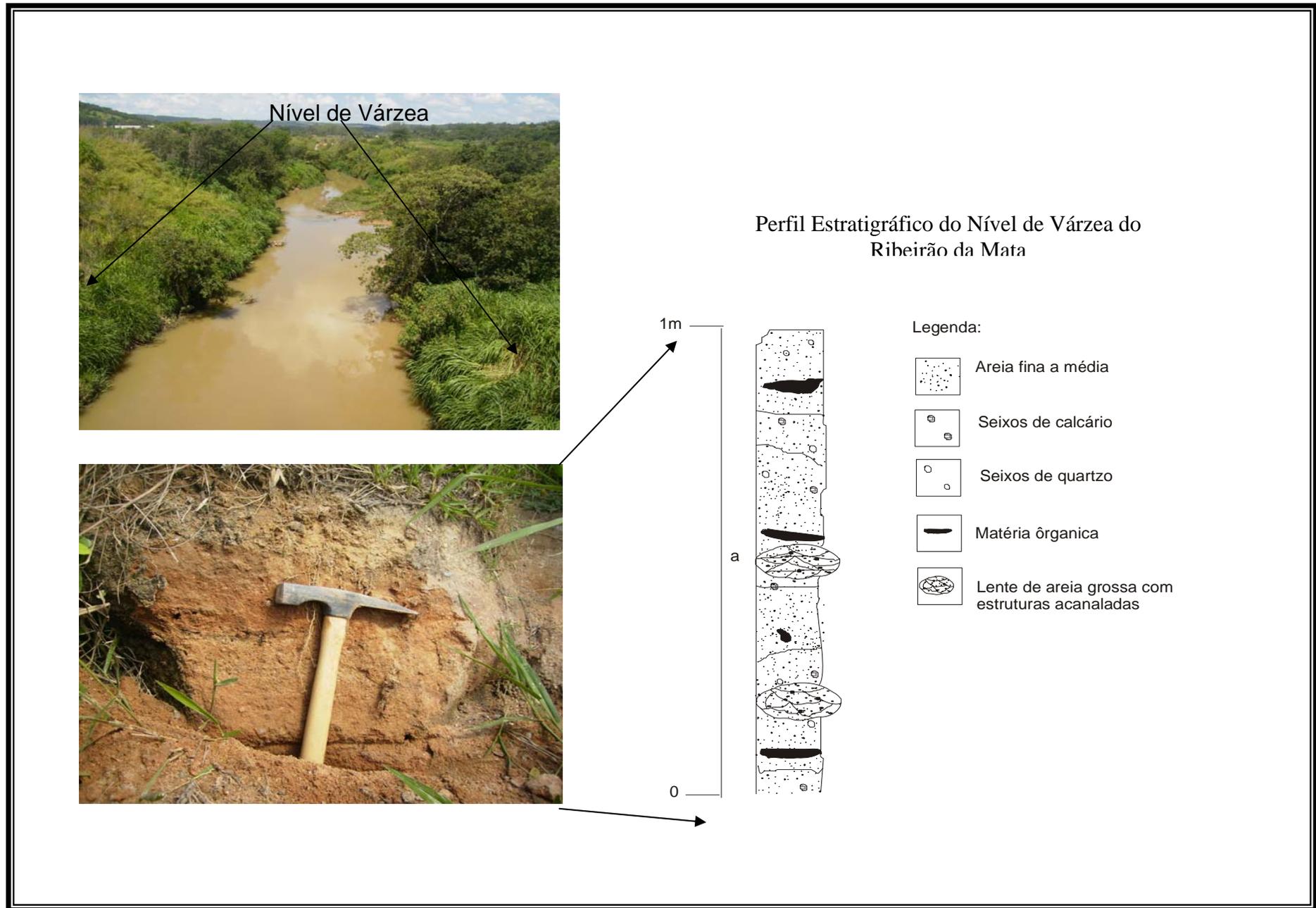


**Figura 45** – Distribuição esquemática do Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá ao longo do Paleovale

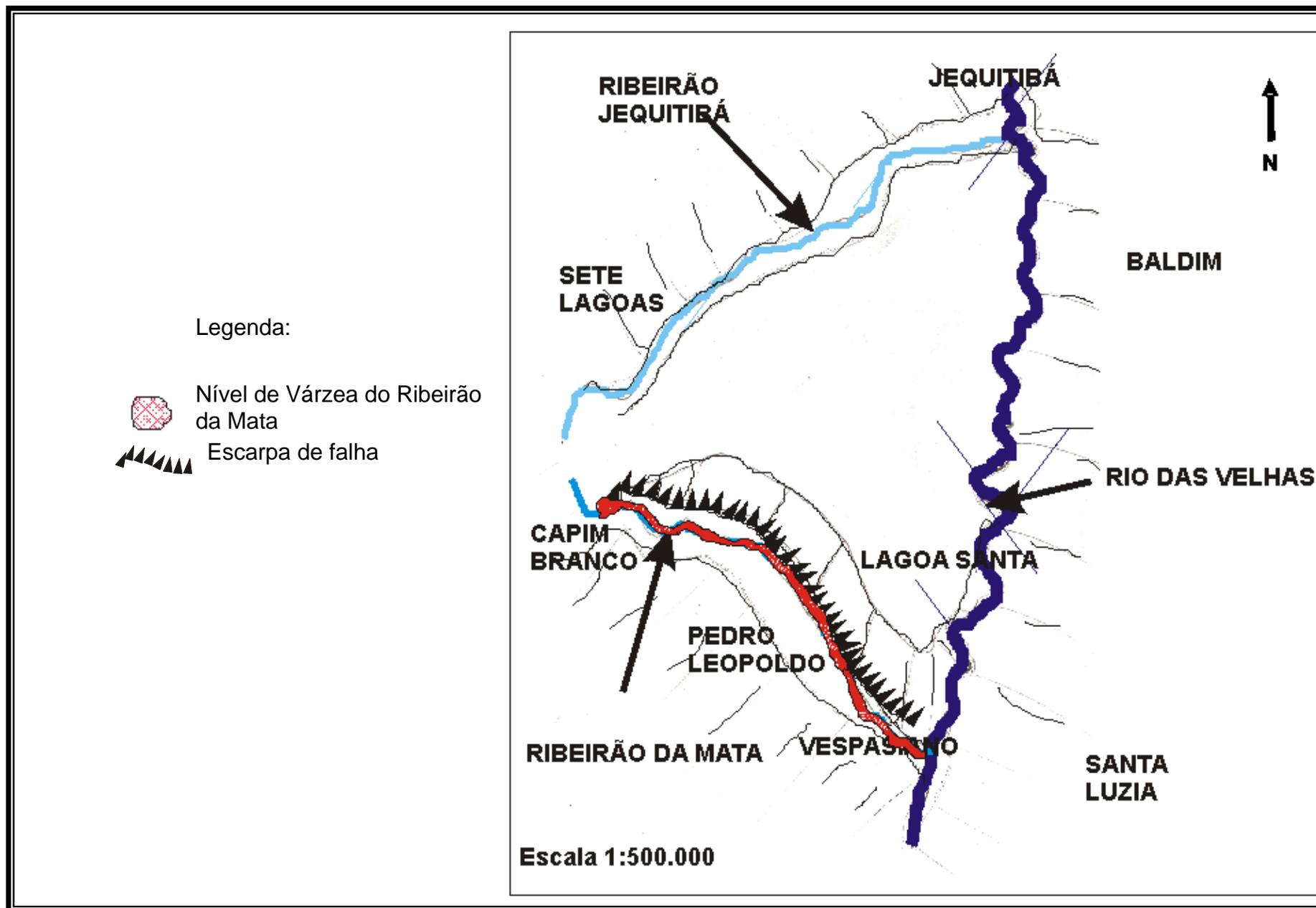
O Nível de Várzea do Ribeirão da Mata é encontrado em todo o vale fluvial, ocupando área pouco significativa de suas margens, estando embutido no T3 (Figura 46). Em alguns trechos do vale é o próprio T3 que sustenta a várzea, sendo recoberto por material aluvial da dinâmica atual do ribeirão. Nesse sentido, nestes trechos o T3 corresponde topograficamente ao nível de várzea, embora não esteja mais em construção. A figura 47 apresenta a distribuição espacial do Nível de Várzea do Ribeirão da Mata, ao longo de seu vale.

A distinção entre os depósitos de várzea atuais e os constituintes do T3 se faz por critérios estratigráficos. O T3 apresenta material areno-argiloso (areia fina a média) em estrutura maciça de cor marrom e seixos de quartzo (100%) bastante arredondados, de tamanho médio igual a 3 cm (média de 3 cm para os maiores e 0,5 cm para os menores). A fácies basal do nível de várzea não pode ser visualizada. Seus depósitos visíveis são descritos, da base para o topo, como constituídos da seguinte fácies:

A – Seixos de quartzo (99%) de tamanho médio igual a 1 cm (média de 1 cm para os maiores e 0,2 cm para os menores) e seixos de calcário (1%) arredondados a sub-angulosos com tamanho médio de 1 cm (tamanho médio dos maiores igual a 1 cm e 0,1 cm para os menores) inseridos em matriz areno-argilosa (areia média a grossa) de coloração marrom-amarelada. Esta fácies apresenta ainda lentes de areia grossa amarelada com estratos cruzados tabulares, apresentando estruturas plano-paralelas e matéria orgânica, além de pequenas estratificações cruzadas acanaladas, estrutura maciça e espessura média de 1 m.



**Figura 46** - Nível de Várzea do Ribeirão da Mata



**Figura 47** – Distribuição esquemática do Nível de Várzea do Ribeirão da Mata ao longo do Paleovale

Foi elaborado um perfil síntese que visa descrever as principais características que definem este nível ao longo do trecho estudado (Figura 50). Em parte do trecho estudado, o nível de várzea, cuja gênese esta ligada aos modernos depósitos aluviais do Rio das Velhas, repousa sobre o T3. Este nível deposicional atualmente não está mais em construção, porém é eventualmente recoberto pelas inundações (Figura 48). Dessa forma, nestes trechos o Nível de Terraço Inferior atua topograficamente como várzea.

Ao longo do trecho estudado o Nível de Várzea apresenta variações tanto nas características das seqüências sedimentares como em sua distribuição no vale sendo representado em uma figura síntese. Este fato foi observado à montante da área investigada por Magalhães Jr. (1993), o que é claramente condicionado pela variação da largura do vale.

Os depósitos correlacionados ao T3 podem ser distinguidos dos sedimentos depositados atualmente por critérios estratigráficos. Porém, identificar precisamente os limites entre um nível e outro é tarefa muito difícil. O Nível de Várzea, além da presença de matéria orgânica, se distingue pelo material areno-argiloso de cor marrom-amarelada, sem a presença de estruturas.

Já o T3 possui, da base para o topo: a) base: fácies areno-argilosa marrom-amarelada com seixos de quartzo de tamanho médio igual a 3 cm de comprimento e alto grau de arredondamento; b) topo: material areno-argiloso marrom-amarelado a vermelho-amarelado, também sem a presença de estruturas.

No trecho estudado, o Nível de Várzea ora recobre o T3 ora encontra-se embutido no mesmo. No entanto, não foi possível visualizar a sua base (terraço) ou o substrato rochoso subjacente. Provavelmente, a composição da base do T3 é de seixos de quartzo e material areno-argiloso. A presença de seixos de quartzo distribuídos ao longo perfil indicaria a existência de um padrão, em que o nível basal é formado por seixos de quartzo. Este fato foi observado nos demais perfis onde o nível basal de seixos de quartzo é aparente.

A ocorrência do Nível de Várzea recobrindo o T3 é condicionada pelo forte controle estrutural do canal fluvial no segmento **D**: falhamentos e fraturas dificultam a migração do canal e a construção de uma ampla planície de inundação. A ocorrência de meandros encaixados, provocando o estreitamento do canal, facilita o extravasamento das águas nas inundações, levando à deposição da carga sedimentar moderna sobre o T3, recobrindo-o.

No segmento **E**, o vale do Rio das Velhas se amplia. Cresce também a área ocupada pelo Nível de Terraço T1. Foi verificado, ao longo deste segmento, o embutimento do Nível de Várzea no T1, em estreita ligação com a ampliação da largura do vale. Embora

ainda ocorra o condicionamento do canal fluvial por falhas e fraturas, os meandros passam a ser mais amplos neste segmento, apresentando alguma mobilidade lateral.

Os depósitos de várzea se distribuem ao longo do médio vale do Rio das Velhas e nas áreas de confluência com seus tributários (Figura 51). De maneira geral, este nível pode ser descrito como um pacote sedimentar de espessura média de 2,5 metros formado pela deposição de areia fina de coloração marrom-amarelada, variando à acinzentada, e presença de matéria orgânica e grandes estruturas plano-paralelas.

A dinâmica hidrossedimentar atual é marcada pela presença de seixos de quartzo e areia nas calhas. Foram identificadas variações nas características de deposição do Nível de Várzea ao longo da área estudada. Tais variações são caracterizadas pela ocorrência de deposição direta de sedimentos areno-argilosos (areia média a grossa) sobre os seixos que constituem o T1 (Figura 50).

O Nível de Várzea identificado se correlaciona diretamente com a 3ª fase de formação proposta por Magalhães Jr. (1993) para o alto-médio vale do Velhas (Figura 49), sendo este assim descrito, da base para o topo:

A – Espessura média de 30 cm de material composto por areia (areia grossa) marrom-amarelada e nível de seixos de quartzo (99,8%) e outras litologias (0,2%), arredondados a sub-angulosos, suportados, com comprimento médio de 2 cm (tamanho médio dos maiores igual 3 cm e dos menores igual a 1 cm) e a presença de estruturas acanaladas.

B – Fácies de areia grossa marrom-amarelada com seixos espaços de quartzo (100%), arredondados a sub-arredondados, de tamanho médio igual 2 cm (média de 3 cm maiores para os maiores e 1 cm para os menores). Foi ainda possível identificar a presença de lentes de areia fina e abundantes estruturas acanaladas. Este pacote apresenta espessura média de 60 cm.

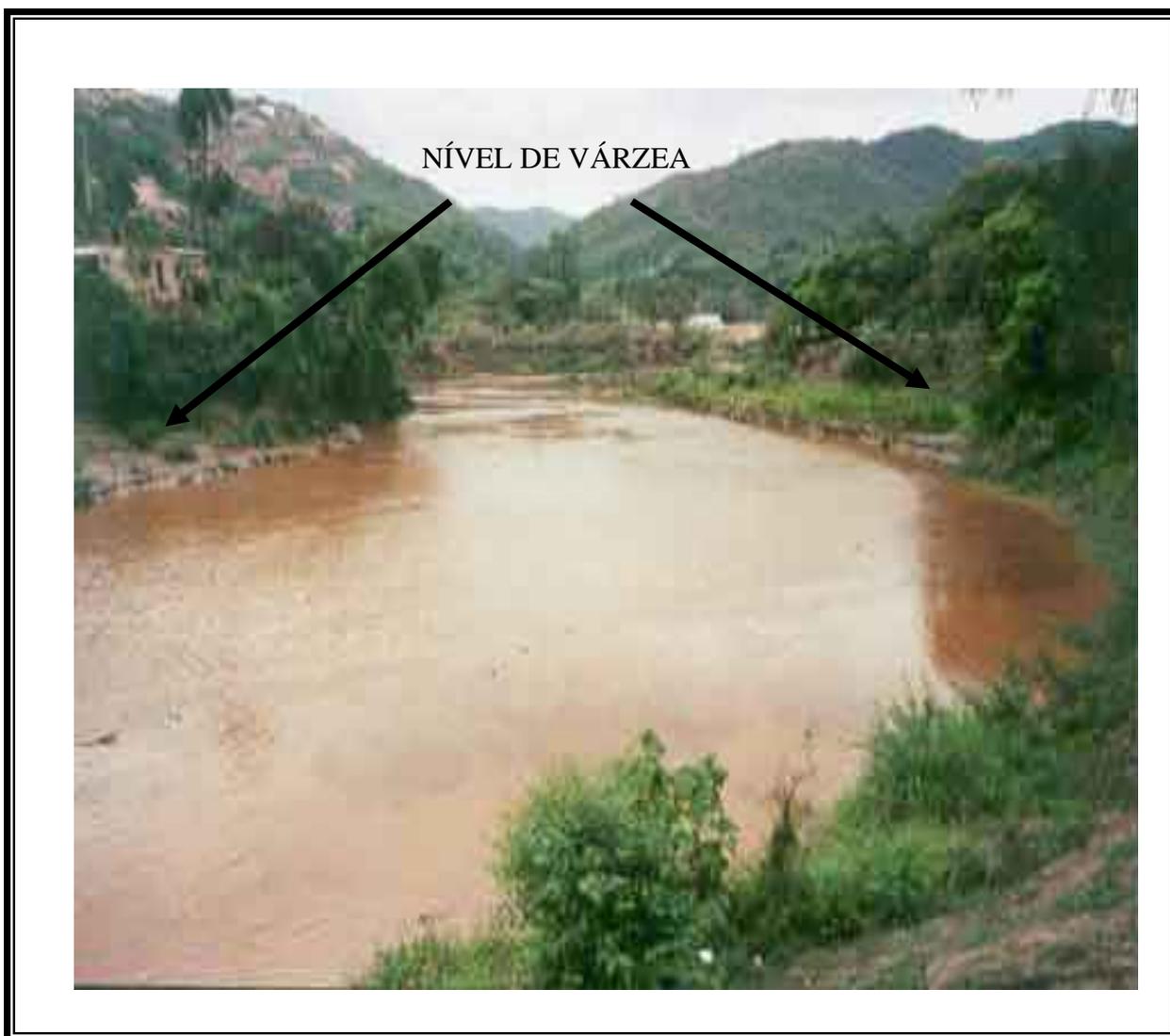
C – Material areno-argiloso (areia fina) com espessura média de 2 m apresentando forte bioturbação e lentes de areia estratificadas. Não foi possível observar a presença de seixos no interior desta matriz. Esta fácies encerra as características deposicionais identificadas para este nível, ou seja, representa os últimos estágios deposicionais.

Fato é que, assim como observado por Magalhães Jr. (1993), em alguns locais a seqüência de fácies **B** não ocorre recobrimdo a seqüência **A**, formada por nível de

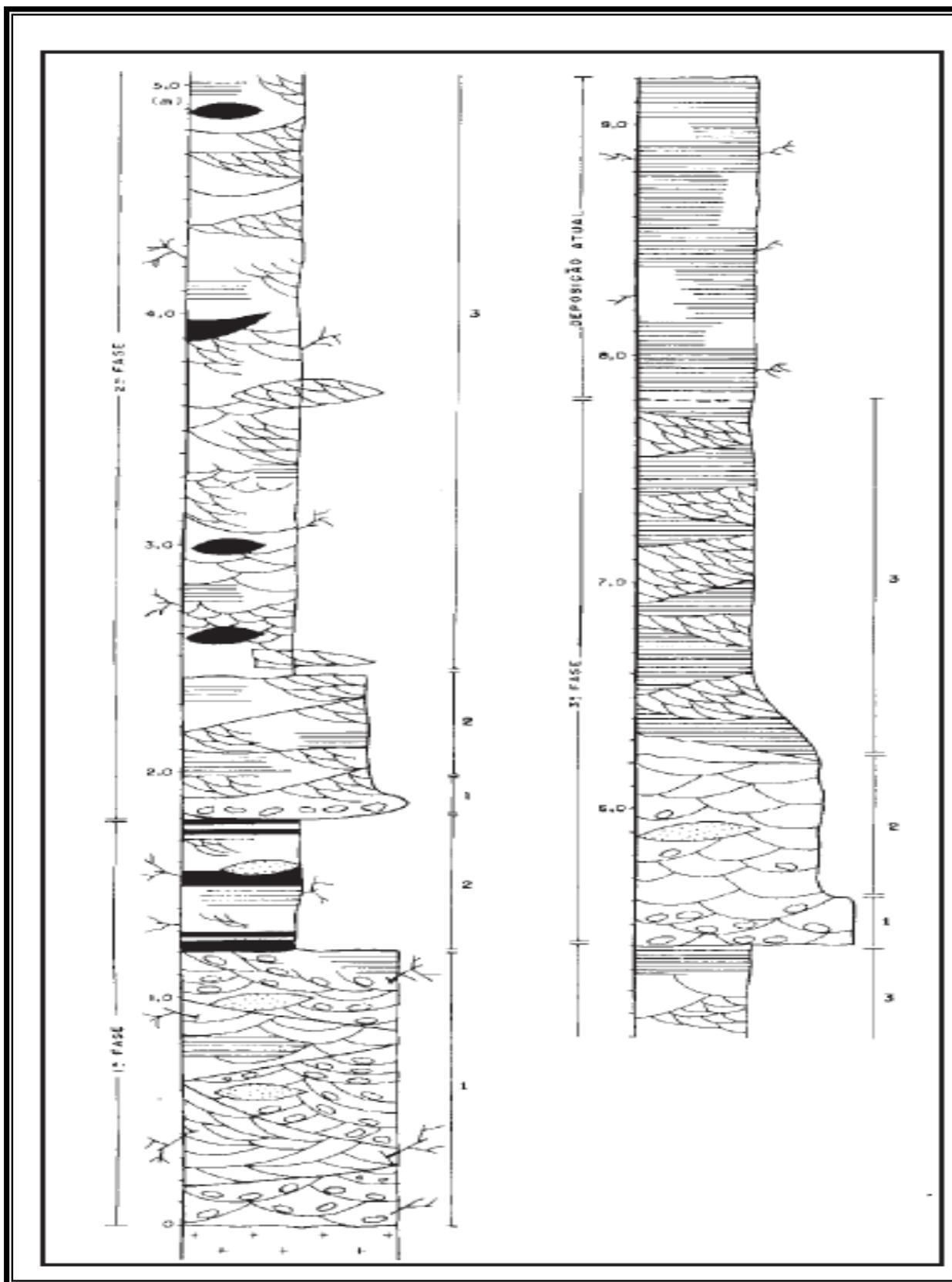
seixos de quartzo. Nestes locais, esta seqüência é diretamente recoberta pela seqüência de fácies **C**. Em outros locais, onde ocorre a ausência das seqüências de fácies **A**, **B** ou ambas, as fácies superiores (fácies **C**) recobrem diretamente o Terraço Inferior.

Como referido anteriormente, a separação entre as fácies de várzea e a fácies fina do topo do Terraço Inferior não é fácil, pois elas possuem textura parecida.

As areias provenientes da fase de deposição atual são marcadas pela forte presença de estruturas plano-paralelas, sendo este mais um ponto de consenso entre este trabalho e o desenvolvido por Magalhães Júnior (1993) em um trecho do vale do rio das Velhas localizado à montante da área do presente estudo.



**Figura 48** – Nível de Várzea do Rio das Velhas entre Santa Luzia e a foz do Ribeirão da Mata Município de Vespasiano.



**Figura 49** - Perfil Síntese do Nível de Várzea mostrando as diferentes fases de formação deste nível para o paleovale do Rio das Velhas (MAGALHÃES JR., 1993).

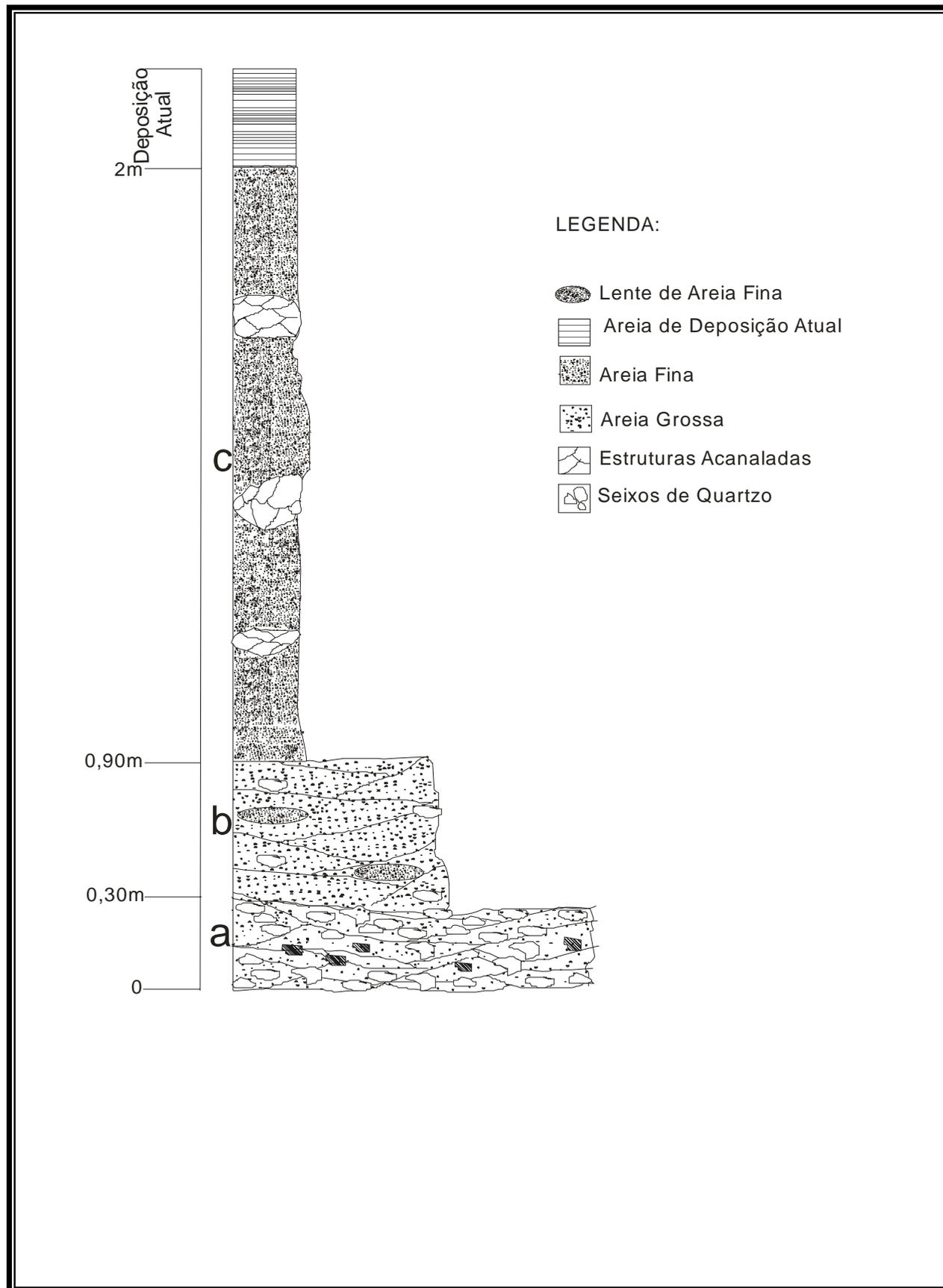
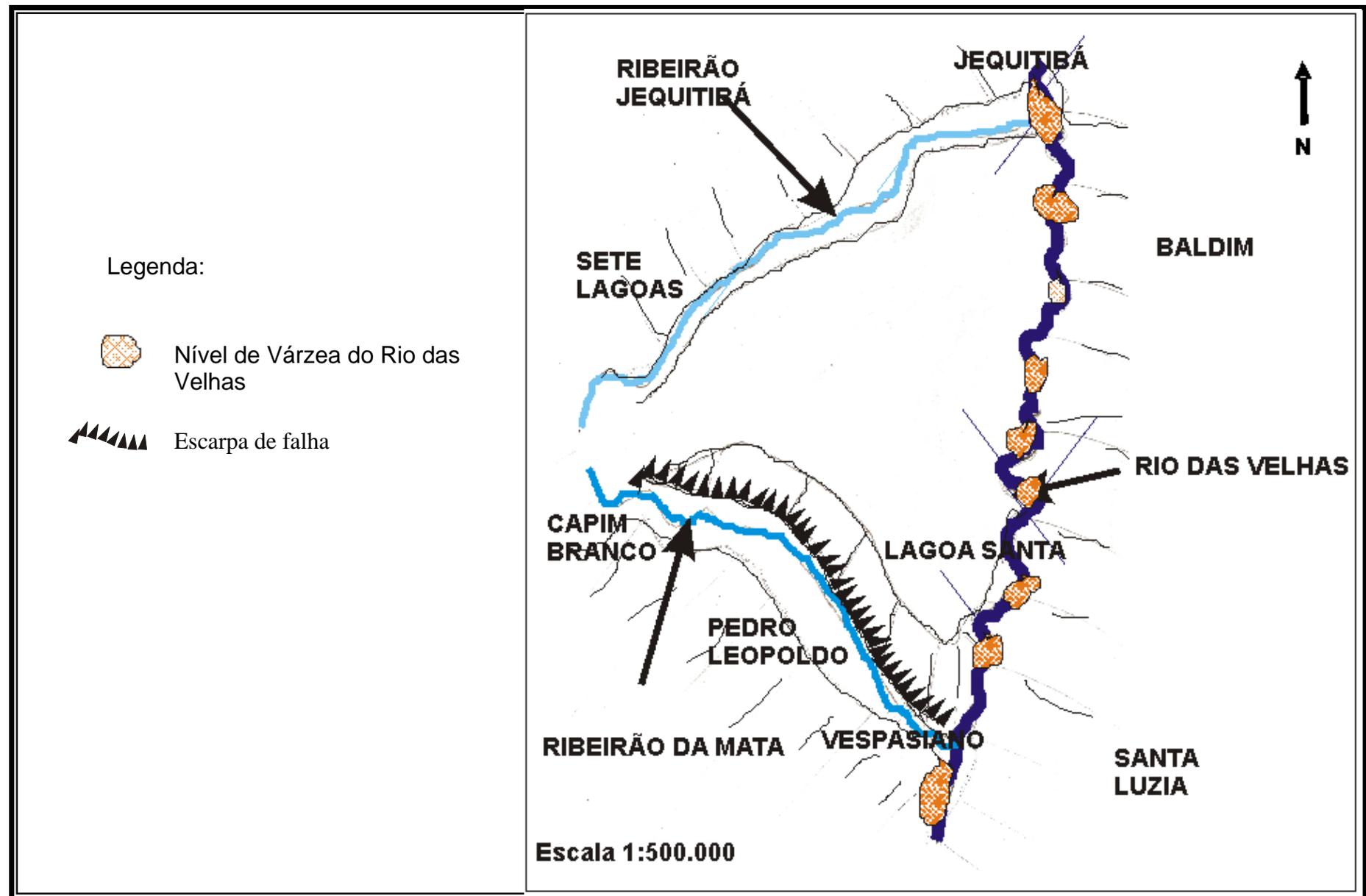


Figura 50 – Perfil Síntese do Nível de Várzea do Rio das Velhas



**Figura 51** – Distribuição esquemática do Nível de Várzea do Rio das Velhas

## 8.1. Caracterização dos Eluvios

Embora não seja um objetivo central neste trabalho a caracterização dos materiais oriundos da encosta, estes serão, aqui, brevemente descritos. Apresentam pequena variação apenas quanto a sua espessura, altura, altitude e área de ocorrência.

A ocorrência de seqüências pouco significativas dos eluvios ao longo dos vales estudados e o fato de que eles serão analisados apenas com o objetivo de subsidiar a identificação e o levantamento dos aluvios justificam uma caracterização estratigráfica não aprofundada das referidas seqüências.

A relativa concentração de seixos angulosos provenientes da meteorização de rochas carbonáticas e posterior remoção de finos por “lavagem”, através da ação direta das águas pluviais, caracterizam o manto eluvial na área, diferenciando-o estratigraficamente dos alúvios. (Figura 52).

A seqüência é formada por nível de seixos de quartzo angulosos suportados com comprimento médio de 3 cm e matriz composta por areia média marrom claro. Os pacotes apresentam uma espessura média de 60 cm. Eventualmente podem ocorrer níveis de seixos de quartzo ferruginizados e localmente podem ser observados fragmentos de lateritas.

Segundo Magalhães Jr. (1993), nas adjacências da Serra da Mata não é rara a ocorrência de depósitos arenosos que apresentam tonalidades avermelhadas, sem a presença de material detritico em seu interior, estando localizados, geralmente, na base das encostas.

### Caracterização do Eluvio

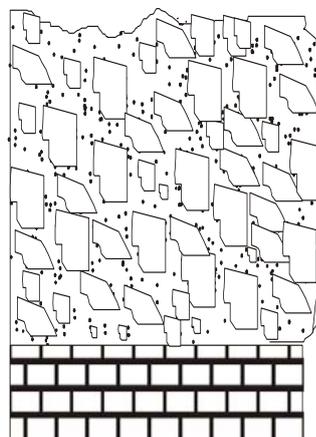


Perfil estratigráfico do Eluvio

0,6m

a

0



### LEGENDA:

 Areia Média

 Seixos de Quartzo

 Rocha pelítica

**Figura 52** - Eluvio e substrato rochoso

## 8.2. Análise Comparativa Entre os Níveis e Seqüências Depositionais

Foram levantados quatro níveis deposicionais ao longo dos vales do Ribeirão Jequitibá, Ribeirão da Mata e Rio das Velhas, considerando a sua posição topográfica e suas seqüências sedimentares. A utilização de critérios estratigráficos permitiu agrupar as fácies típicas de cada nível e suas seqüências deposicionais foram representadas através de perfis estratigráficos síntese.

Para a caracterização dos sedimentos grosseiros foram observados aspectos variados como a morfologia dos seixos, petrografia, tamanho médio, comprimento médio e grau de arredondamento. Para os sedimentos de granulometria fina foram considerados aspectos físicos como textura, presença ou não de estrutura, cor e quantidade de argila e silte.

A correlação foi realizada a partir da observação do conjunto de todas as características acima descritas, que foram associadas ao desnível e à posição topográfica dos depósitos em relação à atual calha fluvial (Tabela II).

Na caracterização dos sedimentos de cada vale estudado foi utilizada a proposta elaborada por Miall (1985) (Tabela III). Este autor elaborou uma proposta de análise dos elementos da arquitetura vertical dos depósitos fluviais, relacionando-os à morfologia dos canais, e estabeleceu códigos para designar as principais litofácies verificadas nos diferentes depósitos.

As diferenças altimétricas, petrográficas, de comprimento médio dos seixos e a espessura máxima de cada nível de terraço representadas na Tabela II indicariam que o Nível de Terraço T5, independente do vale analisado, ocupa as cotas altimétricas mais elevadas, mantendo suas características deposicionais.

O Nível de Terraço T4 apresenta nos segmentos D do Rio das Velhas e I do Ribeirão Jequitibá a mesma altitude média de sua base (15m) em relação ao canal atual. Não foi possível observar sua presença ao longo dos segmentos F e H. O Nível de Terraço T4 pode não ter sido depositado ou seus depósitos foram totalmente removidos pela atuação dos processos erosivos na área em questão. Este Nível deposicional também apresenta uma variação da espessura média dos pacotes deposicionais. Nos segmentos F e I a espessura média é de 4m enquanto nos segmentos H e I é de 2m.

O Nível de Terraço T4 difere-se do T5 inicialmente por apresentar uma altitude média de sua base (T4) menor que a altitude média apresentada pelo T5. Outra característica que permite também diferenciar o T4 do T5 é o tamanho médio dos seixos de cada nível. O Nível de Terraço T5 apresenta tamanho médio dos seixos de quartzo de 5cm

enquanto o Nível de Terraço T4 apresenta tamanho médio dos seixos de quartzo de 3cm. Estas diferenças são facilmente observáveis quando se analisa os níveis em campo.

O Nível de Terraço T3 é encontrado em todos os segmentos, apresentando seixos de quartzo com comprimento médio de 2cm e espessura média de 4m para o segmento D; 9m para o segmento G; e 2,5m para os segmentos F, H e I.

**TABELA II**

Caracterização dos Níveis deposicionais

Vale Fluvial	Nível de terraço	Segmento	Altura média da base	Altitude média da base	Petrografia dos seixos	Comprimento médio dos seixos	Espessura máxima
Rio das Velhas	T5	D	160 m	830 m	Quartzo, Calcário e Itabirito	5 cm	6 m
	T4	D	15 m	700 m	Quartzo e Itabirito	3 cm	4 m
	T3	D	0,2 cm	690 m	Quartzo e Itabirito	2 cm	4 m
	T2	E	50 m	700 m	Quartzo	12 cm	2,5 m
	T1	E	0,3 cm	620 m	Quartzo	4 cm	3 m
Ribeirão da Mata	T5	F	40 m	815 m	Quartzo	5 cm	1,5 m
	T5	G	30m	620 m	Quartzo	5 cm	6 m
	T4	F	-	-	-	-	-
	T4	G	-	730 m	Quartzo e Itabirito	3 cm	6 m
	T3	F	-	813	Quartzo	2cm	2,5m
	T3	G	0,3 cm	700 m	Quartzo	2 cm	6 m
Ribeirão Jequitibá	T5	H	50 m	815 m	Quartzo	5 cm	1,5 m
	T5	I	30 m	650 m	Quartzo	5 cm	6 m
	T4	H	-	-	-	-	-
	T4	I	15 m	700 m	Quartzo	3 cm	4 m
	T3	H	-	-	Quartzo	2cm	2,5m
	T3	I	-	650 m	Quartzo	2 cm	2,5 m

A Tabela III é uma descrição das principais características estratigráficas de cada nível deposicional onde foram observados os seguintes aspectos para cada nível deposicional investigado: Nível Depositional, Altitude da Base, Desnível para a calha fluvial, Litofácies, Morfologia dos Seixos, Código de Fácies (MIALL, 1985), Tamanho Médio dos Seixos e Litologia dos Seixos.

Os Níveis de Terraço T5 e T4 são os que apresentam o maior desnível para a calha fluvial enquanto os Níveis de Terraço T3, T2 e T1 apresentam os menores desníveis para a calha fluvial.

O Nível de Terraço T5 apresenta segundo o Código de Fácies de Miall (1985) as seguintes fácies: 1 - Gmm, interpretada como canal de leito com fluxo viscoso de detritos e 2 - Gmg, interpretada como barras de canal formadas por fluxos viscosos de detritos, não sendo possível verificar a existência de estruturas em seu interior e o material apresenta aspecto maciço.

O Nível de Terraço T4 apresenta as seguintes fácies: 1 - Gm e 2 - Gh, que foram interpretadas como canal de leito e formas de leito longitudinal respectivamente. Apresenta estrati. O Nível de Terraço T3 apresenta a fácies 1 - Gh cuja origem segundo a proposta de Miall (1985) seriam as formas de leito longitudinal. Este pacote deposicional apresenta estratificação cruzada acanalada.

A gênese do Nível de Terraço T2 seriam os fluxos de detritos ricos em clastos que no Código de Fácies de Miall (1985) recebe a designação 1 - Gci. . Não foram verificadas estruturas no interior deste pacote deposicional que apresenta um aspecto maciço

O Nível de Terraço T1 apresenta estratificação cruzada e recebe segundo proposta de Código de fácies a denominação Gh, cuja gênese dos depósitos seria originados por formas de leito longitudinal com a presença de areia (areia grossa com cascalho)

**TABELA III**

Descrição das principais características estratigráficas dos Níveis deposicionais

Rio das Velhas	Nível Depositional	Altitude da Base	Desnível para a calha fluvial	Litofácies	Morfologia dos Seixos	Código de Fácies (MIALL, 1985)	Tamanho Médio dos Seixos	Litologia dos Seixos	Estruturas	Interpretação
	T5	900 m – 650 m	200 m – 10 m	1 - Cascalho suportado 2 - Material areno-argiloso apresentando seixos espaçados	Arredondados a sub-arredondados	1- Gmm 2- Gmg	5 cm	Quartzo (99%), Itabirito (0,5%) e Quartzito (0,5%)	1 - Não Verificadas 2 - Maciço	1 - Canal (leito) com fluxo viscoso de detritos  2 - Barras de canal (Fluxo viscoso de detritos)
	T4	805 m – 700 m	140 m – 30 m	1 - Cascalho suportado 2 - Material areno-argiloso apresentando seixos espaçados	Arredondados a sub-arredondados	1- Gm 2- Gh	3 cm	Quartzo (99%), Itabirito (0,5%), Calcário (0,1%) e Quartzito (0,4%)	1 - Não Verificadas 2 - Maciço	1 - Canal (leito)  2 - Formas de leito longitudinal
	T3	700 m – 620 m	10 m	1 - Areia e seixos	Arredondados a sub-arredondados	1- Gh	2 cm	Quartzo (100%)	1 - Estratificação Cruzada Acanalada	1 - Formas de leito Longitudinal
	T2	700 m – 670 m	10 m	1 - Cascalho suportado por clastos	Arredondados a sub-arredondados	1- Gci	12 cm	Quartzo (100%)	1 - Não Verificadas 2 - Maciço	1- Fluxo de detritos rico em clastos
T1	680 m – 650 m	10 m	1 - Areia fina a grossa com cascalho	Arredondados a sub-arredondados	1- Gh	4 cm	Quartzo (100%)	1- Estratificação Cruzada	Formas de leito longitudinal	

## **9. NÍVEIS DE TERRAÇO**

### **9.1. Nível de Terraço T5 do Rio das Velhas**

Em geral, o T5 apresenta variações em suas características deposicionais entre os segmentos **D** e **G**, tendendo a uma homogeneização das características de distribuição das fácies ao longo dos pacotes deposicionais identificados nos segmentos **H** e **I**. Este nível deposicional ocorre em posição de topo ao longo dos vales fluviais do Rio das Velhas, Ribeirão da Mata, Ribeirão da Forquilha e Ribeirão Jequitibá .

O nível de base deste pacote varia ao longo dos vales, ocupando cota altimétrica, de montante para jusante, entre 900m (Rio das Velhas) e 680m (Ribeirão Jequitibá), o que foi verificado diretamente em campo por meio de altímetro e GPS. Este nível deposicional é marcado pela ocorrência de depósitos de material detrítico de fonte distal.

Apresentando forma acanalada típica e bordas bem demarcadas, este nível ocupa posição de topo ao longo dos vales estudados, fato que facilitou a sua identificação. A ocorrência dos depósitos aluviais sustentando os topos das colinas garantiu a preservação de cotas altimétricas mais elevadas em relação aos terrenos vizinhos nos pontos onde o T5 ocorre.

O material aluvial possui uma maior resistência a ação dos processos erosivos frente ao material eluvial. O material eluvial, ao que tudo indica, parece ser removido com maior rapidez do ambiente enquanto o material aluvial, talvez devido as suas características físico-químicas (maior quantidade de óxidos e argila presentes no material) que diferenciam os dois, aparentemente se torna mais resistente a ação dos processos erosivos conservando a forma acanalada e a morfologia de canal.

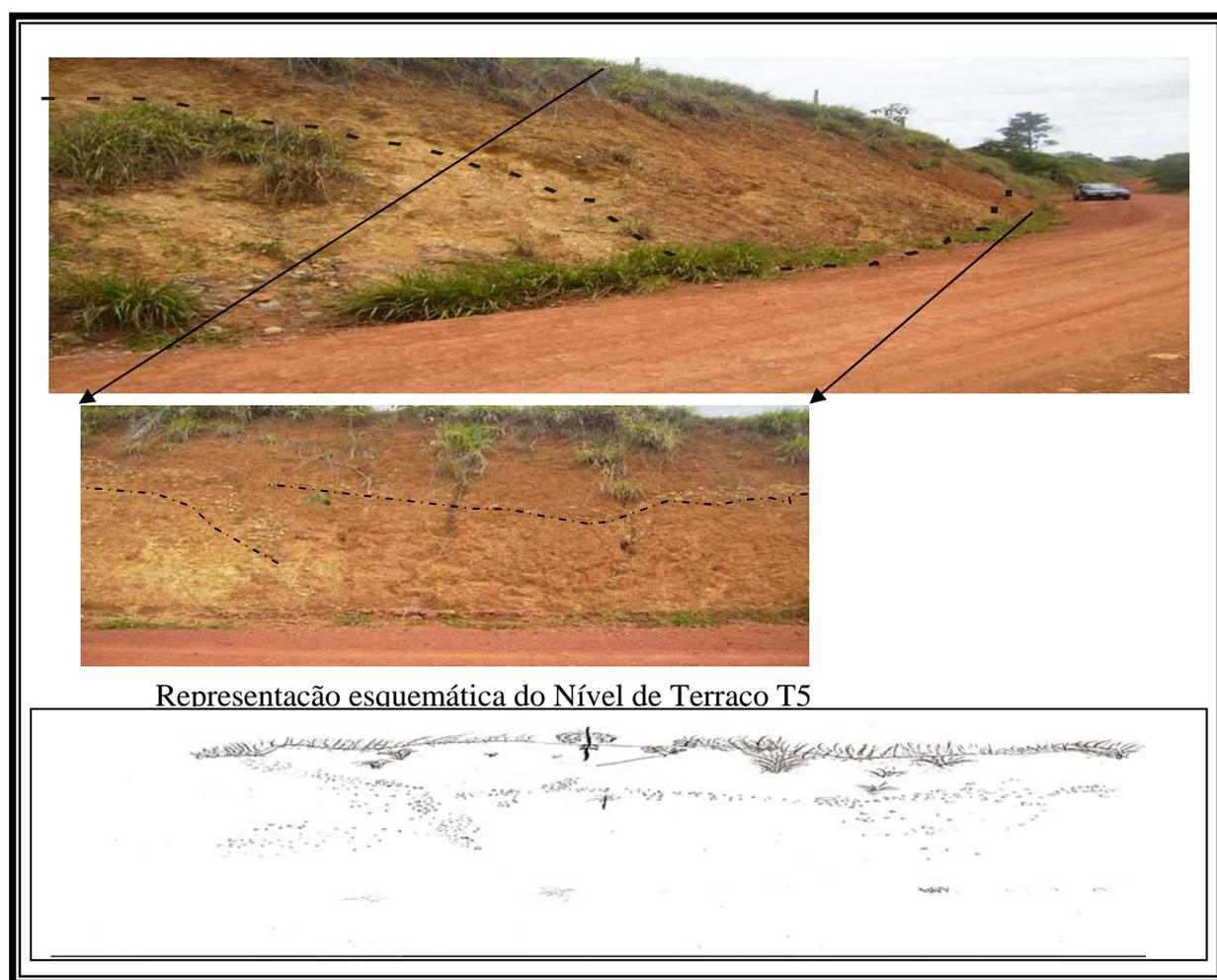
A conservação da forma acanalada em ambiente tropical é rara, devido à intensidade de atuação dos processos erosivos, responsáveis pelo rápido desmantelamento dos depósitos e alteração de sua morfologia. A partir da identificação das fácies torna-se possível interpretar e propor o tipo de ambiente fluvial responsável pela sua deposição.

As fácies pertencentes ao T5 foram interpretadas como depositadas em um ambiente de alta energia, onde os depósitos localizados nas calhas fluviais estariam interligados aos depósitos de barras de canal, geradas por elevada viscosidade do fluxo ou por fluxos efêmeros de alta energia. A gênese das barras estaria associada a um padrão fluvial com capacidade de transporte de seixos e grânulos de variados tamanhos em meio à matriz aluvial mais fina, sendo o material fino depositado em ambiente de fluxos de baixa energia ou associados a estágios de inundação.

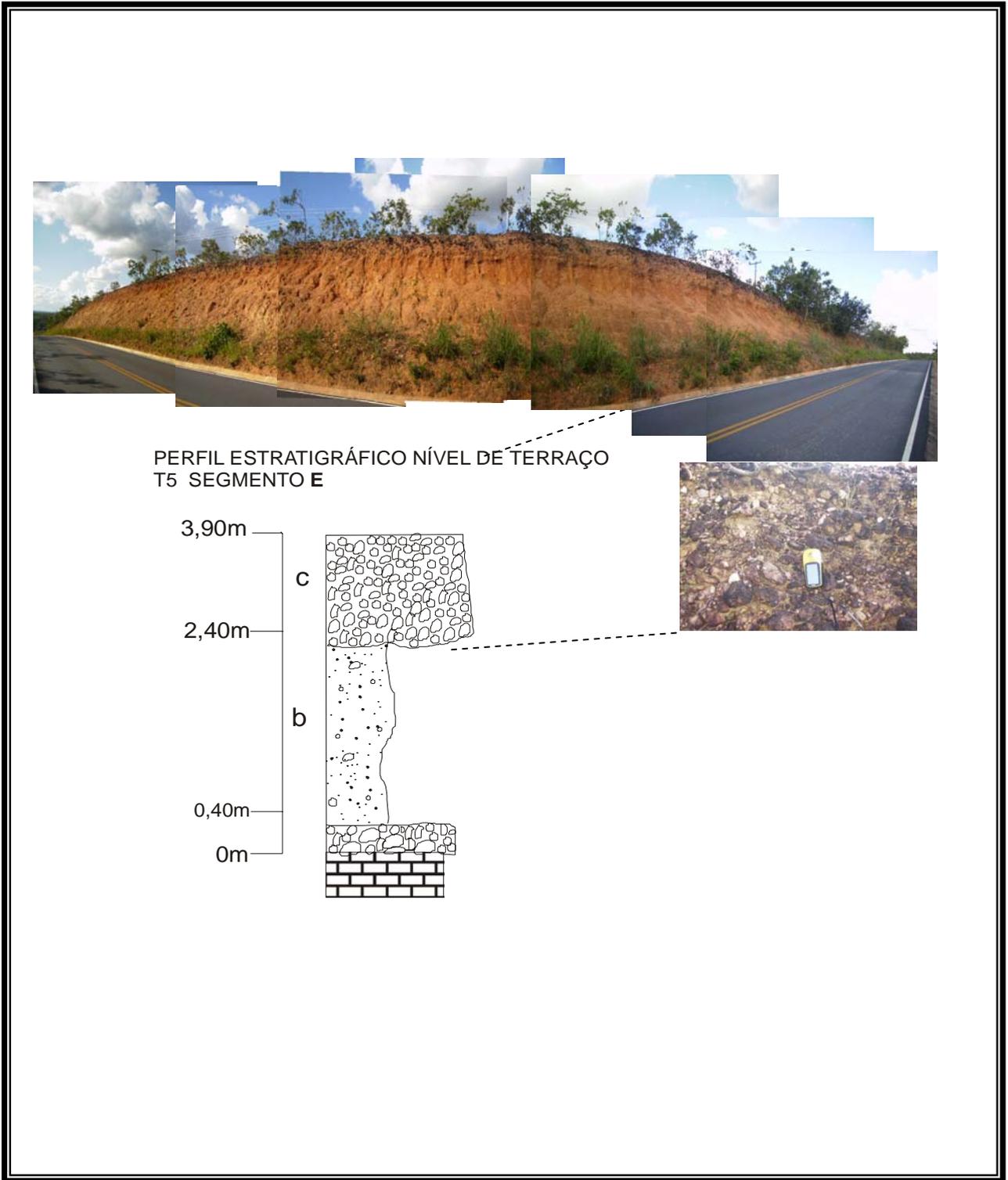
Os depósitos associados ao T5 ocorrem em cota altimétrica variável, estando sua base localizada entre 650 e 900 m. No segmento **E** (próximo ao município de Jequitibá) foram identificadas ocorrências deste nível, em posição de topo, não sendo encontrada nenhuma seqüência completa, este fato está representado pelo perfil transversal. (Figura 55).

O Nível de Terraço T5, em alguns pontos onde o elúvio aflora em meio aos depósitos aluviais, o nível de seixos sofre deformação, preservando a sua forma acanalada (Figura 53).

Uma das possíveis evidências do condicionamento tectônico da drenagem do Rio das Velhas no segmento **E** está na formação do T1 que apresenta um desnível de 80 m em relação ao T5, no final deste Segmento. Neste trecho do vale fluvial o T2 não teve tempo de ser formado ou seus depósitos foram totalmente removidos da margem que sustenta o T5 pela atuação dos processos erosivos neste ponto – próximo à ponte sobre o Rio das Velhas na estrada Baldim-Jequitibá (Figura 54).



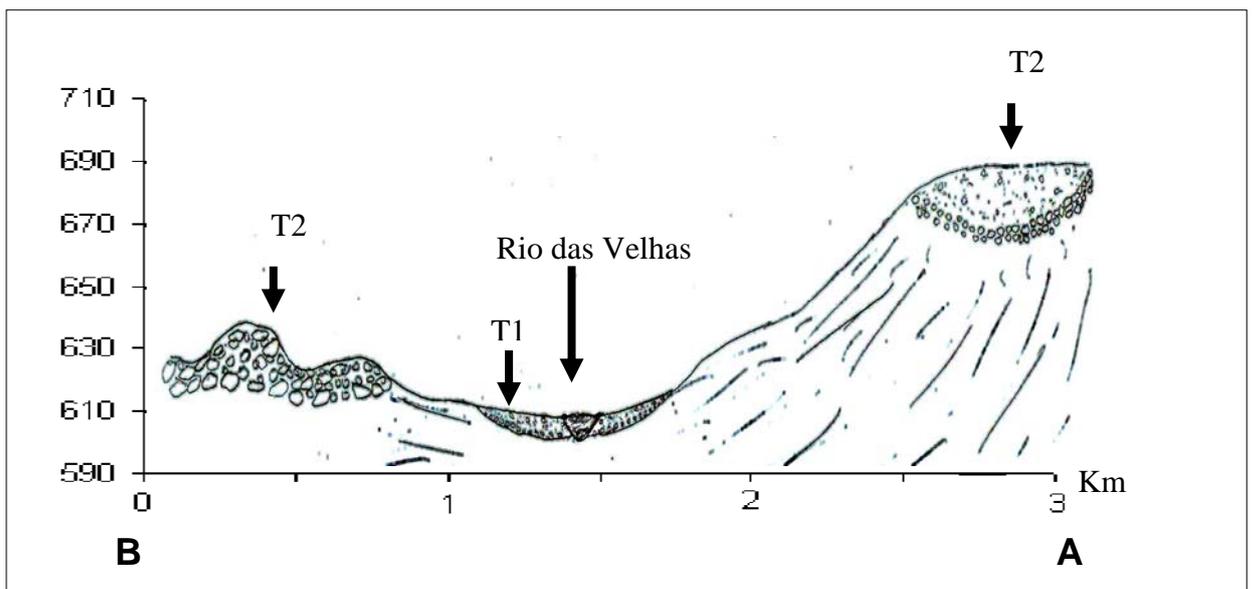
**Figura 53** – Nível de Terraço T5



**Figura 54** - Nível de Terraço T3 - porção final do Segmento E



O canal fluvial encontra-se encaixado no substrato rochoso formado por rochas pelíticas.  
 Perfil Longitudinal do Nível de Terraço T2 na porção final do  
 Segmento E do Rio das Velhas.



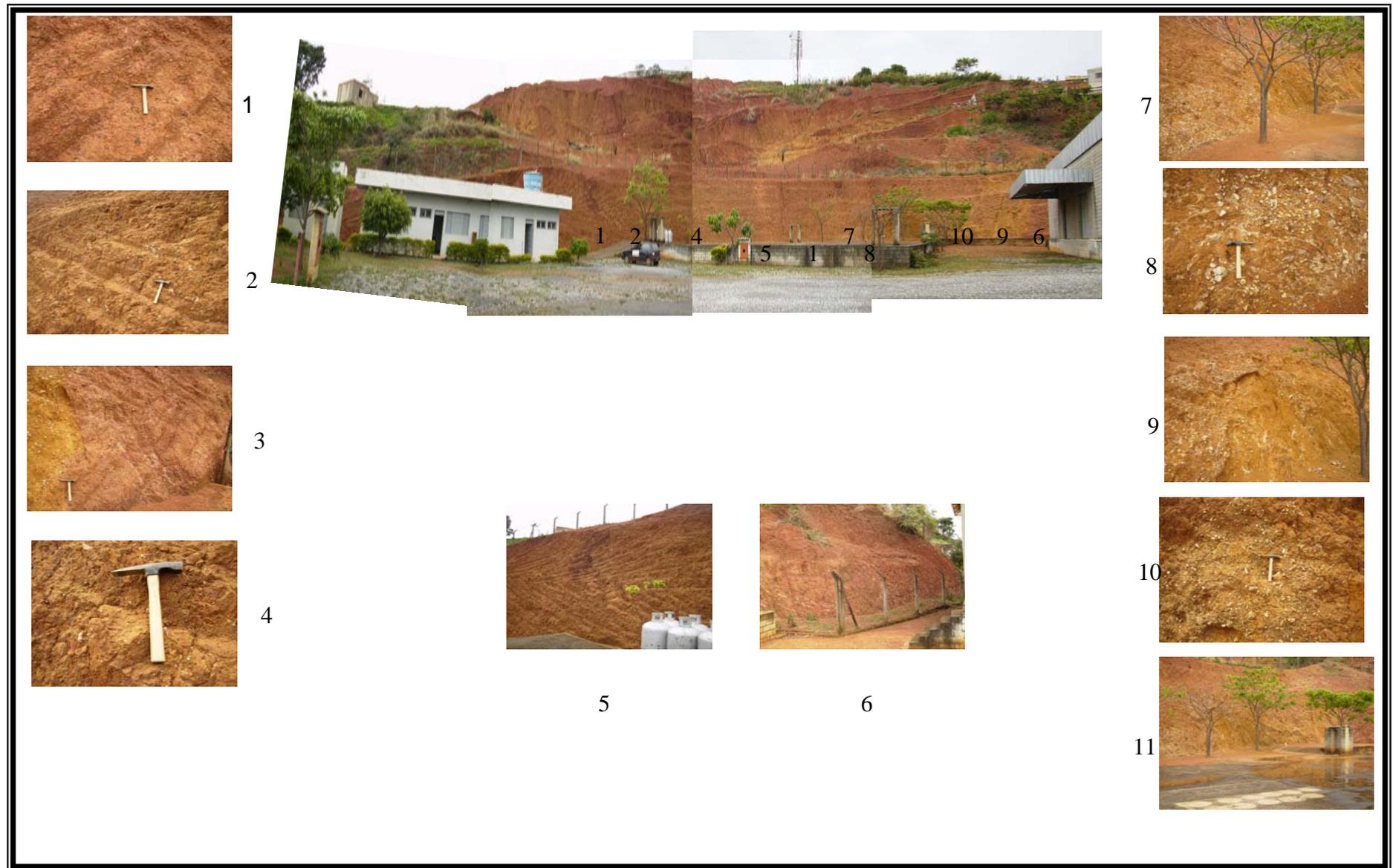
**Figura 55** – Perfil Transversal de um trecho do canal fluvial do Rio das Velhas que apresenta uma sucessão de rápidos e pools.

. Na proposta de Miall (1985) estas fácies recebem código Gmg. Para Smith (1971), as barras apresentam internamente estruturas acamadas ou maciças.

Magalhães Jr. (1993) associa a alternância cíclica das seqüências verticais a um período de intenso entulhamento do vale em região um pouco à montante deste eixo. Estes depósitos teriam sido gerados por um sistema fluvial próximo ao entrelaçado, em contexto de abundante fornecimento de carga de leito e contribuições de fluxos de massa (MAGALHÃES JR. 1993). Ainda segundo este autor, tais processos ocorreram durante a deposição dos níveis de terraços relacionados (Figura 56).

Dessa forma, a calha fluvial apresentaria barras de canal transportando os seixos em meio à massa fina que compunha o material em movimento, resultando em um tipo de transporte dos seixos suportado pelo fluxo viscoso. Vale lembrar que depósitos argilosos ou ricos em matéria orgânica, típicos de sistemas meandrantés, não foram observados neste trecho, ocorrendo apenas lentes de argilas misturadas aos seixos que formam a base deste pacote, sem se diferenciarem em um pacote típico em meio à areia (fina a média).

A presença destas lentes de argila poderia estar relacionada ao deslocamento do bloco, que criou em períodos intermitentes de curto espaço de tempo pequenos ambientes de baixa energia no contexto das calhas. Isso propiciaria uma redução da velocidade do fluxo nestes trechos durante os períodos de vazante e o retrabalhamento do material depositado por fluxo de alta viscosidade durante os períodos de cheias.



**Figura 56** - Nível de Terraço T5 município de Vespasiano. Fotos de 1 a 11 detalhes do pacote formado de material areno-argiloso (areia fina a média) gerado em um ambiente de alta energia do fluxo.

Em ambientes de energia mais elevada geralmente ocorre a deposição de finos em alvéolos deposicionais, muitas vezes localizados à jusante da bacia. Embora identificados trechos apresentando meandros contemporâneos a este nível, nenhum pacote sedimentar de grande extensão formado por argilas foi identificado.

Em razão da grande espessura apresentada pelos pacotes deposicionais, característica não exclusiva de nenhum padrão fluvial, Magalhães Jr. (1993) defende um grande aporte sedimentar às calhas fluviais, resultando em um processo de rápido entulhamento do vale fluvial. Tal hipótese ganha forças à medida que não se verifica ao longo dos vales uma significativa redução da espessura do pacote sedimentar associado ao Nível de Terraço T5, mas sim variações, indicando um padrão de sedimentação homogêneo ao longo dos vales estudados .

Nesse sentido, a gênese do Nível de Terraço T5 estaria associada ao grande aporte de sedimentos à calha fluvial, superior à sua capacidade de transporte, gerando fluxos maciços de material, formando barras de canal, as quais atestam condições ambientais de desequilíbrio. A espessura média dos pacotes (6 m) evidência a discordância entre carga fornecida/capacidade de transporte propiciando o desenvolvimento das barras de canal. (Figura 57)

Os depósitos que preenchem os paleocanais não estariam associados a um sistema fluvial típico, mas a um padrão intermediário entre o tipo “*braided*” e o meandrante. Magalhães Jr. (1993) defende a mesma gênese para os depósitos associados ao Nível de Terraço Intermediário identificado em seu estudo, em área à montante da investigada no presente estudo.

A identificação de sucessivas ocorrências do Nível de Terraço T5 preservando a sua morfologia de canal com largura de 300 m indicaria a existência de um vale marcado pelo predomínio de trechos sinuosos, apresentando abundantes ocorrências de barras de canal, responsáveis por gerar, em trechos nem sempre contínuos, sucessões de múltiplos canais ao longo da calha fluvial.



Representação esquemática do Nível de Terraço T5



Perfil estratigráfico do Nível de Terraço T5

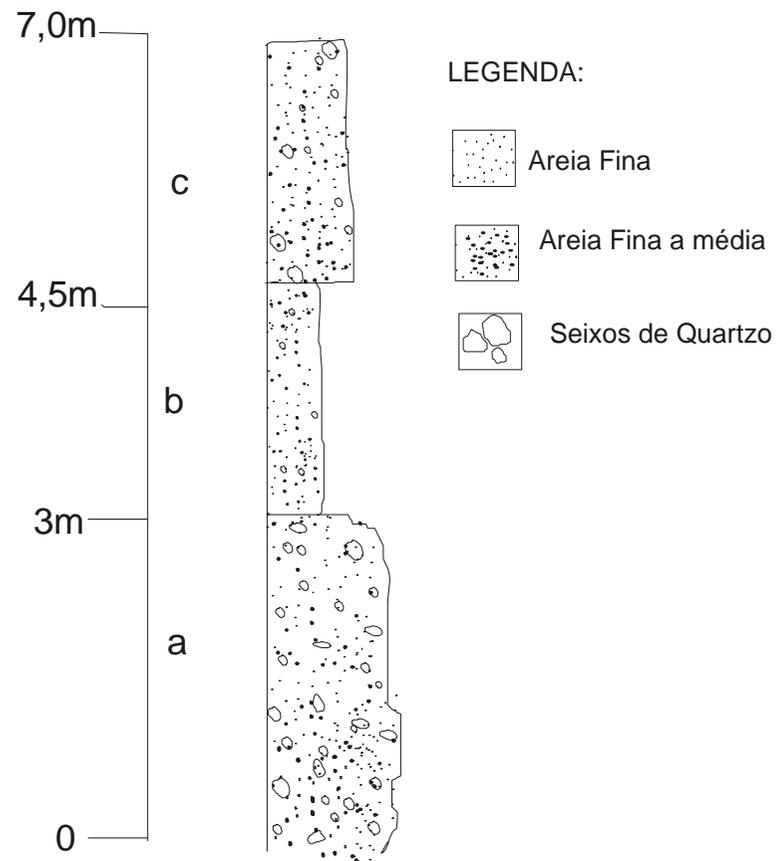


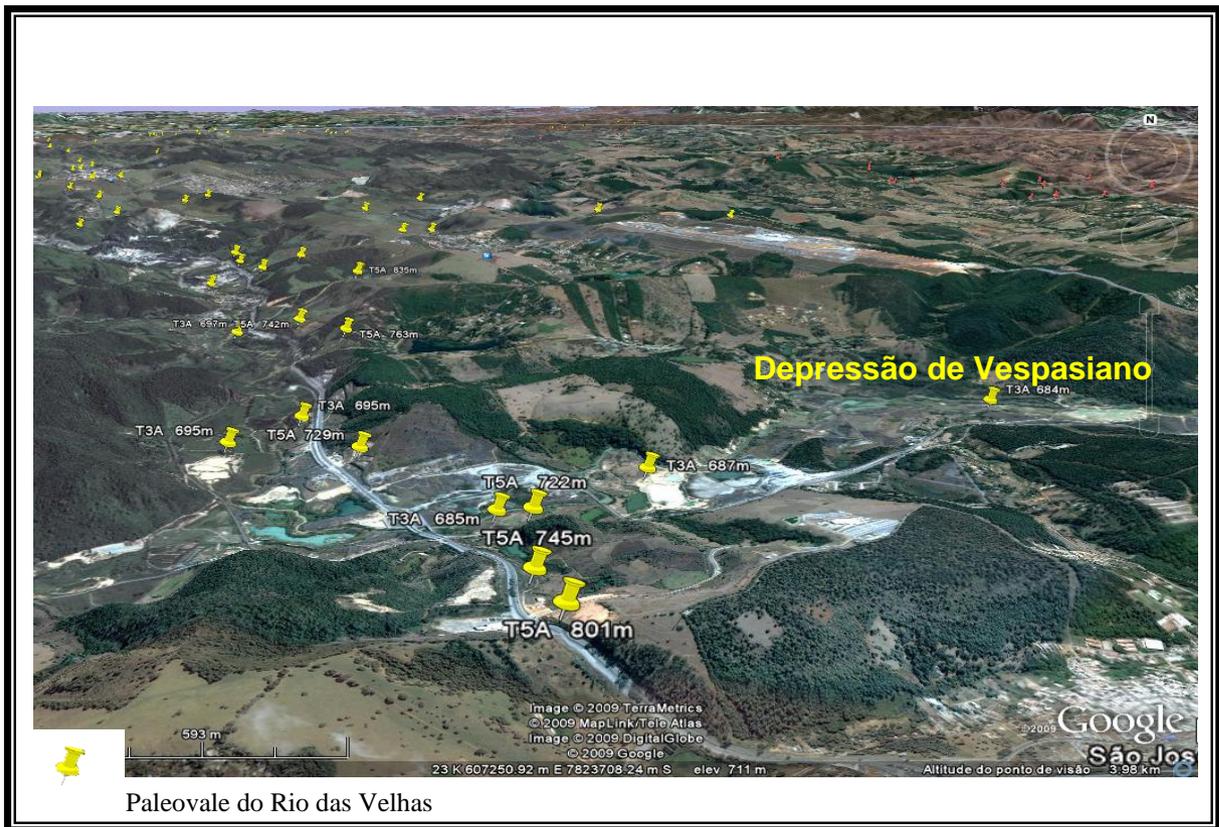
Figura 57 - Nível de Terraço T5

Ao estudar os depósitos constituintes do Nível de Terraço Intermediário, Magalhães Jr. (1993) levanta a hipótese de que a Serra do Curral teria funcionado como uma barreira à livre remoção dos sedimentos gerados à montante do Fecho de Sabará, principalmente nos eventos associados à ocorrência de fortes descargas de material. O mesmo autor associa a ocorrência de um paleorelevo bastante dissecado à ocorrência de fluxos gravitacionais de massa, o que o leva a propor que o Quadrilátero Ferrífero seria a área que mais contribuiu para o fornecimento de carga detrítica para o leito do Rio das Velhas em seu alto-médio curso.

A origem dos seixos de quartzo angulosos estaria relacionada ao aporte de material coluvial de áreas proximais, não sendo possível a identificação da morfologia típica destes depósitos pelo seu retrabalhamento, conforme já discutido anteriormente. Contribuiriam ainda para a ampliação destes processos os afluentes do Rio das Velhas, que intensificariam o entulhamento do vale, mesmo que localmente.

A ocorrência no segmento G do Nível de Terraço T5 apresentando nível basal, formado por argilas e seixos de quartzo, pode estar associada à subsidência de bloco local, pois este nível apresenta sensível redução de cota altimétrica ao longo da área (Figura 58). A partir da confluência entre o Ribeirão da Mata e o Rio das Velhas, mesma figura anterior, o Nível de Terraço T5 é formado por: (a) nível basal marcado pela ocorrência de pacotes maciços de argilas e seixos de quartzo; (b) seixos de quartzo suportados por matriz argilo-arenosa e seixos espaçados no interior de material areno-argiloso (areia fina) em direção ao topo.

Embora o padrão deposicional identificado como gerador deste pacote deposicional não seja o meandrante clássico, e sim um tipo intermediário, a gênese dos pacotes de argilas poderia ser explicada pelo avanço lento e contínuo da frente de entulhamento sobre uma área em subsidência gradual, responsável por um ambiente de reduzido fluxo de energia. A existência de tal ambiente sedimentar, em um primeiro momento, favoreceria a decantação dos sedimentos finos, representados pelas areia finas, argilas e siltes.



**Figura 58** – Vista parcial do Paleovale do Rio das Velhas e Depressão de Vespasiano

A chegada de fluxos de maior energia ao longo de períodos sazonais, representada pelo avanço do processo de entulhamento do canal de montante em direção à jusante, explicaria a composição areno-argilosa e a estrutura compacta das fácies levantadas. Argila e silte não compactados seriam remobilizados e agregados à matriz aluvial do fluxo viscoso que se deslocava pela calha fluvial em lento processo de abandono (Figura 59).

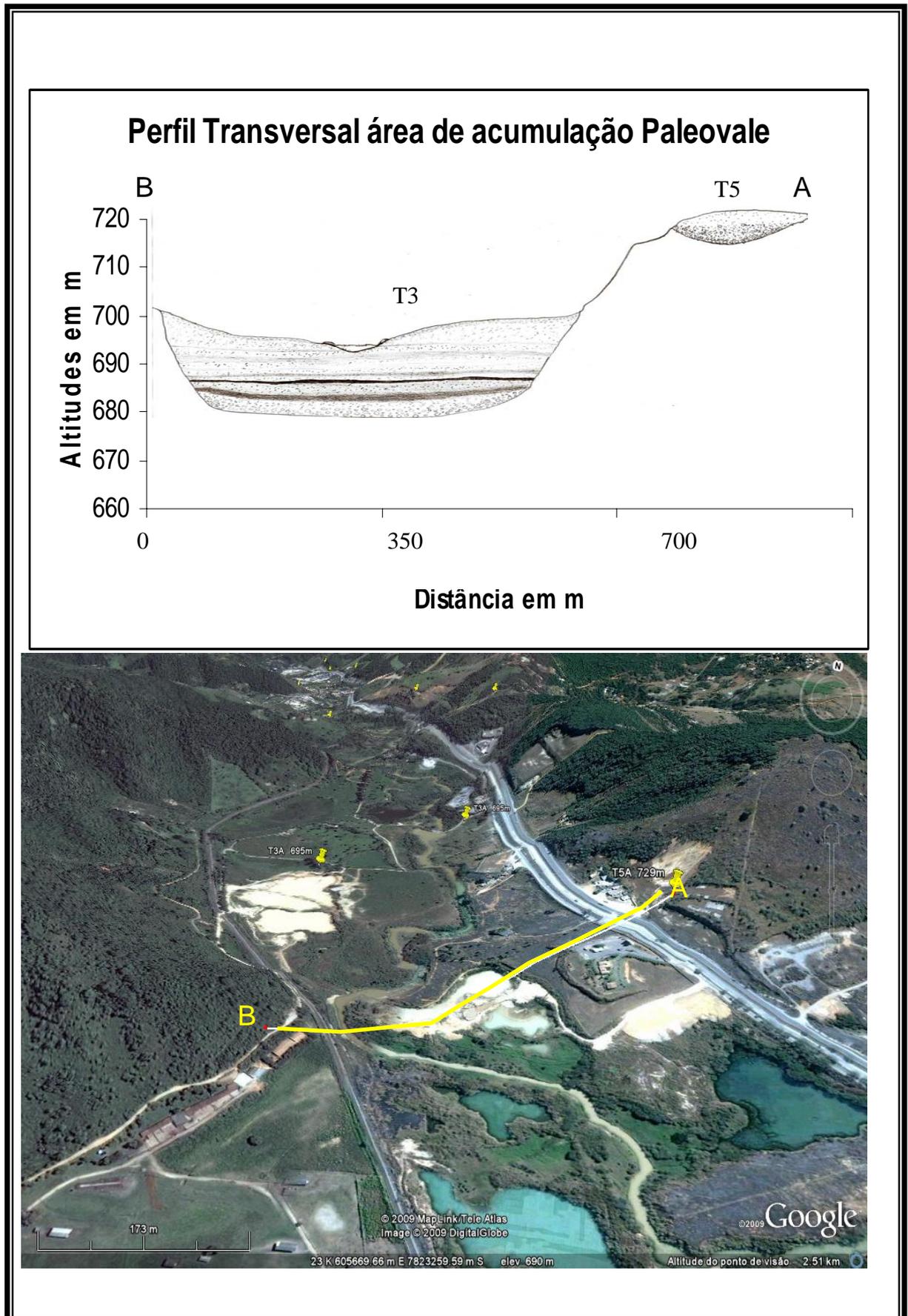
A gênese dos depósitos de argilas estaria relacionada à existência de trechos onde o fluxo apresentava reduzida velocidade associada à existência de uma área deprimida entre blocos crustais, apresentada pelo perfil transversal do vale de acumulação. (Figura 60).



Representação esquemática do Nível de Terraço T5



**Figura 59** – Nível de Terraço T5 cujo perfil transversal esta representado na figura 64 início do trecho de acumulação de material areno-argiloso recobrimdo depósito de argila e seixos de quartzo que formam a base deste pacote deposicional.



**Figura 60** – Perfil Transversal da área de acumulação do Paleovale do Rio das Velhas próximo ao município de Pedro Leopoldo

O trecho localizado entre os municípios de Pedro Leopoldo e Capim Branco representa fases diferentes entre si onde a passagem de uma fase inicial de maior energia do fluxo, associada à formação do nível basal formado por seixos de quartzo, foi sucedida por nova fase de menor energia do fluxo, responsável pela deposição da fácies fina do Nível de Terraço T5. Assim como nos trechos anteriores, os depósitos apresentam forma acanalada e largura de 300 m.

O preenchimento do canal na primeira fase estaria associado a um ambiente de fluxos efêmeros de alta energia, o qual teria a capacidade de transporte, em meio à matriz aluvial mais fina, de seixos e grânulos de variados tamanhos, sendo o material fino que recobre o nível basal depositado em ambiente de fluxos de baixa energia.

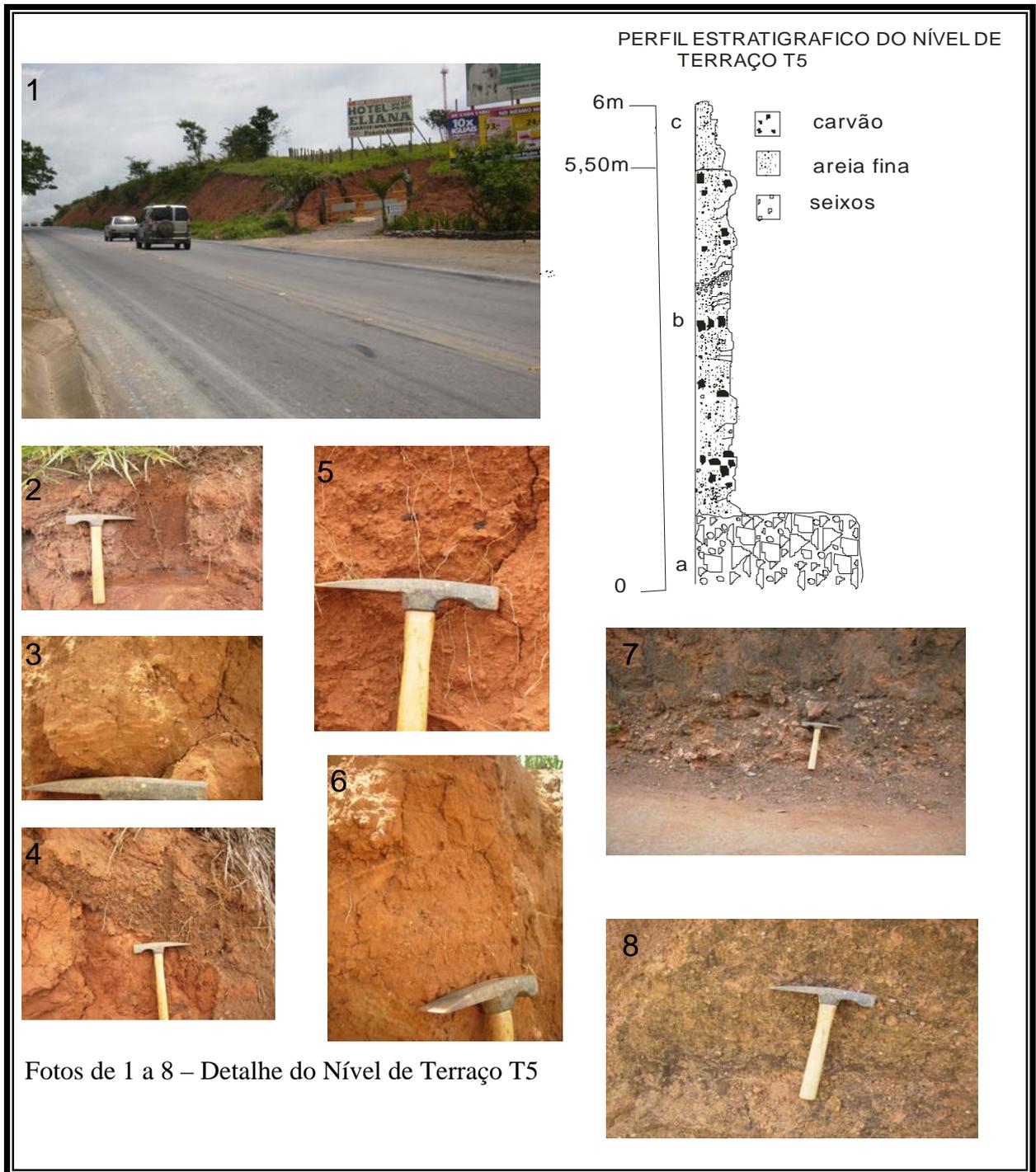
A fácies superior apresenta discordância erosiva horizontal com a fácies basal, sendo o limite marcado pela ocorrência de linha de seixos. Este pacote deposicional é formado por material maciço de textura areno-argilosa com a presença de grânulos ou seixos de quartzo, milimétricos a centimétricos, e carvão disperso no interior da matriz. A sua gênese está associada a um ambiente de brejo, onde o fluxo fluvial é reduzido, tendo permanecido longo período de tempo encharcado, propiciando a lenta decomposição da matéria orgânica (Figura 61).

Esta fácies apresenta uma redução da espessura das bordas em relação ao centro deste pacote. Sua ocorrência mais a montante do Rio das Velhas se localiza próximo ao distrito de Dr. Lund, município de Pedro Leopoldo, a 763 m de altitude, apresentando cerca de 50 cm de altura. Já a jusante do Paleovale, sua última ocorrência se dá próximo ao município de Matozinhos, em cota altimétrica de 760 m, com 60 cm de altura. A porção central deste pacote deposicional é a que apresenta maior espessura média desta fácies, cerca de 6 m, indicando o preenchimento de superfície deprimida. Este fato indicaria o rebaixamento de bloco crustal local, responsável por aprisionar os sedimentos.

A reduzida discrepância entre as cotas altimétricas identificadas para as bordas deste pacote deposicional indicaria a formação de uma bacia sedimentar restrita, a qual teria sofrido lento e contínuo rebaixamento após a deposição da fácies basal, recobrindo-a. A forma da bacia reduziria o aporte de sedimentos grosseiros, permitindo à água erodir a superfície da fácies basal em fase anterior ao preenchimento da depressão criada, o que teria ocorrido com a deposição de sedimentos mais finos, associados a um ambiente pantanoso. A ocorrência de uma fase subsequente de soerguimento teria originado o Nível de Terraço T3.

A existência dos depósitos do T5, neste trecho estaria diretamente relacionada a uma fase de relativa estabilidade deste bloco crustal neste trecho, permitindo a

sua formação. Porém, a movimentação do bloco deu origem ao T3, não tendo sido possível a formação do T4 ou tendo acelerando a sua remoção.



**Figura 61** – Nível de Terraço T5 - Matozinhos

No trecho próximo ao município de Capim Branco, não se registrou a ocorrência da fácies superior recobrendo a fácies basal do Nível de Terraço T5.

O Nível de Terraço T5 esta situa a 820 m de altitude, em posição de topo, tendo sofrido a intensa ação dos processos erosivos, que removeram parte da cobertura superior, reduzindo localmente a espessura deste pacote.

Entre os municípios de Capim Branco e Prudente de Moraes, o T5 ocupa a cota altimétrica de 745 m. O atual Ribeirão da Forquilha recorta este pacote deposicional, que localmente está mais elevado que a drenagem atual, ocupando posição de topo de colina, porém ainda preservando sua forma acanalada.

Este pacote possui 3 m de altura e suas bordas apresentam desnível de cerca de 2 m, estando a margem esquerda mais elevada que a direita. Novamente, a largura observada do afloramento foi de 300 m (Figura 62).

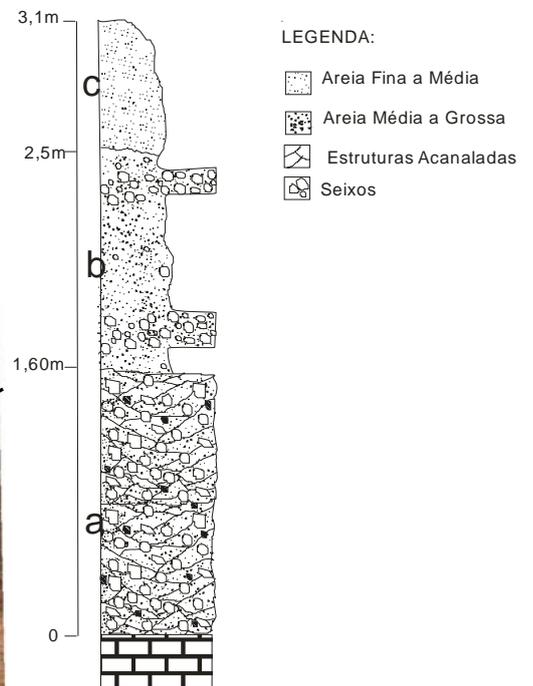
Uma segunda ocorrência deste pacote deposicional foi identificada em área próxima, ocupando posição de topo, distante cerca de 400 m do pacote anterior. Este pacote, exumado por um corte de ferrovia, apresenta forma acanalada com 300 m de largura e possui deformações no nível de seixos de quartzo, que apresenta posição diferente à de deposição original. Verifica-se ainda um estreitamento desta fácies no contato com o eluvio. (Figura 63).

O condicionamento tectônico desta área parece ser evidente, uma vez que o leito do Ribeirão da Forquilha encontra-se muito encaixado, originando um vale estreito, com vertentes íngremes. Estas características destoam do trecho mais a jusante, onde o mesmo ribeirão, de dimensões reduzidas, apresenta vale amplo, embora seu leito ainda esteja encaixado.

As diferenças e alterações observadas ao longo do vale fluvial do Ribeirão da Forquilha poderia representar a existência de um complexo conjunto de falhas que afetaria a região.



### Perfil estratigráfico do Nível de Terraço T5



Fotos 1 e 2 : Detalhe do Nível de Terraço T5

Foto 1 - nível de seixos de quartzo da margem direita.

Foto 2 - nível de seixos de quartzo deformados (margem direita do pacote) uma indicação indireta da existência de falha neste trecho próximo ao município de Capim Branco.

**Figura 62** – Nível de Terraço T5 recortado pelo Ribeirão da Forquilha, próximo a Capim Branco



- 1 – Elúvio
- 2 – Material areno-argiloso

Perfil esquemático do Nível de Terraço T5 exumado por corte de Ferrovia



**Figura 63** - Nível de Terraço T5 exumado por corte de Ferrovia e apresentando nível de seixos de quartzo deformado.

O Nível de Terraço T5 no trecho localizado entre o município de Prudente de Moraes e Jequitibá é formado por nível basal de seixos de quartzo depositados em ambiente de calha de elevada energia e viscosidade do fluxo, em que predominavam os materiais finos.

Foi possível identificar vários depósitos aluviais do T5, todos eles ocupando posição de topo de colina. Em alguns trechos estes depósitos sofreram expressiva ação dos processos erosivos, responsáveis por seu dismantelamento acelerado (material mais arenoso e menos argiloso). Em outros locais, a forma acanalada foi perfeitamente preservada, sendo o material menos arenoso e mais argiloso. Alguns depósitos apresentam nível deformado de seixos de quartzo.

A identificação do padrão deposicional nos trechos mais erodidos foi possível pela preservação de parte dos depósitos e sua comparação com os depósitos anteriormente levantados ou próximos dos que conservavam a forma acanalada. Foram considerados aspectos como granulometria, tamanho médio dos seixos, distribuição dos seixos de quartzo no interior do material areno-argiloso, proximidade de depósitos correlatos, grau de arredondamento e comprimento médio dos seixos.

A não conservação dos depósitos na área, em vista da preservação de outros exibindo formas acanaladas, estaria ligada à posição de deposição do material, o seu baixo grau de coesão (associado a uma maior proporção de areia na matriz) ou ao avanço das cabeceiras de drenagem sobre os depósitos.

Os depósitos que conservam a forma acanalada (Figuras 64 e 65) provavelmente estão assentados sobre blocos que sofreram um soerguimento rápido e homogêneo, tais blocos que foram alçados pelo condicionamento tectônico, em alguns trechos, apresentam altitudes acima da cota média de ocorrência deste mesmo nível para a área estudada. A manutenção das cotas altimétricas dos topos onde o T5 ocorre pode estar associada à (aparente) maior resistência à ação dos processos erosivos oferecida pelo material aluvial mais argiloso. Já o elúvio é mais suscetível à ação da erosão, sendo removido com maior rapidez, o que ocorre por ser constituído de minerais que possuem as mesmas características da rocha mãe.

A coloração avermelhada apresentada pelos pacotes sedimentares indica a ocorrência de um fluxo rico em  $Fe^{2+}$ . A área fonte provável seria o Quadrilátero Ferrífero, drenado pelo pretérito Rio das Velhas. O abandono do canal fluvial e a variação do nível freático local permitiram a sua oxidação, gerando a pigmentação observada.

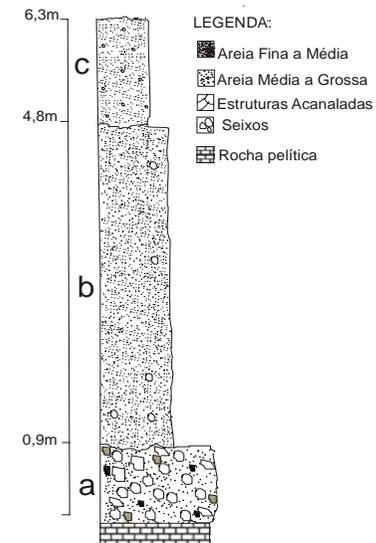
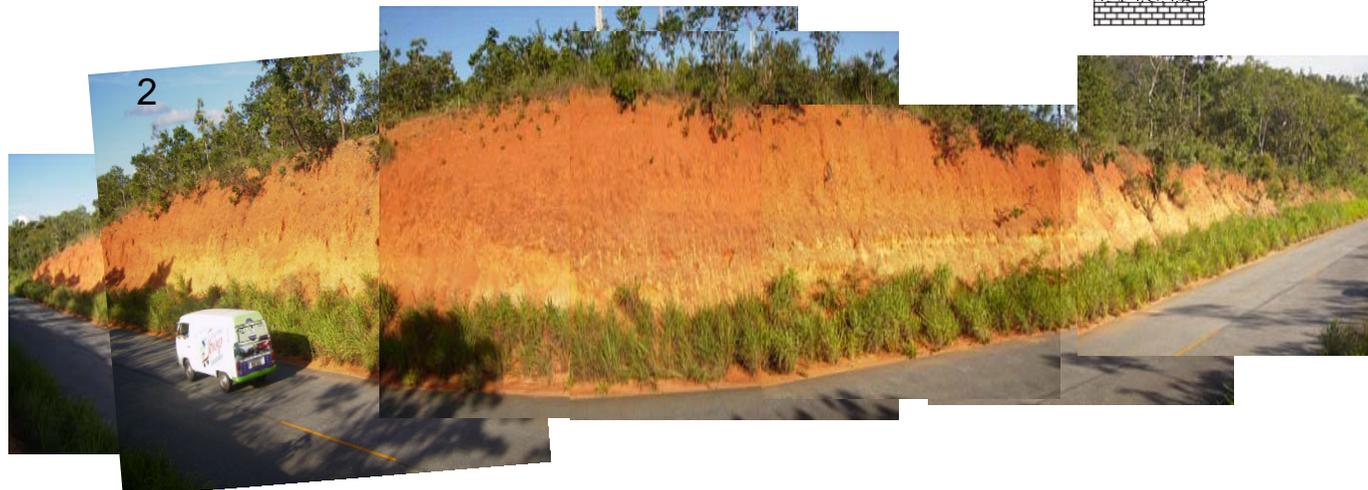


**Figura 64** – Nível de Terraço T5 apresentando deformações sin e pós-deposicionais, evidências indiretas da movimentação de falhas na área.

As evidências do condicionamento tectônico estariam registradas na paisagem pelo escalonamento, deformações e alterações altimétricas dos níveis deposicionais (Figura 64). As evidências indiretas seriam as alternâncias de trechos de vale encaixado seguidos da abertura de extensos vales fluviais, encaixamentos e mudanças abruptas de direção da drenagem do atual Ribeirão Jequitibá e Ribeirão da Mata, além da presença de trechos retilíneos com o forte encaixamento da drenagem do Rio das Velhas e de seus afluentes.



Acima: detalhe do contato entre o nível basal de seixos de quartzo e o substrato rochoso formado por rochas pelíticas



1 e 2 – ocorrências distintas do T5. A proximidade das duas ocorrências para o mesmo nível deposicional (500 m) indicaria um canal que meandrava, sendo estes depósitos testemunhos desta fase.

**Figura 65** – Nível de Terraço T5

## 9.2 Nível de Terraço T4 do Rio das Velhas

O T4 apresenta homogeneidade de suas características deposicionais no segmento **D**, em parte do segmento **G** (até os limites do Município de Pedro Leopoldo) e no segmento **I**. Este nível de terraço ocupa posição de meia encosta ao longo dos segmentos **D** e **I**, não tendo sido verificada a sua ocorrência entre os municípios de Pedro Leopoldo e Capim Branco.

O nível de base deste pacote ocupa cota altimétrica entre 700 m (Rio das Velhas) e 620 m (Ribeirão Jequitibá) ao longo dos vales, variando de montante para jusante. O T4 é marcado pela ocorrência de depósitos de material de fonte distal, tendo sido mobilizado por considerável distância.

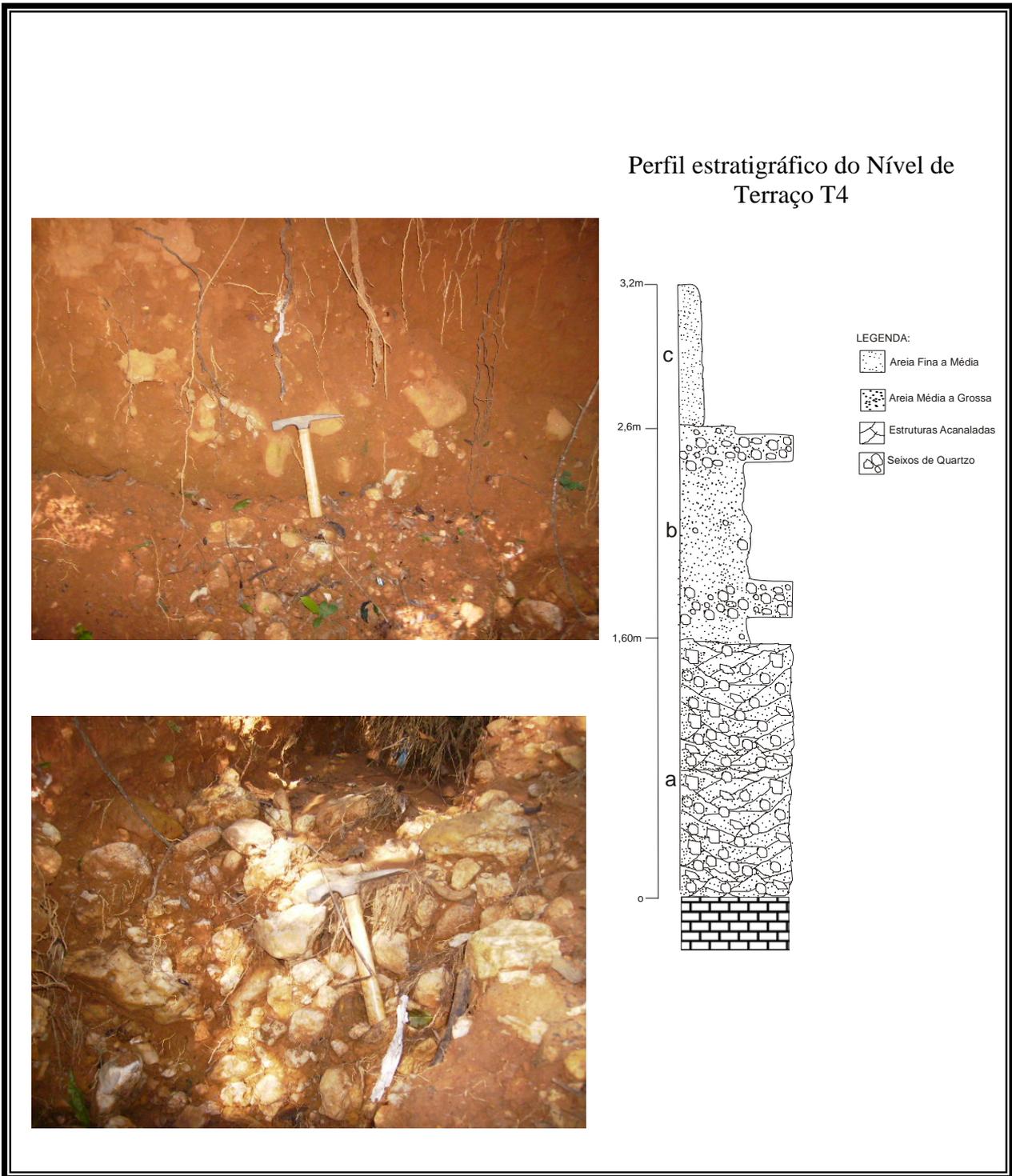
A seguir, é proposta a interpretação para a gênese do Nível de Terraço T4, da base para o topo, de acordo com sua disposição.

O T4 apresenta da base para o topo, fácies formadas de seixos de quartzo e raros quartzitos, inseridos em meio a um material areno-argiloso (areia fina) de estrutura maciça e cor marrom, havendo seixos de quartzos dispersos ou formando nível (Figura 66). A sua gênese parece estar ligada a um ambiente de elevada energia com grande fornecimento de carga de material grosseiro, transportado em meio ao material fino.

A gênese dos depósitos do T4 para o trecho Santa Luzia até Vespasiano encontra explicação análoga à proposta para o Nível de Terraço Superior, sendo as características destes níveis muito próximas. Embora se constitua um nível independente e ocupe cota altimétrica muito inferior às definidas para o Nível de Terraço Superior, o T4 estaria relacionado à mesma fase de encaixamento da drenagem que levou ao abandono do Nível Superior na área. O Nível de Terraço T4 apresenta ainda, tamanho médio dos seixos de quartzo de 3cm contra os 5 cm que é o tamanho médio dos seixos de quartzo pertencentes ao Nível de Terraço T5 para a área.

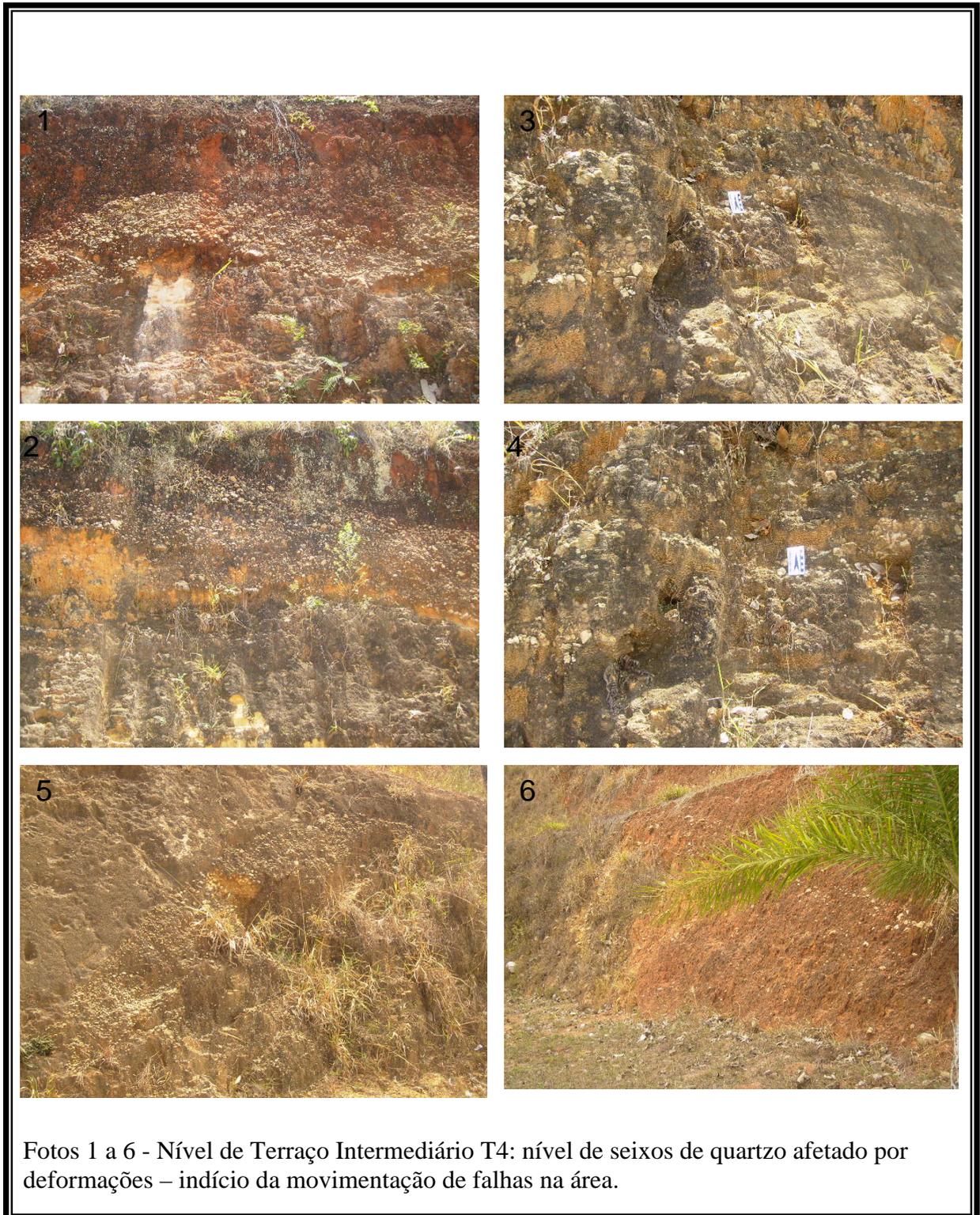
Ao longo deste trecho foram observadas evidências da atuação de forças tectônicas em fase sin e pós-deposicional, que poderiam indicar a ocorrência de falhas que afetaram os níveis deposicionais, levando a variações altimétricas do nível de base e deformação dos pacotes deposicionais (Figura 67).

A ocorrência de depósitos concrecionados por ferro, agregando seixos de diferentes litologias em uma massa compacta no interior de alguns destes pacotes, indica um ambiente fluvial cujo fluxo apresentava grande concentração aquosa deste elemento.



**Figura 66** – Nível de Terraço T4

A gênese deste processo estaria ligada a uma variação local da altura do nível freático em períodos de elevada umidade e períodos de pouca umidade, permitindo a concentração relativa do  $\text{Fe}^{2+}$  em solução e sua posterior oxidação. Como consequência houve a cimentação dos seixos, gerando lentes de material endurecido.



**Figura 67** – Nível de seixos de quartzo afetado por deformações

A ocorrência do T4 não foi registrada ao longo dos trechos Vespasiano–Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo–Matozinhos–Capim Branco e Capim Branco, tendo sido os seus remanescentes provavelmente removidos por ação dos processos erosivos. Outra hipótese é a de que os sedimentos não teriam se depositado nestes trechos, criando uma lacuna deposicional.

Neste trecho haveria elevado fornecimento de carga sedimentar ao canal fluvial pelos tributários localizados a montante. Este canal apresentaria uma sinuosidade moderada, evidenciada pela disposição dos níveis na paisagem, e um fluxo viscoso que transportava seixos de quartzo de tamanhos variados em meio ao material areno-argiloso (areia fina).

As evidências de condicionamento tectônico na área se encontram no significativo reafeiçoamento do T4, que teve deformado os níveis de seixos de alguns depósitos, o que teria ocorrido nas fases sin e pós-deposicionais deste nível no trecho localizado entre os municípios de Matozinhos e Capim Branco. A variação altimétrica das bases dos níveis de terraços também indicaria um possível deslocamento de bloco crustal, o que teria se dado seguindo direção SW-NE.

A ocorrência de concreções por ferro em lentes no interior de alguns depósitos atestaria uma fase de maior estabilidade crustal. Essa relativa quietude tectônica seria quebrada em diferentes momentos por um lento soerguimento da área, cuja continuidade eventualmente alteraria o padrão deposicional local (Figura 68).



**Figura 68** - Nível de Terraço T4. Fotos 1 a 3: blocos concrecionados por ferro, agregando seixos e matriz em uma massa compacta.

### 9.3. Nível de Terraço T3 do Rio das Velhas

Os depósitos relacionados ao T3 apresentam nível basal de seixos de quartzo e itabirito recobertos por material areno-argiloso (areia fina) marrom-avermelhado e espessura média de 5 m. Este nível ocorre na altitude de 680 m, sendo por vezes recoberto por colúvio. O Nível de Várzea ocorre embutido no T3 ao longo deste trecho (Figura 69).

A gênese deste nível deposicional estaria associada a um ambiente de alta energia. A disposição dos depósitos ocorrera ao longo de um vale que apresentava moderada sinuosidade, sendo os seixos distribuídos de forma desorganizada no interior da matriz areno-argilosa (areia fina). Segundo Magalhães Jr. (1993), a instabilidade das encostas contribuiu de forma significativa para a manutenção do aporte de sedimentos em trecho localizado a montante. Este autor chama a atenção para a pequena influência da barreira estrutural formada pela Serra do Curral na contenção dos sedimentos.

A influência da tectônica neste eixo parece acontecer de forma gradual e lenta, fato evidenciado pelo embutimento do Nível de Várzea no Nível de Terraço Inferior, que pode representar um período representativo de relativa estabilidade tectônica e pela presença de meandros abandonados. Apesar do leito do Ribeirão da Mata e do Rio das Velhas estarem encaixados, o escalonamento dos referidos depósitos não foi observado ao longo deste eixo.



1 - Nível de Terraço T4

2 - Nível de Terraço T3 embutido no Nível de Terraço T4, os depósitos são recortados pelo Ribeirão da Mata sem que haja a formação de uma planície de inundação típica.

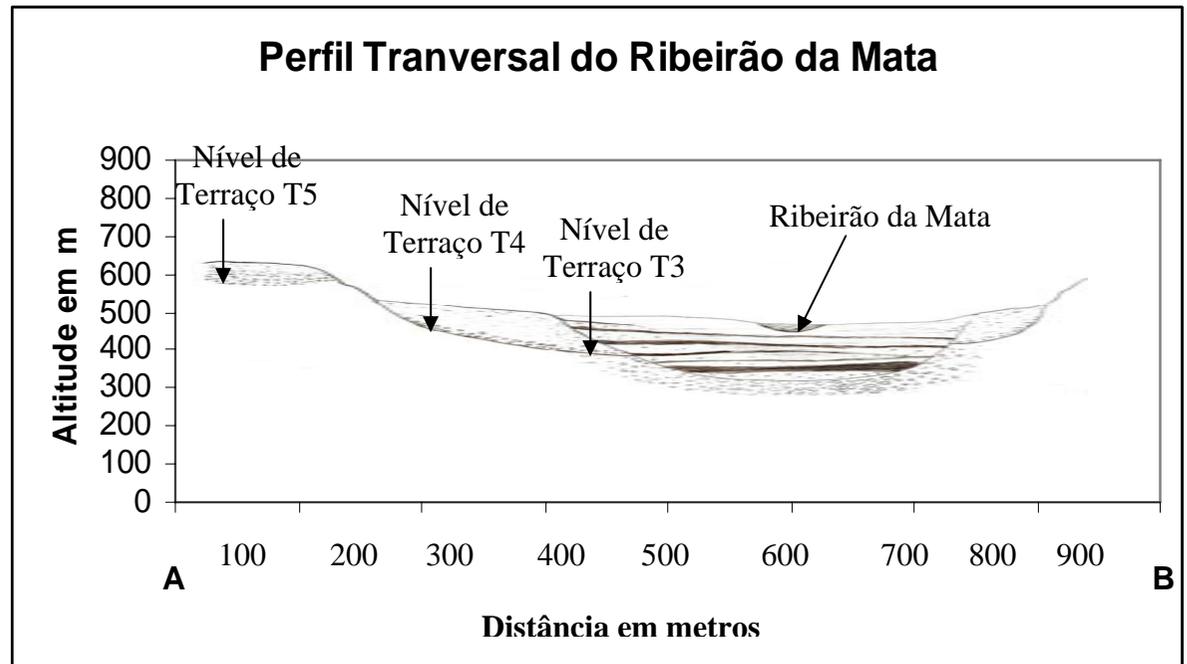


Figura 69 – Nível de Terraço T3 embutido no Nível de Terraço T4

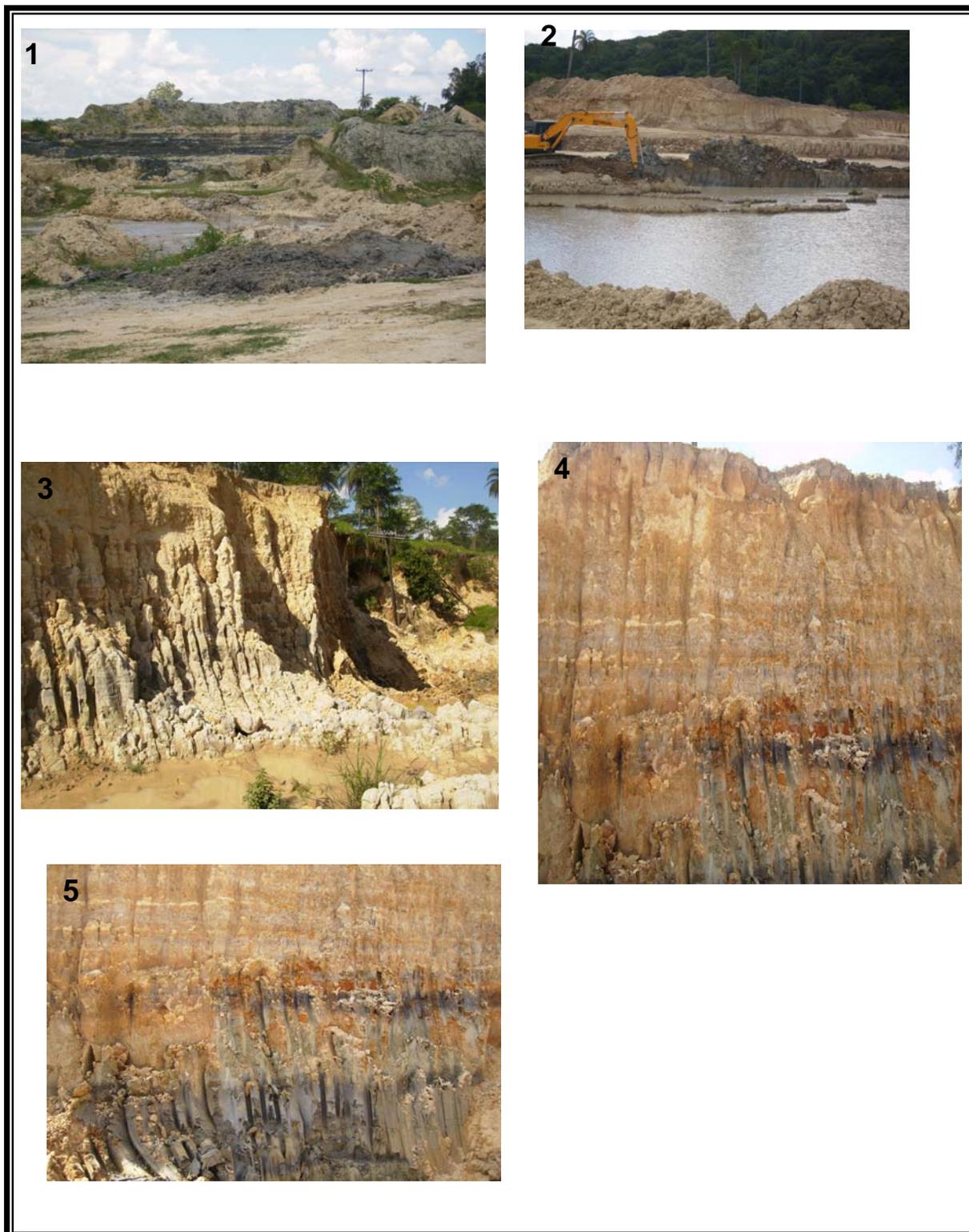
As fácies do T3 no trecho compreendido entre os municípios de Vespasiano a Pedro Leopoldo apresentam depósitos que parecem relacionados a um ambiente submetido a um processo de lenta e contínua subsidência (graben), funcionando como uma “armadilha” para os sedimentos. Nesse sentido, os sedimentos finos seriam depositados em um ambiente de baixa energia.

O nível basal deste pacote é formado por seixos de quartzo e material areno-argiloso (areia fina a média) amarelado, recoberto por estratos formados pela sucessão de material areno-argiloso (areia fina), areno-silto-argiloso e argiloso rico em matéria orgânica. Esta observação somente foi possível pela atividade mineradora que se instalou sobre estes depósitos, que expõe as camadas ao abrir as cavas para a exploração do material (Figura 70).

A transição entre os estratos (compostos pela associação de areia, argila e site ou estratos de argila rica em matéria orgânica) indica variações na altura do nível das águas neste trecho. Dessa forma, durante a fase menos úmida ocorreria a instalação e o desenvolvimento de vegetação sobre os depósitos. Já durante a fase mais úmida, estes depósitos eram recobertos por nova camada de material fino.

Esses depósitos se desenvolveram, provavelmente, durante a fase de abertura do atual vale do Rio das Velhas. Estas áreas seriam atingidas somente durante a fase de maior volume de água, tornando o ambiente pantanoso. Somente as águas das cheias conseguiriam atingir este ponto, já com reduzida velocidade e transportando apenas os finos em suspensão.

Kohler (1989) propõe que a gênese destes depósitos estaria ligada ao transporte de material pelos tributários do moderno Ribeirão da Mata. As areias seriam produtos da ação dos processos erosivos que atuam sobre os terrenos graníticos-gnaíssicos do Planalto de Neves. Este autor realizou datações dos troncos e fósseis presentes nas lentes de argila e areias deste nível, utilizando o método de datação do  $C^{14}$ . Foram encontradas idades de  $3080 \pm 220$  A.P. e  $5.150 \pm 300$  A.P., respectivamente, situando a formação deste pacote no Holoceno. O mesmo autor localiza as idades correspondentes à base de toda a seqüência em 13.000 – 22.000 A.P. (Pleistoceno Superior).



**Figura 70** – Nível de Terraço T3. Fotos 1 a 5: diferentes vistas da fácies que forma este nível.

Magalhães Jr. (1993) ao analisar as proposições de Kohler (1989) para a gênese deste pacote considera a hipótese de ocorrência de erros na definição das idades encontradas para os troncos presentes nas areias que formam a fácies. Aquele autor argumenta que as atividades humanas durante os últimos séculos poderiam ter contribuído para a

remoção de material de idades mais recentes, principalmente em razão de desmatamentos e atividades mineradoras, resultando no retrabalhamento de níveis mais antigos.

A hipótese levantada no trabalho atual foi a de que teria ocorrido o preenchimento de uma zona subsidente surgida pelo deslocamento de bloco. Essa hipótese ganha força pelas datações realizadas por Kohler (1989), localizando as idades desta fácies no Pleistoceno Superior, o que permitiu relacionar as seqüências identificadas ao paleocurso do Rio das Velhas.

Outro argumento favorável a esta hipótese também encontrado no estudo realizado por Kohler (1989) é o fato de este autor ter levantado a ocorrência de seixos rolados de quartzo e quartzito (com diâmetros de até 15cm) sobre os edifícios calcários, em cota altimétrica de 850 m (Nível de Terraço T5 ). Ainda segundo este autor:

*A área fonte destes seixos relaciona-se ao alto curso do Rio das Velhas e seus afluentes, que cortam fácies quartzosas e conglomeráticas, tanto do Grupo Minas como do Grupo Espinhaço. (KOHLER, 1989, p. 26).*

Magalhães Jr. (1993) define o ambiente de sedimentação para o Nível de Várzea do Rio das Velhas como sendo um canal com padrão deposicional intermediário entre o entrelaçado e o meandrante em um vale marcadamente sinuoso, apontando para uma tendência do canal mais próxima ao padrão meandrante.

No trecho localizado entre os municípios de Pedro Leopoldo e Capim Branco também foram encontrados remanescentes do Nível de Terraço T3, porém os depósitos aparentam ter sofrido retrabalhamento ou foram quase totalmente removidos pela erosão, perdendo suas características deposicionais.

Uma análise das cotas altimétricas dos níveis deposicionais levantados indica a elevação contínua das altitudes em direção a cidade de Capim Branco, sendo a altitude máxima para os depósitos nesta área igual a 904 m. Em direção a cidade de Pedro Leopoldo ocorre a redução das cotas, sendo a altitude mínima registrada para os depósitos igual a 717 m. Essa amplitude altimétrica de 187 m, o que explicaria o retrabalhamento ou completa remoção deste nível ao longo deste trecho.

O Nível de Terraço Nível de Terraço T3 forma amplo vale fluvial próximo ao município de Capim Branco, se estendendo em direção às áreas de cabeceira dos ribeirões da Mata e Jequitibá, em cota altimétrica de 815 m. As fácies aqui formadas apresentam nível basal de seixos de quartzo arredondados a sub-arredondados inseridos em material areno-

argiloso (areia fina) vermelho-amarelado. Este pacote deposicional foi gerado em ambiente de baixa energia. A sazonalidade do fluxo de maior energia contribuiria, a cada ciclo, com mais material transportado, elevando a viscosidade do fluxo, capaz de transportar pequenos seixos e grânulos de quartzo inseridos em meio ao material areno-argiloso (areia fina). A inexistência de estruturas no interior deste pacote deposicional corrobora para esta hipótese. A espessura deste depósito é cerca de 2 m (para ambos os ribeirões), podendo ser maior, uma vez que a base deste pacote deposicional não pode ser visualizada.

Apesar de se encontrar recortado por ambos os ribeirões em seus respectivos vales, este pacote não poderia ser considerado como remanescente do Nível de Terraço T4, pois as características do ambiente de formação e das fácies deste pacote se assemelham às apresentadas pelo Nível de Terraço T3 levantadas no trecho, deste mesmo ribeirão, próximo à EMBRAPA Sete Lagoas. (Figuras 34 e 70).

Estes depósitos distam em linha reta em aproximadamente 4,5 km, estando separados por área mais elevada onde se situam os depósitos do Nível de Terraço Superior. Esse fato indica um possível soerguimento mais acelerado daquele bloco em relação às áreas adjacentes, como observado no trecho entre as cidades de Vespasiano e Matozinhos. Outra evidência que poderia confirmar a ação tectônica na área seria o rápido avanço das cabeceiras de drenagem em direção ao interior deste bloco, gerando colinas abruptas e vales encaixados próximo às cabeceiras, os quais se alargam logo em seguida. Além disso, aponta-se a inexistência do nível de terraço inferior nestas áreas.

As fácies remanescentes do T3 são recortadas no trecho compreendido entre os municípios de Prudente de Moraes e Jequitibá pela calha fluvial do Ribeirão Jequitibá. Aqui o nível de terraço funciona como Várzea, mesmo não estando mais em processo de construção. Dessa forma, os sedimentos finos que formam as fácies características do Nível de Várzea são atualmente depositados sobre as fácies antigas que formam o Nível de Terraço T3.

A dinâmica atual do Ribeirão Jequitibá não conseguiu aprofundar o leito sobre o pavimento detrítico em razão do encouraçamento da calha fluvial, impedindo o encaixamento. Dessa forma, a energia do fluxo passa a ser dissipada nas margens, resultando na remoção de parte da fácies de terraço e na deposição de material grosseiro (por gravidade) logo a jusante. (Figura . A dinâmica atual do Ribeirão Jequitibá não possui competência e capacidade para transportar os sedimentos remobilizados por longas distâncias, agregando mais material grosseiro ao talvegue, sendo transportados apenas os finos (Figura 71).

Esse processo é análogo ao observado por Santos (2008) no alto Rio das Velhas – porção interior do Quadrilátero Ferrífero. A autora considera que a dinâmica fluvial do Alto Velhas não conseguiu vencer o pavimento detrítico por sobre o qual o leito se instalou, concluindo que o curso fluvial dissipa parte de sua energia no solapamento das margens, ampliando a largura da calha, nos trechos onde estas fácies ocorrem.

A ocorrência destes depósitos indicaria a existência de um bloco tectonicamente estabilizado (Bloco Ribeirão Jequitibá), que tem seu limite em um bloco tectonicamente mais ativo (Bloco Capim Branco). Essa relativa estabilidade cria localmente condições de preservação dos remanescentes deste nível, cujas características de deposição das litofácies se assemelham em muito com aquelas levantadas por Magalhães Jr. (1993) para o Nível de Terraço Inferior do Rio das Velhas.



**Figura 71** – Nível de Terraço T3 altitude 815m, próximo à área das nascentes do Ribeirão Jequitibá e Ribeirão da Mata.



**Figura 72** – As fotos: 1,2,3 e 4 apresentam a distribuição do Nível de Terraço T3 em um trecho do Ribeirão Jequitibá. Fotos 5 e 6: detalhe dos sedimentos grosseiros removidos das margens e que formam barras laterais e de canal, responsáveis pelo “encouraçamento” do canal do Ribeirão Jequitibá.

## **9.4. Rio das Velhas Vale Atual**

### **9.4.1. Nível de Terraço T2 (Vale Atual)**

A ocorrência do T2 Vale Atual se restringe ao segmento **E** do vale do Rio das Velhas, indicando uma gênese diferenciada deste nível neste segmento (Figura 73).

Este nível deposicional apresenta fácies formadas, da base para o topo, por 3 metros de material arenoso (areia média a grossa) de cor marrom com a presença de seixos e matacões de quartzo (100%) esparsos arredondados a sub-arredondados (tamanho médio dos maiores igual 20 cm e dos menores igual a 4 cm). Estes depósitos são encontrados com estrutura maciça em posição de meia encosta. Sua gênese parece estar ligada a um ambiente de elevada energia com grande fornecimento de sedimentos grosseiros.

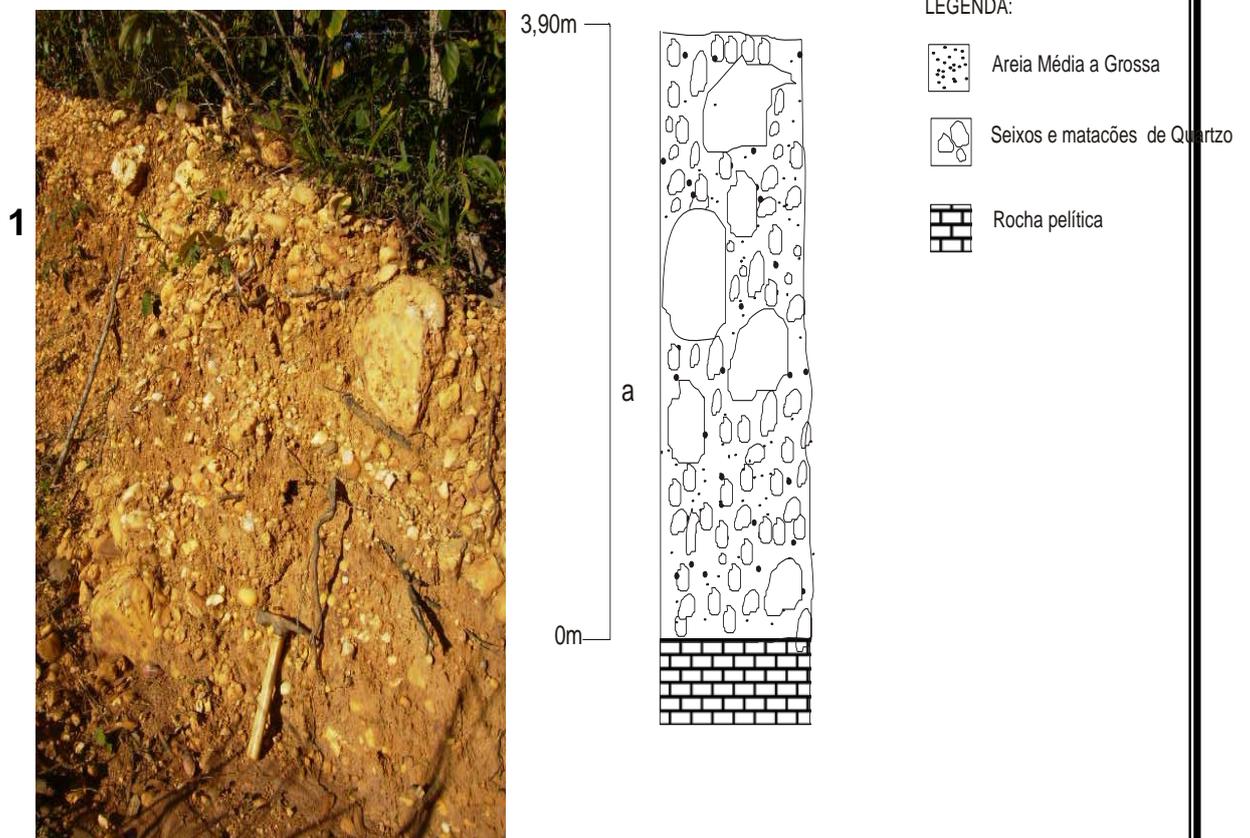
A fácies superior deste terraço foi totalmente removida, o que possivelmente está relacionado às suas características deposicionais: grande quantidade de areia (areia média a grossa) e seixos de quartzo e pouca quantidade de argila e silte. Em ambientes de alta energia os finos são carregados para jusante, permanecendo na calha apenas os materiais mais grosseiros (areia média a grossa e seixos de quartzo). A reduzida coerência do material da fácies superior acelerou seu processo de remoção. A suposição da existência desta fácies foi feita com base na grande quantidade de areia (areia média a grossa) que forma a fácies superior do Nível de Terraço T1 Vale Atual, cuja gênese seria posterior à do Nível de Terraço T2 Vale Atual e a permanência de areia (areia média a grossa) e do nível de seixos de quartzo (base do pacote deposicional) no ambiente.

Em Lagoa Santa, ao lado da ponte sobre o Rio das Velhas foi identificada a ocorrência do Nível de Terraço T2 do vale atual. Este nível é formado por material arenoso (areia média a grossa) de cor marrom-avermelhada e seixos de quartzo arredondados esparsos (tamanho médio de 5 cm). Não foi possível visualizar sua base.

O grau de arredondamento dos seixos de quartzo sugere que estes sofreram transporte de longa distância. O depósito possui 4 m de altura, sendo localizado em posição de meia encosta, se estendendo por um trecho de cerca de 400 m ao lado do canal do Rio das Velhas. (Figura 74).

A retilinidade do canal observada em alguns trechos do Rio das Velhas sugere o controle tectônico da direção da drenagem, indicando a existência de uma possível linha de falha.

PERFIL TRATIGRÁFICO NÍVEL DE TERRAÇO T2

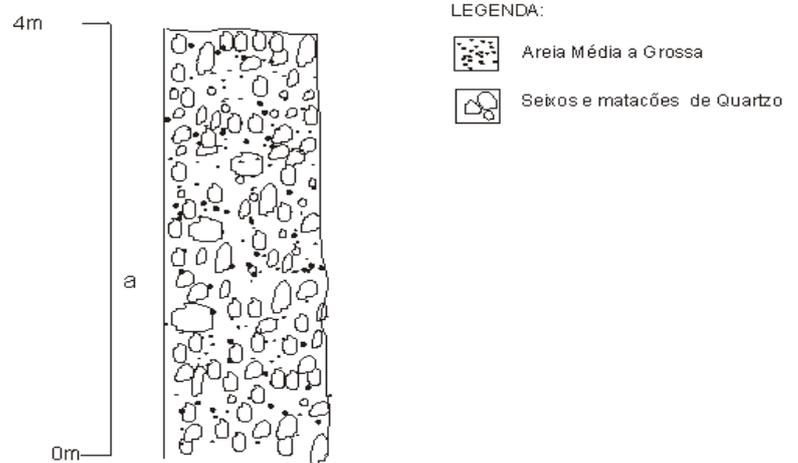


Fotos 1 e 2 detalhe do Nível de Terraço T2. Seixos e matações de quartzo em meio ao material arenoso (areia média a grossa).

Figura 73 - Nível de Terraço T2



PERFIL ESTRATIGRAFICO NIVEL DE TERRAÇO T2



**Figura 74-** Nível de Terraço T2 próximo a Lagoa Santa.

#### **9.4.2. Nível de Terraço T1 (Vale Atual)**

A formação do T1 Vale Atual está associada a um ambiente de alta energia, no qual os finos não são depositados, havendo o predomínio de areia média a grossa e seixos de quartzo. Este nível de terraço acompanha o atual canal fluvial, por vezes funcionando topograficamente como várzea, embora não esteja mais em construção. Dessa forma, os sedimentos da dinâmica moderna do Rio das Velhas recobrem este nível nas áreas onde a planície de inundação típica não se desenvolve (Figura 75 e 76).

As fácies deste nível demonstram características de transporte de material grosseiro misturado a uma matriz areno-argilosa (areia fina). Este nível é formado, da base para o topo, por nível basal de seixos de quartzo arredondados a sub-arredondados (tamanho médio de 3 cm) esparsos em um pacote com altura igual a 60 cm, estando recoberto por areia fina marrom-avermelhada e seixos esparsos de quartzo.

Este nível deposicional foi observado ao longo de quase todo o segmento **E**, estando embutido no Nível de Terraço Intermediário. Em alguns trechos é o Nível de Várzea que está embutido no Nível de Terraço T1, em outros, há uma descontinuidade deposicional para esta fácies, não sendo possível verificar a sua presença. Isso ocorre onde o canal do Rio das Velhas apresenta maior encaixamento e retilinidade, o que se repete nos afluentes localizados ao longo deste trecho.

O Nível de Terraço T1 do Rio das Velhas é formado pelas seguintes fácies, da base para o topo:

A – Material arenoso (areia média a grossa) intercalada por lentes de argila e areia fina e matéria orgânica (galhos, folhas e restos de vegetação), presença de grandes estratificações plano-paralelas e nível basal seixos de quartzo, arredondados, de tamanho médio 4cm (tamanho médio dos maiores 6 cm e menores 3 cm) e 1,50m de altura., não foi possível observar a base deste pacote.

B – Material arenoso (areia média a grossa) sem a presença de seixos de quartzo, sendo observado apenas grânulo de quartzo de tamanho milimétrico, estrutura pano paralela com altura de 3m e em alguns trechos é recoberto por material areno-argiloso (areia fina a média) proveniente da deposição atual.



Foto 1 - Nível de Terraço T1

### Perfil Estratigráfico do Nível de Terraço T1

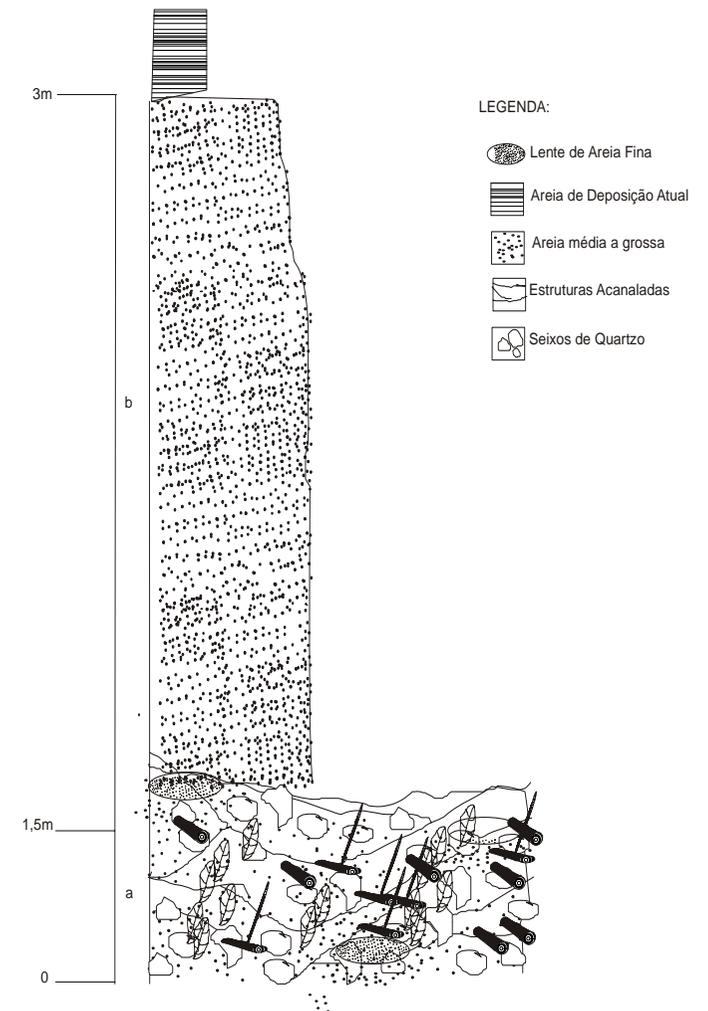
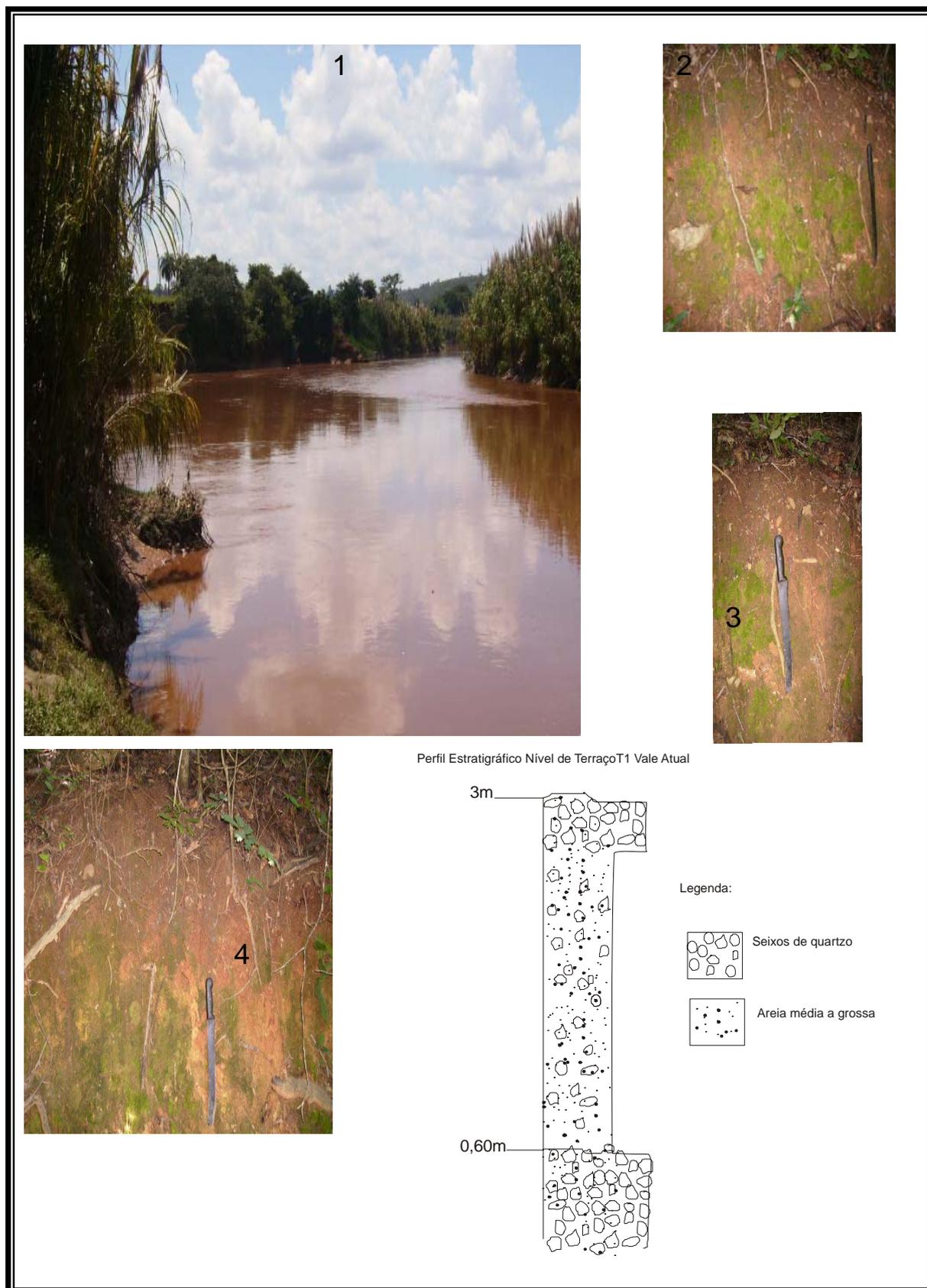


Figura 75 – Nível de Terraço T1



**Figura 76** – Nível de Terraço T1 – números: 1 vista parcial do Nível de Terraço T1 e sua posição em relação a calha do Rio das Velhas. 2, 3 e 4 representam a visão parcial do pacote deposicional que forma o Nível de Terraço T1 .

## 9.5. Nível de Várzea

### 9.5.1. Nível de Várzea Do Ribeirão Jequitibá

O registro de depósitos associados ao Nível de Várzea próximo à nascente e as características do canal fluvial no Ribeirão Jequitibá são as mesmas observadas para a área de cabeceira do Ribeirão da Mata.

Em direção a jusante, as áreas ocupadas pelo Nível de Várzea ao longo do Ribeirão Jequitibá se ampliam, formando inicialmente alvéolos próximo aos meandros (Figura 78). Ao se aproximar da foz, os depósitos passam a ocupar uma área maior à medida que o vale fluvial se alarga, apresentando altura média de 2 m e extensão lateral média de 4 m.

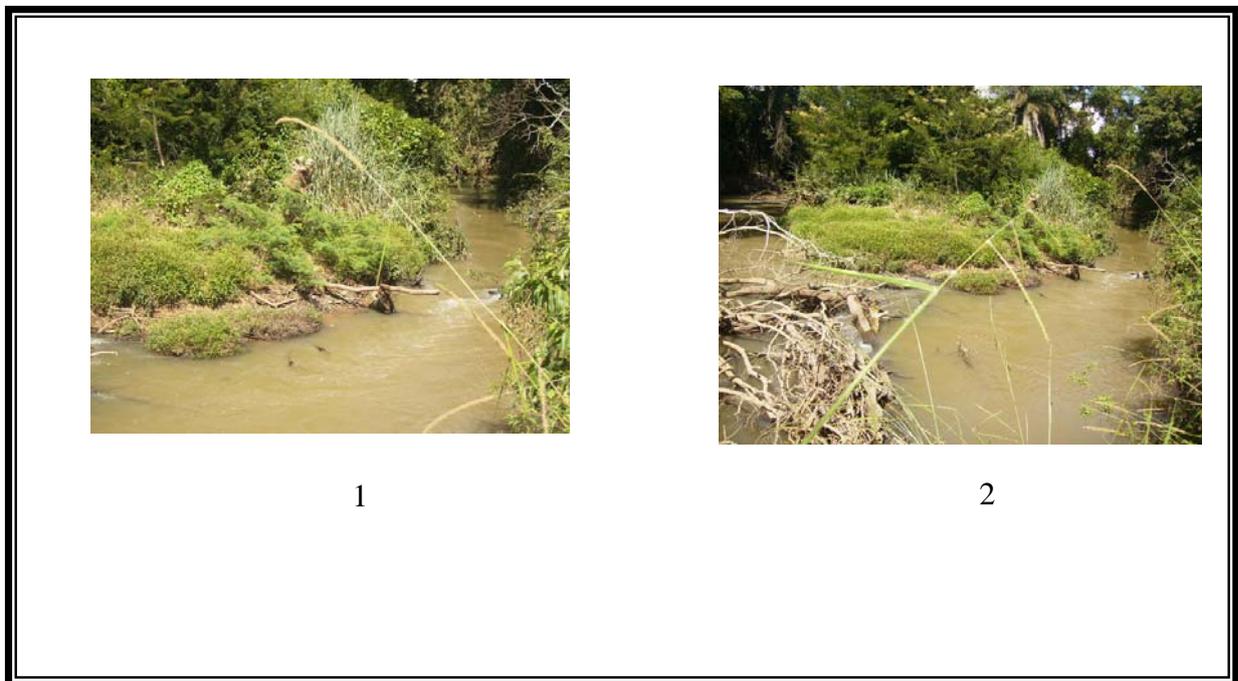
Onde o vale fluvial do Ribeirão Jequitibá apresenta maior largura, os depósitos do Nível de Várzea ocorrem embutidos no Nível de Terraço T3. A grande quantidade de material aluvial associada às fácies do Nível de Várzea e Nível de Terraço T3, preenchendo a totalidade da largura do vale fluvial, parece indicar certa estabilidade tectônica do bloco crustal onde se assentam (Figura 77).



**Figura 77** - Vale Ribeirão Jequitibá. 1 – Nível de Terraço T3 ; 2 – Nível de Terraço T4

A largura observada para o vale fluvial ocupado pelo Ribeirão Jequitibá é incompatível com sua dinâmica fluvial moderna, deixando clara a sua abertura por outro sistema fluvial, com grande volume de água. A localização de depósitos do T3 em ambas as margens do vale fluvial do Ribeirão Jequitibá reforça esta teoria.

Kohler (1989) levanta a hipótese de que o Rio das Velhas era afluente do Rio Paraopeba, sendo a confluência destes rios ao norte da cidade de Sete Lagoas. O referido autor associa a ocorrência de depósitos aluviais e abertura de cavernas e grutas à pré-existência do paleossistema fluvial do Rio das Velhas cujo canal, em alguns trechos, formaria dutos, ressurgindo em ponto mais a jusante, originando espeleotemas específicos de ambientes preenchidos por grandes volumes de água.



**Figura 78** - Fotos 1 e 2: Nível de Várzea do Ribeirão Jequitibá. Ocorre nestes trechos um grande aporte de material orgânico (troncos, folhas, galhos, etc) e sedimentos finos.

### 9.5.2. Nível de Várzea do Ribeirão da Mata

Os depósitos associados ao Nível de Várzea do Ribeirão da Mata formam um pequeno pacote deposicional – de altura média igual a 80 cm – distribuído em locais restritos ao longo do vale fluvial. Geralmente estes locais estão à jusante de áreas mineradas instaladas sobre o Nível de Terraço Inferior, próximo ao canal fluvial, contribuindo para a remobilização de grande quantidade de material, provocando localmente o assoreamento.

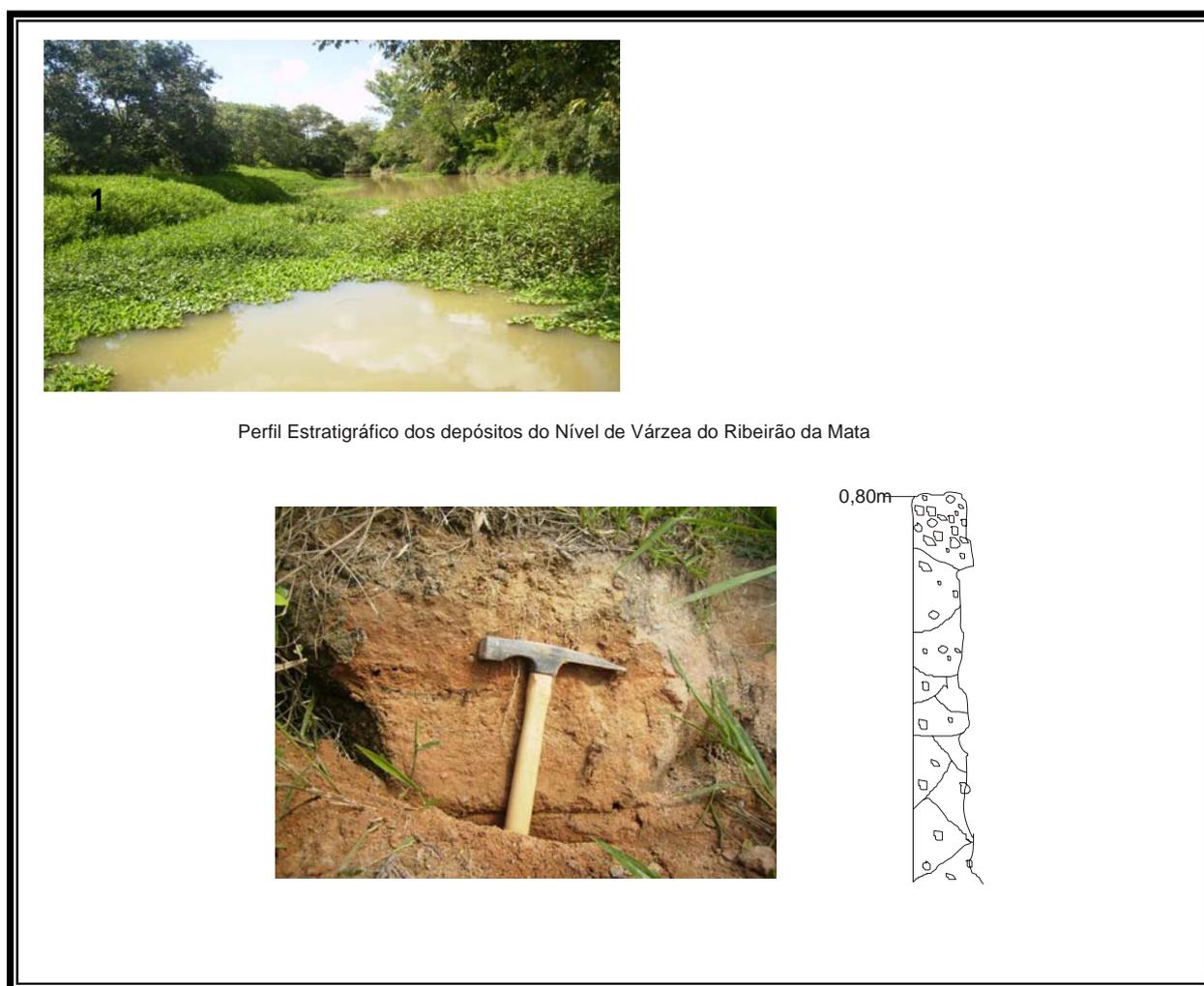
Esse material remobilizado originou um pacote sedimentar constituído de areia média à grossa e seixos esparsos de quartzo. O ambiente deposicional é o de planície de inundação, não tendo sido encontrados vestígios de meandros abandonados. Trata-se de uma área afetada por lento e contínuo processo de rebaixamento tectônico, fato evidenciado pelo acúmulo gradual de areia, o que não impede sua remobilização de forma lenta, porém contínua. O Ribeirão da mata corre sobre o Nível de Terraço T3 sem conseguir aprofundar o seu leito, o que o leva a dissipar sua energia nas margens, remobilizando principalmente os finos agregados àquele nível de terraço.



**Figura 79** - Nível de Várzea Ribeirão da Mata (1).

O Nível de Várzea ao longo do trecho compreendido entre os municípios de Pedro Leopoldo e Capim Branco ocorre restrito às margens do canal fluvial do Ribeirão da Mata em espessura média de 60 cm. Os depósitos são formados por seqüência de areia média a grossa com presença de estrutura acanalada de pequeno porte, além de pouca matéria orgânica localizada no topo deste pacote, a qual provém da vegetação que ocupa as margens do canal fluvial durante a estação seca, sendo recoberta por pequena quantidade de material aluvial na estação úmida. Nas áreas mais a montante a sua ocorrência passa a se dar em pequenos alvéolos nas margens do leito fluvial (Figuras 79 e 80).

O ambiente de deposição deste pacote é o de planície aluvial, onde praticamente se acumula areia em pequena quantidade. A planície se desenvolve ao longo de um canal fluvial em lento e contínuo processo de encaixamento sobre o Nível de Terraço T3. O arqueamento deste trecho em direção ao município de Capim Branco fez com que o canal fluvial do Ribeirão da Mata aprofundasse o seu leito.



**Figura 80** - Encaixamento do canal fluvial do Ribeirão da Mata sobre o Nível de Terraço Inferior (1) e seu recobrimento pelos depósitos recentes que formam o Nível de Várzea.

No trecho, onde se localizam as nascentes do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá e se registram as maiores cotas altimétricas de ambas as bacias, não foram registrados pacotes deposicionais do Nível de Várzea que chamassem a atenção. Nesse sentido, no presente trabalho o Nível de Várzea é considerado inexistente ou de reduzidas dimensões, estando os depósitos muito mais associados a pequenas barras de canal que a um nível deposicional propriamente dito.

Apesar da área se localizar próxima às nascentes, pode-se notar em ambos os ribeirões o desenvolvimento de barras de canal ocupando a parte central ou as laterais dos canais fluviais. A explicação mais plausível para estas ocorrências está na ocupação destas áreas por criação de gado bovino, pelo elevado grau de desmatamento do em torno das cabeceiras e pela presença de vertentes íngremes.

### 9.5.3. Nível de Várzea do Rio das Velhas

O Nível de Várzea do Rio das Velhas apresenta espessura média de 1,5 m e forma geométrica característica, com base côncava e limites bem definidos. Destaca-se a ocorrência de grande concentração de matéria orgânica ao longo de toda a seqüência nos pontos onde o canal fluvial apresenta maior sinuosidade. Este nível ocorre geralmente embutido no Nível de Terraço Inferior, indicando que não ocorreu um aprofundamento pronunciado do canal fluvial neste trecho. Em alguns pontos o Nível de Terraço Inferior avança até o canal fluvial, não ocorrendo a formação do Nível de Várzea. Em outros pontos, onde há o recobrimento do terraço pelos depósitos de várzea, a distinção entre os níveis somente é possível por critérios estratigráficos.

A várzea é o nível deposicional mais recente, por isso este é o nível que melhor preserva as suas características deposicionais, pois ainda está em formação, o que permite uma interpretação mais apurada de sua evolução.

Magalhães Jr. (1993) ao estudar os depósitos de várzea do Rio das Velhas próximo à cidade de Sabará identifica 3 fases sucessivas de sedimentação sob um ambiente de deposição principal do tipo meandrante.

As características estratigráficas das seqüências pertencentes à primeira fase de dissecação indicam uma gênese relacionada a um ambiente de planície, cuja sedimentação se deu em ambiente marginal (meandros abandonados gerados por *neck cut-off*) marcado por bruscas mudanças na direção do curso fluvial. Na segunda fase pode ser observada a ocorrência de abandono de canal por *neck cut-off* e *chute cut-off*, havendo uma redução da deposição de finos em direção ao topo. Na terceira fase a deposição de finos foi bastante reduzida, não tendo sido encontradas seqüências associadas à formação de meandros abandonados.

O ciclo de deposição atual apresenta as mesmas características observadas para a terceira fase, predominando a deposição de areia grossa e seixos no leito e areia fina no ambiente de planície. Quase a totalidade das partículas de argila e silte fornecidas ao sistema são depositadas em áreas mais distantes dos pontos estudados devido às características da dinâmica fluvial atual, marcada por danos de atividades humanas desenvolvidas ao longo deste trecho.

Estes danos estão associados ao significativo aporte de sedimentos gerados principalmente pelas atividades mineradoras (manuais ou mecanizadas) que se instalaram

próximas ao curso fluvial, acelerando localmente as condições de assoreamento do vale fluvial do Rio das Velhas.

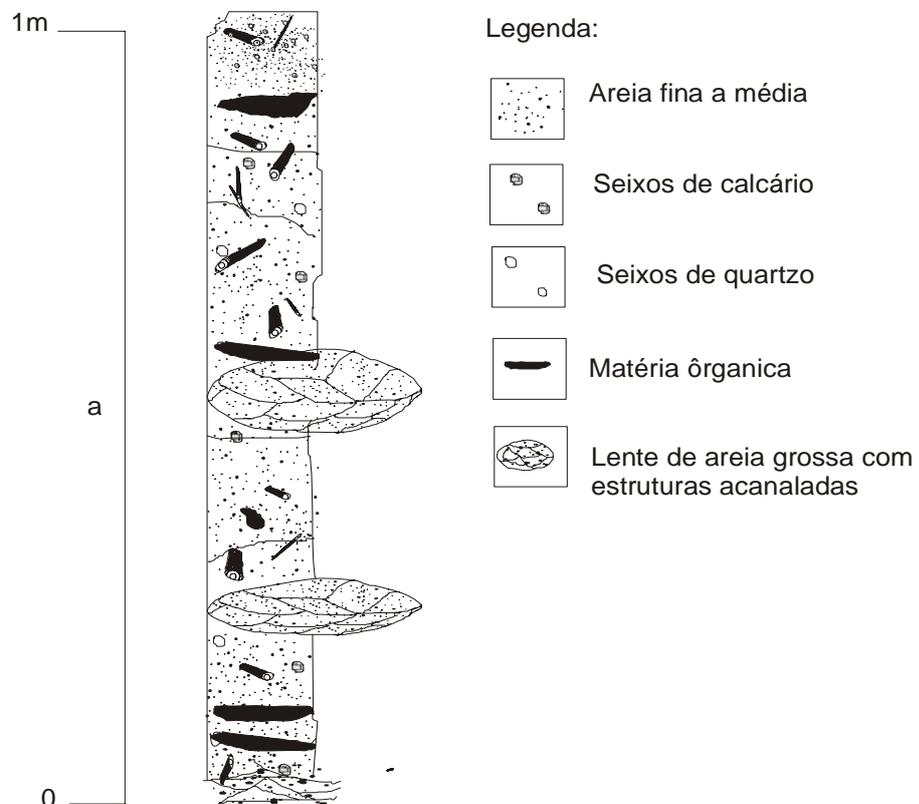
Os levantamentos efetuados na área em questão confirmam o fato já levantado por Magalhães Jr. (1993) de que, após a deposição da terceira fase, houve um novo período de rebaixamento lento e gradual, mas constante, do nível de base local, desencadeando o encaixamento do canal fluvial no substrato rochoso. Durante o encaixamento do leito fluvial os ciclos deposicionais continuam ativos, atuando paralelamente ao processo de escavação (figura 81).

Este nível apresenta fácies basal de seixos de quartzo arredondados de tamanho médio igual a 2 cm, suportados a pouco suportados, e material areno-argiloso (areia média a grossa) marrom-avermelhado com presença de grandes lentes de areia média a grossa com estratificações cruzadas acanaladas. Sua maior espessura está associada às áreas onde ocorre o acúmulo de areias nas barras centrais e de pontal, havendo ainda o acúmulo de matéria orgânica, principalmente troncos, galhadas e folhas. Estas áreas de acumulação são recobertas por depósito arenoso (areia fina a média) de cor marrom-avermelhada e altura média de 1 m. Aparentemente, estas áreas representam pontos onde a velocidade do fluxo sofre pequena redução, estando localizadas entre os meandros. Há aqui a formação de planície de inundação.

Na porção final do Segmento **E** foi possível observar a ocorrência de trechos que apresentam uma sucessão de pequenas corredeiras ou cachoeiras e que provavelmente estariam condicionando o represamento do fluxo a montante, permitindo a formação das barras centrais e de pontal. Algumas destas barras se encontram vegetadas, o que indica relativa estabilidade deste processo ao longo do tempo, revelando o condicionamento tectônico a que está sujeito este segmento.



Perfil estratigráfico Nível de Várzea  
do Rio das Velhas



**Figura 81** – Depósitos de Várzea do Rio das Velhas. Fotos 1 e 2: detalhe do recobrimento do Nível de Terraço T1 pelos sedimentos recentes.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Verificou-se que a área investigada neste trabalho é carente de estudos geológicos e geomorfológicos mais aprofundados, apesar de se localizar próximo à capital mineira e integrar a sua região metropolitana. O presente trabalho visou suprimir esta lacuna, identificando várias seqüências sedimentares de significativa expressão às margens da rodovia MG-010, que liga Belo Horizonte ao Aeroporto Internacional Tancredo de Almeida Neves, no município de Confins. Estas seqüências sedimentares, até então, tinham sido apenas mencionadas no trabalho desenvolvido por Kohler (1989).

O estudo geomorfológico elaborado por Pinto e Magalhães Jr. (2006) ao longo de um trecho da bacia do Ribeirão Jequitibá pode ser considerado o mais recente trabalho desenvolvido nesta categoria abrangendo parte da área da presente. É importante ressaltar que outros pesquisadores desenvolveram estudos que abrangem a região, mas poucos trabalhos possuem cunho estritamente geomorfológico, estando a maior parte dos estudos concentrada nas áreas limítrofes com a Serra do Espinhaço e com o planalto de Lagoa Santa.

A área investigada apresenta uma grande riqueza geomorfológica, merecendo que se aprofundem os estudos sobre a mesma, com o objetivo de melhor se interpretar sua história evolutiva. As principais pesquisas desenvolvidas na região metropolitana a esse respeito se concentram no Quadrilátero Ferrífero e nas áreas de seu entorno. O desenvolvimento de estudos mais aprofundados no Quadrilátero Ferrífero se deve à exploração do minério de ferro, concentrando recursos capitais e humanos para um melhor entendimento de sua distribuição e prospecção econômica mais eficiente, levando a menores custos. Grande parte desses estudos é financiada e/ou realizada pela iniciativa privada, sendo os resultados obtidos raramente divulgados.

Por outro lado, apesar da exploração de calcário por mineradoras (para o fabrico de cimento, cal, etc.) na área do presente trabalho, grande parte dos dados disponíveis se encontra limitados a estudos desenvolvidos por entidades ou órgãos de pesquisa estatais ou particulares. Dessa forma, pouco se sabe da geologia e geomorfologia desta área.

A análise dos dados levantados neste trabalho indica que o Ribeirão da Mata e o Ribeirão Jequitibá ocupam trechos de um antigo vale fluvial, elaborado por um rio antecedente de grandes proporções.

Magalhães Jr. (1993) identificou a ocorrência de falha normal afetando o Nível de Terraço Intermediário do Rio das Velhas próximo a Santa Luzia. Este sistema de

falhas, também afetou os depósitos encontrados nos segmentos **D** (Rio das Velhas) e **G** (Ribeirão da Mata).

Essas falhas provocaram o cavalgamento do substrato rochoso sobre os depósitos aluviais; arqueamento, ruptura e deslocamento dos níveis de seixos; o basculamento dos depósitos; alterações altimétricas do nível basal de seixos dos depósitos; deformações dos pacotes aluviais; escalonamento dos níveis de terraço; soerguimento de alguns blocos rochosos e rebaixamento de outros; processos de encaixamento da drenagem nas áreas soerguidas e a ocorrência de espessos depósitos de argila nas áreas rebaixadas.

Ao longo do segmento **E** do vale fluvial do Rio das Velhas a gênese dos grandes meandramentos do curso fluvial parece está associada à existência de falhas que controlam o deslocamento lateral do curso d'água nestes trechos, que pode ser facilmente percebido em mapas topográficos associado à retinidade do canal e à ocorrência de meandros abandonados preservados em planície fluvial.

Os segmentos **F** e **H** estão localizados em os terrenos granítico-gnáissicos e marcam os limites entre este domínio e o Grupo Bambuí, constituído por rochas pelíticas. Nestes segmentos, a não ocorrência de Nível de Várzea típico parece estar condicionada a um recente avanço das cabeceiras de drenagem e encaixamento do leito. O registro residual do Nível de Terraço Superior nestes segmentos indicaria uma intensa atuação dos processos erosivos.

A ocorrência de deformações no depósitos aluviais registradas ao longo do Segmento **G** (Ribeirão da Mata) indicaria que este trecho foi, possivelmente, o mais afetado pelo condicionamento tectônico. A mobilidade de um sistema de falhas de empurrão que acarretou a elevação do bloco crustal onde se localiza o Aeroporto Internacional Tancredo Neves é evidente na paisagem. Este sistema de falhas gerou ainda o soerguimento da margem esquerda do Ribeirão da Mata ao longo deste segmento, elevando-a a altitudes médias de 900 m, enquanto a margem direita se encontra altimetricamente rebaixada, com altitudes médias de 700 m.

Vale lembrar que o conjunto de dados apresentado não é capaz de retratar fielmente a completa história evolutiva da área estudada, pois se compõe apenas de pequenos fragmentos preservados, porém as interpretações apresentadas são uma tentativa de melhor representar os fatos levantados. Este fato torna-se de grande importância quando se analisa as discontinuidades deposicionais encontradas na paisagem, considerando-se as idades dos acontecimentos dos eventos e sua evolução ao longo do tempo.

A intensificação dos processos erosivos a montante desencadeou o avanço da vaga erosiva sobre a Superfície Sul Americana, tendo ocorrido o entalhe dos vales fluviais até a cota altimétrica de 750 m. O carreamento dos sedimentos aos cursos d'água entulhou de forma bastante representativa o vale fluvial, originando os depósitos de detritos grosseiros característicos do T5. Considerando King (1956) e Dorr (1967), estes eventos poderiam ser relacionados ao Ciclo Velhas mais antigo, que estaria representado no Quadrilátero Ferrífero pelas cotas entre 700 e 750 m.

Considerando-se as cotas altimétricas sugeridas por estes autores para a ocorrência de remanescentes da Superfície Sul Americana, como também a proposta de que exista certo equilíbrio entre soerguimento e capacidade de entalhe da rede de drenagem, o soerguimento ou alçamento tectônico para a área estudada teria atingido uma amplitude máxima de aproximadamente 150 m até a fase atual.

A ocorrência de um abatimento de bloco setentrional ou o seu soerguimento teria afetado o T5 em fase posterior a sua deposição em alguns dos trechos estudados, o que seria indicado por desnivelamentos deste nível deposicional – alguns deles muito bruscos, atingindo mais de 50 m.

Ocorrências como estas, localizadas sobre ou próximo a borda de contato entre os terrenos cristalinos (Embasamento arqueano) e os pelíticos (Grupo Bambuí), permitem que se faça uma correlação desse fato com a movimentação da borda da Bacia Sedimentar do Bambuí, onde se observa a existência de falhas e flexuras das camadas pertencentes aos sedimentos de idades Proterozóicas.

Após a formação do Nível de Terraço T5, uma nova fase de rebaixamento do nível de base desencadeou novo processo de encaixamento da drenagem, o que se deu com diferentes intensidades ao longo do vale, conforme indicam as variações altimétricas observadas. A amplitude média das altitudes em que se observa o Nível de Terraço Intermediário (T4) é de 157 m.

Assim como no caso T5, as anomalias referentes às diferenças altimétricas apresentadas pelo T4 seriam ainda condicionadas pela existência de falhas ou pela ocorrência de flexuras que afetaram os depósitos deste nível em fase pós-deposicional. O deslocamento deste nível gerado pela nova fase de alçamento tectônico seria de cerca de 10 m para os depósitos situados nos segmentos **D** e **G**, próximo ao Rio das Velhas, sendo variável ao longo dos demais segmentos. O T4 teria sua origem relacionada ao Ciclo Velhas, ocupando cotas altimétricas próximas às definidas por King (1956) para o Quadrilátero Ferrífero.

As seqüências que formam o Nível de Terraço T3 foram depositadas após a ocorrência de uma terceira fase de rebaixamento do nível de base. O recrudescimento de nova vaga erosiva provocou o encaixamento do canal fluvial, posicionando o seu nível 10 m abaixo da base do T3, o que corresponde ao Nível de Terraço T2 (Vale Atual).

Dessa forma, as evidências do controle tectônico exercido sobre a área se distribuem ao longo da paisagem da seguinte forma: escalonamento do T3 em relação ao T4; deslocamento do T4 ao longo das zonas de contato entre os compartimentos morfoestruturais da área estudada e embutimento do Nível de Várzea no T2 em alguns trechos dos vales estudados.

O Nível de Várzea indicaria uma tendência de atenuação dos efeitos relacionados à atividade tectônica sobre as áreas onde ocorre. Este fato é evidente no embutimento da várzea no Terraço Inferior.

Magalhães Jr. (1993) identificou pouco a montante da área deste estudo, na confluência entre o Rio das Velhas e o Ribeirão Vermelho, a ocorrência de eventos que relacionou a um episódio de captura fluvial: a captura do Córrego do Angu-Duro pelo Ribeirão Vermelho. Segundo este autor, tal fato foi associado à existência de um sistema de falhas que ao rebaixar o bloco crustal onde se localizava o antigo curso fluvial provocou sua captura. Outro fato que chama a atenção deste autor é a abertura de um amplo vale fluvial ao longo do Ribeirão Vermelho, o que é incompatível com sua atual dinâmica fluvial.

Como referido anteriormente, Kohler (1989) elabora a hipótese de que o Rio das Velhas seria um afluente do Rio Paraopeba, sendo a confluência de ambos a norte da cidade de Sete Lagoas. Porém, este autor não conseguiu levantar provas concretas para confirmar ou refutar esta hipótese. Entretanto, a partir da análise dos depósitos encontrados ao longo do vale do Ribeirão Jequitibá e de sua distribuição ao longo da área fica evidente que este não poderia ser um afluente do Rio Paraopeba. A largura observada para o vale fluvial ocupado pelo Ribeirão Jequitibá (600 m) e para os depósitos associados ao Nível de Terraço Superior na área (300 m) indicariam a existência de um rio pretérito de dimensões apreciáveis. Este seria muito maior que os modernos rios das Velhas e Paraopeba separadamente.

Uma análise a partir do mapa topográfico da região (em escala de 1:250.000) indicaria que o vale fluvial hoje ocupado pelos ribeirões das Neves e Areias poderia ter pertencido ao curso fluvial responsável pela elaboração dos depósitos identificados ao longo deste trecho que indicariam o Rio Paraopeba como afluente da margem esquerda do pretérito Rio das Velhas.

A análise dos dados levantados no presente estudo permitiu identificar a ocorrência de eventos que influenciaram de maneira direta o desenvolvimento da dinâmica fluvial da área investigada, embora seja este trabalho um passo inicial rumo ao conhecimento destes processos.

Fato evidente é que os modernos Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá, de reduzidas dimensões e capacidade, não poderiam ter transportado e arredondado os seixos que formam os níveis deposicionais registrados ao longo de seus vales fluviais.

Os três paleoníveis de terraços observados em campo apresentam diferentes morfologias, evidenciando as suas diferenças genéticas. O Nível de Terraço T5 tem sua origem relacionada à ocorrência de pulsos de instabilidade tectônica, reflexos de um movimento epirogênico positivo tipo *host-graben* que fez com que o canal do Rio das Velhas abandonasse o antigo vale adaptando sua drenagem, proporcionando a abertura de um novo vale fluvial onde estão localizados os Níveis de Terraços T1 e T2.

Os sucessivos fluxos de lama encontraram no canal fluvial uma via de escoamento preferencial, provocando um entulhamento lento e contínuo de sua calha. Nos pacotes maciços se alternam seixos de quartzo rolados, indicativos de sua origem fluvial, e seixos angulosos ou mesmo matacões de quartzo inseridos em uma matriz aluvial indiferenciada, na qual predominam areias grossas e médias marrom-avermelhadas.

O Nível de Terraço T2 evidencia uma alteração no processo de transporte e deposição dos sedimentos. Este nível deposicional se encontra em posição de meia encosta, tendo por substrato as rochas pelíticas e carbonáticas. Seus depósitos apresentam extensão variável, sendo formados por seixos de quartzo arredondados e por alguns matacões pouco arredondados inseridos em material arenoso (areia média a grossa), provenientes de um canal com grande capacidade de transporte.

O Nível de Terraço T1 (Vale Atual) ocupa ainda hoje o fundo de vale, por vezes funcionando como várzea, ainda que não esteja mais em processo de construção. Este nível deposicional evidencia certa estabilidade das condições estruturais e climáticas, levando a uma redução da velocidade do fluxo, o que se verifica na redução da capacidade de transporte dos sedimentos. Os seixos de quartzo apresentam um elevado grau de arredondamento – mesmo aqueles que possuem tamanho de matacão – estando inseridos em uma matriz composta de areias finas rica em argilas, o que lhe confere uma coloração marrom-acinzentada.

Uma análise da morfologia atual dos vales do Ribeirão da Mata e Ribeirão Jequitibá mostra que estes ribeirões não poderiam esculpir os atuais vales ou ter gerado os

níveis deposicionais identificados, sendo um canal fluvial com grande capacidade e competência o responsável pela abertura e por gerar os níveis encontrados ao longo dos referidos vales que possuem as mesmas características genéticas.

Assim, o curso fluvial responsável pela abertura do vale fluvial foi o Rio das Velhas que ao abandonar o antigo vale, permitiu a drenagem de ambos os ribeirões se instalar sobre os antigos sedimentos (Nível de Terraço T3) sem, no entanto, conseguir aprofundar os seus leitos, não alcançando o substrato rochoso. A existência, apenas, do Nível de Várzea associado à dinâmica dos modernos ribeirões, comprovaria que estes “aproveitaram” um vale fluvial pré-concebido e indicaria que o abandono do antigo vale fluvial, pela drenagem do Rio das Velhas, quando considerado o tempo geológico, ocorreu recentemente.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, F. F. & MARSHAK, S. *Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero*. *Precambrian Research*, 1991 90: 29–58p.

ALKMIM, F.F.; CHEMALE Jr.; BACELAR, L.A.P.; OLIVEIRA, J.R.P. & MAGALHÃES, P.M. Arcabouço estrutural da Porção Sul da Bacia do São Francisco. In: *Simpósio de Geologia Núcleo Brasília*, 1. 1989. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, SBG-MG, 1989. Bol. Nº10:289-292.

ALLEN, J.R.L. 1970. *Physical processes of sedimentation*. Allen & Unwin, London. 272p

ALLEN, J.R.L., 1970. Studies in fluvial sedimentation a comparison of fining-upward cyclothems with special reference to coarse-member composition and interpretation. *Jour. Sed. Petrol.* 40:298-323.

ALMEIDA, F.F.M., 1967. *Origem e Evolução da Plataforma Brasileira*. Departamento Nacional de Produção Mineral. Divisão Geologia Mineral, Boletim, vol. 241. Rio de Janeiro, Brasil, 36p.

AUTIN, W.J. Use of alloformations for definition of Holocene meander belts in the middle Amite River, Southeastern Louisiana. *Geological Society of American Bulletin*, v. 104,p. 233-241, Feb/1992.

IBGE. *Baldim*. Rio de Janeiro: IBGE, 1971 mapa: col.; 74 x 58,5 cm Escala 1:100, 000.

BARBOSA, G. V; RODRIGUES, D. M. S. *Quadrilátero Ferrífero*. Belo Horizonte: 1967. 130p.

BARBOSA, G. V. Superfícies de Erosão no Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, Belo Horizonte, v.10. 1980.

BARCELLAR, L. de, A.P. *Geologia Estrutural do Supergrupo São Francisco ao Longo da Seção Regional Coromandel – Três Marias – Conselheiro Mata, MG*. Ouro Preto: UFOP, 1989. Dissertação de Mestrado – UFOP, 1989.

CAMARGOS, Luíza de Marillac Moreira. *Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004/ Luíza de Marillac Moreira Camargos (coord.)*. - Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005. 228 p. Disponível em <[http://aguas.igam.mg.gov.br/docs/cbh/velhas/plano\\_diretor\\_completo.pdf](http://aguas.igam.mg.gov.br/docs/cbh/velhas/plano_diretor_completo.pdf)>. Acessado em 04/10/2006 > Acessado em 16/03/2007

CASTRO, P.T.A.; ALVES, J.M.; FERREIRA, H.L.; LANA, C.E. A influência dos níveis de Base Locais nas Características Físicas dos Ecossistemas Fluviais: Os Rios Periféricos à Serra do Espinhaço Meridional, MG. In: *Congresso Brasileiro de Limnologia*, 10,2005,Ilhéus. Anais em CD-Rom.

CEMIG, 1989. Fotografias aéreas escalas 1:8.000 e 1:30.000.

CHARLTON, R. *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. London: Routledge, 2008. 234 p.

CHURCH, M. Channel Morphology and Typology. In *The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles*. CALOW, P.; PETTS, G. E., Volume 1. Oxford, 1992.

COBRAPE (Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos), 2001. *Projeto marca d'água - Relatórios Preliminares- Bacia do Rio das Velhas – Brasília*. Disponível em <<http://www.marcadagua.org.br/velhas.pdf>> . Acessado em 16/10/2007.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (BRASIL); Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais. Disponível em [HTTP://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/litoestratigrafia.litoestratigrafia.cadastro?p\\_COD\\_UNIDADE\\_ESTRAT=467&p\\_webmap=S](HTTP://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/litoestratigrafia.litoestratigrafia.cadastro?p_COD_UNIDADE_ESTRAT=467&p_webmap=S) >Acessado em 12/02/2006.

CONVENIO CPRM/EMBRAPA. CARTA-SE-Z-C. Disponível em [http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/mg/htm3/mg05\\_06.htm](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/mg/htm3/mg05_06.htm)> Acessado em 12/02/2006.

COSTA, M.T. da; GROSSI SAD, J.H. A Série Bambuí em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 4, 1987, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: (s.n.), 1987.

COUTO, J.G.P.; TEIXEIRA, W. & CORDANI, U.G. 1983.Considerações sobre as principais épocas de fraturamento do Cráton do São Francisco, com base em datações K-Ar em rochas básicas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2, 1983, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, SBG-MG,1983. Bol. n°: 38-49.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blucher, 1974. 149p.

DARDENNE, M.A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. N.2. p. 597-610. Recife: 1978. *Anais...*, Congresso Brasileiro de Geologia.

DORR, J.V.N. 1967. Desenvolvimento fisiográfico, estratigráfico e estrutural do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil: *Geologia Regional do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil*. Washington: U.S. Government Printing Office, 1967.

ENDO, I.; ROSIÈRE, C. A.; CHEMALE JR., F. *Roteiro de excursão geológica no Quadrilátero Ferrífero e regiões adjacentes*. VI Simpósio de Geologia – Núcleo de Minas Gerais. III Semana de Estudos Geológicos da SICEG. Ouro Preto - Novembro, 1991. 57p.

FERREIRA JR. & P. D.; CASTRO, P. T. *Associação vertical de fácies e análise de elementos arquiteturais: concepções concorrentes e complementares na caracterização de ambientes fluviais*. Revista Eletrônica de Ciências da Terra – Geociências On-line Journal – GEOTIC – Sociedade Geológica de Portugal. Volume 1 nº 1 – 2001. <<http://e-terra.geopor.pt/artigos/pfjr/pfjr.pdf>> Acessado em 06/06/2007

GROSSI SAD, J. H.; QUADE, H. Revisão Estratigráfica do Grupo Bambuí (Bloco Oriental), em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 3, 1985, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBG – Núcleo Minas Gerais, p.68-79, 1985.

IBGE; INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. *Mapa de vegetação do Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 1 mapa. color. ; 112 x 95 cm: Escala 1:5.000.000.

KING, L.C. Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: CNG, 18 (2), 1956.

KLEIN, C. 1985. La notion de cycle em geomorphologie. *Rev. Geol. Dynam. Géogr. Phys.*, 26(2):95-107.

KNIGHTON, D. *Fluvial Forms and Processes*. ED. Edward Arnold. Senior Lecturer in Geography University of Sheffield, 1984. 218 p.

KOHLER, H.C, QUEIROZ NETO, J.P.; COLTRINARI, L. FERREIRA, R.P.D.; STANOWSKI, S.M. CANÇADO, A.M.; GOMES, D.G.; MACIEIRA, F.L. & NASCIMENTO, N.R. *Os diferentes níveis de seixos nas “Formações Superficiais” da região de Lagoa Santa- MG*. (1): 343-347.1976.

KOHLER, H.C. *Geomorfologia Cárstica na Região de Lagoa Santa – MG*. São Paulo: USP, 1989. 113p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1989.

MAGALHÃES Jr. A. P. *Evolução da dinâmica fluvial cenozóica do Alto-médio Rio das Velhas na região de Belo Horizonte - MG*. Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Dissertação de Mestrado, 1993.

MAGALHÃES Jr., A. & SAADI, A. 1994. *Ritmos da dinâmica fluvial controlados por soerguimento regional e tectônica de falhamento: o vale do rio das Velhas na região de Belo Horizonte-MG*. *Geonomos*, Belo Horizonte-MG, 2(1):42-54.

MAP LINK/TELE ATLAS IMAGE, 2009 Image Digital *GOOGLE EARTH*. Acessado em outubro de 2007.

MIALL, A.D. (1978) - Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In Miall, A.D. (ed.). *Fluvial Sedimentology*, Canadian Society of Petroleum Geologists, 597-604 (Memoir 5).

MIALL, A. D. Architectural Element Analysis: A new Method of Facies Analysis Applied to Fluvial Deposits. *Earth-Science Reviews*, Amsterdam, v. 22, 261-308p., 1985

MIALL, A. D. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology*. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 582 p.

MSN WEATHER. *Clima de Belo Horizonte*. Disponível em <[http://weather.uk.msn.com/monthly\\_averages.aspx?wealocations=wc:BRXX0033](http://weather.uk.msn.com/monthly_averages.aspx?wealocations=wc:BRXX0033)> Acessado em 12/03/2006

PETTS, G. E.; FOSTER, D. L. *Rivers and Landscape*. ED. Edward Arnold, 1985. 274 p.

PILÓ, L.B. 1998. *Morfologia cárstica e materiais constituintes: Dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú - Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais*. 269p. (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo).

PINTO, R. C.; MAGALHÃES Jr, A. P. Interpretação e Reconstituição Sedimentar de Paleocanal no Vale do Córrego do Chaves - Sete Lagoas/MG. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia - Regional Conference on Geomorphology, 2006, Goiânia. *Anais do VI SINAGEO - Annals Regional Conference on Geomorphology*. Goiânia: IAG/UGB. v. I. p. 58-58.

POLIGNANO, M.V.; POLIGNANO, A.H.; LISBOA, A.L.; ALVES, A.T.G.M. MACHADO, T.M.M. PINHEIRO, A.L.D.; AMORIM, A. *Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas-Manuelzão vai à Escola. Belo Horizonte: Coleção Revitalizar*, 2001.

REINECK, H.-E. & Singh, I.B., 1980. *Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics (2nd edn.)*. Springer, Berlin, 549 p.

RENGER, F.S.; NOCE, C.M.; ROMANO, A.W.; MACHADO, N., 1994. Evolução Sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de Registro Geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos* 2, 1-11p.

RODRIGUES, I. M. et al. Áreas Naturais de Preservação na RMBH. In: 1º SIMPÓSIO SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG, 1985, BH. *Anais...* Belo Horizonte: ABHE-IGC\UFMG, p. 337-346, 1985.

RUST, B.R., 1978. Depositional models for braided alluvium, in Miall, A.D., ed., *Fluvial sedimentology*: Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 5, p. 605–625.

SAADI, A. *Um “Rift Neo-Cenozóico na região de São João Del Rei - MG; Borda Sul do Cráton do São Francisco*. In: 1º Workshop Sobre a Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro, 1990, Belo Horizonte: Núcleo Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. 131 p.2 mapas (Sociedade Brasileira de Geologia. Boletim; 11)

SAADI, A. *Ensaio Sobre a Morfotectônica de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 1991. 285p. Tese (Prof. Titular) – IGC, Universidade Federal de Minas Gerais, 1991.*

SAADI, A. *A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e de suas margens. Geonomos, v. 3, n. 1, p. 41-63, 1995.*

SANTOS, G.B. *Geomorfologia Fluvial no Alto Vale do Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero - MG: Paleoníveis Depositionais e a Dinâmica Atual. 2008. 131 f. Dissertação (Mestrado em Análise Ambiental) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.*

SCHOBENHAUS, C.; BRASIL. *Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Brasília: Dep. Nacional da Produção Mineral, 1984. 501p.*

SCHOLL, W. U. Estratigrafia e Sedimentologia do Grupo Bambuí na parte Sudeste da Bacia do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, 1976, Ouro Preto. *Resumos...* Ouro Preto: SBG – Núcleo Minas Gerais, p.40, 1976.

SELLEY, R.C. (1978) - *Ancient Sedimentary Environments*, London, Chapman and Hall, 287p.

SIMPOSIO DE GEOLOGIA NUCLEO MINAS GERAIS: 5.: 1989. BELO HORIZONTE, MG; SOCIEDADE BRASÍLIA DE GEOLOGIA; SIMPOSIO DE GEOLOGIA NUCLEO BRASÍLIA: (1.: 1989. Belo Horizonte, MG). *Anais*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1989. 293p.

SMITH, D. G. and SMITH, N. D. (1980) Sedimentation in anastomosing river systems: examples from alluvial valleys near Banff, Alberta. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50, 157-164.

SUGUIO, K; BIGARELLA, J. J; ASSOCIAÇÃO DE DEFESA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL. *Ambiente fluvial*. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná: Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1979. 183p. ((Ambientes de sedimentação: sua interpretação e importância))

TRICART, J. O Karst das Vizinhanças Setentrionais de Belo Horizonte. *Separata da Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: n° 4, ano XVIII, Out/Dez 1956.

UHLEIN, A.; PAIM, P.S.G. O Grupo Bambuí na Porção Sudeste da Bacia: Sistemas Depositionais e Relação Estrutural com a Faixa Araçuaí (MG). SIMPÓSIO DE GEOLOGIA NÚCLEO MINAS GERAIS, 5, SIMPÓSIO DE GEOLOGIA NÚCLEO BRASÍLIA, 1, 1989, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte.

VALADÃO, R.C. *Evolução de Longo-Termo do Relevo do Brasil Oriental: desnudação, superfície de aplainamento e movimentos crustais*. 1998. 234p. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1998.

WALKER, R.G. (1984) - General Introduction: Facies, Facies Sequences and Facies Models. In Walker, R.G. (ed.) *Facies Models*. Geological Association of Canada, Geoscience Canada, Reprint Series 1, 1-10.

WALKER, R.G. & CANT, D.J. (1984) - Sand Fluvial Systems. In Walker, R.G. (ed.), *Facies Models*. Geological Association of Canada, Geoscience Canada, Reprint Series 1:71-90.

## 12 – ANEXOS

**Tabela IV** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T5 ao longo do Vale Ribeirão Jequitibá

TABELA IV		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	2,8	T5
Itabirito	1,2	T5
Quartzo	6,4	T5
Quartzo	7,9	T5
Quartzo	8,2	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	3,9	T5
Quartzo	5,3	T5
Calcário	4,9	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	6,4	T5
Quartzo	3,8	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	3,4	T5
Quartzo	5,9	T5
Quartzo	2,6	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	6,1	T5
Quartzo	8,3	T5
Quartzo	4,5	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	6,5	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	7,3	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	6,4	T5
Quartzo	7,2	T5
Quartzo	6,1	T5
Quartzo	6,3	T5
Itabirito	0,7	T5
Quartzo	2,3	T5
Quartzo	7,1	T5
Quartzo	3,9	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	3,4	T5
Quartzo	8,1	T5
Quartzo	3,6	T5
Quartzo	6,4	T5

Quartzo	2,8	T5
Quartzo	7,2	T5
Quartzo	6,1	T5
Quartzo	3,1	T5
Quartzo	3,7	T5
Quartzo	7,3	T5
Quartzo	2,1	T5
Quartzo	6,8	T5
Quartzo	4,5	T5
Itabirito	0,7	T5
Quartzo	4,8	T5
Itabirito	1,2	T5
Calcário	3,0	T5
Calcário	5,2	T5
Quartzo	6,0	T5
Quartzo	5,4	T5
Calcário	4,8	T5
Itabirito	0,9	T5
Calcário	5,9	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	3,2	T5
Quartzo	2,9	T5
Quartzo	7,4	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	7,1	T5
Quartzo	5,2	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	3,0	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	7,0	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	7,6	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	3,8	T5
Quartzo	5,4	T5
Quartzo	3,6	T5
Itabirito	0,4	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	3,9	T5
Calcário	6,1	T5
Quartzo	5,7	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	3,6	T5
Quartzo	6,5	T5

Quartzo	3,9	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	5,1	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	7,9	T5
Itabirito	0,3	T5
Média do comprimento dos seixos	5,0	

**Tabela V** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T5 ao longo do Vale Ribeirão da Mata

TABELA V		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	5,3	T5
Itabirito	1,2	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	5,7	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	2,8	T5
Quartzo	3,0	T5
Quartzo	6,8	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	5,7	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	4,5	T5
Quartzo	3,9	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	6,7	T5
Quartzo	5,2	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	7,1	T5
Quartzo	2,8	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	5,7	T5
Quartzo	5,1	T5
Quartzo	4,5	T5
Quartzo	3,6	T5
Itabirito	2,1	T5
Itabirito	1,3	T5
Quartzo	7,2	T5
Quartzo	5,2	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	8,4	T5
Quartzo	3,8	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	6,7	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	5,2	T5
Quartzo	1,3	T5

Quartzo	6,3	T5
Quartzo	8,3	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	6,1	T5
Quartzo	3,2	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	4,6	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	5,4	T5
Quartzo	2,8	T5
Quartzo	5,4	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	3,3	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	3,1	T5
Quartzo	2,9	T5
Quartzo	7,4	T5
Quartzo	3,7	T5
Quartzo	2,9	T5
Quartzo	8,2	T5
Quartzo	3,4	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	1,9	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	7,4	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	2,6	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	6,5	T5
Quartzo	3,6	T5
Quartzo	6,2	T5
Quartzo	3,7	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	6,7	T5
Quartzo	1,5	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	3,8	T5
Quartzo	2,9	T5
Quartzo	7,5	T5
Quartzo	5,9	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	5,2	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	5,3	T5

Quartzo	5,0	T5
Quartzo	6,2	T5
Quartzo	3,0	T5
Média do comprimento dos seixos	5,0	

**Tabela VI** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T5 ao longo do Vale do Rio das Velhas

TABELA VI		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	5,8	T5
Itabirito	4,9	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	2,8	T5
Calcáreo	2,0	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	5,1	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	5,9	T5
Quartzo	6,1	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	4,7	T5
Quartzo	5,1	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	6,7	T5
Quartzo	6,2	T5
Quartzo	5,0	T5
Itabirito	5,2	T5
Itabirito	5,0	T5
Quartzo	5,0	T5
Quartzo	4,8	T5
Quartzo	5,1	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	6,4	T5
Quartzo	4,5	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	7,2	T5
Quartzo	6,1	T5
Quartzo	3,1	T5

Quartzo	3,7	T5
Quartzo	7,3	T5
Itabirito	3,4	T5
Quartzo	6,8	T5
Quartzo	4,5	T5
Itabirito	2,0	T5
Quartzo	4,8	T5
Itabirito	1,9	T5
Calcáreo	3,0	T5
Calcáreo	5,2	T5
Quartzo	6,0	T5
Quartzo	5,4	T5
Calcáreo	4,8	T5
Itabirito	1,3	T5
Calcáreo	5,9	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	4,9	T5
Quartzo	4,3	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	3,2	T5
Quartzo	2,9	T5
Quartzo	7,4	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	7,1	T5
Quartzo	5,2	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	4,2	T5
Quartzo	3,0	T5
Quartzo	5,3	T5
Quartzo	7,0	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	7,6	T5
Quartzo	6,9	T5
Quartzo	3,8	T5
Quartzo	5,4	T5
Quartzo	3,6	T5
Itabirito	2,1	T5
Quartzo	5,8	T5
Quartzo	6,3	T5
Quartzo	3,9	T5
Calcáreo	6,1	T5
Quartzo	5,7	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	3,6	T5
Quartzo	6,5	T5
Quartzo	3,9	T5
Quartzo	4,1	T5
Quartzo	5,1	T5
Quartzo	5,8	T5

Quartzo	4,1	T5
Quartzo	7,9	T5
Itabirito	2,1	T5
Média do comprimento dos seixos	5,0	

**Tabela VII** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T4 ao longo do Vale do Ribeirão Jequitibá.

TABELA VII		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	2,3	T4
Itabirito	0,8	T4
Quartzo	6,3	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	1,9	T4
Quartzo	2,5	T4
Calcáreo	1,3	T4
Quartzo	1,9	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	5,9	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	4,4	T4
Quartzo	4,7	T4
Quartzo	0,8	T4
Quartzo	0,3	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	2,3	T4
Quartzo	1,5	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	6,3	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	1,4	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	1,9	T4
Quartzo	0,3	T4
Quartzo	4,1	T4
Quartzo	2,3	T4
Quartzo	0,5	T4
Quartzo	6,1	T4
Itabirito	0,5	T4
Quartzo	2,0	T4
Quartzo	5,1	T4
Quartzo	1,0	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	3,1	T4
Quartzo	0,4	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	0,6	T4
Quartzo	1,2	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	2,7	T4
Quartzo	1,3	T4

Quartzo	0,9	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	3,4	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	2,2	T4
Itabirito	0,2	T4
Quartzo	1,9	T4
Itabirito	0,4	T4
Calcáreo	2,0	T4
Calcáreo	2,1	T4
Quartzo	1,7	T4
Quartzo	2,1	T4
Calcáreo	3,8	T4
Itabirito	0,2	T4
Calcáreo	4,8	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	1,5	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	5,3	T4
Quartzo	2,3	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	5,3	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	4,6	T4
Quartzo	5,2	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	3,5	T4
Quartzo	2,6	T4
Quartzo	5,3	T4
Quartzo	5,1	T4
Quartzo	2,7	T4
Quartzo	3,5	T4
Quartzo	5,4	T4
Quartzo	3,5	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	4,1	T4
Quartzo	2,4	T4
Quartzo	5,2	T4
Quartzo	4,8	T4
Itabirito	0,6	T4
Quartzo	4,3	T4
Quartzo	1,9	T4
Quartzo	1,6	T4
Calcáreo	2,8	T4
Calcáreo	3,5	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	3,5	T4
Quartzo	5,2	T4
Quartzo	2,4	T4
Quartzo	5,3	T4
Quartzo	1,9	T4
Quartzo	4,3	T4

Quartzo	5,9	T4
Quartzo	3,9	T4
Itabirito	0,1	T4
Média do comprimento dos seixos	3,0	

**Tabela VIII** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T4 ao longo do Vale do Ribeirão da Mata.

TABELA VIII		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	2,8	T4
Itabirito	0,9	T4
Quartzo	5,4	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	2,4	T4
Quartzo	2,8	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	3,8	T4
Calcáreo	4,9	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	4,3	T4
Quartzo	6,2	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	3,4	T4
Quartzo	3,8	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	2,8	T4
Quartzo	3,3	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	4,5	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	4,4	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	1,1	T4
Quartzo	5,2	T4
Itabirito	0,5	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	4,5	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	5,4	T4
Itabirito	0,1	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	4,3	T4
Quartzo	3,6	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	5,4	T4
Quartzo	5,7	T4

Quartzo	2,7	T4
Quartzo	2,4	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	4,5	T4
Quartzo	5,7	T4
Quartzo	4,8	T4
Itabirito	0,7	T4
Quartzo	3,2	T4
Itabirito	0,5	T4
Calcáreo	2,2	T4
Calcáreo	4,3	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	3,4	T4
Calcáreo	2,1	T4
Itabirito	0,3	T4
Calcáreo	4,8	T4
Quartzo	0,2	T4
Quartzo	0,8	T4
Quartzo	2,3	T4
Quartzo	1,4	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	3,1	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	4,3	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	0,4	T4
Quartzo	0,2	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	5,2	T4
Quartzo	1,9	T4
Quartzo	0,2	T4
Quartzo	0,4	T4
Quartzo	1,4	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	1,2	T4
Itabirito	0,2	T4
Quartzo	5,3	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	0,7	T4
Calcáreo	2,3	T4
Calcáreo	3,2	T4
Quartzo	3,4	T4
Quartzo	2,3	T4
Quartzo	4,1	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	0,2	T4

Quartzo	2,3	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	1,4	T4
Média do comprimento dos seixos	3,0	

**Tabela IX** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T4 ao longo do Vale do Rio das Velhas.

TABELA IX		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	2,8	T4
Itabirito	0,9	T4
Quartzo	5,4	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	2,4	T4
Quartzo	2,8	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	3,8	T4
Calcáreo	4,9	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	4,3	T4
Quartzo	6,2	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	3,4	T4
Quartzo	3,8	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	2,8	T4
Quartzo	3,3	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	4,5	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	4,4	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	3,9	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	1,1	T4
Quartzo	5,2	T4
Itabirito	0,5	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	4,5	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	5,4	T4
Quartzo	4,9	T4
Quartzo	4,3	T4
Quartzo	3,6	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	5,4	T4
Quartzo	5,7	T4
Quartzo	2,7	T4

Quartzo	2,4	T4
Quartzo	1,3	T4
Quartzo	4,5	T4
Quartzo	5,7	T4
Quartzo	4,8	T4
Itabirito	0,7	T4
Quartzo	3,2	T4
Itabirito	0,5	T4
Calcáreo	2,2	T4
Calcáreo	4,3	T4
Quartzo	4,2	T4
Quartzo	3,4	T4
Calcáreo	2,1	T4
Itabirito	0,3	T4
Calcáreo	4,8	T4
Quartzo	3,3	T4
Quartzo	2,8	T4
Quartzo	4,1	T4
Quartzo	3,8	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	1,8	T4
Quartzo	4,8	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	2,9	T4
Quartzo	3,3	T4
Quartzo	2,8	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	0,5	T4
Quartzo	0,9	T4
Quartzo	3,2	T4
Itabirito	0,2	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	3,6	T4
Quartzo	2,7	T4
Quartzo	0,4	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	0,6	T4
Quartzo	2,7	T4
Quartzo	2,9	T4
Itabirito	0,3	T4
Quartzo	4,4	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	1,9	T4
Calcáreo	3,1	T4
Quartzo	3,5	T4
Quartzo	2,5	T4
Quartzo	3,2	T4
Quartzo	5,3	T4
Quartzo	2,1	T4
Quartzo	3,4	T4
Quartzo	0,7	T4

Quartzo	4,1	T4
Quartzo	2,3	T4
Quartzo	2,1	T4
Média do comprimento dos seixos	3,1	

**Tabela X** - Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T3 ao longo do Vale do Ribeirão Jequitibá.

TABELA X		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	0,2	T3
Quartzo	1,5	T3
Quartzo	3,6	T3
Quartzo	5,9	T3
Quartzo	3,1	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	1,1	T3
Quartzo	1,0	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,1	T3
Quartzo	0,6	T3
Quartzo	3,6	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	2,9	T3
Quartzo	4,4	T3
Quartzo	3,9	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	1,7	T3
Quartzo	4,7	T3
Quartzo	3,9	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	4,9	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	0,6	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,0	T3
Quartzo	1,1	T3
Quartzo	4,3	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	3,3	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	4,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	2,0	T3
Itabirito	0,1	T3
Quartzo	1,9	T3

Quartzo	0,7	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,5	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	1,5	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	0,1	T3
Quartzo	1,1	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	0,5	T3
Quartzo	1,8	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	0,1	T3
Quartzo	3,5	T3
Quartzo	0,5	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	2,5	T3
Quartzo	2,6	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	0,8	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	2,5	T3
Quartzo	2,9	T3
Quartzo	4,7	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	4,3	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,2	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	1,5	T3
Quartzo	0,7	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	0,5	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	0,7	T3
Quartzo	0,5	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	4,7	T3
Quartzo	1,1	T3
Quartzo	1,1	T3

Quartzo	1,0	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,4	T3
Média do comprimento dos seixos	2,0	

**Tabela X I-** Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T3 ao longo do Vale do Ribeirão da Mata.

TABELA XI		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	0,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	1,1	T3
Itabirito	1,2	T3
Quartzo	2,5	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	3,9	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	3,9	T3
Calcáreo	0,4	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	3,1	T3
Quartzo	4,8	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	1,5	T3
Itabirito	0,9	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	0,2	T3
Quartzo	1,8	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	0,2	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	4,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Itabirito	0,2	T3
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,9	T3

Quartzo	0,7	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,5	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	1,5	T3
Quartzo	1,3	T3
Itabirito	0,9	T3
Quartzo	0,2	T3
Quartzo	1,2	T3
Calcáreo	1,8	T3
Itabirito	2,1	T3
Calcáreo	0,2	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	1,0	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Calcáreo	1,2	T3
Quartzo	1,1	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	0,3	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	0,2	T3
Calcáreo	1,9	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	4,1	T3
Quartzo	0,5	T3
Calcáreo	0,6	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	2,8	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	3,4	T3
Itabirito	2,3	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	5,3	T3
Quartzo	2,6	T3
Quartzo	4,7	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	4,1	T3
Itabirito	1,8	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	3,1	T3
Quartzo	1,7	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	2,2	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Calcáreo	3,4	T3
Quartzo	3,4	T3

Quartzo	4,9	T3
Quartzo	5,6	T3
Quartzo	1,4	T3
Média do comprimento dos seixos	2,1	

**Tabela XII-** Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T3 ao longo do Vale do Rio das Velhas.

TABELA XII		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	1,9	T3
Itabirito	0,2	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	0,3	T3
Quartzo	1,0	T3
Calcáreo	0,4	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	3,9	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	3,9	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	3,1	T3
Quartzo	4,8	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	1,5	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	0,2	T3
Quartzo	1,8	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	0,2	T3
Quartzo	3,2	T3
Itabirito	0,2	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	4,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	2,0	T3
Quartzo	1,9	T3
Quartzo	0,7	T3

Quartzo	2,3	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,5	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	1,5	T3
Itabirito	0,2	T3
Quartzo	1,3	T3
Itabirito	0,9	T3
Calcáreo	1,1	T3
Calcáreo	2,3	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	1,8	T3
Calcáreo	2,1	T3
Itabirito	0,2	T3
Calcáreo	2,4	T3
Quartzo	0,4	T3
Quartzo	1,0	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	1,0	T3
Quartzo	2,3	T3
Quartzo	1,3	T3
Quartzo	1,0	T3
Quartzo	1,7	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	4,2	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	1,6	T3
Quartzo	4,9	T3
Quartzo	2,9	T3
Quartzo	4,4	T3
Quartzo	3,9	T3
Quartzo	2,8	T3
Quartzo	2,9	T3
Quartzo	3,2	T3
Quartzo	1,4	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	2,1	T3
Itabirito	3,9	T3
Quartzo	2,1	T3
Quartzo	2,4	T3
Quartzo	4,3	T3
Calcáreo	1,2	T3
Calcáreo	2,1	T3
Quartzo	3,6	T3
Quartzo	3,3	T3
Quartzo	3,1	T3
Quartzo	1,2	T3
Quartzo	4,2	T3
Quartzo	3,4	T3
Quartzo	1,6	T3

Quartzo	4,6	T3
Quartzo	2,1	T3
Itabirito	0,1	T3
Média do comprimento dos seixos	2,1	

**Tabela XIII-** Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T2 ao longo do Vale do Rio das Velhas.

TABELA XIII		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	29,3	T2
Quartzo	16,1	T2
Quartzo	13,5	T2
Quartzo	11,1	T2
Quartzo	6,4	T2
Quartzo	5,2	T2
Quartzo	2,2	T2
Quartzo	1,9	T2
Quartzo	3,5	T2
Quartzo	7,3	T2
Quartzo	5,7	T2
Quartzo	3,9	T2
Quartzo	4,8	T2
Quartzo	3,9	T2
Quartzo	2,6	T2
Quartzo	4,9	T2
Quartzo	12,5	T2
Quartzo	14,6	T2
Quartzo	17,4	T2
Quartzo	8,9	T2
Quartzo	4,2	T2
Quartzo	5,8	T2
Quartzo	6,7	T2
Quartzo	7,1	T2
Quartzo	3,6	T2
Quartzo	3,6	T2
Quartzo	2,1	T2
Quartzo	3,9	T2
Quartzo	10,8	T2
Quartzo	7,4	T2
Quartzo	4,3	T2
Quartzo	6,8	T2
Quartzo	12,4	T2
Quartzo	8,3	T2
Quartzo	3,9	T2
Quartzo	23,7	T2
Quartzo	5,9	T2
Quartzo	6,3	T2
Quartzo	6,1	T2
Quartzo	5,4	T2
Quartzo	8,9	T2
Quartzo	12,6	T2
Quartzo	3,8	T2
Quartzo	40,5	T2
Quartzo	30,5	T2
Quartzo	7,9	T2

Quartzo	17,4	T2
Quartzo	13,2	T2
Quartzo	12,9	T2
Quartzo	3,6	T2
Quartzo	5,9	T2
Quartzo	9,6	T2
Quartzo	10,6	T2
Quartzo	17,8	T2
Quartzo	36,4	T2
Quartzo	12,5	T2
Quartzo	12,9	T2
Quartzo	14,9	T2
Quartzo	18,1	T2
Quartzo	16,4	T2
Quartzo	15,9	T2
Quartzo	9,6	T2
Quartzo	12,7	T2
Quartzo	1,9	T2
Quartzo	21,5	T2
Quartzo	33,7	T2
Quartzo	23,5	T2
Quartzo	10,3	T2
Quartzo	8,9	T2
Quartzo	13,2	T2
Quartzo	6,9	T2
Quartzo	10,9	T2
Quartzo	18,9	T2
Quartzo	6,9	T2
Quartzo	9,2	T2
Quartzo	21,7	T2
Quartzo	12,4	T2
Quartzo	13,5	T2
Quartzo	12,9	T2
Quartzo	11,5	T2
Quartzo	31,5	T2
Quartzo	7,9	T2
Quartzo	10,1	T2
Quartzo	3,9	T2
Quartzo	24,1	T2
Quartzo	13,7	T2
Quartzo	31,9	T2
Quartzo	10,4	T2
Quartzo	7,3	T2
Quartzo	6,8	T2
Quartzo	12,5	T2
Quartzo	30,9	T2
Quartzo	20,4	T2
Quartzo	13,7	T2
Quartzo	15,6	T2
Quartzo	2,1	T2
Quartzo	4,9	T2
Quartzo	27,4	T2

Quartzo	12,6	T2
Quartzo	3,9	T2
Quartzo	9,8	T2
Média do comprimento dos seixos	12,0	

**Tabela XIV**- Medidas de 100 seixos escolhidos aleatoriamente do Nível de Terraço T1 ao longo do Vale do Rio das Velhas.

TABELA XIV		
Petrografia dos Seixos	Medidas dos Seixos de Quartzo em cm	Nível de Terraço
Quartzo	2,3	T1
Quartzo	4,5	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	4,3	T1
Quartzo	4,1	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	3,2	T1
Quartzo	2,1	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	5,9	T1
Quartzo	4,2	T1
Quartzo	4,3	T1
Quartzo	3,5	T1
Quartzo	5,3	T1
Quartzo	3,8	T1
Quartzo	2,1	T1
Quartzo	4,3	T1
Quartzo	2,4	T1
Quartzo	2,6	T1
Quartzo	5,9	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	4,7	T1
Quartzo	3,6	T1
Quartzo	3,1	T1
Quartzo	2,6	T1
Quartzo	2,3	T1
Quartzo	1,9	T1
Quartzo	3,6	T1
Quartzo	4,2	T1
Quartzo	1,4	T1
Quartzo	3,2	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	3,2	T1
Quartzo	2,5	T1
Quartzo	2,9	T1
Quartzo	1,4	T1
Quartzo	2,0	T1
Quartzo	2,4	T1
Quartzo	2,1	T1
Quartzo	2,4	T1
Quartzo	4,7	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	3,6	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	3,1	T1
Quartzo	2,9	T1

Quartzo	4,1	T1
Quartzo	2,4	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	3,6	T1
Quartzo	3,5	T1
Quartzo	5,3	T1
Quartzo	2,4	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	3,8	T1
Quartzo	2,3	T1
Quartzo	2,1	T1
Quartzo	3,5	T1
Quartzo	4,5	T1
Quartzo	4,3	T1
Quartzo	3,8	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	2,5	T1
Quartzo	3,5	T1
Quartzo	5,3	T1
Quartzo	4,7	T1
Quartzo	4,8	T1
Quartzo	4,6	T1
Quartzo	4,2	T1
Quartzo	6,9	T1
Quartzo	5,6	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	4,1	T1
Quartzo	4,1	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	4,5	T1
Quartzo	5,9	T1
Quartzo	4,1	T1
Quartzo	4,3	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	4,5	T1
Quartzo	5,4	T1
Quartzo	4,3	T1
Quartzo	5,0	T1
Quartzo	4,7	T1
Quartzo	4,2	T1
Quartzo	4,2	T1
Quartzo	4,7	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	4,5	T1
Quartzo	4,6	T1
Quartzo	4,5	T1
Quartzo	5,3	T1
Quartzo	5,2	T1
Quartzo	4,8	T1
Quartzo	4,9	T1
Quartzo	5,6	T1

Quartzo	2,4	T1
Quartzo	3,9	T1
Quartzo	4,1	T1
Média do comprimento dos seixos	4,0	

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)