



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**GEOLOGIA, SISTEMAS DEPOSICIONAIS E ESTRATIGRAFIA
ISOTÓPICA DO GRUPO BAMBUÍ NA REGIÃO DE SANTA MARIA
DA VITÓRIA, BA**

Área de Concentração: Geologia Regional

CAROLINA REIS

Orientador: Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos

BRASÍLIA, 2013.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**GEOLOGIA, SISTEMAS DEPOSICIONAIS E ESTRATIGRAFIA
ISOTÓPICA DO GRUPO BAMBUÍ NA REGIÃO DE SANTA MARIA
DA VITÓRIA, BA**

CAROLINA REIS

Orientador

JOSÉ ELOI GUIMARÃES CAMPOS

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos (Orientador)

Prof. Dr. Alexandre Uhlein (UFMG)

Profª. Dra. Edi Mendes Guimarães (IG/UnB)

BRASÍLIA, 2013.

AGRADECIMENTOS

Professor Dr. José Eloi Guimarães Campos pela orientação e tudo mais.

Dra. Jane Nobre Lopes pela disposição, atenção e aprendizado.

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, pelo incentivo, oportunidade e logística, em especial aos geólogos Ivanaldo Costa e Roberto Campêlo.

A Valnice Castro Vieira por todas as ajudas!

Pessoal da biblioteca da CPRM – Sureg SA por todo apoio dispensado! Isabel, Gisélia, Luciene,... a tod@s obrigada!

Geóloga Caroline Couto Santos pelas discussões e parceria sempre.

Companheiros de campo ainda não citados Amilton, Expedito, Domingos, Gersonita. Em especial Manoel Messias Nogueira, meu guia local.

Colegas do laboratório de preparação de amostras, laminação e laboratório de petrografia da CPRM- Sureg SA pela estrutura e eficiência.

Geóloga Me. Ana Virgínia Alves de Santana pelas trocas de idéias, discussões, dicas de leitura, apoio, amizade e risadas.

Minha família pelo alicerce e motivação. mãe Susana, pai José, irmãs Marieta (pelo exemplo) e Camila.

Aos amigos moradores de Brasília, que tornaram minhas idas à capital, muito mais agradáveis e divertidas! Léo, Joyce, Gustavo, Lara, Lila, Susane, Leandro, Mariana, Aline's, Fausto, Rafael, Bruno, Carlos...

Momentos de descontração e palavras de motivação e boas risadas dos colegas da CPRM – Sureg SA: Vânia, Mabel, Ivana, Ioná, Linda (pela dica xeque da legenda), Aline, Luiz Paulo, Adriano.

Aos amigos sempre presentes, fisicamente ou virtualmente... A lista é grande, mas não posso deixar de citar Alice, Aloisio, André Souza, Cristiane, Eduardo Grissolia, Eduardo Fontana, Graziella, Israel, Joana, Junia, Luana, Lusandra, Manuela, MRafaela, Wilson, Patricia, Tereza, Aline, Danielle, Vanessa e Tariciana. Gracias!!

A tod@s que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação:

Muito Obrigada!

EPÍGRAFE

“Se você vai tentar, vá até o fim, caso contrário, nem comece.”

Charles Bukowski

RESUMO

A região de Santa Maria da Vitória é marcada pela ocorrência dominante das rochas pelito-carbonáticas do Grupo Bambuí. Os carbonatos do Grupo Bambuí estão assentados sobre paleorelevo ondulado do embasamento cristalino arqueano-paleoproterozoico representado por ortognaisses migmatíticos do Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina cortados por granitos e sienitos da Suíte Intrusiva Correntina. Estudos detalhados de fácies sedimentares e empilhamento estratigráfico conduziram ao reconhecimento de 13 fácies sedimentares da Formação Sete Lagoas, 4 da Formação Serra de Santa Helena e 7 fácies da Formação Lagoa do Jacaré, pertencentes ao Grupo Bambuí. Estas fácies foram agrupadas em 12 associações de fácies, que permitiram a interpretação de processos e ambientes sedimentares. Os dados de isótopos estáveis de carbono levantados ao longo da estratigrafia do Grupo Bambuí na área estudada apresentam valores anômalos negativos de $\delta^{13}\text{C}_{(\text{PDB})}$ (ex. -5,32‰) na base, que aumentam gradativamente ao longo da estratigrafia alcançando um máximo de 10,02‰ nos carbonatos do topo da Formação Sete Lagoas. Valores fortemente positivos e pouco flutuantes de $\delta^{13}\text{C}_{(\text{PDB})}$, entre 10,37‰ e 13,16‰, foram obtidos na Formação Lagoa do Jacaré. Os calcários que ocorrem intercalados com pelitos da Formação Serra de Santa Helena apresentam valores intermediários entre as outras duas unidades. A integração dos dados obtidos nesta pesquisa evidenciam o registro de 2 sequências deposicionais de 2ª ordem. As sequências estratigráficas descritas são caracterizadas por tratos de sistemas transgressivos e de mar alto. A sequência I equivale a Formação Sete Lagoas, enquanto a sequência II abrange as formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré. Na base do Grupo Bambuí ocorre um pacote de rocha siliciclástica interpretada como pertencente à Formação Jequitaí. Rochas siliciclásticas pertencentes ao Grupo Urucuia recobrem localmente as rochas do Grupo Bambuí assim como os sedimentos cenozóicos.

Palavras-chave: Grupo Bambuí, Análise e associação de fácies, Isótopos de C e O, estado da Bahia.

ABSTRACT

The Santa Maria da Vitória region, Bahia State, Brazil, is characterized by the dominant occurrence of carbonate-pelitic rocks of the Bambuí Group. The limestone of the Bambuí Group are deposited on a wavy paleo relief of Archean-Paleoproterozoic crystalline basement, represented by migmatitic orthogneisses of the Gneissic Migmatitic Correntina Complex, cut by granite and sienite of the Intrusive Correntina Suite. Detailed facies analysis and stratigraphic measurement, description and interpretation allowed the recognition of 13 sedimentary facies of the Sete Lagoas Formation, 4 facies of the Santa Helena Formation and 7 facies of the Lagoa do Jacaré Formation of the Group Bambuí. These facies were grouped into 12 facies associations, which allowed the interpretation of sedimentary processes and depositional environments. The carbon stable isotopic data obtained along the stratigraphic of the Bambuí Group in the study area show an anomalous negative values of $\delta^{13}\text{C}_{(\text{PDB})}$ (eg. - 5.32‰) at the base, gradually increasing with the stratigraphy, reaching a maximum of 10.02‰ in carbonates from the top of the Sete Lagoas Formation. In the Lagoa do Jacaré Formation, the registered values of $\delta^{13}\text{C}_{(\text{PDB})}$ were strongly positive and slightly fluctuating. These values ranged from between 10.37 ‰ to 13.16 ‰. The limestone intercalated with siltstone of the Serra de Santa Helena shows values that are intermediate between the other two units. The integration of the data obtained in this research shows the record of 2 depositional sequences of second order. The stratigraphic sequences described are characterized by transgressive and highstand systems tracts. The sequence I corresponds to the Sete Lagoas Formation; whereas sequence II includes the Serra de Santa Helena and Lagoa do Jacaré formations. At the base of the Bambuí Group there is a package of siliciclastic rock interpreted as the Jequitáí Formation. Siliciclastic rocks of the Urucua Group locally overlie the Bambuí Group rocks, as well as the Cenozoic sediments.

Keywords: Bambuí Group, Facies analysis and facies association, C and O isotopes and Bahia state.

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1.1 - Localização da Folha Santa Maria da Vitória, destaque para o polígono laranja que corresponde à área do presente estudo. _____ 15

CAPITULO II

Figura 2.1 - Mapa geológico do Cráton São Francisco modificado de BIZZI et al. 2003. _____ 21

Figura 2.2 - Compartimentação tectônica do estado da Bahia (BARBOSA; DOMINGUEZ, 1986). _____ 23

Figura 2.3 - Coluna estratigráfica da Bacia do São Francisco (modificado de ALKMIM; MARTINS NETO, 2001). _____ 25

Figura 2.4 - Mapa geológico simplificado da Bacia Intracratônica do São Francisco, mostrando as principais feições estruturais do Supergrupo São Francisco (ALKMIM, 2004). _____ 28

CAPITULO III

Figura 3.1 - Mapa geológico da área de estudo. _____ 33

Figura 3.2 - Rochas que compõem o embasamento da área estudada, onde se assentam as rochas pertencentes ao Grupo Bambuí. (a) Biotita tonalito gnaisse com bandas quartzo feldspáticas e injeções félsicas pegmatíticas; (b) Biotita tonalito gnaisse cortado por material de composição sienítica, mostrando contato abrupto e alto ângulo com a foliação; (c) Monzonito porfirítico com foliação marcada por megacristais de K-feldspato; (d) Monzogranito porfirítico com foliação marcada por megacristais de K-feldspato, formando nuvem cumulática; (e) Sienito com porções de composição anfibólio sienítica e leucosieníticas (no centro porção cumulática tipo *schlieren*); (f) Anfibólio sienito equigranular grosso, com cumulado de minerais máficos e na base da foto porção de composição granítica e contato difuso. _____ 34

Figura 3.3 - Formação Jequitaiá: (a) Camadas com cerca de 10 cm de espessura, com sets de 2 cm e laminação cruzada discreta; (b) Estratificação cruzada acanalada marcada pela variação de cor; (c) Fotomicrografia em estereoscópio binocular em luz transmitida, mostrando laminação cruzada acanalada e gradação normal; (d) Fotomicrografia em microscópio com nicóis cruzados, mostrando a composição predominante de quartzo, laminação marcada pela alternância de lâminas de areia muito fina com areia fina, gradação normal incipiente, destaque para a forma dos grãos muito angulosos com esfericidade baixa e alto grau de seleção da rocha. _____ 36

Figura 3.4 - Seção Fazenda Genipapo, mostrando a pequena ocorrência da Formação Jequitaiá sob a Formação Sete Lagoas, recoberta pelo Grupo Urucuia: (a) Quartzo-arenito maciço com laminação cruzada incipiente; (b) Formação Sete Lagoas *Af1* - Calcilititos cinza claro; (c) Formação Sete Lagoas *Af2* - Camadas tabulares com aspecto maciço de calcilititos

alternado com margas; (d) Formação Sete Lagoas *Af3* - Calcário micrítico cinza escuro com estruturas de compactação formando pseudolaminação. _____ 38

Figura 3.5 - Seção São Manoel, mostrando a relação e disposição das associações de fácies *Af1*, *Af2* e *Af3* da Formação Sete Lagoas, recoberta pelo Grupo Urucuia: (a) Formação Sete Lagoas *Af1* - Calcilutitos cinza claro; (b) vista geral do afloramento; (c) Formação Sete Lagoas *Af2* - Camadas tabulares levemente onduladas de calcilutito maciço alternado com margas; (d) Formação Sete Lagoas *Af3* - Calcário micrítico preto com estilólitos e nódulos de sílex alongados paralelos ao acamamento com estruturas de compactação gerando pseudolaminação. _____ 39

Figura 3.6 - Seção Torre Sul, mostrando a relação e a disposição das associações de fácies *Af3*, *Af4*, *Af5* e *Af7* da Formação Sete Lagoas, e *Af8* da Formação Serra de Santa Helena, recoberta pelo Grupo Urucuia: (a) Formação Sete Lagoas *Af3* - Calcários pretos micríticos em camadas tabulares com níveis plaqueados; (b) Formação Sete Lagoas *Af4* - Calcarenito com estratificação cruzada planar; (c) Formação Sete Lagoas *Af5* - Dolomito estromatolítico com bioherma subsférico; (d) Formação Serra de Santa Helena *Af8* - Folhelhos alternados com lentes de calcarenitos. _____ 40

Figura 3.7 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 1 (*Af1*): (a) Calcilutito com leques de cristais de calcita, interpretados como pseudomorfos de aragonita, sobre superfície levemente ondulada. (b) Calcilutito com leques de cristais pseudomorfos de aragonita e estilólitos frequentes; Fotomicrografias em estereoscópio com luz transmitida. (c) Calcilutito neomorfizado com camadas onduladas descontínuas, detalhe para o canto esquerdo da foto tingida com vermelho de alizarina; (d) Leques de cristais de calcita crescidos sobre superfície ondulada, fotografia obtida utilizando a técnica de Folk, onde se elimina os efeitos do neomorfismo. _____ 41

Figura 3.8 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 2 (*Af2*): (a) Margas róseas em camadas tabulares amalgamadas; (b) Fotomicrografia em estereoscópio com luz transmitida: marga com estilólitos e suturas de dissolução gerando pseudolaminação, detalhe para microfaturas de dissolução; (c) Calcilutito cinza esverdeado em camadas tabulares, com estilólitos e suturas de dissolução evidenciadas pela coloração mais escura ou ainda amarelada pelo intemperismo; (d) Fotomicrografia em microscópio com luz natural: calcilutito recristalizado com estilólitos em rede e *dissolution seams* gerando pseudolaminação e pseudobrecha. _____ 43

Figura 3.9 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 3 (*Af3*): (a) Base da Seção Torre Sul: calcários micríticos (Cm) plaqueados sob calcários micríticos em camadas mais espessas. Notar o padrão tabular das camadas; (b) Calcário micrítico com pseudolaminação e estilólito; (c) Amostra de mão do calcário micrítico mostrando os efeitos de compactação: pseudobrechas na base e no topo da amostra e pseudolaminação na porção central; (d) Fotomicrografia em microscópio com luz natural: calcário micrítico com diferentes graus de neomorfismo separados por estilólito; (e) Brecha lamelar sobre calcário micrítico, com fragmentos placoides/lamelares de calcário micrítico; (f) Calcário micrítico alternado com lâminas de marga rósea. _____ 46

Figura 3.10 - Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 4 (*Af4*): (a) Calcarenito com estratificação plano-paralela e cruzada tipo *hummocky*; (b) Calcarenito com estratificação cruzada planar de baixo ângulo e estilólitos com cerca de 3cm de amplitude; (c) Fotomicrografia em estereoscópio com luz transmitida, o topo da lâmina delgada está no canto direito superior da imagem: calcarenito com estratificação plano-paralela e ciclos granocrescentes, com fragmentos de tamanho areia fina na base das lâminas finas, gradando

até areia muito grossa em seu topo; (d) Fotomicrografia em estereoscópio com luz transmitida, Calcário micrítico recristalizado com estilólitos e *dissolutions seams*, tingido com vermelho de alizarina evidenciando porções compactadas dolomitizadas. _____ 48

Figura 3.11 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 5 (*Af5*): (a) Bioherma dômico em meio a dolarenito com estratificação plano-paralela; (b) Bioherma subesférico, com coloração rósea; (c) Bioherma ramificado levemente divergente; (d) Biostroma tabular ondulatório, com lentes de chert; (e) Biostroma tabular planar (laterais), ondulatório (topo) e parabólico (centro); (f) Dolarenito com estratificação plano-paralela e cruzada truncada, com lâminas e lentes de chert alternadas. _____ 50

Figura 3.12 - Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 6 (*Af6*): (a) Dololutito em camadas tabulares; (b) Estrutura maciça do dololutito; (c) Bioherma suavemente convexo; (d) Camadas de silexito alternadas com dololutito. _____ 51

Figura 3.13 - Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 7 (*Af7*): (a) Camada maciça de calcilutito (Cl) sob camada de calcarenito (Cc) com estratificação cruzada de baixo ângulo; (b) Camadas tabulares de calcisiltito (Cl) com estrutura maciça e laminação plano-paralela incipiente; (c) Fotomicrografia em microscópio em luz natural de calcilutito com lâminas de microfítólitos no topo, desenvolvimento de suturas de dissolução com acúmulo de matéria orgânica e forma dômica contornando microfítólitos na base sugerindo desenvolvimento de trombólito; (d) Fotomicrografia em microscópio em luz natural de microfítólitos alternados com lâminas de calcilutito, detalhe para a lente arenosa na porção superior da imagem. _____ 52

Figura 3.14 - Formação Serra de Santa Helena - Associação de fácies 8 (*Af8*): (a) Relevo em morros suavizados mostrando a alternância de calcários e pelitos; (b) Base da *Af8* mostrando pelitos alternados com camadas de calcário (Ci) de dimensões centimétricas a decimétricas; (c) Calcarenito intraclástico (Ci) com estratificação cruzada acanalada; (d) Fotomicrografia em microscópio com luz natural: calcarenito oolítico silicificado com variação granulométrica evidenciando a estratificação da rocha; (e) Fotomicrografia em microscópio com luz natural: calcirudito com intraclastos, oolíticos e agregados oolíticos, manchas vermelhas estão pigmentadas por vermelho de alizarina, mostrando cimento calcítico reliquiar; (f) Pelitos alternados com calcarenitos oolíticos pretos (Co). _____ 55

Figura 3.15 - Seção Torre Norte, mostrando a relação e disposição das associações de fácies *Af9* e *Af10* da Formação Lagoa do Jacaré: (a) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcários finos em camadas menos espessas alternados com calcários grosseiros mais espessos; (b) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Porção onde dominam os calcários grosseiros em camadas mais espessas; (c) Formação Lagoa do Jacaré *Af10* - Calcário fino a muito fino em camada com aspecto maciço; (d) Formação Lagoa do Jacaré *Af10* - Calcarenito grosso em camadas tabulares sobre calcirudito preto. _____ 57

Figura 3.16 - Seção Pedreira, mostrando detalhe da associação de fácies *Af9* da Formação Lagoa do Jacaré: (a) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcários finos com estratificação plano-paralela (na base) e cruzada; (b) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcário grosseiro em camadas onduladas com estratificação cruzada acanalada; (c) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcário grosseiro com níveis róseos com dolomita; (d) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcarenito grosseiro em camadas onduladas com estratificação cruzada planar e acanalada, desenvolvimento de *lapiès* no topo; (e) Formação Lagoa do Jacaré *Af10* - vista geral da pedreira. _____ 58

Figura 3.17 - Formação Lagoa do Jacaré - Associação de fácies 9 (*Af9*): (a) Calcarenito preto grosso (Cg) em camadas mais espessas alternados com calcarenito fino (Cf) em camadas menos espessas, plaqueadas; (b) Fraturas preenchidas com calcita branca, preta e fluorita, comum nos calcários pretos da Formação Lagoa do Jacaré; (c) Calcarenito preto grosseiro, em camadas onduladas, com estratificação cruzada acanalada; (d) Fotomicrografia em estereoscópio de luz transmitida: Calcarenito grosso com estratificação cruzada, nota-se aloquímicos de agregados, *grapestones* micríticos e oólitos, na base calcarenito fino; (e) Estratificação cruzada *hummocky* em calcarenito fino (Cf); (f) Fotomicrografia em estereoscópio de luz transmitida de calcarenito fino com estratificação cruzada. _____ 60

Figura 3.18 - Formação Lagoa do Jacaré - Associação de fácies 10 (*Af10*): (a) Camadas menos espessas onduladas amalgamadas de calcarenitos finos (Caf) sobre camadas tabulares amalgamadas de calcário grosso (Cag) em camadas mais espessas; (b) Calcarenito muito fino (Caf) maciço truncado por calcarenito grosso (Cag) mais escuro e estratificação cruzada tipo *swaley*, sotoposto por calcirudito (Cr) com estratificação cruzada acanalada e intraclastos lamelares com até 2 cm, nota-se camadas amalgamadas; (c) calcarenitos finos em camadas com até 7 cm alternados com lâminas de calcisiltito (Cs) cor cinza médio; (d) Calcarenito muito fino alternado com lâminas de calcisiltito, nota-se microfraturas preenchidas por calcita e acúmulo de matéria orgânica; (e) Calcirudito com fragmentos lamelares emersos em matriz de calcarenito, com gradação inversa; (f) Calcarenito grosso (*packstone*) com intraclastos corroídos e *vugs* preenchidos por calcita. _____ 62

Figura 3.19 - Quartzo arenito bimodal, com grãos bem arredondados e esfericidade média a alta, película de óxido nas bordas e sobrecrecimento de quartzo. Formação Posse, Grupo Urucuia. _____ 64

CAPITULO IV

Figura 4.1 - Calibração possível para a variação de $\delta^{13}\text{C}$, durante o Neoproterozoico proposta por HALVERSON et al. (2005). _____ 66

Figura 4.2 - Distribuição de composição isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ para algumas substâncias terrestres expressa com relação ao SMOW (*Standard Mean Ocean Water* - Allègre 2008). _____ 67

Figura 4.3 - Perfil isotópico em seção das rochas carbonáticas das formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena: seções São Manoel (SM) e Torre Sul (TS) com a composição dos isótopos estáveis de Carbono e Oxigênio. _____ 73

Figura 4.4 - Perfil isotópico em seção das rochas carbonáticas da Formação Lagoa do Jacaré na região de Santa Maria da Vitória: seção Torre Norte (TN) com a composição dos isótopos estáveis de Carbono e Oxigênio. _____ 74

CAPITULO V

Figura 5.1 - Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na região de Santa Maria da Vitória com suas sequências deposicionais, superfícies chave e tratos de sistemas. _____ 81

Figura 5.2 - Perfil de rampa carbonática com a localização das associações de fácies da Formação Sete Lagoas. _____ 83

Figura 5.3 – Classificação dos ambientes diagenéticos com base na mineralogia, petróleo, hidrogeoquímica. Próximo à superfície são divididos em meteórico, salobro, marinho e hipersalino (MACHEL, 2005)._____ 85

LISTA DE TABELA

- Tabela 2.1** - Síntese das subdivisões propostas para o Grupo Bambuí (NOBRE-LOPES, 1995)._____ 27
- Tabela 3.1** - Resumo das fácies, estruturas sedimentares, processos de geração e associações de fácies da Formação Sete Lagoas._____ 37
- Tabela 3.2** - Resumo das fácies, estruturas sedimentares, processos de geração e associações de fácies da Formação Serra de Santa Helena._____ 53
- Tabela 3.3** - Resumo das fácies, estruturas sedimentares, processos de geração e associações de fácies da Formação Lagoa do Jacaré._____ 56
- Tabela 4.1** - Isótopos de C e O da seção São Manoel (SM), base Formação Sete Lagoas._____ 69
- Tabela 4.2** - Isótopos de C e O da seção Torre Sul, formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena._____ 70
- Tabela 4.3** - Isótopos de C e O da seção Torre Norte, Formação Lagoa do Jacaré._____ 71

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	14
1.1 APRESENTAÇÃO.....	14
1.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
1.2.1 Pré-campo.....	16
1.2.2 Trabalho de campo.....	16
1.2.3 Dados de Laboratório.....	17
1.2.4 Análise Isotópica.....	19
1.2.5 Integração de dados.....	19
CAPÍTULO II – CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....	20
2.1 INTRODUÇÃO.....	20
2.2 CRÁTON SÃO FRANCISCO.....	20
2.3 EMBASAMENTO REGIONAL – BLOCO GUANAMBI-CORRENTINA.....	22
2.4 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO.....	24
2.4.1 Grupo Macaúbas e Formação Jequitai.....	24
2.4.2 Grupo Bambuí.....	26
2.5 BACIA SANFRANCISCANA.....	28
2.5.1 Grupo Urucua.....	29
2.5.2 Formação Chapadão.....	29
CAPÍTULO III – GEOLOGIA DA POLIGONAL ESTUDADA.....	30
3.1 INTRODUÇÃO.....	30
3.2 EMBASAMENTO.....	30
3.2.1 Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina.....	30
3.2.2 Suíte Intrusiva Correntina.....	31
3.3 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO.....	35
3.3.1 Formação Jequitai.....	35
3.3.2 Grupo Bambuí.....	36
3.4 BACIA SANFRANCISCANA.....	63
3.4.1 Grupo Urucua.....	63
3.4.2 Formação Chapadão.....	64

CAPÍTULO IV – ISÓTOPOS DE CARBONO E OXIGÊNIO.....	65
4.1 INTRODUÇÃO.....	65
4.2 ISÓTOPOS DE CARBONO.....	66
4.3 ISÓTOPOS DE OXIGÊNIO.....	67
4.4 AMOSTRAGEM E MÉTODOS ANALÍTICOS.....	68
4.5 RESULTADOS ISOTÓPICOS.....	68
4.5.1 Assinatura Isotópica de Carbono e Oxigênio da Formação Sete Lagoas.....	72
4.5.2 Assinatura Isotópica de Carbono e Oxigênio da Formação Serra de Santa Helena.....	72
4.5.3 Assinatura Isotópica de Carbono e Oxigênio da Formação Lagoa do Jacaré.....	74
4.6 DISCUSSÕES.....	74
CAPÍTULO V – INTEGRAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÕES.....	78
5.1 INTRODUÇÃO.....	78
5.2 EMBASAMENTO.....	78
5.3 PALEOGEOGRAFIA.....	79
5.4 SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS.....	80
5.4.1 Estratigrafia Isotópica X Ambientes Depositionais.....	83
5.5 DIAGÊNESE.....	84
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
APÊNDICE A – MAPA DE PONTOS.....	97

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A região da Santa Maria da Vitória é caracterizada pela ampla ocorrência de rochas da base do Grupo Bambuí. Também ocorrem, de forma restrita, rochas do embasamento gnáissico-migmatítico de composição granítica e sienítica com idades arqueanas e paleoproterozoicas (ALMEIDA, 1977). Sobre este embasamento cristalino assentam-se rochas sedimentares Neoproterozoicas do Grupo Bambuí, que são parcialmente recobertas pelas rochas siliciclásticas do Grupo Urucuaia de idade cretácea e cuja estratigrafia culmina com a presença de sedimentos do neógenos e quaternários da Formação Chapadão que recobrem parcialmente a região (CAMPOS; DARDENNE, 1997 e CONCEIÇÃO FILHO et al., 2003).

Atualmente os dados de mapeamento geológico disponíveis são apenas nas escala 1:500.000 (COSTA et al., 1976) e 1:250.000 (CONCEIÇÃO FILHO et al., 2003). As rochas do Grupo Bambuí que ocorrem na área têm conhecidas ocorrências de fosfato e mineralizações de fluorita e metais-base, além disso, têm grande potencial para o uso industrial. As rochas que compõem o embasamento da área foram pouco estudadas, tanto do ponto de vista da cartografia geológica quanto dos seus aspectos, petrográficos, geoquímicos e geocronológicos.

Devido a grande carência de dados de mapeamento geológico sobre a região, os interesses econômicos principalmente sobre as rochas do Grupo Bambuí, e no intuito de colaborar para o entendimento estratigráfico, ambiental e paleogeográfico, o presente trabalho propõe uma coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na área e apresenta dados sobre as rochas que compõem seu embasamento.

A área do presente estudo está localizada no sudoeste do estado da Bahia, em grande parte no município de Santa Maria da Vitória, a 900 km de Salvador, e a 600 km de Brasília. Recobre uma área de 1500 km², delimitada pelos meridianos 44°00' e 44°30' e paralelos 13°30' e 13°15' correspondente à porção meridional da Folha Santa Maria da Vitória (Figura 1.1).

A partir do estudo detalhado das rochas presentes na área pretende-se:

- (i) Estabelecer a coluna estratigráfica da área;
- (ii) Reconhecer os conjuntos e sucessões de fácies que permitam caracterizar os ciclos de sedimentação do Grupo Bambuí aflorantes na área;
- (iii) Reconstituir a paleogeografia da área;

- (iv) Identificar as principais feições diagenéticas das rochas carbonáticas e
- (v) Caracterizar as diferentes fácies do embasamento, assim como reavaliar os dados já existentes sobre estas rochas.

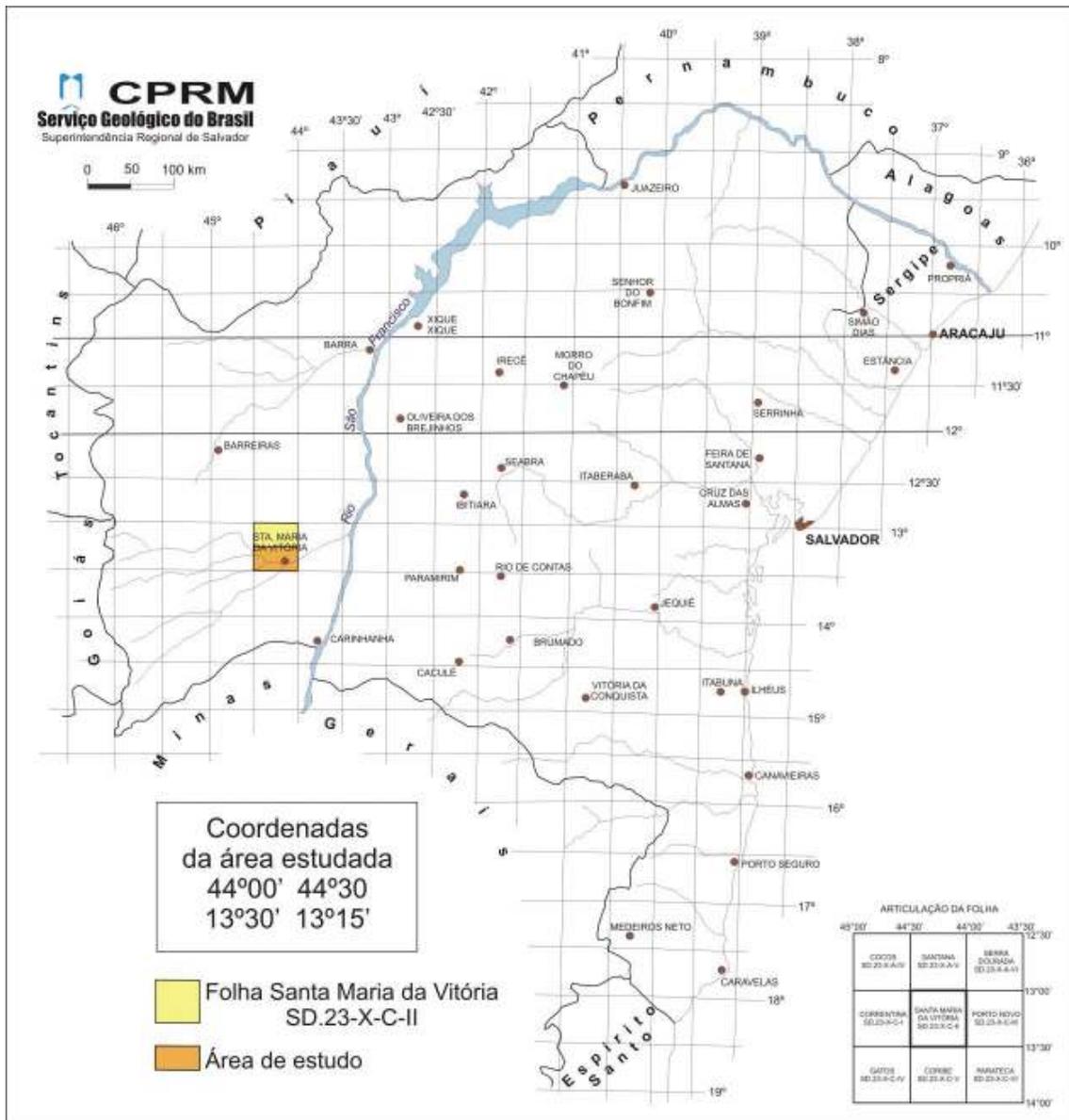


Figura 1.1 - Localização da Folha Santa Maria da Vitória, destaque para o polígono laranja que corresponde à área do presente estudo.

1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Dada a grande carência de dados sobre as rochas pré-cambrianas na área estudada, foram adotadas técnicas e métodos em diferentes escalas. Para caracterizar e definir os diferentes tipos litológicos do embasamento cristalino foi empregada petrografia. Para as rochas pertencentes ao Grupo Bambuí utilizou-se petrografia, com auxílio de microscópio de luz transmitida e estereomicroscópio, e geoquímica isotópica. As etapas da presente pesquisa

são divididas em pré-campo, campo, laboratório e integração de dados. Estas diferentes fases não necessariamente se iniciaram ou finalizaram uma após a outra.

1.2.1 Pré-campo

Esta etapa constituiu em pesquisas bibliográficas, levantamento de mapas, imagens e fotografias aéreas utilizadas como base no trabalho de campo. Foi realizada a fotointerpretação preliminar, determinação dos principais perfis realizados durante o trabalho de campo e avaliação dos dados existentes. Todas as etapas de campo executadas neste estudo tiveram esta fase prévia, para seu melhor andamento.

1.2.2 Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi realizado em 3 etapas. A primeira etapa foi desenvolvida em setembro de 2011, a segunda e a terceira foram realizadas em julho e outubro de 2012, respectivamente, totalizando 40 dias de campo. Foram realizados: 4 perfis ao longo do embasamento, 3 levantamentos de seções verticais na Formação Sete Lagoas, 1 seção vertical na Formação Serra de Santa Helena e 2 na Formação Lagoa do Jacaré. Entre a realização de uma etapa de campo e outra, se buscou avaliar os dados levantados, para um replanejamento e melhor desenvolvimento dos trabalhos subsequentes.

Embasamento

Foram realizados perfis estratégicos nas diferentes áreas de ocorrência do embasamento cristalino, buscando observar suas relações internas de contato entre os diferentes litotipos, assim como entre o embasamento e as rochas do Grupo Bambuí sobrepostas.

Os dados levantados em campo incluem descrição dos afloramentos, classificação e identificação das litologias, relações de contato, texturas, estruturas, medição das estruturas, juntamente com a coleta de amostras para a caracterização petrológica das rochas do embasamento.

Foram descritos de 15 afloramentos nas rochas do embasamento, sendo 3 no Complexo Gnáissico-Migmatítico Correntina e 12 nas rochas graníticas e sieníticas da Suíte Intrusiva Correntina (ver Apêndice A - Mapa de pontos).

Grupo Bambuí

Nos levantamentos realizados nas rochas do Grupo Bambuí, foram identificados os diferentes tipos litológicos, estruturas sedimentares, organossedimentares e feições estruturais

e de compactação, ao longo de seções verticais de detalhe e caminhamentos regionais. Também foram observadas as variações de cor, espessuras e formas dos estratos, assim como suas relações de contato, em 67 pontos de campo (ver Apêndice A - Mapa de pontos).

As seções verticais de detalhe nas rochas do Grupo Bambuí foram levantadas na escala 1:100. Quando possível as espessuras foram medidas, em outros casos foram estimadas.

A seção vertical levantada na serra onde se localiza a antiga torre da Telebahia, foi denominada Torre Sul (TS), possui um total de 109 metros, está localizada na porção sul-sudeste da área e abrange as formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena, cobertas pelas rochas siliciclásticas do Grupo Urucuia.

Próximo ao Povoado São Manoel do Norte (ou de Baixo) a seção foi chamada de São Manoel (SM), é o levantamento mais a oeste da área com 130 metros de espessura, contemplando a Formação Sete Lagoas, sob o Grupo Urucuia.

A seção próxima a Fazenda Genipapo está referenciada no texto como Fazenda Genipapo (FG), está a NE da seção São Manoel, na porção oeste da área, e possui um total de 100 metros, incluindo o embasamento cristalino, a Formação Jequitaiá sob a Formação Sete Lagoas, capeada pelo Grupo Urucuia.

Torre Norte é o termo utilizado para a seção levantada na torre da Telebahia a noroeste da sede Santa Maria da Vitória, com 98 metros.

A Seção Pedreira (SP), realizada na Pedreira Terracon, localiza-se a norte da sede de Santa Maria da Vitória e abrange 20 metros da Formação Lagoa do Jacaré.

A amostragem das rochas do Grupo Bambuí durante o levantamento das seções verticais foi feita sempre que observadas variações mineralógicas, litológicas, de cor e/ou estrutura, buscando realizar a descrição petrográfica, identificação e definição das diferentes fácies e associações faciológicas.

As amostras coletadas com a finalidade de estudos petrográficos, em sua grande maioria, foram devidamente localizadas nos perfis verticais levantados, assim como feita a marcação do topo da amostra, para refinar os dados sedimentológicos.

Também foram realizadas amostragens sistemáticas nos perfis da Torre Norte (TN), Torre Sul (TS) e São Manoel (SM), num intervalo aproximado de 3 em 3 metros, a fim de se realizar o estudo de isótopos estáveis (C e O) destes intervalos que representam o empilhamento estratigráfico da região.

1.2.3 Dados de Laboratório

Os dados obtidos em laboratório foram baseados em três técnicas: fotointerpretação, petrografia e geoquímica isotópica.

Fotointerpretação

A fotointerpretação foi novamente utilizada e integrada com os dados de campo para a realização de correções e alterações pertinentes sobre os mapas bases para produzir o mapa geológico.

Petrografia

Inicialmente, foi feita a descrição macroscópica das amostras coletadas em campo. A partir do cruzamento desta descrição com os dados coletados em campo foram selecionadas as amostras a serem laminadas, assim como foram localizados os cortes e determinadas as posições das lâminas delgadas a serem confeccionadas.

Foram coletados e descritos um total de 97 amostras das rochas do Grupo Bambuí, 20 das rochas do embasamento e 2 das rochas siliciclásticas do Grupo Urucuaia.

As lâminas foram confeccionadas no laboratório de preparação de amostras da CPRM - Sureg Salvador. As análises microscópicas foram realizadas, na sua maioria, no laboratório de microscopia da CPRM - Sureg Salvador, em microscópio binocular de luz transmitida Olympus, e quando necessário utilizou-se também o estereoscópio binocular de luz transmitida e refletida.

A análise petrográfica das rochas que compõem o embasamento da área baseou-se no estudo das características óticas dos constituintes das rochas. O estudo constituiu na identificação dos minerais componentes das rochas, suas relações de contato, texturas, microestruturas e ordem de cristalização.

Para a classificação granulométrica das rochas sedimentares foi utilizada a tabela de UDDEN-WENTWORTH, e BLAIR & MCPHERSON, apresentada por TUCKER (2001).

A identificação da dolomita foi realizada através do teste de coloração com Vermelho de Alizarina (*Alizarina Red-S*) em HCl a 2%.

A porcentagem de dolomita, aloquímicos e ortoquímicos foi estimada semiquantitativamente, utilizando a planilha para estimativa de porcentagem do *Journal of Sedimentary Petrography* (1955) in CPRM.

No caso dos calcários com alto grau de neomorfismo utilizou-se a técnica do cartão branco de FOLK (1987) com a finalidade de detectar possíveis vestígios de aloquímicos, mascarados pelos processos diagenéticos (principalmente de recristalização) e reconhecer as estruturas primárias, quando presentes.

As rochas carbonáticas foram descritas neste trabalho em diversas escalas, sempre buscando detalhamento e as relações entre as diversas características nelas observadas, para um melhor entendimento e definição das diferentes fácies.

As amostras coletadas em campo foram sistematicamente descritas quanto à sua cor, estruturas (sedimentares, diagenéticas e tectônicas) e granulometria, seguidas de uma classificação prévia. Dando prosseguimento a estes estudos, foram realizadas descrições estereomicroscópicas e microscópicas, buscando determinar a granulometria, identificar os diferentes constituintes aloquímicos, mineralógicos, feições diagenéticas e suas relações temporais.

Para a classificação das rochas carbonáticas utilizou-se dos três principais sistemas: FOLK (1959, 1962), DUNHAM (1962) e EMBRY; KLOVAN (1970).

1.2.4 Análise Isotópica

Os dados de isótopos estáveis de Carbono e Oxigênio foram obtidos no Laboratório de Isótopos Estáveis Geochronos da Universidade de Brasília. Detalhes sobre os métodos são apresentados no Capítulo IV, que trata dos isótopos de Carbono e Oxigênio.

1.2.5 Integração de Dados

Esta etapa consistiu da integração dos dados obtidos durante a execução desta pesquisa, buscando a correlação das diferentes escalas e métodos utilizados para uma melhor compreensão da geologia e da paleogeografia na região de Santa Maria da Vitória.

Os dados petrográficos foram utilizados para o refinamento dos perfis levantados em campo e construção da coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na área de pesquisa.

Os perfis isotópicos foram colocados lado a lado com suas respectivas seções verticais para as devidas comparações e correlações.

Os dados integrados também foram comparados com os dados bibliográficos pré-existentes numa tentativa de contribuir para a evolução do conhecimento da Megassequência São Francisco e seu embasamento.

CAPÍTULO II

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1 INTRODUÇÃO

A área estudada no presente trabalho está situada na porção oeste do Cráton São Francisco. Seu embasamento é representado por gnaisses e migmatitos, designados de Complexo Granítico Migmatítico Correntina, e rochas granitoides denominadas de Suíte Intrusiva Correntina (SOUZA et al., 2004). Este embasamento se encontra recoberto pelas rochas sedimentares do Supergrupo São Francisco, pertencentes à Bacia do São Francisco, representadas pelo Grupo Bambuí, que dominam na região. O Grupo Urucuia cobre parte da porção oeste e ainda ocorrem sedimentos coluvionares e aluvionares cenozoicos.

2.2 CRÁTON SÃO FRANCISCO

O Cráton São Francisco abrange parte dos estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais. Segundo ALMEIDA (1977;1981) e ALKMIM (2004) é uma província geotectônica composta por um embasamento Arqueano a Paleoproterozoico, coberto predominantemente por unidades clásticas mesoproterozoicas (Supergrupo Espinhaço, e grupos Paranoá e Canastra) e sequências carbonáticas-siliciclásticas neoproterozoicas (grupos Rio Pardo, Estância, Una e Bambuí). Essa província está delimitada pelas faixas móveis Araçuaí a sul-sudeste, Alto do Rio Grande a sul, Brasília a oeste, Rio Preto a noroeste, Riacho do Pontal a norte, e a nordeste pela Faixa Sergipana (Figura 2.1).

Conforme ALKMIM et al. (1993), o Cráton São Francisco é uma feição do Neoproterozoico, que foi consolidada como um segmento da litosfera continental no Arqueano e moldada durante o Brasiliano. A evolução deste Cráton, segundo CORDANI et al. (2000), começou no Arqueano e terminou no final do Mesoproterozoico. Sendo parte do supercontinente neoproterozoico Gondwana, o Cráton São Francisco e suas faixas marginais se formaram pela aglutinação de massas continentais, envolvendo múltiplas e sucessivas colisões. Os processos tectônicos se iniciaram a cerca de 750 Ma e atingiram seu auge entre 650 e 530 Ma, coincidindo com o pico da orogenia do Ciclo Brasiliano-Pan Africano.

No Cráton São Francisco na Bahia, no final do Paleoproterozoico, colisões de segmentos crustais colocaram, lado a lado, unidades de rochas arqueanas (Bloco do Gavião e antigos núcleos TTGs, sequências metassedimentares Contendas Mirante, Umburanas e Mundo Novo, complexos Jequié e Mairi e Núcleo Serrinha) com unidades de rochas formadas no início do Paleoproterozoico (Grupo Jacobina, *Greenstone Belts* do Rio Itapicuru e Capim). O metamorfismo associado reequilibrou estas rochas de diferentes idades nas fácies granulito,

anfíbólito e xisto-verde, constituindo cinturões móveis polideformados como os de Itabuna, Salvador-Curaçá e Salvador-Esplana. No Mesoproterozoico este embasamento metamórfico foi truncado por um aulacógeno, de direção N-S, no qual se depositou o do Supergrupo Espinhaço. Sobre estas rochas e em parte do embasamento arqueano/paleoproterozoico acumularam-se sedimentos glaciais e pelítico-carbonáticos, paraplataformais neoproterozoicos do Supergrupo São Francisco. No fim do Proterozoico, colisões nas margens do Cráton formaram os cinturões dobrados Sergipano, Riacho do Pontal, Rio Preto, Brasília, Rio Grande e Araçuaí (BARBOSA et al., 2003).

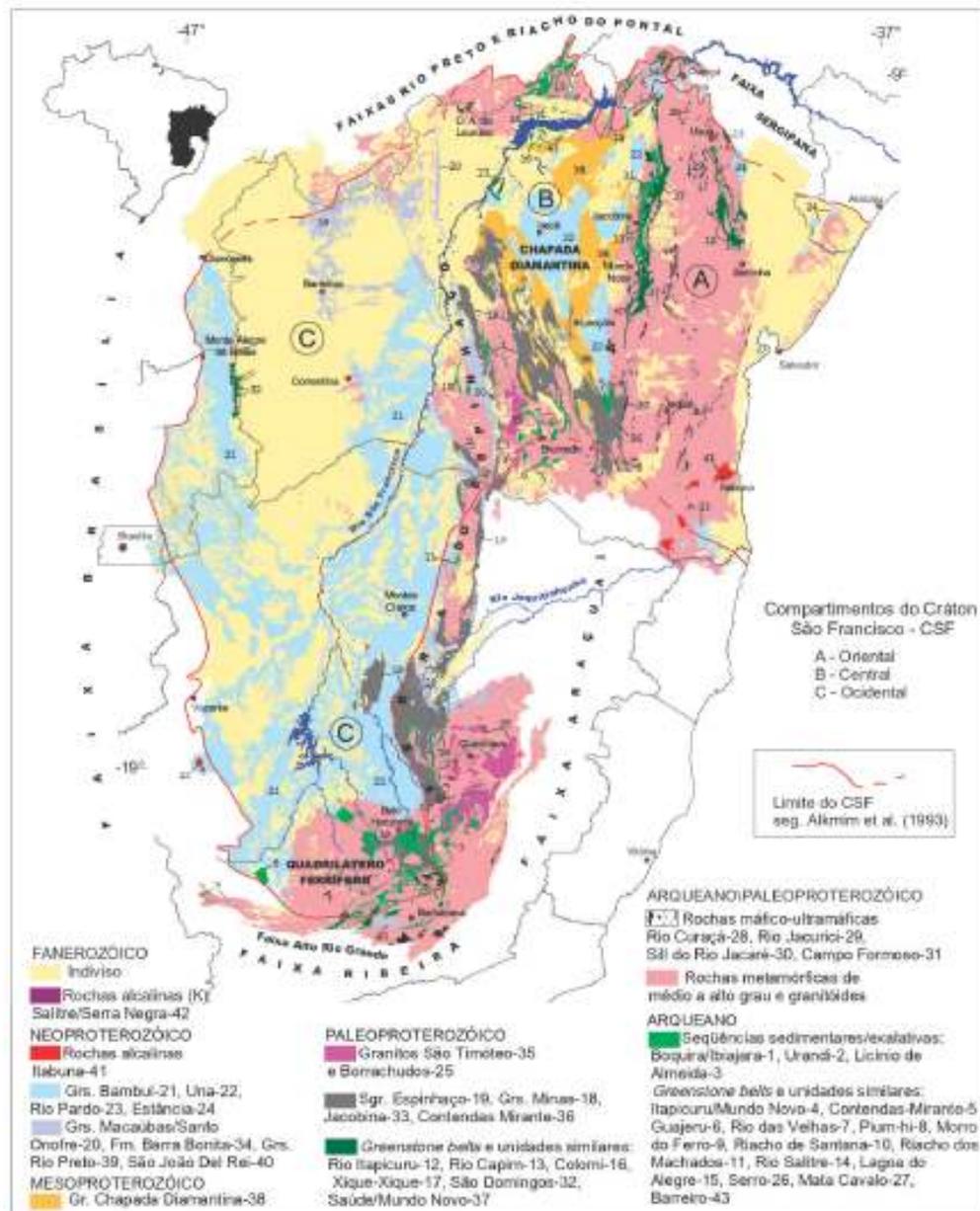


Figura 2.1 - Mapa geológico do Cráton São Francisco modificado de BIZZI et al., 2003.

Segundo BARBOSA; DOMINGUEZ (1996), o lineamento Contendas-Jacobina, foi considerado por SABATÉ et al. (1990) como o registro principal de uma colisão desenvolvida

durante o Ciclo Transamazônico. Esta zona de sutura separa o cráton em dois grandes compartimentos, um a oeste e outro a leste, cada um marcado por uma evolução tectônica distinta.

2.3 EMBASAMENTO REGIONAL - BLOCO GUANAMBI-CORRENTINA

Localizado no compartimento oeste do lineamento Contendas-Jacobina, o bloco Guanambi-Correntina, segundo BARBOSA; DOMINGUEZ (1986), aflora numa banda lenticular grosseiramente NNW/SSE, limitada a leste pelos terrenos da Serra do Espinhaço e a oeste pelos sedimentos Meso e Neoproterozoicos que o recobrem em discordância (Figura 2.2). O contato a leste é tectônico, com terrenos do Mesoproterozoico empurrados sobre o bloco. Comporta na sua borda leste uma banda estreita de terrenos ortognáissicos migmatizados onde os dobramentos provavelmente polifásicos afetam uma foliação regional com direção geral N-S. O resto do bloco é ocupado por um hiperbatólito composto por uma associação monzonítica. Os terrenos ortognáissicos aparecem sob a forma de enclaves, estirados, deformados ou angulosos aos plutonitos, dos quais constituem o embasamento. As estruturas observadas no plúton são orientações preferenciais magmáticas marcadas por megacristais de feldspato alcalino e deformações rúpteis dúctil-rúpteis, determinando finas e repetidas zonas miloníticas subparalelas às grandes estruturas regionais controladas pela tectônica do Brasileiro.

Na região de Santa Maria da Vitória, Correntina e Jaborandi, o embasamento da estrutura cratônica é composto por gnaisses migmatíticos, granitoides e sienitoides, que ocorrem em janelas de erosão dos rios Arrojado, Correntina e Formoso e seus afluentes. MARTINHO et al. (1976) descreveram metatexitos, gnaisses e granitoides e os agruparam na Associação Pré-Espinhaço. BRUNI et al. (1976) chamaram esses litotipos aflorantes nos vales e encostas dos rios Arrojado, Correntina, Formoso e Coribe de Pré-Cambriano Indiferenciado. INDA; BARBOSA (1978) atribuíram ao Arqueano essas ocorrências. ANDRADE et al. (1981) agruparam um conjunto de rochas ígneas metamorfizadas, de composição intermediária a ácida aflorantes em Correntina sob a designação de Formação Correntina. CORDANI et al. (1979) obtiveram isócrona Rb/Sr em migmatitos e granitos nas janelas dos rios Correntina e Arrojado com idades próximas a 2 Ga. ROSA et al. (1996) apresentaram dados geoquímicos de rochas sieníticas intrusivas em gnaisses migmatíticos em Correntina, denominado-as de Sienitos Correntina, atribuindo idade aproximada de 2 Ga, concordando com os autores supracitados e ainda correlacionaram estas rochas com as que ocorrem no Batólito Monzo-Sienítico Guanambi-Urandi.

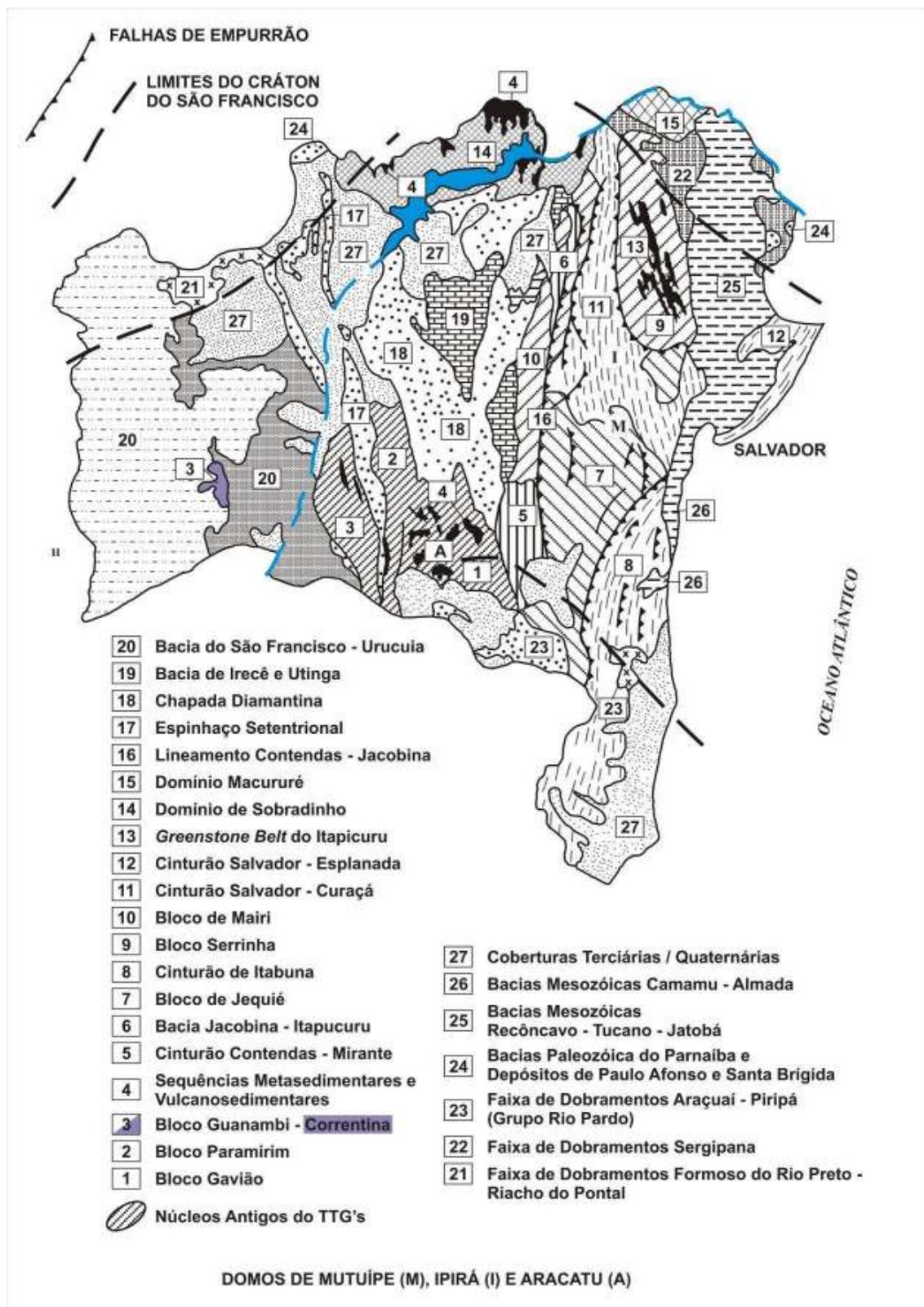


Figura 2.2 - Compartimentação tectônica do estado da Bahia (modificado de BARBOSA; DOMINGUEZ, 1996).

Por fim, MORAES FILHO (1997) designou os gnaisses e migmatitos da antiga crosta arqueana de Complexo Granito-Gnáissico-Migmatítico e os granitóides nele intrudidos foram

agrupados na Suíte Intrusiva Correntina, composta por 4 faciologias distintas. SOUZA et al. (2004) denominaram de Complexo Gnáissico Migmatítico os ortognaisses migmatizados, contendo enclaves máficos e ultramáficos, na região em estudo, assim como as ocorrências de granitóides de Suíte Intrusiva Correntina.

2.4 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

O Supergrupo São Francisco recobre quase todo o segmento centro-sul do cráton homônimo, como parte da Bacia Sedimentar do São Francisco (ALKMIM; MARTINS-NETO, 2001), e ocorre também na região da Chapada Diamantina. Engloba duas unidades estratigráficas, o Grupo Macaúbas, glácio-continental, e o Grupo Bambuí, marinho, que representam coberturas sedimentares neoproterozoicas sobre o cráton (Figura 2.3).

2.4.1 Grupo Macaúbas e Formação Jequitaiá

Unidades glaciogênicas ou glacialmente influenciadas são reconhecidas abaixo do Grupo Bambuí, representadas pelas sucessões inferiores do Grupo Macaúbas (KARFUNKEL; HOPPE, 1988; UHLEIN et al., 1999; UHLEIN et al., 2007) e pela Formação Jequitaiá (UHLEIN et al., 1999; MARTINS-NETO et al., 2001; CUKVROV et al., 2005).

Diversos autores (KARFUNKEL et al., 1984; DARDENNE, 1978; UHLEIN et al., 1999) sugerem a correlação lateral entre o Grupo Macaúbas e a Formação Jequitaiá. As litologias predominantes nestes depósitos compreendem diamictitos associados a sedimentos pelíticos e arenosos, presentes na Formação Jequitaiá e no Grupo Macaúbas (HETTICH, 1977; DARDENNE, 1978; KARFUNKEL; HOPPE, 1988; UHLEIN et al., 1999).

O Grupo Macaúbas é caracterizado por uma associação de diamictitos, arenitos e pelitos, que representam depósitos glácio-continentais aluviais e lacustres, correspondentes às fácies proximais e distais, (UHLEIN et al., 1999; MARTINS-NETO; HERCOS, 2001; MARTINS-NETO et al., 2001), considerados como depositados a partir de 930 Ma (TACK et al., 2001; MARTINS-NETO; ALKMIM, 2001).

A Formação Jequitaiá consiste basicamente de diamictitos maciços pobres em clastos, alternados com diamictitos ricos em clastos e delgadas intercalações de arenitos, conglomerados e pelitos, de origem glácio-marinha, depositados em ambiente marinho raso, representando fluxos gravitacionais devido ao recuo da geleira durante uma transgressão marinha (CUKROV, 1999; UHLEIN et al., 1999; UHLEIN et al., 2004; CUKROV et al., 2005; UHLEIN et al., 2007; CHAVES et al., 2010). Idades entre 700 e 900 Ma têm sido sugeridas para esta glaciação por PEDROSA-SOARES et al. (2000), BABINSKI;

KAUFMAN (2003) e BABINSKI (2005). No entanto, CAXITO et al. (2012) atribuem idade Marinoana (~635 Ma) para estes depósitos glaciais sobrepostos por *cap carbonates*.

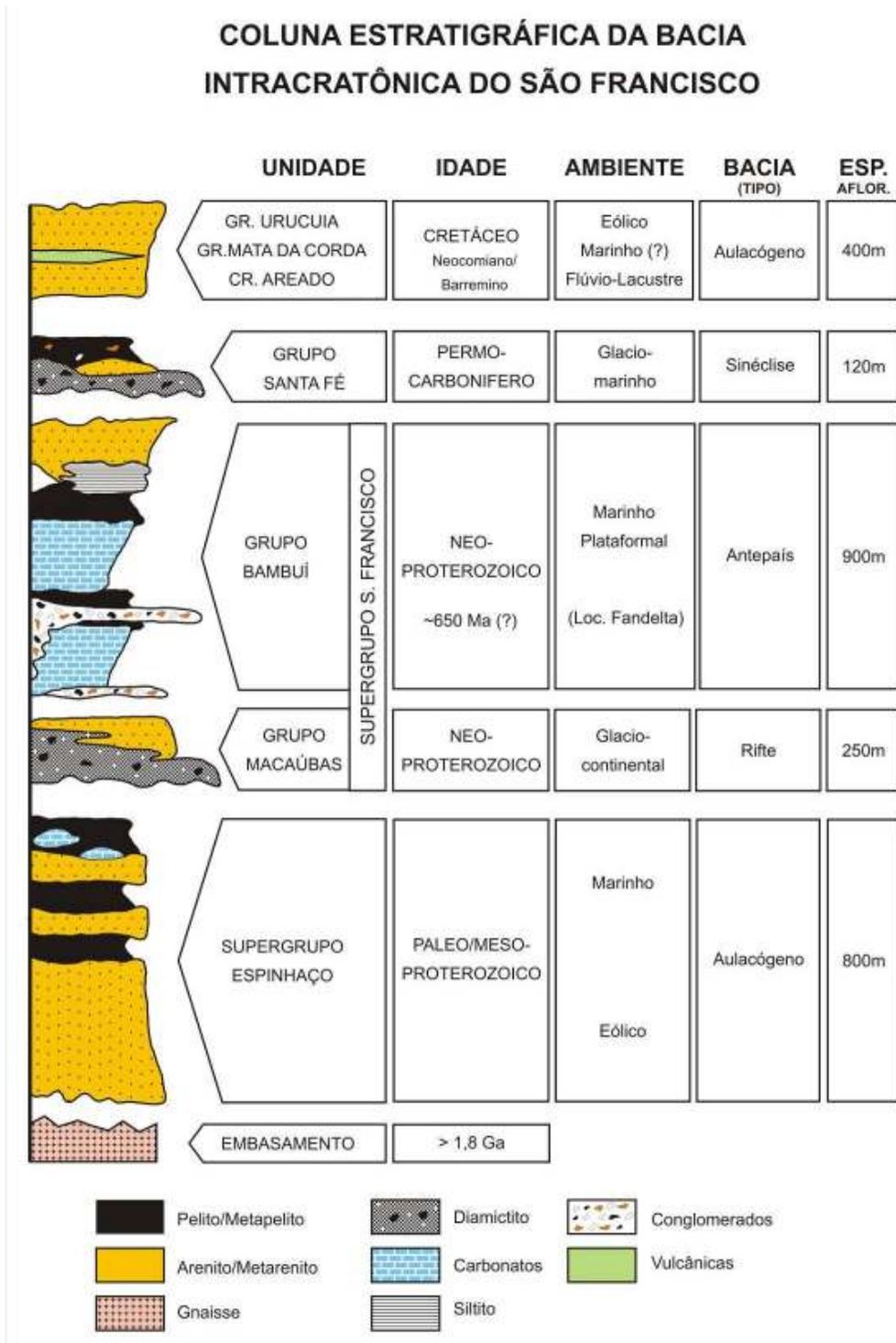


Figura 2.3 - Coluna estratigráfica da Bacia do São Francisco (modificado de ALKMIM; MARTINS NETO, 2001).

2.4.2 Grupo Bambuí

Segundo COSTA et al. (1970), os primeiros registros científicos que relatam e descrevem a ocorrência de calcários, xistos e arenitos ao longo da bacia do rio São Francisco foram realizados pelo Barão Von Eschwege em 1832. As ocorrências destas rochas na região de Pirapora foram consideradas como pertencentes aos Terrenos de Transição (*Übergangsgebirge*). O termo Série Bambuí foi primeiramente adotado por RIMANN (1917) denominando as sequências pelíticas e carbonáticas, que ocorrem na região de Bambuí, em Minas Gerais.

A primeira divisão litoestratigráfica dessas rochas foi feita por Costa & Branco (1961). BARBOSA (1965 apud BRAUN, 1988), OLIVEIRA (1967), BRAUN (1968 apud BRAUN, 1988), ALVARENGA (1978), propuseram diversas subdivisões para o Grupo Bambuí (assim classificado por ALMEIDA em 1967). A uniformização da nomenclatura estratigráfica foi proposta por DARDENNE (1978), a partir da divisão de COSTA; BRANCO (1961), assim o Grupo Bambuí ficou composto pelas formações Jequitaiá, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. A estratigrafia proposta pelo Projeto RADAMBRASIL (1982), formaliza as modificações de DARDENNE (1978), excluindo a Formação Jequitaiá da base do Grupo Bambuí e reúne as demais unidades no Subgrupo Paraopeba (Tabela 2.1).

O Grupo Bambuí foi depositado numa bacia de antepaís com depocentro na direção N-S, paralelo à Faixa Brasília, formada pela colagem do Gondwana Ocidental durante o Neoproterozoico, numa plataforma do tipo rampa (CHANG et al., 1988; CASTRO; DARDENNE, 2000; DARDENNE, 2000; MARTINS-NETO; ALKMIM, 2001; ALKMIM; MARTINS NETO, 2001; MARTINS NETO et al., 2001; MARTINS; LEMOS, 2007; RODRIGUES, 2008).

A idade de deposição do Grupo Bambuí, ainda que sujeita a controvérsias, tem sido reconhecida como Neoproterozoica. Datações radiométricas K/Ar, Rb/Sr, razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e Pb/Pb forneceram idades entre 850 e 610 Ma para seus sedimentos (AMARAL; KAWASHITA, 1967; BONHOMME, 1976, KAWASHITA et al., 1987; CHANG et al., 1993; BABINSKI, 1993; NOBRE-LOPES, 2002; BABINSKI; KAUFMAN, 2003; RODRIGUES, 2008, PIMENTEL et al., 2011). CAXITO et al. (2012) baseados em avaliações radiométricas, litoestratigrafia e quimioestratigrafia atribuem idade Ediacarana (~635 Ma) para a Formação Sete Lagoas. O Grupo Bambuí foi afetado pela deformação associada à orogênese Brasileira, e em alguns locais apresenta metamorfismo incipiente. Os valores que indicam idades mais jovens correspondem, segundo VALERIANO (1992), à idade de metamorfismo que afetou os sedimentos Bambuí, durante a deformação e metamorfismo da Faixa Brasília.

Tabela 2.1 - Síntese das subdivisões propostas para o Grupo Bambuí (NOBRE-LOPES, 1995).

COSTA E BRANCO (1961)		BARBOSA (1965)	OLIVEIRA (1967)	BRAUN (1968)	DARDENNE (1978)	RADAMBRASIL (1982)	
Membro	Formações	Formações	Formações	Formações	Formações		Formações
Serra da Saudade	Paraopeba	Três Marias	Três Marias	Três Marias	Três Marias	Subgrupo Paraopeba	Três Marias
Três Marias					Serra da Saudade		Serra da Saudade
Lagoa do Jacaré		Lagoa do Jacaré	Lagoa do Jacaré	Paraopeba	Lagoa do Jacaré		Lagoa do Jacaré
Serra de Santa Helena		Serra de Santa Helena	Serra de Santa Helena		Serra de Santa Helena		Serra de Santa Helena
	Sete Lagoas	Sete Lagoas	Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas
	Carrancas	Paranoá	Vila Chapada	Paranoá	Jequitaí		Samburá/Carrancas
		Samburá		Fácies Carrancas			

De acordo com ALKMIM et al. (1993) e ALKMIM; MARTINS-NETO (2001), a Bacia do São Francisco, fica dividida em domínios oeste, central e leste, quanto aos compartimentos estruturais distintos (Figura 2.4).

No compartimento central, as unidades pré-cambrianas estão praticamente indeformadas.

O compartimento oeste corresponde à zona externa das faixas Brasília e Rio Preto, apresenta dobras e falhas de empurrão relacionadas ou rotacionadas por sistemas transpressivos dextrais na porção norte e sinistrais na porção sul, além de vários conjuntos de juntas. De oeste para leste mostra uma queda progressiva da deformação e localmente o embasamento se encontra envolvido na deformação da cobertura.

O compartimento leste engloba as extremidades da Faixa Araçuaí. Nele ocorrem falhas de empurrão e dobras, em duplexes e leques imbricados, falhas direcionais são raras e um marcante sistema de juntas, em par conjugado NE/SW e NW/SE. Apresenta clara vergência para oeste juntamente com queda progressiva da deformação de leste para oeste, e a deformação da cobertura não envolve o embasamento.

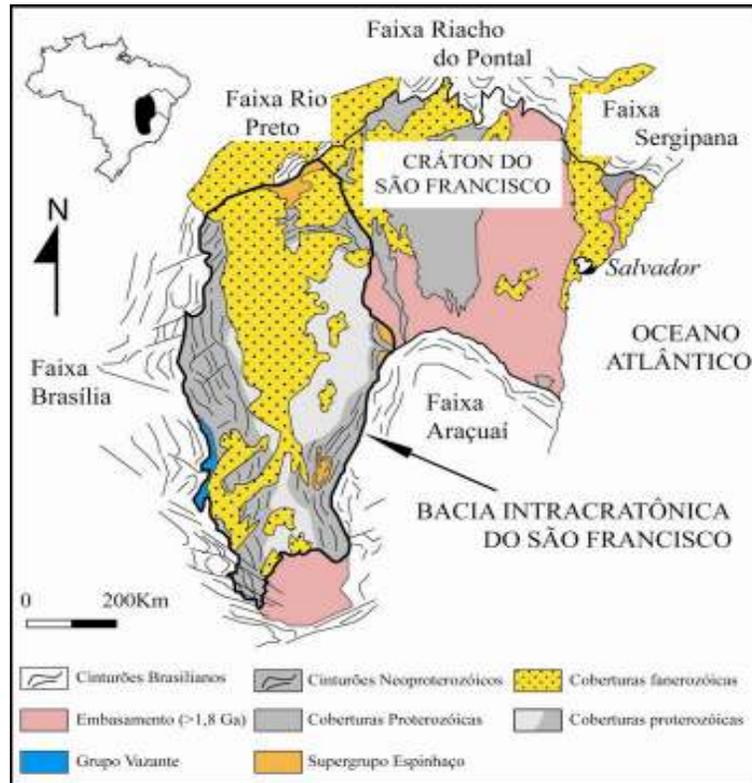


Figura 2.4 - Mapa geológico simplificado da Bacia Intracratônica do São Francisco, mostrando as principais feições estruturais do Supergrupo São Francisco (ALKMIM, 2004).

2.5 BACIA SANFRANCISCANA

Trata-se da depressão onde se depositou a cobertura sedimentar fanerozoica representada pelos grupos Santa Fé, Areado, Mata da Corda, Urucuia e Formação Chapadão sobre o Cráton do São Francisco, ocupando uma área total de cerca de 150.000 km² (Figuras 2.2 e 2.4). Segundo CAMPOS; DARDENNE (1997a,b), a origem da Bacia Sanfranciscana está relacionada a acomodações isostáticas no paleozoico (Permo-Carbonífero), com reativações relacionadas à abertura do oceano Atlântico Sul no Mesozoico e atividade neotectônica durante o Cenozoico.

A Bacia Sanfranciscana é subdividida em duas sub-bacias denominadas Sub-Bacia Abaeté e Sub-Bacia Urucuia, separadas por um alto estrutural do embasamento denominado de Alto do Paracatu, e composta por cinco unidades que representam ciclos distintos separados por importantes superfícies de erosão (CAMPOS; DARDENNE, 1997a,b). A unidade mais antiga, denominada de Grupo Santa Fé, é representada por um conjunto de sedimentos glaciogênicos permo-carboníferos dividido nas formações Floresta e Tabuleiro (DARDENNE et al., 1991; CAMPOS, 1992; CAMPOS; DARDENNE, 1994; CAMPOS; DARDENNE, 1997a,b). O Grupo Areado (LADEIRA; BRITO, 1968; HASUI; PENALVA, 1977; CAMPOS; DARDENNE, 1997a,b) é subdividido nas formações Abaeté, Quiricó e Três

Barras, que representam uma sucessão de sedimentos fluviais, lacustres, eólicos e deltaicos, de idade eocretácea. Restrito a porção sul da Bacia, o Grupo Mata da Corda está dividido nas formações Patos e Capacete, o qual consiste de um conjunto neocretáceo de lavas e piroclásticas e sedimentos epiclásticos de composição alcalina (LEONARDOS et al., 1991; CAMPOS; DARDENNE, 1997a,b). Arenitos de sistemas desérticos do Grupo Urucuia, também são atribuídos ao Neocretáceo, que ocorrem principalmente na porção norte da bacia. Coberturas cenozoicas aluvionares, coluvionares e eluvionares recobrem todas as unidades anteriormente citadas, sendo denominadas de Formação Chapadão (CAMPOS; DARDENNE, 1997a,b).

2.5.1 Grupo Urucuia

O Grupo Urucuia está subdividido em duas formações. A unidade basal representada pela Formação Posse, comporta uma subdivisão interna nas Fácies 1 e 2, e é sobreposta pela Formação Serra das Araras (CAMPOS; DARDENNE, 1997a).

A Formação Posse é constituída basicamente por arenitos depositados num sistema eólico de campos de dunas (Fácies 1) e, subordinadamente, ocorrem arenitos argilosos depositados num sistema fluvial entrelaçado (Fácies 2). A Formação Serra das Araras é constituída por arenitos, argilitos e conglomerados interpretados como depósitos fluviais em amplas planícies, com grande variação de regime e carga dos fluxos.

2.5.2 Formação Chapadão

A Formação Chapadão (LADEIRA; BRITO, 1968; CAMPOS; DARDENNE, 1997a) compreende todas as coberturas quaternárias, de natureza detrítica e laterítica que ocorrem em amplas áreas recobrimdo as unidades mais antigas. Conforme CAMPOS; DARDENNE (1997a) estas coberturas são classificadas em coberturas aluvionares, coluvionares e eluvionares. As coberturas aluvionares são associadas à planície de inundação das maiores drenagens e, no geral, são representadas por sedimentos inconsolidados com cascalhos, areias e lamias. As coberturas coluvionares são constituídas por areias vermelhas ou esbranquiçadas e grande quantidade de argila caolinítica, resultantes de retrabalhamentos das unidades fanerozoicas e da regressão de formas de relevo tabular. As coberturas eluvionares são representadas pelos depósitos *in situ* ou pouco retrabalhados, que se desenvolvem a partir dos arenitos das unidades fanerozoicas, sendo mais comuns sobre os arenitos do Grupo Urucuia.

CAPÍTULO III

GEOLOGIA DA POLIGONAL ESTUDADA

3.1 INTRODUÇÃO

A partir da fotointerpetação, reavaliação de dados pré-existentes e dados de campo, com a realização de levantamento de seções verticais de detalhe, além de perfis estratégicos para observar as relações de contato entre as diferentes unidades, assim como suas variações internas, foi elaborado o mapa geológico na escala 1:150 000 (Figura 3.1).

As rochas do Grupo Bambuí ocorrem em cerca de 90% da área, o embasamento, representado pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico Correntina e a Suíte Intrusiva Correntina, juntamente com o Grupo Urucua e os sedimentos da Formação Chapadão ocupam as porções restantes.

A área de estudo possui boas exposições e as diferentes unidades mapeadas possuem identidades geomorfológicas que permitem diferenciá-las a partir da observação da paisagem, assim como da análise de produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite e fotografias aéreas).

3.2 EMBASAMENTO

3.2.1 Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina

Suas ocorrências estão restritas às proximidades do distrito São Manoel do Norte, extremo oeste da área. Aflora em leitos de drenagem do Rio Arrojado e afluentes, e apresenta um relevo bastante arrasado e pouco expressivo.

É composto por rochas de coloração acinzentadas com bandas mais esbranquiçadas e outras mais escuras. Classificadas como tonalito gnaiss, as bandas leucocráticas são compostas basicamente por feldspatos, quartzo, biotita e anfibólio, enquanto nas bandas máficas predominam biotita e anfibólio (Figura 3.2a). Estas rochas possuem granulação média e frequentemente encontram-se dobradas, sua foliação predominantemente apresenta ângulos intermediários a altos (50° a 75°) com caimento para oeste, indicadores cinemáticos como porfiroblastos tipo sigma rotacionados e dobras rotacionais sugerem movimento dextral.

Estes gnaisses são frequentemente cortados discordantemente com sua foliação em alto ângulo por rochas de composição sienítica e monzogranítica pertencentes à Suíte Intrusiva Correntina (Figura 3.2b).

As fases migmatíticas são cinza-rosadas a bege-acinzentadas e exibem estrutura estromática com desenvolvimento de dobras pitgmáticas. O paleossoma máfico é composto por biotititos com quartzo, feldspato e anfibólio subordinados e apresentam granulação fina a

média. O neossoma possui granulação grossa a pegmatítica, composição quartzo-feldspática com coloração rósea, por vezes esbranquiçada (Figura 3.2a).

3.2.2 Suíte Intrusiva Correntina

Definida assim para englobar a associação diversa de rochas intrusivas no Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina por MORAES FILHO (1997) adotou-se esta mesma nomenclatura neste trabalho, assim como as unidades apresentadas no trabalho supracitado. Dada a falta de afloramentos que pudessem mostrar a relação temporal entre os diferentes litotipos além da ausência de dados litogeoquímicos para estabelecer correlações entre os distintos componentes desta associação de rochas, estes são apresentados apenas considerando sua abundância cartográfica, sem fundar relações estratigráficas.

A Suíte Intrusiva Correntina apresenta um relevo rebaixado em relação às rochas do Supergrupo São Francisco e da Bacia Sanfranciscana, suavemente ondulado, um pouco mais expressivo em relação às rochas do Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina (Figura 3.2a e Figura 3.2b).

GRANITOIDES PORFIRÍTICOS

São as rochas representativas do embasamento mais abundantes na área trabalhada, suas ocorrências estão restritas às proximidades das margens dos rios Correntina e Arrojado.

A composição dominante desta unidade é monzogranítica, embora também ocorram termos sienograníticos (Figura 3.2c) e tonalíticos. As diferentes composições apresentam coerência texturais com o termo dominante e apresentam apenas variação da proporção relativa dos minerais componentes.

Os monzogranitos possuem coloração rosa clara, são porfiríticos, com megacristais de K-feldspato, que podem chegar até 4 centímetros, e matriz equigranular média a grossa. Frequentemente possuem foliação marcada pela orientação dos megacristais de K-feldspato, que por vezes formam nuvens cumuláticas, sugerindo assim que esta foliação é originada por fluxo magmático (Figura 3.2d). A matriz é composta por plagioclásio euédrico a subédrico, que comumente possui bordas reativas arredondadas, quartzo anédrico intersticial, biotita e anfibólio subédricos. Estes minerais máficos que podem formar cumulos alongados também orientados concordantemente com a foliação da rocha. Enclaves máficos microgranulares arredondados associados aos termos porfiríticos podem ocorrer, geralmente são alongados paralelos à foliação, com dimensões centimétricas a decimétricas, compostos por biotita e anfibólio com granulação fina, e por vezes englobam os megacristais de K-feldspato. Igualmente, ocorrem fases equigranulares com composição compatível com as fácies

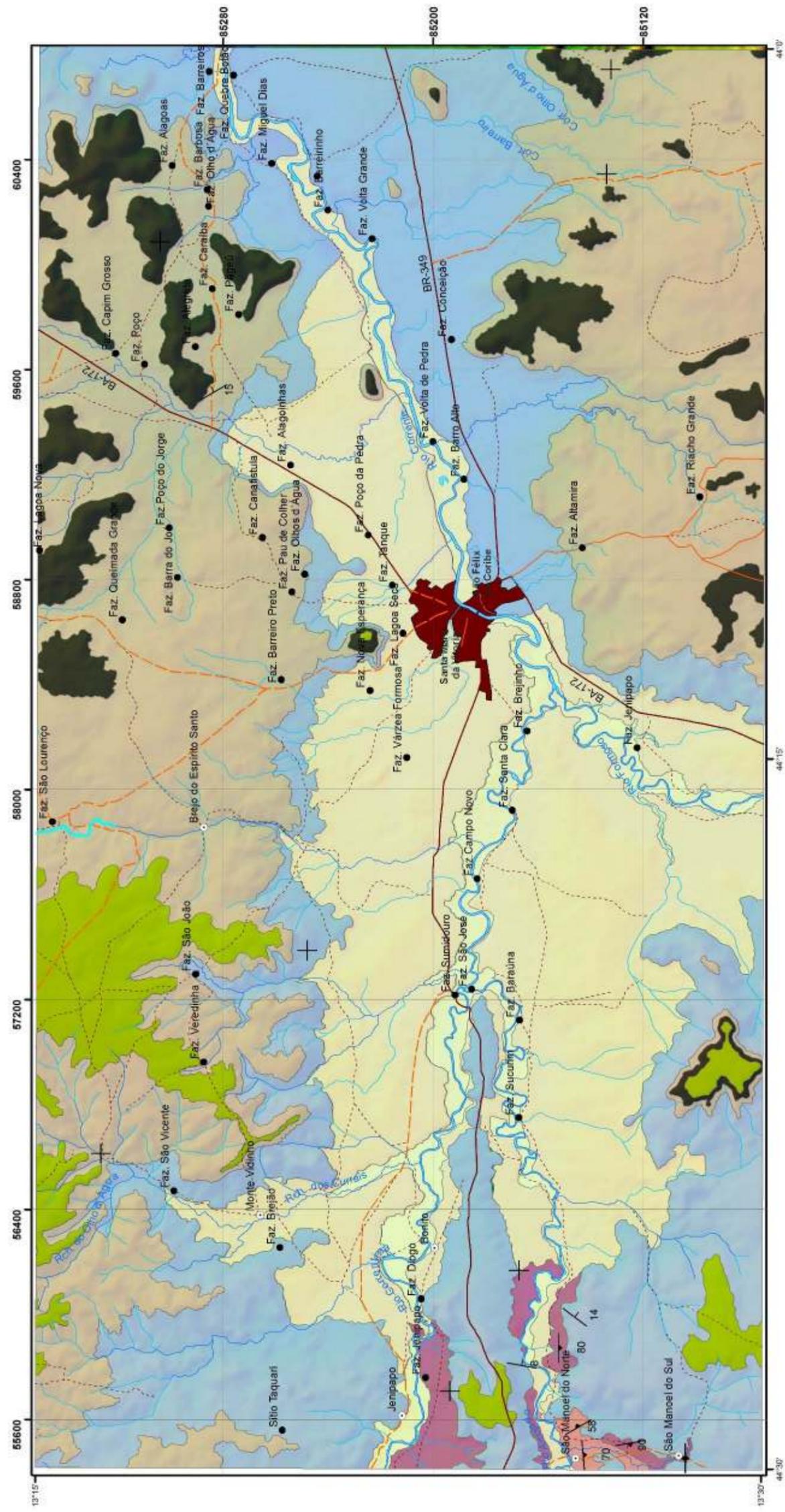
porfíricas, de granulação fina a média. Veios de quartzo leitoso são frequentemente observados cortando as maiores exposições.

SIENITOS

Esta unidade ocorre no extremo ocidental da área, ao longo do vale de um afluente do Rio Arrojado, nos arredores da sede do distrito São Manoel do Sul.

Consiste de sienitos de coloração rosa com porções esverdeadas, com granulação média a muito grossa, com foliação marcada pela orientação de K-feldspato e acumulados de minerais máficos (Figura 3.2e). São compostos por cristais de K-feldspato subédricos, plagioclásio fino com bordas arredondadas, anfibólios de cor negra alongados com piroxênios em seus núcleos de cores esverdeadas e quartzo anédrico intergranular, classificados como anfibólio sienitos.

Ocorrem também porções com bandamento composicional, mostrando porções mais ricas ou mais empobrecidas de minerais máficos, concordantes com a foliação, igualmente têm-se algumas porções com maior quantidade relativa de quartzo, consistindo em fases graníticas relacionadas (Figura 3.2e). Também associados aos sienitos ocorrem injeções de composição quartzo-feldspática com biotita subordinada e granulação fina, discordantes com a foliação, contatos retos e bem definidos, assim como injeções pegmatoides de quartzo e K-feldspato com contatos mais difusos, porém discordantes também com a estrutura da rocha encaixante (Figura 3.2f).



Legenda

Bacia Sanfranciscana

Formação Chapadão

- Coberturas aluvionares
- Coberturas coluvionares

Grupo Uruçuia

Supergrupo São Francisco

Grupo Bambuí

- Formação Lagoas do Jacaré
- Formação Serra de Santa Helena
- Formação Sete Lagoas

Embasamento

- Suíte Intrusiva Correntina
- Complexo Gnáissico-Migmatítico Correntina

Convenções Cartográficas

---	Caminho	—	Acamadamento
—	Estrada pavimentada	+	Acamadamento horizontal
—	Estrada sem pavimentação tráfego periódico	—	Bandamento gnáissico
—	Estrada sem pavimentação tráfego permanente	—	Foliação
—	Rio intermitente	—	Foliação vertical
—	Rio perene	•	Fazenda/Propriedade Rural
•	Povoado/Vilarejo	—	



3 1,5 0 3 Km

Figura 3.1 - Mapa geológico da área de estudo.



Figura 3.2 - Rochas que compõem o embasamento da área estudada, onde se assenta o Supergrupo São Francisco. (a) Biotita tonalito gnaiss com bandas quartzo feldspáticas e injeções félsicas pegmatíticas; (b) Biotita tonalito gnaiss cortado por material de composição sienítica, mostrando contato abrupto e alto ângulo com a foliação; (c) Monzonito porfirítico com foliação marcada por megacristais de K-feldspato; (d) Monzogranito porfirítico com foliação marcada por megacristais de K-feldspato, formando nuvem cumulática; (e) Sienito com porções de composição anfíbólio sienítica e leucosieníticas (no centro porção cumulática tipo *schlieren*); (f) Anfíbólio sienito equigranular grosso, com cumulado de minerais máficos e na base da foto porção de composição granítica e contato difuso.

3.3 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

As rochas pertencentes ao Supergrupo São Francisco que ocorrem na área estudada foram individualizadas em 24 fácies e agrupadas em 10 associações faciológicas, para facilitar o entendimento de processos e ambientes sedimentares, e assim são apresentadas neste trabalho.

As camadas das diferentes unidades do Supergrupo São Francisco são subhorizontais e praticamente indeformadas, apresentando apenas um conjunto de juntas subverticais com direção preferencial N10W/N e N60E/N70E, e outro E-W mais subordinado.

3.3.1 Formação Jequitai

Na base da seção Fazenda Genipapo (FG), assentada sobre biotita monzogranitos porfíricos e sob os carbonatos da Formação Sete Lagoas, ocorre uma camada pouco espessa de rocha siliciclástica (Figura 3.4). Este pacote não apresenta evidências de influência glacial, mas considerando as ocorrências de diamictitos descritas por MORAES FILHO (1997) e CONCEIÇÃO FILHO et al. (2003), nas proximidades de Jaborandi, cerca de 25 km a sul, atribuiu-se esta ocorrência à Formação Jequitai.

Representada por quartzo-arenitos que ocorrem restritamente na base da seção FG, num pacote de pouco mais de 20 centímetros (Figura 3.4). Devido ao restrito tamanho da exposição, a geometria das camadas não pôde ser observada. Com aproximadamente 10 cm de espessura de camadas e aspecto maciço na face intemperizada. Localmente observa-se camadas menores, lenticulares, com cerca de 2 cm (Figuras 3.3a; 3.3b). Já na face fresca mostra intercalações com 1 a 2 cm. Estruturas como laminação cruzada acanalada por vezes truncada, e plano-paralela, com convoluções indicativas de deformação sindeposicional são observadas. Possui cor cinza rosada com porções esverdeadas, e *vugs* alaranjados com formas cúbicas e losangulares e tamanhos menores que 1 milímetro (Figura 3.3b).

Em seção delgada mostra laminação marcada por intercalação de areia muito fina, alternadas com areia fina, com gradação normal incipiente. Composta predominantemente por grãos de quartzo, com feldspatos subordinados, é bem selecionado, apresentando grãos angulosos com baixa esfericidade (Figuras 3.3c; 3.3d).

Processos de deposição por correntes trativas, relacionados a porções distais de fluxo de detritos submarinos, são coerentes com as texturas e estruturas encontradas nessa unidade. UHLEIN et al. (1999) e CUKROV et al. (2005), descrevem feições semelhantes nas porções sul do limite do Cráton do São Francisco (Jequitai - MG e Cristalina - GO), e as interpretam como produto de fluxos de detritos subaquáticos multidirecionais na Formação Jequitai.

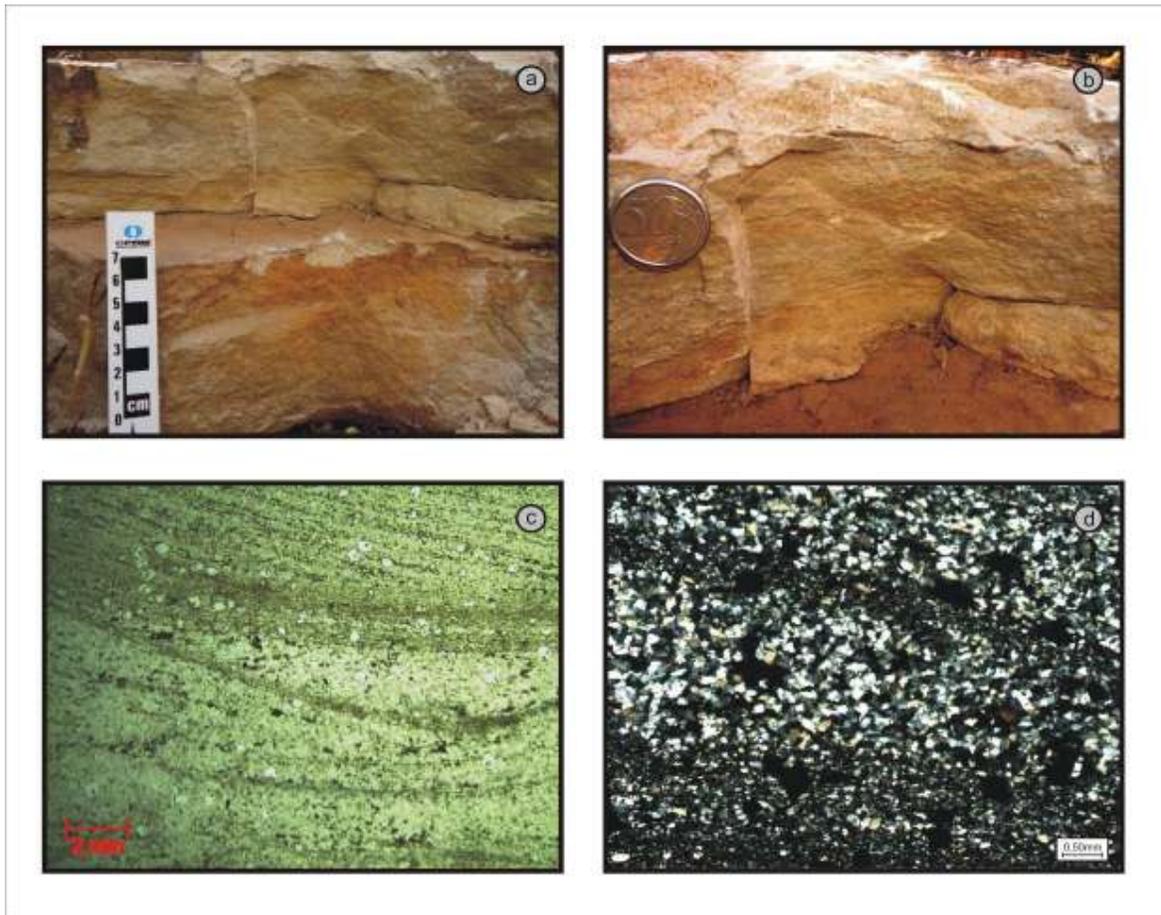


Figura 3.3 - Formação Jequitai: (a) Camadas com cerca de 10 cm de espessura, com sets de 2 cm e laminação cruzada discreta; (b) Estratificação cruzada acanalada marcada pela variação de cor; (c) Fotomicrografia em estereoscópio binocular em luz transmitida, mostrando laminação cruzada acanalada e gradação normal; (d) Fotomicrografia em microscópio com nicóis cruzados mostrando a composição predominante de quartzo, laminação marcada pela alternância de lâminas de areia muito fina com areia fina, gradação normal incipiente, destaque para a forma dos grãos muito angulosos com esfericidade baixa e alto grau de seleção da rocha.

3.3.2 Grupo Bambuí

Formação Sete Lagoas

Geomorfologicamente, a Formação Sete Lagoas ocorre em níveis com topografia suave que evoluem para serras em platôs. Está assentada em *onlap* sobre o embasamento do Cráton do São Francisco e encontra-se recoberta pelas unidades mais jovens do Grupo Bambuí, localmente pelos sedimentos cretáceos do Grupo Urucuia, e pelas coberturas Neógenas/ Quaternárias nas porções de cotas mais baixas. Nas áreas próximas ao embasamento as rochas da Formação Sete Lagoas ocupam inclusive regiões com cotas mais baixas que o embasamento cristalino, o que representaria o preenchimento de paleovales por essas rochas.

Nessa unidade foram individualizadas 13 fácies, agrupadas em 7 associações de fácies, que permitiram interpretar os processos e ambientes deposicionais apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Resumo das fácies, estruturas sedimentares, processos de geração e associações de fácies da Formação Sete Lagoas.

Litologia/ fácies	Estruturas	Processos	Interpretação de ambiente	Associação de fácies
Calcilutito cinza Claro (Cl)	Laminação plano-paralela e ondulações localizadas.	Precipitação de calcilutito	Rampa externa supersaturada em CaCO ₃ .	Af1
Calcilutito com leques de calcita (Cl)	Crostras fibrosas formadas por leques de cristais.	Precipitação de cristais de aragonita formando e crostras no fundo do mar, concomitante com precipitação de calcilutito associado a ambiente calmo.		
Calcilutito cinza Claro (Cl)	Laminação plano-paralela, marcas onduladas e níveis maciços.	Precipitação de calcilutito	Rampa externa mista.	Af2
Margas róseas (Mr)	Laminação plano-paralela, marcas onduladas	Transporte por suspensão e deposição por decantação.		
Calcários pretos micríticos (Cm)	Laminação plano-paralela, marcas onduladas e níveis maciços.	Precipitação de calcilutitos e calcisiltitos.	Rampa externa inclinada.	Af3
Brechas lamelares (Cr)	Fábrica caótica, intraclastos lamelares de calcário preto micrítico.	Retrabalhamento dos calcários micríticos, por eventos de alta energia (tempestade) e redeposição.		
Margas róseas (Mr)	Laminação plano-paralela, marcas onduladas	Transporte por suspensão e deposição por decantação.		
Calcários pretos micríticos (Cm)	Laminação plano-paralela, marcas onduladas e níveis maciços.	Precipitação de calcilutitos e calcisiltitos.	Rampa intermediária dominada por tempestades.	Af4
Calcarenitos (Ca)	Estratificação plano-paralela, cruzada acanalada, cruzada planar e cruzada swaley e hummocky	Deposição por fluxos oscilatórios relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de shoreface.		
Calciruditos (Crf)	Recobrimento da base das formas de leito. Camadas tabulares e onduladas com estratificação cruzada acanalada e cruzada swaley, marcas onduladas.	Deposição por fluxos oscilatórios relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de shoreface.		
Dolomitos estromatolíticos (De)	Biohermas subesféricas, dômicos e biostromas ramificados.	Edificações orgânicas.	Rampa interna dominada por fluxos de maré.	Af5
Dolomitos estromatolíticos estratiformes (Dee)	Biostromas pseudo-colunares, suavemente convexos, parabólicos, ondulatórios e discordantes.	Atividade microbiológica.		
Dolarenitos (Da)	Camadas tabulares, com estratificação cruzada planar e cruzada truncadas, e marcas onduladas assimétricas.	Deposição por ação de ondas de maré.		
Dolomitos laminares (DI)	Camadas tabulares com estrutura maciça e laminação plano-paralela.	Deposição por precipitação em ambiente de baixa energia, com dolomitização precoce.	Laguna de supramaré.	Af6
Calcilutitos e calcisiltitos com microfilitos (CIs)	Camadas tabulares com estrutura maciça e laminação plano-paralela.	Deposição por precipitação em ambiente de baixa energia, com atividade microbiológica.	Laguna de supramaré.	Af7
Calcarenitos finos (Caf)	Camadas onduladas, laminação plano-paralela.	Transporte por tração em eventos de ambiente de baixa energia com eventos de mais alta energia.		

As seções Fazenda Genipapo (Figura 3.4), São Manoel (Figura 3.5) e Torre Sul (Figura 3.6) mostram as relações entre as diferentes fácies identificadas nesta formação.

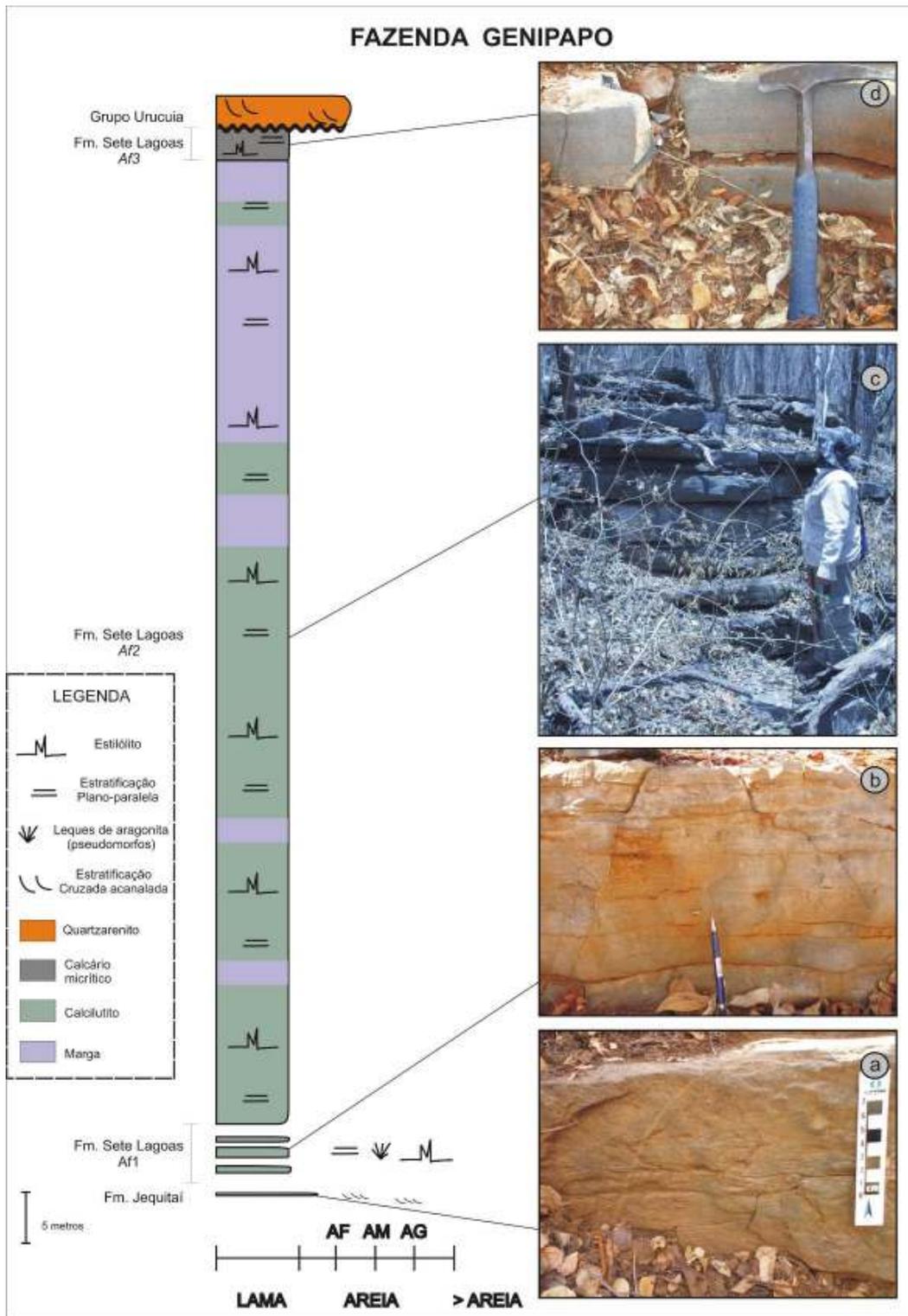


Figura 3.4 - Seção Fazenda Genipapo, mostrando a restrita ocorrência da Formação Jequitai sob a Formação Sete Lagoas, recoberta pelo Grupo Urucuia: (a) Quartzo-arenito maciço com laminação cruzada incipiente; (b) Formação Sete Lagoas Af1 - Calcilutitos cinza claro; (c) Formação Sete Lagoas Af2 - Camadas tabulares com aspecto maciço de calcilutitos alternado com margas; (d) Formação Sete Lagoas Af3 - Calcário micrítico cinza escuro com estruturas de compactação formando pseudolaminação.

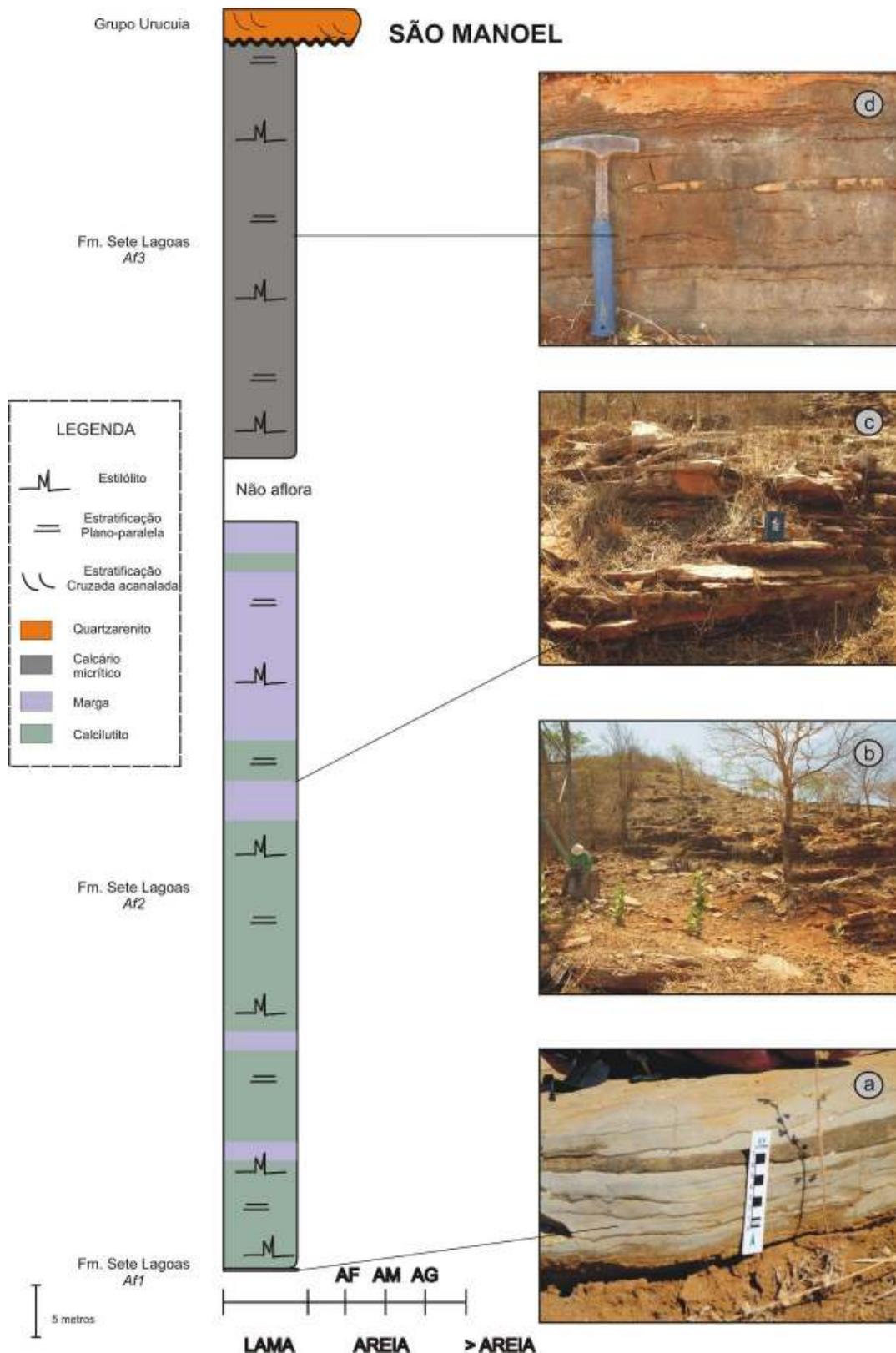


Figura 3.5 - Seção São Manoel, mostrando a relação e disposição das associações de fácies *Af1*, *Af2* e *Af3* da Formação Sete Lagoas, recoberta pelo Grupo Urucuia: (a) Formação Sete Lagoas *Af1* - Calcilutitos cinza claro; (b) vista geral do afloramento; (c) Formação Sete Lagoas *Af2* - Camadas tabulares levemente onduladas de calcilutito maciço alternado com margas; (d) Formação Sete Lagoas *Af3* - Calcário micrítico preto com estilólitos e nódulos de sílex alongados paralelos ao acamamento com estruturas de compactação gerando pseudolaminação.

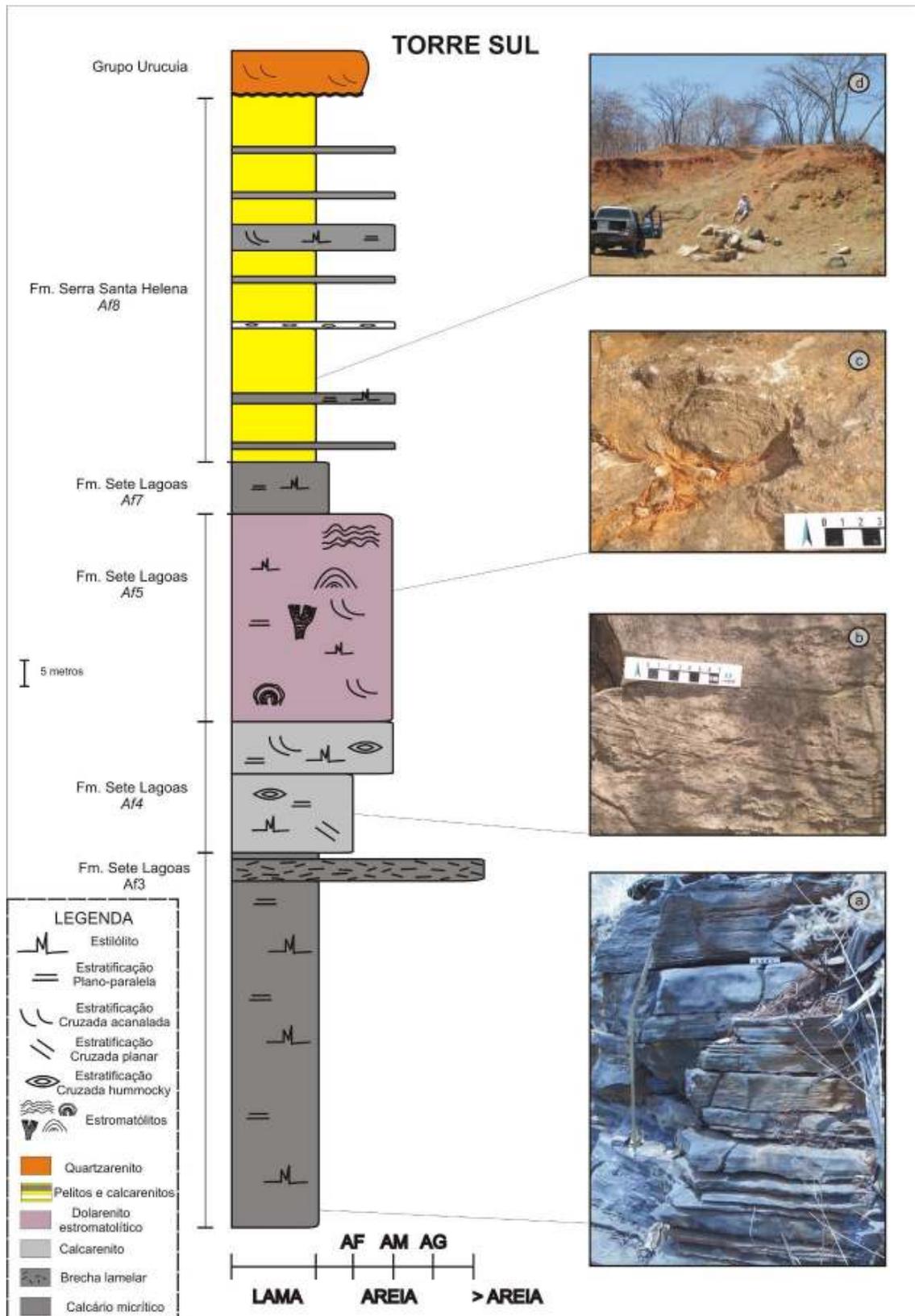


Figura 3.6 - Seção Torre Sul, mostrando a relação e a disposição das associações de fácies Af3, Af4, Af5 e Af7 da Formação Sete Lagoas, e Af8 da Formação Serra de Santa Helena, recoberta pelo Grupo Uruçuia: (a) Formação Sete Lagoas Af3 - Calcários pretos micríticos em camadas tabulares com níveis plaqueados; (b) Formação Sete Lagoas Af4 - Calcarenito com estratificação cruzada planar; (c) Formação Sete Lagoas Af5 - Bioherma subsférico em dolomito estromatolítico; (d) Formação Serra de Santa Helena Af8 - Folhelhos alternados com lentes de calcarenitos.

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 1 (Af1)

Estes depósitos se encontram restritamente na porção oeste da área trabalhada, nas proximidades onde aflora o embasamento, nas seções Fazenda Genipapo (Figura 3.3) e São Manoel (Figura 3.5). Estão representados por pacotes de até 7 metros, de camadas tabulares amalgamadas e organizadas em ciclos de escala milimétrica a centimétrica de calcilutito cinza claro (CI) e leques de cristais de calcita (CII), interpretados como pseudomorfos de aragonita. Os cristais de calcita possuem formas aciculares com nucleações pontuais e crescimento radial, formando leques que possuem até 3 cm de tamanho (Figura 3.7). As camadas de cristais ocorrem alternadas com camadas de calcilutito, que acompanham as superfícies irregulares do topo dos cristais. Diversos autores atribuem o crescimento de cristais de aragonita no fundo oceânico à supersaturação em CaCO_3 relacionando-os a *cap carbonates* (JAMES et al., 2001; SUMNER, 2002; VIEIRA et al, 2007).

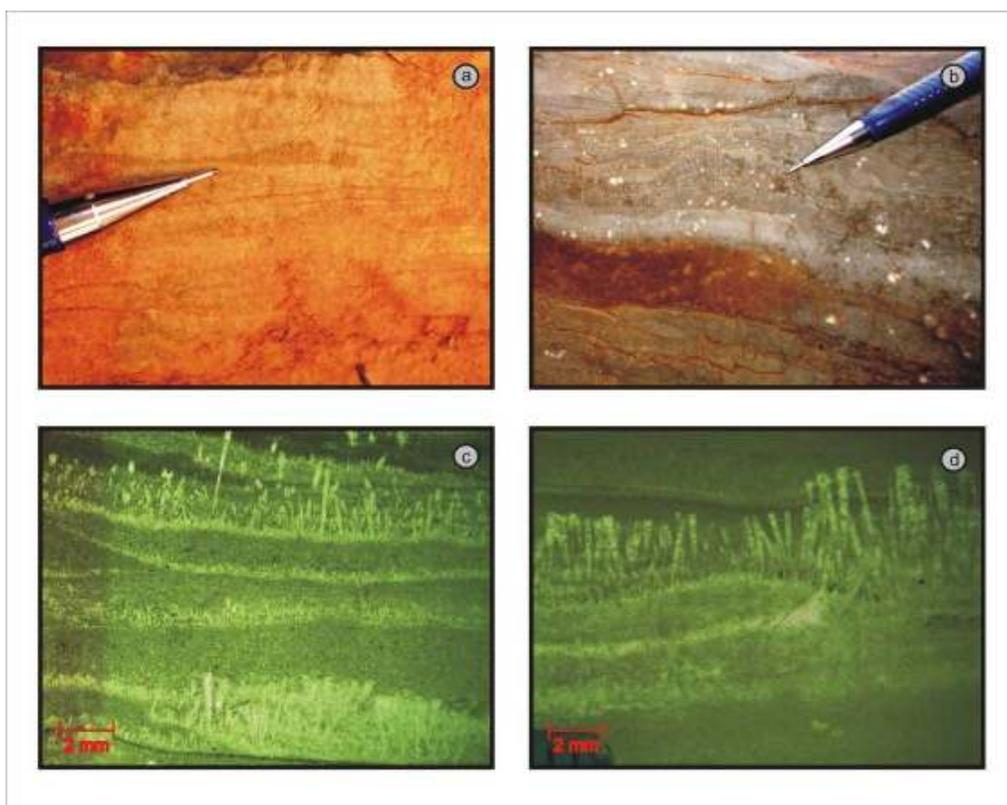


Figura 3.7 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 1 (Af1): (a) Calcilutito com leques de cristais de calcita, interpretados como pseudomorfos de aragonita, sobre superfície levemente ondulada. (b) Calcilutito com leques de cristais pseudomorfos de aragonita e estilólitos frequentes; Fotomicrografias em estereoscópio com luz transmitida. (c) Calcilutito neomorfizado com camadas onduladas descontínuas, detalhe para o canto esquerdo da foto tingida com vermelho de alizarina; (d) Leques de cristais de calcita crescidos sobre superfície ondulada, fotografia obtida utilizando a técnica de Folk, onde se elimina os efeitos do neomorfismo.

As camadas são tabulares, frequentemente amalgamadas, possuem laminação plano-paralela e ondulações localizadas. Estilólitos são comuns (Figura 3.7), óxidos e sulfetos disseminados também ocorrem.

Em microscópio o calcilito é bastante neomorfizado (Figura 3.7c), estilólitos e microestilólitos são comuns, assim como porções com óxidos disseminados, que também podem ocorrer acumulados nos estilólitos. Apresentam níveis mais recristalizados que outros, atribuídos a maior compactação, gerando pseudolaminação. Localmente ocorre deslocamento de planos do acamamento pelos estilólitos, mas estes apresentam tendência a serem paralelos à laminação e são interpretados como estrutura de compactação. Nas lâminas amareladas, que podem ser vistas em amostra de mão, observa-se a presença de dolomita diagenética de compactação, dado que se desenvolvem ao longo de suturas de dissolução (*dissolution seams*).

Esta associação de fácies sugere deposição de carbonatos a partir de águas supersaturadas em CaCO_3 , representando um carbonato de capa (*cap carbonate*) em ambiente de baixa energia, interpretado como rampa externa supersaturada.

Em diversas localidades da bacia Bambuí são encontrados estes depósitos de rampa carbonática supersaturada em CaCO_3 , sugerindo um registro de escala regional transgressivo, que recobre o embasamento cristalino, acompanhando seu paleorelevo.

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 2 (Af2)

Representada pelas fácies margas róseas (Mr) e calcilitos cinza claro (Cl), que também se restringem as áreas próximas onde aflora o embasamento, na porção ocidental da área. Foi observada nas seções Fazenda Genipapo (Figura 3.3) e São Manoel (Figura 3.5).

As margas têm coloração rósea (Mr) ocorrem em camadas tabulares variando de poucos centímetros podendo chegar até cerca de 1 metro. Possuem laminação plano-paralela, ondulada e muitas vezes apresentam aspecto maciço (Figura 3.8a). Comumente exibem seus estratos adelgaçados/amalgamados, ou ainda dobras abertas, quando intemperizadas apresentam coloração bege. Ocorrem lâminas mais argilosas de coloração amarelada, que evidenciam o acamamento. Em lâmina delgada nota-se que este aspecto amalgamado é devido ao desenvolvimento de estilólitos e suturas de dissolução (Figura 3.8b). Estas estruturas de compactação também podem gerar pseudolaminação, e por vezes os estilólitos ocorrem em rede formando pseudobrechas. Localmente também ocorrem níveis e lâminas siltosas.

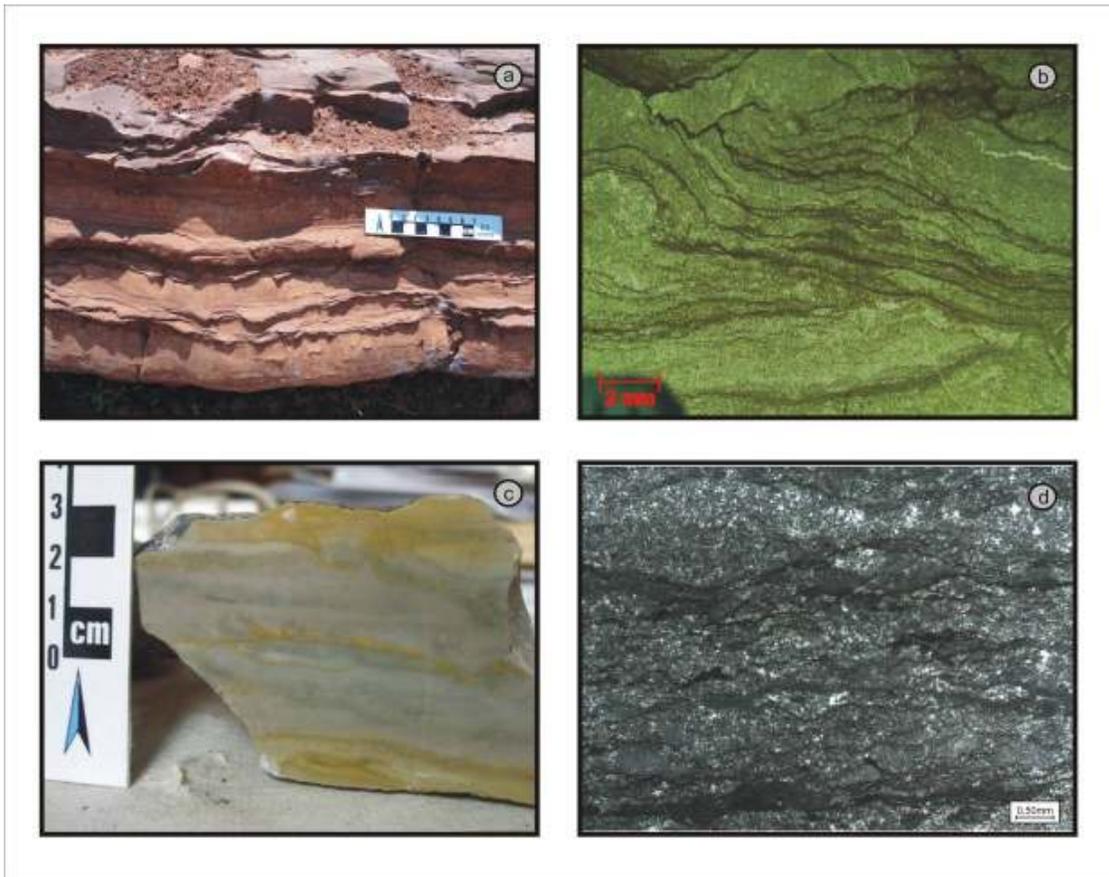


Figura 3.8 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 2 (*Af2*): (a) Margas róseas em camadas tabulares amalgamadas; (b) Fotomicrografia em estereoscópio com luz transmitida de margas com estilólitos e suturas de dissolução gerando pseudolaminação, detalhe para microfraturas de dissolução; (c) Calcilutito cinza esverdeado em camadas tabulares, com estilólitos e suturas de dissolução evidenciadas pela coloração mais escura ou ainda amarelada pelo intemperismo; (d) Fotomicrografia em microscópio com luz natural de calcilutito recristalizado com estilólitos em rede e *dissolution seams* gerando pseudolaminação e pseudobrecha.

Os calcilutitos cinza claro (CI) ocorrem em pacotes tabulares centimétricos a métricos (20 cm a 12 metros), possuem também níveis com coloração cinza mais escuro, outros esverdeados e amarelados (Figura 3.8c). As camadas estão fortemente amalgamadas com aspecto de descontinuidade, frequentemente apresentam estrutura maciça, laminação plano-paralela e, localmente, marcas onduladas. Ao microscópio verifica-se que estes níveis onde há variação de cor são devidos ao desenvolvimento de planos de dissolução e estilólitos (Figura 3.8d), e por consequência maior grau de recristalização, onde por vezes ocorrem dolomitas diagenéticas. As estruturas de compactação também podem estar associadas a lâminas com maior presença de argilominerais e comumente formam pseudobrechas. A forte compactação também gera pseudolaminação. Do mesmo modo são comuns fraturas e microfraturas de dissolução preenchidas por calcita.

Os calcilutitos dominam na base e as margas róseas são mais predominantes para o topo, esta associação de fácies representaria um ambiente de águas mais profundas, com baixa

energia, interpretado como rampa externa mista. As margas são interpretadas como depositadas a partir de decantação destes sedimentos que estavam em suspensão, já os calcilutitos precipitaram por supersaturação em CaCO_3 , ambos em ambiente de baixa energia.

Esta associação de fácies mostra um padrão agradacional, representando um ambiente onde o espaço de acomodação e a sedimentação apresentam certo equilíbrio, mostrando alternância de produção de sedimentos carbonáticos que são parcialmente inibidas pela deposição das argilas suspensas.

No topo desta, ocorrem camadas finas de calcários pretos micríticos (Cm) alternadas com os calcilutitos e margas, evidenciando a transição para a associação de fácies 3 (Af3).

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 3 (Af3)

Composta por calcários pretos micríticos (Cm), margas (Mr) e brechas lamelares (Cr), esta associação de fácies ocorre no topo das seções Fazenda Genipapo (Figura 3.3) e São Manoel (Figura 3.5), e na base da seção Torre Sul (Figura 3.6).

Os calcários pretos micríticos (Cm) possuem coloração preta e cinza escura, subordinada. Estão dispostos em camadas tabulares, que variam de 2 cm a 3 m de espessura, amalgamadas, comumente com aspecto plaqueado (Figura 3.9a), maciço e também crenulado, localmente apresentam laminações onduladas. São calcilutitos e calcisiltitos subordinados, marcados por forte compactação, com *dissolutions seams* e estilólitos frequentes, que geram pseudolaminação (Figura 3.9b), e quando ocorrem em rede formam pseudobrechas (Figuras 3.9c). As pseudobrechas formam pseudoclastos (também chamados na bibliografia de nódulos carbonáticos, como por exemplo MACHEL, 2005) com “contatos” irregulares, interdigitados e são marcadas também pela presença dos estilólitos e *dissolution seams*. Nódulos de sílica de cor preta, elípticos, alongados comumente ocorrem paralelos ao acamamento. Fraturas de dissolução preenchidas por calcita são comuns.

Petrograficamente correspondem a *mudstones* bastante neomorfizados. Diferentes graus de neomorfismo (Figura 3.9d), assim como porções mais compactadas que outras, resultam numa pseudolaminação comumente observada nessas rochas (Figura 3.9b). Os níveis mais compactados, onde há concentração de estilólitos e desenvolvimento de suturas de dissolução, também é comum a presença de dolomita, interpretada como sincrônica à compactação. Os efeitos da compactação também geram pseudobrechas, quando os estilólitos ocorrem em rede associados a *dissolutions seams*. Pirita framboidal, matéria orgânica e *vugs* de dissolução preenchidos por calcita preta e branca são comuns, estes são alongados paralelos ao acamadamento.

As brechas lamelares (Cr) ocorrem em camadas tabulares com espessuras entre 5 cm e 1,5 metros, compostas por intraclastos lamelares de calcário preto micrítico, que apresentam

tamanhos que variam de 0,5 a 12 cm. Os níveis menos espessos tendem a possuir clastos menores. Estes *rudstones* possuem coloração preta, com algumas tonalidades avermelhadas, são clasto-sustentados, maciços e não organizados (Figura 3.9e). Os fragmentos carbonáticos são compostos por intraclastos de calcilutitos e calcisiltitos, maciços ou laminados. São placóides/lamelares, angulosos a arredondados e suas bordas são marcadas pela presença de estilólitos. Alguns intraclastos possuem fraturas e microfraturas preenchidas por calcita. Os fragmentos mais arredondados se parecem com os observados nas pseudobrechas. A matriz é composta por calcarenito grosso a muito grosso com intraclastos micríticos, retrabalhados e trazidos de ambientes mais rasos. Estes calciruditos ocorrem para o topo desta associação faciológica.

A faciologia dominante nesta associação sugere a atuação de processos deposicionais associados a ambientes de baixa energia, porém as brechas lamelares indicam eventos de alta energia que retrabalham e redepositam as fácies de ambientes mais calmos, que são coerentes com condições de rampa externa inclinada.

Esta persistência das ocorrências das brechas lamelares (Cr) no topo desta associação de fácies foi observada em diversos afloramentos e perfis realizados ao longo da área estudada e suas proximidades. Este padrão regional pode representar um evento de mais alta energia na bacia, ou ainda de mudança de energia, já que a partir deste nível nota-se que as associações de fácies sobrepostas representam águas mais agitadas.

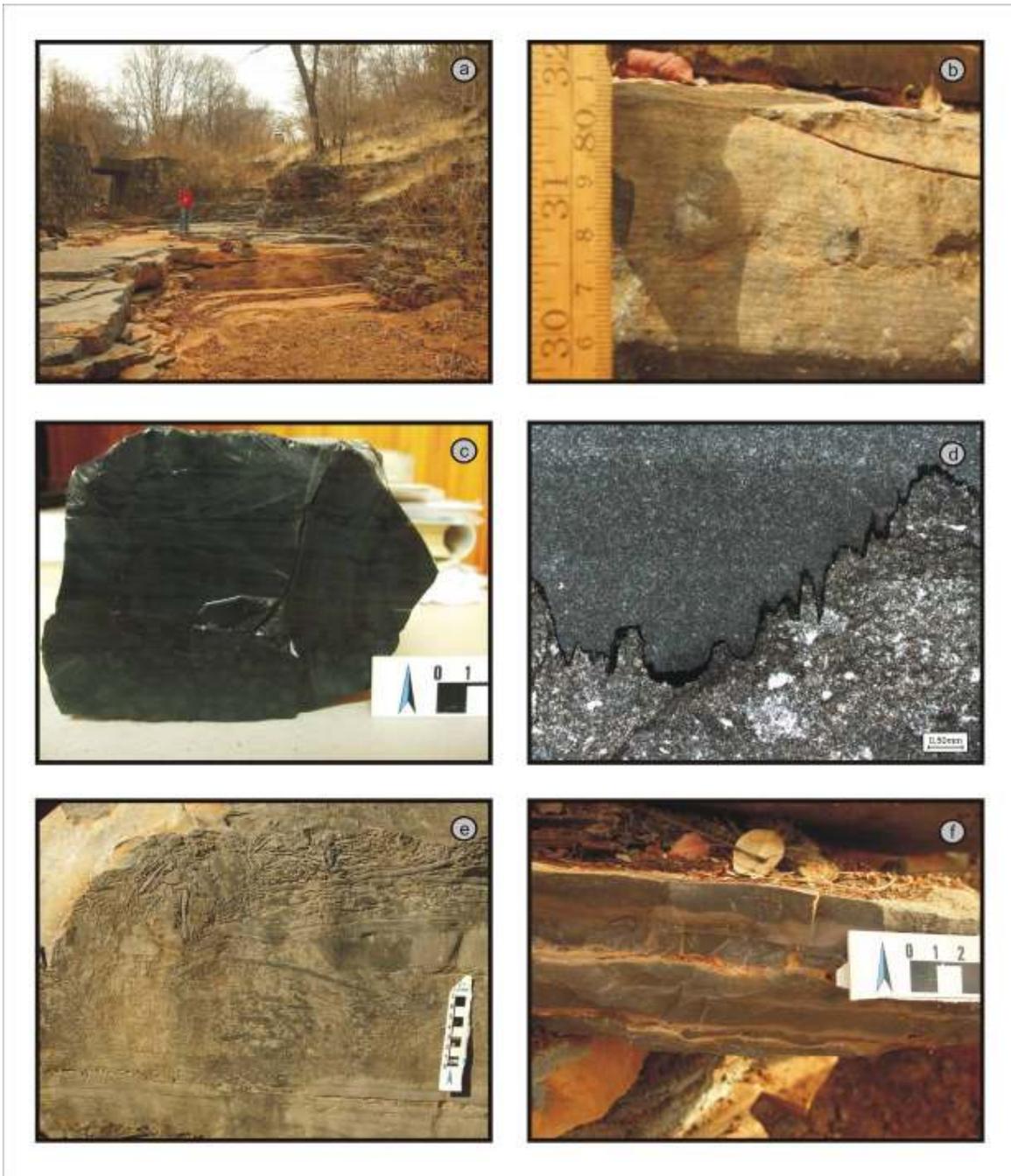


Figura 3.9 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 3 (*Af3*): (a) Base da Seção Torre Sul: calcários micríticos (Cm) plaqueados sob calcários micríticos em camadas mais espessas. Notar o padrão tabular das camadas; (b) Calcário micrítico com pseudolaminação e estilólito; (c) Amostra de mão do calcário micrítico mostrando os efeitos de compactação: pseudobrechas na base e no topo da amostra e pseudolaminação na porção central; (d) Fotomicrografia em microscópio com luz natural: calcário micrítico com diferentes graus de neomorfismo separados por estilólito; (e) Brecha lamelar sobre calcário micrítico, com fragmentos placóides/lamelares de calcário micrítico; (f) Calcário micrítico alternado com lâminas de margácea.

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 4 (*Af4*)

Composta por calcário preto micrítico (Cm) e calcarenito preto/cinza escuro (Ca), com calciruditos (Crf) subordinados, presentes na seção Torre Sul (Figura 3.6).

A faciologia dominante é de calcarenitos (Ca) de coloração preta a cinza escura, que exibem camadas tabulares e onduladas, que variam de 5 a 30 cm de espessura. Apresentam estratificação cruzada acanalada, cruzada tipo *swaley* e *hummocky* (Figura 3.10a), cruzada tabular de baixo ângulo e plano-paralela subordinada. Estruturas de compactação são comuns, e os estilólitos chegam a possuir até 3 cm de amplitude (Figura 3.10b). Marcas onduladas simétricas e lâminas de argila entre camadas ocorrem localmente.

Microscopicamente, apresentam forte neomorfismo, frequentemente a matriz é dolomitizada, diversos aloquímicos apresentam franjas de calcita. Os componentes aloquímicos presentes são intraclastos micríticos (calcisiltitos e calcilutitos), subordinadamente ocorrem oólitos. A granulometria varia de areia fina a muito grossa. Ao longo dos planos de laminação apresenta gradação inversa (Figura 3.10c). Estilólitos são comuns e a rocha apresenta porções mais compactadas que outras, assim formando pseudoacamamento. A presença de dolomita é observada nos níveis mais compactados, ao longo de suturas de dissolução e estilólitos. *Vugs* de dissolução são comuns, possuem formas irregulares, porém alongadas paralelas ao acamamento e são preenchidos por calcita, assim como fraturas irregulares preenchidas por calcita preta e leitosa.

Localmente ocorrem níveis de coloração rósea dolomitizados onde, às vezes, a estratificação é marcada pela variação de cor, cinza claro/ cinza escuro. Quando dolomitizados desenvolvem relevo em *lapiès* e apresentam coloração mais clara. Esta dolomitização pode estar relacionada a estruturas observadas em mapas magnéticos aerogeofísicos e também nota-se a preferência desta dolomitização mais pervasiva nas fácies de granulometria arenosa.

Os calciruditos (Crf) ocorrem intercalados com os calcarenitos. Tratam-se de *packstones* constituídos por fragmentos no tamanho grânulo, geralmente lamelares alongados, com baixa esfericidade e angulosidade acentuada, secundariamente ocorrem com esfericidade intermediária e subarredondados. Os grãos são orientados paralelamente aos planos de acamamento, também apresentam gradação inversa.

Os calcários micríticos (Cm), compostos predominantemente por calcisiltitos, ocorrem intercalados com os calcarenitos, na forma de camadas tabulares, por vezes onduladas, com cerca de 10 a 5 centímetros de espessura. Possuem laminação plano-paralela, lâminas de calcilutito subordinadas, além de lâminas arenosas, onde ocorrem estilólitos, e frequentes níveis com matéria orgânica, onde há concentração de microestilólitos, estilólitos em rede e suturas de dissolução, dolomita também está associada à compactação (Figura 3.10d). Ainda ocorre pirita framboidal, nos níveis mais grossos (silte e areia), *vugs* alongados com dolomita e calcita espática podem ocorrer. As camadas dos calcários micríticos apresentam espessuras menores do que nas associações faciológicas referentes a ambientes mais profundos.

As estratificações cruzadas do tipo *swaley* e *hummocky* encontradas nos calcarenitos, também associadas aos calciruditos, evidenciam a ação de ondas de tempestade por fluxos oscilatórios, os calcários micríticos alternados assim como a estratificação plano-paralela em alguns níveis de calcarenitos mais finos indicam momentos de energia mais baixa no ambiente deposicional.

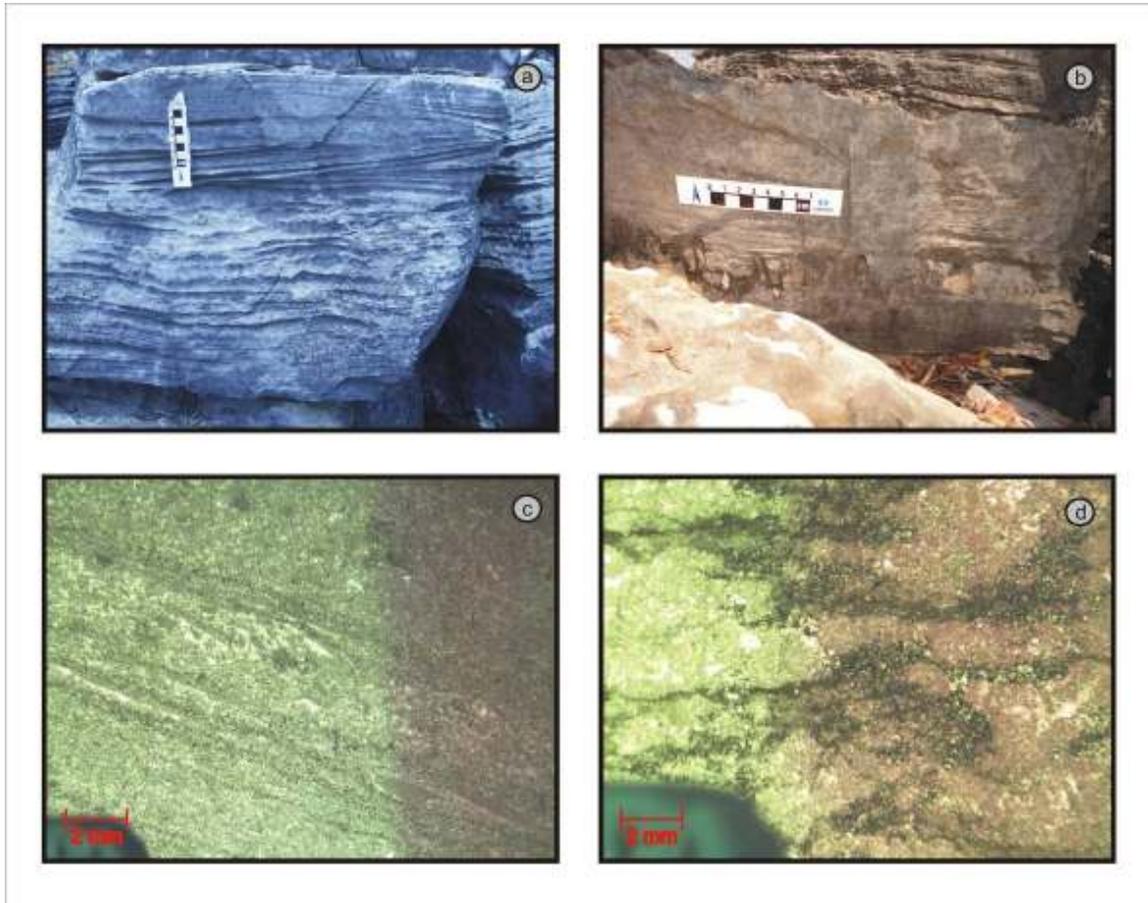


Figura 3.10 - Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 4 (*Af4*): (a) Calcarenito com estratificação plano-paralela e cruzada tipo *hummocky*; (b) Calcarenito com estratificação cruzada planar de baixo ângulo e estilólitos com cerca de 3cm de amplitude; (c) Fotomicrografia em estereoscópio com luz transmitida, o topo da lâmina delgada está no canto direito superior da imagem: calcarenito com estratificação plano-paralela e ciclos granocrescentes, com fragmentos de tamanho areia fina na base das lâminas finas, gradando até areia muito grossa em seu topo; (d) Fotomicrografia em estereoscópio com luz transmitida, Calcário micrítico recristalizado com estruturas de estilólitos e *dissolutions seams*, tingido com vermelho de alizarina evidenciando porções compactadas dolomitizadas.

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 5 (*Af5*)

Esta associação faciológica é composta por rochas dolomíticas finamente cristalinas com coloração rósea esbranquiçada. Observada na seção Torre Sul (Figura 3.6), mostra dolomitos estromatolíticos de pequeno porte (*De*), juntamente com dolomitos estromatolíticos estratiformes (*Dee*) ocorrem associados à dolarenitos (*Da*).

Os dolomitos estromatolíticos (De) são biohermas subesféricas, dômicos (Figuras 3.11a; 3.11b) e ramificados levemente divergentes (Figura 3.11c). Possuem cor rósea e diâmetro entre 2 e 10 cm, localmente podem ultrapassar os 30 cm (Figura 3.11b). Geralmente na base apresentam espaçamento centimétrico a métrico entre eles, estando assentados sobre os dolarenitos, ou ainda sobre elementos estratiformes, podendo ainda estar relacionados lateralmente a estes (Figura 3.11).

Com coloração cinza claro esbranquiçada, os dolomitos estromatolíticos estratiformes (Dee) possuem laminação plano-paralela e níveis de chert. São biostromas pseudo colunares, suavemente convexos, parabólicos, ondulatórios, discordantes (Figura 3.11d).

Os dolarenitos (Da) são *grainstones* compostos por oólitos e intraclastos micríticos lamelares, com estratificação cruzada planar, cruzada acanalada e cruzada planar truncadas, camadas tabulares, marcas onduladas assimétricas (Figura 3.11a; 3.11f). Ocorrem estilólitos afetando estes dolarenitos, que indicam dolomitização pré compactação.

As estruturas apresentadas por esta associação, como estratificação cruzada acanalada e planar truncadas em camadas onduladas assimétricas são relacionáveis a ambiente de alta energia, dominados por fluxos de tração, em ambiente de inframaré influenciado por correntes de maré e ação de ondas. Segundo BURCHETTE; WRIGHT (1992), edificações orgânicas em ambientes de rampa interna tendem a ser representados por biostromas e refletem a existência de águas rasas e grandes áreas deposicionais.

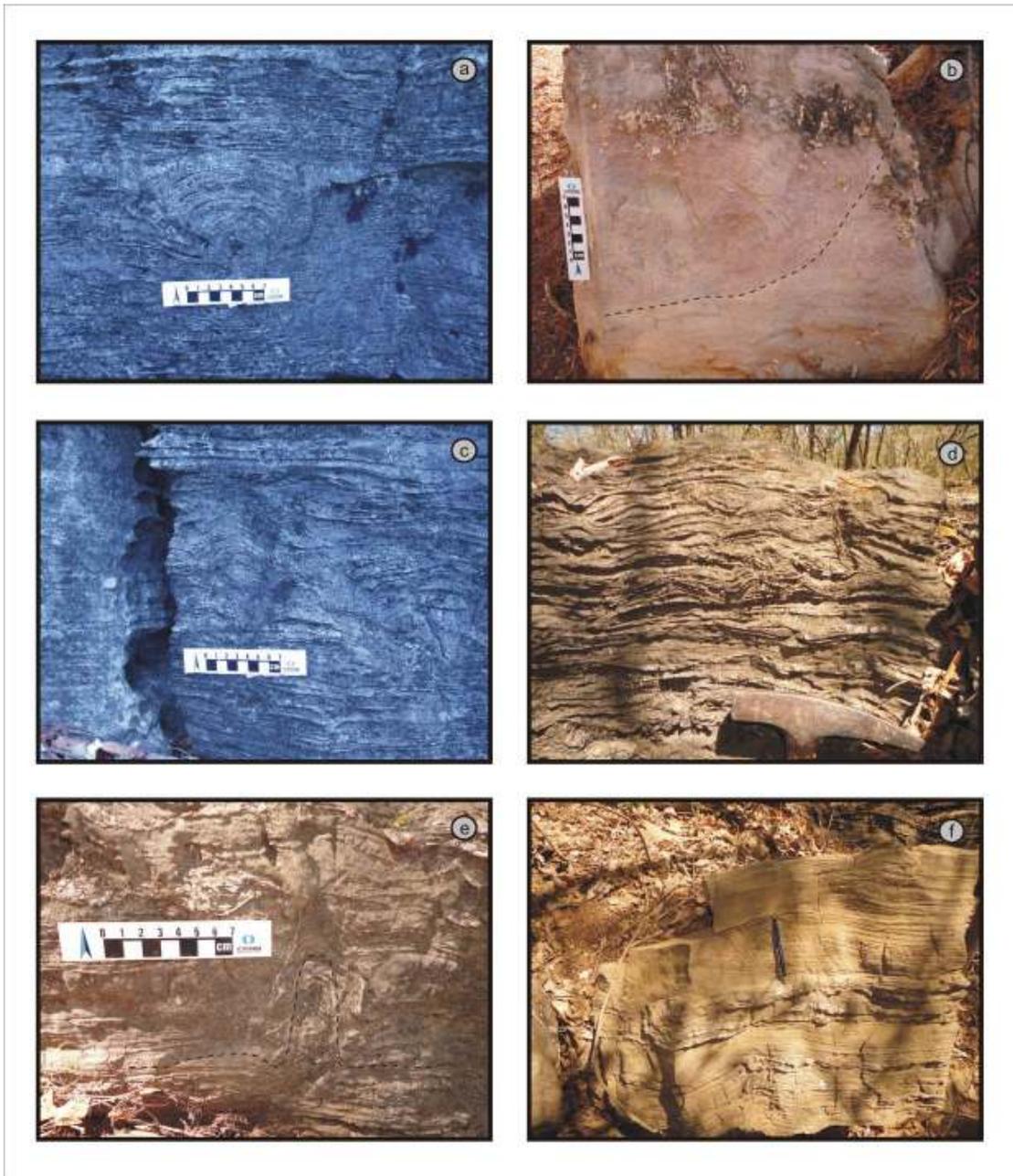


Figura 3.11 - Formação Sete Lagoas - Associação de fácies 5 (*Af5*): (a) Bioherma dômico em meio a dolarenito com estratificação plano-paralela; (b) Bioherma subsférico, com coloração rósea; (c) Bioherma ramificado levemente divergente; (d) Biostroma tabular ondulado, com lentes de chert; (e) Biostroma tabular planar (laterais), ondulado (topo) e parabólico (centro); (f) Dolarenito com estratificação plano-paralela e cruzada truncada, com lâminas e lentes de chert alternadas.

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 6 (*Af6*)

É composta por dolomitos laminares (Dl) finamente cristalinos, dispostos em camadas tabulares (Figura 3.12a), maciças (Figura 3.12b), possuem laminação plano-paralela marcada pela variação cor cinza claro, alternada com porções esbranquiçadas e outras lâminas róseas. Associadas aos *mudstones* ocorrem lentes e vênulas de silexito, com cerca de 1 centímetro de espessura e localmente ocorrem biohermas suavemente convexas (Figuras 3.12c; 3.12d).

Esta associação de *mudstones* maciços tabulares com estromatólitos indica deposição por precipitação em ambiente de baixa energia com atividade microbiológica, possivelmente lagunares de supramaré, com dolomitização precoce. Não foi observada nas seções levantadas apenas em caminhamentos na porção NW da área estudada, no topo da Formação Sete Lagoas, onde logo acima aflora a Formação Serra de Santa Helena.

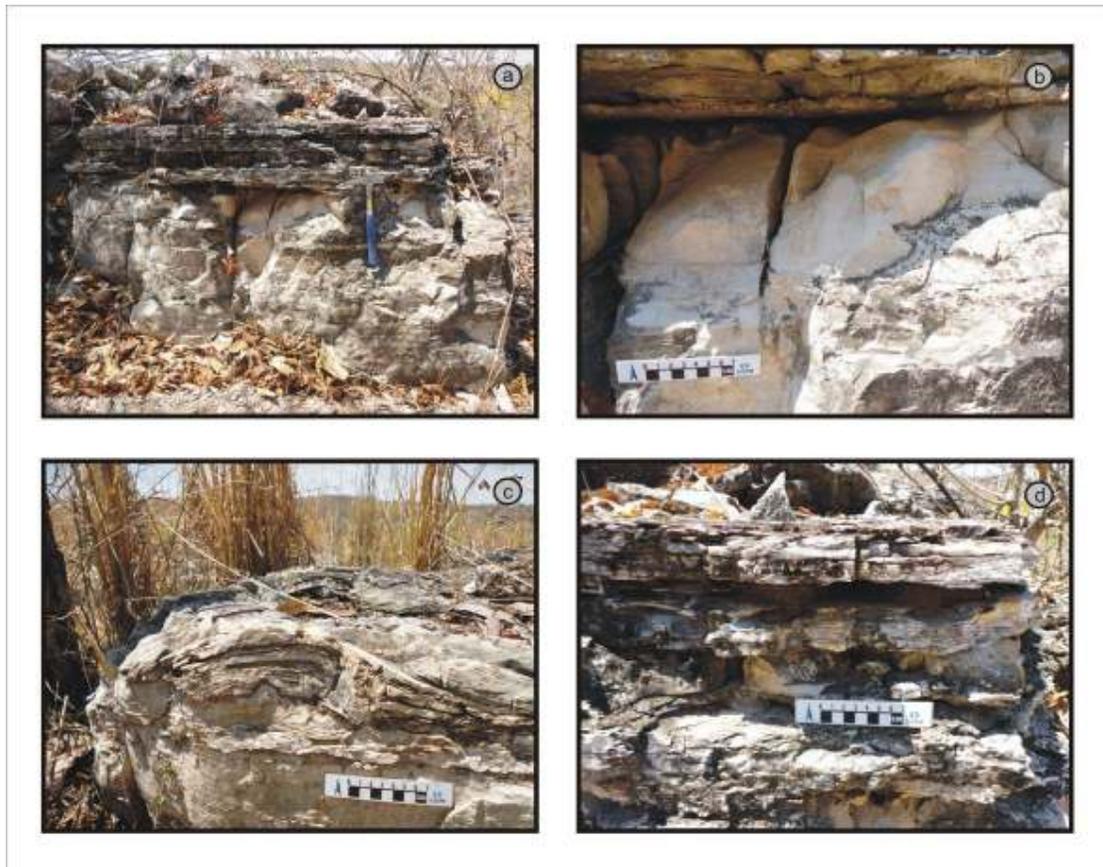


Figura 3.12 - Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 6 (*Af6*): (a) Dololuto em camadas tabulares; (b) Estrutura maciça do dololuto; (c) Bioherma suavemente convexo; (d) Camadas de silexito alternadas com dololuto.

Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 7 (*Af7*)

Composta por calcilutitos e calcisiltitos cinzas (CIs) e calcarenitos finos pretos (Cc), que ocorrem no topo da seção Torre Sul (Figura 3.6).

Os calcilutitos e calcisiltitos de cor cinza médio (CIs) ocorrem em camadas tabulares, localmente onduladas. Possuem aspecto maciço, com laminação plano-paralela incipiente. Sulfetos disseminados são comuns. Lâminas de cor amarelada com óxidos dendríticos, provavelmente produtos de alteração supergênica, também ocorrem.

Em seção delgada, a laminação segue incipiente, apresentam recristalização, ocorrem *vugs* com preenchimento de calcita, apresentam lâminas com microfítólitos alternadas com calcilutitos e, em alguns níveis, ocorrem estruturas onduladas limitadas por lâminas de

calcilutito, onde abaixo se tem microfítólitos (Figuras 3.13c; 3.13d). Estas texturas sugerem a presença laminitos algais e desenvolvimento de trombólitos. Lâminas de calcarenito fino preto ocorrem também alternadas e estruturas de compactação, com acúmulo de matéria orgânica (Figura 3.13c).

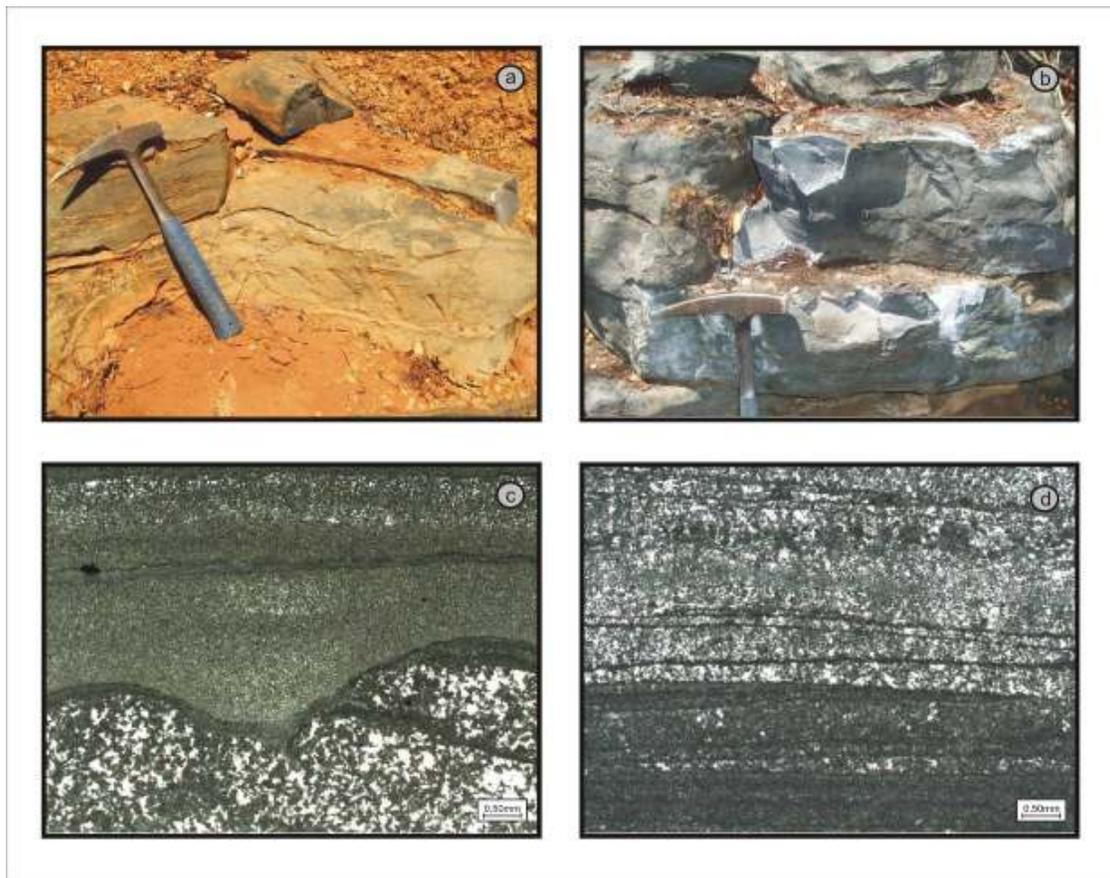


Figura 3.13 - Formação Sete Lagoas - Associação de Fácies 7 (Af7): (a) Camada maciça de calcilutito (Cl_s) sob camada de calcarenito (Cc) com estratificação cruzada de baixo ângulo; (b) Camadas tabulares de calcisiltito (Cl_s) com estrutura maciça e laminação plano-paralela incipiente; (c) Fotomicrografia em microscópio em luz natural de calcilutito com lâminas de microfítólitos no topo, desenvolvimento de suturas de dissolução com acúmulo de matéria orgânica e forma dômica contornando microfítólitos na base sugerindo desenvolvimento de trombólito; (d) Fotomicrografia em microscópio em luz natural de microfítólitos alternados com lâminas de calcilutito, detalhe para a lente arenosa na porção superior da imagem.

O calcarenito fino preto (Cc) ocorre em camadas onduladas com até 15 cm que exibem estratificação plano-paralela de baixo ângulo (Figura 3.13a). Estes *wackestones* apresentam contato inferior de natureza erosiva com os calcisiltitos e calcilutitos. Ao microscópio mostram intensa recristalização, estilólitos são comuns, assim como *vugs* preenchidos por calcita.

As características desta associação faciológica, representadas pela granulometria, estruturas sedimentares e microbiológicas, como calcarenitos com estratificação cruzada de baixo ângulo, calcilutitos e calcisiltitos, associados a esteiras microbiais e desenvolvimento de

trombólitos, indicam transporte por tração, dos termos arenosos, e precipitação de CaCO₃, das lamias, e ainda atividade microbiológica em ambiente de águas calmas como lagunas de supramaré.

Formação Serra de Santa Helena

A Formação Serra de Santa Helena apresenta relevo em morros suavizados exibindo sua topografia sustentada por suas camadas de calcários (Figura 11a). Está assentada concordantemente sobre os calcários da Formação Sete Lagoas, assim como é sobreposta pela Formação Lagoa do Jacaré. As rochas do Grupo Urucua, e as coberturas Neógenas/Quaternárias, nas porções com cotas mais baixas, também recobrem esta formação. Apesar de ter sido acompanhada e observada, a única seção que contempla a Formação Serra de Santa Helena é a da Torre Sul, onde é recoberta pelos arenitos do Grupo Urucua (Figura 3.6).

Quatro fácies foram individualizadas e agrupadas em uma associação de fácies, que permitiu interpretar os processos e ambiente deposicional desta unidade (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Resumo das fácies, estruturas sedimentares, processos de geração e associações de fácies da Formação Serra de Santa Helena.

Litologia/ fácies	Estruturas	Processos	Interpretação de ambiente	Associação de fácies
Folhelhos, argilitos e siltitos (FI)	Camadas tabulares, estrutura maciça, laminação plano-paralela e cruzada incipiente.	Decantação de sedimentos em suspensão	Rampa externa mista.	A _{f8}
Calcarenitos intraclásticos (Ci)	Camadas lenticulares, estrutura maciça, estratificação/laminação cruzada acanalada e plano-paralela	Deposição por fluxos oscilatórios relacionados a ação de ondas de tempestade.		
Calcários oolíticos silicificados (Cos)	Camadas lenticulares, estratificação plano-paralela e cruzada	Deposição por fluxos oscilatórios relacionados a ação de ondas de tempestade.		
Calcarenitos oolíticos pretos (Co)	Camadas lenticulares, estrutura maciça, estratificação/laminação cruzada acanalada e plano-paralela	Deposição por fluxos oscilatórios relacionados a ação de ondas de tempestade.		

Formação Serra de Santa Helena - Associação de Fácies 8 (A_{f8})

Esta associação de fácies é composta por pelitos cinzas, esverdeados, castanhos e amarelados, alternados com lentes de calcários (Figuras 3.6 e 3.14b). Na base e no topo desta associação faciológica as camadas pelíticas tem maior tendência a serem menos espessas, com escalas centimétricas a decimétricas. Já na porção intermediária as espessuras são de maior escala, podendo chegar até 15 metros, e tornam a afinar para o topo. Estima-se que esta associação de fácies, que corresponde à Formação Serra de Santa Helena, possua até 50 metros de espessura na área mapeada.

Os folhelhos, argilitos e siltitos (Fl) ocorrem em camadas tabulares, com estratificação plano-paralela e cruzada incipiente. Os argilitos possuem coloração rósea, folhelhos são esverdeados e os siltitos têm cor amarelo pálido. Comumente nota-se a presença de mica detrítica branca fina nos siltitos e folhelhos. Nas áreas de ocorrência desta formação frequentemente observa-se ao longo das estradas de chão a alternância de cor, amarelada e vermelha, que reflete a alternância dos pelitos (amarelo) com as lentes calcárias (vermelho). Localmente associado a estes pelitos também ocorrem quartzo arenitos muito finos, com matriz lamosa, apresentando laminação plano-paralela e cruzada acanalada.

Os calcarenitos intraclásticos de coloração cinza médio (Ci) ocorrem em lentes centimétricas a decimétricas. Estes *grainstones* são compostos por intraclastos de tamanho areia grossa micríticos, com oólitos e agregados oolíticos, com grande tendência a serem lamelares e matriz de areia fina comumente neomorfizada. Apresenta estrutura maciça, estratificação, por vezes laminação plano-paralela e cruzada acanalada (Figura 3.14c). A laminação é muitas vezes ressaltada por diferentes níveis de compactação e, também, pela sutil variação granulométrica. A presença de estilólitos é comum, assim como fraturas de dissolução preenchidas com calcita.

Os calcários oolíticos silicificados (Cos) possuem aspecto bandado com coloração preta e branca e suas camadas possuem cerca de 50 cm. Consistem de *grainstones* com granulação grossa alternadas com lentes de areia média e matriz de areia fina a muito fina. A estratificação é marcada pela variação da quantidade de matriz, assim como por diferentes graus de compactação (Figura 3.14d). Nas porções mais compactadas observam-se contatos côncavo-convexos. No cimento comumente ocorrem cristais de calcita losangulares, que muitas vezes estão corroídos e substituídos por quartzo, que também aparecem frequentemente na forma de franjas irregulares nos intraclastos, além de quartzo microcristalino. A esta faciologia ainda estão relacionados calciruditos silicificados, que possuem as mesmas características, porém na composição inclui-se intraclastos de calcarenitos oolíticos e *grapestones* (Figura 3.14e).

Os calcarenitos oolíticos pretos (Co) possuem estratificação plano-paralela ondulada, e porções com aspecto maciço. Ocorrem em camadas que variam de 20 centímetros (Figura 3.15f) a 4 metros de espessura, são ricos em matéria orgânica, o que resulta em odor fétido na superfície recém partida (liberação de gás termoquímico preso na porosidade residual). Frequentemente ocorrem fraturas milimétricas a centimétricas, assim como bolsões preenchidos por calcita preta e branca. São *grainstones* compostos por intraclastos micríticos, oolíticos e agregados de oólitos, que estão frequentemente corroídos em seu interior. Esta

faciologia apresenta espessamento para o topo da associação de fácies *Af8*, assim como suas ocorrências são mais frequentes.

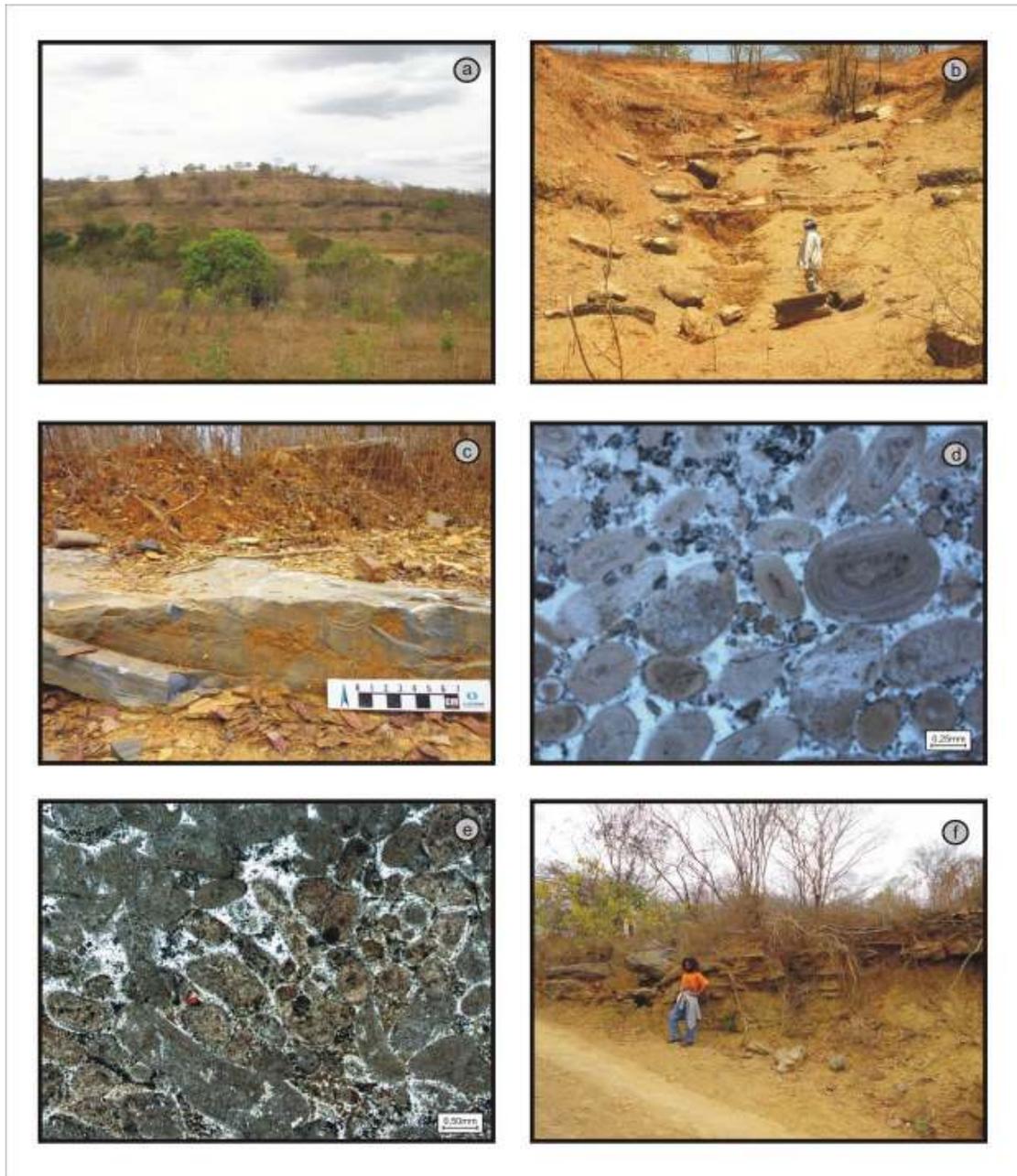


Figura 3.14 - Formação Serra de Santa Helena - Associação de fácies 8 (*Af8*): (a) Relevo em morros suavizados mostrando a alternância de calcários e pelitos; (b) Base da *Af8* mostrando pelitos alternados com camadas de calcário (Ci) de dimensões centimétricas a decimétricas; (c) Calcarenito intraclástico (Ci) com estratificação cruzada acanalada; (d) Fotomicrografia em microscópio com luz natural de calcarenito oolítico silicificado (Cos) com variação granulométrica evidenciando a estratificação da rocha; (e) Fotomicrografia em microscópio com luz natural de calcirudito com intraclastos, oolíticos e agregados oolíticos, manchas vermelhas estão pigmentadas por vermelho de alizarina, mostrando cimento calcítico reliquiar; (f) Pelitos alternados com calcarenitos oolíticos pretos (Co).

Esta associação de fácies representa a rampa externa mista com deposição de material pelítico siliciclástico alternada com deposição de sedimentos carbonáticos de ambientes mais rasos retrabalhados e depositados em eventos de maior energia.

Formação Lagoa do Jacaré

A Formação Lagoa do Jacaré ocorre em serras que formam pequenos platôs, está assentada concordantemente sobre a Formação Serra de Santa Helena e, por vezes, está coberto pelo Grupo Urucuia.

Quatro fácies foram individualizadas e agrupadas em duas associações de fácies, que permitiram interpretar os processos deposicionais e o ambientes responsáveis pela acumulação e preservação desta unidade. As fácies estão apresentadas na Tabela 3.3.

As seções Torre Norte (Figura 3.15) e Seção Pedreira (Figura 3.16) mostram as relações entre as diferentes fácies identificadas.

Tabela 3.3 - Resumo das fácies, estruturas sedimentares, processos de geração e associações de fácies da Formação Lagoa do Jacaré.

Litologia/ fácies	Estruturas	Processos	Interpretação de ambiente	Associação de fácies
Calcários grosseiros (Cg)	Camadas tabulares, onduladas, e sigmoidais, estratificação plano-paralela, cruzada planar, cruzada acanalada, cruzada tipo swaley.	Deposição por fluxos oscilatórios, relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de shoreface.	Rampa intermediária.	Af9
Calcários finos (Cf)	Camadas tabulares, onduladas, estrutura maciça, estratificação/laminação plano-paralela, cruzada planar, cruzada acanalada, cruzada tipo hummocky.	Deposição por fluxos oscilatórios, relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de offshore.		
Calcarenitos muito finos siltosos (Cmf)	Camadas tabulares, laminação plano-paralela e cruzada de baixo ângulo.	Deposição por fluxos oscilatórios, relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de foreshore, com aporte siliciclástico.		
Calcarenitos finos e muito finos (Caf)	Camadas tabulares e onduladas, estrutura maciça, com laminação plano-paralela incipiente. Lentes com estratificação cruzada hummocky	Transporte e deposição por tração, com baixa energia.	Transição rampa intermediária - rampa externa.	Af10
Calcarenitos grossos (Cag)	Estratificação cruzada planar, cruzada acanalada e cruzada tipo swaley	Deposição por fluxos oscilatórios, relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de offshore.		
Calciruditos pretos (Crp)	Camadas lenticulares com estratificação cruzada planar e cruzada acanalada e cruzada tipo swaley	Deposição por fluxos oscilatórios, relacionados a ação de ondas de tempestade em zona de offshore.		
Calcisiltitos (Cs)	Camadas tabulares, com laminação plano-paralela e cruzada (incipiente) ou estrutura maciça.	Transporte por suspensão e deposição por decantação.		

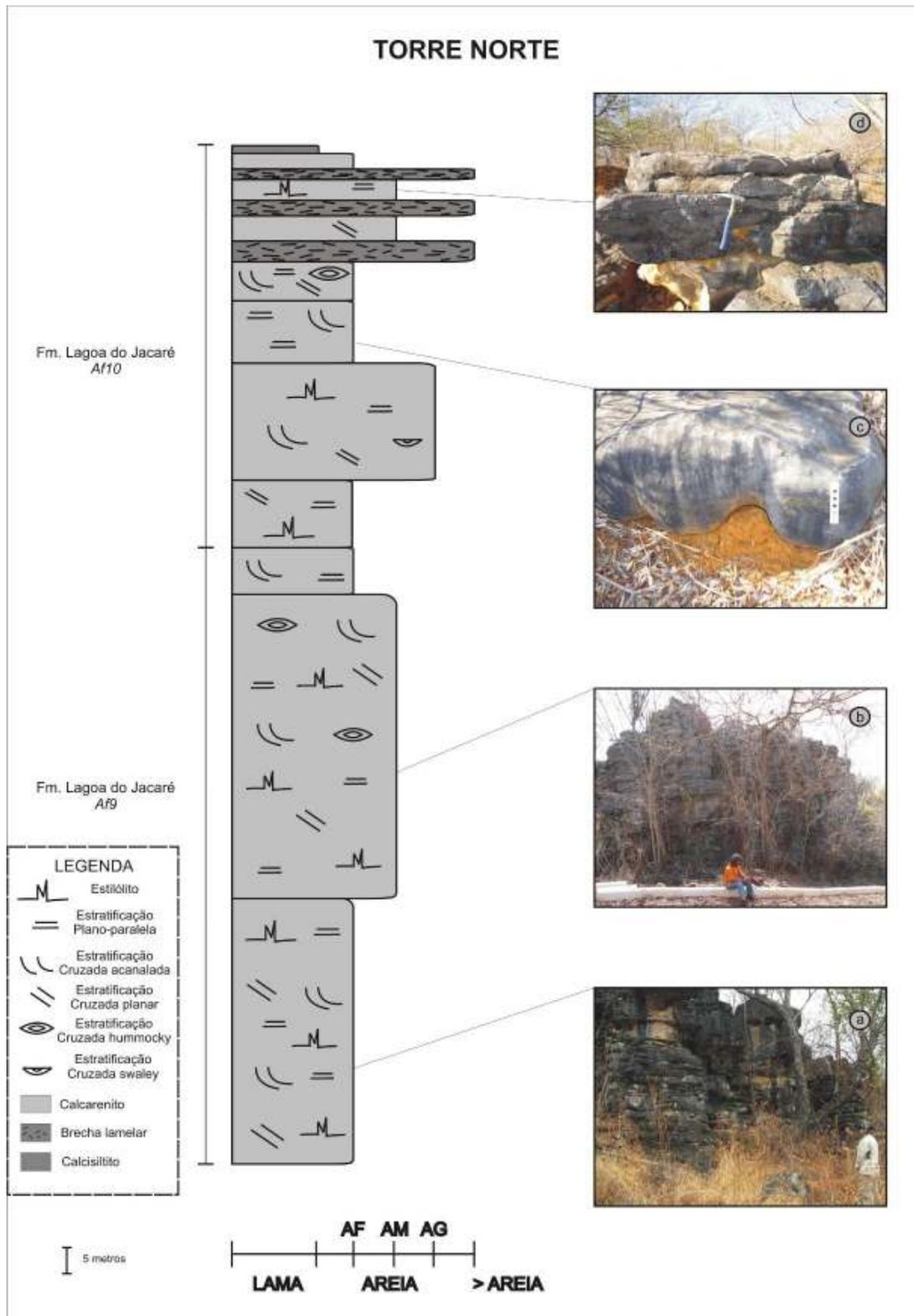


Figura 3.15 - Seção Torre Norte, mostrando a relação e disposição das associações de fácies Af9 e Af10 da Formação Lagoa do Jacaré: (a) Formação Lagoa do Jacaré Af9 - Calcários finos em camadas menos espessas alternados com calcários grosseiros mais espessos; (b) Formação Lagoa do Jacaré Af9 - Porção onde dominam os calcários grosseiros em camadas mais espessas; (c) Formação Lagoa do Jacaré Af10 - Calcário fino a muito fino em camada com aspecto maciço; (d) Formação Lagoa do Jacaré Af10 - Calcarenito grosso em camadas tabulares sobre calcirudito preto.

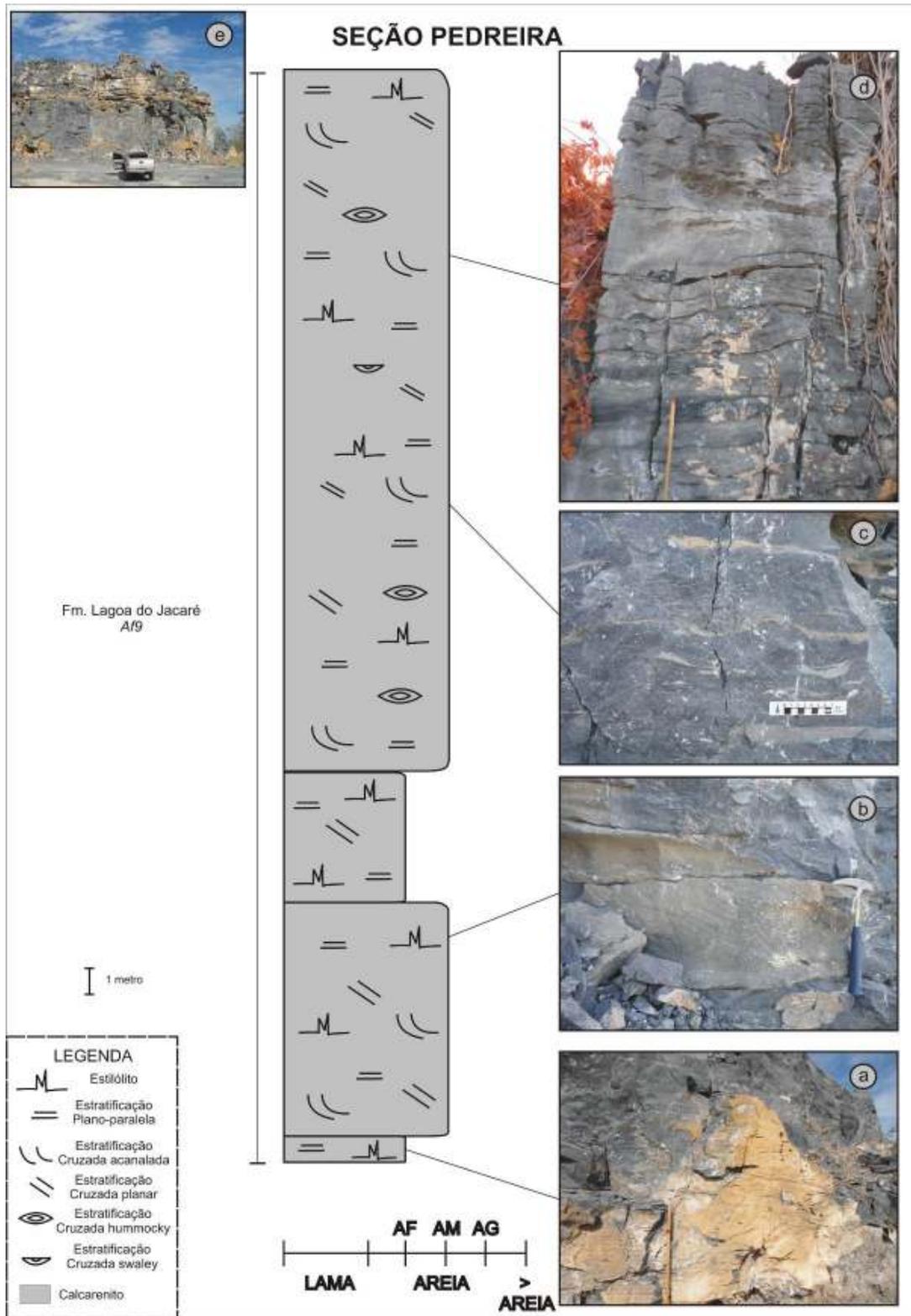


Figura 3.16 - Seção Pedreira, mostrando detalhe da associação de fácies *Af9* da Formação Lagoa do Jacaré: (a) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcários finos com estratificação plano-paralela (na base) e cruzada; (b) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcário grosso em camadas onduladas com estratificação cruzada acanalada; (c) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcário grosso com níveis róseos com dolomita; (d) Formação Lagoa do Jacaré *Af9* - Calcarenito grosso em camadas onduladas com estratificação cruzada planar e acanalada, topo desenvolvimento de *lapiès*; (e) Formação Lagoa do Jacaré *Af10* - vista geral da pedreira.

Lagoa do Jacaré - Associação de Fácies 9 (Af9)

Formada pela associação de calcários grossos (Cg) e calcários finos (Cf) (Figuras 3.17a), com calcarenitos muito finos preto/amarronzados (Cmf) subordinados. As diferentes fácies apresentam camadas tabulares e onduladas, por vezes amalgamadas. A presença de matéria orgânica é comum, além de apresentar odor fétido na superfície recém partida, a matéria orgânica pode ser observada frequentemente em lâmina delgada. Em microscópio é observável os efeitos de compactação diagenética que ocorre de forma mais concentrada em alguns níveis. Bolsões, fraturas, microfraturas além de *vugs* preenchidos por calcita preta e branca, e fluorita são comuns em todos os calcários pretos (Figura 3.17b), além da ocorrência de pirita framboidal. Em alguns níveis se observa maior concentração de ocorrência desses bolsões de calcita, estas porções são marcadas também por horizontes descontínuos de coloração rósea com dolomita (Figura 3.17). Estas rochas estão bastante recristalizadas e apresentam alguns planos onde há concentração de compactação com estilólitos e *dissolution seams*, além de maior grau de neomorfismo, que associados podem gerar pseudoacamamento. Nesta associação de fácies se identificou pelo menos dois níveis com desenvolvimento de *lapiès*.

Calcário preto grosso (Cg) ocorre em pacotes com cerca de 2 metros de espessura e apresenta afinamento dos conjuntos de camadas para o topo destes pacotes. Suas camadas são tabulares e onduladas, com estratificação plano-paralela, cruzada planar, cruzada acanalada e cruzada tipo *swaley*, em camadas com espessura entre 10 e 40 cm (Figura 3.17c). Localmente apresentam formas de leito sigmoidais. Nódulos de sílex pretos elípticos ou alongados paralelos ao acamamento são comuns. Estes calcários são representados por *grainstones* e *rudstones*, respectivamente intramicrarenitos grossos e intramicruditos. Os intraclastos são compostos por oólitos, agregados micríticos e oolíticos, *grapestones*, e fragmentos lamelares micríticos (Figura 3.17d). Frequentemente observam-se cutículas nos intraclastos. Localmente intraclastos arredondados apresentam seu interior corroído e com crescimento de cristais de calcita, no sentido da borda para o centro. Na base das camadas podem ocorrer níveis de calciruditos de mesma composição, possuindo intraclastos micríticos lamelares com até 2,5mm e agregados oolíticos com tamanho de areia muito grossa.

Os Calcários pretos finos (Cf) exibem camadas tabulares e onduladas com espessura entre 3 e 30 cm em pacotes com mais ou menos 1 metro de espessura. Possuem estrutura maciça, por vezes apresentam estratificação/ laminação plano-paralela. Por vezes é plaqueado (Figura 3.18a), e também pode exibir estratificação cruzada acanalada e cruzada tipo *hummocky* (Figura 3.17e). Estilólitos finos são comuns assim como matéria orgânica acumulada. Microscopicamente, são *grainstones* e *packstones* finos, com intraclastos

micríticos e matriz micrítica (Figura 3.17f). Ocorrem níveis de calcarenitos muito finos com maior quantidade de matriz micrítica (wackestones) que separam os planos de acamamento da estratificação cruzada acanalada.



Figura 3.17 - Formação Lagoa do Jacaré - Associação de fácies 9 (*Af9*): (a) Calcarenito preto grosso (Cg) em camadas mais espessas alternados com calcarenito fino (Cf) em camadas menos espessas, plaqueadas; (b) Fraturas preenchidas com calcita branca, preta e fluorita, comum nos calcários pretos da Formação Lagoa do Jacaré; (c) Calcarenito preto grosseiro, em camadas onduladas, com estratificação cruzada acanalada; (d) Fotomicrografia em estereoscópio de luz transmitida: Calcarenito grosso com estratificação cruzada nota-se aloquímicos de agregados, *grapestones* micríticos e oólitos, na base calcarenito fino; (e) Estratificação cruzada *hummocky* em calcarenito fino (Cf); (f) Fotomicrografia em estereoscópio de luz transmitida de calcarenito fino com estratificação cruzada.

Localmente ocorrem calcarenitos muito finos siltosos, em camadas tabulares com cerca de 30 cm, e também como lâminas alternadas com os calcarenitos finos. Estes

apresentam laminação plano-paralela e cruzada planar de baixo ângulo, e coloração amarronzada. A ocorrência destes calcarenitos muito finos siltosos se restringe a base desta associação de fácies.

Esta associação de fácies é interpretada como sendo de ambiente de rampa carbonática intermediária, com leve aporte sedimentar siliciclástico na base, influenciados por fluxos de maré alternados com tempestades.

Formação Lagoa do Jacaré - Associação de fácies 10 (Af10)

Formada por calcarenitos finos, muito finos (Caf), truncados por calcarenitos grossos, muito grossos (Cag) e calciruditos (Cr), com calcisiltitos (Cs) no topo. São bastante recristalizados, e comumente apresentam estilólitos e *vugs* preenchidos por calcita preta e branca, com fluorita fina inclusa.

Os calcarenitos finos e muito finos (Caf) têm coloração preta, aspecto maciço e estão dispostos em camadas tabulares, por vezes onduladas, com até 10 cm de espessura (Figuras 3.18a; 3.18b; 3.18c; 3.18d). Em lâmina delgada apresentam forte recristalização, aspecto maciço, com estratificação plano-paralela localizada. A ocorrência de matéria orgânica é comum, assim como os *vugs* e microfraturas com calcita branca e preta, e fluorita subordinada.

Para o topo os calcarenitos finos podem ocorrer alternados com lâminas de calcisiltitos (Cs), com laminação plano-paralela (Figuras 3.18c; 3.18d). Assim como ocorrem em lentes com estratificação cruzada acanalada tipo *hummocky* comumente amalgamadas. Esta associação também é rica em matéria orgânica, apresenta microfraturas preenchidas por calcita que se encontra recristalizada.

As fácies de granulação fina estão truncadas por camadas lenticulares de calcarenitos grossos (Cag) e calciruditos (Crp), que apresentam estratificação cruzada planar e cruzada acanalada truncada tipo *swaley*. Estilólitos são comuns e muitas vezes marcam o contato entre as diferentes fácies. Estas estruturas de compactação também exibem concentração de matéria orgânica.

Os calcarenitos grossos apresentam coloração preta, ocorrem em camadas tabulares e onduladas, por vezes amalgamadas, com até 40 cm de espessura (Figura 3.18a). São *packstones* mal selecionados, mostrando intraclastos de *grapestones*, oólitos em matriz de tamanho areia fina de grãos micríticos. Em lâmina delgada observa-se que muitos grãos encontram-se dissolvidos em seus interiores (Figura 3.18f). Os *vugs* preenchidos por calcita são comuns, assim como os nódulos de sílica amorfa de cor preta.



Figura 3.18 - Formação Lagoa do Jacaré - Associação de fácies 10 (*Af10*): (a) Camadas menos espessas onduladas amalgamadas de calcarenitos finos (Caf) sobre camadas tabulares amalgamadas de calcário grosso (Cag) em camadas mais espessas; (b) Calcarenito muito fino (Caf) maciço truncado por calcarenito grosso (Cag) mais escuro e estratificação cruzada tipo *swaley*, sotoposto por calcirudito (Cr) com estratificação cruzada acanalada e intraclastos lamelares com até 2 cm, nota-se camadas amalgamadas; (c) calcarenitos finos em camadas com até 7 cm alternados com lâminas de calcisiltito (Cs) cor cinza médio; (d) Calcarenito muito fino alternado com lâminas de calcisiltito, nota-se microfraturas preenchidas por calcita e acúmulo de matéria orgânica; (e) Calcirudito com fragmentos lamelares emersos em matriz de calcarenito, com gradação inversa; (f) Calcarenito grosso (*packstone*) com intraclastos corroídos e *vugs* preenchidos por calcita.

Os calciruditos (Cr) apresentam coloração preta e níveis de cor cinza média, apresentam estratificação cruzada acanalada e cruzada planar os intraclastos maiores são de calcisiltitos, lamelares e têm até 2 cm de tamanho, orientados paralelamente ao acamamento.

Estes *rudstones* são compostos por fragmentos maiores de tamanho grânulo, emersos em matriz de calcarenito grosso a fino composta por intraclastos, oolíticos e micríticos, com gradação inversa (Figura 3.18e).

Calcisiltitos (Cs) com cor cinza ocorrem em camadas tabulares com cerca de 50 centímetros. Possuem laminação plano-paralela e, localmente exibe laminação cruzada truncada e ainda estrutura maciça. A ocorrência desta fácies se restringe ao topo desta associação de fácies. Aparecem intercaladas com os calcarenitos, na forma de lâminas, ou ainda com os calciruditos, pelos quais é frequentemente retrabalhado (Figura 3.18e).

Esta associação de fácies representa ambiente de transição de rampa intermediária para rampa externa, dominada por fluxos oscilatórios de tempestade alternados com momentos de mais baixa energia.

3.4 BACIA SANFRANCISCANA

O Grupo Urucuia e as coberturas da Formação Chapadão são as unidades da Bacia Sanfranciscana que ocorrem na área estudada.

3.4.1 Grupo Urucuia

O Grupo Urucuia ocorre principalmente na porção oeste da área estudada capeando o topo das serras. Com exposições restritas, ocorrem em blocos soltos, localmente foram observados blocos movimentados para abertura de vias de acesso.

É representado por quartzo arenitos silicificados, bimodais, com granulação média a fina, grãos bem arredondados, com esfericidade média a alta. Possuem películas de óxidos nas suas bordas, onde ocorre sobrecrecimento de sílica por sobre estas películas de óxidos, além de cimento silicoso microcristalino (Figura 3.19). A partir de suas características litológicas e composicionais pode-se afirmar que se trata de arenitos relacionáveis à Formação Posse.



Figura 3.19 - Quartzo arenito bimodal, com grãos bem arredondados e esfericidade média a alta, película de óxido nas bordas e sobrecrescimento de quartzo. Formação Posse, Grupo Urucuia.

3.3.2 Formação Chapadão

As três classes de natureza coluvionar, aluvionar e eluvionar desta unidade ocorrem na área de estudo.

As coberturas aluvionares são encontradas nas planícies de inundação dos rios Arrojado, Corrente, Correntina e Formoso. Na porção noroeste da área, sobre o Grupo Urucuia ocorrem depósitos lateríticos e eluvionares. Os colúvios ocorrem nas baixadas onde não há afloramento de rocha e nota-se a regressão das formas tabulares do relevo elevado.

CAPITULO IV

ISÓTOPOS DE CARBONO E OXIGÊNIO

4.1 INTRODUÇÃO

Dados de geoquímica isotópica associados a um controle estratigráfico consistente, obtidos ao longo de uma coluna sedimentar, são utilizados no estudo de carbonatos proterozoicos como ferramenta de investigação, auxiliando na realização de correlações intrabaciais e interbaciais.

Numa tentativa de estabelecer curvas de variação isotópica temporal que auxiliem na determinação de idades relativas para as sequências sedimentares antigas, diversos autores apresentam uma crescente produção de dados geocronológicos, que têm facilitado este tipo de correlação (KNOLL; WALTER 1992; KAUFMAN; KNOLL 1995; VEIZER et al., 1999; JACOBSEN; KAUFMAN 1999; MELEZHNIK et al., 2001; HALVERSON et al., 2005; AHARON, 2005; HALVERSON et al., 2007).

A quimioestratigrafia isotópica de C, O e Sr oferece parâmetros a respeito das condições ambientais à época de sedimentação, e no caso de carbonatos proterozoicos, estes estudos adquirem especial importância devido à escassez de fósseis em sequências deste Éon e a falta de êxito do uso dos estromatólitos como recurso bioestratigráfico. O maior acervo de dados para o estudo dos carbonatos do Grupo Bambuí vem dos isótopos de C e O.

No estudo isotópico de C e O são utilizadas as razões entre os isótopos estáveis $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ comparadas com um padrão, para se chegar à razão específica δ , que passa a ser o valor utilizado para as comparações e correlações. O padrão mais usado é o PDB (Pee Dee Belemnite), que corresponde à razão isotópica de uma concha de *Belemnite* de idade cretácea da Formação Pee Dee (Carolina do Sul, Estados Unidos). Assim, tem-se que:

$$\delta^{13}\text{C} = \left(\frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}(\text{amostra})}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}(\text{padrão})} - 1 \right) 10^3 \quad \text{e} \quad \delta^{18}\text{O} = \left(\frac{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}(\text{amostra})}{^{18}\text{O}/^{16}\text{O}(\text{padrão})} - 1 \right) 10^3$$

onde os valores finais são dados em partes por mil (‰).

Segundo Schidlowski et al. (1983), os isótopos de C e O possuem os mesmos reservatórios: um interno, composto pelas rochas e pelo manto, e um externo, constituído pela hidrosfera, atmosfera, biosfera e sedimentos inconsolidados. Apesar disto, diferentes processos controlam o seu fracionamento, resultando em distintas interpretações para eventuais incursões isotópicas.

4.2 ISÓTOPOS DE CARBONO

O carbono tem dois isótopos estáveis: ^{12}C (98,89%) e ^{13}C (1,11%). Os reservatórios de carbono podem ser divididos em: oxidados, constituídos principalmente por CO_2 e HCO_3^{2-} e minerais carbonáticos, e reduzidos, formados por compostos orgânicos, combustíveis fósseis e o elemento nativo. A constante mudança entre os reservatórios oxidados e reduzidos mantêm seu equilíbrio. Os processos que envolvem o ciclo do carbono também envolvem seu fracionamento isotópico (TUCKER; WRIGHT, 2008).

A produção de matéria orgânica é o principal mecanismo responsável pelo fracionamento isotópico do carbono estável, que ocorre fundamentalmente por meio da fotossíntese. Neste processo é utilizado preferencialmente o ^{12}C , acarretando num enriquecimento relativo do meio em ^{13}C e, portanto, uma elevação dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ (SCHIDLowski et al., 1983). Deste modo, num ambiente marinho com intensa atividade biológica, os valores $\delta^{13}\text{C}$ são bastante positivos na água do mar, o que fica registrado nos carbonatos precipitados a partir dela. No entanto, se a atividade biológica é inexistente ou muito baixa, o meio aquático apresentará valores de $\delta^{13}\text{C}$ negativos, assim como os carbonatos precipitados naquele meio.

Curvas globais mostrando a variação temporal do $\delta^{13}\text{C}$ foram propostas por diversos autores associando-as aos eventos glaciais neoproterozoicos, principalmente o Esturtiano e o Marinoano (KAUFMAN; KNOLL 1995; VEIZER et al., 1999; JACOBSEN; KAUFMAN, 1999; HALVERSON et al., 2005; AHARON, 2005; HALVERSON et al., 2007) (Figura 4.1). Estes dados têm apresentado bons resultados quando comparados com as curvas de $\delta^{13}\text{C}$ do Grupo Bambuí (SANTOS et al., 2000; MISI, 2001; VIEIRA et al., 2005; MARTINS; LEMOS, 2007; ZALÁN, ROMEIRO-SILVA, 2007; ALVARENGA et al., 2007; KUNCHENBECKER, 2011; SANTANA, 2011; CAXITO et al., 2012).

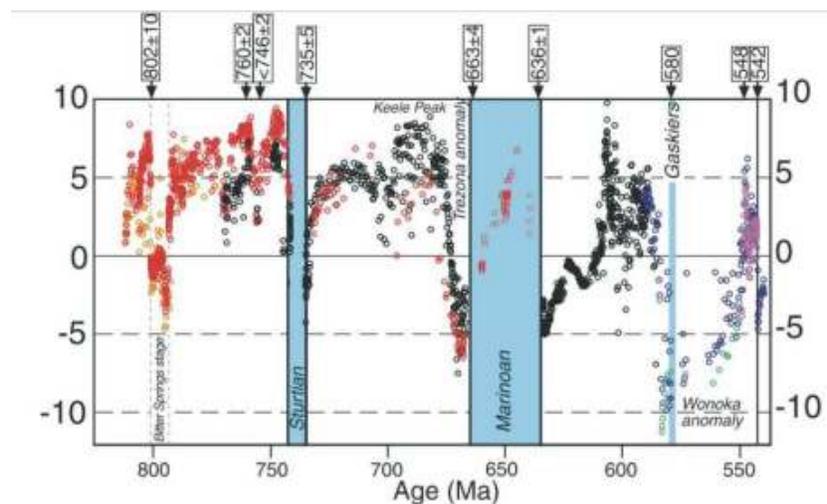


Figura 4.1 - Calibração possível para a variação de $\delta^{13}\text{C}$, durante o Neoproterozoico proposta por HALVERSON et al. (2005).

4.3 ISÓTOPOS DE OXIGÊNIO

O oxigênio é o elemento mais abundante da crosta terrestre (~46,7%) e dos oceanos (~87%), e é o segundo em abundância na atmosfera (~20%). Faz-se presente na natureza sob a forma de três isótopos estáveis: ^{16}O (99,75% do total), ^{17}O (0,037% do total) e ^{18}O (0,199% do total). Devido às maiores diferenças de massa e abundâncias relativas (BOWEN, 1988) definiu a razão isotópica de oxigênio por $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, visto que o $\delta^{18}\text{O}$ da água do mar é igual a zero tomando como padrão SMOW (*Standard Mean Ocean Water*) (ALLÈGRE, 2008) (Figura 4.2).

Conforme ALLÈGRE (2008) as diferentes origens geoquímicas, assim com a natureza química apresentam composições isotópicas típicas de $\delta^{18}\text{O}$, independentes de idades geológicas ou localização geográfica. Deste modo pode-se dizer que as rochas ígneas e metamórficas apresentam o $\delta^{18}\text{O}$ positivo variando de +5 a +13, os calcários são enriquecidos em $\delta^{18}\text{O}$, com valores entre +7 e +35, e os valores negativos pertencem à água doce, com teores menores que -10 (Figura 4.2).

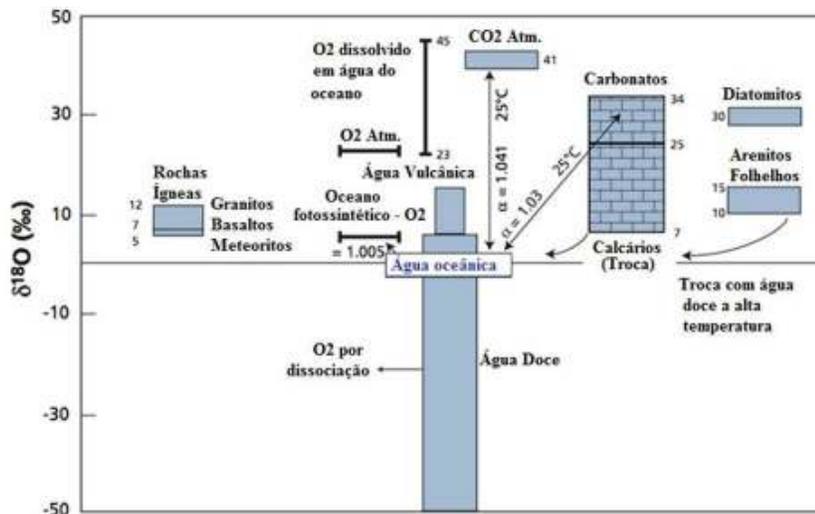


Figura 4.2 - Distribuição de composição isotópica de $\delta^{18}\text{O}$ para algumas substâncias terrestres expressa com relação ao SMOW (*Standard Mean Ocean Water* – ALLÈGRE, 2008).

A evaporação da água é um importante mecanismo responsável pelo fracionamento isotópico do oxigênio. Durante este processo, o vapor produzido é enriquecido em ^{16}O , acarretando num enriquecimento relativo de ^{18}O na água do mar remanescente, deste modo elevando seu $\delta^{18}\text{O}$. Por consequência os carbonatos eventualmente depositados neste intervalo também apresentarão valores elevados de $\delta^{18}\text{O}$.

Portanto, alterações nos fatores naturais relacionados à evaporação, como variação de temperatura, insolação, salinidade, restrição do corpo d'água, glaciações, entre outros, seriam capazes de gerar variações nas razões $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ da água do mar e, por conseguinte, dos

depósitos carbonáticos gerados (CORFIELD, 1994; ALLAN; MATTHEWS, 1982; THUNELL et al., 1987).

Processos diagenéticos e demais interações relacionadas com água meteórica podem alterar os valores de $\delta^{18}\text{O}$, tornando-os mais negativos (TUCKER; WIGHT, 2008).

4.4 AMOSTRAGEM E MÉTODOS ANALÍTICOS

A amostragem para a determinação de isótopos de carbono e oxigênio foi realizada ao longo de três perfis, cuja integração representa a seção estratigráfica completa do Grupo Bambuí na área estudada. A seção São Manoel (SM) compreende as associações faciológicas basais da Formação Sete Lagoas, de onde foram coletadas 34 amostras (Tabela 4.1 - amostras CR-01 a CR-34). Na seção Torre Sul (TS), que abrange o restante da Formação Sete Lagoas a partir da mesma associação de fácies do topo da seção São Manoel, um total de 26 amostras foram coletadas (amostras CR-35 a CR-61), além de 3 amostras dos calcários da Formação Serra de Santa Helena (amostras CR-62 a CR-64) (Tabela 4.2). E por fim, 24 amostras da seção Torre Norte que representa a Formação Lagoa do Jacaré na área estudada (Tabela 4.3 - amostras CR-65 a CR-89).

A preparação das amostras foi realizada no laboratório de preparação de amostras do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IG-UnB), onde todas as amostras foram britadas e moídas, seguindo rotina vigente no laboratório. As análises para as determinações das razões isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ foram realizadas no Laboratório de Isótopos Estáveis da mesma universidade.

As razões isotópicas foram obtidas utilizando 300 microgramas das amostras preparadas de rocha total. Para as medições de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ utilizou-se o equipamento Gas Bench II (*on line*) acoplado a um espectrômetro de massa Delta V Advantage, a partir do gás CO_2 extraído das amostras. A extração do CO_2 das amostras foi obtida com reações com H_3PO_4 a uma temperatura de 72°C , em frascos livres de gases atmosféricos por meio de fluxo de He. O erro analítico associado para o $\delta^{13}\text{C}$ é de 0,05‰ e 0,10‰ para $\delta^{18}\text{O}$.

4.5 RESULTADOS ISOTÓPICOS

As determinações isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{18}\text{O}$ das seções São Manoel (SM), Torre Sul (TS) e Torre Norte (TN) são respectivamente apresentadas nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3.

Tabela 4.1 - Isótopos de C e O da seção São Manoel (SM), base Formação Sete Lagoas.

Amostra	Litologia	Formação	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} (\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} (\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} (\text{‰})$
CR-01	Calcilutito	Sete Lagoas	-5,32	-10,95	19,57
CR-02	Marga	Sete Lagoas	0,00	-6,69	23,97
CR-03	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,45	-7,40	23,23
CR-04	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,20	-6,72	23,93
CR-05	Marga	Sete Lagoas	-0,25	-6,77	23,88
CR-06	Marga	Sete Lagoas	-0,75	-7,13	23,51
CR-07	Calcilutito	Sete Lagoas	-1,08	-7,22	23,42
CR-08	Marga	Sete Lagoas	-0,63	-6,56	24,09
CR-09	Marga	Sete Lagoas	-0,73	-7,92	22,70
CR-10	Marga	Sete Lagoas	-0,65	-6,08	24,59
CR-11	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,86	-6,70	23,95
CR-12	Marga	Sete Lagoas	-0,76	-6,83	23,82
CR-13	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,96	-6,95	23,69
CR-14	Marga	Sete Lagoas	-0,78	-6,24	24,43
CR-15	Calcilutito	Sete Lagoas	-1,12	-7,17	23,46
CR-16	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,94	-7,08	23,57
CR-17	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,42	-6,64	24,02
CR-18	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,12	-6,84	23,80
CR-19	Calcilutito	Sete Lagoas	-0,06	-6,56	24,10
CR-20	Calcilutito	Sete Lagoas	0,24	-6,94	23,70
CR-21	Calcilutito	Sete Lagoas	0,37	-6,39	24,27
CR-22	Calcilutito	Sete Lagoas	0,36	-5,98	24,70
CR-23	Calcilutito	Sete Lagoas	0,44	-6,01	24,66
CR-24	Calcilutito	Sete Lagoas	0,30	-6,58	24,08
CR-25	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,53	-6,44	24,22
CR-26	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,78	-6,57	24,09
CR-27	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,74	-6,59	24,07
CR-28	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,89	-6,61	24,04
CR-29	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,98	-6,70	23,95
CR-30	Calcário micrítico	Sete Lagoas	1,18	-6,61	24,04
CR-31	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,98	-6,56	24,10
CR-32	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,80	-6,57	24,09
CR-33	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,97	-6,35	24,31
CR-34	Calcário micrítico	Sete Lagoas	0,77	-6,63	24,03

Tabela 4.2 - Isótopos de C e O da seção Torre Sul, formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena.

Amostra	Litologia	Formação	$d^{13}C_{PDB}$ (‰)	$d^{18}O_{PDB}$ (‰)	$d^{18}O_{SMOW}$ (‰)
CR-35	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,87	-6,68	23,97
CR-36	Calcário micritico	Sete Lagoas	1,05	-6,39	24,28
CR-37	Calcário micritico	Sete Lagoas	1,04	-6,34	24,32
CR-38	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,76	-6,46	24,20
CR-39	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,51	-6,40	24,26
CR-40	Calcário micritico	Sete Lagoas	-0,11	-6,96	23,69
CR-41	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,31	-7,17	23,47
CR-42	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,21	-7,41	23,22
CR-43	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,80	-7,14	23,50
CR-44	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,62	-7,20	23,44
CR-45	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,73	-6,89	23,76
CR-46	Calcário micritico	Sete Lagoas	0,77	-7,23	23,41
CR-47	Calcarenito	Sete Lagoas	0,85	-7,55	23,07
CR-48	Calcarenito	Sete Lagoas	1,59	-7,40	23,24
CR-49	Calcarenito	Sete Lagoas	0,88	-8,58	22,02
CR-50	Calcarenito	Sete Lagoas	1,01	-8,34	22,26
CR-51	Calcarenito	Sete Lagoas	1,36	-8,42	22,18
CR-52	Calcarenito	Sete Lagoas	1,34	-7,40	23,23
CR-53	Calcarenito	Sete Lagoas	1,53	-8,70	21,90
CR-54	Calcarenito	Sete Lagoas	2,32	-7,96	22,65
CR-55	Dolarenito	Sete Lagoas	2,38	-8,22	22,39
CR-56	Dolarenito	Sete Lagoas	4,43	-6,85	23,80
CR-57	Dolarenito	Sete Lagoas	5,14	-5,32	25,38
CR-58	Calcarenito	Sete Lagoas	5,62	-3,86	26,89
CR-59	Calcarenito	Sete Lagoas	4,28	-2,09	28,71
CR-60	Calcarenito	Sete Lagoas	4,11	-1,55	29,26
CR-61	Calcisiltito	Sete Lagoas	10,02	-0,60	30,24
CR-62	Calcarenito	Serra Santa Helena	10,61	-6,64	24,01
CR-63	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	14,14	-5,66	25,02
CR-64	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	14,63	-5,16	25,54

Tabela 4.3 - Isótopos de C e O da seção Torre Norte, Formação Lagoa do Jacaré.

Amostra	Litologia	Formação	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} (\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} (\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} (\text{‰})$
CR-65	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,56	-5,17	25,53
CR-66	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,55	-5,64	25,05
CR-67	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,92	-4,70	26,02
CR-68	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,67	-4,70	26,02
CR-69	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,90	-4,18	26,55
CR-70	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,17	-5,15	25,55
CR-71	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,29	-5,68	25,01
CR-72	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,65	-5,28	25,42
CR-73	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	13,16	-5,73	24,95
CR-74	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,28	-5,39	25,30
CR-75	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	13,16	-5,06	25,64
CR-76	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,99	-5,77	24,92
CR-77	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,50	-5,33	25,37
CR-78	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,72	-5,41	25,29
CR-79	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,11	-5,54	25,14
CR-80	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,69	-4,21	26,52
CR-81	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,82	-3,24	27,52
CR-82	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,26	-3,94	26,80
CR-83	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	10,72	-5,19	25,51
CR-84	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,24	-5,31	25,38
CR-85	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	10,73	-4,99	25,72
CR-86	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,60	-4,42	26,31
CR-87	Calcisiltito	Lagoa do Jacaré	12,02	-4,57	26,15
CR-88	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	12,44	-3,66	27,09
CR-89	Calcarenito	Lagoa do Jacaré	11,71	-4,40	26,33

4.5.1 Assinatura Isotópica de Carbono e Oxigênio da Formação Sete Lagoas

Os diferentes tipos litológicos da Formação Sete Lagoas na área estudada apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ que variam de -5,32 a +10,02‰, apresentando um aumento de seus valores em direção ao topo da sequência, e razão isotópica de $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ entre -10,95 e -0,60‰, com grande parte dos resultados próximos de -7‰ (Tabelas 4.1 e 4.2 e Figura 4.3).

A porção basal apresenta valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ entre -5,32 e 0,44‰ para os calcilitos, onde predominam os valores entre -1,12 e 0,44‰, e $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ variando de -10,95 a -6,08‰, com a maioria dos valores entre -7,92 e -6,08‰. Estes valores extremamente negativos ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -5,32\text{‰}$ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} = -10,95$) fogem do padrão do restante dos outros valores obtidos nessa fácies e correspondem a amostra da base da seção da Formação Sete Lagoas - seção São Manoel (Figura 4.3 - SM).

Os calcários micríticos apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ próximos de 0‰ entre -0,11 e 1,88‰, e valores de $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ variando de -6,34 e -7,41‰ (Figura 4.3). A seção São Manoel (SM) mostra valores dos calcários micríticos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ levemente positivos entre 0,53 e 1,18‰ e $\delta^{18}\text{O}$ em torno de -6‰. Na seção Torre Sul os valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ variam de -0,11 a 1,05‰ e o $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ -6,34 e -7,55‰, para os calcários micríticos.

A seção TS ainda apresenta valores para os calcarenitos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ variando entre 0,85 e 2,32‰ e o $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ entre -8,70 e -7,4‰, os dolarenitos estromatolíticos com $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ entre 2,38 e 5,62‰ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ entre -8,22 e -3,86‰, e no topo valores entre 4,11 e 10,02 de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ e -2,09 e -0,60‰ de $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$, para os calcarenitos finos e calcisiltitos associados a microfitólitos.

4.5.2 Assinatura Isotópica de Carbono e Oxigênio da Formação Serra de Santa Helena

As três amostras coletadas nos calcários intercalados com os pelitos da Formação Serra de Santa Helena mostram valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ entre 10,61 e 14,63‰ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ entre -6,64 e -5,16 ‰.

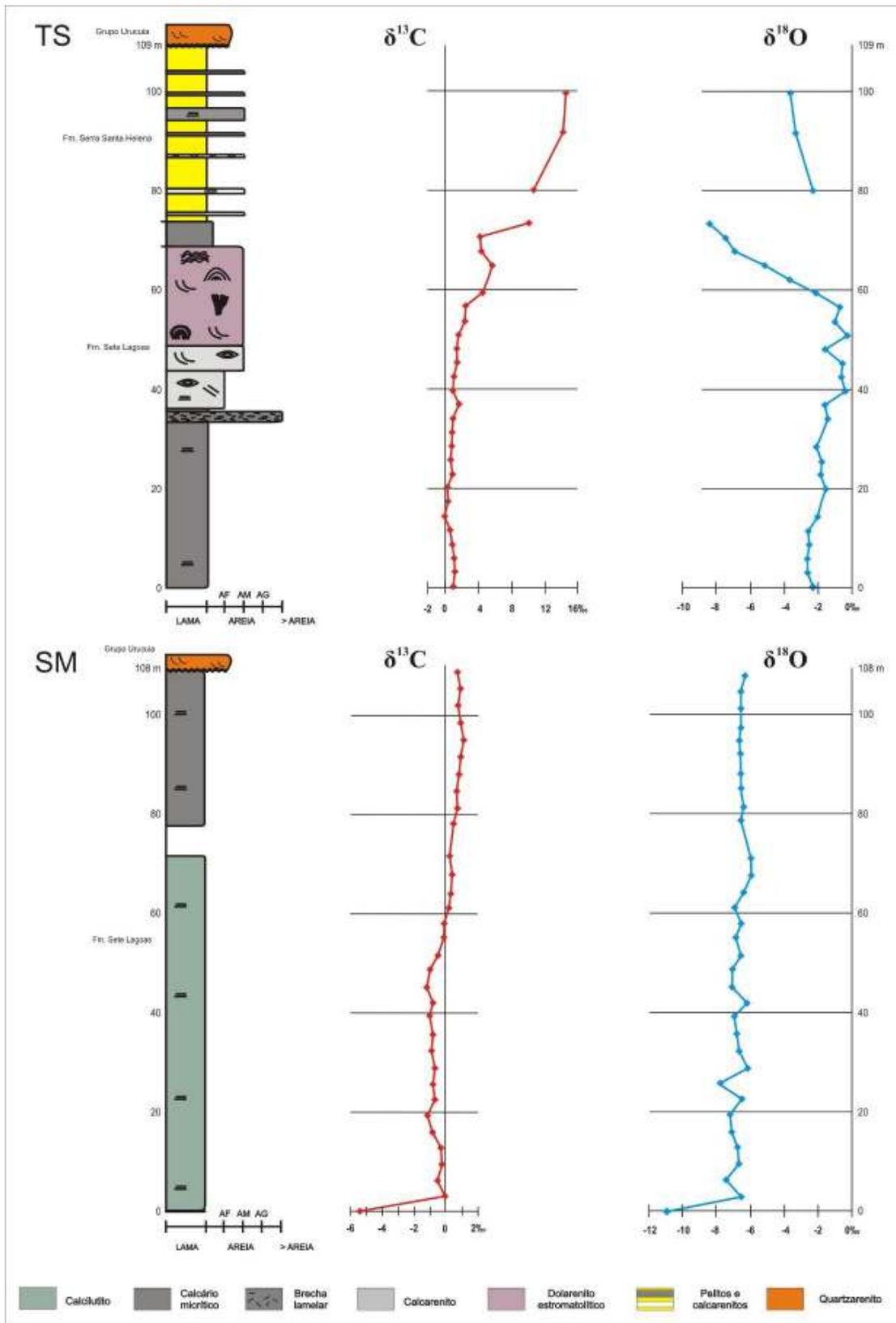


Figura 4.3 - Perfil isotópico em seção das rochas carbonáticas das formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena: seções São Manoel (SM) e Torre Sul (TS) com a composição dos isótopos estáveis de Carbono e Oxigênio.

4.5.3 Assinatura Isotópica de Carbono e Oxigênio da Formação Lagoa do Jacaré

A Formação Lagoa do Jacaré apresenta menor variação em seus valores, com $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ fortemente positivo (entre 10,72 e 13,16‰) e seu $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ variando entre -5,77 e -3,24‰ (Tabela 4.3 e Figura 4.4).

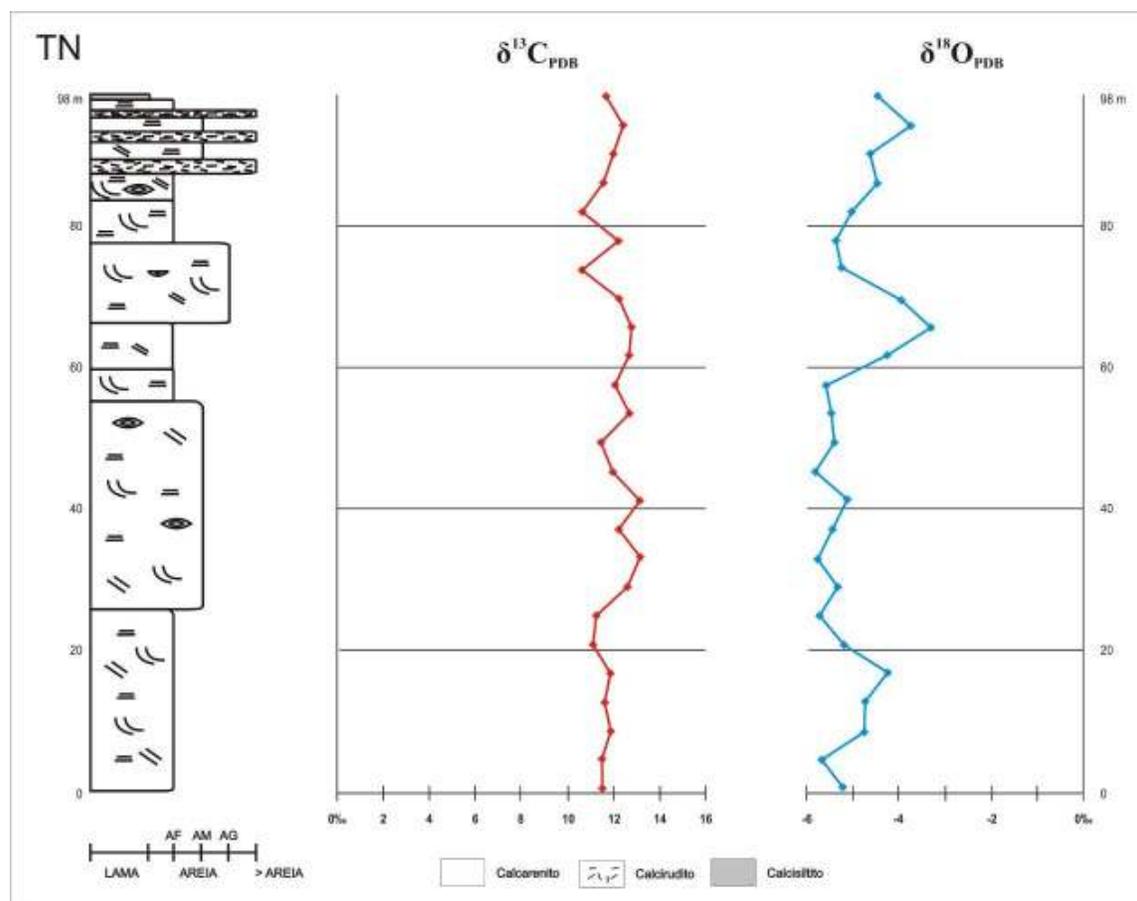


Figura 4.4 - Perfil isotópico em seção das rochas carbonáticas da Formação Lagoa do Jacaré na região de Santa Maria da Vitória: seção Torre Norte (TN) com a composição dos isótopos estáveis de Carbono e Oxigênio.

4.6 DISCUSSÕES

A curva de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ dos calcários do Grupo Bambuí analisados neste trabalho apresentam variação desde resultados negativos na base, até positivos em direção ao topo da sucessão de carbonatos e é coerente com o registro estratigráfico. A Formação Sete Lagoas apresenta valor bastante negativo na base, que muda bruscamente para valores próximos de zero, levemente negativos nos primeiros 70 metros, gradando para valores levemente positivos, chegando em valores bastante positivos no topo, concordando com suas fácies que evidenciam aumento da atividade microbiológica em direção ao topo desta unidade.

A base da Formação Sete Lagoas apresenta valor fortemente negativo do $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ e concorda com dados apresentados por diversos autores (CHANG et al., 1993; IYER et al., 1995; SANTOS et al., 2000; VIEIRA et al., 2005; ALVARENGA et al., 2007; MARTINS;

LEMOS, 2007; KUCHENBECKER, 2011; CAXITO et al., 2012), que associam estes valores aos carbonatos de capa (*cap carbonates*) depositados após glaciação, em um momento da evolução da bacia com baixa produção orgânica.

Os dados são coerentes com os apresentados por CAXITO et al. (2012), para seção levantada na região de Correntina (próximo à seção estudada) com valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ próximos de -5‰ e $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ em torno de -11‰ para os calcilitos laminados, e também similar aos dados apresentados por ALVARENGA et al. (2007) na região de Formosa (MG).

Na porção basal da Formação Sete Lagoas ocorre um salto isotópico positivo nos valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ de -5‰ para valores próximos de 0 ‰, onde estes valores ficam estáveis nos próximos 100 metros da seção estratigráfica. A quebra de valores observada neste trabalho ocorre na base da Formação Sete Lagoas, onde os valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ passam de próximos a -5‰ para em torno de 0‰. Este salto isotópico, com valores similares, se encontra após 60 metros na seção apresentada por CAXITO et al. (2012).

A excursão positiva registrada na curva de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ da Formação Sete Lagoas foi descrita por diversos autores anteriormente citados e representa a tendência regional da Bacia Bambuí. Esta seção estratigráfica sugere que os carbonatos, primeiramente depositados a partir de controles químicos (supersaturação em bicarbonatos e cálcio na água do mar), passam a ser condicionados à produção orgânica da bacia. Estes dados isotópicos concordam com os dados faciológicos, uma vez não há vestígios de matéria orgânica na base da seção. Na porção mediana apresentam coloração escura e já mostram presença de matéria orgânica e para o topo as ocorrências de lâminas algais, estromatólitos e oncólitos são comuns, e os dados da razão isotópica $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ passam aos maiores valores (cerca de +10‰).

As razões isotópicas obtidas neste trabalho para a Formação Sete Lagoas também são análogas às apresentadas por VIEIRA et al. (2005) em seções próximas as cidades de Sete Lagoas e Carrancas (MG), com valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ variando entre -5,1 e 11,6‰ e valores negativos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ entre -13,5 e -4,5‰. VIEIRA et al. (2005), CORSETTI; KAUFFMAN (2003) e HALVERSON (2005) consideram as possíveis características anômalas do oceano neoproterozoico após as glaciações, sugerindo que estas razões isotópicas podem representar o registro original da composição química do oceano daquele período.

MARTINS; LEMOS (2007) descrevem uma assinatura isotópica semelhante, com uma anomalia negativa na base, valores negativos próximos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ -5‰, sucedidos de um comportamento normalmente positivo (entre 0,0‰ e 5,0‰) e um salto isotópico para valores em torno de 10‰. Segundo estas autoras, este salto para valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ próximos de 10‰, está relacionado a uma discordância possivelmente associada a um evento global de 1ª ou 2ª ordem, vinculado a fácies com feições de exposição subaérea, dolomitos, brusca mudança

faciológica e variação nos mergulhos regionais. A partir desses dados, sugerem uma mudança no padrão de circulação oceânica, de oceanos ventilados (com $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ baixos) para uma situação de mares estratificados, com grande potencial de preservação de matéria orgânica (com $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ altos), na Formação Sete Lagoas. Esta interpretação ainda encontra apoio no comportamento do $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ que também mostra enriquecimento progressivo para o topo, refletindo taxa de evaporação mais alta que de precipitação em águas mais restritas e rasas, prolíferas em microbialitos.

A discordância isotópica sugerida por MARTINS; LEMOS (2007) é verificada no topo da Formação Sete Lagoas, logo acima dos dolomitos na seção Torre Sul. Esta posição estratigráfica ocorre de forma persistente lateralmente no topo da principal sucessão de dolomitos com vênulas, lâminas e filmes de sílica amorfa de cor branca e bege que é interpretada como camada guia do nível da discordância regional na seção de topo da Formação Sete Lagoas, e foi observada em diversos perfis realizados na Formação Sete Lagoas.

Pode-se afirmar ainda que as camadas de calcários intercaladas em pelitos da Formação Serra de Santa Helena representam a transição entre os valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ encontrados nas formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, a qual apresenta valores mais elevados e com restrita variação (Figuras 4.3 e 4.2).

A curva isotópica nos calcários intercalados com os pelitos da Formação Serra de Santa Helena mostra uma excursão positiva para o topo, com valores próximos ou similares aos com os encontrados na Formação Lagoa do Jacaré. Este dado é corroborado pela própria faciológica destes carbonatos que passam de micríticos até calcareníticos ricos em oólitos e oncólitos, indicando aumento da atividade orgânica.

A Formação Lagoa do Jacaré apresenta valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ mais elevados e menos flutuantes, refletindo mudanças paleoambientais comparadas com a Formação Sete Lagoas, portanto mudanças na Bacia Bambuí, que podem ser representadas por modificação no padrão de circulação das águas, aumento da produção orgânica, aumento da temperatura e outros controles sedimentares.

A assinatura isotópica da Formação Lagoa do Jacaré verificada neste trabalho é similar a apresentada por IYER et al. (1995); SANTOS et al. (2000) e CRUZ (2012), com valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ fortemente positivos. Estes valores são relacionados, pelos autores citados, a depósitos carbonáticos ricos em matéria orgânica provenientes de deposição de fácies de águas que proporcionam a preservação da matéria orgânica, em condições marinhas com circulação restrita e oscilações de escala global nos reservatórios de carbono orgânico e inorgânico.

As assinaturas isotópicas distintas apresentadas pelas formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré refletem diferentes condições paleoambientais e podem ser usadas como critério de discriminação entre essas unidades.

CAPITULO V

INTEGRAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÕES

5.1 INTRODUÇÃO

Os dados obtidos neste trabalho permitiram caracterizar diferentes rochas do embasamento e enquadrá-las no contexto dos estudos pré-existentes.

A partir do reconhecimento de suas faciologias e associações, análise do empilhamento das sucessões de fácies do Grupo Bambuí, foi possível identificar diferentes ciclos de sedimentação e variações do nível do mar e do ambiente sedimentar, assim como construir a coluna estratigráfica desta unidade na região.

Com as observações das relações de contato entre as rochas do Grupo Bambuí e seu embasamento e através da geometria das camadas foi possível reconstituir a paleogeografia da área sobre a qual os carbonatos e pelitos foram depositados.

5.2 EMBASAMENTO

O embasamento cristalino da área é representado pelos gnaisses migmatíticos, do Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina, e rochas graníticas e sieníticas, da Suíte Intrusiva Correntina, que afloram nas porções baixas, próximos aos leitos dos rios Arrojado e Corrente e seus afluentes e exibem relevo ondulado a suavemente ondulado em cotas baixas.

Os afloramentos do Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina exibem tonalito gnaisses, com foliação predominante com caimento para oeste em ângulos intermediários, com fases migmatíticas compostas por biotititos associados a fases quartzo-feldspáticas. Estas rochas frequentemente são cortadas por corpos de rochas graníticas e sieníticas da Suíte Intrusiva Correntina. Os dados de campo e petrográficos não permitiram estabelecer relações temporais entre os granitos e os sienitos desta unidade.

A partir de uma análise regional e em função dos poucos dados geocronológicos disponíveis pode-se afirmar que os gnaisses de idade paleoproterozoica foram deformados e migmatizados durante o Ciclo Transamazônico. O processo de ultrametamorfismo foi responsável pela geração do neossoma (rico em quartzo e feldspato) e do paleossoma (rico em biotita e anfibólio) observado em exposições de migmatitos.

A evolução geotectônica das rochas do embasamento da área em estudo é considerada análoga àquelas observadas na região de São Domingos no estado de Goiás. Estudos geoquímicos e isotópicos realizados por DÁVILA; KUYUMJIAN (2005) indicam que os gnaisses, granitos e metassedimentos encontrados na borda do Cráton São Francisco nas regiões de Correntina e São Domingos evoluíram em contexto de arco de ilha com ápice de

metamorfismo em torno de 2,0 Ga (idade de rochas intrusivas). ROSA et al. (1996) com dados de petrografia e geoquímica associam à subducção este magmatismo potássico/ultrapotássico pós a tardi-orogênico, representado pelas diferentes fácies de granitos e sienitos também observadas nas janelas de embasamento.

5.3 PALEOGEOGRAFIA

O relevo arrasado com padrão suave ondulado do embasamento, notado nas janelas erosivas dos rios Arrojado e Correntina é recoberto pelas rochas da Formação Sete Lagoas em *on lap*. Observou-se ainda que em locais com cotas iguais, ou mais baixas, onde ocorre o embasamento cristalino, também aflora a Formação Sete Lagoas. Estes locais representam paleovales ou paleodepressões que foram preenchidos pelos carbonatos da base do Grupo Bambuí. Estas ocorrências da Formação Sete Lagoas em cotas mais baixas não apresentam indícios de controle de sedimentação ou variação de energia, como por exemplo, predominância de determinada faciologia, já que calcilutitos alternados com margas ocorrem em cotas em torno de 450 metros, as mesmas onde se encontram a o embasamento.

Os quartzos arenitos interpretados como pertencentes à Formação Jequitaiá ocorrem num paleovale já que as rochas do embasamento cristalino ocorrem próximas e em cotas iguais ou superiores. Imediatamente acima destes arenitos ocorrem calcilutitos com leques de aragonita e dolomitos intercalados com margas, que recobrem os psamitos de forma concordante.

O padrão irregular, suave ondulado do relevo do embasamento, sobre o qual o Grupo Bambuí se depositou, também é evidenciado pelas cotas do contato entre granito-gnaisses com carbonatos (discordância basal) ou cotas de ocorrência das diferentes rochas carbonáticas. Este conjunto de dados mostra também que o embasamento aprofunda progressivamente para leste, sempre exibindo um padrão com porções elevadas e depressões.

Esta paleogeografia pode ser interpretada como herança do relevo pós-glacial que comumente mantém amplos vales em U e elevações decorrentes da passagem sucessiva de capas de gelo.

A variação nas espessuras das camadas verificada, principalmente na porção basal da Formação Sete Lagoas, respeita o espaço de acomodação que vai sendo criado pela transgressão. Onde a partir de certo momento ocorre um equilíbrio (um aplainamento do fundo oceânico evidenciado pelas camadas dispostas horizontalmente do Grupo Bambuí), e o estabelecimento de uma rampa carbonática.

Com base nos dados do embasamento da área estudada e de outras áreas de exposição do Grupo Bambuí pode se afirmar que o “Mar Bambuí” é do tipo epicontinental, isto é uma bacia com águas rasas, ampla área de ocorrência cujo substrato é representado por crosta

siálica.

5.4 SEQUÊNCIAS DEPOSICIONAIS

A partir da identificação das diferentes fácies das rochas carbonáticas e siliciclásticas do Grupo Bambuí e suas associações foi possível interpretar os processos e ambientes deposicionais. O empilhamento das associações de fácies identificadas dentro do Grupo Bambuí permitiu a identificação de 2 sequências deposicionais de 2ª ordem, suas superfícies chave e seus tratos de sistemas (Figura 5.1).

Os perfis isotópicos obtidos, com valores fortemente negativos na base e bastante positivos no topo, são coerentes com as seções estratigráficas levantadas, as mudanças ambientais verificadas no empilhamento das diferentes fácies confirmam uma maior atividade biológica para o topo da sequência estudada, e mostram valores diferentes entre as sequências 1 e 2.

Sequência 1

A sequência 1 abrange litoestratigraficamente a Formação Sete Lagoas em quase sua totalidade na área estudada. Representa um ciclo retrogradacional bem marcado e pode ser dividida em ciclos deposicionais de maior ordem.

As associações de fácies 1 e 2 (*Af1* e *Af2*), composta por calcilititos com crostas de cristais de aragonita e calcilititos associados a margas, representam o Trato de Sistema Transgressivo 1 (TST1). A discordância basal com as rochas do embasamento do Cráton São Francisco marca a Superfície Transgressiva 1 (ST1), como já sugerido anteriormente por VIEIRA et al. (2007). A ST1 está localizada também no contato de quartzos-arenitos da Formação Jequitai com a *Af1*.

A mudança da *Af2* para associação de fácies 3 (*Af3*) marca a Superfície de Inundação Máxima 1 (SIM 1), a qual assinala o início do Trato de Sistema de Mar Alto 1 (TSMA1), composto pelas associações de fácies 3, 4, 5, 6 e 7, que juntos representam um raseamento da bacia até a exposição subaérea. A exposição subaérea é evidenciada pelas associações de fácies 5, 6 e 7 – *Af5*, *Af6* e *Af7*, que culminam com a discordância na seção de topo da Formação Sete Lagoas. Estas associações de fácies mostram-se dispostas lateralmente em diversos locais e juntas representam esta discordância.

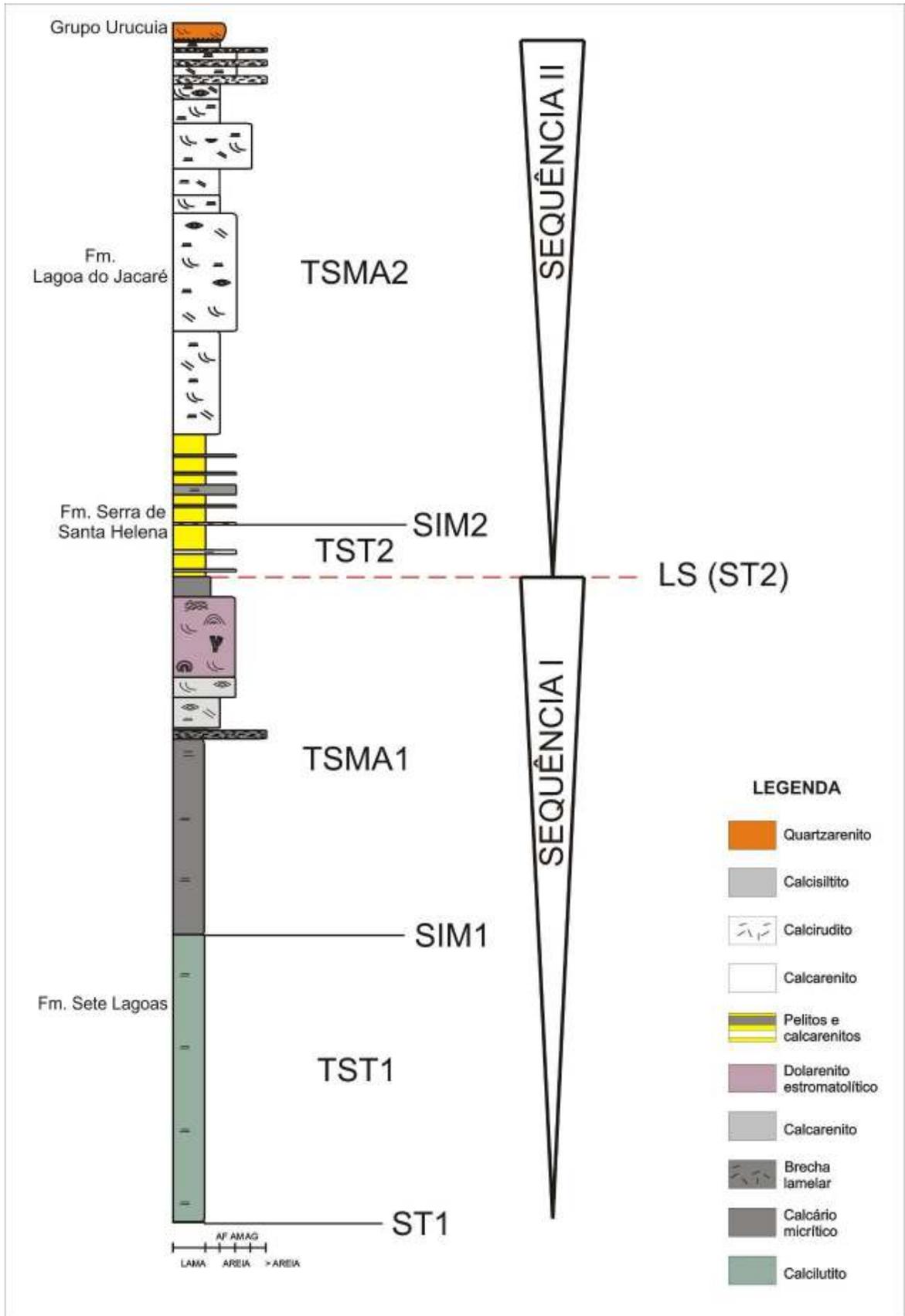


Figura 5.1 - Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na região de Santa Maria da Vitória com suas seqüências deposicionais, superfícies chave e tratos de sistemas.

As lentes e camadas finas de silexito, que ocorrem nas associações de fácies *Af5* e *Af6*, juntamente com os dados isotópicos obtidos neste trabalho, que apresentam um salto isotópico positivo do $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ em relação aos valores das porções estratigráficas inferiores, reforçam as evidências de exposição subaérea da Formação Sete Lagoas.

Essa exposição subaérea, no topo da Formação Sete Lagoas, foi reconhecida por MISI (1999), MORAES FILHO (1997), MARTINS (2001) e CONCEIÇÃO FILHO (2003) na região trabalhada. MARTINS; LEMOS (2007) apresentam uma análise estratigráfica regional das sequências neoproterozoicas da Bacia do São Francisco e sugerem que este nível de exposição subaérea esteja associado a um hiato deposicional, que coincide com o limite de sequências LS do presente trabalho. Este limite de sequência sugerido pelas autoras representaria um hiato de cerca de 20Ma entre as sucessões sotoposta e sobreposta.

A porção superior da *Af3* mostra um nível com continuidade lateral contínua onde ocorrem camadas de brechas lamelares (Cr). Este nível pode representar um evento de alta energia, que retrabalha localmente os calcilitos e calcisiltos depositados em ambiente calmo atribuídos à rampa externa e leva os sedimentos arenosos depositados e retrabalhados em porções mais rasas, presentes na matriz deste *rudstone*, para este ambiente mais profundo. Dada a ocorrência em escala regional verificada na área estudada pode se atribuir esse registro um evento de *storm surge* de grande amplitude. Pela posição estratigráfica deste nível também se pode dizer que esta fácies está localizada em ambiente que representa a transição entre rampa externa para rampa intermediária (*Af4*), onde a influência de ondas de tempestade é um forte agente deposicional, e num evento de maior amplitude pode atingir ambiente de fácies representativas de menor energia. As laminações onduladas observadas na fácies de calcário micrítico (Cm) são expressões de tempestades na rampa externa (BURCHETTE; WRIGHT, 1992).

As associações de fácies da Formação Sete Lagoas, dispostas lateralmente como mostra o perfil da Figura 5.2, no caso de um rebaixamento no nível do mar resultaria num empilhamento vertical como observado na seção 5.1 e exposição subaérea das associações de fácies 5, 6 e 7.

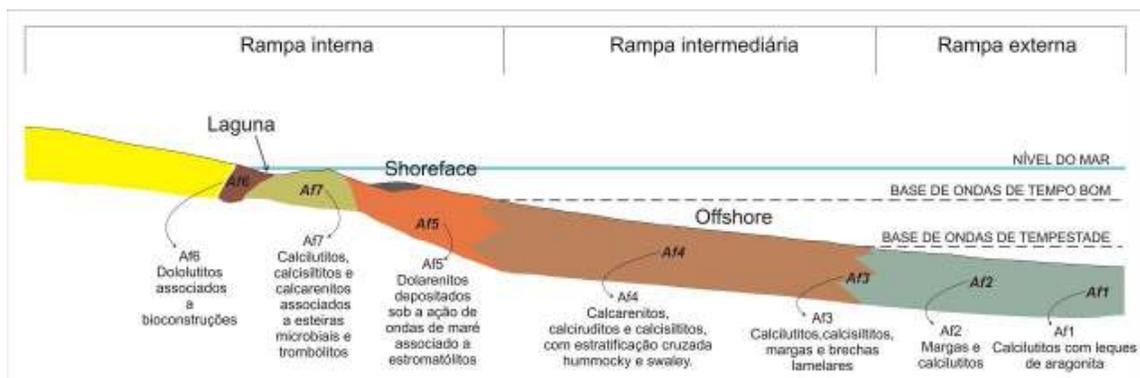


Figura 5.2 - Perfil de rampa carbonática com a localização das associações de fácies da Formação Sete Lagoas.

Sequência 2

O contato da associação de fácies 8, com a as fácies 6 ou 7, marcam a ST2, que também se comporta como um limite de sequências (LS). Neste trabalho atribuiu-se o Trato de Sistema Transgressivo (TS2) à porção inferior da associação de fácies 8 (*Af8*), onde as características litológicas dos calcários são mais coerentes com as encontradas na Formação Sete Lagoas.

A superfície de inundação máxima (SIM2) coincide com o pico deposicional da Formação Serra de Santa Helena, e marca o início da deposição dos calcários característicos da Formação Lagoa do Jacaré, a partir do aparecimento das lentes de calcário oolíticos silicificados (Cos) encontrados como intercalações na Formação Serra de Santa Helena.

Na SIM2 inicia-se outro ciclo progracional, representado pelo Trato de Sistema de Mar Alto 2 (TSMA 2) que engloba os folhelhos da Formação Serra de Santa Helena a partir da SIM 2 que segue até o topo da Formação Lagoa do Jacaré.

5.4.1 Estratigrafia Isotópica X Ambientes Depositionais

A base da Formação Sete Lagoas apresenta valor extremamente negativo do $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$, que aliado às características sedimentológicas verificadas neste trabalho e concorda com dados apresentados por CHANG et al., 1993; IYER et al., 1995; SANTOS et al., 2000; VIEIRA et al., 2005; ALVARENGA et al., 2007; MARTINS; LEMOS, 2007; KUCHENBECKER, 2011; CAXITO et al., 2012, que associam estes valores à *cap carbonates*, depositados após glaciação, e a baixa produção microbiana. Este comportamento isotópico aliado às características sedimentológicas verificadas na base da Formação Sete Lagoas permite associá-la a carbonatos pós-glaciais. Estes dados também permitem dizer que os carbonatos da base da Formação Sete Lagoas, referentes às associações de fácies *Af1* e *Af2*, são produto de precipitação de massas de água supersaturadas em CaCO_3 , em ambiente de baixa energia.

A partir da associação de fácies *Af3*, onde aparecem os calcários com coloração preta, matéria orgânica e valores levemente positivos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$, começa a haver influência de processos biológicos na formação e precipitação dos carbonatos do Grupo Bambuí. Desta associação de fácies para o topo da seção estudada $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$, mostra valores cada vez maiores, e juntamente com as características sedimentológicas e ocorrências de bioconstruções, evidenciam a maior atividade biológica e sua influência na produção carbonática.

A base da Formação Serra de Santa Helena mostra um grande aumento do espaço de acomodação com deposição de sedimentos terrígenos finos alternados com lentes carbonáticas, representando uma transgressão marinha. A formação desses depósitos pelíticos se deu a partir da decantação destes sedimentos em suspensão em águas profundas. Eventualmente este ambiente de baixa energia é atingido por ondas de tempestade que depositam sedimentos carbonáticos, produzidos e retrabalhados em ambientes mais rasos, em momentos de rápidas regressões por processos trativos. As características sedimentológicas das lentes carbonáticas, dada pela composição aloquímica com maior ocorrência de intraclastos oolíticos e oncolíticos, sua coloração, além dos dados isotópicos, que mostram uma excursão positiva, confirmam a transição da Formação Serra de Santa Helena para a Formação Lagoa do Jacaré.

As associações de fácies que compõem a Formação Lagoa do Jacaré na área trabalhada exibem composição aloquímica que evidenciam o maior controle biológico na produção dos sedimentos carbonáticos produzidos e retrabalhados, atestados pelos valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ fortemente positivos. As estruturas nas faciologias que dominam nesta formação mostram estruturas do tipo *swaley* e *hummocky*, que evidenciam depósitos oscilatórios dominados por ondas de tempestades, com momentos de mais baixa energia onde se depositam calcarenitos finos e calcisiltitos.

5.5 DIAGÊNESE

A forte recristalização observada nas rochas do Grupo Bambuí associado as estruturas de compactação, que geram pseudoacamadamentos e até pseudobrechas, atestam processos diagenéticos de compactação física e química, evidenciando soterramento intermediário com profundidades maiores que 600 metros (MACHEL, 1999). Ocorrem dolomitas ao longo das estruturas de compactação, estas são interpretadas como formadas durante a compactação (Figura 5.3).

Os dolarenitos e dolomitos estromatolíticos são formados por dolomitização precoce, a presença de estilólitos, evidenciam a dolomitização pré compactação. Segundo TUCKER (2011), muitos registros geológicos com evidências de ambiente de supramaré, como, por

exemplo, estromatólitos estratiformes, são provavelmente formados por dolomitização evaporítica e precipitação direta de dolomita. Estas fácies estão associadas às lentes e camadas de silexito, que também podem indicar a presença de evaporitos ou de diagênes precoce em ambientes expostos.

Mecanismos de diagênese de superfície são evidenciados pela ocorrência de alguns tipos de aloquímicos. A formação dos aloquímicos tipo oólitos ou agregados de oólitos se dá a partir da cimentação, em ambiente diagenético marinho freático, estagnante (TUCKER, 2011). Este processo diagenético parece estar presente em aloquímicos encontrados nas fácies de granulometria areia observadas nos calcários do Grupo Bambuí na área estudada.

Além disso, a diagênese de superfície está evidenciada nas franjas e cutículas que envolvem os aloquímicos observados nos *rudstone* e *grainstone* da Formação Lagoa do Jacaré. A precipitação deste cimento é provavelmente resultado de locais turbulentos, com intensa circulação de água, por ondas, marés ou correntes (TUCKER, 2011), coerentes com as estruturas e granulometrias encontradas nas fácies onde ocorrem.

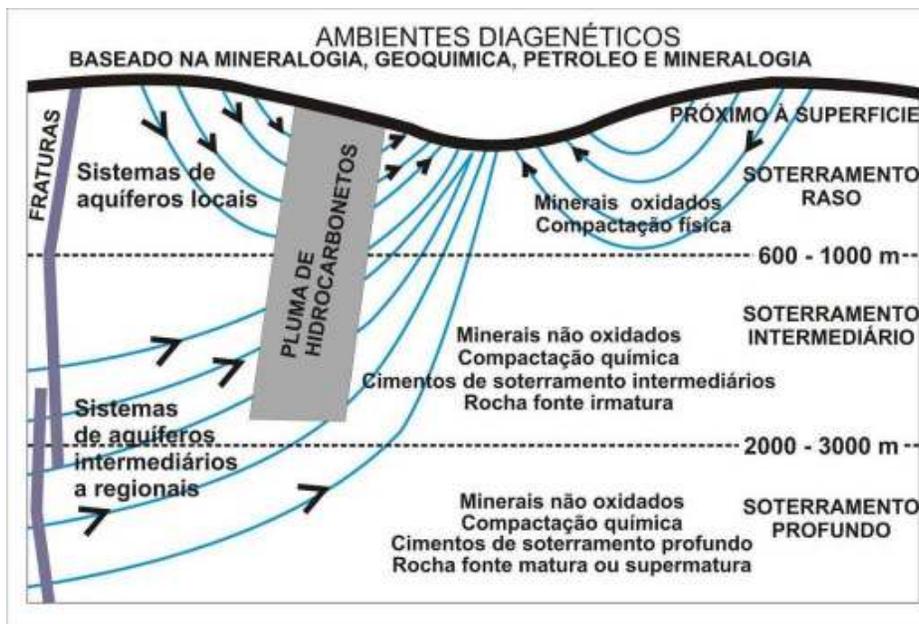


Figura 5.3 – Classificação dos ambientes diagenéticos com base na mineralogia, petróleo, hidrogeoquímica. Próximo à superfície são divididos em meteórico, salobro, marinho e hipersalino (MACHEL, 2005).

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A região de Santa Maria da Vitória é caracterizada pela ampla ocorrência de rochas pertencentes ao Grupo Bambuí, além de afloramentos de rochas atribuídas ao embasamento arqueano-paleoproterozoico do Bloco Guanambi-Correntina e arenitos cretáceos e coberturas cenozoicas da Bacia Sanfranciscana. A estratigrafia do Grupo Bambuí na região estudada representa uma seção com cerca de 350 metros de espessura, desde a base da Formação Sete Lagoas até o topo da Formação Lagoa do Jacaré.

O relevo do embasamento se comporta regionalmente de forma suave ondulada, mostrando um aprofundamento para leste na região estudada. Este embasamento é representado por ortognaisses migmatíticos do Complexo Gnáissico Migmatítico Correntina e pelos monzogranitos porfiríticos e sienitos da Suíte Intrusiva Correntina.

As relações entre os monzogranitos e os sienitos não foram observadas, em função da restrita exposição, porém trabalhos de campo mais detalhados, integrados com dados geoquímicos e petrografia podem tornar estas relações mais claras. Assim, recomenda-se o desenvolvimento sistemático de estudos geoquímicos, isotópicos e geocronológicos nestas rochas magmáticas.

O quartzo arenito encontrado entre o embasamento e os carbonatos do Grupo Bambuí, neste trabalho foi interpretado como representante da Formação Jequitaí, dada a ocorrência de diamictitos desta formação próxima a área estudada e sua posição estratigráfica. Neste caso esta fácies representa um contexto em que as geleiras não alcançam a área em estudo, mas apenas as águas do degelo são responsáveis pelo retrabalhamento de material detrítico. Trabalhos de campo mais detalhados, ao longo dos paleovales podem trazer mais informações sobre esta unidade.

A identificação de 26 fácies e suas 12 associações de fácies permitiu identificar variações do nível do mar, que representam ciclos de deposição de 2ª e 3ª ordem.

O empilhamento das associações de fácies que compõem a Formação Sete Lagoas, constitui a Sequência I, que evidencia um rebaixamento do nível do mar, a partir de um ambiente marinho mais profundo. Na base desta seção ocorrem calcilitos (Mp) com leques de aragonita (Mc) características de um *cap carbonate*, seguido por calcilitos (Mp) alternado com margas (Mr), que representam uma rampa externa. Logo acima ocorrem calcilitos e calcisiltitos (Cm), em rampa externa inclinada, que apresentam no topo um nível contínuo regionalmente de brechas lamelares (Cr), representativo de um ou mais eventos de mais alta energia do tipo *storm surge*. A partir daí passa gradualmente para a rampa intermediária

marcada por calcarenitos (Ca) e calciruditos (Crf), formados em ambiente dominado por ondas de tempestade. Os dolarenitos (Da) associados a estromatólitos (De; Dee), que ocorrem acima, configuram o ambiente marinho raso, dominado por fluxos de maré, que chegam à exposição subaérea. Lateralmente ocorrem também calcarenitos finos (Caf), calcilutitos e calcisiltitos com esteiras microbiais e trombólitos associados (Cl), além de dololutitos com bioconstruções (DI), que são interpretados como um ambiente lagunar de supramaré.

A Sequencia II é composta pelas formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré. A Formação Serra de Santa Helena representa uma rampa externa mista com folhelhos, argilitos e siltitos (FI), intercalados com lentes de calcarenitos intraclásticos (Ci), calcarenitos silicificados (Cos) e calcarenitos oolíticos (Co). Esta unidade representa a transição da deposição dos carbonatos entre as formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, apresenta valores isotópicos intermediários entre uma e outra unidade, além de texturas coerentes com a base da Formação Sete Lagoas e com o topo com a Formação Lagoa do Jacaré. Representa um ambiente de baixa energia com deposição siliciclástica por agradação vertical de lamelas, no qual eventualmente se depositam sedimentos carbonáticos produzidos em ambientes mais rasos que são retrabalhados e depositados em eventos de maior energia. Estes depósitos carbonáticos eventuais são interpretados como barras oolíticas da plataforma. Por serem intercaladas a sedimentos siliciclásticos, algumas camadas são silicificadas a partir da substituição total do carbonato por sílica amorfa.

A Formação Lagoa do Jacaré é o topo da Sequencia II, mostra uma produção carbonática genuinamente condicionada por fatores biológicos em ambientes de rampa intermediária, com calcários grosseiros (Cg), calcários finos (Cf) e calcarenitos muito finos siltosos (Cmf), com transição para rampa externa, com calcarenitos muito finos (Caf), calcarenitos grossos (Cag), calciruditos (Crf) e calcisiltitos (Cs), dominados por ondas de tempestade.

A fácies de brecha lamelar (Cr), na Formação Sete Lagoas, que ocorre de forma sistemática e contínua em toda a área estudada e mesmo em áreas muito distantes (ex. noroeste do estado de Minas Gerais), onde é interpretada como um momento de exposição subaérea na bacia Bambuí. Estas brechas são interpretadas como formadas a partir do retrabalhamento de gretas de contração e estruturas tipo *teepee* formadas por exposição subaérea e ressecamento de lamelas carbonáticas de porções rasas nas áreas distantes. Este retrabalhamento é produto de um *storm surge* que afeta as faciologias de rampa externa, na área estudada, até as fácies com evidências de exposição subaérea, nas áreas distantes.

Os dados isotópicos obtidos neste trabalho confirmam o caráter de precipitação química inicial dos carbonatos que passam a ter grande influência biológica na sua produção,

refletido numa excursão positiva de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDC}}$ para a seção do Grupo Bambuí, com valores bastante negativos na base da Formação Sete Lagoas e fortemente positivos na Formação Lagoa do Jacaré.

Os valores negativos do $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDC}}$ da base da Formação Sete Lagoas apoiados pelas características litológicas, sedimentares e texturais permitem que estes carbonatos sejam interpretados como carbonatos de capa (*cap carbonates*). O salto isotópico fortemente positivo do $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDC}}$ encontrado no topo desta formação reforça a ideia da exposição subaérea da plataforma carbonática. O comportamento do $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDC}}$ mostra enriquecimento progressivo para o topo e reflete taxa de evaporação mais alta que de precipitação em águas mais restritas e rasas prolíferas em microbialitos, coerentes com as faciologias de laguna de supramaré, que ocorrem no topo da Formação Sete Lagoas.

As distintas assinaturas isotópicas das formações Sete Lagoas e Lagoas do Jacaré podem ser usadas como critério de discriminação entre essas duas unidades e refletem diferentes condições ambientais.

A Formação Lagoas do Jacaré apresenta valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDC}}$ bastante positivos e pouco flutuantes que refletem condições marinhas com circulação restrita e deposição controlada por microorganismos (algas e cianobactérias), com preservação de matéria orgânica. A presença de gás termoquímico nestas fácies é evidenciada a partir do odor que se desprende das superfícies de blocos recém partidos.

As principais feições diagenéticas presentes nas rochas carbonáticas revelam a existência de processos de diagênese precoce que evoluem até o soterramento profundo. A dolomitização e a formação de nódulos escuros de sílica amorfa são considerados processos precoces. As feições como a forte recristalização, micritização, compactação química e precipitação de pirita são vinculadas a diagênese avançada com profundidades de soterramento maiores que 600 metros.

Para se ampliar o conhecimento sobre a seção de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí recomenda-se que sejam desenvolvidos estudos isotópicos de Sr/Sr e zircões detríticos. As relações Sr/Sr, que devem ser obtidas em carbonatos não dolomitizados, podem mostrar diferentes fontes e eventuais quebras na sedimentação, inclusive auxiliando na determinação de inconformidades ou discordâncias na sucessão sedimentar. Os estudos sobre zircões detríticos podem indicar mudança de idades das áreas fonte para a bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHARON, P. Redox stratification and anoxia of the early Precambrian oceans: implications for carbon isotope excursions and oxidation events. *Precambrian Research*, v.137, n.3-4, p.207-222, 2005.
- ALKMIM, F.F.; BRITO-NEVES, B.B., CASTRO ALVES, J.A. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. p. 45-62. In: DOMINGUES, J.M.L.; MISI, A. (Ed.). *O Cráton do São Francisco*. Salvador: SBG, 1993.
- ALKMIM, F.F.; MARTINS-NETO, M. A. A Bacia Intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C.P.; MARTINS-NETO, M.A. *Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais*. Belo Horizonte: SBG, 2001. p.9-30.
- ALKMIM, F.F. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e suas revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (Org.) *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p.17-35.
- ALLAN, J.R.; MATTHEUS, R.K. Isotope signature with early meteoric diagenesis. *Sedimentology*, v.29, n.6, p.797-817, 1982.
- ALLÈGRE, C.J. *Isotope Geology*. New York: Cambridge University Press, 2008.
- ALMEIDA, F.F.M. *Origem e evolução da plataforma brasileira*. Rio de Janeiro: DNPM, 1967. (Boletim DGM, 241).
- ALMEIDA, F.F.M. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.7, n.4, p. 349-364, 1977.
- ALMEIDA, F.F.M. et al. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Review*, v.17, n.1-2, p.1-29, 1981.
- ALVARENGA, C.J.S. et al. Variações dos isótopos de C e Sr em carbonatos pré e pós-glaciação Jequitaiá (Esturtiano) na região de Bezerra-Formosa, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.37, n.4 (suplemento), p.147-155, 2007.
- ALVARENGA, C.J.S. Geologia e Prospecção geoquímica dos grupos Bambuí e Paranoá na Serra de São Domingos – MG. 1978. 125p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1978.
- AMARAL, G.; KAWASHITA, K. Determinação da idade do Grupo Bambuí pelo método Rb/Sr. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21., 1967, Curitiba. *Anais...*, Curitiba: SBG, 1967. p.214-217.
- ANDRADE, A.R.F.; SIQUEIRA, A.P.; FRÓES, R.J.B. *Projeto Correntina*. Salvador: CBPM, 1981. v.4.

- BABINSKI, M. *Idades isocrônicas Pb/Pb e geoquímica isotópica de Pb das rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, na porção sul da Bacia do São Francisco*. 1993. 133p. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 1993.
- BABINSKI, M. A idade do Supergrupo São Francisco: Revisão e implicações nas glaciações neoproterozóicas. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3., 2005, Salvador. *Short Papers...* Salvador: SBG, 2005. p.135-138.
- BABINSKI, M.; KAUFMANN, A.J. First direct dating of a Neoproterozoic post-glacialcap carbonate. In: SOUTH AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 4, Salvador, 2003. *Short Papers...* Salvador: CBPM, 2003. p. 321-323.
- BARBOSA, J.S.F.; DOMINGUEZ, J.M.L. *Geologia da Bahia: texto explicativo para o mapa geológico ao milionésimo*. Salvador: SGM, 1996.
- BARBOSA, J.S.F.; SABATÉ, P.; MARINHO, M.M. 2003. O Cráton São Francisco na Bahia: uma Síntese. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.33, n.1, p.3-6, mar. 2003.
- BIZZI, L.A. et al. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG*. Brasília: CPRM, 2003.
- BONHOMME, M.G. Minéralogie des frations fines et datation rubidium-strontium dans le Groupe Bambuí, MG, Brésil. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.6, n.4, p.211-222, 1976.
- BOWEN, R. *Isotopes in the Earth Sciences*. Nova York: Elsevier, 1988. 647p.
- BRAUN, O.P.G. Mapeamento de Semidetalhe em uma Área p/ Prospecção de Hidrocarbonetos, na Bacia Proterozóica do Bambuí, no Cento-Leste de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém, *Anais...*, Belém: SBG, 1988. v.2, p.673-687.
- BRUNI, M.A.L.; SCHOBENHAUS FILHO, C. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Folha Brasília (SD.23)*. Brasília: DNPM, 1976. 163p.
- BURCHETTE, T.P.; WRIGHT, V.P. Carbonate ramp depositional systems. *Sedimentary Geology*, v.79, p.3-57, 1992.
- CAMPOS, J.E.G. *A Glaciação Permo-Carbonífera nas regiões de Canabrava e Santa Fé de Minas – MG*. 1992. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1992.
- CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A. A carta estratigráfica da Bacia Sanfranciscana. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994, Balneário de Camboriú, *Boletim de Resumos...*, Balneário de Camboriú: SBG, 1994. p.54-56.
- CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.27, n.3, p.269-282, 1997a.

- CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.27, n.3, p.283-294, 1997b.
- CASTRO, P.T.A.; DARDENNE, M.A. The sedimentology, stratigraphy and tectonic context of the São Francisco Supergroup at the Southwestern domain of the São Francisco Craton, Brazil. *Revista Brasileira de Geologia*, São Paulo, v.30, n.3, p.439-441, 2000.
- CAXITO, F.A. et al. Marinoan glaciation in east central Brazil. *Precambrian Research*, v.200-203, p.38-58, 2012.
- CHANG, H.H. et al. Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., 1988, Belém. *Anais...*, Belém: SBG, 1988. v.5, p.2076-2090.
- CHANG, H.K. et al. Considerações sobre a estratigrafia isotópica do Grupo Bambuí. In: SIMPÓSIO DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2., 1993, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, 1993. p.195-196.
- CHAVES, M.L.S. et al. Litofácies glaciomarinhas na Formação Jequitai: possíveis implicações na distribuição de diamantes a oeste da Serra do Espinhaço (MG). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.40, n.4, p.516-526, dez. 2010.
- CONCEIÇÃO FILHO, V.M. et al. *Bacia do São Francisco entre Santa Maria da Vitória e Iuiú, Bahia: geologia e potencialidade econômica. Integração e síntese por Luiz Luna Freire de Miranda*. Salvador: CBPM, 2003. 65p. (Série Arquivos Abertos, 18).
- CORDANI, U.G., INDA, H.A.V., KAWASHITA, K. O embasamento do Grupo Bambuí na Região de Correntina, Bacia do São Francisco, Estado da Bahia. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, 1979, Salvador. *Resumos...* Salvador: SBG, 1979. Paginação irregular.
- CORDANI, U.G. et al. Crustal Evolution of the South American Platform. In: CORDANI, U.G. et al. (Ed.). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. 856p., p.19-40.
- CORFIELD R.M. Paleocene oceans and climate: An isotopic perspective. *Earth Science Review*, n.37, p.225-252, 1994.
- CORSETTI, F.A.; KAUFFMAN, A.J. Stratigraphic investigations of carbon isotope anomalies and Neoproterozoic ice ages in Death Valley, California. *Geological Society of American Bulletin*, v.115, p.916-932, 2003.
- COSTA, M.T.; BRANCO, J.J.R. *Roteiro Geológico Belo Horizonte-Brasília*. Publ. Instituto de Pesquisas Radioativas. Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, n.15, p. 9-25, 1961.
- COSTA L.A.M. et al. Novos conceitos sobre o Grupo Bambuí e sua divisão em tectonogrupos. *Boletim de Geologia do UFRJ*, Rio de Janeiro, n.5, p.3-34, 1970.

- COSTA, L.A.M. et al. *Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco*: relatório final. Rio de Janeiro: CPRM/DNPM, 1976. 12 v.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Caderneta de campo*: Planilha para estimativa de percentagem. Reproduzido do *Journal of Sedimentary Petrography*, v.25, n.3, p.229-234, 1955.
- CRUZ, A.B. *Detalhamento da Geologia das unidades carbonáticas do Grupo Bambuí na região de Alvorada do Norte, Goiás*. 2012. 96p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2012.
- CUKROV, N.; ALVARENGA, C.J.S.; UHLEIN, A. Litofácies da glaciação neoproterozóica nas porções sul do Cráton do São Francisco: exemplos de Jequitaiá (MG) e Cristalina (Go). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.35, n.1, p.69-76, 2005.
- DARDENNE, M.A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Anais...* Recife: SBG, 1978. v.2, p.97-610.
- DARDENNE, M.A. The Brasília Fold Belt. In: In: CORDANI, U.G. et al. (Ed.). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: 31st International Geological Congress, 2000. 856p., p.231-263.
- DARDENNE, M.A.; GONZAGA, G.M.; CAMPOS, J.E.G. The diamond-bearing Cretaceous conglomerates of the Canabrava área, Minas Gerais, Brazil. In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, Brasília, 1991. *Field Guide Book...* Araxá: CPRM, 1991. p.83-88.
- DÁVILA, C.A.R.; KUYUMJIAN, R.M. Mineralizações de ouro do tipo orogênico em arco magmático Paleoproterozóico, borda oeste do Craton São Francisco, regiões de São Domingos (GO) e Correntina (BA). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.35, n.2, p. 187-198, 2005.
- DUNHAM, R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: HAM, W. E. Ham (Ed.) *Classification of Carbonate Rocks: a Symposium*. Tulsa: AAPG, 1962. p.108-121. (Memoir AAPG, 1).
- EMBRY, A.F.; Klovan J.E. Late devonian reef tracts of northeastern Banks Islands, Northwest Territories. *Canadian Petrology and Geology Bulletin*, v.19, p.730-781, 1971.
- FOLK, R.L. Practical petrographic classification of limestones. *Bulletin AAPG*, v.43, n.1, p.138, 1959.
- FOLK, R.L. Spectral subdivision of limestone types. In: HAM, W. E. Ham (Ed.) *Classification of Carbonate Rocks: a Symposium*. Tulsa: AAPG, 1962. p.62-84. . (Memoir AAPG, 1).
- FOLK, R.L. Detection of organic matter in thin sections of carbonate rocks using a white card. *Sedimentary Geology*, v.54, p.193-200, 1987.

- JACOBSEN, S.; KAUFMAN A. The Sr, C and O isotopic evolution of the Neoproterozoic seawater. *Chemical Geology*, v.161, p.37-57, 1999.
- JAMES, N.P.; NARBONNE, G.M.; KYSER, T.K. Late Neoproterozoic cap carbonates: Mackenzie Mountains, northwestern Canada: precipitation and global glacial meltdown. *Canadian Journal Earth Science*, v.38, p.1229-1262, 2001.
- HALVERSON, G.P. et al. Toward a Neoproterozoic composite carbon-isotope record. *Geological Society of America Bulletin*, v.117, n.9, p.1181-1207, 2005.
- HALVERSON, G.P. et al. Stratigraphy and geochemistry of a ca 800 Ma negative carbon isotope interval in northeastern Svalbard. *Chemical Geology*, v.237, p.23-45, 2007.
- HASUY, Y.; PENALVA, F. O problema do diamante do Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais. *Boletim SBG - Núcleo São Paulo*, v.19, n.1, p.71-78, 1977.
- HETTICH, M. A Glaciação Proterozóica no Centro-Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.7, n.2, p. 87-114, 1977.
- IYER, S.S. Highly ¹³C-enriched carbonate and organic matter in the Neoproterozoic sediments of the Bambuí Group, Brazil. *Precambrian Research*, v.73, p.271-282, 1995.
- KARFUNKEL, J.; HOPPE, A. Late Proterozoic glaciation in the central-eastern Brazil: synthesis and model. *Palaogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, n.65, p.1-21, 1988.
- KARFUNKEL, J. et al. Aspectos genéticos e deposicionais do Grupo Macaúbas na região da barragem do Paraúna e sua importância na contribuição para um modelo paleogeográfico e geotectônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, 1984. v.7, p. 3091-3103.
- KAWASHITA, K; MIZUSAKI, A.M.P.; CHANG, H.K. Razões ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr em sedimentos carbonáticos do Grupo Bambuí (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., Porto Alegre, 1987. *Anais...* Porto Alegre: SBG, 1987. v.1, p. 133-137.
- KAUFMAN, A.J.; KNOLL, A.H. Neoproterozoic variations in the C-isotopic composition of seawater: Stratigraphic and biogeochemical implications. *Precambrian Research*, v. 73, n. 1-4, p. 27-49, 1995.
- KNOLL, A.H.; WALTER, M.R. Latest Proterozoic stratigraphy and Earth history. *Nature*, v.356, p.673-678, 1992.
- KUCHENBECKER, M. Químioestratigrafia e proveniência sedimentar da porção basal do Grupo Bambuí em Arcos (MG). 2011. 91f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- LADEIRA, E. A.; BRITO, O.E.A. Contribuição à geologia do Planalto da Mata da Corda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., Belo Horizonte, 1968. *Anais...* Belo Horizonte: SBG, 1968. v.1, p.181-199.

LEONARDOS, O.H. et al. The Mata da Corda volcanic rocks. In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5., 1991, Araxá. *Field Guide Book...* Brasília, CPRM: 1991. p.65-73. (Special Publication, 3)

LOPES, J.N. *Faciologia e gênese aos carbonatos do grupo Bambuí na região de Arcos, Estado de Minas Gerais*. 1995. 166f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

LOPES, J.N. *Diagenesis of the dolomites hosting Zn/Ag mineral deposits in the Bambuí Group at Januária region -MG*. 2002. 183f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MACHEL, H.G. Investigations of Burial Diagenesis in Carbonate Hydrocarbon Reservoir Rocks. *Journal of the Geological Association of Canada*, v.32, n.3, 2005.

MARTINS, V.S. *Estudo de inclusões fluidas e de isótopos de estrôncio dos depósitos de fluorita da Serra do Ramalho (Bahia) e Montalvânia (Minas Gerais)*. 2001. 89f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001.

MARTINS, M.; LEMOS, V.B. Análise estratigráfica das sequências Neoproterozóicas da Bacia do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, v.37, n.4 (Suplemento), p.156-167, 2007.

MARTINS-NETO, M.A.; ALKMIM, F.F. Estratigrafia e Evolução Tectônica das Bacias Neoproterozóicas do Paleocontinente São Francisco e suas Margens: Registro da Quebra de Rodínia e Colagem de Gondwana. In: PINTO, C.P.; MARTINS-NETO, M.A. *Bacia do São Francisco geologia e recursos naturais*. Belo Horizonte: SBG, 2001. p.31-54.

MARTINS-NETO, M.A.; HERCOS, C.M. Sedimentation and tectonic setting of Early Neoproterozoic glacial deposits in southeastern Brazil. In: ALTERMANN, W.; CORCORAN, P.L. (Ed.). *Precambrian sedimentary environments*. Oxford: Blackwell Science, 2002. p.383-403. (Special Publication, 33).

MARTINS-NETO, M.A.; PEDROSA-SOARES, A.C.; LIMA, S.A.A. Tectono-sedimentary evolution of sedimentary basins from Paleoproterozoic to Late Neoproterozoic in the São Francisco craton and Araçuaí fold belt, eastern Brazil. *Sedimentary Geology*, v.141-142, p.343-370, 2001.

MELEZHIK, V.A. et. al. Chemostratigraphy of Neoproterozoic carbonates: implications for 'blind dating'. *Terra Nova*, v.13, n.1, p.1-11, 2001.

MISI, A. Estratigrafia isotópica das sequências do Supergrupo São Francisco, coberturas neoproterozóicas do Cráton do São Francisco. Idade e correlações. In: PINTO, C.P.; MARTINS-NETO, M.A. (Ed.). *Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais*. Belo Horizonte: SBG, 2001. p.67-92.

MORAES FILHO, J.C.R. (Org.). *Coribe, folha SD.23-X-C-V: Estado da Bahia*. Brasília: CPRM, 1997. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

- NASCIMENTO, S.A.M. ; TEIXEIRA, L.R. *Mapa pedogeoquímico do estado da Bahia: texto explicativo*. Escala 1:1.000.000. Salvador: SGM, 1986.
- OLIVEIRA, M.A.M. *Contribuição à geologia da parte sul da Bacia do São Francisco e áreas adjacentes*. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1967. p.71-105. (Série Ciência Técnica-Petróleo, 3).
- PEDROSA-SOARES, A.C.; CORDANI, U.; NUTMAN, A. Constraining the age of Neoproterozoic glaciation in eastern Brazil: First U-Pb SHRIMP data from detrital zircons. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30, p.58-61, 2000.
- PIMENTEL, M. M. et al. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil, based on SHRIMP and LA-ICPMS U-Pb sedimentary provenance data: a review. *Journal of South America Earth Sciences*, v.31, p.345-357, 2011.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SD. 23. Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: MME, 1982. v. 29.
- RIMANN, E. A Kimberlita no Brasil. *Anais da Escola de Minas*, Ouro Preto, v.15, p.27-32, 1917.
- RODRIGUES, J. B. *Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí: um estudo de zircões detríticos e idades modelos Sm-Nd*. 2008. 141f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ROSA, M.L.S. et al. Magmatismo potássico-ultrapotássico pós a tardi orogênico (associado a subducção) no oeste da Bahia: Batólito Monzo-Sienítico de Guanambi-Urandi e os Sienitos de Correntina. *Geochimica Brasiliensis*, v.10, n.1, p.27-042, 1996.
- SABATÉ P. et al. The 2-Ga peraluminous magmatism of the Jacobina-Contendas Mirante belts (Bahia-Brazil): geologic and isotopic constraints on the sources. *Chemical Geology*, v.83, p.325-338, 1990.
- SANTANA, R. O. *Estratigrafia, geoquímica e isótopos de C, O e Sr do Grupo Bambuí a leste da falha de São Domingos, NE de Minas Gerais*. 2011. 93f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- SANTOS, R.V. et al. Carbon and oxygen isotope profiles across Meso-Neoproterozoic limestones from central Brazil: Bambuí and Paranoá Groups. *Precambrian Research*, v.104, n.3-4, p.107-122, 2000.
- SCHIDLOWSKI, M.; HAYES, J.M.; KAPLAN, I.R. Isotopic inference of ancient biochemistries: carbon, sulfur, hydrogen and nitrogen. In: SCHOPF, J.M. (Ed.) *Earth's Earliest Biosphere, its origin and Evolution*. Princeton: University Press, 1983. p.149-186.
- SOUZA, J.D. et al. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: sistema de informações geográficas - SIG*. Folha SD.23 Brasília. Brasília: CPRM, 2004. 1 CD-ROM. Programa Geologia do Brasil - PLGB.

SUMNER, D.Y. Decimetre-thick encrustations of calcite and aragonite on the sea-floor and implications for Neoproterozoic and Neoproterozoic ocean chemistry. p. 107-120 In: ALTERMANN, W.; CORCORAN, P.L. (Ed.). *Precambrian sedimentary environments*, Oxford: Blackwell Science, 2002. (Special Publication, 33).

TACK, L. et al. Early Neoproterozoic magmatism (1000-910 Ma) of the Zadinian and Mayumbian groups (Bas-Congo): Onset of Rodinian rifting at the western edge of the Congo craton. *Precambrian Research*, v.110, n.1-4, p.277-306, 2001.

THUNELL R.C.; WILLIAMS, D.F.; HOWELL, M. Atlantic-Mediterranean water Exchange during the Late Neogene. *Paleoceanography*, v.2, n.6, p.661-678, 1987.

TUCKER, M.E. *Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentar rocks*. 3.ed. Oxford: Blackwell, 2001.

TUCKER, M.E.; WRIGHT, V.P. *Carbonate Sedimentology*. 2.ed. Oxford: Blackweel Scientific, 2008.

UHLEIN, A.; TROMPETTE, R.; ALVARENGA, C.J.S. Neoproterozoic glacial and gravitational sedimentation on a continental rifted margin: The Jequitaí-Macaúbas sequence (Minas Gerais, Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, v.12, n.6, p.435-451, 1999.

UHLEIN, A. et al. Estratigrafia e evolução geológica do Grupo Bambuí, Minas Gerais (Roteiro Geológico). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42, Araxá, *Anais...*, Araxá: SBG, 2004, CD-Rom (1 vol).

UHLEIN, A. et al. A Glaciação Sturtiana (~750Ma), a Estrutura do Rife Macaúbas Santo Onofre e a Estratigrafia do Grupo Macaúbas, Faixa Araçuaí. *Geonomos: Revista de Geociências*, Belo Horizonte, v.15, n.1, p.45-60, 2007.

VALERIANO, C.M. *Evolução Tectônica da Extremidade Meridional da Faixa Brasília, Região da Represa de Furnas, Sudoeste de Minas Gerais*. 1992. 198 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

VEIZER Ján et al. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ evolution of Phanerozoic seawater. *Cheomical Geology*, v.161, n.1-3, p.59-88, 1999.

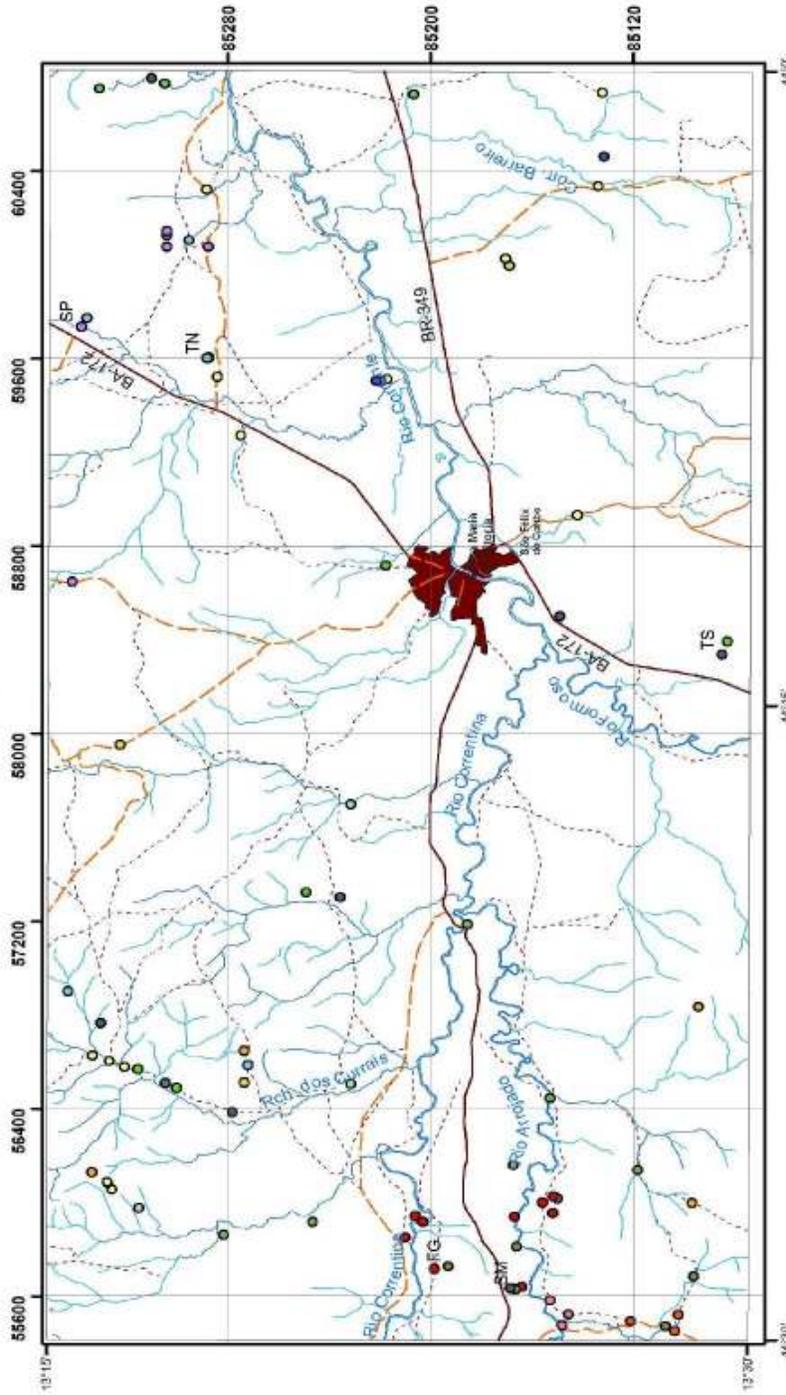
VIEIRA, L.C.; TRINDADE, R.I.F.; NOGUEIRA, A.C.R. Químioestratigrafia da Formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 3., 2005, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, 2005. p.299-302.

VIEIRA, L.C. et al. A Formação Sete Lagoas em sua área-tipo: fácies, estratigrafia e sistemas deposicionais. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.37, n.4, p.168-181, 2007.

ZALÁN, P.V.; Romeiro-Silva, P.C. Proposta de mudança significativa na coluna estratigráfica da Bacia do São Francisco. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 10.; SIMPOSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERIAS, 14., 2007, Diamantina. *Anais...* Diamantina, MG: SBG, 2007. p.79.

APÊNDICE A

Mapa de pontos



Convenções Cartográficas

- TS - seção Torre Sul
- TN - seção Torre Norte
- SM - seção São Manoel
- SP - Seção Pedreira
- FG - seção fazenda Genipapo

Bacia Sanfranciscana

- Grupo Uruçuia
- K2u - quartzarenito

Supergroup São Francisco

Grupo Bambuí

- Formação Lagoa do Jacaré
- Caf - calcarenito fino
- Cf - calcários finos
- Cg - calcários grosseiros

Formação Serra de Santa Helena

- Co - calcarenitos oolíticos
- Ci - calcarenitos intradiásticos
- Fl - folhelhos, argilitos e siltitos

Formação Sete Lagoas

- Cs - calcossilitos
- Dee - dolomitos
- estromatolíticos estratiformes
- Di - dolomitos laminares
- Da - dolarenitos
- Ca - calcarenitos
- Cr - calcoruditos
- Cm - calcário micrítico
- Mip - calcilutito cinza claro
- Mir - margá rosa

Embasamento

Suite Intrusiva Correntina

- Mzg - granitóides porfiríticos
- Sil - sienitos

Complexo Gnáissico-Migmatítico Correntina

- Grm - ortognaisses e migmatitos

- Caminho
- Estrada pavimentada
- Estrada sem pavimentação
- Irrigação periódica
- Estrada sem pavimentação
- Irrigação permanente
- Rio intermitente
- Rio perene